

新闻

CSST 科学数据处理系统通过项目中期评审

8 月 18 日，根据载人航天工程研制进度要求，中国空间站巡天望远镜科学工作联合中心在北京召开了 CSST 科学数据处理系统项目中期评审会。来自载人航天工程办公室，中国科学院空间应用中心、国家天文台、上海天文台、紫金山天文台、云南天文台、南京天光所、网络信息中心，北京大学、云南大学、香港中文大学等 11 家单位的专家和科研骨干约 70 人参加了此次会议。

与会专家听取了 CSST 科学数据处理系统三个软件配置项研制进展报告并观看了软件工作演示，审议了科学数据处理系统主要软件模块各项科学性能的中期报告。经过讨论质询后，专家组对 CSST 科学数据处理系统研制工作给予了高度评价，认为已取得了令人瞩目的进展，各项软件研制工作按照计划正常推进，约半数技术指标已经达到或超过技术要求。专家组同意通过中期评审。

与会专家表示，项目研制至今已经为数据处理系统的完成打下了良好基础。在后续工作中，数据处理系统研制团队面对硬件研制和地面测试的重大挑战应进一步发挥作用；继续加强和科学团队的对接，建立紧密的协同；结合载人航天工程公有云建设工作，尽早开展软件部署和测试。

载人航天工程空间科学首席专家顾逸东院士担任本次评审组组长，评审组成员由中国科学院云南天文台韩占文院士，空间应用系统副总师、空间应用中心李绪志研究员，国家天文台赵刚研究员等 12 名专家组成。载人航天工程办公室王朋研究员、王博甲高工，空间应用系统副总师刘国宁，CSST 科学数据处理系统指挥、国家天文台副台长刘继峰，上海天文台党委书记侯金良等领导出席了本次评审会。会议由 CSST 科学数据处理系统副指挥、国家天文台总工程师包曙东主持。

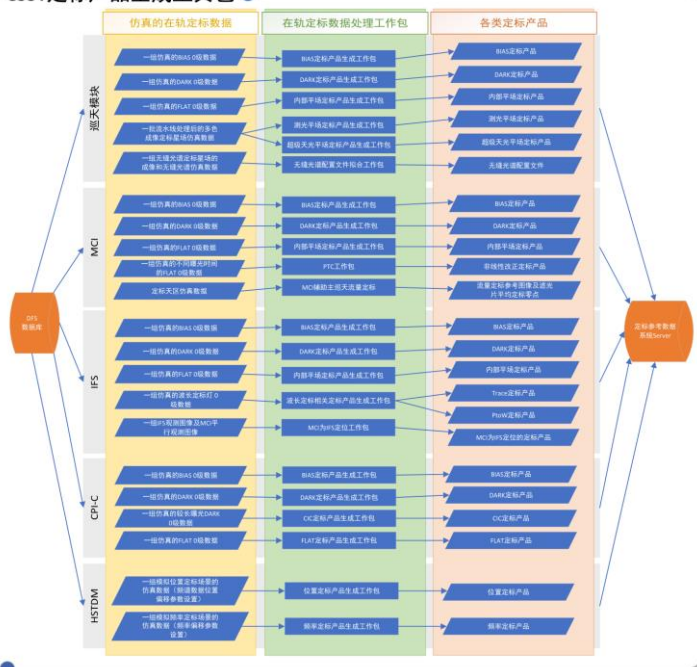


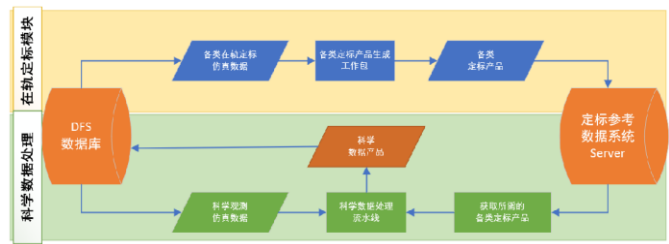
中期研制进展

在轨定标模块中期进展

CSST 在轨定标数据处理的主要功能包括每个焦面仪器的在轨定标数据处理和仪器间的交叉定标数据处理。在目前的研制阶段，在轨定标模块的设计主要是针对 CSST 五个后端模块，使用仿真的在轨定标数据和开发的工作包经过处理生成满足 CSST 定标参考数据定义的各类定标产品，并经过格式检查后提供给科学数据处理流水线使用。目前，在轨定标模块已可生成现阶段科学数据处理流水线所需的各类定标产品，配合完成科学数据的定标。主要包括，巡天模块：本底、暗电流、内部平场、测光平场、超级天光平场等；MCI：本底、暗电流、内部平场、非线性；IFS：本底、暗电流、内部平场、波长定标参考文件；CPI-C：本底、暗电流、平场、时钟感生电荷；HSTDM：频率定标产品、位置定标产品。后续还将进一步配合科学数据处理流水线的需求，完成更多定标产品的生成；另外，还将随在轨定标仿真数据的迭代更新，不断优化已有定标产品的生成算法。仪器间交叉定标方面，为实现 MCI 为主巡天辅助流量定标，已初步筛选了 36 颗定标星，通过处理分析获得了参考星表，并定义了参考星表的文件格式和内容。MCI 为 IFS 位置定标方面，完成了定标方案和算法的设计，以及代码的实现，并初步在仿真数据上完成了测试，验证了算法的正确性；后续还将使用更接近真实情况的仿真数据来优化算法。

CSST 定标产品生成工具包



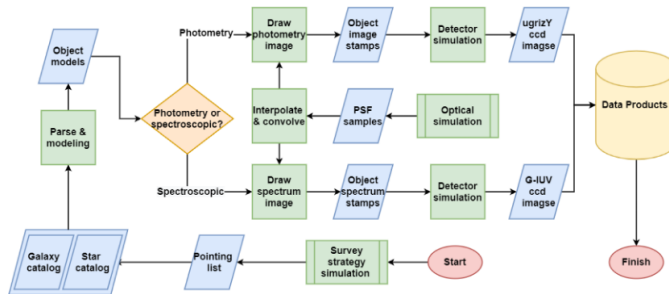


观测数据仿真软件中期进展

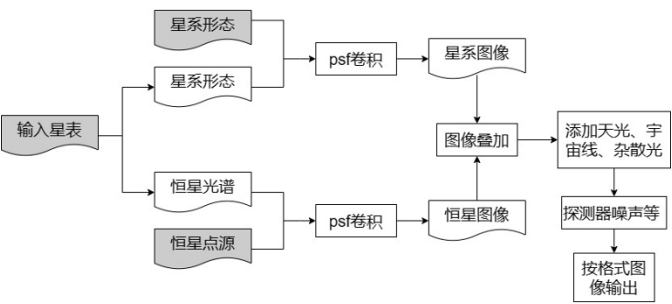
观测数据仿真软件共包含 5 个模块的功能实现，分别为望远镜工程仿真、主巡天仿真、多通道成像仪、积分视场光谱仪和系外行星成像星冕仪。仿真团队针对各终端模块的仿真需求，完成了图像仿真软件设计的主要功能，开展了多组不同任务规模的仿真软件测试和运行，能够利用指定的启动策略进行图像仿真工作。在仿真软件实现上，各模块独立开发维护，相关进展如下：

1、望远镜工程仿真的主用功能是在不同工况下，对巡天平台和巡天设施主光机的光路进行成像数据仿真，且主光路仿真输出数据应无缝连接到各个仿真后端模块，共同提供仿真观测数据。在工程仿真中，团队完成了包含热仿真、镜面加工误差、装调误差、重力变形、探测器表面不平度、滤光片非均匀性和主动光学等模块的开发、集成、测试和运行。完成了仿真 PSF 的综合分析，为后端模块分别提供了多组 PSF 仿真数据。

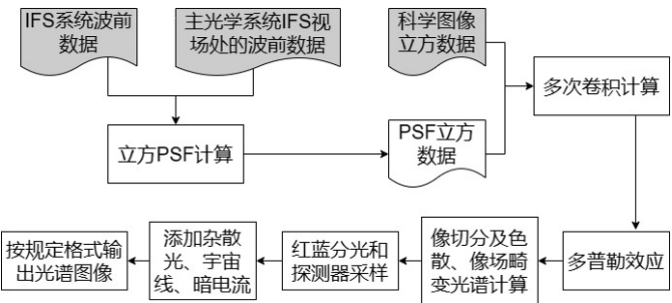
2、主巡天观测仿真的主要功能是模拟巡天模块，对滤光片、光栅、快门、平场定标灯、探测器、电子学效应、装调误差等进行仿真，产生接近真实观测的图像数据。目前，观测仿真软件开发基本完成，完成了以下关键技术：1）完成了 1Gpc/h 盒子边长的宇宙学模拟，纳入到“CSST-九天”项目的数据库管理。2）生成了含发射线的半解析星系星表，并通过引力透镜光线追踪技术，添加了弱引力透镜信息。3）基于 Gaia 观测星表，结合数值模拟，构建了完整的恒星星表。4）完成了像场畸变信息提取和参数建模。5）利用实验室测量数据，实现了无缝光谱的分光功能。6）结合望远镜镜面反射效率、滤光片透过率以及探测器性能参数，实现了多色成像及图像读出。7）完成天测效应功能模块开发。8）完成了随指向和时间变化的天光背景强度计算模块开发。利用仿真软件，完成了 50 平方度天区的成像仿真工作，相关数据已用于流水线开发测试和弱引力透镜科学效能评估等工作。



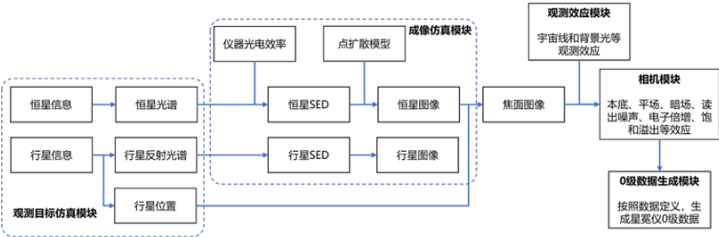
3、多通道成像仪（MCI）仿真的主要功能是模拟多通道成像仪观测仿真图像，对后光路、滤光片、快门、探测器、电子学效应、装调误差等进行仿真，产生接近真实观测的图像数据。目前，多通道成像仪的仿真软件开发基本完成，完成了以下关键技术：1）基于 CosmoDC2 观测星表，可以进行 1 平方度视场(≥ 50 平方角分)，极限星等在各个波段 ≥ 30 等的深场观测图像模拟仿真。2）初步完成了 MCI 的 30 片滤光片的数据库建立，包括实验室实测的透过率曲线数据。3）完成了像场畸变信息提取和参数建模。4）结合望远镜镜面反射效率、滤光片透过率以及探测器性能参数，实现了三通道的成像及图像读出。5）完成了随望远镜指向和空间轨道时间变化的天光背景效应的模块开发。



4、积分视场光谱仪（IFS）仿真软件需要对观测的科学目标和仪器中的像切分器、后光路、光栅、定标灯、探测器、电子学效应、装调误差等进行仿真，产生接近真实观测的积分视场光谱图像数据，主要包含 IFS 科学图像仿真软件和 IFS 光谱图像仿真软件两个部分。科学图像仿真软件的核心代码 gehong（<https://csst-ifs-gehong.readthedocs.io/>）已经正式公开发布。在 IFS 光谱图像仿真软件方面，仪器仿真中考考虑了光学系统中各部分的像差、各分系统或元件反射、透射效率、切分器和狭缝带来的光学衍射效应、亚像素效应、像场畸变、谱线弯曲、宇宙线、天光背景、杂散光、多普勒效应、探测器效应，完成了 20 个星系的光谱图像仿真数据。



5、星冕仪仿真具有系外行星成像星冕仪观测图像的仿真功能，可以对后光学、探测器等效应进行仿真，产生接近真实观测的图像数据。目前，除 CTE 效应仿真功能外，已完成星冕仪观测仿真的各项功能模块，并且开展了单元测试，各项功能均已实现，测试结果合理且符合预期。

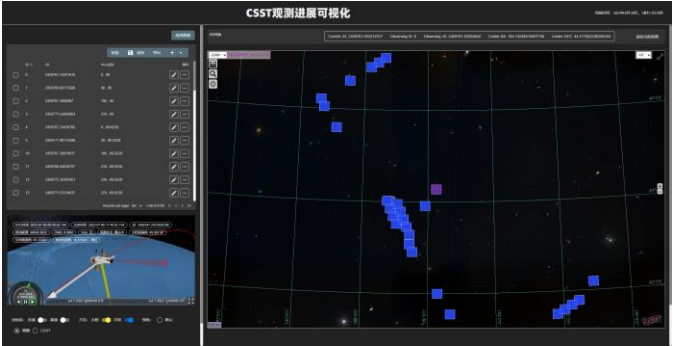


各终端成像仿真软件的开发和维护，基于软件库版本管理和单元测试等工具，能够保证仿真软件的迭代更新和测试记录可追溯。目前，仿真数据均已释放给流水线开发团队和相关科学团队，并公开释放了主巡天、多通道成像仪和积分视场光谱仪的仿真软件，用户可以使用仿真软件开展个性化数据需求的仿真工作。

科学观测需求编排软件中期进展

科学观测需求编排软件的主要任务是对科学观测需求进行编排，并提交给有效载荷运控管理系统。软件分成人机交互、望远镜状态及观测进展、观测编排文件生成、一般观测申请支持、机遇观测工具等 5 个主要模块。相关进展如下：

- 1、人机交互作为整体开发框架，已经具备了所需的基本要素，包括基于浏览器的应用、安全登录、用户权限控制、Email 通知、个人信息维护、关键操作日志记录等。后续将针对实际应用对各个流程进一步优化。
- 2、望远镜状态及观测进展模块已基本实现了根据观测计划及用户需求进行观测天区展示、望远镜姿态展示，望远镜指向及轨道位置等信息的。通过上传观测计划、选取观测时间等方式，可在不同的可视化区域中查看对应信息，并实现了不同区域的联动展示。同时开发注重模块化，这使得后期可根据用户的实际需求、屏幕分辨率等定制化前端展示。
- 3、观测编排文件生成模块目前走通了“编排仿真——



内部编排——正式编排”整体流程。可在线调用编排仿真程序生成初步编排，转换成相应的工作模式和相关参数生成内部编排。通过内部编排列表和 Timeline 界面查看和修改编排项，确认后按和运控定义好的 JSON 格式生成正式编排文件。

- 4、一般观测申请工具目前完成了申请人在 Phase1 和 Phase2 阶段的观测信息提交和评审。在 Phase1 阶段，申请人填写观测申请的一般信息和源信息，提交后由后端仪器管理员进行源表的初步观测编排，将编排结果作为观测可行性评估结果反馈给用户。用户在 Phase2 阶段中根据预编排结果对源信息进行修改，再次提交后由管理员分配对应科学领域的专家进行评审。管理员可实时查看专家评审的状态，并总览所有申请的评审结果。工具还将集成各后端仪器研发的曝光时间计算器及目标可见性计算器，提供给用户在申请观测时进行相关参数的计算。
- 5、机遇观测工具模块已实现 GCN 警报事件监测，可解析事件并保存到本地警报数据库。警报事件的解析主要提取警报发生的位置（赤径、赤纬）、时间、类型等关键信息。模块同时提供了警报事件查询功能。根据 CSST 望远镜的观测需求及当前状态，CSST 值班专家也可以由警报事件直接创建观测计划并提交至编排系统。

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
23 年 8 月	数据处理系统完成中期评审	23 年 11 月	在轨定标方案评审
23 年 8 月-23 年 12 月	仿真软件更新版本	23 年 11 月	各模块完成单元测试
23 年 8 月-24 年 1 月	数据处理软件已有算法完善和优化	23 年 12 月	完成观测需求编排科学专家咨询
23 年 8 月-24 年 1 月	数据处理软件 2 级流水线开发	23 年 12 月	流水线完成集成测试
23 年 8 月-24 年 1 月	配合开展地面测试	23 年 12 月	根据鉴定件标定参数完成仿真软件的修改和小天区仿真数据生成
23 年 8 月-24 年 1 月	定标产品生成算法迭代和更新	23 年 12 月	完成第二次科学效能评估
23 年 8 月-24 年 1 月	观测需求编排软件的更新迭代	23 年 12 月	完成配置项软件设计评审
23 年 8 月-24 年 1 月	配合完成地面测试	23 年 12 月	完成 2 级数据定义专家咨询
23 年 10 月	流水线设计优化	24 年 1 月	完成 C8 阶段结束，完成总结和任务验收
23 年 11 月初	单元测试平台完善和优化		