

风暴眼

解码台风

03

观测装备

气象“侦察兵”的绝活：
从太空探风到高空测风

台风、暴雨等极端天气愈发频繁，精准预报离不开日夜值守的气象“侦察兵”。当前，多普勒双偏振天气雷达、风云气象卫星和风廓线雷达等协同组网，从紧盯云雨到俯瞰太空，再到垂直探空，共同织就空天地一体化监测网，让风雨越来越“有迹可循”。

以往气象卫星多是被动接收地球辐射信号，而我国风云三号E星搭载的风场测量雷达，迈出了主动遥感探测的关键一步。长沙气象雷达标校中心雷达保障科科长周旭辉告诉记者：“被动探测像用耳朵听声音，只能接收已有信号；主动探测则像用手电筒照亮目标，自己发射电磁波再接收反射信号。”

星载风场测量雷达采用扇形波束圆锥扫描体制，360°无间断旋转，通过观测海面毛细波对微波的布拉格散射来测量海面风场：风速增大，散射强度增大。同平台搭载的降水测量雷达更具备穿透云雨的能力，补上海洋、沙漠等观测空白，与地面雷达形成“协同作战”。

地面上的多普勒双偏振天气雷达是强对流的“侦察主力”。传统单偏振雷达难以区分大雨与冰雹。多普勒技术能够计算雨滴群移动速度，让雷达“看到风在动”；双偏振技术则同时发射水平和垂直两种偏振波，能够分辨降水粒子的形态。周旭辉介绍：“水平偏振波遇到扁平的大雨滴反射更强，近球形的干冰雹在两个偏振方向上差别极小，由此就能判断是雨、雪还是冰雹。”

近些年，我国持续推进天气雷达双偏振升级，S/C波段雷达已基本完成改造，X波段雷达也在城市组网中规模化应用，整体协同能力大幅提升。

贴地到对流层顶的垂直风场，由风廓线雷达承担。它接收大气湍流散射信号，利用多普勒频移反演出不同高度上的水平风速、风向，垂直速度，几分钟内产出一组垂直风廓线。“风廓线雷达就像一把垂直方向的风速仪，低空急流是否建立、高空槽怎样过境，都看得清清楚楚。”周旭辉说。多部风廓线雷达组网，还能勾画三维流场结构，实时数据被同化到数值预报模式中，提升暴雨预报能力。在湖南，风廓线雷达已成为低空风切变、低空急流预警的“幕后功臣”；全国已部署200多部风廓线雷达，在火箭发射航空气象服务、抗震救灾应急观测中发挥关键作用。

当前正值台风高发季，极端强降水、雷暴大风等天气愈发频繁。风雨到底能被“看见”到何种精度？7月31日，三湘都市报记者走进气象观测的“幕后”，了解各怀绝技的“侦察兵”。

从装备巡礼到数值预报，再到直通村组的短临预警，一张空天地一体化的精密监测网正将“算准”风雨的能力不断提升。尤其在湖南，以“叫应”机制和“精细化”预警为代表的短临技术，正把防灾减灾的触角延伸至乡镇、村组每一处末梢。

■三湘都市报全媒体记者 李致远 通讯员 苏涛 陈晨 周旭辉

空天地一体，日夜守望风雨动向

记者探访：气象“侦察兵”“数据哨兵”各怀绝技



长沙气象雷达标校中心航拍图。

通讯员 供图

扎根大地的“数据哨兵”：
自动气象站织就气象观测“毛细血管”

在气象观测体系中，多普勒双偏振天气雷达紧盯云雨，风云气象卫星俯瞰太空，风廓线雷达垂直探空，而数量最多、分布最广的自动气象站，则承担着“地面哨兵”的职责。

自动气象站是一种无需人工值守、能自动完成观测和传输的气象设备，由传感器、数据采集器、通讯模块和电源系统四部分组成。按业务定位可分为三类：国家级地面气象观测站要素齐全、精度高、代表性强；区域自动气象站加密布设，填补网格空白；无人值守自动站则部署在沙漠、高山、海洋等偏远地区，靠太阳能或风力供电，通过无线方式传回数据。

传感器是自动站的“感官”，负责将气象要素变化转换为电信号。温度传感器采用铂电阻感应元件，精度高、稳定性好；湿度传感器通过湿敏电容直接测量相对湿度；风速传感器使用风杯式光电感应，启动风速小、响应快；风向传感器以光电码盘确定方向；雨量传感器采用翻斗式雨量筒，每累积0.1毫米降水就“翻一次斗”，输出一个开关信号；气压传感器则通过膜盒、振筒或石英晶体等方式测量。

“数据采上来只是第一步，还得过质控这一关。”湖南省气象数据中心业务发展科科长、高级工程师陈晨说，通过极值检查、时空一致性检查以及与周边站点、雷达卫星观测的比对等多种方法，剔除异常值，才能给预报员提供“干净可信”的数据。

数值预报与短临预警：
从“算”出风雨到“叫应”到人

数值天气预报就是用超级计算机把未来天气“算”出来。气象学家将温度、气压、湿度、风速等要素的变化规律总结成一套复杂的数学方程组，将自动气象站、雷达、卫星等采集的实时数据代入，再利用超级计算机推演出未来几天大气的演变。

目前，我国自主研发的中国气象局全球同化预报系统（CMA-GFS）和聚焦区域的中尺度模式（CMA-MESO）已成为支撑预报业务的关键产品。湖南依托国产高性能计算集群，建成了未来24小时覆盖全省、水平分辨率1公里、逐1小时更新的三维全要素数值预报产品，显著提升了对强对流天气的预报能力。

数值预报并非万能。中小尺度天气系统变化快，预报员需在数值产品基础上结合理论知识和经验作出最终决断。

如果说数值预报是“算”出风雨趋势，短临预警就是防灾减灾的“最后一道防线”。湖南构建了“4+N”智能网格预报业务体系，将0至24小时预报的时间分辨率提升至1小时。在机制层面，创新推行“631”递进式预报预警服务。

“提前6小时省级发布暴雨落区预报，提前3小时县级发布暴雨预警信号，提前1小时发布暴雨临灾警报，梯次推进、层层聚焦。”湖南省气象台短临预警中心科长苏涛介绍，同步建立分级叫应机制，对内开展省市县三级业务协防叫应，对外向党政领导、涉灾部门及重点乡镇责任人开展决策叫应。

此外，气象部门还联合通信运营商，运用电子围栏技术实现高风险区域预警精准靶向发布，让预警信息直达村组和群众。“整套工作机制的目标只有一个——为基层转移避险抢出宝贵时间。”苏涛说，这套机制已在近年来的强降水实战中得到充分检验。注意官方发布的预警预报信息，提前落实防灾避险措施，保障自身安全。