

## 大气颗粒物激光雷达技术助力气象和环境探测

时间：2017-06-07 作者：专家委 点击：1388

【中国仪表网 仪表产业】5月初，我国北方地区遭遇了今年以来的强沙尘天气，位于北京南郊、健德桥、门头沟的激光雷达记录了沙尘输送的完整过程，这三台激光雷达均来自中国科学院合肥物质科学研究院安徽光学精密机械研究所(以下简称安徽光机所)。



放置在北京南郊中国气象局大气探测综合实验基地的拉曼-米散射激光雷达

“激光雷达技术在科研领域不是新生事物，用来做大气研究已经有几十年的历史，逐步成为气象环保部门的技术利器。”合肥物质科学研究院副院长刘建国告诉记者。

十多年来，安徽光机所所长刘文清院士不仅对激光雷达研发团队给予了技术指导及项目支持，还为激光雷达的产业化搭建了优质合作平台，建立了高效双赢的合作机制。

### 观测沙尘输送路径

5月4-5日，北京的天空被沙尘笼罩，市区多地空气污染指数爆表。

溯其原因，自5月3日起，源于内蒙古西部沙漠的大范围沙尘往东南方向移动，5月4日凌晨到达了河北北部和北京上空。气象观测数据显示，此次沙尘天气覆盖范围极广，遍布10余省(市、区)，影响面积达163万平方公里。

安徽光机所激光雷达在北京市南郊、健德桥、门头沟三处站点观测到本次北京地区上空沙尘输送的完整过程：5月4日凌晨3时，北京西北方向的门头沟从地面到高空2千米的垂直高度出现沙尘，3点半沙尘输送至北京市区的建德桥，凌晨4时沙尘抵达北京南郊的中国气象局大气探测综合实验基地。

刘建国指出：“根据这些时间节点，可以估算出沙尘1个小时左右穿越了北京地区上空。”

在北京南郊中国气象局大气探测综合实验基地的拉曼-米散射激光雷达观测到：5月4日的沙尘一直持续到5日早晨8时左右，因北京大风天气开始消散，地面出现浮尘，5日中午12时左右沙尘完全消散。门头沟、健德桥的颗粒物激光雷达也观测到这一过程。这里的拉曼-米散射激光雷达、颗粒物激光雷达分别由安徽光机所大气光学中心、环境光学中心研发。

大气光学中心副主任刘东研究员向记者介绍道：“拉曼-米散射激光雷达主要用于大气气溶胶颗粒物和云的垂直廓线探测。利用双波长探测可以反演气溶胶粒子的大小特征(PM2.5、PM10)，偏振探测识别大气中的非球形粒子(沙尘，卷云粒子)，607nm波长的氮气拉曼散射用于气溶胶消光系数的反演，减少激光雷达比的假设，提高了气溶胶颗粒物光学和微物理参数的反演精度，有利于深入研究大气灰霾的消生过程。”

环境光学中心副主任张天舒研究员介绍了大气颗粒物激光雷达，这是安徽光机所环境光学中心研发的系列化激光雷达灰霾立体探测设备之一，该系列产品还包括臭氧激光雷达和水汽激光雷达，能够连续探测灰霾、沙尘、光化学污染的时空演化过程。

自动化仪表  
分析仪器  
医疗仪器  
传感器  
仪器材料  
电子电工  
试验设备  
环境监测  
光学仪器  
控制系统

### 合作媒体



## 服务环境气象

大气光学中心研制的系列激光雷达(气溶胶、气象参数、污染气体、温室气体和湍流等垂直廓线探测激光雷达)分别于1991年参与了菲律宾皮雅图火山灰的国际联合探测、2001年参与亚洲沙尘暴(AD-NET)国际合作项目的联合探测一直延续至今,2013年参与华北雾霾大爆发的探测,2014年参与APEC会议期间的保障任务,2016年参与河北邢台“973”项目大型综合观测实验……

目前,拉曼一米散射激光雷达正在中国气象局大气探测综合实验基地(南郊站点)进行探测实验,为激光雷达在气象部门业务化应用研究提供基础数据。

不难发现,这些激光雷达系列产品将成为环境气象领域的重要立体探测设备。

早在30年前,安徽光机所老一辈科学家(龚知本院士、胡欢陵研究员、周军研究员、王英俊研究员)就开始建立激光雷达团队,专业从事激光雷达大气探测技术攻关,培养了一批又一批专业技术人员,在全国各地为国家气象、环保等事业做贡献。

“在气象和环境探测领域,激光雷达可有效弥补当前大气综合观测以地面测量为主的监测体系的不足,从而为大气复合污染研究提供更好的技术手段。”刘东说,“当前影响模式预报准确性的一个重要原因是缺乏垂直和立体观测数据,激光雷达正好弥补了这一不足之处。但是如何学习和使用激光雷达数据仍然是需要解决的技术问题。”

目前,安徽光机所正与气象和环保部门进行这方面的研究,通过改进模式的参数化和同化方案,有望提高短时临近,尤其是灾害天气的预报精度。

刘东团队发现,模式预报要求的数据是24小时连续的观测数据,但是激光雷达属于精密光学仪器,价格昂贵,如何保证稳定运行和探测精度是制约其业务化应用的关键瓶颈。

对此,安徽光机所组织研发团队进行技术攻关,突破了关键器件的国产化。刘东表示:“我们从购买整个器件,到仅仅购买关键元件,再到自主进行性能测试和DIY封装,取得了主动权,大幅度提高了自动化和智能化程度;在应对野外观测实验的具体需求上,我们进行了激光雷达一体化设计的工程化研发,提升了激光雷达设备在野外使用和无人值守的能力,便于气象和环保部门业务化使用。”

另外,传统环境监测设备大多数是在地面采样,但大气污染发生在整个对流层,污染物的积累、生成、传输、消散的过程从地面到数公里的高空动态、快速的变化。仅仅靠地面数据,环保部门说不清污染从何而来,到何处去,输送量有多少更是无从知晓。

张天舒告诉记者,“为了解决这个问题,安徽光机所利用激光大气遥感方法,研发了激光雷达设备,能在1分钟内探测从近地面到10km高空的污染垂直结构。用这样的设备监测污染过程,就能清楚地记录下对流层内,污染发生、发展、传输的细节,回答环保气象部门的疑问。”

## 推动产业发展

5月,安光所环境光学中心产业化合作平台——无锡中科光电技术有限公司,在河南省安阳市通过大气颗粒物激光雷达也观测到另一股沙尘输送过程。观测结果显示,沙尘输送到河南省境内,无论在浓度还是在持续时间上,都远低于北京地区的沙尘。该公司是安徽光机所大气颗粒物和臭氧激光雷达设备的产业化公司,双方共同完成了大气颗粒物和臭氧激光雷达设备的工程化和产业化。

张天舒介绍道:“2011年,大气颗粒物和臭氧激光雷达产品开始深度产业化研发的过程,我们的研发团队主要在产品的可靠性、易用性、产品一致性、可维护性、生产周期、使用寿命等方面下功夫。”

一台科研仪器和产业化商品之间存在着多大的差距呢?张天舒用这样一个例子来解释:对于可靠性这个指标,科研仪器无故障连续工作半年,可以认为可靠性非常棒;但是对于商业化的产品,这意味着一年要维修两次,或者说200%的年故障率。对于企业这是不可承受的负担,这样的产品卖出去反而使企业赔钱、赔声誉,造成不良影响。

科研人员在与企业合作的过程中,逐渐领会到了工程化和产业化不容易,上述每一项指标的细微提升都需要大量的设计、实验和反复修改论证。在这个过程中,要不断解决科学问题、工程问题、管理问题与合作机制问题。

五六年来,安徽光机所张天舒团队和无锡中科光电技术有限公司探索出了一条成功的合作道路:“我们通过合作使大气颗粒物和臭氧激光雷达成功实现产业化,市场占有率不断攀升,国外厂商在国内市场几乎没有立足之地。”张天舒自豪地说。

张天舒进一步说道:“如今,在京津冀地区安徽光机所有自己的科研型雷达网,并且实现大气颗粒物和臭氧激光雷达产品大量销售、应用,在珠三角、长三角等区域已经形成数十台规模的环保气象业务部门的观测网络,有关部门正在考虑如何把激光雷达联网观测进一步标准化,使各个区域中的激光雷达网作为整体发挥更大的作用,为美丽中国的‘常态蓝’做出新的贡献。”

(来源:中国仪表网)

## 友情链接

[中国仪器仪表学会](#) [深圳市科协](#) [广东省仪器仪表学会](#) [深圳市仪器仪表与自动化行业协会](#) [中国仪器仪表商情网](#) [中国自动化网](#) [激光制造网](#)

