

Operation Management and Service of HJ-1

环境减灾卫星

运行管理与服务

■ 李素菊¹ 范一大² 杨思全¹ 王兴玲² 吴玮¹ 刘龙飞¹ 张超¹ 崔燕¹
(1 民政部国家减灾中心 2 民政部信息中心)

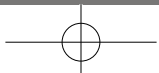
1 引言

环境减灾卫星星座业务运行管理的主要任务是收集用户的观测需求、有效载荷成像申请,合理规划安排卫星和地面资源,制定卫星运行工作计划、有效载荷成像计划、地面接收计划、业务测控计划等,监视卫星及其有效载荷的工作状态,处理业务运控指令,并向用户提供卫星轨道、姿态等辅助数据服务。国家减灾中心具体承担了环境减灾卫星系统的三星四载荷的业务运行管理任务,尽管卫星在轨设计寿命仅3年,但通过科学、有效的卫星运行管理,实现了环境减灾卫星星座多星协调管控,最大限度地发挥了应用需求牵引、天地协同服务的能力,保障了星座的超期服役和长期稳定运行。通过多年的探索和实践,国家减灾中心建立了专业化的人才队伍,形成了环境减灾卫星

星座业务运行管理机制,积累了卫星运行管理的丰富经验,实现了运行管理系统的安全可靠运行,并在全球灾害事件监测、地表环境综合观测以及我国自然灾害的风险监测与应急响应中发挥了重要作用。

2 运行管理系统的设计与建设

运行管理系统是面向环境减灾卫星星座并服务于应用系统和地面系统的业务支撑系统。该系统的建设与运行一方面能够支持环境减灾卫星星座常规的业务运行管理任务,另一方面还要具备应对突发性灾害事件的应急运行管理能力。因此,研制功能完善、性能高效、运行可靠的运行管理系统可有效管理环境减灾卫星星座,保证卫星在轨稳定运行,对于防灾减灾救灾的实际应用非常重要。



运行管理系统按照统一规划、急用先行的思路进行设计与建设。2008年5月底,在环境减灾一号A、B(HJ-1A/B)卫星发射之前,先期完成运行管理系统应急系统的研制,主要是针对HJ-1A/B卫星业务运行管理功能进行开发。卫星发射后,由应急系统承担卫星运行管理任务。2011年3月,在环境减灾一号C(HJ-1C)卫星发射前,对应急系统进行改进和扩充,充实了HJ-1C卫星业务运行管理功能。2012年10月,进一步完善运行管理系统,全面实现了对环境减灾卫星星座3颗卫星的业务管控。

运行管理系统的运行流程是根据用户观测申请,生成可以实施的载荷工作计划并通过地面测控系统上注到卫星,并将生成的地面站接收计划发送到地面系统,由其负责卫星成像数据的接收。同时,运行管理系统接收地面测控系统传来的遥测数据,进行实时数据处理,监视计划执行情况和有效载荷状态,并为应用系统提供轨道数据服务。运行管理系统结合应用特点分为常规和应急两种工作模式。在常规模式下,运行管理系统按照测控计划接收地面测控系统发送的遥测数据,对卫星及其有效载荷的工作状态进行监视;负责接收地面测控系统发送的轨道根数数据,进行卫星轨道预报并发送至应用系统和地面系统;按照观测申请,通过地面测控系统实施观测计划;调度地面系统,按照数据接收计划接收卫星下行的数传数据,并将数据接收计划发送至应用系统和地面系统。应急工作模式是指在突发事件情况下,由应用系统提出应急观测申请,运行管理系统对常规运控计划进行重排,生成同时满足应急申请和部分常规申请的运控计划,并将应急计划发送到地面测控系统,同时将应急接收计划发送到地面系统。

运行管理系统是一个全天候、不间断、实时性强的业务运行系统,主要任务就是对卫星及其有效载荷进行运行控制和实时监视,对数据交换的实时性、

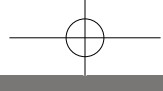
响应速度、业务运行的可控性和可监视性等要求很高。在系统构架设计中,采用多层的体系结构,有利于提高系统的灵活性和可扩展性。运行管理系统主要包括卫星遥测遥控数据处理显示、计划管理与任务调度、运控信息管理等3个分系统和1个运行管理业务支撑平台,共12个子系统以及34个功能模块。其中,卫星遥测遥控数据处理显示分系统负责接收、处理、显示遥测数据,实时监视卫星及其有效载荷工作状态,根据有效载荷工作计划,进行卫星数据注入编码处理。计划管理与任务调度分系统负责根据卫星轨道根数进行星历计算和轨道预报,制定卫星载荷工作计划和数据接收计划。运控信息管理分系统负责对运行管理系统运行过程中的信息进行记录、分析、检索,对接收、处理、生成的数据提供信息归档入库、信息分发和检索查询等。运行管理业务支撑平台是运行管理系统的计算机网络与安全控制的软硬件平台,提供时统、语音调度等技术支撑。

3 运行管理应用服务成效

环境减灾卫星星座的运行管理系统是一个面对多星、多载荷、多用户的卫星观测管理系统。截至2018年7月,运行管理系统共安排HJ-1A/B卫星工作计划545期,安排卫星成像16620轨,实际有效成像率达94%。通过合理调度、管理卫星及其有效载荷资源,运行管理应用服务工作主要取得了以下4个方面的成效。

实现环境减灾卫星星座的长期稳定运行管理

建立了常规和应急两种运行管理工作模式,形成24小时动态监控管理能力,能够进行有效载荷工作状态的实时监控,实现既能在常规条件下安排卫星观测,又能根据国内外突发重大事件的需求,随时安排应急观测计划,并及时上注观测指令。环境减灾卫星星座



在轨运行期间，完成了轨道调整、固存自检、卫星健康状况分析等工作，为卫星稳定运行提供了保障。

2012年3月，在发现HJ-1A/B卫星因轨道漂移，相位差大大超出设计要求后，通过运行管理系统仿真显示南北纬 33.8° 之间会出现漏缝，相应区域的卫星任务规划将受到影响。国家减灾中心组织相关单位，通过5次点火将卫星轨道提升。通过高精度的轨控工作，达到预期指标要求。同期，针对HJ-1A/B卫星记录回放影像噪声逐渐加重的情况，国家减灾中心安排针对性的试验，通过一次记录多次回放、一次回放多站接收的措施，对星地链路中可能产生噪声的各个环节进行分析，确定噪声来源。经过自检操作，消除了噪声影响，使图像质量得到提高。同时，优化了指令序列，防止噪声再次出现。此外，卫星运行期间，通过运行管理系统遥测参数的分析，判断HJ-1A/B卫星运行状况，为星座的延寿运行提供技术支撑。

有效支撑环境减灾卫星灾害风险监测与应急响应工作

环境减灾卫星具有大幅宽、多载荷、多谱段等特点，能在灾害风险监测和应急中发挥重要作用。自卫星发射以来，通过定期安排卫星观测计划，有力支持了全国陆域本底影像制作、灾害特征参数反演、积雪覆盖监测、水域范围监测等日常灾害遥感业务。应急情况下，目前已针对青海玉树地震、甘肃舟曲泥石流、南方暴雨洪涝等100余次国内重特大自然灾害和澳大利亚森林大火、非洲之角干旱、孟加拉洪涝、缅甸洪涝等20余次国际灾害事件，通过精确计算卫星轨道，快速进行任务规划，使得在第一时间能够紧急安排卫星观测任务，保障了卫星减灾应用服务及时有效。

针对突发性自然灾害应急响应时效性要求高的特点，根据灾害特征和灾区形势，紧密结合灾害监测

评估业务需求，国家减灾中心及时、快速安排卫星观测任务，其中玉树地震后仅4个半小时就进行了首次观测，并且实时下传了遥感影像。在国际灾害事件的应对上，2009年应澳大利亚政府请求，安排澳大利亚东南部森林草原大火监测，相关服务工作得到了澳大利亚政府的高度赞扬，针对2010年智利8.8级地震，国家减灾中心启动应急观测，HJ-1A/B卫星于2月27日完成地震灾区第一次观测，获取了震后8小时的CCD影像15景，基本覆盖智利全境，应空间与重大灾害国际宪章（CHARTER）机制要求，继续对智利地震区域进行了2次观测，共获取CCD影像50余景；针对2010年危地马拉火山喷发，应联合国灾害管理与应急响应天基信息平台（UN-SPIDER）要求，及时安排应急观测，于6月3日对火山区域进行了首次观测，并进行4次连续观测，累计获得遥感影像20余景；针对2015年缅甸洪涝灾害，通过持续安排卫星观测任务，获取灾区卫星观测数据，完成了对洪涝灾区范围和影响情况分析，为我国对外援助工作提供了有用的空间信息服务。以上应用实例充分体现了环境减灾卫星运行管理工作服务于全球应急观测和快速响应的能力。

完成全球陆地中分辨率光学数据的获取

为获取全球陆地光学遥感影像，研究全球地表覆盖和土地利用状况，2010年起，国家减灾中心开始利用HJ-1A/B卫星CCD相机进行全球陆地光学影像获取。光学遥感影像的获取既要考虑地面光照条件、云量、季节、地物特性等因素，又要考虑卫星观测能力、地面接收能力、全球陆地分布等因素。依托环境减灾卫星运行管理系统，通过合理规划卫星成像任务，完成了基于HJ-1A/B卫星的全球陆地光学遥感影像获取工作。该数据是我国首个中分辨率全球覆盖的遥感光学影像集，已成为我国开展全球变化研究和全球30m分辨率土地覆盖产品重要的中高

分辨率光学影像数据源。

促进相关行业的卫星遥感应用

环境减灾卫星搭载有可见光、红外、高光谱、微波等多种传感器，具有广阔的应用领域和前景。自卫星发射以来，环境减灾卫星数据已被广泛用于农业农村、水利、自然资源、交通运输、统计等多个相关行业领域，为中国气象局、中国地质调查局等行业部门以及高校、科研院所、地方、企业等相关单位提供卫星观测和数据服务。在农业领域，利用运行管理系统安排农业旱灾等卫星观测任务，制作农业干旱等专题图，为农业灾害的早期预警和粮食安全提供服务。在水利行业，通过制定洪水和干旱观测计划，为农业干旱和洪水监测提供服务。在自然资源行业，通过合理安排多光谱、高光谱等载荷成像任务，开展海上溢油、海冰、地质环境、重大工程用地、城市规模扩张、土地覆盖等监测，为海洋科考、国土资源调查等提供应用服务。在交通运输行业，结合卫星观测区域数据，开展道路灾害损毁应急监测与评估工作。在统计行业，卫星运行管理工作为开展粮食主产区作物种植面积遥感测量和估产提供了保障。通过运行管理系统的合理规划 and 调度，使得环境减灾卫星不仅能够有效服务于

防灾减灾、生态环境等主要行业用户，还能兼顾服务于其他相关的行业领域，从而推动了环境减灾卫星在各领域应用水平和能力的提升。

4 结语

环境减灾卫星的运行管理业务已持续 10 年。10 年来，为加强环境减灾卫星运行管理工作，国家减灾中心成立了运行管理中心，培养和配备了专业化的运行管理业务人员，建立了卫星运行管理制度，形成了多部门协作的卫星运行管理与服务机制，研制的卫星运行管理系统能够长期稳定运行，为环境减灾卫星星座在轨运行和最大限度发挥卫星应用效能提供了有力保障。环境减灾卫星星座运行管理的一大特色和宝贵经验在于卫星的业务管控是由用户部门负责，这就保证了卫星观测能够更为紧密地结合国家防灾减灾和应急处置应用需求，能够实现定期观测和灵活安排编程计划相结合，使卫星的应用效益得到更为充分的发挥。因此，这种成功的运行管理机制将在“环境减灾”卫星运行管理的后续发展中得到延续，现有运行管理系统将会进一步完善功能、提升性能，最大限度地实现需求牵引、天地协同的卫星应用服务。🌍