

大气环境质量指标可达性分析

——以郑州市为例

张 宽, 梁亦欣, 张 慧

(郑州大学环境技术咨询工程有限公司, 河南 郑州 450000)

摘 要: 基于总量减排和颗粒物源解析成果, 提出一种大气环境质量指标可达性分析方法。以郑州市“十三五”生态环境保护规划中确定的大气环境质量指标为例, 采用郑州市已有的大气源解析数据, 结合污染物削减量的测算数据, 分析郑州市可吸入颗粒物和细颗粒物两项指标的削减比例。结果表明, 郑州市大气环境质量指标是可达的。

关键词: 大气; 指标; 可达性; 环境质量

中图分类号: X51

文献标志码: A

DOI: 10.16803/j.cnki.issn.1004-6216.2020.02.004

Accessibility Analysis of Atmospheric Environmental Quality Index ——A Case Study of Zhengzhou City

ZHANG Kuan, LIANG Yixin, ZHANG Hui

(Environmental Technology and Consulting Limited Company, Zhengzhou University, Zhengzhou 450000, China)

Abstract: Based on the results of total emission reduction and particle source analysis, this paper presented a method to analyze the accessibility of the atmospheric environmental quality index. Taking the atmospheric environmental quality index from the "13th Five-Year Plan" for eco-environmental protection plan of Zhengzhou City as an example, the reduction ratio of PM_{10} and $PM_{2.5}$ in Zhengzhou was analyzed by adopting the data of particle source analysis and the pollutant reduction. The results showed that the atmospheric environmental quality index of Zhengzhou was accessible.

Keywords: Atmosphere; Index; Accessibility; Environmental Quality

CLC number: X51

1988年, 国家环境保护主管部门提出了同时实行浓度控制和总量控制的污染控制对策, 明确了由浓度控制向总量控制转变的发展方向^[1-2]。在1996年全国人大一致通过的《国民经济和社会发展“九五”计划和2010年远景目标纲要》中, 污染物排放总量控制成为正式纳入中国环境保护的重大举措, 确定对12种污染物实行全国总量控制分别为: COD、石油类、氰化物、砷、汞、铅、镉、六价铬、二氧化硫、烟尘、工业粉尘和工业固体废物。自此, 总量指标和环境质量指标成为我国环境保护相关规划指标的构成部分。目前, 相关规划中对水环境质量指标的可达性分析已较为成熟, 对大气环境质量指标的可达性分析则没有较为实用的方法, 研究一种普遍适用的大气环境质量指标可达性分

析方法对于相关规划的编制具有重要的支撑作用。

1 大气环境质量指标可达性相关研究

目前, 对大气污染物总量控制指标可达性的研究较多, 黄报远等^[3]、程炜等^[4]、奚姗姗^[5]、杨峰^[6]和曾剑等^[7]相关学者相继对广东省、江苏省、安徽省、包头市和山西省环境保护规划中大气污染物总量控制指标可达性进行了分析。但受制于大气污染物的空间传输作用和污染物相互转化机理的复杂性, 近年来对诸如可吸入颗粒物和细颗粒物年均浓度之类的大气环境质量指标的可达性仍没有简单而又行之有效的分析方法。有学者采用模型预测的方法对区域空气质量进行预测^[8-11], 但由于所需数据多、运行成本高、专业性强, 不具有广泛推

收稿日期: 2019-07-02

作者简介: 张 宽 (1991-), 男, 硕士、工程师。研究方向: 环境规划。E-mail: zhkja@163.com

引用格式: 张 宽, 梁亦欣, 张 慧. 大气环境质量指标可达性分析——以郑州市为例[J]. 环境保护科学, 2020, 46(2): 18-21.

广的基础。因此,迫切需要探索一种普遍适用的大气环境质量指标可达性分析方法。

2 大气环境质量指标可达性分析方法

近期,各地广泛开展的大气颗粒物源解析工作给大气环境质量指标可达性分析打开了另外一种途径,本研究结合污染物减排量的计算以及本地源、外来源的贡献占比和细颗粒物的一次生成、二次转化占比,提出一种新的大气环境质量指标可达性分析方法。

区域颗粒物的来源一般可分为本地源和外来源,细颗粒物还可进一步分为一次生成和二次转化。由于外来源具有不确定性,本研究主要尝试从本地源的角度预测细颗粒物和可吸入颗粒物浓度,就本地源来说,其对当地细颗粒物污染的贡献与颗粒物排放量下降比例、本地源的贡献率、一次排放占比成正比,因此,将本地源贡献率和一次排放占

比作为权重系数乘以颗粒物总量下降比例得出本地源减排带来的细颗粒物浓度下降比例见式(1)。

$$C_{2.5\downarrow} = W_{\downarrow} \times \eta_{本地} \times \eta_{一次} \tag{1}$$

式(1)中: $C_{2.5\downarrow}$ 为细颗粒物浓度下降比例, %; $W_{\downarrow}$ 为颗粒物总量下降比例, %; $\eta_{本地}$ 为细颗粒物的本地源贡献率, %; $\eta_{一次}$ 为细颗粒物一次排放来源占比, %。

可吸入颗粒物主要由一次排放贡献,因此可吸入颗粒物浓度下降比例计算时不用考虑一次排放占比,其计算见式(2)。

$$C_{10\downarrow} = W_{\downarrow} \times \eta_{本地} \tag{2}$$

式(2)中: $C_{10\downarrow}$ 为可吸入颗粒物浓度下降比例, %; $W_{\downarrow}$ 为颗粒物总量下降比例, %; $\eta_{本地}$ 为可吸入颗粒物的本地源贡献率(采用细颗粒物本地源贡献率数值), %。

式中本地源、外来源贡献率和细颗粒物的一次转化、二次生成占比从当地的大气颗粒物源解析结果中获取。污染物总量减排测算思路见图 1。

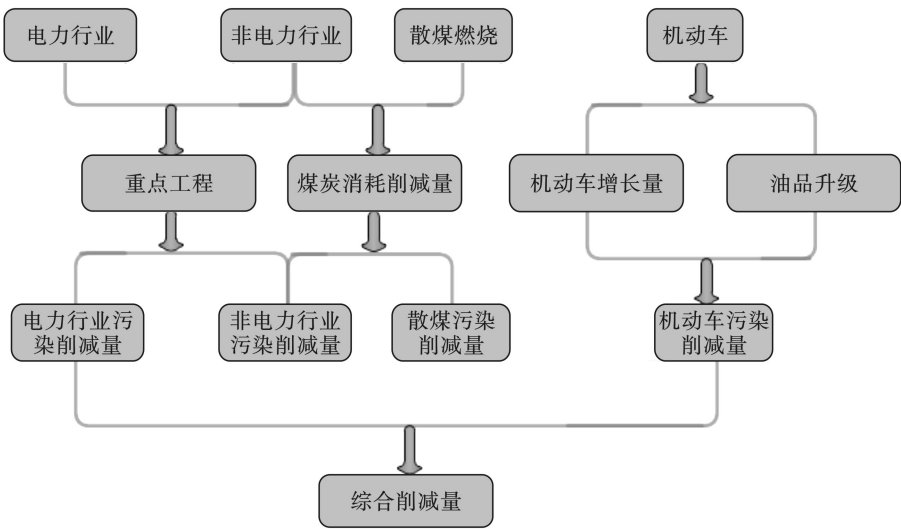


图 1 大气污染物总量减排测算思路

3 郑州市“十三五”大气环境质量指标可达性分析

以郑州市为例,结合河南省大气灰霾污染专项相关研究成果及郑州市大气颗粒物源解析工作,分析郑州市“十三五”生态环境保护规划中大气环境质量指标的可达性。

3.1 郑州市大气环境质量目标设置

《郑州市“十三五”生态环境保护规划(郑政办〔2017〕110号)》中对细颗粒物、可吸入颗粒物年均浓度目标要求,见表 1。

表 1 郑州市“十三五”大气污染防治目标设置 $\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$

指标名称	2015年现状值	2020年拟定目标值
细颗粒物年均浓度	96	62
可吸入颗粒物年均浓度	167	109

3.2 郑州市大气环境质量改善措施

3.2.1 郑州市大气污染物排放现状 郑州市对颗粒物、氮氧化物和二氧化硫 3 种污染物贡献最大的均为工业源,其排放的颗粒物、氮氧化物和二氧化硫分别占总排放量的 71.12%、60.89% 和 83.26%;城镇生活源对颗粒物和二氧化硫的贡献以及机动车对氮氧化物的贡献也不容忽视,郑州市细颗粒物源解析结果见图 2。

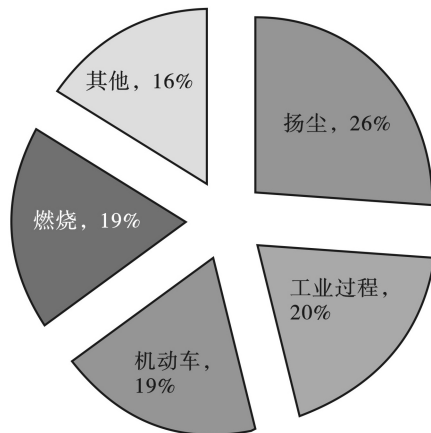


图2 郑州市细颗粒物源解析结果

图2可见,郑州全年本地各类源对细颗粒物的贡献率依次为:扬尘>工业过程>机动车~燃煤。全年中,扬尘对细颗粒物的贡献率为26%,工业过程为20%,机动车和燃煤约为19%,其他来自生物质燃烧、餐饮、汽车修理和涂料等。近期,郑州市细颗粒物在线源解析结果表明,导致郑州市空气污染

的主要来源依次为燃煤源、机动车、工业源、扬尘和二次生成。其中,燃煤源贡献率为25%~37%,机动车贡献率为19%~26%,工业源贡献率为9%~11%,扬尘源贡献率为6%~13%,二次生成贡献率为17%~23%。

由此可见,燃煤、机动车、工业和扬尘是郑州市大气污染物的主要来源。

3.2.2 郑州市“十三五”大气污染防治任务 就本地污染源来说,可吸入颗粒物多来自燃煤、工业、机动车和扬尘等污染排放,其年均浓度的降低依赖于以上污染源的综合治理;细颗粒物除上述污染源的一次排放之外,还有部分来自于空气中氮氧化物、挥发性有机物等物质的二次转化,因此,细颗粒物年均浓度的降低除了依赖于燃煤、工业、机动车和扬尘的污染治理,还需对挥发性有机物开展综合整治。“十三五”期间,郑州市将主要从“压煤、减排、控车、降尘和联动”5个方面治理大气环境污染,见图3。

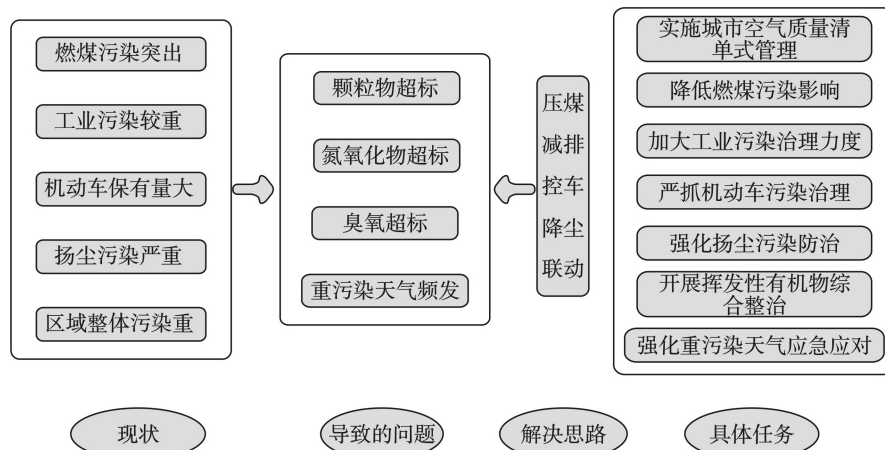


图3 郑州市“十三五”大气环境质量改善任务设置

3.3 目标可达性分析

结合郑州市“十三五”期间大气污染防治主要任务,分电力、非电力、散煤、机动车对主要大气污染物减排量进行测算,结合相关研究结果,依据总量减排测算结果采用加权计算的方法分析大气污染防治目标可达性。

3.3.1 总量减排测算 1)电力行业。2015年郑州市电力行业颗粒物排放量为1.26万t。“十三五”期间计划完成全部机组的超低排放改造,改造后颗粒物排放量可削减66.67%。按照全部机组完成超低排放改造进行测算,可削减颗粒物排放量0.84万t。

2)非电力行业。计算见式(3)。

$$E = M_{\text{非电}} \times q_{2015\text{非电}} \times (1 - k) \times 10^{-3} \quad (3)$$

式(3)中: $M_{\text{非电}}$ 为“十三五”期间非电力行业煤

炭消费量,万t; $q_{2015\text{非电}}$ 为2015年非电力行业单位煤炭消费量污染物排放强度,kg/t; K 为“十三五”期间非电力行业污染物排放强度下降比例,%。

2015年,郑州市非电力行业煤炭消费总量为916万t,颗粒物的排放量为3.52万t。按煤炭总量削减计划,2020年郑州市非电力行业煤炭消费总量为630万t。“十三五”期间非电力行业污染物排放强度下降比例取30%。按式(3)测算2020年非电力行业颗粒物的排放量为1.82万t,削减1.7万t。

3)散煤禁烧。郑州市“十三五”期间将全面取消散煤,按照《第一次全国污染源普查城镇生活源产排污系数手册》给定的方法,确定郑州市散煤燃烧颗粒物排放强度为5kg/t,按照全面削减113.2万t散煤进行测算。可削减颗粒物0.57万t。

4)机动车。影响机动车增长量的因素较多,准确预测机动车增长量较为困难。2010~2015年郑州市机动车增长量呈现先增加后基本稳定趋势,2013~2015年基本维持在年均增长40万辆。在不考虑宏观调控政策及其他因素影响下,即计算最不利情况下的机动车污染物排放量。截至2015年,郑州市机动车保有量达到261万辆,烟粉尘排放量0.54万t。到2020年,预计郑州市机动车保有量将达到461万辆。只考虑油品升级带来的减排效益进行计算,机动车排放标准升级至“国V”标准后,机动车颗粒物排放强度下降比例按72%计算,到2020年郑州市机动车排放的颗粒物将降低0.27万t。

郑州市“十三五”期间,可减排颗粒物3.38万t,2015年核定的颗粒物排放量为6.72万t(含表2以外其他行业的0.83万t排放量),因此,郑州市的颗粒物减排比例为50.30%,见表2。

表2 大气污染物削减量计算结果

污染物类型	行业类别	2015年排放量/万t	2020年排放量/万t	削减量/万t	削减比例/%
颗粒物	电力行业	1.26	0.42	0.84	50.30
	非电力行业	3.52	1.82	1.70	
	散煤	0.57	0	0.57	
	机动车	0.54	0.27	0.27	

3.3.2 环境质量指标可达性分析 1)细颗粒物年均浓度可达性分析。2015年,河南省大气灰霾专项研究表明郑州市细颗粒物本地源贡献在73%~82%之间,外来输送贡献在18%~27%之间。郑州市细颗粒物源解析结果表明,细颗粒物一次排放占77%~83%,二次生成占17%~23%。

采用细颗粒物浓度下降比例的计算公式进行计算,本地源贡献率取源解析结果的平均值,即77.5%;一次排放占比取源解析结果的平均值,即80%。采用式(1)计算得出,到2020年郑州市细颗粒物浓度预计下降31%,达到66 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 。加之,“十三五”期间减排措施对二氧化硫、氮氧化物和挥发性有机物的削减会降低二次细颗粒物的生成,区域综合治理也会减少区域传输的污染物质,预计到2020年实现细颗粒物62 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 的目标是可行的。

2)可吸入颗粒物年均浓度。采用可吸入颗粒物年均浓度下降比例的计算公式,参考细颗粒物的本地源和外来源贡献比例,采用式(2)计算得出,到2020年郑州市可吸入颗粒物浓度预计下降40%,达到100 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 。预计到2020年实现可吸入颗粒物109 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 的目标是可行的。

4 结论

1)本文提出了一种基于总量减排、本地源贡献、一次生成和二次转化的颗粒物占比的大气环境质量指标可达性分析方法。

2)以郑州市为例,计算得出郑州市“十三五”期间细颗粒物浓度的下降比例为31%,年均浓度将达到66 $\mu\text{g}/\text{m}^3$,再加上“十三五”期间大气污染治理对二氧化硫、氮氧化物等污染物的削减作用,二次细颗粒物也将减少,预计到2020年实现62 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 的目标是可行的;参考细颗粒物的本地源和外来源贡献比例,计算得出到2020年郑州市可吸入颗粒物浓度预计下降40%左右,达到100 $\mu\text{g}/\text{m}^3$,预计到2020年实现109 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 的目标是可行的。

3)以污染物总量减排数据为基础,结合大气颗粒物源解析成果对区域可吸入颗粒物和细颗粒物年均浓度进行预测是可行的,该计算方法简单、数据易得,对环境保护相关规划中可吸入颗粒物和细颗粒物年均浓度的可达性分析具有指导意义,有一定的推广价值。

此方法目前对于外来源和细颗粒物的二次转化尚不能进行定量计算,还需根据相关研究进展进一步完善。

参考文献

- [1] 曹艳. 实施污染物排放总量控制探讨[J]. 云南环境科学, 2001, 20(2): 34-36.
- [2] 刘新斌. 污染物总量控制研究动态与趋势分析[J]. 江西化工, 2006(4): 76-79.
- [3] 黄报远, 卢显妍, 陈桐生. 广东省大气污染物总量控制目标的可达性分析[J]. 环境与可持续发展, 2007, 32(5): 23-25.
- [4] 程炜, 陈丽娜, 王向华. 江苏省“十一五”环境保护规划指标可达性分析[J]. 环境科技, 2009, 22(2): 51-57.
- [5] 奚姗姗. 安徽省主要大气污染物排放总量控制“十二五”规划及可达性分析[D]. 合肥: 合肥工业大学, 2010.
- [6] 杨峰. 包头市主要大气污染物总量控制“十二五”规划及可达性分析研究[D]. 合肥: 合肥工业大学, 2012.
- [7] 曾剑, 周玉芬, 王玺. 《山西省城市大气主要污染防治“十二五”规划》 NO_x 指标可达性分析[J]. 环境与可持续发展, 2015, 40(1): 105-107.
- [8] 薛文博, 王金南, 杨金田, 等. 国内外空气质量模型研究进展[J]. 环境与可持续发展, 2013, 38(3): 14-20.
- [9] 丁峰, 赵越, 伯鑫. ADMS模型参数的敏感性分析[J]. 安全与环保工程, 2009, 16(5): 25-29.
- [10] 王雪松, 李金龙. 北京地区夏季 PM_{10} 污染的数值模拟研究[J]. 北京大学学报(自然科学版), 2003, 39(3): 419-427.
- [11] WANG F, CHEN D S, CHENG S Y, et al. Identification of regional atmospheric PM_{10} transport pathways using HYSPLIT, MM5-CMAQ and synoptic pressure pattern analysis[J]. Environmental Modeling & Software, 2010, 25(8): 927-934.