

Haze Monitoring Technology and Development of Monitoring System in China

Jing Li, Zengchao Liu*

School of Materials Science and Chemical Engineering, Xi'an Technological University, Xi'an Shaanxi
Email: 1468409982@qq.com, *58147782@qq.com

Received: Mar. 12th, 2019; accepted: Mar. 27th, 2019; published: Apr. 3rd, 2019

Abstract

Haze has become one of the main environmental problems in China, which not only restricts the development of social economy, but also seriously affects people's health and life. Timely and effective monitoring of haze is a prerequisite for the prevention and control of haze. This paper summarizes the causes and hazards of haze, deeply analyzes the existing monitoring technology and composition of the monitoring system of haze in China, probes into the development direction of the monitoring system of haze, and puts forward a series of suggestions for further improving the development of the monitoring system of haze in China.

Keywords

Haze, Causes and Hazards, Monitoring Technology, Monitoring System

我国雾霾监测技术及监测系统发展

李 靖, 刘增超*

西安工业大学材料与化工学院, 陕西 西安
Email: 1468409982@qq.com, *58147782@qq.com

收稿日期: 2019年3月12日; 录用日期: 2019年3月27日; 发布日期: 2019年4月3日

摘 要

雾霾已成为我国当前主要的环境问题之一, 这既制约社会经济的发展, 又严重影响人们的健康与生活。对雾霾进行及时有效的监测是防控治理雾霾的先决条件。本文概述了雾霾的成因和危害, 深入分析我国雾霾现有的监测技术及监测系统的构成, 探讨雾霾监测系统的发展方向, 并对进一步完善我国雾霾监测

*通讯作者。

体系发展提出了系列建议。

关键词

雾霾, 成因及危害, 监测技术, 监测系统

Copyright © 2019 by authors and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 引言

随着我国经济的快速发展, 工业化、全球化的趋势, 无序的过度开发, 行业的快速发展和城市人口的快速增长, 导致能源的消耗、污染物的排放量不断增加, 对环境问题产生了较大的影响。近年来, 我国大部分地区都存在严重的雾霾污染问题, 造成空气质量下降, 影响生态环境、人类健康、交通安全、供电系统及农业生产等。随着雾霾走进我们的生活, 空气质量问题得到人们的重点关注。雾霾天气已逐渐被列为灾害性天气, 监测预防是首要问题, 国内对雾霾监测技术和系统以单一的地面雾霾监测体系为主, 相比于国际上基于卫星、遥感等在线监测技术的发达国家仍存在较大差距。因此有必要加强对我国雾霾监测的关注及研究, 从而为人们打造一个健康、清新的生存环境, 促进环境的绿色可持续发展。

2. 概述

2.1. 雾霾的组成

雾是大量悬浮在近地面空气中的水汽凝结物[1], 对目标物的水平能见度小于 1.0 km。霾是由数百种大气化学颗粒物组成的非水成物气凝胶系统, 对目标物的水平能见度小于 10.0 km, 一般呈黄色或褐色[2], 会造成大气混浊、恶化能见度。雾霾是雾和霾的混合物, 主要来源于二次污染物, 如 PM_{2.5}、SO₂、NO_x [3] 等。随着空气质量的恶化, 我国将阴霾天气现象并入雾一起作为灾害性天气预警预报, 统称为雾霾。

2.2. 雾霾天气成因

雾霾天气是我国特定气象条件与和人们长期社会活动相互作用的结果。一方面由于我国工业化、城镇化的发展消耗大量的能源和资源, 产生大量的硫氧化物、氮氧化物、灰尘、粉尘、机动车尾气等颗粒物, 在空气中持续反应形成稳定的气态污染物, 为雾霾的形成提供了污染物基础。另一方面我国属于温带大陆性气候, 在秋冬季节易形成静稳型天气, 出现逆温现象[4] [5], 低空中的污染物在水平、垂直方向上不易向外扩散, 产生聚集效应[6], 形成大范围的雾霾天气。

2.3. 雾霾污染现状

自 2013 年冬季, 我国中东部地区雾霾呈高发态势, 雾霾污染波及到 100 多个大中型城市, 全国的平均雾霾天数达到历史顶峰。目前, 我国雾霾天气总体呈增加趋势且霾日指数明显增多, 其中四个区域雾霾污染尤为严重, 分别是华南地区、西南地区、长三角地区及以北京、天津和河北为主的京津冀地区。2017 年初, 京津冀带雾霾情况达到了全国峰值[7] [8] [9]。虽然我国治理雾霾的措施已经产生了一些成效, 但长期以来由于工业的发展, “先污染、后治理”造成的环境问题, 重度污染依然存在, 雾霾天气仍在

不断扩散。

3. 雾霾监测技术及研究系统进展

对于我国雾霾污染的现状, 提高我国的监测技术, 准确全面掌握大气雾霾的时空分布特征, 认识其发展演变规律和变化趋势, 是制定我国大气灰霾污染防治措施的基础。目前在社会上主要采用如下三种监测技术:

1) 地面监测法

地面监测是在各区域设立有限个监测站点进行监测, 通过重量法自动连续监测[10], 使用光学仪器观测气溶胶光学厚度和垂直分布推演雾霾的污染程度, 获取各区域的空气质量数据, 有效实现定点监测[11]。但监测方法复杂, 重复性差, 监测区域有限, 不能满足对空气污染形成机制、演变输送过程的研究需求。

2) 激光雷达监测

激光雷达监测是由发射单元发射高频激光脉冲, 通过接收单元得到不同高度对应的信号强度, 根据回波信号的散射廓线和峰值特征[12], 提取雾霾天气现象的信息, 定量有效的观测雾霾天气现象。由于激光雷达的技术难度高、波束窄、测量精度会受到多方因素的影响[13], 在实际监测中不能大范围的推广使用。

3) 卫星遥感监测

卫星遥感监测使用气象卫星, 通过下载过境气象卫星的相关数据, 反演获取吸收性气溶胶指数[14], 获得雾霾的相关信息, 直观监测大范围雾霾天气发生、发展、持续、消散过程。但由于卫星遥感雾霾监测处于探索阶段, 接收频率及反演算法的限制[15], 对局部地区雾的监测与实际观测数据之间还存在一定差别[16], 不能有效区分低层的云和雾, 探测难度大, 仍需进一步研究。

以上三种监测技术分别从不同角度对雾霾天气加以分析和监测, 但各监测方法仍存在一定的局限性, 无法同时满足定点、实时、大范围地监测及认知雾霾污染机制和演变过程的需求。因此需迫切地设计出综合应用互联网、传感器等监测手段, 全面、准确、实时、简便的雾霾监测系统, 通过分析国内外雾霾监测技术和预测需求, 现已有应用传感网、飞行器[17]等手段建立的多种雾霾监测系统, 主要介绍如下:

1) 基于无线传感网的大气雾霾监测系统

应用无线传感器网络技术, 设计出基于无线传感网的大气雾霾监测系统。整套系统为多点监测的星型分布式结构, 由一个 PC 监测中心、多个手持智能监测终端、中继节点、无线网桥及监测终端构成。通过各处理器的协同作用确保监测系统的测量精确度, 远距离传输数据信息, 完成对气体浓度、环境温度湿度等信息的处理工作。系统监测中心作为人机交互界面, 实时监测数据的查看、调取和超过预设阈值报警等功能[18] [19] [20], 解决了目前国内监测方法存在的价格昂贵、操作复杂、重复性差, 难于实现实时监测等弊端。

2) 基于 web 和 GPRS 的开放式雾霾监测系统

利用 Web 技术开放性特点, 建立基于 Web 和 GPRS 的开放式雾霾监测系统。系统基于 Think PHP 开发, 通过对外一套完整的 API 交换数据, 搭建开放式雾霾监测平台[21], 实现将监测站点收集到的数据通过无线通讯技术, 建立现场监控系统与互联网的连接。将实时采集信息发送到 Web 数据服务器供有需要的机构和个人研究分析。这项开放式雾霾监测系统有效的实现实时监测, 满足数据管理、报警管理、统计分析、远程控制、信息管理等[22]功能, 实现空气质量全面的数据监测。

3) 基于四旋翼飞行器的雾霾监测系统

对于传统雾霾监测系统无法实现区域性、高精度、全方位监测的弊端, 设计基于四旋翼飞行器的雾霾监测系统。系统由四旋翼巡航系统和空气质量监测系统组成, 利用四旋翼的高稳定性和易操控的 GPS

巡航系统等特点, 搭载雾霾监测系统, 采用 STM32 单片机为核心处理器, 配合可吸入颗粒物、二氧化硫、氮氧化物、温湿度等传感器, 将采集数据通过无线模块反馈到上位机, 经过运算处理反馈给用户[23][24]。该系统利用对多种环境信息的提取、处理、无线传送、存储等功能, 综合实现了对雾霾的全方位、高精度、自动巡航空气监测。

4. 我国雾霾监测现状及发展方向

4.1. 国内外雾霾监测体系现状

近年来雾霾频繁出现, 引发全世界的重视。国际上英、美等工业发达国家有关大气雾霾监测技术发展较早, 已经建立了较完善大气雾霾监测方法体系。主要以互联网为平台、传感器为基础, 采用自动在线和离线分析结合监测大气细颗粒物的质量及以化学组成, 利用卫星和激光雷达遥感等手段获取大尺度、长时间序列的污染物时空分布特征和变化趋势, 同时采用烟雾箱等手段实现灰霾形成过程的模拟与分析[25][26], 实现对大气污染物的实时监控, 信息全面、数据准确。

我国雾霾监测处于起步阶段, 相比于国外基于互联网平台的雾霾监测体系, 国内雾霾环境监测方法单一, 目前主要依靠地面雾霾监测技术进行人工监测。与国外相比, 激光雷达雾霾监测及遥感卫星监测技术因硬件实施难度及精读原因无法广泛地应用; 大气环境监测因子和数据不全面, 监测机制不健全; 同时, 预警预报体系不完善, 雾霾预警多依靠气象卫星技术, 预报多依赖环保系统[27], 无法将实际情况真实反映。纵观国内外雾霾监测现状, 发展我国的监测网络体系, 结合预警预报、气象及环保系统等, 提升对雾霾气候的全面监测十分迫切。

4.2. 提升我国雾霾环境监测体系建议

中共第十九次全国代表大会上, 对今后三年的生态文明建设做出重要部署, 打好污染防治攻坚战, 大幅减少主要污染物排放总量, 总体改善生态环境质量, 打赢蓝天保卫战。面对我国大气雾霾污染严峻的问题, 环境监测作为环境保护工作的基础, 我国应当从雾霾监测技术、气象系统、监测预警预报系统、监测联动网络体系等多个角度, 针对雾霾气候的监测体系进行全面的提升, 加强我国雾霾环境监测体系的建设。

1) 发展先进的大气雾霾探测激光雷达、遥感卫星等时空探测技术和设备, 研发具有自主知识产权的大气颗粒物探测激光雷达, 以改善我国地面雾霾监测体系的不足, 通过产业化的技术开发, 准确全面掌握大气环境的污染状况, 认识其发展和演变规律。

2) 建设区域大型烟雾箱系统, 在可控的条件下烟雾箱系统模拟大气的物理化学过程, 以可实现实时监测, 掌握大气中致霾前体物及生成的二次颗粒物的浓度和物化性质的变化[28], 揭示实际大气污染状况下二次污染物的形成机制, 从而达到在根本上解决我国区域大气综合污染控制的问题。

3) 应用云计算技术建立各地区空气质量监测预警体系和雾霾天气监测预警体系, 结合雾霾数值预报系统, 构建双重雾霾气候预警系统[29]。同时通过环保系统和气象系统对不同地区的空气质量等级进行区分, 得到不同的大气质量预报以及相关的预警分析, 确定大气预警信号水平和整改治理举措, 有效地提高预警信号质量, 实现我国预警预报系统对雾霾控制的快速反应、有效预报和应急防范。

4) 依托互联网技术建立 $PM_{2.5}$ 环保气象监测联动网络体系, 实现自动在线监测不同地区的大气污染指数, 同时将各地区 $PM_{2.5}$ 污染数据高效及时地传送到中央服务器, 为实现雾霾的全面监控和综合治理提供必要的依据, 从而对 $PM_{2.5}$ 数值进行科学和准确的监测和计算提供保障。

5) 完善我国大气污染的各项监督管理制度, 充分合理划分污染源, 有针对性地强化监管。同时合理规划城市工业用地和工厂的布局[30], 实施分区域处理排放污染物。对于汽车尾气的排放问题, 应当监测

汽车尾气的污染物排放总量, 严格调整汽车尾气排放标准, 降低汽车尾气中颗粒污染物的排放浓度, 强化对燃油加工企业和汽车制造企业的监管力度, 创新重视节能环保的汽车制造工艺, 合理调控各地区的机动车保有量。

5. 总结与展望

雾霾问题已成为我国大气治理和环境保护的突出问题, 目前我国针对雾霾的监测仍处于起步阶段。基于不同监测方法的雾霾技术有各自优缺点, 具有一定的局限性和适用范围, 仍需继续开展大量的研究工作, 研制出符合我国国情的监测技术和设备完善发展方向, 进一步建立完备的雾霾监测体系, 与雾霾控制协调统一, 构建规范化、科学化和常态化的雾霾气候治理结构, 对加强我国环境监测和防控工作具有深远的意义。

参考文献

- [1] 孙鹏鹏, 周浩亮. 雾霾天气的危害及其应对措施[J]. 现代农业科技, 2013(23): 245-246.
- [2] 中国气象局. 地面气象观测规范[M]. 北京: 气象出版社, 2003.
- [3] 王润清. 雾霾天气气象学定义及预防措施[J]. 现代农业科技, 2012(7): 44.
- [4] 孙亮. 灰霾天气成因危害及控制治理[J]. 环境科学与管理, 2012, 37(10): 71-15.
- [5] 蒋彪, 汪欣欣. 雾霾天气的形成原因、危害及应对措施[J]. 北京农业, 2014: 218-219.
- [6] 顾卫东. 中国雾霾特殊形成机理研究[J]. 宏观经济研究, 2014(4): 3-4.
- [7] 周峤. 雾霾天气的成因[J]. 中国人口·资源与环境, 2015, 25(5): 211-212.
- [8] 刘紫仪. 关于当前雾霾天气问题的治理对策思考[J]. 智慧城市与城镇化, 2017(5): 165.
- [9] 马瑞华, 王亮亮, 刘梦雷, 等. 经济发展中的中国雾霾现状和防治[J]. 科技创新导报, 2017, 5(14): 24-26.
- [10] 周鑫. 浅析我国雾霾现状及治理对策[J]. 山东工业技术, 2017, 19(220): 224.
- [11] 宁爱民, 文君浩, 郑德智, 等. PM_{2.5} 监测技术及其比对测试研究进展[J]. 计测技术, 2013(4): 11-15.
- [12] 吕旭阳. GPS 技术用于雾霾天气监测的探索研究[D]: [硕士学位论文]. 西安: 长安大学, 2015.
- [13] 李治玥, 刘通, 冯梓航, 等. 大气雾霾监测仪[J]. 物理实验室, 2017, 31(10): 14-17.
- [14] 李肖霞, 张娜, 涂满红. 激光雷达监测雾霾技术研究[C]//中国环境科学学会学术年会论文集. 2015: 1436-1439.
- [15] 姜杰, 查勇, 袁杰, 等. 遥感技术在灰霾监测中的应用综述[J]. 环境监测管理与技术, 2011, 23(2): 15-18.
- [16] 余卫国. 基于 MODIS 数据的京津冀地区霾及颗粒物浓度遥感监测方法研究[D]: [硕士学位论文]. 淮南: 安徽理工大学, 2016.
- [17] 陆永帅, 李元祥, 刘波, 等. 基于深度残差网络的高光谱遥感数据霾监测[J]. 光学学报, 2017, 37(11): 1128001.
- [18] 谢心庆. 国内外 PM_{2.5} 研究进展综述[J]. 电力科技与环保, 2015, 31(4): 17-20.
- [19] 周禹杉. 基于无线传感网的大气雾霾监测系统的设计[D]: [硕士学位论文]. 哈尔滨: 哈尔滨理工大学, 2016.
- [20] Xue, Y., Chang, X., Zhong, S. and Zhuang, Y. (2014) An Efficient Energy Hole Alleviating Algorithm for Wireless Sensor Networks. *IEEE Transactions on Consumer Electronics*, **60**, 347-355. <https://doi.org/10.1109/TCE.2014.6937317>
- [21] Paul, S. (2014) Towards Automating the Construction & Maintenance of Attack Trees: a Feasibility Study. *First International Workshop on Graphical Models for Security*, Grenoble, 31-46. <https://doi.org/10.4204/EPTCS.148.3>
- [22] 高沛霖. 基于 web 和 GPRS 的开放式雾霾监测系统[D]: [硕士学位论文]. 郑州: 信息工程大学, 2016.
- [23] 张强, 胡立夫, 宋清超. 基于四旋翼飞行器的雾霾监测系统[J]. 自动化技术与应用, 2016, 35(12): 110-114.
- [24] 丁钧钰, 魏青, 周阳. 遥感监测技术在河北省雾霾监测中的应用[J]. 河北省科学院学报, 2016, 33(4): 53-56.
- [25] 李春晶. 环境空气自动监测系统质量保证与控制的探讨[J]. 生物技术世界, 2013(11): 28-40.
- [26] Senartne, I. (2004) Elemental Composition in Source Identification of Brown Haze in Auckland, New Zealand. *At-*

mospheric Environment, **38**, 3049-3059. <https://doi.org/10.1016/j.atmosenv.2004.02.046>

- [27] 黄喜玲. 浅谈大气环境监测现状及改进措施[J]. 环境研究与监测, 2016(4): 47-49.
- [28] 刘建国, 杜华侨, 谢品华, 等. 大气灰霾监测技术研究进展[J]. 大气与环境光学学报, 2015, 10(2): 93-101.
- [29] 沈惠, 陈前火. PM_{2.5}的来源、现状、危害及防控措施[C]//中国环境科学学会学术年会论文集. 2014: 5293-5295.
- [30] 易立明. 雾霾天气背景下提高大气环境监测质量的对策[J]. 节能环保, 2017(8): 1-2.

知网检索的两种方式:

1. 打开知网页面 <http://kns.cnki.net/kns/brief/result.aspx?dbPrefix=WWJD>
下拉列表框选择: [ISSN], 输入期刊 ISSN: 2164-5485, 即可查询
2. 打开知网首页 <http://cnki.net/>
左侧“国际文献总库”进入, 输入文章标题, 即可查询

投稿请点击: <http://www.hanspub.org/Submission.aspx>
期刊邮箱: aep@hanspub.org