



引用格式:马云霞,申进朝,魏杰,等.豫北地区农村环境空气质量监测与评价[J].轻工学报,2020,35(2):59-65.

中图分类号:X823 文献标识码:A

DOI:10.12187/2020.02.008

文章编号:2096-1553(2020)02-0059-07

# 豫北地区农村环境空气质量监测与评价

## Monitoring and evaluation of rural environmental air quality in North He'nan Province

马云霞,申进朝,魏杰,刘丽娜,王振峰

MA Yunxia, SHEN Jinchao, WEI Jie, LIU Lina, WANG Zhenfeng

河南省环境监测中心 河南省环境监测技术重点实验室,河南 郑州 450004

He'nan Key Laboratory of Environmental Monitoring Technology, He'nan Environmental Monitoring Center, Zhengzhou 450004, China

### 关键词:

豫北地区;农村环境;  
空气质量;污染因子;  
PM<sub>10</sub>

### Key words:

North He'nan Province;  
rural environment;  
air quality;  
pollution factor; PM<sub>10</sub>

**摘要:**为了解豫北地区农村环境空气质量状况,选取豫北地区6个省辖市5种类型的54个村庄,对其2015~2018年间共1440 d的环境空气质量进行监测,并对主要污染因子(SO<sub>2</sub>, NO<sub>2</sub>和PM<sub>10</sub>)的监测数据进行分析.结果表明:豫北地区农村环境空气质量达标天数为1156 d,达标率为80.3%,主要超标污染因子为PM<sub>10</sub>和NO<sub>2</sub>;空气中SO<sub>2</sub>和NO<sub>2</sub>的质量浓度较低,PM<sub>10</sub>的质量浓度虽相对较高,但总体呈下降趋势;5种类型村庄环境空气质量不达标率由大到小依次为工业型>生态型>旅游型>种植型>养殖型;空气污染最严重的是第1季度,超标的污染因子主要是PM<sub>10</sub>;空气质量较好的是濮阳市,其次是鹤壁市和新乡市,较差的是焦作市、济源市、安阳市.可采取适当增加地区监测点位、对主要污染因子PM<sub>10</sub>进行源解析研究、积极发展在线监测等多种手段减轻该地区农村环境空气污染防治压力.

收稿日期:2019-08-30

基金项目:中国环境监测总站项目(2110105-5-2)

作者简介:马云霞(1986—),女,河南省新密市人,河南省环境监测中心助理工程师,硕士,主要研究方向为农村环境监测、环境污染评估与控制技术.

通信作者:申进朝(1977—),男,河南省郑州市人,河南省环境监测中心高级工程师,博士,主要研究方向为环境监测与质量控制技术.

**Abstract:** In order to understand the rural environment air quality of North He'nan Province, 54 villages of 5 types in 6 provinces and municipalities in North He'nan Province were selected to monitor the environment air quality for a total of 1,440 days from 2015 to 2018. The monitoring data of main pollution factors  $\text{SO}_2$ ,  $\text{NO}_2$  and  $\text{PM}_{10}$  was analyzed. The results showed that the number of days for the rural environment air quality to reach the standard in northern He'nan province was 1156 days, the rate of compliance was 80.3%, and the main factors that exceeded the standard were  $\text{PM}_{10}$  and  $\text{NO}_2$ . The mass concentrations of  $\text{SO}_2$  and  $\text{NO}_2$  in rural environment air were low; although the mass concentration of  $\text{PM}_{10}$  was relatively high, it generally showed a downward trend; the non-compliance rate of the environment air quality of the 5 types of villages in order from large to small was: industrial type > ecological type > tourism type > planting type > breeding type; the worst air pollution was in the first quarter, exceeding the standard, the main pollution factor was  $\text{PM}_{10}$ ; the better air quality was that of Puyang city, followed by Hebi city and Xinxiang city, and the worse were that of Jiaozuo city, Jiyuan city and Anyang city. Various means can be taken to reduce the pressure on the prevention and control of environmental air pollution in rural areas by appropriately increasing regional monitoring points, conducting source analysis research on major factor  $\text{PM}_{10}$  and actively developing online monitoring.

## 0 引言

我国于1980年代便建立了国家环境空气质量监测网络,此后城市环境空气质量监测与评价日益受到重视<sup>[1]</sup>.我国农村环境质量的系统性监测与评价工作于2009年开始<sup>[2]</sup>,多以个别村庄为研究对象,而区域性农村空气质量评价和分析不多<sup>[3-4]</sup>.环境保护部在2016年印发的《京津冀大气污染防治强化措施(2016—2017)》中确定,北京、天津等“2+26”城市为京津冀大气污染传输通道城市,其中包括河南省郑州市、开封市、安阳市、鹤壁市、新乡市、焦作市、濮阳市7个城市.安阳市、濮阳市、鹤壁市、新乡市、焦作市均位于河南省北部地区,习惯上称“豫北”,也是河南省大气污染防治攻坚战的重点地区.目前,谢志祥等<sup>[5]</sup>只对京津冀大气污染传输通道中的城市细颗粒物的污染现状与死亡效应进行了研究,但关于该传输通道上农村地区大气环境质量研究还鲜有报道,因此研究豫北地区农村环境空气质量意义重大.

河南省环境监测中心2015—2018年在河南省北部地区安阳、濮阳、鹤壁、新乡、焦作、济

源6个城市共选择54个村庄开展环境空气质量监测<sup>[6-7]</sup>,但对该地区空气质量现状和变化趋势未作深入研究.鉴于此,本研究拟依据《环境空气质量标准》(GB/T 3095—2012)<sup>[8]</sup>对豫北地区农村环境空气质量现状和变化趋势进行评价,通过分析主要的环境空气污染因子和来源,探讨豫北地区当前农村环境空气质量治理效果和存在的问题,以期今后的区域内农村环境保护和污染治理提供参考.

## 1 监测点位、项目与方法

### 1.1 监测点位选取

从豫北地区6个省辖市中各选定一个县,在每个县域内各选取3个行政村.选取的监测村庄分为必测村庄(即每年都开展监测的定点村庄)和选测村庄(即动态村庄)两大类,选取1个必测村庄、2个选测村庄用于村庄环境质量年际间比较.本研究4年内共选择监测村庄54个,其中必测村庄6个,选测村庄48个.所选的村庄均兼顾人口数量、经济发展程度和环境污染程度,涵盖工业型、种植型、养殖型、旅游型、生态型5种村庄类型,在各村庄具有代表性的位置选取1个监测点位,点位分布详见图1.

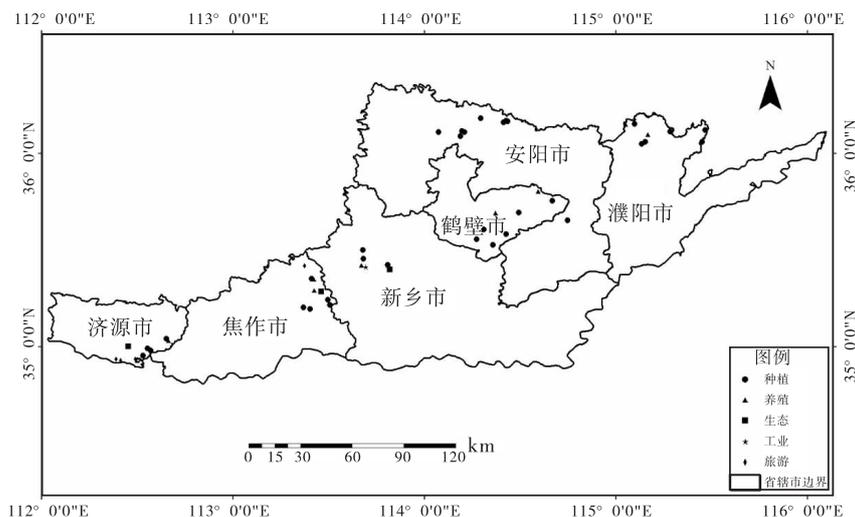


图1 豫北地区农村环境监测点位分布图

Fig. 1 Distribution of rural environment monitoring points in North He'nan Province

## 1.2 监测项目和方法

监测项目:SO<sub>2</sub>,NO<sub>2</sub>,可吸入颗粒物(PM<sub>10</sub>),其排出量均为日平均值。

监测频次:每季度监测1次,每次连续监测5 d。

监测方法:按《环境空气质量手工监测技术规范》(HJ/T 194—2005)<sup>[9]</sup>、《环境空气质量监测规范(试行)》<sup>[10]</sup>《环境空气和废气监测分析方法》<sup>[11]</sup>等相关技术规范进行监测,各监测项目每d至少有20 h的采样时间。

分析方法:根据《环境空气二氧化硫的测定甲醛吸收-副玫瑰苯胺分光光度法》(HJ 482—2009)<sup>[12]</sup>、《环境空气氮氧化物的测定盐酸萘乙二胺分光光度法》(HJ 479—2009)<sup>[13]</sup>、《环境空气PM<sub>10</sub>和PM<sub>2.5</sub>的测定重量法》(HJ 618—2011)<sup>[14]</sup>中的方法对所得数据进行分析。

## 1.3 评价标准和方法

执行《环境空气质量标准》(GB/T 3095—2012)<sup>[8]</sup>中的二级标准,标准值分别为:SO<sub>2</sub> 150 μg/m<sup>3</sup>,NO<sub>2</sub> 80 μg/m<sup>3</sup>,PM<sub>10</sub> 150 μg/m<sup>3</sup>。环境空气质量评价采用单因子评价法,分为达标、

不达标两级;空气质量指数级别按照《环境空气质量指数(AQI)技术规范(试行)》(HJ 633—2012)<sup>[15]</sup>进行评价,分为优良(一级和二级)和污染(三级—六级)。

## 2 结果与讨论

### 2.1 监测点位环境空气质量总体情况

2015—2018年间,豫北地区6个省辖市54个村庄的环境空气质量有效监测天数为1440 d,达标天数为1156 d,达标率为80.3%,不达标率为19.7%;SO<sub>2</sub>质量浓度为4~274 μg/m<sup>3</sup>,NO<sub>2</sub>质量浓度为5~107 μg/m<sup>3</sup>,PM<sub>10</sub>质量浓度为14~504 μg/m<sup>3</sup>;主要超标污染因子为PM<sub>10</sub>和NO<sub>2</sub>,其中PM<sub>10</sub>的最大超标倍数为2.36倍,NO<sub>2</sub>的最大超标倍数为1.1倍。

从当年的监测数据看,2015年SO<sub>2</sub>,NO<sub>2</sub>和PM<sub>10</sub>3种污染因子均存在不达标现象,不达标率分别为1.1%,8.9%和16.9%;2016年SO<sub>2</sub>全部达标,NO<sub>2</sub>和PM<sub>10</sub>的不达标率分别为3.3%和17.5%;2017年SO<sub>2</sub>全部达标,NO<sub>2</sub>和PM<sub>10</sub>不达标率分别为2.2%和20.8%;2018年仅有PM<sub>10</sub>存在超标现象,不达标率为13.9%。

这说明随着近年来环保治理强度的加大,主要超标污染因子从 NO<sub>2</sub> 和 PM<sub>10</sub> 逐渐转到 PM<sub>10</sub>.

### 2.2 不同年际间空气质量分析

表 1 为各污染因子质量浓度监测结果统计表,图 2—图 4 分别为不同年际间 SO<sub>2</sub>, NO<sub>2</sub> 和 PM<sub>10</sub> 的质量浓度变化比较图.由表 1 可知,近年来所监测的豫北地区农村环境空气中 SO<sub>2</sub>, NO<sub>2</sub>

的质量浓度较低,PM<sub>10</sub> 的质量浓度相对较高.从图 2—图 4 可以看出,SO<sub>2</sub> 和 NO<sub>2</sub> 的质量浓度呈明显下降趋势,PM<sub>10</sub> 的质量浓度在 2017 年中的最大值明显比其他年份高,但其中位值比临近年份低,说明此污染因子的质量浓度总体上也呈下降趋势.

图 5 为各污染因子不达标率年度变化情况图.由图 5 可以看出,近 4 年来仅有 2015 年中的 5 d 出现了 SO<sub>2</sub> 超标,其他年份均无此现象;NO<sub>2</sub> 从 2015 年 8.9% 的不达标率到 2018 年全部达标,不达标率明显逐年降低.这与我国近年

表 1 各污染因子质量浓度监测结果统计表

Table 1 Statistics table of the mass concentration monitoring results of various

pollution factors		μg/m <sup>3</sup>					
年份	污染因子	最小值	最大值	平均值	Q <sub>1</sub>	Q <sub>2</sub>	Q <sub>3</sub>
2015 年	SO <sub>2</sub>	4	274	55.1	36.0	51.0	68.0
	NO <sub>2</sub>	7	107	41.9	24.1	35.5	52.0
	PM <sub>10</sub>	14	299	119.6	86.0	105.0	141.0
2016 年	SO <sub>2</sub>	4	147	32.4	16.0	37.0	49.3
	NO <sub>2</sub>	6	94	36.6	20.9	36.5	52.0
	PM <sub>10</sub>	14	400	119.4	66.0	115.5	138.0
2017 年	SO <sub>2</sub>	5	97	27.9	15.0	28.0	41.0
	NO <sub>2</sub>	5	86	34.4	21.0	34.0	46.3
	PM <sub>10</sub>	16	504	121.3	74.0	105.0	137.3
2018 年	SO <sub>2</sub>	5	88	22.6	17.0	25.0	37.0
	NO <sub>2</sub>	5	80	33.0	24.0	30.0	43.0
	PM <sub>10</sub>	31	378	112.5	84.8	108.5	128.0

注:Q<sub>1</sub> 指第一四分位数,Q<sub>2</sub> 指第二四分位数,Q<sub>3</sub> 指第三四分位数

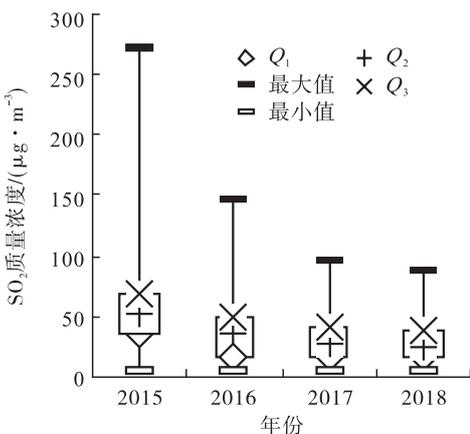


图 2 不同年际间 SO<sub>2</sub> 质量浓度变化比较图

Fig. 2 Comparison of SO<sub>2</sub> mass concentration between different years

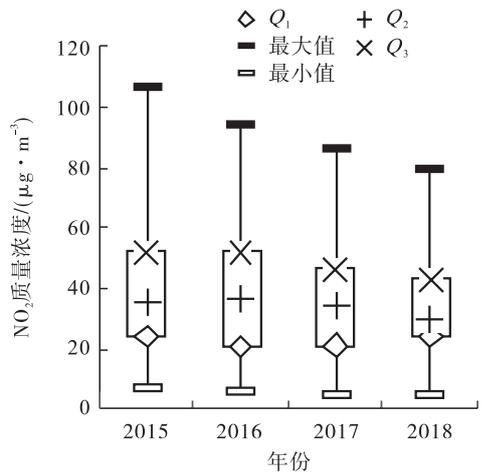


图 3 不同年际间 NO<sub>2</sub> 质量浓度变化比较图

Fig. 3 Comparison of NO<sub>2</sub> mass concentration between different years

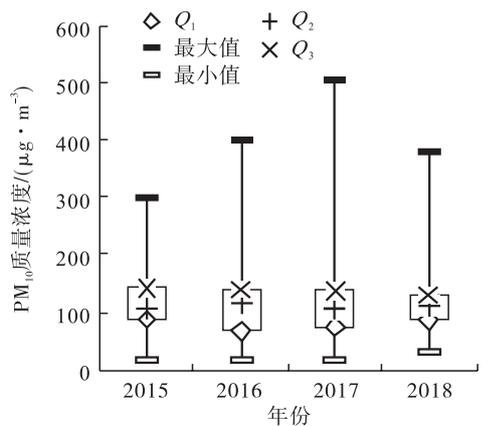


图 4 不同年际间 PM<sub>10</sub> 质量浓度变化比较图

Fig. 4 Comparison of PM<sub>10</sub> mass concentration between different years

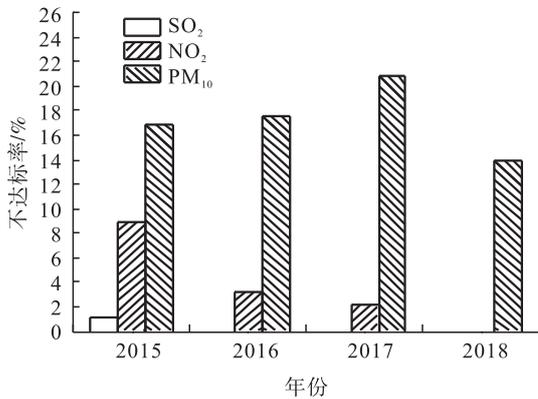


图5 各污染因子不达标率年度变化情况图

Fig. 5 The annual change of non-compliance rate of various pollution factors

来重视工业烟气脱硫脱硝治理有紧密关系,尤其是2015年省要求各县(市)完成集中供热供气覆盖区内2 t/h及以下燃煤锅炉清洁能源改造或拆除,2016年要求省辖市建成区全部完成10 t/h及以下燃煤锅炉清洁能源改造或拆除,对该地区空气中SO<sub>2</sub>,NO<sub>x</sub>质量浓度的降低有重要贡献。PM<sub>10</sub>的不达标率高,且波动性较大,虽然总体呈下降趋势,但治理效果仍不显著。这可能与该地区植被覆盖率低、雨量偏少、环境卫生条件差、地面扬尘严重等因素有关;另外,农村地区工业烟气除尘设备老旧,对TSP等颗粒物的去除率能够达标,但对于PM<sub>10</sub>等较细颗粒物的去除率不高,也会导致该地区空气中虽然SO<sub>2</sub>和NO<sub>x</sub>质量浓度下降,而PM<sub>10</sub>质量浓度却居高不下<sup>[16]</sup>。

### 2.3 不同类型村庄间空气质量分析

环境保护部(现生态环境部)于2014年发布《全国农村环境质量试点监测技术方案》,根据农村主要生产方式和主要污染来源,将村庄划分为生态型、种植型、养殖型、牧业型、工业型、旅游型和其他型。本研究监测了其中4种类型的村庄,分别为:生态型、种植型、养殖型、工业型和旅游型。表2为不同类型村庄污染的超标情况统计表。由表2可知,5种类型村庄环境空气监测结果不达标率由大到小依次为:工业

型>生态型>旅游型>种植型>养殖型。其中,工业型和种植型村庄环境空气的主要超标污染因子是PM<sub>10</sub>,其原因可能是由于工业企业烟气排放的可吸入颗粒物多和种植场地土壤扰动产生的扬尘量大;养殖型和旅游型村庄不达标率稍低,污染因子以PM<sub>10</sub>和NO<sub>2</sub>为主,养殖型超标村庄主要分布在焦作市修武县西板桥村、孟村,济源市新峡村和鹤壁市浚县前岗村,其中,新峡村周围虽然无大型企业,但距离二广高速仅百米左右,加之村民环保意识匮乏、养殖场内环保设施缺乏等,造成养殖场内产生的畜禽粪便经过微生物持续发酵后产生大量的氨氮、H<sub>2</sub>S等污染物;旅游型村庄由于流动人数大、交通负荷大和尾气排放的氮氧化物量较大,造成NO<sub>2</sub>超标;生态型村庄的不达标率较高,可能是由于豫北地区生态型村庄不多,另外焦作市修武县、济源市山区面积大,自然条件造成的环境空气容量小等因素使得村庄只要出现超标现象,不达标率就会相对较高。

### 2.4 不同季度间空气质量分析

图6为不同季度间污染天数对比图。由图6可以看出,4年内出现严重污染、重度污染、中度污染天气基本上都在第1季度,说明豫北地区农村环境空气在第1季度污染最重;从污染因子来看,第1季度超标的污染因子主要是PM<sub>10</sub>,这可能是冬季农村燃烧散煤取暖造成的,农村地区人口分散,多使用含灰分高的劣质煤,且无污染控制措施,煤的不完全燃烧排放大量的颗粒物易造成大气污染<sup>[17]</sup>,再加上该地区在第1季度寒冷少雨,大气稳定,污染物不易扩散,因而重污染天气通常出现在第1季度。第2季度大气污染程度次之,第3季度和第4季度污染程度最轻。总体来讲,这与我国北方地区的季节特点和生产生活活动规律有较大关系。

### 2.5 不同地市间空气质量分析

图7为不同地市间污染天数对比图。由图

7可以看出,豫北地区6市中仅有濮阳市的11个村庄环境空气质量全部达标,其他5市均出现超标现象,且超标天数差距较大,焦作市、济源市、安阳市出现超标天数较多,其次是鹤壁市和新乡市.这可能是因为焦作市、济源市、安阳市地区近几年产值的增长主要依靠化工、有色金属冶炼等重工企业,而这些高能耗产业的快速发展,增大了能源、资源的消耗量,且行业内大气污染物排放标准普遍较低,控制措施落后,造成大气污染较严重.

### 3 结论与建议

本文以SO<sub>2</sub>, NO<sub>2</sub>和PM<sub>10</sub>为监测对象,对2015—2018年豫北地区6个省辖市5种类型的54个村庄进行了为期1440d的环境空气质量监测,对监测数据进行了分析,得出如下结论:

豫北地区环境空气质量达标天数为1156d,达标率为80.3%,主要超标污染因子为PM<sub>10</sub>和NO<sub>2</sub>;随着环保治理强度的加大,环境空气质量呈现逐年变好的趋势,超标环境因子也逐渐从PM<sub>10</sub>和NO<sub>2</sub>转到PM<sub>10</sub>;不同类型村庄的环境空气质量不达标率由大到小依次为工业型>生态型>旅游型>种植型>养殖型;农村空气质量污染最严重的是第1季度,超标污染因子为PM<sub>10</sub>;农村环境空气质量较好的城市是濮阳市,监测期未出现超标现象,焦作市、济源市、安阳市环境空气污染较严重.

基于上述研究结果,笔者提出了如下建议.

1)根据各地区农村工业生产、生活变化情况,合理优化监测点位布局,适当增加地区监测点位,从而使监测结果对该地区的环境空气质量能有更精确的评价.

表2 不同类型村庄污染物超标情况统计表

Table 2 The statistical table of exceeding standards in different types of villages

村庄类型	监测天数/d	各污染物超标天数/d			总超标天数/d				不达标率/%
		SO <sub>2</sub>	NO <sub>2</sub>	PM <sub>10</sub>	轻度污染	中度污染	重度污染	严重污染	
工业型	140	2	2	38	27	11	4	2	30.0
种植型	740	2	14	138	103	32	9	0	19.5
养殖型	300	0	20	29	33	8	0	0	13.7
旅游型	200	0	12	32	33	8	0	0	20.5
生态型	60	0	4	12	16	0	0	0	26.7

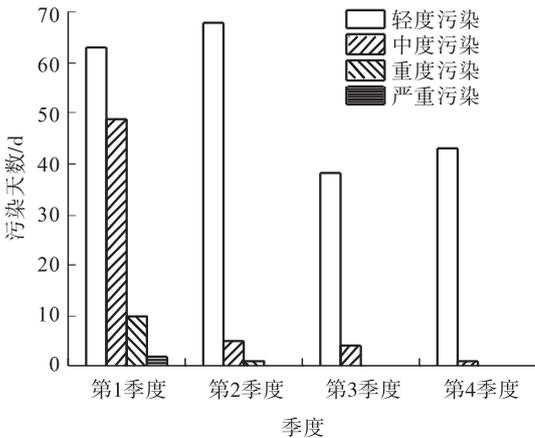


图6 不同季度间污染天数对比图

Fig. 6 Comparison of pollution days between different seasons

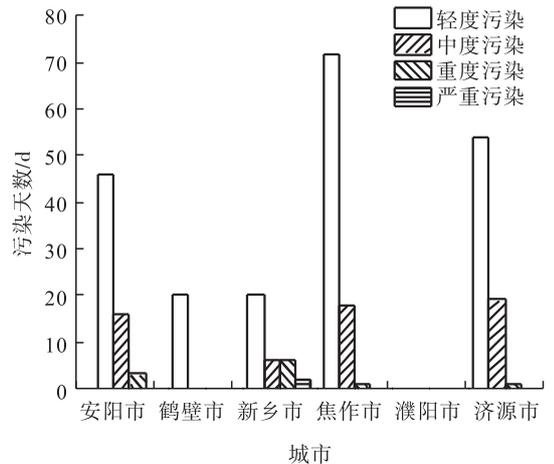


图7 不同地市间污染天数对比图

Fig. 7 Comparison of pollution days between different cities

2) 根据监测结果,针对主要污染因子 $PM_{10}$ ,组织科研团队对各地区的 $PM_{10}$ 来源进行调查、解析,在有条件的地区进一步将细颗粒物 $PM_{2.5}$ 纳入监测体系,出台地方性法规,对企业大气污染治理技术和设备进行升级改造,实现对细颗粒物的精准防治,改善区域环境空气质量。

3) 建立农村地区环境空气质量预报系统,积极发展在线监测,启动重污染天气应急响应,对重点行业实行差异化错峰生产、限产、停产等措施,媒体应像播报天气预报一样适时向公众发布空气质量情况,及时发布预警,倡导公众绿色出行和绿色生活,多方面减轻环境空气污染防治压力。

#### 参考文献:

- [1] 刘方,王瑞斌,李钢. 中国环境空气质量监测现状与发展[J]. 中国环境监测,2004,20(6):9.
- [2] 朱志胜,刘丽,王晓斐. 我国农村环境质量不容乐观[J]. 世界环境,2013(5):54.
- [3] 黎宁,蒋越华,秦旭芝,等. 广西农村环境空气质量状况分析[J]. 农业研究与应用,2015,159(4):57.
- [4] 李永亮,李健. 农村环境监测存在的问题及建议——以敖其村为例[J]. 中国环境管理干部学院学报,2014,24(5):51.
- [5] 谢志祥,秦耀辰,郑智成,等. 京津冀大气污染传输通道城市 $PM_{2.5}$ 污染的死亡效应评估[J]. 环境科学学报,2019,39(3):843.
- [6] 肖辰畅,吴文晖,邓荣,等. 农村环境空气质量监测与综合评价方法研究[J]. 农业环境与发展,2012,29(6):72.
- [7] 王海鹏,周旌,耿慧. 农村环境空气质量监测的质量保证与质量控制探讨[J]. 绿色科技,2016,12(6):174.
- [8] 环境保护部. 环境空气质量标准:GB/T 3095—2012[S]. 北京:中国环境科学出版社,2012.
- [9] 国家环境保护总局. 环境空气质量手工监测技术规范:HJ/T 194—2005[S]. 北京:中国环境科学出版社,2005.
- [10] 国家环境保护总局. 环境空气质量监测规范(试行)[S]. 北京:中国环境科学出版社,2007.
- [11] 国家环境保护总局. 环境空气和废气监测分析方法[M]. 4版. 北京:中国环境科学出版社,2003.
- [12] 环境保护部. 环境空气二氧化硫的测定甲醛吸收-副玫瑰苯胺分光光度法:HJ 482—2009[S]. 北京:中国环境科学出版社,2009.
- [13] 环境保护部. 环境空气氮氧化物的测定盐酸萘乙二胺分光光度法:HJ 479—2009[S]. 北京:中国环境科学出版社,2009.
- [14] 环境保护部. 环境空气 $PM_{10}$ 和 $PM_{2.5}$ 的测定重量法:HJ 618—2011[S]. 北京:中国环境科学出版社,2011.
- [15] 环境保护部. 环境空气质量指数(AQI)技术规定(试行):HJ 633—2012[S]. 北京:中国环境科学出版社,2012.
- [16] 陈冬林,吴康,曾稀. 燃煤锅炉烟气除尘技术的现状及进展[J]. 环境工程,2014,9:70.
- [17] 王玮. 北方农村地区大气环境治理存在的问题及对策[J]. 现代农业科技,2017,13:191.