



胡恒星, 陈祎斌, 吴晓红, 等. 鄂州市大气环境质量分析及污染防治对策探讨[J]. 环境科学与技术, 2016, 39(S1): 220-225. Hu Hengxing, Chen Yibin, Wu Xiaohong, et al. The analysis of air environmental quality and discussion on countermeasure of pollution prevention in Ezhou City[J]. Environmental Science & Technology, 2016, 39(S1): 220-225.

鄂州市大气环境质量分析及污染防治对策探讨

胡恒星¹, 陈祎斌², 吴晓红², 潘国胜¹, 岳铁荣¹

(1. 鄂州市环境保护监测站; 2. 鄂州市环境保护局, 湖北 鄂州 436099)

摘 要: 该文以湖北省鄂州市市区大气环境监测数据为依据, 对“十二五”期间市区的大气环境质量状况及变化趋势进行了分析。结果表明, 在“十二五”期间, NO_2 总体呈现先增后降的趋势, SO_2 及 PM_{10} 为先降后增再缓慢下降的趋势。至“十二五”末期, 环境空气恶化的趋势得到了缓解。该文还通过分析“十二五”期间环境空气质量影响因素, 从总量减排、区域大气污染联防联控、大气污染综合整治、环境监管、市场机制作用等方面提出符合鄂州实际的“十三五”大气环境保护对策, 以期环境空气质量得到有效改善。

关键词: 大气环境监测数据; 大气环境保护; 治理措施

中图分类号: X823 文献标志码: A doi: 10.3969/j.issn.1003-6504.2016.S1.043 文章编号: 1003-6504(2016)S1-0220-06

The Analysis of Air Environmental Quality and Discussion on Countermeasure of Pollution Prevention in Ezhou City

HU Hengxing¹, CHEN Yibin², WU Xiaohong², PAN Guosheng¹, YUE Tierong¹

(1. Ezhou Environmental Protection Monitoring Station; 2. Ezhou Municipal Environmental Protection Bureau, Ezhou 436099, China)

Abstract: The article indicates that according to the air environmental monitoring data of Ezhou city during the 12 th Five-Year, the air environment quality and variation trend are analyzed. The results showed that during the 12 th Five-Year, the concentration of NO_2 firstly increase and then decrease, the concentration variation tendency of SO_2 and PM_{10} drop firstly and then increase, gradually decrease in final. At the end of the 12 th Five-Year, the air pollution has been alleviated. In addition, according to analysis of the factors influenced on atmospheric environment, the countermeasures for the air environmental protection in Ezhou city during the 13 th Five-Year are suggested from reducing discharge quantity of major air pollutants, joint prevention and control of regional air pollution, countermeasures of synthetic treatment program on air pollution, environment supervising and the market mechanism, in order to improve the air environment quality effectively.

Key words: the air environmental monitoring data; the air environment protection; control measures

鄂州市是湖北省下辖的地级市, 位于湖北省东部, 长江中游南岸, 是武汉城市圈成员城市之一, 鄂东重要水陆交通枢纽。鄂州市产业结构偏重, 以煤炭为主的能源消费结构带来的烟尘、 SO_2 引起的污染较为严重, 另外由于外源的影响以及机动车增多等诸多因素造成的大气污染也不容忽视。

1 鄂州市“十二五”期间大气环境质量监测情况分析

1.1 数据来源及评价标准

鄂州市城区目前有 3 个环境空气自动监测站点, 分别位于市政府、赵家坝和鄂州经济开发区。市政府监测点 (1#) 原设在鄂州市商检局大楼楼顶, 于 2002

年 9 月建成, 2012 年 8 月该点因商检局拆迁调整至邻近的鄂州市职业技术学校, 该站点代表老城区环境空气质量。赵家坝监测点 (2#) 于 2007 年 6 月建成, 位于新环境监测大楼楼顶, 该站点代表新城区环境空气质量。凡口开发区监测点 (3#) 位于鄂州经济开发区管委会大楼楼顶, 该站点于 2010 年 7 月建成, 代表鄂钢及鄂州经济开发区工业园所在区域环境空气质量。各点具体位置见图 1。空气自动监测点监测项目为二氧化硫 (SO_2)、二氧化氮 (NO_2)、可吸入颗粒物 (PM_{10})。

“十二五”期间, 鄂州市城区环境空气质量均采用《环境空气质量标准》(GB 3095-1996)^[1] 中的二级标准进行评价, 评价因子为 SO_2 、 NO_2 、 PM_{10} 等 3 项。

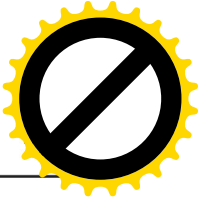


图1 鄂州市环境空气质量监测点位图

1.2 质量状况分析

1.2.1 “十二五”环境空气质量年度变化趋势分析

SO₂ 年度质量状况及趋势分析:近 5 a 全市 SO₂ 年均值存在一定波动,总体维持在 0.021~0.039 mg/m³,未出现超标现象。相比 2011 年,2012 年其年均值有所

下降,2013 年其年均浓度出现增长,2014–2015 年逐年下降,其中 2015 年下降幅度较大,与 2011 年比,下降幅度达到 46%。

NO₂ 年度质量状况及趋势分析:近 5 a 的年均浓度范围为 0.031~0.048 mg/m³,达到 GB 3095–1996 二级标准,总体呈现先增后降的趋势。2011–2013 年,其年均浓度逐年增高,2014 年开始下降,至 2015 年年均浓度下降到 0.031 mg/m³,与 2011 年年均浓度持平。

PM₁₀ 年度质量状况及趋势:近 5 年的年均浓度范围为 0.076~0.109 mg/m³,2011–2012 年其年均浓度达标,2013–2015 年均浓度均超标,总体呈现先减后增再缓慢下降的趋势。2012 年年均浓度相较 2011 年有所下降,2013 年的年均浓度出现较快增长,到 2014 年其年均浓度达到近 5 年的最高值后,在 2015 年开始缓慢下降,2015 年年均浓度相对 2014 年下降 4.6%。

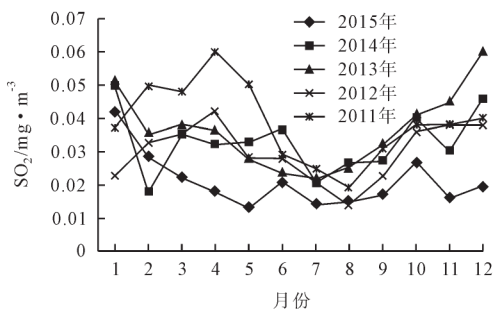
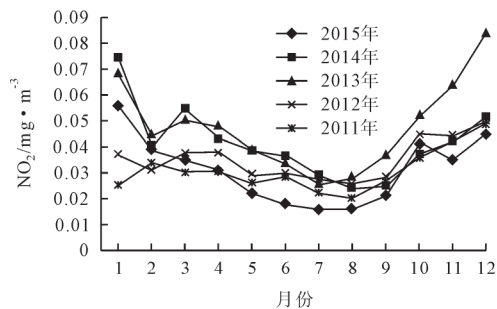
表 1 鄂州市 2011–2015 年大气环境质量监测结果

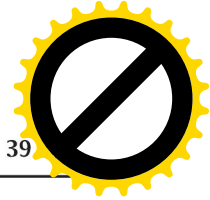
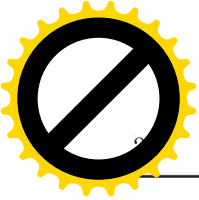
							(mg/m ³)
评价项目	站点	2011	2012	2013	2014	2015	GB 3095–1996 二级标准
SO ₂ 年均浓度	1	0.028	0.024	0.038	0.033	0.021	0.06 (年均值)
	2	0.034	0.025	0.032	0.026	0.016	
	3	0.040	0.042	0.040	0.041	0.027	
	全市	0.039	0.030	0.037	0.033	0.021	
NO ₂ 年均浓度	1	0.030	0.031	0.046	0.042	0.037	0.08 (年均值)
	2	0.028	0.031	0.047	0.041	0.025	
	3	0.034	0.042	0.050	0.041	0.031	
	全市	0.031	0.035	0.048	0.041	0.031	
PM ₁₀ 年均浓度	1	0.073	0.081	0.125	0.104	0.087	0.10 (年均值)
	2	0.074	0.071	0.103	0.111	0.106	
	3	0.112	0.077	0.092	0.116	0.121	
	全市	0.086	0.076	0.107	0.109	0.104	

1.2.2 “十二五”环境空气质量月度变化趋势分析

SO₂: 由图 2 可知,SO₂ 高浓度值频次主要分布在 1–6 月份和 10–12 月份,低浓度值频次主要集中在 7–9 月份之间。“十二五”期间的峰值出现在 2011 年 6 月及 2013 年 12 月,其浓度均为 0.060 mg/m³。2015 年的 SO₂ 月均浓度降幅较大,“十二五”期间月均最低值出现在当年 5 月,浓度值为 0.013 mg/m³。

NO₂: 高浓度值频次主要分布在每年 1 月、3 月、11–12 月,低浓度值频次主要集中在 7–9 月份之间,见图 3。2013 年其月均浓度总体偏高,“十二五”期间峰值出现在当年 12 月,浓度达到 0.085 mg/m³。2015 年其月均浓度总体降幅较大,“十二五”期间最低浓度出现在当年 7–8 月,浓度值为 0.016 mg/m³。

图2 鄂州市2011–2015年SO₂月均浓度分布图3 鄂州市2011–2015年NO₂月均浓度变化



PM₁₀: 由图 4 可知,PM₁₀ 高浓度值频次主要分布在全年 1–5 月份和 11–12 月份,低浓度值频次主要集中在 8–10 月份之间。“十二五”期间,月均峰值出现在 2013 年 12 月,浓度达到 0.198 mg/m³,最低值出现在 2013 年 7 月,浓度为 0.047 mg/m³。

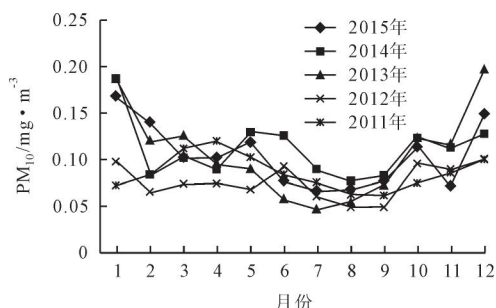


图4 鄂州市2011–2015年PM₁₀月均浓度变化

1.2.3 “十二五”环境空气优良天数分析

由表 2 可见,2011 年鄂州市环境空气质量优良天数为 344 d,优良天数达标率为 94.2%。2012 年空气质量优良天数相较 2011 年有所增加,达到了 354 d,优良天数达标率为 96.7%。2013 年优良天数降幅较大,全年仅为 293 d,优良天数达标率降到 80.3%。2014–2015 年相对 2013 年优良天数连续 2 年缓慢攀升,分别达到了 301 和 302 d。

1.2.4 环境空气首要污染物分析

根据“十二五”期间的统计结果,鄂州城区空气中首要污染物为可吸入颗粒物,年均比例占到了 83.54%,各年度首要污染物天数分析如表 3。

1.2.5 环境空气监测点位对比分析

由表 1 可知,“十二五”期间,凡口开发区站点各监测项目年均浓度普遍偏高,该站点 SO₂ 历年年均浓

表 2 鄂州市 2011–2015 年空气质量达标情况

年份	有效天数/d	优		良		轻度污染		≥轻度污染		优良达标率/%
		天数/d	占比/%	天数/d	占比/%	天数/d	占比/%	天数/d	占比/%	
2011	365	66	18.1	278	76.1	21	5.8	0	0	94.2
2012	366	79	21.6	275	75.1	11	3	1	0.3	96.7
2013	365	64	17.5	229	62.8	60	16.4	12	3.3	80.3
2014	365	33	9	268	73.5	57	15.6	7	1.9	82.5
2015	365	46	12.6	256	70.1	56	15.4	7	1.9	82.7

表 3 鄂州市 2011–2015 年环境空气首要污染物分析表

年份	有效天数/d	PM ₁₀		SO ₂		NO ₂	
		天数/d	所占比例/%	天数/d	所占比例/%	天数/d	所占比例/%
2011	365	296	81.1	3	0.8	0	0
2012	366	277	75.7	10	2.7	0	0
2013	365	301	82.5	0	0	0	0
2014	365	332	91	0	0	0	0
2015	365	319	87.4	0	0	0	0

度均高于其它站点,2011–2013 年,其 NO₂ 年均浓度亦高于其它站点。2014–2015 年凡口开发区站点 NO₂ 年均浓度出现一定幅度的下降,市政府站点成为 NO₂ 年均浓度最高站点。2011 年、2014 年、2015 年 PM₁₀ 年均浓度最高站点为凡口开发区,2012 及 2013 年年均浓度最高站点为市政府。

2 “十三五”基准年大气环境质量分析

“十三五”期间,鄂州市环境空气质量须执行新的《环境空气质量标准》(GB 3095–2012)^[2]。2014 年鄂州市已按照 GB 3095–2012 完成 3 个站点改造,在原有监测项目 SO₂、NO₂ 及 PM₁₀ 等 3 项的基础上增加了 PM_{2.5}、CO 以及 O₃。2015 年作为“十三五”基准年,通过收集其全年 6 项监测数据,并按照新标准进行环境质量分析,可为“十三五”大气环境质量保护工作提供有利的基础信息。具体分析结果如表 4。

表 4 鄂州市 2015 年大气环境质量监测结果

评价项目	市政府	赵家坝	凡口	全市	(mg/m ³) GB 3095–2012 二级标准
SO ₂ (年均浓度)	0.021	0.016	0.027	0.021	0.06(年均值)
NO ₂ (年均浓度)	0.037	0.025	0.031	0.031	0.04(年均值)
PM ₁₀ (年均浓度)	0.087	0.106	0.121	0.104	0.07(年均值)
PM _{2.5} (年均浓度)	0.064	0.064	0.078	0.068	0.035(年均值)
CO(24 h 平均第 95 百分位数)	2.5	2.7	2.2	2.2	4.0(日均值)
O ₃ (日最大 8 h 滑动平均值的第 90 百分位)	0.219	0.167	0.165	0.171	0.16(8 h 均值)

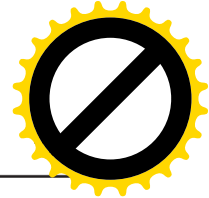


表 5 鄂州市 2015 年空气质量达标情况

有效 天数 /d	优 天数 /d	占比 /%	良 天数 /d	占比 /%	轻度污染 天数 /d	占比 /%	中度污染 天数 /d	占比 /%	重度污染 天数 /d	占比 /%
365	33	9	176	48.3	115	31.5	27	7.4	14	3.8

表 6 鄂州市 2015 年环境空气首要污染物

类别	可吸入颗粒物 (PM ₁₀)	细颗粒物 (PM _{2.5})	臭氧日最大 8 h 滑 动平均值 (O _{3-8h})
天数/d	38	208	92
占比/%	11.8	62.7	28.3
备注	有几天一天出现多种污染物		

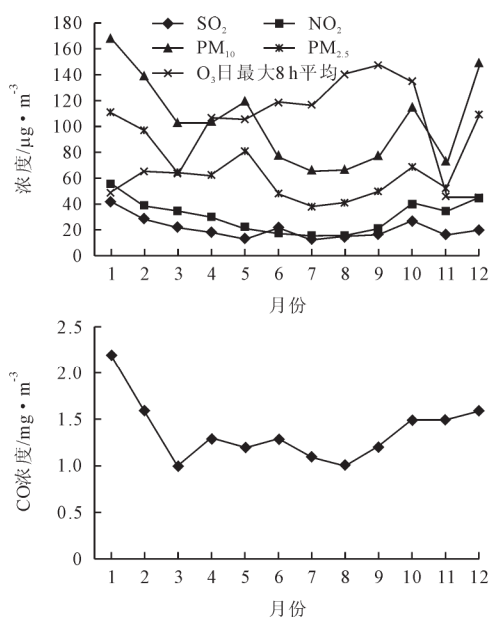


图5 鄂州市2015年各污染物月均浓度变化

由表 4~6 以及图 5 可知,2015 年 PM₁₀、PM_{2.5} 年均浓度以及 O₃ 日最大 8 h 滑动平均值的第 90 百分位值均未能实现达标,超标倍数分别为 0.49 倍、0.94 倍及 0.07 倍。

城区空气 SO₂ 月均值浓度峰值出现在 1 月,谷值在 7 月;NO₂ 月均值浓度峰值出现在 1 月,谷值在 8 月;PM₁₀ 月均值浓度峰值出现在 1 月,谷值在 7 月;PM_{2.5} 月均值浓度峰值出现在 1 月,谷值在 7 月;CO 月均值浓度峰值出现在 1 月,谷值在 8 月;臭氧日最大 8 h 滑动平均值高值频次主要分布在 5~10 月份,低值频次主要集中在 1~4 月和 11、12 月份之间。

如参照《环境空气质量标准》(GB 3095-2012),2015 年鄂州市城区优良天数则为 209 d。城区中度污染和重度污染频率较多的月份是 1 月、2 月和 12 月;污染频率最低的月份是 11 月。

城区首要污染物出现频率由高到低分别 PM_{2.5}、O₃ 以及 PM₁₀,占比分别为 62.7%、28.3%和 11.8%。

3 个监测站点相较,凡口开发区监测站点的 SO₂、PM₁₀、PM_{2.5} 的年均浓度均高于其它站点;市政府站点

NO₂、O₃ 年均浓度高于其它站点;赵家坝站点 CO 年均浓度最高。

3 监测分析结果及原因探讨

3.1 总体趋势及原因分析

鄂州市“十二五”期间,大气环境质量无论从污染因子年均浓度值比较,还是从空气优良天数上看,均呈现改善到恶化再改善的过程,主要与污染物总量减排工作进程密切相关。由表 7 可见,2012 年相对 2011 年,NO_x 排放总量基本持平,SO₂ 排放总量下降 13%,环境空气质量总体有所改善。至 2013 年,NO_x 排放总量有所下降,但 SO₂ 相对 2012 年增加了 14%,同时由于其它污染因子以及气象条件的共同影响,当年环境空气质量急剧恶化。通过工业脱硫、脱销工程的实施,至“十二五”末期,鄂州市工业大气减排成果逐步显现成效,预计 2015 年 SO₂ 以及 NO_x 排放总量分别降到 3.40 万 t 以及 2.69 万 t,环境空气质量相对 2014 年亦有所改善。

表 7 鄂州市 2011-2015 年主要大气污染物排放总量 (万 t)

指标 名称	2011 年	2012 年	2013 年	2014 年	2015 年 (预计)	“十二 五”目标
SO ₂	3.74	3.25	3.72	3.40	3.40	4.01
NO _x	4.55	4.55	3.91	3.12	2.69	4.13

3.2 污染时段分布及原因分析

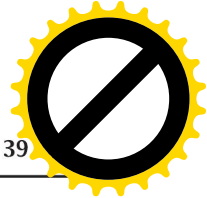
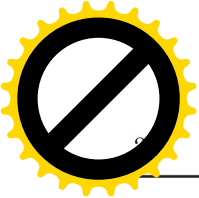
“十二五”期间,鄂州市污染天气明显地分布在年初和岁末,主要集中在 1 月、2 月及 12 月,年中空气质量相对较好,这主要与鄂州市气象条件以及自身地理位置相关。我市年初和岁末静风天气比较频繁,容易出现逆温现象,不利于污染物的扩散,另外,由于地理位置以及冬春大气环流影响,在这两个时段我市容易受到北边京津冀及周边区域雾霾外源输入和北方沙尘暴天气的影响,环境空气质量较差。同时,通过 2015 年环境空气质量分析可知,8~10 月份,臭氧浓度出现较高水平,主要是由于日照充足,在高温紫外光照射下,挥发性有机物通过一系列反应,引起地表臭氧浓度的增加。

3.3 污染空间分布及原因分析

鄂州市大气污染比较严重的区域主要集中在鄂州经济开发区至鄂钢片区,特别是 SO₂ 以及 PM_{2.5},历年的年均浓度均高于其它站点,这主要是受该片区重工业污染的影响。主要受机动车尾气以及干洗、汽车维修服务等行业废气的影响,主城区 O₃ 污染最为严重。

3.4 主要污染物及来源分析

由“十二五”环境空气质量分析结果可知,我市大气主要污染物为 PM_{2.5}、PM₁₀ 以及 O₃。这主要是受到工



业污染、秸秆焚烧污染、机动车尾气污染、挥发性有机物污染以及基础设施建设的影响。

(1) 工业污染影响。因为历史原因,鄂州市产业结构偏重,高污染、高耗能行业所占比重较大,煤炭消耗占总能源消费量比例大,以煤炭为主的能源消费结构在短期内难以发生根本性的转变,产业结构造成的结构性污染在短期内难以从根本上解决,工业污染成为大气环境中 SO_2 、 NO_x 以及烟尘的主要来源^[3]。

(2) 秸秆焚烧污染。虽然鄂州市自 2013 年以来大力开展秸秆禁烧工作,并取得了一定的成效,但季节性原因造成的秸秆焚烧污染问题依然存在。秸秆焚烧后,会散发大量的有害物质,污染物主要是可吸入颗粒物^[4],使得空气质量明显下降。据统计,2015 年,鄂州市共产生秸秆 59.4 万 t,其中 85.4%作为燃料、基料、肥料以及饲料等进行了综合利用,另有近 9 万 t 由于无法综合利用,主要是由于夏初油菜秸秆产生量较大,无法及时利用造成的,因此,秸秆焚烧造成的污染不容忽视。

(3) 机动车尾气污染。机动车直接排放的颗粒物、 NO_x 、 CO 、 VOCs 和二次转化形成的 O_3 和细颗粒物等^[5-6]对环境极易造成不利影响。虽然鄂州市超额完成了“十二五”规划的淘汰 33 233 辆老旧机动车目标,但由于社会经济发展迅猛,机动车新增量较大,到 2015 年上半年,全市累计新增机动车 47 644 辆,到 2015 年底全市机动车总量达到了 130 170 台,同时,由于淘汰的机动车以普通摩托车为主,新增机动车以小型客车和货车为主,导致机动车尾气污染日趋严重。

(4) 挥发性有机物污染。除机动车产生的挥发性有机物污染外,由于鄂州市近年来汽车喷涂、包装印刷、加油站、干洗等行业增幅较快,这些行业使用的油漆、涂料和溶剂等产生的挥发性有机物造成的污染亦日趋凸显。挥发性有机物多为有毒有害物质,也是形成气溶胶和 O_3 的前体污染物^[7]。

(5) 基础设施建设的影响。“十二五”期间,随着城乡一体化以及新型城镇化深入推进,鄂州市基础设施建设量巨大,仅 2014 年一年“八大新区”实际开发面积突破 100 km^2 。施工现场扬起大量灰尘,形成“点污染”和“线污染”;车辆运输建筑材料,建筑残渣等建筑垃圾时沿途洒落及车轮粘带,形成“面污染”^[8],大量地增加大气中颗粒物负荷量。

4 “十三五”期间大气污染防治对策建议

通过鄂州市环境空气质量现状分析,结合鄂州市大气污染特点可知,鄂州市大气污染属复合型污染,主要大气污染物为 $\text{PM}_{2.5}$ 、 PM_{10} 以及 O_3 ,污染重点时段

分别春冬季和夏季。“十三五”期间,以控制 $\text{PM}_{2.5}$ 、 PM_{10} 以及 O_3 污染为重点,切实改善大气环境质量,建议采取以下措施:

(1) 继续加大总量减排力度,推进重点工业企业的污染治理,推动鄂钢、鄂州球团厂、吴城钢铁厂、全兴化工、世纪新峰等工业企业烟粉尘、烟气综合整治提标工程,实施鄂州电厂超低排放和节能改造工作。

(2) 针对大气污染区域性、复合型、复杂性特点和控制与治理任务的严峻形势^[9],积极推进建立武汉、鄂州、黄石等城市大气污染联防联控协同机制,统筹区域环境治理,形成区域治污合力,从总体上防治城市空气污染。

(3) 在主城区调整不合理的工业布局^[10],科学制定城市主城区重污染企业搬迁方案,有序推进重污染企业梯度转移和退城进园。

(4) 推进燃煤锅炉节能改造项目。对 20 蒸吨以下的燃煤锅炉实施改造,到 2017 年淘汰所有 4 t/h 以下(含 4 t/h) 和使用 8 a 以上的 10 t/h 以下的燃煤锅炉;加快推进“煤改气”、“煤改电”或改为其它生物质原料实施力度;以葛店科技新城集中供热工程建设为首,积极推进热电联产。

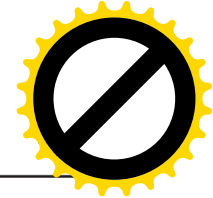
(5) 大力推进秸秆露天禁烧工作。以综合利用为核心,积极扶持秸秆加工开发项目,通过新建秸秆气化工程、小型沼气工程等加快秸秆资源化和能源化利用,提升农作物秸秆综合利用率。另外,通过健全秸秆禁烧组织管理体系,加大秸秆禁烧工作力度。

(6) 在继续加大老旧机动车淘汰力度的同时,开展机动车环保定期检验工作,推进主城区“黄标车”限行及黄标车淘汰工作。加快推进符合国五标准的汽(柴)油的供应和使用,逐步推进加油站、储油库和油罐车油气回收治理工作。

(7) 积极开展挥发性有机物污染防治。重点控制机动车、电厂、化工和溶剂涂料使用行业的排放^[11],建立挥发性有机物监控平台及应急体系,解决臭氧污染问题。

(8) 结合《鄂州市扬尘污染防治管理办法》,加强施工扬尘监管,积极推进绿色施工,对建筑工地和道路施工全面落实“围挡、绿化、遮盖、洒水、硬化、冲洗、覆盖”等 7 个 100%的要求,不断提高城区道路机扫率,严厉查处渣土车违规运输,沿途抛洒等违章违规行为。对煤堆、料堆要进行围挡、遮盖,扩大城市建成区绿地。

(9) 加大科学管理力度。按照主体功能区规划要求,结合《湖北省生态保护红线规划》、鄂州市“多规合一”工作,科学划定环境功能区划,扩大高污染燃料禁



燃区和控制区范围,逐步由城市建成区扩展到近郊。加大环评审批力度,严守环保准入门槛,严禁建设产能严重过剩行业新增产能项目。建立监测预警应急体系,完善重污染天气应急预案,加大重污染天气预报预警和应对工作力度。加强污染源自动监控系统建设、运行和管理,确保监控系统发挥作用。

(10) 全面深化改革,发挥市场机制作用。全面推行排污权有偿使用制度,形成较为系统完备、科学规范、运行有效的排污权交易制度体系。深入推进碳排放权交易,建立完善主要排放行业重点企业(事)业单位碳排放数据报告制度。加快推进环境污染第三方治理的工作,以油气污染治理为契机,重点推进挥发性有机气体治理第三方服务。

[参考文献]

- [1] GB 3095-1996,环境空气质量标准[S].
GB 3095-1996, Ambient Air Quality Standards [S]. (in Chinese)
- [2] GB 3095-2012,环境空气质量标准[S].
GB 3095-2012, Ambient Air Quality Standards [S]. (in Chinese)
- [3] 陈亮.借鉴国际经验探析我国雾霾治理新路径[J].环境保护, 2015, 43(5): 66-69.
Chen Liang. Reference International experiences and analyse the challenges and suggestions of haze govenance in China[J]. Environmental Protection, 2015, 43(5): 66-69. (in Chinese)
- [4] 吴建兰,王悦,姚颖,等.秸秆焚烧对南通市环境空气的影响分析[J].环境监测管理与技术, 2011, 23(2): 61-63.
Wu Jianlan, Wang Yue, Yao Ying, et al. Analysis for straw burning on air quality in Nantong urban area [J]. The Administration and Technique of Environmental Monitoring, 2011, 23(2): 61-63. (in Chinese)
- [5] 鲍晓峰.强化机动车污染防治促进大气灰霾治理 [J]. 环境保护, 2014, 42(24): 20-22.
Bao Xiaofeng. Enhancing vehicle emission control and promoting haze pollution mitigation[J]. Environmental Protection, 2014, 42(24): 20-22. (in Chinese)
- [6] 陆思华,白郁华,张广山,等.大气中挥发性有机化合物(VOCs)的人为来源研究[J].环境科学学报, 2006, 26(5): 757-763.
Lu Sihua, Bai Yuhua, Zhang Guangshan, et al. Source apportionment of anthropogenic emissions of volatile organic compounds[J]. Acta Scientiae Circumstantiae, 2006, 26(5): 757-763. (in Chinese)
- [7] 尚筱洁.大气中挥发性有机化合物与氮氧化物的反应研究[D].兰州:兰州大学, 2013.
Shang Xiaojie. Studies on Reactions of Nitric Oxides With Volatile Organic Compounds in Atmosphere [D]. Lanzhou: Lanzhou University, 2013. (in Chinese)
- [8] 温玲丽.城市建筑施工扬尘空间运移模式的数值模拟[D].兰州:兰州大学, 2006.
Wen LingLi. Numerical Simulation of the Spatial Migration Rule of Fugitive Dusts at Urban Building Construction sites [D]. Lanzhou: Lanzhou University, 2006. (in Chinese)
- [9] 李培,王新,柴发合,等.我国城市大气污染控制综合管理对策[J].环境与可持续发展, 2011(5): 8-14.
Li Pei, Wang Xin, Chai Fahe, et al. Recommendation and suggestion on policy and measures for air pollution control integrated management in China[J]. Environment and Sustainable Development, 2011(5): 8-14. (in Chinese)
- [10] 邓小红,宋仲容,李晓.重庆市主城区大气环境质量变化分析及对策研究[J].中国环境监测, 2007, 23(3): 85-88.
Deng Xiaohong, Song Zhongrong, Li Xiao. Analysis of atmospheric environmental quality variation and countermeasure research in urban area of Chongqing City [J]. Environmental Monitoring in China, 2007, 23(3): 85-88. (in Chinese)
- [11] 王金南,宁淼,孙亚梅.区域大气污染联防联控的理论与方法分析[J].环境与可持续发展, 2012(5): 5-10.
Wang Jinnan, Ning miao, Sun Yamei. Study on theory and methodology about joint prevention and control of regional air pollution[J]. Environment and Sustainable Development, 2012(5): 5-10. (in Chinese)