

通讯

CSST 科学数据处理系统公共模块-宇宙线功能模块测试完成

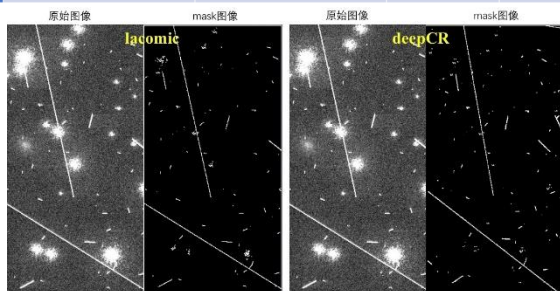
宇宙线功能模块是 CSST 科学数据处理系统公共模块之一，也是第一个进行测试的公共模块。2022 年 1 月底召开了宇宙线功能模块测试启动会，介绍了宇宙线功能模块算法程序包（主要包括 lacosmic 和 deepCR 两种算法、对应的使用说明文档和 Gitlab 路径，讨论了科学数据处理系统 MCI、IFS、CPIC、无缝光谱以及天体测量 5 个模块对宇宙线功能模块的需求，最后对测试任务进行分工。2022 年 5 月中旬，根据任务分工，各大模块完成了宇宙线功能模块的测试，并形成测试报告和缺陷报告。随后召开了测试报告总结会，对各个模块的测试情况进行汇总，对存在的问题进行沟通交流并形成解决方案。目前，宇宙线功能模块已基本满足各大模块的预期，并达到其他模块直接调用的目的。下图是 MCI 对宇宙线功能模块测试的结果展示。此外，第二个公共模块-仪器效应改正功能模块已于 6 月初启动测试工作。

用 lacosmic 方法对 2K*2K 的 mci 仿真图像进行宇宙线识别，平均约用时 1.96 秒

	lacosmic 识别的宇宙线 (pixel)	模拟数据包含的宇宙线 (pixel)	误识别率	识别率
g	55876	41255	0.38%	98.26%
r	49244	40472	0.24%	98.03%
i	48068	40222	0.22%	97.85%

用 deepCR 方法对 2K*2K 的 mci 仿真图像进行宇宙线识别，平均约用时 2.2 秒

	deepCR 识别的宇宙线 (pixel)	模拟数据包含的宇宙线 (pixel)	误识别率	识别率
g	66955	41255	0.64%	99.68%
r	64480	40472	0.60%	99.71%
i	60878	40222	0.52%	99.64%



突出进展

星冕仪数据处理模块研制工作进展

星冕仪观测图像仿真程序开发已基本完成，正在进行代码集成测试相关工作。该程序服务于星冕仪数据处理流水线开发及科学研究工作，具有常用观测目标恒星和行星建模、仪器透过率及点扩散函数建模、背景光和

宇宙线等观测效应建模、相机效应建模等功能，可通过输入的观测序列文件生成 0 级科学数据仿真图像。Cycle5 阶段模块团队开展了程序结构设计工作，对前期代码进行了重构和集成，增加了程序配置接口，输入输出模块，并对各功能进行了持续优化。使用该仿真程序已开展与宇宙线处理模块、星冕仪在轨定标程序、数据处理流水线路程序的联合测试工作。

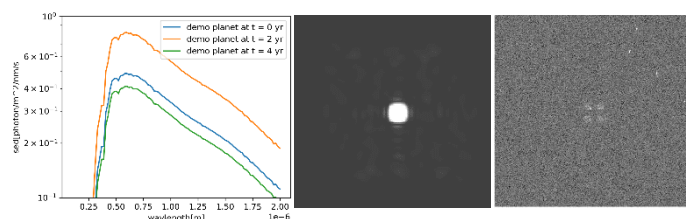
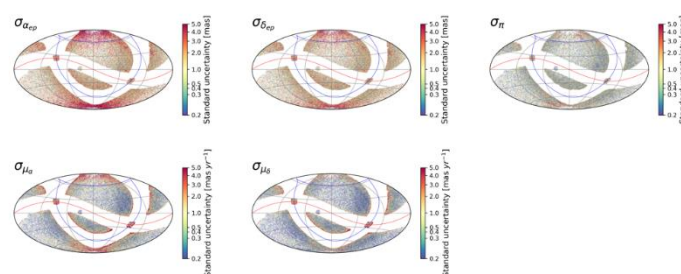


图:观测目标星光谱(左)可见光波段点扩散函数(中)可见光波段观测仿真(右)。

天体测量模块研制工作进展

根据当前 CSST 主巡天编排进行了观测数据仿真，在之前已实现 3 参数解的基础上，完成了全套 5 参数解（参考历元位置、视差和自行）的软件研发和鲁棒性验证工作，整套软件完全由天体测量模块团队开发。团队评估了不同观测误差情况下，CSST 天体测量 5 参数解算效果，验证了 2017 年国际评估时给出的 CSST 天测能力的准确性。对于无法进行 5 参数解的天体，团队还开发了一套天体测量 4 参数解（位置和自行）的软件用以处理零视差天体，目前这两套软件均已完成，这为正式巡天数据处理奠定了很好的基础。下图展示了根据当前 CSST 主巡天编排，模拟 10 年观测数据，解算出的天体测量赤经、赤纬、视差、赤经自行、赤纬自行等参数的精度情况。其中，最高精度方面，赤经可达 0.043mas，赤纬可达 0.042mas，视差可达 0.014mas，赤经自行最高精度可达 0.011mas/yr，赤纬自行最高精度可达 0.003mas/yr。后期我们将与巡天观测编排相互迭代，为 CSST 的巡天观测策略安排提供独立评估意见。



数据系统研制进展

序号	模块名称	月度进展
1	多色成像	基本完成单次曝光数据处理流水线封装，计划本月布置在新服务器上并完成 2 平方度数据处理；协助 MCI 进行仪器效应公共模块测试，并对尚未开发完成的仪器效应功能进行任务分解和梳理。
2	无缝光谱	Cycle5 流水线原型代码集成工作（包括二维图像预处理、天光背景扣除、基于 aXe 和自主开发的面向目标的抽谱程序、基于一维光谱的红移拟合程序）接近收尾；完成基于 Grizli 正向建模程序准备工作，即将并入流水线原型。
3	数据流管理	完成星表查询结果支持多种数据格式，如 Pandas, FitsTable；完善 IFS 模块 0 级-1 级数据服务和接口；开展 MCI 模块的数据导入和 0 级-1 级数据服务和接口的设计和实现；协助开展星表合并工作，与最初原型系统相比有大幅度提高；在数据流和执行重构等方面取得进展。
4	流水线运行管理	建立星表合并流水线，并进行局部优化；在紫金山实验室云平台上，部署流水线运行的系统环境；继续测试、研发流水线引擎软件的容错功能，通过返回码实现自动容错处理。
5	多通道成像仪	完成 MCI1 级数据结构接口设计；撰写需求文档；生成 16 通道仿真数据用于仪器效应公共模块测试；测试 PSF 插值算法。
6	积分视场光谱仪	IFS 科学仿真软件完成单元测试报告；IFS 0 级仿真数据通过形式检查并导入本地数据库；一级数据处理流程生成符合一级数据定义（草稿）的一级仿真数据。
7	星冕仪	完成了星冕仪 1 级数据定义初稿；开展在轨定标及数据处理流水线代码编写；完成了观测仿真程序配置文件接口。
8	太赫兹	完成太赫兹模块 1 级数据结构接口的初步设计；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数据处理技术研究，并结合 1 级数据接口与前期模拟生成的原始数据，进一步完善数据处理 pipeline。
9	天体测量	目标检测：对比（1）基于连通域标记（2）图像卷积目标增强两大类目标检测算法的优缺点，处理图像的适用范围，对自研算法进行升级改造，正在形成测试报告；完成天体测量 5 参数解的软件研发和鲁棒性验证工作，对 CSST 天体测量 5 参数解算效果达到预期，同时完成了针对特定天体的 4 参数解软件。
10	观测数据仿真软件	改正并升级了仿真程序的部分模块，包括：添加 16 通道增益的模块开关、升级仿真执行的记录输出、更新天体星等转化模块、提高仿真计算效率；产生并分析了多组不同工况的光学 PSF 仿真数据，开发不同工况的 PSF 数据植入模块，同时对对比分析了不同 SED 光谱模型的模拟数据，为后续大天区仿真星表做准备。
11	数据可用性标记	完成了 60 万次导星指向的第一次的可用导星指向分布，发现在坐标系转换时有一个奇点错误，目前正在排查问题产生的原因；其他模块正在加紧完成所需要的功能模块。
12	在轨定标	完成在轨定标任务专家咨询会专家建议闭环；使用更新后的仿真软件对初选的 3 个星场进行了 150s/30s 曝光及加/不加天测情况的仿真；优化更新 bias 相关分析程序，研究光子转移曲线；细化调试流量定标相关程序，对其中的目标探测进行去 SExtractor 化；优化无缝光谱抽谱程序，增加了抽特定光谱（如定标星）的接口；开展 HST/JWST 定标参考数据系统（CRDS）调研；开展部分 Wolf-Rayet 恒星光谱的研究，选择 IFS 波长定标恒星；对 HST 定标星团和部分其他球状星团开展研究，选择定标星团。
13	观测需求编排	梳理观测编排文件生成流程，实现观测计划选择查看、选择时间段生成可下载的带 obsid 的观测编排文件的基本功能，细节待优化。

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