

提升风云气象卫星服务能力, 筑牢防灾减灾第一道防线 ——2020年风云气象卫星用户大会综述

■ 关敏 张甲坤 姚依欣

验证试验表明, FY-3卫星数据为ECMWF系统的预报做出了重要贡献, 对全球大部分地区的2天内预报有显著的正效果, 在赤道地区对4天内预报有显著的正效果。

DOI: 10.3969/j.issn.2095-1973.2021.04.033

2020年风云气象卫星用户大会于2020年10月28—29日在苏州召开。本次大会是风云气象卫星事业50周年系列活动之一, 也是首次面向国内风云气象卫星用户的学术交流盛会。大会回顾了我国风云气象卫星事业50年发展历程和取得的成就, 集中检验和展示了风云卫星在国内各领域和行业的应用进展。

1 会议概况

大会由中国气象局、国家航天局、中国科学院和中国航天科技集团有限公司共同主办, 中国气象局气象卫星工程管理办公室、中国气象学会、国家卫星气象中心、中国航天科技集团有限公司第八研究院承办。大会主题为“提升风云气象卫星服务能力, 筑牢防灾减灾第一道防线”。来自部委、军队、中国科学院、中国航天科技集团、高校及气象部门等120余家单位, 超过500位专家学者与会交流。大会交流报告共计218个, 其中口头报告115个, 墙报103个。

2 会议主要成果

支撑气象核心业务, 风云卫星资料在数值预报模式中占比稳步提升。数值天气预报是气象业务的核心基础。随着风云卫星的发展, 风云卫星观测资料在我国GRAPES业务系统中同化应用的数量和效益不断提升, 并且形成了卫星资料同化应用改进的业务协作模式。李娟介绍了风云卫星资料在GRAPES中的应用情况, 指出2017年以后, GRAPES同化的卫星资料占比由62%提升到76%, FY-2卫星云导风产品和晴空水汽通道辐射率资料在GRAPES全球和区域同化预报中发挥了重要作用。尤其是, 在突破了FY-4A地球静止轨道干涉式探测仪GIIRS观测算子、基于观测区域背

景误差协方差及观测误差后验估计的最优通道选择、以及适合大阵型探测器的偏差在线估计和订正算法等关键技术后, 2018年12月实现了FY-4A GIIRS资料在GRAPES全球4DVar中的同化。陆其峰介绍, 自2009年起, 欧洲中期天气预报中心(ECMWF)预报系统中已先后同化了FY-3系列卫星数据, 同时对FY-4A卫星数据开展了同化评估, 准备业务监测。验证试验表明, FY-3卫星数据为ECMWF系统的预报做出了重要贡献, 对全球大部分地区的2天内预报有显著的正效果, 在赤道地区对4天内预报有显著的正效果。英国气象局已业务同化和监测风云卫星数据, 同化试验结果表明加入FY-3D卫星资料对英国气象局数值预报系统的预报有中性偏正的效果。德国、法国、日本、韩国、芬兰、印度、瑞士等国家的气象机构也分别不同程度的同化和评估风云卫星数据。

助力气象防灾减灾, 风云卫星精密监测、精准预报、精细服务能力日益提高。风云卫星已成为气象灾害监测预警的最主要手段, 本次会议四分之一的报告是利用风云卫星开展台风、暴雨、强对流、沙尘、雾、霾等灾害性天气以及洪涝、火灾、地表高温和干旱等地表环境灾害监测。许健民院士利用FY-2和FY-4A卫星云图, 分析了长江流域2020年6—7月几次梅雨锋暴雨。来自不同省、区、市的专家学者通过对风云卫星云图和闪电资料的分析, 探讨局地大暴雨的物理过程和触发维持机制, 提高区域强对流天气预报预警以及防雷减灾能力。在台风监测方面, 许映龙介绍了中央气象台目前基于静止气象卫星的台风定量监测技术, 通过识别提取风云静止卫星台风云型特征、云顶温度、眼区温度、中心密闭云区等台风云系特征

收稿日期: 2021年2月22日; 修回日期: 2021年6月28日
第一作者: 关敏(1978—), Email: guanmin@cma.gov.cn

结构,进行台风强度客观分析。

保障生态文明建设,气象卫星遥感综合应用体系成果丰硕。提升生态文明建设气象保障服务水平和能力,是落实国家重大战略的举措之一。唐世浩报告了国家级生态环境气象应用情况。基于风云、高分为主的多源卫星,国家卫星气象中心建立了全国及重点区域陆表植被状态(农业估产、长势、植被覆盖、叶面积指数、净初级生产力、释氧量等)和火情、水体等陆地环境状况监测评估系统,进而开展生态环境综合评估。刘勇洪从城市生态气象条件、陆表环境、大气环境、人居环境以及城市高影响天气气候事件等5个方面开展了城市生态气象监测评估初步研究,利用包括FY-3卫星在内的多源数据对2019年北京城市生态气象进行监测评估,评估显示北京近年来在生态环境改善方面的措施卓有成效。

人工智能与传统物理方法分庭抗礼,风云卫星产品算法不断创新。近年来人工智能(AI)在卫星数据处理中被广泛应用。本次会议一大亮点是有大量利用AI技术开展的遥感产品算法和应用技术研究,与传统的基于物理方法的卫星产品算法分庭抗礼。将极端随机树、随机森林、逻辑回归、深度语义分割等机器学习方法用于云检测,可获得93%以上的云检测精度。采用数学反问题正则化、随机森林、极端梯度提升等方法估算FY-4A卫星降水,利用神经网络反演FY-4A卫星大气温度廓线,利用梯度提升决策树检测FY-3C卫星陆上降水,基于极端随机树、深层神经网络方法提取FY-3卫星全球陆表水体信息等,这些机器学习算法得到的遥感产品都具有较高精度。机器学习根据给定的训练样本统计估计某系统输入输出之间的依赖关系,从而获得对未知输出的预测能力。这种单纯数据驱动的,基于有限样本集的学习方法,以可接受的计算代价,高效地完成对观测数据中隐含遥感信息的挖掘。它不依赖传统动力学原理和规律,却有很高的准确率和数据处理效率、很强的数据挖掘能力、分析复杂相互作用分类特征的能力,为难以通过经典物理模型给出确定方案的复杂问题提供了解决路径。

需求牵引卫星和应用技术发展,构建星地一体化智慧观测应用体系是未来愿景。气象卫星遥感应用的进步,离不开风云卫星的发展和遥感仪器性能的提升。经过50年发展,风云卫星已形成静止和极轨2个系列10个批次累计发射18颗目前在轨运行7颗、静止卫星东西组网、极轨卫星上下午轨道全球观测的业务布局。匡定波院士回顾了我国气象卫星及光学探测载荷的发展历程,从1970年中国气象局成立“气象卫星地面站总站”(现国家卫星气象中心)开始细数了风

云卫星发展和探测技术、探测器能力的提升。我国目前在轨光谱分辨率最高的红外高光谱大气探测载荷FY-3D/HIRAS和全球首个静止轨道红外高光谱载荷FY-4A/GIIRS均采用干涉分光技术,光谱通道分别为1370和1650个,光谱分辨率最高达 0.625 cm^{-1} 。经在轨评估HIRAS光谱定标精度3 ppm,GIIRS光谱定标精度10 ppm。未来紫外高光谱臭氧探测空间分辨率提高至7 km,光谱分辨率 $0.5\sim 1\text{ nm}$,可实现臭氧分布立体探测。掩星探测载荷首次采用开环跟踪技术,兼容GPS和北斗导航系统,还将增加海面风场探测功能,实现电离层、大气层和海面立体监测。通过载荷技术的发展,风云卫星光学观测能力从千米级分辨率提升到百米级,实现了全天候、全谱段、三维、高光谱定量探测的跨越。

翁富忠介绍了我国新一代先进辐射传输模式系统ARMS。该系统针对风云卫星载荷通道设置和功能特点设计精确的大气透过率快速计算模型,从标量求解到矢量求解,在通用非球形粒子散射理论与数据库和海洋及陆面发射率理论模型等方面取得了突破性成果,与美国CRTM、欧洲RTTOV模式形成三足鼎立之势,成为了支持风云卫星数据同化应用和遥感应用的核心支撑技术。

面向未来,中国气象局气象卫星工程管理办公室杨军主任展望了第三代风云气象卫星规划和愿景。下一代风云卫星将实现高低轨星座化协同组网观测、辐射基准高精度传递、星地一体化在轨定标,地面应用系统集成智慧运行、星地协同智能调度与任务规划,全面建成卫星遥感综合应用体系,打造服务“一带一路”品牌。

3 小结和启示

2020年风云气象卫星用户大会从多个维度展示了风云气象卫星事业50年发展取得的成就。通过大会,我们欣喜地看到,经过50年发展,风云卫星遥感数据被越来越多地用于气象预报业务、气象防灾减灾、生态文明建设等领域,也被广泛用于自然资源监测和保护、农村农业、应急减灾等多个行业,为服务民生、社会发展保驾护航。同时,越来越多的科技工作者正在使用风云卫星数据研发应用产品算法,这些优秀的算法将为风云卫星遥感产品提供技术支撑。而越来越旺盛的应用需求也促进和激励了我国气象卫星平台和有效载荷自主关键技术研发,为我国气象卫星跻身国际先进水平奠定了基础。

(作者单位:中国气象局气象卫星工程管理办公室;
国家卫星气象中心)