

三亚国家气候观象台气象观测现状及展望

符史旺 马凤妮

三亚国家气候观象台的立项建设对南海和太平洋热带气旋、南海秋季暴雨、海
岛雷电等灾害性天气有很好的监测预警作用,对改进我国南海地区天气、气候模式
和边界层、云物理过程参数化方案等起着重要性作用。

DOI: 10.3969/j.issn.2095-1973.2020.04.030

三亚国家气候观象台(下称三亚观象台)位于三
亚市东南方的六道岭,距市区直线距离约10 km,由5
个观测区组成,最高观测区(即地面观测场)海拔高
度为419.4 m。六道岭为二级林业保护区,由灌木林和
人工种植的桉树覆盖,周边地形从海洋到山地过渡,
是观测大气基本气候变量以及高影响天气变量的理想
区域。

1 现有基础观测业务

三亚气象观测可追溯到20世纪50年代初,三亚
观测站原名为广东省崖县气象站,站址位于三亚镇港
门村,当时承担国家一般气候观测站任务,隶属崖县
农业部。2008年1月1日建成六道岭观测站,新旧观测
站地面观测业务在实施一年时间的对比观测后,气象
观测业务迁移至现址,观测场海拔高度419.4 m。在
历年变迁中具体开展的观测项目见表1,包括地面、
高空、酸雨、雷电、紫外线、大气成分、GNSS/MET
水汽、新一代天气雷达、风廓线雷达、卫星接收等10
余类。

2 拓展观测系统

南海地区海气相互作用,直接影响我国的旱涝分
布;影响西太平洋的台风活动,甚至能够调控全球气
候变化。南海区域热带气旋(台风)、强对流、海上
大风和海雾等灾害性天气频发重发多发,开展南海热
带海洋气候观测与研究、增强南海气象服务能力,对
于保障国家领土安全、维护海洋权益、提高防灾减灾
能力、保障人民福祉安康、促进海南全面深化改革开
放具有极其重要的战略意义。三亚观象台三面环山,
南面临海,向南7.5 km为海南岛最南端——锦母角。
山地和近海的特殊地理位置对研究海南岛复杂下垫

面的动力和热力学特性具有独特的意义。海南省气象
局在三亚观象台建设方面作了分阶段建设的部署。第
一阶段主要开展热带海洋气象观测能力建设,计划在
现有观测项目布局的基础上新建100 m海气通量观测
塔、飞沫观测仪、超声观测阵列、多通道地基微波辐
射计、温湿廓线激光雷达、激光测风雷达、毫米波测
云仪等观测项目。第二阶段将开展生态气象观测能力
建设,包括近海生态气象观测、山地生态观测和生态
梯度观测。

2.1 第一阶段

1) 100 m海气通量观测塔

在六道岭临海岸边,建设3座100 m海洋大气边界
层通量观测塔。海气通量观测塔可由湍流测量单元和
梯度测量单元组成,设计测量1~3层湍流动量、热量
和物质通量测量单元,7~10层的温湿风平均量梯度
测量单元,辅以1~2层辐射等变量。

2) 飞沫观测仪

分三层布设,提供不同层次高度上海洋飞沫的向
上通量。每一层有两个量程段的飞沫通量仪以及一台
飞沫滴谱仪构成。

3) 超声观测阵列

建设多台超声风速仪和开放式红外H₂O/CO₂分析
仪组成的超声阵列,对边界层中湍流的精细结构、湍
流被动标量和超大尺度涡结构进行高精度的观测比
对,获得大气湍流中能量级串、间歇性、相干结构、
通量输送的深入理解,并监测台风结构的演变。

4) 多通道地基微波辐射计

建设1套多通道地基微波辐射计,开展对流层水
汽监测,对台风和强对流天气的水汽分布和演变特征

收稿日期:2019年9月10日;修回日期:2020年6月10日
第一作者:符史旺(1977—),Email:syfsww@163.com

表1 三亚观象台现有综合气象观测项目

观测项目	观测要素和相关情况	观测时间
地面气象常规观测	风压板轻型、干球、湿球、风向、风速、最高最低温度、雨量、日照、云、能见度、天气现象	1958年11月1日至今
地面气象常规观测	增加气压表、气压计、蒸发器	1960年9月1日至今
地面气象常规观测	增加地温观测项目	1961年至今
地面气象常规观测	增加温度计、湿度计、虹吸雨量计的观测	1961年12月至今
气象辐射观测	增加辐射观测（现为辐射观测一级站）	1992年1月1日至今
酸雨观测	增加酸雨观测	1992年7月至今
雷电观测	增加闪电定位观测	2007年1月至今
地面气象常规观测项目对比观测	在原址和新址（六道岭）实施对比观测，2009年1月1日正式业务运行	2008年1月1日—2008年12月31日
紫外线观测	增加紫外线观测	2008年1月至今
水汽观测	增加GNSS/MET水汽观测	2015年4月至今
地面气象常规观测	前向散射能见度仪观测	2010年至今
土壤水分自动观测	在海南农业气象南滨试验站增加土壤水分自动观测，8层（0.1、0.2、0.3、0.4、0.5、0.6、0.8、1.0 m）土壤体含水量、有效水分贮存量、相对温度等	2010年6月至今
高空气象观测	1972年10月，观测时段07时和19时，使用大球经纬仪测风；1979年1月—1990年1月使用701A型测风雷达；1990年1月—2010年4月使用701B型测风雷达	1972年10月至今
高空气象观测	2010年1月11日—2010年3月31日在旧址和新址（六道岭）实施对比观测。2010年4月1日搬迁至六道岭新址，使用L波段测风雷达	
自动气象站	采取逐步完善方式建设中尺度自动气象站网	2005年至今
天气雷达站	713C波段雷达	1987年11月23日—2005年3月
新一代天气雷达	2005年3月拆除鹿回头713C天气雷达，2010年6月在六道岭建设新一代天气雷达系统，雷达型号CINRAD/SC	2010年6月至今
卫星直收	2010年11月“风云三号气象卫星应用系统一期工程数据接收系统二级接收站（三亚站）”建成投入运行。2019年升级改造为码速率90 Mbps的省级站系统，具备对FY-3D星的接收处理能力，并增加兼容接收国外同期极轨气象卫星的能力，成为省级站系统的备份站点	2010年11月至今
风廓线雷达	固定式边界层风廓线雷达	2013年1月至今
大气成分观测	SO ₂ 、NO、NO ₂ 、NO _x 、CO、O ₃ 、PM ₁₀ 、PM _{2.5}	2016年3月至今

有更连续和精细的揭示。微波辐射计同时也可与三亚L波段高空站的常规高空探测形成对比观测。

5) 温湿廓线激光雷达

建设1套温湿廓线激光雷达，可以得到云底高度、消光系数、能见度、温度和水汽廓线、光学厚度和后向散射等大气特征，尤其能对水汽的来源进行解析；这些数据不仅可以为台风的云—大气—地表过程的特征及机理研究提供很好的基础，还可以细致的刻画大气温湿垂直廓线特征，并可与探空及微波辐射计等仪器开展协同比对观测，补充常规高空探测业务的不足。

6) 激光测风雷达

建设1套激光测风雷达。激光测风雷达可获得6 km以下多层风向风速，并可与海南已建成的边界层风廓线雷达观测网相结合，用于对台风进行边界层风精细结构立体观测，同时可开展结合探空等手段矫正风雨条件下激光遥感观测准确性等研究。

7) 毫米波测云仪

建设1套毫米波测云仪。台风的云微物理过程与台风精细结构演变有着紧密联系，已经成为国际热带气旋研究最为关注的新领域之一。毫米波测云仪可以

测得垂直消光系数，云底高度等要素，可为台风云物理过程的研究提供基础观测资料。

2.2 第二阶段

1) 近海生态气象观测

近海生态承受人类活动和海洋气候变化等诸多因素影响，是海洋中最敏感、最受关注的区域。近年来近海生态出现显著变化，生态系统结构和功能退化，危及近海生态安全，尤其是陆源污染、气候变化、过度捕捞、无序养殖等多种威胁因素仍在不断增加。海南省政府非常重视生态保护工作，在三亚观象台建设近海生态气象观测系统可以直接为南海海洋生态文明建设和海洋经济可持续发展提供数据支撑。近海生态气象观测的项目可包括大气成分观测、水体观测等生态要素的立体综合监测。大气成分观测可按照中国气象局大气成分站的建设标准建设，开展部分温室气体、气溶胶、反应性气体的观测项目，结合三亚自1992年连续开展的辐射一级站观测数据，为研究低纬度大气成分变化对天气、气候以及人体健康的影响提供基础性资料。水体观测针对海南输入性污染源的研究，可探索对地表水、地下水、水源水，尤其南海近

海海水的观测。

2) 山地生态气象观测

海南岛为典型的中间高四周低的岛屿地形,由海平面至五指山1868 m高度的特有地形。在三亚观象台可以建立山地生态系统观测,研究山地生态与山地科学、人文环境的密切关系,研究山地特有的气象条件对山地生态环境和人类社会的影响。山地气象观测系统包括32 m梯度观测系统、涡动观测系统、土壤参数观测系统等。

32 m梯度观测系统。梯度观测,旨在准确认识大气温度特征,加强对物质或水分循环的认识。三亚观象台计划建设3座100 m海洋大气边界层通量观测塔,32 m梯度观测系统的投资小、成效快,可搭载五层观测设备,较快启动对能量平衡及物质能量传输方面的研究。

涡动观测系统,采用涡动协方差原理,是一种微气象学的测量方法,利用快速响应的传感器来测量大气一下垫面间的物质交换和能量交换。三亚年平均降水量仅1392.2 mm,年平均蒸发量2360.7 mm,城市供水、作物用水大部分来自水库蓄水,并由政府对水库水资源的科学调度才能应对。所以,引入涡动观测系统对于研究三亚及周边市县的旱灾及对水资源高效利用的需求、作物需水量规律的重要性、作物生育期各个阶段的需水量及需水强度等问题具有实际应用价值。

三亚“南繁”承担全国29个省、30多个农作物品种科研育种工作,三亚农业种植和南繁育种基地对土壤观测资料的需求高,可以在海南农业气象南滨试验站已设立一个土壤水分观测点的基础上,新增一个土壤参数观测系统,观测数据用于农业研究、灌溉管理、土壤能量、水分涵养等。

3 参加科学观测试验

3.1 华南季风强降水外场试验

由中国气象局组织,中国气象科学研究院牵头实施的世界气象组织世界天气研究计划研究发展项目“华南季风降水试验”,于2014—2016年每年5—6月在华南区域进行华南季风强降水外场试验加密观测。在三亚观象台每日增加02时和14时的加密观测,加密探空观测资料包含了从近地面到约10 hPa的气象要素(气压、温度、露点温度、风向、风速、距地高度)

垂直分布,实时上传到中国气象局业务数据库,用于华南季风强降水外场试验。

3.2 高分三号海南外场气象试验

根据国家气象卫星中心高分三号卫星外场气象试验的工作安排,于2016年11月11—30日在三亚观象台开展高分三号卫星星地同步联合降水试验。

3.3 第三次青藏高原大气科学试验

作为外场试验之一,2016年三亚观象台承担了中国气象局组织的第三次青藏高原大气科学试验,通过加密探空观测,获取大量原始数据,推进了相关研究。

3.4 新型探空仪试验

2017—2018年中国科学院安光所大气光学中心在三亚观象台实施新型探空仪试验。通过装备性能、环境适应性、材料腐蚀状况等外场测试,为装备定型提供测试、评估数据。

3.5 水汽和降水稳定同位素影响试验

南京大学分别选择南京大学地球系统区域过程综合观测试验基地(SORPES)、云南瑞丽、海南三亚六道岭、福建罗源等四个观测点,在2018年5月—2020年9月开展了24 h持续采集大气水汽及降水同位素样品,后交由南京大学海岸与海岛开发教育部重点实验室进行水稳定同位素测试分析。其中瑞丽、三亚及罗源分别代表东亚季风区夏季上游三条水汽输送通道(西南通道、南海通道和东南通道),而下游南京地区大气水汽及降水同位素则受此三条水汽通道输送过程的共同影响。通过试验采集原始数据,研究水汽来源及其输送过程对季风区大气水汽及降水稳定同位素的影响。

深入阅读

- 陈贵川,卞林根,李平,等,2008.国家气候观象台建设观测环境问题.气象科技,36(2):244-248.
- 苏涛,苗峻峰,蔡亲波,2016.海南岛海风雷暴结构的数值模拟.地球物理学报,59(1):59-78.
- 吴先华,徐中兵,袁迎蕾,等,2014.台风灾害的关联经济损失评估—以江苏省为例.灾害学,29(2):77-83.
- 谢韶,吕卫华,谢开川,2008.气候环境变化对电白日照时数的影响.广东气象,30(6):40-42.
- 朱梅,何君涛,方勉,等,2018.GPM卫星资料在分析“杜苏芮”台风降水结构中的应用.干旱气象,36(6):997-1002.

(作者单位:海南省三亚市气象局)