

# 气象风云多变换 理念创新得天下

## ——2015年NOAA卫星大会简介

■ 贾朋群 张蕃

### 一、引言：关于NSC

2015年4月27日到5月1日，2015年NOAA（美国海洋大气管理局）卫星大会（NSC）在马里兰州的Greenbelt成功举办。来自全球相关领域（气象卫星信息的用户和提供方）的650位学者报名参会，可谓盛况空前。为了配合这次大会的召开，从4月22日开始，卫星遥感跨机构工作组会议、GOES数据技术工作组会和NOAA GOES数据国际用户培训等在会前相继举办，为大会的召开烘托了人气，也增加了技术含量。

作为东道主，NOAA大约有200人参会，而NOAA的合约人和外围机构的参会人员达到240人。在国际学者方面，包括中国在内的全球39个国家和地区的大约100人参加了会议。会议分5个板块，安排了近70个报告，使得整个会议紧凑和内容十分充足。特别是，大会的主题定位于“准备未来的环境卫星”，使得

面，以及RFI环境的特性随时间推移不断演变。同时，目前尚缺乏一种好的指标，以量化各种主动遥感科学测量仪器（如散射计、高度计、SARs、干涉仪等）的退化信息。这使得准确地量化RFI对特定主动传感器的影响、如何减轻RFI以及如何共享频谱变得困难。

### 三、保护和有效使用主动遥感所需频谱的建议

#### 1) 科学界的行动

科学界以及相关的业务部门必须积极参与频谱分配和部署过程，确保满足科学界对频谱资源的需求。科学界也应提供更多信息，使监管部门更好地意识到主动遥感的



继2013年4月成功召开首次NOAA气象卫星大会（NSC）之后，2015年4月27日—5月1日，NOAA召开了第二次气象卫星大会。因为这次会议到会专家广泛、会议报告内容全面，使得这次会议成为具有全面当前和未来气象卫星事业发展的良机。

大会成为各气象卫星国和组织争相展示未来气象卫星全貌的舞台。本文主要会议报告和会后动态，介绍大会折射的未来气象卫星领域的新理念。

2013年3月，第一次NSC召开，会后主办机构还专门发布了会议总结报告，针对会议上代表们提出的34个涉及各卫星传感器数据、培训、数据管理等问题，发表了《2013年NSC行动和反馈》报告。2013年会议取得很好的效果，也让NSC成为大约每2年举办一次的系列会议，当然，会议并没有按照一般学术会议那样，被冠以“XX届”，而是用举办年区分，也许是为了具有更好的灵活性和时代感。

价值。这种价值包括减少自然现象对社会产生不利影响的经济价值，以及来自科学研究的非经济价值。

#### 2) 政府层面的行为

政府相关部门应积极支持主动遥感的发展，监督频谱分配。例如，NASA应提高影响主动遥感的RFI环境的表征，其他机构（如NOAA、NSF等）也应积极参与其中。另外，应增加对科学界主动遥感的频谱分配。

#### 3) 通信业可以采取的行动

短波中小型基站通信中毫米波频率的使用，将大大增加网络容量（达到一个数量级），从而减少对频谱和主动遥感用户的压力。无线产业应

但是，无论NSC如何演进，从首届会议确定的大会全称，即“NOAA Satellite Conference (NSC) for Direct Readout, GOES/POES, and GOES-R/JPSS Users”（面向直读以及GOES/POES和GOES-R/JPSS用户的NSC）并没有改变，也就是说NSC实际上是用户大会。但是，从连续两次会议结构上看，NSC倡导的是“气象卫星信息的使用者和提供者的直接交流”，这也应该是NSC最显著的标签。此外，2015年大会还给出了一个“热点主题（spotlight theme）”，即“为未来的环境卫星做准备（Preparing for the Future of Environmental Satellites）”，正是这一主题，也让这次会议具有了“承

考虑利用微型基站方法，通过发展发射塔和网络，增加毫米波频率在6G通信和通信标准中的使用。

#### 4) 寻找频谱共享的机会

多功能相控阵雷达为频谱共享提供了可能。比如，NOAA的多功能相控阵雷达项目（MPAR），旨在使用单个相控阵天气雷达，同时执行飞行器跟踪、风廓线和天气监测等多种任务。FAA（美国联邦航空局）和NOAA也正在合作发展能执行这两个机构不同任务的单个的S波段多功能雷达。此外，建议开展频率再利用技术的调查，以减少对整个S波段的频谱需求。

（作者单位：中国气象局气象干部培训学院）

上启下”的意味，尤其值得关注。

## 二、当气象卫星大踏步迈向高分辨时，会倒逼地面预报系统做出改变

美国天气局（NWS）首席业务官员Murphy在开幕式上，做了论述卫星资料对NWS重要性的演讲，他指出，虽然全球拥有35颗不同的环境探测卫星，但是天基探测和预测的能力却出现弱化。面对政府预算的减少，天基设备的能力几乎被全部挖掘出来，进一步的挑战也就尤其尖锐。Murphy认为，传统上，低轨（LEO，主要指极轨）卫星主要为NWP提供数据，而静止卫星（GEO）拥有帮助预报员判断天气形势的优势。但是，目前二者的区别正在走向模糊。例如，低轨道卫星资料越来越多地被预报员利用，特别是在阿拉斯加州天气和沿海风的预警方面；而静止卫星上的一些探测资料，也通过不断改进的数据同化系统，越来越多地在NWP中获得应用。因此，两个种类卫星的全面融合即是方向，也是气象卫星界最重要的挑战之一。Murphy分析了卫星快速探测获得的资料，在进入延迟时间很长的数据同化过程后，其价值会大幅度降低。他因此提出2.5小时同化窗口的概念，希望通过更快速的更新尽可能避免因卫星数据的延迟使用限制激烈天气预警的改进。

NWS代表的发言也向与会专家提出一个值得思考的问题：在进入高时空分辨的新一代天基观测时代，如何确保所有资料最快速有效地被业务预报圈利用？要做到这一点，也许所有的地面系统要有所改变，至少要和天基观测的节奏保持一致才行。

## 三、美国换代气象卫星平台初露端倪

2016年初发射升空的Jasson 3，宣告未来美国下一代气象卫星即将登场。会上NOAA卫星和信息局长

还直接宣告了到2017年NOAA另外3颗重要卫星的发射时间：GOES-R（2016年2季度，现改为10月份）、COSMIC-2a（2016年3季度）和JPSS-1（2017年2季度）。其中JPSS-1代表了重要技术改进，目前其搭载的VIIRS、OMPS-N、CrIS和CERES等仪器已经装载完毕；而一再推迟发射的GOES-R，其性能更是成倍提高：谱信息的数量提高3倍，空间分辨率提高4倍，对高影响天气系统的扫描速度提高5倍。可以说，上述卫星的发射和成功运行，加上之前已经升空的GPM和SMAP等卫星，将开启NOAA气象卫星的换代周期。

实际上，背负美国下一代静止气象卫星盛名的GOES-R，其换代的实质来自两个关键传感器：ABI和GLM。和以往GOES搭载的类似仪器不同，先进基准图像仪（ABI）不仅是GOES-R系列卫星的基本仪器，其探测通道增加到覆盖可见光和近红外的16个通道（原为5个），前述的GOES-R主要性能数倍提高主要来自ABI。目前，世界上欧洲、日本和韩国等国家的下一代地球静止气象卫星，类似ABI的仪器几乎成为标配，尤其是ABI与日本葵花-8卫星上

的ABI相比，只是在2个通道上的波长不同而已。如果说ABI是对原载仪器的改进，那么，地球静止闪电探测仪（GLM）则是填补空白。GLM能够对西半球所有的闪电活动进行探测，探测的时间延迟仅仅20秒。GLM资料的出现，给目前的预报带来了改进的机会，也同时提出了挑战。首先，闪电一般总是和激烈天气联系在一起，延迟很小的GLM数据，如果能够和模式预报结合起来，不仅能够改进预报，还能够大幅度提高预警的提前时间。但是，目前的数据更新系统，有可能让时效性很强的GLM无所作为。会上，科学家们讨论了GLM与NOAA新推出的高分辨率（3km）快速同化系统（HRRR）可能的结合方式，即通过HRRR时间延迟集合技术，最终解决GLM与目前业务体系相融合的可能（图1）。

本次大会并没有来自NASA的代表就NASA主导构建的空基平台中大气和环境探测内容做重要的发言，此外，美国与其他国家和地区联合开展的项目，例如，美日联合开发的GPM（全球降水观测）等也不见专门的介绍，这是大会让人略感遗憾的地方。

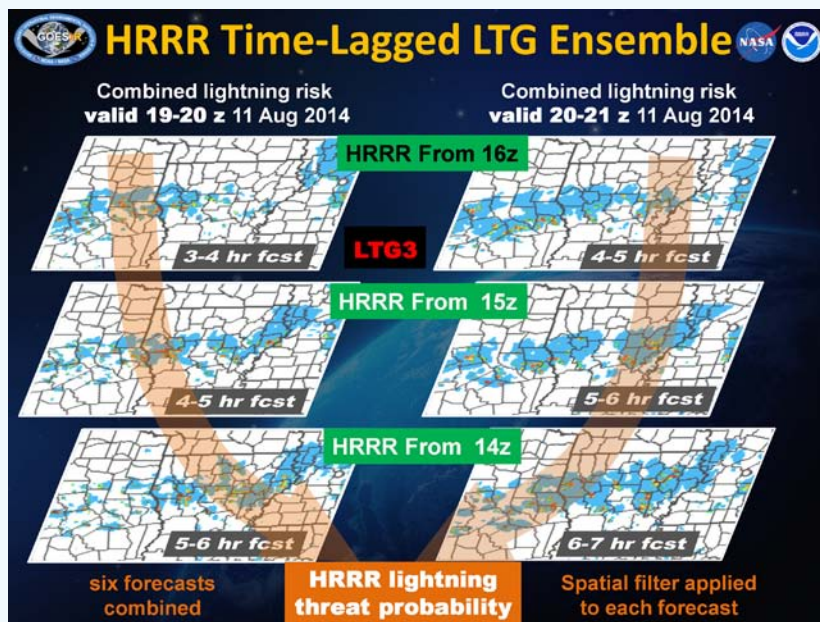


图1 高分辨快速同化系统（HRRR）的时间延迟LTG集合技术，可望将吸纳快速更新的GLM资料

#### 四、卫星数据获取和培训，一个都不能少

会议的最后2个板块，分别探讨卫星数据的发布和获取以及气象卫星的教育和培训，这既是一种务实，即想用户之想，更是卫星技术快速发展带来的必然：卫星数据快速融入预报和研究模式带来更多的数据接口问题，而卫星和卫星搭载传感器的多样化和复杂化，正在让气象卫星培训成为科研和业务人员入门的必要程序。未来面对一个特定的天气系统，可以从极轨、静止轨道上甚至小卫星等更加多变轨道上，获得时间和空间域最接近的多个卫星及星载传感器探测资料，要了解如此众多卫星资料的视角和特点，没有相关的培训几乎不可想象。

正如很多与会者的感觉，如果说世界上气象资料的全球共享走在前面，那么全球卫星资料的共享则更是一面旗帜。地球静止卫星在全球的定位都是卫星国间协商的结果，其中资料的共享显然是前提。针对JPSS卫星和GOES-R卫星资料的获取，大会分别安排了4个和3个报告进行了介绍。

在教育 and 培训方面，来自美国的代表分别介绍了区域培训、合作所、COMET项目以及虚拟培训等手段中涉及卫星的部分。这些教育和培训的共同特点是超前性。美国即将升空的气象卫星的主页上，几乎无一例外都有教育板块，提供该卫星工作原理和对气象预报和研究促进意义等信息，而在COMET的超过2000个英语气象卫星课件中，已经有数十个针对GOES-R的培训课件（英语69个，西语25个，法语16个）。NOAA的国家实验室和与高校合建的合作所，往往能够利用其本身就是新卫星传感器或产品研发基地的优势，开展更加有含金量的培训。例如，CIRA（大气研究合作所）和CIMSS（气象卫星研究合作所）两个合作所推出了VISIT（卫星综合培训可视学院）和SHyMet（卫星水文和

气象）两个针对预报员的培训计划，它们与WMO的虚拟实验室共同构筑美国业务和学术气象卫星新技术的培训和研发基地，吸引力众多相关机构形成影响广泛的平台。

#### 五、日韩气象卫星发展受关注

日本气象厅卫星项目主任（隶属于气象厅数据处理局的系统工程部）在大会开幕式后，做了论述日本地球静止卫星发展的报告，特别是针对最新发送升空的葵花卫星技术突破和资料使用，进行了全面的描述。报告副标题“葵花端口和葵花云的数据应用（Data Utilization via HimawariCast and HimawariCloud）”，因为旗帜鲜明提出了“云”理念，使其现代气息大增。

日本地球静止卫星的发展，实际上暗合了始于1977年偏向气象业务应用的葵花系列卫星的发展历程。如果说美国的S-NPP卫星开创了新一代极轨气象卫星之先河，那么2014年升空并在2015年7月业务化的葵花-8卫星，则是下一代地球静止卫星的先锋。日本地球静止气象卫星也从GMS过渡到MTSAT之后，进入了静止卫星技术突破的新阶段。日本气象厅以葵花-8和葵花-9卫星，开启其下一代地球静止气象卫星的时代，在国际上具有领先优势，这既有其近40年地球静止气象卫星开发历史做奠基，也有其受益于与美国等国开放和共同开发技术战略的成分。

葵花-8卫星2014年的成功发射将成为人类地球静止气象卫星发展里程碑事件。该卫星每10分钟即可获得一幅完整全彩色图像，仅为MTSAT卫星的1/3，而针对日本国土和敏感区域的扫描战略，更是缩短到2.5分钟，可以极大地提高资料获取的时效。

葵花-8卫星的另一个亮点，是明确提出“葵花云”（Himawari Cloud）的理念并应用于卫星数据服务。目前，葵花云向每个国家的主管气象部门指定的1个机构提供1个账号，提供实时资料。历史资料服

务则针对所有非营利的研发用户，由日本科学组织（Japanese Science Group）提供。此外，葵花云还借助世界气象组织的WIS（WMO信息系统）端口以及JDDS（JMA互联网FTP向各国国家气象部门提供数据备份）提供数据服务。目前，葵花云能够提供3种数据，每天的数据量接近400GB，葵花云整体的业务化有望在2015年中实现。利用云技术，葵花-8卫星数据在观测开始8分钟之内，第一个扫描数据段（每次HSF图像扫描数据被分为10个数据段，每个数据段含有16个通道数据文件）即可以下载，最后1个数据段的数据在扫描结束后的7分钟内即可下载。借助“云”技术，葵花-8卫星真正实现了天上观测与地面数据的转同步数据获取。

会上，韩国气象局（KMA）国家气象卫星中心的Sang Jin LYU做了关于KMA气象卫星现状和未来计划的报告。KMA气象卫星的发展，无论是极地轨道还是地球静止轨道，均起步于1992年，且20多年来一直保持高速发展的态势，几乎每1~2年，都有新的卫星升空，尤其是2010年地球静止轨道卫星COMS（通信、海洋和气象卫星）的发射和计划在2018年实施发射的下一代GK-2A星，以及计划在2018年及之后几年发射的多个极轨卫星，不仅引起了全球关注，也使韩国借此跻身世界具有极轨和静止双轨道气象卫星国家行列。

实际上，韩国的下一代地球静止卫星的主要成像设备与美国下一代静止气象卫星GOES-R卫星成像设备类似。韩国还计划发展低轨道（LEO）卫星，加载合成孔径雷达（SAR）主动遥感设备。

目前，COMS运行稳定，2011—2014年资料可获取率达到了99.31%的较高水平。韩国还和斯里兰卡、菲律宾、老挝等亚太国家合作，向这些国家提供接受设备、业务监测和分析系统以及技术支持和

培训,很好地扩大了COMS卫星的价值和影响。此外,KMA还通过承担WOM二区协示范虚拟实验室项目(VLab)开展培训和亚太及国际各种气象卫星相关的协调和工作会议,扩大其影响力(如,第19届TOVS国际会议)。

目前在轨的韩国极轨卫星(KOMPSAT系列)以及COMS卫星的换代卫星,Geo-KOMPSAT-2A(前面加前缀Geo)研发计划。预计在2018年升空的2A星,在2012—2018年的设计阶段就与2B星在星载仪器上明确了分工,即2A星装载气象和空间天气传感器,而2B星专注于海洋和环境探测。2A星相对于COMS的改进,与美国等换代卫星类似,星载的主要仪器,如微波图像仪(MI)改进为先进微波图像仪(AMI)之后,空间分辨率提高4倍、时间分辨率提高4倍,扫描频道是原来的3倍,获得的产品数量是原来的3.5倍。其中,每2分钟即可完成对韩国扫描,最终产品的数量将会达到52种。韩国气象卫星日渐丰满是很多参会人的直接感觉。

## 六、欧洲换代卫星同样可期

2015年7月15日,欧洲气象卫星开发组织(EUMETSAT)第二代卫星中第四颗也是最后一颗卫星MSG-4卫星成功发射。MSG-4升空进行业务运行后,将更名为Meteosat-11,这颗卫星也肩负了第二代与第三代卫星间承上启下的作用,具有重要的历史意义。MSG-4将以初始状态被“存储”在其轨道上,直到第三代气象卫星开始“服役”。MSG-4进行业务化并开始服务后,将为下一代卫星发展提供重要的数据支持,而第三代气象卫星(MTG)预计在2019年和2021年发射。欧洲卫星计划的目标是未来几十年继续覆盖全球的卫星观测。未来主要卫星有:Meteosat第三代气象卫星(MTG)、EUMETSAT第二代极轨卫星以及哥白尼卫星。

MTG卫星的主要任务是支持

高影响天气的短时预测。它具有连续性和增强的MSG影像服务,添加了新的闪电成像能力,并且在世界上首次实现了创新的红外超光谱探测。这些能力都成为MTG卫星的短时预测的有力武器。MTG还有一个次要任务,就是欧洲空气质量监测。需要哨兵4、IRS、IRST等卫星图像协同合作。

从2019年起,第三代气象卫星(MTG)将陆续发射六颗新的卫星:四颗MTG-I成像卫星(预计运行服务20年)以及两颗MTG-S探测卫星(预计运行服务15.5年)。这两种类型将被放置在地球同步轨道相同的经度上。MTG计划确保了直到21世纪30年代后期太空气象数据的获取。

利用第三代气象卫星(MTG),可以期待持续从的地球静止轨道可见光通道观测,也可利用红外及紫外/可见光探测仪器观测。

MTG系列卫星使欧洲气象卫星第一次不仅实现了可以为天气系统成像,还能通过对大气化学成分的复杂性进行分层和更深入的洞察,从而对大气层进行分析。MTG提供的10分钟一次的全盘图像,以及红外和紫外/可见探测任务所得到的数据,对未来产品的量化反演是非常关键的。

欧盟委托欧洲气象卫星组织负责开发四个哨兵卫星,作为哥白尼太空组成部分,致力于大气、海洋和气候监测。哨兵3是一个低地球轨道任务卫星,支持有关全球海洋和陆地的环境服务,以高精度和可靠性支持海洋预报系统和对环境和气候的监测。哨兵3是哨兵系列卫星之一,是哥白尼的计划的组成部分。哥白尼计划将会对星球做一个连续的“健康检查”。按照哥白尼计划,EUMETSAT将负责哨兵-3(海洋部分)、4和5的运行,ESA负责哨兵1、2和3(陆地部分)的运行。

## 七、结语:气象卫星大会及其背后的“话语权”

目前,世界各国共同开展的

气象和环境探测活动,每天提供大约20亿条观测信息,而这些信息的99.9%来自主要依靠卫星探测平台的遥感资料。气象卫星组成的星群和空间网络,实际上代表着人类对地球大气和环境的感知和逐步加深的认知。在成功发射了人类第一颗气象卫星的美国,其近期战略性的演进,不仅具有强大的技术优势,同时也在与气象业务互动和对接中,大踏步地向新一代气象卫星平台迈进。

2013年,NOAA探路气象卫星大会,组织了首次NSC,尽管会议的结构、甚至邀请嘉宾和主讲嘉宾,都与欧洲的会议有相似的地方,但依然可以说是填补了空白,2015年的再次主办,基本确定了NOAA今后每2年的上半年举办气象卫星大会的格局(近年来,欧洲卫星大会一般在下半年举行),于是,类似极地轨道卫星的上午和下午轨道,美欧形成了气象卫星大会的世界格局。NOAA多年之后急于补充卫星大会的空白,追其原因,除了世界气象卫星大发展的背景之外,最近几年来NOAA在气象卫星上的预算和卫星用途等,频遭国会和包括审计总署在内的其他组织的质疑,几近因预算削减导致其卫星数据难以为继,也应该是起因之一。尤其是,一些舆论认为,气象卫星探测带来的巨大市场,已经激活了本来就位于创新前沿的美国企业,国家完全可以通过复制NASA与SpaceX公司之间购买契约,实现市场化的气象卫星战略。

在这次大会上,韩国代表在报告中明确提出了也要举办气象卫星大会的设想,这种似乎要在“上午、下午轨道”之外,增加“昏晨星”的举动,也许会一发不可收拾,成为各卫星国争相模仿的举动。可以预见,随着全球气象卫星换代,气象卫星大会或许会形成“你方唱罢我登场”之群雄争锋的局面。

(作者单位:中国气象局气象干部培训学院)