

SKA 数据处理和科学应用取得多项突破

平方公里阵列（SKA）是下一代旗舰级射电望远镜，拥有超级灵敏、超大视场、超快巡天速度和超高分辨率等一系列技术优势，SKA 大数据的处理方式将颠覆射电天文学的传统研究手段，带来革命性的变化。上海天文台 SKA 团队依托中国 SKA 区域中心原型机，在 SKA 数据处理和科学应用方面取得多项具有国际影响力的成果。

（一）SKA 数据处理核心软件的规模化验证。上海天文台团队与国际团队合作在当时世界上最快的超算上完成了 SKA1 全规模全流程的模拟实验，包括数据产生、采集、相关、校准、成像的实时流水线（图 1），创下天文领域最大规模的数据流。该实验的成功为未来实施 SKA 的科学数据处理任务提供了强大的支持，为 SKA 天文台的工程建设做出了突出贡献，在 SKA 社区引起积极反响。此实验中取得的关键技术突破在其他大型科学计算领域也有强大的应用价值，因此入选 2020 年度国际高性能计算领域“戈登·贝尔奖”的决赛名单^[1]，团队成员荣获上海市高性能计算委员会颁发的年度高性能计算技术应用创新一等奖^[2]。

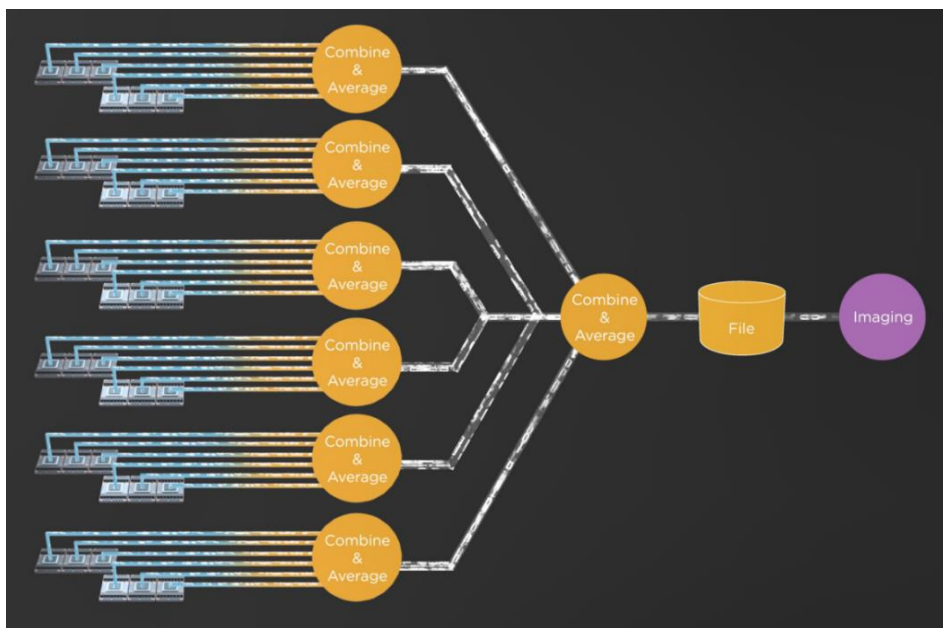


图 1. SKA“端到端”数据处理流程的演示。该实验展示了 SKA 低频望远镜从数据产生、采集、相关、预校准、成图的完整过程。整个数据处理流程连续运行 3 个小时，平均运算速度 65Pflops，峰值 130Pflops，达到 SKA1 超算的设计指标。使用了 27000 多个 GPU 和将近 20 万 CPU 核，数据总量达到 2.6PB，最高写速率达到 925GB/s，是 SKA1 设计指标的 1.5 倍。

（二）SKA 大数据挑战以及人工智能技术的应用。为了帮助全

球科研人员熟悉 SKA 望远镜数据格式以及处理方法，2020 年度 SKA 总部组织 SKA 数据挑战赛。全球共有 13 支团队报名参加了第一届挑战赛，上海天文台团队的总评分名列榜首^[3]。SKA 总部和 SKA 中国办公室特邀请上海天文台作为第二届数据挑战赛的承办方之一。团队还将在挑战赛中的天体搜索技术与人工智能结合，应用于超大巡天图像库的处理，将天体识别的速度提高了几个量级。

（三）在 SKA 科学应用中发挥示范作用。中国科学家建成了世界上首台 SKA 区域中心原型机，依托该原型机开展 SKA 区域中心原型系统建设以及全球网格测试，相关成果入选 2019 年度中国科学院信息化优秀案例，为将来建设 SKA 区域中心中国节点打下了基础。牵头实现了 SKA 数据中心节点之间的高速跨洲际传输，均值速度达到 3.5Gbps，正在开展 100Gbps 实验，为未来全球组网开展大数据传输奠定了基础。团队针对不同的科学应用需求建立了连续谱成像、谱线、脉冲星和 VLBI 数据处理流水线，极大地方便了科学用户，还针对平台的特点对流水线做了优化，将部分流水线的运行速度提高了 1 个量级以上，有力地支持了 SKA 先导望远镜（MWA、ASKAP 和 MeerKAT）的大型巡天和科学项目。部分科学成果已经在顶级学术期刊中发表，其中 2020 年上海天文台团队牵头发表在《自然-通讯》的学术文章“Evolving parsec-scale radio structure in the most distant blazar known”^[4]经编辑推荐入选《自然-通讯》2020 年度“天文学和行星科学”类别十大年度亮点研究论文^[5]。

参考链接：

1. 2020 年度国际高性能计算领域“戈登·贝尔奖”的决赛名单“Processing Full-Scale Square Kilometre Array Data on the Summit Supercomputer” ACM Gordon Bell Finalist Awards Presentation, <https://sc20.supercomputing.org/presentation/?id=gb102&sess=sess303>
2. 团队成员荣获 2020 年度高性能计算技术应用创新一等奖
http://www.shao.cas.cn/2020Ver/xwdt/kyjz/202101/t20210127_5878219.html
3. SKA 科学数据竞赛成果总结 Bonaldi, A., T. An, M. Brüggen, and 42 colleagues, Square Kilometre Array Science Data Challenge 1: analysis and results, Monthly Notices of the Royal Astronomical Society, 2021, 500, 3821-3837.（该论文于 2020 年 10 月在线发表）
4. 依托 SKA 数据中心原型机平台发表的代表性科研论文 An, T., Mohan, P., Zhang, Y., Frey, S., Yang, J., Gabányi, K. É., Gurvits, L. I., Paragi, Z., Perger, K., & Zheng, Z., Evolving parsec-scale radio structure in the most distant blazar known., 2020, Nature Communications, 11, 143 <https://www.nature.com/articles/s41467-019-14093-2>
5. SKA 相关科学研究论文获评《自然-通讯》2020 年度“天文学与行星科学”十大亮点研究论文 <https://www.nature.com/collections/bbhbghdf>