

支撑沙尘暴定量遥感和 模式预报技术改进的综合观测*

课题承担单位：国家卫星气象中心

课题参加单位：中国气象局乌鲁木齐沙漠气象研究所 兰州大学大气科学学院

内蒙古自治区气象局遥感中心 中科院大气物理研究所

课题负责人：唐世浩

DOI: 10.3772/j.issn.1009-5659.2012.03.010

依托已经建成的国家沙尘暴监测网络以及我国典型沙尘暴发生区域的常规气象观测站网，针对沙尘暴卫星遥感监测、沙尘暴数值预报模式方面的不确定性问题，开展大范围的野外台站观测试验和典型沙尘过程地基和地基同步强化观测试验，采集典型沙尘源区地面土壤样品以及沙尘期间的干沉降样品，同步获取沙尘期间的各项关键参数。建立比较系统的我国沙尘气溶胶基础参数支持平台，为遥感监测和预报算法改进以及监测和预报产品真实性检验提供支撑。

取得的主要研究成果：

(1) 扩建了塔克拉玛干沙漠肖塘和若羌风沙观测场，并持续开展相关观测任务。根据新疆沙尘源区沙尘天气强化观测试验的需要，在对塔克拉玛干沙漠腹地的塔中、北缘荒漠过渡带肖塘风沙观测试验场扩建改造的同时，又于2009年6月在沙漠东缘的若羌新建风沙观测试验场一处，并在塔克拉玛干沙漠与罗布泊地区增设自动气象站18套。根据各风沙观测试验场所在地基本气流方向和风沙流动走向，安装了风蚀传感器（高度为5cm、10cm）、BNSE型梯度积沙仪（高度为5cm、10cm、20cm、50cm、100cm、200cm，其中塔中80m梯度铁塔上积沙仪的高度分别为8m、16m、24m、32m、47m、63m、80m，可

获取近地层悬移输沙量廓线）、贴地积沙仪（监测离地0~5cm的风沙流特征）、方口积沙仪（监测0~100cm风沙流特征，共50个层次，每2cm一个采样口）、全方位积沙仪（监测0~40cm输沙量，积沙盒按16个方位排列，收集不同方位的流沙）、蠕移积沙仪（监测16个方位蠕移输沙量）、grimm系列多通道沙（粉）尘浓度在线监测仪（用于监测0.3~20 μ m的15个粒径通道沙（粉）尘浓度，塔中和肖塘各一台）、贴地层梯度风速、风向仪（高度为5cm、10cm、20cm、50cm、100cm、200cm）、涡动相关探测仪（肖塘高度为3m，塔中高度为3m、10m、32m、80m）、土壤温度和土壤湿度传感器（深度为2.5cm、10cm、20cm、40cm）。

(2) 新建巴丹吉林沙漠拐子湖风沙观测试验场，首次获得该区域比较系统的风沙观测数据。2010年3~5月分别在塔克拉玛干沙漠南缘的策勒、古尔班通古特沙漠、巴丹吉林沙漠北缘的拐子湖建立风沙观测场3处。从而使我们的风沙外场观测试验平台增加为6处，涵盖我国三大沙漠。拐子湖地处巴丹吉林沙漠主风向的上方，也是天气系统从西北入侵的主要通道，同时具有代表性的下垫面构成，在此开展沙尘天气的外场观测试验，对于认识该区域沙尘天气的形成、发展及风沙运动的规律等具有重要意义。同时，可以和新疆区域的风沙观测试验进行比对，提升对风沙运动的认识。建站至今，已捕

* 国家科技支撑计划课题（2008BAC40B05）。

获到四次沙尘天气过程,取得了一批新的野外数据,通过分析可了解有关该区域风沙流结构及沙粒临界起动速度等的新认识。

(3) 新建新疆、内蒙与兰州等地的沉降观测实验点。完成了沉降观测实验布点工作,初步得到了2009~2010年上半年内蒙古自治区沉降观测资料。在南北疆的沙尘源区及影响区域布设的30个降尘监测点、7个TSP监测点继续对大气降尘等进行采集监测,采集试验样品近700个,为进一步分析新疆沙尘沉降的时空分布特征积累了丰富的实测资料。完成在兰州市范围内布设大气气溶胶沉降点,在兰州典型背景地区建立了6个观测点(年底前将增加到10个站点以上),采集了1年的沉降观测资料,可结合激光雷达的观测结果,分析沙尘、扬尘等气溶胶的沉降量。

(4) 完成沙源地地理剖面综合观测实验,获得大量第一手野外数据。2009年对罗布泊地区及塔克拉玛干沙漠边缘、腹地进行了地表状况考察的基础上,2010年4月对新疆沙源地之一古尔班通古特沙漠开展了地理剖面考察,采集地表土样30余个。2009年11月和2010年3月,课题组分别完成了对内蒙古东部、西路线路考查,途经农牧交错带、荒漠草原、典型草原、浑善达克沙地、库布齐沙漠、毛乌素沙地、腾格里沙漠、巴丹吉林沙漠等沙尘暴高影响区域,获得了包括大气参数(气溶胶、大气光学厚度等)、陆表参数(地表发射率、地物光谱、土壤质地、地表温度、土壤湿度和植被覆盖类型)、常规气象要素(温、湿、压、风)等多种珍贵的野外观测数据。其中,利用多波段红外辐射计(CE312)得到的不同下垫面不同样点地表发射率结果,和利用傅立叶变换热红外光谱辐射仪(102F)获得的沙源地下垫面不同角度红外光谱辐射数据尤为重要。2011年6月中旬,课题组成员在塔里木盆地的沙漠、戈壁地区进行了地理剖面考察和遥感观测试验。针对沙漠、戈壁地区特殊的下垫面类型,开展了可见光和红外光谱观测试验。

(5) 完成国家沙尘暴观测站网常规观测资料分析,制作最新的典型沙源区基本科学数据空间分布图。收集了内蒙古1:25万基础地理信息,沙源地1:5万基础地理信息,整理了内蒙古特种沙尘观察资料和常规沙尘气象观察资料。统计了新疆沙尘源区的基础地理信息数据,并收集整理了新疆77个站1961~2005年的沙尘天气日数资料,使用Mann-Kendall趋势统计检验方法、最大熵谱分析,突变的t检验等方法分析了南北疆沙尘暴变化的趋势、周期和突变以及与气候变化的关系。完成

了内蒙古自治区1976~2006年春季沙尘灾害平均日数图统计分析。在南北疆的沙尘源区及影响区域布设了30个降尘监测点、7个TSP监测点对大气降尘等进行连续采集监测。通过分析,获取了新疆沙尘源区大气降尘量、TSP浓度的空间分布特征。完成了内蒙沉降观测实验,得到了2009年和2010年上半年内蒙古自治区沉降观测资料。

(6) 完成典型沙尘区域的强化观测试验,获取了流动沙漠地表较为精确的起沙动力学参数。应对沙尘源区沙尘天气强化观测试验的需要,在对塔克拉玛干沙漠腹地的塔中、北缘荒漠过渡带肖塘、东缘的若羌新建风沙观测试验场和南缘建立的风沙观测试场进行了强化观测试验。同时,在新建的巴丹吉林沙漠拐子湖风沙观测试验场、腾格里沙漠民勤综合治沙站和甘肃敦煌沙尘定点观测场分别进行了沙尘暴强化观测试验。观测项目主要包括近地面风、温、湿等主要气象要素;土壤温、湿度;地表沙粒跃移活动及风沙流输沙;塔中与肖塘还有超声观测的风、温、湿脉动量。以及大气参数(气溶胶、大气光学厚度等)、陆表参数(地表发射率、地物光谱、土壤质地、地表温度、土壤湿度和植被覆盖类型)、常规气象要素(温、湿、压、风)等多种数据。

(7) 完成激光雷达沙尘浓度廓线与风廓线雷达观测实验,利用Airda3000Q型和CFL-03型边界层风廓线雷达获得沙尘暴天气三维风场结构。安装在塔中大气环境观测试验站的激光雷达自2010年1月至今,持续24小时观测,捕捉到沙尘天气十余次。利用激光雷达对塔克拉玛干沙漠沙尘天气沙尘浓度廓线的变化进行监测。获得了沙尘过程中沙尘在大气高度中的浓度变化特点。2010年3月至今,两部风廓线雷达分别在塔中、民丰及阿克苏开展了沙尘天气边界层的观测试验。风廓线观测研究表明:WPR可以在沙尘天气工作,其探测资料能及时反映大尺度流场特征,通过WPR提供的水平风场、SNR、 C_n^2 垂直速度、大气温度等资料,可从多角度了解沙尘天气过程。

(8) 完成气溶胶垂直廓线激光雷达实验与反演新算法,实现沙尘气溶胶传输垂直廓线的三维可视化。2010年在兰州大学半干旱气候与环境观测站(SACOL)与民勤观测站进行了沙尘气溶胶的垂直廓线分析,并成功地监测到了多次强沙尘天气过程,其中关于沙尘气溶胶的地面观测共有三个站点,资料可以提供,并且对数据进行处理与分析。完成气溶胶反演方法的改进,特别是利用激光雷达反演沙尘气溶胶的垂直廓线研究方面取得了

较大进展。基于现有的仪器(激光雷达、太阳光度计),获得消光系数和后向散射系数的关系式,发展了一套更为可信方便的激光雷达反演沙尘气溶胶垂直廓线的新方法。成功利用站点观测、卫星观测,结合地表类型建立了一套三维的研究沙尘气溶胶传输垂直廓线研究的可视化模式的研究成果,该成果在国内此项研究领域处于领先水平,可以更好地为整个课题研究沙尘气溶胶的传输过程中由点到面的研究打下科学基础,并提供科学参考,该项研究属于创新性研究,同时利用不同类型激光雷达的雷达系数常数,以太阳光度计来校准激光雷达反演出来的结果可以进一步调整出更符合站点的参数,相互之间进行交叉验证,提高了微脉冲激光雷达反演沙尘气溶胶的精度。

(9) 建成沙尘粒子理化特性分析及基础参数平台,新技术得以应用。统计了新疆沙尘源区的基础地理信息数据,收集整理了新疆77个气象站1961~2005年的沙尘天气日数资料。设计了一套沙尘天气查询系统,该系统实现了新疆单站沙尘天气过程、沙尘日数、沙尘实时资料、沙尘历史资料(月年极值、平均值)等查询和统计功能。

(10) 完成沙尘暴观测地理信息系统建设与数据库管理,实现实验数据科学管理。完成沙尘暴观测地理信息系统建设,采用网络在线方式实现,全国沙尘观测点的采集、观测点信息浏览、观测点检索、用户权限管理、数据库管理等。系统采用B/S架构,客户使用浏览器登陆系统。使用全国地图,支持用户对地图的缩放、平移、全幅浏览以及距离和面积量算功能。图查属性,支持点选查询、框选查询、多边形查询以及圆形查询,显示查询结果观测点属性。属性查询,对地图图层(包括尘降观测点、地理剖面观测点、强化观测点、沙尘暴观测站、激光雷达观测点)进行SQL语句查询。观测点编辑,支持用户新建观测点,编辑观测点属性。用户权限管理,支持用户增加,维护用户信息及维护个人信息。数据库管理,支持对表结构的编辑,数据检查及批量入库操作。与该系统相关数据库应包括:基础地理信息、包括尘降观测点、地理剖面观测点、强化观测点、沙尘暴观测站、激光雷达观测点信息。考虑到多种数据需求,系统采用元数据定义数据表结果,数据内容批量导入入库。

(11) 成功实现成果转化,开发了新疆沙尘暴监测、预报预警业务系统。利用激光雷达和风廓线雷达等先进的设备进行了相关试验,揭示了沙尘暴源区沙尘暴的三维结构,得出了比较新颖的观测事实。通过近两年的试

验运行,初步确立了新疆沙尘暴监测、预报预警业务系统和沙尘暴遥感监测业务系统平台。通过该课题的资助,课题组在南北疆沙漠地区开展了沙尘暴的强化观测试验,试验不仅考虑了沙尘暴关键区的强化观测试验,也兼顾了面上的监测。通过课题组3年的艰辛研究,在沙尘暴起沙参数、风沙流结构、沙尘暴监测预警以及评估等方面取得了较好的研究成果。开发的新疆沙尘暴监测、预报预警业务系统和沙尘暴遥感监测业务系统平台使得系统性沙尘暴预警准确率由原来的60%提高到65%。完善GRAPES-DUST模式,使得其预报产品更能反映沙尘天气系统的精细化的中小尺度特征。

(12) 获得国家实用新型专利3件(ZL 201020110679.7; ZL 200920310758.X; ZL 200920311445.6)。根据野外风沙观测试验的需要,本课题研制了全自动高精度沙尘收集器、可实时测定进口方位的集沙仪和便携式自动称重集沙仪。

(13) 已发表论文20余篇,其中SCI收录3篇,SCIE收录3篇,另有多篇已投稿文章接收待发或在审稿中。通过本课题驱动,培养博士生2名,硕士生9名,研发团队4人晋升为副研究员。CSIA

