

特别报道

CSST 数据处理系统地面测试小组：
精准护航，助力硬件设施完成地面测试

地面测试是硬件设施正式上天前极其关键的一环，直接关系到硬件在运行过程中的稳定性和可靠性，以及观测数据的科学性。近期，CSST 科学数据处理系统团队地面测试小组（简称测试小组）在 2025 年第一季度开展的巡天光学设施巡天通道初样测试工作中，凭借其专业的能力和严谨的态度，全身心投入，为初样测试的顺利开展发挥了重要作用，赢得了广泛好评。

测试小组的主要工作内容包括现场处理测试数据、实时分析、及时发现并报告数据中的问题，以及对测试效果进行简要评估。他们的工作范围涵盖了多个方面，有对工程指标进行复核的，如静态角分辨率这样的重要指标；也有侧重科学应用方面的，如本底暗场定标、快门效应测量、无缝光谱波长定标、抽谱实验、鬼像分析等等。整个过程中测试小组成员与硬件设施团队积极配合，发现问题及时讨论，帮助解决问题，助力本次测试顺利开展。

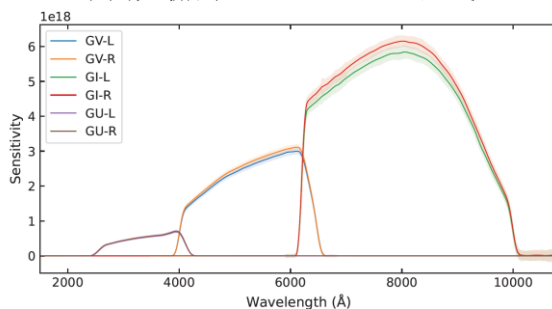
通过本次测试，测试小组不仅积累了丰富的工作经验，更深入理解了测试的重要性。这不仅为后期观测数据仿真和数据处理提供了重要参考，同时也有力地促进了硬件设施下一阶段工作的顺利开展。

突出进展

在轨定标模块研制突出进展

无缝光谱波长和流量定标产品生成工具包，是 CSST 在轨定标工作的重点之一。在轨定标团队基于定标观测策略，对波长定标源（超致密行星状星云）和流量定标源（白矮星）进行了网格化仿真，并基于这些定标仿真数据，开发无缝光谱波长及流量定标产品生成工具包。该工具包的核心功能包括四大方面：根据光谱轨迹相对于参考点的位置获得光谱轨迹函数；根据波长定标源发射线相对于参考点的位置获得光谱色散函数；拟合测量探测器不同空间位置处的光谱轨迹函数和色散函数；将波长定标后的一维光谱与流量标准星对比获得 sensitivity 曲线。该图形交互式工具包既可对单个位置手动测量又可对多个位置批量自动化快速测量。目前该工具包已初步实现前三个功能，并在地面测试中进一步优化。其中，无缝光谱的在轨流量定标，是将来确保光谱流量一致性和可比

性的关键步骤。此外，在轨定标团队在优化波长定标产品生成工具的基础上，进一步实现了无缝光谱流量定标产品生成工具的开发，即集成实现了无缝光谱波长和流量定标产品生成工具包的开发。在根据前期超致密行星状星云仿真数据生成抽谱和波长定标配置文件的基础上，利用白矮星 WDFS1814+78 在 GI、GV 和 GU 波段的仿真数据，测量获得了三个波段一级谱的响应曲线，验证了无缝光谱在轨流量定标的算法。接下来的工作包括将流量定标功能集成进波长和流量定标产品生成工具包中。下图为基于开发的无缝光谱波长和流量定标产品生成工具包测量获得的 GU/GV/GI 不同光栅的 SENSITIVITY 曲线。

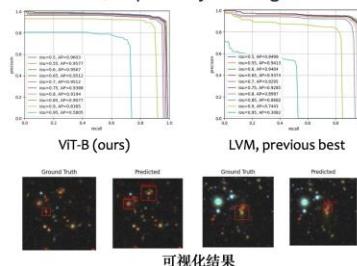


天文算子模块研制突出进展

CSST 视觉基础模型 1.0 (C-MAE) 利用大规模无标签的 DESI 数据（1 百万张图片）和掩码建模自监督算法训练了多个参数规模的视觉模型（100M, 300M, 600M 参数），这些模型学习到的表征能够迁移到各种各样的下游任务中去。在形态学分类任务，完成了对 LVM, AstroCLIP 等现有开源模型对比评测，C-MAE 的结果均高于这些开源模型，87.23% (C-MAE 100M) vs. 84.63% (LVM) vs. 84.18% (AstroCLIP)，目前在进行 3 通道、5 通道数据的红移估计评测。此外，对比 SDSS 数据上训练获得的 ScNet, C-MAE 100M 在 SDSS 的形态学分类任务上取得了 93.47% 的分类精度，高于 ScNet 的 89.13%。下图展示 C-MAE 在目标检测上对高 IoU 标准有更好的表现（检测精度更高）。

强引力透镜检测

Better performance, especially for higher IoU



数据系统研制进展

序号	模块名称	月度进展
1	多色成像	photoz 功能模块、合并星表 2.0 功能模块通过单元测试；开展 50 平方度数据处理；完成弱透镜功能模块落地之江的基本对接；推进 mosaic 不同算法比对；完成技术报告的撰写并提交；参与长光地面测试；协助在轨定标完成定标天区数据处理。
2	无缝光谱	深度优化了 CSST 无缝光谱与多色测光结合的红移测量程序，显著提升了精度与效率；改进了无缝光谱天体分类程序，使其识别与分类更加精准；基于 Transformer 架构开发了无缝光谱零级像自动探测识别工具，能够高效探测零级像且不受宇宙线干扰；基于 KAN 开发了新的光谱拟合算法，进一步提升了光谱拟合精度及恒星参数测量的准确性；此外，还对不同探测器、光栅和波段条件下零级像质心的分布特点进行了测试与分析，为后续研究提供了重要参考。
3	数据流管理	开展 DFS 客户端的重构工作；实现编排数据的接口支持写入和查询；开展重构 csst-dfs-tools 支持数据手工和目录实时监测导入，数据批处理消息触发等功能。
4	流水线运行管理	完成之江环境 scalebox 平台的部署工作，调整 DAG 接口并进行初步流水线测试；持续开展流水线运行管理界面迭代开发。
5	多通道成像仪	完成 MCI 仿真软件配置项测试报告和评审并完成意见闭环；开展技术报告各个算法列表的梳理及撰写工作；定标工具包重新配置了 MCI 的部分，功能正常；收到部分地面测试数据并转成 0 级数据。
6	积分视场光谱仪	完成 IFS 仿真软件配置项测试报告和评审并完成意见闭环；对数据处理软件 C10IFS 模块研制计划进行梳理并闭环；开展数据处理软件技术文档的编写，核心模块按照 readthedoc 方式集成，完成单次曝光模块技术报告初稿；完成仿真软件 gehong 文章的投稿。
7	星冕仪	完成星冕仪仿真软件配置项测试报告和评审并完成意见闭环；实现对于星冕仪焦面图像中次级像斑的仿真工作；完成数据处理流水线算法文档初稿，正在开展流水线的初步测试；对于编排程序的接口和总体进行了讨论，对曝光时间计算器程序中的 bug 进行了修复；完成星冕仪科学测试需求的迭代。
8	太赫兹	完成太赫兹模块数据处理流水线配置项测试方案的内容编写与细化，逐步推进配置项测试相关工作；持续推进 2 级数据处理流水线中剩余功能模块的开发与测试工作，推进太赫兹模块在轨定标工作包中指向定标观测算法研制与落实工作；完成太赫兹模块数据仿真文章的内审与修改，等待投稿。
9	天体测量	完成天体测量一级流水线新一轮的单元测试以及流水线集成；按照流水线集成新的要求，重新开展流水线集成工作；对一级流水线产品开展精度分析工作；组织开展技术文档的撰写。
10	观测数据仿真软件	持续优化仿真软件；完成主巡天仿真软件配置项测试报告和评审并完成意见闭环；正在开展 1000 平方度星系星表的对比测试，完成了 1000 平方度仿真的仿真环境测试；完成成像仿真相关技术文档的初稿撰写。
11	数据可用性标记	完成特殊天区图像贴图程序及第一版图像仿真工作；导星仪及波前的数据已收集完毕，等待进一步需求进行仿真及分析工作；开展可用性标记相关的 QC flags 内容的梳理工作；协助配置项测试人员进行测试仿真数据构建。
12	在轨定标	梳理定标产品生成工具包，明确新工具包的开发计划；梳理在轨定标技术文档；开展无缝光谱在轨波长定标观测方案的讨论；完成巡天模块曝光和指向可视化系统的初步研发，初步实现在轨定标天区观测视场和天体的可视化，并计算各探测器视场内天体数密度、各波段亮星数密度等；开展巡天模块定标产品生成流水线集成工作；初步完成在轨定标模块相关第一批技术文档的撰写工作。
13	观测需求编排	完成所有后端曝光时间计算器接入，当前 CPI-C、HSTDM 由编排系统提供 ETC 服务；将 dfs api 的相关库的使用迁移到最新的 csst-dfs-client，对应修改了 level 0 数据模型变更的格式；完成观测管理界面的重构工作，增加按申请类型、天体名称、提交时间等要素筛选的功能；对怀柔编排大厅大屏开展新应用场景的设计工作。
14	数据处理软件集成	在阿里云环境下完成 50 平方度多色成像数据 1 级流水线；完成 DAG 定义更新；开展设计文档及安装使用手册的撰写工作。
15	存储与计算	完成 namespace lensing 功能模块的开发并交付弱透镜科学团队使用；科研工作台开始接入 codespace 并完成调用功能性联调工作。

16	天文算子	CSST 视觉基础模型 1.0 利用大规模无标签的 DESI 数据和掩码建模自监督算法完成多个参数规模视觉模型训练；在形态学分类任务，完成对 LVM，AstroCLIP 等现有开源模型对比评测，C-MAE 的结果均高于这些开源模型；对比 SDSS 数据上训练获得的 ScNet，C-MAE 也取得了高于 ScNet 的分类精度。
17	CSST 计算工作台	DFS_L1 功能融合开发完成，主要包括流水线重处理及日志查看，carta 接入工作台。整体提测完成，待发布上线；在线协作开发完成 PRD 评审，UI 评审和技术评审；继续完成在线协作开发功能模块的开发及上线。
18	数据融合	完成小数据量模拟星表交叉合并功能实现；正在开展 learned Index 相关实验总结；开展光谱模拟数据描述模型的设计工作；开展多波段图像融合流程处理架构设计工作。

近期节点和计划

时间节点	计划任务安排	时间节点	计划任务安排
4 月 30 日	完成 1 级流水线的全部开发和版本固化	6 月 30 日	完成 2 级流水线的全部开发和版本固化
4 月 30 日	完成定标产品生成流水线和定标产品的生成工具包固	8 月 30 日	完成数据处理软件 1 级流水线配置项测试
4 月 30 日	完成 50 平方度深场仿真	9 月 30 日	完成数据处理软件 2 级流水线配置项测试
4 月 30 日	基本完成 1000 平方度仿真	8 月 30 日	完成数据处理软件新功能开发
4 月 30 日	在轨定标方案评审	12 月 30 日	完成编排软件配置项测试
5 月 30 日	完成《软件设计说明》评审	26 年 1 月 30 日	实现共有云环境下的部署，开展系统测试