



CSST银河系及近邻星系化学演化 相关科学课题进展以及探讨

陈玉琴 (NAOC 课题组长)

罗阿理 (NAOC) 李海宁 (NAOC) ,陈玉
琴 (NAOC) 赵景昆 (NAOC)

2021-10-29



任务设置、成员

子课题2. 利用CSST
仿真数据第一代恒星
搜寻与星系早期演化
预研究

(李海宁 施建荣 张华伟
崔文元 闫宏亮)

子课题3. CSST仿真
数据追踪银晕银盘与
核球化学协同演化
可行性论证

(陈玉琴 谈克峰 邢千
帆 武雅倩 雷振新)

子课题4. CSST完成
银河系与近邻星系化
学演化比较策略分析

(赵景昆 李冀 石维彬
李广伟 梁熙龙)

提供定标样本、提出科学需求
检验数据精度

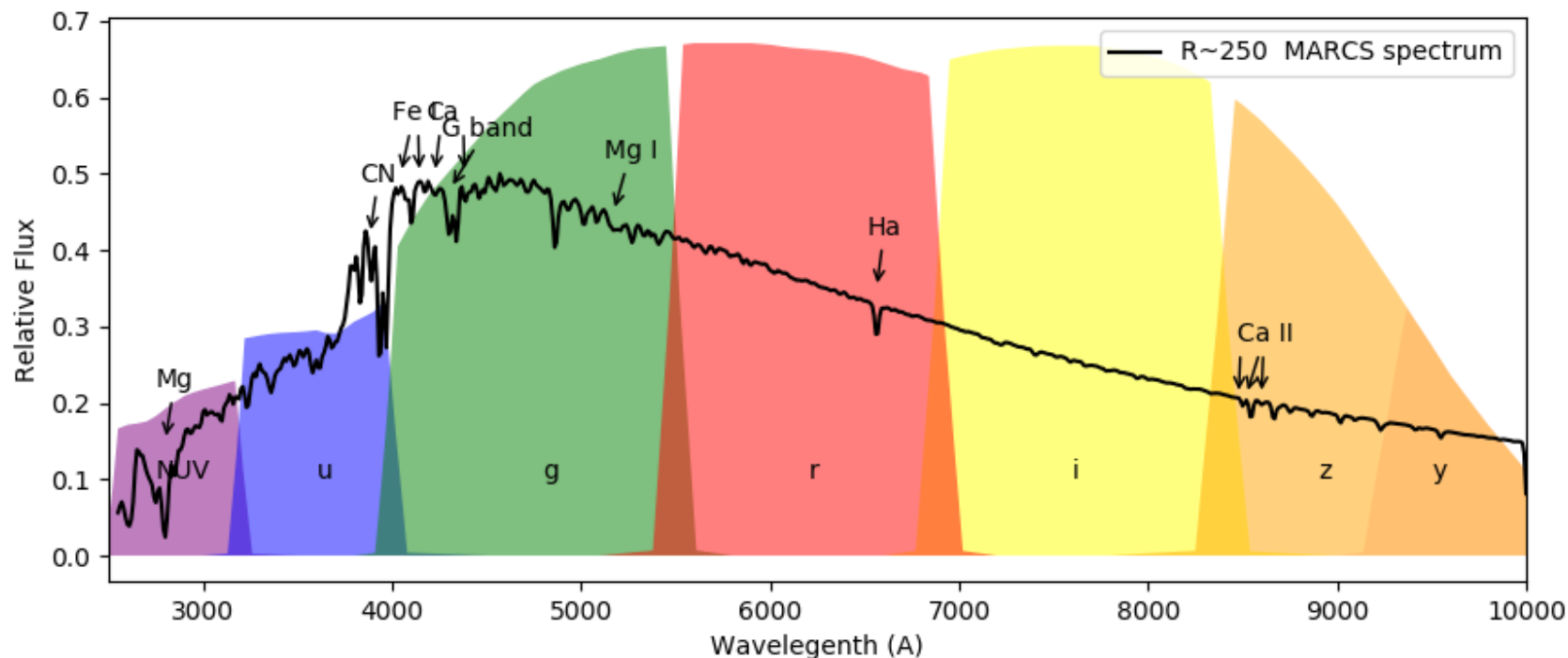
提供化学元素丰度等数据基础

子课题1. CSST测光和光谱中提取恒星丰度的技术研究和精度估计
(罗阿理 卜育德 王瑞 李荫碧 侯文)

- ◆ 子课题2-4在科学上交叉融合、各有侧重
- ◆ 子课题1为2-4提供数据支持，根据预研究对数据质量的反馈完善方法



CSST测光和光谱中提取恒星丰度的技术研究和精度估计(课题一)



分析了CSST无缝光谱数据
对化学丰度敏感的特征

开发了一个估计元素丰度的
内部测试平台

CSST Internal Parameter Service Page

Atmospherical Parameter Measurement

Parameter Calculation

Please Chose The Menu!

上传文件要求

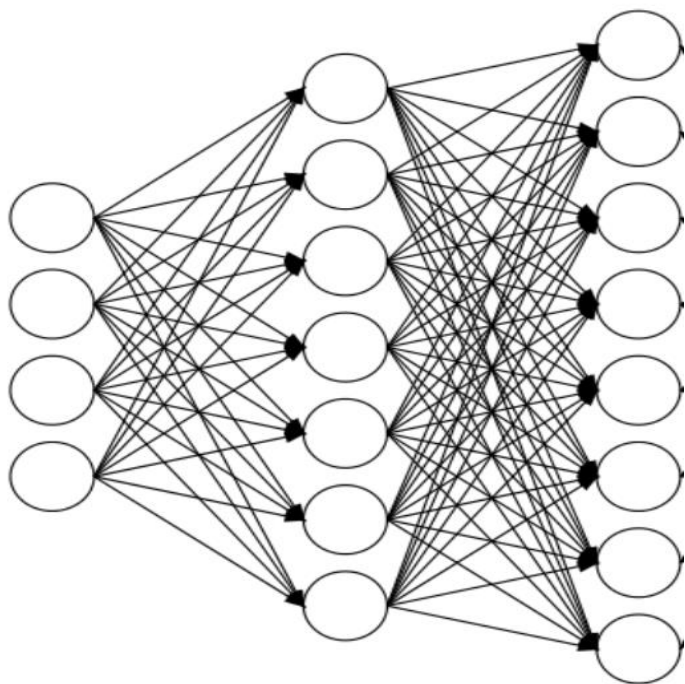
类型	文件格式	样例
单个光谱fits文件	.fits,波长范围必须覆盖或宽于2550-10000埃,分辨率200-250 波长和流量分别写入hdu[1].data["wavelength"],hdu[1].data["flux"]	sample.fits 文件名只能包含字母数字或下划线
多条光谱文件	.csv,需要波长和流量两个文件,一行代表一条光谱,逗号分隔,分辨率200-250	waves.csv fluxes.csv 文件名只能包含字母数字或下划线



CSST测光和光谱中提取恒星丰度的技术研究和精度估计(课题一)

Payne + Fitting (Ting et al. 2019)

方法



网络结构: 7 x 64 x 128 x 746

输入层: 7维 (Teff, log g, [Fe/H], [a/Fe], [C/Fe], [N/Fe], [O/Fe])

输出层: 746维 (Flux)

$$f_{\lambda} = w \cdot \sigma(\tilde{w}_{\lambda}^i \sigma(w_{\lambda i}^k \ell_k + b_{\lambda i}) + \tilde{b}) + \bar{f}_{\lambda},$$

ℓ_i 为恒星大气参数, w 为权重, b 为偏置, σ 为激活函数, 常用激活函数有 ReLU, LeakyReLU, sigmoid, Linear 等函数

Fitting :

$$f_{\text{obs}} = w \cdot \sigma(\tilde{w}_{\lambda}^i \sigma(w_{\lambda i}^k \ell_k + b_{\lambda i}) + \tilde{b}) + \bar{f}_{\lambda},$$

$$\text{Loss} = (f_{\text{obs}} - f(\text{labels}))^2$$

CurveFit 采用Levenberg-Marquardt算法求解最小二乘问题

误差估计:

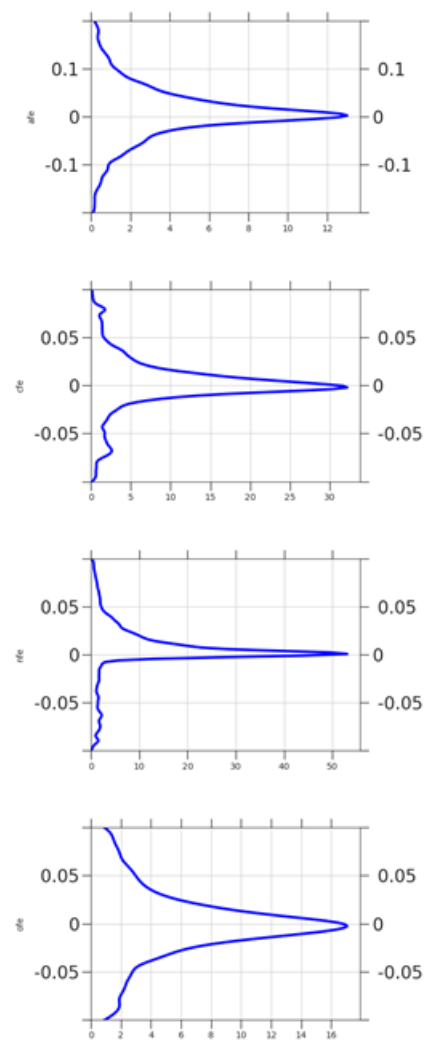
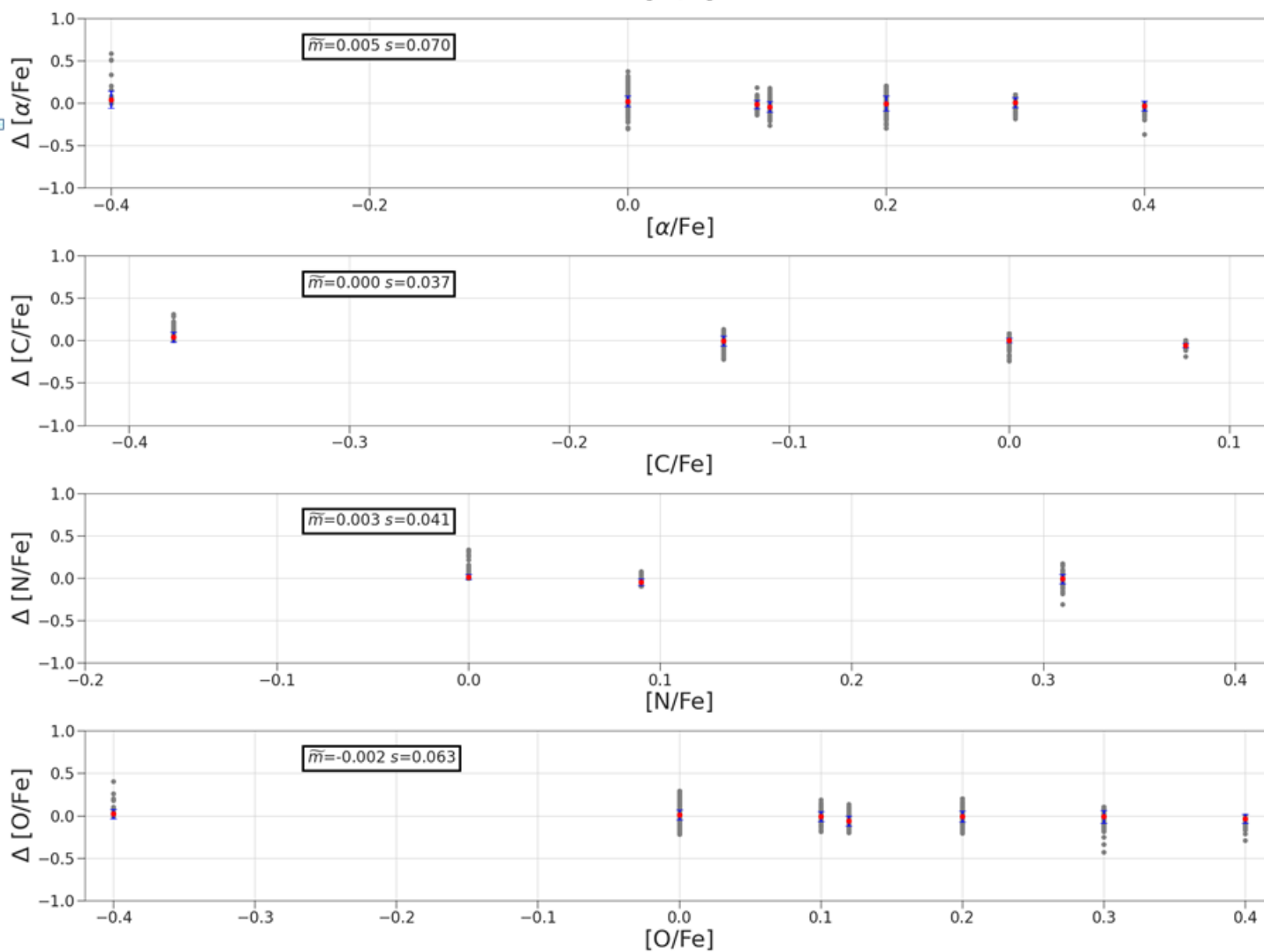
结合神经网络算法、贝叶斯算法、MCMC算法等实现了对CSST低分辨模拟光谱恒星参数和丰度的点估计和误差估计



CSST测光和光谱中提取恒星丰度的技术研究和精度估计(课题一)

Wang et al. to be submitted

2000条MARCS光谱测试





利用CSST仿真数据第一代恒星搜寻与星系早期演化预研究(课题二)

极贫金属 (VMP) 星是指金属丰度 $[Fe/H] < -2.0 \text{dex}$ 的恒星

极贫金属星的重要意义在于它们是最古老的一类恒星，携带着早期宇宙以及银河系演化的重要信息

在VMP恒星中，许多恒星的碳丰度 $[C/Fe]$ 的值很大，甚至比太阳大几个数量级。为了方便起见，这一大类天体被定义为 $[C/Fe] > 1.0 \text{dex}$ 的恒星，称作碳增丰贫金属 (Carbon-Enhanced Metal-Poor, CEMP) 星

CEMP可以用来研究第一代恒星，从CSST无缝光谱中估计 $[C/Fe]$



利用CSST仿真数据第一代恒星搜寻与星系早期演化预研究(课题二)

学习样本：10008条VMP恒星光谱（LAMOST）

CNN模型的构建

网络结构

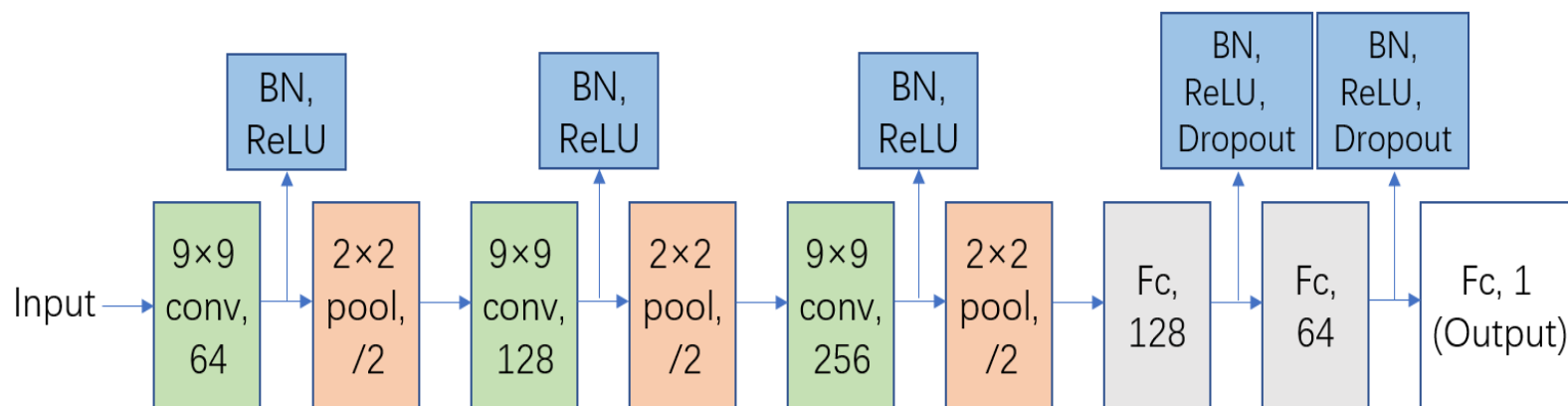
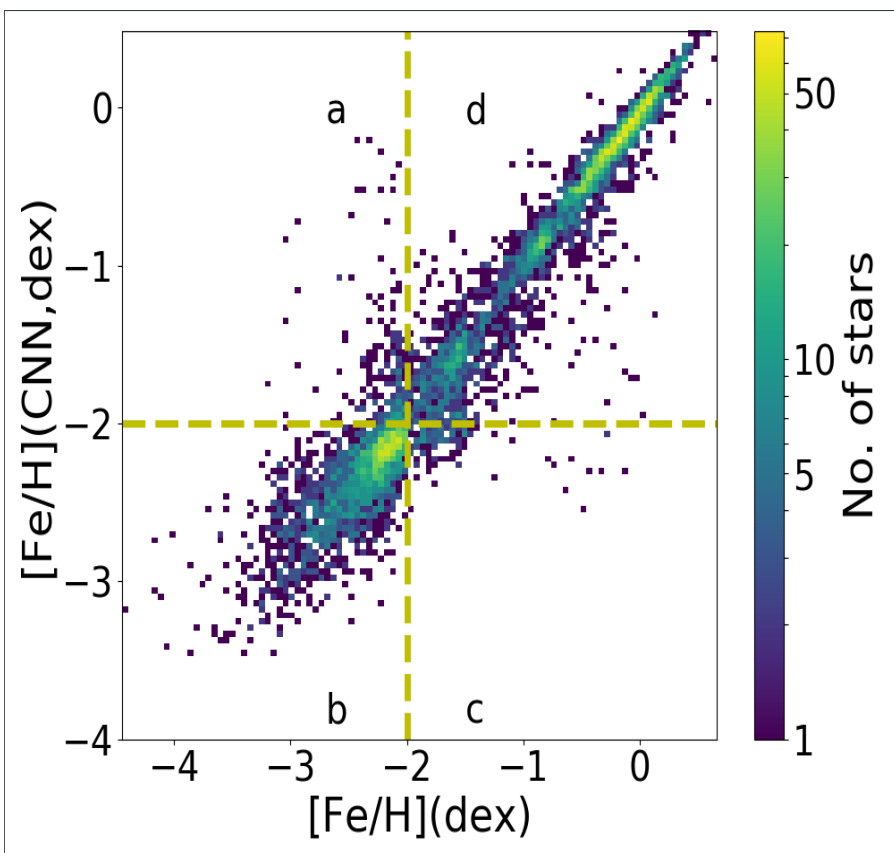


表1 CNN模型的网络结构

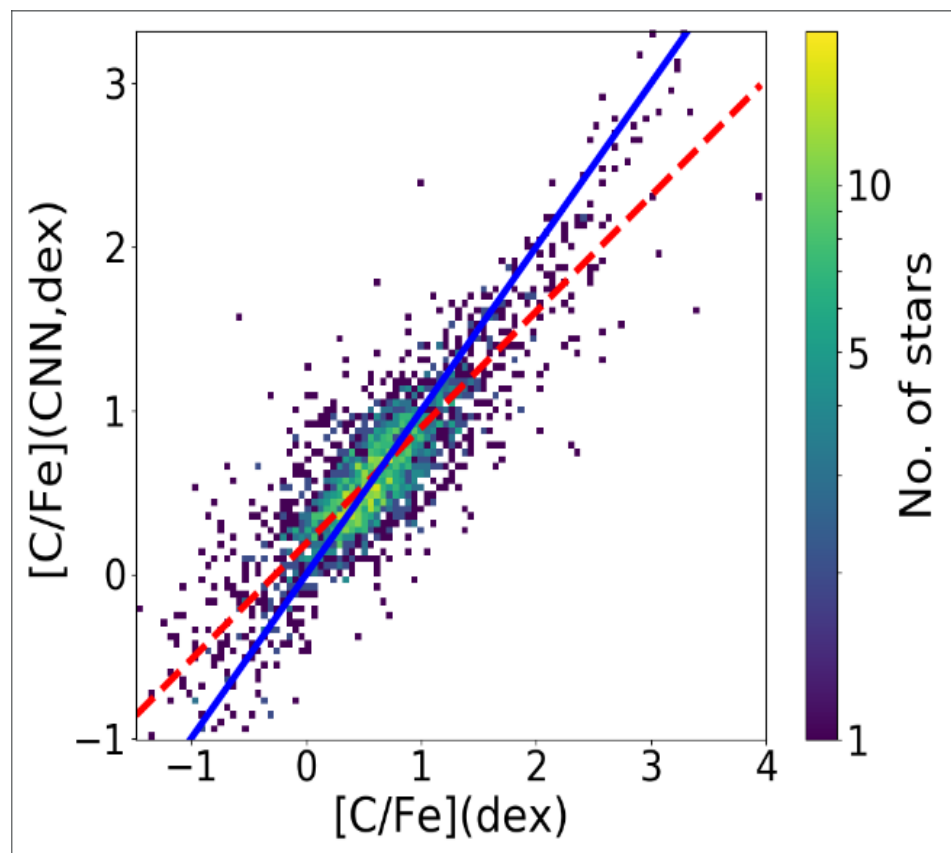
名称	超参数	层数
卷积层	9×9,64	3
	9×9,128	
	9×9,256	
池化层	2×2	3
	2×2	
	2×2	
全连接层	128	2
	64	



利用CSST仿真数据第一代恒星搜寻与星系早期演化预研究(课题二)



MAE=0.14dex , SD=0.24dex ,
M=0.011dex



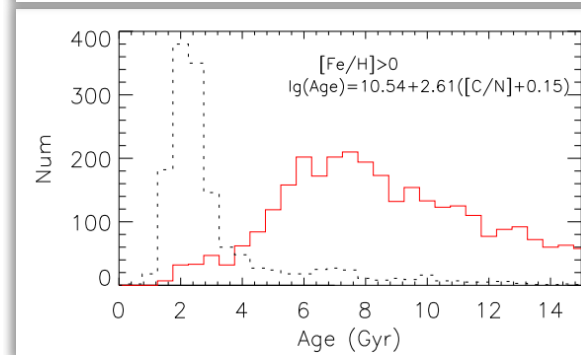
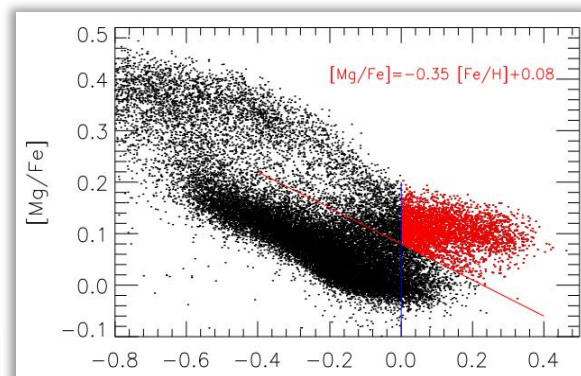
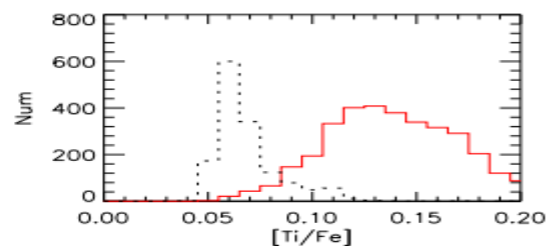
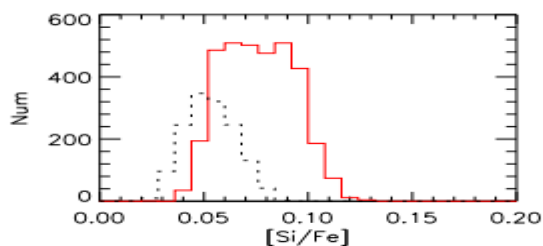
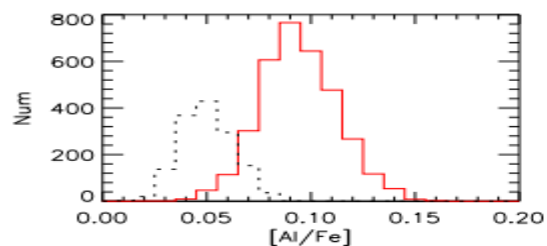
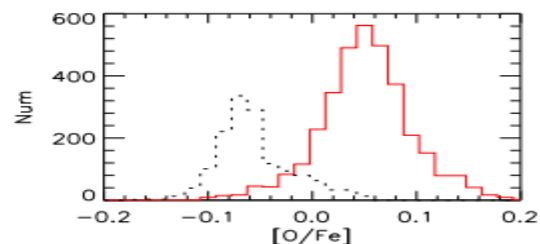
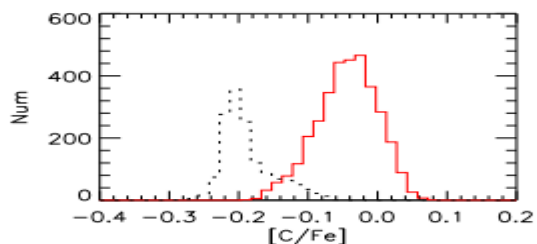
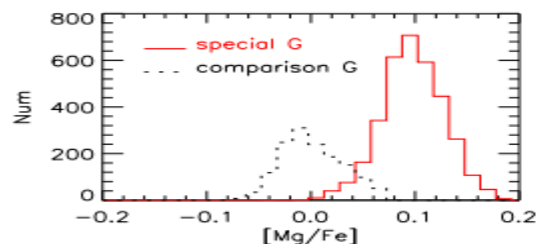
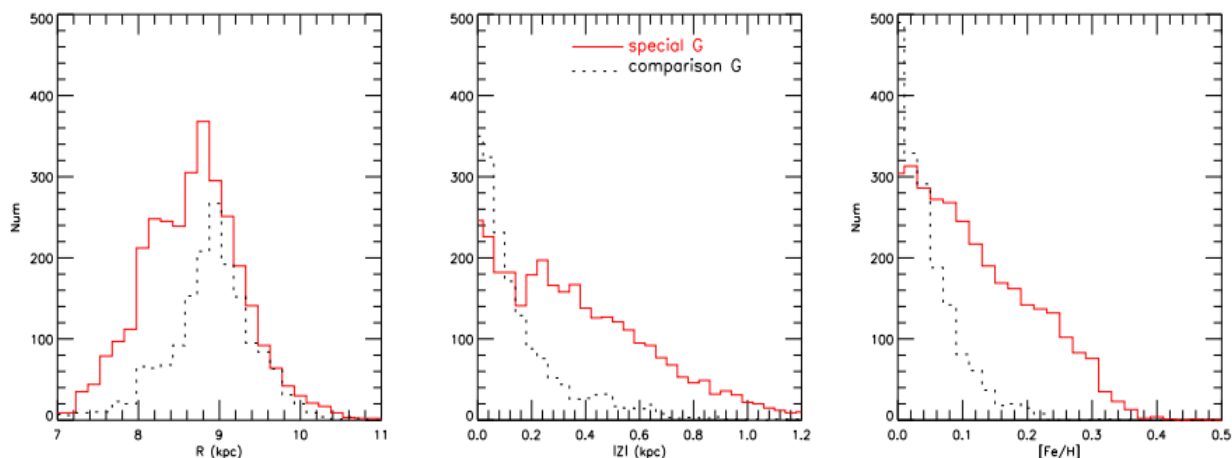
MAE=0.22dex , SD=0.30dex ,
M=-0.0028dex



银晕银盘核球化学协同演化研究（课题三）

Zhang et al. 2021, RAA

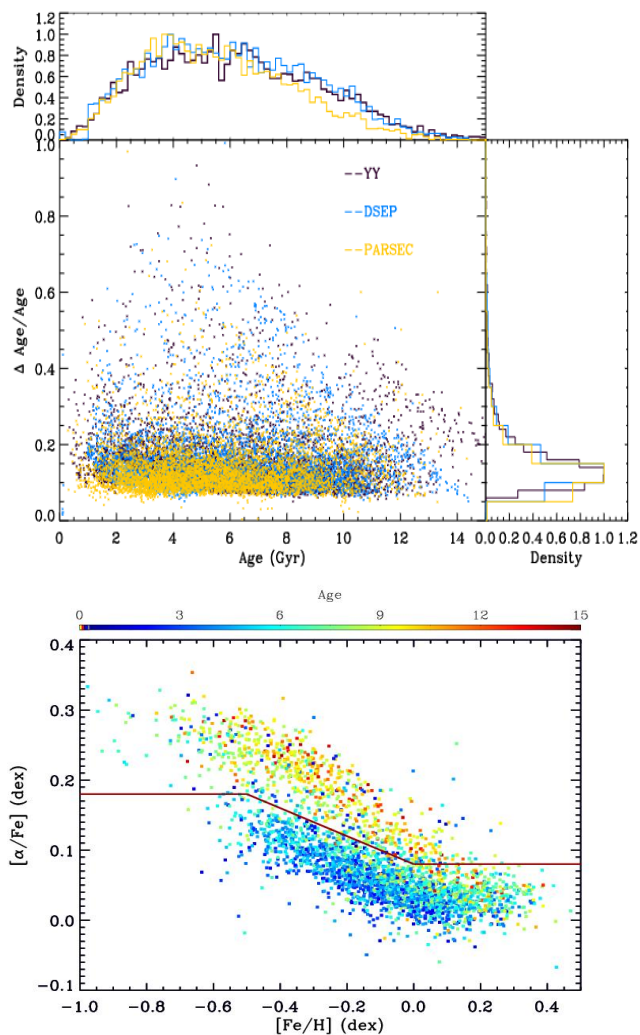
利用LAMOST-MRS数据发现高 α 富金属星来自核球，这是银盘径向迁移的证据，初步形成适用CSST数据研究化学协同演化的基本方法



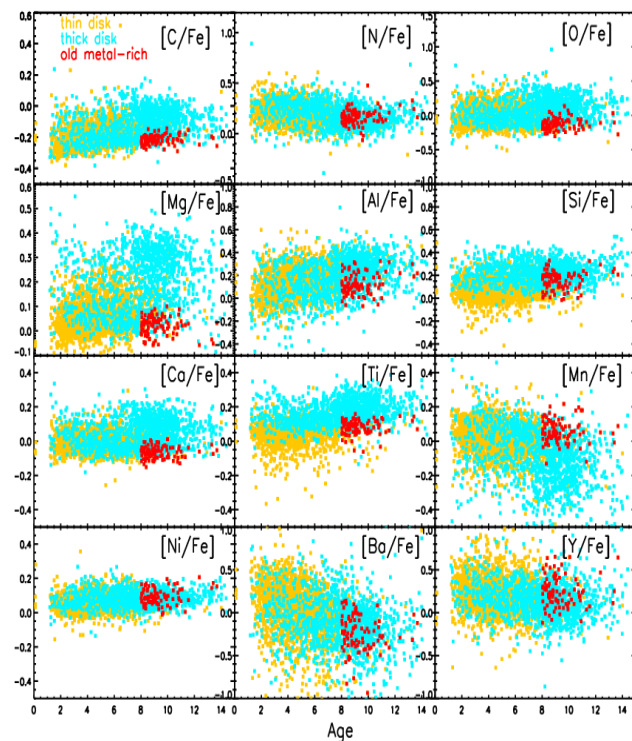


银晕银盘核球化学协同演化研究（课题三）

LAMOST DR5星表与Kepler星震学交叉：5328颗红巨星
用三种isochrone计算年龄，讨论系统差



年老富金属恒星起源



年龄与12种元素丰度之间的关系
年老富金属星与薄盘星的性质更接近

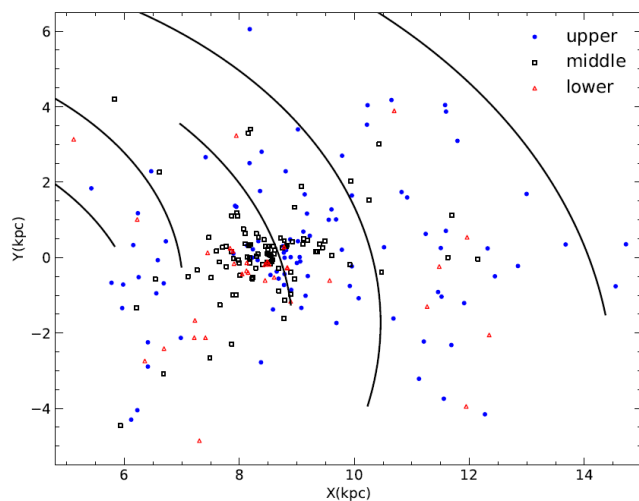
化学区分薄厚盘，红色的线为薄厚盘的区分线
年老富金属星： $[\text{Fe}/\text{H}] > 0$, $\text{Age} > 8\text{Gyr}$



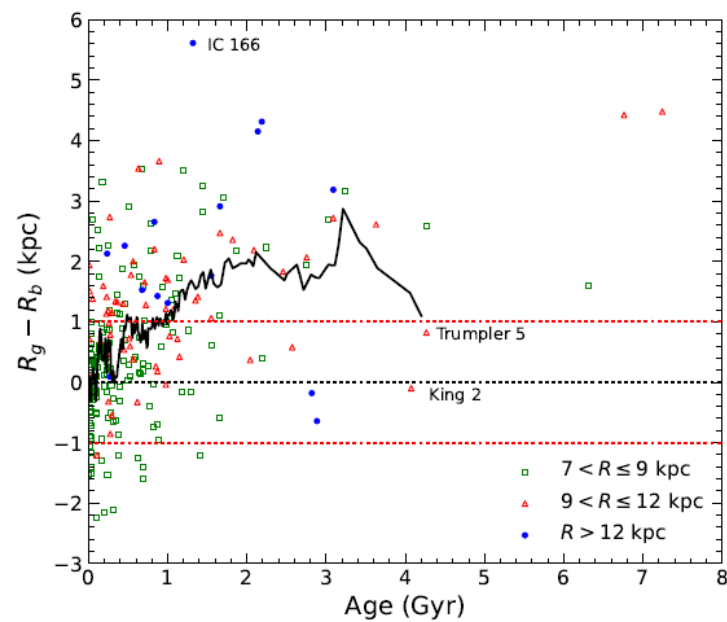
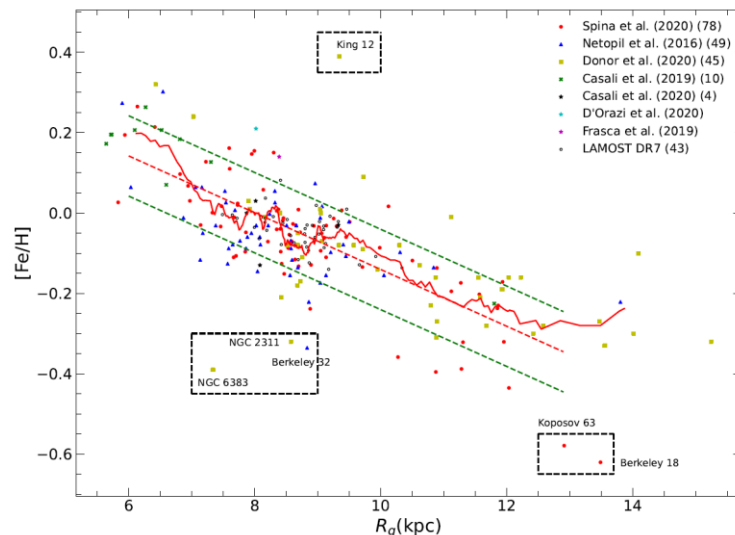
银晕银盘核球化学协同演化研究（课题三）

疏散星团金属丰度梯度揭示 内盘与外盘不同的径向迁移效应

- 基于LAMOST-LRS数据和其它光谱数据，利用 R_g (导向半径) 分析疏散星团金属丰度梯度，发现三个分支对应不同的年龄和分布
- 发现银盘分界 $R_g=11.5\text{Kpc}$ ，内盘与外盘呈现不同的径向迁移效应



Zhang, Chen & Zhao 2021, ApJ

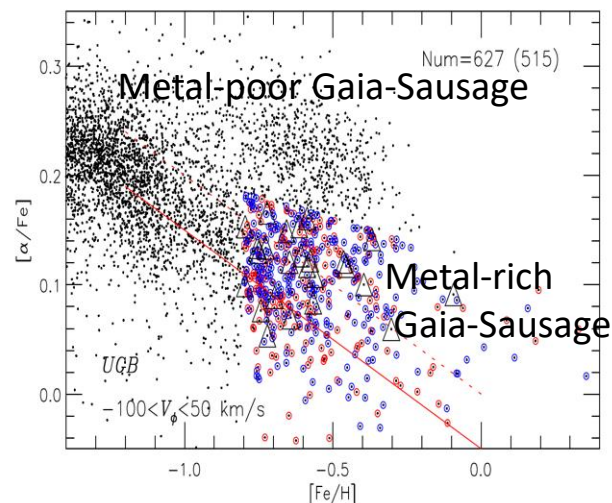
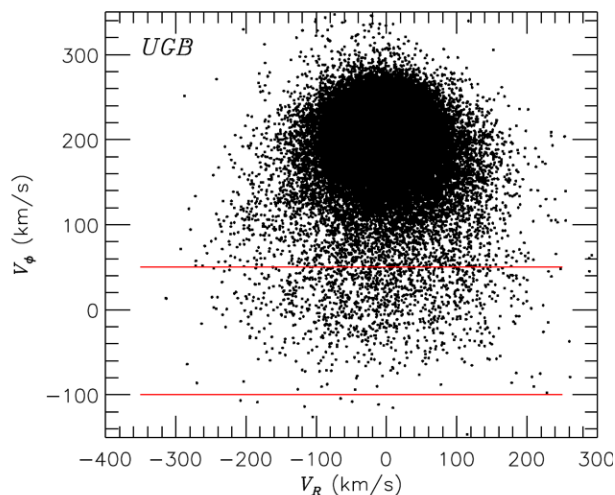




GES并合遗迹研究

Zhao G et al. 2021, SCPMA

- 利用LAMOST数据找到Gaia-Sausage-Enceladus的富金属成分 ($[\text{Fe}/\text{H}] > -0.8$ dex), 与已知的贫金属成分形成自然延续

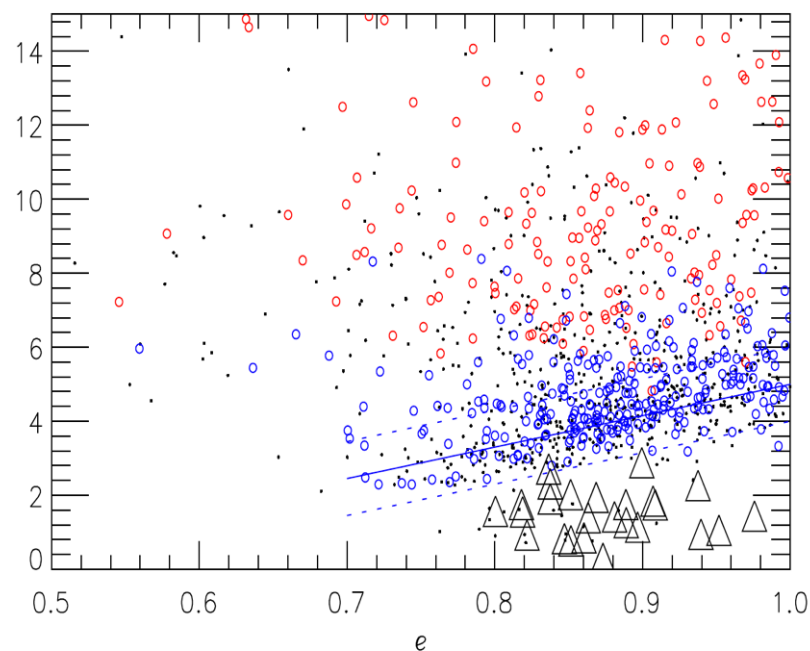
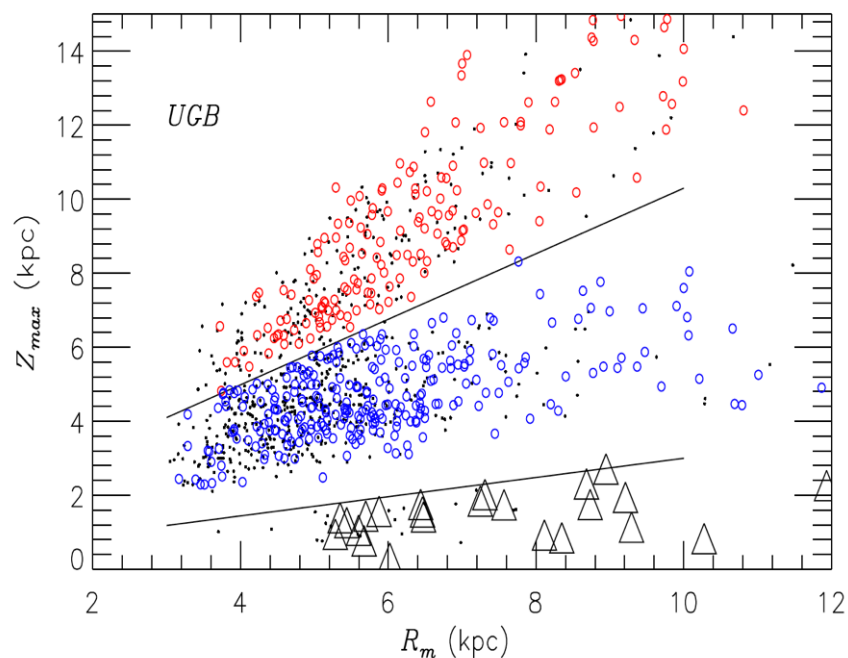




GES并合遗迹研究

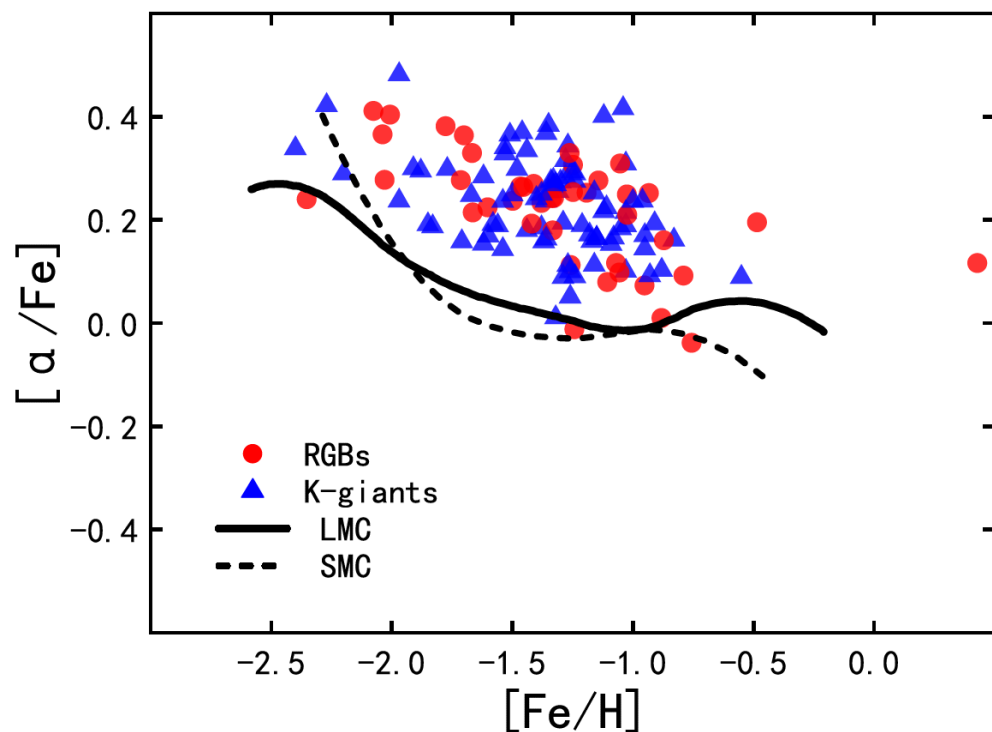
Zhao G et al. 2021, SCPMA

□ 这些富金属成员星聚集在距离银盘4kpc处，形成银盘和银晕的分界





CSST完成银河系与近邻星系化学演化比较策略分析 (课题四)

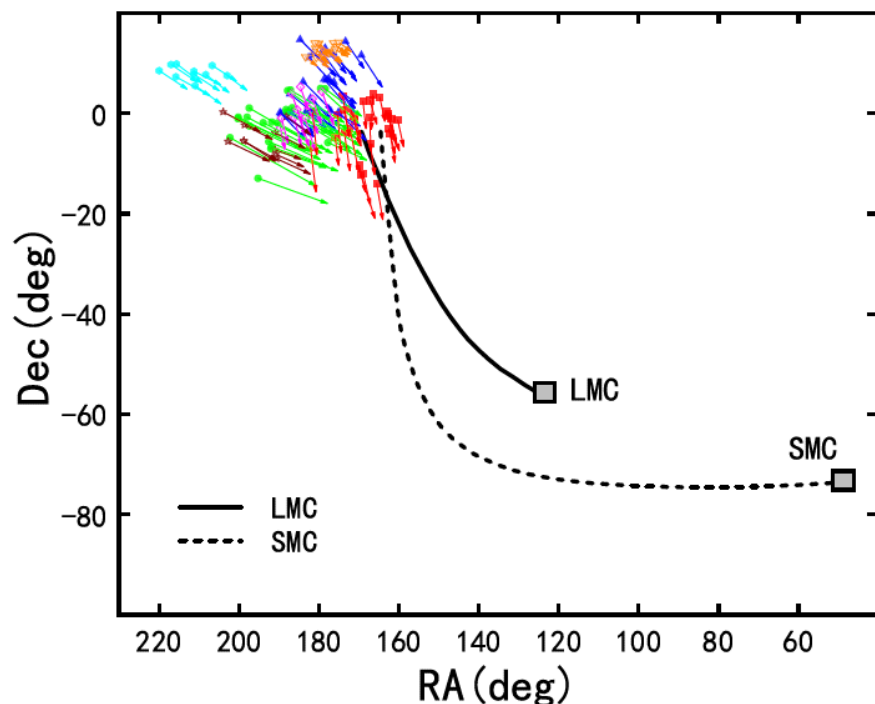


彩色的数据点是利用LAMOST、SDSS挑选的Virgo星流成员星，LMC、SMC的丰度曲线来自Nidever et al. (2020)。

上图：Virgo 星流成员星丰度与LMC、SMC的丰度对比。

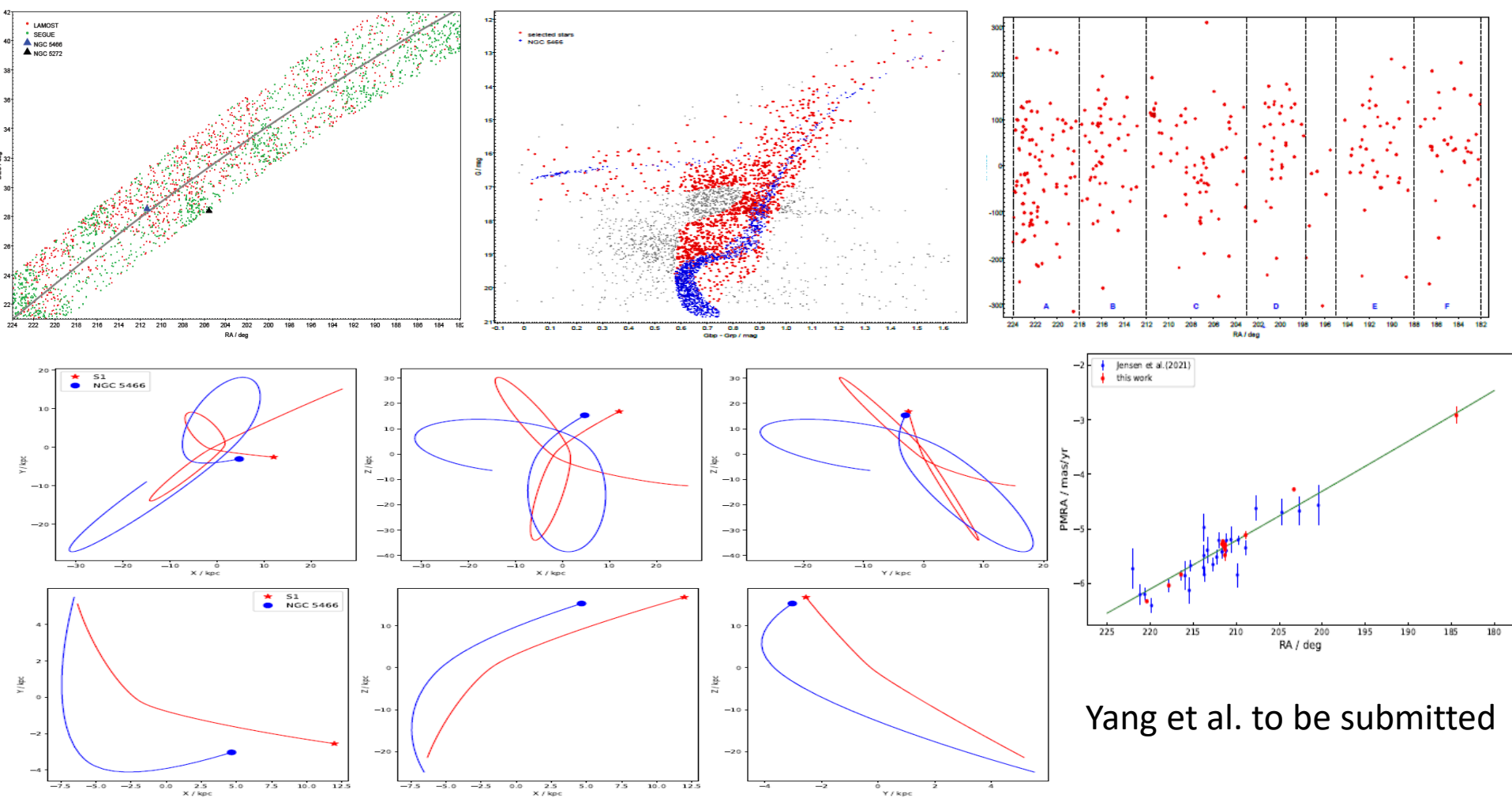
右图：Virgo 星流成员星运动方向与LMC、SMC轨道的对比。

Virgo结构的起源分析





CSST完成银河系与近邻星系化学演化比较策略分析 (课题四)



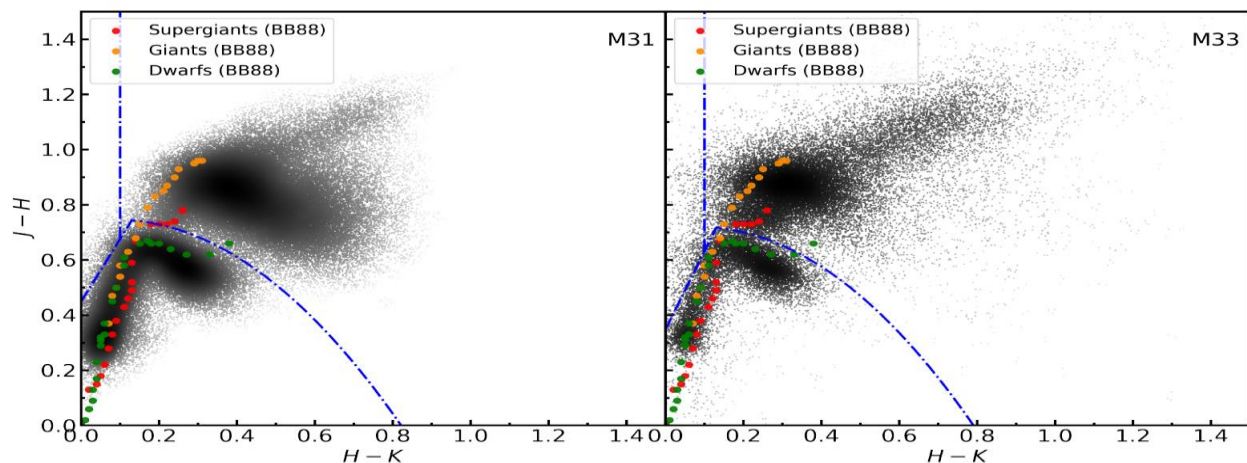
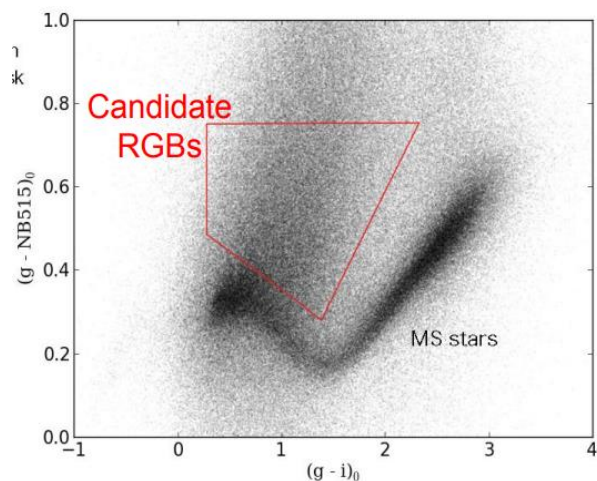
Yang et al. to be submitted

利用Gaia Edr3, SEGUE, LAMOST DR8 研究了星流NGC5466认证了新的成员星给出了强有力的证据这个星流长度45度

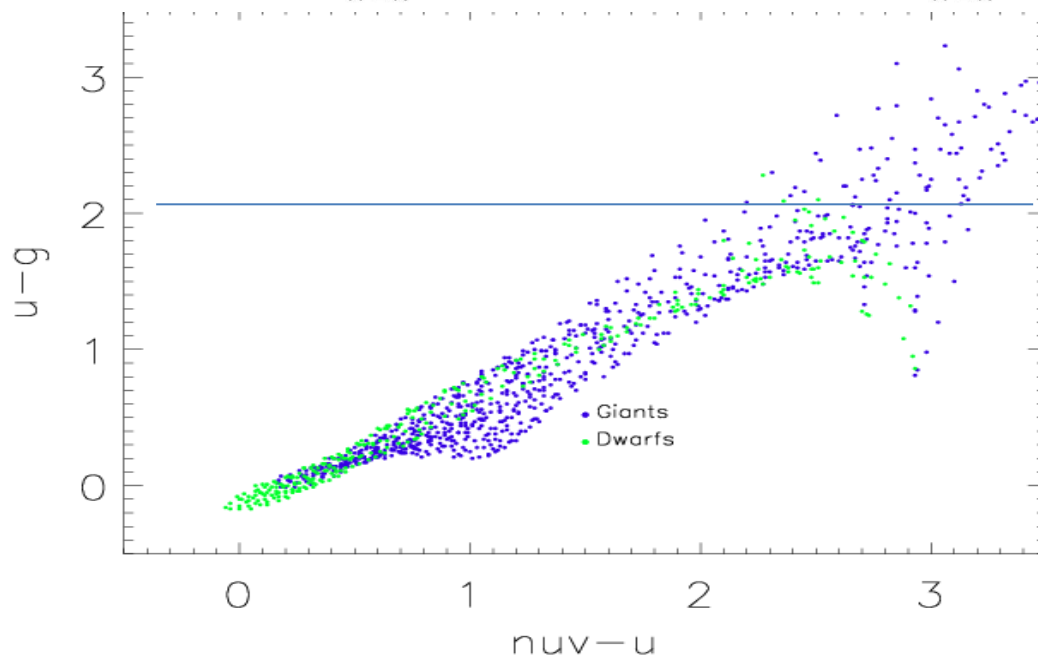


CSST完成银河系与近邻星系化学演化比较策略分析 (课题四)

M31/M33成员判定



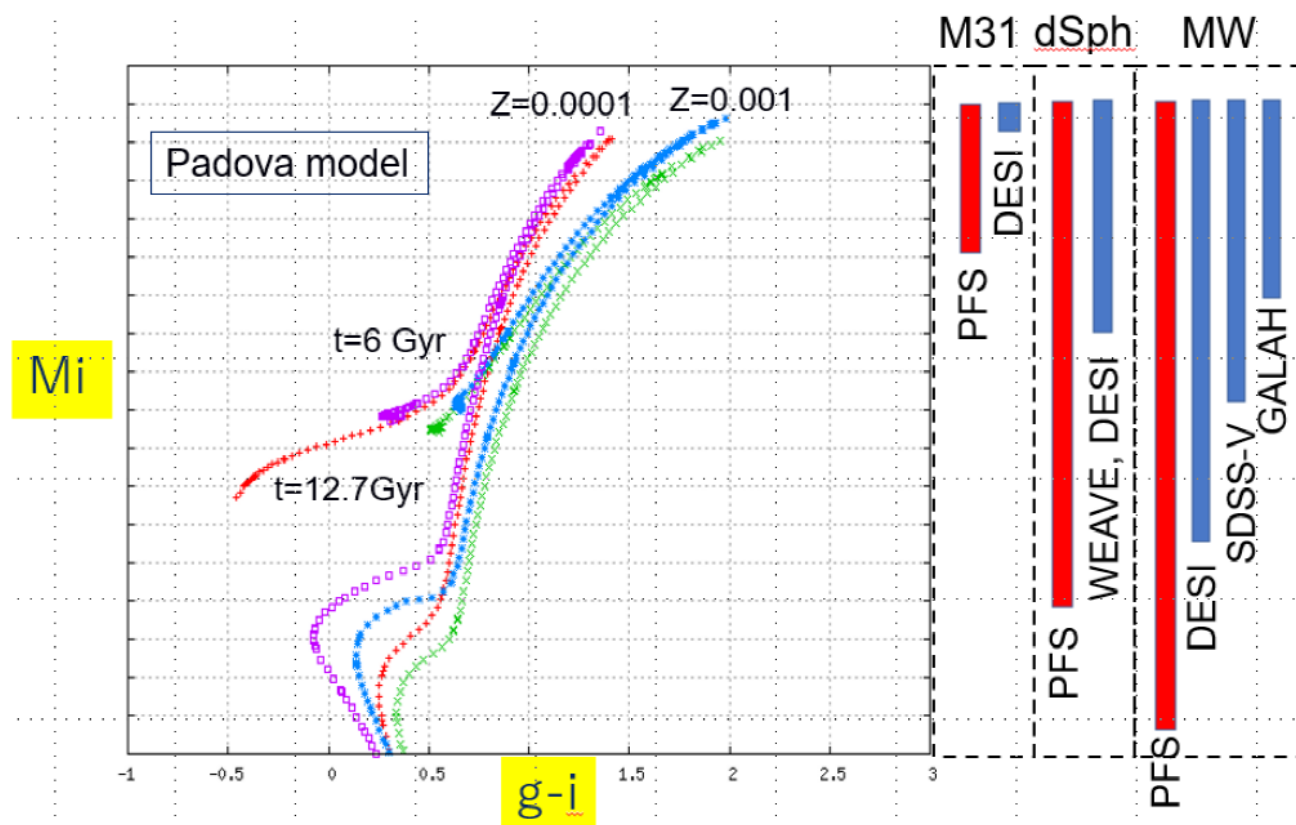
生成了CSST合成星等:
Kurucz model
研究了利用双色图区分
矮星和巨星
 $\text{Logg} < 3.5$: Giants





CSST完成银河系与近邻星系化学演化比较策略分析 (课题四)

参加PFS-GA工作组的例会，将来和CSST数据进行结合： M31+dSph





总结

子课题1+2:

CSST理论光谱库和丰度测量平台的建立
实现LAMOST-LRS挑选VMP的技术
成功挑选CEMP

子课题1+3:

LAMOST-MRS挑选高 α 富金属星，从核球通过径向迁移到太阳邻域
银盘+核球co-evolution; old MR, TD-TN co-evolution
LAMOST-LRS 疏散星团研究内盘外盘径向迁移的不同机制
LAMOST-LRS寻找低 α 星，发现GSE等并合遗迹(Zhao21),

子课题1+4:

Virgo-overdensity成员星的选取，与GSE/MC的联系
NGC5466的星流成员星
LMC/M31的成员星判据，比较研究



后继研究及问题探讨

$[\text{Fe}/\text{H}] < -3$ 测光数据确定

$\text{NUV} - [\alpha/\text{Fe}]$ 确定

M31 丰度

谢谢大家！