

CSST 科学数据处理系统月报

第 18 期

主办方：中国空间站巡天望远镜科学工作联合中心

时间：2022 年 5 月 10 日



CSST 在轨定标任务专家咨询会顺利召开

2022 年 5 月 5 日，CSST 在轨定标任务专家咨询会由 CSST 科学数据处理系统组织筹办，会议以视频会议的形式召开。在轨定标是所有空间望远镜必不可少的重要任务，关系到科学数据产品的质量和科学目标的实现，需要在望远镜发射入轨前就制定好完备周全的在轨定标策略。CSST 的诸多特点如：后端模块多、大视场、多色成像和无缝光谱同时观测及科学目标多样性等，都给其在轨定标任务带来了很大的挑战。

考虑到在轨定标任务的重要性，为更好地阶段性地检验在轨定标策略研究团队梳理出的在轨定标任务列表及初步策略的完备性和潜在问题，并为下一步工作提供指导和建议。咨询会邀请了国内外实测天体物理领域的 11 位知名学者担任专家出席此次会议。

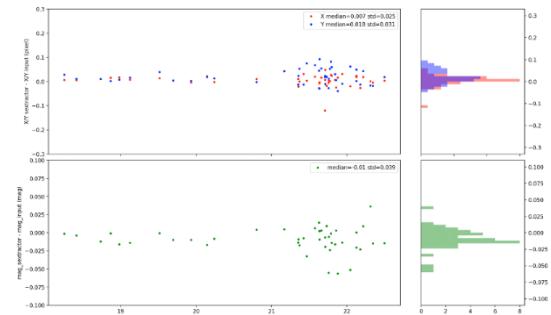
会上，在轨定标策略研究团队的各个后端模块负责人先后介绍了各自的在轨定标任务，包括在轨定标任务的整体情况及各项在轨定标任务的详细介绍及初步策略考虑。与会专家认真聆听了报告，肯定了在轨定标工作的重要性及目前在轨定标策略研究团队所付出的努力，并针对目前梳理出的在轨定标任务列表提出了许多指导性的建议，对我们开展好下一步工作有着积极的指导意义。咨询会顺利召开，达到会议目的。后续将根据与会专家们的意见和建议进行汇总整理并进行闭环。



多色成像模块研制工作进展

多色成像模块团队探索使用 python 的 photutils 包替代 sextractor 的可能性。sextractor 作为外部程序在流水线中进行调用时候存在风险和使用上的一定不便利。由于位置和流量定标主要关注高信噪比 ($S/N > 100$) 的恒星的探测和测光，模块团队尝试使用 python 的 photutils 包来替代 sextractor 对亮星的测量。测试方法是对相同的图像采用 photutils 包和 sextractor 分别进行探测和流量/星等测量，对结果进行比对。首先对 BASS 巡天的真实图像进行测试，发现 photutils 的 DAOStarFinder 给出的初级星表和 sextractor 的结果存在较大差距。后对该星表又运行了 centroid_sources 重新计算恒星的中心位置和流量。两个方法得到结果对比见下图。X 方向差别小于 1% 像元，Y 方向存在 2% 左右的系统偏差，猜测是图像中星象在读出方向有拉长导致

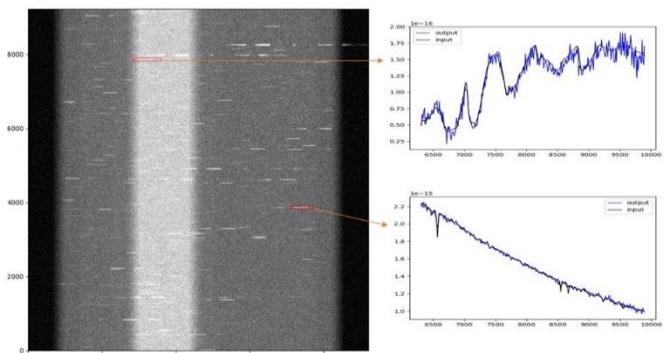
的不同算法之间的差异。流量/星等的差别也不大。然后对 CSST 仿真图像也采用了同样方法进行测试。对 photutils 的结果与输入星表之间的比对，从结果可见，位置差的中值都在百分之一像元左右，弥散度在 2-3% 像元。星等的差别中值在 0.01 星等左右。



图：sextractor 和 photutils 分别对 BASS 图像测量结果的对比。上半部分是坐标对比，红色是 X 方向，蓝色是 Y 方向。

无缝光谱模块研制工作进展

CSST 无缝光谱硬件设计采用国内外首创的双向分光模式，即在同一探测器上放置两块不同色散方向的光栅。该设计模式会导致无缝光谱观测图像上出现重叠区域（如下图左幅所示）。重叠区域天光背景的增强会降低该区域光谱的信噪比，削弱对暗源的探测能力，还可能造成两个色散方向源的多级像混叠。这显著增加了数据处理的困难和复杂性，光谱提取不仅需要各种定标（如 WCS、波长、流量等）信息，同时还需要目标源实际色散方向的先验信息。无缝光谱处理团队根据模拟仿真数据对双向分光的光谱提取进行了尝试并取得了初步进展。然而，面向重叠区域内所有目标源进行高质量的抽谱还需要进一步优化相关算法，如对整个探测器同时进行天光背景和目标源的重构建模，以准确得到两个分光方向的视野边缘，同时进一步提升天光背景扣除和图像去混叠等相关技术能力。



图：CSST 双向分光的无缝光谱科学图像（左）和提取出的一维光谱（右）。

数据系统研制进展

序号	模块名称	月度进展
1	多色成像	配合流水线总体规划进行代码改造；协助仿真团队完成了新仿真数据的部分功能排查改进。
2	无缝光谱	进行基于一维光谱的红移拟合程序和自主开发的基于目标的抽谱程序并入流水线原型；正在规划基于 Grizli 正向建模程序并入流水线原型；深入研究 Axeconf 运用的模型与无缝光谱生成关键技术细节。
3	数据流管理	完成将 1 级数据表按模块拆分及重新设计；完成 IFS 模块数据导入到 1 级数据处理的数据库、服务和接口实现，已交付 IFS 开展测试；初步完成支撑 2 级流水线的数据库、服务和接口实现等工作。
4	流水线运行管理	完成已有星表模块的容器化；总结 Cycle4 无缝光谱容器化流水线，为二级流水线总体框架讨论做准备；继续流水线引擎原型的迭代与完善，重点解决生产环境中的网络容错、模块容错等问题。
5	多通道成像仪	生成包含 ICL 的星系团深场图像；正在进行仪器效应公共模块测试准备；对宇宙线叠加扣除算法进行测试；完成 HST 窄带深场；对减算法残差分析。
6	积分视场光谱仪	完成 IFS 0 级仿真数据的 QC 检查；优化单次曝光处理中的波长定标处理及宇宙线扣除测试；完成多次曝光合成中的定位精度分析；分析科学数据中发射线的信噪比与速度测量精度之间的关系。
7	星冕仪	星冕仪图像仿真程序的结构及模块优化工作基本完成，正在进行星冕仪数据处理程序优化工作；完成了星冕仪在轨定标任务列表专家咨询；完成了基于星冕仪仿真数据的宇宙线公共模块测试。
8	太赫兹	开展太赫兹模块在轨定标任务对观测编排提出的需求梳理，对新的观测编排策略进行了初步分析；继续开展基于仿真的卫星轨道在单点观测模式下太赫兹模块原始数据模拟生成方法研究（包括结合接口数据控制表单，模拟误差），逐步在实现单点模式下 pipeline 闭环仿真系统构建。
9	天体测量	针对密集星场目标提取，不同团队均对 CSST 仿真图像进行了目标提取初步测试；经 CSST 宇宙线扣除程序测试，deepCR 方法将大部分的近地天体识别为宇宙线，1acosmic 方法将少量近地天体识别为宇宙线；利用 Gaia 数据仿真 CSST 十年观测数据，实现了天体测量 5 参数的计算并开展误差分析。
10	观测数据仿真软件	对用户关于软件使用和数据问题的反馈进行整理并回答，升级了探测器模块的随机数模型和视场渐晕模块，添加星等计算器模块，组织开发星系贴图模块，并对不同杂散光模型开展了初步对比测试，为仿真软件的迭代升级做准备。
11	数据可用性标记	精密稳像小天区工作包完成首 100 次指向的可用导星星表，目前正在提速中；观测后数据可视化界面工作包完成了初样框架选型和搭建，正在完成更多的功能展示；各模块数据可用性检测工具工作包正在搭建其各自的框架和完成其相应的模块功能。
12	在轨定标	完成了 Bias 相关的分析统计程序 BiasReport.py 的第一版，目前使用的是函数人工生成的 Bias frame 来做测试，相关程序已上传 gitlab，相应的技术文档正在整理中；开展 PTC (Photon Transfer Curve) 函数方面的研究工作，基于实验室测试数据完成了函数原型的开发；开展了无缝光谱像场畸变在轨定标相关方面的调研和讨论，以及无缝光谱像场畸变可视化方面的工作。
13	观测需求编排	参考 EP 现有框架讨论 CSST 一般观测申请流程；调整开发框架以进行文章在线编辑及浏览；梳理可观测时间计算器及巡天模拟软件调用流程，设计各个流程所需参数文件的在线生成功能并着手进行代码编写；基于 FLASK+VUE+WWT Webgl Engine 搭建 CSST 数据在线可视化开发环境。

近期节点和计划

2022年上半年Cycle5 节点：

时间节点	计划任务安排	时间节点	计划任务安排
1-6 月	实现统一程序框架并完成主要功能封装	3-6 月	设计和实现 2 级数据流水线标准 API 接口
3 月	完成在轨定标策略方案书咨询	3-6 月	开展探测器地面测试
3 月	完成仿真软件 V1.0 版本的发布	3-6 月	完成需求规格说明书编写
3 月	向数据中心提交数据库需求	5 月	完成主要公共模块的定义和开发
3 月	向总体部提交观察需求编排接口需求	6 月	实现完成完整 1 级数据处理流水线
3-6 月	开展系统软件设计	6 月	实现 2 级流水线原型
3-6 月	开展算法科学验证	6 月	实现编排生成功能、观测可视化平台功能、观测申请系统
3-6 月	软件外部接口定义	6 月	发布第二版仿真软件