



CHINESE
NATIONAL
ASTRONOMY

中国国家天文

王绶琯院士九十华诞特刊
2012年10月

王绶琯院士诗文自选集

塔里乾坤

新辑



一個魚天圓頂藻

鏡中天地相觀

目成毫會醉俗痴

星搖河漢近

也躉女半知

風覺東塗資東悅

生平居里眠忙

每沉絃海勉相隨

人重才品節

學覺因鑽迷

王穀璣

臨江仙·書懷

說天說天
說天說天

《中國國家天文》

創刊周年志慶
二〇〇七年



王綬玲



《中国国家天文》创刊周年志庆



**CHINESE
NATIONAL
ASTRONOMY**
中国国家天文

主管部门：中国科学院
主办单位：国家天文台

特邀顾问 / SPECIAL ADVISOR

李政道

科学顾问 / SCIENCE ADVISORY COMMITTEE (以姓氏笔画为序)
方成 / 王绶琯 / 叶叔华 / 艾国祥 / 陆琰 / 陈建生 / 周又元
欧阳自远 / 崔向群 / 黄润乾

文化顾问 / CULTURE ADVISORY COMMITTEE (以姓氏笔画为序)
白庚胜 / 冯骥才 / 吉狄马加 / 何东君 / 张抗抗 / 陈醉 / 郭传杰
遥远 / Jon Lomberg

编委/EDITORIAL BOARD(以姓氏笔画为序)

卞毓麟 / 吴铭蟾 / 吴鑫基 / 李元 / 李竟 / 李宗伟 / 邹振隆 / 陈久金
张秉昌 / 林元章 / 赵君亮 / 龚望生 / 蒋世仰 / 蔡贤德

首席发行顾问 / CHIEF DISTRIBUTION ADVISOR

赵春原

编辑部 EDITORIAL OFFICE

President & Editor in Chief 社长 / 总编辑：刘晓群
Publisher 出版人：孟繁韶
Coordinator 协调人：张蜀新
Deputy President 副社长：程月霞
Deputy Editor 副主编：赵复垣
Distribution Director 发行总监：何斌
Marketing Director 市场总监：崔萌萌
Account Managers 客户经理：胡毅 和柏杨

Executive Editors 责任编辑：吴蕴豪 孙媛媛 郭晓博 黄京一
Art Editors 美术编辑：薛晨 王晨 张晨阳 杨松岩
Management Assistant 行政助理：薛芸
Marketing Assistant 市场助理：王梓
Website Engineer 网站技术：黄贤召

国家国防科技工业局探月与航天工程中心特约合作媒体
中国科学院月球与深空探测总体部指定科普宣传媒体
中国《航天员》杂志战略合作伙伴
美国《Sky & Telescope》杂志中国独家合作伙伴 
特约门户网络合作伙伴：



封面、封底供图 / 时画

2006年10月28日创刊 每月1日出版

本刊有些图片来源于因特网，请原作者及时与编辑部联系。

国内统一刊号：CN11-5468/P

国际标准刊号：ISSN 1673-6672

广告许可证：京朝工商广字第8047号

编辑出版：《中国国家天文》编辑部

通讯地址：北京市朝阳区大屯路甲20号

国家天文台A座605 / 606室

邮政编码：100012

电话：010-64807696 / 97 / 98 / 99

传真：010-64807966

网址：www.cnastro.cn

腾讯微博：@中国国家天文

WAP地址：bbs.cnastro.cn/wap

邮箱：cna@cdailey.cn

发行代理：北京中科国天文化传媒有限公司

广告代理：北京中科国天文化传媒有限公司

印刷：北京一步飞印刷有限公司

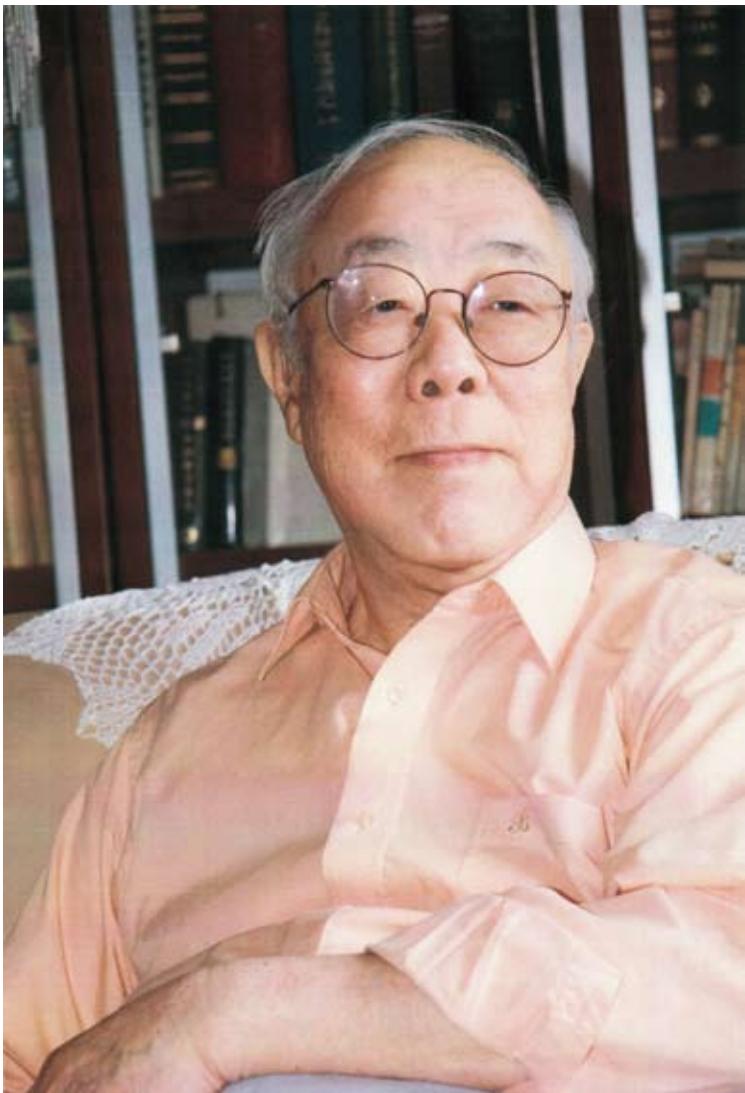
订阅：全国各地邮局

(如有印刷问题请与《中国国家天文》编辑部联系)

版权声明 Copyright Announcement

本刊发表的文字、署名图片、光盘等的版权全部归《中国国家天文》所有。未经本刊书面许可，不得为任何目的、以任何形式或手段复制、翻印及传播，本刊保留一切依法追究的权利。

All rights reserved. No part of this publication may be reproduced, stored in a retrieval system, or transmitted for any purpose, in any forms or by any means, unauthorized copying, reproduction, hiring public performance and broadcasting without the prior written permission of the publishers are prohibited.



作者简介

王绶琯，1923年出生，福建福州人。天文学家，中国科学院院士。原北京天文台名誉台长；中国天文学会名誉理事长。



马尾海军学校



伦敦大学天文台



王绶琯在早期北京天文台的沙河工作站



目录 CONTENTS

11 代序（席泽宗）

13 代自序

13 附：答陈盈问

卷一 对镜集

16 自述

17 附1：王绶琯院士访谈录（刘文霞、李敏）

27 附2：王绶琯院士漫谈青少年科学素质教育
(郭桐兴)

岁月留痕——诗七首

31 亲思

32 沁园春·“牛棚”中怀MATEY

33 海南行·寄作健

34 和寄作健（二首）

34 八十

35 西江月·赠老伴

35 眼疾·写给荧儿

卷二 塔里窥天集

37 六十年科学生涯中师德之念

44 深念——《张钰哲论文选》序

45 中关村诗社二十周年怀克定孙老

45 临江仙·缅怀陈遵妫先辈

46 W.N.Christiansen与中国射电天文学童年的亲切回忆

51 《中国科学院北京天文台台史》序

52 读《博克传》

55 评席泽宗《古新星新表与科学史探索》

57 《中国业余天文学家手册》序

58 《科圣张衡》前言

59 伟大的天文学家郭守敬

62 吴江王锡阐纪念馆落成

62 中国天文学会八十周年献词

64 射电天文萌芽期的一些启示

68 《中国天文学史大系》序

69 说不尽的阿西莫夫

——评中译《宇宙秘密——阿西莫夫谈科学》

摄影 / 张蜀新

国家天文台一瞥





密云50米射电望远镜

- 70 《30位天文学家的贡献》序
71 《观天巨眼》序
73 以镜观天四百年
77 评《中国古代天文仪器史》
77 《中国计时仪器通史》序
78 天文学
87 关于90年代中国天文学的一些思考
92 天文学发展中的“小设备战略”
98 “大题小做”——化腐朽为神奇
103 附：人才和设备建设问题致王娜信
104 LAMOST之旅
108 今日LAMOST
114 附1：为建议“4米南方LAMOST”方案致崔向群等同志信中部分内容摘录
115 附2：LAMOST在21世纪天文学“大设备”战略中的一席地

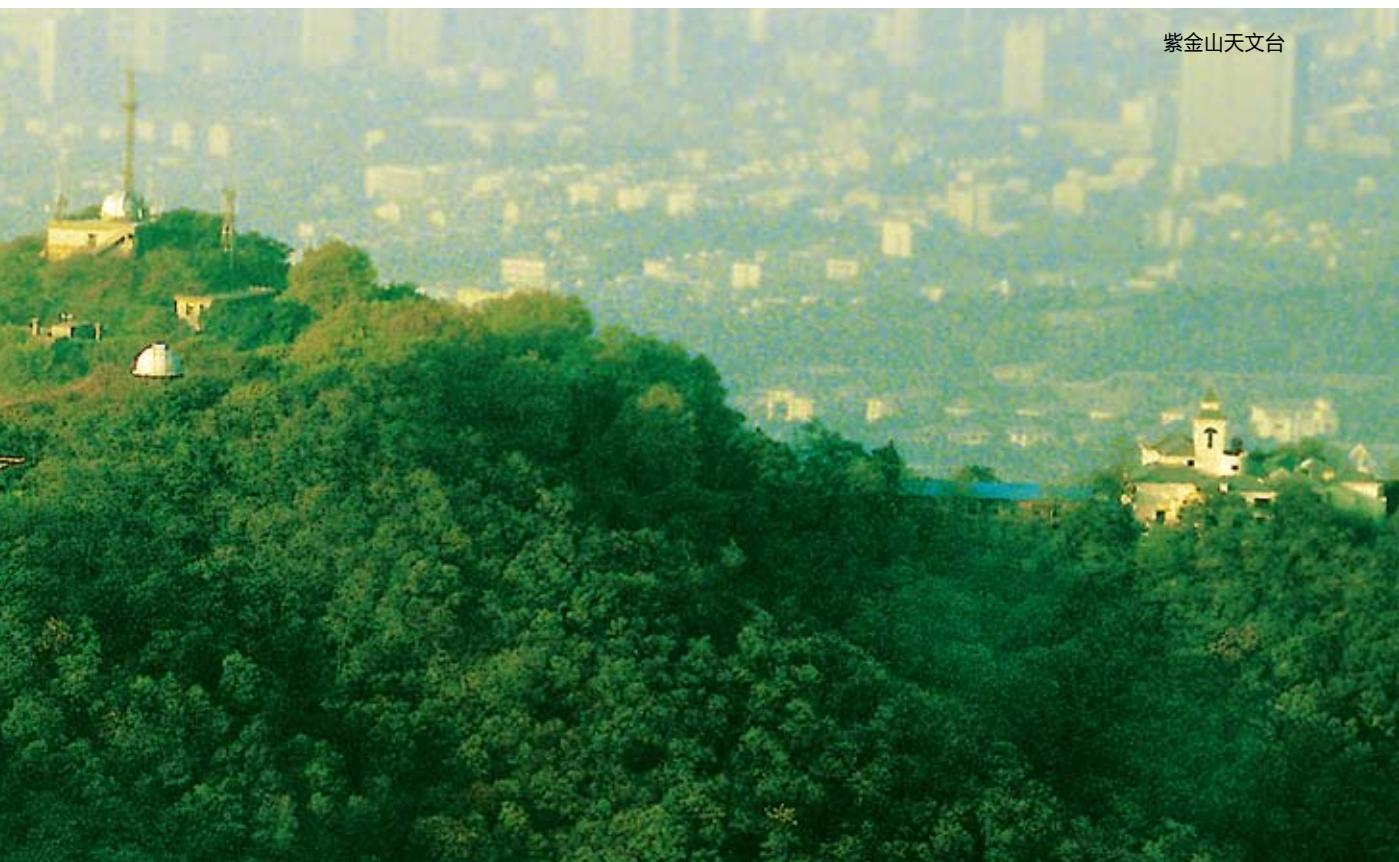
- 卷三 窥天外集
- 117 再晤“德”“赛”先生
118 小议科学精神
119 再议科学精神
121 中国传统文化和思维对科学起阻碍作用吗?
133 十年亲历的“大手拉小手”
135 北京青少年科技俱乐部活动十年回望
(代序)——从“大手拉小手”到科学素质教育
143 关于中学生科学素质教育的几点意见
146 寄语今日科普志士：提高全民科学素质的
几个科普切入点
150 科学素质教育刍议
155 诺贝尔科学奖离我们有多近?
163 小记伦敦郊外的一个夜晚
164 李铁壁《半闲堂杨花集》序

165	《中关村诗社社友诗抄》代序	180	晨眺
166	昆明随笔	180	望月怀闽中诸友
169	瀚海行	180	北京师范大学天文系三十周年集会 赋并呈冯克嘉先生
171	中学时期掠影——小记林仰秀老师	180	黄帝陵古柏
175	壁画命名答黎文、赵以霞	180	“四·五”十六周年祭二首 缅怀周恩来总理
卷四 老牛新哞集			
177	老岳平反，治焕自南回，南琛老伯示诗属和， 敬书一百二十言	181	过昭君冢
177	浪淘沙·家乡刊物《科学与文化》索稿赋赠	181	登金山岭长城戚继光点兵台
177	探雅来聚临别题赠新书一卷寄江涛	181	新疆行
178	北京天文馆建馆廿五周年	182	寄女
178	马尾船政创办百廿周年纪念	182	附：从未走远（和寄女）
178	屯溪二绝句	183	秋至，金陵即兴五首
178	江苏科技出版社十周年	183	写在病房里的一个黄昏
178	相见欢二首 寄小暮君	184	闻李景禧先生辞世
179	沁园春·赋午年	184	1996年德令哈中秋过一夜杂咏四首
179	缅怀竺老 竺可桢先生诞辰一百周年敬献	184	1997年3月9日漠河日全食
179	重过金陵，暮归，次唐稚松先生韵	185	寿叶叔华同志七十
		185	旅中闻泽宗兄手术成功，欣慰之余赋寄二绝句
		185	中国大百科全书出版社二十周年 ——即景怀姜椿芳前辈因感龚定庵春泥名句



185	人生	190	观舞
185	西江月·寄友	191	赋寄苏定强同志并贺七十
186	钱临照先生铜像落成	191	菩萨蛮·登高寄友
186	西江月·赠诗友	191	生查子·寄郭传杰同志
186	读许国志先生诗词集	191	妙手
186	南乡子·我国儿童教育先驱者陈鹤琴先辈 诞辰一百一十周年	191	浣溪沙·家祥协珍惠赠《星月集》
187	过夔门	192	玉楼春·麻姑
187	寄江涛	192	鹊桥仙·席泽宗兄八十
187	《中国大百科全书》七十四卷全部出齐十周年	192	书贺中国科学院自然科学史研究所成立五十周年
187	老书新读 寄作健，徐炎兄	192	菩萨蛮·重阳
188	细雨信步	193	玉楼春·奥运火炬传递
188	春游	193	南风有怀寄作健
188	二零零四年中秋 时年八十一	193	岁月 再寄作健
188	西江月·贺彭桓武先生九秩大寿	193	泰丰楼小聚
188	贺李元兄八十华诞及从事天文科普六十年	194	秋暮
189	沁园春·2005年仲秋偕煥到杭州与永乐叶明小聚	194	苏定强星命名志庆
189	题照	194	LAMOST 落成志感
189	读巴金《随想集》随想	194	读史有感
190	寿刘东生先生	194	读羊城晚报2010年7月6日“真人”报导， 赋赠作健

紫金山天文台



194 秋日“黄金周”颐和园即兴

200 岁暮

集外集之一 “牛棚”吟

200 密云早春

201 又见北京动物园

195 初进“牛棚”

集外集之二 英伦断简

195 春至

201 雪原

195 《大风》

201 赠江涛

195 棚夜

201 赠小滢

196 浣溪沙十首·牛棚咏史

202 Plymouth观海

198 沁园春·牛棚秋至

202 Plymouth春至

198 浣溪沙·赠洪斯溢

202 湖区三首

198 贺新郎·牛棚七夕

202 Dawlish五首

198 水调歌头·牛棚中秋

203 寄

199 帝乡

203 无题

199 牛棚冬

203 诗

199 浣溪沙·牛棚杂咏四首

204 秋收

200 浣溪沙·出沙河牛棚

204 雨霖铃·送别

200 阮郎归·将返密云

204 仿古

200 贺新郎·牛棚七夕暴风雨

205 又仿古

密云天线阵



代 序

(席泽宗院士2005年为《塔里窥天——王绶琯院士诗文自选集》所做序言)

1988年4月6日我曾应何兆武先生之邀，到清华大学思想文化研究所讲过一次《科学、文化、科学史》，主要是介绍英国学者斯诺（C.P.Snow，1905年～1980年）的两种文化论和科学史在沟通两种文化之间可能起的作用。最近拜读了王绶琯先生的诗文选以后，我觉得斯诺的高论有点夸大其词，危言耸听；想说几句话，作为本书的序言，供大家讨论。

斯诺有点像中国的丁燮（西）林。关于丁西林，在2005年1月10日的《科学时报》上有段煦和丁娜的一篇文章《物理学家的戏剧情结——记丁西林先生在自然科学研究和文艺创作中的突出成就》可以参考。斯诺25岁获英国剑桥大学的理学博士学位并留校任教；27岁发表第一部小说，开始文学生涯，一生共出版了20多部长篇小说和5个剧本；第二次世界大战期间又担任英国政府的科学顾问，负责人才选拔和组织工作。此人于1959年5月7日在剑桥大学发表了一篇演讲，题为《两种文化与科学革命》，第二年又在美国哈佛大学作了一次演讲，题为《科学与政府》。这两篇报告出版以后，在全世界引起了热烈的讨论，不过在我国到1982年才有所反映。斯年复旦大学出版的《中国文化》第一辑对第一篇报告作了详细摘译，并配有纪树立的一篇评论。1987年陈恒六和刘兵把两篇报告合成一本书，译名为《对科学的傲慢与偏见》，作为“走向未来”丛书之一，由四川人民出版社出版。迄今为止，《两种文化》已有三种译本，经常被人引用，影响很大。

斯诺认为，当今社会存在着两种文化：传统的人文文化（the traditional literary culture）和新兴的科学文化（the new scientific culture）；文艺复兴时期那种多才多艺、学识渊博的巨人不可能再出现，多数受过高等教育的人只能精通一种文化。两种文化人（人文学者和科学家）之间相互不了解并且彼此有反感，

已不可能在同一水平上就任何重大的社会问题进行对话，这就可能造成对过去进行不适当的描述，对现状做出错误的理解，对未来做出绝望的判断。在斯诺看来，两种文化的对立已经到了危险的地步。

斯诺认为这种文化对立现象，在英国尤其严重，在年轻人中间更为严重。可是就在斯诺说这话之前不久，一位年轻人，也就是王绶琯先生（1923年生），1950年就读于英国皇家海军学院造船班，毕业论文是设计一艘军舰，并因此获得了上尉军衔，可是此后干的工作与制造军舰毫无关系，而是到伦敦大学天文台去做纯科学研究。这位新的天文学家，每于夜晚操作了八小时望远镜以后，作为休息，又和音乐、诗歌打起交道来，贝多芬的《月光奏鸣曲》和勒·玛·里尔克写夜的诗使他感悟到“科学追求认知，艺术捕捉感受，两者是人生多面体中两个最光彩的面”，苏东坡的“庭院无声，时见疏星渡河汉。试问夜如何？夜已三更，金波淡，玉绳低转，但屈指、西风几时来，又不道流年镜中偷换”又牵起了他的一缕乡愁，因而决心离开英伦而奔向已经解放了的祖国。（见卷三《小记伦敦郊区的一个夜晚》和集外集之二《英伦组诗一束》^[1]。在这里，两种文化巧妙地体现在一个人的身上。

王先生于1953年回国后，在人生的道路上可以说是奇迹般的跨越式发展。先在南京紫金山天文台修复60厘米反射望远镜和组建天体物理专业。1955年到上海参与授时工作的现代化、精确化，不到二年就把我国的授时精度提高到百分之一秒，满足当时的任务要求。1958年来北京参加北京天文台的创建，把我国的射电天文学从无到有地建立了起来。“文革”以后，在运筹帷幄，统领我国天文事业的全局之余，又从战略眼光出发，先后倡议建造直径4米的LAMOST（大天区面积多目标光纤光谱望远镜，见卷一《LAMOST之旅》^[2]和专为观测脉冲星计时用的50米射电望远镜

(见卷二《天文学发展中的小设备战略》)。在以上两项设计正在付诸实施之际,今年(2005年)又倡议国际合作,在2020年以前建造10米级的LAMOST,进行更深、更广、更精、更微的“多样本、巨信息”的巡天观测(见卷二《论天文“小设备”战略及LAMOST型大望远镜在21世纪天文“大设备”中的一席地》)^[3],正是“老骥伏枥,志在千里”。

天文学研究本身属于自然科学,但建造天文仪器则属于技术科学,按照王先生的说法这两者都属于“赛”先生,另外还有“特”先生(技术)和“劳”先生(法治)。王先生不仅站在“赛”先生的两只肩膀上左右起舞,两面开弓,运用自如,在中国天文学舞台上演出了一幕幕精彩的戏剧,就是对于“劳”先生、“德”先生也有深刻的认识,他说:“没有法治的民主(“德”先生)是脆弱的,而法治本身,长期以来曾经是非民主的。烧死布鲁诺的也是一种‘法’。所以需要的是为保证民主而设的法治,并运用由此体现的民主以保证法治的实施。”(见卷三《再晤“德”、“赛”先生》)王先生把民主和法治这些属于社会科学的东西讲得如此透彻,这也是“文革”中饱受摧残(见集外集之一《牛棚吟》)和“文革”后连续担任四届全国人大代表参加立法工作的经验总结。

1989年王先生又和数学家孙克定一道,在中国的科学城创建中关村诗社并任社长多年,提出“以诗明志,以诗寄情,以诗匡世”,至1994年已刊有《社友诗抄》15本(见卷三《中关村诗社社友诗抄》代序)。这些社友们多是科学家,如许国志、曾庆存等,他们一岁数聚,吟哦切磋,创作甚丰,佳句颇多。然如宋代胡仔(元任)在点评唐宋诗词名家时所说:“古今诗人,以诗名世者,或只一句,或只一联,或只一篇,虽其余别有好诗,不专在此,然播传于后世,脍炙于人口者,终不出此意”(《苕溪渔隐丛话后集》)。按此严格要求,我觉得王先生《临江仙》中的一语“人重才品节,学贵安钻迷”够此标准,它用最精炼的语言道出了为人、处世、做学问的态度和方法。

王先生不只是在中关村诗社里和一些老朋友们谈论家事、国事、天下事,还把手伸向中学里的年轻朋

友们,将有志于科学的优秀高中学生组织到科研第一线的优秀团队中进行“科研实践”活动,为他们造成成材的机遇。王先生的这项科普创新,五年来在北京市已取得明显成效,到2004年参加活动的中学已增加到12所,接纳学生的科研团队已增加到31个。未来是属于青年的,但“造就一个人才,禀赋、勤奋和机遇三者缺一不可,而纵观古今,机遇之难使可造之材遭到埋没的概率大到惊人……因此我们必须有意识地创造更加多得多的‘大手拉小手’的机遇”(卷一《北京青少年科技俱乐部“科研实践”活动》)^[4]。我们相信,王先生的这项“大手拉小手”活动会给我国科技人才的培养起大大的促进作用。

郭沫若称赞东汉时代的天文学家张衡(78年~139年)说:“如此全面发展之人物,在世界史中亦所罕见。万祀千龄,令人景仰。”王先生正是继承了张衡的操守和风格,才能对祖国、对人民如此之热爱,对专业如此之精勤。他说:“一个时代的一些代表人物常常荟萃了这个时代的精华。我们今天仰望张衡,他的业绩有如一千九百年前升悬华夏天空中的灿烂明星,代表一代的精华,令人景仰。而他作为一个学者的操守与风格,则有如汇入祖国文化长河的一派清流,灌溉着我们今天的文化土壤”(卷三《科圣张衡》前言)^[5]。2002年10月30日他在中国天文学会成立80周年庆祝大会上的致词,更是博得了热烈掌声。他说:“在历史的大图卷中,一个民族的生存与发展,可以在一代代人的文化定位上找到对应。这种定位,横向是同代潮流,纵向是民族传统。往往是传统文化的‘精华’撑起了一个民族的脊梁,而文化潮流的冲击,则往往导致传统的革新。这种定位是‘动态’的。潮流:可以包纳融汇,也可也溃堤决坝;传统:可以发扬进取,也可以守残固陋。‘精华’与‘糟粕’总是在经过时间的过滤之后才最终在历史中归位。”经过八十年的大浪淘沙,我们已经能够认识到中国传统的人文文化,在新兴科学文化的大背景中所处的地位,二者是动态的平衡,并非相互对立。这一结论与斯诺的看法有相当的距离。

王先生是一位卓越的兼具两种文化素养的学者,但不是唯一的。我很想搜集材料,写一本《中国科学家的人文情怀》,但已力不从心,希望能有年轻人来

从事这项工作；同时希望出版界能多出一些科学的论述，来沟通两种文化人之间的相互认识与了解。

席泽宗

2005年4月1日

[1]在新辑中已删去副标题“英伦组诗一束”，原诗在“英伦断简”中。[2]该文在新辑卷二中。[3]新辑中未载该文，有关内容载“今日LAMOST”及其附文2。[4]新辑中为：“北京青少年科技俱乐部活动十年回望（代序）”，在卷三中。[5]该文在新辑卷二中。

代自序

临江仙·书怀

一个象牙圆顶汉⁽¹⁾ 管中天我相窥
目成意会醉欲痴⁽²⁾
星摇河汉近 心跃女牛知⁽³⁾

富贵不淫贫不休⁽⁴⁾ 生平居里皈依⁽⁵⁾
浮沉科海勉相随
人重才品节 学贵安钻迷⁽⁶⁾

(1) 天文望远镜通常放在圆顶里。人们常把“为科学而科学”喻为把自己关在“象牙塔”里。这样说来，“为发展天文学而搞天文学”就是关在“象牙圆顶”里了。(2) 楚辞《少司命》：“忽独与余兮自成”。目成意会，意谓心领神会，我知天，天也知我。(3) 女牛：织女、牵牛，星名。(4) 孟子《滕文公下》：“富贵不能淫，贫贱不能移，威武不能屈”。(5) 居里：玛丽·居里夫人；皈 (guī) 依：佛家语，意为“信奉”，这里借以表示奉为楷模。(6) 安钻迷：张劲夫同志在中国科学院曾倡导“安、钻、迷”治学态度。

陈盈：您在《院士治学格言》里题了两句话，可否请讲一讲您是怎么想的。

王绶琯：我写的是“人重才品节，学贵安钻迷”。是一首词里边的两句。其实这算不上什么格言，如果一定要让我说，只能算做是一种自勉吧。

“安、钻、迷”是张劲夫同志在主持中国科学院工作时提倡的。当时我们都觉得提得非常好。做科学工作，“安”是一种心态，就是要安心，这对那个年代的人来说，一般是能做到的。那时候人的热情高，工作服从国家需要，即使专业不特别对口，也都能够安下心来。“钻”就是钻研，要找准方向钻进去，要刻苦；但光能吃苦还是不一定能有所作为，于是，还应当“迷”。“迷”就是喜欢、痴迷。古人说做学问：“知之者不如好之者，好之者不如乐之者”，成了“乐之者”就会迷进去。入迷的科学家不舍昼夜地搞科研，在旁人看来很苦很累。我想他自己肯定不会觉得苦（他是“乐之者”呀！）。累则是难免的，但不觉得苦就也会情愿地去累了。这“安、钻、迷”三个字也是真正做科学的人的愿望，领导来提倡还真多了一层意思：支持你去“安”、去“钻”、去“迷”！当时是五十年代，已经过了快半个世纪了印象还是挺深刻的。

陈盈：还有另一句？

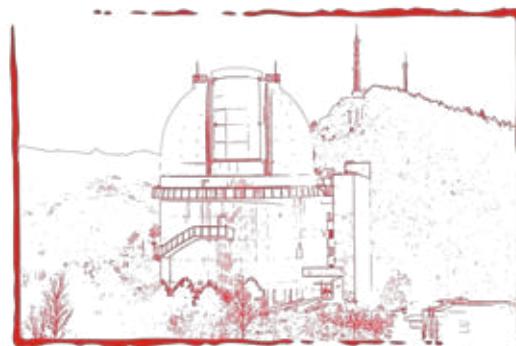
王绶琯：还有“才、品、节”。“才”跟禀赋有关，但是对于一个科学家，是“安、钻、迷”使得他的“才”能够得到最大程度的发掘、增长和调

附：答陈盈问

2004年4月19日科学时报社记者陈盈同志来访，有了以下的问答〔《科学时报》2004年4月22日〕：

动。“才”的发挥是有目的、有方向的，这就回到了“安、钻、迷”的“安”，这按前面的说法，是“服从国家需要”，也就是“安”于国家发展科学的需要（当初的形势要求可能硬任务比较多。今日的“国家需要”，从某些极其紧急的实际任务，到极其宽泛的首创探讨，已经有了很大的个人禀赋发展的空间）。这是方向、是目的。对个人来说，是志向。而科学家的“品”说的是这个“志于科学”的志向能经得起挫折、抗得住干扰。按高标准的要求就是“富贵不能淫，贫贱不能移”。这是格言，出自《孟子》，是

我们民族素来尊崇的传统品德。有才无品、朝三暮四、争名于朝、争利于市，素来是不可取的。还有“节”，指的是“气节”，是“立志”的坚定程度的考验，说大了可以要求到“舍生取义”那样的自我牺牲。《孟子》那个格言中的第三句话：“威武不能屈”说的就是“节”。科学生活中不会老有这么惨烈的牺牲。但是我们中华民族是经历了许多奇艰巨险过来的。所谓“时穷见节义”。“节”是素养，我自己这一代人就经历过国难深重的年月，历史记载里的“节”表达了我们民族的正气，科学史也不例外。





王绶琯

卷一 对镜集

自述

(《中国科学院院士自述》，上海教育出版社，1996年)

学部约我作二千字左右的自述，是关于自己的。自己写自己，所谓“当局者迷”，文章不好做。往日读“五柳先生传”，是自己写自己的名篇，很短，却概括了作者的生平。读一遍不过一分钟，声跃纸上，如见其人。不愧是千古杰作。老舍先生、丰子恺先生都曾用过这种体裁作自述。虽是游戏笔墨，但清隽、诙谐，不失名家手笔。我自己，可述的实在太少。只能短写。于是记起了这些短写名文，想讨些启发。但是很快就发现，要想用现代文体写出“五柳先生传”的情趣，凭自己这点根底恐怕万难做到。倒是由于反复读了几遍这篇名作，一时间似乎对文言文的简洁处、善于概括处、以及时而会闪出诗歌那样的韵味处，有了一点新的感悟。白话文效颦既是那么难，那何不用文言文试试？于是不计“标旧立异”之嫌，写了以下的一千字：

侯官王绶琯，一九二三年生于福州，童年客寓上海，少年时负笈黔蜀间，青年时游学英伦。始修造船而酷好天文。终以自学致天文为终身业。一九五三年以还，先后服务于宁、沪、京天文台。于今历四十载。齿落发童而意犹未止也。

常自省平生有三愧。幼孤。慈母鞠养逾劳，而远游深负亲恩。一愧也。少壮溺于学海。于时国难方殷，同龄先进者披荆斩棘、奋身革命。既而三座大山倾倒，乃坐享承平。二愧也。归国后投身天文建设。驽牛负重，常举步蹒跚，而慰勉时加。三愧也。所愧者恒期以补，是以朝萦夕绕于眉间心上而无时或已也。

忆昔儿时，母课读书，恒灯下诵习，寒暑无间。至今乃习于夜读。灯前凝视每如慈母在侧叮咛读书上进。遂振襟正卷。如是者积数十年而未敢或懈也。

回国伊始，目睹百年国耻一朝湔雪，神州大地污垢尽涤。而百废待兴、众志奋发。由是感激。深信兴我中华舍社会主义莫由。乃立愿效鲁翁之遵命⁽¹⁾，改造

自我以应驱策，虽历风涛颠荡而终九死而无悔也。

我古国天文学，光炳史册。及近代乃陵迟衰微。“五四运动”间高鲁等以复兴天文为己任。迄今历三代人矣。首代先行者创业于国难频仍之际，艰辛备至。迨建国之初，人才星散，设备缺如。乃网罗散员，修残补缺，培植新人，谋划新策。而第二代者承先启后，以观测基地与研究队伍之创建为务，期欲在第三、四代置我国天文学于世界先进之林也。回溯一九五三年以来，始随张钰哲诸前辈整修残存仪器、组建天体物理组。越二年，受遣至上海参与建设现代授时。又三年，奉召至北京参与天文台筹建，及创建射电天文研究。更移屡矣。而亦乃复兴我国天文具体而微之一兆欤？然所务者皆前所不谙。深知欲不负所托者唯以勤补拙耳。是以穷年累月夙夜兴寐思所以补而未敢或懈也。于时运动甚繁，然同辈第二代者率皆能有所树。迨十年动乱平，我天文园地虽芜，而根株犹活。乃值和风化雨，而第三代者苗可秀矣。自是十余载。其间人才多能脱颖，设备稍有规模，国际交往亦日增。然后秀峰嵘、老成凋谢，而第二代者亦垂垂老矣。所为自述者亦当止于此矣。记古稀初度之辰，师生小聚，畅话生平。顾后瞻前，辄成五言四韵。述既止而意未尽者，盖以四韵四十字足之矣。乃录于此，以佐斯文。

嘉会同樽酒 山青夕照明⁽²⁾

人生重知己 世事愧忘情

忧国心弥切⁽³⁾ 文章老未成⁽⁴⁾

路遥须骐骥 移爵壮君行

(1) 指鲁迅的“遵命文学”。(2) 叶剑英句：“满目青山夕照明”。(3) 陆游句：“位卑未敢忘忧国”。(4) 杜甫句：“庾信文章老更成”。



附1：王绶琯院士访谈录

刘文霞 李敏（中国科学院科技政策与管理研究所，北京，100010）

[《中国科技史料》第20卷第1期（1999年）]

摘要：一九九七年六月廿五日，刘、李两位女士专程赴北京市中关村王老的寓所采访了中国著名的天文学家、中国科学院院士王绶琯先生。这篇采访录记录了王老在英国留学期间走上天文学研究之路的过程，以及新中国建国初期天文学研究的状况和北京天文台的筹建过程。文章后半部分记录了“文革”结束后天文学研究事业的发展和现状。

问：王老，请您谈一下您青年时代的情况。

王：我是福建人，一九二三年出生，那个年代福建先是军阀混战，没有多久就“北伐”了，随后是“九一八”事变。我的家庭很普通，三岁时父亲就没了，由叔父养大的。叔父在国民党海军工作，叫王致光。

一九三六年，我考上马尾海军学校。这个学校是清朝左宗棠在“甲午之战”前二十几年就建立了的，为我国筹办海军之始。它完全模仿英国、法国的制度，主要是英国制，招十三岁小孩入学，相当于现在的初中二年级。学习加实习八年左右才毕业，毕业后就可以驾船、管轮或造船。海军在福建有这个学校，福建参加的人数就多些。按现在的说法，它就是海军军官学院。我考的时候，已经上初二了。学校是全国招生，每个省都推荐若干名参加考试，军官也可以保送参加。我叔父当时是海军一个军舰的副舰长，他就推荐我去考，结果我考上了。

我进学校时同班有一百人。前几年这一百人中剩下来的还去福建聚了聚。我们班也分科，有的学航海，当军官作战；有的学机器，管船上的机器。一九三七年，日本人发动“七七”事变，抗日战争开始。一九三八年，日本人轰炸福建，学校就搬到贵州。我最初学航海，后来眼睛近视，就改了学造船。造船班后来搬到重庆。在校不放假，军事化管理，早上吹号起床，集中训练和学习基础课。基础课是数理化方面的内容，还有语文、英文、三民主义的课程，

相当于高中阶段。学校很重视英语。有很多课，像数理课，就拿英语教、英语考。在这之后学专业基础课，电机、电学、机械（就是力学）等。到了十八九岁，学完了，就到船厂去上专业课。这有点像实习，又不等于实习。把教员派到现场去教，这是英国的方法。马尾海军学校跟英国的关系很密切，学生毕业后常派到英国深造，甲午战争的战将很多都到过英国训练。我觉得这样很好。专业课在现场学，而不是在学校里上好后再去实习，那时不同专业的同学分到不同地方，学造船的到船厂，学航海的驾船，枪炮和通讯等等就到船上去学。我们那时正是抗日时期，在重庆有造船厂，长江上还有造小船的船厂，学造船的就在工厂学习如何设计造船这些事。重庆工厂很小，海军部派了几个专门老师去，我们学了好几年，一九四四年结业。毕业时我廿一岁。

我们一百名同学中，大多数是学航海的，他们毕业后到前线去。我是学造船的，那时候马尾造船厂给日本人占领了，没有船好造，重庆的船厂造民用船，用不了我们。抗日战争胜利后才能有造船的机会。我毕业后就到湖南一个接近前线的工厂去造水雷。有一批游击队负责把水雷运到敌后去，在长江中间放下去，日本人的船碰到水雷就炸了。我在工厂，不到前线去，没有经历过什么危险。

抗战末期，招考公费赴英国的留学生。造船有个口，是到英国海军读高级班。他们那里的学生有两个来源，一是大学毕业生，如剑桥大学、伦敦大学毕

业的，考进高级班再学二年。还有一种是英国皇家海军船厂给工人子弟设的专科学校的毕业生，他们非常厉害，因为都是工人子弟，家境很困难，所以特别努力，还要半工半读。专科学校不让他们白读书，是实实在在的“半工半读”，他们在实际工作方面非常熟练，从这些人中抽出一小部分进这个学院进修。他们在造船厂里也学过力学、数学、物理课程，可是没有大学里那样系统。因此进高级班比大学毕业的先进去一年，实际上多念一年。在学院里的学习相当于我们大学毕业后的硕士阶段。因为大学毕业后学二年，等于硕士。军队不给学位，给你官，毕业就升上尉。过去英国海军跟中国关系一直很密切，航海毕业的到英国去留学很多，时间不长，有的一年，有的半年，像严复、萨镇冰都是第一批去的。

英国以海军立国，造船班是比较好的。英国皇家海军学院在格林尼治，这个学院是他们的高级军官学校，学员中有的就是少将，不过，我们跟他们不接触。我在学院的造船部门，那一届造船班的英国同学有一半是剑桥和伦敦大学毕业的，不算很好考。造船班跟民间联系比较多，收从外面来的大学生，其他班级有搞电的、搞机器的，短期、中期的都有，很多是军官，也有当了几年舰长，回来训练一段。我们跟那些人没有接触。格林尼治学校淘汰很凶，一年级教室很大，到高年级教室就很小，淘汰很多。我们去的学造船六人，后来只余下三人。跟我们一起出去的还有学机器的，但是很快就分开了。还有一个英语短训班，三个月训练完就分开了。同去的还有学航海的，在一起的时间很短，这批人后来不少到台湾，有的还当了总司令。

问：除学造船外，您还对别的学科感兴趣吗？

王：我自己对自然科学比较有兴趣。这完全是我兴趣，算不得什么人生感悟。在校学习时对数学、物理兴趣大，但在抗日战争时期没有机会专门去学，有些自己就瞎看看，也没有什么大的效果。到了国外就不一样了，他们的暑假非常长，有两个月。有一部分时间我们到工厂去，还有许多空余时间。那里觉得有个机会，不能说是如饥似渴，但也是拼命自学。我对天文感兴趣，也有一点机遇。我们去英国是四十年代末，四十年代英国拥有几位非常出色的

天文学家，同时又是非常出色的科普作家，如爱丁顿（A.S.Eddington）、金斯（J.H.Jeans）等，写的书非常好，很吸引人。格林尼治天文台就在海军学院的隔壁，有些朋友来往。我在英国有几位非常好的朋友，其中有一位是医生，M.A.Thynne，当时是六十岁左右，我们叫她丁大夫，我很佩服她，经常看些哲学的书，和她讨论。我非常向往自然科学，如物理、天文，和她商量，她鼓励我试试看。到一九四九年，我给天文学家写信，交流交流情况。后来就到了伦敦大学天文台。格林尼治是伦敦郊区的小镇，乘火车到伦敦很快就到。伦敦大学天文台的台长格雷戈里（C.C.L.Gregory）是一位老天文学家，对我们年轻人很感兴趣，我找他谈，聊过几次，我很想到他这里工作，他很赞成。这时我在皇家海军学院的毕业设计已经做完了，但当时我决心不干造船，改行搞天文。

一九五零年，我就正式到伦敦大学天文台搞天文。格雷戈里做的天文工作属于比较经典的，对于前沿的天体物理工作做的不是很多。他那时也有六十岁了，有一点给我印象很深。他下面的人不多，自己做经典天文研究，却鼓励我们搞天体物理。当中就有些人后来成就很大。他是资深科学家，在学术界有很多朋友，你对什么题目感兴趣，他就会介绍你到那方面的专家那里去讨论，去求教。这一点，我确实得到了他很大的帮助。我觉得像这样的学者，中外都有，他们为了科学事业，尽力培植下面的一代人，让他们出色，而且超过自己。格雷戈里这个人有点怪，业余时间研究我们现在叫做特异功能的一类事。他也希望去他家讨论特异功能，我试过几次，都没有特异功能，这在他算是业余爱好。

问：您在英国的工作怎么样？

王：我到伦敦大学天文台没多久，格雷戈里就退休了。当时英国的规矩是一位教授退休后，就要在世界范围里再找一位，所以在澳大利亚请了艾伦（C.W.Allen）教授。他是一个实验天体物理学家，我跟他学到了不少东西。确切地说，他启发我做试验和实测，使得我进步很快。

艾伦的观测实验方法很有特色。当时我和其他几位同事都比较年轻。他说自己年纪大了（其实还不到五十岁），最讨厌的班都由他来值。因为望远镜都是



晚上工作，所以他值的班都是晚上八点到早上四点，这是很不容易的事情。不过晚上工作相对比较清静一些。

我在英国基本上是学习，发表的文章也是人家帮助的，这是一个基础训练的过程。我做的工作是在别人指点下完成的，后来的题目则都是自己的主意，要是再做两年可能会做得大一些。伦敦大学天文台比较小，通常是过几年就有人到美国去了，人员流动较大。

问：一九四九年在英国的好多中国留学生，像曹日昌、曹天钦等，你们当时有联系吗？

王：曹日昌是有联系的，后来知道他是共产党员，是学生会主席。曹天钦当时在剑桥，剑桥我有时也去。我因为在天文台工作，晚上看星星，所以日常生活和其他同学反过来，只是星期日大家见见面，那时是常讨论怎么回国。好多人包括曹天钦先回来了，我是想把手边工作告一段落再回来。曹日昌替我们办护照。当时英国政府刁难我们，不让回来，说非要香港的签证才行。当时从英国回国只有经过香港，没有别的交通，而香港拒绝签证、拒绝过境，这样搞了好几年。有些同学船票都买好了，又退了；有的把工作也辞了，我倒是没有辞掉工作。后来曹日昌跑到香港，开了个银行，装成资本家。我回国就是曹日昌做的“铺保”。当时香港政府的规矩是要从香港过境的必须有人作“铺保”，“保证不是坏人，不会住下来”，而这个“铺保”还必须有一定的资本。可惜曹日昌在“文化大革命”时给整死了。“文革”时说他是“里通外国”，如果曹日昌不“通外国”，我们就回不来，就靠他“通”。

问：您回国后在哪里工作？

王：一九五三年，我回国后先在紫金山天文台。紫台是一九三四年我国自己建的第一个天文台，抗日战争时期几位老先生把最宝贵的望远镜扛到昆明去了，怕被日本人破坏，胜利后又扛回来了。国民党时期也有起起伏伏，抗日战争前稍稳定一点，科学工作就做得多一点。解放战争时期，国民党很腐败，几位老先生守在紫金山天文台，不让人把镜子拆掉卖了。他们是学者，在社会上总还是有点名望，你要胡来、要把它拆掉，他们就叫，结果保住了。

建国初期天文队伍很小，以前本来也不多。紫台台长张钰哲先生到处找人，我就来了。当时有张钰哲、李珩、陈遵妫三位老科学家，我们称他们为“三老”，其实他们当时也只是五十岁上下。那时的事情主要是修旧补废，招兵买马。张先生这时又去土改，土改回来后我才见到他。

我和陈彪几个人在李珩先生指导下，开始把天体物理建立起来。我来时陈彪已经在紫台了，解放前他到台湾大学去了一下。因为他是李珩先生的学生，所以就被李先生招到紫金山天文台。我来的时候，陈彪身上长了一个东西，非常疼，当时正在北京医治，摘掉这个东西。几个星期后他治完病，我们就见面了，一起工作了几年。当时清华大学、辅仁大学、复旦大学等有几位对天文感兴趣的学生，非常优秀，毕业后加入了我们的队伍。这些同志现在也都退休了。

那些年是学习苏联，口号是“苏联的今天就是我们的明天”。当然，现在看，苏联的今天不会变成我们的明天。但是，当时苏联专家还是给了我们很大的帮助。他们在二战中牺牲很大，其间学术界有过清洗什么的，但苏联对教育和科学本身还是非常尊重的，所以素质很高，苏联的理论天文学家在世界上是一流的，苏联科学院和大学里的天文研究相当有实力。我们当时百废待举，对苏联专家是深信不疑的，觉得他们确实是兄弟国家，都是全心全意地帮助我们做事。我们和他们也相处得很好，他们对我们的帮助还是很大的。

一九五六年，苏联天文学家来和我们一起制订天文学的“十二年科学远景规划”，那时我是跟在老前辈后面跑跑腿。天文学这一块主要是张钰哲先生，院里吴有训先生，和苏联专家一起进行筹划。我们国家那时候是周（恩来）总理主持这个事，聂（荣臻）总、陈（毅）老总都参加。这个计划不是错的，北京天文台就是那时规划定下来的，以天体物理为主，兼做其他。那个时代讲“任务带学科”，天文学“十二年远景规划”则强调基础。把规划定了下来，刚执行就开始“反右”、“大跃进”。不过工作一直断断续续在做。到了一九五九年和苏联关系不好了。因为关系不好，天文学就自己来跃进，要自力更生。一九六二年国家在广州开科学会议，稳定了一段，进

展颇快，但接着就是“文化大革命”。

问：您做过时间信号工作吗？

王：我们在紫台正开始搞天体物理的时候，国家有一个时间信号的任务，广播里“嘟嘟嘟”报时是常用的，但是当时要求很快提高到测界能用。因为国家建设首先得把全国地图弄出来。那时测绘界在野外拼命干，时间信号不精确的话，全国这一点与那一点就接不起来，地图就画不好，所以非常着急。在这之前用美国的、苏联的、日本的时号，人家不给你保证，我们国家必须自己去做。

那时上海徐家汇、青岛、昆明的天文台都是由紫金山天文台管，张钰哲先生总负责。李珩、陈遵妫两位先生在上海管徐家汇和佘山两个观象台，陈遵妫先生在编历书。李珩先生是搞天体物理的，我们跟他搞天体物理，我那时在紫金山还在修望远镜，台上通知要我调到上海搞授时，当时倒没有觉得什么“学非所用”，大家干起来吧。时间系统这件事情谁也没做过，我也没有做过，到了一九五五年科学院很急，而年轻些的就这几个人，我当时三十二岁，就把我调到上海去负责。那时大家相信只要拼命干，就能干出东西来，只要是国家要干的。总之，一批人拼命干，国家也支持，干活还是挺有劲的。当时龚惠人、罗定江、叶叔华几位已经在上海，大家同心协力，没多久就把时间信号精度提高了，一九五七年就把任务完成了。回想起来，授时当时很落后，整个天文台连一个示波器都没有，外汇也不多，但院里给了很大的支持，不久装备就有了改善。

授时是天体测量工作的一种，一九五六年我去苏联进修他们的授时技术，也为了天体测量工作跟苏联人的合作，同时筹划“国际地球物理年”的事。一九五七年回到徐家汇。“地球物理年”决定一九五九年做全世界联测，我们和苏联当然就成一拨，和它的网连起来以后再跟世界上合作。上海的授时工作可谓是“任务带学科”，把测量地球自转和恒星位置的天体测量工作带动起来了。“国际地球物理年”里国际联合测量经纬度（用天体测量方法）是一个比较重要的事，中国方面是竺老（竺可桢）负责的，我这一段时间里跟随竺老搞这个事。后来因为国际地球物理年组织吸收了台湾，我们就退出来，没有

再做下去。这就到了一九五八年。

问：请您谈一谈回国以后的心情和想法。

王：旧中国社会很乱，黑社会不说，无官不贪，民不聊生，这每个人都经历过。我躲到英国去了，觉得心里很惭愧。有些同学、有些同代的人都牺牲很多，很多人参加革命打仗去了，他们没有求学的机会。我们在外面做学问，心里总觉得很惭愧，这是真心真意的惭愧。

一九四九年我是尉官。台湾当局叫我回国，我没回。当时，我没有参加革命，对共产党也不太了解，只是觉得国民党祸国殃民，那个社会是非常不正义的，是很坏的社会，乱七八糟的。当时外面对共产党的谣传也很多，我不全信。我母亲在国内，还有许多同学，都写信来说不是像外面传的那样。回来以后觉得新中国穷是穷，但是干净（后来可惜“文革”一来，就不觉得那么干净了，真是可惜！）。我们从西方回来不习惯政治学习，《宪法》一看都能懂，何必一讲就是两个礼拜！像这样的事不习惯，但是有个压倒一切的事，就是这个社会非常干净、从上到下一条心就是建设新中国。过去哪有机会？报国无门的日子不好过。你们要写历史，我倒觉得应该写一下这个早期和“四人帮”刚刚打倒那一会儿的历史。有些干部的贡献不能磨灭，因为这是一个政治的整体。你说他执行的那个时候的很多政策，比如“反右”、搞“大跃进”，很大失误。但我个人碰到的大部分是受到保护的情况，在科学院张劲夫同志就保护了不少人，周恩来总理也保护不少人。但没有办法，周恩来也得参加各种运动。在基层的人，许多干部还是真正干事，后来有些有官架子，我也不多讲了。我总觉得那个时候同心协力把中国建设起来，那份同志之情是很可贵的。

学习苏联，现在看起来有人觉得太简单。当时我们自己刚起步，苏联确实有很多东西值得我们学的，他们派来的天文学家从学问上说都是很好的。定“十二年远景规划”他们帮助我们，后来派我和陈彪、罗定江到苏联去开始合作，我觉得人家也是真心真意的和你一起干，那时叫同志。我觉得人不能健忘，觉得苏联现在变得一无是处。现在叫我定这一生的经历，我觉得这些人在我心里都是很正面的人物，



帮助我们做了不少事，我也不能随便贬低人家。

我们的干部，虽有整人的，但我所接触的大多数都是很好的。院一级如张劲夫、杜润生、裴丽生、郁文等都是很好的。所以科学院这几十年的历史不能只写院士、科学家。在我刚回国那一段时间，如果没有我接触的那些基层领导，事情根本就干不成。他们那时能够带头，拼命地干，这是真的。我自己也受了这种影响，也没太管自己，为了任务，回来后专业方向就改过了两次。

问：第一次是改做时间工作，第二次改的是什么？

王：射电天文。中国科学院一九五六年有个规划，把基础学科搞起来。因为北京天气好，所以想在北京建立一个现代化的天文台，以天体物理为主。以吴有训、张钰哲为首策划的规划后来基本实现了。我们射电天文的起步是吴有训副院长亲自筹划的。吴先生当时抓住了一个机会，把当时刚刚进入天文科学舞台的射电天文在我国发动起来。射电天文是在第二次世界大战后开始发展的，当时处于急剧上升阶段。天上的目标除了发光，还发出无线电波和其它电磁波，二战后的英国和澳大利亚率先把雷达的技术设备和人才转到天文上来，利用雷达的接收技术来接收宇宙空间来的无线电。他们投入了非常大的力量来发展射电天文，有一群非常好的学者，不只有工程师，而且有不少物理学家。物理学家一进来，就进入天文学了。英国当时把一个主力舰的炮塔拆了，改装成射电望远镜。他们当时就有科学技术基础，再加上国家重视，有一定的资金投入。接着，许多国家都很起劲，五十年代一开始就有了惊人的结果。本来天上的东西只能看到光，不能看到无线电波，这一来得到了新认识。

一九五八年我们开始搞，和他们没差多少年，但无线电技术以及整个工业技术基础还是比人家差很多年的。我们想搬用人家的技术又花不起钱。一九五八年，苏联提出在海南岛观察日环食，这个日环食做光学观察没有意义，无线电观察却有意义。苏联的射电天文学家希望把一大批无线电设备安到海南岛来观察这次日食。吴副院长就抓住了这个机会，组织国内一批年轻的天文和无线电工作者，把射电天文给引进来，当时就派了无线电学家陈芳允教授和我，同时

还找许多年轻的同志。当时很多学校愿意参加这个任务，清华大学、北京大学、南京工学院等派来了搞无线电的年轻教师，还有一些教授，加上陈先生和我自己，当时的队伍相当大。

海南岛那时很荒凉，和现在不一样。派到那里去的干部每年轮流去少数民族居住地，从那里回来时肯定要得疟疾。那里疟疾很厉害，吃了很多药都没有用，健康状况是个大问题。饮水也有问题，很艰苦的。我早去了几个月，先在岛上挑个地方，把所有水泥墩子打好，电接起来，这要时间。要把观测设备运过去，就要去跟海军借舰艇，那里我和广东省的一位厅长去联系这些事，广东省和军区都很帮忙。挑来挑去挑到三亚，再定在一个学校里，中学还是小学我忘了。在三亚的这个学校里，我们跟苏联人一道，把七八台射电望远镜都支起来。我是春节之前去的，在广州过了春节，到4月18号才日食。陈先生是后来去的，我打前站。

日食观察是成功的。与苏联人合作，我们边学边干，苏联人也帮忙。回到北京，吴副院长跟他们说，你们把一个小射电望远镜留下来，让我们做个样子，我们学会了，工作好开展。他们都同意了。苏联代表团团长叫莫尔强诺夫。前几年他再次来北京，我和陈芳允陪他在北京转了一圈，我们是三十多年的老朋友，在海南交的朋友，戏称“三剑客”。苏联帮了我们很多忙，当然这是吴副院长的决策，利用了这个机会。

一九五八年日食事情一过，我从上海马上被调到北京，开始筹建北京天文台的射电天文部分，在沙河镇扎下来。这样我转到了射电天文。我以前没有搞过无线电，不过当时搞天文的谁也没有搞过无线电，大家都是从头开始。那时一下来就是“大跃进”。“大跃进”开始，清华、南工（南京工学院）的学生、工作人员都回去“跃”自己的“进”去了，不再合作了。“大跃进”一个最大的毛病之一就是合作全解体了，每个人都要向上报“大丰收”，放卫星，只管自己，谁也没有想怎么真正地合作，我们的合作基本上散了。

“大跃进”开始，要求很快出成果，当时许多“海南伙伴”都回原单位去搞大跃进了。余下的在沙

河站（北京天文台在筹建时的一个基地）扎下来，从基本训练开始。一九五九年，我们就办了一个全国训练班，我是现学现卖。非常紧张地读了很多文献，同时把苏联借的设备解剖、重建。电子所陈芳允先生一直非常热心，指导帮忙。那个年代轰轰烈烈，大炼钢铁也去炼，培训班这件事也在干。当时，我做了两件事，一是觉得培训班太快了不行，就先安排了一个训练计划，要大学以上的，学干结合，这还是起作用的。第二就是自己要有个基地和基本的设备。细节我就不说了，科学出版社出的《中国现代科学家传记》第一集有两位同志给我写的传记，写了当时的想法，可以参考。我们知道一口吃不来个胖子，还是做你能做的事情，所以设计了最佳的路线，选择我们要走的路。最后做的决定是在密云做米波阵的工作。后来我国第一代射电天文的骨干大部那个时候出来的。所以我做了两件紧要事情，一是办训练班，二是设计和着手搞射电天文的基本建设。

那时北京天文台什么都没有，我们就在沙河搭个草棚，讲课、生活、讨论什么都在里面。射电天文望远镜跟雷达似的，放在露天。当时党委书记肖光甲同志也常跟大家一起干，那时连路也没有，吉普车陷下去了，他力气大，卷起裤腿就抬。他领导、决策，我就一心一意去办训练班，搞建设搞研究。那个年代大家都很积极。后来一年一年把房子建起来，建一个房子，拆一个棚子。

这一段就是这样，开始张钰哲先生叫我回国来，在紫金山参加筹备天体物理研究，主要是跟着李珩先生。后来调到上海，比较独立了，负责时号精度工作，这段时间去了苏联一趟，跟人家学，合作搞天体测量，搞地球物理年。没多久就调到北京开始跟着程茂兰先生（北京天文台第一任台长）干，负责建射电天文，以后几十年就搞射电天文。到北京后，那时搞了两件事，一个是办射电天文训练班，在“大跃进”年代尽可能踏踏实实训练。第二就是学科决策：射电天文选择工作路线，规模、做法就是那时决定的。

现在，北京天文台有几个点，大本营在北京。兴隆站离开北京远，光学污染小，光学望远镜在那里。密云站在密云水库以北，无线电干扰少，离北京较远，地面开阔。怀柔站是搞太阳的。这三个站最重

要。

问：您能再谈谈在这几个天文工作站的建设和研究情况吗？

王：到六十年代初，基本上是建设，谈不上研究。一九六二年搞十年规划，在广州开会，我也去参加了。这次规划把多个学科系统进行全面安排，在几年恢复时间里，张劲夫同志在中国科学院做了几件非常有远见的事情，对我们天文也是很支持的，如兴隆建站、密云建站。

一九五七年筹建北京天文台，开始是建站选址，不断地找地方。兴隆站的光学设备是到德国去买来的，定货运来，先放在北郊沙河，建“圆顶”，把它安起来，等兴隆站建好了，再把望远镜搬上去。密云站是一九五九年始找、一九六三年定下台址的。沙河那个地方是个“小本营”，也搞授时，也搞射电天文、搞太阳、人造卫星观测，规模小一点。等到密云站搞好了，射电天文部分就搬过去。这都算建设时期，找台址、修路、接电、拉水、搬仪器。和苏联关系不好以后，他们就把借给我们的射电望远镜要了回去，我们就自己干，自己设计的望远镜有三十二个6米的天线，把接收面积联起来。6米的天线设计上有潜力，后来扩大为9米，用二十八个天线，列成一个阵。

最初密云站的建设有一个争议，是搞大的天线，还是许多小的连起来？当时德国人有个计划，大到100米。应该说小的连起来效果更好，省钱，但连起来也很难，连要连得很准确，很协调。我们没有采取那个大的路线，这在学术上有些重要性，“拼智慧、拼技术，不是拼投资”，这在前面说的刘承华、蔡贤德写的传记中写得比较详细。一九六三年把台址定下来，其他的工作也在发展，研究工作、理论工作都开始做。一九六四年，我们进行了一年“社会主义教育运动”，人都下放到农村搞“四清”，打倒党内走资派，把人家农村干部给整了一通。

一九六五年，我们国家要放卫星，地面上控制卫星的轨道位置，无线电部分也是个重要部分。那时卫星工程叫“651工程”，赵九章先生在主持，陈芳允先生主持无线电测控部分的事。一九六五年我们就参与，提出设计并负责作一个方案。一九六六年“文化大革命”，设备按方案做起来又给砸烂了。“文革”中有一



个人造我的反，给我提意见，让我非常高兴。他说“你肯定是特务，怎么那些年每天晚上都在夜里二、三点不睡觉，一个人点着灯，不是特务是什么？”其它的批评我觉得很冤枉，他的批评我很高兴，替我表扬了一通。其实那样干的远不止我一个人。“文革”十年，大家都知道。我们还好，住了一些时间的牛棚，以后扎扎实实地维护仪器、读书、作计算，起不了大作用，对一些学术思想，一些基础的东西，倒有机会思考思考，自己反正“逍遥”了。在那个年代还是一心想射电天文，想以后如果还允许工作的话该如何发展。那时国外发展得非常快，我们完全隔绝，但是还能够找到一些资料。就是在那个时候想到密云站这个系统能够发展为所谓的“综合孔径系统”。但是当时我们还没有计算机，也就不能实现“综合”。

一九七五年，小平同志短期执政，胡耀邦同志来中国科学院管事。郁文同志管我们这一部分，我就跟郁文同志要了个计算机。我们中国那个时候根本没有计算机，很多人在做，许多条线都没有做好。美国不卖给我们，得向日本偷着买。那时日本计算机也不发达，但跟美国可以贸易，中国跟美国没有贸易，日本把它粘上日本的牌子，偷着卖给我们。郁文同意我们去买了一台叫“诺瓦”的计算机，很贵，比在美国买贵一倍。这台计算机的功能相当于一个286型计算机，很大，中国进口了好些。有了这个我们就可以把望远镜和计算机连起来使用，效果提高非常非常多，提高了一百万倍。

这个时候得到一位外国朋友的帮忙。他是澳大利亚的克里斯琴森（W.N.Christiansen）。克里斯琴森是一个非常有成就的射电天文学家，现在是中国科学院外籍院士。一九六三年，他第一次到中国来。他可能是澳共早期党员，是一位非常进步的人士，对中国非常向往，真是诚心诚意想帮助中国做点事的。所以他来中国，毛主席、周总理都接见了他。从那时起，他也是我的一位挚友，我和他一起交谈工作，来往至今。他时常替我们带一些新的东西、新元件来做实验，因为那时我们买不到元件做实验。后来做这个系统时，就和他商量能不能我们派两个人到他那里学一学计算机和当时我国根本接触不到的无线电新技术，他极力支持。那时候的“左派”当权人对克里斯琴森

（在澳大利亚视为“毛派”）很重视，到他那里还是同意的，所以当时我们就派人出去了。这对“文化大革命”之后我们的发展起了很大作用。

“文化大革命”之后面对的全是新技术，密云系统比较快地就全部接上了轨。

问：请再谈一谈“文革”后您参与学部工作的情况。

王：文化大革命后，除了密云的射电天文工作，科学院和国家把我的任务增加了一些。那时张钰哲先生年纪比较大了，要有个助手。国家科委天文学组，他是组长，我就当副组长。中国科学院学科规划中的天文学部分，我就全部负责了。一九八零年选学部委员，我和另外几个天文学家当选。一九八零年科学院分成几个学部。我是数理学部副主任，分管天文，一直到一九九四年。这样，我就多了一个任务去管全国的事。学部刚恢复的时候，什么事都管。后来就改了，成为荣誉机构，不管行政事务了，成为咨询机构。

前一阶段什么事都管很费力气，要考虑我国天文学怎样发展。我当时主要考虑两件事。一个是趁开放的机会把当时重要骨干都送出去开眼界一、二年。

“开放”开始，国际交往就恢复了，派很多代表团去了解情况，交了一批朋友，想办法恢复了国际天文学联合会中的席位。这是当初的工作，张钰哲台长主持的，我协助。第二件就是中长期规划，中国要有起码的设备。“巧妇难为无米之炊”，但中国人不能天天大鱼大肉消费。我们很穷，但还要有炊，锅要有，米还是得有一点，蜂窝煤没有，煤球还要有一点。有了米就好做饭，这饭做得好不好还不一定。也可以反过来，你的设备好，不见得比我的饭做得好，所以首先是培养“巧妇”。一边要备好最起码的“炊具”和原料，希望“巧妇”来做自己的“有米之炊”。不能按照人家的规模来个工作，要按照我们这个穷的条件去做工作，这是我们订下来的一个原则。近来有些人不习惯这种穷办法，就不回来了。可是我们是叫你去学烹调，不是叫你去学开旅馆、或上饭馆。现在这一批人中回来的有好几位是院士了。凡是在国内的人，要赶快把炊具做起来，我们的望远镜假如对最重要的目标最起码的一点观察都做不到，这就是无米。但要

做得比人家的大，比哈勃望远镜还要大，那也不可能。凡是有本事在这里工作的人，要用自己的原料烧出好菜来，这是最起码的。要靠这些东西与人家对话，才能有所作为。

在“文化大革命”以后的十几年中，做了这么两件事。我自己的课题当然还是射电天文，其他绝大部分时间是在筹划全国各个不同学科分支的这种基本建设。人和设备的基本建设。现在光学天文和射电天文成立了两个开放实验室，把光学设备都放在光学开放实验室，射电设备放在射电开放实验室。这两个实验室是我们的炊具，很起作用，可以列举一下。光学望远镜方面，在兴隆放了2.16米望远镜，这不算大，国际上最大的光学望远镜是10米。但我们的管理非常精心，这些年老有成绩出来。小望远镜也可以做很多工作。就好像你有本事的话，虽然只有蜂窝煤，用煤球炉，也一样能做出很好的饭菜，就看是不是想去做，只是不太方便。此外，云南有个1米的，好几年前就有了，好多人在那里开展工作。上海还有一个1.5米的。光学望远镜就是这些。射电方面，密云的射电望远镜是米波阵。上海做了一个25米的“甚长基线干涉仪射电望远镜”，乌鲁木齐有一个和上海的相同，以上海为中心开展国际性的研究工作。紫金山天文台在青海做了个13.7米口径的毫米波射电望远镜，这个站也很好，一批堪称“劳动英雄”的人在那里已经坚持十几年把站建好，把仪器维护好。日本人、巴西人都跑到那里工作。总而言之，我们现在的工具都不大，但都可以工作。就是说你的炊具擦得挺干净，煤球烧得很好，那么就会有一些人肯到你这里来干。比如青海站，这几年来有重要发现，最主要的发现是紫金山天文台、北京师范大学和北京大学等各个不同单位的同志千里迢迢到那里观测出来的，其中包括几位五十多岁的女同志。

我自己这几年在学部主要做这么几件事。九十年代，学部开始每届增选、领导换班。一九九四年到一九九六年这一届我就变成主任，一九九六年以后就没有在学部任职了。事实上，一九八七年以后学部的职能主要是咨询，没有管具体的事。

问：最近，您又参与筹划LAMOST这一重要设备，是吗？

王：一九九零年以来，我已经习惯于筹划我国全面发展和人才发展的事。八十年代以来，我集中培养了不少博士和建了一些博士后站。我自己的研究课题射电天文已经经历了两代人，我的学生的学生都在工作，现在北京天文台有几个重要学科带头人就是一九七九年的头一批研究生。他们这一代人现在五十岁左右，正在管事。一九七八到一九七九年送出去的中年人，现在都是主要骨干。目前六十岁上下的人，人数比过去多得多，实力强，事情都由他们来做（可惜其中很多人又要过早退休了！）。

现在国际上的天文投入非常大，美国每十年在天文新设备上花的钱从来不少于五六十亿美元，还不算老设备的维持。光哈勃望远镜就是二十亿美元。天文是个观测科学，你看不到的东西就没法研究它。没有设备，当然也可以到外国去用人家那里的东西。能不能给你用是一回事，旅费还花不起呢。所以得靠自己做自己的事。自己有特色，有家底，和别人交换，平等互利，那会是另一回事。另外，国际上外国人在做那么多，在前进，你在自然科学方面也得与人抗衡、合作和竞争，才对得上话。比如打乒乓球，人家是邓亚萍，你是小学生，怎么打呢。所以，我这些年老在想，老在分析国际形势。设备大是一方面，但是更重要的是创造性。创造性的构想往往不是拿大设备来才能实现的。像哈勃望远镜投资二十亿美元，它的所有设计都是最尖端的，花大投资做出的，现在望远镜已经放在那里，许多东西等待它去发现，这是一种类型。还有一种类型，我们看“天文实测”方面的诺贝尔奖工作，都是属于有一种思想，用专门设计的不起眼的设备，也有的利用别人没有多用的设备干出来的。所以学术的进展，首先是你的科学思想，你的概念。因此我们希望训练一批人，能够在我国的条件之下突出自己的科学概念，并想方设法去实现这个概念。

九十年代以后，我自己觉得跟南京天文仪器研制中心苏定强院士的合作是很有意义的。八十年代中期，当时还是青年科学家而现在都是院士的苏定强和陈建生同志来找我，说我国光学望远镜已经做完了2米镜，下一步怎么办？光是2米镜跨入下世纪就很难和人家竞争。后来的情况是，国际上花数十亿美元建的



设备都要在跨世纪的时候运转。我们经讨论后把注意力集中到了一个天文光谱观测的问题，这问题一百年来都没有解决好。因为天上东西的物理信息最重要是靠光谱观测。但天文学测光谱有两个问题，一个是天体的光本来就弱，很暗，测光谱时还要分散，分散后光就更弱了，就得用更大的望远镜。二十世纪初用1米望远镜，很快就不够用，就用2米；2米不够用，就用5米；5米不够用，现在是10米。直径越大，花钱越多，一亿美元做一架10米望远镜。另一个问题是光谱只能一个一个地测。测光谱的方法是光谱仪有个狭缝，把一个星的光放在狭缝上，后面是个分光仪，就可以测出它的光谱了。整个天上那么多星星，这狭缝只能对准其中的一个，这样做非常慢。一直到八十年代初，用望远镜登记下来的天文目标有十亿多个，其中测到光谱的只有十万个，万分之一，太少。国际上在八十年代初发展了一个光纤技术系统，用光学纤维把不同位置的星光导引到同一个狭缝上。光学纤维就象自来水管那样，把不同地方的水接到你要集中的地方去，美国人现在最多可以在一付分光仪的狭缝上放上六百多个星像，同一时间测六百个光谱。他们用2.5米的望远镜，跨世纪的时候它就可以测出一百万个星系的光谱，现在正在做。

光纤技术用到天文上挺难的，美国人、英国人花了十年时间，现在成熟了。不论是美国或英国，光纤技术可以一下子测“多目标”，是一个突破。但再前进一步时却有许多困难。首先是望远镜要大，大了才能测更暗、更多的东西，不然美国现在的2.5米镜可以接着测，再去做同样的望远镜就没有那么大的意义了。其次是视场要大。望远镜尽管大，要是你每次只能测一小块视场，全部天区中要测的课题那么多，得测许多、许多年，怎么行呢？天文望远镜设计上的一个难题是一百年来没有解决好。有了光纤技术之后，非常需要有大口径兼大视场的系统来工作。我们的系统叫LAMOST（大天区多目标光纤光谱望远镜），主要是我和苏定强院士共同搞出来的，当然有许多人帮忙，提意见。我和苏定强是不同专长、不同学科，通力合作，解决了这个问题。我们能做到4米望远镜的

视场达21平方度，这是很大的视场。这个系统工作三年便可以拿下来上千万个光谱。一九九四年七月，中国学者在英国举行的国际学术会议上首次报告这个系统，立即引起国际同行强烈的反应。这个系统还有一个特点，就是比较瓷实，比较憨重，比较便宜。最初估算1.7亿人民币大概可以完成，现在算出约2.4亿，但比美国的同类设备便宜多了。今年，我们国家开始加大向基础科学的投资。去年国务院科技领导小组准备投一笔资金来做基础性研究，现在头一批准备投资几项，这个系统是其中的一项。这个项目科学院已经在组织起来开展工作，目前指挥部设在北京，指挥部的总工程师是一位年轻的女同志，崔向群，她在德国参与设计了一个世界上最大的 4×8 米望远镜系统。8米系统主要光学部分就采用了她的设计。我国有了LAMOST任务，她就回来了。在我们国家花一两个亿是很大的投资。我在数理学部主持工作时，和大家一道提出为基础科学的发展，我们要向国家作出“主动咨询”，要了解每个学科在做什么，发动很多人都去想想点子，一百个点子中总会有一两个好点子。LAMOST是天文界“主动咨询”的结果。再就是理论与实测、科学与技术的人才之间通力合作，讲共同事业，不计较名利。这非常重要。学风要正，不能斤斤计较，不要提倡斤斤计较。

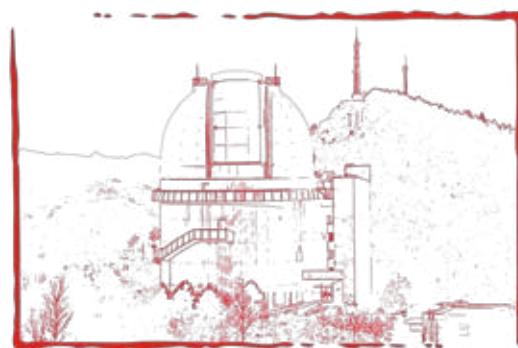
我很不赞成一种现象，一个研究所老是计较一个科学家今年发表多少论文。当然作为一个科学家发表论文是重要的，但对于科学家的评价，我凭几篇文章就能评价，就评你的最重要文章，并不是你有一百篇文章我就给多少分。现在好像不爱搞成一块，学风也慢慢有些变化，大家都自我宣传。因为这牵涉到房子、儿子、甚至老婆离不离婚，事情太多。不要这样做，最好不要。我觉得大家可以回忆一下张劲夫时期的做法，三年困难时期，他跟我们一样困难，有时一起开开会，讲讲话。他说科研人员要“安钻迷”，第一你要安心，第二你要钻进学术里头，以后你就“忘我”了，你就迷进去了。我支持你迷进去。对于科研人员的后顾之忧，他是真正地考虑如何解决的。那时候张劲夫每个礼拜到中关村住一天，你长什么样子，住的什么样子，他也知道，当场给你解决问题。所以在报纸上天天讲“形势大好”的时候他却能

讲得出“当前科学院宿舍只要厕所不漏水就算是好的”。大家觉得有人在考虑你后顾之忧，尽管还有忧，还是可以一心“安钻迷”进去。

现在讲思想“转变”，我看有的转，有的不必转。你说“转到商品经济”，我当然赞成。我有什么不赞成，我在英国的时候就是商品经济，我也没有什么觉得不习惯。后来回到中国，不是商品经济，我没有特别注意个人什么，能吃饭，我就照样工作。我不研究经济，我信任党中央。邓小平同志能够指挥中国这么繁荣，我拥护、我信任，经济的做法，我拥护。我只是说行业与行业不同，要重视科学工作者的责任感。兴国不能先讲个人创收，不要人人都去做生意，要留下好的人才做科学研究才行。国家可能有更长远的想法，但是现在我们防御阵线已经挤得很紧了。在生活上科学家的后顾之忧基本解除了，要给他一个适当的工作条件，充分地信任，他一定会为国家做出贡献的。可以宏观控制，比如天文学，觉得目前花不起这么多钱，也不能有很大的队伍，那就少花一点。但

每个人的支持强度要大，要尊重科学发展规律，尊重科学家自己的判断，允许他的“安钻迷”，尊重天文学家跟尊重企业家一样。否则，第一流的年轻队伍全跑光了。

整个社会挺“务实”，到国外去可以生活得好一些，这方面我没有说头，我儿子也在国外。我跟他讲“你回来吧，为国家做点事情！”他说“还不是一样，回来我说不定到外资企业，还是不为外国人做事”。我也没法跟他争论，只能说“别忘了中国就行！”，其实，事情在变，他们慢慢会通。但国家建设现在就需要人才，尤其是第一流的人才。最近，在电视上大家都看到上海陈竺院士，他是我们最年轻的院士。一九九六年我们开学部大会，他作报告，我听了，他的报告很好。电台专门采访他四十分钟。他研究的白血病，全世界还都没有办法，他忘我地工作，成就很显著。国家支持这样的年轻人，是个榜样，能激发一批人。把年轻人都引到陈竺的方向，我们国家的科学就大有希望。





附2：王绶琯院士漫谈青少年科学素质教育

郭桐兴（腾讯科技，2006年09月19日）

9月12日王院士作客腾讯，和网友漫谈青少年科学素质教育。以下是访谈全文：

郭桐兴：各位观众，各位网友，大家上午好！欢迎大家来到“院士访谈”栏目。首先请允许我介绍我们今天请来的嘉宾——王绶琯院士。王老您好，欢迎您。

王绶琯：您好。

郭桐兴：王绶琯院士是中国科学院原北京天文台研究员、台长、名誉台长。在多年的科研工作中，王老获得了各种荣誉和奖励，大家知道在1993年10月为表彰他对天文事业的贡献，紫金山天文台将第3171号小行星命名为“王绶琯星”。

王老近年来一直关注青少年的科技素质教育，那么今天我们请王老谈的内容主要是“漫谈青少年科学素质教育”。王老，听说您最近这些年主要在从事着两件事情，一件事情是筹划校园的科普活动，主要是针对初中生，准备搞一个校园科普活动。对有志于科学的高中学生，您组织了一个北京青少年科技俱乐部。首先我想问，您为什么要做这些事情呢？您是怎么考虑的呢？

王绶琯：我在退出第一线科研工作之后，希望能够在青少年科技方面发挥一点余热。北京市青少年科技活动一直很活跃。多年以来，中国科协、市科协青少年部许多活动我时常有机会参加。接触到过不少很有科学天赋的少年人，在我印象里都是“希望之星”。但后来都不知道他们哪里去了。相隔十几年，有的可能是没有引导，走了别的路，有的则可能流失到外国去了。

青少年时期需要引导，非常需要给他们创造条件。如果他们有志于科技，我们能不能也跟体育界、文艺界一样，留意自己行业的“苗子”，早一点去发现、去引导、去扶植，这样就会有文艺精英，有体育精英。可能科技界情况不尽相同，面广、要有成千上



王院士作客腾讯

万人、难度大。但是我们说科教兴国，这是我们国家的百年大计，要大家都来努力。方方面面的人都来关怀、都来努力，事情就可以做起来。中国科协提倡“大手拉小手”，这个口号很亲切，北京就有许多科技“大手”，大家都有“拉小手”的愿望。所以我们就想这样的事应该可以先在北京市试着做起来。

我们国家现在经济发展得很快，但要是没有一个坚强的科技基础，就很难变成真正强大。在这里，人才是第一位的。在人才的问题上，眼前有两个当务之急：一个是我们通常说的精英问题，行行出状元，但要创造条件，科技界也应该不断有精英脱颖而出。

另一个是人民整体的科学素质。这是国家科技发达的土壤，是基础。今年我们国家号召提高全民的科学素质。这个问题应当说已经是很严峻。即使在发达地区，像北京这样的地方，应试教育一时还不能摆脱，科学素质不能不受影响，这个问题已经谈论很多了，要大家都来关注。更大的问题是地区不平衡。西部怎么做？全国怎么做？现在这些问题已经摆在我面前。

郭桐兴：我看您提出一个在初中阶段进行校园的科普活动，进行科普方面的教育。为什么要在初中阶段呢？

王绶琯：我们国家提出提高全民科学素质，前几年就已经做了不少调查工作，感到事情很迫切。我觉得这么一个国家搞建设，没有哪件事会是不难的。能提出问题就是迈出了解决的头一步。你一个主意、我一个办法，就会解决得快一些。所以我们也就开始想这个问题。科学素质应该怎么培养？首先什么是一个人的科学素质？我看到了一个人，我们怎么判断他有没有科学素质，这当然不是问他像不像一个科学家，实际上科学家也不一定有高的科学素质。一个人有没有科学素质，应当是表现在他是不是自觉地亲近科学，养成尊重科学的习惯、理解科学的能力和关心科学的感情。日常生活中，比如说看新闻，他会不会留意科学新闻，会不会留意科学的发展，会不会关心国家的科技发展。留意的话跟着就会是理解。这个理解不是说你就变成科学家了，而是科学知识（或常识）的积累、“知识追求”的积累。素质是修养的结果，是自觉地积累起来的。如果大家都有这样的自觉，全民的科学素质就会不断提高。

自觉的修养不是自生的，需要打好基础。“素质教育”为的就是提高素质的基础。

全民素质不能自然形成，必须有一个“素质教育”的过程。应该是在年轻的时候就打下这个基础。接受这种教育是公民的权利，所以最好放在九年义务教育阶段进行，使所有人都会轮到。“中国人如何成为中国人”最关键的正是在这个阶段。一个社会要培养公民的素质，这个阶段是很重要的。我觉得科学素质的培养跟别的方面的相比，可能稍微要难一点。因为要转个弯，要理解科学的内容，所以还是需要年龄稍微大一点，小学生太小了，应当定在初中。目前初三学生应试任务太重，所以初二比较合适。

“科学素质教育”，也就是为学生们打下能够自觉地亲近科学、尊重科学、理解科学、关心科学（最好还能够习惯地使用科学）的基础，单单靠科学课程是不够的（课程尽管可以采取各种重实践、重探究、重启发、重兴趣的教学方法，但却必须受到循序渐进的学习内容和应试要求的制约），修养的形成需要的是陶冶、是参与、是一种日濡月染的气氛。我们的“校园科普活动”的方案。就是针对这种要求提出来的。

这是一种“全民科学素质教育”的实验方案。设想它可以适用于全国，但首先在几个试点学校中试行。具体内容是：各个学校在初中二年级的一个学年中，每周规定以一至二节课时用于“校园科普活动”。具体的做法是：初二每个班、每个学期各负责一个选题的科普，在老师辅导下，全班学生一个学期里共同完成一副科普展板（或墙报），并向全级（或全校）作科普报告。这样，一个学校中初二有多少个班，校园里每学期就会有多少个展板和多少次报告。选题主要取自重要的科学时事（多半会涉及科学前沿的问题）。这种做法，初二年级四五个班甚至于七八个班，每个班都出一个展板、都来讲重要科学问题，肯定能够营造校园里的科学气氛。当然，是不是能做得好，老师的开题引导很重要。这对老师来说难度不小。因为他要做的是科普讲演和辅导，不论是目的还是方法都和平时的教学大不一样。老师必须精心设计他的开题报告，把课堂演示和留给学生们自己查阅的内容紧密配合。这些内容设计成为不同层次的网上条目，学生可以选择、参考了用来制造展板。我曾经对一位老师说：你一定要暂时忘掉你是教课的老师，你现在是在做一种特殊的科普，要辅导一个初二班的学生自己去弄懂一个科学问题，比如说，一件科学时事的选题。首先你的讲演的切入点要对他们有吸引力，然后要像说书那样维持住他们的兴趣，要点要突出，不求全面、不求“系统”，但要设计好，留下一系列问题让学生自己去查找。

郭桐兴：给他留一点空间，让他自己去思考。

王绶琯：对。这样做就使得学生有了参与感。所以你要准备一大堆的条目，把它放在网上（或者是模拟网上），学生自己思考，自己找。这条目准备了供他选择的资料，是老师准备的。老师是变了一个方法来教，让学生“参与”、自己教自己。有了参与感兴趣才能持久。当然，兴趣还要靠选题得当。就兴趣来讲，科学时事“老幼咸宜”。给初二班的学生普及一系列重大科学新闻（全年级各班互相展示展板），足以引导他们留意科学发展。对于培养科学素质，会是一个好的开端。我们看一个人科学素质如何，往往只要看他怎么看待科学时事。

郭桐兴：就是考察他对科学新闻的关注程度？



王绶琯：重要的新闻往往联系到重大科学问题，比如说前几年人类基因组的新闻。新闻里就涉及到当代科学的大问题。这种最受科学普及者关注的问题，我们把它归结为新闻，学生做成展板。当然还可以有别的选题，如科学家的事迹等。选题考虑周到了，展板的科学意义就可以得到保证。做出一个好的展板，给同学、给老师讲解，会给学生带来成就感。学生们有了参与感和成就感，就会体验到“学科学”的乐趣，从“知之者”变成“乐之者”，从“学科学”进入到“爱科学”。这个活动，持续一学年，可以做到、也必须做到班上每一个学生都实实在在地参与。这是全民教育，“一个也不能少！”学生的展板做出来后，老师（和专家）点评。初二的学生能做出这样的东西，当然要肯定、要鼓励。只要是要点明确，不必要求全面。但是科学上必须严格，不对的地方要引导他再去查资料，查了、改进了，他们不但不会感到挫折，相反，又会多了一分自信。对于做了展板还要求更多知识的学生，应当准备更高层次的网上条目。中国科学院科普网络开辟了一个校园科普专栏，除了上面说的这些，还专门收集很多前沿上、时事上的问题。这样一来整个就配套了。充分利用互联网的好处。每个选题的材料做好了，全国的学校都可以参考、可以试用。对于一些条件上困难的地区，比如说一些西部的学校，所有这些材料都可以做成光盘送给他们。只要有电，有一台电脑就可以用。当然这是一个“伟大的理想”。落到实际上，我们只是在做一个很初步的实验，只是几位同仁，和几所学校的“教师志愿者”一起，来做这个实验。

郭桐兴：先做一个试点？

王绶琯：我们正在一起研究，试试看。当然希望能有一点用处。预计会有很多困难。我们觉得这也就像是一道比较难的科研题，要有决心才行。全民科学素质是一个大题目。我想你添一砖，他添一瓦，到时候才会变成一个大厦。我们下个星期六才开始做计划，这个活动是已经启动了，大家都有热情，也有了一定经济支持。

郭桐兴：我想您筹划的校园科普活动，应该是未来对中国教育、科普、科技素质的培养，会起着一个非常重要、深远的意义。如果按照您设想发展开来的

话，应该是给全国人民造福的好事情。

王绶琯：这件事国家号召，很多人都在努力。我们只是大河中的一个小支流。这个目标当然很大，意义很大。要大家尽力。我们只有很小一点力量，希望到明年能做出一点有用的结果。

郭桐兴：为什么把有志于从事科学的高中组织起来，成立一个北京青少年科技俱乐部呢？

王绶琯：北京青少年科技俱乐部是七年前成立的。最近才考虑“校园科普”。七年里我们做的主要是“有志于科学的优秀高中生”的工作，希望能做一些事，帮助他们“走进科学”。中国科学要振兴，需要一头打好基础：提高全民科学素质，另一头抓紧尖端：扶植科技精英。精英的作用很大，往往能一人带动一片。所谓“山不在高，有仙则名”。精英要早期培养、早期发现。这方面我国体育界做得很好。科技界同样要做。我们统计了一下，上个世纪100年里，诺贝尔物理学奖的获得者中，大概30%的人是在三十岁以前做出他的获奖工作的。他们，以及许多其他杰出的科学家都是在二十五、六岁左右进到创造高峰，这表示他们在二十岁出头就已经进入角色。从这个年龄往后推，应当是在高中时期他们开始“进入科学”。这是一个需要得到引导的年龄段。如何刻意在这个年龄段培养和发现“科技苗子”，应当说是一个值得重视的问题。在这个问题上我常想，如果说科学天才是“天赋加汗水”，那么世界各地应当按人口比例出现科学人才。当然事实上并不是这样。因为“机遇”在这里起了决定性的作用。如果爱因斯坦生在今天战火纷飞的伊拉克，他会得不到成才的机遇，他的天才十之八九会是被埋没。现在我们国家在稳定地发展，是“出人才”的好时期。大环境的机遇是好的。但还要看个人机遇。历史上，当年牛顿，一个农村青年，如果不是他的一位舅父要他到剑桥读书的话，他可能就留在家里务农。世界史中科学发展这一章就会是另外的写法了！这种机遇往往被传为佳话。在我们中国，大家都知道华罗庚当年受到熊庆来扶植的佳话。现在我们眼前这些有志于科学的优秀少年当中，就有许多可能成为“下一代的华罗庚”，需要我们及时为他们创造机遇、让他们得以接近“今天的熊庆来”。科技俱乐部正是带着这个问题设置了“科研

实践活动”，这个活动中每年接受中学校推荐的一批有志于科学的优秀高中学生，安排他们以一年左右的课余时间和假期，到中国科学院和大学的优秀科研团队中去参加“真刀真枪”的科研（导师需要视具体情况选出适合于各个学生的课题）。目的是让他们实践一次科学思想和科学方法的运用、借以调动自己的科研潜能，并在工作中得到求师交友的机会。我们七年 来这样做，起到了帮助参加活动的每一个学生“走近科学”的作用，同时做到了从中发现可能的“科学苗子。”

判断“科学苗子”是一个问题，因为不能单靠考试或竞赛，特别是在“应试教育”和“应赛教育”的影响下。科技俱乐部发展了一种评议方法，大意为：试题为根据学生完成的科研报告提出进一步研究的课题，要求他设计研究方案。考试采取“开卷准备，30分钟互动答辩”的方式。评议委员会由多位（15位~20位）教授组成，各人分别对每个学生评“级”——“一般”、“优秀”或“突出”。几年里每年都有几名学生被90%或85%以上的评委评为“突出”。这些学生可以认为是“科学苗子”。我们把这个结果告诉他们的学校，希望特加关注。

郭桐兴：将来肯定有发展前途。

王绶琯：需要关注，是人才，学校有责任关注。应当进一步给他创造条件。

郭桐兴：您现在做的这个事情，也相当于伯乐的这样一个身份，去发现“千里马”。

王绶琯：这十几、二十位教授是“集体伯乐”。他们都是对培养人才非常有经验的科学家。他们是各自凭自己的判断评的。

郭桐兴：您这个青少年科技俱乐部搞了几年？

王绶琯：七年。参加的学生都上了他们希望上的大学。很多“苗子”都到国外去了。我一点也不反对出国留学。但是我非常希望多发现“科学苗子”，希望发现了的“科学苗子”能够“跟踪扶植”，不止是

关心他就学、成材，而且在他成材后关心他发挥自己的作用，当然首先是在我们国家的科学事业中的栋梁作用。

郭桐兴：就是看到他在将来是一个很好的科学家的苗子。

王绶琯：如果是个“诺贝尔奖级”的人才，最好远在他得奖之前就发现他、重用他，这是国家对自己子弟的“知遇”。这比等到他成名了再号召他“海归”会更现实。“知遇之恩”也是一种报效的动力！历史上韩信是一个军事天才，最初在项羽帐下。项羽没有发现他，更没有用他。结果他到了刘邦那里，登坛拜帅，立了大功。项羽后来派人去说服他合作，当然没有成功。科学无国界是对科学的性质而不是对效果而言的。一个科学人才多的国家就会是强大的国家。应当早期发现人才、扶植人才，多出现年轻的顶梁柱。

郭桐兴：您做的这几个事情，对中华民族的人才整体素质的培养和提高，是非常重要的。

王绶琯：我们想了很多，做的还是微不足道。只是大家都有这样一种共同的理想，就有了百花齐放的前提。百花齐放，人人都贡献一点力量，科教兴国的大业就会快一些实现。

郭桐兴：您的这个精神非常的伟大！全民的科普素质教育，应该是动员全国的有关人士，大家共同的去把这个事情做好。

王绶琯：太过奖了！我们只是在很有限的范围做了一些很小规模的实验。

郭桐兴：我们也预祝北京青少年科技俱乐部、校园科普活动能够办得越来越好，为咱们中国培养更多的科技人才。也预祝您身体健康。今天我们就到这里，各位观众、各位网友，我们今天请到了王院士给我们做了有关青少年科普素质教育方面的访谈。再次对王老的到来表示感谢。谢谢您。

王绶琯：谢谢大家！



岁月留痕



王绶琯的母亲

亲思

伦敦（1950年～1952年）

伏案韦编绝⁽¹⁾ 抬头柳色新
绵绵抽思远⁽²⁾ 望望倚闾春⁽³⁾

起坐月衔山 乱枝和梦斑
惊鸟思反哺⁽⁴⁾ 数息不能安

忧国岁云暮 窥天夜正长⁽⁵⁾
寒衣慈母线⁽⁶⁾ 永贴燠愁肠⁽⁷⁾

(1)古人用竹简写书，韦编是用牛皮绳子串起来的简书。《史记 孔子世家》载孔子读《易》，“韦编三绝”，皮绳子断了多次。后人用来形容刻苦攻读。(2)屈原《九章》有“抽思”篇，意谓思绪像丝一缕缕地抽出来。(3)闾：巷口的门。《国策》载王孙贾母亲的话：“汝朝出而暮归，则吾倚门而望；汝暮出而不还，则吾倚闾而望”。(4)俗谓乌雏长大，衔食哺母。《本草纲目》：“慈鸟：此鸟初生母哺六十日，长则反哺六十日”。(5)窥天：喻从事天文观测。(6)孟郊诗：“慈母手中线，游子身上衣”。(7)燠：暖。《诗经 唐风》：“不如子之衣，安且燠兮。”

沁园春·“牛棚”中怀MATEY⁽¹⁾

(1969年)

海阔天遥 云散风流⁽²⁾ 梦结神驰
念悃悃款款⁽³⁾ 人情胜璞
山山水水 景物如诗
立雪名都⁽⁴⁾ 窥天子夜⁽⁵⁾
故国萦怀牛女知
今何许
望苍天不语 逝者如斯

别来芳讯谁期 怅雨暴风狂蹭蹬迟
记烹茶促坐 奇文共赏⁽⁶⁾
灯前白发 织我寒衣
针线犹新 肝肠细护
忍听无端冰炭欺⁽⁷⁾
书咄咄⁽⁸⁾
任淋浪泪透 似醉如痴

(1)十年浩劫（1966年~1976年）中，许多干部和知识分子被剥夺自由，禁闭处戏称为“牛棚”；MILDRED THYNNE，年轻人称呼她为MATEY，是作者留学英国时的忘年至交。(2)江淹：“风流云散，一别如雨”。(3)楚辞《卜居》：“吾宁悃悃款款朴以忠乎”。(4)用“程门立雪”故事，喻远道求学。(5)窥天喻晚上进行天文观测。(6)陶潜：“奇文共欣赏，疑义相与析”。(7)用韩愈诗中“勿以冰炭置我肠”意。(8)《世说新语》记殷浩为桓温所废，书空（伸出手指在空中比划）作“咄咄怪事”。又辛弃疾：“书咄咄，且休休，……”。

王绶琯和丁大夫在一起。早年客英伦时与Matey（丁大夫）为忘年交。《沁园春》词回忆当年相聚情景。照片为1964年在澳大利亚短暂重逢时所摄。





王绶琯在海南。1958年海南岛日环食中苏联合观测队全体人员在三亚观测基地。

海 南 行

寄作健 三亚

(1958年)

我行南海南 海水连天碧
日月从吞吐 风云自网织
凌云作赋迟 白发催人急
满目河山新 惟期输点滴

1958年奉命和陈芳允先生组团参加中苏联合日环食观测。

苏方领队为阿·莫尔强诺夫。日食任务结束后开始了我国射电天文学的创建。这是当时写的一首诗。凌云作赋：汉代司马相如作《大人赋》，汉武帝读了称赞它“飘飘然有凌云之气”；司马相如虽然是词赋大家，但是他写作的速度非常慢。



和挚友李作健在一起

和寄作健（二首）⁽¹⁾

（1993年）

会少而离频 与君相念深
升沉一反掌 毁誉两惊心
浮世存知己 清风惠雅音
故人情似海 捧诵泪沾襟

每愧不虞誉⁽²⁾ 倍知偏爱深
君身多侠骨 我独念孺心
梦破蜃楼幻 诗存忧国音
文章千古事 宜为展胸襟

（1）1993年承紫金山天文台同仁们厚爱，将所发现的国际编号为3171号小行星命名为“王绶琯星”。作健闻讯赋诗庆勉。（2）《孟子》：“有不虞之誉，有求全之毁”。

八十

（2003年）

岂是象牙塔不开 乾坤一芥起崩雷⁽¹⁾
三千世界马非马⁽²⁾ 八十人生材不材⁽³⁾
颠倒衣裳拉小手 推敲律韵扎新堆⁽⁴⁾
莫听岁月随波去 待看凤凰浴火来⁽⁵⁾

（1）喻“大爆炸宇宙学”研究，不是什么象牙塔。（2）战国时期公孙龙“白马非马……”辩论，喻对宇宙（三千世界）研究的“百家争鸣”。（3）“材不材”见《庄子》“山木”篇，意谓生存于“成材”和“不成材”之间。（4）颠倒衣裳：《诗经》句，这里借来形容高兴得衣裳都来不及穿好就去迎接；拉小手：中国科协为青少年科普，提倡“大手拉小手”活动；“推敲律韵”句指晚年参加中关村诗社活动。（5）埃及神话：凤凰在浴火中新生。



西江月·赠老伴

(2003年)

世事常惊宠辱⁽¹⁾ 平生雅惜糟糠⁽²⁾

搀搀绊绊过家常 不厌耳聋嗓响

对镜欲寻旧我 扱心稍理新狂⁽³⁾

百年相寄一皮囊⁽⁴⁾ 须自好生看养

(1)《老子》：“宠辱若惊，贵大患若身。”(2)糟糠：糟糠之妻，共过患难的妻子。惜：怜惜，爱怜。(3)新狂：借晏几道“殷勤理旧狂”词意。(4)佛家道家有时把身体看成只是放脏东西的“皮囊”，这里反过来说，意思是生命（百年）本来就寄托在身体里。

眼疾写给荧儿

(时年八十六，2009年12月)

攀趴亦可驻红颜

八九十年一晃间

正自扪心忧白卷

忽惊碍眼罹黄斑

雪中送炭情犹切

塔里窥天意未阑

幸喜有儿防我老

草文读报制光盘

王绶琯和老伴林治煥





共同提出LAMOST方案（1994年）五人中的四人，2007年相聚在新建成的LAMOST前。

卷二 塔里窺天集



六十年科学生涯中师德之念

(孙小淳、储姗姗 访问整理)

2012年10月国家天文台举办“十月天文论坛《中国天文的过去、现在和未来》暨庆贺王绶琯先生九十华诞典礼”，中国科学院自然科学史研究所研究员孙小淳和博士生储姗姗专访了王先生，王先生谈了自己对老一辈“薪传”的理解。以下为整理后的谈话纪录。

采访者孙小淳、储姗姗（以下简称访）：王院士，今年10月天文界同仁将庆祝您的90华诞；今年也是您走进中国天文的第60个年头，您作为新中国天文工作者第二代的代表，在此一定有很多感想和希望，是否能给我们讲一讲？

受访者王绶琯（以下简称王）：好的。您称我为第二代，在此我要解释一下，第一代人是老一辈天文学家，是奠基者，我和他们不可比，我们第二代人很少，当时情况特殊，是匆忙“接力”的。今天，我很高兴借此机会谈谈自己对老一辈人的理解，以此来和大家共享我所认识的我国天文学发展的一部分经历。

访：太好了。从现在往回看，您是如何理解老一辈？

王：这里谈到的“老一辈”，只限于几位我自己的直接的带路者和领导，有我初到紫金山天文台时的张钰哲（1902年～1986年）、李珩（1898年～1989年）、陈遵妫（1901年～1991年）三位先生（人称“三老”）和党的负责人孙克定（1909年～2007年），初到北京天文台时的程茂兰（1905年～1978年）和党的负责人肖光甲（1913年～1979年）。他们有代表性，但远不是全部“老一辈”。几位天文学家都是“五四时期”开始进入天文，然后以各自的方式参与了我国现代天文学的奠基、解放后成为新时期天文学的第一代建设者。

从“现在”往回看，60年间每一时期的变迁都引发我从更深的层次来理解他们。这里我主要想谈的就是这些变迁和理解。



紫金山天文台50周年时“老同志”合影。前排左起：李鉴澄、孙克定、张钰哲、陈遵妫、陈展云；二排左起：王绶琯、席泽宗、罗定江、李元、吴守贤；三排左起叶叔华、苗永瑞。

建国初期到“文革”前夕——师德之感

访：您1953年回国从事天文工作，刚刚接触老一辈天文学家，请您谈谈当时的情况。

王：1952年，我在伦敦大学天文台工作时收到了张钰哲先生的来信，在后来的一篇纪念文章里我写下了当时的感受：这封信“笔迹畅雅，语言率直。虽然我们素未谋面，但信中他毫无置疑地把我视为共赴祖国天文建设的同道。一纸延聘的文书，在我看来毋宁是一位长辈对一个年未满三十的后进者的叮咛”。翌年我回国。当时的感受可以引用我在90年代写的《自述》中的一段话来表达：

“回国伊始，目睹百年国耻一朝湔雪，神州大

地污垢尽涤。而百废待兴、众志奋发。由是感激。深信兴我中华舍社会主义莫由。乃立愿效鲁翁之遵命〔注，指鲁迅的“遵命文学”〕，改造自我以应驱策，虽历风涛颠荡而终九死而无悔也。”

访：你们这一代科学家都有“科学救国”的理想，当时回国是一种怎样的心情？

王：当时对我是平生的“大震撼”。感到“报国有门”了！1953年我30岁，“三十而立”，在这之前追求科学、认定“科学救国”却不知国如何救。身到紫台，几位前辈（还有孙克定同志，他是党的领导兼副台长）引领了我，找到了“立身之道”，我空前地



1958年参加海南日环食观测的王绶琯（右）与陈芳允（左）、莫尔强诺夫（中），三十年后在北京重逢。

感到了信心无比。

访：您回国后马上着手做了什么工作？

王：当时，中国科学院的天文建设由紫金山天文台负责，张先生主持全局，李先生分工创建天体物理工作，还有陈遵妫先生，主持天文年历编算，他们当年都是五十岁出头。我和陈彪两人三十岁，跟随李先生。陈彪从太阳物理着手，我准备利用佘山望远镜做恒星测光。当时张先生他们面临的是“建国之初，人才星散，设备缺如”，在做的是“修残补缺，培植新人，谋划新策”。

1954年，我参加了张先生亲自主持的紫台60厘米望远镜的修复工作，这是当时一项重要的“修残”。

1955年，我被派到上海参加授时紧急任务，可以说是重要的“补缺”。

访：王院士，您是立志要搞天体物理的，现在

被指派做修复望远镜、授时等任务性工作，您形容为“修残补缺”，当时有没有感到不理解？

王：当时百废待兴，跟着老一辈“修残补缺”上下齐心，我当然没有什么别的想法。而且我也见证了他们同时在为天文学的发展“谋划新策”所费的苦心，他们这些谋划后来大部分在1956年的“十二年科学远景规划”的制定里得到体现。

回忆当年天文学十二年远景规划制定时的情况，几位老一辈天文学家参加了。吴有训副院长主持。苏联派了一个四人高级代表团来协助。这是一个很有远见的规划。布局围绕着以天体物理为主的综合性学科建设。一个重点措施是：选择优良台址、进口一台2米级的望远镜，建立一个现代化的新天文台。在这之前的一些年里，张先生和李先生就一直在力促在法国的程茂兰先生回国主持这项建设。这个规划还对设立天文仪器的研制机构作了安排。

访：这一时期还启动了射电天文学，您能否跟我们谈谈这方面的经过？

王：射电天文建设是1958年新增的项目，当时吴有训副院长做出一个非常有远见的决定。他看到了射电天文的重要性，决定抓住中苏联合观测海南岛日环食的机会，有计划地引进苏联的技术、启动自己的射电天文建设。我们知道，在此之后不久，即上个世纪六、七十年代间，天文学奇迹般地获得了“四大发现”，而所有这些发现都是射电天文带来的。

1958年海南岛日环食观测选在三亚进行。从苏联



天文学12年远景规划讨论会（1956年）。吴有训（右一）、戴文赛（右四）、孙克定（右五）、米哈伊洛夫（左一，苏联代表团团长）、张钰哲（左二）、李珩（左三）。



王绶琯（左）与克里斯琴森（右）

运输安装这么多庞大的设备，又接待这么大的观测阵容，国家投入了很大的人力物力。科学院方面吴有训副院长亲自安排，中方由陈芳允和我主持，抽调了许多单位的年轻骨干组团、分工学习苏方的技术。这次日食观测取得成功，技术引进也取得预期的效果。海南岛日食联测中，科学家之间结下了深厚友谊。

可惜不久后“大跃进”运动开始，射电天文的启动被卷入运动的大潮，进一步学科建设的组织步骤遭到严重冲击。接着是“三年困难”。但1962年之后有短暂几年的“复苏”，其间我们“巧遇”澳大利亚克里斯琴森教授，他对我国射电天文学的“再启动”给予很大帮助。但这与“老一辈”没有直接关系，就不在这里多说了。

访：那您这一段时期的主要感受是什么？

王：前面说过，是一切“遵命”，一切“风涛颠荡”都无怨无悔。事实上，这一时期的十二年，我是

很幸运的。有张先生、李先生的扶植，后来知道还有孙克定同志的保护（这是在文革中受批判时“发现”的）。不过，工作性质和早年梦想的拿起望远镜探索宇宙奥秘不大一样了。

现在回忆，当时老一辈是在完全“残缺”的条件下重新创业的，跟随他们工作，对自己来说是考验，当然同时也是锻炼，是老一辈给自己创的机遇。在《自述》里我是这样说的：“1953年以来，始随张钰哲诸前辈整修残存仪器、组建天体物理组。越二年，受遣至上海参与建设现代授时。又三年，奉召至北京参与天文台筹建，及创建射电天文研究。更移屡矣。……然所务者皆前所不谙。”我认为正是因为“不谙”，就更加意识到老一辈的信任和支持。所以我“深知欲不负所托者唯以勤补拙耳。是以穷年累月夙兴夜寐所以补而未敢或懈也。”

这种“师德之感”肯定很多人都曾经体验过。只

是当时更多的是感受到老一辈对自己的理解，而只是到了后来静静地反思，才更多地理解了老一辈。

“文革”十年 ——从我国天文建设的历史理解老一辈

访：“文革”十年，当时天文学受到了什么影响？老一辈天文学家的处境如何？

王：“文革”开始后引导我进入科学工作的老一辈科学家都失去了工作权利，我认识的第一位党领导孙克定和共事时间最长的党领导肖光甲都被“打倒”了，这使我一下子陷入“大惑不解”，失去了当年如此坚定的对“立身之道”的自信，并导致我很长时间里试图“解惑”，包括试图来理解培养自己的几位前辈。在这之前有一些很容易看到的事却没有工夫停下来想，“文革”中反复想，有几点应该说是理解了。这里简单罗列一下：

1、当年如果不是“大跃进”运动取消了购买2米级望远镜的话，一个与当时欧洲最佳天文台的观测条件（望远镜口径和台址质量）可以相比的现代天文台应当可以在60年代初期完成，那么程茂兰先生就可以按原来计划、很快启动天体物理实测研究团队的培养。这件事1962年之后曾经力图“亡羊补牢”，但不久后“文革”开始，就彻底打断了！这是我国老一代天文学家“创业”中的一大挫折。而这种遭遇，对他们来说是第二次了！想起上世纪30年代上叶，老一代天文学家第一次“创业”，建成了紫金山天文台（当时是余青松先生主持的）。这个新建的台的规模当时在远东名列前茅。而进一步的学科建设则被抗日战争打断了。但是当时“业”断而不绝，因为一代人坚持了艰苦奋斗。

2、这两次“创业”，对照各自的时代背景，都有很高的进取性和现实性。两次之间相隔近二十年，参加的人员中有许多聚散离合，但是从整体的历史看，是我国“一代天文学家”经历了两度攀登和陡跌的奋斗史。

历史的河流没有停息，而其源头则可以追溯到现代中国科学的出发点，一个标志性事件是“五四新文化运动”前夕在美留学的任鸿隽等人主办的《科学》

的创刊，其中首次提出了“科教兴中华”，引起了当时广大学子的共鸣。具体到天文学，高鲁先生当属这一时期的首创者之列。继而是上一世纪二十年代有志于天文的青年，其中包括前面提到的余青松先生、紫台“三老”和程茂兰先生，他们怀着“科学报国”的热情到西方迎接“赛先生”，成为我国第一代为天文建设而奋斗的中坚（还有好几位素所景仰但前面没有提到的，特别是戴文赛先生，他虽然比其他人晚约十年，但建国后他主持的南京大学天文系，引领了我国天文教育的新创业）。

3、想到历史的长河“川流不息”。老一代天文学家给我们展示了他们一代将近四十年的“奋斗——创业——挫折——坚持奋斗——继续创业”的历史，直到“史无前例”的“文革挫折”。在新的挫折期间老一辈音讯全无，但处境可想而知。“川流”难道会就此“息”了？

“文革”后“科学的春天” ——从交托下来的担子理解老一辈

访：“文革”之后，迎来了“科学的春天”，天文学的情况如何？

王：“科学的春天”是“改革、开放”开始时中关村大路口上一幅巨大宣传画上的标语，好像每天在告诉人们“川流”最终并没有“息”！但是，可惜的是，老一辈人却都“老”了。1980年中国科学院补选学部委员时，程茂兰和戴文赛先生已经去世，“三老”则都到了八十岁上下。当时学部职能包括学术管理，天文方面的委员原先只有张钰哲先生一人，补选的五个人中年龄最大的王绶琯和陈彪，当时五十七岁。我体会到，这是老一辈把担子明确地交给了我们这“第二代人”了。

访：中国天文学发展的重担落到你们身上，您当时是什么感觉？

王：我当时感到很突然，而更多的是“惶恐”。用前面的话说，这将是我国天文学的“继续创业”。而我当时正在为自己原来负责的射电天文的前景苦寻对策！

访：“文革”之后，改革开放，看到国外的情



1976年王绶琯（右4）等参观美国VLA（甚大阵）综合孔径望远镜，时正开始安装27面25米天线中的头两面。

况，一定感触很多，能否讲讲？

王：正是这样。“文革”这十年里，国际上天文学突飞猛进，取得了“四大发现”，加上综合孔径系统的成功研制，共五项大成果，射电天文都是“首功”。（其中三项后来获得诺贝尔物理学奖）。

这在当时确实令人感触很深。但同时也正是当前的“赛先生”的一种缩影，应当可以当作典型来探讨巨大成功背后的基本要素。这样的事例后来结合到学科发展战略来考虑时我想得比较多。这里就用它说几点体会，以助说明对老一辈当时的交托的理解。

重大科学发现总是“厚积薄发”的。“薄发”是机遇和“顿悟”，“厚积”是功夫。这里主要谈“厚积”：

成功实测第一个条件是观测设备。其中关键的外部要素是技术支撑和经费支持。而根本的自身要素则是针对选题“量体裁衣”的能力。对于天文学家来说，前一个条件靠的是极力争取，这里暂不讨论。后一个条件要求设备设计和实验运作结为一体，靠的是基本功和创造力，可谓是学科的基础力量所在。下面我们将以上述三项诺贝尔奖的工作为例：

“四大发现”中测出宇宙背景辐射的虽然只是美国宇航局闲置的一个小设备，但它用在实验所需要的厘米波“绝对测量”上却是极佳的选择。脉冲星的发现靠的是研究团队自行设计和搭建的天线系统，虽然价值仅两万英镑，但在测量“超高速变化”的米波信号上却能恰到好处。这两项导致诺贝尔奖的工作，都是由年轻人运作的。他们都是在处理观测结果时表现

出敏感的观察力和锲而不舍的探究精神，意外地获得了重大发现。

这些例子里我们注意到了两个“厚积”：一是，“量体裁衣”能力的“厚积”。这里隐含着有一支精悍的、善于“裁衣”的天文仪器研制团队；二是，年轻人的这种良好科学素质的“厚积”。这告诉我们大学教育（甚至更早期的素质教育）何等重要。

这两项发现当时立即产生了震撼并很快得到了理论解释。这同时显示出了西方天文界在理论人才上的“厚积”。

另一个诺贝尔奖的例子是综合孔径射电望远镜系统的首创试验，同样反映了基础层面上的雄厚功力。当时英国天文学家是用了最原始的电子计算机和因陋就简的干涉仪系统完成的。接下去美国以此为根据，动用巨大投入，建造了“甚大阵综合孔径望远镜（VLA）”，为尔后天文实测源源不断地提供高水平的“积累”。

访：这是一个常态科学与科学发现的关系问题。科学上重大发现常常是在常态的科学研究生发出来的，所以长期的基础积累非常重要。

王：按照这些分析，“文革”十年使我国天文学陷入“陡跌”的损失，在基础性的“软要素”上当更甚于高技术、高投入等“硬要素”。

这加倍使人想起老一辈创业中的远见。具体说来：

其一是前面说的他们很早就关注到了天文仪器



王绶琯（中）与张家祥（右）、李元（左）。王绶琯早期在紫台时，张家祥随张钰哲先生从事小行星研究；李元为科普专家，50年代后期随陈遵妫先生从事北京天文馆创建。

作为一门科学分支的建设，以积蓄“量体裁衣”的力量。

其二是人的培养：建国初期南京大学就启动了天文教育，不久便成立了天文系，天文系和天文台在老一辈人带领下合作无间。同样，后来在北京，程茂兰先生回国不久就和周培源先生共同启动在北京大学创办天体物理专业。此外，除了基础教育，还有我和陈彪这一辈人，老一辈的“放手、支持、扶植”是我们亲历的，这已在前面说过。当然，受到他们扶植的还有其他人，就不都说了。

其三，“文革”之后再度“继续创业”的时候，中国科学院还是有了五个天文台和一个天文仪器厂。其中的研究力量，包括我自己和陈彪等人，绝大部分都是从当年的“母台”和“母校”出来的。

试想：如果没有“文革挫折”，我国天文在那十年中将会走到哪一步？

以上是我亲感的老一辈创业中的奠基性贡献，当然还有后面将要讲的精神上的“薪传”。

今日缤纷——从中华传统文化精华 与现代科学文化的融汇理解老一辈

访：现在国家经济繁荣，科学发展的条件今非昔比。此时怀念老一辈天文学家，您觉得我们可以得到什么样的启示？

王：当然大家对“缤纷”的“今日”都很熟悉。我的话题只限于对老一辈的怀念，同时也是对他们的进一步的理解。

今日距当年“科学的春天”已经三十年，老一辈都已经离开了我们。天文学和我国科学的整体情况一样，学科面貌和外部条件都有了很大的变化，同时也出现了一系列深层次问题。如前些年的“李约瑟问题”，近年的“钱学森问题”等等，都引发了人们的深思。而这些“质疑”都应当从文化层面上来寻求答案。

访：关于“现代科学文化”和“我国传统文化”。

王：是的。那时我是想要说明，我国老一辈科学家五四时期引进“现代科学文化”，是和他们身上的中国传统文化相融合的。但是上述两个“质疑”，却

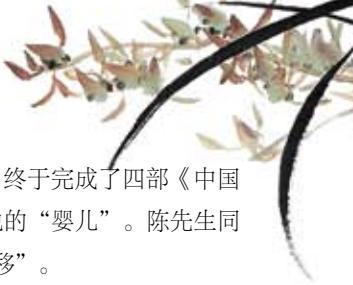
可以理解为正是对这种融合（或其效果）的质疑。这些质疑意义重大。但我只能暂且站在一旁，先把从老一辈的“身教”中得到的感受说一说，算是“一己之见”吧。

自古以来，自然科学行业的社会分工就是“认识自然”。现代科学始自牛顿时期，强调“自由探索”，并把“科学认知”定格在“逻辑（数学）原则”和“实验原则”的框架上。由此产生的各种行为规范形成了“现代科学文化”，成为现代物质文明和精神文明的支柱。但是，单有规范是不能运转的，必需有动力。我赞同法拉第用人们对待婴儿的心情来比喻科学工作者对待科学。（这里特别值得提一下：科学是“价值中立”的，但是实用中的立大功、致大利却总是出自科学成果。如果由此把功利凌驾于科学，则将是落入“舍本求末”、“急功近利”的陷阱）。父母对婴儿总是殷切期待的，但自然地“以儿为本”、“只问耕耘，不问收获”，以淡泊的心态对待功利，更不“揠苗助长”！这种“出自人性”的动力是“超科学”的，比如说可以来自宗教信仰，也可以是出于个人执着的爱好或“自我实现”。在我国，则可能得自传统的“道”：科学的“道”是“坚持求真”，“志道之士”当以“富贵不能淫，贫贱不能移，威武不能屈”的操守自律。（“志于道”的志士。所志的“道”会不断地得到革新，而所守的“志”则保持了民族传统的精华。）而我的“一己之见”是：1、几位天文前辈在工作中是带回来了“现代科学文化”的；2、他们是像父母对待自己的婴儿那样对待天文学的；3、从他们那里是都看得到传统的“志士风范”的。

访：文化确实是科学发展的土壤。您对老一辈的天文学家的回顾，其实就是在讲述一种“传统”与“现代”相融合的科学文化。

王：现在我就择要说三点老一辈的事：

1、1953年，我初到紫金山天文台的时候就感到了张钰哲先生是在“抚养着两个婴儿”，他毕生钟情于太阳系小天体（小行星、彗星）的研究，但是为了“另一个婴儿”（中国天文学科建设）对前者他只能分出很少一部分精力，南京晴夜很少，但张先生耐心地夯实基础，成绩斐然，今天他的后继者已使我国这



门学科跻身于国际之林；最初他只带一个学生——张家祥，张家祥高中毕业时就到紫台，张钰哲先生慧眼提携，使他卓然成家、成为一门学科的领军者。

2、张钰哲先生等几位前辈接手紫金山天文台“继续创业”的时候，“怀抱中的这个婴儿”是严重地“先天不足”的。为此我也就更能理解当时张、李二位先生为什么一直迫切地敦促程茂兰先生回国开展天体物理了。但是，如果中国传统只重实用，加上“大跃进文化”以及后来社会上时而出现的“向钱文化”、“政绩文化”等等，张、李先生的这一举措，一经对比，很容易就会被赋予“让贤”的意义，这当然是“高风亮节”，但他们自己可能根本就没有这么意识到。这使我又想起一件事：我回国之初，南京大学正在组建天文系，当时主持天文专业的赵却民先生曾力邀时在北京的戴文赛先生来南京负责。他们这种风度在我国历史上也能找到，如东汉大儒郑玄把自己为《春秋传》做的注全部送给“先未相识”的服虔。而这件事在《世说新语》中被归入“文学”而不是“德行”或“雅量”类，可见著者是把它看作“文化现象”了。这些也许可以算是我对老一辈融汇“中华传统文化精华与现代科学文化”的一个旁证吧！

3、上面这些也许可以加入对“李约瑟问题”的讨论。对于“钱学森问题”，我觉得钱先生可能会同意当代中国是出过像叶企孙这样的科学大师的。大师们会怎样回答钱先生的问题？可惜叶企孙还有吴有训先生“文革”结束后不久就离开了我们。天文“三老”是他们的同辈人。这里我们就说说“三老”的两三事，当然不足以“答问”，算是一点可供意会的启发吧！

先说张钰哲先生的一件事。1980年，当时连续几年“返城高潮”，人们不顾一切地返回东部大城市，既为了生活，也为了工作。但这时，紫台得到了很难得的外汇支持购买了一台毫米波望远镜，他们决定把它放在青海，因为那里是最干燥的高原，而且人烟稀少，适于毫米波天文观测。当时权衡利弊、争议很大。张先生极力支持青海建台，并自己率队到那里寻址，当时他已经78岁高龄！“文革”中似乎举国都被“威武所屈”了。张先生此举表明“怀抱婴儿”者仍然“守护着他”，“贫贱不能移”！

陈遵妫先生在“反右”中已经受了打击。晚年加

以双目失明。但他发奋著述，终于完成了四部《中国天文学史》。天文学史正是他的“婴儿”。陈先生同样证明了自己没有为“贫贱所移”。

李珩先生表现的是另外一种方式。他对天文学的发展始终关心，不但是世界上的新发展，还包括发生在我国各个天文台的许多事。他对天文学的感情可谓始终不渝。他终生没有放弃“怀抱中的婴儿”。

今天老一辈离开我们至少已近20年，他们没有见到、也不会预料到今天我国经济的巨大发展和伴随着出现的种种问题（比如：“富贵不能淫”的问题）。而“钱学森之问”并非明知故问，其中除了文化关切，还有更重的家国情怀。今天怀念老一辈他们，眼前闪耀着他们的光影。言不尽意。这里姑且录下紫金山天文台五十周年庆典时写的一首词，以表“师德之念”：

念奴娇·紫金山天文台 建台五十周年

（1984年）

石头城上 望钟山
几颗明珠璀璨⁽¹⁾
昔日余郎风韵在 错落司天庭院⁽²⁾
眼底山河 梦中风雨
五十年光换
高朋齐集 相邀共探云汉

还记百废初兴 张孙陈李
要把羲和挽⁽³⁾
桃李满园春四溢 香遍沪昆京陕⁽⁴⁾
张令遗章 郭公旧制⁽⁵⁾
待见新篇撰
长空极目 江光山景无限

(1) 石头城：古金陵邑城名，现泛指南京。钟山：古金陵山，又称紫金山。明珠：紫金山天文台建在紫金山第三峰上，银色天文圆顶远望如明珠。(2) “昔日余郎……”二句：余青松（1897年～1978年），紫金山天文台的主要创建者。建台时为节省经费，亲自勘测和设计台上建筑。司天为古代掌管天文的职务。(3) 张孙陈李：张钰哲、孙

克定，新中国成立后首任紫金山台长、副台长。陈遵妫、李珩当时和张、孙一道，主持我国天文建设。羲和：古代神话中驾驭太阳车的神；又传说中古代掌管天文的官。(4)上海天文台、云南天文台、北京天文台、陕西天文台，建

设时骨干力量均来自紫金山天文台。(5)张令：张衡（78年~139年），东汉时期伟大天文学家，曾任太史令；郭公，郭守敬（1231年~1316年），元代伟大天文学家。紫金山天文台陈列有他们的像和仿制仪器。

深念 ——《张钰哲论文选》序

十年前应王德昌、李元同志之嘱，为《张钰哲论文选》作序。捧卷凝思，睹文生情，一幕幕往事夹着情感，不自觉地渗入笔端。序写好后，觉得颇不中矩，却是把许多思念都寄放在字里行间了。今值纪念张先生诞辰一百周年，谨在此重录原文，再表其中深深的思念。（2002年9月）

福建科学技术出版社出版《张钰哲论文选》，收文四十七篇，基本上反映了张先生一生天文研究的经历。张生成名于我国现代天文研究萌芽之际，而建国以来，受命主持新中国天文的创建达三十六年。他的科学建树，实非几十篇学术论文所能概括。

我邂逅张先生在四十年前（1952年），那时我在伦敦。一封他自南京的来信，笔迹畅雅，语言率直。虽然我们素未谋面，但信中他毫无置疑地把我视为共赴祖国天文建设的同道。一纸延聘的文书，在我看来毋宁是一位长辈对一个年未满三十的后进者的叮咛。回国之后，最初我在张先生左右工作，觉得他不苟言笑，甚至偏于严肃，似乎与我当时读信所得的印象不甚一致，但是相处日久，就感到了张先生严肃中实则蕴蓄着深情。尤其是对年轻的一辈，他有教无类，不计学历、资历，甚至不计他人的嫌隙，为一些青年人他曾经不惮烦劳，把着手言传身教；为一些同志也曾经力疾陈辞，“披乌纱帽”以相庇护；在同辈之间也是一样，天体物理不是张先生的专业，而张先生与负责天体物理工作的李珩先生鱼水相得，为我国天文学各个分支学科研究人员的同舟共济树立了一个榜样。1957年，天体物理学家程茂兰先生回国主持北京天文台的筹建，张、李对程的极力引荐、赤诚相助，此情此景，至今许多人仍然历历在目。这些事今天都已经

成为追忆，但却使我豁然理解了第一次读张先生信时对他的字迹的印象，字如其人！如果不是有如此率真豁达的胸怀，岂能有如此畅雅的书法！

张先生精通天体力学，同时在创建我国小行星、彗星的探索和研究上倾注了很大的精力。但他作为我国的首席天文学家，对当代天文学主流的天体物理学的建设，始终备极关注。数十年中我曾经三次有幸直接参与张先生指挥下的工作，三次都与天体物理建设有关。第一次是1954年，张先生主持与德国蔡司厂工程人员合作，修复紫金山天文台的60厘米返光望远镜；第二次在1957年，张先生为在北京地区建立以天体物理为主的天文台，亲自到北京开始调查、勘察；第三次是1980年，张先生以七十八岁高龄，率领一支专家队伍，到青海柴达木盆地为毫米波天文观测站定点。这三件事正好是我国天文建设在三个不同时期中的不同典型事例。它们以及与它们同一时期的许多事，所含的内容完全可以看成是应在本选集中占一席之地但却没有形成文字的文章。

在前辈科学家中，张先生以严肃闻名。他的严肃首先用以律己。有一次长途旅行中，他曾给我谈到讲授天体力学的经验。他说他每讲一章。都必定先要仔细掌握每一个段落、每一个环节，然后从听课者的角度分析、条列，最后在课堂上检验效果。凡是听过张



先生讲课的人都会觉得他的课举重若轻，易学易记，但不一定都意识到贯穿在其中的一丝不苟的精神和无数的心血。狮子搏牛用全力，搏兔也同样用全力，从这本文集不同时期、不同层次的文章中，我们当可以领略到张先生的这种治学精神。

张先生外观上的严肃到晚年有所“舒缓”，而内心的严肃则牢植在他的学术生涯的方方面面。这种严肃在有的地方几乎近于严厉。对于他认为（当然他也不能样样都对）学术上华而不实、特别是不尊重他人贡献的行为，反应往往非常强烈，有时达到愤怒的程度。熟悉张先生的人回顾往事，觉得张先生有时不免偏激，另一些时候也不免过于严谨。但所有的人都会称许张先生的正直。有人回溯数十年潮起潮落的岁月中，竟不能找到一句浮夸之辞或溢美之誉出自张先生

之口，这一点实使我们许多后辈自愧弗如。

王德昌、李元同志编这本选集，为我们整理了张钰哲先生在半个多世纪的科学追求中留下的珍贵遗产。这里包括了经过精心选择和编排的文章，也包括了由这些文章触发起的对张先生学术风格的记忆和体味。张先生的学术风格代表了我国天文学从式微走向复兴的转折点上一代人的风格，其中闪耀着我们民族历代科学巨匠“为学志道”的传统。张先生的著作在他生前我多曾拜读，而今临窗披卷，遥望云天，心中不禁涌起范仲淹赞严子陵的几句歌词：

云山苍苍，江水泱泱，先生之风，山高水长。

愿以此移贊以张钰哲先生为代表的我国老一代的天文学先行者们！

1992年7月 北京

中关村诗社二十周年怀克定孙老

(2009年10月8日)

生查子

一

桃源或可寻
五柳读书处⁽¹⁾
往事涌如烟
散作桃花雨
桃花逐水流
欲共刘郎去⁽²⁾
去路隔仙凡
烟雨桃花渡

二

桃源果可寻
要在心安处⁽³⁾
不怕上层楼
十日九风雨⁽⁴⁾
不辞孺子牛
起步崎岖路
不惜立淤泥
相对亭亭侷⁽⁵⁾

孙老去年仙逝，享年九十八。（1）陶潜《五柳先生传》：“好读书，不求甚解，每有会意，便欣然忘食。”（2）用刘晨、阮肇上天台山遇仙故事；（3）苏轼词：“此心安处是吾乡”；（4）辛弃疾词：“怕上层楼，十日九风雨”。（5）宋周敦颐《爱莲说》：“…出淤泥而不染，…香远益清，亭亭净植，…”

临江仙·缅怀陈遵焰先辈

(2005年5月)

修历摹天兼治史 天文荒地新耕⁽¹⁾
钟山再上涕纵横 曙前家国恨
劫后补天情⁽²⁾
自古畴人多濩落 焉知帽重身轻⁽³⁾
杯中真味快生平⁽⁴⁾ 左丘终愿遂
四卷见峥嵘⁽⁵⁾

(1)词的前阙头两句：编历、建天文馆和写《中国天文学史》是陈先生在学术上的三项重要贡献。三者都是首创。

(2)前阙三、四句：抗日战争前陈先生参与紫金山天文台的首建，抗战期间经历了日寇入侵、天文台西迁、陈先生家属在敌机轰炸昆明时罹难，他“再上钟山”时台上满目疮痍。前阙末句“补天情”指陈先生以极大热情投入新时期天文台建设。(3)后阙头两句指陈先生被错划右派事。畴人是古代对天文、历算学家的别称；濩落意为“大大咧咧”。(4)陈先生喜欢喝一些酒，每日一瓶啤。(5)春秋时期历史学家左丘明双目失明，坚持治史。陈先生晚年同样失明，完成了四卷《中国天文学史》。

W.N.Christiansen 与中国射电天文学童年的亲切回忆

从1963年到1998年，W.N.Christiansen曾不下十余次访问中国，为中国年轻的射电天文团队带来宝贵的学术信息、专业指导，以及一切可能的援助。作者从回忆中提出自己深刻感受到的两个典型经历——“沙河实验”和“密云米波综合孔径射电望远镜的研制”，来寄托一代中国天文工作者的思念。



1987年克教授和夫人与当年中国的“射电天文年轻人团队”聚会在北京

前言

童年的回忆是亲切的。中国射电天文学的童年遭遇到了不寻常的曲折和艰难。当年这个非常年轻的、刚一启步就走进了暴风雨的第一支中国射电天文团队的人们，回忆中永远不会忘记一位来自西方的长者的身影。W.N.Christiansen，中国同事们亲切地称他为克教授（“克”是Christiansen第一个音节的中文发音），这一时期里他曾不下十余次远涉重洋带来了宝贵的学术信息、专业指导、以及一切可能的援助。

“学科童年”的这一切回忆，至今仍然历历在目。其中的感受实不是一般语言所能表述。这里我们借最典型的两三事，来寄托这一整个年代的思念。

沙河实验的回忆

克教授第一次访问中国是在1963年。当时中

国科学院北京天文台有了一个在北京近郊沙河的基地。射电天文部分在那里放了两台cm-wave solar radiometer，是当初模仿苏联的。到60年代初我们与苏联的来往已经很少，与西方则完全隔绝。当时我们这支除了一两个人外全部是20岁出头的年轻人的队伍，和全国一致，要“自力更生”、“走进科学”。然而中国的电子工业那时也处在草创阶段，要自力更生，技术上只有米波段的设施相对容易实现。经过反复掂量，我们选择了从米波太阳观测着手，并考虑采用Christiansen Cross。到1963年，为之配备的32面天线正在加工，安置天线阵的站址也已经基本上选定，但是涉及技术关键的传输线问题未能解决。当时同轴电缆国内尚不能生产，而向苏联和东欧进口又难以落实。整个阵的整体技术更是心中无底。所以当突然被告知Christiansen Cross的创造者Christiansen教授即将来访时，简直是一个自天而降的惊喜！

这种惊喜的强度还因为一个大家都知道的事实而倍增。那时中国科学界和西方隔离已经十几年，中间像隔了一堵密不透风的墙，这时是墙上第一次开出了一扇窄门，而走进窄门的竟然就有我们最需要见面的克教授。

在和克教授这次简短的见面中，他邀请了作者访问澳大利亚。1964年作者和吴怀瑞博士如约到了悉尼，那时中澳两国尚无外交关系，我们就住在克教授家里和悉尼大学宿舍。

这次访问中我们走访了澳大利亚各个射电天文团组，得以了解当年学科发展的大局，并建立了一些联系。和克教授一道，我们仔细讨论了北京天文台射电

W.N.Christiansen和作者在Fleurs





沙河的4面试验天线阵



密云28面天线米波综合孔径天线阵

天文学的发展途径，确定了克教授1965年再次访华帮助我们面对天线阵的技术难关。

1965年，我们在沙河临时安装了4面6米天线，进行天线阵的“中间试验”。克教授一到就指导大家动手制备他专门设计的twin wire transmission line系统，原材料是当时我们很容易找到的铜线。用两根平行的、直径4mm的铜线组成传输线，利用套在铜线上的铜管制成了两路射频信号相加的“加法器”和电缆与铜管之间过渡的“matching transformer”。还自己制作了测试驻波用的detector。通过加法器在双线上左右滑动，可以调整两路信号的相对相位，从而完成“两—两相加”。

沙河的实验完成之际，中国开始陷入十年动乱时期。工作脱离了常轨，直到一度停顿。但是到1967年，16面东—西方向米波Christiansen array还是在新建的密云站天文基地上完成了安装和调试（这时的计划已从32面cross阵改成16面东—西阵），并测到了太阳一维图。

这个twin wire transmission line系统的完成不只是完成了一台新的射电天文观测设备，同样重要的是它为我们这一支初出茅庐的队伍上了深刻的一堂课：如何在条件困难的情况下能够因势利导做好科学的研究。而这正是我们所理解的“Christiansen作风”。

密云米波综合孔径射电望远镜研制的经过

1966年之后全国天文台的工作曾一度停顿。到了70年代逐渐有所放松，其时密云站的射电天文研究时断时续。这一期间克教授多次来华为我们传达世界射电天文发展的消息。我们当时力所能及的一些工作也一直得到他的支持（他有时甚至为我们带来所需的小电子器件）。1973年，当我们得知Fleurs天线阵改装为综合孔径的消息时，觉得密云一旦恢复工作，这将是最好的努力方向。克教授来访时仔细讨论了这个想法。当时他做了一个那个时候看来非同寻常的举动：向中国科学院提出邀请两位射电天文学家到澳大利亚交流。1975年，密云团队的陈宏升博士和任芳斌博士应邀访问悉尼大学八个月，学习Fleurs综合孔径的模拟接收系统的硬件技术。这为后来的工作提前做了得力的准备。1976年中国的动乱结束，密云开始逐步恢复秩序。当时的第一件事就是把密云天线阵改装成earth rotation aperture synthesis望远镜。于是想办法收回在动乱中散落到各地的天线（原先为了cross array曾制造了32面天线），连同密云阵的16面，把口径从6米加大到9米，组成28面的阵。^[1]

密云综合孔径系统的研制同样经历了一个渐进的过程。当时的起点很低。物质条件困难，技术力量



6

Beijing Radio Astronomy Group

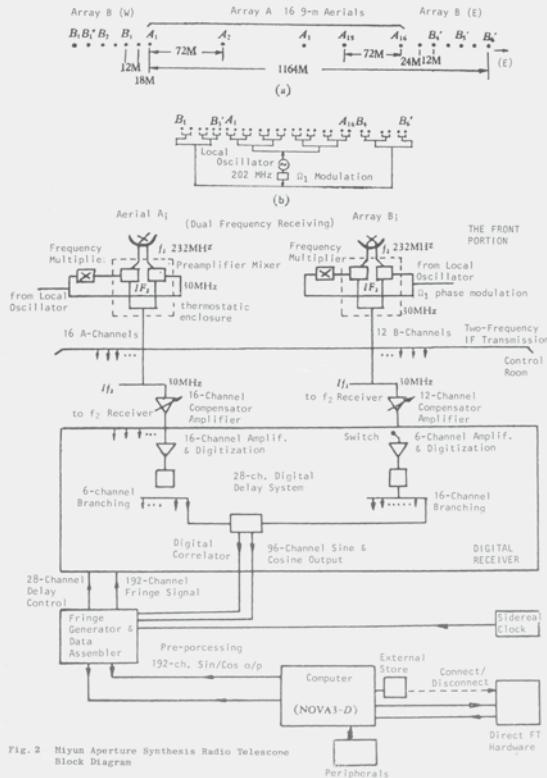


图1：密云综合孔径总体结构图

直径9米天线共28面。分为A阵（16面）及B阵（12面），按图中排列，共构成基线为 $3d_0, 4d_0 \dots 194d_0$ 共192副干涉仪。

每面天线有效面积 $\geq 22.3\text{米}^2$ 。

工作频率232兆赫，频带宽度1.5兆赫。第二工作频率408兆赫，频带宽度1.5兆赫。

本振分支的电路程全长650米，中频电缆全长1000米。电缆埋在地下，深1.5米。

前置放大器总增益 >50 分贝，噪音系数平均1.2分贝。

数字化接收机，共有96路数字相关器，及28路模拟线路。天线阵同一时间仅用192副干涉仪的一半，即96对工作，每轮观测分两天观测完。数字接收机每20秒输出一对字长为4比特的数据，经采集系统后送NOVA-3D计算机。

图像处理由傅里叶变换硬件完成。后期将增加计算机快速变换软件。

指标：一轮12小时观测，信噪比为5时的极限流量为 0.05Jy 。（232兆赫天空背景噪音平均 $\leq 200\text{K}$ ），408兆赫系统略同。232兆赫系统分辨率 $3' .8 \times 3.8\text{csc}^\delta$ ，408系统 $2' .2 \times 2' .2\text{csc}^\delta$ 。视场大小 $\sim 10^\circ \times 10^\circ$ （232兆赫）。当用作多天线干涉仪模式时，A阵16面相联相当于一面直径36米天线， $4' \times 10^\circ$ 扇束。12×16复合干涉仪模式相当于一面47.4米直径天线， $4' \times 10^\circ$ 扇束。后者用10分钟观测，可得极限流量 $\sim 0.2\text{Jy}$ （信噪比5）。

薄弱。但是有了此前的那些准备，得以自然地和早期（在沙河时）一样，明确了目标，在条件困难的情况下因势利导、发掘潜能，保持进取。这个阶段的主要问题是引进数字技术和解决复杂的数据处理。这同样得到了克教授的倾力帮助。1979年他派遣他的研究生邝振焜博士来北京帮助组建数字接收机。1980年，他又邀请两位密云同事，陈宏升和郑怡嘉到悉尼，熟悉Fleurs综合孔径的软件和硬件技术。

至此密云米波综合孔径系统确定了最后的蓝图。继后用了大约四年的工夫完成了全部实验、安装和调试。今天回想这一系列过程，正是它带动了密云这支队伍跨进了技术现代化的门槛，而在这长达十年的崎岖征途中，始终贯注着我们的良师益友，

W.N.Christiansen的关切和引导。

密云米波综合孔径望远镜于1984年正式投入使用。克教授专程来华参加了设备的鉴定。



1984年，密云米波综合孔径望远镜鉴定会。



克教授夫妇和郭沫若（第一任中国科学院院长，左六）和夫人（左八）、吴有训（物理学家，中国科学院副院长，左四）、周培源（物理学家，北京大学校长，左三）、程茂兰（天文学家，左二）在一起。这是一张很有纪念意义的照片，摄于上世纪60年代。虽然很“正式”，但是记录了克教授和夫人和这几位当时还不算很老的“老科学家们”在一起。

克教授与中国科学院

仅仅用两个事例虽然不足以概述“克教授与中国”超过三分之一世纪的岁月，但它们是典型的，令人深志难忘，足以代表一代亲历者心目中的克教授的人格魅力和他对我国射电天文建设的贡献。当然，他与中国天文学的关系不止于此。三十多年中他熟悉中国的每一个天文单位及其射电天文团队。北京天文台之外，还有紫金山天文台、上海天文台、云南天文台、乌鲁木齐天文站，都留有克教授多次讲学、访问的记录。而全国各个天文单位的天文学家（不止是射电天文学家）历年访问过澳大利亚的为数众多，无一不曾受到克教授和夫人的热情款待和具体帮助。克教授积年介绍过许多射电天文学家到中国。许多如R.H.Frater、George Miley、Miller Goss、Bruce Slee、Richard Wielebinski……都和我们结下了深厚的友谊。他们还和克教授一样，身体力行，导致当初曾经长期处于封闭的中国天文学加快融入国际天文社会。克教授还以他个人在学术上的国际影响，为中国恢复在IAU、ICSU、URSI等国际组织中的活动做了大量卓有成效的工作。

克教授对中国的深情厚谊，不止属于密云射电天

文团队，也不止属于中国天文界。他以自己的学术造诣和诚挚的感情受到我国广大科学界的尊敬和欣慕。除了前面所说的和许多天文学家、特别是青年人的密切交往外，我国的老一辈科学家，包括郭沫若、吴有训、周培源等人都和他建立有个人友谊。

1996年克教授当选为中国科学院外籍院士。

最后是1998年克教授在中国科学院第九届院士大会上的两张照片。我们这里以此来结束本文。因为这是他自1963年之后多次来和我们在一起的最后一次。而这次是隆重的场合。现在我们借这一隆重的记录来标志在这个他曾经眷恋过的国度里，他所有的朋友们，面对历史，寄托对他的深深的怀念。

参考文献

- [1] Wang Shouguan: “Miyun Meter Wave Aperture Synthesis Radio Telescope” Chinese Astron. Astrop., 10 1986,3.



克教授在中国科学院第九届院士大会上



克教授在中国科学院第九届院士大会上致辞



《中国科学院北京天文台台史》序

(《中国科学院北京天文台台史》，中国科学技术出版社，2009年)

北京天文台建于20世纪50年代末，到21世纪初并入国家天文台。“台龄”不足五十年，看起来似颇短促。但如果用历史的时间尺度来度量，它还是在我中华古国文明的道路上走过了1/100的路程，而同一时期正是从“大跃进”到“调整巩固”到“文革”到“改革开放”的大动荡、大变迁。准确描绘这一段时代背景恐怕需要的将是一两代历史学家的努力。而在这样的背景下，受其影响，一项事业、一个机构、乃至一个人的经历同样是跌宕起伏，难以写真。可以举一个例子：北京天文台最早的基地——沙河工作站。它一开始的两间竹板房是北台的第一个实验室，启动了射电天文建设；接着按原计划在那里建了“时间服务”、后来又添上了“人造卫星服务”；继而全台各门学科陆续进驻沙河站，使它一度成为繁忙的临时大本营，好几个业务团队在此“整军待发”；“文革”期间，它却变成了一所“牛棚”；而今天这一切都已经消失，雄踞在那里的是一座颇为气派的私立寄宿学校，不过在一个角落里还留有几间屋子见证“天文学的产业化”，还有一个展室，展现了这个小小天文单位的“文物化”。真可谓几度沧桑！

当然，这种沧桑是“正道”、是整体进步的局部反应。而举这个例子可以表明，为这样一个工作站写出有骨有肉的历史绝非易事。这不但因为“历史地”理解这些“沧桑”、或把这些“沧桑”置入历史的框架需要掌握更多的资料、需要下更大的历史学工夫，而且因为这“一沧”和“一桑”之间的历史资料会更容易湮没，而实际上不断地在湮没！

当然，沙河站的情况并非孤立，天文台的其它部分也各有各的“沧桑”或“柔沧”。写出一部北京天文台五十年里的创业的艰辛和发展的曲折，其难度是可想而知的。

然而历史不能不写。这些困难只是说明写这样一部历史不可能一蹴而就，既必须为分析历史背景的影响留出更多的滞后时间，又必须面对资料任务的繁重，尤其是许多资料已经湮没的事实。于是北京天文台台史的编者们决定尽早动手、先把史实的掌握置入日程。

实际上，掌握史实的问题已经迫在眉睫。再以沙河站为例：从最初建台到“文革”结束，工作站先后有过五位负责人，他们如今均已作古；而在那里，足以标志当年一个天文学基地的实物，大部分也已经了无痕迹。

历史，大到一个朝代的正史，小到一个人的传记，总是要分为两个步骤来处理的：首先是见证者的实录，然后是治史者的著述。著述实质上是历史研究，不必拘于一家之手。而实录则有赖于见证者的求实、求真、“细大不捐”。历史研究是长期的，而实物的或文字的、自制的或偶成的实录，则是构成历史的细胞。今天我们关注的北京天文台历史，首先应当是这近五十年中见证到的实录。

回顾20世纪，北京天文台，当年作为我国科学“十二年远景规划”的产物，在我国近代天文学史中占有自己的位置。北京天文台的工作同志有责任为我国天文学记录好、保存好、整理好、以及（后继的）搜集好北台创业过程和发展过程中的各种实录。在档案文献多有缺失的情况下，台史的编者把完成这个任务的希望寄托在当年当事者的回忆上。于是就有了这部史稿。

这些当事的“老同志”今天都已经年过花甲，但他们不负所望，以老同志特有的认真负责，完成了使命。稿按类分篇，分题条列。虽然长短疏密、各有风格，但是每读完一篇，都会唤回一部分不应忘却的记

忆，这是令人感慰的。

这种分题条列的方式，是“储存”资料最合理的方法。这五十年里人与事的变迁中有许多突变和间断，但是业务研究、也就是各门分支学科方面的实录，却都基本上维持了“历史的连贯性”。这应当归功于这方面的“人”大多数没有随着“事”变，因而这一部分实录可以说是为历史资料的继续发掘和历史得失的研讨准备了很好的基础。

与之对照，全局性建设和行政管理方面则大多数是“人随事迁”，实录不可避免地出现了断层、以至缺失。其中时间愈久的就愈严重。这使得创业期间材料的搜集变成格外困难。史稿中把焦点聚集到北京天文台的两位奠基人——第一任台长程茂兰和第一任党委书记肖光甲的“生平”追记上。这应该说是对创业阶段的台史做了最有代表性的实录，唤回的更是一些不应淡忘的记忆：程先生回国主持北京天文台的筹建是当年党的科学政策的体现。由于大家都知道的原因，程先生没有亲身实现他对北台建设的想望，但是他在我国首次引进了现代天体物理观测基地的蓝图，

并具体为台址、设备规模和人员培训定了调；他首次在我国打开了与西方国家深层次学术沟通的渠道；他和周培源先生共同在北京大学首次开设了台系紧密合作的天体物理专业，这些“首创”，其影响都跨越过了“断层”，浸透在北台的历史全程中。同样，肖光甲同志负责执行党的政策，在建设全局上与程先生配合；他带领群众，不辞艰辛，从勘察台址、建立观测基地开始，完成了从零到粗具规模的设备建设、学科建设、队伍建设，为北台尔后的发展打下了切实的基础。围绕这两篇“生平”的事迹，将可望发掘到创业时期更多的史料，而这些事迹和史料的回归，将有裨于北京天文台总史的完整度和可溯性。

记得建台之初程茂兰先生曾经时时带着他的手携摄像机在各种场合摄下影像，随时积累北台建设的记录。可惜在后来的动荡年月里人们普遍失去了这种从容，而大家也始终未能延续程先生的这一倡导。今天这部史稿的诞生，或许也可以稍报程先生的这一初愿。

2006年 北京

读《博克传》

(《中国科技》，2000年第10期)

巴特·博克和他的妻子普丽西拉·博克的名著《银河》于1941年问世。1945年出了第二版。我和我的许多同辈在跨进天文学门槛的时候，第一次神游宇宙就是凭着一册《银河》跟随着作者去游历的。那是一次“身在庐山中”来识别“庐山真面目”的游历。一路上峰回岭转，调动起了全副想象力，转而唤起了对探索宇宙的更深的向往，也引起了对巴特·博克的仰慕。

在那之后不久我加入了探索宇宙者的行列。转眼三十多年，我有幸见到了巴特·博克。那是1982年，当

时他应邀访华。普丽西拉已经去世。他也已经七十六岁高龄。长者的温厚加上对中国的热情使得和他接触的人都有一种一见如故的感觉。当时他在北京给大家作了系列报告，讲银河系。那几年博克周游列国。他的报告已经遐迩闻名。但我却联想起了三分之一世纪以前的那次银河之旅。算是“旧地重游”之感吧！可是这时博克的《银河》已经出到了第五版，其中的风光早已今非昔比。而博克则豪气未消。虽然他的健康状态不怎么好，但一登上讲台，就顿时变得挥洒自



如，可以说和我当年想象中的形象翕然吻合。他娓娓而谈，似乎又回到了和普丽西拉一道，亲切地把大家让进他们辛勤营造的科学境界：时而高眺俯瞩，指点江山；时而登堂入室，历数家珍……

巴特·博克是当代天文学名家兼科普名家。不寻常的是，他的讲演超越过了一般名家的精辟和渊博，在一串串幽默多智的语言背后透出了一种无言的恳切，一种近于虔诚的、要把知识和乐趣与人共享的恳切。

这种精神令人感动。博克在访问中国之后不久就离开了人世。现在放在我面前的是一本《博克传》。大标题为《推销银河系的人》。作者D.H.利维用“推销（sell）”这个词来概括博克的一生。“推销（sell）”，用在这里，是经过商业文化过滤后的通俗用语。应当可以理解为一种热中希望别人接受的那种锲而不舍的精神。如果这种理解正确的话，那么我们心中留下的博克的印象大体上与此相符。这是令人高兴的。因为我们和博克毕竟只有一面之缘。而现在有理由期待，这份虽然短暂却是十分珍贵的回忆会随着我们进入这本书的章章节节而变得清晰和实在。

我相信，在诸多文学创作中，传记也许属最难之一。把传主一生六、七十万个小时的经历、思想、感情压缩到六、七个半小时，甚至六、七分钟就可以读完的书或文章里。作出这样的大剪裁，既需要靠感（感悟）和受（理解）的大概括，又需要靠表（入理）和达（入情）的高浓缩。而这些又必须受到史实的约束。既要发挥想象力又不能放纵艺术夸大！

无疑，一部好的传记，需要有不同程度上的大手笔。

当然，一本传记的基本条件还是在于传主本身“有传可记”。（历史上不少名家，或出于情谊，或由于金钱、权势的驱动，写出过不少难以恭维的墓志之类的谀颂之作。实在是有玷盛名，实在可惜！）只有传主的“事迹和心迹”能够深为作者所感所受，而作者的修养又足以表达这种深度时，作品才能够和其他的文学艺术精品一样，获得“生命”而传世。

“深”是灵魂。包括对事理的理解和对人物的感情。这是古今名著的共性，尽管不同作者的手法可以很不相同。

司马迁写蔺相如，传主是作者心目中的英雄。

全传只写三桩英雄事迹，浓墨重彩，有声有色。涉及的人物只有几个，总共不及二千字。千载后读起来还“凛凛有生气”。鲍斯韦尔写约翰逊博士，传主是作者心目中的尊师。全传用了七十万字，工笔细描，按年记下了日常的谈话、起居，详细而生动。读起来使人犹如与大学者约翰逊相伴，身历十八世纪的英国社会文化。

我无意到名著群落中找寻《博克传》的位置（这应当由历史从容地给予定位）。但这部传记是一位颇有成就的业余天文学家兼作家，经过五十多次直接采访，伏案十年，用了二十五万字的工笔，间以浓墨重彩，描写出的一位他“非常钦佩和尊敬”的天文学名家的生平。可读性当然是很强的。

书中我们读到的是一位典型的、受到二十世纪西方传统文化塑造，同时也参与着塑造同代文化的天文学家巴特·博克。他的一生的大部分，生活在两次世界大战和尔后冷战时期的美国。在这个大合大开但不无“傲慢与偏见”的大环境里，他和许多严肃的科学家一样，用自己职业性的科学思辨来保养自幼接受的传统文化和理念（包括从诸如“自由、平等、博爱”这些世代流传的观念，到往昔某种“骑士精神”的遗留）。他的这种“科学良知”在现实世界的揉搓和冲撞、纠结与拉伸中表现出了自己的人格魅力。加上他，作为一个成功的科学家，有着所有成功科学家所具备的那种敏锐、勤奋，那种“为学不知老将至，富贵于我如浮云”的气质。这种气质是超越时代的，当这一切被包装在“时代的”光色互参，明暗交错的“舞台灯光”里时，衍伸为一个科学追求上一往无前，朗爽但是时而任性，大度然而不失精细，刚正却留有一丝狡黠的科学名家的形象，以及一系列不乏惊人之举的趣事轶闻。

对于我这样一个异国同行晚辈，文化背景悬殊而行业志趣一致。在进入这本书的章章节节时，时而会不期然地牵动起一种陌生而又亲切的感受，或，竟是因为陌生而显得格外亲切的感受！如：

·传记的第一章第一页就读到了一个十二岁的童子军博克，因为不会辨认星星转而发愤与星星为伴，从此成为最热烈的“追星者”终其一生。隔了几章，我们读到了一个廿二岁的青年天文学家博克，闪电式地

向一位长他十岁的女天文学家求婚，接着很快结成了终生形影不离的模范“天文学情侣”。这些不无一点陌生的辈，似乎很任性，但却是无比忠贞（“忠贞”二字，带着我古国传统的光环。因为没有找到近于时尚的字眼，这里姑借一用）。

书中的博克尽管交游很广，但用我们的说法，他始终是关闭在“为科学而科学”和“为兴趣而科学”的象牙塔里的。我想博克如果今天和我们在一起，他一定会高声宣布自己的确是“为天文而天文！热爱天文！”但他一定不会接受“关闭”的说法。因为自我关闭绝不是他的风格。事实上，博克一生固守的一个原则是“天文学家必须把自己的天文知识奉献给大众”。他身体力行，成为二十世纪对公众作普及演讲次数最多的天文学名家之一。他心中的大众非常彻底地覆盖到了社会的最广面和最底层。书中说到博克提出过一条“规定”：他凡是应邀到一个地方演讲，都要在同一天或第二天去给当地中学的孩子们讲一场。书中还在第十三章用整整一节讲了博克夫妇到监狱为犯人普及天文并和一个正在服刑的重犯交了朋友的故事。这些事虽然算不上陌生，但亦属珍闻，使我们在天文学家巴特·博克那种近于痴迷的学术追求和近于虔诚的普及奉献中，感受到了他身上的传统人文精神的浸润。博克并没有走出象牙塔，但是把象牙塔的范围伸进了社会公众的最广面和最底层。

1975年，书中以及附录《博克缘》（卞毓麟作）都说到普丽西拉（当时抱病已经三年）对巴特说的两句话：

“船底座η，那就是我要去的地方”，（船底座η，这个银河深处的一抹云光，印下了博克夫妇半个世纪里多少次比翼齐心、上下求索的行迹！）她说：“巴特，你将来到这个星云里来找我吧，我们将观看

恒星在眼底下形成！”。

生死恋，古今多少海誓山盟。夜深人静、遐望银河，容易使人联想到《长恨歌》里的名句。然而，普丽西拉这几句朴素的、倾注情爱于生命的表白，却不是《长恨歌》故事主人公所能企及的境界。我希望我们今日的白居易能够挥笔为这一对天文学情侣谱一首新歌，当然不是“长恨”，是“永恒的同心”。

写到这么多，生怕有的读者会问：究竟你是在读传还是在写传。我想，读一本传记是一个多层演绎的过程。传主把自己的生平有意或无意地表达为他的言谈举止、一笑一颦；作者从对这些表象的感悟，演绎为他的著作；读者则从著作中所感所受，达到了自己对传主的理解与“沟通”，知其所受而感其所感。

“感受”和“表达”，不同的人会有不同的角度和不同的深度。为一个传主立传，作者只能写出他自己心目中的人和物。出自不同手笔的传记虽然可能会“大同小异”，但出现“小同大异”也不足为奇。而对于一篇传记，一百个读者就可以有一百种不同的理解。尽管名家佳作往往能引导理解聚焦、以达到“大同小异”，但也绝不排除某些深层上的“小同大异”。

从艺术的角度来看传记著作。一部好的作品应当是传神之作。作者在富有感染力的表述中会留给读者以充分的感悟空间。我很高兴在《博克传》中找到了这样的空间，从而有可能发表以上这些有异有同的感悟。我相信，不同的读者也都能够从中得到各自不同的感悟。而且相信，许许多多深层次的不同感悟的汇集，当会导致对传主更“深”因而也是更“真实”的认识。

这本书是天文学家何妙福翻译的。他精到的科学理解和流畅的笔法为阅读增添了很多的乐趣。



评席泽宗《古新星新表与科学史探索》

(《光明日报》，2003年6月13日)

《古新星新表与科学史探索》是席泽宗院士的自选集。收文一百二十六篇。写作时间始自1948年，最近的一篇作于2002年。从这部时间跨度逾半个世纪、篇幅达一百二十万字的文集里，我们领略到了一位卓越的科学史学者的学术建树，同时感受到了一位用我国传统文化的精华辛勤地灌溉着现代科学园地的耕耘者的心声。

作为一门学问，科学史处在科学与人文的交汇点上。研究者不但对史料的发掘、考证、诠释要有深厚功力，而且需要很高的科学造诣。席泽宗早年从天体物理学起步，五十年代初期加入科学史攻坚，于今多年领袖我国天文学史研究，其间并把开拓范围扩大到了综合科学史和科学思想领域。

我国古代天文学成就辉煌，为今日天文学史的研究提供了丰富的素材资源。“五四运动”时期天文学的先驱者们在启动学科建设的同时发起了中国天文学史的研究。很多老一辈天文学家都在这方面下过工夫，有的投入毕生精力、卓然成家。在这个基础上，新中国成立后天文学史得以作为一门有了一定积累的学科，有组织、有计划地开展研究。席泽宗的工作的起点基本上与此同步，他的贡献在一定程度上映射出了新时期肇始迄今的学科进展。这部选集记载了他的主要贡献。入选的一百二十六篇论文中，科学史（主要是天文学史）研究占四十九篇，其中以古今科学家的贡献和生平为题的二十三篇；科学史综合研究及工作综述占四十九篇；科学思想方法、科学精神方面十五篇；科学普及十三篇。

古天文学史的研究，在历史科学方法的框架里，突出了利用现代天文学知识和计算方法对古资料作出解释和评价。这种“天文考古”，随着技术方法的进步，以及考古资料的增多，几十年来进展一直比较快。文集中包含有对我国这种进展的阶段性介绍，包括有1949年～1959年，1949年～1979年，1922年（实

际上是1949年）～1982年，1982年～1985年，1985年～1987年各个时间段的综述报告；此外关于中国科技史综述的有：“中国科学院自然科学史研究所40年”（1957年～1997年。本文集649页～655页），“中国科学技术史学会20年”（1980年～2000年。本文集730页～736页）和“A Survey of the Xia-Shang-Zhou Chronology Project”（2002年发表。本文集757页～768页）。这些报告都是席泽宗作为学术主持人撰写的，首尾衔接起来可以看出这五十年间我国天文学史研究走过的历程。

这个历程中席泽宗本人的贡献载于本文集，全部著作目录见780页～794页。这里举出两三个我们认为最有代表性的例子：

其一，1955年的“古新星新表”（本文集30页～43页）以及含“增订古新星新表”的论文“中、朝、日三国古代的新星纪录及其在射电天文学中的意义”（1965年，本文集103页～121页。合作者：薄树人）。这项工作的目标是在古代天文记录中寻找“超新星遗迹”，作者出色地完成了这一工作，为超新星（恒星演化晚期星体剧烈爆炸的现象）的研究打开了新的局面。论文引起了天文学界的轰动，公认为本领域的一项杰作。这种规模的“古为今用”，效果超出了“天文考古”，常常呈现为天文学史研究中的“珍品”。古代喜帕恰斯的岁差研究、中世纪哈雷发现哈雷彗星、当代竺可桢的“物候学”研究，都是这一类型工作的先例。

其二，1973年长沙马王堆汉墓出土的帛书中发现有天文方面的文字八千字左右，作者很快投入研究、取得结果并发表了很有份量的报告（1974年，本文集166页～176页和177页～191页），说明了他学术上“厚积捷发”的功力。

其三，1981年发表短文“伽利略前2000年甘德对木卫的发现”（本文集242页～245页）。作者根

据古籍记载，推测二千多年前甘氏发现的应当是木星的卫星（木卫），经过计算当年的观测时机，并组织肉眼观测木卫的试验，证实了甘氏当时确实能够实现这种发现。这种“仿古实测”，被同行称为“实验天文学史方法”，甚见特色。不久前在我国国家重点项目“夏商周断代工程”中（席泽宗是首席科学家之一），刘次沅等利用1997年3月9日发生在新疆的日食进行“仿古实测”，验证了古籍中所载的“天再旦”现象。（本文集737页~741页：“三个确定一个否定——夏商周断代工程中的天文学成果”，2000年）。这是一项重要的天文成果，进一步体现了“实验天文学史方法”的巨大成功。

整部文集涉及的研究内容覆盖了中国天文学史各个年代的许多重要领域。这里不再缕述。这样的研究很自然地要扩大到其他地域的古代天文学并联系到西方近代天文学的影响。文集中收载的1980年为《中国大百科全书天文卷》撰写的一系列条目（213页~238页：“天文学史”、“中国天文学史”、“中国历法史”、“美索不达米亚天文学”、“埃及古代天文学”、“希腊古代天文学”、“阿拉伯天文学”、“欧洲中世纪天文学”）以及1987年发表的“The Influence of Western Astronomy on China in the 17th and 18th Centuries”（516页~522页）可以代表作者在这些方面的探究。

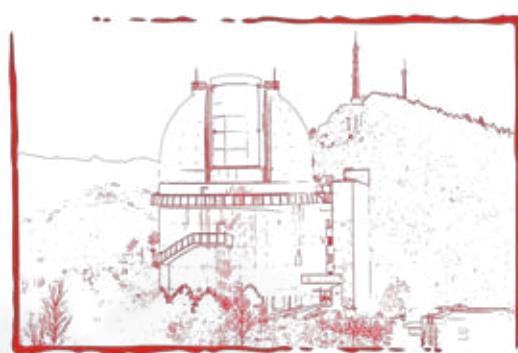
文集的另一个重要部分是有关科学精神和科学思想的篇章。席泽宗非常强调在科学建设中发扬我国优良文化传统，他反对“中国古代没有科学”的观点。为此他发表了一系列很有份量的文章。这里举出其中

的几篇：“孔子思想与科技”（本文集464页~475页，1992年），“中国科学的传统与未来”（本文集639页~648页，1997年），“中国传统文化里的科学方法”（本文集671页~685页，1999年）。

为了写这篇评论，几天来与这本近八百页的文集结了缘，相见恨晚。集里有不少佳作以前曾经见过，但这回好比是走进一个精心设置的展室，品类齐全，陈列有序，使人感到美不胜收。作为一个天文工作者来评论天文学史，我知道，可能会带有职业偏爱，我也意识到一部科学论文集，专业范围比较窄，而且体现的往往主要只是文献价值（因为一些文章的学术内容，无须太长时间就会被新的研究结果所取代，而另一些，包括传世之作，则会被以更加容易理解的方式，比如教科书，来表述），因此面向的读者是有限的。但是这部文集里刊的是科学史的文章，所赋有的人文科学的性质使它会像许多史学或历史著作那样，承受得起更广泛、更持久的参阅和欣赏，加以席泽宗的文章风格，平易里藏着细致，言理不滞，博引不烦，相信更能够为同行和非同行的读者们所接受。

评论这部自选集，主要不在于评价作者的学术造诣，因为这已经有了公论。但是为了评价这部选集能否、以及如何反映这种造诣，我们选择了对若干代表性文章的介绍以说明自己的观点。这些介绍不图全面，也不过多涉及学术细节，但希望能为感兴趣的读者们指出自己的这些体会并与他们共赏。

这本书的编排精致，装帧大方，插图以及图表的制作无懈可击；几天里的浏览中没有遇到错排错印。总之，“好马配金鞍”，增加了阅读的愉快。





《中国业余天文学家手册》序

(《中国业余天文学家手册》，高等教育出版社，1991年)

“知识就是力量”！这一名言出自一位现代科学的先驱者。意思是拥有科学知识就拥有了力量。对照历史，这种知识的拥有者固然可能体现某种自身价值，但却并不拥有“力量”。绝不足以比拟于叱咤风云的壮士或富甲一方的“强人”。但是，近代历史一再说明：一个科学知识水准低下的社会，不管它自我感觉如何，总是极其脆弱、没有力量的。现代社会的整体力量极大地依托于全社会的科学知识水准。所以我们说：“知识就是力量”！

于是出现了这样一种“社会要求”：科学知识的拥有者要使他的知识成为力量，就必须超脱自我，贡献于全社会的“知识投入”。科学工作者、科学教育工作者和科学普及工作者分别从科学知识的开拓、传授、和传播三个层次，致力于这种社会奉献。

本书是一部科学普及著作。在我国社会主义建设中，当前的要务之一是坚持科学技术是第一生产力，把经济建设转移到依靠科技进步和提高劳动者素质的轨道上来。科学普及的任务就是在全社会的多个截面上普遍提高人民的科学素质，把人类认识自然、利用自然、改造自然的“科技王国”的图景，展示、并奉献给广大人民，使人们得以置身其中养成科技意识，激起对科技的追求。

天文学作为自然科学的一个分支，研究领域是广阔宇宙间的物质世界。今日天文普及的贡献是，为人们展示出人类业已探测到的宇宙间物质世界的图景。这往往是引人入胜的。而同样引人入胜的是，它还告诉人们：人是如何使用科学武器，在横跨百亿光年的空间中来探索数以亿计形形色色的天体和天体集团的存在、结构、习性、行踪、以及它们在百亿年的漫长历程中生存和发展的历史。

这本书是三位长年从事天文教育和天文科研的同志为我国天文爱好者撰写的。近年来随着科学的春天

重临中华大地，我国青少年业余天文活动日益活跃。愈来愈多的中学校、科技馆配备了中、小型天文望远镜。大批青少年源源不断地加入到天文爱好者的行列。这是一支生气勃勃的“建设者预备队”。他们从天文普及中汲取科学营养，一方面提高了自身的科学素质，另一方面又自然地成为向全社会传播天文知识的潜在播种者。这本书把焦点集中到他们所在的这一社会截面上，可谓是匠心独运。

全书以“业余天文学家”所能进行的天文观测为中心，以两章共二十七节的篇幅介绍相应的观测对象、观测工具、观测条件、观测方法，以及与这些观测有关的天文现象。对于天文爱好者，这是一部非常实用、相当完备、可供随时参考的“手册”。作者在书的第一章还介绍了天文学史，侧重在中国天文学史。书末的《附录》中录了各种常用的星图、天图、星表。

本书作者之一冯克嘉教授是北京师范大学天文系的一位创业人。三十余年来孜孜不倦地耕耘在天文教育园地上。笔者与克嘉同志在祖国天文建设潮起潮落的三十年里，如水之交，和全国天文工作者一道经历过同舟风雨。如今我们二人俱已步入古稀，而克嘉同志仍能和他的合作者们不辞“爬几十万个格子”的辛劳，再次为我国天文事业默默奉献。感佩之余，记起年前在北京师范大学天文系三十周年之际的几句话献辞，其中一联：

恂恂唯策勤精进
汲汲非关禄利名

实为克嘉同志写照。如今我国科学大舟风正帆悬，正载着一代人乘风破浪，奔向世界夺标。特录下这两句再赠克嘉同志，并以勉我们的年青一代的读者们。

《科圣张衡》前言

张衡（公元78年~139年），字平子，南阳西鄂（今河南省南阳市石桥镇夏村）人，是我国东汉时期伟大的科学家、发明家和文学家。他“天资睿哲，敏而好学……奇技伟艺，磊落焕炳”。被誉为世界史上罕见的全面发展的人物。他的成就在人类科学文化史上竖起了一座巍巍丰碑。

张衡在仕宦生涯中，曾两度任掌管天文工作的太史令，前后计十四年。这期间他的科学成就达到了一生的巅峰：

在天文学方面，他创造了漏壶滴水推动的“漏水转浑天仪”（公元117年），是世界上第一台自动演示恒星和太阳周日运行的仪器；他是我国古代宇宙结构学说之一——浑天说的代表人物；所著《灵宪》，阐发了他的天与地的起源与演化的观点；《灵宪》中还提出了“月光生于日常所照”，并正确地说明了月食的道理。公元123年，当一些朝臣附会代表君权神授的图谶、企图更改建立在科学基础上的“四分历”时，张衡据理力争，并冒着杀身之险，上书请求禁绝图谶，表现出了一个正直学者的气节。

在地学方面，他发明了“候风地动仪”。这是世界上第一具测定地震及其方向的仪器，它成功地记录到了公元138年发生在甘肃的一次强地震。这一创造独步科坛达一千七百多年。他研究过地理学，曾绘制过一幅地形图。数学方面，他著有《算图论》。曾研究过圆周率，近似地取为 $\sqrt{10}$ （等于3.162……）。

“地动仪”以及“漏水转浑天仪”的成功创造，说明了张衡高超的机械学造诣。他还研制过“记里鼓车”、“指南车”、“独飞木雕”等堪称奇巧的装置。

张衡也是历史上有数的诗赋大家。早年的《西京赋》和《东京赋》，是他有感于“天下承平日久，自王侯以下莫不逾侈”而作的，这两篇名著体裁上沿汉代散体大赋，但他在长篇铺陈、讽谏之后，提出了“水所以载舟亦所以覆舟”的警告；《南都赋》是他对家乡南阳郡的描绘；而甚得后世评论家注目的《归

田赋》则是他从政日久，把对宦官、外戚专权、朝政日非的忧愤，转化为不愿同流合污、寻求退隐的心情的抒发。全文流畅明练，一洗传统大赋的华丽铺张，开辟了抒怀小赋的先河。

在艺术方面，他曾被唐代张彦远列为后汉六大画家之一。

张衡在科学技术、文学艺术各个方面作出的贡献，不仅是中华民族的光荣和骄傲，也是留给整个人类历史的宝贵财富。1970年国际天文联合会命名月球上的一座环形山为“张衡山”。月球景观上的这种含有神圣意味的命名，是当今文明世界对建造世界文明的历代科学巨匠们所表达的一种最崇高的敬意。

一个民族的文化是民族的脊梁。中华民族能够屡经奇艰险而发展不息，实有赖于贯穿其中的五千年古国文化的精华颠扑不灭、世代相接的脉络。一个时代的一些代表性人物常常荟萃了这个时代的精华。我们今天仰望张衡，他的业绩有如一千九百年前升悬华夏天空中的灿烂明星，代表了一代的精华，令人景仰。而他作为一个学者的操守和风格，则有如汇入祖国文化长河的一派清流，灌溉着我们今天的文化土壤。史书说他“虽才高于世而无骄尚之情”，表现了学者的虚心和协同的风度；他勤奋：“如川之逝，不舍昼夜”；他坚韧：“约己博艺，无坚不钻”；他严肃对待人生和事业，严格坚持我们民族的“立身”传统。“不患位之不尊，而患德之不崇，不耻禄之不伙，而耻知之不博”，在当时那种争名于朝、争利于市的纷扰中，他能够卓然独立，取得了光炳千秋的成就绝不是偶然的。

《科圣张衡》这本书的编辑出版，是为了纪念和宣传这位伟大的世界文化名人、科学泰斗，这里收集了迄今能够收集到的张衡和关于张衡的著作和记载，并以此奉献给当前肩负着“科教兴国”重任的学者们、干部们、以及千千万万的青少年科技后备军们，以助于了解张衡、学习张衡、继承张衡发扬的民族优



良传统。张衡与我们相距一千九百年，史书中虽然记载有他的事迹，对他的科学创作也有所辑录，但是原著多已佚失。到现在，对张衡的研究虽然已经有了相当的深度，但要穷这位科学巨人思想和创造的博大精

深，还当有待于更多得多的努力。

参考文献：席泽宗：《张衡》（《中国大百科全书·天文卷》，中国大百科全书出版社，1980年版）

伟大的天文学家郭守敬

（《天文爱好者》，1988年）

编者按 本文的内容是笔者于1987年在第一届《郭守敬暑期讲习班》上的开幕报告。报告译成中文后刊在1988年的《天文爱好者》杂志上。这里应郭守敬纪念馆之嘱，略作删补。

1286年，七百多年前，郭守敬，这位中国历史上最伟大的实测天文学家，就任元王朝的太史令。这是当时世界上最强大的帝国的首席天文学家职务。这时他五十五岁，在历法和水利上都已经做出了历史性的贡献。

郭守敬生活在蒙古帝国奇迹般地统治着半个地球的时代。在中华古国，正是稚气的野蛮征服了衰朽的文明转而以粗犷的气魄和纯真的自信“大手大脚”地拥抱文明的时期。这是一个新兴的少数民族王朝带着朝气和雄心在巩固它的统治的时期，在铁腕的空隙里悬浮着宽容和大度。这为当时的科学技术的发展提供了适宜的气候和土壤。在这个背景下，天文学家郭守敬一生中创制了近二十种天文仪器，撰写了一百多卷天文著作。

下面的年表罗列了与郭守敬天文活动有关的历史事件：

公元1227 成吉思汗去世。蒙古帝国在欧亚大陆建立了四大汗国。

1231 郭守敬出生在华北今河北省邢台。

1234 蒙古灭金，统治了华北大部分地区。

1252 西班牙刊布《阿尔方斯天文表》。

1259 伊尔汗国始建马拉盖天文台。

1260 忽必烈即大汗位。

1262 忽必烈谋臣刘秉忠推荐郭守敬出仕，从事整治华北水道。1265年郭守敬授都水少监。

1267 波斯天文学家扎马鲁丁向忽必烈献《万年历》并负责制造七件阿拉伯天文仪器。

1271 扎马鲁丁主持在上都（今内蒙古自治区正蓝旗境内）建成回回司天台。

1274 马可波罗到上都谒见忽必烈。此后在中国任职十七年。

1275 忽必烈攻下南宋都城临安，下令改历。设太史局，由王恂负责，郭守敬辅助。

1279 南宋亡，元王朝统一中国。设太史院，王恂任太史令，郭守敬为同知太史院事，在大都（今北京）建司天台。

1286 郭守敬任太史令。

1291 郭守敬任都水监，主持整修通惠河。

1294 郭守敬授昭文馆学士，兼知太史院事，一直工作到去世。

1316 郭守敬卒，年八十六岁。

作为对照，在西方天文学的年表中，托勒密公元127年～151年在亚历山大城进行天文观测，第谷在丹麦天文堡的时期是1576年～1596年。这两位伟大的实

测天文学家相距十四个世纪。

郭守敬在天文学上的成就与第谷不相上下。但他活跃的时期在第谷之前整整三百年。在郭守敬独步一时的年代里，欧洲科学正在度过漫长的沉寂。但是如果我们仔细地搜寻历史的蛛丝马迹，那么也许会发现，距此二百年后开始孕育哥白尼—开普勒—伽利略—牛顿的欧洲大地上，这时已经隐隐地感到了无声的躁动。在此我们可以指出，正是十三世纪初叶创建了巴黎大学，同时在百余年间陆续出现了波伦亚、牛津、剑桥等学府。这些学府不管创立者的意愿如何，客观上为人类社会在知识前沿上提供了科学和愚昧角斗的舞台。与此同时，郭守敬的同代人罗杰培根，提出了实验作为知识的源泉，并且身体力行，以至于终身蒙受迫害。会不会是培根这种反对人云亦云，提倡亲身试验的精神，和欧洲传统的（尽管在当时是被僵化了的）亚里士多德的思辨相结合，催醒了现代科学的胚芽？

郭守敬的天文工作始自1276年，他与王恂合作，分析并汲取了以往各家历法之长，以四年时间完成了《授时历》的编算。

当时的历法研究实质上是对日、月、五星在恒星背景上的运动规律的探讨。当然也包括探讨以恒星为标志的天球的运动规律。这些正是伽利略之前的实测天文学的主要内容。精华在于精确的数据和缜密的分析。作为一位伟大的实测天文学家，郭守敬在这两个方面都是出类拔萃的。

郭守敬提出：“历之本在于测验，而测验之器莫先仪表”。为此他创制了各类观测仪器，计十七种，包括用于天体方位测量、日影测量、时间测量、天象演示的设备，以及便于野外工作的轻便仪器。著名的如简仪、高表等现在还留有仿制品。简仪是郭守敬把长期以来沿用的浑仪简化为便于使用、因而可以达到更高精度的赤道装置。这和现代望远镜所用的英国式装置很相象。简仪刻度环分划精达 $1/10$ 度，是古代测量仪器中最精确的。高表是郭守敬在大都（今北京）建立的高达9米的圭表，与应用针孔成像原理的景符联用，除了测量太阳过子午线时的影长之外，还可以借助于窥几测量星、月的“影长”。用郭守敬这一套设备测到的太阳天顶距精达 $1/3$ 角分。在古代这是无与伦

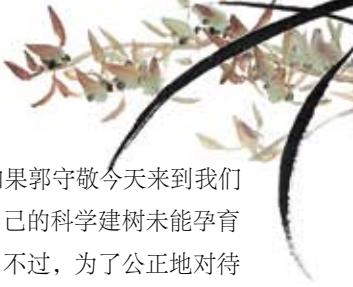
比的。

郭守敬在全国设置了27个日影测量站。这个巨大的观测网除分布在各地大城市外，还在北纬 $15^{\circ} \sim 65^{\circ}$ 每隔 10° 设一个点。当时各站测量北极星地平高度的误差平均只有2角分。

《授时历》的编成使中国古代历法达到最高峰。王恂、郭守敬对计算方法的创新也是颇为突出的。如用三次差内插法计算日、月、五星的位置和运动，用类似于球面三角的方法进行黄道—赤道系统的换算等。郭守敬当时对黄道附近参考星的定位精达4.5角分；他所定出的黄赤交角为 $23^{\circ} 33' 34''$ ，与现代计算仅差1.4角分；算出的回归年长度为365.2425日，与今天的采用值相同。可惜的是，郭守敬的一百多卷天文著作，除了在元史《授时历》中记载下来的一部分外，其余的已全部佚失。

史书中没有关于郭守敬宇宙学观点的记载，但是，如果把含有科学意义的设想从纯属浪漫的驰思中分出，那么当时人们所认识的宇宙基本上是“天”与“地”的联合体。由于天文手段远未达到可以测出恒星的距离，而把肉眼看到的几千颗恒星设想为固定在天球上的发光体，应该可以说是一种无可厚非的“工作模型”（至今这还是一种实用模型！）。当时的天文学家把注意力集中在日、月、五星的运行规律并探索它们之间的相互联系上。地，作为人们心目中的宇宙的一半，地上的现象与天象的联系理所当然地也是探索的对象。在这个意义上，那时候的历书研究应可看作为当时宇宙研究的一个组成部分，一个真正赋有科学实质的部分（尽管人们通常并不这么说）。如果我们置身于郭守敬时代，那么当年对日、月、五星测量的不断精化和长期积累，在人类认识宇宙的前沿上，其意义当不亚于今日对各类河外天体红移资料的追求。当年郭守敬“遍布大地”的观测网，其规模使人联想到今日的甚长基线干涉阵，而它的作用可以看作是对当时所认识的一部分宇宙的“曲率”的测量。

在那时，“地”在宇宙结构中的位置如此显赫，主宰着大地的“人”自命为在宇宙间与“天”、“地”并立似乎是十分必然的。在皇权高度集中的中华古国，素来把最高统治者的命运和意志与“天”、“地”相连。于是受皇家垄断的天文知识和为皇权服



务的占星术便成为历代天文工作的主流。这样的天文学是极端实用主义的。郭守敬作为一个皇家首席天文学家，他的学术思想也很难脱离这个轨道。他的成就，在天文资料的积累和对天体运动的分析上，令人惊叹不已。但是一旦越过了实用的界限，就好像也就越出了他精钻细研的范围。现在我们为郭守敬在月球上建立了他的殿宇，如果今天他从他的环形山上想念故土，也许会发觉他自己当年的实测技术和他那些观测台站的布局，完全足以用三角视差方法量出地—月距离，并引发对天体距离的科学思考。天体距离的概念是如此重要，没有它，开普勒就难以发现他的定律，牛顿力学也就不会以当时那种方式和日程载入史册。

如果为牛顿之前的天文学立一个评价历史贡献的标准，也许大家会同意托勒密的均轮一本轮模型应当优先得分。因为是他总结出用几何模型描述了日、月、五星的运行轨迹。也就是说是从二维观测的分析中建立了含有相对距离的三维行星系统模型。按照逻辑顺序（而不是历史顺序），托勒密系统应当很容易过渡到一千多年后的第谷地心模型，而第谷地心模型与早期日心模型所隔的只是一步之遥。

郭守敬是有可能接触到托勒密著作的。扎马鲁丁于1267年来到中国，带来了阿拉伯天文学。郭守敬简仪上的刻度环分划为3600格，非常可能是受到了阿拉伯3600分划制的影响。扎马鲁丁在上都建立的回回司天台中藏有欧几里德《几何原本》和托勒密的《天文学大成》，但这些没有在郭守敬的工作中得到反应。古代中国天文研究侧重于运用代数技巧，他们用以表达天体运行规律的科学模型基本上是“代数模型”，精于结合实际的“经验公式”而不甚强调可用以探求本质的几何构思。这是不是因为宇宙结构的遐想尽管可以作为超凡的见解流传人世，但却脱离了皇权所需要的“观象授时”和“观象占星”的实际。

郭守敬生活在牛顿之前四百年。我们在这里分析他所处的时代的学术背景，丝毫无损于这位伟大天

文学家的光辉业绩。当然，如果郭守敬今天来到我们中间，回顾当年，也许会为自己的科学建树未能孕育“中国的牛顿”而感到遗憾。不过，为了公正地对待历史，我们注意到当时的西方，正是但丁创作他的《神曲》，薄伽丘行将写出他的《十日谈》的年代。文艺复兴的先驱者们激发人们用自己的才智，去挣脱专制和愚昧的樊笼，代表着人文主义的思想对“开放性社会”的向往。而在东方，也正是这个时期，中国历史上的戏曲大师关汉卿正以如椽之笔讨伐了专横与黑暗，对平民百姓寄予无限的同情。但不同的是，他笔下挣扎在水深火热中的人物，却总是要等待着命运的安排。这反映出了一个严密禁锢的社会中，即使是象关汉卿这样的文化巨匠，思想也没有完全挣脱樊笼。这种历史局限必然也是郭守敬所难以逾越的。

今天，如果郭守敬能和我们在一起，他应当感到他的事业正在得到继承。在这片他曾经工作过的广阔土地上，人们正在遵循他的足印。矗立在河南登封和陈列在南京紫金山上的他的杰作（仿制），已成为世界科学的丰碑，是中国天文学的骄傲。七百年的今天，当我们一次又一次地追求更“深”更全的天体样本，当我们年复一年地发展新技术、设置新的天文设备，当我们日复一日地检查和处理浩如烟海的天文资料和数据，我们时常感到他的厚实的肩膀的力量。在七百年的盛衰兴废里，中国天文学在同代天文成就中占据的高度至今还没有超过郭守敬曾攀登过的高峰。

今天，在邢台这位伟大的天文学家和他的师友的故乡，兴建了一座堪称宏伟的“郭守敬纪念馆”。远承郭守敬的事业，我国天文学界自1987年开始，每年举行一次旨在启迪青年天文工作者的“郭守敬暑期讲习班”。高山仰止，郭守敬的事迹将鼓励着中华一代代天文学子向着学术的峰巅不息攀登。

参考文献：

薄树人 曹婉如：《郭守敬》（《中国古代天文学家》，科学出版社，1963版）

吳江王錫闡紀念館落成⁽¹⁾

(《院士诗词》，上海科技教育出版社，2001年)

西学始东漸 历数崇第谷⁽²⁾
玲珑传教士 所遇多优渥
陋儒守大统 食古化不足
拒夷以自飾 构狱尤齷齪⁽³⁾
鸡鶩方争食⁽⁴⁾ 冲霄唳一鶴
标立千仞冈 振翮纵心目
新学岂全盘 旧学宁尽黜
测久数能密 思精理则出⁽⁵⁾
琮琤晓庵篇 建瓴于高屋
弹指三百年 万事如转烛
文化今定位 慕贤馆新筑
吴江钟灵秀 圖門芳蘭菊⁽⁶⁾
风范震泽秋 名节吴山绿⁽⁷⁾
我亦疇人俦⁽⁸⁾ 服膺尝私淑
中西今一体 科技鹿竞逐⁽⁹⁾
安得蹑云踪 攻错镂如玉
联袂揖灵均 天问同发掘⁽¹⁰⁾
会当駕一槎 鼓瑟传衷曲⁽¹¹⁾

(1) 王錫闡（1628年～1682年），号晓庵，江苏吴江人，明清之际民间天文学家。明末清初耶稣会传教士东来，介绍欧洲天文学知识，受到朝庭重用。西法编算历书，有的中国学者全盘接受，有的顽固反对，唯王錫闡持择善吸收的态度，著《晓庵新法》和《五星行度解》。(2) 传教士当时采取第谷的太阳系模型。(3) “陋儒”四句：清代初期，杨光先等顽固抵制西方历算，坚持沿用元代初期的《大统历》，但又不知如何改进，说“宁可使中夏无好历法，不可使中夏有西洋人”，并诬陷耶稣会士汤若望“造传妖书”，构成冤狱。(4) 楚辞《卜居》：“将与鸡鹜争食乎？”(5) “新学”四句：王錫闡批判地吸收前人和西人的历法，著《晓庵新法》等。“测久”两句是他论治历方法的话。(6) 王錫闡的妹妹亦能历算。(7) 震泽，太湖古称；名节，王錫闡坚持不与清征服者合作，拒绝出任官职。(8) 疇人：古称研究天文、数学、历法的人。(9) 用“逐鹿中原”典，争雄的意思。(10) 灵均，屈原字；《天问》，屈原所著，提出了关于宇宙、自然和历史的许多问题。(11) 搤，木筏，神话中往来天上的交通工具；“鼓瑟”，《楚辞》：“吾使湘灵鼓瑟兮”，后人常把鼓瑟与仙人联系。

中国天文学会八十周年献词

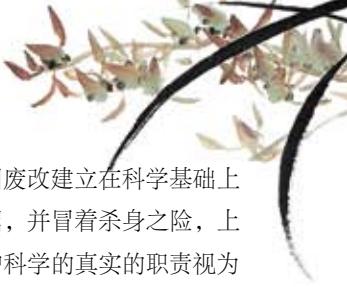
(《史学记科学——科学时报45年作品选》，2004年)

五四时期，一代先驱者从西方请进了“赛先生”，旨在“科学救国”。

“科学”，指的是“科学文化”。当时“从零起步”，开始了各个科学门类在我国的奠基。

天文学的奠基，始自高鲁等前辈的努力。他们于1922年发起并成立了中国天文学会。天文学会的成立，标志着我国跨进现代天文的第一步。

今天我们庆祝中国天文学会八十年华诞。我谨在



此表达对于当年一代天文志士们最崇高、最深切的钦慕之情。

八十年来大浪淘沙，他们当年满怀壮志掀起的新文化运动，以迅雷疾风之势，批判了我国二千年来在皇权专制的支点上保持平衡的传统文化。

在历史的大图卷中，一个民族的生存与发展，可以在一代代人的文化定位上找到对应。这种定位，横向是同代潮流，纵向是民族传统。往往是传统文化的“精华”撑起了一个民族的脊梁，而文化潮流的冲击，则往往导致传统的革新。这种定位是“动态”的：潮流，可以包纳融汇，也可以溃堤决坝；传统，可以发扬进取，也可以守残固陋。“精华”与“糟粕”，总是在经过时间的过滤之后才最终在历史中归位。古往今来，在文化的发展和“负发展”中，人们见证了历史上多少文明的盛衰与兴亡！多少民族的自强与自毁！

在这八十年头的历史大图卷上，中华文化并没有在“德”“赛”先生挽臂西行中弃去自我。五四运动的大潮对传统文化的冲击，“去糟粕”之功显著，而没有着意说及“精华”。到今天，我国天文学历史上记下的当时的先驱者的功勋，主要也就说了“去糟粕”之功。记得几年前在讨论“科圣张衡”时曾议及在历代皇权专制的重压下我国科学的脊梁何在？并由此试问“传统的科学文化精华”何在？当时有一些感悟：觉得“中华民族能够屡经奇艰险而发展不息，实有赖于贯穿在五千年古国历史中颠扑不绝、世代相续的文化精华。一个时代的一些代表性人物常常荟萃了这个时代的精华。”张衡显然是其中一个。他作为一个学者的操守和品格，“犹如汇入祖国文化长河的一派清流，灌溉着我国的文化土壤。”史书中所载张衡的事迹中，他的成就，他的勤奋、博学、虚心和坚韧，表现出伟大科学家的风格，而他的操守和气节，则体现了我们“民族传统”的精华。一个著名的事例是公元123年“四分历”与图谶之争。那时一些佞臣附

会代表君权神授的图谶，企图废改建立在科学基础上的“四分历”。张衡力争不屈，并冒着杀身之险，上疏请求禁绝图谶。这种把维护科学的真实的职责视为重于自己生命的价值观，自古归之为“德”的体现。张衡坚持我们民族的这种“德”。这种“立身”的传统，严肃对待人生和事业，“不患位之不尊，而患德之不崇，不耻禄之不伙，而耻制之不博”。在千百年中那种争名于朝，争利于市的纷扰中，他能够卓然独立、至今令人景仰，这决非偶然的。

持这种操守的杰出人物在我国代不绝书。文天祥在他著名的“正气歌”里，历数两千多年的典型事例（其中年代最早的两例是春秋时期的史官，古代的史官同时也是天文学家。张衡是东汉时期的太史令，和他们是同行），认为贯穿在其中的是世代一脉相承的“正气”，用今天的话来说，也就是“传统文化的精华”。中国科学，在“五四运动”中如饥似渴地融汇了西方涌来的大潮，同时，许多先驱者的身上，我们深信，始终携带着这种文化传统的精华，从他们身上可以看到张衡和许多代表性人物的影子。但是，如果说张衡当年是处在“达”的境遇，受到的是习惯性的皇权的压力，那么五四的一代先驱者们所承受的是更困难的多种境遇中的压力，包括八年抗战中的大破坏和流亡，而正如我们十年前指出过的，从有历史的记载以来，到张衡，到郭守敬，到高鲁到余青松，以及我们许多人有幸亲自接触的张钰哲、李珩、陈遵妫、戴文赛……，在他们身上，特别是在我国天文事业的一些重要时刻，代表我们民族优秀传统的“富贵不能淫，贫贱不能移”的操守，总是昭然在目。现在经过八十年的时间过滤，我们应当能够更好地撷取其中的精华，在“科学文化”的全图景中，加深对于这样一代天文志士的认识，并使得这样的传统得以继承和发扬。

值此纪念八十年前中国天文学会的成立，谨以上面的献辞对我国现代天文学的先驱者们表达我的敬意和怀念，并就教于同志们。

射电天文萌芽期的一些启示 ——纪念赫兹电磁波实验一百周年

(《天文爱好者》，1998年11月号)

编者按 今年是德国科学家赫兹发现电磁波100周年。为了纪念这个对世界科学发展与人类生活产生巨大影响的科学实验，中国物理学会、电与信息科学技术联合会、中国电子学会、中国通信学会和中国天文学会等十多个全国性学会，于9月17日在北京政协礼堂联合举行了纪念大会。中国科学院学部委员、北京天文台名誉台长王绶琯先生在大会上作了这篇报告，在征得作者同意后，在此发表，以飨读者。

如果说麦克斯韦的电磁理论在人类认识自然的阶梯上登上了新的高度，那么赫兹在这个高度上向四周开拓的业绩也是无与伦比的。

赫兹实验的成功，除了是对麦克斯韦理论的证实外，至少还在三个重大领域中为二十世纪文明的发展奠定了根基。

其一，他创造了无线电收发技术。这是从远古钻木取火以来，人工产生并利用电磁波的第一座新的里程碑。距赫兹实验不过十年多，波波夫和马可尼便完成了用无线电传递信息的尝试。自此，大容量、高速度、远距离通讯广播以一日千里之势渗入人类活动的各个领域，成为今日世界文明的一大支柱。

其二，他一开始便把无线电波的传播性质列入研究议程。接着出现了这一领域中自然科学和应用科学交错腾跃的场面。海维塞（1902年）、阿普顿（1924年）等人对电离层的探讨开创了地球高空大气物理学，并启动了无线电信息传播的系统研究。在这之后，“电波传播”，作为一门基础学科，在前进的路上不断促成学科交叉，其影响遍及气象、天文、精密雷达定位、人造卫星测轨、遥感、精密时间比对……等等当代研究和应用的前沿。

其三，他创造的无线电接收技术，把人类观察世界的能力从人体感官敏感的范围扩大到无线电波段。他启示了：人，能够为自己制成“无线电眼睛”，前面的两大成就便是在这种新的“眼睛”的视界里取得的。而这方面一个十分突出的事件是二十世纪中射电天文学的诞生。“射电”作为天文学术语，用来指无

电线及无线电辐射。

赫兹的功绩当然不是几条浅显的罗列所能概括。而通讯、广播，以及电波传播这些重大的方面已经有了精辟的论述。我们这里只是借射电天文萌芽阶段的几件史实作为补充，尝试追寻这位科学巨人的早期追随者走过的道路。百年虽远，足迹犹新。在今天喧腾里含有孤寂的科学征程中，也许可以为有意于科学建设的志士们佐一席之谈资。

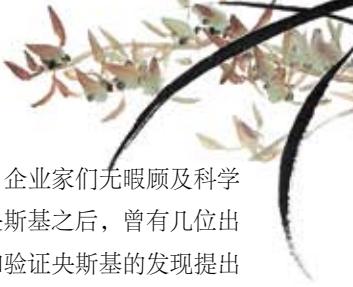
早在1890年，紧接着赫兹实验的成功，发明家爱迪生就设计了一个接收系统，试图测量太阳发出的无线电波。这样做的科学根据是充分的。因为可以认为：

(1) 光和无线电波既然都是电磁波，能发光的太阳(和其它天体)应当也能发射无线电波；

(2) 能够接收到人工无线电波的设备，原理上应当也能用来接收天体无线电波；

(3) 太阳发出的光是天体中最强的，因此它的无线电波应当最容易被接收到。

这是我们代前人设想的逻辑。其中(1)、(2)两条是正确的。第(3)条虽然也是对的，但后来却是“宇宙射电”最先被收到。爱迪生的这一实验没有成功，因为当时的器件还不具备收录“太阳射电”的条件。这次实验在爱迪生一生众多的实验中只是一个插曲，也许不值得一提。但是却使我们想到，爱迪生作为一位发明家，脑子里日夜运转着发明创造和实用价值，他竟然不但没有放过，而且最快地对赫兹的实验的天文学意义作出反应，既无实用大师的职业偏见，亦无金钱王国的社会偏见。这也许是人们至今很少注



意到的“爱迪生之所以为爱迪生”的一个颇为值得注意的方面吧！

继爱迪生之后，德国天体物理学家威尔辛和欣纳（1896年）、英国物理学家洛奇（1897年）都以在当时堪称先进的设计，分别再次试测太阳的电波。但得到的仍然都是零结果。洛奇把这归咎于他的实验在利物浦做，干扰太大，威尔辛他们则认为可能是由于地球大气吸收了太阳“射线”，以致测值为零。

1902年法国的一位研究生诺德曼，接受了威尔辛的见解，携带了一副装配有长天线的接收系统到海拔3000米的阿尔卑斯山上去进行太阳观测，他认为到了这个高度，大气影响减弱，可望测到太阳电波。他观测了一天，没有得到结果。于是收摊下山，结束了看来是花费了很大精力准备的一次实验，也结束了这一时期自爱迪生以来探测太阳电波的努力。

可是，也正是在1902年，法国天体物理学家迪兰德和德康勃发表了一篇文章，指出太阳无线电辐射应来自偶发的“太阳爆发”（他们把它归为“日珥、耀斑”），并建议在全球设立观测网进行联合监测。他们的这些见解是高明的，为四、五十年后的实践所体现。事实上，当时诺德曼所用的设备已足以测出“太阳射电爆发”。可惜他观测的时候（1902年）太阳活动正处于“低年”，没有这种“爆发”。但是1903年太阳活动开始频繁，“爆发”的可能性随之增大。如果他当时的探索不是进行一天，而是坚持一年，那么射电天文学的历史将会为之改写。

在诺德曼实验得到零结果之后，天体射电的探索似乎被科学界遗忘了30年。直到一个偶然的机会才又引起人们的注意。那是1932年，在美国贝尔电话实验室工作的年轻工程师央斯基，为了测量地球大气中的“天电”对当时开辟的跨大西洋无线电通讯的噪音干扰，无意中发现了一个周期性出现的噪声源，出现的规律和恒星运行一致。经过反复校验，他确定了这个噪音发出自银河系中心，从而第一个发现了来自天体的无线电波。当时他用的频率为20.5兆赫。央斯基后来被认为是射电天文学的创始人。可是他发现的“宇宙噪音”对当时的通讯影响不大，尽管那时候的报纸、广播曾经热闹了几天，他想要继续在这方面作一些研究的愿望却没有得到支持。

当时美国处于经济萧条，企业家们无暇顾及科学发现是不足为奇的，但是继央斯基之后，曾有几位出色的天文学家为进一步测量和验证央斯基的发现提出过一些实验方案和理论探讨，但都是没有“成型”时便放弃了。射电天文学的诞生是艰难的。从三十年代早期开始，分娩期长达近十五年！

这一期间特别值得一提的是美国雷伯的工作。他当时是一位年轻的工程师，在一家公司从事无线电接收机的设计。1937年，他在自己的后院建起一台直径9米的抛物面天线。这是世界上第一台真正的射电望远镜。1938年他先后用3300兆赫和910兆赫验证央斯基的发现，但都没有成功。雷伯并不气馁，终于在1939年用160兆赫测到了宇宙电波，并以近十年的努力，绘制了第一幅堪称优质的射电天图。

在现代天文学发展史中，雷伯的业绩是应当大书一笔的。那一时期无线电电子学进展很快，对于一向依靠光学和光谱学技术装备的天文学家来说，是既生疏又神秘的。与此同时，物理学、特别是量子力学的应用给天文学注入新的活力，使恒星和各类天体的性质和结构的理论取得划时代的进展，这使得当时的天文学家如此自信，以致当央斯基和雷伯发现的天体电波不能用已知的热辐射机制来解释时，他们普遍采取了过分审慎的态度。这使我们想起历史上屡屡发生的一个现象：“当伟大的成就造成了过分自信的权威时，他常犯的一个错误是认为凡是‘不能’理解的就‘不应当’存在。”当时那些杰出的天文学家对无线电技术缺乏理解，而对“非热辐射”机制迟迟才有所理解，因此央斯基的发现一时也就不能得到理解。当然，射电天文的幼芽未能很快破土主要有当时的社会原因，但美国天文界的权威们对央斯基和雷伯的工作没有给予充分的重视则是令人惋惜的。

在这样的背景下，雷伯的科学远见、勇气和毅力使人赞叹不已。在理论困难和首次观测没有取得结果的情况下，他用自费建立的设备坚持探索，以长达十余年的观测无可置疑地证实了央斯基的最初发现并推动了宇宙射电的空间分布和机制的研究。

至此，射电天文学完成了以央斯基—雷伯为标志的萌芽历程。赫兹播下的种子在天文学园地中获得了生机。

在射电天文学的发展史上，这一段近六十年的经历大体上可以总结为：

(1) 1888年，赫兹的实验宣告了“人，能够为自己制成‘无线电眼睛’”。

(2) 1900年前后的“无线电眼睛”（简单天线；检波器）的作用：(a)，导致无线电通讯试验成功（尽管马可尼的跨大西洋实验受到怀疑）；通讯上的应用加速了接收技术的发展；(b)，可以测到太阳射电爆发，但失之交臂；继续探索缺乏动力。

(3) 1930年~1940前后的“无线电眼睛”（米波、分米波天线；真空管接收机）做到了：(a)开展跨大西洋电报电话常规业务；导致央斯基偶然发现宇宙电波；(b)发展抛物面天线和超高频接收技术，导致雷伯对宇宙电波的普测；(c)为雷达的发展提供技术储备。

紧接着这一时期的第二次世界大战期间，警戒雷达无意中发现了太阳“无线电爆发”。接着，战后军事雷达的强大技术队伍一部分转到了射电天文研究，雷达技术（以及一些设备）很快移植给射电望远镜，这些为射电天文学的第一次飞跃创造了条件。这次飞跃发现了数以百计的发出强烈无线电波的天体，随后证实了它们多半与宇宙间能量剧烈逆发事件相关。当时的“无线电眼睛”还是粗糙的，其能力大约达到了可以在一万公里距离上“看”到一支1瓦日光灯的辐射；辨认目标的本领则大约相当于能在离舞台十几米处看清演员面目的水平，这次飞跃以及六十年代后期掀起的第二次发展高潮，把射电天文学推进到今天的鼎盛时期。

刚刚“萌芽”的射电天文学在那时汇入了这股高潮迭起的激流，虽然这段历史不属本文议论的范围，但我们还是希望借一些篇幅，介绍一则战后剑桥建立射电天文研究的事例，用以反映这个转折关头前后的一些衔接和对照。

1939年，刚从牛津大学毕业的赖尔来到剑桥，师从拉德克里弗，希望从事电离层研究。接着第二次世界大战爆发，赖尔投笔从戎，战争临近结束时返回剑桥，拉德克里弗显然受到战时雷达收到太阳射电爆发的启发，把探测“宁静”时候的太阳电波和宇宙电波的课题交给了初出茅庐的赖尔（这些正是央斯基和

雷伯曾单枪匹马力争从事的课题）。赖尔研究组在相对简陋的条件下，以他们的创造力和韧性，使剑桥在射电天文技术的创新和天体射电现象的发现上长期处于领先，他们的工作获得两项诺贝尔物理奖。赖尔以及与他同代的英、澳、美、荷……等国的射电天文工作者积二、三十年的努力，把观测宇宙的“无线电眼睛”提高到了能够很容易地“看”到放在月球距离上一支1瓦日光灯的辐射，分辨目标的本领相当于可以在北京分清放在天津的两根并在一起的头发丝。显然，这种洞察幽微的技术在全社会“高技术储备”中是一宗可贵的投入。

射电天文的成功事例，被雷伯归纳为是“合适的人在合适的地方和合适的时间做合适的事”。这四个合适环环相扣，但其中能够瞄准“合适的事”的“合适的人”无疑是首要的，因为这代表了科学家的素质。关于素质问题已经有过很多的论述，这里不拟多加发挥。下面我们将主要结合本文所举的一些人物的成败，试对“合适的地方”和“合适的时间”作一些分析。

(1) “合适的地方”是人创造的，但应当由谁来创造这种适于科学发展的“合适的地方”？我们想，直接的应当是部门的学术“权威”，而更高一个层次则应当是“社会”，或能够支配科学资金的决策者。

科学研究需要创造性，需要自由探索。科学成就的承担者是勤于思考、善于创新、勇于坚持的科学家，这三者是产生出类拔萃的科学创造的内在因素，而必要的外在条件则是保证这些“品质因素”得以自由发挥。学者治学的独立性必须受到保护和尊重。因此，对于“权威”来说，他的责任应当是知人善任，找到“合适的人”就应当支持他放手去做“合适的事”而不加以干扰；而“权威”的美德则应当是虚心和宽容。对于科学决策者来说，他的责任应当是宏观决策。美德也应当表现在虚心和宽容。在我们讨论的人物中，社会提供的“大环境”基本上是宽容的。只要看一下他们进入科学角色时的年龄：

赫兹：开始电波实验时——28岁

央斯基：发现宇宙射电时——28岁

雷伯：制成自己的射电望远镜时——27岁

赖尔：受命创建射电天文研究时——27岁



可以意识到他们都是处于允许发挥才能的起跑线上，但是他们跑向科学成就的遭遇却颇不相同。前面已经说过，赖尔遇到知人善任的拉德克里弗，二十年中他的研究组产生了两项诺贝尔奖的成果；央斯基的发现足以与许多诺贝尔奖项目媲美，但他没有得到“权威”和社会的支持；雷伯完全用自己的资金和业余时间进行探索，成为射电天文学的传奇式的先驱者，而当时美国社会或决策者提供的环境对他们是不够宽容的，当英、澳把战时雷达队伍的精华移到战后射电天文建设而在不长的时间后产生了巨大社会效益的时候，美国相应的第一流技术力量却投到看过去非常“实用”而实际上并不“实用”的“射电六分仪”之类的项目上，这种作法最终没有产生效益。而令人不解的是，央斯基的实验花费不过几千美元，而当时一所名大学的天文学家为了进行相似的实验申请200美元的资助也没有得到支持。我们在这里“翻旧帐”不是为了褒贬，而是希望能够衬托一下前面所说的科学成就的内在和外在因素的作用。

还应该提一提诺德曼。从他的实验设计来看，在当时也是一位有才华的年轻人，但他的作法似乎缺乏韧性。不过我们能否想一想：如果在他身旁有一位拉德克里弗式的“长者”，他的科学生涯会不会改观？

(2) 关于“合适的时间”。这可以从“科学的机遇”来说明。首先是科学发现的机遇性：探索的目标没有按预计寻获，这在科学研究上是常事。但要判断这是由于预计有误还是“时间”不“合适”，就要求有科学家的判断力和韧性。诺德曼的观测是这方面的一个例子。另一方面，科学上常常有意外的发现，有的意义重大。央斯基的发现就属于此类。如何当意外的科学现象在“合适的时间”进入视野的时候，能有“合适的人”做到不放过对它的发现？甚至于进一步能在偶然性中摸索出这类发现的“必然性”？这在当代科学上无疑是一个重要的课题。这个课题如此重要，使我们觉得捕捉这种机遇所需要的想象力、缜密性和韧性也应当是一个科学工作者必备的素质。前面

提到的人物和他们的事迹足以说明这问题。

另一种机遇是环境的机遇性。一般说来，环境常常有顺有逆，不是自己所能左右。但是，不应忽视科学环境是科学家参与形成的。因此有可能通过主观努力加以变更。科学工作者在科学工作中不能是弱者，在这个问题上雷伯的事例应当可以给我们有益的启发。

中华民族在科学上有过伟大的贡献。我们祖先的成就使我们感到自豪，但更多地感到惭愧。但是，我们是有骨气的民族，近世纪的衰颓并没有使我们一蹶不振。全国解放为我国科学的复兴创造了“合适的地方”和“合适的时间”。虽然其中经历了几番严重的挫折，但是我们的“合适的人”的队伍已经有了一定的规模。这主要是依靠解放初期十年的一股冲劲和最近十年的开放政策。现在我们有很多科学家和年轻人在外国工作，许多人生龙活虎，用一句时髦话：不愧是“龙的传人”。而在国内虽然早已告别了过去某些时期那种“一条虫”的年月，但三十岁上下的年轻人脱颖而出的还不多。大部分人都在渴望着能够更快地奋翅飞腾。

我们看到，今日如火如荼的国家建设正要求科学战线上的“改革、开放”能够很快地为更多的更多的“做合适的事”的“合适的人”创造更多的“合适的地方”，要求“决策者、权威、科学家”、“老、中、青”更快地进入各自的角色，唱出一台台有声有色的戏。我怀着一个科学工作者殷切的心情，在回顾、环顾、期望之余写了这两句话：

我今奋翅附冥鸿，
他日会当蛇作龙。

这是套李贺的诗，换了几个字。我感到当今“压力”空前，崎岖的科学的道路正在召唤。现在谨以此附在本篇之末，赠给坚持奋斗在祖国科学岗位上怀有同感的同志们。

《中国天文学史大系》总序

(《中国科技史杂志》，2007年3期)

中国古代天文学建树非凡，遗泽久长，是我们民族的骄傲。我一直怀着崇敬的心情向往着这份文化珍宝。只是数十年漫漫学海中有许多错过的机缘，以致今天仍还像是一个鹄立在圣殿门前的朝圣者，终未能进入门庭。尽管如此，我仍然感受到很大的喜悦，有幸在建国初期百废待兴之际，见证了在竺可桢先生的倡导下，中国古代天文研究跨出了前所未有的聚集人才、系统“攻关”的步骤，而从那时起经两代人的努力，资料齐集，成绩斐然。如今又促成了这一由中国科学院自然科学史研究所牵头，组织全国各单位的天文学史研究者齐力完成的学术壮举——一部上起夏商，下逮近代，罗列我国古天文学万象的六百万言鸿篇巨制！

纯粹用现代科学的眼光审视古代天文学，首先，它是一门旨在认识天文世界、发现天文现象、探究天文规律的自然科学。这和今日的学科定位并无不同；其次，它是一门“观测的科学”，今日也仍然如此。如果把天文观测工具的“古”的界限设在天文望远镜应用之前，那么古代天文学眼界中所有的天体不超过七千个，这使得天文实测研究的对象限于几个太阳系天体的表象及其运行轨迹，星空的监测以及几千个恒星的定位和陈列。这些，中国和其它古代文明的情况基本上一致，可以认为是历史的必然。

与之相应的天文理性认知的探求，这样规模的“天”，相对于地上的万物和人间的万众，虽然仍然是伟大、永恒，但也显得比较简单、稳定，导致了我国古代“天覆地载，人居于中”、“天、地、人”“三才”协调的宇宙观。这，在一方面形成了宇宙结构、天体演化、天人感应的种种学说，成为我国古代哲学思想的一个组成部分；另一方面，把天文实测结果的解释引向到“天文”与“地理”的相关性、“天道”与“人事”的相关性的探求。前者把“天”联到了

“地”，导致了在“时政”、“编历”这些“国之大政”上的应用；后者把“天”联到了“人”，应用到了当时同样属于“国之大政”的“星占”。这些“应用天文学”备受尊崇，历代政权为之设立专职，在设备投资、人员培训上享有优遇，结果在历史长卷中成为我国古代天文学发展的主线索：保持了天象监测的长期持续性、主导了一代代天文仪器和实测方法的研究和发展以及一代代历算方法（和有关数学）的研究和发展。由此形成的堪称完整的体系，加上求实、求精的敬业传统，为我们留下了大量宝贵的历史资料和学术资料（其中也包括了与之相互影响的历代官方与非官方的天文著述，也包括了近世频繁出现的天文文物）。这种由长期皇权统治产生的古代版的“任务带动学科”的发展模式，历史功过暂且不去评论，但这份“资料宝库”对于今日中国天文学史工作者来说则是巨大的学术资源，当然同时也是巨大的责任，要求很好地发掘和整理。

继二十世纪七十年代后期天文史料的一次大规模整理，中国天文学史工作者“自1979年起开始思索：是否有可能编著一部与中国天文学的悠久历史和广阔的内涵相适应的中国天文学史著作？商议的结果便诞生了《中国天文学史大系》的构想。”（本书编委会主任薄树人先生语）

天文学是我国古代最发达的自然科学之一，在华夏文化史中是一个具有连贯性的组成部分。在《大系》的全书结构中，“古代历法”、“古代天体测量及天文仪器”、“古代星占学”、“古代天象记录的研究与应用”、“古代天文学思想”、“古代天文机构与天文教育”、“古代天文学家”各立一卷，以概全面。完成这样的一部《大系》，可谓是从一个重要的侧面来认识华夏文化的源与流。

近世一百多年，华夏文化受西方文化的冲撞，激



湍跌宕，对传统文化的理解和传承出现前所未有的震动，至今波澜未已。其间在天文学上体现为结束古代传统、“转轨”西化、进入近现代的航道。《大系》中所设的“中国古代天文学的转轨与近代天文学”一卷，阐述了这一时期的历史。

全书中用一卷介绍了对于同属华夏文化的“中国少数民族天文学”的发掘和整理，是一项开辟性的探索。另一卷“中国古代天文学词典”，篇幅达47万字，对天文典籍阅读者是硬工具，也是好伴侣。

全书十卷，每卷40万到80万字。格局齐整，足以副“大系”之称。这是当年我国一代中青年天文学史工作者“聚水成渠”的宏愿。回溯五四运动大潮中，我国现代天文学的先驱者们在率先“西化”的同时就

着力启动了我古代天文学遗产的自力发掘和整理。60年过后我们喜见《大系》的构思（1979年），然后是构思落实为计划（1990年）、计划产生了文稿（1999年），现在文稿得以付梓（2007年）“完成了多年修就的善果。”（陈美东先生语）

全书从构思到面世历时四分之一世纪。多位学者为之贡献了属于一生中最好的年华。他们如今青丝成雪，有几位且已过早地离开了我们。编委会主任薄树人先生从一开始就为全书的筹、编、写呕心沥血，奋斗到了最后一息（1997年）。继后陈美东先生以令人钦佩的执着挑起担子、完了大家的宏愿。而他们二位在本书跋记中所透露的甘辛，或亦足以在相应历史中着上耐人寻思的一笔！

说不尽的阿西莫夫 ——评中译《宇宙秘密——阿西莫夫谈科学》

（2009年8月3日于北京）

我初次读阿西莫夫的著作是“文革”过后不久。当时想为自己的一篇科普讲稿寻找新的启发。记得我的讲题是“太阳的一生”，准备讲一个钟头，写了六七千字。想要借重的是他的一部名著中的一章——《宇宙》，作于1972年，译成中文（1976年）约七八万字。这是我自己的专业，但是还是和许多读者一样，被引领到了一个新奇的天文园地；还有他的通透的说理和明洁的语言，都令我感受到了初赏阿西莫夫风格的欣喜。对比起来，我的讲稿更像是一篇课堂讲义的“通俗本”，省掉所有的数学、改成对话语言（这是非常费工夫的），还精心设计了能够吸引注意力的插图……。这就好像是把自己的房间收拾好，摆设好，把听众作为客人请进来，然后细数家珍……。而阿西莫夫则不是，好像是带了客人从远方过来（自

天而降？！），浏览了一路风光，然后从容地登堂入室，挥洒自如……。

此后我便成为阿西莫夫的忠实读者，虽然读到的只限于中译本中的一部分，只是他一生近五百部著作的百分之几，但是对我来说，阿西莫夫的话题已经是“提起来就说不尽”了。首先是，他题材之广几乎涵盖了当代科学的全方位。而其渊博、通透、明洁，贯穿到每个学科的点和面，功力到处，足见其“读书破万卷，下笔如有神”的底蕴。我朋友中不乏“阿西莫夫迷”，每谈至此，常觉得阿西莫夫的大部头著作无疑是二十世纪最珍贵的一份大众科学遗产，为使我们、特别是我们的青少年一代能够及时享此读书乐，有计划的一步步选择应当是当务之举。这本《宇宙秘密——阿西莫夫谈科学》里的篇章是阿西莫夫自选

的，现在由译坛健将译出来面世，可谓是非常有预见性地响应了许多有心人的期盼。

当然，大家都会意识到今日科学进展的速度。科普著述普遍面临着时效的挑战。阿西莫夫的著作也不例外。拿《宇宙》这篇文章来说，写作时的前沿事例早已为时间所筛选，而今日前沿上炫人眼目的，近的从彗一木相撞的情景，远的到宇宙暗能量，都不是当年的天文学者想象所能及的。然而，从历史、或，从发展的角度看，不应为此而损害了原著的价值。因为无论是“史实”还是“史鉴”，都是对于“今”来说的。怀着“历史感”的作者筛出史实、磨出史鉴，是为了阐释当时科学前沿上的现象、阐释和探讨当时的发展，他无意、也不可能计较到二、三十年后的现象或发展。而从那时到二、三十年后的今日，新的史实的筛选和新的史鉴的磨砺，正是当年作者所期望于他的读者、特别是其中的科普后继者的。所以，我们常

希望阿西莫夫的著作得以再版时，篇幅中能加上一节“后记”，以便后继者挑起这个责任。这样做并无损于阿西莫夫原著的价值，就像历代那么多史书的传世并无损于司马迁的大手笔。

当然，不是所有科普作者都具有“历史感”，（所以我那篇“太阳的一生”就只好与时俱逝了！）而阿西莫夫的“历史感”贯穿在他的风格之中，如此浓郁和鲜明，使人在他的著作中在在能感到人文关怀的温暖和脉搏。这也是我对他深感心折之处。而这种效应在他的随笔中更为分明。对此，这本阿西莫夫自选的力作应属典型。

可以想象，这样的作品的翻译，做到“信、达、雅”是一项艰巨的再创作。为此我对这部译本的问世深感欣喜。

阿西莫夫的话题是说不尽的，所谓“高山仰止，景行行止”。这里寥寥数行，谨以表达对译者的敬意，并略申平素感受，以就教于读者。

《30位天文学家的贡献》序

（《30位天文学家的贡献》，湖北少儿出版社，2008年）

吴鑫基、温学诗伉俪见示他们刚刚完成的科普新作，按湖北少年儿童出版社的策划，选20世纪天文学中三十个重大事件，“由人入事”，为少年读者讲述现代天文学发展中一个个浪尖、高潮上的图景和事迹。这种科学、历史、人文“三维视角”的科普形式，有利于科学思想、科学方法、乃至科学精神的传播，虽然同时也会是对于作者功力的考验。

科学普及旨在传播科学知识，包括“获得知识的知识”和“运用知识的知识”，也就是科学思想和科学方法。这是一种“动态的知识”，理念上居基础知识结构的上层。相应地，它的传播理念也从一般的“陈述性”伸展到了“故事性”的层次。

进一步可以问：“获得知识的知识”又是如何

获得的？（以及“运用知识的知识”又是如何运用的？）换一句话说：“科学思想和科学方法是怎样炼成的？”

“炼”，也就是“修养”。这就进到了“科学精神”的层次。而其传播，则相应地要求从“言传”深化到“意会”，从“导引”浓化到“熏陶”。（说它是把“故事性”提升到了“艺术性高度”当亦不以为过。而且这种“艺术性”不容虚构，难度实更甚于一般。）

“熏陶”首先要“置身其中”，而“意会”则靠“感悟”。这些正是本书采取的方式——“荟萃讲述一代科学精英的事迹”着力的地方。但是，要收到熏陶和感悟的效果，就必须从普通的“讲科学故事”中



做到从历史视角上来看待所有这些事迹，而从精神层面上来理解其中的“时代和人”、“人和事”之间的关联。这些要求对于作者是一种分外的挑战，而这种挑战由于20世纪天文学的飞跃进展而显得更为突出。（20世纪的天文学，不论是在实测领域还是理论领域，都出现了一系列始料不及的历史性突破。）

看起来吴鑫基、温学诗同志从容应对了这些挑战。书中的字里行间告诉我们：“这正是熟谙天文研究的作者写出的天文学故事”。书的前言和目录概括说明了其中的脉络和亮点。这牵涉到了对这一百年天文学历史的判断，当然是“仁者见仁、智者见智”

的。

我与吴鑫基教授的相识始自我国射电天文学草创时期，到现在将及半个世纪。特别是近十余年里他卓有成效地帮助乌鲁木齐天文站创建脉冲星实测研究，使我深刻感受到他处理难题的战略思维和严谨缜密的学术风格。这样的思维和风格同样表现在他近期的科普创作中。温学诗同志长期参与主持《天文爱好者》的编务，她天文科普工作的业绩素为业内同仁所赞赏。近年来他们两人联手的创作与时俱进。我殷切希望这本新作的问世，将成为他们加速进入科普远航的一个新的起点。

《观天巨眼》序

（《观天巨眼》，商务印书馆，2007年）

四百年前历史上第一具天文望远镜问世。这是天文学史上划时代的创举，也是现代科学萌芽时期的第一个重大发明。这具望远镜的聚光能力大于肉眼约一百倍，当时是眼睛“望远功能”的巨大延伸。它在伽利略手中立即成为科研利器，很短时间里便取得了一系列突破性的天文发现。继后的历史见证了现代科技登上历史舞台的气势。到今天，即将出台的望远镜的聚光能力已将超过伽利略望远镜一百万倍；作为广义的“眼的延伸”，各类天文望远镜感应的辐射范围已远远不限于肉眼所及的“可见光”，而是遍及全部电磁波谱——射电各个波段—红外线—可见光—紫外线—X射线—伽马射线；一些射电望远镜系统的“分辨能力”（分辨细微天体细节的能力）已经达到了相当于能够在北京分辨出来远在天津的两根并在一起的头发丝……。现在国际上每十年平均总投入不下六、七十亿美元，把各类天文望远镜的功能“升级一代”。可以想象，这种大规模、高速度、巨投入的发展包含了许多动人心弦的故事。

在举世纪念望远镜诞生四百年之际，我非常高兴地看到这一段动人心弦的历史适时地在我国介绍。本书的两位作者以他们一贯的缜密、平易的笔法，为我们讲述了这些故事。

在这些故事的历史画面上有着两个流动着的背景。它们是：一个学科背景和一个社会背景。

一个学科背景：天文学是一门“观测的科学”，这个“观”是远远地看，“测”是远远地测量，对象是天体发出的电磁波。望远镜的任务首先是看见这种电磁波。只有看见了的才能进行测量，只有经过测量才能进行研究。所以“观”的能力是第一位的。

望远镜做得愈大，聚光能力就愈强，就能看见原先看不见的范围。但是天文世界里看不见的范围太大了！举一个众所周知的情况为例：我们有理由相信银河系中存在着数以亿计的行星系统。但是迄今认识到的这种系统仅有一个完整的样本，即，我们的太阳系。经过几代天文学家的努力，最近开始测到了若干个恒星周围巨型行星的存在。但如果要对太阳系以外

的像地球这样大小的行星做到有效的直接测量，则最早也要等到下一代空间望远镜的问世。当然，即使做到了这一步，那也只是在太阳系外的众多行星系统的研究上，迈出极小的一步。这个例子并不孤立，事实上宇宙空间中的天体不可胜计，而今天我们已经测到的只是其中极小的一部分最亮的。不论是行星层次、恒星层次、还是星系层次，历来对更暗弱的样本、更精微的细节的追求，对更深入、更广泛的领域的开拓，对更多、更新的机遇的搜索，即使是望远镜的能力成百上千倍地增加也不会嫌过分。相反，这样做一旦满足了一个时期的要求和期望，“水涨船高”，立即就会出现学科的新的要求，引发出更多更高的新挑战。这种情况使得尽其所能地提高各类型望远镜的效能成为天文学的“永远迫切”的课题。

一个社会背景：在人类历史的长卷中，技术发展显示为文明发展的一大支柱。从远古的石器时代到今天的信息时代，人们一直很自然地用技术发展的阶梯来标志文明的升级。

这种文明的不断提升，核心动力是科学的研究。主要是“自然科学和技术科学的研究的联手”。用今天的概念，自然科学旨在认识自然——发现自然现象，探索自然规律；技术科学旨在技术创新——发明新的工具、新的方法，创造新的品种、新的材料。在一个社会的技术发展中，技术科学是直接推动力，是主体。

但是，这里同时有着自然科学的地位，而且非常重要。首先，历史上自然科学基础理论的每一项突破（早期的：如力学定律、电磁理论……；现代的：如物质基本结构、遗传信息结构……），都会催生一系列技术门类的重大变革和创新。这种作用被认为是自然科学在其本身的人文价值之外的“实用”价值，影响重大，素已家喻户晓。由于这种突破是科学上长期

积累的效果。所以对于技术进步来说，属一种长期的效应。

其次，对于技术发展，自然科学还有一种相对“短期的效应”。只不过这种效应的认识有时会被“挪位”，但它并不因此可被忽略。就此我们将简单做一点说明：

我们通常可以把技术理解为制造“工具（及材料）”和运用“工具（及材料）”的知识。知识可以共享、可以传承，因而整个社会各行各业所拥有的技术可以汇总起来视为共有的“资源”而为全社会所共享。这个“资源”的充实与提高代表了一个社会整体技术能力的发展。任何一个行业在自身发展中需要创造新的“工具”时（例如：天文学要发展X射线望远镜），必然都从共有的“技术资源”中选取所需的技术以助研究，而研究出来的“新工具”所完成的“技术创新”（例如：X射线成像技术），则同时“反馈”到公共“技术资源”而为之增添新的贡献。在这种行业和“公共资源”之间的良性互动机制中，自然科学的地位一向十分突出。这是因为它的研究领域处于挑战人类智慧的前沿，相应的探索手段（工具、材料、方法）通常要求高层次的创新，而由此产生、并“反馈”到公共“技术资源”的成份往往属于“高、精”之列。

对这两种背景的这种粗略的勾画大致上指明了天文望远镜作为一门“观测的科学”的观测工具，一方面与学科——天文学互动、成为“永远迫切”发展的目标，另一方面与“技术资源”互动、贡献于社会的技术进步。如果把这本《观天巨眼400年》比方做一幅纵横开阖、构局严整的工笔画卷，那么上面这种勾画也许可以当做一个简制的画框，聊充背景，以资衬托。



以镜观天四百年

(《中国国家天文》，2009年1月号)

四百年前历史上第一具天文望远镜问世。这是天文学史上划时代的创举，也是现代科学萌芽时期的第一个重大发明。这具望远镜的聚光能力大于肉眼约一百倍，当时是眼睛“望远功能”的巨大延伸。它在伽利略手中立即成为科研利器，很短时间里便取得了一系列突破性的天文发现。继后的历史见证了现代科技登上历史舞台的气势。到今天，即将出台的望远镜的聚光能力已将超过伽利略望远镜一百万倍；作为广义的“眼的延伸”，各类天文望远镜感应的辐射范围已远远不限于肉眼所及的“可见光”，而是遍及全部电磁波谱——射电各个波段—红外线—可见光—紫外线—X射线—伽马射线；一些射电望远镜系统的“分辨能力”（分辨细微天体细节的能力）已经达到了相当于能够在北京分辨出来远在天津的两根并在一起的头发丝……。现在国际上每十年平均总投入不下六、七十亿美元，把各类天文望远镜的功能“升级一代”。400年间，从使用两块镜片手制的望远镜的“窥天”创举，到今日这种大规模、高速度、巨投入的“向宇宙进军”，其间伽利略及其后继者们许多动人的心弦的故事历历在目。这篇文章里我们试图在这些故事的历史画面上解读四百年中带动着它前进的两种力量：一为基于学科背景的动力；一为来自社会背景的互动。

学科背景一： 现代天文学在人类文明发展中的角色

天文学的历史作用体现了天文学的学科动力。

17世纪天文学与物理学合奏的“第谷—开普勒—牛顿三部曲”，导致牛顿力学和万有引力定律的发现，宣告了现代科学的诞生。在人类文明发展史的这一划时代事件中，天文学是主角之一。

这次事件是有史以来第一次物理学基础理论的突破。天文学，作为一门以物理学为基础的自然科学

（利用物理学的基础理论来解释天文学实测现象），同台演奏了这“三部曲”。当时达到的辉煌，曾拜赐于此前长时间的“排练”。现在我们问：在这之后现代科技登上历史舞台，物理学分支多元化，天文学在其中的状态有什么变化？“三部曲”能不能重奏？是不是能期望新的辉煌？

回答这些问题意在试估天文学在文明发展中的真正角色。仍从“三部曲”说起。当时这是两门自然科学的合奏。自然科学旨在认识自然，以发现和研究自然现象、探索和解读自然规律为目的。认识自然按其深刻程度分为三个层次。第一是认识自然事物的存在的表象；第二是认识其表象的经验规律；第三是认识其存在与发展的本质。对此，“第谷—开普勒—牛顿三部曲”可以视为按“科学自身发展的规律奏出的乐章的典型。历史上，太阳系天体运行的研究，历二千年到了第谷，第一层次的认识达到了前所未有的精度，而开普勒三定律所体现的第二层次认识上的成就，直到现在都堪称登峰造极。但是即便如此，这两个层次的认识还只是做到了“知其然而不知其所以然”，基本上只对一事一物（即，对于描述太阳系天体运行）有效。只有到了牛顿，才把研究从物体之间相对运动的表象深入到这种运动的物理本质，从而从“知其然”跃进到了“知其所以然”。

当时的天文学研究，在获得开普勒三定律之后，前沿上的课题进入到了如何解释太阳系天体按照这些定律的运行，而物理学的情况是，牛顿继承了伽利略力学研究的结果，总结出了力学的规律。但是当时所能做的一切力学实验，精度都受到了条件的严重限制。而与此对照，天上行星的轨道运动既不但不受磨擦阻力的影响，而且周期很长，能有效地化解计时技术的不足。“物理学家牛顿”正是洞察到了大自然在天文世界里演示的这一种“力学实验”，利用“天文学家牛顿”对于当年第谷—开普勒的天文实测结果的熟悉，“验证”了力学定律并发现了引力定律。

力学的突破性成就同时创造了“天体力学”。在这之后这种类别的天文学实测结果都用以做出理论解释，并通过理论推测以拓展认识的范围。由是还可以通过新的实测对推测的检验来检验理论的效力。自此原有的“三部曲”进入常规、带动着天文学稳步前进。

力学再现学科辉煌是过了二百多年爱因斯坦广义相对论的问世。这一次天文学的作用虽然没有先前的显著，但是“三部曲”及其角色并没有变：其中“第谷—开普勒型”的工作体现为：1、发现水星近日点进动的天文实测结果与经典力学的预测不符，要求新的力学理论来解释；2、爱丁顿利用日食测量的光线引力弯曲“主动寻找到了”大自然在天文世界里演示的一次“引力论实验”。当然，随着这许多年里物理学分支的多元化以及天体物理学的诞生和发展，力学已经远不是物理学和天文学研究中唯一关心的基本理论，这里举以为例主要是借为典型来说明在今日科学发展的形势下，理论研究的“主动性”更加突出，两门科学合奏的“三部曲”，其顺序和节奏都应当有新的表述，并应当由此重估天文学的地位。下面是我们对这样的表述的尝试：

天文学和物理学合奏的“三部曲”仍然有效，但其顺序可以表述为：1、一头从物理学理论出发，首先依靠天文知识寻求天文世界中有利的演示（亦即“进行实验验证”）的环境和条件（例如，演示力学运动的太阳系空间）；2、另一头，天文实测发现了这种环境和条件里大自然正在进行的“实验”（例如，水星在进行轨道运动）；3、物理学理论上推测这种“实验”应有的结果（例如，近日点进动计算）；天文实测上据以设计针对性的观测来检验理论结果。（事实上，发现水星近日点进动“异常”的实测早于广义相对论的提出，但并不影响这里理想化的表述。这种实测挑战了经典力学的权威性，当视为增加了天文学在“三部曲”中的份量。）

这种表述的适用当然不限于力学的进展。而天文学的作用也不仅仅是结合物理学的理论突破。但这种突破的影响是历史性的，理应得到最大的关注。我们注意到，今天物理学的前沿研究愈来愈多地需要只有天文世界里才能找到的极端的物理条件（如超高温

度、超高密度、超真空、超磁场强度……），而这种极端情况通常都正处在天文学研究的前沿，于是在物理学理论的探索中，就存在着天文实测能够提供、而且往往是只有天文实测才能提供的实测验证。

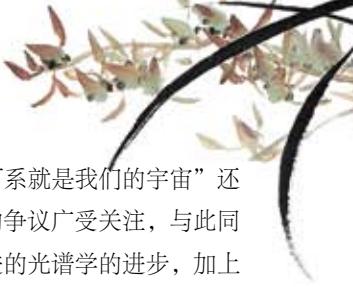
当前物理学和天文学两大学科前沿在宇宙诞生的一刹那处的交叉，正吸引着人们强烈的关注。其格局使人联想到三百多年前的划时代事件，而科学意义则可能有过之而无不及。

最后，还应当附带提一句：这些天文学与物理学交叉的盛事，日后是否可能同样在天文学—生物学的关系中出现？姑当拭目以待。

学科背景二： “大设备战略”在天文学发展中的角色

天文学是一门“观测的科学”，这个“观”是远远地看，“测”是远远地测量，对象是天体发出的电磁波。望远镜的任务首先是看见这种电磁波。只有看见了的才能进行测量，只有经过测量才能进行研究。所以“观”的能力是第一位的。

望远镜做得愈大，聚光能力就愈强，就能看见原先看不见的范围。但是天文世界里看不见的范围太大了！举一个众所周知的情况为例：我们有理由相信银河系中存在着数以亿计的行星系统。但是迄今认识到的这种系统仅有一个完整的样本，即，我们的太阳系。经过几代天文学家的努力，最近开始测到了若干个恒星周围行星的存在。但如果要对太阳系以外的像地球这样大小的行星做到有效的直接测量，则至早也要等到下一代空间望远镜的问世。当然，即使做到了这一步，那也只是在太阳系外的众多行星系统的研究上，迈出极小的一步。这个例子并不孤立，事实上宇宙空间中的天体不可胜计，而今天我们已经测到的只是其中极小的一部分最亮的。不论是行星层次、恒星层次、还是星系层次，历来对更暗弱的样本、更精微的细节的追求，对更深入、更广泛的领域的开拓，对更多、更新的机遇的搜索，即使是望远镜的能力成百上千倍地增加也不会嫌过分。相反，这样做一旦满足了一个时期的要求和期望，“水涨船高”，立即就会出现学科的新的要求，引发出更多更高的新挑战。



这是一种螺旋上升型的良性循环，而望远镜能力的超越居循环的枢纽。这使得历代天文学家总是作为一种“战略选择”、尽其所能把望远镜的口径做大。提高望远镜的功能（首先是把口径做大）于是成为四百年来（自有望远镜以来）天文学的一道“永远迫切的课题”。我们姑且把这个论点称做天文学的“大设备战略”。

天文学的这种“大设备战略”贯彻在整个历史过程中。下面我们举三个历史人物的事为例。它们分别是三个不同历史时期的里程碑。

第一，伽利略本人。当时他以口径仅及几厘米的头一代望远镜迎接一片新天地的开拓。“循环上升”的周期很快。在不到两年的时间里他就磨制了不下五架望远镜，陆续发现了月面上的结构、银河带上的恒星、日面上的黑子、木星的卫星……。历史上至今还没有任何人能在这么短的时间里开辟出这么多的研究领域！

第二位是威廉·赫歇耳。18世纪后叶，天文实测进入到太阳系天体的探索测量和恒星世界的大规模观测。赫歇耳兄妹于1773年启动了他们长寿的一生的星空探测行程，他们开始磨制反射望远镜，口径十几厘米到30厘米。这些望远镜的质量在当时首屈一指，从而得到了更清晰的星象，并做出更精确的测量。1781年天王星的发现使赫歇耳声名鹊起，同时也鼓舞了他制造大望远镜的信心。他们先是克服了种种困难制成了口径91厘米的反射望远镜，随后在1786年，得到英王乔治三世的资助，着手建设一台口径122厘米、镜身长12米的望远镜，于1789年完成。这具望远镜体现了当年在口径上的大幅度超越，可以认为是现代意义上的一台国家级的“天文大设备”。赫歇耳的工作使天文学的视野伸展到了恒星世界的各个方面（发现了800多对双星，3000多个星团、星云；用10万多个恒星的“数目统计”建构了一种银河系结构模型；利用恒星自行的测量推测出了太阳在银河系中的运动方向……）。经过“赫歇耳时代”，银河系整体研究和星系世界的探测已经呼之欲出。

第三位是活跃在20世纪上叶的G.E.海耳。海耳以他对天文科学的远见和出众的活动能力，成为现代实施“天文大设备战略”的典范。

当时天文学上对于“银河系就是我们的宇宙”还是银河系依然“天外有天”的争议广受关注，与此同时，天文学和物理学联手促进的光谱学的进步，加上量子力学的横空出世，使得天体光谱测量成为天文实测的首要利器。这两者从不同方向呼唤大型精密望远镜。正是在这个时期，大块玻璃的浇铸技术和镜面镀银技术进入成熟。海耳所见及此，继1897年完成了叶凯士100厘米折射望远镜之后，他决定向精密反射望远镜的大型化发起攻坚。他选定了威尔逊山台址，于1908年建成150厘米反射望远镜。1917年又建成了2.5米望远镜。这在当时的天文设备中是很大的超越。接着他开始了一项在那时堪称惊世骇俗的计划：在帕洛玛山建一台5米反射望远镜。1929年他筹到了经费、启动建设，1948年5米望远镜投入使用（在这之前经历了第二次世界大战，而海尔这时已经去世十年），并命名为“海耳望远镜”。这一望远镜代表了当时最高的天文光学和精密机械水平，带动了20世纪下叶一批“5米级”望远镜的建设，独领风骚三十年。其间实现了把天文实测的开拓延伸到星系世界、宇宙整体；导致了哈雷定律等重大科学发现；帮助了天体物理学及其各个分支进入现代科学发展的主流……，成为这一时期实测天文学的主导。

社会背景： “社会技术储备”与天文技术发展的互动

在人类历史的长卷中，技术发展显示为文明发展的一大支柱。从远古的石器时代到今天的信息时代，人们一直很自然地用技术发展的阶梯来标志文明的升级。

这种文明的不断提升，核心动力是科学研究，主要是“自然科学和技术科学的研究的联手”。用今天的概念，自然科学旨在认识自然——发现自然现象，探索自然规律；技术科学旨在技术创新——发明新的工具、新的方法，创造新的品种、新的材料。在一个社会的技术发展中，技术科学是直接推动力，是主体。但是在现代科学登上历史舞台之后，自然科学的成果成为技术科学赖以发生和发展的主要资源。下面我们将分别举例说明自然科学在三个不同层次上对技术发

展的推动力。

首先，在宏观层次或战略层次上，我们看到：历史上自然科学基础理论的每一项突破（早期的：如力学定律，电磁理论……；现代的：如物质基本结构，遗传信息结构……等等），都会催生一系列技术门类的重大变革和创新。这种作用被认为是自然科学在其本身的人文价值之外的“实用”价值，影响重大，素已家喻户晓。由于这种突破是科学上长期积累的效果。所以对于技术进步来说，属一种长期的效应。仍以“第谷—开普勒—牛顿三部曲”为例：力学诞生之后陆续派生出了许多技术门类，其影响几乎无处不在。今天，小到日常生活中一些小玩具……，大到世界级的宇宙飞船工程……，都能联系到力学智慧的发挥。当然，发生在力学发展中的这种“故事”，只是“新时代”科学技术“新发展”的一则序幕。

第二，在学科层次上，有的自然科学设备（或技术项目）与一些技术门类（或技术科学分支）“同出一源”，在各自发展的过程中随时可以互相借鉴，一些成果可能互相移植。而一门科学发展得愈好，追求愈深，涉及的技术就愈见特色，能被借鉴和移植出去的就愈有新意，效益愈高。天文学正是这样的一门科学。

这种“同源异途”的故事涉及到天文学的，大小不一，屡有发生。这里举两个著名的事例：1、历史上第一台天文望远镜和用在军事和观景上的望远镜基本上同时问世，然后按自己的追求目标“各奔前程”，但是因为“同源”，天文望远镜的发展对“旧时伙伴”的影响仍然时时可见。（20世纪施密特望远镜的发明惠及军用和民用就是一个突出的例子）。2、草创时期的射电望远镜与雷达定位以及超高频通讯设施“同出一源”，随后在各自的发展中密切联系。一些重大突破，如射电天文综合孔径系统和定位系统中的相控阵，思路相通，在技术上别开生面，影响重大。

这一层次互动的节奏随着学科，可以看做属于“中期的效应”。

第三，对于技术发展，自然科学还有一种相对“短期的效应”，几乎每日都在发生，可以称为一种“微观效应”。这种效应体现为一种巨大的、综合

的、全社会科技力量的运转，不甚显露，但很重要。简述如下：

我们通常可以把技术理解为制造“工具（及材料）”和运用“工具（及材料）”的知识。知识可以共享、可以传承，因而整个社会各行各业所拥有的技术可以汇总起来视为共有的“资源”而为全社会所共享。这个“资源”的充实与提高代表了一个社会整体技术能力的发展。任何一个行业在自身发展中需要创造新的“工具”时（例如：天文学要发展X射线望远镜时），必然都从这共有的“技术资源”中选取所需的技术以助研究，而研究出来的“新工具”所完成的“技术创新”（例如：X射线成像技术），则会同时“反馈”到“公共技术资源”而为之增添新的“储备”。在这种行业和“公共资源”之间的良性互动机制中，自然科学的地位一向十分突出。这是因为它的研究领域处于挑战人类智慧的前沿，相应的探索手段（工具、材料、方法）通常要求高层次的创新，而由此产生、并“反馈”到公共“技术资源”的成份往往属于“高、精”之列。

这种“微观效应”表现在天文学专业出版物刊载的论文上。其中不同份量的“天文技术方法”的创新都会（至少绝大多数会）通过刊物的流通而为社会所共享并从而成为“公共技术资源”。当然这里面同时会包含“宏观层次”和“学科层次”的内容。但是它们占的比例很少，都是令人瞩目的成果，应当区别考虑。

结语

写到这里觉得言不尽意。只能做一个小结。伽利略以镜观天之举的意义远不是一篇短文所能概括。只要想象一下没有望远镜时的世界，一个由日、月、五星加上七千多颗恒星做成的天穹笼罩下的世界中，科技、人文都将如何发展？

我们希望这个小结中对两种背景的勾勒大致上能够说明四百年里天文望远镜作为一门“观测的科学”的观测工具的历史功效：它的发展，1、一方面与学科——天文学互动、成为学科发展全局中“永远迫切的”一个追求目标，2、另一方面与“全社会技术资源”互动、贡献于社会的技术进步。



评《中国古代天文仪器史》

(2006年5月)

《中国古代天文仪器史》彩图本是一部科学史佳作。

天文仪器是天文学研究的观测工具。它的发展，一方面与探索天文世界的追求互为动力，另一方面，与同时代整体社会的技术发展息息相关。

在人类历史的长卷中，技术发展显示为文明发展的一大支柱。从远古的石器时代到今天的信息时代，人们一直很自然地用技术发展的阶梯来标志文明的升级。

我们可以把技术理解为制造工具和运用工具的知识。知识可以共享、可以传承。整个社会各行各业（包括以认识自然为目的的自然科学研究和以技术创新为目的的技术科学的研究）中的技术知识的“总汇”，形成了全社会的“技术资源”而为全社会所共享。于是，科学的研究，作为一个行业，时时都在按研究要求，从“社会技术资源”中选用所需的技术，以助创造出所需的研究工具（和方法）。而由此得到的知识创新，则同时“反馈”到“社会技术资源”中、成为社会整体技术发展中的一个部分。由于科学探索的追求往往形成人类智慧的高强度挑战，这种“反

馈”的高技术含量往往甚高。

天文仪器，面对的是天文世界中无比繁多、至为微弱、变化难测的对象，要求调动同时代的高技术以使其探测达到尽其精微。而由此创造（并“反馈”到“全社会技术资源”）的新技术，历来都位于同时代遥远目标探测技术的前列。

这些表明了天文仪器的发展在全社会技术发展（因而也是物质文明发展）中的作用。同样也表明了一部中国古代天文仪器专史在中国古代科技史中应当占有的地位。

近百年来，中国古代天文研究的著作颇丰，但是以天文仪器为主线索的专著迄今尚属空缺。潘鼐先生主编的这本专史，集古今资料，钩玄提要，细大不捐，按十一种门类分述自古迄清末中国天文仪器的发展。席泽宗院士称其“内容相当全面”，寄望其致广大读者“对中国古代在天文仪器方面的成就得到一个比较清楚而全面的了解”。本书篇幅达七十万字，含彩图一百五十余幅及插图五百多张，图文相辅，引注齐全，堪以副席先生所望。而全书结构中，仪器发展的脉络分明，当亦足以与古代科技史相参互引。

《中国计时仪器通史》序

（《中国仪器通史》，安徽教育出版社，2007年）

时间是基本物理量。时间计量是定义和测量一切运动、一切过程的基础。计时仪器，作为时间计量的工具，它的发展，在科学、技术乃至生产的发展中，占有一席不容忽视的位置。

整理和编纂我国计时仪器史，最初策划于1995年，由薄树人先生主持。借筹措之际薄先生遽然辞世。1998年再度策划，决定由陈美东主持，组织全国各方同行力量，编写一部《中国计时仪器史》，分古

代及近现代二卷。由陈美东负责古代卷，张遐龄和吉勤之负责近现代卷。

时间标准的产生和标准时间的应用（和普及），在古代已属国之大计，到现代则是一项重要的“国际共计”。其中不同时期的计时仪器，其性能与功效与各个时代的技术进展同步。在古代，用于时政和科学的计时仪器主要与天文测时相配合，可以归为天文仪器的一个门类，因而它的历史一直紧密地结合到古代天文学史。

我国古代天文学历史悠久，成就辉煌。近数十年，集全国同行之力，在中国古代天文学史的整理与研究上做了大量工作，成绩显著。其中计时仪器方面亦不乏力作，但相对来说，整体上尚失之零散、且存在缺环。本书的古代卷在前人已有研究的基础上，对中国古代计时仪器的历史展开全面、系统的探讨，以史料（包括文物）的广泛收集和整理为基础，辅以必要的复原研究和模拟实验，充实了各个部分的内容、补齐了诸多环节（如各式日晷的天文、数学原理的论述……等）。这一卷的完成，不但贡献于古代仪器发

展的研究，对于我国古代天文学史的进一步完善和发展，无疑也具有重要意义。

计时仪器进入到近代，见证了“时间服务”系统开始扩大服务范围、最终达到国际化，计时仪器高居精密仪表行列、并迅速“便携化”和“大众化”。到了20世纪中叶，原子时间标准取代了自古以来以地球自转周期为基准的天文时间标准，现代计时技术以及与之紧密关联的精确时间（频率）的产生和应用，已深植于多门科学和尖端技术领域。国际上的这种发展堪称高速，与之接轨已是当代我国计时技术不断争取的目标。本书的近现代卷回顾了近代以来西方机械钟表的传入，宫廷与民间的吸纳、仿制与发展；现代中国机械、电子钟表的技术引进、研制与创新；直到现代中国各类原子钟的引进和自主研制……，对中国计时仪器史中近现代研究这一薄弱环节作了填补空白的工作。

《中国计时仪器史》两卷共约一百万字，是一项总结性的大型著作，今值完成面世。对于我国计时仪器史同仁们积十年的耕耘获得的这一成果，我深感喜悦与钦佩。谨序如上。

天文学

（为《中国大百科全书》第二版撰，2004年）

翻开人类文明史的第一页，天文学就有着显著的地位。在古人的宇宙观里，“天文”总是相对于“地理”的。但随着对自然认识的进步，“宇宙”渐渐归入到“天”的范畴。进入现代，天文学作为自然科学体系中的一门学科，依照其研究目标，研究手段和与其它学科的交叉，可以由下面的一张框架图来定义：

后一页的图里罗列了当前天文学各门分支，轮廓性地展示了今天（20和21世纪之交）天文学整体的概貌。图上三角形框架的三条边，分别代表着当前普遍采用的三种不同的学科分类，即：一，按研究目标分

类，二，按“观测工具”分类和三，按“理性工具”分类。本文将首先介绍这种结构的意义及其在历史上的发展，并大略浏览一下今日的天文视野，然后结合天文学的基本性质和发展规律的讨论，尝试说明四百年里天文学的几次重大进展和今天亲历的时机。

图中三个分类的主题——科学目标研究，得力于两类“工具”的发展。这两类“工具”，“观测工具”和“理性工具”，分别渊源于同时代的技术和同时代的基础科学，体现为与天文学交叉并应用于天文研究的技术，和与天文学交叉并应用于天文研究的基

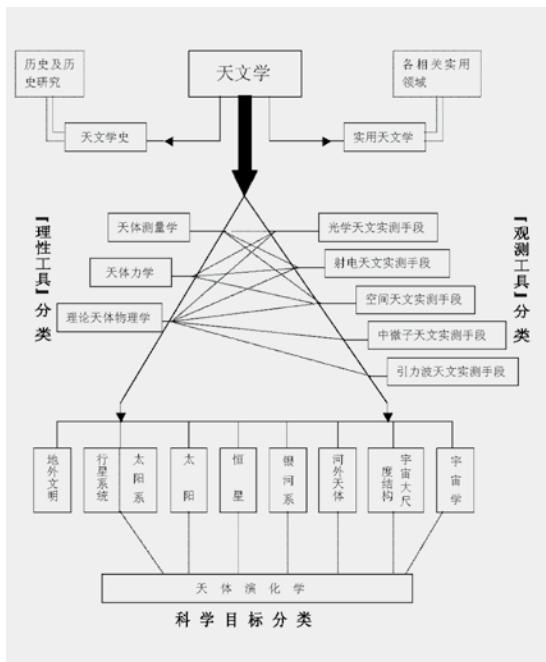


图1：天文学整体概貌

础科学。这两类“工具”在天文研究中相互结合（图表中表为虚线连接）。

图的框架（以及框架上的学科栏目）直接引自二十年前出版的《中国大百科全书·天文卷》，仅作了几处变动，即：在“观测工具”栏中增加了中微子天文和引力波天文的实测手段，和在科学目标栏中列入了地外文明和宇宙大尺度结构。图中为“实用天文学”设立了一个位置，其中的每一项内容均可视为天文学中某一分支与一项实用研究的交叉，但是项目彼此之间没有必然的联系。

图中的框架结构意在反映天文学的发展规律，而学科的发展则反映在每个臂上不同时期的栏目及其内容的变化上。初版问世后的二十年里，学科栏目略有增加，而每门学科的内容则均已今非昔比。

回顾一下远古文明时期，那时的天文研究目标仅限于几个太阳系天体（以及作为“天空背景”的几千个恒星），观测工具主要受惠于大自然安在人体上的小望远镜——眼睛，而理论工具则仅是萌芽时期的“天体测量学”。尽管如此，这三个方面一开始就各就各位，安在上述框架图上，并随着时代的发展而不

断充实、发展、变化，记载着天文学走过的“古代科学”漫长的旅程，直到17世纪前夕。

在天文学发展中，17世纪是划时代的。

首先是“第谷—开普勒—牛顿三部曲”在这一时期里完成的革命性突破——牛顿力学定律和万有引力定律的发现。这一突破宣告了现代科学的诞生。而天文学研究，从此越过了几千年来单纯追求太阳系天体运行的“唯象解释”，进入到借助力学规律对包括太阳系天体在内的一切天体机械运动的“本质探明”。上述框架图的“理性工具”臂上则因之出现了第二个主要分支——天体力学。

17世纪的另一个突破发生在1609年，当时伽利略首次以手制望远镜观测天文目标，这使得天文视野越过了肉眼聚光能力的局限，开始伸展向更加幽微、因而也是更深、更广的宇宙空间。这一突破赋予了上述框架上的“光学天文实测手段”以新的意义：开始了世世代代求大、求精、日积月累、永不停息的各类天文望远镜的研制。

这两大突破启动了现代天文学凭借“观测工具”和“理性工具”发展的“两条腿走路”，开始以比以往快得多的节奏一步步深入到天文世界各个层次的不同领域、展开了各类科学目标的探索。这一进程迄今历时将近四百年，而这张框架图也就随着逐步扩展成了今日的组成。

今日视野中的天文世界

天文观测工具（图中的“观测工具”臂）四百年里从伽利略手制的第一具望远镜发展到了今天所有的光学、射电、和空间天文观测等手段，使视野里从仅仅目力所及的日、月、五星（金、木、水、火、土五个行星）和几千个背景恒星，扩大到了今日所见的天文世界（如图中的“科学目标”臂所列）。下面是从近处小范围到远处大轮廓的概略描述：

行星世界 对于尺度只及万分之一光年的行星世界，虽然今天仍还只有太阳系这个唯一的完整样本，但是航天技术介入之后的研究手段是划时代的，往时远望的目标，从月亮，行星际物质，到各大行星及其卫星及彗星、小行星，从此都成为列队待访的“新大

陆”，目前得到直接探测的目标正在不断增加。

恒星世界 对于恒星世界，首先是光学手段，继而加上射电、红外等手段，使视野覆盖了纵横10万光年的银河系。在银河系范围数以千亿计的恒星中，已经获得光谱、亮度测量的目标达到了数以百万计，其中大批目标得到了精细定位；这些观测中纪录到了大量的双星，以及聚星、星团；记录到了各类周期性变光的变星以及不规则变星；记录到了各类恒星向空间抛射物质的现象以及剧烈的“新星”爆发和“超新星”遗迹；测到了一批以发射短周期脉冲为特征的中子星，并测出了由于影响周围天体的运动或辐射而透露出自己的存在的“黑洞”；测到了弥漫在广大空间中的星际物质和成批遮蔽星光的“暗星云”和受亮星照明的“亮星云”；测到了含有丰富星际分子的星云；发现了星云内的恒星诞生地；通过测到的恒星和星际物质的空间分布勾勒出了银河系结构及内部运动的轮廓；通过观测银河系外围气体的运动发现了其中出入银河系的气团；意识到了单凭着看得到的恒星和星际物质的引力将无法避免外围气体四散逃逸，从而推论出了银河系中存在着巨大份量的“暗物质”。

星系世界和“可测宇宙” 在星系世界里（银河系是其中规模较大的一员），依据今日广泛采用的“膨胀宇宙”模型，整体“可测宇宙”的尺度为一百多亿光年，其中各种类型大小不一的星系星罗棋布，用目前的光学观测手段估计可以测到十亿个左右，实际上进行过光谱测量的已将近一百万个；射电天文学问世以来，率先探测到了类星体和宇宙微波背景辐射；光学、射电和空间手段联手测到了成批的“活动星系核”以及宇宙间各种大规模物质抛射、剧烈爆发、高能辐射的现象；日益精致的宇宙背景辐射的探测把宇宙学的研究推进到了新的前沿。发现了星系的分布呈集聚倾向，大的星系团可含有上千个星系，尺度达千万光年；对星系团内星系运动的测量发现了赖以维持动力学平衡的引力大部分源于团内的“暗物质”。星系际空间以及星际空间中“暗物质”的存在、而且质量远远超过了“可见物质”，是当前天文学研究中的一大挑战；宇宙空间中以星系集聚为标志的大轮廓，体现为“宇宙大尺度结构”，已有的观测发现在亿光年尺度上的结构呈显著的不均匀性。更深一步

的测量在积极进行中。

天文学的基本性质

一、作为一门自然科学的天文学

自然科学旨在认识自然，以发现和研究自然现象、探索和解读自然规律为目的。自然科学的成果可以应用于技术科学和技术的发展，但其目的并不因实际功利而转移。天文学作为一门自然科学，同样赋有这样的基本性质。

认识自然按深刻程度可以分为三个层次。第一是认识自然事物的存在的表象；第二是认识其表象的经验规律；第三是认识其存在与发展的本质。对此，首创现代天文学的“第谷—开普勒—牛顿三部曲”可以视为典型。历史上，太阳系天体运行的研究，历二千年到了第谷，第一层次的认识达到了前所未有的精度，而开普勒三定律所体现的第二层次认识上的成就，直到现在都堪称登峰造极。但即便如此，这两个层次的认识还只是做到了“知其然而不知其所以然”，基本上只对一事一物（即，对于描述太阳系天体运行）有效。只有到了牛顿，才把研究从物体之间相对运动的表象深入到这种运动的物理本质，从而从“知其然”跃进到了“知其所以然”。

牛顿的工作在这里起了双重的作用：首先是，作为物理学家的牛顿把太阳系天体运动看成是大自然在太空中演示的一个力学实验，并使之成为他建立力学理论的依据（力学是物理学中最先被开拓的一个分支）。结果如所周知，发现了万有引力和力学规律，其适用范围遍及到万事万物的力学关系。这是人类认识自然的一次历史性的突破。而在这个过程中，作为天文学家的牛顿，把所建立的力学理论应用于太阳系的天体运行现象的解释，使其达到了“知其所以然”，也就是达到了第三层次的认识。而天文学自此在力学现象研究的领域中拥有了使研究得以进入第三层次的“理论工具”——“天体力学”。这对于天文学来说同样是一次历史性的突破。

探究产生这种突破的条件，可以看出，具备有以下两个特征：

- 1、物理学前沿研究（当时是力学规律的探讨）



和天文学前沿研究（当时是行星运行规律的解释）在“理论研究层次”上相互融合，

2、理论的形成得到了凝聚天文观测结果的经验规律（当时是开普勒三定律）的验证。

这两个特征可以视为天文学重大发展的征兆。

这种三个层次的研究达成的现代意义上的科学认识，有如建筑三层楼阁，每一层都有自己的特点、自己的份量，相接相承，形成了整体的高度。

为了强调这一性质，我们在后面的章节中以“第谷—开普勒—牛顿三部曲”为典型，采取如下表述：

“**第谷型研究**”（第一层次）：实测发现——获取基本信息，

“**开普勒型研究**”（第二层次）：信息发掘——创造“经验模型”（描述表象），

“**牛顿型研究**”（第三层次）：理论解释——创造“理论模型”（描述本质）。

这里借助大师的名称以表明各个层次的份量；用“模型”的创建来代表科学信息的梳理和解释。“模型”体现为理论构思对实测数据的拟合。理论构思允许选择，而实测数据则受到技术方法的制约，含不确定性。因此，一个科学模型实质上是在具体条件下的一个“最佳拟合”。作为拟合，它容许不同的“佳选”并存，等待更有说服力的实测来作出抉择。这体现了科学研究所固有的“宽容性”。拟合是用数学来表现的，因而能够作出推论以扩大认识，作出预测以接受验证。推论和预测，使科学认识在“理论模型”所代表的水平上接受新的挑战，由于科技进步不断带来的理论能力和实测条件的提高，任何时候所选的模型都会不断地面临着新的理论的挑战和实测的挑战。这是一种永无休止的挑战。而正是这种“永无休止”体现了科学的研究的“进取性”。历史表明，在一门学科的发展中，大大小小的挑战激励了前进的力量，而每次“强挑战”的解决都会显著提高理论模型的权威性，而当遇到不能解决的“强挑战”时，则可能预兆着学科的革命性进展。

在前面的事例中，天体力学建立之后遇到的一次“强挑战”是1846年海王星的搜索，这次“强挑战”被解决了，当时曾经被誉为“科学的伟大胜利”；另一次是1882年水星近日点进动超差值的确定，这是一

次“不能解决的强挑战”，现在我们知道，正是预兆着引力理论的大变革。

二、天文学与地学的分工及“第谷型研究”

在自然科学中，天文学与地学在实测研究层次上有所分工。广义的“天”通常代表了宇宙的宏观总体，“地”则是其中一个极其微小、然而也是极其特殊的部分。“地”的特殊在于它的外壳上居住着人类——宇宙的研究者，从而成为人们得以进行最详尽、最缜密研究的一个“天体”，也就形成了地学在宇宙研究中的独特地位。在地学研究中，研究者可以身历其境、实地勘察，可以“主动地”采集样品，“主动地”布置实验。而这些都是“地”以外的天体研究所不可能的。“地”以外的范围是一般人所说的“天”，可望而不可及！天文学家面对着“天上”遥远的、乃至极其遥远的、为数众多、往往是非常暗弱的天体，不能实地勘察，不能主动采样，不能设置实验！他所能做的限于远远地“观”和远远地“测”。这与地学以及其它的科学相比，无疑是一种欠缺。正是因为有了这种欠缺，天文学家世代相承，不遗余力地研究和发展“观”和“测”的手段和艺术，“致广大、尽精微”，以至于使天文学被喻为一门“观测的科学”，在人类认识自然的奋斗中始终拥有一个前列的位置。

“观”和“测”的能力与同时代的技术发展息息相关。历史上，“观”的能力从17世纪伽利略望远镜的问世开始，经历将近四百年的技术改革和创新，到20世纪末，光学望远镜的聚光口径已经达到了10米级，威力为伽利略镜的十几万倍。同样，光学以外的波段，随着同代技术的步伐，首先是20世纪后叶射电望远镜和干涉仪的发展，继而是各个波段的空间望远镜——红外、紫外、X射线、伽马射线等天文卫星的运转，到了跨世纪时期，全部这些设施都经历了两代和两代以上的更迭，使天文观测迈入了“全（电磁）波段、巨信息量、大设施联合运作”的时代。“测”的能力，同样在20世纪出现巨大的飞跃，突出的如各类光敏器件的发展，已经使一些波段的天文探测器做到了“噪音”接近于零的理想水平；一些干涉仪系统分辨细节的能力达到了万分之一角秒（相当于能够分辨

出200千米远处并排的两根头发丝）。

20世纪后叶航天技术的发展，把人类或人类派遣的“使者”（各类遥感探测器；机器人）送到月球、太阳系空间以及几个行星上去，从而把地学研究手段应用到了地球以外的这些天体。这样，从天文学与地学的分工来说，属于“地”的范围有所扩大。而天文学研究则从此在太阳系范围内增加了若干得以精测、细测的珍贵样本。科学意义无疑是重大的。但是尽管如此，它的实测研究仍然面对的是无际宇宙中无数的暗弱天体，并不因此改变它作为一门“观测的科学”的性质。

由于天文观测面向的是极其辽阔的空间中为数众多、非常暗弱（其中还隐藏着许多“难以预料”）的目标，而且愈远就愈多、愈暗、愈难以分辨，因此对所有的天文研究领域（行星世界、恒星世界、星系世界……）来说，更深、更广、更精的观测都会是“永远迫切”的要求。这就是说，在看得见的将来，天文学的发展对于提高观测设备能力的要求还看不出什么止境。实际的制约只是来自技术上的可能性和经济上的可行性。与此同时，来自学科本身的挑战则会经常激励技术和方法上的革新以及专用性（通常是小型的）设备的创造。

总起来说，在大方向上按目前的发展趋势，十年内空间天文各个波段的设备可望再得到一代更新；地面设备将加速向巨型化发展，除了“1平方千米射电望远镜计划”外，30米级的光学、红外望远镜和干涉仪当能初步实现，10米级光谱巡天设备也应当能够进入议程。三五个十年之后当可能在月球上建立起第一个天文观测基地。

三、天文学与物理学的关系及“牛顿型研究”

在“牛顿型研究”的层次上，天文学可以看成为一门以物理学为基础的自然科学。

在自然科学中，物理学的基础研究，涉及物质的基本结构和相互作用的基本规律，属物质世界认识的最深层、因而也是最基础的理论。天文学，和其它物质科学一样，在“牛顿型研究”中，正是利用物理学的基础理论对实测现象作出解释，或，用前面的说法：构建“理论模型”。在这个意义上，天文学是一

门以物理学为基础（或，为“理论工具”）的自然科学。

前面说到在“第谷—开普勒—牛顿三部曲”中，力学定律和万有引力定律的奠定，产生了天体力学。这对于天文学是一次重大突破，因为它在历史上首次从物理学（当时为力学）的成就中获得理论工具，提高了认识自然的深刻层次。在这以后，天文学不断地吸收同代物理学的成就，实测上建立了包括以天文亮度学和光谱学为主的技术和方法；信息上相应地包括了天体的各种物理内容（温度、密度、电场、磁场、视向速度、化学组成……）；理论上不断随着物理学的发展充实自己的“理论工具库”，顺理成章地发展了“理论天体物理学”。到20世纪，天体物理学的应用遍及各类天体的结构和演化，成为天文学研究手段的常规。

前面曾经指出，牛顿当时在奠定力学定律和万有引力定律的过程中，既将天文学实测应用于物理学理论的探讨，又使物理学理论应用于天文实测的解释。后者像前面所说的，现在已经是天文学研究手段的常规，而前者，虽然作为物理学的研究手段属于罕见，但也并非不可思议。当时牛顿继承了伽利略力学实验的结果，但伽利略的实验，精度受到了条件的严重限制。而与此对照，天文学上行星的轨道运动作为一种“力学实验”，既不受摩擦阻力的影响，而且周期很长，能有效地缓解计时技术的不足，正是一种理想的状态。当年牛顿在力学研究上的突破，很大程度上得力于这一“天文实验”的利用。天文实测的这种应用，三百多年里还发生过几次，其中的两次同样堪称历史性的突破：分别发生在20世纪上叶的核物理领域和当今的粒子物理领域，都是在前沿研究中依靠了只有天文世界中才能找到的极端环境和条件，和存在着天文实测能够提供、而且事实上只有天文实测才能提供的科学验证。这两次事件我们将留到后面讨论。在较平常的范围里，“天文实验”应用于物理学研究的例子亦间有所见，著名的如在日全食之际测量太阳边缘上的星光位移以检验“相对论光线弯曲”，又如测量脉冲双星的周期变化以验证引力辐射，等等。可以想象，由于一切天文现象都有它的物理起因，在天文世界中大自然随时随地都在“表演”着各种“物理



实验”，其中在现有条件下可供利用的应当很多，而且随着天文观测能力的发展还将不断增多。但是，要能够从中发现所需要的“实验”并加以利用，则只能依靠科学工作者的渊博和匠心。显然，这种工作应当属于物理学研究，但是习惯上一直被纳于天文学名下。

四、天文学“模型”的几个先验条件

这里我们列出建构天文学“模型”时普遍认同的几条先验原则，但不涉及哲学讨论。

1、认定宇宙间物质及所遵循的规律的统一性

这决定了可以把发生在“天”上和发生在地上的自然现象互相印证，视为一个整体；决定了可以用我们认识的自然科学规律来解释极其遥远的天文现象；决定了可以用天文知识来探索物理学和其他自然科学的基本规律。

任何原则都要接受实测的考验。在这个问题上，当实测与已有的认识发生矛盾时，首先要做的是检查、修正、或改建“模型”，把矛盾看成是促使科学进步的挑战，而不轻易放弃统一性原则。

2、认定人类寄居的地球、太阳系、银河系在宇宙中不具有特殊优越的地位

这是从中世纪的“地心论”被抛弃以来形成的观念，可以推论到在宇宙中任何天区及其中的事物都不占有特殊优越的地位。这符合今日被认同的“宇宙学原理”。更进一步，可以认为任何一类天文现象，不论在宇宙间什么地点，只要环境条件相似，演化时期相近，都会遵循相似的产生和发展的途径。根据这种“信念”，天文学家们尽管“生年不满百”，却可以通过大规模测量和比较各类天体（恒星、星系……）不同时期的样本，来验证长以百万年乃至百亿年计的演化历程。近数十年来探索“地外文明”之举，同样也是基于这种“信念”。

3、认定宇宙间物质的存在、组合和演变的“无限性”

这意味着任何时候，在已被认识的天文现象之外，“总会”存在着等待我们去发现或深入一步了解的现象（至少在可预见到的将来是如此）。这决定了天文观测手段的发展成为前进的原始推动，常常超前

于学科的发展。

天文学的发展规律

天文学的发展规律反映在天文学的历史里。自牛顿时期以来，现代天文学走过了三百多年，学科的面貌发生了巨大的变化，包括又经历了两次历史性的突破。这样的历史经验，应当足以从中探究前进过程的内外影响和主导取向、也就是学科的发展规律。

决定发展规律的首先是学科的性质。前面我们讨论了天文学的基本性质，包括天文学作为一门自然科学及认识自然的三个层次；天文学与地学的分工及其作为一门“观测的科学”的性质；天文学与物理学的关系及其在研究上相辅相成的性质；以及天文学赖以开展研究的几个先验条件。下面我们将以这些为出发点展开讨论。

一、天文学研究的目标与手段

前面我们提出了天文学作为一门自然科学，以认识自然为目的。认识自然由浅入深，分为三个层次：获取观测信息（第谷型研究）→创造“经验模型”（开普勒型研究）→创造“理论模型”（牛顿型研究）。每个层次上的探索目标均为自然所固有而为探索者所未知。因而探索者需要随时掌握学科的形势，洞察所处的时机，选择恰当的路线。这种洞察力取决于他的“战略素养”，尊重“认识自然”的规律，不凭主观意志，当然也不涉及“实际功利”。

研究路线首先体现为研究手段的设计。手段借助于适当的“工具”来实现。我们在这里用了带引号的“工具”，指的是具体的工具的制造和运用的知识，同时它是广义的，代表“观测工具”和“理性工具”。作为一种知识，在相互流通的范围内可以传播和继承，因此可以设想存在着一种把全部同类知识汇总起来的“全社会技术工具储备”、“全社会数学工具储备”和“全社会理性工具储备”。当然，作为知识的总汇，这种储备是取之无尽、用之不竭的，而且按以下所说的意义上，它还将愈用愈多。

研究工作者根据自己的课题设计，从“工具储备”中选取所需的各项“工具”，用以组构成针对性

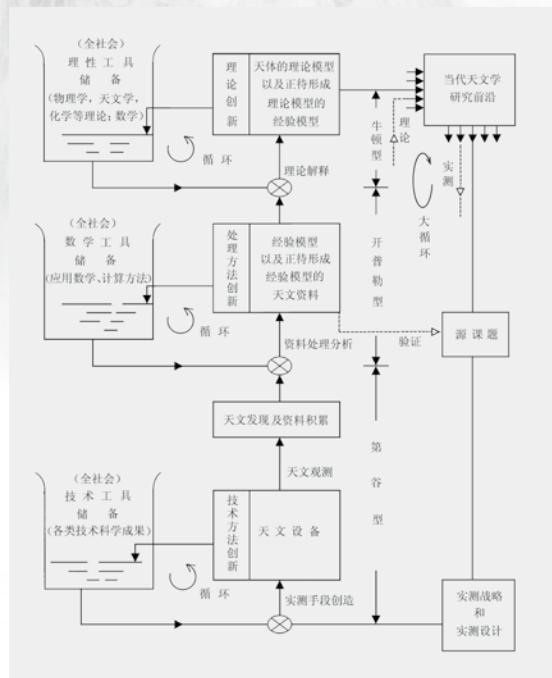


图2：天文学研究涉及的三种“储备”

的手段，也就是，创造出应用于自己的具体课题的“工具”。

下面图中的左边标出了天文学研究涉及的三种“储备”——“技术工具储备”、“数学工具储备”和“理性工具储备”。研究工作者从中取出“工具”以创造新的“工具”，结果完成了一项“工具创新”（如果涉及的是“技术工具”，则他实质上是完成了一项技术科学的研究。这个问题我们将留在后面讨论）。这种新创的“工具”虽然是为特定的课题创造的，但是由于工具的“泛适用性”（即适于广泛相似的应用），“新工具”作为一种知识的创新，会自动地立时贡献于相应的“全社会知识储备”。这是一种“良性循环”，在图中左方用箭矢表出。

二、三个认识层次与“大循环”阶梯

图中的中央部分表示了按“第谷—开普勒—牛顿三部曲”的称谓依序划分的三个层次的科研目标和过程。具体的科研课题，图里标为“源课题”，出自“当代天文学研究前沿”（图中右上角，代表对“当代天文世界整体的理性认识的前沿”）。“源课题”

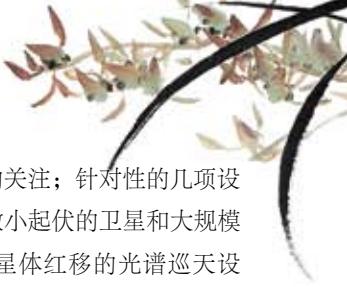
是天文实测的课题，按性质可以分为两类：“实测主导”和“理论主导”。前者的根据是天文学对于更多、更深、更广、更精的观测的“永远迫切的要求”（见前），后者则主要基于“理论模型”所发动和所接受的实测的挑战。“源课题”启动的研究首先达到“第谷型研究”层次，产生了基本资料。然后依序（如图中所示）晋入“开普勒型研究”和“牛顿型研究”层次，分别提炼出经验规律和作出理论解释，最后得到的结果“反馈”到了“当代天文学研究前沿”成为整体理性认识的新增部分。这个过程在图中表为“大循环”，是一种“螺旋上升”的循环——终点回到起点的位置时升高了一级认识阶梯。

图中的这两类循环，一类为前面所说的联系到了几个方面的“社会储备”，代表了课题进展的外部因素，另一类是这里的“大循环”，代表了课题进展的内部程序。这些描述适用于天文学各个领域的大小课题，在很大程度上反映了学科的发展规律。（当然，这些描述主要是概括性的，每个课题如何运转均当视具体情况而定。比如某些循环可能会在某一个研究层次上停留，另外某些却可能顺着先前的轨迹很快到达终点。）

三、天文学的三次历史性突破

前面我们提出过天文研究上历史性突破事件的两大特征，这里用图上（“大循环”）的语言重复一遍：一，天文学前沿研究与物理学前沿研究在建立“理论模型”层次（“牛顿型研究”）上相互融合；二，“理论模型”的建立得到了天文实测（“第谷型研究”）的验证，特别是得到提炼了天文实测结果的“经验模型”（“开普勒型研究”）的验证。

这两个特征之所以重要是可以理解的。“理论模型”是以物理理论为依据对天文实测作出的“最佳理论拟合”。按学科发展的观点，“理论模型”在理论与实测的交互挑战之中建成，而且在建成的同时就启动了新的挑战，也就是为了验证、巩固、发展这种模型而进行的挑战。挑战的实质，针对的是模型本身在新的实测和理论的加入后还能不能保持为“最佳拟合”，一般并不涉及对所依据的物理理论的质疑。但是，一旦出现了这种质疑，就可能引导向重大的突破。（见本文中第一节关于“不能解决的强挑



战”），我们现在讨论的情况比这个还更超出了一步，因为所依靠的物理理论本身就是处在接受重大挑战的研究前沿上，因此所得到的“理论模型”、也就是“牛顿型研究”成果，必然超出了天文学的常规范围而进入更基础的物理学领域（正如当年“第谷—开普勒—牛顿三部曲”的成果那样）。这是物理学的研究前沿融入天文学领域的结果。这种结果的产生并非偶然。因为物理学的前沿研究中往往需要只有天文世界里才能找到的极端的物理条件（如超高温度、超高密度、超真空、超磁场强度……），而当这种极端情况也正好是天文学研究的前沿时，就存在着天文实测能够提供、而且往往是只有天文实测才能提供的实测验证。

前面我们已经对现代天文学发展中的首次历史性突破——“第谷—开普勒—牛顿三部曲”作了分析。可以与之比拟的第二次重大突破发生在20世纪上叶，当时物理学上核物理研究的前沿和天文学上恒星内部结构和演化的研究前沿在“理论研究层次”上相互融合，而由当时的观测素材中提炼出来的表达恒星光度和表面温度关系的“经验模型”——“赫-罗图”，则提供了天文实测的验证。这次突破（同样具有前面说过的两大特征）发生在对恒星世界的认识上，成功地把满天空互不关连的恒星的生命史以及周期表上所有的化学元素的合成，一举纳入到同一个演化理论模型里。这个模型带来的“强挑战”之一，对中子星的预言，在60年代由于脉冲星的发现得到了验证。这极大地加强了这一模型的权威性，并启动了对天文学和物理学均属意义重大的黑洞的搜索和理论探讨。

现代天文学的第三次历史性突破发生在星系世界所代表的宇宙整体的认识上，目前正在进入高潮。这个过程肇始于20世纪前叶，当时哈勃定律的发现，使广义相对论得以与膨胀宇宙模型相结合，导致了大爆炸宇宙学模型的诞生。60年代宇宙微波背景辐射的发现，使这一理论模型获得了广泛的认同。随后经历了几次“强挑战”，到今天形成了物理学上基本粒子研究前沿和天文学上宇宙极早期研究前沿的理论融合（在那里存在着匪夷所思的超高温和超高密），汇聚了今日物理学探索“极小的极致”和天文学探索“极大的极致”的努力，进展中所需要的实测验证正在牵

引着当前所有重大天文设备的关注；针对性的几项设施，包括用以探测宇宙背景微小起伏的卫星和大规模测量宇宙更深处的星系、类星体红移的光谱巡天设施，均在持续发展中。

四、“大设备战略”与“小设备战略”

前面我们曾数次提到天文学对于更多、更深、更广、更精的观测的“永远迫切的要求”。这使得历代天文学家都把实现更大、更精的观测设备看成为“永远迫切的课题”。针对这一要求，今天的天文学家们几乎总是在完成一代威力超越以往的重大设备的同时，就已经开始了下一代同类设备的筹划。这种“大设备战略”，从前面列举的近几个十年里地面和空间各种波段的天文望远镜的发展和更新的情况里就可以得到充分的说明。威力超越以往的设备可以引发天文学各个不同领域的新的挑战和大面积开拓，是天文科研攻坚中的主力。这类设备通常是国家级项目，而且往往需要多国合作。

这种大型设备的功效令人瞩目，但局限性也是明显的。它非常昂贵，制造周期长；它设计上着重稳妥，装备上着重“通用”，遇到特殊问题时适应性不强；它数量少，使用上分配到每个课题的观测时间少，难以有效地进行搜索性、监测性的研究。而与此对照，“小设备”（或“非大设备”）造价低，制造时间短，利于及时针对研究课题做成专用装置；它数量多，可供灵活调动，允许承担占用长观测时间的课题。同样重要的是，当遇有技术创新的概念需要摸索时，只有“小设备”才能够适应反复的试验。因此从全局看，“大”、“小”设备均应属学科发展战略，如果说“大设备”是“堂堂之阵，正正之旗”，那么“小设备”就是时能导致克敌制胜的“奇兵”。拿最近的一些事例来说：著名的哈勃空间望远镜，耗资巨亿，启动后在行星、恒星、星系、宇宙学各个领域几乎所有的前沿的开拓上均发挥了巨大的功效，堪称当代“通用性大设备”的代表作。“小设备”方面则如不久前投入工作的WMAP卫星（一种探测宇宙背景微小“各向异性”的专用卫星），它在天文卫星群中只算是一个“小伙伴”，但是它受“理论主导”、探测功能之锋直指当前宇宙学的要害，而且制造周期短，

收效快。还可以举一些例子：如前面提到过的脉冲星和宇宙微波背景辐射的发现（两者都获得了诺贝尔物理学奖）均应归功于投入甚小的“专用性小设备”，而20世纪中天文观测手段上的重大创新——30年代的施密特望远镜和60年代的“综合孔径”射电望远镜的早期实验，也都是由小型设施来完成的。这些事例足以说明“小设备”的应用，尽管已经习以为常，但还是必须用战略眼光来看待。

五、天文学与技术科学的关系

前面我们讨论过天文学作为一门自然科学的基本性质。相对于自然科学，技术科学旨在利用自然、改造自然，致力于技术的创造，也就是“工具”（按前面所作的定义）与材料的创造。它的目标含强烈的功利性质。

技术科学创造技术，技术创造物质文明。人类文明，从远古的石器时代到今天的信息时代，就都是以技术为标志、以技术的进步来划分的。

但是，利用自然、改造自然的前提是对自然的认识。技术科学的发展与自然科学息息相关。但这不能解释为两者的混同。其涵义应当是以下两条：一是一门现代技术科学的成立可以溯源于自然科学对自然事物的认识；二是一门自然科学获得的新的认识（新的自然品物、新的经验规律、新的理论结果），都存在着或迟或早被应用于某种技术研究的可能。这些关系可以理解为：在技术科学的研究中，自然科学起了“理性工具”的作用（对照前面讨论过的：在自然科学的研究中，技术科学起了“技术工具”的作用）。“工具”必不可少，但并不是主体。主体是这门技术科学研究的目标。工具服从于主体，适则用，不适则弃。

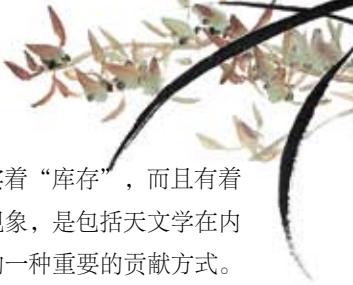
这一推理有助于理解所说的“实用天文学”的实质。举众所熟知的时间计量学为例：这是一门历史悠久的技术科学，从一开始就一直得力于天文学的应用。首先是太阳相对于地面固定目标的运行周期被利用为计量时间长度的标准，即，用以给出了“日”的定义并发展了将之应用于“时间服务”的技术。在这之后，随着天文学的进步，认识到了这种周期运动是地球自转的反映，而在力学问世之后对于地球巨大的惯性维持着自转周期的稳定有了正确的理解，从而能

够从理论上探讨各种导致地球自转微小偏差的起因并加以改正。这种进步使时间计量标准的精度得以不断提高。而这个情况从古代一直延续到20世纪上叶，是到那时为止各门“实用天文学”中（见本文篇首）实现最大实用功能的一门。当然我们看到，这部分天文研究，具体为地球自转研究（属地球动力学，但历史上一直归在天文学名下），只是从天文学浩浩洪流中引出的一道支流、汇入了时间计量科学的河道。对于天文学来说，这种学科交叉当然反过来也有利于地球动力学的发展，但并不影响及整个天文学按自身发展的规律前进的主流。如所周知，20世纪中叶“原子时计”的启用结束了地球自转作为主力计时标准的历史。这门古老的实用天文课题至此告一终结。这是正常的，也可以说是一种规律：学科交叉服从于研究的主题，利则合无利则止。在这之后，时间计量学按着自己的发展轨道继续前进；而地球自转的研究，作为地球动力学的一个部分，则由此得以用更精确、更稳定的时间计量为工具，继续着它本身的追求。

普遍地说，天文学，作为一门自然科学，在它发展的过程中，每当为一门技术科学的研究所应用时就会产生出属于所谓“实用天文”的课题，其中有的可能重要到足以形成一门“实用天文学”。前面时间计量的例子说明了这种“实用”的性质。

事实上，天文学作为一门自然科学，本身还赋有一种普遍的、作用于“实用贡献”的功能。但这是与“实用天文”截然不同的一种间接的功能。为了说明，让我们回到前面表示天文学发展规律的图。图中表示，在“第谷型研究”中根据科学目标制定了实测战略，然后从“社会储备”中提取合适的“技术工具”，设计并创造出针对科学目标所需的观测手段（包括观测设备及其运用的方法）。这种设备投入使用后，一方面继续进行图的右边所示的学科内部的“大循环”，另一方面，如图的左边的“循环”所示，进入与“全社会技术工具储备”的互动。

天文学实测研究，在与“全社会技术储备”的这种互动中，由于其研究前沿的课题通常有着很强的挑战性，决定了它对于观测手段要求也具有很强的挑战性，从而在上述的“循环”中导致了高水平技术的产生和“反馈”。这种高水平“反馈”的实用功能可以



达到非常可观。再以前面提过的两个重大创新事件为例：施密特望远镜的发明奠定了各类大视场成像系统设计的基础；而“孔径综合”系统的创立则导致了各种超高分辨率定位和成像的开拓。

前面说过：可以把技术、方法的知识看成是全社会共有的“工具”，而把全社会拥有的技术知识、包括运用技术的知识看成一种用之不竭的“技术储备库”（图中表示为大容器）。由于技术在不断进步，库的“库存”随着不断增加，其丰富程度和增长率代表了全社会的“综合技术实力”，而其利用率，则反映了社会的科技管理水平。

天文学实测研究回归到全社会“技术储备库”

的“反馈”，源源不断地充实着“库存”，而且有着很高的高新技术含量。这种现象，是包括天文学在内的自然科学对“实际应用”的一种重要的贡献方式。它虽然不直接产生产值，但却“实时地”创造技术资源，而且往往是高新技术资源。

后记：从开始执笔到成文的短短过程里，又陆续见到了几项重大天文发现的报导。这更加重了对于这样一篇文章难以准确展示天文学发展面貌的顾虑。也许更“实在”一些，应当把文章的标题改为“天文学的基本性质与发展规律及几次重大历史事件”。但这样的题目似乎太大，而且和原定的体例要求不符。现在姑且在此提出，作为“后记”。

关于90年代中国天文学的一些思考

（《自然杂志》，1992年15卷）

编者按 在中国天文学会主办的“90年代天文学”学术报告会上，中国科学院学部委员、我国著名天文学家王绶琯教授，作了题为“进入90年代的天文学”的综述性报告。这篇报告分四大部分，分别以“现代自然科学中的天文学”、“近代天文学史上的三次飞跃”、“在进入90年代的天文学前沿上”和“关于90年代中国天文学的一些思考”为标题，从天文科学的研究对象、方法和特点，近代天文学的重大进展和当代天文学的前沿课题，一直谈到我国天文学研究的发展策略，高瞻远瞩，纵横捭阖，为我们勾勒了一幅现代天文科学的“宇宙全景”。全文共约2万5千字，《自然杂志》分4次刊出，每次一大部分，以各部分标题为篇名。本文是四篇连载中的第四篇。

面对90年代天文学发展的高潮，我国的天文学工作者将如何为自己争一日之长？

笔者已经在本刊连续发表了《现代自然科学中的天文学》（1）、《近代天文学史上的三次飞跃》（2）、《在进入90年代的天文学前沿上》（3）这三篇文章，就“进入90年代的天文学”这一主题，阐述了天文科学的研究特点、近代发展和当代前沿。在90年代天文学发展的强大国际背景下，我国天文学研究

应怎样选择自己的发展策略？

首先我们注意到当代天文学的国际化。一个研究者、一个研究集体、一个国家的研究部门，都必须在国际合作和竞争的水准上确立自己的地位。

学术合作和竞争的单元是研究集体。国家使用行政上和经济上调控的职能，引导和组织各个研究集体，“合力”进入国际竞争。这种调控和引导体现为方向、人力和资金上的宏观决策。

我国目前能够投到天文建设上的资金十分有限，

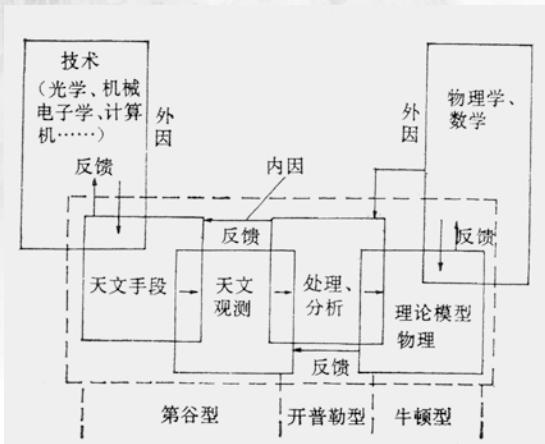


图1：天文学研究的内因和外因

而国际上，如文[3]所述，作为这一时期发展天文学的主要措施，10年中将投入数百亿元（折合成人民币），陆续建成各波段“重型”设备，以全面扩展实测“视限”。人力上，我国在天文研究岗位上的人才，如果给予适当条件，在数量上和能力上当不亚于一些有天文传统的中等发达国家。而所说的方向问题，实质上是问：以学科前沿状况和当前国际动态（这些已在文[3]中介绍）作为参与合作和竞争的参照点，那么应该如何选择某些“主攻方向”，才能使有限的资金和人力的投入能产生最大的学术效益，并使我国天文学占据一席有竞争力的地位？

下面我们将根据文[1~3]的叙述和分析提出几点看法。

一、关于天文学贡献的几点看法

1、大型观测设备的作用不是评价天文学贡献的唯一标准

天文学作为一门“观测科学”，观测手段的发展，是学科前进的主要推动力量。天文实测的“空白区”如此之大，实测“视限”的任何突破，都会增加大量天文信息。导致这种突破的可以有如下两种原因。一是观测手段的“开创性”发展，如历史上伽利略望远镜的问世、本世纪施密特望远镜的发明、综合孔径射电望远镜的创造、X射线掠射成像望远镜的创造等，即主要是依靠天文学家（及有关专家）的创造

性，开辟了天文实测的新的途径。另一则是依靠巨大投资，往往结合同时代高技术，使设备规模大幅度地超过原有的同类设备。这可以称为“扩展性”发展。文[3]列举的那些90年代重大设备大部分属于此类。这些设备无疑代表着一个时期的天文实测威力，决定了“视限”能够达到多暗、多远的宇宙深处。不过，论贡献，“开创性”和“扩展性”的建树在历史上却各有千秋：后者往往可以列为一个国家尖端工程的成就；前者则更贴近于天文技术方法的常规研究，其中突出的如综合孔径望远镜的创造，获得了1974年度的诺贝尔物理学奖。这说明了对于不具备巨大投资条件的国家，没有什么理由不能在耗资很小的“开创性”类型的研究中，作出自己对天文观测手段的贡献。

看一下图1（即文[2]的图1），“第谷型”、“开普勒型”、“牛顿型”的工作相互衔接成为天文研究进展的内因。这些工作的贡献正如这三位天文巨匠的历史贡献一样，各树一帜，缺一不可。这也说明了大型观测设备的发展虽然在天文学的发展中起重要的推动作用，但并不是唯一的。图2是把图1和文[1]图2所表达的学科发展过程和发展因素加以具体化而成的“现代天文研究流程图”，其中框出的每一个环节都必须自我完善，并对整体作出贡献。

2、今日“开普勒型”贡献及一些具体思考

90年代各种设备投入使用，将带来大量的资料积累。光学（及红外）一级巡天（即不分对象的全天普查）和各个波段的选择性巡天，所得的资料都将会成百倍地增加。“开普勒型”的工作将是针对性地发展对这些资料的鉴别、分类、筛选、认证、统计等方面技巧，以及发展处理和分析的方法。

当然，具体的课题需要制定具体的方案。但对我们来说，以下两项基础性的措施应当可以考虑先行。

（1）“开普勒型”的贡献可以用开普勒本人的工作为典范。现代天文学与数学的联系远较一两世纪前稀松，这可能是学科专业性加深的结果。应当重视建立学科之间深层次的相互理解，所以应当吸收优秀的数学家（当然是有关专业的）直接参加（不是客串）这部分天文工作。

（2）天文学上的信息处理，特别是图像处理的能力至今相对薄弱。（而历来巨大天文投资都是为了广

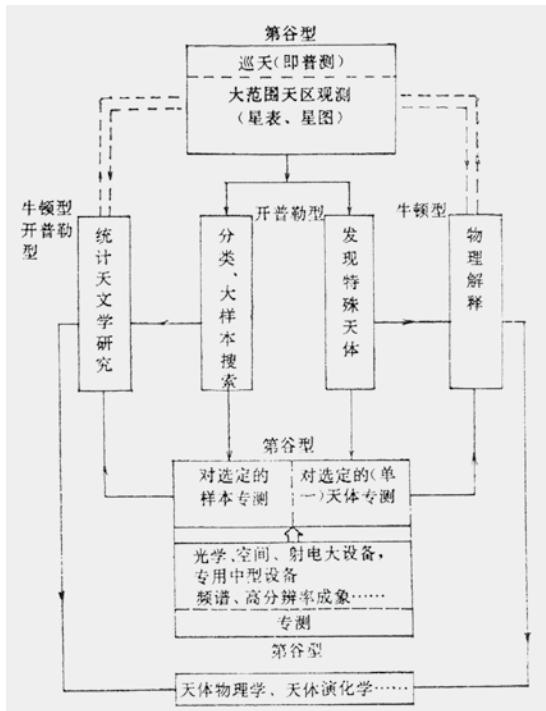
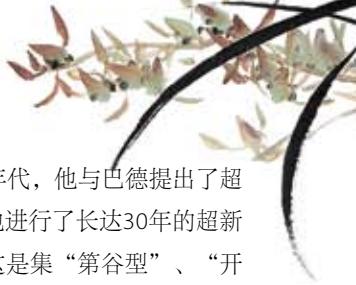


图2：现代天文研究的流程图

收天体信息！）信息浪费对大型设备来说十分可惜，对只有中型设备的国家则几乎不可容忍。应当考虑组织一个精悍的“天文信息处理”研究集体，开展从理论到结合当前实际应用的各类专题研究。

3、今日“牛顿型”贡献及一些具体思考

“牛顿型”工作指的是对天文实测结果的物理解释，小可到一个天文现象，大可到宇宙整体。可以由实测要求设题，也可以由研究者“自出难题”。这工作是天文研究中的一个“常规”部分，重自由思考，没有太多框框。但应当做到有能力随时与实测的进展配合。根据我们的具体情况，下面提出两点“备忘”的意见。

(1) 现代天文学与物理学的结合紧密空前。同样出于学科之间深层次相互理解的要求，应当吸收优秀的理论物理学家和力学家直接加入（不是客串）天文研究集体。

(2) 理论思路可以更加开阔，以有助于从理论上开拓方向，并增强对实测挑战的“应变”能力。这里我们提出一种所谓的“兹威基风格”以供参考。兹威基（1898年～1974年），他的三项重要开创性工作体

现了开阔而灵活的风格：30年代，他与巴德提出了超新星存在的论点，然后执著地进行了长达30年的超新星搜索、观测和理论研究，这是集“第谷型”、“开普勒型”、“牛顿型”工作于一身的方式；他在30年代首次从星系团研究中提出了宇宙“暗物质”的存在，属“开普勒一牛顿型”工作；1933年他根据恒星演化理论首先预言了中子星的存在（这时距中子的发现才两年），这是“自出难题”的“牛顿型”工作。表现在这些开创性工作中的对天文问题的敏感性和工作方法的灵活性，称为一种“风格”，确实是当之无愧的。

4、今日“第谷型”贡献

我们在文[2]中指出：“第谷型”工作的内容应包括天文观测手段的建设和观测资料的积累。前者又分为“扩展性”和“开创性”两类。90年代“扩展性”观测设备的概况已在文[3]中介绍。下一节我们将结合我国天文设备的建设，进一步讨论“第谷型”贡献问题。

二、关于我国天文设备建设的几点看法

1、关于国际合作与竞争

我们是以国际上用巨大投资兴建光学、射电和空间大型观测设备为背景，来考虑我们自己的天文设备问题的。

天文学的国际化在大型设备上也有所体现：世界上不少大型设备都以部分或大部分时间“开放”给国内外同行使用，大多数大型设备的观测资料都可以在一个规定的时间之后任同行索取。这样，对于包括我国在内的所有国家的研究集体，引进各种大型设备的资料库显然是明智之举。这一部分的“资料支持”对不同国家的“开普勒一牛顿型”工作者没有原则上的差别。当然，这种资料是在第一手的精华已经被“榨取”之后才释放的。从第二手资料中提取有用信息，或则牵涉到繁杂的处理，或则要求有独到的观念，两者都值得下工夫，但两者都是在“常规”之外的。一个国家的天文学科的健康发展，基础还必须扎在内在发展因素——“第谷型—开普勒型—牛顿型”工作的良好结合上。这种结合是有效进入国际合作与竞争

的前提。（这里所说的结合，指的是从事实测和理论的不同研究集体（或个人），在各自自由发展的基础上，保持相互之间寻求启发、寻求配合。）

国际大型设备的开放，对于我们的“第谷型”工作，只能是一种非常有益因而是应当利用的补充。因为这些设备上所有按设计目标制定的“专用性”课题，基本上并不开放，而开放的“通用性”设备，则只能容纳少量的申请项目。

于是问题转到：我们的“第谷型”工作能否靠自力更生、以足够的竞争力登上国际舞台？

2、“斗智”不“斗财”

90年代的大型天文设备，大部分属“扩展性”发展项目，造价高昂，依靠的是财力和同时期的高精技术的引进。而“开创性”发展则要求技术方法上有所开创。世界上许多天文研究单位都拥有自己的中型设备，或多或少地都在开展技术方法的研究，其中有的可以作为“开创性”设备的实验。在这个意义上，“开创性”的设备发展对手如林，是一种强烈的“斗智”。事实上，许多新品种的大型设备，都需要有中小型的“开创性”设备的试验来开路。在这种情况下，为了能“斗财”，还必须先“斗智”。走“斗智”的路并非因为无路可走。而且我们既然不可能在国际上“斗财”，那就应当明确思想，集中精力进入“斗智”的角色。

3、“通用”与“专用”

对一个耗资巨亿的大型设备，传统的思路是要求其尽可能具备多样化功能，以容纳各种类型的天文课题。与此相反，专用的设备，在极端情况下，主要只有一种用途。通用设备，只要足够大，就可以保证效益。而专用设备，能否成功首先取决于专一的科学目标的意义。然后还要问：采取的技术路线是否能够实现这种科学目标，以及它的作用是否不会被比它大得多的通用设备所代替？条件多，所以风险也比较大。专用设备耗资相对地少，但要收效，必须有理论、实测、技术三方面力量的通力合作。最好是人才配套，从设计，到观测，到分析，全过程地配合。

4、尺之所短和寸之所长

前面说明了我国天文设备的发展，应当考虑“自力更生”类型、“斗智”类型和“专用”类型。三

者都强调放弃代表聚“光”能力的“大”。但是，“大”并非全是优势。这是因为：昂贵的大型通用设备不适宜用于单一天体的监测（因为它的使用时间必须分配给许多课题），它也不宜用于普查或目标搜索；相反，小而精、专的设备可以配合课题设计，担任监测、普查或搜索。小一些的设备制造时间短。当代学科进展迅速，充满机会，在科学目标已定之后，实现观测的时间愈早，抓住时机的可能性就愈大。时间也是竞争的一个砝码。

原则上，设备是研究工作的工具，尽管大型设备威力大，但尺有所短，寸有所长，关键在于灵活运用。

5、鸡首与牛后

“鸡首与牛后”的意思是，我们要发展的天文设备，如果投资不变，我们是宁愿选择作用范围窄一些、但是以我为主的项目来进入国际竞争呢，还是加入某些国际项目（可以是参加、投资，也可以是配合计划），以享有大型项目的一个部分？我们的倾向是“宁为鸡首”。对于“牛后”我们并无贬意。它大而稳，但不能走自己的路。“鸡首”，可以自己看定目标，连飞带跑，是有可能争得一日之长的。

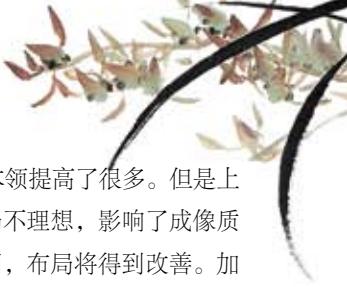
6、关于“全国一盘棋”

“全国一盘棋”是个很老但是非常好的口号。学术竞争也很像下棋。我们要加入国际竞争，我们国家内部的天文工作就必须良好配合，像下棋一样，也必须集中兵力找突破口，攻突破口，这个问题由于我们的资金和人力都十分有限，就显得尤其突出。何处是突破口？需要集思广益。我们在下面提出几种可能，作为例子，希望能引起讨论乃至争论。

三、具体设想三则

1、一种“大”型设备——孔径10米级光谱巡天专用望远镜的设想

前面看到，学科的发展需要突破实测“视限”。90年代新设备的投入工作将很快在“全波段”实现这种突破，天文目标的记录将成百倍地增加。接下去，在这样的新水准上开展有选择的样本普测，将成为最重要的“第谷型”工作。其中如新增类星体候选目标的光谱普测，新增射电、 \times 、红外源的光谱普测，极



限亮度更暗的星系“完备样本”的光谱普测等，将使“天文学大统一”框架中迫切要求实测介入的空白区和半空白区（距离从20亿光年伸到100多亿光年）进入“视限”；可建立起相应的三维样本并普测物理参数等等。这些任务可由大口径光谱巡天望远镜完成。这个设备还可用来进行河外和河内各类样本不同色散度的光谱测量。

90年代里，约10台口径4米级的望远镜估计会转向监测、普测课题。其中将会有部分涉及上述方向。我们如果不是用更大口径进行更“深”的测量，则将会成为一个很小的“牛后”，意义不是很大。因此我们选择把力量集中在大样本光谱巡天功能上。由于功能单一，允许用结构简化来换取口径的扩大（到10米级）。

预计待测的样本将达数以千万计，每个晴夜的观测至少要有几千个目标，因此采取统筹成批观测的方式是可取的。统筹观测允许我们把望远镜从通常的双轴装置简化为单轴的“中星仪”装置，把造价降低到原来的1/10。“中星仪”观测，限于运转到正南正北方向上的天体（天区）。可以设计成在天体通过南北方向前后，共跟踪测量1小时左右。将采用光学纤维束一次引出视场上几百个天体的像，送到一个分光仪上进行成批光谱测量。

设备的另一个简化是采用球面主镜（有效口径10米级），镜面可由几十块同心小球面镜拼接而成。这种化整为零可使主镜易于制造，并降低造价。关键技术包括焦面上的“球差”改正系统、光纤定位、焦面跟踪以及自适应校准等，经初步论证，均属可行。

2、一种中型设备——中国VLBI站联合欧洲VLBI网的设想

甚长基线干涉仪（VLBI）以其非常高的分辨本领，在天文学中占有重要地位。欧洲VLBI网是一个很成熟的国际性合作设施。目前中国的VLBI设施主要有上海的由25米天线和乌鲁木齐由即将安装的25米天线装备的两个站。欧洲网与上海站曾进行过联网观测，基

线增长了约4000公里，分辨本领提高了很多。但是上海和欧洲之间空档很大，布局不理想，影响了成像质量。如果乌鲁木齐站加入联网，布局将得到改善。加之精心处理，就有可能得到优质的高分辨率图像。

这个对欧洲和中国同等有利的方案，不要求另增设备。要取得高效益，需要考虑：（1）组织“第谷型”、“开普勒型”、“牛顿型”三方面人才“联合作战”；（2）由前面提出过的“天文信息处理”研究组织，设立专题，研究“欧洲网加中国两个站”的VLBI图像最佳处理方案，并形成实用软件；（3）在VLBI诸波段中集中精力发展并完善1.3厘米波段，至少能以与国际上相近的水平进行连续谱和水谱线观测。1.3厘米是涉及的VLBI网中最短的工作波长，在分辨本领的竞争中属“必争之地”。

3、25米射电望远镜用在水脉塞（maser）及其它分子脉塞的监测上

25米天线，工作在厘米波段上，通常用为VLBI的一个单元。当作为单天线单独工作时，它只能起一个小型设备的作用。小型设备也有它的长处，如对一些天文目标进行长时间的连续追踪观测，有时就能取得非常有意义的结果。

这样做，首先观测目标必须选择得当。目标的辐射必须强到小型设备也能够很好地测量。

波长1.3厘米的水脉塞是很强的源。在分子云里分布于恒星形成区（这里只讲分子云里的脉塞源），谱线常表现为许多成分的叠加，变化很快。对选定的水脉塞源连续监测谱线强度变化，特别是结合同一个源的VLBI成像，可望对恒星形成区的物理状态获得有意义的结果。

单天线的水脉塞观测可以利用于探测太阳近处太阳风电子密度分布。

总之，由于资金十分有限，我们应当格外注重理论、实测、技术的结合。把主攻目标的选择和“开创性”、“专用性”手段的探讨铺排在一起开展经常的讨论。求方案就会得到更多的方案，有了更多的方案就会有更好的选择。

天文学发展中的“小设备战略”

(2002年中国天文望远镜及仪器学术讨论会论文集)

摘要：天文学是一门观测的科学。本文从天文学的发展上说明，每个时期天文观测的手段都以当时的“大设备”为主体，但同样重要的是同时发展“小设备”，形成战略上的配合。文中列举一些历史事例作为例证。新近建议的“脉冲星专用射电望远镜”，源自“小设备战略”，在此附带加以简单介绍。

关键词：天文仪器——天文望远镜

一、关于天文“大设备”

在天文学的发展中，望远镜聚光能力和其他功能的提高，是一项“永远急迫”的课题

天文是一门“观测的科学”，这个“观”是远远地看，“测”是远远地测量，对象是天体发出的电磁波。望远镜的任务首先是看见这种电磁波。只有看见了的才能进行测量，只有经过测量才能进行研究。所以“观”的能力是第一位的。

望远镜做得愈大，聚光能力就愈强，就能看见原先看不见的范围。但是天文世界里看不见的范围太大了！举一个众所周知的情况为例：我们有理由相信银河系中存在着数以亿计的行星系统。但是迄今认识到的这种系统仅有一个样本，即，我们的太阳系。经过几代天文学家的努力，最近开始测到了若干个恒星周围巨型行星的存在。但如果要对太阳系以外的像地球这样大小的行星做到有效的直接测量，则至早也要等到下一代空间望远镜的问世。当然，即使做到了这一步，那也只是在太阳系外的众多行星系统的研究上，迈出极小的一步。这个例子并不孤立，事实上宇宙空间中的天体不可胜计，而今天已经测到的只是其中极小的一部分最亮的。不论是行星层次、恒星层次、还是星系层次，历来对更暗弱的样本、更精微的细节的追求，对更深入、更广泛的领域的开拓，对更多、更新的机遇的搜索，即使是望远镜的能力成百上千倍地增加也不会嫌过分。相反，这样做一旦满足了一个时期的要求和期望，“水涨船高”，立即就会出

现学科的新的要求，引发出更多更高的新挑战。

这说明了所谓的“大设备”是一代接着一代地更迭的。而在同一个时期，“大”和“小”是相对的。对于一个天文学家来说，一台望远镜配有双轴座架、口径大到当时最强的技术能力或经济能力的限度的，在他的眼里就可算是“大”的。20世纪初世界上最大的望远镜口径为1米左右。到了中叶，4米级口径才称大。20世纪末，大望远镜的口径达到了10米级。跨过世纪后，正在研制口径30米级的所谓“拼接镜面望远镜”。这在目前可以说是尽了同时代技术所能及，再大的话投入就太高了，建造时间也太长了。不过，可以肯定，再过十几年30米口径天文望远镜又会被超过。

世界上大型天文望远镜愈做愈大，并且速度会愈来愈快。制约的因素看来主要是两个：一是技术能力，二是经费支持，而学科要求不在此列。这是因为像前面所说的从历史上直到可预见的将来，是大型望远镜的能力制约了天文学整体的前沿研究，而不是相反。

这种实测上的“供求悬殊”的状态，同样存在于天文世界的其他领域——恒星层次、星系层次、太阳系内的小天体等等。

例子里说的是光学望远镜的情况，但同样的描述也适合于电磁波的其他波段（射电、红外、紫外、X射线、 γ 射线）的设施（也适用于中微子、宇宙射线、引力波）。

基于前面所说的原因，历代天文学家不论已经



拥有的设备规模有多大，总是尽其所能把研究聚光能力更大、功能更多的设备作为一项“永远急迫”的课题。这导致了现代天文“大设备”一代接着一代的不断更迭。

“大设备”造价高昂，有自己的局限性

“大设备”造价高昂，要求尽可能普适于不同天文层次、各种类型的课题，而在使用上只能在众多申请的课题中择优。这种功能上和观测时间上的两个框框是“大设备”固有的局限。所以，不断前进着的“大设备”尽管在天文设备的战略布局中占重要地位，但是从全局来说，它不可能单独存在和发展。因此，必须同时重视其他设备，尤其是下面所说的“小设备”的战略和运作。

二、关于“小设备”和“小设备战略”

天文学上“大”、“小”设备的特征

综上所述，天文“大设备”的特征有：

- (1) 设备威力，特别是望远镜的聚光能力远远超出现有的同类望远镜；
- (2) 因此它要求高、难的技术，相对长的研制时间，和高昂的造价；
- (3) 因此它应当是多功能的，力求能够适用于不同天文层次的各种类型的前沿研究课题；
- (4) 因此申请使用的课题数量总是远远超出可以承受的课题数量，这使得在望远镜时间的分配上，单位课题的“时间支持”往往限到很短；
- (5) 同样的理由，设备的各种功能均须面向大数量的各类课题，因此基本上是定型的。这使得在课题研究的设计上基本上受到了“设备主导”。

我们所谓的“小设备”，是由天文实测的战略定位的，它的特性正好与“大设备”互补，相对于“大设备”，有：

- (1) 望远镜相对地“小”；
- (2) 造价低，研制时间短（如果利用现有的望远镜，则需要研制的仅限于辅助设备，完成的时间将更短）；
- (3) 课题研究的设计上是受“课题主导”的，也

就是针对课题来设计设备；

(4) 因此它基本上是单功能（或少数功能）的专用设备；

(5) 因此，它对单位课题的“时间支持”可以相对地很长；

这样，在天文实测的进展中，“大设备”是主力，而“小设备”则可以看成是奇兵、偏师和后方支持。两者的关系是战略上的配合。

三类“小设备”

“小设备”大致上可以分为三种类型。下面我们举几个例来说明：

(1) 针对主题的需要，研究、发展出的专用性能的“小设备”。

最著名的如：20世纪60年代针对宇宙微波背景的理论预测，Princeton科学家为此设计了小型射电望远镜。他们当然知道测“背景辐射”只需要很小的射电望远镜，但针对宇宙背景的测量，则必须能够测出绝对温度接近于零的辐射，而且仪器需要非常稳定。当然他们没有像Penzias和Wilson那样想到贝尔实验室闲置着的喇叭抛物面正是一具这样的“武器”（Penzias和Wilson想到了这仪器的性能，但却对宇宙背景辐射没有认识）。最后是两方面加到一起取得了天文学上的一大发现。现在回顾，用这台喇叭抛物面不但性能合适，而且是最经济的（免了设备投资），而更重要的，是在争先恐后的科学进军中赢得了时间。Penzias和Wilson功不可没，因为他们比别人更敏锐地认识到了“小设备”的意义并知道怎么去寻找、再创造、并利用它。

同是在20世纪60年代，脉冲星的发现也是通过“专用性能”的“小设备”取得的。这一次是造价仅2万英镑的、具有高速记录能力的米波射电望远镜。这种记录速度在当时是前所未有的（因此也是一种“新武器”）。虽然它只是偶然地发现了脉冲星，但有了它，脉冲星就必然会被发现。

这两个事例都是歪打正着。但都是非常得当地用“小设备”做出“新武器”，导致诺贝尔奖级的成就。

(2) 利用现有的大型、中型、乃至小型设备，完

成“大设备”难以顾及的大、小课题。

天文学上另一项诺贝尔奖工作——利用脉冲双星计时测量、探测引力波效应——用的是不属于“大设备”的巨大射电望远镜（有效孔径约200米的Arecibo望远镜）进行长期监测。这可以说是这类望远镜的最佳利用。与此同属一类的是曾经起过“大设备”的作用、但现已不在此行列中的设备。它们可以面向“大设备”一时不能顾及或不能适应的课题，并使自己与之相适应。这样，就课题而言，虽然未能倚重“大设备”的高功能，但却得到了“课题主导”所带来的自由发挥。典型的项目，如那些需要长期监测的（如脉冲星、变星……），某些需要大样本测量的（如星系巡天……），需要大规模认证、搜索的（如X源认证……），等等，都很自然地寻求这些设备的配合。因为这些设备无须新建并允许占用长观测时间，性质上应属“非大设备”，或按我们这里的定义，可称之为相对的“小设备”。（当然，实际工作中并不排除真正的中型设备甚至于个别小型设备承担某些大的项目的可能）。

（3）提高望远镜聚光面积及其他性能的研究和小规模试验

这里按内容可以分为两个类别，一是望远镜本体及组合系统的结构和工艺的研究，探讨其“光学”（这里借用为任何电磁波段的统称）性能，包括聚光能力、分辨能力，以及视场大小、成像质量等等。二是不断从高速发展的技术中引进所需的技术，首先是各类探测器的技术，计算机的硬、软件以及各种精密测量、计量技术等。

第二类问题与同代技术发展和“高科技”生产密切相关，往往表现为对产品的期待，例如在光学以及射电波段目前对低价格、高灵敏度、大面积像素探测器件的期待等。这些我们将不在这里讨论。

这里将集中讨论第一类内容，即，望远镜本体和组合系统。这对天文学家来说是一个世世代代为之努力不息的课题。其中也包含了每一代“大设备”的“中试”或前期试运转。

受技术进步的影响，在这一课题上，20世纪出现了几次重要的突破。除了初期光学玻璃浇铸、磨制、表面处理等工艺的发展日趋成熟之外，20世纪上叶重

要的突破莫过于30年代施密特望远镜的发明。这不仅是大视场望远镜的新创，而且是多元（二元）聚光成像系统的一次重要开拓。

到20世纪下叶，技术发展加速，新的突破应运而生。当初，射电望远镜无论是在接收面积、分辨本领，还是在成像和视场方面均无法与光学望远镜相比，正是60年代综合孔径射电望远镜的创造及初测成功，一举改变了这种状态。这从普遍原则上，表明了多个望远镜单元的综合可以做到大接收面积、高分辨率成像。这无疑是一个巨大的突破。

在同一个时期，在射电望远镜的设计上首次使用了保形的概念，实际上启动了“主动光学”的最初尝试。这一概念上的突破，和综合孔径一道在射电波段“大设备”的格局上注入了新的优化因素。在光学波段，则分别出现了像多元主动光学拼接薄镜面的大型设计，以及多年锲而不舍地进行着的光综合孔径的实验。

当然，这一时期最大的突破还应首推空间天文的问世。不同电磁波段的空间设施——通过小型试验陆续发展成为“空间望远镜”、“空间天文台”，其中有的作为当代的“大设备”，均列居单项天文设施投资之最。

这些结果，都是源自当代技术进展的成就与天文仪器研究者的创造性的结合。随着全球经济和技术的发展，这种趋势还将有增无已。

三、当前“小设备”的几点战略思考

我们仍沿着第一节提出的三种类型来分别陈述：

（1）“课题主导”的专用性设备

这里突出了“课题主导”。至关重要的是设备研究与学科研究相结合、提出课题并设计实测方案。这两部分学者应当做到像球类双打那样地相互了解和配合默契。2000年Boomerang和Maxima实验，利用（气）球载微波望远镜探测宇宙微波背景辐射谱，取得了巨大的成功，就是最近的一个有力事例。天文学中不论是行星系统、恒星、星系、直到宇宙学层次，都会程度不同地存在着大量这样的课题，不过需要技术、实测、理论三者在各自的深层研究上相互碰撞，



才能引起思想的火花。这种火花意味着创造性的自由发挥（这也许解释了迄今天文实测诺贝尔奖项目多出自这一类“课题主导”设备的原因）。

（2）针对当前“大设备”所不适应的前沿课题而运作的“非大设备”

这里突出的是对“大设备”未能顾及的前沿目标课题，特别是大样本、长监测、广搜索类型的课题（或方向），要调动起“非大设备”的众多设备来实现。在网上联络和数字技术持续高速发展的今天，许多全球“联合操作”和“共同享用”的方案将会不断涌现，为了能够主动开拓并取得高学术效益，需要对天文学科当前的发展具备全面观点和洞察能力。在这里，理论、实测、技术三方面的合力也是至为重要的。

根据以上两种类型的情况，作为以“课题主导”为特征的“小设备”战略的举措，理论工作者、实测工作者、技术工作者紧密地交流和合作是必不可少的。

（3）用在天文望远镜基础性创新研究的“小设备”

这里的主要内容可以说是不断向着下一代“大设备”推进的预研究。这种研究与同时代技术进展前沿密切相关。当前的有关技术背景，影响最大的有控制系统的智能化和巨信息量的收集和处理能力的高速发展。这些导致了：（1）、望远镜结构的构思，允许向“化整为零”、“多元互动”……倾斜，现阶段的进展从镜面拼接到孔径综合，已经创造了许多成功的事例。进一步的发展将是凭技术、方法上的不断进步更快地扩大规模；（2）、望远镜的功能将继续有利于向巨大的实时观测信息量和高时间分辨率领域开拓。现阶段由于光纤在天文实测上的应用，以及高灵敏度探测器的持续发展，已经突出了这一开拓的作用。使用本文<附录>中的语言，这些我们称之为“高、新技术”的内容，都是属于全社会“感性工具储备”（“技术方法储备”）中增长最快的部分。如在<附录>中所述，在天文实测中，天文望远镜研究属技术科学研究。为进行研究，科学工作者从全社会“储备库”中随时提取他所需的“感性工具（技术方法）”用以

创造他所需的新技术、新方法。“工具”，当然不止是这里的（1）和（2），但它们在传统的“工具（技术）”运用中所引发出的新的开辟一浪盖过一浪，而这种势头正日益高涨。

从当前天文实测战略的考虑上，下面几个方面应当值得探讨：

1、空间观测摆脱了地球大气的影响，观测效果较之地面毫无疑问地占有绝对优势。但是在可预见的将来，即使月基天文台已经畅通，地面设施在光学和射电两个大气窗口允许通过的波段上，出于经济上和技术上的原因，仍将拥有自己的地位。单是就“大设备”来说，地面设备的优势在于向“大”发展，表现在实际的大小的规模远远超出同时期、同一类型的空间设施所能承受的程度。上世纪末的Keck望远镜“群”与哈勃空间望远镜的分工大致上表明了这一关系；射电天文上的“平方千米阵”则迄今还没有想象过任何与之匹敌的空间手段。

所以从更远一些的战略来看，地面上天文气候条件好，无人为干扰，有伸展余地的光学和射电台址资源的调查是必须早下功夫的。与之相关的如望远镜系统的遥控，灾害性气候的应变的研究等均应当预有准备。（这些是必要的，因为台址很可能落在偏僻的高原处女地，其中并不排除青藏高原的某处）。

作为基础性质的研究，望远镜单元之间的宽频带联络是关系到向“大”发展的重要课题。应当跟随着技术进步而不断探索。

2、天文实测的一个基本问题是“积分亮度”成像测量与光谱测量之间的差距。对于同一个天文目标，相对于成像观测，需要有大得多的望远镜或长得得多的积分时间来测量光谱。原则上这一情况存在于任何波段。但是目前（也许直到可预见的几十年来），最需要关注的仍然是可见光及其在紫外和红外的延伸。这个波段，自引进了“多光纤技术”以来，大型望远镜上同时测量多目标光谱的功能，大步向前发展已成定局。也就是说，使用大型望远镜大量采集各类天体光谱将成为进一步天文发展中的一个非常重要的资源。

当前天文学发展的一个重要趋势——各个波段的目标和信息的数量高速增长，对进一步的天文实测的

需求中将会突出“选择性的大样本猜测”，如某种类型的光学目标、射电目标、X目标等的猜测。成批光谱观测正是属于这种选择性的大样本巡天。因此，能否从大视场范围内同时对大批选定类型的目标采样，直接关系到工作的功效。这样看来，加大“LAMOST型”望远镜的聚光面积是一个非常值得考虑的措施。设想把LAMOST的口径增大到10米，则全长将为100米，在世界上现有宁静度较好的山上（或我国台址资源详细调查之后出现的较好台址上）安放，当然能在下一代“大设备”群中占据一个重要的位置。

LAMOST型拼接镜面施密特望远镜视场及成像质量的不断提高，应当可以作为一个长期努力的方向来考虑。

3、往长远看，设想在月球上，或，在地面超级优越的台址上设立光学望远镜群，三种类型的“大设备”当可在考虑之列：

一是巨型施密特型大视场望远镜，用在多色深度巡天上。目的是大规模扩充天体普查的量和质，充实天文研究的基本资源；二是巨型多光纤光谱施密特望远镜，用在海量样本的光谱采集；三是超巨型望远镜群，当单元望远镜单独使用时，可以进行选定的天文目标的猜测，包括高分辨率光谱的测量；当组合起来用作综合孔径时，则足以测到各类目标中极其暗弱、极其精细的结构。（比如说，基线为1000米的光综合孔径，分辨率可达0.1毫角秒。作为对比，如果把太阳系放在近邻恒星的位置上，则太阳直径约为7毫角秒，日面上的黑子群结构当可清晰地分辨出来。在这个距离上，金星和地球轨道半径分别约为600和800毫角秒，很容易在太阳近旁分清，至少有六颗太阳系行星的亮度在24等左右，它们的轨道上的位置和运转情况可以被看到……可以想见，这样的“大设备”完全可能分辨出更多更远的行星系统）。

以上表明，天文望远镜（或天文仪器），作为一门技术科学，基础性的研究是很重要的。

这就需要对学科的全局和前景的关注。举一个近处的例子。当年我国的天文仪器工作者曾把研究力量投在反射施密特望远镜和主动光学上，后来证明是一种很有远见之举。

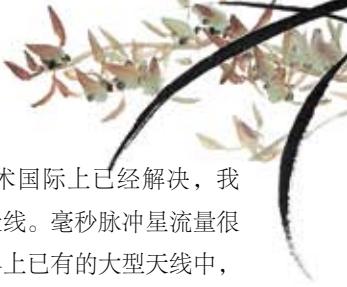
四、关于“脉冲星”专用射电望远镜

这是一项新近向中国科学院提出的一个建议。一篇公开的内部报告《建造“50米脉冲星专用望远镜”进行脉冲星计时的多学科开拓》对此作了简要说明。因为与“小设备”战略有关，在这里我们简要地作如下介绍。

脉冲星以其极端奇特的物理内容和极端稳定的脉冲周期引发了天文学、天体物理学、物理学、时间计量学等领域的多方面开拓。上世纪七十年代天体物理学被纳入诺贝尔物理学奖范围以来，获奖项目总共七个，其中脉冲星占了两个。

脉冲星很难发现，直到现在，为寻找新脉冲星而设置的巡天计划始终居发展的最前列，其中始终寄托着新的突破的期待，使得脉冲星的研究始终充满了旺盛的生命力。另一方面，已经发现的脉冲星，包括不断加入的新发现，虽然为数不多，但却已使得必要的“后随”观测远远跟不上来。这是因为最根本的“后随”是长时间的频繁监测，而世界上适于观测脉冲星的望远镜都承担着大量的各类射电天文课题，很难满足脉冲星监测所需的时间配额。脉冲星的监测效率，成为当前这一学科发展的一个要害。

这些情况，使得脉冲星研究有了多于一般的等待着发掘的地带。在这种情况下，我们虽然起步较晚，但相对说来，仍然存在着很多的发挥余地。与此同时，大幅度提高监测效率，是当前不论强势或弱势研究团组都没有解决、又都可能解决的问题。试图直接切入、挑战这个问题，对于实力处于弱势的我们来说，是一种机遇。如果我们把握住这个机遇，下决心率先建成一个精心设计、以监测为主的脉冲星专用的望远镜，那么，在今日的脉冲星研究上将会占有一定的优势。近年来的学科形势、特别是脉冲星监测技术的发展，使这个论点变得更加有力而迫切。上述内部报告中把焦点放在毫秒脉冲星“脉冲到达时刻”测量的进展形势上，凸出了对宇宙引力波探测、脉冲星监测、时间基准实验三个重大领域的同时开拓。文中说明了利用“50米脉冲星专用望远镜”开展“多星测量”以切入这些领域的策略思想；讨论了这种想法的可行性和执行的问题。文中指出了从80年代初毫秒脉



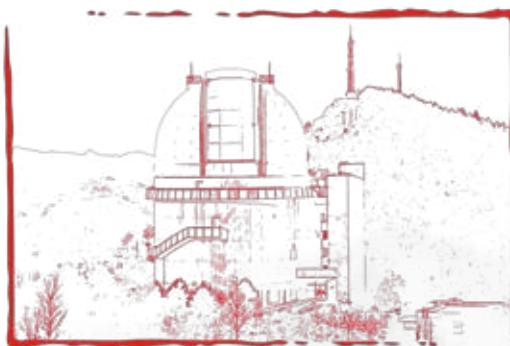
冲星的发现从始创到90年代中叶，历十余年，国际上成功地完成了这一项目的技术创建和科学考验，做到了科学意义明朗，技术方法成熟。科学成就是显著的，包括有：（1）“脉冲星计时”测量，长期稳定性已达 10^{-15} ，与当前原子时基准相当；

（2）、定出宇宙初始背景引力波的上限，目前已达到 $<10^{-8} \rho_c$ 。 ρ_c 为宇宙闭合能密度。这个上限对宇宙学中的宇宙弦模型已经是很强的约束。

这一阶段是用单个毫秒脉冲星进行的计时测量。成绩最大的是Princeton大学团组，他们用Arecibo射电望远镜长时期内定期进行“单星测量”。从创始、成型到初步开拓，得到的结果已达到这一学科的最前沿，同时可以认为已接近于单星方法的限度。受到限制的主要原因是这种测量中几项细微然而非常重要的误差与脉冲星相对于观测者的方位有关，因此，进一步的开拓必须走出“单星测量”的局限，对适当分布在不同天区的目标开展“多星测量”。我们的具体的建议是：1、从流量最大的毫秒脉冲星中选择十余颗作为“多星测量”的目标；2、选用的星应当尽可能平均地分布在天空中不同的方向上；3、每颗星应当尽可能频繁地测量（例如每日一次，每次1到2小时）；4、这种测量应当持续进行，常年不辍。

这样做所需的接收机技术国际上已经解决，我们可以引进。问题的焦点是天线。毫秒脉冲星流量很弱，需要用大口径天线，世界上已有的大型天线中，Arecibo天线口径虽大，但视场太小。其他大天线承担的研究课题太多，迄今只是零星地用在“脉冲星计时”上。

我们认为，建造一具脉冲星计时专用的射电望远镜应当是最佳选择（最终也许会被证明为“唯一的”选择）。这样做不但可以保证满足这种非常专一、相当繁重的工作需要，而且，可以“量体裁衣”（也就是“课题主导”），作最合理的取舍，主要为：（1）由于当前监测脉冲星所用的波长可以不短于20厘米，因而天线反射面可以限于工作到20厘米波长，从而加工公差可以允许大达1厘米；（2）长期监测的脉冲星可以选择最“亮”的，这使得天线反射面口径可以取为（不必大于）50米。于是，我们把凡是超出计划中“脉冲星计时”所需的“高性能”，全部从天线构造的要求中省去。这样，在“有所不为”条件下的“有所为”，实现了一种实用而经济的天线。而且由于相对“简易”，建造时间也能缩短。建议的方案中天线口径定为50米，造价800万元（万一情况有变化，总投入不会超过1000万元）。



“大题小做”——化腐朽为神奇 近世两个重大天文学发现的启示

(《中国国家天文》，2006年创刊号)

20世纪下叶，天体物理学开始被列入诺贝尔物理学奖的对象。60年代四大天文学发现中的“脉冲星”和“宇宙微波背景辐射”，先后获得这项世界性大奖。

本文所说的“大题”，指的是导致这类重大成就的天文实测课题。

“小做”，指的是针对这类“大题”的一种战略——“小设备战略”。

下面我们就以这两大发现为线索，来说明这种战略。

旧话重提——当代天文学的两次巧遇

脉冲星和微波背景辐射的发现分别是恒星演化研究和宇宙演化研究中的画龙点睛之笔，分别启动了天文学在这两大领域上的新的腾飞。而这两大发现的过程竟然均属于“巧遇”！

这是四十年前的旧话，曾经激动科坛，但至今仍有新意。这些故事已经有了许多普及著述（近期的如上海科技教育出版社2001年版的《诺贝尔奖百年鉴》

中吴鑫基、温学诗所著《宇宙佳音》，逐一介绍了到前个世纪末为止的七项获得诺贝尔奖的天文工作）。这里为了阐明自己的观点，将引用其中的有关事实，但不再缕述科学内容。

1967年，乔瑟琳·贝尔，英国剑桥大学的一位研究生，用她导师安东尼·休伊什设计的一种测量“行星际闪烁”的射电望远镜，意外地发现了后来被称之为“脉冲星”的奇异天体。

图的最上面部分是三个射电天体的闪烁记录。从左到右，分别是无闪烁，强闪烁和不太强的闪烁。中间的图上，右边箭矢指的纪录是一次干扰，左边标着CP1919的纪录虽然看起来并不特殊（CP1919是后来给这个天体的命名），但是乔瑟琳却以她的敏感和细致辨认出了这是一种既不同于闪烁也不是干扰的陌生事物，于是她把记录的速度加快、使时间坐标放大。最下面的图表示放大的CP1919的记录，明显地显露出来了一组规则的脉冲，脉冲周期为1.337……秒，极其稳定。这使人联想到了巧匠制成的极其精致的钟表，却很难和天上庞大的星体相联系。不过，在排除了一切其他可能之后，剑桥的天文学家们最终确定了这是一种奇特的天体，并称之为“脉冲星”，公之于世。

脉冲星很快便被认定为三十年前根据恒星演化理论预言的“中子星”。

1932年，距中子的发现不及两年，苏联物理学

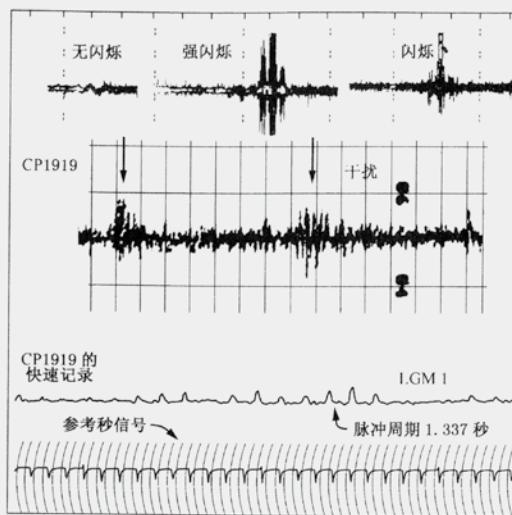


图1：几个闪烁、干扰和脉冲星的原始记录

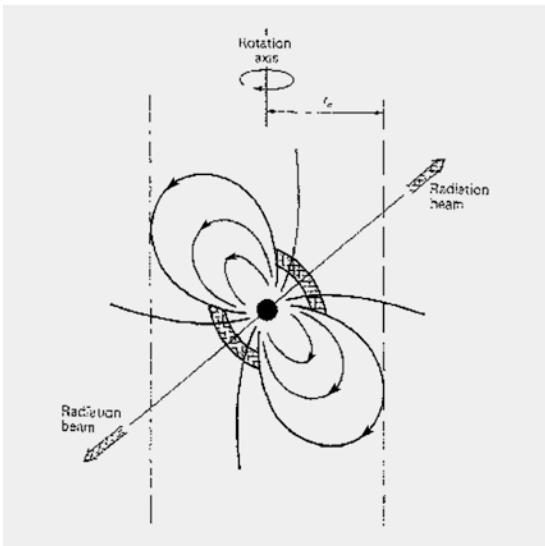


图2：脉冲星的灯塔模型。中子星沿着它的磁轴方向发出无线电波，当它像灯塔那样沿着轴不断旋转时，每当波束扫过我们地球上射电望远镜的视场，记录仪上便出现一个短促的“脉冲”，脉冲的周期正是中子星自转的周期。

家朗道以及在美国的天体物理学家兹维基和巴德，先后根据恒星演化理论，指出质量在一定范围的恒星，到了演化末期星体发生爆炸、内部猛烈坍塌会使物质中的质子和电子紧密挤压在一起、形成“中子”。这种状态下的“中子星”密度高达每立方厘米（约一茶匙）一千万吨！一个质量比太阳大一倍的中子星，直径会缩到只有10千米，还不及地球的千分之一！这一论断当时被看作合理但是难以验证的奇想。因为预测的中子星直径如此之小，表面发光面积不及太阳的万亿分之一，实在是太不容易探测了！

当时射电天文学尚未真正进入天文学家的视野。但是即使在60年代、大型射电望远镜已经在南北两半球显示威力之际，谁也没有想到当时已经探测到的“射电源”中有一些就是中子星，直到CP1919以它奇特的“脉冲星”的形式暴露了自己的身份。

这一时期，天文学家对天体射电的机制已经有了认识。这帮助了他们很快把脉冲星现象联系到了中子星。根据理论，庞大的恒星坍缩成中子星后，原来的磁场和自转会千万倍地增大，导致了中子星的高速旋转并发出强烈的射电辐射。以此为据，形成了今日被广泛接受的脉冲星的“灯塔模型”。

中子星理论的提出超前于脉冲星的发现三十多年，脉冲星的发现为它提供了一个决定性的验证，并由此确立了恒星演化模型作为当代天文学一大理论支柱的地位。与此同时，它以石破天惊之势引发了极端致密物体——中子星、黑洞的探讨，为当代天体物理学（和物理学）的研究开辟了一个富有挑战性的崭新领域。

回顾这一段往事，中子星的“预言—发现—证认”的整个过程中，难度最大的无疑是“发现”。而这个发现则因为是“巧遇”而引起了许多议论。当然是仁者见仁，智者见智。我倾向于认为这种“巧遇”绝不是“歪打正着”。相反，对于“巧遇的追求”应当看成是天文实测的一项战略措施。今天大家都很熟悉，天文学上巨型设备（如哈勃空间望远镜、30米光学望远镜等），一代接着一代兴建，耗资巨亿。每一代这样的新设备的功能都远远超过了前代，而其科学目标，则都是双向的：一方面是针对已有研究的扩展，另一方面则是意在未知领域的开拓。这种做法可以称之为“大题大做”。而其对未知领域的开拓实质上正是“迎接巧遇或寻求巧遇”。

这种不惜代价的“大做”的动力源自一个基本认识，即，天文世界中待发现的目标和待发掘的领域永远近在咫尺而浩无止境。而体现这种“大做”的“大设备”，在今日经济条件许可之下，步步紧联着当代高、新技术的发展，与时俱进，达到多种功能的超越，从而可以全面推动天文学各个领域多类课题的进展。这种“大题大做”，堪称现代天文学“进军”中的“堂堂之阵、正正之旗”。

但是一门科学的进展，除了导致“全线推进”的“大题”之外，还必须有同属“大题”的“重点突破”，好比是出奇制胜的“奇兵”。中子星的发现（以及其他许多诺贝尔奖的工作）就属于此类。对这类“大题”的应对不同于调动千军万马的“大做”，应当是“对准要害、单刀直入”。

回到脉冲星的故事，设想当年能有一位极其高明的天文学家，提前洞察到了中子星的射电特征（当年确实有人做到了，如帕契尼），并想到了“灯塔机制”（要凭空联系到这种机制确实很难，但也并非不可能），也就是说，他从理论上认定了中子星在射电波段将表现为连续发射快速“脉冲串”的星体（也就

是“脉冲星”）。这样的话，将怎样来设计用以搜索这种星体的设备？

假设这时请了休伊什来设计，无疑他会发现这一设计的要求和他自己为了探测射电源“行星际闪烁”的要求完全一致，所以完全可以使用他原来的方案：1、首先，这是用于大范围的搜索，望远镜的结构采用了长于搜索的“子午仪”装置（子午仪是一种固定对着南北方向，即“子午方向”上操作的望远镜。由于地球自转，所有天体每天至少都会经过一次子午方向、得到“扫描”。这种装置适用于大范围的搜索，并极大地简化了望远镜的结构和制造难度。而为此付出的代价是放弃了普通望远镜可以随时在任何方向上进行观测的功能。这种功能当然非常重要，但是对于本题则无足轻重）；2、同时，估计到了脉冲星的射电辐射非常微弱，而其特征是波长愈短时辐射愈弱（“闪烁目标”同样非常微弱，波长愈短时“闪烁”也愈弱），于是在衡量了无线电干扰、背景噪音等制约因素后，使用了尽可能长的工作波长，具体定为3.7米；3、望远镜的接收面积、也就是天线面积，需要做得很大以应对辐射的微弱，当时具体采用了东西长470米、南北宽45米的矩形天线阵（这种形状有利于在子午方向上准确定位和大范围扫描）。这样一个庞然大物比当时为了“大题大做”而设计的100米射电望远镜还要大一倍多。当然它没有接收短波段的功能，也就不具备承担其他望远镜所能做的许多工作（重要的是它能做好自己的本题工作）。

这个天线虽然庞大，但制造起来并不难。因为天线面的装配误差可以允许到工作波长的 $1/20$ 左右，在这里具体为18.5厘米。这是无须熟练工人都能达到的要求。事实上，这个占地大达两个半足球场的天线，一共使用了一千多根木头柱子和十万多米铜线，是由乔瑟琳和她的同伴们自己动手、抡大锤、扭铜线，化了两年工夫建成的。天线的花费仅一万多英镑（约合今日人民币二三百万元），在一位技工的主持下，一次性投产成功。

拿这种规模和价值巨亿的“大设备”相比，称之为“小设备”是名副其实的。但是它的功效有事实为证，不容置疑。直到今天，如要在茫茫天空中凭空发现第一批脉冲星，恐怕还是不能想出比这个更合适



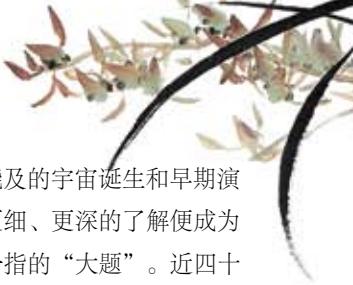
乔瑟琳·贝尔和她参与建造的天线阵一角

的设备。因此，在这个工作上，休伊什获得诺贝尔奖是合理的。因为他高明地运用了“小设备战略”。乔瑟琳·贝尔也应当分享这一光荣，因为她对资料处理的“科学敏感”和细致，体现了在运用设备（不论是“大”还是“小”）的“战术”上的高明。

宇宙微波背景辐射的发现与此类似，并且同样是一次“巧遇”。

1965年美国两位年轻的天文学家彭齐亚斯和威尔逊利用贝尔实验室6.1米喇叭抛物面天线进行射电源辐射定标（术语为“绝对测量”）。这个天线工作在微波波段，配有波长7.3厘米的接收机，是贝尔公司原先用于人造卫星通讯、后来闲置下来的。定标是一项非常细致的基本性工作，要求从观测结果中把混在射电源辐射一起的“噪音”全部扣除掉（“噪音”，相对于所需要的信息，按通俗的理解，是杂乱无章的背景。如收音机里听到的噪音、电视屏幕上看到的“雪花”等等）。这些噪音来自：1、接收机放大器系统，2、波导及其他器件，3、喇叭天线构件，4、地面辐射，5、天空背景。其中以接收机噪音和地面辐射为最难应付。正是由于考虑到这两个难以应付的对象时彭齐亚斯和威尔逊作了非常聪明的选择，使他们在后面的工作中能够以技术上的先机赢得时间、迎来“巧遇”——一次导致诺贝尔奖的“巧遇”！

喇叭抛物面是贝尔实验室的工程师们自己发明、



独特配置的。它有着屏蔽地面辐射的特性。同时，它配备的工作波长7.3厘米的量子放大器是当时噪音最低的微波接收机。两位天文学家恰当而及时地利用了这些基本条件，加上自己大量的细致工作，把一具原本已经“退休的”通讯设备变成了精密的“绝对测量辐射计”。在这个过程中，他们通过各种实验定出了上述各项噪音的估值。然后，正如现在大家都知道的故事所说的，当他们进入实测、把天线对向天空时，却发现记录下来的噪音比这些噪音估值的总和多出了“几度”（具体约“绝对温度”3度，即“3K”。射电天文工作中把噪音功率用“绝对温度（K）”为单位来表达。地面的“噪音温度”约为300K；没有噪音时应为0K）。而且不管对着哪个方向，这个小小的“多余值”都一样存在，而且都一般大小。他们反复检查了天线构件以及地面辐射的屏蔽等等，肯定了并无疏漏，不能解释这个“多余”。剩下的可能性只能是对天空背景的误估。而在微波天空背景的各种成份中，地球大气是主要的，但他们的测量做得很到位，难以产生这样的检测误差，而银河系外围的“银晕”在这个波段的作用微乎其微，银河系以外的宇宙空间物质又如此之稀，也难以想象会产生背景辐射。于是余下的唯一可能性，是存在着一种来历不明的、均匀布满宇宙空间的微波辐射。

这个辐射的两位发现者没有想到，当时离开他们的实验地点不及50公里的普林斯顿大学中，一个研究团组根据“原始火球”的宇宙学理论（这种宇宙学模型虽然不同于当前的主流——“大爆炸”模型，但两者的“原始火球”则有着同样的性质），计算出了宇宙空间中应当充满一种“各向同性”的、微弱的微波辐射，并正在建造一台“绝对测量辐射计”来验证其存在（他们没有料到这种验证竟然在邻近的贝尔实验室中无意地先做了）。在这之后不久，经过相当曲折的信息传递，这两部分天文学家碰到一起，确定了这项重大天文发现的性质。

这里我们不准备复述这个发现的学术意义，以及人们对于“论功行赏”的那些质疑。只是想以它为例，借以说明在“大题小做”中还有着这样一种如何“做得巧”、“做得快”的问题。

宇宙微波背景辐射是我们观测所能及的最早的宇宙景象，有望印有观测所不能及的宇宙诞生和早期演化的痕迹。对它进行更多、更细、更深的了解便成为今日观测宇宙学研究中首屈一指的“大题”。近四十年里为此发射的专用空间探测器（COBE—南极探空汽球—WMAP），均属这方面进一步的“大题小做”，迄今得到的结果正在直趋诺贝尔奖级的新成就。

再论“大题”与“小做”

我们所说的“大题”，指的是对天文学的发展产生重大影响的课题。本文的讨论限于其中的实测课题（不涉及理论方面）。

如果用向天文世界“进军”来形容天文实测，那么实测的两类“大题”可以比拟为“面上的推进”和“点上的突破”。

如何做到这样的推进和突破？

“点上突破”是本文讨论的主题。前面文中以上个世纪两大天文发现的过程为典型事例，并称之为“大题小做”。“大题小做”体现了最根本、也是最高层次的创新精神，然而它在成功之前却往往因为“小”而不扬，不容易得到理解，以至于有时举步维艰。而与此对照，以“面上的推进”为目标的“大题大做”，则“大”而炫目，成为公众心目中天文学的标的。

撇开炫目不讲，前面说过，“大题大做”是天文学“进军”中的“堂堂之阵、正正之旗”。天文学研究面向浩瀚的天文世界，待发现的目标和待发掘的领域近在咫尺而浩无止境。这使得天文实测对于设备功能的追求成为永远迫切而且没有止境。随着近世高、精技术的迅猛发展，天文学上各类“大设备”以前所未有的速度一代接着一代地更迭，每一代的功能都远远超越过前代（典型事例：20世纪初以来光学望远镜中“大设备”的发展，从口径1米到2.5米、到5米级、到10米级、到今天策划的30米级，一代接着一代地跟进。20世纪后叶起步的射电天文和空间天文“大设备”，情况与此略同）。这样的“大题大做”直面技术挑战，耗资巨亿，通常由国家或跨国支持，有着很高的“展示度（炫目）”。它的技术含量高而且广，公认为技术上高度综合应用的一种“重量级”的创新。

“大题大做”理应受到关注，但是重要性与之相当的“大题小做”也绝对不应忽略。下面我们将接着前一节的叙述来进一步看一看“大题小做”。

首先，它针对的是“点上的突破”。因此，第一考虑必须是对准这个“点”上的科学目标，也就是说，要“明目标、定方向”。这主要是靠洞察能力。然后是针对目标和方向，“明条件、定方法”。这靠的是应对能力。洞察能力属理念上的创新，而应对能力体现为因势利导、运用得宜，也是一种理念创新。

还有一类“大题小做”，和“大做”的“大题”一样，属“设备功能的超越”，但是所做的不是原有“大设备”的更新换代，而是原有设备所不具备（或甚弱）的“基本功能”的创新。这是首创。“题”虽然大但要由“小做”来完成。20世纪30年代的施密特望远镜和60年代的射电综合孔径望远镜的创造均属此类。这样“做”的着力点不在设备规模，而在于仪器概念和运用方法上的突破。同样是一种理念上的创新。

理念创新是创造性与想象力的结合，是“大题小做”的灵魂。其极致足以“化腐朽为神奇”。

“化腐朽为神奇”虽是浪漫夸大之词，但却符合科学创新的理想。这种理想本质上是朴实的，同时又突出了想象力，含有科学探索最根本的要素。这可以由前面的典型事例中感受到。把这种感受演绎为几点意见，大致上为：

(1) 在前面的两个天文大发现的事例中，特殊的设备发现了特殊的现象。功力体现在设备的创造和现象的认识上。“题”和“做”，主客的关系密不可分（所以，着眼在“小题大做”，那些追求文章数量而“做题”和为标榜创新而创新都是不可取的）。

(2) 在前面的两个天文大发现的事例中，当事

者原本“做”的是“小题”，可谓“小题小做”。但是即便是“小做”他也是怀着“化腐朽为神奇”的理想、本着理念创新的精神来“做”，结果无意中使“小题小做”转变成了影响巨大的“大题小做”。这种“小做”的“小”表达的是“优化到了最小”。这是一种基本的素养。一切素养都必须是从平素的“小题”做起（所谓“不积跬步，无以至千里；不积小流，无以成江海”）。所以这种“小题小做”的素养要求无疑同样适用于“大题大做”。

(3) 凡是“做”都必须“切题”。至于用什么方法“做”？是“因旧”还是“创新”（或是“因旧+创新”）？应当决定于怎么对“解题”最有效。所以两个事例中那种设备上的“不弃简陋”是出于很自然的“最佳选择”。简陋（当然不是安于简陋，而是善于“因旧”）而能达到目标，表明方法上的创新高人一筹，又何须愧对“豪华”！

(4) “大题”是天文学发展中的里程碑。每一个“大题”从期待变成现实，是历史上“必然中的偶然”（资金落实、理论要求、“巧遇”出现等等）。每个人与之遭遇都含有机遇。而“机遇惠顾‘有准备’的心灵”！怎样算是“有准备”？“平素做着‘小题’，心怀力图‘化腐朽为神奇’的创新思想，眼存随时可能浮出视野的‘大题’”，可以算是个人的“有准备”；而科学集体中如果拥有许许多多这样的人，而且都有自由发挥的机会，也就可以算是社会的“有准备”。

这些话没有太多的新意，但也不是老生常谈。因为虽然是老话，但却做不到常谈，怕已久生疏。近来提倡探讨“科学与人文”，科普的作为除了普及科学知识之外，还期望能引起更多对于“做科学”的关注。一些老话重提，或当小裨于“温故而知新”。

附：人才和设备建设问题致王娜

王娜，

接到你电话后这几天一直在想。却未能很好地理出头绪。那就随便聊聊吧！当然聊的都只会是些老人话。尽量说短一些。

人老了会想：一辈子能做好一两件事真不容易，如果精力最旺的时间能放在最有成效的事上那该多好。我现在只能是“事后诸葛亮”了！但你还有机会事先选择。这正是我想和你聊的。你当时转向脉冲星研究而且能“钻进去”，我很赞佩。我始终认为脉冲星是最富有探索空间的研究领域。它虽然只是一个“单一”的天文“对象”，但所覆盖的科学内容却足以伸及几大“领域”。而且尤其是因为其“单一”，所以研究所需的物质成本相对说来能做到低得多（连带的启动时间也会快得多。这一点也挺重要，以前我们曾多次谈到过）。这不管是对“天文富翁”还是对“天文穷汉”均应属“智者之选”。在今日的“科学条件”似富而实穷的我国，尤其值得留意。在我国，吴先生和你留意得比较早，我希望你不要放弃。

现在我虽然基本上足不出户，但社会上出现的一些很难理解的问题还是有所耳闻。同一时间里许多问题都摆到面前，能想象得到你的难处。但你肯定已经考虑了很多。我这里只是想说一句老人话，也是老话，即，要“有所为”就必须“有所不为”。这里“为”和“不为”的选择当然要因事、因时、因主观因素而定。具体化到某件事，比如我们这里所关心的乌鲁木齐台的发展，每个人就都会有自己的看法。我脱离工作多年，本当没有什么发言权，但是多年来对乌台、对脉冲星，还有对你的发展的期望，余波犹在，所以就把老话翻新一下，再说一遍。算是聊天，供你多一种选择。

乌鲁木齐站升级天文台，你在负责。但人到中年，必须争取时间，做好最主要的事，即，学术奠基之事。近来科教界时常缅怀80年前一位名校校长的话，意思是“大学”的“大”在于出“大师”，而不是大楼和其他的。后来他的大学果然出了不少学术“大师”，至今令人钦佩。这当然不是说大学就不要大楼了。实验室、图书馆，乃至宿舍楼，都是要的，但必须把人才放

在第一位。人的水平不够，楼也就起不了作用。而出了“大师”，即使楼盖不大，还是会是好大学。依此我想，就乌台而言，应当是两句话，第一句是：把人才放在第一位，志在必得；第二句是：设备建设以为配合人才建设为重心，尽力争取（“人”是通过研究课题来发挥他的“才”的。今天一个好的课题不但是可以、而且是一定，要充分利用国内外的现有设备，不会是等着本单位“现造现用”。一个天文台自己来研发设备也是在做一个课题，大的如空间望远镜，小的如“脉冲到达时刻测量器”，其价值都在于本身的学术内容，可以带动更多或更深入的科学探讨。它既然是一个课题，那么和其他课题一样，上手做的就一定做好，一时没有条件做的不防审时度势，争取机会）。

乌台研究领域比较单一。可以从脉冲星开始。这方面你本人已有很好的基础，比较容易识别人才，引荐人才。天文是“观测的科学”，乌台重实测理所当然，实测的常规成果不单单是发现和开拓，更基本的是“理论引导”和“验证理论”。因此人才方面理论和技术方法的精英必须“双全”。这表明人才的网罗和培养的工作是艰巨的，可能比设备建设更难，但投入成本很低，不会像设备那样动辄上亿元。所需要的只是“尊重”二字，特别是学术自由的尊重，当然也应当有适当的优厚待遇（但比起今日各种花销少多了）。如果你今后十年在职期间能够网罗到两三个“菁英级”或更高一些的人才，各有一个团组，我觉得就可算是很好的贡献。可以想象，有了这样的团组，实测实力会是很强的。即使一时由于某种原因设备还无法太大。我始终觉得新疆是很有希望的，你们更有生气。从年轻人（包括少数民族）中发现科学苗子引进台内，和网罗来的菁英组成团组，比起北京也许会更容易。

总之，就是这一点点意思。说了很多。可能有些乱。希望你考虑一下，凡事不要太着急，尽心就可以了。

祝一切好！

王绶琯

2011-11-29

LAMOST之旅

(《世纪之交话天文》，上海科技教育出版社，1999年)

本文发表之后，LAMOST之旅还在继续。本书第二卷所收《论天文“大设备战略”及LAMOST型大望远镜在21世纪天文“大设备”中的地位》一文作于2005年，代表了旅途的第二站。再往前路仍然很长。是否可以想象再下一站进入到月基天文台？

LAMOST是我国天文界集思广益选择的一个介入国际上天文“大科学”建设的项目。它以解除当前天文研究中“光谱测量严重缺乏”这一“瓶颈”为突破点，提出一个可以称之为“大题小做”的方案。这里辑笔者的两篇叙事性报告裁成一文，文字基本上未作改动。

LAMOST，原名“大天区面积多目标光纤光谱望远镜”。依国际惯例，可用英译全名字头简写。一九九四年在其学名待定之际，中国科技大学周又元教授提出了既上口又留有可供意会的“字义空间”的“LAMOST”。

说起LAMOST，我总会想起十来年前那次和天文同仁们夜航舟山。看着栏杆旁宁波的灯光渐渐隐去，我独自回味着当天下午参观天一阁时的心情：那时的中国知识分子原来有那么一股傻劲！天文学中呢？这使人想起了五四时期以来的一代天文学拓荒者。那么到我们这一代呢？

苏定强、陈建生同志这时找到了我，他们两位现在都是中国科学院院士，那时都还是中青年学者。他们找我是为了讨论下一步的中国天文学。当时我国天文学正面对着“极其困难、又非常急迫的下一步”。我们的“浩劫”年月，正赶上国际上天文学在突飞猛进。到接下去的又一个十年里，学科发展和技术进步都已经“上满了发条”。现在放眼望去，世界上“天文强国”正在调动千军万马向“全波段—深开拓”进军！主要战场上，近从银河系、恒星和它们的行星系统，远到星系世界、宇宙结构和宇宙学领域，都摆出了百骑争驰、“逐鹿中原”的架势。在这样的背景下，我们如何才能有所作为？

有所作为就是学术上与世争锋。我喜欢“逐鹿中原”的比喻。学术争锋就象是围猎，猎手们之间既合作又竞争。广阔猎场，除了要“逐”的“鹿”，还会有山鸡、狐、兔……还常常会有意料不及的珍禽异兽。现在，“强国”各路装备精良的“猎队”正陆续进入阵地，声势浩大。我们呢？装只是轻装，人多半是新人，对比悬殊，参加进去后能不能找到自己的位置？

是的，我们不能跟人家拼经济力量、搞昂贵装备。我们又不愿意在人家的队伍后面跟着跑，收拾一些狐狸兔子而与“逐鹿”无缘。我们也做不到分管一方，打阵地战，浩浩荡荡，横扫一片。但是，是否可以设想：如果我们能认准目标、探明方向、找到一个有利的突破点，然后把虽然有限但能够良好配合的力量集中起来纵向挺进，我们是不是也有可能捷足先登、走到别人的，前面率先开辟出一块属于我们的“狩猎”区？

“可能性”应当是肯定的。有史可鉴。远自《孙子兵法》，近及毛泽东军事思想。所谓“集中优势兵力打歼灭战”。天文学的一些历史事件也可作证。

在这之后不久，我们把目标定在配置多根光学纤维（简称“多光纤”）的“大天区面积大规模光谱”的开拓上。接着是方案探讨，先后经过多次学术讨论，三易蓝图，一九九四年终于把方案定型在LAMOST上。

我们当时分析了国际上跨世纪时期的重大天文项目。这些设备就结构特色而论，均属“扩展型”，即，依靠巨大投资、结合高技术，使其规模大幅度地超过了原有的同类设备。就功能而论，均体现了新一轮的“更新换代”，具体可以归为以下五类：



1、新一代空间X射线及 Γ 射线天文设备。共十多亿美元。发现的目标将从现在的约 10^5 个提高到 10^6 个；

2、新一代空间红外天文设备。共十多亿美元。发现的目标将从现在的约 10^5 个提高到多于 10^6 个；

3、一系列新射电天文设备。共约十亿美元。各个波段的聚光和分辨能力均将大幅度超过以往，发现的目标将从现在的 10^5 个提高到 10^6 个；

4、11台口径8米级“新技术光学望远镜”。共约十亿美元。亮度学、光谱学以及高空间分辨率“精测”的能力均将大幅度超过以往；

5、哈勃空间望远镜。约二十亿美元。将对大批“精选目标”进行高分辨率“精测”。

这些设施是跨世纪时期天文学“围猎”的五大方面军，标志着天文实测已经揭开了“全波段、大样本、巨信息量”时代的序幕，正在把学科的开拓引进到新的“广大与精微”。这就是说，所有这些设施都将在各自的范围里扩大登录各类样本（新的“广大”），并对“精选”出的研究目标进行“精测”（新的“精微”）。

系统地登录全天各类天体的工作称为“巡天”，是整个天文世界的“户口普查”。迄今普查到的天文目标约 10^9 个，登录了它们的方位、形状、亮度和颜色。这种基本“巡天”主要是由口径为1.2米的光学施密特望远镜做出的。

前面所说的新一代重大设备中的射电、红外、X和 Γ 射线设施，各自都将把目前已经登录到的目标数目提高约一个量级，各达 10^6 左右。这在目标数量为 10^9 的“天文户口”中属千中取一，可以看为是这些特殊的设施在天文世界中“精选”出的特殊目标。对这些目标的“后随研究”，将是利用包括所有这些新设备在内的各种观测条件，按各自课题所需，进行“精测”。

这是跨世纪时期天文观测研究的一部分前景。

但是迄今对各种不同门类天文研究目标的“精选”，绝大部分依据的是天体的光学特征，包括亮度、颜色、形状，等等。不久前依据亮度和形状选出了 10^5 个待测星系的样本以进行宇宙大尺度结构研究，就是一个规模很大的“精选”事例。

“精测”，可以是更准确地测量研究目标的方位；或是更精确地测量它的亮度和更多的“颜色”；

或是用更高的分辨率测量它的形状和结构；而最重要也是最基本的，是用光谱方法，测量它的物理状态，包括化学组成、表面温度、密度、磁场、电场、视向速度等等。

光学天文光谱的物理信息联系到天体的本质，内容如此丰富，而它的“可测对象”首先正是迄今巡天所得的多达 10^9 级的光学目标，它同时也是其他波段（X和 Γ 射线、红外、射电……）的新发现赖以“后随研究”的一个重要手段。可以毫不夸大地说，迄今我们所有的天体物理知识，绝大部分依托于光学天文光谱。

但是，近百年来天文光谱测量技术的效率一直很低，以至于迄今得到光谱测量的天文目标不过 10^5 个。X射线、红外、射电等波段要求光谱观测配合的目标数量将达几个 10^6 ；到跨世纪时期，如前所述，天文研究进展所要求的光谱样本将会是 10^6 、 10^7 个乃至更多，人们比以往任何时候都更加感到了天文光谱测量已成为科学发展中的“瓶颈”。

天文光谱测量的低效率，一个先天性的原因是经过分光之后探测器上的光流量减少，而一个技术性的原因则是因为一架望远镜在同一个时间只能观测一个天体的光谱。这不像成像观测，一张照片可以同时记录下成千上万个目标。长期以来，这个矛盾只能靠制造更多、更大的望远镜来缓和。目前预计在跨进新的世纪之后，全球将会有20多台“4米级”望远镜和11台“8米级”望远镜在工作。届时天体光谱“精测”的能力比起目前的情况将大有改善，但是对于在大天区范围大规模地获得光谱，则仅靠这样增添望远镜的数量，并不能解决问题。

解决光谱测量的低效率，首先要寻找能够同时测量多个天文目标光谱的途径。光学纤维技术的成熟为此提供了一个条件。美、英两国的几个天文单位不失时机，率先开展了用多根光学纤维（多光纤）将望远镜视场上多个天体的像引到同一个光谱仪同时进行观测的试验。二十世纪八十年代中期，这种技术开始成型，当时预计，它一旦成熟，将会改变长期以来光谱仪只能测量视场中一个单独天体的低效率状态。这无疑将是当代天文观测技术的一大飞跃，以至可能导致天文学“主战场”上联手开拓的上述“五支方面军”之外，出现一支盼望已久的“劲旅”——一支大规模

天文光学光谱测量的“奇兵”。

不过，要做到这一点，还必须同时克服另一道难关，即望远镜的性能必须满足既“深”又“广”的观测要求。深，要求望远镜有足够大的口径，用以测到足够暗和足够远、因而也是足够多的天文目标；广，要求望远镜有足够宽的视场，用以适应大片天区中各类样本的空间分布。这就是说，要求设计出一种兼备有大口径和大视场的天文望远镜。而这，恰恰正是多年来天文学研究中经过许多尝试而未能解决的难题！

对于我们，这一形势是一个巨大的机遇。它使“大规模天文光学光谱测量”这一“学科瓶颈”的疏通，集中到解决天文光学上的一个难题，即设计出一种“大口径与大视场兼备”的天文望远镜。

解决这个问题的主要依靠是设备原理和技术方法的创新，而不是“财大了气才能粗”的设备规模和技术难度的扩展。这是我国在目前的经济能力所能及的前提下，能够和他人站在一起跑线上进入竞赛的项目，是允许我们“斗智”、“斗勇”的一个领域。我们还意识到，这也是一场需要由天体物理学家和天文仪器专家配合的“双打”比赛。为了取胜，每人每一步的攻、守、进、退都必须做到相互接应。而这将取决于当事者的意志。随后的事实是，我们做到并始终坚持了这种配合。前面提到的“三易蓝图”，也正是这种配合的一个结果。

国际上在大规模天文光谱开拓上先走一步的是英国科学家。他们精心设计了光学系统，使3.9米口径的英澳望远镜（AAT）得到3平方度的视场（普通“4米级”望远镜的视场则不及1平方度），连接到光谱仪的光纤达四百根。在美国，正在执行一项目前说来非常先进的“SDSS”计划。主体是一架2.5米口径的望远镜，视场比AAT大一倍多，达7平方度，可以同时测量由光纤引出的六百个天体的光谱。SDSS由美国普林斯顿大学等四个单位合作研制，最近还增加了日本国家天文台等两个单位。

SDSS在跨世纪时期将完成10000平方度天区（全天球共40000余平方度）中的 10^6 个天体光谱的测量（主要对象是星系和类星体）。与此对照，过去一百年里得到过光谱测量的天体总共只有 10^5 级。这个计划的实现无疑将是对当前的天文实测研究产生多方位的

推动。但是，这毕竟只是天文学迈入“大规模光谱”开拓的第一步，SDSS的性能尚不足以松开跨世纪时期的天文实测的“瓶颈”。因此，SDSS的出现本身就呼唤着后续！

继SDSS之后的大规模天体光谱测量，深度必须超过SDSS。SDSS的口径为2.5米，因此采取4米以上的口径是必要的。

然而4米口径的望远镜，像AAT那样把视场做到3平方度已经很不容易。然而，大家都知道，巡天用的口径1.2米~1.3米施密特望远镜，视场多达20平方度~30平方度，其光学设计堪称大视场系统的典范，但却未能被用在较大的望远镜上。主要是这种系统要做到大口径就只能采用“反射改正镜”的形式，而这种形式的“反射式施密特望远镜”，视场大小取决于望远镜的焦比（焦距与口径之比）的大小。口径大了，如果视场也要大，就需要用很长的焦距，镜身就跟着要做得很长，以至于难以操作。举例来说，设想望远镜的通光口径为4米，要使视场大于20平方度，就会要求相应的焦比大于5，也就是焦距应当大达20米。这种望远镜的镜身长度应为焦距的一倍，即40米。把这样的庞然大物安到普通天文望远镜所用的装置上以进行天文观测操作显然是很困难的。通用的望远镜装置很像一架探照灯，镜筒安装在带水平轴的支架上，支架又安装在可沿垂直轴旋转的座架上。靠这样的两个转轴，镜筒可以随时对准天空中的任何方向并进行跟踪观测。这一直是天文观测最基本的要求。多年来各国天文光学名家都在这种通用的望远镜装置的框架下，探求新的光学设计来解决扩大望远镜视场的问题，但都未能获得实质性的突破。事实上，像AAT和SDSS这样的雄心勃勃的项目，都是放弃了施密特型设计，采取了牺牲视场以使镜身长短适度。这对于这里所讨论的科学目标来说，可说是很严重的牺牲。

LAMOST的设计采取了另一种思路。我们从跨世纪时期大规模天体光谱开拓的目标出发，在仪器研究中首先扣紧了针对这一目标的“专用性”，即，先把注意力集中在选定的突破点上，然后再来估价其他可能的应用。

鉴于我们的科学目标主要是能够同时观测一个大视场内数以千计的天体。这种观测的最佳条件是在视



场扫过子午线（即南北方向）时进行。因此采取把望远镜固定在南北方向上的装置是适宜的。采用子午装置，可以利用一个反射系统把望远镜横下来放，如后一页的图中所示。这样就可以把望远镜的所有组成部分——主镜、反射镜、焦面设置和光谱仪都固定在地面上，就允许把焦距做到很长。LAMOST的通光口径4米，焦距设计为20米（焦比等于5），从而做到了视场大达21平方度。这是世界上其他的4米望远镜望尘莫及的。

LAMOST的焦距长，使焦面上视场投影的“线尺度”达2.5平方米，为SDSS系统“焦面光纤板”的七倍多，可以安插八千根光纤（实际上按四千~六千根设计），其卧式装置则允许把支撑光纤板的座架固定在基座上，并将连接光纤的光谱仪固定在光谱仪室里（见图1），这样就可以按要求设计一批光谱仪（例如10多台），其中至少包括一台光谱分辨率达百分之几纳米的大光谱仪。所有的光谱仪同时工作。这些是SDSS不能做到的。

LAMOST作为一种“反射施密特望远镜”，“球面像差”的改正可由放在球心位置上适当形状的“非球面反射面”来承担（见图1）。作为一种子午装置的望远镜，这个反射面还要承担对准目标、并在它通过子午线前后一个半小时中的跟踪。反射面的这种“一身二用”乍看起来似乎是不可能的。但苏定强等同志提出了“主动反射面”的方法，即，在跟踪动作中，反射面一面改变着方向、一面由“主动光学”调控到所需的“非球面形状”。这种既实现了跟踪又“实

时”改正了球面像差的办法，是一项很有特色的创新，可谓是光学设计中的画龙点睛之笔。

LAMOST的这些特色，使得它大规模测量天文光谱的能力超过AAT和SDSS约二十倍。安装在我国现有的天文台址上（“天文气候”质量属中等），按设计规定的工作能力的1/3至1/2估算，预计每三年即可在2万平方度的天区中测得 10^7 个天体光谱。这较之SDSS提高了一个数量级。

LAMOST的这种卧式装置，使得庞大而沉重的球面主镜、最复杂的焦面光纤和光谱仪装置都在基座上固定。这较之通常的望远镜，在加工和安装上都容易得多，牢靠得多，造价也低得多。球面镜和平面反射镜都化整为零，利于加工和调控。在整个系统中，反射面是唯一的“双轴”运转部分，它比起普通望远镜来重量小得多，运动范围也小得多。

这些因素，使得LAMOST的造价得以压低到三千万美元级。

在LAMOST系统中，数以千计的光纤和十余台光谱仪涉及到了多方面的复杂技术，但它的设计至少可以采用SDSS现有光纤系统的重复。随着技术的发展，必然还会出现更先进的方法。

用在大规模天文学光谱测量上，LAMOST具有巨大的威力。而它作为一种新型的天文望远镜，其功能却不止于此。例如，它配有光谱分辨率高达百分之几纳米级的光谱仪，如果用以进行今天4米级望远镜所担任的“光谱精测”，则它可“以一当十”而有余。同样重要的是，若把焦面上的光纤板换成CCD进行新一轮的“天文户口普查”，则LAMOST的聚光能力较之现有普查所用的1.2米施密特望远镜大十倍之多，其效果将十分可观。

作为一种子午装置，LAMOST只能在天体通过子午线前后对它们进行观测。如果每次观测的只是单个或少数天体，那么这种方式远不如普通望远镜灵活。只有当待测天体的数量非常大时，子午观测才成为最佳的方式。这好比当学生很少时，老师“家教”可以灵活安排，但当学生非常多时，办个学校让他们分批按时到校上课则是最佳方式。我们估计，跨世纪天文学将进入“多波段一大样本—高信息量”时期，待测天体数量迅速增大的趋势是必定无疑的。

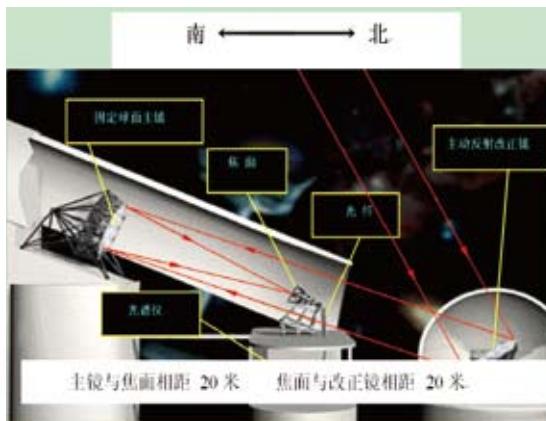


图1：LAMOST光路示意图

LAMOST的功能中有两项属“有所不赶”的部分。作为一种光学天文设备，它一不能与20亿美元级的哈勃空间望远镜的“高空间分辨率”性能相比，二不能与每台一亿美元级的11台“8米级”望远镜的精测能力相比，但这是“避短”，因为如果反过来看，LAMOST之所长，也不是哈勃空间望远镜和“8米级”望远镜所能做到的。

当时舟山夜航的两位年轻同行首先发动起来的方案探讨，到LAMOST方案付诸实施已告一段落。我自五十年前决心“下”天文学之“海”，到迟暮还能经历这一段旅程，实是学海生涯中的一幸。虽然

其间转口、换航多属常规，没有什么乘风破浪之举，但回味起临近目的地的两年里有幸置身的“小舟”中的“海上甘辛”，我非常感谢“机遇”赐我以同舟人苏定强、王亚男、褚耀泉、崔向群。协力把舵、历经风雨、同舟共济的“同志感”似乎有回召学术青春之力。这时期引导这小舟进港和送上顺风顺潮的同志不下三十人，包括邹振隆、陈建生、周又元、万籁、卞毓麟、周必方、蒋世仰、苏洪钧等同志，他们的帮助，从资料、战略把关，直到具体问题的计算和设计方面的作用，都深深融在LAMOST方案之中，成为其不可分解的成分。

今日LAMOST 温故—定位—立新

(《中国国家天文》，2008年11期)

《LAMOST之旅》已经完成了原定的旅程。我们今天站在昨日的目的地兼今日的起航点上，要问两个问题：一、到达目的地是否就已经达到了原定的目的？二、在新的起点上看到的新的航程指向何方？回答这两个问题，分别拟了以下两则短文：

1、定位：回首航程，呼唤第二台4米-LAMOST；

2、立新：请郑重看待LAMOST—型望远镜作为新一代“重大光学天文设备”候选者的优势。

今天，凝聚着国际天文社会众多关切和期待目光的LAMOST（全名为“大天区面积多目标光纤光谱望远镜”）在兴隆天文站建成。它被期许为一种“适于研究广泛领域中重大天体物理问题的‘大口径’光谱巡天设备”，其潜在功能较之当今这方面最具威力的“SDSS数字巡天设备”和“2dF系统”高出一级。LAMOST的结构和技术特色已经有过很多报导，要点见下图及说明。

LAMOST，作为一个“国家重大科学工程项目”，被期许为一个领域的“领头设备”。今日完成

了全部建造，应当践行期许。而作为这样一项设备，在成功投入使用的同时，应当做到“走一步，看两步”、了望“新一代”的航程。下面我们将从“温故”开始（以下一、二节），分别讨论这两个“应当”（第三节）。

一、温故——LAMOST之前

宇宙空间中的天体不可胜计，历代天文学家都把实现更大、更精的观测设备视为主导天文学科发展

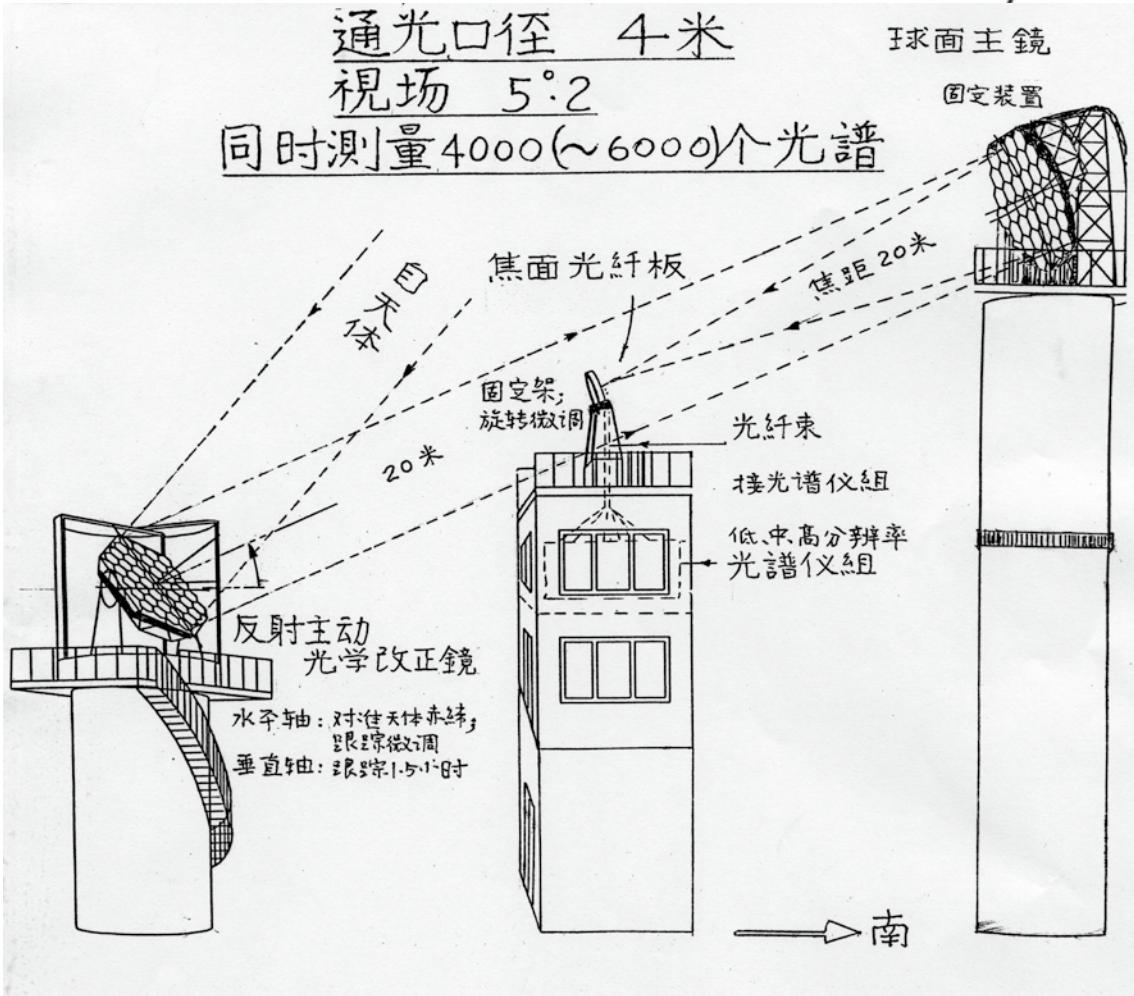


图1：LAMOST的结构及光路示意图

说明（仅列出关键性的特点或要素。方括号中指明其性质）

类型：反射施密特型望远镜。结构：卧式子午仪装置。主要技术特点：拼接镜面[技术攻坚及储备]。改正镜兼跟踪反射镜—主动反射面[关键技术创新]。焦面4000根光纤定位系统[技术创新]。海量数据处理[技术攻坚及储备]。主要工作性能：有效通光孔径4米；视场21平方度；跟踪观测范围：“过中天”前后共90分钟；焦面配4000根光纤和光纤定位单元、连接到16台光谱仪，可以同时测量4000个天体的光谱。

的一个“永远优先的”课题。这种以设备的观测功能的超越带动学科发展的理念，可以称之为“大设备战略”（这里的“大”代表“超越”）。这种超越得力于与同时期技术进步的互动和与天文学科发展的互动。每一项“大设备”（或“大设备群”）的建成，都标志着对天文世界的认知中人类的“千里目”又上升了一级台阶。

半个多世纪以前，天文世界的信息几乎全部得自光学观测。到了20世纪后期，射电天文和空间天文相

继成熟。发展到今天，天文观测手段已经遍及全部电磁波谱。从此天文学科发展的全景已经是：“空间与地面的手段合理分工，不同波段的开拓齐头并进。”今天的“大设备战略”需要各个不同波段（就各种实测功能）各自进行“大设备”开拓。光学波段是其中之一。

应当指出，光学观测，在天文实测进入到“全波段”以来，虽然已不再是独一无二的主导力量，但是由于光学天文在实测资料上拥有的丰富物理含量和

在研究方法上拥有的长期学术积累、尤其是在目标数量和信息资源上拥有的巨大优势，使它在各个“新伙伴”竞相登场之际，仍然无可置疑地保持着传统的基础核心的地位。

具体到LAMOST“温故”。回顾一下历史：1948年，当时堪称“巨型设备”的5米反射望远镜（海耳望远镜）在当时堪称首选的天文台址——帕洛玛山上建成。随后的三十年里，以海耳望远镜为代表的“4米级光学望远镜群”（包括海耳望远镜，以及分布在全球不同地点的一台6米望远镜和五台口径4米左右的望远镜）主导了这一时期天文学的实测开拓（当时射电天文已崭露头角，主要出现过几次“奇兵”。空间天文则正走出萌芽状态）。当时同在山上投入工作的还有一台1.2米施密特望远镜。这是第一台参与重大天文课题的施密特望远镜，可以说是LAMOST的“前代”，当时的主要任务是拍摄大面积天图以供5米望远镜从中选择观测对象。这具施密特望远镜和随后加入的几具同级设备，包括安在南半球的U.K.施密特望远镜，作出的业绩超过了原来的期望。它们完成的“深度普遍巡天”，成为后来所有望远镜选择精测目标的先导，其中许多新发现启动了新的学科开拓，而由之引发的大天区面积、多目标的各种分类和分布研究，带动了恒星层次和星系层次各种尺度的结构的探讨。在尔后射电、红外、X射线等天体一一涌入天文视野时，也是它们提供了证认这些天体的基本参照。但是，尽管如此，对于天文研究中最重要的几项实测开拓、特别是天体光谱实测的开拓来说，施密特望远镜仍然只是为了辅助“大设备”而设的。

深入一步分析一下这种关系：当年的海耳望远镜是独领风骚的“大设备”，从设计概念来说，属传统的反射望远镜。其功能特点是主轴方向上有理想的“像质（成像质量）”但只有很小的“视场”（即，像质良好的范围很小），所以主要适用于主轴方向的目标的观测，实际运用时基本上是“一个设备一次观测一个目标”。这对于有着数量巨大的待测目标的天文学研究来说，历来是一种不幸的局限。这个局限之所以能够长期被接受，是因为那些最为重要的探测设施，首先是测量天体光谱的有缝光谱仪，其他如光电亮度计，光干涉系统等，也都是“一个仪器一次观测

一个目标”的。可能是两个局限的互相配合平摊了不幸感！而施密特望远镜，特点是视场非常大。B.V.施密特在20世纪30年代采取不同于传统的光学设计路线首创了这种望远镜，使优质视场扩大了几千倍。这一创举石破天惊，创造了“一个设备一次观测巨量目标”的新型，为光学设计开辟了一个新境界。这一开辟理应也会使上述那种局限露出一线裂缝。但事实上却是它并没有在天文实测的应用上获得这样高的期许。原因是它的主要部分——改正镜的制造难度太大，以至于帕洛玛山上这台通光口径仅为1.2米的设备就已经尽了当时技术所能及。“不能把口径做大”成为施密特望远镜根本性的局限，这使得它只能承担“大设备”的辅助，而未能以其赋有“大视场”的巨大优势跻身于“大设备”的行列。

二、温故——LAMOST之旅

笔者曾经在一篇题为《LAMOST之旅》的文中陈述了LAMOST方案的思路及其形成。这里取其中一些有关部分，摘其大意。

LAMOST的沿起联系到了20世纪80年代末2.16米望远镜研制成功所带给我们的“技术储备”，苏定强、陈建生正是在这种情况下提出了研究我国下一个天文“主力设备”的议题。这一期间我们一直在思考和探究我国天文学的发展战略。如所周知，当时我国天文学的综合实力和所能得到的经费支持均处于低水平，远远不能与美欧各国相比。要在这种形势下走自己的路，只有坚持集中自己有限的力量、选好方向、争取突破一个“战略要点”，然后扩大“战果”以图进展。在随后的方案探讨中，我们把方向定在“竞争空间”较多但是风险相对大的“施密特深度巡天”上。纵观大势，这一时期的天文光谱测量技术正在发生质的巨变。当时由于光纤应用到天文实测的试验告捷，使得视场上不同位置的待测目标的像可以各自通过光纤引到同一个光谱仪，从而打破了有缝光谱测量只能一次测一个目标的局限。这意味着施密特望远镜的“一次观测到的巨量目标”的光谱可以利用光纤集中到有缝光谱仪上同时得到测量。这在当时是“破天荒”之举，是天文实测技术的一个历史性突破。不过历史车轮前面当时还有一道障碍，一时还不能



带来实际效果：因为施密特望远镜“不能把口径做大”的局限仍然存在，对稍微暗一点的天体，光谱根本测不出来。

于是问题转到了“如何把施密特望远镜做大？”这是一个老难题，现在则成为重大问题的症结。这一时期里中科院数理学部和中国天文学会联合举办全国规模的讨论会，针对当时中国下一个主力天文项目的遴选进行交叉讨论和评议。在这个活动中，LAMOST最终被纳为四个待荐项目之一，其间参加过的和自己组织的大、中型方案讨论、答辩会议不下十余次，“攻防”之间三易蓝图。集思广益。可谓充分动用了那时我国天文界的“智库储备”。

回溯方案形成的过程，其中的一些思路今天还值得重温。最初几经曲折，就决定把立足点放在施密特望远镜的研究上。于是立即遭遇“施密特望远镜做不大”的老问题。由于问题出在折射改正镜，很自然地就想到了改用反射改正镜。苏定强等人以往就对“反射施密特”的研究下过工夫。反射施密特望远镜可以做大，大到和最大的反射望远镜相当。但它另有困难：适用的大口径反射施密特望远镜的镜筒很长，长到无法安装到机械跟踪装置上。于是，为了避免这种困难，最终想到了“卧式子午仪”装置，如图1所示。从图中可以看出，采用了卧式便可以把望远镜的所有组成部分——主镜、反射镜、焦面设置和光谱仪都固定在地面上，从而允许把“镜筒”做到很长。而所谓的“子午仪”装置，是把望远镜固定在南北（即“子午”）方向上，在待观测的天区随着周日运动扫过“子午线”（即南北方向）范围时进行观测。采用了子午仪装置，就可以利用光路上增设一个反射面的办法使望远镜得以横下来放，也就是成了“卧式”（图1）。鉴于我们的科学目标主要是能够同时观测一个大视场内数以万计的天体。这种观测的最佳条件正是在视场扫过“子午线”时进行。付出的代价则是观测变成“被动”，只能等到天体扫过的时候进行。观测的自由度受到了限制！不过这个代价是值得的。因为当代天文实测向着“多目标—巨样本—海量信息”的发展的势头有增无已，“子午观测”始终都会是最佳选择。卧式反射施密特子午装置原则上允许把望远镜尽当代技术之力做大，而仍能保持大视场的优势。这是

十分吸引人的。但并不容易做到。当时的困难中真正严重的是如何在光路上安置为了采用卧式而增加的反射镜。我们知道、这是一个非常重要的、负责对准被测天体并准确跟踪的部件。苏定强非常巧妙地把这个反射镜和施密特反射改正镜合二为一，创造了现在大家已经熟悉的“反射主动光学改正镜（简称主动改正镜）”。是这“画龙点睛”的一笔，使LAMOST最终成型。

现在回想起来，这些方向和路线经过百炼千锤的最终选择，竟然都可以寻踪到陈、苏二人分别对于巡天问题和对于“反射型施密特”下过工夫的学术积累。这些影响可隐可显、但却是深刻的，足见一个科研团队中平素学术储备的重要。

三、今日LAMOST——定位与立新

《LAMOST之旅》中陈述的旅程目的和经历，现在都有了结论。今天我们站在昨日的目的地兼今日的起航点上，要问两个问题：一、到达目的地是否就已经达到了原定的目的？二、在新的起点上看到的新的航程指向何方？

回答这两个问题，分别拟了以下两则短文：

- 1、定位：回首航程，呼唤第二台4米—LAMOST；
- 2、立新：请郑重看待LAMOST-型望远镜作为新一代“重大光学天文设备”候选者的优势。

1、定位：回首航程，呼唤第二台4米—LAMOST

前面我们钩画了LAMOST之旅以及旅程的主要目的。根据前面第二节的陈述和本文开头的图文说明，今日LAMOST可以定位为“目前功能最强的光谱巡天设备”，具有“大口径与大视场兼备”的特点（有效通光孔径4米，视场21平方度），配备有4000根光纤，可以同时测量4000个天体的光谱。

作为一种新的天文设备，这些实测功能已能符合原先的期望。

但是，作为一台投入服役的实测设备，它虽然可以胜任兴隆观测站上一个新成员的角色（设备向全国以及国际开放，不断产生有份量的天文实测成果），

但是对于承担“大天区面积多目标光谱望远镜”中“领头设备”的期许，则只能算是开了一个头。

一个天文实测设备，实测效果受到台址质量的影响。LAMOST所在的兴隆观测站，每年晴夜数和平均“大气视宁度”较之第一流台址相差甚远。虽然科学家们利用有限的晴夜和有限的“好视宁度”照样可以使先进的设备做出先进的工作，但是，如果责成它担当起“领头设备”，像在优越观测环境下的自己的“前任”SDSS那样挥洒自如、起到领头开拓的作用，则会是不现实的。

LAMOST的这种情况原在预计之中。当时是考虑到了LAMOST方案体现的是“奇兵”，有着很强的时间性，因此决定“以观测质量换时间”，把设备放在现有的兴隆台址（当时是我国的最佳台址）上。这样做至少省下了十年时间。至于如何做到“领头设备”名副其实，则只能分两步来实现。

第一步是要做到设备的性能达标。这现在已经完成。第二步，根据当前学科发展的形势，我们认为，当可在国际合作的基础上来考虑。

从快速发展着的学科形势看，近几年LAMOST接近完成之际，作为“大设备”的能力已经得到认同，围绕着建成之后的国际合作已在紧密进行，所以现在开始共同筹划在五六年内启动第二台LAMOST的计划应当是可以想象的。这是国际行动。是共同需求。特别是巡天工作，南北半球的联合部署（例如，南北半球同时各有一台4米—LAMOST在工作）本来就必不可少。就如当年北半球有了美国的1.2米施密特望远镜之后，英、澳在南半球又建了一台同样的1.2米设备那样。这一类例子还有很多。

因此我们认为，现在提议国际合作、在南半球共建一台4米—LAMOST是可取的。具体的理由有四条：

（1）、目前兴隆的LAMOST已经有了好几个重要天文台提出合作，足见学科发展的需要是明显、甚至是迫切的；（2）、有了第一台LAMOST建造的经验，重复一台花费的时间会比较短；（3）、4米—LAMOST的造价（约5000万美元）较之2.5米—SDSS的还要少，而且南半球可以利用现有的优秀台址（避免了选、建之劳），如果由三、五家天文台共建，则经费上负担应当不重；（4）、对于我国，建造LAMOST中成长起

来的工程技术团队将通过这个工程得到巩固和发展，对我国天文建设实力的储备将起有非常积极的作用。（参见后面《附1：为建议“4米南方LAMOST”方案致崔向群等同志信中部分内容摘录》）

2、立新：请郑重看待LAMOST型望远镜作为新一代“重大光学天文设备”候选者的优势

（参见后面附2：LAMOST在21世纪天文学“大设备”战略中的一席地）

首先，需要为LAMOST正名。它有时被称为一台“4米—光谱巡天望远镜”。这是不准确的。按性能，它是一种“大口径一大视场望远镜”（现在这一台的口径大达4米），子午装置。胜任巡天工作，但同样可做其他工作。它配备多光纤时可做光谱巡天，但也可配备CCD做普遍巡天或配备其他探测器。

为了分析它发展为“天文大设备”的前景，下面设想把LAMOST按比例放大到“10米级”，拿来和当前一代10米级反射望远镜对比。在各种配备和条件相同的情况下（假设两方面都同等地使用了薄镜面主动光学等新技术，都用了拼接镜面，都配备了多光纤系统，都配有同样的辅助设备等等），就各种实测功能和投入进行比较。为了简便，我们用“L”代表LAMOST，用“X”代表“反射望远镜”。

（1）主轴像质方面：两者在望远镜主轴方向上的像质（成像质量）相当，都能达到高水平。就这一点来说，对任何一个待测天体，X能做到的测量L也都能做到。[优势持平]

（2）稀有目标自由跟踪方面：X安在地平装置上，可以随时对准待测天体、跟踪观测。L是子午装置，只有当天体转到子午线测量范围时才能进行观测。对于一般的稳定的天体，这样观测并无不可，但是对于一些随时要求观测的目标，如突然发生爆发的事件或需要长时间跟踪的现象，如超新星事件等，就基本上无能为力。虽然这种情况很稀有，但往往很重要。这一方面的缺陷正是L为获得其他方面的优势而付出的代价。[L的一个劣势]

（3）大视场多目标测量方面：X的主要功能是对主轴方向上的目标进行“精测”，其中最重要的是光谱测量。由于配备了光纤系统，可以对主轴小视场范



围内的多个目标同时进行光谱测量。原则上L可以复制这些系统进行同样的观测。L的主要优势在于它的大视场，被视为擅长的光谱巡天和普遍巡天均为X所不能及。这对L来说是极其重大的优势。从根本上说，视场可以定义为优良像质的范围，正比于优良像质目标的数量。所以视场面积的大小直接决定望远镜的“观测目标测得率”。L的高“测得率”可能会改变一部分天文实测的思路：例如，往常当我们研究一个课题、设计光谱测量的方案时，习惯上会选定一或几个目标作为样本、安排逐次测量；设想如今有了L，首先想到的当会是选择一个合适的、含有足够数量样本（少则十来个、多可以到几百几千个）的视场供一次测量。这种“大样本测量”的可能性无疑是非常有吸引力的。[L的一个重要优势]

(4)、造价方面：前面指出过，4米—LAMOST的造价比2.5米—SDSS的低，估计可能会不比普通的4米反射望远镜贵。主要考虑有两个原因。一是沉重的主镜和复杂的焦面装置（包括摄谱仪）均固定在地面上，极大地简化了结构；二是转动的地平装置承载的只是比较薄的反射镜，比起带着物镜重量的镜筒要轻简得多。此外，拼接镜面的加工是对一批完全相同的球面和一批完全相同的平面，比起非球面分块加工要容易。这些都是有利于L的。但是L的结构比起X的多

了一块尺寸很大的反射镜。但把所有这些因素加在一起，可能还是L的造价比X低。但需要详细估算。[L的可能优势待估]

这里列数了LAMOST型设备的许多优点，是对假想的10米口径反射镜的情况。直观上，这种结构允许按比例放大以实现更大的聚光面积但是保持原来的视场大小。如果可以外推到“30米~50米级”口径，则将可能成就一种具有多目标测量能力的下一代光学“新技术大设备”。这种“外推”如果成立，则将会是一种可观的成就。这种可能性当值得为之设立课题，郑重探讨。一旦得到结果时当即在国家或国际层次上争取立项。

这是一种愿景，希望推动LAMOST再度扬帆，任其重而道甚远，但对我们来说却并不陌生，因为我们此时正完成了LAMOST的研制。回想当年我们的队伍力量尚弱，当2.16米望远镜研制的完成带来了可贵的“技术储备”时，大家也是怀着任重道远的愿景来探讨未来的。此后是这些愿景伴着当时的“航海家”们一路走完了“LAMOST之旅”。而今天，在新的起航点上，队伍和工作条件已经今非昔比，LAMOST研制的完成又增添了如此丰富精良的新的“储备”，我们有理由期望今日的“航海家”们将能够借以面对这个将会推动LAMOST再进一程的愿景，乘风破浪、直济沧海！



附1：为建议“4米南方LAMOST”方案 致崔向群等同志信中部分内容摘录

1、4米LAMOST的首要科学目标为光谱巡天（而
不止是“光谱巡天功能”）

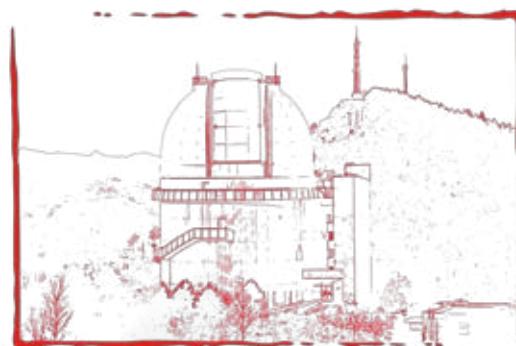
执世界牛耳。我们的策略是分两步走。第一步是
证实设备功能，我们采取了使用兴隆台址、“以观测
质量换时间”的办法；第二步一面观测，一面全面考
虑科学目标的落实，新台址将是首要举措。现在提出
国际共建南方4米LAMOST是其具体化。应当认为是按
照最初建议的原定计划行事。

2、再具体一些，可以把科学目标定为：“4米
LAMOST全天光谱巡天PROGRAM”，最北1/3天区由
兴隆LAMOST负责，其余2/3天区由南方4米LAMOST
完成。这里所谓的“全天”，可以根据自己的学术观
点来定，但无论如何，这个PROGRAM当可列为当代
天文学的一项重大基础项目。对此，我国目前尚拥有
有利的话语地位、乃至牵头地位。我们只要能够肯定
LAMOST研制是成功的、功效已经明确，那么接着立即
为之找优良台址当是势在必行（只要设想一下如果把
SDSS放在兴隆，会与它现在的情况有多大差别），而
国际合作建一个以全天光谱巡天为任务的南方LAMOST

当是一个非常可取和可行的方案（这个方案如果扩展
到4米普遍巡天（继“帕洛玛—英澳普遍巡天”的新一代
巡天大项目）也不是不可以想象的）。

3、这个方案可由五个天文台合作（SDSS就是
由五个美、日单位合作的），花费不大，不必申请国
家重点支持。我们发起，可由科学家间磋商着手，凡
同意者可各向自己国家的主管部门申请，申请成功了
时再谈组织问题。我国已有制造一台LAMOST的经验，
当然可以承接这台的制造。这个举措可以先在常规工
作计划中进行（是否如此，当可请汲培文同志咨询，
看能否得到基金会帮助），不应涉及“挤公共汽车现
象”，不需要与任何现有或将有的花钱的大项目相提
并论（而且按理说，科研课题应当是像饭馆菜谱，名
菜多多益善）。况且我们为保持LAMOST优势，所要做
的是在完成原定科学目标的效率上下工夫，应当是能
得到各方的同情和支持的。

现在形势发展很快，机遇可能转瞬即逝。此事我
感到很重要，望予考虑。





附2：LAMOST在21世纪天文学 “大设备”战略中的一席地

天文是一门“观测的科学”。“观”，是远远地看，“测”，是远远地测量，对象是天体发出的电磁波。半个世纪以前，天文信息几乎全部得自光学观测。而到了20世纪后期，观测手段已经遍及全部电磁波谱。不过，由光学望远镜得来的光学信息仍然是天文研究的基础。这里的讨论将限在这个范围。

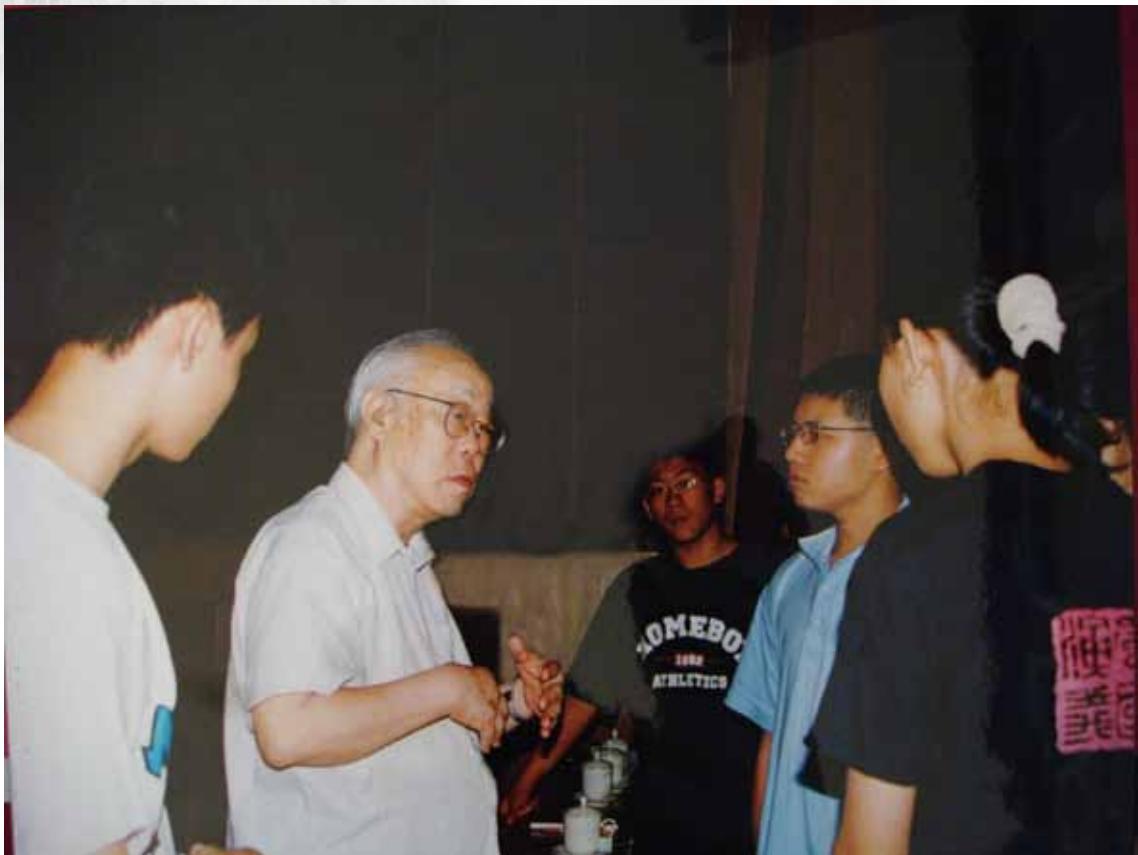
望远镜的任务首先是能够看到天文目标。只有看到了的才能测量，只有经过测量才能进行研究。所以“观”的能力是第一位的。

望远镜“观”的能力体现为聚光能力，含聚光面积和成像质量（简称“像质”）两个要素。望远镜做得愈大，聚光能力就愈强，就能看见原先看不见的目标。但是天文世界里看不见的目标太多了！不论是行星层次、恒星层次，还是星系层次，历来对更暗弱的样本和更精微的细节的追求，对更深入、更广泛的领域的开拓，对更多、更新的机遇的搜索，即使是望远镜的能力成百上千倍地增加也不会嫌过分。相反，这样做一旦满足了一个时期的要求和期望，“水涨船高”，立即就会出现学科的新的要求，引发出对更大设备的需要。世界上大型天文望远镜更新很快，20世纪末，一系列新一代口径10米级的望远镜投入工作，而接着不久就开始了口径30米级的下一代“拼接镜面望远镜”的研制。随着全球经济和技术的发展，这种趋势还将有增无已。制约的因素看来只有两个：一是技术能力，二是经费支持。

这种现象可以称之为天文学的“大设备”战略。“大”，指聚光能力，表述为望远镜的口径，另一要素——像质，则被视为必要的条件。像质实际上含两个要素：1、“最佳像质”，落在天文望远镜的主轴方

向、也就是视场的中心方位上；2、“视场”，可以定义为“成像质量符合天文研究使用的范围”。经典光学结构、也是今日绝大多数的天文望远镜视场很小，通常不及1平方度。而具有大视场特色的施密特型望远镜（视场大达20平方度~30平方度），却难以把口径做大。前面提到的10米级以及30米口径大设备均属经典型，迄今最大的施密特型望远镜的口径则还不及1.5米。但是，作为施密特望远镜的一个变种，LAMOST实现了一种口径大小允许与经典型大设备相匹敌的大视场望远镜，在全球下一代地面光学大设备的考虑中，它当可凭借下述两点优势，成为一个有力的候选者：1、大视场。LAMOST型望远镜获取天文信息的效率将百、十倍于经典型设备。而光纤技术和CCD等器件的持续发展，更将使其功效不断提高。2、低造价。它视场中心的最佳像质不亚于经典型望远镜，而其造价却比同等大小的经典型望远镜省得多（口径4米LAMOST的造价还不及2.5米口径的SDSS的高）。这意味着同等投资的条件下，LAMOST型的大设备可以造得更大或数量更多。

LAMOST型的局限性在于对于待测的视场，只能在其周日运行中扫过子午线时段时进行观测。每天一次，每次（对赤道视场）1.5小时。如果待测目标遍布广大天区、非常多，则这种观测模式十分可取。但当出现突发天文事件（如超新星爆发等）或某些要求持续跟踪的目标时，LAMOST型设备将不够得力。鉴于今日的天文实测，从巡天到猜测，均已经翻开了“多目标、大样本、巨信息量”的一页，无疑在“大设备”的战略性考虑中，LAMOST型望远镜当将拥有自己的一席地。



王绶琯在青少年活动中和学生在一起

卷三

窥天外集



再晤“德”“赛”先生

(《民主与科学》，2000年)

五四时期我国从西方请来了“德先生”和“赛先生”，是为了医治封建思想和愚昧的。

五四运动已经载入史册。转眼八十年。今天我们将再来请教这两位先生，不提旧话，估计他们会有哪些新的要说？

赛先生：“那时你们叫我赛先生，其实我代表着两个人。一是自然科学，一是技术科学，都姓赛。两者关系密切，但本质上很不相同。自然科学旨在认识自然，他不以任何实际功利为目的。技术科学旨在利用自然、改造自然，他追求的正是实际功利。自然科学的研究目标是发现自然现象，掌握自然规律，探索的是自然界固有的奥秘。自然科学的研究贵在洞察力。技术科学的研究目标是‘工具’（和材料）的创造和运用，造出的是自然界前所未有的‘品物’。技术科学的研究贵在创造性。”

“还有一个人物，非常重要。援例可称他为‘特先生’，即‘技术’。技术的进步是人类文明发展的一大支柱。重大技术发展往往是划时代的：从远古的石器时代到今天的信息时代，人们一直很自然地用技术进步的阶梯来标志文明的升级。”

“技术创造财富。技术科学创造技术。一百年前洋务派意识到了技术的重要。主张‘师夷长技以制夷’。到五四时期，有识之士意识到了技术科学的重要，请来了我们赛氏兄弟。今天大家都把技术科学看作创造财富的原动力。这是对的。不过，直接创造财富的是技术。一门技术往往使用了多种技术科学的成果。反过来，一个技术科学领域的应用，则可以覆盖多门技术。技术，主要结合生产，通常要求面向市场。技术科学则重在创造，要求留有‘想象力空间’。要得到两者的良好结合，就必须尊重两者各自的发展规律、按客观规律行事。”

“技术科学和自然科学之间也有着类似的关系：

为了能够利用自然、改造自然，首先就要对于利用和改造的对象有所认识。”

“认识自然按深刻程度可以分为三个层次。第一是认识其存在和形象。第二是认识其表象的‘经验规律’。第三是认识其本质的‘自然规律’。头两个层次‘知其然而不知其所以然’，通常只对一事一物有效。历史上‘地心论’、‘日心论’、直到登峰造极的开普勒三定律都是属于这个范围。第三个层次从‘知其然’跃进到‘知其所以然’，适用的范围遍及具有这共同本质的万事万物。牛顿的万有引力和力学定律是历史上这个层次的最先的范例，从此自然科学才被赋予了‘现代’的意义。三百年来，技术科学以现代自然科学的进步为推动力，呈万马奔腾之势。从中我们看到：一门自然科学的重要发现，其应用可以覆盖多种技术科学，而一种技术科学的研究往往需要多于一种的自然科学的支持。这种关系产生了巨大的实用功效。而要做到两者的良好结合，同样必须尊重两者各自的发展规律（如功利与非功利，洞察与创造……），按客观规律行事。”

说到这里，赛先生望着德先生，颇为感慨地说：

“当然，如果没有德先生领路，恐怕是什么也说不上，当年提出‘日心论’就会被烧死。如果这种情况没有改变，那么哪能还有开普勒、牛顿的成就！”德先生赞成这种看法。他补充了一句：“其实，我还有一个伙伴‘劳先生’——‘法治’。五四时期没有邀请他。没有法治保证的民主是脆弱的。而法治本身，长期以来曾经是非民主的。烧死布鲁诺的也是一种‘法’。所以，需要的是为保证民主而设的法治，并运用由此体现的民主以保证法治的实施，这是一种不可缺少的良性循环。”

现在“劳先生”已经上班了，据说正等着“包老爷”腾出办公室。

小议科学精神

(《民主与科学》, 2001年)

《民主与科学》杂志的编辑给我出了个题目：叫做“论科学精神”。理由是我干了半个多世纪的科学工作，该会有许多可说的。惭愧的是，这半个多世纪我确实是把头埋在科学里，可是对于科学精神却是耳熟而不能详。科学精神这个词，普通的辞书没有收，《中国大百科全书》也没有设条。哲学家虽然有标准的说法，但不免深奥。而社会上则把它作为崇高的褒辞，用得很普遍。这些情形虽然令人犹豫，但从另一方面看，它却是为通俗的议论留下了空间，于是不揣浅陋，就借一点耳食心裁，姑妄议之：

科学精神，属文化现象，得名于科学。这里所谓的科学，属社会行为，旨在认识自然，也就是，发现自然现象、探索自然规律。牛顿时期以来的三百多年里，科学在人类社会发展中的作用如此巨大，促使人们对于它本身的属性、性质、发展规律、社会作用等等，进行了详尽的研究。由此归纳出的它的思维方式，价值取向，行为规范等等，总到一起，成为这里所谓的科学精神。科学精神在大众心目中是崇高的，认为它表现了客观的、务实的和宽容的态度，民主的、进取的和坚韧的作风，实证的、严谨的和灵活的方法。它作为一种文化现象，浸润在社会的精神文明里。每个社会成员都会受到它的熏陶，而每个成员都必须通过自己的学习和体验来拥有这种精神。

对于长期埋头于一门科学里的我，坦白地说，如果对科学精神有过一些体会的话，那多半是在科研工作中找寻方向或遇到麻烦的时候。那时会无意识或有意识地拿出这些耳濡目染的“崇高”来对照自己的不足。这种体会常常使我联想起了病的时候吃药。有病求药，从而认识了这药。药到病除，对于精通药理的医生当然十分钦佩。但我始终还是不敢企望自己能够投笔从医。这当然是颇不够“进取”的。但我想，一种精神，包括科学精神，虽然可以作为一种道理来

传授、来理解，但总是要靠实践来体验的；而且总是在体验多了之后，才能够潜移默化、一直到趋近于“从心所欲、不逾矩”的地步的。对于科学精神，我不敢断定会不会有“生而知之”的圣人。但是一个科学工作者，也许会比别人更需要去做到“学而知之”。只是学有敏钝，知有深浅，许多人，像我这样，往往主要是得力于“困而知之”，就像是病了吃药那样。俗云：“吃一堑，长一智”，只要有“吃堑”的勇气，所得到的“知”哪怕慢一些，也还总是可靠的。

可以举许多“困而知之”的例子。但坐实了的往往回近于烂熟，意思不大。倒是几年前几个人在一起谈论科学精神、科学思想的时候提出的一个话题，颇值得重新提一提。当时大家说到的是，“知之为知之，不知为不知，是知也”这句话，用了如此通俗的语言，却道出了科学精神的精粹。尤其是把对于“不知”的认知放到主位上，是何等的真知灼见！科学的发展永远是要求站在已知领域前沿的志士们，面向茫茫的尚属“不知的世界”，去发挥洞察力，去寻求突破点。而发展的障碍则往往出现在对“不知”的无知。纵观古今，在前进中只管低头看自己足尖踩到的一方土而不见“不知世界”者碌碌皆是，而在前沿上雄踞一方的科学权威或“非科学的权威者”们中，踌躇满志，陷入自作的五里雾中而强以“不知为知”者亦代不乏人。回想起二千五百年前的孔子对“不知之知”的强调，我们岂能不生一些感慨！

历史上，科学精神这个名词虽然比较新，但科学精神却是古已有之。在历史的长河中，科学的发展受益于科学精神的熏陶，而科学发展又丰富了对科学精神的认识。科学精神，作为文化的一个部分，纵的方向上继承着民族的传统，横的方向上吸收着同代的精华。截断历史和闭关自守同样都是不可取的。只有有



了一纵一横的两维空间，才好画出有自己特色的图画。所幸者，目前，发扬我国科学优良传统的呼声已如潮初涌，我相信我已经听到了一个亲切的声音，开始招唤着像前面的那些“认知”例子所代表的我国典

籍中许多嘉言哲理的回归。当然，这也应是我们对待过去、对待传统的态度中所要求的理性的回归！

归一来一吧！

再议科学精神

（2010年）

科学精神，属文化现象，得名于科学。这里所谓的科学，属社会行为，包括以认识自然为旨的自然科学，和以运用由此得来的知识以扩展人类自身能力的技术科学。这两类科学在发展中犹如“源”与“流”相互依存。前者以其理性与思辨汇入人类精神文明的进化，往往被归入“科学文化”，后者常被笼统地称作“科技”，主导了人类历史上物质文明的进步。

“牛顿时期以来的三百多年里，自然科学（连同由之带动的技术科学）在人类社会精神文明和物质文明的发展中作用如此巨大，促使人们对于它本身的属性、性质、发展规律、社会作用等等，进行了详尽的研究。由此归纳出的它的思维方式、价值取向、行为规范等等，总到一起，成为这里所谓的科学精神。科学精神在大众心目中是崇高的，认为它成就了求真和务实的品格，严谨和坚韧的作风，宽容和灵活的心态。它作为一种文化现象，浸润在社会的精神文明里。特别是在今日，期望能有助于激励起诚信的风尚，自强的意志与和谐的精神。”

这是十年前应邀“小议科学精神”时匆匆出入名著，带上长年“困而知之”的一点体会写的一段话，属耳食心裁，未及深入到要点，一直不能释然于怀。现在对旧作做了删改和补充，继续就我国科学现代化的思考、“再议”科学精神及其所体现的智慧和力量，以就教于方家。

下面先从文化的视角提几点看法（“文化”二字，

《辞海》列出的好几条定义中比较切近的是：“精神能力和精神产品，包括一切社会意识形态：自然科学、技术科学、社会意识形态……”。如果说一个“自然人”的生命借助于基因的遗传和变异得到了绵延和进化；那么一个“社会人”（族群）的生命的绵延和进化，当归功于“文化基因”的继承和革新。在历史的大图卷中，一个民族赖以生存与发展的智慧与力量，可以在一代代人的文化定位上找到对应。这种定位，横向是同代潮流，纵向是民族传统。是传统文化的“精华”撑起了一个“社会人”的脊梁，而同代潮流的融汇，则导致他的有序成长和革新。

科学精神所体现的智慧和力量，作为科学文化，属社会整体的一个部分，受哺于社会并反馈社会。在我们下面的讨论中，将结合我国科学现代化的思考，横向联系现代科学，纵向着重审视中华传统。

先说现代科学。我们把牛顿时期界定为现代科学的起点，标志性事件是“认识自然的深度飞跃到了本质层次”。对这个说法我们曾做过如下阐释：“认识自然按深刻程度可以分为三个层次。第一是认识其存在和形象。第二是认识其表象的‘经验规律’。第三是认识其本质的‘自然规律’。头两个层次‘知其然而不知其所以然’，通常只对一事一物有效。历史上‘地心论’、‘日心论’，直到登峰造极的开普勒三定律都是属于这个范围。第三个层次从‘知其然’跃进到‘知其所以然’，适用的范围遍及具有这种共同本

质的万事万物。牛顿的万有引力和力学定律是历史上这个层次的最先的范例，从它的出现开始，自然科学才被赋予了‘现代’的意义。”

现代科学把认识自然的深度跃升到本质层次，由此生成了现代意义上的技术科学体系，转而导致现代技术万马奔腾的局面。技术进步直接推动社会进步，也包括科学的进步（从远古的石器时代到今天的信息时代，人们一直很自然地用技术进步的阶梯来标志文明的升级）。这个过程应当归因于自然科学、技术科学和现代技术各自的特性和三者之间互动的“研究-开发链”。其主要表现为：

1、技术创造财富，技术科学创造技术。一种技术的开发往往使用了多门技术科学的成果。反过来，一门技术科学领域的应用，则可以覆盖多种技术开发；技术，主要结合生产，通常要求面向市场。技术科学则重在创造，要求有“想象力空间”。必须尊重它们各自的特性，按各自的发展规律以求发展。2、对于自然科学和技术科学：一门自然科学的发现，一旦得到应用，可以覆盖多种技术科学，而一种技术科学的研究则往往需要多于一种的自然科学的支持；自然科学旨在发现自然现象，掌握自然规律，不以任何实际功利为目的。而技术科学则切近功利，旨在“工具”和材料的创造和运用。必须尊重它们各自的特性，按各自的发展规律以求发展。3、自然科学探索的是自然界固有的奥秘，其研究贵在洞察力。技术科学造出的是自然界前所未有的“品物”，其研究贵在创造性。必须重视这些特点以求发展。

以上概括地描述了现代科学作为一个行业的性质及其运作机制，是这种机制的成功运作造就了行业的巨大成就。而现代科学精神所体现的智慧和力量，也就是科学工作者应具的心态和行为的修养，则是导致这种运作成功的精神要素。

这种修养，如本文篇首列举的那些“品格、作风、心态”，是试从历代科学成功事例中归纳出来的。我们看到，这些修养（或精神）虽然针对的是科学行业，但也普遍为其他行业所推崇。这是因为科学作为社会分工中的一个行业，其任务是认识自然，属“求真”。科学精神是一种“求真精神”。社会上其他行业虽然任务不同，但都要“求真”、都要有科学

精神。

所以，对于一个社会，科学精神富则百业兴，人才盛，尤其是科学人才的造就。而一个社会的科学精神，则会因科学菁英辈出而更加丰富。

这种精神体现在修养上。而修养依靠陶冶体验，是实践的积累。因而不同行业的修养都会有自己的特色。对于科学行业的特色，这里提两个例子：

第一，现代科学的实践面对深层次的认知与创造的挑战，是一个艰辛的“试错”过程。修养实质上就是“知错-改错”。此外，重大的科学发现是稀有的机遇。往往是“众里寻她千百度”却在“蓦然回首”之间遇到了。这是王国维对古今成就大学问的体会。认识到这种“机遇规律”，怀着“有准备的”心态而坚持，是很高的修养，我国传统文化非常重视“知错-改错”、重视“坚韧性”的修养。孔子曾经赞许颜回是他唯一称得上刻苦修养（“好学”）的弟子，做到了不重复错误（“不二过”）。这是最高的修养水平。孔子自己毕生“学而不厌”，15岁“志学”开始，一直奋斗到了70岁才达到“从心所欲不逾矩”。足足花了55年！

第二个例子是惯见的：上述“研究-开发链”产生了巨大的“实际功利”，而作为“链的始端”的自然科学却“不以任何实际功利为目的”。这种反差往往会对“求真”产生“压力”和“诱力”。对抗这两种干扰就会想起我国“淡泊以明志、宁静以致远”的修养古训。

这些高修养要求精神动力的支持。这是一种文化力量。前面说过，对此我们将着重在中华传统文化中探求。

下面我们将“小议”中华传统的精华所在，然后就两个曾经饱受关注的问题，即：（1）、“是否它阻碍了我国对现代科学的引进？”和（2）、“是否它造成了我们至今没有出现科学大师？”各提一件史实，以充参照。

我国传统文化是以儒学为主流的多元融合体。其“经世”的推动力出自孔子的“仁政”思想。这是儒学的精华。孔子发展了以“仁”为本的修养体系，以“仁政”为最高理想。《礼运·大同》篇中把这种理想具体化为“天下为公”的使命。是这一文化传统



(而非“帝王版”的儒学)不但在历代封建王朝的兴废更迭中使我们这个疆域辽阔的农业国家得以维持统一和发展，而且当我国农业文明面对现代文明的猛烈冲击时，仍能发挥其生命力、引领着像孙中山这样的革命家和梁启超这样的学者。现在看来，甚至在“五四运动”巨潮之后，也没有在“德”“赛”先生挽臂西行中弃去自我(下面将要介绍的叶企孙就是一例)。这些事实，应当足以回答前面的问题(1)。对于问题(2)，我们认为，论中国现代科学“大师”，叶企孙先生应是当之无愧的。叶先生在上个世纪20年

代后期创建清华大学物理系及尔后执教计二十多年，他的学生、再传弟子以及受教于他的其他学者中，成为国家级重要科学家的达六、七十人，其中获诺贝尔奖和做出与之相当的贡献者不下四五人。他本身有很高的物理学造诣，而他温良恭俭让、忘我地举贤兴教、诲人不倦的大师风范更是令人景仰。1987年叶先生的事迹见于报端，迨后在清华校园内建立了他的铜像。我们相信，在我国进一步的科学现代化建设中，叶先生的精神将会得到更多的研究和发扬。

中国传统文化和思维对科学起阻碍作用吗？

王绶琯院士访谈录

孙小淳、储姍姍 访问整理

孙：王院士，我知道您对中国传统文化中的科学思想与科学思维有很多深入的思考。我想问您的问题是，科学思维在不同的传统、不同的文化中是不是有不同的风格？中国古代的科学思维有什么特点？应该如何看待传统文化与科学的关系？有两个极端的看法，一种认为中国传统文化中没有什么科学；另一种认为传统文化中什么都有，什么都包括。我认为这两种看法都是有问题的。关键是对中国古代的传统文化要有一个实事求是的解剖，这才是我们做科学史与科学思想史研究所应采取的正确的态度。与这个问题相关的问题很多，比如著名的“李约瑟问题”：近代科学为什么没有在中国发生？有人认为是中国人思维本身阻碍了科学的发展。再如，中国传统文化中有没有“真”（真理）的概念，对科学思维有什么影响？这些都是值得探讨的问题。

王：你提的问题我确实很感兴趣，但也确实感到很难。在今天我国的习惯用语里，“科学”几乎代表了

“理性”、“求真”。为人处世，无处不有。“科学”又常等同于“科技”，被看成是“现代化”的先锋。这是大众对今日（现代）科学的理解，是“科学文化”的通俗的（也是实实在在的）表现。科学文化本来就是文化的一个组成部分。中国传统科学文化当然是中国传统的一个部分，而且和一切文化一样，有全人类的共性和自身的特性。共性的根据是导致科学发展的“创造欲”本能和“好奇心”（或“探究欲”，或“求真欲”）本能，就存在于原始人类的基因里，为生存竞争的必要保证，从而形成了最基本的“社会基因”；而不同的特性则得自不同社会各自不同的发展轨迹，这些“社会基因”受到了不同程度的激励、引导和遏制。当前我国学术界把注意力放到解剖我们的传统科学文化，归根结底是因为触到了所谓的“李约瑟问题”。这是一个从科学技术史的研究引发出来的问题，但涉及到了哲学、社会科学。眼前许多名家都很关心，有许多高见。对我来说这些就都

像是美食，山珍海味，吃了不少，但品得不全。我自己感觉还是消化了一部分。不过现在要由我来讲，恐怕这些东西都已经搅拌到自己的“科学意识”里了、都还原不出来了！我在“科学群落”里待了许多年，和其他同行一样，骨子里摆脱不了“职业惯性”，说得出来的只能是“一个科学工作者眼中的事物”，而且还避免不了带着小时候给套上的“文化惯性”。所以，你提的这些问题的“全豹”，我见到的仅仅是一个科学工作者（其实只是20世纪20年代出生的一个天文学工作者）带着“两种惯性”所见到的“一斑”。“全豹”有很多个“斑”。其他的“斑”我也很感兴趣，很好奇，希望你们能够告诉我。所以于这个谈话，我更希望能够是一种“相互采访”。

问：人类确实有求知的本能，这可以说是人类文明的共性。现在的问题是，为什么这种共性一方面在近代西方产生了现代科学，而另一方在中国则没有产生现代科学。有着同样“探索欲”和“创造欲”的中国传统文化与近现代科学，这两者之间可以有什么样的关系，是不是不相容的呢？

王：我认为一定不会是不相容的。当然这里我们所谈的“关系”，一头是“现代科学”，另一头是“中国传统文化”。两个都是大问题。为了便于讨论，我想先把自己的基本答案讲一讲，有如是提纲，然后再在“现代科学”和“中国传统文化”两个框架里放松一点地漫谈或讨论。

不过在这样做之前，我们需要先明确一下所讨论的“现代科学”的具体内容和意义。

“科学”这个说法过去中国没有，西方也不大用。而现在，像前面所说的，已经家喻户晓，但常常会理解不一致。在我国，今天普遍称之为“科技”，意为“科学与技术”。业外大众则时常会把“科技”与“技术”看成一体，备受青睐。这不奇怪。借用一下一位学者的估计：“今天社会在三年内所发生的变化相当于上世纪初三十年内的变化、牛顿以前时代的三百年内的变化、石器时代的三千年内的变化。”这指的是日常生活中时刻都在享用、感受和承受的“技术成果”的影响和变化。人们很自然地会把目光投到导致这样的技术成果的科学，即，“技术科学”。而我们今天要谈的重点是前面所说的伽利略和牛顿的工作所代表的“自然

科学”。两者关系密切，但时而会被无意或有意地不加区别。这样将会影响我们的讨论，应当适当地做一些说明。关于它们各自的性质和互相之间的关系，我曾在一次纪念“五四”运动介绍“赛先生”（科学）时写了以下几段话：

赛先生：“那时你们叫我赛先生，其实我代表着两个人。一是自然科学，一是技术科学，都姓赛。两者关系密切，但本质上很不相同。自然科学旨在认识自然，他不以任何实际功利为目的。技术科学旨在利用自然、应对自然，他追求的正是实际功利。自然科学的研究目标是发现自然现象，掌握自然规律，探索的是自然界固有的奥秘。自然科学的研究贵在洞察力。技术科学的研究目标是‘工具’（和材料）的创造和运用，造出的是自然界前所未有的‘品物’。技术科学的研究贵在创造性。”

“还有一个人物，非常重要。援例可称他为‘特先生’，即‘技术’（也就是今日所称的“研究与发展”的主体——技术发展）。技术的进步是人类文明发展的一大支柱。重大技术发展往往是划时代的：从远古的石器时代到今天的信息时代，人们一直很自然地用技术进步的阶梯来标志文明的升级。”

“技术创造实物（大可到一项工程，小可及一种用品）。技术科学创造技术。一百年前洋务派意识到了技术的重要。主张‘师夷长技以制夷’。到五四时期，有识之士意识到了技术科学的重要，请来了我们赛氏兄弟。今天大家都把技术科学看作创造财富的原动力。这是对的。不过，直接造成实物的是技术。今天，一项技术产物往往使用了多种技术科学的成果。反过来，一个技术科学的应用范围，则可以覆盖到多项技术。技术，主要结合生产，通常要求面向需求。技术科学则重在创造，要求留有‘想象力空间’。要得到两者的良好结合，就必须尊重两者各自的发展规律、按客观规律行事。”

“技术科学和自然科学之间也有着类似的关系：为了能够利用自然、应对自然，首先就要对于利用和应对的对象有所认识。”

“认识自然按深刻程度可以分为三个层次。第一是认识其存在和形象。第二是认识其表象的‘经验规律’。第三是认识其本质的‘自然规律’。头两个层



次‘知其然而不知其所以然’，通常只对一事一物有效。历史上‘地心论’、‘日心论’、直到登峰造极的开普勒三定律都是属于这个范围。第三个层次从‘知其然’跃进到‘知其所以然’，适用的范围遍及具有这共同本质的万事万物。牛顿的万有引力和力学定律是历史上这个层次的最先的范例，从此自然科学才被赋予了‘现代’的意义。三百年来，技术科学以现代自然科学的进步为推动力，呈万马奔腾之势。从中我们看到：一门自然科学的重要发现，其应用可以覆盖多种技术科学，而一种技术科学的研究往往需要多于一种的自然科学的支持。这种关系产生了巨大的实用功效。而要做到两者的良好结合，同样必须尊重两者各自的发展规律（如功利与非功利，洞察与创造……），按客观规律行事。”

这是今天人们根据到现在为止所发生的情况做出的描绘。前人不可能完全预想到。下面继续用“特先生”代表技术开发，“赛二先生”代表技术科学，“赛大先生”代表自然科学。

以下谈六点：

(1) 一个社会的“科技舞台”上特先生、赛二先生和赛大先生三个角色一台戏在“生存与发展”上的关键性作用以及角色之间的配合模式（如以上引文中所述）从远古到今日一直是格局相同，没有变化。所以，一个社会，如果不是遭到毁灭性的天灾人祸，它的“科技”将会遵循这种规律、或快或慢地持续发展。

(2) 李约瑟指出的“在公元3世纪到13世纪，中国保持了一个其它地区和民族所望尘莫及的科学知识水平”。这是非常“正面”的，因为仅仅就“科技”领域来说这将有助于生产力的提升，从而导致百业兴旺、也包括“科技本身”。再则是，这将形成优良的实验、创造的传统。这些都是有利于走近现代科学的因素而不是相反。

(3) 我国直到明末年代还没有走近现代科学（当时欧洲的历史则正在进入“近代”，迎来了现代科学的诞生），原因主要是自然观的局限。

前面引文中把认识自然界分为三个层次。但是不但是在中国、而且欧洲在牛顿之前，自然观都只是止于第一层次——认识其存在和现象，和第二层次——

认识其表象的经验规律。自古以来，赛二先生都是借助于对自然的这些知识创造“工具”以供实用的。但是，许多自然知识在探究之前，并不知道它是否会导致实用。所以做这种探究的人首先必须把从事探究当成“求真”的自我实现，也就是所谓的“立志”而不动摇。这是一项科学文化。同时，社会上对这种探究要认同、宽容甚至鼓励。这也是一项“科学文化”。

(4) 上面引文中说过，以牛顿力学和万有引力论为代表的科学认知的第三层次，是人类自然观的巨大飞跃，属认知本质上的提升，人们以它来标志现代科学的诞生（我认为还应加上伽利略，这将放在后面讨论）。然而，牛顿的奇才在科学史上是非常罕见的。所以我们的问题最好避开偶然性，改为：“中国传统文是不是能够产生欧洲17世纪那种得以出现牛顿的‘百家争鸣’的形势？”对这个问题的答案，我想应是否定的。因为当时欧洲科学的形势是起源于被中世纪思想禁锢中断的两千多年前希腊“百家争鸣”的回归。主要表现为柏拉图和亚里斯多德时期争论的继续。这是一次由强烈的思想反弹引发的“喷涌”。而在中国，自汉武帝“独尊儒术”开始的两千多年里，以儒家学说为核心的中国传统文化始终在稳步发展，绵续不断。表现为完全不同的模式。但是我想，就“科技”而言，不同社会的宏观发展，大方向应当会是一致的，只要是机遇相近，成就就会相近。而不同的社会选择的路线可能互不相同，但应当可以殊途同归。这应当是值得研究的一个问题。

这样说来，我们的问题最好是设为：“中国传统文文化与现代科学文化是否易于对接？”

(5) 在儒家文化中应当区分儒学和儒术。儒术是帝王用以治理国家和巩固政权的工具。五四时期批判的主要是儒术。

儒学主要体现了孔子的人生和政治理想。其中的文化理念看起来多与现代科学文化相符。特别值得注意的是他对个人理想的“自我实现”的高度肯定（“三军可夺帅也，匹夫不可夺志也！”何等地坚定！）而“自我实现”的复苏正是欧洲当年从文艺复兴开始树立起来的最重要的精神支柱。

这应当也是一个值得深入研究下去的问题。

(6) 明末正是欧洲现代科学文化的孕育和诞生的

时期，我们根据中国传统文化的理想，试行构思中国走近现代科学各种可能的机遇。觉得路应当是可以踩出来的。但却是清初的盛世出现了一个思想大禁锢的反机遇。延至清末以丧权辱国的方式激起反弹，到了五四时期形成一个高潮。五四运动的主角虽然是德、赛先生，但似乎人文上的影响说得多，科学却说得少。科学上，至少在我所知道的那个小范围内，确实出现了一次“喷涌”，虽然规模不大。我总觉得在叶企孙、吴有训这样的大师身上看到了中国传统文化的传承。我很希望历史学家能够分出一点注意力在这上面，当然是希望我的感觉能够得到支持。

孙：我觉得您从“科学文化”的角度来探讨这一问题非常有启发性，“中国传统文化与现代科学文化是否易于对接？”这个问题转换得好。现代科学的发生实际上是缘于一种机遇，西方发生科学革命以及随之而来的产业革命，有其特定的文化机遇。而在中国，我们的传统文化是不是也可能存在科学现代化和工业革命的别的途径？历史固然不能假设，但我们可以比较，并在比较时有一个独特中国文化的视角。

王：现在让我们回到具体问题的讨论。分“现代科学”和“中国传统文化”两个部分来谈。

一、关于现代科学

王：按前面所说，科技历史舞台，由“特先生”和两位“赛先生”联合组成。后面还要说明，三个角色的特点及其激励因素根本上存在于人类的基因里，他们之间配合演出的模式自古已然，可以认为是一种自然规律。然而科技发展是社会性的，能在多大程度上循着自然规律当取决于社会因素。下面我们将用一些事例来佐证这个观点，然后对欧洲率先走进“科技现代化”的社会因素谈一些体会。

就从陶寺观象台说起，观象台整体可以看成是当年“司天”的一个国家级工程，是一位身份很高的“特先生”。用今日的术语，属一项重要“研究和开发”中的“技术开发”成果，直接关系到当时的国计民生。而相应的“技术科学研究”，也就是“赛二先生”，包括了研究当地日出方位、采用墙上留缝技术以记录日出位置并用以定季节、授农时，以及某些祭

祀礼仪。而这里的“赛大先生”，也就是本项技术科学研究所依据的知识，则是长期积累下来的对日出日落的方位周年变化观测和研究。

孙：所以说，现代科学是“自然科学”、“技术科学”和“技术”的集合体。这三个角色自古就在发挥作用。您用陶寺观象台的例子说明这三者的关系，让我感到耳目一新。我正好在进行陶寺遗址的考古天文学研究，目前的任务就是要揭示“技术”背后更多的天文科学的东西。

王：对这个你应当最有发言权。对照今天的“科技舞台”。尽管现在“戏目”繁多、而且演变到了前面引文所说的那种“多元网络式交互作用”的复杂结构，论成就更是今非昔比。但是其中三大角色的特性和各自的定位却没有变。随手举一个例：“两弹一星”中的原子弹。相应的“特先生—赛二先生—赛大先生”三个角色分别是，一、“原子弹工程”，二、“工程中所需要的核弹头研究”，和三、“核弹头研究所需要的核物理知识”。

这两个事例中，一个大致上是帝尧时期的，另一个则是现代的，科技含量判若天壤。但是今古相比，格局依旧。

孙：您用古今两个科学事例说明了技术、技术科学和自然科学的关系，非常形象，我很赞同。但为什么人类有了“特先生”（技术）还不够，要去发展“赛二先生”（技术科学）；有了“赛二先生”还不够，还要探索“赛大先生”（自然科学）呢？

王：这“三个角色一台戏”的模式确实一直是伴随、并参与主导了人类物质文明进化的全部过程，因而确是一种自然规律。其根本原因，当是一种促使社会进化而本身却保持不变的因素，因此有理由设想，是存在于构成人类社会的“自然人”的基因里。可谓是“造化之功”。追溯到我们刚刚能够直立行走时的老祖宗，在他获得（并遗传至今）的“天性”里，有三种与我们这里讨论的相对应，即：一、“乐生和乐群”的天性，二、“好奇心”（或“探究欲”、“求真欲”）的天性，和三、“创造欲”的天性。第一种天性是根本的。人必须天然地“乐生”，否则人种就没有了；人还必须天然地“乐群”。荀子就曾说过：“人，力不若牛，走不若马，而牛马为用，何也？”



曰：人能群，彼不能群也。一则多力，多力则强，强则能胜物。”这话说得很到位，有“进化论思维”。

“乐群”的天性是人种进化中得以优胜的根本条件。现代研究表明，人类大脑左部特有的一部分脑区掌管复杂的语言功能，赋予了人与人之间深程度互相沟通的能力。而这部分脑区其他动物或则没有，或则有而不发达。这种情况可以认为是从大脑进化的事实说明了“乐群”的天性。而我们所关心的“科技舞台”上“特先生”扮演的角色正是从“技术发展”来使这个“群”“能够活、活得更好！”

“好奇心”的天性对于原始人的存活也是不可少的。否则他就难以在严酷的环境中避害趋利，只好坐以待毙。而我们的“赛大先生”这一角色的“探究”（或“求真”）精神，应当很大程度上含有这一天性的遗传。

同样重要的是“赛二先生”所担任的是“创造工具”（“技术研究”的另一种说法）的角色。这可以用一句大家都很熟悉的话来定位：“人是唯一能够使用工具的动物”。不管此言是否低估了某些动物，但是关于我们的祖先曾经为了能够创造工具而直立起来、以便腾出前肢来配合大脑的说法应当是有道理的。

这就是说，我们的原始祖宗在成为“万物之灵”的时候，这“三位先生”就已经同时开始出现在历史舞台了。再捋一下他们的角色：

“特先生”：代表“生存与发展”，受“实用要求”驱动；

“赛二先生”：代表技术科学的研究，受“创造欲”驱动，以及受到两位搭档的要求的驱动；

“赛大先生”：代表自然科学研究，受“好奇心”（或“探究欲”、“求真欲”）驱动。

20万年前东非的一群智人可能是今天全球人类的共同祖先。在漫长的历史过程中有许多文明已经湮灭。而欧洲这一支是率先走进现代化的。其中现代“科技”的发展虽然不是现代化的唯一因素，但至少应当是最重要的因素之一。回顾一下欧洲人当年在找到（或唤回）

“二位赛先生”并开始搭起现代“科技舞台”时的背景和情节，用作参照，当有助于对我国历史上、特别是明末清初到五四时期科学走向的反思。

不过，在这样做之前，有必要对“赛二先生”再说几句：首先是，我们是按照今天的理解，把技术科学的研究成果形象地称为创造出的“工具”。这是带引号的，指的是广义的工具，表达为一种“工具的知识”。其定义是：包括“感性工具”（如仪器、设备等）和“理性工具”（如数学、科学规律等）的知识；包括制造工具的知识和运用工具的知识。

知识易于流传，易于积累，用而不竭。对于这种广义的“工具”，每个社会都可以设想拥有一个全社会共献、共享的“库”。一个生产建设者或一个技术科学的研究者都可以从“工具库”中选取他所需要的“广义工具”。而当一个技术科学的研究中完成了一项研究（也就是创造了一项“新工具”）时，他实际上又已为公用的社会“工具库”贡献了一件新的“库存”。

其次是，关于“赛二先生”和他的两位伙伴的互动。

1、先说和“赛大先生”。当一项自然科学研究课题需要使用适当的“工具”（“广义工具”）而“库”中的不敷用时，就需要“赛二先生”和他联手创造新的“工具”。此时的技术科学的研究的性质与以探索自然（“求真”）为目的自然科学结成一体，而且往往由同一个科学家（或科学团组）兼任了两位“赛先生”的角色，如伽利略引进望远镜（“赛二先生”的角色）以观测天体（“赛大先生”的角色）等。而所得的技术研究成果（如制造和使用望远镜的知识）则同时加入了“社会工具库”，供任何研究者或生产者选择和参考。

2、从另一个方向看，“赛二先生”的“创造欲”往往受益于“赛大先生”的启示。刨根到底。自然科学与技术科学之间，是“认知自然”与“利用自然”的关系。最突出的例子，如引文里提到的，17世纪牛顿力学的出现，第一次把对自然的知识提高到了“自然规律”的层次，随后由此产生了多门高层次的技术科学。在这种意义上，可以认为自然科学研究获得的科学规律是一种份量至大的“理论工具”。

3、“赛二先生”与“特先生”的关系显而易见。他为了帮助“特先生”为社会群体的“生存与发展”提供“科技‘工具’的保证”，创造了所需的“工

具”。这是极其实际的为民造福。例如我国古代传说中的黄帝创造舟车、后稷“教民稼穡”等等。这些上古的先贤们（尽管他们的名字实际上是代表着一个时代）就都是以“赛二先生”的身份而遗泽千古。自古以来对他们功绩的崇敬理所当然。但却容易忽略了其中“赛二先生”原本的“创造欲”的作用。这使我想起年轻时看到的一张漫画。画上一个用树叶蔽体的远古男子在聚集的一堆枯枝落叶上砸石块，是在试着砸出火花来引火。在后人眼里这显然是一个非常重要、虽然颇难奏效的“技术科学实验”。然而画面上一个女首领（那时是母氏社会）却在一旁呵斥：“好了！别磨蹭了！还不给我叉鱼去！”我们的男女祖先当然不会想到火的“实用价值”，更不会料到他那种方法今天人们点香烟时还在用。我觉得，漫画家想告诉我们的应该是：把纯粹的“创造冲动”的举动斥为不务实际，显然并非只是那位女首领才有的直觉。

不过，我觉得还是应当为那位女首领说一句公道话：在画面中的那个年代，人类每天都在为了求生存而奋斗。借用马斯洛人生需要的五个层次的说法：最基本的是生存（基本的生理需求），然后依次是安全感、归属感、尊严感，最高一个层次是“自我实现”。“探究欲”和“创造欲”属一种“自我实现”，至少也要等到生存和安全有了些保证之后才有工夫关顾到。不过，人类就是这样，只要真正得到了哪怕是一点机会，总会由于“探究欲”和“创造欲”的冲动而试向“自我实现”（艺术的，或是科学的）一步步探进的。后面我还要提出，欧洲17世纪诞生“现代科学”的两大起因之一，正是中世纪之后的“探究欲”和“创造欲”的大觉醒。

孙：确实存在把“技术科学”与“技术”不加区分的情况。您指出的“赛二先生”原本的“创造欲”的作用确实很重要，是人类追求“自我实现”的一个方面。您说的欧洲17世纪“创造欲”的大觉醒是如何发生的呢？是不是首先要有思想的大解放呢？

王：是的。接下来，我们就来看看欧洲17世纪的科学发展。

英国哲学家B.罗素曾经对此做了如下评价：“我们所说的这些科学工作的结果是使得受过教育的人群的面貌彻底转变。在该世纪之初汤麦士·布朗爵士曾经

为了涉嫌巫术而受审，而在该世纪末这种事已不可能发生。在莎士比亚时期，彗星还是祸兆，而在1687年牛顿的《原理》发表之后，他和哈雷计算了某些彗星的运行轨道，表明它们和那些行星一样，服从引力定律。定律扎根在人类想象力上，使得像魔法、巫术这类东西变成不可思议。1700年知识分子的精神面貌已经完全进入现代；而在1600年，除了个别之外，都还在很大程度上是中世纪的。”

罗素把当年知识界思想的大觉醒作为历史跨进“现代”的特征。而导致这一转变的是科学的觉醒。他以牛顿发现的力学规律在天体运行上的应用为典型。这在当时是划时代的发展。爱因斯坦曾指出，这种发展是以两个伟大成就为基础的：一是以欧几里德几何学为代表的希腊哲学家发明的形式逻辑体系，二是文艺复兴时期证实的通过系统的实验有可能找出因果关系的重要结论。

孙：人们把它们归结为实验和数学。

王：是的。这是人类认识自然的高度理性、完全自治的体系。牛顿力学以其达到的“深度”展示出了这一体系的巨大成就。科学规律所包含的知识经数学表达成为可延伸和可检验的。可延伸，使知识得以扩大并创造了应用的空间；可检验，使理论得以获得改进，而一旦遭到不可解的矛盾时，则意味着新的认识飞跃之将临。当然，当时人们未必想这么多，但确实是开了头。具体如何开这个头是欧洲历史中非常重要的一页。按通常的说法，这一切故事可以从“文艺复兴”讲起。这在之前的若干世纪里是他们长达千年的所谓“黑暗年代”。思想遭到禁锢。这时出现反弹。经历了宗教改革，治权重组的一系列历史事件，知识界（包括宗教和世俗统治阶层，新兴商贾和平民中的受过教育者），用今天的话来说，开始了一轮“思想解放”。文艺复兴首先是在意大利城邦中艺术思想的解放、导致一时期艺术天才的“喷涌”（个别的，如达芬奇，同时具备多方面的天才，但他的科学工作多半是在多年之后才被解读的，所以当时可能影响不大）。这个由文艺打头的浪潮，在整个欧洲知识界全面兴起，其中科学一脉，在17世纪也达到了“喷涌”高潮。当时与牛顿同代但稍前的科学精英，除了他直接师承的伽利略，开普勒（加上第谷）等外，足



以名标史册的大师级人物至少还可数出六、七位，如数学家笛卡儿，费马，帕斯卡，医学家哈维，物理学家波义耳，惠更斯等。反映了当时“创造欲”和“求真欲”（也就是“探究欲”）的大觉醒。但牛顿仍然是“超出一步”的。那时自哥白尼《日心论》传开来，天文学上的行星运行研究就被放在科学与宗教冲突的漩涡中心。其实，不论是哥白尼还是伽利略，都是虔诚的教徒。他们只是认为自己对行星运动的描述更简洁、更完美，因而更接近于上帝的启示。开普勒使用了第谷的精确观测，不但对这些运动做出了精确的描述，而且用简洁的数学表达了其间的“经验规律”。第谷－开普勒对行星运动现象的考察如此精深入微，在当时技术条件下，可谓已经登峰造极。然而牛顿用他发现的力学原理（同样通过数学表达）解答了这些现象的起因，则是人类认识自然的划时代进展。同时代诗人玻浦曾经写了以下的名句：

大自然和它的规律
 隐匿在黑暗之中
 上帝说“让牛顿出世”
 一切便都分明

这几句诗屡被引用，可以作为前面引用罗素所说的“受过教育的人群”的自然观的巨大突破。大自然第一次向人类展示了它的更深一个层次的奥秘；而人，第一次证明了自己能够掌握打开这种深层奥秘的钥匙。

孙：也就是说，自文艺复兴以来的思想大解放，激发了知识领域全面的“探究欲”，而探究的成果被认为是“自我实现”而得到社会的珍视，并不一定在乎这些成果是不是直接“有用”。牛顿的发现使人类能够窥视宇宙深层次的奥秘，这本身就是人类最高境界的“自我实现”，所以诗人要赞美他。

王：说到这里，我们要提一下伽利略和天文望远镜。在伽利略用望远镜对向天空之前，人类看到的天体总共不过六七个。大部分是“恒星”，固定在一个天球表面上；居主要地位的是太阳和五个行星，循着各自的轨道在天球上来回运动。自古以来他们就是天上最主要的研究对象。这从今天看，那个年代的科

学眼界被极大地限制了。影响到宇宙观上，甚至像牛顿这样伟大的科学家都会依据圣经来推算出创世纪的时间。当伽利略用望远镜看到了银河上成千上万个远方天体时，眼中的宇宙一下子改变了，人第一次用手创的工具扩展了自己的“眼力”，发现我们原来一直在“坐井观天”，而只有到了这时，才可能发觉到大自然向科学研究敞开的大门。

牛顿达到的“深度”和伽利略揭示的“广度”奠定了现代科学文化自然观的基础。

但是牛顿力学的成就，也就是现代科学的首次登场，影响不止是这些。同样重要的至少还可以数出三个方面：

第一，前面说过，现代科学高度理性、完全自治的研究方法体系的形成，这为今日的科学认知标准树立了典范。同时，这也是为理性地对“非科学”的认知划了明确的界线。这是很有意义的。例如，导致了思想上科学与“非科学”（意识形态，如宗教、哲学等）理性地“共存和互动”，并原则地把科学认知的探究空间推至一个“无限的界线”（这“无限界线”之外便是“非科学”了）。这些，都体现为现代科学文化的一个重要内容。

第二，也是前面说过的，这里重复一下：牛顿力学产生了多门高层次的技术科学（借助于力学原理形成的应用科学），对技术研究和生产应用起到了不可估量的巨大作用。今天最尖端的技术，包括人造天体、高速铁路都离不开牛顿力学。这很自然地使得人们把原本“不计功利”的自然科学，期待其导致“大用”，普遍地把“科”与“技”结为一体，视为提高物质文明的根本。然而，同时人们也注意到，牛顿的巨大成就和后来在英国首先兴起的工业革命并没有什么联系。瓦特的蒸汽机出现在牛顿的《原理》发表之后约100年，但并没有得助于力学。我们今天看到的力学之“大用”，当时诗人玻浦，以及授给牛顿爵位的英国女王，甚至于牛顿自己都是始料不及的。而对它的盛赞，实是出于当时人们对于自然科学“非功利性‘自我实现’”（为科学而科学的价值观）的认同。这可以和科技“致大用”的两个貌似矛盾的观念同时列入为现代科学文化的特征。

第三，进一步看这两个观点。科学轶事里常提到

法拉第有一次关于电的用处的问答：当人家问他做那些电呀、磁呀的实验有什么用时，他反问了一句“请问你婴儿有什么用？”我常觉得其中其实含有几层深意，首先是疼爱婴儿是天性，其次是当然谁都希望婴儿长大后有出息，成才、有大用；再其次，确实不知道这个婴儿能不能成为伟人，但做父亲的会尽力，但如果只有他能使你成为“伟人他爸”时才去生他，那么这个世界上出现伟人的可能性就很小了。这就是说，科学需要社会的期待与宽容，就如父母对婴儿的期待与宽容那样。这也许可以算是又一条科学文化。

孙：不紧盯直接的功利而求“致大用”，这确实西方现代科学文化的一个重要特征。其实中国文化不也是一味强调实用，我们毕竟还有庄子在讲“无用”之“大用”。

王：那么接下去我们就来谈中国传统文化。

二、关于中国传统文化

王：前面提出了现代科学文化的几个特点，它们萌芽于17世纪的欧洲。人们普遍认为这是来自两千多年前以柏拉图和亚里斯多德为标志的古希腊传统文化久经遗失后重新涌现的激励。我国的情况则与此有很大的不同。同样是两千多年前的以孔子学说为代表的儒家文化，到汉武帝时取得了“独尊”的地位。在此后两千年政局的多次兴衰更替中，文化的发展，从大格局上看，却始终保持着稳定、渐进的状态而绵延不绝。中国没有出现像欧洲“文艺复兴”那样的“大喷涌”（艺术的发展也是平稳的，从未间断）。下面我们将接着前面所讲的现代科学文化的几个方面，把它们和以儒学为核心的传统文化做一些对照和分析。

先从17世纪自然科学中牛顿开拓的“深度”和伽利略揭示的“广度”说起。牛顿这样的奇才是罕见的（在他之后相隔二百多年才出现一位与之比肩的爱因斯坦）。但是在牛顿时期欧洲科坛上人才济济，百家争鸣，显然增加了出现牛顿的几率。那么，中国传统文化是不是能够产生出这样百家争鸣的科坛？答案我倾向于为：“从我国历史上社会进化的图景上看，产生类似的效应应当是时间和机遇的问题。如果具体到自然观的文化取向，我认为可能会有一个比较长的

“转轨”预备期（当然，如果从文艺复兴时期算起，西方的科学“转轨”也花了不少时间），而且节奏可能会比较缓和。”

孙：您等于为思考李约瑟问题提出了一个新的说法，即中国传统文化的取向有没有产生近代科学的冲动。中国传统自然观的文化取向是指什么？

王：撇开心、性这些哲学问题不谈，以对“独尊儒术”起过重要作用的“天人合一”自然观为例。

“天”，在先秦学者们的心目中，含日、月、五星和六七个恒星。这相对于地上的万物和人间的万众，虽然依然是远不可测，但也显得比较简单、稳定。于是导致了天覆地载，人居于中的天、地、人“三才”协调的自然观。在科学上这引向到了“天文与地理”的相关性和“天道与人事”的相关性的探求。前者把“天”联到了“地”，导致了在“时政”、“编历”这些“国之大政”上的应用；后者把“天”联到了“人”，应用到了当时同样属于“国之大政”的“星占”。这些“应用天文学”得到历代政权的重视而为知识界所尊崇。

战国时期百家争鸣，到了汉初，这样的自然观被整合为“阴阳”、“五行”学说，用以说明宇宙整体，也就是“天、地、人”之间一切事物的变化和互动。这类学说的典型人物是董仲舒。他是汉代大儒，大家现在都在谈论他的“天人合一说”。他的这种形而上学系统无所不包，从宇宙本原、自然现象，到人性伦理、社会秩序、朝代更迭……。其中心宗旨是儒家的“治国平天下”，属“以人事为本”。而他自己的身份也是一位自居“为王者师”的儒者。在他的系统里，宇宙的整体就是“天、地、人”。他说，“天、地、人，万物之本也，天生之，地养之，人成之。”他这样做的结果导致了一串串的推理。其中非常重要的一条是：人君受命于天，所以要遵照天道来治国，一旦违反了的话，天就会用异象或灾害来警告。所以董仲舒这一套应当称为“儒术”，做的是给儒家治国之术以“理论根据”。

孙：对“天、地、人”相关性的探求，确实是秦汉以往中国古代最崇高的学问。用司马迁的话来说，就是“究天人之际”。您把董仲舒的系统叫做“儒术”，是不是要和“儒学”做区分？



王：是的。必须指出：孔子办教育，办的是“干部（当时称为‘仕’）学院”，教的就是怎么治理国家，当然包括许多“术”。但是在此之上，他有一个

“终极目标”或“最高信念”，即《礼记》里记述的“天下为公”的“大道”（颇有今天我们讲的“社会主义目标”之意）以及为之奋斗的自我修养。这是高于“儒术”一个层次的“儒学”。孔子的教育偏重政治和伦理学，对于“认识自然”，限于像《诗》里面含的一些“博物学”知识。对于涉及“非科学”的、或属意识形态的“天道”，则尽量不谈。他的弟子们说他：“夫子之言性与天道，不可得而闻也”。可以认为孔子对自然科学的态度是开放的。但是到了战国时期，孟子讲天道，也讲人性，《易传》讲，《礼记》里也涉及。当时百家争鸣，讲得最多的还是阴阳家。董仲舒以儒学为核心把这些加以系统化并且说服了汉武帝。于是由于历代统治者的重视，这种自然观不但被士阶层所接受，而且在民间广泛地流传。这看起来有时比较深奥，但主要的意思很直白。就是说：

“天道和人事都是一个道理，而且相互响应，你要想知道天道就可以从人事上来理解。”这种意见扬雄（也是一位大儒）说得更明白。他说，“史以天占人，圣人以人占天”（注：古代天文学是归史官管的）。这种观念，一般认为有助于把皇权归于天命而得到“正当性”，同时也在一定程度上起了制约帝王绝对权力的作用。但是，从自然科学的发展来说，这种“以人事为本”的自然观却可以是一种“误导”。它借以阐述事物变化和互动规律（用“阴阳”、“五行”为符号）的科学依托实质上就是“太阳周年运行”以及“黄赤交角”的影响。这些在我国古代都不乏精确的观测。如果有人对这么些观测结果问一个

“为什么？”，而且探究起来，那就会向现代科学走近一步。可是在上述这种自然观先入为主时，就会把表象（循环与变化，以及与地面现象的互动等）当作本质（“天人合一”的终极规律），以至于可以笼统地“以人占天”，反过来用以回答一切本应探究下去的许多“为什么？”这可以比作一种束缚人们对自然现象探究的“网”。人们认为，中国古代在实验，探测，探索新技巧，发现新现象上都很先进，但却疏于逻辑推理，这种“作网自缚”当是一个原因。

这种“网”是软性的，使人们“自满”到忽视自然探究，其作用恐怕不亚于中世纪欧洲宗教权威的“铁丝网”。

孙：“网”这个比喻很深刻。我理解您的意思是，中国古代陷入了一种从人事出发来理解自然的思想之“网”。这个“网”是那样的完备，以至于不可能被攻破，但却是笼统的、疏于逻辑的，“表象”和“本质”倒置的。

王：不错。这些“网”，一种是“软的”，属中国传统；一种是“硬”的，发生在西方。不论哪一种，都是对人们探究自然的“探究欲”和“创造欲”的人为障碍。到了17世纪，西方的“网”已经不那么硬了。伽利略的三大工作中，一个“触了网”：他支持的《日心论》违背了教旨，被“硬性禁止”。人也被关了起来，检讨了一辈子。但是他研究的“自由落体运动”，可谓是高超的实验和高超的分析的典型，却没有被禁止，成为牛顿力学研究的先驱。另一个伟大贡献，即前面说过的天文望远镜的创造，也没有被禁止。前年全世界纪念了这个事件。可以说：17世纪的欧洲完成了“网”的拆除，同时也完成了人类历史上“现代科学的诞生”。如果说牛顿是这个“完成期”的代表性人物。那么伽利略作为它的“孕育期”的代表应当是当之无愧的。

现在接着再看中国的传统文化。让我们设想以下两种情况：一、伽利略和徐光启正好是同时人。设想当时伽利略出生在中国，他会孕育出、或部分孕育出现代科学吗？二、设想当时伽利略像利玛窦那样来访中国，中国会接受他的现代科学贡献吗？

孙：如果这样来假设，那我们只能从比较的角度来看当时的社会文化因素了。

王：这些是社会科学问题，希望你多考虑。下面主要把想到的先说一说：

第一个问题，伽利略如果生在中国，他是一个科技奇才，但他受到的教育应当会和徐光启（也是一位科技精英）的相近，会是当时以科举应试为主的那种。在同一时期的欧洲，大学学制已经有了一段历史。我很好奇当年的少年徐光启为自己打下的科学（特别是数学）基础，相对于到大学攻读数学的欧洲同龄人会有多大差别，这种差别的影响会有多大？

孙：您这是提出了一个很好的科学史问题啊。这相当于是在问，在受教育的人群中，同科学有关的基础知识水平，当时的中国与欧洲有什么差别？这个问题应该是中西方科学史比较研究的好问题。

王：不管怎样，徐光启在成年后发挥了自己的科学才能，“出生在中国的伽利略”当然也能。不过中国没有“日心论”之争，他当然无从卷入，但是他可能会挑战“天人合一”的自然观。这种挑战以前也有过，可能会“自成一家之说”，风险不大，但也不会有多大波澜。但是，假如那时候他拿到了一架望远镜，情况可能会不一样。因为中国传统中对发现新现象是重视的。当他用事实告诉大家：太阳面上有黑子，而且整个太阳会自转；月亮上面的阴影原来是山脉；木星周围有四颗星绕着转；金星也有周期性的“圆、缺”（和月亮一般）；而仅仅是一带银河就有无数个恒星。原来宇宙是那么不可思议！远远不止是几千颗恒星！这在当时肯定会引起不小的震撼。知识精英们对认识自然的“探究欲”和“创造欲”可能会破“网”而出，并由此出现“走近现代科学”的契机。

我想，这位“中国的伽利略”多半也会和“欧洲的伽利略”一样，加工了很多这样的望远镜送给“有关人士”。他一定会献给皇帝一台，也会给徐光启等官员学者，让人们亲眼见证这些发现。他还同样会想起军事用途，当时大明北方边防甚紧，长城碉堡上的将士们如果有了望远镜，就可以大大地提早发现敌人的动静。可以设想，“中国的伽利略”很可能由此知名。

相形之下，他的另一项重要贡献——自由落体实验恐怕很难产生相应的影响，而这却是他的工作中对于孕育“现代科学”直接起作用的一项。那它会得到什么样的结果？这正是我们要探讨的一个重点。

我觉得，“中国伽利略”的原型是一位桀骜不驯的天才。作为中国的“读书人”，他是一个儒者，但“儒术”肯定约束不了他的学术思想（就像当年徐光启或徐霞客那样），他也不会轻易认同当时的“儒学主流”思想。更可能是他会像东汉王充面向着“天人合一”高潮时提出来“事莫名于有效，论莫定于有证”那样，要求用实验来“格物、致知”。用我们前面的语言来说，这里的“实验”，应当是“创造‘感

性工具’的方法”，属“赛二先生”（技术科学）的角色。在中国，传统的技术科学是很强的。古代的“赛二先生”的创造，如隋侯编钟、越王剑，直到规模巨大的都江堰工程，其完美程度均足以令人惊叹。而这些都是两千多年前的产物！所以设想中的“中国的伽利略”是完全具备他所需具备的实验基础的。所不同的是传统实验志在实用，并且往往止于实用。而像自由落体这样的实验志在“求真”，没有对实用的期待。

孙：我完全赞同您关于中国古代“技术科学”的说法。中国的技术科学可以发展到很高的水平，比如说宋代苏颂的水运仪象台，可以说是天文观测技术的一个高峰。但是说中国传统实验是“志在实用”并“止于实用”，这是为什么呢？

王：前面说过，“赛二先生”自身受到“创造欲”的激励，在“科技舞台”上他的角色有两个类型，一是与“特先生”（技术开发）配合，服务于纯功利的“求用”；二是与“赛大先生”（自然科学）融为一体，致力于“求真”（也就是出于“好奇心”或“探究欲”的驱动）。“求真”的本质是“唯真是求”，完全是中性、或“非功利性”的。尽管人们现在知道（并且非常重视）自然科学的结果会有“致大用”的功能（是大功大利），但是自然界本身的“真”是“中性的”客观存在。究竟有没有用或能不能用，只有在认识之后（即这个“真”被“求”到之后）才能知道。所以，一个社会首先必须对“求真欲”（也就是“探究欲”）的“自我实现”广泛地认同，才可为能出现“求真”之风，从而提高“产生伽利略、牛顿的概率”、形成产生现代科学的条件。

孙：社会要对“求真欲”的“自我实现”有广泛的认同，这一点确实很重要。这实际上是一个“科学文化”的问题。

王：儒家讲的是治国平天下。古代“赛二先生”的强项是“求用”。如果“中国的伽利略”这时候要“求真”，比如研究自由落体运动，我相信他将会像徐霞客坚持自己的旅行那样不会受到阻挠，但是当时的知识社会能够激励甚至于认同他这种“求真”的“自我实现”吗？这又是一个我想请教你的问题。我想，现在所能做到的应当是先把儒家学说的精神（设



想“中国的伽利略”传承了这种精神)拿来和前面说过的现代科学文化的几个要素,包括“对不知的认知”、宽容以及“不计功利”等做一下大致的对照。

先说“认知”问题,我觉得孔子对于“知”的理解是非常理性的:“知之为知之,不知为不知”。他的这种对“不知的认知”的重视和现代科学文化精神很一致。这种精神传承下来会容易接上现代科学文化。再就是现代自然科学研究的“非功利性”,这应当会表现在对科学工作者“不计功利”的品格。而这种品格在儒家文化里是十分强调的。“儒术”虽然是为君主的治国服务,但“士志于道”则是为了实现儒学的理想。孟子说的“富贵不能淫,贫贱不能移,威武不能屈”表达了这种品格。我觉得,儒家这种传统的传承是今日科学工作者所必须拥有的科学文化修养。再就是大家讲得很多的“宽容”。孔子的教育,始终是把“恕道”,也就是宽容放在第一位的。而在科学工作中,没有宽容就没有自由思想,就无从发挥想象力。具体问题上也一样,科学实验是坚持“实验和检验”的过程,一个研究的成功,都可能要错很多次,要想很多办法,花很多时间,有了宽容才能从容应付、锲而不舍,直到完成。再就是前面说过的,社会对于自然科学研究“致大用”的期待,应该怀着“对待婴儿”那样的“宽容”心态。

这些对照,再加上“毋意、毋必、毋固、毋我”,“勿近小利、勿欲速,欲速则不达、近小利则大事不成”……这些世代相传的“语录”。都使人感到孔子学说的精神内涵实在与现代科学很相近(无论是在精神上还是方法上)。而这应当足以说明:设想的

“中国伽利略”当年如果想做自由落体这样的实验的话,他是能从孔子的学说中得到所需要的动力的。至于能够起多大影响则当视当时的机遇了。

孙:所以说,中国的儒家文化中包含着一种精神,可以为科学的发展提供动力,根本不是一种障碍。那为什么最终近代科学没有在中国发生呢?

王:现在让我们回过头接着说下一个问题:设想当时伽利略从意大利来访。这个设想并不算太离奇。因为他的同乡利玛窦差不多在同一个时间就来过,住了好些年,而且介绍过好些人来。大约四百年前马可·波罗,也是意大利人,住下的时间就更久了。毫无

疑问,伽利略的到来会受到徐光启的热烈欢迎(就像他欢迎利玛窦那样)。徐在朝廷里有影响,我们前一段所设想的这一切,应当都会在他的帮助下实现。这样一来,中国有可能提前一步走近现代科学,但不是“自主创新”。不过我想,善于吸收他人的文化也正是我国传统文化中一个非常可取的部分。

可惜这一切都没有发生。不过还是可以再做一个设想。即,大明的“气数”稍稍延长一些时间,比如说五十年到一百年(在中国历史上,朝代更迭,往往是生产力赶不上人口的增加、天灾、官场腐败,有时还加上外部压力等因素的叠加效应,其发生是必然的,但何时叠加到了“颠覆点”则有着偶然性)。我们注意到,那时从万历到崇祯,都不是“明君”,还加上了魏忠贤的折腾,可是科学上除了徐光启这样在朝的学者外,在野的还有像李时珍、徐霞客、宋应星这样的人物,如果再给它若干年“准太平日子”,出现一个“伽利略”或“瓦特”或许不是没有可能的。这里提出瓦特,可能有一些离题,但是我想,历史的大趋向可以殊途同归,生产力先上去之后再出现科学繁荣也不是不合理的。我时常想有没有可能从李约瑟的巨著中找到那时的中国是否有出现瓦特(或类似人物)的条件,这也是我很想向你请教的一个问题。

孙:李约瑟在中国古代找出来很多近似现代科学技术的发明。特别是在技术科学方面,中国古代在很多方面是领先于世界的。对于蒸汽机这样的特例,李约瑟大概不能说中国具备出现“中国的瓦特”的条件。但是中国的很多发明,如果按照科学或技术的逻辑发展,是有可能发展成为很现代的科学或技术的。

王:不管怎样,即使明末的朝廷“延时”之后这些都没有发生,中国和西方的贸易和文化交流大约还是会比较正规地进行的。或者,设想当年换成了“大顺”王朝之后,李自成能好好当一个“开国明君”,这些方面保持一些最低程度的进展应当也是可能的。

当然,真正的历史事实却是清兵入关。科学发展的形势急转直下,用席泽宗院士的话说:“顺治和康熙年间,这两位皇帝在位共79年(1644年~1661年,1662年~1722年)。拿这79年与明末的72年[万历年年至崇祯末年(1573年~1644年)]相比,中国科学急剧走下坡,一落千丈。”这里最重要的一个原因,是清

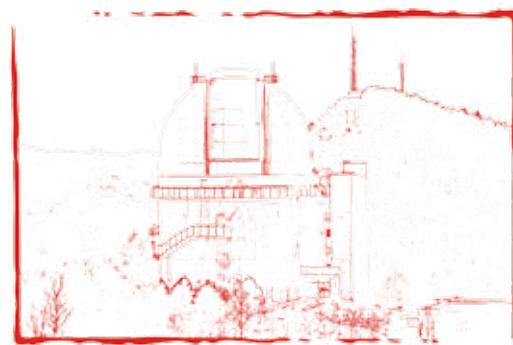
统治者以少数民族入主中原，对于作为知识界主体的汉人知识分子心存疑忌。接下去的“康乾盛世”中，防范更加严密，不但大兴文字狱、销毁图书，同时对西方人与汉人的接触怀有戒心，采取了闭关锁国的政策。于是这个中国农业文明时代的最后一个盛世做到了历史上最严酷的思想文化禁锢，以至于“万马齐喑”。最终却是距“盛世”过后没有多久，由西方的炮舰来轰出了一个文化震撼。然后历八十年到五·四运动时期造成一次“喷涌”。五·四时期的前前后后，出现了大家乐道的清华国学研究学院四大导师，他们都是“学贯中西”，表现为两种文化的融汇而非排斥。稍后深为我自己这一辈后学者所景仰的清华物理系。

当时国难当头，二十年间却能培养出如此众多的第一流科学人才。叶企孙先生这样的大师的出现标志着我国现代科学的起步。在我说来，从他们的励志、治学、宽容的风范中，看到的是我国传统文化的传承。

孙：我理解您的意思是，科学的发展需要历史的机遇。中国传统文化中并没有阻碍科学发展的先天缺陷，只是在不同的历史时期出现了不同的机遇，五四时期那样短暂的“喷涌”，是值得反思的。

王：我们这个讨论从“五·四”说起，现在又回到了说“五·四”，我想你提出的话题都已经谈到了。今天的讨论是否到此就先告一段落。

孙：好的。谢谢王院士。





十年亲历的“大手拉小手”

“大手拉小手”是中国科协提出的口号。我喜欢这个口号。很亲切，又很形象化。人一生走很长的路，一路上就常常要有人拉一把。我自己年轻时候路就走得很难，是遇到了几双“大手”才有幸“走进科学”的。几十年过去后，自己成了“大手”，却时常会有触到“小手”的感受。“改革开放”开始时，北京市科协很快把青少年科技工作做到了“科学社会”。应当说，当时许多科技“大手”都有“拉小手”的愿望。1984年，时任北京市科协主席的茅以升先生联络多位科技界人士和支持者，成立了北京青少年科学基金会。在科协，这个基金会虽然规模不大，但其意义却是深远的。因为它为“大手拉小手”的“民间（‘非在编’）参与”创造了接纳、流通的渠道。1998年，当在京的六十几位科学家倡议成立北京青少年科技俱乐部时，青少年基金会很快就决定采纳。那时我正卸去大部分科研工作，便和分别从市科协及其青少年部的不同负责岗位上退下的三位同志一起，开始了科技俱乐部活动的早期运作。

“大小拉小手”，归根结底是青少年的一种“科学素质教育”。而“科学素质教育”，往大的方向说，属“国之大计”，一直受到举国上下的关注。尤其是在当前的教学改革的“主战场”上占有重要位置。科技俱乐部作为“准民间”的参与，所做的好比是这堂堂之阵的主力外围的一个民兵小分队，尝试担任一些探索任务，类似于侦察兵，当然是志愿者性质的。主要是想做一点尝试：把科普作为教育手段应用到中学生的科学素质的培养上。

这样的尝试以北京青少年科学基金会为后盾，得到了中国科协和市科协的关注和扶持。十年来大到方针指点，细到信息提供、物质资助，一直伴随着我们前进中的每一步。

我们感到，科技俱乐部的运作本身也是一种很有意义的尝试。它从性质到形式，都有一点像科学研究

工作中的依靠申请科学基金的自由选题。从一开始，科技俱乐部就把上述想法具体化为“科研实践活动”实验的课题。这课题一直得到中国科学院科普领导部门、北京市科委和国家自然科学基金会的基金资助。联想到在科研战线上，自上而下的“任务性项目”和广征并容的“自由选题”在发展战略上互为表里，觉得在科协系统中，科学基金会以及科技俱乐部目前的这种运作模式似乎与之有可比之处。当年茅以升先生可能所见及此，值得我们回味。

回忆亲历的十年，我们的体会是一个“侦察小分队”的体会。其中的总步调属与“主力战线”的配合，不在这里赘述。下面想只就“侦察”到的一些“新迹象”说一些经过和感受。

一、“科研实践活动”

中国科学要振兴，需要一头打好基础：提高全民科学素质；另一头抓紧尖端：扶植科技精英。精英的作用很大，往往能一人带动一片。所谓“山不在高，有仙则名”，而精英的成长有时间性，要早期培养、早期发现。

历史上科学的发展进程证明，杰出科学家的首次创造性高潮一般出现在三十岁以前，因此二十岁出头就应当有所作为。为此，主要的“准备阶段”应落到高中时期。

“禀赋，勤奋，机遇”，是科学人才取得成功的三要素。机遇的错失经常导致人才的埋没。鉴于中学时期专科分流和个性化教育的份量随着学生年龄的增长而加重，对于志趣已明、禀赋已显、常规课程已难满足要求的学生，非常有必要为他们创造机遇，到“科学社会”中去接触科研、求师交友。科技俱乐部的“求师交友”正是“大手拉小手”在这里的体现。这里，俱乐部充当着中学生和“科学社会”之间的一道“以科会友”的桥梁。采取的方法为：发动并组织

有志于科学的优秀高中学生利用课余和假期到优秀科研团组进行时间跨度平均为一年的“科研实践活动”（到目前，每年参加活动的学生一百多人；应邀担任“学术指导中心”的研究单位四十三个，共八十六个科研团组参加了活动）。

“科研实践活动”在形式上虽然和有些其他活动一样，是中学生完成一篇科学论文（同样包括了对科学思想方法、科学精神等等的强调），但性质上有两点根本差别。第一，它是属于科学社会“大小拉小手”的一种活动，有意安排学生走出校门（而不是把科学家请进校门）、置身于“科研第一线”环境里，以宽松的心态，通过“科研实践”的切磋和熏陶来“结师友缘”。其效果属科学素质的培养，而不在于立竿见影的功效。这对许多初探科学之路的少年来说，也是一次发现自己、发现科学（包括发现建设中的中国科学）以及听由自己被发现的过程。这对于他们“走近科学”和“走进科学”起了引导的作用。

第二点差别是：“科研实践活动”把结果的评审纳入为“活动”的一个部分。这种评审要求学生在半小时的答辩中对一个给定的课题提出自己的研究方案。这个课题是根据他的论文着意设计的，要求他发挥已经掌握的知识来开展进一步的研究。评审中采取“开卷互动”的答辩方式，由多个评委独立“评质”（即评定答辩者的各项“科学素质要素”）。这种方式使评审也成为切磋、熏陶的一个过程。在这个过程里学生经历了一次“浓缩”的“科研实践”，有助于自我评估。与此同时，它也为“科学苗子”的发现提供了一个较为可靠的办法。

这里附带提一下当时的一次惊喜。这种评审方法与体操、跳水等技巧项目的评法相似，但却没有细致的定量评分标准。十多位评委中学科分布很广，每项评审内容的“同行专家”都很少，因此只要求评委（他们都是高造诣的资深科学家）各自根据学生答辩的印象和自己接触青年人的经验来判断他是属于“一般”、“优秀”或“突出”。我们原来担心这样做会使评审意见分散，但结果却是当年就有三个答辩者被90%至100%评委评为“突出”，后来每次的评审情况大致相同。说明“科学苗子”是可以通过这种方法来发现的。

二、“校园科普活动”

提高全民科学素质是当前我们国家的重要战略举措。“校园科普活动”是作为全民科学素质教育的一个实验而设计的初中科普教育课程。

人的素质寓于思维方式和行为习惯之中，“内”要靠陶冶体验，“外”要靠习尚交流。而调动“内”和“外”的因素则都要靠自觉，因此是一种持续性的修养过程。

自觉的修养不是自生的，需要打好基础。“素质教育”为的就是提高素质的基础。

基层的素质教育，也就是“做人的素质”教育，应当面向全民。放在义务教育时期的初中阶段是合适的。这个层次的科学素质教育应当是普遍培养学生尊重科学的习惯、理解科学的能力和关心科学的感情。在校园里可以表达为“学科学、爱科学”的自觉和风尚。

在“校园科普活动”的设计中，强调了激发学生的参与感和成就感，以助在初中阶段养成“学科学、爱科学”的自觉。

具体要求各个学校在初中一年级（或二年级）的一个学年中，每个班都有一个学期规定每周以一至二节课时用于“校园科普活动”。活动内容为：

1、参加“校园科普活动”的班在一个学期中集体负责一个选题的科普，在老师辅导下，全班学生共同完成一副科普展板（或墙报）的创制，并向全级（或全校）作该选题的科普报告。这样，一个学校中每学期有多少个初中班参加活动，校园里就会有多少个展板和多少次报告（这样营造的校园科学气氛应当是可观的）。

2、本系列选题以科学时事和大众关心的科学问题为主，每篇制成“校园科普活动”《辅导材料》供教师直接采用或参照使用。辅导的安排为每周一次，每次用一至二节课时，一个学期总共十几次（视各个学校的情况而定）。学生用一次活动的时间听开题导引报告，其他的十几次均用在展板的制作以及演示上。

3、“校园科普活动”辅导教材是经实际应用考验后制成的范本，可以提供不同学校使用。范本首要的要求是符合困难地区中学老师使用时的需要。



以上陈述的立论和意向可以概括为：“校园科普活动”是一种科普教育、是一种有别于课程教育的特设素质教育，用的方法是科普方法、有别于一般教学方法。它通过展板制作和科普演示来激发学生的参与感和成就感、训练学生的逻辑思维和表达能力、启发他们追求知识的自觉、发掘他们的探索能力和创造能力；它通达集体创作来培养学生切磋合作的团队精神；安排足够长的时间以实现切磋和熏陶，并为教师提供充分的辅导课时来做到“因人施教”、把辅导落实到每一个学生。

这个“活动”中也有过一些惊喜：在最早的一次“活动”中，选题是“该给地球‘退烧’了！”，科学含量颇高，却是在一个初一班里试验。当时对于学生能否真正投入还有顾虑。总结展出的时候，学生在展板面前讲解，清晰流畅，于是我向其中一个学生提出了一个展板内容以外的“难题”：“你说地球大气变暖了，但你怎么知道300年前的大气温度？”不料他不假思索便给出了正确的答案。事后几位评议委员不禁赞叹：“现在的孩子比我们当年聪明多了！”

北京青少年科技俱乐部活动十年回望（代序）

——从“大手拉小手”到科学素质教育

目 次

- 一、“大手拉小手”的初始激励
- 二、在“科学素质教育”的平台上
 - 1、科学素质的名和实
 - 2、科学素质是怎样炼成的
 - 3、关于“中学科学教育”和“中学时期科学素质教育”
 - 4、关于初中学生群体的科学素质教育
 - 5、关于高中学生群体的科学素质教育
 - 6、对科学社会的几点期待
- 三、关于科学文化的一些思考
 - 1、关于文化和科学文化
 - 2、科学素质教育与科学文化建设
 - 3、关于“科学文化沙龙”

一、“大手拉小手”的初始激励

北京青少年科技俱乐部活动经历了它第一个十年。“十年树木”。这个十年里树了一个实验：“在科学家到青少年中间架起一道沟通的桥梁”〔引自“关于开展‘北京青少年科技俱乐部活动’的倡议”，1998年〕。

十年前，这个实验可以看成是科协倡议的“大手拉小手”活动一个新的尝试。“大手”，在这里是以国家级科研院所为主体的前沿科学社会，“小手”则专指有志于科学的优秀高中学生。

“大手拉小手”这个口号很形象化，很亲切。人一生走很长的路，一路上就常常要有人拉一把。我自己年轻时候路就走得很艰难，是遇到了几双“大手”才有幸“走进科学”的。几十年过去后，自己成了“大手”，却时常会触到“小手”的感受。“改革开放”开始时，北京市科协很快把青少年科技工作做到了“科学社会”。应当说，当时许多科技“大手”都有“拉小手”的愿望。1984年，时任北京市科协主席的茅以升先生联络多位科技界人士和支持者，成立了北京青少年科学基金会。在科协，这个基金会虽然规模不大，但其意义却是深远的。因为它为“大手拉小手”的“民间（‘非在编者’）参与”创造了接纳、流通的渠道。1998年，当在京的六十几位科学家倡议成立北京青少年科技俱乐部时，青少年科学基金会很快就决定采纳。那时我正卸去大部分科研工作，便和分别从市科协及其青少年部的不同负责岗位上退下的季延寿、周琳、李宝泉等三位同志一起，开始了科技俱乐部活动的早期运作。

“大小拉小手”，归根结底是青少年的一种“科学素质教育”。而“科学素质教育”，往大的方向说，属“国之大计”，一直受到举国上下的关注。尤其是在当前的教学改革的“主战场”上占有重要位置。科技俱乐部作为“准民间”的参与，所做的好比是这堂堂之阵的主力外围的一个民兵小分队，尝试担任一定的探索任务，类似于侦察兵，当然是志愿者性质的。当时一经启动，我们便把探索途径定准在这里所说的“科研实践活动”上。

“科研实践活动”，形式上采取了组织有志于科

学的优秀高中生，利用课余和假期，到优秀科研团队中进行时间跨度平均为一年的“科研实践”。其核心理念是引导这一部分中学生走出校门，到科学社会中“以科会友”。这在当时是一种新的尝试。

围绕“科研实践活动”，科技俱乐部一方面和合作的中学校一起，在校园里共建“活动基地”，推荐“学生会员”参加活动，另一方面联络自愿支持的第一线科研团组，请他们担任科技俱乐部活动的“学术指导中心”。到目前，科技俱乐部“基地学校”已经发展到了十五所，每年参加活动的“学生会员”一百多人；担任“学术指导中心”的研究单位四十三个，共八十六个科研团组参加了活动。这项活动已经基本上常规化，规模稳定在现在的水平上。

我们感到，科技俱乐部的运作本身也是一种很有意义的“大手拉小手”的尝试。它从性质到形式，都模仿了科学研究工作中由科学基金支持的自由选题。从一开始，我们就把探索理念具体化为“科研实践活动”的实验课题。这课题一直得到中国科学院、中国科协、北京市科委、科协、教委和国家自然科学基金会的指导帮助和基金支持。对照在科研战线上自上而下的“任务性项目”和广征并容的“自由选题”在发展战略上互为表里的效应，我们感到在北京市科协系统中，它的科学基金会（以及科技俱乐部）的这种运作模式应当是可取的。当年茅以升先生可能所见及此，值得我们回味。

回忆亲历的十年，我们的体会是一个“侦察小分队”的体会。其中的总步调属与“主力战线”的配合，这里不予赘述。本文将着重说明这十年里随着时代的步伐，理念上所经历的几个台阶。

前面我们回顾了最初的起步。紧接着，从“大手拉小手”的初始激励开始，很快就结合到了当前中学教育的现实。认识到“科研实践活动”为了体现自己在“主战场外围”配合的位置，必须强调脱离为“应试”而“活动”，特别是注重与“应赛教育”和“应试教育”相区隔。为此在理念上，如上所述，确立了（学生）“走出校门”、“以科会友”的宗旨。当时也正是在这个宗旨上创设了以绍介科学精粹和科学使命为主题的“科学名家讲座”，以辅助对学生的引导，而嗣后在进行中倾注最大精力的则是，经过几年



准备，推出了以考察学生科学素质为目的的评审制度（下一节的论述中还将涉及这种评审）。

我们意识到这一层次的“大手拉小手”应当理解为科学素质的“激醒”和培育，始终试图从对科学素质教育的认识来探求把活动引向深入的途径。2006年，当提高全民科学素质的战略任务提到眼前时，我们深感全民科学素质和精英科学素质两个层次，有如塔基和塔顶、建构成国家综合科学实力的金字塔，战略上是互相关联的。这使我们决定把自己的立足点移到“科学素质教育”的平台上，循着“铺设塔基”和“攀登塔顶”两个层次的思路，来探讨进一步的实验。于是开展了以初中学生为对象的“校园科普活动”，并重新定义了原先的“科研实践活动”。考虑到“素质”本身也是一个需要研讨的问题，下面我们将“从头说起”，介绍自己在站到“科学素质教育”平台上以来的试验和理念上的探讨（包括前面已经约略说过的“科研实践活动”和新开展的“校园科普活动”的情形）。

二、在“科学素质教育”的平台上

2006年国务院颁布了《全民科学素质行动计划纲要（2006—2010—2020）》^[1]，公民科学素质问题备受关注。已经有了多次全国性的状况调查^[2]，有许多学术研究和相应的实践。下面是在此基础上我们所做的对科学素质教育问题的一些探讨。

1、科学素质的名与实

为了讨论，需要先明确一下所要讨论的“科学素质”的“名”——“指的是什么？”和“实”——“起什么作用？”（“素质”两字用得非常普遍，而我们要谈的则是几个具体的问题）。

先说一下“名”。不论是对一个人或是对一个社会、或一个国家，“科学素质”作为一种内禀的学术品质，都可以理解为：“拥有科学知识和能力的‘丰富程度’”。其中“科学”两字指的是通常所谓的“科技”，“能力”一词则包含了理解科学知识的能力和应用科学知识的能力。

内禀的“品质”总是通过相应的“效应”（或

“作用”）来表现的。因而这种效应可以用来作为科学素质的测度。公民科学素质调查研究中广为采用的问卷调查就是一个典型的范例^[2]。这种方法要求深刻的科学思考和技巧，要使得答案所代表的“效应”能够正确反映调查对象的科学知识和能力，然后把对于答案的评估作为科学素质的测度。这种把定性的内容（科学素质）转化为允许定量测量的“效应”（问卷）来设计测度的方法涉及到了多重设定，因而最终的方案受到了“调查主题”的重点布局的影响，也受到了调查者的造诣和风格的影响。（举一个眼前的例子：设想[主题]为：与国际上接轨的“公民‘基本’科学素质调查”。[重点布局]：主要调查对象分别为两个群体：“大众”和“负责干部和公务员”。对于科学素质的要求来说，这两个群体属于不同的层次。[采取的方案]：可以有各种不同的选择。如，设计一种答卷涵盖多个层次，任何两个（被调查）层次之间的测度均划一标度、直接可比；或，各个层次按本身的要求各自独立设计问卷，然后在各种问卷的标度之间建立某种转换关系。从实用上看，这两种方案应当都是值得研究的）这种情况是典型的，因而可以认为：由此定义的“科学素质”实质上是相对的、定性的，客观上会因时、因地、因被调查的群体而异。

应当提出：这里所说的与国际上接轨的“公民（或大众）科学素质调查”的“主题”也是倾向明确的，即：向“最基本的、必要的水平”倾斜。这可以从英文名称“Scientific Literacy”中意识到。“Literacy”这个字来自“Literate（知书识字）”，是“Illiterate（文盲）”的反义词（汉文“素质”的涵义较之要广得多）。

对于这种“公民科学素质”的普查，我国已经做了大量的工作^[2]。这使我们对于今日我国公民科学素质的整体水平和各个特定群体的科学素质水平有了基本的概念；对一些重点人群，如领导干部和公务员群体的科学素质状况和条件，包括他们的科学素质水平、对科技政策的了解、对科技信息的兴趣、对待科技问题的态度，以及获得科技信息的渠道等等，都做了分析和研究^[3]。有了这些，我们今日思考的问题便有了实在的起点和方位。

历年普查的结果表明我国公民科学素质逐年有所

改善，但是整个水准尚低。如，目前我国“公民基本科学素质的比例”为2.25%（2007年调查），鉴于普查的“literacy”性质，加以地区差距和人群差距都很大，说明了我们今天“准科盲”和“半科盲”还很多。这令人感到这个问题“从根本做起”的必要性。下面介绍的两项实验，即：“科学素质教育”问题的实验，是我们面对这一“根本问题”做出的一点努力。

2、科学素质是怎样炼成的？

人的素质寓于思维方式和行为习惯之中，“内”要靠陶冶体验，“外”要靠交流熏陶。其推动力是每个人自觉的修养。

自觉的修养不是自生的，需要打好基础。于是就需要“素质教育”。

搞好“科学素质教育”是提高全民科学素质的根本。目前应当把重点放在以下三部分群体上：

一、初中学生群体。对于他们，应当把“科学素质教育”看成义务教育的一门必修课。目的是培养他们的自觉能力和，以利于达到并保持“一个公民应有的基本科学素质水准”；

二、高中学生中有志于科技的群体。这是包括“科技精英预备队伍”在内的正在“走近科学”的少年群体。应当帮助他们养成高科学素质，以利于达到并保持高科学素质水准；

三、领导干部和公务员群体。对于他们，科学素质教育靠的是“自我教育”，应当为之创造条件并设置考核制度加以督促。

这三部分群体的科学素质对综合国力的影响不言而喻。上面的这些观点以及相应的一些实验措施，我们曾在2006年的一篇报告中提到^[4]。下面将结合近两年的工作体会，进一步讨论这三个群体的科学素质教育问题。

3、关于“中学科学教育”与“中学时期科学素质教育”

在上述各个不同群体的科学素质教育中，首先是基础的素质教育，也就是“做人的素质”的教育，应当面向全民，放在义务教育时期的初中阶段是合适的。这个层次的科学素质教育应当是普遍培养学生尊重科学的习

惯、理解科学的能力和关心科学的感情。在校园里可以表达为“学科学、爱科学”的自觉和风尚。

接下来是高层次（科技精英预备队伍）的科学素质教育：科技精英的第一次创造性高潮平均发生在二十几岁。所以“科技苗子”的发现和扶植应当着重在高中时期。这时期的素质教育，是“做人兼做事的素质”的教育。应当着重在引导他们进入健康、进取的科学社会，求师交友，受到熏陶、体验“走进科学”之路。

这两种培养目标，分别涉及到初中时期和高中时期，都不是常规的“中学科学教育”、或“科学课程教育”所能涵盖。固然中学里的常规科学课程素来重视素质教育，如初中里由来已久的“学科学、爱科学”的口号就是一个例证。高中阶段更是历来在课程里强调科学思想、科学方法，历来在教学中都是强调激发兴趣、发挥创造力，并在课程外设立选修项目。这些努力肯定都会得到持续坚持并取得更多的效果。但是这样做并不足以涵盖我们在前面所定义的科学素质教育。

在学校的教育中，“教书”与“育人”素来并重，而且相辅相成。中学教育的现实是：前接小学，后接大学，把各门学科古往今来的基本知识集中浓缩到短短的几个学年的课程里教完、学好。这是办学的一项主要任务。所有上面说到的那些努力都是在这种课程的总布局下的举措：以“教”为纲领，然后“寓教于教”、“以育辅教”。具体到科学教学，首先是系统性的科学知识的积累（一册一册教科书一个年级一个年级地顺序教下去），随时强调结合到获取知识的知识和运用知识的知识，然后是创造条件加以实践、体验和发挥。这一切，无疑都赋有培养科学素质的功能。但是性质上必须服从课程要求、受到课程制约、因而和“科学素质教育”有着“鱼与渔”的本质区别。科学素质教育，如上面所说，有它自己的基本的以“育”为主的要求。在中学里，它与“教”（科学知识的传授或巩固）的关系应当是“以教辅育”、“寓教于育”。相对于常规“教育”，它应当正名为“育教”。

下面两节里介绍的，可以看成是对于这种“育教”的初步尝试。



4、关于初中学生群体的科学素质教育

这是一个实验，设计为全民科学素质教育的一个部分。在义务教育时期的初中一个年级中实施。如前所述，其目的为普遍培养学生“学科学、爱科学”的自觉和风尚。这里的“科学”指的是整体概念，包含广泛的科学题材，从日常所见，到科学时事、科学专题……而这些正是通常的科学普及的内容。所以，这种科学素质教育，实质上是属于一种“科普教育”。它与常规的课程教育不能互相替代。因此，除了“育教”的出发点不同于常规的“教育”外，以科普知识（而不是系统的科学知识）为题材，也是中学里科学素质教育应当在常规之外专设一门必修课程的原因。

我们把这个课程，或实验，称为“校园科普活动”。在这个活动的设计中，特别强调了激发学生的参与感和成就感，以助养成“学科学、爱科学”的自觉。

这个设计曾经在前文中提到^[4]，下面是简单的条列：

(a) 规定在初中二年级（或一年级）的一个学年中，每个班都有一个学期每周以一至二节课时用于“校园科普活动”。

(b) 进行“校园科普活动”的班在一个学期中集体负责一个选题的科普，在教师辅导下，全班学生共同完成一副科普展板（或墙报）的创制，并在期末向全级（或全校）作该选题的科普报告。这样，一个学校中每学期有多少个初中班参加活动，校园里就会有多少套展板和多少个报告。这样的科学气氛当有助于科学素质的熏陶。应当指出：在这个活动里我们教了学生科学知识，但知识的积累不是主要目的，我们给学生做了科普讲演，但科学普及不是主要目的。主要目的是教会学生自己做科普，以此唤起他们“学科学、爱科学”的自觉。让他们在一个学期里查资料，共同设计、共同讨论、共同排练，最后自主布置登上讲台给别人（包括成年人）普及科学知识（是“做讲师”，不是简单地“做宣传”或“做表演”），这对于初中学生当是一种带有集体感、成就感的创造。

(c) 本系列选题以科学时事或大众关心的科学问题为主。原材料是从书刊中选取或由教师自己编写的科普文章。教师按照“校园科普活动”规定的规范，把文章内容“加工”成为“规范化的讲演文”、“参

阅条目”和“辅导步骤”组成的“校园科普辅导材料”。辅导材料经试用鉴定合格后可供所有进行“校园科普活动”的教师直接采用或参照使用。

(d) “校园科普活动”的全程以“学生活动、老师辅导”的方式进行。辅导的安排为每周一次，每次用一至二节课时，一个学期总共十几次（视各个学校的情况而定）。学生用一次活动的时间听开题导引报告，其他的十几次均用在展板的制作（以及演示）上。

(e) “校园科普活动”辅导教材是经实际应用考验后制成的范本，范本首要的要求是符合困难地区中学老师使用时的需要。

这样的“活动”迄今在不同中学共约20个初中班上进行过“实验”。有了阶段性结果。整体总结将在2009年夏季进行。

以上陈述的立论和意向可以概括为：“校园科普活动”是一种科普教育、是一种有别于课程教育的特设素质教育，教学生“学科普、做科普、体验集体创作精神”，用的方法是“科普实践”、有别于一般教学方法。它通过展板制作和科普演示来激发学生的参与感和成就感、训练学生的逻辑思维和表达能力、启发他们追求知识的自觉、发掘他们的探索能力和创造能力；它通过集体创作来培养学生切磋合作的团队精神。它设置了长达一个学期的课时专注于单一课题的辅导，使得老师有了比平常多得多的机会和学生“工作在一起”，便于发挥言传身教，特别是由此有了做到“因人施教”，把辅导落实到每一个学生的可能（“全民教育”是每一个学生的权利，应当做到“一个也不能少”！）。

5、关于高中学生群体的科学素质教育

对于高层次的科学素质教育，前面已经说过，我们于九年前启动了“科研实践活动”^[4]，对象为有志于科学的优秀高中学生群体。

如前所述，杰出科学家的首次创造性高潮一般出现在三十岁以前，因此二十岁出头就应当有所作为。为此，主要的准备阶段应落到高中时期。

“禀赋，勤奋，机遇”，是科学人才取得成功的三要素。机遇的错失经常导致人才的埋没。鉴于中学时期专科分流和个性化教育的份量随着学生年龄的增长而加

重，对于志趣已明、禀赋已显、常规课程已难满足要求的学生，非常有必要为他们创造机遇，到科学社会中去接触科研、求师交友——“以科会友”（影响人的素质的外在力量，莫过于良师益友的熏陶！）。

前面说过，为了实现这种“以科会友”，“科研实践活动”设计为：每年组织一批这样的学生利用课余和假期到优秀科研团组中去，进行时间跨度平均为一年的课题研究；并每年一度，为导师推荐的优秀论文进行评审答辩。具体程序为：

（1）建立以第一线科研团队为核心的“科技俱乐部学术指导中心”。中心的导师或导师组负责学生（单独，或二、三人一组）在活动期间完成一篇科研实践论文报告。论文的选题需要考虑到：1、学生的条件和水平，2、尽可能取自实际科研工作，3、适合学生在一年的课余时间内完成。选题的要求首先是能够易于发挥学生的求知愿望和创造能力（因此我们强调不把学术水平放在第一位，也不追求“超常教育”的效果），辅导的过程同时也是考察（并力求发掘）学生的科学潜质的过程。论文完成时学生写出报告，导师根据“科研实践活动”的要求给出评语，并推荐优秀的论文参加俱乐部的论文评审。

（2）学生利用课余时间和假期参加“科研实践活动”，每个选题平均时间跨度为一年。“科研实践活动”强调与学校的常规教学（包括选修课）相区隔，不影响常规的“综合素质教育”也不影响“应试”。参加活动的时间跨度长达一年是因为“求师交友”必须有足够长的相处时间。学生在活动期间必须坚持与导师和团组的日常联络或接触。

（3）“科研实践活动”每年举行一次论文评审。评审设计成为科学素质教育的一个部分（既不是通常的“竞赛”，也不把结果“排名”），采取了以发掘学生科学潜质为主的“开卷准备，互动答辩”和“多评委评定”的方式。评委的人数为15至20人，均由对人才培养具有丰富经验的学者担任。每人评分的标准虽然分为三档——突出、优秀、不足，但实际上只回答一句话，“你是否认为他‘突出’？”迄今每年评审中都有几名学生被绝大多数（85%至100%）评委评为“突出”。表明了这种素质教育和评审方式足以发现“科学苗子”。

（3）“科研实践活动”在形式上虽然和有些其他活动一样，是中学生完成一篇科学研究论文，但其目的单纯是为了科学素质的培养（一不是为了“超越常规中学课程的教学实验”，二不是“特殊班”的特殊训练，三不是为了参加国内外科学论文竞赛）。我们并不反对学生参加学校安排的任何竞赛活动，但严格避免“科研实践活动”被误导成为“应赛教育”（帮助有志于科学的少年“求师交友”当然不应含有成为某种“敲门砖”的动机，否则岂不有亏素质！）。

6、对科学社会的几点期待

（a）提高全民科学素质是提升综合国力的重要举措^[1]。不言而喻，其中负责干部和公务员群体的科学素质的提高应当居重中之重。这个群体的科学素质靠自觉的自我教育。其效果关系到了国家科技政策的实施和贯彻。应当为这个群体提供优质的科学信息和科普资料服务；同时研究科学素质的评估方法，以备尽快完善各个职务层次的考核制度。

（b）按照上面的观点，中学是科学素质教育最重要的（目前来看，是独一无二的）基地。教育的对象是全体初中学生和部分高中学生。

教育的效果取决于教师队伍的水平。人从一个儿童成长为国家公民的关键时期是中学年代。中学教师肩负的“人的成长”的社会责任，担子的重量绝不亚于负有“人的健康”之责的医生。所以他的职业训练（如学习和实习年限）和职业“门槛”（如执照制度）应当类比于医生。而与此同时，他的职业待遇也应当与医生可比。目前由于历史遗留的因素和种种延误，教师的待遇普遍跟不上。尤其是任教地区的条件愈困难，对教师能力的要求愈高，而所能得到的待遇（包括物质待遇和进修机会等等）却愈低。（从“育人”讲，对一位称职的中学教师的职业技能的要求并不低于一位胜任本职的大学教师）我们意识到这种情况很难在短时间内改变，但是事关一代代的公民素质，应当得到全社会的关注。应当共同来寻找一切可能性！目前科学社会可以做到的至少有一件事：针对中学教师、特别是困难地区的教师的需要，在教学以及自修等方面，提供便于使用的材料。本文介绍的“校园科普活动”《辅导材料》可以算是这样做的一



个例子。

(c) 传播技术在我国发展迅速。传播网络将导致科学、文化真正意义上的普及。科普作品，大到博物馆的展出（展品+讲解、示范等等），小到一本科普小册子、一则科学小品（知识、故事……），都可以受益于网络、得到快速广泛的流传。科普创作，作为提高公民科学素质的一个重要手段，将可以得到巨大的发挥空间。而与此同时，随着科技的高速发展，科学成果、科学事件，以及一般科学信息的增加将愈来愈快，创作的量和质上的要求将愈来愈高。在这样的形势下，针对本文提出的三个重点群体，以下几点设想应可列入议程：一、及时反应科学信息，组织定期（每周，或每月）专家点评（不妨多于一家，各抒己见）。点评迄今做得不够，但很重要，应当发动更多的专家参与。因为单纯的信息可以积累知识，加上点评则能启发思考，于受众素质的提高有益（尤其是对于领导干部、公务员有用）；二、强调科普创作的同时大力加强优秀科普作品的翻译工作。科普写作难度很大，好作品需要深的学术功底和文字功底，值得珍视，应当不漏过国内和国际的一切资源。翻译实际上是文字上的再创作，但首先要保证科学正确。希望能有更多的专家投入译著和审稿；三、尽量利用多媒体技术。一篇科普文章，刊在小册子上，传播的范围受制于册子的发行量。文章录入光盘或输入网络后（这在今日已成常规）便打破了限制，而电脑普及到困难地区的中学也已经指日可待。同样，电视机也很快会在困难地区普及。利用多媒体可以把一篇科普文章用字幕配上朗诵来表达，只要在普通的电视机上放映，就可以同时为十余人导读。这在困难地区可以很大地提高科学普及的范围和质量。当然，一旦互联网得到普及，网络的应用将能更进一步提升这种“支困”的力度。再进一步，“互动式科普”的需求很可能会在困难地区应运而生，而现在提早为之做好准备可能会恰好扣上时代的步伐。

三、关于科学文化的一些思考

前面我们讨论了科学素质教育。是群体活动。时间集中，空间密集。这种教育培养了自我修养的能力，是

基础性措施，当然极其重要。但对于科学素质的形成、保有和提高，还必须有后续的、更广泛、更持久、因而也是更基本的努力。这就是科学文化建设。

这种努力涉及到了比本文的目标大得多的课题。目前仅能限于局部探讨，将不在这里讨论。下面将简要陈述我们正在着手试行的一些初步实验及其基本理念，以寻求批评和指正。

1、关于文化和科学文化

如果说一个“自然人”的生命借助于基因的遗传和变异得到了绵延和进化；那么一个族群（当称之为“社会人”，以拟“自然人”）的生命的绵延和进化，当归功于民族“文化基因”的继承和革新。

现代意义的“文化”二字是外来语，但是在今日汉语中用得很广，以致不得不加以界定。《辞海》列出的好几条定义，其中比较接近我们的意思的为：

“精神能力和精神产品，包括一切社会意识形态：自然科学、技术科学、社会意识形态”。而据西方学者（英国爱德华·泰勒，19世纪后期），“文化”则应为：“包括知识、信仰、艺术、道德、法律、习俗和任何人作为一名社会成员而获得的能力和习惯在内的复杂整体。”这两种定义一个抽象，一个具体，内容基本上“相容”。按照它们，“科学文化”可以定义为“一个社会成员由于科学精神的熏陶而获得的习惯和能力”。

这样，我们就需要首先要定义一下“科学精神”。这不是一件容易的事。作者曾经在一篇短文中做过一些尝试^[5]。下面是文中有关的一段：

“科学精神，属文化现象，得名于科学。这里所谓的科学，属社会行为，旨在认识自然，也就是，发现自然现象、探索自然规律。牛顿时期以来的三百多年里，科学在人类社会发展中的作用如此巨大，促使人们对于它本身的属性、性质、发展规律、社会作用等等，进行了详尽的研究。由此归纳出的它的思维方式、价值取向、行为规范等等，总到一起，成为这里所谓的科学精神。科学精神在大众心目中是崇高的，认为它表现了客观的、务实的和宽容的态度，民主的、进取的和坚韧的作风，实证的、严谨的和灵活的方法。这些思维方式，价值取向，行为规范结合到一

个国家本身的传统，形成了有自己特色的科学文化现象，浸润在社会的精神文明里。每个社会成员都会在不同程度上受到它的熏陶。”

2、科学素质教育与科学文化建设

在现代社会里科学是一门备受重视的行业。科学文化属行业文化。一个“科学人”——科学社会的成员，服膺上面所说的科学精神。“科学人”的这个群体的典型举止、习尚和作为，代表了全社会中科学文化相对最高的水准。前面所说的“科研实践活动”，正是引导参加活动的学生们进入科学社会接受这种他们所能得到的最高水准的科学文化的熏陶。

几年来，“科研实践活动”做到了规范化并做了总结，表明在普遍提高学生的科学素质以及从中发现“科学苗子”等方面均能收到成效。但是，接下来的往深处的探求，则令人加倍感到这个总结并非终结，而是呼唤着新的开始，而且非常迫切。

主要是两个方面的问题。第一是持续性问题：学生们在“科研实践活动”结束之后便忙于“应试”，然后毕业，毕业后便各自分散（到各个大学就学）。这对于中学校来说，是已经完成了送自己的学生“走进大学”的任务。但是对于科技俱乐部，却眼看着这一段“大小拉着的小手”一一散离，却留下许些未能实现的心愿。我们在一年的“活动”时间里虽然做到了把这些学生们“拉近科学”，但距离送他们“走进科学”的初衷还很远；终期评审中虽然发现了一部分“科学苗子”，但却没有机会加以扶植。组织联系的中断造成了“大手”与这些“小手”的脱离。这当然非我们所愿（许多参与者也感到这一段“师友缘”弥足珍惜）。但是，解决这些问题需要新的探路。因为眼前面临的除了工作对象分散外，还要考虑到再往前走时他们都已经成年、都已经不是“小手”，所以必须有新的组织理念和形式来再结“师友之缘”。

另一个问题是：“科研实践活动”中师友的文化熏陶，只是靠共事之间很自然地“谈事”，而没有刻意“谈心”。这种“潜移默化”所达到的科学素质培育，偏于对科学知识的探求、理解和运用能力的激励，而没有顾得上价值观和行为规范。这种只谈“做事”，不谈“做人”，只管实效，不管理想，本身就

含有“短期行为”的性质，我们的本意是“求师交友”，而这则和我国传统的“朋友之道”不相宜。这种情况和当前我国社会、也包括科学社会和中学校的“短期行为”心态有关。虽然这将不是一时一事所能改变，但是大家都认识到这种状态的扭转关系到振兴我国科学的大计，不能“因善小而不为之”！

解决这两个问题，都要求在原有的科学素质教育的框架上增添适当的搭建。如果说先前的步骤止于“以科会友”，那么现在我们能不能添建一层，把目标定到“以科会友，以友辅仁”？

“以科会友，以友辅仁”是我国传统文化的朋友之道。“仁”在这里代表人生的理想。在科学文化里可以理解为“科学的使命感”。

3、关于“科学文化沙龙”

根据上面所说的，这将是在“科研实践活动”的基础上增添的一项实验，性质属科学文化建设，但目前还在筹备阶段。这里将简单陈述一下基本的构思：

沙龙的全称为：“北京青少年科技俱乐部文化沙龙”，是按“以科会友，以友辅仁”的宗旨设置的、以“网络沙龙”为基础文化沙龙。

“网络沙龙”设各个中学校的“学生联谊会”和“导师联谊会”。应届俱乐部学生会员为学生联谊会当然会员，往届会员（“会友”，包括在北京和不在北京的）自愿登记为联谊会会员。科技俱乐部全体导师自动成为网络沙龙的“导师联谊会”成员，导师自愿参加（当然也可以选择不参加）联谊会的活动。学生联谊会邀请各学校有关教师为特邀会员。学生联谊会会员推举（或选举）应届和往届俱乐部会员各一人作为网络沙龙主持人，负责网络沙龙的运转，并联络和协助“导师联谊会”组织导师要求的联谊会活动。

网络沙龙定期举行网络联谊会（一年若干次）。联谊会的讨论、交流题材围绕广义的“科学文化”，大的可以到科学精神，科学的历史责任、社会责任，科学工作者的“才、品、节”……，细的可以到会员交友，“以科会友”，帮助新会员在“科研实践活动”中考虑课题……。当然还有对科学文化沙龙以及“科研实践活动”的改善意见和建议。

网络沙龙每年在北京举行一或二次会员碰头聚会



的“实体”的“沙龙年会”，会期一天，选在寒暑假期间，事先通过网络商定活动内容、主题和日程。年会由科技俱乐部联合设有科学文化沙龙的科研单位主办。

参考文献

[1] 《全民科学素质行动纲要（2006—2010—2020）》2006年国务院颁布

- [2] 何薇 张超 高宏斌 中国公民的科学素质及对科学技术的态度。科普研究, 2008 (6) : 8—37
- [3] 张超 何薇 高宏斌 2007领导干部和公务员科学素质典型调查。科普研究, 2008 (6) : 59—64
- [4] 王绶琯 提高全民科学素质的几个科普切入点。科普研究, 2006 (1) : 5—10
- [5] 王绶琯 小议科学精神。民主与科学, 2001 (5) : 3—4

关于中学生科学素质教育的几点意见

(2010年报告会)

我非常感谢今天能够得到这个机会在这里和各位教育家相聚，把自己这些年来在参与中学生科学素质培养的实验里感受到的一些问题提出来向诸位请教。我发言的题目是：

“关于中学生科学素质教育的几点意见”。以下分五点来谈：

一、中学生科学素质的有效提高 属“科教兴国”大计

“科教兴国”是我们一贯的国策。《十二·五》计划中更得到了强调（这里的“科”，含自然科学和技术科学，即通常所说的“科技”；“教”，含未成

年和成年的各类教育）。中学生科学素质教育属其中的一个内容。

先说一下“科技”：当前在欢呼我国经济崛起的同时，大家都警觉到了面临的严重挑战。包括有现代化进程中的人口、资源和环境问题，技术发展上的自主创新问题，社会发展中的贫富差距、地区差距、地乡差距及由此凸出的教育条件差距的问题。这些，无一不是紧密联系到了科技的发展。

当代科学技术的发展正以前所未有的速度影响着人类的历史进程。我国的科技实力必须迎头赶上，我们必须加速建设起一个雄厚的社会基础和一个精锐的精英群体。这是国之大计，刻不容缓！但是，这又是一项“百年树人”的事业，不能急躁，要警惕“欲速

则不达”，更不容虚夸、警惕异化（如“市场化”、“官场化”）。而这两者正是今日的时弊！

“百年树人”的根扎在人的素质。人的素质寓于思维方式和行为习惯之中，“内”要靠陶冶体验，“外”要靠交流熏陶。其推动力是每个人自觉的修养。

自觉的修养不是自生的，需要教育。这里我们称之为基础素质教育，在中学阶段施行。这是因为中学年龄段，一头接小学时期，仍然可塑性很强，容易通过教育养成自觉；另外一头接成年期，需要练就自觉修养的能力，为走进成人社会（直接就业或到大学深造）做准备。下面将结合科学素质教育，分别讨论这两种情况。

二、初中和高中阶段的基础科学素质教育

上述两种情况相当于初中和高中两个层次。首先是“普遍基础素质教育”，也就是“一个公民应当具备的科学素质”的教育。这种教育应当面向全民，所以放在义务教育时期的初中阶段是合适的。这个层次的教育目标是普遍培养学生尊重科学的习惯、理解科学的能力和关心科学的感情。在校园里可以表达为“学科学、爱科学”的自觉和风尚。

高一个层次是高中阶段。这是一个开始认识自我、认识世界的年龄段。专业兴趣的分流随着年龄的增长而日益分明。相应地，有必要对于其中志趣已明、禀赋已显的部分学生施加一定份量的引导性“个性化教育”。这就是说，对于其中的“科技后备人才”进行科学素质教育。这里所谓的后备人才，指的是日后可能成为“与科技发展关系密切的各类专业的优秀人才”，其中一部分可望成为“科技精英”。这里我们把对他们的素质教育称为“专业基础素质教育”，建议作为“社会实践”教育的一部分。具体为引导他们用一定的时间加入到健康、进取的科学社会，求师交友，受到熏陶，以体验“走进科学”之路。

三、“教育”与“育教”并重

中学应当设置科学素质教育的必修课程教育方针中，“教书”与“育人”素来并重，而且相辅相成。

中学教育的现实是：前接小学，后接大学，把各门学科古往今来的基本知识集中浓缩到短短的几个学年的课程里教完、学好。这是办学的一项主要任务。所有教学措施都是在这种课程的总布局下的举措：以“教”为纲领，然后“寓育于教”、“以育辅教”。

具体到科学教学，首先是系统性的科学知识的积累（一册一册教科书一个年级一个年级地顺序教下去），随时强调结合到获取知识的知识和运用知识的知识，然后是创造条件加以实践、体验和发挥。这一切，无疑都赋有培养科学素质的功能，但在性质上却与“科学素质教育”有着“鱼与渔”的本质区别。科学素质教育，如上面所说，有其基本的以“育”为主的要求。在中学里，它与“教”（科学知识的传授或巩固）的关系应当是“以教辅育”、“寓教于育”。相对于常规“教育”，它应当正名为“育教”。

为此我们建议，科学素质教育应当列为中学的一门独立课目。在现阶段，这也许可以类比于科学研究中一个领域的开拓，希望能够发动多方探索，得到多种选择。近十年来里北京青少年科技俱乐部在这个领域先后发起共建了两项实验——“科研实践活动”和“校园科普活动”。下面以它们为引子，请各位指教。

四、“科研实践活动”实验概况 和希望请教的几个问题

“科研实践活动”的主要内容为：根据上述“专业基础素质教育”的宗旨，组织有志于科学的优秀高中学生利用课余和假期到优秀科研团组进行时间跨度平均为一年的“科研实践”，强调以此提供“求师交友”、认识（科学）世界、认识自我，“发现与被发现”的机遇；强调体验科研的乐趣与价值，与“近利”和“应试教育”相区隔。到目前每年参加活动的学生一百多人；最早几期参加的学生中，多数已经学成就业。有的回忆这一活动时提出了愿意“回来”合作、参与对后来者的帮助。

这个实验，现正期待着两个方面的发展：一是这一“活动”运作的主要条件是地处北京，得以集聚许多可以担任“学术指导中心”的科研单位。而事实上全国只有少数几个城市具备这种条件。能否、和如何使一定数



量的外地优秀学生也能参加这一“活动”，是一个需要共同探讨、解决的问题。二是这一“活动”得益于“以科会友”。活动结束以后最好还能有一个定规但是宽松、自愿的持续“友情接触”的渠道。与此同时，迄今我们的“活动”中只是强调自然的熏陶和影响，没有着意提升到思想交流的层面（如科学价值观、乐趣、使命感等）。针对这些，我们做过一些基地学校“科学文化沙龙”的尝试和“科技俱乐部沙龙网”的设想，但均尚无结果。希望能得到指教。

五、“校园科普活动”实验概况 和希望请教的几个问题

这是在初中阶段通过“教学生做科普”来施行的“普遍基础科学素质教育”。规定在初中二年级的一个学年中，每个班都有一个学期每周以两节课用于“校园科普活动”。进行“校园科普活动”的班在一个学期中集体负责一个选题的科普，在教师辅导下，全班学生共同完成一副科普展板（或墙报）的创制，并在期末向全级（或全校）作该选题的科普报告。这样，一个学校中每学期有多少个初中班参加活动，校园里就会有多少套展板和多少个报告。

这个“活动”安排在整个学期中，老师用90%以上的时间在学生中间辅导他们制展板、做报告。这种“教学生做科普”，用的方法是“科普实践”、有别于一般教学方法。它通过自主的展板制作和科普演示来激发学生的参与感和成就感、训练学生的逻辑思维和表达能力、启发他们追求知识的自觉、发掘他们

的探索能力和创造能力；它通过集体创作来培养学生切磋合作的团队精神。它设置了长达一个学期的课时专注于单一课题的辅导，使得老师有了比平常多得多的机会和学生工作在一起，便于发挥言传身教，特别是由此得到了把辅导落实到每一个学生——“因人施教”的可能。

这一实验在北京几所中学摸索了五年，有了初步结果。现在还有了通过教育网络与外地中学共享经验的条件。目前主要的问题，除了需要更多适当科普作品以供参考外：

（1）、正在研究将“校园科普活动辅导材料”以条件比较困难地区学校的需要为底线，编成“普适的规范化教材”。

（2）、此外，进行这个“活动”的教学工作量较之常规大很多，希望学校能够适当增加教师数量。

（3）、再进一步，将会开展外地教师培训和远程互动等问题。

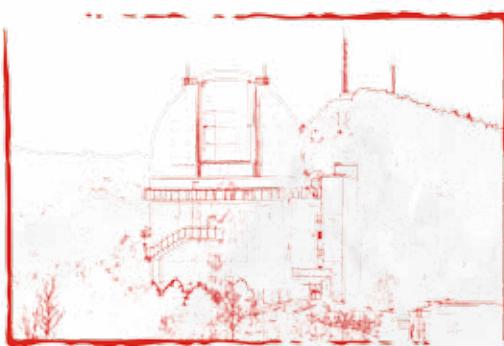
这一切，我们都非常希望借此机会得到各位的指教。

参考文献

王绶琯. 十年亲历的“大手拉小手” [M]. 《第二届我与科协征文优秀作品集》（上），北京：科学普及出版社，2008：3—5

王绶琯. 北京青少年科技俱乐部活动的理念、实践、效果与展望 [M]. 《春雨润物 续》，北京：人民日报出版社，2009：3—11

王绶琯，张冬梅，李伟 编 [M]. 《教学生做科普》，合肥：安徽教育出版社，2010



寄语今日科普志士： 提高全民科学素质的几个科普切入点

——科普刍议数则——

“‘知识就是力量！’这一名言出自一位现代科学的先驱者。意思是拥有科学知识就拥有了力量。对照历史，这种知识的拥有者固然可能体现某种自身价值，但却并不拥有‘力量’。绝不足以比拟于叱咤风云的壮士或富甲一方的‘强人’。但是，近代历史一再说明：一个科学知识水准低下的社会，不管它自我感觉如何，总是极其脆弱、没有力量的。现代社会的整体力量极大地依托于全社会的科学知识水准。所以我们说：‘知识就是力量！’”

“于是出现了这样一种社会要求：科学知识的拥有者要使他的知识成为力量，就必须超脱自我，贡献于全社会的‘知识投入’。科学研究工作者、科学教育工作者和科学普及工作者分别从科学知识的开拓、传授和传播三个层次，致力于这种社会奉献。”

上面这两段话摘自十几年前写给科普志士们的一篇短文，意为说明“全民的科学素质”（全社会的科学知识水准）体现了他们的“知识的力量”。这里录下来，向从“文革”后的拓荒一直走到今天的科普工作者致意。同时也向这多年一路上伴着我国科普人才的成长、不懈地搭建交流讲台的《科普研究》表示我的赞赏和期盼。

现值《科普研究》正式出版，特在此把近年探索所及，条列为“提高全民科学素质的几个科普切入点”，借助于新的讲台、就教于扬帆破浪中的科普同舟们。

一、提高我国全民科学素质的三大要害问题

当前我国公民科学素质的欠缺已成为国家现代化建设的一大障碍。

面临加速提高全民科学素质的挑战，科学普及是

主力中的一支重要力量。

对于这方面的科普，我们目前“施”、“受”两方的基础都很薄弱。为此必须瞄准要害问题，调动现有的力量集中应付。我认为，这样的集中点主要有三个，分别涉及全民科普，科技精英层次的科普和管理决策层次的科普，可以根据普及的对象和内容，分别表为下列三个方面的要害切入点：

一、全体公民基本科学素质的提高。以广大的初中学生群体的工作为切入点。

二、科技精英后备队的科学素质的培育。以有志于科学的优秀高中生群体的工作为切入点。

三、各级政府领导层的科学素质的提高。以科技论述和科技信息的沟通和评判为切入点。

后面将说明这种选择，并列举一些示例。

二、切入点之一：提高广大初中学生的 基本科学素质

高小！初中时期可塑性最大，是素质培育的最有效的时期。选择在初中时期开展“校园科普”活动作为培育公民基本科学素质的切入点，不但效果会比较好，而且和义务教育结合在一起，可以保证每个学生（因而也是这个年龄段的“全体人民”）都得到培育。

“校园科普”活动，针对初中年龄段的特点设计，目的是激发全体学生对科学的兴趣，引导他们自发追求科学知识，关心科学信息，在校园中营造爱科学、学科学的气氛。这种气氛应当始终在校园中延续，形成风尚，使学生养成亲近科学、以知为乐的习惯（当然这是理想状态，不易达到。但是这影响到人之一生、关系到国之大计，必须“取法乎上”，才可能做到不低于“所得乎中”！）。



如何设计这样的“校园科普”是一个需要科普工作者、中学教师和网络科普工作者联手探讨的课题。一个可供参考的做法是：选定科学时事或重大科学事件的题材，发动学生（可以定为初中二年级），以班为单位，在教师的示范和辅导下制作科普墙报，并在校园中演示讲解。这样可以使他们在自己动脑动手的科普实践中接近科学、理解科学，进而尊重科学、爱好科学，养成良好的科学素质。

做好这件事的关键是教师用以示范的科普讲演文本的创作。每一个讲题都需要单独创作一篇文本。每篇分两个部分。其一为讲演的正文，供约一小时的讲演。正文本身应当是一篇完整的科普讲本，使用适合于初中学生的科普语言，并尽量利用图、画、乃至卡通，以求活泼生动。文本的另一部分为参考条目。这是讲演文本中的“无声部分”。每一篇讲演都刻意在不同段落里设计一系列提示或启发，同时编写相应的参考条目放在“资料库”中以供检索。学生在听讲后自己动手检索以助发挥、充实或复述学到的内容。参考条目分为三个层次，其中基本层次的条目对讲演的各个要点提供比较详细的解释，学生在写“书面要点复述”时可以用作参考。第二层次的条目含有讲演中每一处提示或启发的答案或指南，以助学生在编制墙报时拓宽自己的思路。第三层次的条目主要是介绍与讲演题内容相关的科普读物，供有意于进一步了解这一课题的同学参考。

开展这种“校园科普”活动的学校，应当安排同一个年级（这里设想为初中二年级）的每一个班都有自己的选题，如果一个学期进行两个选题，那么一个学年需要的选题数量会相当多（尽管不排除有一部分题目重复选用），做起来不容易。但是一旦创作了足够数量的选题，比如说少则二三十个，多则四五十个，就可以成为一套完整的、可以在任一个学校用作初中二年级全体学生一个学年内进行“校园科普”活动的“科普教材”。而接在后面的新的初二级就可以利用已有的教材、从而减轻了创作新选题的压力。几年之后，每年增加（以及更新）的新题数量可以在比较宽松的节奏下达到稳定。

一个班级的学生在参加了一年“校园科普”活动后，当鼓励他们自由结合，自己开辟新的科普墙报园地。

这是一项难度颇大的新创工作，应当有一个精悍的核心创作组和一个实力雄厚的评议专家组来操作。科普选题的讲演文本经过试用和评议后，当加工为科普出版物（印刷版和光盘，并尽可能利用“科普网络”），以便推荐给全国中学校。在这里我们必须特地强调：这个科普讲演文本的设计和制作必须关顾到条件比较困难地区的中学教师的使用，因为这是在当前的条件下，我们的科普工作可能为他们做的为数不多的一件有效的事。

三、切入点之二：引导有志于科学的优秀高中学生“走进科学”

在全民科学素质的提高上，科技精英层份量甚重（社会上每个行业都需要、也都有自己的精英层，科技行业也不例外）。如何为科技精英后备队的科学素质的提高做出贡献，是当前科普工作的一个重要问题。对这个问题，我们建议把切入点放在有志于科学的高中学生群体上。

在科学研究上有成就的人，大都二十五六岁就已经脱颖而出。获得诺贝尔科学奖的人中三十岁之前做出顶尖工作的比例就很大。因此科学人才的发现和培养必须从高中时期开始。

必须强调说明，这种人才的“早期发现与培养”为的是给可造之材提供成材的机遇（不是实施精英教育！更不是超前教育！）人的成材，稟赋和勤奋固然重要，但纵观古今，由于机遇的缺失使得可造之材遭到埋没的概率大到惊人。其中有大环境的“宏观机遇”：爱因斯坦和陈独秀是同龄人。在他们的青少年时期，灾难深重而正临民族觉醒的中国大环境，相对于当时的西欧，有更多的机会产生杰出的革命家而出现杰出科学家的机会则要少得多。这并不是因为那一年代的中国青少年中值得造就的“科学苗子”比人家少，而是因为缺少适于“科学苗子”生长的机遇。是大环境阻碍了成材。在大环境下还有关系到个人机遇的小环境：历史上，牛顿当年如果不是有一位懂得科学的长辈，他就可能被留在家中务农，而科学史将会为之改写。在我国，很多人都听到过华罗庚年轻时候的曾经得到熊庆来“发现与培育”的故事。如果万事

都只是顺其自然，那么这种足以传为佳话的个人机遇还是不多有的。所以，我们今天必须有意识地为这些立志于科学且已显露禀赋的高中学生们创造条件、才能使他们得到“早期发现与培养”的机遇。而这正是在这一层次上我们的科普工作者所应当做的。

怎么做？显然首先必须创造条件使这些学生得以接触到可能给他帮助的科学家。为此我们首先应当引导这些学生进到我国的“科学社会”里来，到第一线的科研集体中去求师交友（这里的“求师交友”，强调机遇，体现为学生和科学家个人之间的互动。这必须区别于通常那样把科学家请到“学生社会”里来进行的科普或教学活动）。这不是泛泛的社交，而是通过足够长时间的相处来“以科会友”，而最自然的方式显然是让学生到科研团组中参加一段时间的科研工作。这样做，对科研团组来说，虽然表面上看只是指导一些年轻人学会做一个科研题目，但实质上却是一项很特殊的科普任务。因为这样做的目的是借助于一项中学生能够参加的课题，来向他们“普及科研知识”（既不是一般的科研训练，也不是一般的普及），要求把重点放在启发学生自己动脑筋（体验科学思想）、自己想办法（体验科学方法）、发掘自己的科学禀赋上。因此应当选择那些自由发挥的空间比较大的课题（不排除学生自选或部分自选的课题），以利于实施这样的“科普+教育”。其中包括在活动中考察学生的科学素质、检验这种活动的工作效果。这无疑这是一项有相当难度的“科普研究”，需要动员科研第一线的科学家来合作完成。

下面举一个例子：近几年我们在北京进行一项青少年“科研实践”活动。这是一个为有志于科学的优秀高中生创办的活动，内容为利用假期和周末的课余时间安排他们到中国科学院或大学的科研团组中去进行“科研实践”，时间跨度一般为一年。最初人们曾经担心这样会不会给科研人员带来过重的负担。因为他们都在承担国家的第一线研究任务，现在要他们挤出时间做这样一件本不熟悉的事，要化很多精力，他们是否承受得起？但结果出乎意料、却似乎又在意料之中。原来许多科学家都很喜欢这些好学的少年，乐意指导他们。大多数师生相处都很愉快，许多同学都体会到了这样的“求师交友”受益良多。

这样做的一个明显的问题是，科研团组少而学生人数多（多得多！），存在着严重的“机遇不足”。这种不足是客观的“必然”，只能改进而无法改变。所以只能从另一个方向来考虑，即：要尽量发挥“科学社会”的力量以吸收尽量多的学生参加。这样做的意义是明显的。可以设想：如果有1000个学生得到了这种“科研实践”的引导，那么，第一，每个学生都受到了一次强度很大的高层次科学素质培养。这对于他们日后走进社会、不论从事哪个行业，都会有积极的影响。第二，可以想象这一千人中可能有一百人将来从事科学事业，而在这一百人当中，也许有三五个成为一代科学领域的带头人。我们如果坚持年年这样做，那么造就人才的数量还是很可观的。事实上，目前我国接受国家级任务的科研团组中参加这种“科研实践”活动的还只是一小部分，表明这种“人才产出”还存在着很大的扩展空间。

需要特地说明，这种“科研实践”活动，虽然包含了中学生参加科学的研究，但与当下为了参加各种竞赛而设的中学生科研的目的完全不同。学生参加“科研实践”活动做出的论文虽然常被用于参加竞赛，但活动过程中并没有掺入竞赛的意图，更没有鼓励参赛。我们一般不反对竞赛，但反对应赛教育，就如不反对考试，但反对应试教育一样。考试的主要功能原应是检验学习的效果。应试也就是接受这种检验。这本身没有什么不对。但是实际上这种检验的结果结合到了实际功利，这就需要妥善处理、明智对待。今天我国中学生的应试整个倾斜向了功利，以至于揣摩权威者（在这里是出题人）的喜恶变成了“大学问”。拿这一类“学问”来教育、引导屈节趋利，对于少年人是极其有害的。应赛教育如果也突出功利，其效应和应试教育也就没有什么两样。因此我们愿意反复强调：我们虽然不反对“科研实践”活动的结果用于应赛，但“科研实践”活动的过程则必须远离任何倾向于“应赛教育”的误导。

四、切入点之三：提高各级政府党政领导 的科学素质

对党政干部的科普，考虑把切入点放在各级政府



领导，因为他们属于国家和地方行政的“决策层”，他们的科学素质直接关系到一方的现代化建设。其重要性自不待言。

针对“决策层”群体的科普，应当是有助于他们对科学本身、对重要科学问题的理解，对科学信息的掌握，以及对这些内容的社会影响的判断。这是一种建在普通公民科学素质以及领导干部的政治素质的基础上的高一层次的科学素质。科普工作如何对之做出贡献？

对于基本科技知识的普及，已经在更广的范围里有了许多措施，如举办讲座、报告会、编辑出版科普读物等都已经在进行。更进一步的应当是针对性更强一些的考虑，如：

1、从报纸、书刊、电视以及网站上收集的有关科技和科技问题的论述、讨论、争论文章，以“文摘”形式编成集（电视上的科技讲坛、采访等也可以录下汇集成“参考材料”），定期（比如一个月、一个季度）发给各级政府（包括通过网站的交换）；2、出版“科学新闻速评”。从报刊、网站收集科技新闻，每条请几位科学家分别写一两百字的评语，每周出一辑，发送到各政府网站。政府有关机关可以把收到的材料复制或再制作，分发给领导干部。可以考虑定期（每周或每月）用“科学信息交流会”等方式用一些时间（比如说一小时）放映、评判这些材料，以保证这种科普“到位”。

这里的材料均属受到关注的、普遍意义上的科技信息和问题。摘录时不对内容进行任何“加工”（任何“加工”都应当是发生在读者的头脑里，不宜越俎代庖）。这一层次的科普的作用不在于引导“受众”来理解什么或来做什么，而是为他们提供“科学涵养”的“营养料”。对于一个领导干部，涵养是素质的一个重要组成部分，而涵养始自广纳和深判。

题外的刍议两则

一、上面所说的都是涉及到综合国力的“百年树人”之计。因此必须特别关注起步较晚的、目前比

较困难的地区。按我国目前的情况，我们提出几点设想：（1）、将“远程科普”搭载在“远程教育”的节目里。这应当是可行之举，当可早作准备。（2）、互联网的建设可以把网络科技带到偏远城市，目前应当以城市为中继、接下去用当地办得到的方法再向下传播。（3）、目前大部分村镇都已经通电，而为那里的中小学各配备一台电脑并不是不可企及（个人电脑在不断生产，更新率很高。把回收的电脑适当整修、廉价或无偿支援困难地区，应当是可以做到的。这种公益的事可以由国家、电脑企业以及发达地区的学校和其他单位、个人共同承担）。有了电脑，像上面说的“校园科普”那样的材料就可以制成光盘在那里的学校中使用。当地教师也就可以到北京、上海……，集中对使用这些材料的培训（这里顺带提一下：提高困难地区的科学、文化素质，第一前提应当是中小学教师素质的提高）。

二、关于“科普志士”。“志”，指的是理想，“志士”与“仁人”并称，意为“忠于理想的人”。科普志士忠于科普，中国的科普志士忠于中国的科普事业。

忠于科普事业必须首先忠于科普，因为是首先有了科普才会有科普事业。忠于科普，也就是科普工作者的操守：对于“科”，是坚持内容的真实和客观，不臆断、不包装、不文饰；对于“普”，是坚持“普及工作服务于社会”。

一个社会，每个行业都有自己的志士。“行行出志士！”不管那一行，并无轩轾之分。但是任何人都有改业的自由，比如说科学家可以改行去经商，企业家也可以改行搞科研，并无丝毫不妥。不过，如果科学家用科学的名义去经商，或商人用经商的方法做科学，因为不同的“游戏规则”串起来就会变成“混乱规则”（设想一下如果拳击和篮球规则串在一起会成了什么样），对行业、对社会、对个人都只能会有害无益。

所以应当尊重科普以及其他行业的志士们自己的选择。尊重志士们坚持自己的操守。

09-1-《科普研究》-特稿

编者按 3年前，在《科普研究》筹备正式出版之时，中国科学院资深院士、原北京天文台台长王绶琯先生，应本刊之邀撰写了一篇特稿，题为《提高全民科学素质的几个科普切入点》，表达了他对公民基本科学素质教育，特别是学生群体的科学素质教育的关注。最近，85岁高龄的王老应邀再次为本刊撰稿，以他平时积极参与各项科普工作所积累的丰富经验，系统阐述了他对科学素质教育的深入思考，并提出了一些切实可行的设想和建议。我们在此深表谢意，同时也期望王老这篇有实证也有理论的文章，能对我们从事科普研究及科学素质教育工作的同志有所启发，并展开讨论。

科学素质教育刍议

2006年国务院颁布了《全民科学素质行动计划纲要（2006-2010-2020）》^[1]，公民科学素质问题备受关注。已经有了多次全国性的状况调查^[2]，有许多学术研究和相应的实践。本文拟在此基础上对科学素质教育问题做一些探讨。

一、科学素质的名与实

为了讨论，需要先明确一下所要讨论的“科学素质”的“名”——“指的是什么？”和“实”——“起什么作用？”（“素质”两字用得非常普遍，而我们要谈的则是几个具体的问题）。

先说一下“名”。不论是对一个人或是对一个社会、一个国家，“科学素质”，作为一种内禀的学术品质，都可以理解为：“拥有科学知识和能力的‘丰富程度’”。其中“科学”两字指的是通常所谓的“科技”，“能力”一词则包含了理解科学知识的能力和应用科学知识的能力。

内禀的“品质”总是通过相应的“效应”（或“作用”）来表现的。因而这种效应可以用来作为科学素质的测度。公民科学素质调查研究中广为采用的问卷调查就是一个典型的范例^[2]。这种方法要求深刻的科学思考和技巧，要使得答案所代表的“效应”能够正确反映调查对象的科学知识和能力，然后把对于答案的评估作为科学素质的测度。

上述这种把定性的内容（科学素质）转化为允许定量测量的“效应”（问卷）来设定测度的方法涉及到了多重设定，因而最终的方案受到了“调查主题”的重点布局的影响，也受到了调查者的造诣和风格的影响（举一个眼前的例子：[主题]：“公民‘基本’科学素质调查”。[重点布局]：主要调查对象为两个群体：“大众”和“负责干部和公务员”。对于科学素质的要求来说，这两个群体属于不同的层次。[采取的方案]：可以有各种不同的选择。如，设计一种答卷涵盖多个层次，任何两个（被调查）层次之间的测度均划一标度、直接可比。或，各个层次按本身的要求各自独立设计问卷，然后在各种问卷的标度之间建立某种转换关系。从现在看，这两种方案应当都是值得研究的）。这种情况是典型的，因而可以认为：由此定义的“科学素质”的“实”是相对的、定性的，客观上会因时、因地、因被调查的群体而异。

应当提出：这里所说的“公民（或大众）科学素质调查”的“主题”也是倾向明确的，即：向“最基本的、必要的水平”倾斜。这可以从英文名称“Scientific Literacy”中意识到。“Literacy”这个字来自“Literate（知书识字）”，是“Illiterate（文盲）”的反义词（中文“素质”的涵义较之要广得多）。

与国际上接轨的这种“公民科学素质”的普查，我国已经做了大量的工作^[2]。这使我们对于今日我国公民科学素质的整体水平和各个特定群体的科学素质水



平有了基本的概念；对一些重点人群，如领导干部和公务员群体的科学素质状况和条件，包括他们的科学素质水平，对科技政策的了解，对科技信息的兴趣，对待科技问题的态度，以及获得科技信息的渠道等等，都做了分析和研究^[3]。有了这些，我们今日思考的问题就有了实在的起点和方位。

历年普查的结果表明我国公民科学素质逐年有所改善，但是整个水准尚低。如，目前我国“公民基本科学素质的比例”为2.25%（2007年调查^[2]），鉴于普查的“literacy”性质，加以地区差距和人群差距都很大，说明了我们今天“准科盲”和“半科盲”还很多。这也让人们意识到了这个问题“从根本做起”的必要性。下面介绍两项实验，即：“科学素质教育”问题的实验，可以说是面对这一“根本问题”做出的一点努力。

二、科学素质是怎样炼成的？

人的素质寓于思维方式和行为习惯之中，“内”要靠陶冶体验，“外”要靠交流熏陶。其推动力是每个人自觉的修养。

自觉的修养不是自生的，需要打好基础。于是就需要“素质教育”。

搞好“科学素质教育”是提高全民科学素质的根本。目前应当把重点放在以下三部分群体上：

一、初中学生群体。对于他们，应当把“科学素质教育”看成义务教育的一门必修课。目的是培养他们的自觉能力和以利于达到并保持“公民应具备的基本科学素质水准”。

二、高中学生中有志于科技的群体。这是包括“科技精英预备队伍”在内的正在“走近科学”的少年群体。应当帮助他们养成高科学素质，以利于达到并保持高科学素质水准。

三、领导干部和公务员群体。对于他们，科学素质教育靠的是“自我教育”，应当为之创造条件并设置考核制度加以督促。

这三部分群体的科学素质对综合国力的影响不言而喻。上面的这些观点以及相应的一些实验措施，我曾在2006年的一篇报告中提到^[4]。下面将结合近两年的工作

体会，进一步讨论这三个群体的科学素质教育问题。

三、关于“中学科学教育”与“中学时期科学素质教育”

在上述各个不同群体的科学素质教育中，首先是基础的素质教育，也就是“做人的素质”的教育，应当面向全民，放在义务教育时期的初中阶段是合适的。这个层次的科学素质教育应当是普遍培养学生尊重科学的习惯、理解科学的能力和关心科学的感情。在校园里可以表达为“学科学、爱科学”的自觉和风尚。

接下来是高层次（科技精英预备队伍）的科学素质教育：科技精英的第一次创造性高潮平均发生在二十几岁。所以“科技苗子”的发现和扶植应当着重在高中时期。这时期的素质教育，是“做人兼做事的素质”教育。应当着重在引导他们进入健康、进取的科学社会，求师交友，受到熏陶，体验“走进科学”之路。

这两种培养目标，分别涉及到初中时期和高中时期，都不是常规的“中学科学教育”或“科学课程教育”所能涵盖的。固然中学里的常规科学课程素来重视素质教育，如初中里由来已久的“学科学、爱科学”的口号就是一个例证，高中阶段更是历来在课程里强调科学思想、科学方法，历来在教学中都强调激发兴趣、发挥创造力，并在课程外设立选修项目。这些努力肯定都会得到持续坚持并取得更多的效果。但是，这样做并不足以涵盖我们在前面所定义的科学素质教育。

在学校的教育中，“教书”与“育人”素来并重，而且相辅相成。中学教育的现实是：前接小学，后接大学，把各门学科古往今来的基本知识集中浓缩到短短的几个学年的课程里教完、学好。这是办学的一项主要任务。所有上面说到的那些努力都是在这种课程的总布局下的举措：以“教”为纲领，然后“寓育于教”、“以育辅教”。具体到科学教学，首先是系统性的科学知识的积累（一册一册教科书一个年级一个年级地顺序教下去），随时强调结合到获取知识的知识和运用知识的知识，然后是创造条件加以实践、体验和发挥。这一切，无疑都赋有培养科学素质

的功能，但在性质上却与“科学素质教育”有着“鱼与渔”的本质区别。科学素质教育，如上面所说，有其基本的以“育”为主的要求。在中学里，它与“教”（科学知识的传授或巩固）的关系应当是“以教辅育”、“寓教于育”。相对于常规“教育”，它应当正名为“育教”。

下面两节里介绍的，可以看成是对于这种“育教”的初步尝试。

四、关于初中学生群体的科学素质教育

这是全民科学素质教育的一个部分。在义务教育时期的初中一个年级中实施。如前所述，其目的为普遍培养学生“学科学、爱科学”的自觉和风尚。这里的“科学”指的是整体概念，包含广泛的科学题材。从日常所见，到科学时事、科学专题……。而这些正是通常的科学普及的内容。所以，这种科学素质教育，实质上属于一种“科普教育”。它与常规的课程教育不能互相替代。因此，除了“育教”的侧重点不同于常规的“教育”外，以科普知识（而不是系统的科学知识）为题材，也是中学里科学素质教育应当在常规之外专设一门必修课程的原因。

我们把这个课程或实验，称为“校园科普活动”。在这个活动的设计中，特别强调了激发学生的参与感和成就感，以助养成“学科学、爱科学”的自觉。

这个设计曾经在前文中提到^[4]，下面是简单的条例：

(1) 规定在初中二年级（或一年级）的一个学年中，每个班都规定有一个学期每周以一至二节课时用于“校园科普活动”。

(2) 进行“校园科普活动”的班在一个学期中集体负责一个选题的科普，在教师辅导下，全班学生共同完成一副科普展板（或墙报）的创制，并在期末向全级（或全校）作该选题的科普报告。这样，一个学校中每学期有多少个初中班参加活动，校园里就会有多少个展板和多少次报告。这样的科学气氛当有助于科学素质的熏陶。

应当指出：在这个活动里我们教了学生科学知

识，但知识积累不是主要目的，我们给学生做了科普讲演，但科学普及不是主要目的。主要目的是教会学生自己做科普，以此唤起他们“学科学、爱科学”的自觉。让他们在一个学期里查资料，共同设计、共同讨论、共同排练，最后自主布置登上讲台给别人（包括成年人）普及科学知识（是“做讲师”，不是简单地“做宣传”或“做表演”），这对于初中学生当是一种带有集体感、成就感的创造。

(3) 本系列选题以科学时事或大众关心的科学问题为主。原材料是从书刊中选取或由教师自己编写的科普文章。教师按照“校园科普活动”规定的规范，把文章内容“加工”成为由规范化的讲演文、参阅条目和辅导步骤组成的“校园科普辅导材料”。辅导材料经试用鉴定合格后可供进行“校园科普活动”的教师直接采用或参照使用。

(4) “校园科普活动”的全程以“学生活动、老师辅导”的方式进行。辅导安排为每周一次，每次用一至二节课时，一个学期总共十几次（视各个学校的情况而定）。学生用一次活动的时间听开题导引报告，其他的十几次均用在展板的制作（以及演示）上。

(5) “校园科普活动”辅导教材是经实际应用考验后制成的范本，范本首要的要求是符合困难地区中学老师使用时的需要。

这样的“活动”迄今在不同中学共约20个初中班上进行过“实验”。有了阶段性结果。整体总结将在2009年夏季进行。

以上陈述的立论和意向可以概括为：“校园科普活动”是一种科普教育，是一种有别于课程教育的特设素质教育；教学生“学科学、做科普、体验集体创作精神”，用的方法是“科普实践”，有别于一般的教学方法。它通过展板制作和科普演示来激发学生的参与感和成就感，训练学生的逻辑思维和表达能力，启发他们追求知识的自觉，发掘他们的探索能力和创造能力；它通过集体创作来培养学生切磋合作的团队精神。它设置了长达一个学期的课时专注于单一课题的辅导，使得老师有了比平常多得多的机会和学生“工作在一起”，便于发挥言传身教，特别是由此有了做到“因人施教”、把辅导落实到每一个学生的可能（“全民教育”是每一个学生的权利，应当做到



“一个也不能少”！）。

五、关于高中学生群体的科学素质教育

对于高层次的科学素质教育，我们于9年前启动了“科研实践活动”^[4]，对象为有志于科学的优秀高中学生群体。

前面说过，杰出科学家的首次创造性高潮一般出现在30岁以前，因此20岁出头就应当有所作为。为此，主要的准备阶段应落到高中时期。

“禀赋，勤奋，机遇”，是科学人才取得成功的三要素。机遇的错失经常导致人才的埋没。鉴于中学时期专科分流和个性化教育的份量随着学生年龄的增长而加重，对于志趣已明、禀赋已显、常规课程已难满足要求的学生，非常有必要为他们创造机遇，到“科学社会”中去接触科研、求师交友（影响人的素质的外在力量，莫过于良师益友的熏陶）。

为了实现这种“以科会友”，“科研实践活动”设计为：每年组织一批这样的学生利用课余和假期到优秀科研团组中去，进行时间跨度平均为一年的课题研究；每年一度，为导师推荐的优秀论文进行评审答辩。具体程序为：

（1）建立以第一线科研团队为核心的“科技俱乐部学术指导中心”。中心的导师或导师组负责学生（单独，或二、三人一组）在活动期间完成一篇科研实践论文报告。论文的选题需要考虑到：a、学生的条件和水平；b、尽可能取自实际科研工作；c、适合学生在一年的课余时间内完成。选题的要求首先是能够易于发挥学生的求知愿望和创造能力（因此我们强调不把学术水平放在第一位，也不追求“超常教育”的效果），辅导的过程同时也是考察（并力求发掘）学生的科学潜质的过程。论文完成时学生写出报告，导师根据“科研实践活动”的要求给出评语，并推荐优秀论文参加俱乐部的论文评审。

（2）学生利用课余时间和假期参加“科研实践活动”，每个选题平均时间跨度为一年。“科研实践活动”强调与学校的常规教学（包括选修课）相区别，不影响常规的“综合素质教育”，也不影响“应试”。参加活动的时间跨度长达一年，是因为“求师

交友”必须有足够长的相处时间。学生在活动期间必须坚持与导师和团组进行日常联络或接触。

（3）“科研实践活动”每年举行一次论文评审。评审设计成为科学素质教育的一个部分（既不是通常的“竞赛”，也不把结果“排名”），采取了以发掘学生科学潜质为主的“开卷准备，互动答辩”和“多评委评定”的方式。评委的人数为15至20人，均由对人才培养具有丰富经验的学者担任。每人评分的标准虽然分为三档——突出、优秀、不足，但实际上只回答一句话：“你是否认为他‘突出’？”迄今每年评审中都有几名学生被绝大多数（85%至100%）评委评为“突出”，表明了这种素质教育和评审方式足以发现“科学苗子”。

（4）“科研实践活动”在形式上虽然和有些其他活动一样，是中学生完成一篇科学论文，但其目的单纯是为了科学素质的培养（一不是为了“超越常规中学课程的教学实验”，二不是“特殊班”的特殊训练，三不是为了参加国内外科学论文竞赛）。我们并不反对学生参加学校安排的任何竞赛活动，但严格避免“科研实践活动”被误导成为“应赛教育”（帮助有志于科学的少年“求师交友”当然不应含有成为某种“敲门砖”的动机，否则岂不有亏素质！）。

六、对于科学社会的几点期待

（1）提高全民科学素质是提升综合国力的重要举措^[1]。不言而喻，其中负责干部和公务员群体的科学素质的提高应当居重中之重。这个群体的科学素质靠自觉的自我教育。其效果关系到了国家科技政策的实施和贯彻。应当为这个群体提供优质的科学信息和科普资料服务；同时研究科学素质的评估方法，以备尽快完善各个职务层次的考核制度。

（2）照上面的观点，中学是科学素质教育最重要的（目前来看，是独一无二的）基地。教育的对象是全体初中学生和部分高中学生。

教育的成效取决于教师队伍的水平。人从一个儿童成长为国家公民的关键时期是中学年代。中学教师肩负的“人的成长”的社会责任，担子的重量绝不亚于负有“人的健康”之责的医生。所以他的职业训练

(如学习和实习年限)和职业“门槛”(如执照制度)应当类比于医生。而与此同时,他的职业待遇也应当与医生可比。

目前,由于历史遗留的因素和种种延误,教师的待遇普遍跟不上。尤其是任教地区的条件愈困难,对教师能力的要求愈高,而所能得到的待遇(包括物质待遇和进修机会等等)却愈低(从“育人”讲,对一位称职的中学教师的职业技能的要求并不低于一位胜任本职的大学教师)。我们意识到这种情况很难在短时间内改变,但是事关一代代的公民素质,应当得到全社会的关注。应当共同来寻找一切可能性!目前科学社会可以做到的至少有一件事:针对中学教师、特别是困难地区的教师的需要,在教学以及自修等方面,提供便于使用的材料。本文介绍的“校园科普活动”《辅导材料》可以算是这样做了一个例子。

(3)传播技术在我国发展迅速。传播网络将导致科学、文化真正意义上的普及。科普作品,大到博物馆的展出(展品+讲解、示范等等),小到一本科普小册子、一则科学小品(知识、故事……),都可以受益于网络,得到快速、广泛的流传。科普创作,作为提高公民科学素质的一个重要手段,将可以得到巨大的发挥空间。而与此同时,随着科技的高速发展,科学成果、科学事件,以及一般科学信息的增加将愈来愈快,创作的量和质上的要求将愈来愈高。在这样的形势下,针对本文提出的三个重点群体,以下几点设想应列入议程:

a、及时反应科学信息,组织定期(每周或每月)专家点评(不妨多于一家,各抒己见)。点评迄今做得不够,但很重要,应当发动更多的专家参与。因为

单纯的信息可以积累知识,加上点评则能启发思考,于受众素质的提高有益(尤其是对于领导干部、公务员有用)。

b、强调科普创作的同时大力加强优秀科普作品的翻译工作。科普写作难度很大,好作品需要深的学术功底和文字功底,值得珍视,应当不漏过国内和国际的一切资源。翻译实际上是文字上的再创作,但首先要保证科学正确。希望能有更多的专家投入译著和审稿。

c、尽量利用多媒体技术。一篇科普文章,刊在小册子上,传播的范围受制于册子的发行量。文章录入光盘或输入网络后(这在今日已成常规)便打破了限制,而电脑普及到困难地区的中学也已经指日可待。同样,电视机也很快会在困难地区普及。利用多媒体可以把一篇科普文章用字幕配上朗诵来表达,只要在普通的电视机上放映,就可以同时为十余人导读。这在困难地区可以很大地提高科学普及的范围和质量。当然,一旦互联网得到普及,网络的应用将能更进一步提升这种“支困”的力度。再进一步,“互动式科普”的需求很可能会在困难地区应运而生,而现在提早为之做好准备可能会恰好跟上时代的步伐。

参考文献

- [1]《全民科学素质行动计划纲要(2006-2010-2020)》.国务院,2006
- [2]何薇 张超 高宏斌.中国公民的科学素质及对科学技术的态度[J].科普研究,2008(6):8-37
- [3]张超 何薇 高宏斌.2007领导干部和公务员科学素质典型调查[J].科普研究,2008(6):59-64
- [4]王绶琯.提高全民科学素质的几个科普切入点[J].科普研究,2006(1):5-10



诺贝尔科学奖离我们有多近？

(2007年6月)

“我们离诺贝尔奖有多远？”近年来关心我国科学进步的人常会这么问。我们也常听到各种答案。我也有一个答案，即：“远虽是远，但说近却也很近。”那么，“诺贝尔奖离我们会有多近？”

大家当然都注意到，诺贝尔奖没有包括数学和好些其他学科，评议上还出现过许多争议，比如相对论竟然没有入选（我国科学家的工作中也有应当入选而未入的），等等。但是总体上说它的权威性毋庸置疑。这里我们说诺贝尔奖，是以它为象征、泛指自然科学（不包括工程技术）上“诺贝尔奖级”的成就，为的是讨论当前我们的科学综合实力与发达国家比，相距多远？或多近？

诺贝尔奖授予自然科学的重大发现和科学方法的重大发明，属最高层次的创造性智慧。对于现代社会，创造性智慧的拥有是其实力所在。获奖多的国家综合实力就强。从全局看，在一百年多一点的诺贝尔奖历史中，还没有一项工作出自中华大地。这当然不能不引起我们的高度关注。

然而诺贝尔奖并非凤毛麟角。自然科学方面获奖者每十年不下六七十人。其中有一些旷世奇才，但大部分则是一般的优秀学者；有一部分工作依靠昂贵的精良设备，但也有不少工作选择或设计了适用而且相对低廉的设备来完成。因此，要问今天我们离诺贝尔奖的远近，就要看选择什么为参照。下面让我们就这个话题，先介绍几则诺贝尔奖工作的故事：

一、“脉冲星”的发现

1967年，乔瑟琳·贝尔，英国剑桥大学的一位研究生，用她导师安东尼·休伊什设计的一种测量“行星际闪烁”的射电望远镜，意外地发现了后来被称之为“脉冲星”的奇异天体。她当时的研究任务是利用测量这

种闪烁来估计射电天体、特别是“类星体”的角径。类星体是当时天文学的一个重大新发现。乔瑟琳的工作大意是：在“行星际空间”（也就是太阳系空间）中，太阳不断地向四周撒出一团团带电气体，使得穿过它的天体无线电波发生闪烁。闪烁的程度标志着这些天体射电角径的大小，从而可以借以探讨它们是远还是近（距离愈远，测到的角径就愈小）、以及一些基本的物理性质。

为了测量行星际闪烁，休伊什设计了一台专用的射电望远镜（包括特殊的天线和接收机）。工作波长3.7米（这用在射电天文上算是很长的波长。波长愈长闪烁就愈显著）。为了能够记录到类星体电波的快速闪烁，天线造得很大——占地大达两个半足球场，安装了相当于把两千多个普通电视天线联在一起的系统，一共使用了一千多根木头柱子和十多万米铜线。乔瑟琳和她的同伴们自己动手、抡大锤，扭铜线，花了两年工夫建成了这个庞然巨物。天线的花费仅一万多英镑，在一位技工的主持下，一次性投产成功。

乔瑟琳用她自己参与制造的设备，对全天所有可能测得着的射电天体系统地进行测量。1967年圣诞节假期前的一个夜晚，意外地取得了这一如今载入天文



图1:乔瑟琳·贝尔和她参与建造的天线阵一角

史册的发现。

图2是当年典型的观测记录。图的最上面部分是三个射电天体的闪烁。从左到右，分别是无闪烁、强闪烁和不太强的闪烁。中间的图上，右边箭矢指的纪录是一次干扰，左边标着CP1919的记录虽然看起来并不特殊（CP1919是后来给这个天体的命名），但是乔瑟琳却以她的敏感和细致辨认出了这是一种既不同于闪烁也不是干扰的陌生事物，于是她把记录的速度加快、使时间坐标放大。最下面的图表示放大了的CP1919的记录，明显地显露出了一组规则的脉冲，脉冲周期为1.337…秒，极其稳定。这使人联想到了巧匠制成的极其精致的钟表，却很难和天上庞大的星体相联系。不过，在排除了一切其他可能之后，剑桥的天文学家们最终确定了这是一种奇特的天体，并称之为“脉冲星”，公之于世。

脉冲星很快便被认定为三十年前根据恒星演化理论预言的“中子星”。

1932年，距中子的发现不及两年，苏联物理学家朗道以及在美国的天体物理学家兹维基和巴德，先后根据恒星演化理论，指出质量在一定范围的恒星，到了演化末期星体发生爆炸、内部猛烈坍塌会使物质中的质子和电子紧密挤压在一起，形成“中子”。这种状态下的“中子星”密度高达每立方厘米（约一茶匙）一千万吨！一个质量比太阳大一倍的中子星，直径会缩到只有10千米，还不及地球的千分之一！这一论断当时被看作合理但是难以验证的奇想。因为预测的中子星直径如此之小，表面发光面积不及太阳的万亿分之一，实在是太不容易探测了！

当时射电天文学尚未真正进入天文学家的视野。但是即使在60年代，大型射电望远镜已经在南北两半球显示威力之际，谁也没有想到当时已经探测到的“射电源”中有一些就是中子星，直到CP1919以它奇特的“脉冲星”的形式暴露了自己的身份。

这一时期，天文学家对天体射电的机制已经有了认识。这帮助了他们很快把脉冲星现象联系到了中子星。根据理论，庞大的恒星坍缩成中子星后，原来的磁场和自转会千万倍地增大，导致了中子星的高速旋转并发出强烈的射电辐射。以此为据，形成了今日被广泛接受的脉冲星的“灯塔模型”（图3）。

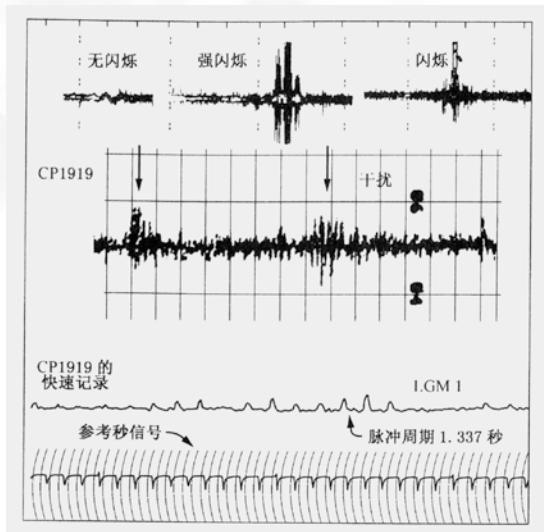


图2:几个闪烁、干扰和脉冲星的原始纪录

中子星理论的提出超前于脉冲星的发现三十多年，脉冲星的发现为它提供了一个决定性的验证，并由此确立了恒星演化模型作为当代天文学一大理论支柱的地位。与此同时，它以石破天惊之势引发了极端致密物体——中子星、黑洞的探讨，为当代天体物理学（和物理学）的研究开辟了一个富有挑战性的崭新领域。由于这一成就，休伊奇被授予1974年度诺贝尔物理学奖，而天文学界把这看做他们师生两人共享的

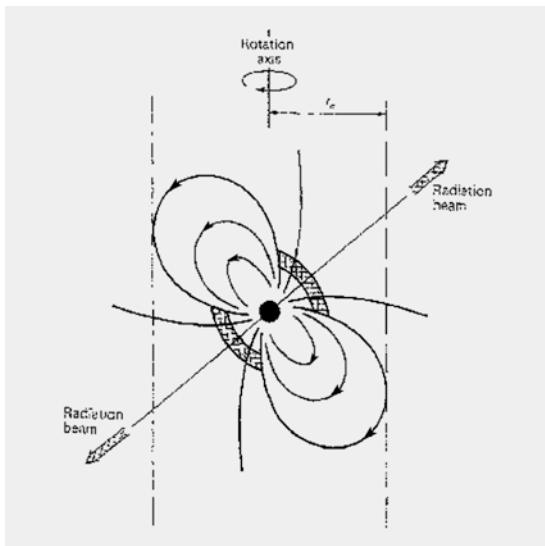


图3:脉冲星的“灯塔模型”。中子星沿着它的磁轴方向发出无线电波，当它像灯塔那样沿着轴不断旋转时，每当波束扫过我们地球上射电望远镜的视场，记录仪上便出现一个短促的“脉冲”，脉冲的周期正是中子星自转的周期。



荣誉，因为其中乔瑟琳做出了同等的贡献。

二、宇宙微波背景的发现

1965年美国两位年轻的天文学家彭齐亚斯和威尔逊利用贝尔实验室6.1米喇叭抛物面天线进行射电源辐射定标（术语为：“绝对测量”）。这个天线工作在微波波段，配有波长7.3厘米的接收机，是贝尔公司原先用于人造卫星通讯、后来闲置下来的。定标是一项非常细致的基本性工作，要求从观测结果中把混在射电源辐射一起的“噪音”全部扣除掉（“噪音”，相对于所需要的信息，按通俗的理解，是杂乱无章的背景。如收音机里听到的噪音，电视屏幕上看到的“雪花”，等等）。这些噪音来自：1、接收机放大器系统，2、波导及其他器件，3、喇叭天线构件，4、地面辐射，5、天空背景。其中以接收机噪音和地面辐射为最难应付。正是由于考虑到这两个难以应付的对象，彭齐亚斯和威尔逊作了非常聪明的选择，使他们在后面的工作中能够以技术上的先机赢得时间、迎来“巧遇”——一次导致诺贝尔奖的“巧遇”！

喇叭抛物面是贝尔实验室的工程师们自己发明、独特配置的。它有着屏蔽地面辐射的特性。同时，它配备的工作波长7.3厘米的量子放大器是当时噪音最低的微波接收机。两位天文学家恰当而及时地利用了这些基本条件，加上自己大量的细致工作，把一具原本已经“退休的”通讯设备变成了精密的“绝对测量辐射计”。在这个过程中，他们通过各种实验定出了上述各项噪音的估值。然后，正如现在大家都知道的故事所说的，当他们进入实测、把天线对向天空时，却发现记录下来的噪音比这些噪音估值的总和多出了“几度”（具体约“绝对温度”3度，即“3K”。射电天文工作中把噪音功率用“绝对温度（K）”为单位来表达。地面的“噪音温度”约为300K；没有噪音时应为0K）。而且不管对着哪个方向这个小小的“多余值”都一样存在，而且都一般大小。他们反复检查了天线构件以及地面辐射的屏蔽等等，肯定了并无疏漏，不能解释这个“多余”。剩下的可能性只能是对天空背景的误估。而在微波天空背景的各种成份中，地球大气是主要的，但他们的测量做得很到位，难以



图4:贝尔实验室的喇叭抛物面天线

产生这样的检测误差，而银河系外围的“银晕”在这个波段的作用微乎其微，银河系以外的宇宙空间物质又如此之稀，也难以想象会产生背景辐射。于是余下的唯一可能性，是存在着一种来历不明的、均匀布满宇宙空间的微波辐射。

这个辐射的两位发现者没有想到，当时离开他们的实验地点不及50公里的普林斯顿大学中，一个研究团组根据“原始火球”的宇宙学理论（这种宇宙学模型虽然不同于当前的主流——“大爆炸”模型，但两者的“原始火球”则有着同样的性质），计算出了宇宙空间中应当充满一种“各向同性”的、微弱的微波辐射，并正在建造一台“绝对测量辐射计”来验证其存在（他们没有料到这种验证竟然无意中先在邻近的贝尔实验室里实现了！）这一验证对于大爆炸宇宙学的确立起了决定性的作用，从而使人类对于宇宙起源的认识跨入一个新的里程。在这之后不久，经过相当曲折的信息传递，这两部分天文学家碰到一起，确定了这项重大天文发现的性质。彭齐亚斯和威尔逊为此获得了1978年度诺贝尔物理学奖。

三、富勒烯（ C_{60} ）的发现

英国萨塞克斯大学的波谱学家克罗托在研究星际空间暗星云波谱中发现了富含碳的分子。为了研究这种分子形成的机制，克罗托考虑在实验室里模拟它们产生的环节。他于1984年赴美参加学术会议时，到莱斯大学参观，认识了该校化学系主任科尔和研究原

子簇化学的斯莫利教授，观看了斯莫利设计的激光超团簇发生器和他们的实验。克罗托意识到这台仪器所做的正是他所考虑的富碳分子实验所需的。于是三位科学家合作并在1985年8月到9月间共同进行了实验。他们用高功率激光轰击石墨，使石墨中的碳原子汽化，然后用氦气流把气态碳原子送入真空室、迅速冷却后形成碳原子簇。经用质谱仪检测、解析后发现，实验的结果产生了含不同碳原子数的原子簇，其中相当于60个碳原子，质量数落在720处的信号最强，其次是相当于70个碳原子，质量数为840处的信号，说明 C_{60} 和 C_{70} 是非常稳定的原子簇分子（图5）。

碳原子有四个价电子，在自然界中各种碳链和碳环构成了多种分子的基本骨架。而在这个实验之前，已知由单质碳构成的物质仅有金刚石和石墨，两者原子间成键的方式不同导致了截然不同的形态。金刚石和石墨是具有三维结构的巨型分子，而 C_{60} 和 C_{70} 则是新的一类同素异形体，具有固定的原子数（分别为60和70）。这样的分子应该具有什么样的结构？在当时这是耐人寻思的。出于机缘他们联想到了加拿大蒙特利尔万国博览会的美国馆的圆顶，这是一种利用正五边形和正六边形拼接成的球壳形结构，是由美国建筑学家巴克明斯特·富勒设计的。图6示这个建筑的外景。克罗托他们受此启发，以20个正六边形和12个正五边形拼接出了 C_{60} 的结构（见图7）。这是一个中空的32面体，正好和一个足球（见图8）的结构一模一样。这种结构被命名为富勒烯，有时亦称足球烯。

几年之后富勒烯的制备方法达到成熟，大量的研究与开发接踵而至。以后又相继发现了 C_{44} 、 C_{50} 、 C_{76} 、 C_{80} 、 C_{84} 、 C_{90} 、 C_{94} 、 C_{120} 、 C_{180} 、 C_{540} 等纯碳组成的分子（它们均属于富勒烯家族，其中 C_{60} 的丰度约为50%）。此后富勒烯家族又增加了碳纳米管等新成员。由于其特殊的结构和性质，富勒烯在超导、磁性、光学、催化、材料、生物……等方面优异的技术性能，位居20世纪最有影响的发现的前列。克罗托、斯莫利和科尔为此被授予1996年度诺贝尔化学奖。

这三个故事中的科学成就无疑都是巨大的。无愧于当代最高科学水平。但是这些成就中的每一个均属“巧遇”，而这几位科学家当时的研究课题（行星际

闪烁、射电天体绝对测量、暗星云波谱、超团簇实验），学术水平上都和优秀科学刊物中日常发表的优秀文章没有太大差别，而在这之前，他们无论是研究生或教授，在学术界都尚未知名。可以说，在我们国家今天的科学团队中，这样层次的人才和研究工作并不罕见。由此看来，诺贝尔奖离我们未必太远！

但为什么这样的人才还没有脱颖而出？！

当然，我们故事里的这些人物的成功并不是偶然的。首先，他们和许多科学家一样，是勤奋的；其次，他们具备的高的科学素养（或天赋）得到了发挥的机遇并把握了时机；再其次，他们开拓的实际上是一个富有机遇的领域（如新的探测功能、新的学科互渗等，只不过当时没有意识到罢了）。总起来说，他们获得诺贝尔奖的条件是“完备”的，可以表达为：

$$[\text{科学成就}] = [\text{努力}] \cdot [\text{素养}] \cdot [\text{机遇}]$$

其中“努力”包括了勤奋，“素养”包括了天赋，“机遇”包括了接触机遇的机遇。这种描述比通常说的“天才加汗水”多了一个因素——“机遇”。

实际上，这种描述普适于一切大的成就。科学历史上虽然常常出现耀眼奇才，但他们多数在做出可观的成就之前也是不知名的。而他们同样也是凭自己的素养并把握了机遇才取得成功。其中许多人在成长时期得益于求师交友的机遇还常常被传为佳话。

根据这种情况，现在我们来比较不同国家获得诺贝尔科学奖级成就的概率。如果假定国与国之间国民的勤奋本质没有什么差别，人口中赋有潜在科学禀赋的比例也没有什么差别，那么总成就的高低就唯一地取决于种种机遇：包括了一、国民最基本的谋生和受教育的机遇——“宏观机遇”；二、不同的人走进科

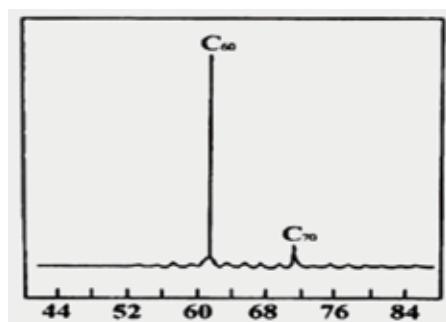


图5： C_{60} 及 C_{70} 的质谱图



学之前被发现和受引导的机遇——“入门机遇”；和三、所有人进入科学之后自由探索、激励“火花”的机遇——“学术机遇”。

于是，回答诺贝尔科学奖离我们多近或多远的问题，便转化成为对各种机遇的研究和分析。

1、关于“宏观机遇”

这里录一段先前发表过的话：“考虑大环境的‘宏观机遇’：爱因斯坦和陈独秀是同龄人。在他们的青少年时期，灾难深重而正临民族觉醒的中国大环境，相对于当时的西欧，有更多的机会产生杰出的革命家，而出现杰出科学家的机会则要少得多。这并不是因为那一年代的中国少年中值得造就的‘科学苗子’比人家少，而是因为缺少适于‘科学苗子’生长的土壤。是大环境阻碍了成材。”这种全国性的大环境，以我国当时的积贫积弱为起点，转变起来需要时间，而“文革”中又经历了一次大逆转。现在三十年过去，比起以往，许多大城市和富裕小城市进入“小康”，接受良好科学教育的人口前所未有地增多。大环境似乎已经向着诺贝尔奖的机遇靠近了一大截！

进入“小康”确实减少了埋没人才的概率。但是除了“宏观机遇”之外，同样重要的还有小环境中的个人机遇。历史上，牛顿当年如果不是有一位懂得科学的舅父，他就可能被留在家中务农，而科学史将会为之改写。在我国，很多人都听到过华罗庚年轻时候得到熊庆来帮助的故事。人们至今依然常把这些“幸遇”传为佳话。但是，如果把这佳话反过来听，就会发现它表达的实际上是：“不幸的‘不遇’如此之多，以至于以‘偶

遇’为‘至幸’。所谓佳话，反映出的是人们对这种‘不幸’习以为常、不去想它罢了！”

而这正是我们现在应当想一想的事——“入门机遇”问题。

2、“入门机遇”

相对于“宏观机遇”，“入门机遇”属个人小环境。

首先，这样的机遇应当为谁而创？

让我们再次引用旧文：“看一下杰出科学家做出杰出贡献时的年龄段：根据统计，20世纪的100年中诺贝尔物理学奖获得者共159人次，他们做出自己的代表性工作的年龄分布为：30岁以下的占29%，40岁以下的占67%，这是一个很能说明问题的例子。说明了近30%的杰出人才的成就高潮发生在30岁以前，而由于学科条件不一，40岁时取得大成就的人多半也不是‘大器晚成’，而是在20几岁时也已经脱颖而出。”

“更具体一些：从牛顿说起，1665年他23岁，当年他发现了万有引力。同一时期他通过实验还发现了光的分光性质，非常可能也是在这一时期他发明了微积分。爱因斯坦的狭义相对论发表于1905年，同年他还发表了光电效应和布朗运动理论。这时他26岁。

牛顿和爱因斯坦的成就是无以伦比的，但他们都不曾是神童。而科学史上二十来岁进入成就高潮的事例并不罕见。达尔文是在22岁~27岁的五年里进行他的环球考察的。在20世纪量子力学形成期，玻尔提出他原子模型时是28岁；海森堡在25岁时提出测不准原理；泡利25岁发现不相容法则；狄喇克28岁提出反物质理论；李政道（和杨振宁一道）发现宇称不守恒时是30岁；沃森（和克里克一道）提出DNA双螺旋结构时是25岁……。在本文上面的故事里，乔瑟琳·贝尔当时是一个研究生；威尔逊当年29岁。

这个现象是带有规律性的。现在设想一个科学家在20几岁时做出了世界性的杰出贡献。这之前他会需要几年“进入角色”的奋斗。而在这之前，还应当有一个找寻方向、充实自己、接触机遇的时期。对于一个有作为的社会，这也正是为这些可造之材创造机会、引导方向、“因材扶植”的时机。可以容易地推算出：这个过程应当开始于十六七岁，正是落在高中

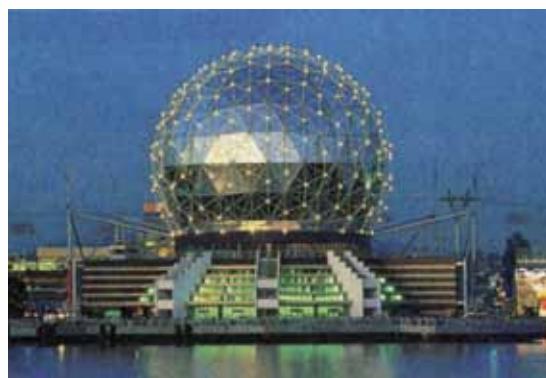


图6：巴克明斯特·富勒设计的万国博览会美国馆外景

时期。”

这就是说，“明目的杰出科学人才”非常可能产生在“今日有志于科学的优秀高中学生”中。高中时期专科分流和个性化教育的分量随着学生年龄的增长而加重，对于志趣已明、禀赋已显、常规课程已难满足要求的学生，非常有必要普遍地为他们创造“入科学之门”的机遇，以提高人才被发现和得到造就的概率。为了做到这一点，一个自然的（也是可取的）想法是接纳这些学生进入到第一线上的科学环境中去接触科研、求师交友。

把这种想法具体化，一种正在试验中的方案是：一方面组织各个学校有志于科学的优秀高中生，另一方面联络各个科研院所的第一线的优秀团组，每年安排每个团组接纳一到几个学生在寒暑假和课余时间进入实验室，进行时间跨度为一年左右的“接触科研、求师交友”的活动（这种活动必须在“课外”进行，以免影响中学期间的常规综合素质教育；必须有足够长的时间跨度，以利于求师交友）。活动的方式是“以科会友”，主要是学生在研究人员指导下完成一项“真刀真枪”但又适于中学生的科研课题。课题的设置和执行需要精心策划，做到足以导使学生体验科学思想和科学方法、发掘他们的科学潜质，同时又可以借以考察和发现可能的“科学苗子”（应当指出，在这里，课题的学术水平不在考虑之列。因为出自科研第一线的题目对于中学生来说都是高水平的。对它的首要要求是必须有利于因材施教，有利于发掘学生的科学潜质。这一点也表明了这个活动本质上不同于任何“应赛”活动）。为了区别于“科学实习”，我们把这种方式称为“科研实践活动”。“科研实践活动”严格与“应赛教育”相区隔。

与此同时，设置了一套相应的评审方法，对学生的科学素质做到有效的评估，以检验“科研实践活动”的效果，并借以对可能成为杰出的科学家的人（通常所谓“科学苗子”）的判断提供科学依据。

这种“科研实践活动”方案目前有一些试验结果可供探究。

这种或与之类似的方案，可以在试验中不断改善以取得效果。倘若在发现“科学苗子”上确有成效，则可以跨进一步，将这种发现的信息广泛传递给科学

社会，并进一步在全国范围创造“科学家与‘科学少年’互相发现的机遇”（在今天，这些当不难利用网络来操作）。

这种方案的局限性是明显的：全国能够接纳学生进行“科研实践活动”的科研团组的数目远远少于有志于科学的高中生的人数。这是不可变更的事实！而它会导致什么后果？以下是目前考虑到了的两个方面：

首先是影响问题：这个活动的效果如果得到人们认可，那么由于可以接纳的人数远远不能满足要求，将会不可避免地引进某种选拔过程。我们非常希望这种情况不要演变成为新的“应试”或“应赛”的要求，给学生施加新的压力。我们知道这种矛盾在我国中学教育中是带普遍性的难题。解决尚须时日。目前所能做的当是时时保持警觉。

更现实的是效果问题：假设全国有一万个科研课题组自愿参加“科研实践活动”，如果一个课题组平均每三年接受一次中学生（平均三个人一组）来实验室工作，那么每年全国可以有一万个有志于科学的高中生参加这一活动。设想这一万人中日后有二千人从事科学研究，倘其中有二百人比较出色，当可望出一二十个“尖子”，包括一两个诺贝尔奖级人物。（这样的话，也许每历两届就会出几个被评上的诺贝尔奖得主）。可以看出，这种估算条件相当宽。目前我国单是国家自然科学基金委员会每年资助的课题项目就数以万计，如果把中学生“科研实践活动”作为一种社会义务提给每个项目，则受益的中学生范围还可以扩大很多。这样做，虽然依然覆盖不到大部分中学生，但总体来说，哪怕实际参加的课题组只达到预计的十分之一，离开诺贝尔奖还是会近了很多！

当然，究竟收效如何，还必须看其中的“尖子们”能不能在他们科学创造的黄金时期里（按前面所

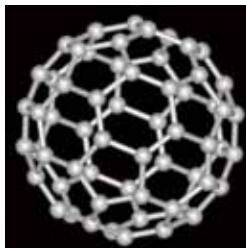


图7：C₆₀结构



图8：足球



说，是二十岁出头到三十岁以下）获得机遇、发挥自己的才智。

3、“学术机遇”

在自然科学领域，具有优秀科学素质的人才能不能发挥他的才智，与“学术机遇”密切相关。影响这种机遇的因素，除经费、装备、“智库”等“硬条件”外，科研体制、学术风气等“软条件”同样十分重要。近一二十年，随着经济能力的增长，我国自然科学研究的“硬条件”有了很大的改善，这显著提高了我们的科学实力。然而国际上的发展速度同样很快，缩短与他们之间的差距仍然是一个重大的策略性课题。这当放在其他场合讨论。这里将着重就“软条件”的影响说几点看法。

对于已经成名的科学家，倘若“择木而栖”，“硬条件”的吸引力会起很大作用。这无须赘说。而对于一个未知的可能成为杰出科学家的人，特别是20来岁的青年，能导致他“脱颖而出”的“软条件”则更为重要。本文前面说到的几个故事中的人物，在那些故事发生之前就都属于这种情况（初遇熊庆来时的华罗庚也是如此。当时的一些“软条件”，如“破格收学生，教授有多大发言权？”等等，就起了决定性的作用）。

“软条件”往往不是绝对的。一个优秀的科学家能不能发挥他的洞察力和创造性以取得成功，就如格罗特·雷伯（射电天文学的创始者之一）所说的：“需要合适的人在合适的地方和合适的时间做合适的事。”这里我们讨论的合适的人是与前面故事里所说的那些科学家同样优秀的人；主观上，他可以做到的合适的事应当是与那些科学家做到了的同等水平的事，而他所需要的合适的时间和合适的地方是一种带给他“学术机遇”的工作环境和管理政策，其标志为：

自由与宽容

解释一下：自由，自然科学家面对未知世界，要运用洞察力以判明探索的方向、运用创造性以追求探索的目标。而“运用之妙，存乎一心”，所以必须有一个自由发挥的空间；宽容，探索含“试错”的性

质，必须有一个宽容的环境。

自由和宽容都是相对的。对于任何人或任何事都有一个适度的“相对于约束的自由”和“相对于问责的宽容”。为了适度，对于新手（为了后面的讨论，姑且称为“学生级”的人才），会多关照一些，传帮带，多约束一些；对于学术水平高的（“同事级”的人才），就会比较放手，按计划，看结果；对于杰出科学家（“老师级”人才），自由度就更大。

这种按学术水平、或“学术可信赖度”区别对待是必要的。对不同的事也一样，也要区别对待。比如一项周密计划好的任务，就必须卡内容、卡进度，而对于自由探索就不能这样。

于是，问题就转成为对于不同学术等级的人才应掌握的“自由”和“宽容”的分寸。这当然是“仁者见仁、智者见智”，需要更多的讨论，希望感兴趣的读者能够都参与。而我们下面在结束之前，将结合本文的主题“诺贝尔科学奖离我们有多近？”罗列几条近年来对这种分寸掌握的感受，以就教于科学管理专家们。

1、“诺贝尔科学奖离我们有多近？”的问题现在可以浓缩为：本文故事里的科学家、以及许多和他们近似的杰出人物（其中的三分之二在30岁以前做出了重大成就），当时都尚未知名，工作也都不靠昂贵的装备或特殊的学术团体。按照他们的工作能力和事迹，如果把故事换成在今日中国的科学圈子里“演出”，应当说大多数的人和事都是有可能“重现”的。但是在现实中我们还没有出现30岁以下的人做出过诺贝尔奖级的成果。

落后的原因何在？

2、这里涉及的是尚未知名的、可能杰出的人物，属前面所说的“同事级”人才。在我国，目前这一级中比较年轻的是三十到四十岁。对于他们，我国目前国家自然科学基金等给予的支持是得力的。从人员素质、课题水平，到支持强度、项目数量，较一些发达国家都并不逊色。因此在重大科学成就上的落后，可能大部分要归咎于“学术机遇”上的差距。下面我们将条列一些这些年里感受（也可以说是引起忧虑）比较多的事，以助进一步的探讨。

(1)、我们“同事级”人才的年龄平均比人家大了

十岁，错过了杰出科研人才的“成就高潮”年龄段。这个问题是暂时的还是根本的？不论如何，我们希望前面所提的高中学生“科研实践活动”这一类的措施能够适当地跟上。

(2)、前面故事中的人物从事的研究探索都很单纯，相当于我们单纯执行国家基金协议。但是在我国时时会有一些非学术因素的介入。比如说，如果是在我国，要建休伊奇当年做的那种设备时可能就需要回答诸如“化这么大一块地搞这么廉价的天线跟研究所的形象相称吗？”一类的问题；“彭齐亚斯们”也许会提前被告知：“我们这是电信电话公司，花了两个编制来做的却是毫无实效的‘绝对测量’！”；在C₆₀工作中，一个美国化学实验室里来了一个英国研究天文的，也是一种满不平常的组合。当然，影响更大的要数历次的“大轰动”：历时数年的“全民皆商”曾给科研队伍带来不少失落感。SCI高潮的时候，本来是宏观统计的参考变成了人人“文章挂帅”的驱动力。有一些科学家曾丢失了对科学的忠诚和信念，有人甚至于把一篇文章掰成几瓣来发表（这种文章当然与诺贝尔奖无缘）……。

3、“学生级”人才方面，前面在讨论“入门机遇”时强调了把注意力放到高中年龄段的重要性。目前最大的问题仍然是“应试教育”和“应赛教育”的影响。像“科研实践活动”那样的试验，尽管可能发现一些“科学苗子”，但他们进入高考，就一律变成了一个个无个性的角逐分数的考生了。进了大学好像一切又从新开始。我们这里不准备广泛地讨论大学教育。诺贝尔奖的问题一半涉及的是基础，另一半则涉

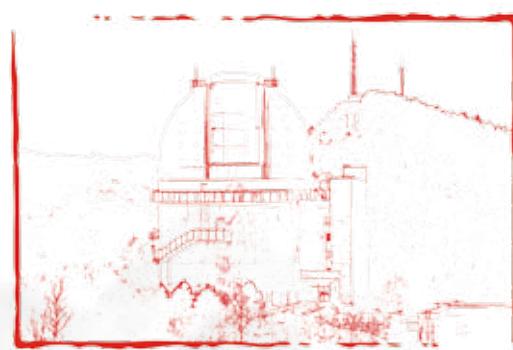
及到精英。人们也许会问：“今天的华罗庚”被推荐给“今天的熊庆来”之后会怎么办？会问：我们什么时候能够有一代二十几岁的人登上科研舞台，开展他们追求诺贝尔奖级成果的探索？近年媒体经常在报导各种各式的大学排行榜，我总希望有人什么时候能够虚拟一个“今日的西南联大”，看看能否榜上有名。

4、关于“老师级”人才。我国古代论人才的名言很多，其中之一是“你把他当老师看待，引来的就会是杰出的人才。”如果这个人已经得了诺贝尔奖，当然都会被当作老师看待，这里可以不用讨论。如果一个杰出人才在尚未成名时被你发现了，你最好能像刘备对诸葛亮那样把他当“老师级”人才请来工作（而不是照例声称：“给你一个副局级待遇、定三年合同……”！），他就会安下心一辈子来一起搞国家的科学建设。

一个问题是，怎么肯定他是一个诸葛亮？当然必须有推荐、有审查、有考察。应当尽最大力量组织一个负责物色和审查“老师级”候选人才的集体，由顶级德高望重的科学家参加（科学界也要像文艺界和体育界高度专业化地物色人才、考察人才）。一旦定下了就给予高度信任，最大程度地为他创造“自由”和“宽容”的学术环境。

万一没有看准怎么办？

设想延请了十个“老师级”人才，其中有二、三个是“诸葛亮”，这效果就是非常好的了。因为关键是“人才难得”（可以想一想燕昭王“千金市骏骨”的故事）。而且经过了那样高学术层次的审查，其余的七八人也绝不会是庸才。





小记伦敦郊外的一个夜晚

(《神州学人》，2002年第2期，36页)

应编者的要求，写一段早年留学生活的一二事。

我的留学时期是一段“大浪淘沙”的年月。同龄先进者有过许多震撼人心的佳作，珠玉在前，令人深感有景道不得。于是只能在支流上集起一些回忆的片段，当作火红年代的一个陪衬吧。

中关村诗社的诗友中多中科院老者，一度谈起“诗与科学”，惊奇地发现许多人都曾有过熔诗歌与科学于一炉的“宏愿”。这唤回了我当年留学生的生涯的一些缤纷往事。这里把寄身格林尼治学院和伦敦大学天文台时的几个“听乐”和“读诗”的片段拼接在一起，小记那时带着乡愁与感悟的伦敦之夜。

我的斗室和原野合为一体
我化作了一根琴弦
在喧响的、宽阔的共鸣之谷上张起
——勒内·玛利亚·里尔克（杨武能译）

我第一次读里尔克的诗是在上个世纪50年代初，读的是英译本。很喜欢，但不懂，有些朦胧。有几首写夜的诗感受颇深，原诗现在背不出来了，记得有一首写城市里的夜，写到远处楼房中婴儿的啼声，使人立即感到了沉浸在黑夜里的一片楼群何等寂静，而这寂静里又充斥着何等的生命气息。还有一首，前面引的是它的头一节，是写郊外的夜。当时也曾引起了我的共鸣。

这是50年前的事了。那时我在伦敦大学天文台，地处伦敦西北郊，四周的田野很平很阔，一条公路从伦敦伸过来，很宽很直；白天望过去，沿路的车像是一阵阵连发的火箭炮，频频交火。黄昏后，夜色罩下来，朦朦胧胧，路就像是一条笔直的运河，把岸两旁

脉脉的思绪送往天的另一边。

当时的伦敦大学天文台人不多，几个年轻人，我也在内，合作得很好，常常在一起工作到天黑。一天下来，大家松一口气，喝一杯热茶，海阔天空，什么都聊，算是“积极休息”。M是我们中间的音乐家，有时兴起，就为大家拉一段小提琴。他从小练琴，拉起来很投入。不过不论什么曲他都只拉几个片段，余下的他说他“进不去”，全省掉了。大家取笑他缺乏完整性、全面性，不符合科学原则。他却说音乐对应的是心，科学对应的是脑，拉提琴时就是会彻底忘掉科学。于是有人就攻击他把帕格尼尼、克莱斯勒的“心”全撕成一片片了……这种争论自然不会休止，每回都只是因为天黑了要回家才告暂停。

这些当然都是友好的玩笑。其实，我完全理解M。科学追求认知，艺术捕捉感受，两者是人生多面体中两个最光彩的面。我理解M，还因为那时我对学诗写诗也很投入。在天文台我常常独自操作望远镜到深夜，这使我拥有了许多学诗写诗的夜。那是郊外“星垂平野阔”的夜，是进入里尔克诗中“宽阔的共鸣之谷”的意境中的夜。

M的话是对的。许多以往读过的诗会对应于此时此地的“心”的感受。记得一个初秋之夜，四五个小时的观测刚结束，走出观测室时，清新的空气扑面而来，小立片刻，正是“庭户无声，时见疏星渡河汉。试问夜如何，夜已三更，金波淡、玉绳低转，但屈指、西风几时来，又不道、流年镜中偷换”。牵起一缕乡愁！我那时离家已经五年。这是东坡改写的词，本是写一对贵族恋人，但是我和M一样，只掐下我感受到的片段，借古人的酒，浇自己胸中的块垒。东坡也许没有想到过他的词会引出这样的共鸣。但我认为这正是艺术的作用。一百

个导演就会有一百个哈姆雷特；贝多芬的《月光奏鸣曲》是在热恋中作的，“月光”则是多年之后一位评论家根据自己的感受起的标题，而这个标题自此与曲同在。我很欣赏音乐论述中用“演绎”一词来表达指挥家和演奏家对乐曲的处理。确切地说，作曲家是用乐曲演绎了他自己的感受，演奏家则用他的演奏演绎了作曲家乐曲中的表达，而听众则用自己的感受演绎了演奏家的演奏，我可以有我的演绎，你可以有你的演绎，感觉是多样化的，正如人生的多样化。这当然不能以衡量科学的那种严格、精确的尺度来衡量。难道不是艺术的多样化才使得文明社会中多角度、多层次的生活如此丰富多彩？

夜深人静，正可以和古今诗人“讲求”艺术效果。拿“静的境界”来说吧，也许深夜里许多人都会感受得到，但如何表达出来？读王维的诗，觉得“雨中山果落，灯下草虫鸣”的境界静极，比起评说颇多的“蝉噪林逾静，鸟鸣山更幽”高明多了。殷勤地告诉人们一种境界是怎么来的，往往就达不到这境界，好比一个舞台表演老是用解说词就往往会演不出深刻。还是说王维，后人称赞他“诗中有画，画中有诗”。其实诗和画本来就有可以互通的感受。真正的好诗、好画应当是含有“画不出的好画”和“写不出的好诗”。“露从今夜白，月是故乡明”和蒙娜丽莎庶几近之。

如此看来，诗与画且难互代，何况科学与艺术！

话虽如此，但总觉得科学工作，一旦沉溺其中，

确是时而会有一种难以言表的感受。如果要表达，可能只有借助于诗歌。于是就时时抱着捕捉“科学感受的一刹那”把它写出来的愿望。有过几回尝试，但自觉都不很成功。这里录下一首，且当是当时“少年游”的一个印迹吧！

梦与梦的交替中
你知道我听到了什么

灵魂，灵魂
到夜来更不能隐伏
有如山坳里的泉水
有如手腕上的脉搏

是什么信息
难道我寻到了
曾寻到了
有火一样的酒
熨入血液

半夜里我坐起身来
两手抱我自己的膝
难道这竟是梦你的梦
一个梦
像月光飞入了夜了树林
千万千的形迹

李铁壁《半闲堂杨花集》序

(2003年3月)

诗秉于情性而发诸意念，“言志”其一也。古之以诗言志者，“风雅颂”，自贵族以迄奴隶，类皆即景生情，抒怀叙事。及孔子言诗，曰“思无邪”，盖

沿袭朝会赋诗之风，以诗为用，而所谓言志者，实假诸诗以佐“厚人伦敦教化”之功也。迨于汉代，儒为显学，“诗”三百，毛传郑笺，“以史证诗”，尊以



为经，而未必皆古之奴隶者、贵族者之初志也。然自后世学诗者观之，则以之为“以诗咏史”者之典型，于是传统相承，如川流一派，汨汨泱泱，洎于近代，其间名家世出，尤著者少陵咏事之什，心忧黎元，仁勇发于至性，亦诗亦史，光炳千秋。后之“以诗咏史”学杜之登堂者历历可数。至晚清黄公度，身际国难，诗多纪事，悲愤激越，常洋洋千言，亦诗史也。是时西学初开，梁任公以为公度诗“能熔铸新理想以入旧风格”，许为名家新创。然而未几文化运动席卷中华，而白话文兴，于是旧体诗文，学之者止于国粹欣赏，作之者日稀，且泰半乃从其爱好，初非有冀于发扬光大也。然而“五·四”时期之先驱者，多善于以旧体诗言志，是殆数千年文化之惯性使然。然令吾人亦惊亦喜且亦不甚解者，于今去“五·四”运动逾八十年，论诗者迄未弃旧体，不独书肆报端，时能一见

“韵律诗”之佳作，且名家如聂绀弩者，以今日之新理想新语言熔铸以入旧体，明其与时俱进而未止，实非文化惯性所能致也。岂或乃我传统之语言文字，结构韵律，以之入诗，积数千年之锤炼，于通情达事理乃有不可更代之长，抑或亦今日之诗词爱好者不废吟诵之功耶。一九八九年克定孙老创诗社于中关村，应之者多科学院诗词爱好者，一岁数聚，吟哦切磋，既以同其所乐，亦乃以从孙老所倡，陶冶性情，且以言忧国匡世之志也。社友铁壁李君，有心人也，着意旧章，创作甚丰，近以其所作《半闲堂杨花集》见示，诗词以及散曲计四百余首，多迳及时事，直抒胸臆，定臧否，诚所谓“国事天下事事事关心”者也。拜读之余，感受良多，爰书数纸如右，以就教于李君、孙老暨知恕先生。

《中关村诗社社友诗抄》代序

(1994年)

语言贴着文化。但诗的语言却常常闪出了文化的殿堂，跨越疆域、跨越世代，点燃了心与心之间相互探照的灵犀。

在中国，不能想象一个没有屈原、李白、杜甫的文化。读屈原李杜的语言，学屈原李杜的语言，试着用屈原李杜的语言相互探照深层次的感情、思想、感受、理念，会是永远流转在中华大地上的一种文化冲动。

五年前克定孙老与夏光伟、曾庆存等同志倡议以

诗明志、以诗寄情、以诗匡世，在科学城结立《中关村诗社》，得到了趣同志合的同志们的热烈响应。迄今四时咏会，计刊有《社友诗抄》十五本。今值孙老八十有五华诞、诗社成立五周年之际，社友们各选几首近作，冠以孙老历年代表作，合成此集，以志“双庆”，并资留念。

王绶培识

1994年

昆明随笔

(1983年3月)

“十年一觉文革梦”，时间好像是被锁在梦里面了，憋着团团转。突然“一觉”醒来，时间有如井喷一发而不可收，一眨眼，人就到了六十岁。

六十岁一家团聚，按老家的规矩吃了“长寿面”，配两个煮鸡蛋，叫做“太平蛋”。意思是“往后日子还很长，好好过”！六十岁来体味这意思，就多了一种对时间的感觉：“光阴者，百代之过客”。一个甲子过去了，这个过客能留步吗？步只能是留在记忆里。于是就想起了笔记。

岁月无情，但生活是有情的。事，都是人用生命来推动的。每一件事的细胞里，都包含着多少人生命的元素。人每天遇到的事，哪一件不是自己的生命和别人生命的渗透。你付出的这一天生命，和别人的是怎么样地作用，反作用，互作用？杂乱无章是表面现象，你这一天遇到的一切，不是统一到你的生命里来了？不是你用一天生命的代价换来了这一切的经历了吗？

于是对于没有坚持记日记的习惯不免有些懊悔。虽然在“十年浩劫”中，曾经私自庆幸不曾“作记自毙！”，然而短短的一生行程，谁又不愿多看看自己留下的行迹呢？何况是“一觉”过来已经人到六十。

到昆明得到一本NOTEBOOK，封面虽也是“美女”，但不落俗套。她好像也在追逐着往事，也在展望未来。那么，就用它来填上这几天的“现在”吧。

深知写日记不是一件太容易的事，记流水账当然有必要，但如果只是流水账则未免乏味。如果要把心里想到的都写下来，从“语言”变成文字往往甚费周折。而且一天过去，好些感觉淡下去了都很难抓住。于是每每就只有看到哪里，想到哪里就尽量插空写几句，有如锦囊投诗。很零碎。但做起来毕竟还是有所积累，只是未必能够集腋成裘罢了！

到昆明后连日阴雨，昨日傍晚忽然放晴，一天的

会议刚刚散，窗外落日衔山，继而烟沉光敛，一带青山泼上墨黛，镶金嵌玉，是“夕阳无限好”。而恰恰是好在于近黄昏：

你毕竟来了，黄昏
天边点起了第一盏星
晚霞徐徐挥手
.....
伫立
目送镶金的裙裾曳过群山
升起万家灯火
.....

昆明名胜除瑰奇壮丽的石林外，多或依山或傍水，缀以寺观名花。今天乘假日之便，云南天文台高衡、李利二位带我游览了金殿、黑龙潭和圆通动物园。动物园位于昆明城北圆通寺周围。金殿和黑龙潭在北郊。风和日朗。沿途正赶上集市，熙熙攘攘，公园里游人如鲫。人流密度之高，今日中国的城市甲于天下，从北京到昆明，都是一般景象。古人形容挥袂成云，夸耀繁华气派，但也使人联想到城市建设颇赶不上人口集中。不过，从路旁摊上成捆成捆的蔬菜、五颜六色的衣物、公园里琳琅满目的春装、游人手里甚为“普及”的照相机，使人感到“十年一觉”醒来之后，生活指标之箭已经脱弦而出。

金殿是重游，但这回没有从“第一天门”起一一攀登。三道“天门”上达“太和宫”，是一座规模颇大的道观，供的神是北极星君，所谓真武玄君，金殿就是处于整个建筑群顶端的真武殿。殿旁展览室中存有书画雕塑，其中李镜茹直幅数帧，书法流畅，按他的说法是“真武为北方之神，即月令所谓黑帝也，大河以北尤多



祀之……”。传说明朝一个巡抚刘用宾梦见吕洞宾，指点他在鸣凤山建道观，于是就在这“一半青山一半云”之处建了这个宏大工程。当然是为了益福延寿，也可以宣传自己和吕洞宾的特殊关系，在神道的支持下，统治一方。他建的金殿被另一个巡抚搬往别处。清初吴三桂“平西”平到云南，重建了现存的一座。纯铜铸成的殿，大理石砌成的基，所谓玉阶金殿。平西王也算是一个王，难免一般帝王俗癖，因此这个玉阶金殿也就是在这个小王国所能设想的富丽堂皇的构思下造成的一个方围十余米、高6.5米的建筑。铜结构重200吨，是一个难度颇大的铸造工程。花纹、雕刻无足观。神像矮胖，神情呆板。但是这位北方之神来到南方护法排场不小（下属有马、赵、温、岳四元帅，还有灵光帝君、瘟神杨仁、风伯、雨师、雷神、闪电、龟、蛇二将，以及哪吒、杨戬），当是当年督抚衙门在神道世界的翻版。进驻太和宫，真武玄君并没有保住第二代平西王的宝座。这些神的存在，倒是随着历史的脚步从神道归位到了文化：一片建筑雕塑，花影山光，楹联书画，还有历代游人的遗迹。

金殿的题匾对联，也和殿本身一样，吉利和媚神的辞多了一些。但偏旁一屋挂着不起眼的一对：

铁笛无声，知音者忠言贯耳
黄粱未熟，睡着的切莫翻身

作者白云山不知何许人，壬戌年书于北京。壬戌是1982年或1922年。

金殿佳处在数树茶花，“山茶按谱甲于滇”，所谓“树头吞火”，差足形容。古今诗人到昆明留下不少咏茶佳叶。今年此地春寒较晚，茶花延到现在盛开。是“东君解令春寒晚，留得山茶待客开”。好容易来一趟云南，错过茶花就可惜了。

出金殿后到黑龙潭。潭在龙泉山下，有龙泉观。观内唐梅、宋柏，是当地人所谓“龙潭四绝”之二。院子里除了茶花，还有明梅，明紫薇，前人种花后人赏，但都不在开花时节，只得摩娑枝干，期以他日了。

唐梅老态龙钟，颇枯槁。但是宋柏却郁郁苍苍，拔地而起，遮盖了半个院子。仰头叹赏间，李利联想起他曾在赴延安路上，经黄陵所见古柏，相传是轩辕所种，乍一看“大可十围，高入云霄”。他说得有声

有色，使我觉得眼前这一棵大树似正是黄陵风格，在四周楼观衬托下，显得苍劲雄伟。又想起了杜甫写的古柏：“霜皮溜雨四十围，黛色参天二千尺”，令人感到了“一飞冲天”、从扎根处盘旋而上的一股英雄际会的豪情！盘桓间，只见院子里游人来去，步履匆忙；也有停下来拍照的，大多数拿茶花做背景；有一个学生模样的青年靠着栏杆，对着这“龙潭一绝”伸臂握笔，在目测，是写生，很专注。我不期然想起了几年前的一则诗评，说杜甫这两句诗把柏树写成一个细瘦模样，不成比例！这话很“权威气”，想忘却没有忘。此时我忽然特别希望看看这位画家怎么着笔，但是他好像正尽量在缩小自己、避开人流的目光，也就不好去增加他的分心了。

龙泉观门楼，颇壮丽，但观内建筑乏整理，有的住家什物东堆西放，与院子里草树花木颇不调和，据说十年内乱中此地破坏得最厉害，这些“劫灰”，是到了该清理的时候了！

黑龙潭有两汪水，一桥之隔，一边是清潭，一边是浑潭，应该也可算一奇。不知是不是某种污染，如今清潭颇浑，而浑潭更浑。游人赏花者多，观潭的少。观中一付对联集唐人诗句：“荷风送香气，竹露滴清响”，“山光悦鸟性，潭影清人心”。已引不起一丝共鸣！

从黑龙潭驱车回城，经圆通动物园，高衡告诉我昨天“三八”妇女节，此地樱花盛开，游人数万，园内外，都挤得水泄不通。我们怀着戒心走进大门。今天节日已过，已不是“有女如云”了，但是青年人三五成群，中年人带着孩子，来赏花、来拍照、来看动物，摩肩接踵，依然热闹异常。登石级间，仰首忽见一片红光，云蒸霞蔚，不觉加速脚步，到跟前只见夹道两排海棠，枝干相交、繁花簇拥，成为一条红的甬道直伸到远处，嫩红世界中红男绿女，亭亭款款，好一幅青春图画！

动物园内动物也只平常，是樱树林接着海棠林连成了一片红云奇景。到花下拍照的人也和赶集一样，走着喊着，挤着，看着。不过大多数服饰济楚，不少人是足登高履，耳垂明珰。如果和公园门外公路旁赶着牛车，搭着扁担的人群配成一张画，也好像是适才看到的“清潭，浑潭”。距离很近，却好像相差更远了。

这里是螺峰胜地，山上有些游览点，人太多，时间

也太少，只好割爱。我们信步下山到了圆通寺，相传是唐代建筑风格，亭、阁、庭、池，迴廊列盆景名花，正值春城花展，嫣红姹紫，百态千姿。壁间陈列书法，多现代滇国名家手墨。其中元朝杨维桢句一联：

万花敢向雪中出
一树独开天下春

笔力遒劲，堪与诗相匹。庭中老梅虽然过了花期，但霜干横空，想见著花时节龙吐万珠，定非暗香疏影可拟。

寺中大雄宝殿建筑不大，但是雕塑独具风格。一进门两条彩色巨龙盘柱而上，神态如生，刻镂精工。中央如来金身端庄含笑，两旁阿难迦叶慈眉善目，最奇是怒目的金刚虽然相貌狰狞，却雕得叫人看出打心中涌出来的笑意，巨大的身躯向前微欠，像在向进殿的人们说：“佛爷有请”。我国宗教雕塑中艺术巨制很多，但久负盛名的多半是妙处，经别人道破，反而不见其奇。这尊神像却特别使我神往，也许是“少见多怪”吧。同样令我倾心过的只有北京碧云寺门前泥塑哼哈二将，一哼一哈，如闻其声，实在是传神之作，不知十年浩劫中这两位将军遭遇如何，但愿不至于被打倒在地，再踩上几脚”！

艺术家留下来的珍品，使他的精神能与万代知音者相通，艺术的这一点作用是深刻的，人与人之间最真挚的感情，不正是在于“心领神会”吗！真正的艺术往往是朴质无华的，金银珠宝难免带入矫情的富贵。这几身泥塑无疑出自高手，他们是非同一般的民间艺术家。可惜二千年封建年月里他们仅被目为巧匠，靠这些技艺糊口，名湮姓没，使今天的景仰者通过创作和他们对话时，竟不知是谁收下了这一瓣心香！

这些泥塑尽管贴金敷彩，但是造型是含蓄的，佳处在“传神”。曾到巴黎看到米罗的维纳斯，也看到罗丹的杰作，是“开放”的艺术，淋漓尽致，佳处得以“一览众山小”。但是我还是爱我的“泥菩萨”！是平凡的心灵平凡的爱吧！这使我想起了另一个使我难以忘怀的造型。那是小荧才两三岁时，我在上海徐家汇百货商店用二角钱买了一只瓷像：一个少女在穿针。这种像是成批生产的，许多只各有一些不

同，独我挑的一只是佳品。那凝注的神态，真含有无尽温柔。我获此至宝，端端正正供之案头。但不记得是哪一年出差归来，这只像竟跌成碎片！那时小荧很淘气，很可能是她造成的破坏。此后虽然一直留心这样的小瓷像，但看起来都是呆板、造作，再也没有原先那只的“神韵”了。人生懊恼事往往如此！

这都是圆通寺大殿中的塑像引起的回味。以及许多这里没有写出来的联想。许多年来与缪斯隔绝，偶尔放松一下，召回了一丝“绳检之外”的浮力，但也只不过是稍稍一探头，“终不似少年游”！今日圆通寺的一小时、一个“花巷”、一尊塑像、几副对联、几桩往事、几段历史，在心里唤起一丝饥渴感。再想下去，恐怕就要堕入伤感了。所幸在百花丛中却看到一幅百分之百务实的对联：

勤学如春起之苗，不见其增，日有所长
辍学如磨刀之石，不见其损，日有所亏

实在没有想到这竟是陶渊明撰的对子。高衡认为风格不像，可能是张冠李戴。但我宁可相信它真的出自这位“好读书不求甚解”的诗人，他写下这样的“励志铭”，也一定是为了怕不慎坠入伤感的。

陶渊明是田园诗人，大家都知道他不慕荣利，写诗主要是为了“自娱”。不过至少有两位大诗人持不同的看法（他们是宋代的辛弃疾和清代的龚自珍），甚至拿他和诸葛亮相比。兴许他们从极其淡泊的诗篇中读出了背后的“励志”？其实，陶渊明著作大部分是“忘怀得失”，但也有“猛志常在”，两者都是“有志者”的选择。而没有“励志”就不会有所需要的学识支撑，也就不会有“诗人陶渊明”了。这种道理说的是“人生”，但是社会的演化（在一定意义上，是许许多多“人生”的总和）应当也是这样。其实，不论是谁，只要是活着就要面临“未来的挑战”。“未来”处于“未知界”里，和“现在”之间隔了个“过程”。从“长程”到“短程”，从国家、社会，战争、和平，……，到生、老、病、死，应试、求婚，……，到诸如星期天带孩子去动物园，……，有所作为的人时刻都会在给自己的长长短短的“未来”出问题。虽然所遇不可“预



知”（出门堵不堵车？考题答得出吗？星球大战打不打？……），但都允许预测、可以期望、可以争取。对进取者来说，进取就是“励志”，“励志”就“日有所长”。也有无所作为的，一心一意、或糊里糊涂地寄托于他人，寄托于“站队”、看风势；寄托于“命运”、鬼神，于是“不见其损”而“日有所亏”！……这些当然都是老生常谈（很抱歉）！可是这回是从陶渊明这位极其淡泊的人的“非常谈”谈起的。只怕多少年还会再谈下去。

正想着，不觉就跨进了大殿的门槛，三世佛正含

着微笑俯视众生。佛龛前一迭“有求必应”的缎幅，白发老妪带着幼童在磕头、进香。跟着进入“槛内”的一群俊男靓女们，很自然地汇入了老者的行列，跪拜如仪，虔诚得体。我顿然觉得这里香烟缭绕之中空间好像在升浮，时间好像在融化。这多少给了人一点意外。但是天色已晚，要想的就只好留到回家路上再想了！

回到家后也还没有想好，就把这副对联抄了一遍，在“日有所长”和“日有所亏”后面各打三个惊叹号，寄给了家乡学校的一位当老师的朋友。

瀚海行

（1990年）

（《院士诗抄》，上海科技教育出版社，2001年）

十年动乱过后，紫金山天文台决定开展毫米波天文研究，配置直径13.7米毫米波望远镜。毫米波天文观测需要极其干燥的大气条件，为此紫金山天文台到青藏高原勘察，选在青海柴达木盆地。1980年当时78岁高龄的张钰哲台长率队到现场定址，最后选定在海西州德令哈市东的野马滩。1990年观测站建成，开始投入“分子天文学”研究。作者为此曾四次到青海，因作《瀚海行》记所历，并及旅中所感。

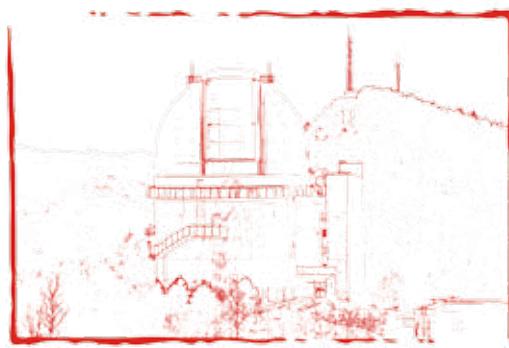
西出湟源千里行 山浪徐舒草色青
山路迤逦溯湟水 斜挂天梯水浅清⁽¹⁾
左凭右靠天梯绝 遥见双亭擎日月
日月山上会风云 当年文成宝镜分
俯瞰游龙贯青藏 至今人道解放军⁽²⁾
山旋路转景色殊 平铺绿锦足画图
群帝联翩驾素翮 上托青天戏白日
千里层云压层山 蔚蓝湛紫弄奇谲⁽³⁾
莽原天际接昆仑 抱中一泓水潾潾

疑是王母返瑶池 西行至此遗罗巾
青鸟将雏时来去 似向人间集诗句⁽⁴⁾
我欲高咏愧岑高 得意忘言空自豪
风骚从来由情性 谁唱今朝塞外歌⁽⁵⁾
西过茶卡临大漠 万里无人风索索
长记五十年代间 支边健儿情踊跃
渐见城镇起绿洲 农牧工矿初开拓
我车长驱如脱兔 我心如席卷喜怒⁽⁶⁾
昔随钰师视台址 纵横仆仆海西路
海西佳气接金陵 野马滩头业共树
为使观天镜更明 不辞荒原同朝暮
十年胼胝终有成 分子天文欣举步⁽⁷⁾
青眼高歌属众彦⁽⁸⁾ 颖脱先登薄珠履⁽⁹⁾
待看冲霄蛇作龙 不令过江橘成枳⁽¹⁰⁾
白头更爱花簇锦 携手黄昏访闹市
喜闻近年政策施 工商农牧泽兼被
琳琅货列千金价 家殷户实千金累
录像厅多斗色财 青工学童趋若蚊

自古文化征盛衰
最念文盲法盲多
勿为鱼鳖丧钱流⁽¹⁾
归来明月满中庭
荡漾如涌瀚海潮
列车坎坎返京华
同车可可西里客
无人区中历三月
攀岩涉雪探资源
隔床珠海特区人
萍水相逢人三代
十年改革岁月新
深知开放贵自强
隔江遥望虎门烟
前贤浩气凛犹存
于今国步尚艰难
由来徒法难自行
夜阑思绪转车轮
日出昆仑展山川
秉笔起为瀚海行

忧从中来难自己
等是中华好儿女
愿得春风沐桃李
流光悠悠逝不止
海潮心潮落复起
隐约潮声犹在耳
面目黧黑须如矢
海拔高越五千米
默默以身献科技⁽²⁾
翩翩年少一经理
语多慷慨杂忧喜
欲书当罄洛阳纸⁽³⁾
取其精华去渣滓
为创新篇应知史
苟利国家生死以⁽⁴⁾
共济同舟首遵纪
仁者力行勇知耻⁽⁵⁾
远及汉唐近欧美
江河日夜奋万里
爰供采风贡筐篚

(1) 四句溯源水往西，先平坦后陡峭，越走越高。(2) “左凭右靠”六句：日月山上建有“日月双亭”，相传文成公主至此摔碎宝镜；解放初期解放军到此修筑青藏公路。(3) “山旋路转”六句：前两句，过日月山后一片高原平野；中间两句，状风起云涌；后两句，层云压山，黛（dàn）蓝—墨蓝，湛紫—深紫，云隙日光照到山上时的颜色变幻。(4) “莽原”六句：青海湖远望像高原上一方罗帕，湖上多水鸟，想象为西王母派来的青鸟。(5) 岑高：岑参，高适，唐代边塞诗人；“得意忘言”，出自《庄子·外物篇》：“言者所以在意，得意而忘言”。(6) 《诗经·邶风·柏舟》“我心匪席，不可卷也”。(7) “昔随钰师”八句：见诗题小序。(8) 杜甫诗：“青眼高歌望吾子”。(9) 《史记·平原君传》载平原君客都穿着珠履。(10) 《晏子春秋》故事中说：“橘生淮南则为橘，生于淮北则为枳，叶徒相似，其味实不同。”(11) 友人李作健句。(12) “同车”六句：1990年青海可可西里“无人区”考察队正好这时考察归来。(13) 《晋书·文苑传》载左思著《三都赋》，时人竞相传写，洛阳为之纸贵。(14) “隔江……”四句：珠海隔江虎门为林则徐焚烟处；“苟利国家生死以，岂因祸福避趋之”，林则徐诗句。(15) 《孟子·离娄》：“徒善不足以为政，徒法不足以自行”；《中庸》：“好学近乎智，力行近乎仁，知耻近乎勇”。





中学时期掠影

——小记林仰秀老师

(《我的中学时代》，福建教育出版社，1999年)

我的“中学时期”正是抗日战争时期。学校从福建海边迁到了贵州山上。和当时许多流亡学校一样，学习、生活都很艰苦。这艰苦大部分压在老师们身上。学生们肩上没有担子，很快就适应了。算是“少年不识愁滋味”吧！现在我和几个同学谈起这一段时间，觉得这一搬迁也不是都没有好处。比如说，老师们比以前亲了。还有，校规也不像先前那么紧了。

我是1936年考进马尾海军学校的，那时13岁，正念初二。同一届考取的100人，都在这个年龄段。我们从全国各地到南京。考场设在海军部。当时的海军部长陈绍宽自己来监考，一个个面试。录取后，100人就由一艘军舰从南京直接送到了马尾。

马尾海军学校的学制平均八年。头五、六年没有寒暑假。是一种高强度的集中培训。后几年按不同专业，或到舰艇，或到工厂，老师们跟着。用现在的话来说，用的是一种“理论联系实际”的教学。

马尾现在是福建省的一个经济特区。海军学校在抗日战争中已被夷为平地。前几年回福建，曾到过马尾，旧址一带一片繁华，学校的痕迹已不复存在。想起就是在那地方头一回进校时，看到了那门特别大，一抬头是“海军学校”四个大字，心中骤然一热。当时我们100人走进这道门，就带着我们的“中学时期”走进了一个封闭得很紧但过后却让人感到亲切的世界。

马尾海军学校的前身是左宗棠、沈葆桢创办的船政学堂。他们是晚清洋务派中的佼佼者。造军舰、建海军从办学堂开始，是他们“师夷长技以制夷”的一桩大举措。学堂仿英、法模式，聘英、法教习，选拔“学童”强化训练。沈葆桢抓得很紧，第一届毕业生中就出了一批栋梁之材：有甲午战争中英勇殉国的好几位战将，有我国近代史中的大学者严复，还有大工

程师魏瀚，稍后还有詹天佑。到了民国，船政学堂的一部分改称为海军学校。我入学时距左宗棠创办已经70年。但学制基本上没有变。教习虽然早已不用洋人，但是校长、训育主任、学监、队长等各级校领导，以及一些专业课的教官，都是从本校毕业、并留学过英国的。课程上，数、理、化、英语、世界历史……以及所有的专业课，用的都是英文教材。这可能是洋教习时期留下来的做作、便于“师夷长技”吧！我入学的年代，出国留学已成为学界风尚，洋人到中国办学也已很流行。对于许多有识之士，特别是当时的许多留学生，“师夷长技以制夷”这个提出已经近百年的目标，在他们心中往往还是极其认真而且强烈的。我印象里我们学校的老师们看起来虽然都有些“洋”，但他们都有这种传统的气质。特别是那时的学监、队长们属“留英少壮派”，有一股英国绅士派头，但这一代人在抗日战争中作战都很英勇。在学校，他们是校务的执行官和校纪的维护人，军装笔挺，在我们这些新生面前威而不猛。和他们朝夕相处，大家都有几分敬畏，但并不觉得亲。现在记得起的和他们打交道的事不多。除了一件，就是犯纪律的时候要被叫到办公室，严重些的要打手心。十三四岁是淘气的年龄，无法不挨打。同学们经常交流“挨手板”的经验，对于如何减痛还有许多创造。那时吕叔奋老师担任队长，他执法时总是蜻蜓点水。我们到现在都还记得那时的他。

海军学校已经消失，全不给将来的考古学家们留一点机会。但我闭上眼还是能够看到它的大操场。在当时13岁的我的眼里，这操场比我原先的中学里的不知道大多少倍。比起宿舍呵、教室呵、病房呵、小卖部呵什么的印象要深得多。上体育课时，操场上田、

径、球类，器械可以一起上。据说福建省的省级运动会都可以在这里开。当然，13岁孩子眼里的世界是夸大的。但使我不忘怀的却不是因为它大，而更多地是因为它联系到了一位老师，我们的体育老师——林仰秀。

我自幼体弱，体育一直是弱项。入学后的一次测验，百米跑了近20秒。林老师讲究因材施教。我们100名同学中有几个体育天赋特高。像官明，田径、球类样样领先。有一回他学起撑竿跳来，这对于十三四岁的孩子确实不简单。林老师为他支起了架子，沙坑里添了好多沙。他跟林老师学握竿、助跑、撑跳、转身……，试了几回就一下子如雏燕凌空，一翻身过了横竿，一撒手，人落下来把沙坑杵了一个大洞！还有李作健，篮球、足球、田径都很了得。高班同学投镖枪时他也投，人小枪长，投得还满远。也许我自己体育不行，就特别羡慕人家运动员。对这些轶事都很在心。成了一个“体育爱好者”。但是作为体育课的学生却是一个“差生”。林老师有教无类，不嫌弃“差生”，跟对其他同学一样对待我。结果我的百米略有进步，勉强及格。“大球”我打不动，就打乒乓球。班级比赛时还得到过名次。我留意到，林老师对所有的体育项目都有研究。都能根据每个人、每种运动、每个动作的情况点拨到点子上。他每次示范都很投入，动作准确，而且优美。据说在福州体育界他很有些名气，说他排球的水平特别高。林老师长身猿臂，打球时目光既凝重又机警。那时的排球是9人制，林老师能够发好几种球，有时飘、有时狠。中排跳起扣球尤其凶猛，可谓一锤千钧！尽管如此，我们都总觉得林老师一直在教打球，从不演示球技。他从不讲究现在人们讲的那种“包装”。根本不“包装”。穿一件有些褪色的运动服在操场上忙着。每逢比赛篮球或排球时，他总是让他的助手拎着一桶石灰，他自己围着球场用小簸箕抄出石灰划边界线。他一面退着走、一面轻轻抖动簸箕，地上就跟着出现一条粗细适度、又直又准的白色边线。我们都很欣赏林老师划的线。这些事很琐碎。但事隔60年居然都没有忘记。

我们入学的第二年日寇发动了侵华战争。学校疏散到了福州附近的鼓山。山上的涌泉寺是一方名刹。一部分殿堂暂时用作宿舍、教室。操场却无可代替。

那时林老师带我们“越野”。每天早起从山上跑步到山下，然后再跑回来。

不久后敌人的飞机来骚扰福州。学校决定西迁。最初从福建辗转到了湖南。在湘潭安顿了一下。“长沙大火”时湖南告急，就又接着往西移。最终落脚在贵州桐梓。桐梓是夜郎古国所在地，当时很闭塞。学校在那里租了一个大户人家的大院——金家楼作为流亡校址。西迁时我们一百个同学散掉了一部分。到桐梓后连同上一届的同学总共余下一百多人，分四个班。在金家楼，四个班的教室都比较宽敞。白天上课，晚上点豆油灯自习。宿舍每间住几十个人，很挤。

在金家楼，学校里的活动空间比原先小了几十倍，加上老师们现在和学生一样，都离开了家庭，又都和学生住得很近，这些就使得老师和学生在课余时间有了接触。而在学校搬迁中共同经历的许多磨难，又使得这种接触增添了感情色彩。同样重要的是：我们这一班同学已经从一批毛毛糙糙的十三、四岁的孩子，变成一群开始热衷于了解自我、认识世界、探讨人生、追求理想的十五六岁的少年！

金家楼楼前的空地虽然不大，但还容纳得下一百多名学生早晨在这里升旗、操练。后来又安上了几副双杠、单杠。但是这个院子最大的功能却是提供了一个课余活动的场所。学生们三、五成群，随意找个地方读报、谈天、下棋。不知什么时候开始，有的老师也参加进来了。又不知什么时候开始，和林老师下棋成了一个常规节目。

当几位象棋爱好者发现林老师的棋艺非常高明之后，许多同学就经常央着林老师下棋。同学们很多人以为一方，七嘴八舌，林老师微笑着，以一当十，稳若泰山。同学们要求林老师让子，林老师有时让两个马，有时让一个马。但他总是赢。不知什么时候，我从观战、到参战，到了时而坐下来代表大家和林老师对垒。有一回，我和几个同学忽然悟到了什么，就问林老师：您让了马，可是您的车一下子就活跃了，是不是反而占了便宜？林老师听后显然很高兴。他告诉我们，下棋争的是“先手”。他就用这让掉一只马的开局来给我们演示了抢占先手。在这之后，林老师和我们几个下棋时就不再给我们让子了。他说“靠让子赢棋不会有出息，下不出好棋”。但他却允许我



们“悔棋”，而且“悔”得很彻底，错在哪一步就“悔”到哪一步。这样，我和几个“棋友”很快地就成了“真正的象棋爱好者”。

林老师能够背很多棋谱。他给我们讲过几种开局，有时还摆残局，“奇局共赏”。我们喜欢听他讲“棋经”。遇到好棋，他一边讲，一边示范。有人说他是一个“棋迷”（这个“迷”指的是对自己的爱好到了“爱不忍释”的程度，与那种只管对别人起哄或捧场的“狂热（Fan）”没有共同之处）。据说他在福州时，棋王谢侠逊摆棋谱，手谈一局索费很高。林老师只要有时间，就从不放过这手谈的机会。林老师相信与高手对弈是提高棋艺的最佳途径。人们说他那时常把棋局画出来贴在蚊帐顶上，躺下睡觉时还盯着琢磨。这种专注，可以说是使业余爱好进入到一种极致的境界。在我们眼里，这种专注和他那种在体育教学中进入到极致的敬业精神，很自然地统一到了他的透明、朴实、学而不厌、诲人不倦的师表人格中。

我们和林老师下棋的时间其实并不长。日常只有晚自习之前的一个钟头，而这时间里其他的事又很多。尽管如此，我们几个“象棋爱好者”却认为这是我们入学以来收获最大的“一门课”。学得最自觉，应用得也最快。我们当时自我感觉极佳，觉得许多体会既新鲜、又重要，例如体会到了下棋要争先手，却不能急功近利，功夫要放在眼观全局、伺机而发；体会到了要讲究谋略，出手一着都要先算好了下面的好几招……今天回过头来看，这些固然都只是“棋艺入门”，道理很简单。但是和一切道理一样，讲了不等于是懂了，而懂了也不等于是体会到了，或者说是成了“自己的”了。我们经过林老师的循循善诱，跟他对局、反复应用，一点点、一点点地把这些变成了“自己的”。

多年后我发现，现代社会的三百六十行中，棋类原来归属于体育。这样说来，当年我们的体育课在失去了马尾的大操场之后，却在桐梓小院里的棋盘上得到了一定的补偿。

如今我已经五十多年没有机会用心下棋了，“象棋爱好者”的牌子，连同当年的体会，都已经随着棋艺的生疏而淡入往昔。只有当时对这些体会的感悟还潜留在记忆里，并时而拨动心弦的共振。这并不奇

怪。因为体会往往只是属于一时一事，而感悟则属于人生。

让我们引一段《孟子》：“仁者如射”，孟子说，“射者正已而后发。发而不中（zhòng），不怨胜己者，反求诸己而已矣！”引这一段是因为孟子说的也是体育运动——射箭比赛。他从射箭的技巧和态度的体会，得到了对“仁”的人生感悟。在儒家，“仁”代表了最高的人生修养。

仿《孟子》的语气，我们或许可以说：“智者如弈，弈者谋定而后发，不急功利。发而不胜，不尤人，不要(yāo)让，反求诸己而已矣！”这是我们在“下棋入门”时期的一点感悟。当时十五六岁，正是开始了解自我、认识世界、探讨人生、追求理想的时期。这个时期的感悟总是难以忘怀的。直到现在，人生道路上一些所感所触，往往会不期然地拨动起这跨越年代的共鸣。这在数十年的科海生涯中曾有许多事例：最经常的如屡次被动地或主动地“急功近利”，然后痛定思痛之际，就会浮出诸如“智者如弈……”的反思。最近有一种说法，使六十岁左右的科技人员失去在科研和培养上公平竞争的权利，以此“为年轻人让路”以达到“科技年轻化”的目的。实际上，论精力与创造力，年轻者青出于蓝，本属自然规律，只要有一个公平竞争的环境，完全无须让路。而对于暂时还需要让路者，则不如引导其“退求诸己”，为达到青出于蓝而奋斗。科学建设上，不但要后起者“当仁不让其师”，也要为师者“当仁不让弟子”，好充当后继者的“靶牌”。只有这样，才能够真正地造就后秀，做到“科技实力的年轻化”。每逢这样的事，我就会情不自禁地想起林老师当时断然不赞成我们“靠让子赢棋，……”，想起他引导我们在和他的对弈中提高棋艺。当年的“一课象棋”使我们几个少年心目中原属极普通的棋戏，升华为引人入胜、甚至于足以感悟人生的棋艺。在这个转变过程里，体现在林老师身上的师德也是令人难忘的。

在桐梓，体育课照旧没有间断。不过需要走出校门，利用当地一所中学的操场。场地当然不能和马尾的大操场相比。不过篮球场很规整，保养得也好。于是各个班里自由结合，成立了许多篮球队，在体育课中开赛，每学期都很频繁。一两年过去，各地迁到桐

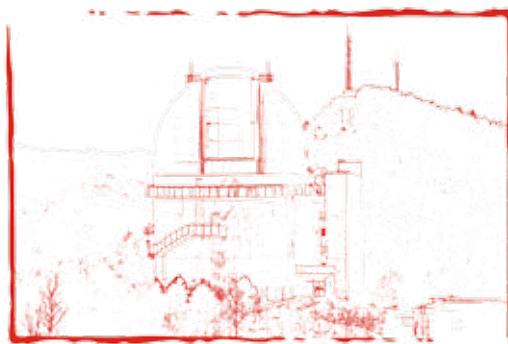
梓的单位多了，学校对外的比赛也多了起来。在班上，体育我仍然落在最后，而“体育爱好”则仍然名列前茅。对我来说，这个时期的体育活动，除篮球外已经没有留下什么印象。而篮球赛事中印象最深的莫过于林金铨的崛起。林金铨是同班同学中个子最小的。早些年大家都没有注意到他的体育天赋。这时他忽然迷上了篮球。清早、中午、傍晚，凡是可以利用的时间他都用在练球上。比赛中他穿梭于双方高个子肘下、游刃有余。后来他加入了校队，发展了一个绝招：在球场中线处远投，命中率绝不低于80%。他在后场拿到球，运两下，到中线左侧的一个偏僻位置上，突然出手，球走过一个很高的弧线，唰一下穿过篮圈。那时候看他远投，简直是一种美的享受！今天篮球比赛规则中有三分球，那时还没有，但我想他这球至少应当记五分！

这时林老师已经离开海军学校。体育基本上只剩下篮球了。在海军学校，体育老师是文官编制，不属

“留英少壮派”。关于林老师的离开当时就有好几种说法，现在更难考证。那一阵子傍晚在院子里，大家常说起林老师。许多事都是我先前不知道的。如他在福州时的“棋迷”轶事；许多同学说，林老师夜里常到我们学生宿舍替踢掉被子的同学盖上被子；还有人说林老师的珠算技术非常高。这他从没有在学校里“露过一手”。但我信。因为这非常符合他的风格。

五十年代有的同学到福州，曾经打听过林老师，但没有找到。林老师现在该已九十多岁了。我有时候想，马尾大操场、金家楼院子里那些小故事，会不会有时能在同一时刻拨动他的、和我们心中的共振？

1936年同时考进马尾海军学校的一百名同学，多年来分处海峡两岸。今天有五十六人仍保持着互相联系。人们常说“往事如烟”。我认为这是错觉。好些往事的精魂都好端端地呆在时间烟雾的后面。你可以像打电话一样，拨号机就在你的心中。号码拨对了，电话就通了。





壁画命名答黎文、赵以霞

黎文、赵以霞同志：

壁画的名称我觉得“天行健”三个字可能合适。我把想到的说一说，供您们选择时参考。

这出自《周易》八卦中第一卦，乾卦的系辞——“天行健，君子以自强不息”。易为六经之首，是我国古代的哲学经典。八卦按儒家正统的说法为伏羲所创，系辞是周公对每个卦所作的说明。乾坤对应于天地，即“大自然”。乾代表大自然的规律、法则，坤代表大自然的功能。坤的系辞为：“地势坤，君子以厚德载物”。这些是周易所阐发的宇宙观的纲领。在我国传统文化中居重要地位。几千年来传诵、引用至广。直到今天也是如此。例如清华大学就用以为校训（？）；许多人用它起名字。如当代名画家贺天健，古生物学家斯行健等。

孔子为系辞作传，提出“乾知大始，坤作成物”，“知”，是对自然的认知，“大”，含有整体的观点，“始”，是统一、起源，含有发展的观点。宋代儒学大师朱熹指出“天行健”着重在“天行”，即自然界不息的运动，“健”是“天德之刚”，表现出保持运动的动

力。人效法自然，就应当“自强不息”。

画家想表达的“日恒”，已包含在“天行健”之中。但“天”字比“日”字更确切，“健”不但包含了“恒”，而且表现了力，而“行”——运转，表现了生生不息的动态，超出了“恒”。同样“天衍”的“衍”（展延或满溢的意思）也不及“行健”。

更重要的是“天行健”三字有着厚实的文化底蕴，所代表的宇宙观联系到了我们民族的优良文化传统。画中大幅度奔放的红色焰群表达了“行健”，衬托出核心位置代表着“天”的、青到发白的浑沌的深度。可谓“切题”。当然这不会就是创作的原意，但至少它允许用这样一类的想象的“见仁见智”。

我对哲学和艺术都谈不上研究，只是凭感觉说些外行话，算是“知无不言”，但望对您们有一些参考价值。

祝好！

王绶琯

2004年11月15日



中关村诗社的一次活动（左二：孙克定，第一任社长；左三：王绶琯，第二任社长；左一，许国志，第三任社长）

卷四
老牛新哞集



老岳平反，治煥自南回，
南深老伯示诗属和，敬书一百二十言
(1978年)

(《当代科学家诗文选》电子工业出版社 2002)

一九七六年	山崩天柱折
魔怪恣翩跹	神州瀕喋血
十月劲风生	一扫云天洁
万夫振臂呼	四凶瓮中鳖 ⁽¹⁾
长征令再颁	动地歌声彻
拨乱及往人	沉冤亦得雪
老父雪沉冤	悲喜中肠结
安排劳父执	行礼如仪节
亲故满堂前	洒泪哀乐咽
盖棺论则定	承志唯许国
语多意未了	絮絮忘昏晓
感慨及生平	劳劳问亲友
甚愧丈人真	甚感丈人厚 ⁽²⁾
开箧书一篇	饷我诗百首
上写日月明	下抒云山秀
细吟齿颊香	遐思风渺渺
游龙矫长空	霞烟生户牖
愧我学之无 ⁽³⁾	吟哦复何有
彩笔疑见迫 ⁽⁴⁾	缪斯弃我久 ⁽⁵⁾
安得蹑云踪	思如陶谢手 ⁽⁶⁾
爱情管城兄 ⁽⁷⁾	续貂不自丑 ⁽⁸⁾

(1) 1976年主要国家领导人相继去世，“四人帮”准备叛乱，被一举扑灭。古代传说舜流放“四凶”，这里借以指“四人帮”。(2)这两句引自杜甫诗。(3)“略识之无”，意谓粗通文墨。(4)用江郎才尽——江淹梦见神人讨回彩笔，才思顿减的故事。(5)缪斯：希腊神话中的文艺女神。(6)杜甫句：“安得思如陶谢手”。“陶谢”指陶潜、谢灵运。(7)管城子：笔的拟人称谓。(8)用“狗尾续貂”典。

浪淘沙·家乡刊物《科学与文化》

索稿赋赠

(1981年)

十载涌沉渣 ⁽¹⁾
大浪淘沙
八闽儿女遍天涯
携手长征路上并
建我邦家
窥管老京华 ⁽²⁾
且住为佳 ⁽³⁾
好风吹梦过仙霞
喜看三山翠色展 ⁽⁴⁾
万点春花

(1) “文化大革命”十年。(2) “以管窥天”，借以指天文研究。(3) 《晋人帖》：“寒食近，且住为佳耳”。(4) 三山：福州城中有闽王山，乌石山，千山，故亦称“三山”。

探雅来聚临别题赠新书一卷寄江涛

(1982年4月)

灯前儿女说磨山 ⁽¹⁾	窗外停云带月看 ⁽²⁾
一卷赠君重携手	乘槎此夜会天关 ⁽³⁾

(1)早岁客英伦，与江涛相从甚欢，同事天文研究。探雅，江涛三女，来聚数月。“磨山”——Mill Hill，伦敦大学天文台所在地。(2)陶潜《停云诗序》：“停云，思亲友也……”，这里句中用“停云”语义双关。(3)天关：中国古星座名（也是星名），在著名的“蟹状星云”（我国宋代发现的超新星的遗迹）附近。江涛曾下工夫研究过。

北京天文馆建馆廿五周年

(1982年)

运仪演天象 远溯汉平子⁽¹⁾
瑞轮连漏滴 天球行中轨⁽²⁾
日月出其中 星汉出其里⁽³⁾
策驷探津溟⁽⁴⁾ 万象陈尺咫
往事涌霞烟 后秀绍前贤
今朝天文馆 首都一珠悬
巨穹拱西阙 宏厅事宣传
星空恣驰骋 倏忽亿光年⁽⁵⁾
工农兵学政 观者日盈千
昔闻三代上 人人皆知天⁽⁶⁾
尧舜宜复起 共看百花研

(1) 张衡，字平子，东汉时期伟大天文学家。他制造的“漏水转浑天仪”是一座演示天象的仪器。(2) 张衡把天球仪（古称“浑象”）的转轴用齿轮系统和计时的漏壶连起来，漏壶滴水推动天球仪均匀地每天转一周，以演示星辰运转。(3) 曹操诗：“日月之行，若出其中，星汉灿烂，若出其里”。(4) “津溟”，据王先谦注：“天然气也”。(5) 光年：光在真空中传播1年的距离，是天文学上的长度单位。(6) 顾炎武语。

马尾船政创办百廿周年纪念

(1986年)

储材制械马江东⁽¹⁾ 树蕙滋兰左沈功⁽²⁾
海沸东陲多死士⁽³⁾ 风开西学有文宗⁽⁴⁾
南疆管钥今殊昔 万国衣冠绿映红
回首云烟今十纪⁽⁵⁾ 会当破浪乘长风⁽⁶⁾

(1) 左宗棠首办船政，沈葆桢在总理船政大臣任上陈练兵、筹饷、制械、储材、游学、持久六事。(2) 《离骚》：“余既滋兰之九畹兮，又树蕙之百亩”，喻培植人才。(3) 甲午战争中战将多船政学堂毕业生。死士：死节之士。(4) 严复，船政学堂第一期毕业。詹天佑留美回来后亦毕业于船政学堂。(5) 古代以十二年为一纪。(6) 南朝宗悫：“愿乘

长风破万里浪。”

屯溪二绝句

1987年夏聚会屯溪，同侪登黄山，未往，独步屯溪镇即景。

奇山远望碧云收 黄帝丹成黄鹤愁⁽¹⁾
细雨老桥古镇夕⁽²⁾ 洗衣人散水悠悠

岂怕登山怕旧游 新安江畔老街头⁽³⁾
人生几度十年梦 梦里黄山愿少留⁽⁴⁾

(1) 黄山素称天下第一奇山，传说黄帝在此炼丹，因而得名。(2) 时住古镇老大桥边。(3) 屯溪老街为“宋城”，保存完好。城在新安江、率水、横江汇合处。(4) 第一次到黄山在十年前，再前的十年为“文化大革命”。

江苏科技出版社十周年

(1988年)

巍巍钟山巅⁽¹⁾ 浩浩震泽阳⁽²⁾
十年树一木⁽³⁾ 新松千尺长⁽⁴⁾
风流高格调⁽⁵⁾ 金薤垂琳琅⁽⁶⁾
寄语长征客 采撷莫彷徨

(1) 南京紫金山，又称钟山。(2) 震泽：太湖古名。(3) 用“十年树木”意。(4) 杜甫诗：“新松恨不长千尺”。(5) 用唐人诗句。(6) 韩愈句。

相见欢二首 寄小暮君

1987年11月，日本京都与小暮智一教授小聚，同谒周恩来诗碑。归成小令二首，并寄小暮君。

人生几度秋寒 问岚山
彩凤成灰一羽寄东寰
石解语 泪如雨 梦方阑



空令补天妙手解连环

清秋日丽长空 石玲珑

携手嵐山相对两苍松

天欲语 云来去 月朦胧

何日夜光美酒话重逢⁽¹⁾

(1) 小暮君家宴，出夜光杯进酒相款。

国事；“乌骓”句：项羽被困垓下事；昭陵六骏：唐太宗事。(5)引自王昌龄诗“秦时明月汉时关”，意谓同一个明月见证了古今历史历程。(6)杜甫诗：“安得壮士挽天河，洗净甲兵长不用”，端起天上的银河把甲兵冲洗干净。这里说把阻碍改革的旧观念冲刷掉。(7)千金市骏骨：战国燕昭王事。(8)王良：古代良御。(9)谚语：“路遥知马力，日久见人心”。(10)“乘黄”一种名马。(11)曹操诗：“老骥伏枥，志在千里。”

沁园春·赋午年

(1989年)

(《当代科学家诗文选》，电子工业出版社，2002年)

己巳岁暮，克定同志属赋迎新。入夜风号，如万骑临窗。因赋午年，兼呈克定同志。⁽¹⁾

岁换京华 万里扶摇⁽²⁾ 地籁入窗⁽³⁾

似穆王八骏 歌哀黄竹

渔阳铁骑 梦破霓裳

白马传经 乌骓载恨

望断昭陵六骕骦⁽⁴⁾

情何极

对秦时明月 共我徊徨⁽⁵⁾

谁堪砥柱苍茫 赖力挽天河改革章⁽⁶⁾

愿千金市骨 燕台在筑⁽⁷⁾

王良摄辔 进退徜徉⁽⁸⁾

日久知心 路遥识力⁽⁹⁾

万匹腾烟奋乘黄⁽¹⁰⁾

风浩荡

有伏枥老骥 耳聾鬚张⁽¹¹⁾

(1)通篇用马的故事是仿辛弃疾咏琵琶。辛咏琵琶，通篇用古今琵琶故事把历史汇聚到眼前。(2)扶摇：自下向上卷的狂风，《庄子·逍遥游》：“抟扶摇而上者九万里”。(3)地籁：大风吹过的响声，见《庄子·齐物论》。(4)这七句写的是有关马的故事。八骏、黄竹：周穆王事；“渔阳”两句：唐代安史之乱事；白马驮经：东汉佛经首次传入中

缅怀竺老

竺可桢先生诞辰一百周年敬献

(1990年3月7日)

(《院士诗抄》，上海科技教育出版社，2001年)

物候贯千载 禹迹穷八荒⁽¹⁾

科坛标铁汉 学宇沐春光⁽²⁾

海纳百川大 壁立千仞刚⁽³⁾

浩茫极仰望 一瓣荐心香

(1)“物候”两句：竺可桢先生研究物候学，考据资料远及古代文献，近及日常记录；竺老主持综合考察工作，行迹遍及全国，到过除西藏外所有边远地区。禹迹：大禹治水足迹所及，借指全中国的疆域。八荒：八方荒远之地。

(2)“科坛”两句：竺老平生耿直刚正，但对学生、后辈则呵护备至。(3)“海纳”两句：林则徐联：“海纳百川有容乃大，壁立千仞无欲则刚。”前句应“学宇”，后句应“科坛”。

重过金陵，暮归，次唐稚松先生韵

(1990年)

梦逐春江月魄回 云间微睇怯秦淮

市门艳接乌衣巷⁽¹⁾ 花雨烟销烈士台⁽²⁾

问讯梅园春小驻⁽³⁾ 寻踪古渡晚归来⁽⁴⁾

蓝桥幸结三生约⁽⁵⁾ 珍重莫愁莫浪哀⁽⁶⁾

卷四 · 老牛新哞集

(1) 东晋时期，乌衣巷多高官宅第。(2) 雨花台：历代多英烈史迹，新中国建立后在此兴建烈士陵园。(3) 梅园新村：1946年~1947年周恩来率中共代表团驻地。(4) 桃叶渡：王献之送别桃叶处，借喻情人话别，期待重逢。(5) 《太平广记》记裴航在蓝桥遇到仙女云英，订三生约。(6) 南齐时洛阳女子莫愁远嫁江东，居湖滨，湖因而名莫愁。

晨眺

(1990年)

几点晨星回旧盼 万家晓梦散烟霞
觉来天地宽如许 照眼秋光碧无涯

望月怀闽中诸友

(1990年)

(《当代科学家诗文选》电子工业出版社 2002)

楼外高楼光闪烁 云中仙子步生尘⁽¹⁾
相随不厌风霜冷 镜里山河近八闽⁽²⁾

(1) 云在移，彷佛月在走。步生尘：曹植《洛神赋》：“凌波微步，罗袜生尘。”(2) 望着月就好像跟着她，久久地（不厌风霜）看月面上的影子像是镜面上反射出远处的八闽山川。

北京师范大学天文系三十周年集会

赋并呈冯克嘉先生

(1990年)

慷慨当年万鼓鸣⁽¹⁾ 天文设帐几书生⁽²⁾
恂恂唯策勤精进 汲汲非关禄利名⁽³⁾
桃李不言舒锦绣⁽⁴⁾ 风云有意护峥嵘⁽⁵⁾
今朝共尽三杯酒 帷幕同舟风雨情

(1) 当年值“大跃进”运动。(2) 设帐：办学。(3) 恂恂：谦

恭谨慎；汲汲：心情急切；“勤、精、进”，佛家语。
(4) 桃李：常用以喻所培养的人才。又“桃李不言，下自成蹊”，古谚，意谓桃李花开，用不着说话，自然就吸引了许多人，以至于树下都形成了一条路了。见《史记 李将军列传》。(5) 峥嵘：突出不凡，如“头角峥嵘”。

黄帝陵古柏

(1991年)

(《当代科学家诗文选》，电子工业出版社，2002年)

黄帝乘龙去未还⁽¹⁾ 独留古柏在人间⁽²⁾
根通地脉河山壮 干托天章牛斗寒⁽³⁾
层甲裂铜铭风雨 清阴含秀护芝兰⁽⁴⁾
千秋手泽动思慕⁽⁵⁾ 皇祖威灵我欲攀

(1) 《史记 封禅书》载“有龙垂胡髯下迎黄帝，黄帝上骑，……龙乃上去”。(2) 相传桥山黄帝陵古柏为黄帝手种。(3) 天章：分布在天空中的日月星辰。苏轼诗：“手抉云汉分天章”。(4) 这两句写：树皮铭刻着风风雨雨（历史痕迹），树阴保护着香草芝兰（“芝兰玉树”喻优秀的年轻一代，见《世说新语》）。(5) 手泽：手汗所沾润，指先人遗物。(6) “皇祖”句引自邱逢甲诗。

“四·五”十六周年祭二首

缅怀周恩来总理

(1992年)

(《当代科学家诗文选》，电子工业出版社，2002年)

竟绝苍生望 骤惊天柱倾⁽¹⁾
漫天花涌雪⁽²⁾ 寰宇泪凝星⁽³⁾
功业千秋论 安危一代萦
心香人十忆 默献又清明

清明暮雨满长安 凤鸟当年此涅槃⁽⁴⁾
十万繁灯皆泪眼 凤兮凤兮何未还



(1) 天柱：古神话中支天之柱。(2) 1976年4月5日（清明节）百万群众在天安门悼念周恩来总理，白花如雪铺满广场。(3) 周总理逝世，哀悼遍及世界各地。(4) 埃及神话：凤凰浴火再生。郭沫若《女神》中引用为“凤凰涅槃”。

过昭君家

（1992年）

（《当代科学家诗文选》，电子工业出版社，2002年）

王嫱，字昭君，汉元帝宫女。是古代传说中最美的美人之一。因为美而未受宠却被嫁到匈奴“和蕃”，她的身世一直成为历代诗人喜欢吟咏的材料。大多数被用来抒发作者自己怀才不遇的感慨。到现代，她则常常被描写为讲民族政策为睦邻献身的典范。其实她只是一个被迫入宫、皇帝连一眼都没有工夫看一看的弱女子。但是从她拒绝行贿以及有一个传说中说她听到匈奴求婚，奋袂请行的举动，表明她是一个在重重压力下人格鲜明、不愿同流合污的刚烈女性。本篇试图从这个视角来写“王昭君这个人”。

昔别父母去 ⁽¹⁾	血结玉壶冰
今辞汉宫阙	琵琶万里行
汉官日似岁 ⁽²⁾	乡梦织难成
千门春不度	毛寿竟营营
纏鞬羊车客	按图恣荒淫
狐媚所不齿	幸全冰雪清
闻道穹庐主	挥弓万骑鸣
驰突阴山小	叱咤天地惊
微躯当玉帛	岂谓惜恩情
委身随之去	驼背终此生
去去勿复念	琵琶咽无声
事去千年速	驱车循往程
草短野原阔	风高日月晶
谁吟汾上曲	兰秀菊有英 ⁽³⁾
我来酌杯酒	灵风送芳馨
清靄蛾眉隐	缓辔浮云轻 ⁽⁴⁾
情多天亦老 ⁽⁵⁾	恨永家长青 ⁽⁶⁾
俯仰歌今古	四望泪如倾

(1) 开头四句：昭君出塞远行，想起了当年被迫入宫离家远行的情景：一路上装到瓶子里的眼泪都化成了血。这本是别人的故事，但用在昭君也合适。出塞时奏琵琶伴行的，也不是昭君，但自古以来就是她的故事了。(2) “汉宫”十八句：描述昭君出塞时回忆入宫后的处境和心理活动。

“羊车”是晋武帝坐着羊车在后宫里转，羊停在哪里当晚就在哪里过夜的事，汉元帝按图选美的荒唐程度也和这差不多，就不计年代先后，套用了；“当玉帛”的意思是和玉帛一样当作礼物使用。写昭君想象匈奴单于威武英俊，但回头一想自己不过是被当礼物送出去罢了。(3) “汾上曲”二句：汉武帝在汾水上吟的《秋风辞》里的句：“兰有秀兮菊有芳，思佳人兮不能忘”。(4) 这两句：眉月、浮云，是想象中和昭君交流。(5) 李贺诗：“天若有情天亦老”。(6) 王昭君死后葬在匈奴，墓在今呼和浩特西南。古代民间相传塞外草白，昭君冢独青。

登金山岭长城戚继光点兵台

（1994年）

点将台高碧草鲜	朝来爽气下幽燕 ⁽¹⁾
云开故垒纵横地	人立雄风浩荡天 ⁽²⁾
千古长城伤自毁	万金虚牝苦难填 ⁽³⁾
平倭戚帅威灵在	说与今朝众少年

(1) 《世说新语》载王献之语：“西山朝来，致有爽气。”(2) 宋玉《风赋》：“此所谓大王之雄风也。”吕延济注：“谓雄骏之风也。”(3) 韩愈诗：“可怜无益费精神，有似黄金掷虚牝。”“牝（pìn）”喻溪谷。虚牝——空谷。

新疆行

1994年7月承新疆自治区盛情邀请，访问十日，感受良多。因赋柏梁体十五韵（汉武帝作柏梁台，群臣联句赋七言诗，每句用韵）。

（《当代科学家诗文选》，电子工业出版社，2002年）

天半神龙降莽原 左盘右踞三宝盆⁽¹⁾
千载黄沙日月昏 一朝解放转乾坤
开山辟地勘资源 山蕴地藏世无伦
我来喜听兴疆论 指点山河气欲吞
十三民族根连根 瓜甜酒冽主情醇
天工开物科技尊 降龙引凤待诸昆
他日俊彦咸来奔 要谱阳关新三巡
浩荡春风入玉门⁽²⁾

(1) 三宝盆：新疆三大盆地资源丰富；(2) “阳关”二句：
从来西北荒凉，所谓“春风不度玉门关”。古代出塞，唱
“阳关三叠”，充满着西出阳关一片荒凉之感。这里说待
新疆建设好了，春风将反过来吹进玉门关。

附：

从未走远（和寄女）

王荧

（2011年1月15日）

爸爸
我不再是那个幼小的Mi—Mi
心里头
渐渐长大的翅膀
给了我飞翔的意识；
外面的世界就像阵阵气浪
把那翅膀推得
更高更高……
让我翱翔

寄女

（1993年）

我走到了很远很远的地方
忽然间，我知道你离我还是多么近
你还是我幼小的Mi-Mi

而当我牵着你的小手
你却离我而去了

你离我而去了
我能够赠给你什么

微笑嘴角的辛酸
泪珠中心的血滴

夕阳
匆匆地走向世界的另一端
苍老的古树却踮起脚站在山头
挥着他长长的臂膀

爸爸
你可知道
我的心里一直有一条带子
它的一头
在我的腰间；
另一头
就放在你的手里
忽紧忽松间
你可有感到过？

爸爸
你的白发多了
带子就打了结；
你的脊背弯了
我的腰间便缠成了叠——
现在
我的手又牵到你的手了
我还是你幼小的Mi—Mi呀
她从未走远

写给父亲八十八岁寿辰



秋至，金陵即兴五首

(1995年)

八代繁华歇 秦淮歌舞新
夜深淮上月 还照秦淮人⁽¹⁾

人共湖光老 诗入故国秋
青山如有思 含笑对莫愁⁽²⁾

怀古登天保 孤鸿去不归
长城伤自毁 甘露不胜悲⁽³⁾

半亩凉风起 满庭扫叶声
梦从秋意冷 影带月痕清⁽⁴⁾

一代兴亡史 几缕民族魂
金陵风雨夕 独忆李香君⁽⁵⁾

(1) 南京历史上曾经是六朝首都，现在加上太平天国和中华民国共八个朝代在此建都。(2) 莫愁湖在南京水西门外，南齐时洛阳少女莫愁远嫁江南，居此湖畔。(3) 太平天国事。天保城俯瞰南京，清军曾据此指挥攻城。“孤鸿”以下三句：石达开离去，洪秀全自毁长城，最后失败（被困不思振作，以至于食“甘露”）。(4) 清初画家诗人龚贤隐居清凉山，园中栽竹种花，号半亩园。尝作僧人扫叶图，扫叶楼因而得名。(5)《桃花扇》故事。

写在病房里的一个黄昏

(1995年)

拉开窗帘
让进来一捧斜照
挤开了满屋的
空寂

傍晚的楼房们
探着头
一个挨着一个

红着脸
黑洞洞的窗户眨着眼睛

如此漠然的眼神
我第一次尝到一种撕心裂肺的
漠然的关切

是一个非常辛苦的梦：
我在爬着一个永远爬不尽的楼梯

啊！
你在哪里？

我知道楼房脚底下原先是一片田野
那里曾经出没着庄稼的精灵
指指划划
一棵挨着一棵
驾着风和没心没肺的孩子们一起
一天到晚笑笑闹闹
到夜里，谁那么小心地裹起了一片片声音
摁不住的虫鸣
这里一叽，那里一喳
每一颗土粒都有了自己的一圈生命

然后有一天
轰隆隆一大阵翻腾压得严严实实
再一层套上一层分割得密不透气
我知道那里还会有无数锁不住的青春

啊你！

我从来没有找寻过你
因为我从来没有失去过你
我从来没有意识过你的存在
因此我从来没有忘记你

我知道往常的日子会按例奔进往常
田野的尽头
是雾海

雾海里浮着圆咕隆的太阳
莫不是?
你!

红扑扑的脸
对着我
对着你
盯着看楼房的身影向着远方淡下去——
淡下去
无际拖长

我知道那边也会是一个世界
然而这一刻
我知道
全世界都已经凝进了星光一点
就挂在窗眉上

1996年德令哈中秋过一夕

杂咏四首

夜气洪荒合 银河拍浪轻
何人挥素袂 拂散一天星

此生同此夜 烟波万里寒
袅袅彩蟾下 相思双玉盘⁽¹⁾

大漠清秋月 琼楼次第开
星娥如有意 共赴宇航来

哦，我知道
这将是永远的寻求
你生存在永久的寻求里
因为你从不曾逗留
所以你永久在寻求中存在

啊——你!

1997年3月9日漠河日全食

(1997年)

嫦娥相约漠河天 巧掩日轮一发间⁽¹⁾
借来夜色三分驻⁽²⁾ 捧出华光一冕悬⁽³⁾
争赴奇观携老幼 疾探瞬相运玑璇⁽⁴⁾
北陲报语京城会 雪漠初花发丑年⁽⁵⁾

闻李景禧先生辞世
(1996年)

相逢常恨晚 促膝每论文
一席开茅塞⁽¹⁾ 五车富典坟⁽²⁾
人生如赴市 尘海失招魂⁽³⁾
漠漠飞鸿没 苍茫唤不闻

(1) 这次日全食发生在我国北方边境，漠河恰好处在全食带内。这想象为约定了嫦娥（月亮）按时到漠河“一发之间”掩住了太阳，形成日全食。(2) 日全食时日轮被遮，好像夜色降临。这次漠河全食时间长达两分多钟（约三分钟）。(3) 全食时可以看到太阳周围的“日冕”，这是日全食观测的主要目的之一。(4) 璜玑为古代天文观测仪器。借以喻这次日食的仪器。(5) 北京正在开全国人大和政协两个会（当时请了假来参加日食观测）。

(1) 道理想不通，好像心里被茅草塞住，一席话一下子给打开了（“茅塞顿开”）。(2)《庄子 天下》：“惠施多方，其书五车”，形容博学；“三坟五典”，传说中我国最古的书籍。孙楚《登楼赋》：“谈三坟而咏五典。”(3) 招魂：古代丧礼。



寿叶叔华同志七十

(1997年)

中华女十杰 天地一长虹⁽¹⁾
画虎皆成虎⁽²⁾ 好龙能驭龙⁽³⁾
张网极毫忽⁽⁴⁾ 创业贯穿通
稀古重开步 同舟竞雨风

(1) 叶叔华从事天文地球动力学，卓有建树。这是一门天文学与地学交叉的学科。(2) 东汉马援告诫他的侄子凡事宁可保守一点，不要“画虎不成反类犬”。这里反过来，说是选择了进取，虎画成了。(3) 用叶公好龙的典故，但不单是好龙，而且能驭龙。(4) 指“甚长基线干涉仪”等观测网。毫忽，非常细微的长度单位，借以指极其精确的时间及距离。

旅中闻泽宗兄手术成功， 欣慰之余赋寄二绝句

(1997年)

天赐华佗诛二竖⁽¹⁾ 苍天有眼眷斯文⁽²⁾
车声入梦敲命运⁽³⁾ 一缕清弦拨乱云

浮世过从交似水⁽⁴⁾ 华章争诵气成云⁽⁵⁾
小园吟罢香盈握 寄与维摩共日曛⁽⁶⁾

(1) 华佗，东汉末名医；《左传 成公十年》载鲁公病得很厉害，梦见了作为疾病的化身的“二竖”（两个小孩）。(2) 《论语 子罕》记孔子受到匡人的威胁时说的话：“天之未丧斯文也，匡人其如予何”。(3) 贝多芬第五交响曲又称《命运交响曲》。(4) 引用“君子之交淡若水”。(5) 龚自珍句：“胸中灵气欲成云”。(6) 《维摩经》载维摩诘生病，后世诗文中多以维摩喻病者；“曛”：日暮，这里喻晚年。

中国大百科全书出版社二十周年

——即景怀姜椿芳前辈因感龚定庵春泥名句

(1998年)

廿年光景蔚烟霞 阖苑奇葩次第齐⁽¹⁾
细雨微风怀姜老 更凭春讯化春泥⁽²⁾

(1) 《中国大百科全书》七十四卷于二十年中出齐了。(2) 姜老首先建议出版我国百科全书，并为其实现鞠躬尽力；“落红不是无情物 化作春泥更护花”——龚定庵句。

人 生

(1999年)

人生百味迷甘苦 弱水三千尽一瓢⁽¹⁾
牛角两尖探宇宙 象牙一塔隐云霄
余温覆圃宜新秀 累岁穷经倦解嘲⁽²⁾
偶醉寻诗逢故我 相将一笑共扶摇⁽³⁾

(1) “弱水”句：神话中环绕昆仑山的水流，流遍“三千”世界。《红楼梦》贾宝玉：“任凭弱水三千我只取一瓢饮。”(2)解嘲：扬雄尝作《解嘲赋》自解。(3)扶摇：自下向上卷起的大风。见庄子《逍遥游》：“鹏之徙于南冥也……抟扶摇而上者九万里。”

西江月·寄友

(2001年)

盛世弦歌袅袅⁽¹⁾ 人生聚散纷纷
友直友谅友多闻⁽²⁾ 望极山高水远⁽³⁾

学士几场春梦⁽⁴⁾ 先生一晌桃源⁽⁵⁾
夕阳好在近黄昏⁽⁶⁾ 人道廉颇能饭⁽⁷⁾

(1)、(2)弦歌、友直：均见《论语》。(3)山高水远：“高山流水”故事，喻知音。(4)苏东坡曾任翰林学士，遇到一个

卷四·老牛新哞集

老妇人对他说：“内翰昔日富贵，一场春梦耳。”(5)陶潜自号五柳先生，著《桃花源记》。(6)李商隐诗：“夕阳无限好，只是近黄昏。”(7)廉颇老时故事见《史记 廉颇蔺相如列传》，赵王想起用廉颇，派使者去看他，廉颇“为之一饭斗米，肉十斤，被甲上马，……”；辛弃疾词：“凭谁问，廉颇老矣，尚能饭否？”

钱临照先生铜像落成

(合肥 2000年)

闻风常自励⁽¹⁾ 仲岁叩门墙⁽²⁾
德重高山仰 学敷沧海量
怜才劳援臂 忧国热中肠
徒倚音容近⁽³⁾ 风清河汉长

(1)早岁在海外，同学间盛传钱先生高风亮节。(2)1957年吴有训先生介绍，首次得见到钱先生。“文革”后钱先生在中国科技大学创建天体物理中心，受邀参与，始能更多得到先生教导。(3)徒倚：流连不去。

西江月·赠诗友

(2001年)

眼倦登场作秀 心系闭户雕虫
诗多好少古今同⁽¹⁾ 不废高吟浅诵
南顾常怀泰果⁽²⁾ 西行稍近莎翁⁽³⁾
灵犀万点一脉通⁽⁴⁾ 千古欢哀与共

(1)“诗多好的少”，郭沫若语。(2)印度诗人泰戈尔。(3)莎士比亚。(4)李商隐诗：“心有灵犀一点通”。

读许国志先生诗词集⁽¹⁾

(2002年)

相知何必旧⁽²⁾ 结社在桑榆⁽³⁾
敏捷诗千首⁽⁴⁾ 抑场散万珠
抒怀云织锦 见性月临湖⁽⁵⁾
冉冉迴金阙⁽⁶⁾ 依依下绿芜

(1)许国志先生离开我们已经半载，中关村诗社社友们集先生生平所做诗词付梓。(2)引陶潜诗句。(3)中关村诗社多数社员为老年科学家和离退休管理干部。桑榆：落日余晖照在桑树榆树上，喻老年时光。(4)引杜甫赞李白的诗句。(5)见性：佛家语。(6)金阙：道家谓天上有黄金阙、白玉京，群仙所居。

南乡子·我国儿童教育先驱者陈鹤琴先生诞辰一百一十周年

(2002年)

五四奋中流 风雨陈陶共一舟⁽¹⁾
活教育人先稚幼⁽²⁾
悠悠
一注甘泉润九州
遗范烛心头 笃志终生孺子牛
唯爱与仁为不朽
回眸
粪土当年万户侯⁽³⁾

(1)五四时期，陶行知、陈鹤琴首倡少年儿童教育改革，研究并实践“活教育”，奋斗终生不渝。(2)陈鹤琴工作侧重幼儿。(3)引用毛泽东句。



过夔门

(2002年)

夔门天下险	拔地屯风云
日月行侧步	蛟龙出成群 ⁽¹⁾
孙刘空霸气 ⁽²⁾	李杜有雄文 ⁽³⁾
千载一回望	箫剑两纷纭 ⁽⁴⁾

(1) 头四句：长江自夔门入瞿塘峡，云生雾涌，日月却步，蛟龙骤起。(2) 三国时孙刘争战，刘备兵败退到白帝城（秦时在此置巴郡，汉公孙述更名白帝城，唐改夔州）。(3) 杜甫滞夔逾三年，名篇巨制，达到一个高潮；李白“朝辞白帝彩云间”名句脍炙人口至今。(4) 龚自珍常以箫和剑喻对自然和对人事的感应，此处借用。

寄江涛

(2003年)

去岁涛邀扬州小聚，江和伉俪见寄瘦西湖合影。忽忽春至，因赋寄涛兼简江和、桂鑫同志。

维扬处处种相思	一缕箫声入梦微
梦里南风宜解愠 ⁽¹⁾	春来西子可胜衣 ⁽²⁾
名都缱绻夕阳好	往事缤纷旧雨迷 ⁽³⁾
白发童心金不换	放歌还似少年时

(1) “梦里”两句说思念，后四句说所忆。《孔子家语》：“舜作五弦琴歌曰：‘南风之薰兮，可以解吾民之愠兮；……’”。(2) 杭州的“西湖比西子”，扬州瘦西湖的风格当可拟为“西子不胜衣”。(3) 旧雨：杜甫《秋述》：“常时车马之客，旧雨来，新雨不来”，后人取其义为故人来探之情。

《中国大百科全书》七十四卷

全部出齐十周年

(2003年)

记二十四年前始创，因感“百科精神”，缅怀椿芳姜老创业诸前辈，辄赋志敬，并贺。

阆苑花开十度秋	芳菲四溢一回眸
为陈万象供津渡 ⁽¹⁾	欲纳须弥入芥舟 ⁽²⁾
大典全书殊旧贯 ⁽³⁾	纶巾羽扇运新筹 ⁽⁴⁾
百科创出精神健	浩浩江河万古流 ⁽⁵⁾

(1) 大百科全书把“万象”陈列出来提供引导（津渡）。(2) 《维摩诘经》：“以须弥之高广，内芥子中。”借以谓百科知识好比须弥山那么广，要纳入芥子那么小的全书里。(3) 《永乐大典》，《四库全书》是我国总揽知识类型的巨制，但这次与此不同（殊于旧贯）。(4) 纶巾羽扇常用以形容儒将风度，这里借以形容姜老等前辈。(5) 用杜甫句：“不废江河万古流”。

老书新读 寄作健、徐炎兄

(2003年)

金屋玉颜皆可抛 ⁽¹⁾	奇文再赏胜新潮
无弦指上寻真趣 ⁽²⁾	空谷音中辨故交 ⁽³⁾
句外神情鱼饮水 ⁽⁴⁾	行间天籁凤还巢 ⁽⁵⁾
无须潇洒夸金谷 ⁽⁶⁾	且自糊涂对板桥 ⁽⁷⁾

(1) 旧时谚语：“书中自有黄金屋，书中自有颜如玉。”(2) 弹“无弦琴”，陶潜事。(3) 空谷足音：《庄子徐无鬼》：“夫逃空谷者，……闻人足音，跫然而喜矣。”(4) 用“如鱼饮水，冷暖自知”意。(5) 天籁：出于自然的音响（见《庄子》），后用以喻诗歌得自然之趣者。凤还巢：曲名，这里借以喻过去领略过的意境又回来了。(6) 晋石崇建金谷园，在此集会游宴赋诗。石崇是历史上最大的“大款”之一。(7) 郑板桥“难得糊涂”横披今日已家喻户晓。

细雨信步

(2004年)

珠帘开细雨 信步趁微风
径出深虚外 诗存薄醉中
神游皆故土⁽¹⁾ 心到即还童
归路海棠暮 脍脂脉脉红⁽²⁾

(1) 神游：思感所历。这里说思想感情所到的地方都像是自己的故乡。(2) 宋陈与义诗：“海棠不惜胭脂色，独立濛濛细雨中”。

春游

(2004年)

春风开百谷 鸟唱动千山
日气浮空暖 花脂染地斑
小手拉大手⁽¹⁾ 白发映红颜
且共飞光转 云天自在闲

(1) 中国科协为发动科学家关心青少年，倡导“大手拉小手”活动。我们认为在效果上同样体现了“小手拉大手”。这里用作双关语。

二零零四年中秋 时年八十一

(2004年)

人生几度共中秋 等待戈多白了头⁽¹⁾
酒入柔肠儿女泪⁽²⁾ 歌因旧梦日月浮
桂魂香溅吴刚斧⁽³⁾ 凤管音系萧史楼⁽⁴⁾
醉里容光殊未老 会看银汉奋中流⁽⁵⁾

(1) 《等待戈多》是塞缪尔·贝克特的荒诞剧。“戈多”是剧中虚构人物，象征某种希望、期待。两个流浪者等待着戈多，含有生命中深刻的彷徨和无限的执著。戈多等不来，却无休止地等下去。(2) 套用范仲淹名句“酒入愁肠，化作相思泪”。(3) 唐段成式《酉阳杂俎》载：“月

中有桂，……高五百丈，下有一人，姓吴名刚，常斫之，树创随合。”想望中桂树的“香魂”若即若离，吴刚一斧头一斧头无休止地砍，砍开了、“溅”到了，但是“创随合”，似徒劳、但却执著！也是一个“等待戈多”！(4) 《列仙传》载箫史善吹箫，秦穆公把女儿弄玉嫁给他。他教弄玉吹箫，“作凤鸣，……，凤凰来止于屋。”穆公为他们建了“凤台”。后来这对夫妇随着凤凰飞去。(5) 此时正为一个天文项目的建议努力。

西江月·贺彭桓武先生九秩大寿

(2005年)

才盛悬河泻水⁽¹⁾ 功高飞阁凌烟⁽²⁾
明霞织就夕阳天 九十风华正健

海纳川流不息⁽³⁾ 蹤成桃李无言⁽⁴⁾
学人风骨代相传 一注春波潋滟⁽⁵⁾

(1) “悬河写水，注而不竭”，语出《世说新语·赏誉篇》。(2) 唐太宗作凌烟阁，画开国功臣图像于其上；彭先生为“两弹一星”元勋。(3) 林则徐句：“海纳百川，有容乃大”。(4) “桃李不言，下自成蹊”，《史记·李将军列传》引谚语。(5) 濡滟：水满相连之貌。苏轼句：“水光潋滟晴方好”。

贺李元兄八十华诞 及从事天文科普六十年

(2005年)

天上李元星下凡⁽¹⁾ 科普载誉满科坛
箧中图象集珍品 笔底乾坤蔚壮观
风传雨润历五纪⁽²⁾ 李元壮心殊未已
请看今朝八十翁 高歌不让十八童
八十八爱好同 相携天馆说天穹

(1) 1998年国际天文联合会批准命名6741号小行星为“李元



星”。(2)一纪为十二年，李元从事天文科普今年整六十年。

题 照

(2005年)

沁园春·2005年仲秋偕煥到杭州 与永乐叶明小聚

把臂端详 几许风霜
青眼犹初⁽¹⁾
数悠悠岁月 成功遂意
翩翩儿女 合璧联珠⁽²⁾
十里清香 半生往事
促膝芳园话舅姑⁽³⁾
晴方好⁽⁴⁾
且扁舟共品 今日西湖

正邪冰炭非虚⁽⁵⁾
记劫后乾坤气象殊
念岳遗一塋 青山有幸
秦传万世 白铁何辜⁽⁶⁾
龙井问茶 西泠读印
丽影仙踪景物苏⁽⁷⁾
波潋滟⁽⁴⁾
看飞来五百 罗汉新庐⁽⁸⁾

(1)晋代阮籍对他不顺眼的人用“白眼”看，对他喜欢的人则用“青眼”。这三句说见面时握着对方的手臂端详着，容貌是经历了几许风霜，但对视的“青眼”则仍还和当初一样。(2)这四句，前两句说他们工作、生活都很顺利，后两句说佳儿俊女，珠联璧合。(3)园里一片桂花清香，坐在一起聊半生往事，老舅、老姑、老姨……。(4)苏东波西湖名句：“湖光潋滟晴方好，……”。(5)沙孟海题岳坟句：“正邪自古同冰炭，……”。(6)岳坟一副名联：“青山有幸埋忠骨 白铁无辜铸佞臣”。十年浩劫后乾坤又“正”过来了。岳留下一座坟，是这个国家的骄傲，而秦却一代代传下来，该费多少“白铁”来应付！(7)丽影——苏小小墓，仙踪——苏堤。(8)灵隐寺新修罗汉堂，供五百尊铜铸罗汉。宗教题材，艺术上则颇具时代特色。这本是原所期望，但乍一看却好像感到了故事里当年人们面对飞来峰时的心情。

探宇宙之无穷
识盈虚之有数⁽¹⁾
惟自胜以自强⁽²⁾
洵知足以为富⁽³⁾
乐兰蕙之芳菲⁽⁴⁾
登阆风而作赋⁽⁵⁾

(1)王勃《滕王阁赋》：“天高地迥，觉宇宙之无穷，兴尽悲来，识盈虚之有数”。这里抛去原意，借来说自家情怀。(2)、(3)《老子》：“自胜者强”，“知足者富”。(4)《离骚》：“余既滋兰之九畹兮，又树蕙之百亩”。用以喻培植新秀。(5)阆风：神话中的山名，在昆仑之上。见《离骚》。

读巴金《随想集》随想

(2006年3月)

历史老人岂健忘
战场看了看官场
人心不足蛇吞象
世道离奇佛跳墙⁽¹⁾
百代文明渝粪溷
十年狐鼠恣疯狂
巴金绝笔于随想
鲁迅有灵可彷徨

(1)福建名菜“佛跳墙”。传说有一个叫化子把历次乞讨来的剩菜都倒到钵里、藏在一个庙的墙根上。大殿上的大佛闻到了菜味实在太香了，忍不住就跳过墙来把它吃了。

寿刻东生先生

(2006年5月7日草)

跬步宁辞陇阪长⁽¹⁾

夕晖浩荡应朝阳

幸邻健翮栖嘉树

如坐清涟沐远香⁽²⁾

五纪神州添禹迹⁽³⁾

百年科宇探尧章⁽⁴⁾

高原阿母倾箱箧⁽⁵⁾

南极老人应寿昌⁽⁶⁾

划一梭闪电

混沌里一瞥神龙

如屈

欲伸

力拔山——

迸出来千古一声啸

风乍起

纷至沓来

有无数无数飞天展袖

红乱旋

一刹间火牛四突

鹰击兔、乔丹灌篮

万鼓鸣

天花四散

飘——

一万缕彩虹沉淀

光摇曳

抖开了吴冠中的画卷

草如茵

月华流泻

溶进了这山山水水

观 舞

(2006年5月27日)

满天空风雷蓄势

远古注下的沉默

宇宙深处

卷一绺旋涡悠然升起

袅袅

有箫声隐约

鼓沉吟

长烟一空——

灯

微漾

夜

无声

抚摩着这一扇扇静静静静的涟漪

睡莲

开了

(1) 意谓充满信心在辽阔的黄土高原上一步一步地行进。

《大戴礼记·劝学》：“不积跬步，无以致千里”；

张衡《四愁诗》：“我所思兮在汉阳，欲往从之陇阪长……”。(2) 这一联头一句欣与相处，后一句慕其为人；宋周敦颐《爱莲说》称赞莲为“花之君子”，说：

“予独爱莲之出淤泥而不染，濯清涟而不妖，……香远益清，亭亭净植，……”。(3) 五纪为六十年；谓地质勘察到了夏禹没有到过的地方。(4) 意为一辈子到科学殿堂探讨兴国之道。(5) 刘东生先生曾说黄土高原：“这斑驳层层的黄土剖面，像是脸上布满皱纹的老奶奶给自己的儿女讲述家庭的历史一样，滔滔不绝地告诉你过去250万年来所发生的事情：……”；“倾箱倒箧”，喻掏出心窝讲心里话（出自《世说新语》）。(6)引用杜甫句。祝福。



赋寄苏定强同志并贺七十

(2006年6月)

嚶嚶出林鸟

顾翮每逡巡

风云幸相接

颉颃共甘辛⁽¹⁾

甘辛殊可念

笑谈结夙因

漫漫求索路⁽³⁾

还倩飞天度⁽⁴⁾

广带络寒星

朝霞冉冉生

(1)嵇康诗：“目送归鸿，手挥五弦”。(2)王羲之《兰亭集序》：“虽世殊事异，所以兴怀，其致一也。”(3)《离骚》：“路漫漫其修远兮，吾将上下而求索。”(4)飞天：敦煌壁画中飞天女神形象。

书生思报国

如君今几人

为学能陷阵⁽²⁾

率性任其真

君言仪器外

演化素所亲⁽³⁾

七十营新圃

寄我一枝春⁽⁴⁾

把笔春在手

千里共良辰

生查子·寄郭传志同志

(2007年)

夜航千里船 欲靠黄金岸

港内百舸繁 岸上千光乱

殷勤导引人 扬炬遥相唤

假我一星明 赴我三生愿

(1)首六句记作者与苏君共事。“嚶嚶”出自《诗 小雅 伐木》：“伐木丁丁，鸟鸣嚶嚶，……嚶其鸣矣，求其友声”；颉颃：鸟上下飞翔状。(2)苏定强院士在天文仪器研究方面成就卓著。这里用“冲锋陷阵”形容他勇于创新。(3)苏自早年即爱好天文学。“演化”指“天体演化”。(4)苏今年七十，最近见告将开讲一门新的课程——与天体演化有关的广义相对论。

妙手

(2007早春)

妙手铸英雄 金银锡铁铜

漫天黄金甲 彻夜红灯笼

梦寐洋洋开眼 时髦古抹胸

千娇同一艳 桃杏嫁东风⁽¹⁾

(1)借宋人张先名句：“沉恨细思、不如桃杏、犹解嫁东风。”

菩萨蛮·登高寄友

(2006年)

行云流水秋如拭

平畴天际朦胧碧

极目送飞鸿⁽¹⁾

兴怀今古同⁽²⁾

浣溪沙·家祥协珍惠赠《星月集》

(2007年3月)

一卷相招星月槎

旧游逐梦到天涯

遥聆琴瑟认君家

玉树芝兰心作圃
颜筋柳骨笔生花
漫天星斗数年华

书贺中国科学院自然科学史研究所
成立五十周年
(2007年)

玉楼春·麻姑
(2007年4月10日)

麻姑一别星如雨
伊甸园开金满树
地球板块合还分
黑洞时空吞不吐

史帆济科海
破浪五十春
同舟皆俊彦
著作多等身
溯源而观变
温故以创新
浩浩烟波渺
乘风更绝尘

生生万事凭谁数
彩凤笙寒蝴蝶舞
生涯前后镜中花⁽¹⁾
世事浮沉凤尾絮

菩萨蛮·重阳
(2007年10月)

(1) 借温庭筠句“照花前后镜，花面交相映”意境：美！捉摸不到，却又反复无穷。

弦歌绕室街声杂
鲈鱼上市莼羹滑
出户忽深秋
惺忪孺子牛

鹊桥仙·席泽宗兄八十
(2007年6月)

通今贯古 钩玄提要
百代天文信史
星宫盛事到心头
化笔底蛟腾凤起

相招青女袖⁽¹⁾
佳节重阳又
素手拭苍冥
山青夕照明⁽²⁾

(1) 青女：神话中的霜神。(2) 叶剑英句：“满目青山夕照明”。

杯茶相对 年光八十
还奏高山流水
一舸科海任生平
得知已一人足矣



玉楼春·奥运火炬传递

(2008年)

钧天奏彻欢乐颂⁽¹⁾

同一地球同一梦

普罗密修御风行⁽²⁾

天上火苗天下送

九垓一炬矫龙凤

溢彩流光腾万众

健儿齐饰女娲天⁽³⁾

还擎五环抛火种

岁月再寄作健

(2008年5月)

岁月善如水⁽¹⁾ 浸淫贮所欣

丹青怜旧雨 富贵等浮云⁽²⁾

闲听老妻嗑 忙夸稚女文

宾来还强饭⁽³⁾ 畏令故人闻

(1)《老子》：“上善若水”；(2)杜甫：“丹青不知老将至，富贵于我如浮云”。又杜甫《秋述》：“常时车马之客，旧雨来，今雨不来”，后取其义以“旧雨”为故人来探之情。(3)《史记：廉颇蔺相如列传》载赵王想起用廉颇，又担心他太老，于是派人先去看看。廉颇知道了后，赵王使者来时，他特地“为之饭斗米……”。

(1)对贝多芬第九交响曲中声乐“欢乐颂”的赞赏遍及环球。然而所本席勒诗作原为“自由颂”，诗人因时势变化，改称之为“欢乐”。“欢乐”不一定包含“自由”，而贝多芬的气质则更倾向于“自由而欢乐”。此曲或当作如是观。(2)满天下送火的普罗密修斯现在自由地撒开脚步了。(3)女娲时期世界大战把天撞塌了一大块，现在补起来了还需要大家装修好。

南风有怀寄作健

(2008年5月)

南风招远眺 天际逐浮云

往景悠悠现 心期脉脉闻

新交鸿一驻 旧好地三分⁽¹⁾

想象兰亭暮 诗成寄右军

(1)1936年进校同学今分处北京、江南、台湾三地。

泰丰楼小聚

(2008年9月)

俞平兄来聚。在京同学杯酒话旧。“527”同窗散处四方，今皆“望九”，历年俞平穿梭造访，情深谊重，因赋《泰丰楼小聚》寄赠。

同窗此世情千缕

来去穿梭恩谊长

快婿佳儿为羽翼

天涯海角接参商

若回总角同锅饭

更约期颐共夜光

瑶池聚散寻常事

南极老人自寿昌⁽¹⁾

(1)杜甫：“南极老人应寿昌”。

秋 暮

(2008年9月)

缸中水暖鱼儿乐
盆里花开四季春
身外浮名羞久假
老来情性转归真
死生姑听聊斋鬼⁽¹⁾
功过何干灶下神
独恨函关音讯渺
舌存齿敝若为唇⁽²⁾

(1) 王渔洋赠蒲松龄诗：“姑妄言之姑听之……”。(2) 传说老子有“舌存齿敝”的训诫名言。然而俗谓“唇亡齿寒”（舌亦寒！），唇是保护牙齿使得以刚柔相济以利于吃饭讲话的。齿敝了！唇何以堪？！

读史有感

(2010年)

九曲黄河九曲情
泰山何重羽何轻⁽¹⁾
千官走马营金屋
万众传歌颂太平
老去空忧天易老
醒来顿觉梦难醒
沧浪还问匹夫责
摸石过河究浊清⁽²⁾

苏定强星命名志庆

(2009年7月)

观天治镜数豪英
不惮画龙善点睛
最擅奇思充武库
常凭独创夺先声
峥嵘风雨同舟日
珍重乒乓双打情
遥问深耕谁作伴
穿梭今对定强星

突骑当年汉帜红
只身珠海引群龙
残星落尽万方曙
遥挂苍茫月一弓

秋日“黄金周”颐和园即兴

(2010年10月2日)

LAMOST 蓝威志感

(2009年11月)

高楼望尽天涯路 众里寻他千百度
消得为他衣带宽 深情无限同舟渡

节趁黄金周 人赛过江鲫
廊迴今古情 舶寄兴亡迹⁽¹⁾
老佛自千秋 义拳拼一击
浮云去复停 高柳笼深碧

(1) 园中长廊画古代民间故事，石船传云代替了当年备战的铁甲舰。



集外集之一 “牛棚” 吟

(作于“文化大革命”期间)

初进“牛棚”

“文化大革命”开始，甚感惶惑。被扫进“牛棚”后这惶惑就塞在肚子里发酵，成了这样的一卷诗，“文革”后凭记忆写下。最初进棚时的第一首就算作这一段“腹中文”之引了。

春愁黯黯锁春光 却笑春光太健忘
无故薄寒侵翠袖⁽¹⁾ 如丝细雨接昏黄
浮云乍掩迷春色 粉蝶初飞怯淡装
桃李不言春意在⁽²⁾ 春风休得任颠狂

(1) 杜甫诗：“天寒翠袖薄，日暮倚修竹”。(2)《史记 李将军列传》：“谚曰：‘桃李不言，下自成蹊’，此言虽小，可以喻大也”。

春 至

东君日夜事飞花 桃李无言饰韶华⁽¹⁾
座上虚延廉颇客⁽²⁾ 街头看卖召平瓜⁽³⁾
漫从楚泽吟芳草⁽⁴⁾ 欲上邓林望日车⁽⁵⁾
天汉分明牛女在 人间何谓误乘槎⁽⁶⁾

(1)《史记 李将军列传》：“桃李不言，下自成蹊”。(2)史载廉颇“失势之时，故客尽去。及复用为将，客又复至”。(3)汉召平本为秦东陵侯，秦亡后，在长安城东种瓜，味甜美，人称“东陵瓜”。(4)屈原的诗里多以芳草喻贤才；被放逐以后，史载他“披发行吟泽畔”。(5)《山海经》神话：“夸父与日逐走，入日，渴欲得饮……道渴而死，弃其杖，化为邓林”。(6)槎：木筏；古代神话中往来天上的木筏。

《大 风》

芒砀赤帝子⁽¹⁾ 挥手制群龙
已竟鲁公礼⁽²⁾ 共传雍齿封⁽³⁾
路遥收骏骨⁽⁴⁾ 鸟尽废良弓⁽⁵⁾
指点江山暮 凭高唱大风⁽⁶⁾

(1) 史载刘邦早年躲避嫌疑曾“亡匿，隐于芒砀山泽岩石之间”；又载他出公差时喝了酒夜行，拔剑斩蛇，接着有人见到一个老姬（神人化身的）夜哭，说是我的儿子是“白帝子”，被“赤帝子”杀了。(2) 刘邦灭了项羽后，以鲁公礼葬之，为发哀，哭之而去。(3)《史记 留侯世家》记刘邦平定了天下，正在封功臣，看到“诸将往往坐沙中语”，张良告诉他这是因为他当了天子，“所封皆所亲爱而所诛者皆生平所仇怨”，所以大家在“相聚谋反”。于是就出了主意把刘邦“平生所憎最甚者”的雍齿首先封侯，消除了众将的疑虑。(4) 战国时燕昭王要招贤，郭隗给他讲了个故事：说是有人要找千里马，派人到产马的地方去却发现马已经死了，于是就用千金把马骨买了回来。这事传开了，就有许多人主动带千里马上门来投奔。(5)《史记 淮阴侯列传》载韩信为刘邦所擒时语：“果若人言，狡兔死，良狗烹（烹），高鸟尽，良弓藏，故国破，谋臣亡，……”。(6) 刘邦得了天下，还乡，自为歌诗曰：“大风起兮尘飞扬，威加海内兮返故乡，……”。

棚 夜

长夜书空诧路难⁽¹⁾ 微风如水晓星残
丹心矢与指天正⁽²⁾ 盛世宁辞唾面乾⁽³⁾
楚泽吟骚兰佩舞⁽⁴⁾ 名山刻史月光寒⁽⁵⁾
麻姑莫道往年事 看取自家镜里颜⁽⁶⁾

(1) 书空：《世说新语》载殷浩被废后，常“书空”（用手指在空中比划）作“咄咄怪事”。(2)《离骚》：“指九天以为正（证）”，意为“上天可证”。(3)《新唐书·娄师德传》说他教人容忍：被人“唾面”也不应当揩干净，而是要让它“自干”。(4)用屈原泽畔行吟事。(5)司马迁著《史记》想要“藏之名山，传之其人”。(6)葛洪《神仙传》说麻姑“貌美丽”，自言“已见东海三次变为桑田”。

浣溪沙十首·牛棚咏史

五十年溯斗争 残雷疏雨夜三更
悠悠大地转无声
几个英雄悲失路 一番儿女学忘情
蛙声四面月微明

当时理解最早的人类出现在五十万年前。

际会风云鱼水情 千年患难越山青
挥师直下姑苏城
半壁山河文种死 一江春水西施沉
钱塘几路怒潮鸣

范蠡和文种辅佐越王勾践，君臣共患难，“十年生聚、十年教训”，终于灭了吴国。功成后勾践说：“孤将与子分国而有之。不然，将加诛于子”。于是范蠡乘舟逃进太湖，文种想退休，被处死；传说越国用美人计派西施到吴王夫差那里，灭吴后却把她装进一个牛皮袋扔到江里去；钱塘江潮传说是伍子胥冤死后不平之气引起的，如此看来怒潮不止是伍子胥一路了。又，词中“沉”字失韵，反复推敲却改不过来。

为问翩翩蝴蝶游 餐风饮露不知愁
却缘何事梦庄周
濠上观鱼情未得 泥中曳尾愿难酬
鵩雏猜意几时休

前阙引用《庄子·齐物论》，说庄周梦见自己是只蝴蝶，结果搞不清是“周之梦为蝴蝶”了还是“蝴蝶之梦为周”；濠上观鱼：《庄子·秋水》载庄子与惠子游于濠梁之上，“庄子曰，倏鱼出游从容，是鱼之乐也。惠子曰，子非鱼，安知鱼之乐。庄子曰，子非我，安知我不知鱼之乐”；“曳尾涂中”：庄子用神龟作比喻，说一只拿来作占卜的神龟已经死了三千年了，楚王“巾笥而藏之庙堂之上”，这只龟宁可死了“留骨而贵”呢还是宁可“生而曳尾于涂中”？“鵩雏”句：李商隐诗：“不知腐鼠成滋味，猜意鵩雏竟未休”，引了庄子的寓言，说鵩（猫头鹰）得到了个死老鼠，怕鵩雏（传说中一种鸾凤）夺了它。

帝业深筹万世功 律繁如雨令如风
长城遥护泰山封
且喜诗书销海内 更收珍丽实关中
赢来一赋阿房宫

秦始皇初并天下，下诏规定：“自今已来，除谥法，朕为始皇帝。后世以计数，二世三世至于万世，传之无穷”；秦始皇统治用严刑峻法。刘邦占领咸阳时与秦人约法三章，说到“父老苦秦苛法久矣，诽谤者族（灭族），偶语者弃市（绞刑），……”；秦始皇筑长城，以防匈奴；封泰山，刻石颂德；焚书坑儒，以愚“黔首”（老百姓）；在咸阳大建宫室，把“所得诸侯美人钟鼓，以充入之”；杜牧《阿房宫赋》总结了这个不可一世的王朝的短暂历史。

彭越横行巨野中 岂曾垓下建奇功
天诛万众尽欢容
一哭冤情甘鼎镬 千秋侠气贯长虹
买丝我欲绣栾公

刘邦联合了韩信、彭越等会师垓下，消灭了项羽，封彭越为梁王。后来借口怀疑谋反，灭了彭越三族，把头砍了挂在洛阳城上，禁止收葬。栾布当时受彭越命出差，回来时就到彭越的头下面汇报工作，“祠（祭）而哭之”。刘邦要烹（烹）栾布。栾布不屈，指责刘邦滥杀功臣。于是刘邦“释布罪，拜为都尉”。“鼎镬”，指“烹”的酷



刑；李贺有一句诗：“买丝绣作平原君”，这里借用了。
(又，史载彭越早年曾在“巨野中为盗”)。

漂母矶头援丈夫 滕公刀下好头颅
天怜国士世间无 灭项兴刘功不赏
解衣推食爱难孤 五湖谁与教乘桴

韩信早年落魄，穷得没有饭吃，江边一个洗衣服的大娘（漂母）曾经接济他；后来他投奔刘邦，没有受到重视，却犯了错误，要砍头，幸亏被夏侯婴（滕公）碰上，保了一条命；后来萧何发现了他，向刘邦推荐，说他是“国士无双”；垓下会师之前，楚汉在拉锯战。韩信当时在齐，兵力强大，举足轻重。一个谋士蒯通出主意劝他脱离刘邦独立，说他“戴震主之威，挟不赏之功（功劳大到没法子赏）”，处境危险，但是韩信感念刘邦待他非常好：“解衣衣我，推食食我”，不忍背叛。最后他还是被软禁、然后谋反、处死。可惜没有人教他像范蠡那样，功成后驾一条船到五湖去避世。桴竹：木筏（《论语》：“乘桴浮于海”）。

刻简窥天勉切磋 少年历遍禹山河
何人遣与慎风波 虎跳龙腾挥彩笔
身残志屈奋悲歌 英雄不朽赖君多

古代史官同时掌管天文；司马迁年轻时为了治史游历了全国大片地区（这里用“禹山河”——“禹贡九州”来形容）；司马迁因为替李陵讲几句公道话，不利于皇帝宠妃的哥哥，被处了宫刑——“身残志屈”。

扰扰胡尘黯帝京 新亭丝管咽无声
清谈未了萧墙倾 莫道东山非远志
终教淝水奋哀兵 伤情老泪落桓筝

东晋时期少数民族占领了当时称为中原的整个北方，朝廷

逃到南方偏安。高官们春秋佳日到新亭雅集，常常相对哭泣；当时统治阶层崇尚清谈，所谓“清谈误国”，同时内讧不断——“祸起萧墙之内”；谢安是当时豪门贵族中的佼佼者，他曾经退隐在东山，不愿出山，《世说新语》载郝隆借着谈到一种叫做“远志”的药草又名为“小草”，用双关语讽刺他说：“处（不出山）则为远志，出则为小草”，可是后来苻坚大兵压境，谢安当时主持政务，在他的组织领导下打了大胜仗——著名的“淝水之战”。“哀兵”见《老子》：“抗兵相若，哀者胜矣”；谢安晚年遭到小人谗毁，《晋书》载桓伊为之不平，一次宴会上在皇帝面前，“伊抚筝而歌怨诗曰：‘为君既不易，为臣良独难，忠信事不显，乃有见疑患……’，声节慷慨，俯仰可观，安泣下沾衿”。

五柳宅前草披离 停云望极故人稀
种桑江上惜寒衣 好在忘情堪纵酒
江天一碧白云飞 难能遣兴任吟诗

陶潜宅边有五柳树，因自号“五柳先生”；陶潜作“停云四章”，自注云：“思亲友也”；陶潜《拟古》诗第八首：“种桑长江边，三年望当采，枝条始欲茂，忽值山河改。……春蚕既无食，寒衣欲谁待，……”。

制镜投铅起巨澜 窥天岂计步艰难
教庭金碧矗云端 敢告太阳蒙黑点
更教大地转泥弹 重牢日暮圣歌阑

伽利略首制天文望远镜，观测天象，取得巨大突破；传说他曾经跑到比萨斜塔顶上，把大大小小的铅块朝地下扔，用以显示以往人们相信的大块掉得快、小块掉得慢的说法是错误的；他发现了太阳黑子；……；他支持哥白尼学说，认为地球是绕着太阳转的一颗行星。他的科学观点违背了天主教教义，因而受到迫害，被囚禁直到去世。

沁园春·牛棚秋至

故国新秋 晴光万顷 碧树青禾
指白云影里 燕山展翠
长风过处 冀野舒波
绿意连天 丰收在望
数得今朝胜事多
谁领导
看千村礼赞 万户讴歌

方舟诺亚操舵⁽¹⁾ 更炼石补天有女娲⁽²⁾
记教庭盛日 灵魂一统
麦加圣迹 万众争摩⁽³⁾
往事谁知 问天谁应
谁与投诗质汨罗⁽⁴⁾
天欲暮
听商声四起 公无渡河⁽⁵⁾

(1)《圣经旧约全书》载上帝要改造人类，发动洪水清洗掉除了诺亚之外的所有的人。他事先叫诺亚造一艘方舟带上一家人，洪水来了之后诺亚驾着方舟，最后找到了新的陆地。(2)女娲是中国神话中的女神。天神之间的战争把天弄破了，她曾经炼五彩石补天。(3)麦加是伊斯兰教圣城。朝觐者到此摩拜圣石。(4)屈原著《天问》，对自然现象，社会现象，神话传说等提出了许多问题。屈原忧愤国事，投汨罗江而死。贾谊赴长沙时经此，曾为赋以吊屈原。(6)古诗《箜篌引》：“公无渡河，公竟渡河，堕河而死，当奈公何”（原注大意：霍里子高见一狂夫乱流而渡，坠河而死，其妻援箜篌而鼓之，作“公无渡河”之曲）。

浣溪沙·赠洪斯溢

一寸光阴一寸金⁽¹⁾ 百年愧负人民深
星光圆顶动长吟⁽²⁾

十载过从鱼得水
一声珍重泪沾襟

天河垂地夜萧森

(1)牛棚棚主训话时语。(2)这牛棚设在北京天文台沙河观测站，圆顶是天文望远镜室。

贺新郎·牛棚七夕

深院虫声急
对天 茫茫夜色 今夕何夕
想见星娥停机杼 漫向灯前拂拭
更伫望鹊桥消息⁽¹⁾
望到银河波浪起 尽人间血泪万千滴
心似捣 恨如织

身无彩凤双飞翼
念牛郎 灵犀一点 怨情何极⁽²⁾
惆怅天公从侮弄 却道佳期堪惜
浑不念男耕女绩
长夜漫漫思一缕 看天孙抛下云千疋⁽³⁾
谁为写 心潮激

(1)古代神话，七夕牛郎织女在天河相会。韩鄂《岁华纪丽》：“织女七夕当渡河，使鹊为桥”。(2)李商隐诗：“身无彩凤双飞翼，心有灵犀一点通”。(3)天孙，织女星名，意为天帝之孙。

水调歌头·牛棚中秋

剪却大鹏翅 掷作槛中囚
扪摩耿耿方寸 谁与赋离忧
吸尽巫山云雾 搬过钱塘潮浪
难塞此中愁
今夕复何夕 风雨正中秋

歌声咽 崩蹄急 夜飕飕
嫦娥已惯离恨 云海任沉浮
却念娇儿痴女 不解西园蝴蝶
何事梦庄周⁽¹⁾



万象彷徨里 画饼对阿Q⁽²⁾

材与不材难自处⁽²⁾ 我终与我费周旋⁽³⁾

(1)用庄周梦蝶典。(2)《彷徨》《阿Q正传》均为鲁迅名著。

月华满地照无眠

(1)见《阿Q正传》。(2)见前面《牛棚冬》注。(3)意为“自己和自己打交道”，出自《世说新语》。

帝乡

一觉惊知次帝乡 天花乱坠凤翩翔
夕阳古殿逢荷马 兰渚西风访屈原
怨海填平归帝子⁽¹⁾ 蓬山路迥渺刘郎⁽²⁾
人间莫问天堂事 伊甸园中果半黄⁽³⁾

(1)用《山海经》“精卫填海”事。精卫是炎帝的女儿，这里称她为“帝子”。(2)李商隐诗：“刘郎已恨蓬山远，更隔蓬山一万重”。刘郎指刘晨，他和阮肇一道，入山采药遇仙。(3)用圣经《创世纪》载天堂“伊甸园”里的禁果事。

傀儡登场戏未休 百年长抱千年忧
精神愿得学阿Q
老子常遭儿子打 板凳应叫条凳咻
终天遗恨画圆周

古诗：“生年不满百，常怀千岁忧”。后阙全部用《阿Q正传》里的故事。

牛棚冬

逡巡白日经天去 浩荡狂风卷地来
泥醉千夫临蓟市 崩腾万骏过燕台
唇焦舌敝马非马⁽¹⁾ 志屈神摧材不材⁽²⁾
望极苍茫一洒泪 云间何处窄门开⁽³⁾

(1)“白马非马”是战国时期百家争鸣中“名家”的一个著名的论题。这里借以指诡辩。(2)《庄子·山木篇》用寓言提出不论是材（成器）或是不材都要受祸，于是要在“材与不材之间”求生存。(3)“窄门”见《新约全书·马太福音》述耶稣的话：“你们要进窄门，因为引到灭亡那门是宽的，路是大的，进去的人多。引到永生那门是窄的，路是小的，找着的人也少。”

网撒人间情种恨 桨翻天上火苗愁⁽¹⁾
星河耿耿泛中流

(1)用希腊神话普罗密修斯到天上盗火事。

哀乐中年回首看⁽¹⁾ 四愁一曲路漫漫⁽²⁾
美人如花隔云端⁽³⁾

岂向朱门弹长铗⁽⁴⁾ 何须江上湿青衫⁽⁵⁾
低眉叉手步邯郸⁽⁶⁾

(1)《世说新语》载“谢太傅语王右军曰，中年伤于哀乐，与亲友别，辄作数日恶（意为好几天情绪不好）”。(2)汉张衡作《四愁赋》，以思念美人表达追求理想，抒发路远莫致的悲情。(3)引自李白诗。(4)《史记·孟尝君列传》载孟尝君好客，冯驩去投奔他，每每弹剑歌“长铗归来乎……”来要求提高待遇。(5)“江州司马青衫湿”，白居易《琵琶行》中句，抒发他被谪江州后身世之感。(6)“叉手”：相传温庭筠叉手八下就能写好一首诗，这里引为写诗；“步邯郸”，取“学步邯郸”赶时尚意。

浣溪沙·牛棚杂咏四首

惭愧阿Q画不圆⁽¹⁾ 回头歧路十三年
且将肝胆剖君前

浣溪沙·出沙河牛棚

忽报重霄开窄门⁽¹⁾ 残阳似血洇黄昏

连天衰草送王孙⁽²⁾

破厩经年书咄咄⁽³⁾ 寒鸦向晚噪纷纷

星沉路渺黯销魂

(1)窄门：见前页《牛棚冬》注(3)。(2)《楚辞·招隐士》：

“王孙游兮不归，春草生兮萋萋”。(3)破厩指“牛棚”；咄咄，用殷浩“书空”作“咄咄怪事”典。

阮郎归·将返密云

阮郎唱罢阮郎归 千山涌夕晖
桃溪一线逐霞飞 黄昏石径微

星似眼 月如眉 旧欢和梦迷
凭谁为剪芰荷衣 相从无已时

“阮郎归”是词牌。阮郎指的是阮肇，《太平广记》说他和刘晨上山采药遇到两个仙女，留半年。“阮郎归”，说他再度到来；“桃溪”，用桃花源故事，世外桃源，渔人去过一次，再找却找不到了；芰荷衣：《离骚》：“制芰荷以为衣兮”。

贺新郎·“牛棚”七夕暴风雨

(1970年)

(《当代科学家诗文选》电子工业出版社2002)

紫电凌空吼

对苍冥 山崩柱折 堕星如斗⁽¹⁾

倾泻银河千万顷 做得风狂雨骤

更铁板铜琶齐奏⁽²⁾

我立浩茫聆帝语 数古来覆海翻天手

丹凤跳 恐龙走

桥摧鹊散休回首

念天孙 风鬟雾鬓 共谁相守⁽³⁾

恼杀天公终不悔 慧果与郎同剖⁽⁴⁾

只伊甸园林犹旧

泥骨泥筋凭塑造 更嫣红姹紫春长有

嘻莫语 魔蛇诱

(1)《淮南子·天文训》载共工争为帝，怒而“触不周之山，

天柱折……”，这里想象为天上大乱，山崩柱折。(2)“铜

琵铁板”：宋代俞文豹《吹剑录·外集》载评苏东坡词“须

关西大汉，铜琵琶，铁绰板，唱‘大江东去’”，后人

用以形容乐曲激昂。(3)古代神话，七夕牛郎织女在天河

相会，韩鄂《岁华纪丽》：“织女七夕当渡河，使鹊为桥”。

这里说暴风雨里桥摧了、鹊散了；“织女星”又名

“天孙”，意为天帝之孙；“风鬟雾鬓”见唐人小说“柳

毅传书”。(4)这两句以及后面全部引圣经中《创世纪》里

的故事：夏娃受蟠蛇怂恿偷吃了禁果——“明辨善恶”之

树上的果，是上帝严禁他们吃的。她偷了还分给了亚当一

起吃。这就惹恼了上帝，把他们赶出了伊甸园（天堂），

终身劳动受苦。

岁暮

碧鸟孤啼霜满枝 回风舞雪岁推移

廿年悔识声光电 一梦惊看牛鬼蛇⁽¹⁾

苦海有涯歌救主 皇穹无路送灶爷⁽²⁾

牛郎且唱耕田好 莫共人间怨别离

(1)关进“牛棚”者全都打成“牛鬼蛇神”。(2)民俗谓灶

王爷平日在人家家里，到了年底就上天汇报这家人一年里的一举一动。



密云早春

杨枝一夜绿 鼓掌报春还
夭桃低秀靥 顾影怯微寒
极目临清野 高翮矫云端
春愁不可卷⁽¹⁾ 夕照涌千山

又见北京动物园

名园春半雪初消 漫拭云天柳万条
花果山前参进化⁽¹⁾ 企鹅岛上演弓刀⁽²⁾
雄狮不吼怜筋骨 鹦鹉能言艳羽毛
化及鱼虫歌圣代 琼浆珠粟愧熊猫⁽³⁾

(1)《诗经·柏舟》：“此心匪席，不可卷也。”

(1)花果山是《西游记》中美猴王的老家。(2)引用安·弗朗士所著《企鹅岛》。(3)时传熊猫亦已摆脱娇气，不慕竹笋而乐于啃窝窝头了。

集外集之二 英伦断简

(作于1946年~1952年客居英国期间)

雪 原

手握着手，记忆
也像未经践踏的雪地
掩起了路的坎坷

唱一首歌
歌唱这能停留的刹那

再将刻在雪上的足印
再把
印在眼中的眼

赠 江 清

月挽着潮
在视野所不及的地方
就因为无须琢磨
焕出明光

由是而逡巡而逡巡
有风雨漫天
水手为爱着自己的船
忘去了海的簸颠

赠 小 澄

写着有这样的一天
大雪原闪着淡金
你年青
我也年青

高而清越的弦
颤着向无音之音
停留在一发之间
而飘绝、而回望、而心惊

森林禁不住天的沉寂
燃烧起一把火
狂舞着红色焰的翅膀
不再唱开花结果

凄迷绝万感 凝注别生情
万化此俱寂 广寒玉露盈

暮泛温德美湖

Plymouth观海

日落海清森 檐高试一临
风生怀鹤举 云动听龙吟
浩气呼牛斗 洪波荡古今
会当凌帝阙 一览北溟深

山水寄殊域 清音不异同
远帆生暗霭 细浪洗馀红
岩宇碎双桨 星月耀一空
凌波赋未就⁽¹⁾ 孤棹任西东

(1) 曹植《洛神赋》中写洛神：“凌波微步，罗袜生尘，……”。

Plymouth春至

晴色开天地 春光户外寻
牵情由碧草 话故有鸣禽
晴巷千光乱 英娃两鬓金
天东花信未 把卷对冰心⁽¹⁾

Dawlish五首

独 步

独步风鸣树 行吟日出云
目穷双翼鸟 意止牛羊群
心印又陵迹⁽¹⁾ 囊携罗素文⁽²⁾
闾阎连海碧 春气漫氤氲

(1)指冰心《寄小读者》。当年每每思乡，就翻开读一两篇。

湖区三首

登 高

登高磐石上 满目望湖山
鸟度帆光外 烟生翠谷间
飘蓬秋几度 迢递路千关
万国干戈歇 招魂还未还

(1) 晚清启蒙思想家严复，字又陵，早年毕业于福州船政学堂（作者母校——马尾海军学校的前身），1877年到英国海军学校留学，可能就在作者留学的皇家海军学院。(2) B.罗素（1872年～1970年），英国哲学家、数学家、文学家，作者素所景仰，旅行时随身带着他的著作。

月

平林日沉烟 小浪襄微青
苇岸暮风起 湖山一月明

薄 暮

踽踽行薄暮 渐渐远人间
谷鸟犹幽唱 落晖馀紫烟
青春花暂放 身世水流连
呵壁灵均在⁽¹⁾ 相从欲问天

(1) “呵壁”两句：屈原著《天问》，提出关于宇宙，自



然和历史传说等许多问题。灵均是屈原的“字”，（《离骚》：“名余曰正则兮，字余曰灵均”）；“呵壁”说的是这些宇宙、自然、历史传说的问题都写在壁上，屈原对着壁“呵”的故事（这里的“呵”可以理解为朗诵《天问》）（王逸《天问序》中说到屈原“因书其壁，呵而问之”）。这两句里的“问天”引用了这个故事，但却用来表达对从事自然科学的研究的冲动。

出 户

出户华灯隔 凝然夜气清
明月孤照影 流水暗闻声
飘逸青春曲 留连师友情
灭明三两火 忽令客心惊

达河舟行

偶与尘氛隔 张帆汗漫行
江光浴云影 鸟翅剪天青
闲渚佩谁解 蓬山梦几经
倚桅风满袖 忧乐暂忘形

归 路

独客寻归路 低天孤一星
步声碎鸟语 返照媚山青
幽意流成唱 所思其或聆
郁陶徒四顾 向晚风泠泠

寄

朋友，沉默中的音响，而这里浮上了你
屏息里的芬香，而这里
在没有空间的园地中
有不谢的花开

而我合上了我的眼睛
合上我的眼睛
我看到你
一箭地是死的边沿
静沉的快感
我停留在没有时刻的时间

转身面向着青青的大野
有微醉的风
跳舞在飘飘的长草
地仰吻着天

而我微微地感到了你
我感到你
忽然间
骑上带风暴的阵雨
电闪的鞭
海吞下日
雷叫唤风
而我两手紧挽着你
两手紧挽着你
满天空洒下星星
有狂欢的大醉酒

无 题

仰面低吟侧面语 月明万丈光如雨
莫教天上牵牛星 翻笑世间痴儿女

诗

三十年后
这一首诗
还能唤起
当时读着它的眼色？
当时读着它的神情？

只一霎时而已

今天还能是昨天的自己?

这样一个秋风动窗的夜晚

窗眉上挂几点青星

也滴一滴回忆的波纹

想见到有一颗炽热的心

曾默默地怀念你

岁月如流

今天能不是昨天的自己?

又是一个秋风动窗的夜晚

银河上渡几点飞星

又掠过了那一霎的眼神

无数个世代里脉脉的情话

诗,又一次叮咛

两情

若是久长时

又岂在

朝朝暮暮

秋 收

夏尽了,尽了

这是秋天

这是秋天披着她发一样的雨

走进了

黄金样的禾田

是收成了

收成了

你耕耘的日子再见吧

再见,再见吧,你带着忧望和梦愿的时间

这一天是过去了

结果的已经结果

凋零的凋零

我摘起了一株蓝色的花朵

“就开在我的怀里吧!”我这样说:

“这正是收获的时候

“我把你收获

“不久,秋天也就将收获了我

“放在遗忘的背后

“我永远湮没

“你永远开花”

于是我站起身

拍一拍衣上的尘沙

雨 霽 铃·送 别

西风凄烈 望长空尽 云飞鸥没

江前草树凋落

春何处也 中怀摧折

碧水横流 空向海潮涌夕咽

看滚滚频挽征舟 恨卷舟头万堆雪

秋山野马情曾结

夜深沉 应记当时月

而今默契何许 扬棹处浪生烟灭

一送君行 兼送欢颜梦影齐歇

念点点珠泪凝时 点点皆成血

仿 古

流水故依依 明月光皎洁

何时一相照 心怀同蒂结

秋冬多厉风 云迷水皱褶

百树放悲音 兽号鸟啼血

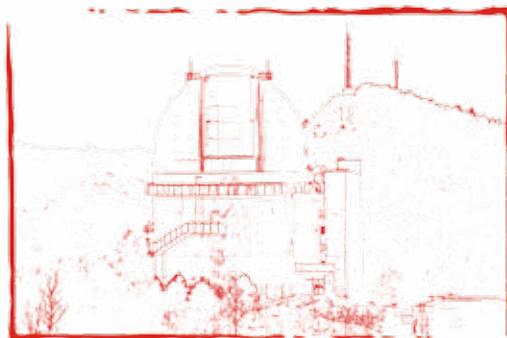
迢迢隔云天 悠悠梦难接



好木耐冰霜 华滋待佳节
此情足千古 忧伤宁摧折

又仿古

别时雾凄凄 独立风渺渺
一别甫经朝 长途隔昏晓
魂梦时牵萦 神思动侵扰
岂谓无新交 花月共娟好
人生有知音 念此心如捣
夜雨滴空阶 疑是故人到
晨兴望遥天 秋风吹百草
兰菊惜芳菲 勤学以为宝
时序漫悠悠 思君令人老



美国宇航局（NASA）官方网站向全球发布 3171 王绶琯星 2009年1月1日空间轨道图

NASA Jet Propulsion Laboratory California Institute of Technology

View the NASA Portal
Near-Earth Object (NEO) Project

Search JPL

JPL HOME EARTH SOLAR SYSTEM STARS & GALAXIES TECHNOLOGY

Solar System Dynamics

BODIES ORBITS EPHEMERIDES TOOLS PHYSICAL DATA DISCOVERY FAQ SITE MAP

JPL Small-Body Database Browser

3171 Wangshouguan (1979 WO)

Classification: Main-belt Asteroid SPK-ID: 2003171

[Ephemeris | Orbit Diagram | Orbital Elements | Physical Parameters | Discovery Circumstances]

3171 Wangshouguan

Earth Distance: 1.878 AU
Sun Distance : 2.782 AU

Jan 1, 2009

Orbital Elements at Epoch 2454800.5 (2008-Nov-30.0) TDB
Reference: MPO73856 (heliocentric ecliptic J2000)

Element	Value	Uncertainty (1-sigma)	Units
e	0.1390632	n/a	
a	3.1864272	n/a	AU
q	2.7433124	n/a	AU
i	11.39429	n/a	deg
node	31.95217	n/a	deg
peri	25.02397	n/a	deg
M	15.29529	n/a	deg
t _p	2454712.2307112 (2008-Sep-02.73071120)	n/a	JED
period	2077.5640054	n/a	d
n	5.69	n/a	yr
Q	0.17327986	n/a	deg/d
O	3.6295420	n/a	AU

Orbit Determination Parameters

# obs used (total)	390
first obs. used	1962-09-22
last obs. used	2005-02-02
# oppositions	16
planetary ephem.	DE403
quality code	0
fit RMS	0.67
data source	MPC/mpn
producer	MPC

Additional Information

T_{jup} = 3.152

Physical Parameter Table

Parameter	Symbol	Value	Units	Sigma	Reference	Notes
absolute magnitude	H	10.8	mag	n/a	PDS3 (MPC 17268)	

3171 Wangshouguan (1979 WO) Discovered 1979-Nov-19 by Purple Mountain Observatory at Nanking (330)
Reference: DISCOVERY.DB Last Updated: 2003-08-08

ABOUT SSD CREDITS/AWARDS PRIVACY/COPYRIGHT GLOSSARY LINKS

FIRST GOV Your First Click to the U.S. Government

NASA Site Manager: Donald K. Yeomans
Webmaster: Alan B. Chamberlin

中国科学院紫金山天文台小行星基金会

證書

謹以我臺發現的國際編號為三一七一號的小
行星，命名為“**王綏琯星**”，刊布於世，永載史冊。

中國科學院紫金山天文臺

一九九三年十月

CERTIFICATE

WE SOLEMNLY ANNOUNCE THAT THE ASTEROID DISCOVERED BY
THIS OBSERVATORY AND NUMBERED 3171 INTERNATIONALLY, BE
NAMED IN HONOUR OF **WANGSHOUGUAN**. IT IS HEREBY MADE
KNOWN TO THE WORLD AND WHICH WILL GO DOWN IN HISTORY FOREVER.

PURPLE MOUNTAIN OBSERVATORY
ACADEMIA SINICA

“王綏琯星”命名证书

宇宙星空中的王绶琯星

紫金山天文台摄

发现“王绶琯星”时拍摄的照片

M. P. C. 21 301

1993 FEB. 6

The MINOR PLANET CIRCULARS/MINOR PLANETS AND COMETS are published, on behalf of Commission 20 of the International Astronomical Union, usually in batches on the date of each full moon, by:

Minor Planet Center
Smithsonian Astrophysical Observatory
Cambridge, MA 02138, U.S.A.

Telephone 617-495-7244/7440/7444 (for emergency use only)
TWX 710-320-6842 ASTROGRAM CAM EASYLINK 62794505

MARSDEN@CFA.BITNET or .SPAN BRIAN@CFAPS1.SPAN GARETH@CFAPS1.SPAN
Brian G. Marsden, Director Gareth V. Williams, Associate Director

(3171) Wangshouguan = 1979 WO

Discovered 1979 Nov. 19 at the Purple Mountain Observatory.

Named in honor of Wang Shouguan, member of the Chinese Academy of Sciences and an unfailing friend of the discoverers. Wang has contributed to the development of modern Chinese astronomy and has served as chief editor of Acta Astrophysica Sinica since its inception. He is also an honorary president of the Chinese Astronomical Society and honorary director of Beijing Observatory.

“王绶琯星”命名公报

王绶琯院士九十华诞特刊

