

城市大气污染防治规划指标体系研究

吉木色, 苑魁魁, 许申来, 李王锋

(北京清华同衡规划设计研究院有限公司, 北京 100085)

摘要 建立城市大气污染防治指标体系是大气环境保护工作的基础,面对我国城市大气污染防治由单一排放源的末端控制转向倒逼城市发展模式和经济增长方式的源头管控,围绕大气污染防治指标体系的特点,在分析我国大气污染防治指标体系的发展历程以及存在的问题基础上,从环境质量、污染控制、社会协调3个层次建立起大气污染防治指标体系,使指标能够更加有效衡量大气污染防治措施实施效果。同时,通过案例城市指标体系的研究,为乌鲁木齐以及其他城市大气环境保护规划提供重要参考依据。

关键词 大气环境; 环境规划; 指标体系; 乌鲁木齐

中图分类号: X321 文献标志码: A doi:10.3969/j.issn.1003-6504.2015.12Q.089 文章编号: 1003-6504(2015)12Q-0440-05

Index System of Urban Air Pollution Prevention and Control Planning Research

Ji Muse, YUAN Kuikui, XU Shenlai, LI Wangfeng

(Tsinghua Tongheng Urban Planning and Design Institute, Beijing 100085, China)

Abstract : The establishment of the index system of urban air pollution prevention and control is the basis of atmospheric environmental protection. Urban air pollution control has changed from end-treatment of the single emission source into restriction of urban development patterns and economic growth. This article establishes a three-levels index system, including environmental quality, pollution control, and social coordination, in the analysis of the features, progress and problems existing in the air pollution control index system of our country. The indicators can be more effectively measure the effect of the air pollution control measures. At the same time, the case study provides an important reference for the atmospheric environmental project to the city of Urumqi and other cities.

Key words : atmospheric environment; environmental project; index system; Urumqi

近年来随着我国城市城镇化和工业化过程的加速,包括机动车污染问题和能源消耗问题等多因素导致的大气污染形势日益严峻。我国城市大气污染防治正处于污染治理攻坚期,在传统污染物新增量下降,污染排放高位趋缓的同时,面临着污染治理措施边际效益减小,监管难度增大,投入长效机制难以为继的挑战。大气污染防治指标是衡量治理措施对大气环境质量改善效果的工具,是揭示大气环境质量变化趋势的载体。因此,大气指标体系应该对大气环境规划和管理指明方向,能够引导管理部门和实施主体采取合理的大气污染防治措施达到目标。而传统环境规划中,大气污染的指标体系仅仅包括常规污染物的监测浓度、排放总量以及工业污染物的去除效率,这些指

标的执行情况、规划期末是否能够完成也仅仅是由环保部门对其负责,并且往往靠被动末端治理实现,难以从根本上解决大气环境质量问题。目前,我国的大气污染防治正在逐步从总量约束、质量指导向二者并重过渡,未来,还需要进一步发展到质量约束、总量指导,形成以环境质量倒逼总量减排、以总量控制倒逼经济转型的联合驱动机制^[1]。单纯由环保部门负责的废气治理也已不是控制空气污染的核心,由多部门联合行动、各司其职,综合考虑环境、经济、社会、人口等复合系统是大气治理的方向。因此,结合环境污染防治本身,强化污染源头管控,设置具有科学性、针对性和可操作性的大气环境指标成为关键。

本文以大气环境指标作为切入点,以乌鲁木齐市

《环境科学与技术》编辑部(网址)http://fjks.chinajournal.net.cn(电话)027-87643502(电子信箱)hjkxyjs@vip.126.com

收稿日期:2015-07-15;修回:2015-08-20

基金项目:乌鲁木齐经济圈生态环境安全阈值与空间管制分区研究(201309063)

作者简介:吉木色(1989-),女,助理工程师,硕士,主要从事大气污染防治与规划(电话)010-82526161(电子信箱)jms@bjenv.com。

作为研究对象,讨论如何在各类与大气环境相关的规划中设置合理的大气污染防治指标,理清交叉指标之间的关系,为从源头控制大气污染、改善环境质量明确前进方向。

1 大气环境指标体系回顾分析

1.1 我国大气环境指标体系发展历程

大气环境指标最初是作为一项要素体现在国家环境保护规划中的。20 世纪 80 年代,环境保护规划开始提出具体指标,这时的指标主要是针对污染防治,提出工业达标排放指标^[2]。20 世纪 90 年代以来,我国大气污染从浓度控制向总量控制转变,提出大气总量控制目标,主要包括 SO_2 和烟粉尘总量控制目标,并提出城市空气质量达到环境功能区标准^[3]。国家环境保护“十二五”规划将 SO_2 、 NO_x 的排放总量以及城市空气质量达到二级标准以上天数的比例作为主要大气指标^[4]。

另外,国家环保总局在 20 世纪 80 年代还制定了城市环境综合整治定量考核指标体系,对大气、水体等单要素环境进行管理,此时的大气环境指标基本包括环境质量、污染控制、环境建设及环境管理四方面内容。20 世纪 90 年代末,又制定了环境保护模范城市考核指标体系,其中与大气环境有关的考核指标主要包括单位 GDP 能耗、空气污染指数(API)、城市气化率、城市集中供热率、烟尘控制区覆盖率等。

鉴于“十二五”以来我国大气环境污染的严峻形势,《重点区域大气污染防治“十二五”规划》作为我国第一部综合型的大气污染防治规划出台,从质量改善和污染减排两个方面提出防治目标,主要指标有 SO_2 、 NO_2 、 PM_{10} 、 $\text{PM}_{2.5}$ 年均浓度的下降比例、工业烟粉尘的减排比例、重点行业现役源挥发性有机物排放削减比例^[5]。2012 年底针对日益严重的大气污染,各级政府纷纷采取针对重污染的应急之策,并制定长远规划,如《大气污染防治行动计划》、《京津冀及周边地区落实大气污染防治行动计划实施细则》等,重点控制城市 PM_{10} 和 $\text{PM}_{2.5}$ 的年均浓度。某些省市的大气污染防治规划也会基于国家和当地污染控制的要求,将社会经济发展、能源、大气环境管理等目标纳入指标体系。大气环境指标体系经历了从末端到全过程、从环保单个部门到拓展至全社会的转变。

1.2 我国现行大气指标体系存在的问题

虽然我国城市大气污染防治指标已经开始从单一污染源排放控制中跳脱,但是从源头控制到末端治理,大气指标体系仍然存在着体系不清、设置随便、不易操作等问题。

(1)基础资料的缺乏。我国大气复合污染逐渐显著,一些地区主要污染物已经由传统的 SO_2 、 NO_x 转变为颗粒物、 O_3 等。其污染防控不仅需要摸清城市颗粒物污染和 O_3 污染的详细特征,还需要控制 VOC 等前体物的排放。但是我国目前只有部分城市开展 $\text{PM}_{2.5}$ 和 O_3 浓度监测工作,而且 $\text{PM}_{2.5}$ 和 VOC 等污染物来源复杂,目前还少有科学可靠的排放源统计数据,导致一些随意设置的指标没有依据,只是停留在理论层面,难以量化。另外,有些基础数据不全可靠,水分较大,或者有些部门统计的数据口径不一致,造成指标差异性大,造成双倍工作量,影响指标设置的可靠性,也难于做到与同类城市的比较或者国际比较。

(2)指标的设置缺乏科学性和系统性。有些指标的设置并没有基于环境质量改善目标,也没有基于现状发展条件和技术水平发展潜力,往往通过主观判断,指标之间没有对应关系,质量指标与排放指标分离,难以确定管理活动对污染物排放以及空气质量的影响。

(3)指标理论与实践存在脱节。指标理论框架体系由上而下,指标分解的不科学往往导致实践可行性大打折扣。国内很少能见到从指标构建、评价模型到实证研究集于一体的研究成果。

1.3 研究大气污染防治指标体系的意义

指标体系是推进大气污染防治的基础工作,现有的大气环境指标体系大多是在生态环保规划或者国民经济发展规划中偶有提及^[6-7],或者是从大气环境安全评估角度出发^[8-10],还没有系统、独立地提出过针对污染防治规划的指标。本研究在分析以往大气污染指标体系的基础上,对其进行细化、整理、总结,结合我国数据统计的实际情况,力求使大气环境保护规划不再停留在概念层次上。并且在案例研究基础上,根据具体城市大气环境污染问题,提出系统的具有可推广性可操作性可考核的污染防治指标。

2 大气污染防治指标体系的构建

2.1 指标体系的构建原则

大气污染防治指标体系应根据具体的大气环境特征,立足于满足城市大气环境保护及改善需求,注重解决城镇化、工业化、农业现代化协同推进过程中的大气环境保护问题。应在空间上反映空气质量的整体分布和特征,在时间上反映大气管理的目标和趋势,具体目标指标应体现不同阶段城市大气环境保护的重点和差异,明确主要的约束性指标和指引性指标。并且,指标体系是描述大气环境质量目标、解释并且决策目标实施可达的有机体系。因此,构建城市大

气污染防治指标体系时应该遵循下列原则。

(1)科学性和可度量性。即指标应具有科学的定义和确切的计算计量方法,并符合相应的技术规范。尽量采用定量指标,难以量化的重要指标可以采用定性描述或者进行转化。

(2)完备性和代表性。除了反映大气环境的改善目标之外,要有影响大气环境、协调大气污染防治的社会、经济、人口、产业等系统的发展指标。而且,所选取的指标应能确切地反映该城市的大气环境影响特征,具有代表性。

(3)因果关系性。指标所表征的大气环境状况应该与相应的战略行为有清晰的因果关系,不同子系统的指标可以相互验证和反映。

(4)数据的可获得性和可比性。要充分考虑数据的获得和资料来源的可靠,克服指标过于抽象难以定量不易操作的问题。指标体系的设定一方面要能够横向比较各地区污染治理水平和大气环境质量目标,另一方面要能够纵向反应区域大气污染防治的努力程度,尽可能照顾到不同性质规模、不同发展水平城市间的差异。

(5)可操作性。指标的内容能按实施操作的需要进行分解,便于实现各级管理部门的落实。

2.2 指标体系的构建

大气污染防治指标体系的建立需要摸清城市大气污染特征以及影响环境的重要驱动因素,进而通过实施污染源的控制,加以前端经济社会的协调,改善大气环境状态。建立以环境质量改善为主线,以环境质量和排放总量双约束的指标体系^[11]。因此,大气污染防治指标体系包括环境质量指标层,污染排放控制指标层和经济社会协调指标层。

2.2.1 环境质量指标层

改善大气环境质量是大气污染防治工作的出发点和根本目标。现阶段我国大气污染形势有重大转变,部分城市细颗粒物和臭氧等污染严重,传统污染物指标难以准确的反映当地空气质量状况。因此,除了二氧化硫、二氧化氮、可吸入颗粒物 3 项污染物浓度指标之外,有必要将细颗粒物等特征污染物的浓度指标纳入环境质量指标层。为了避免由于空气质量标准、评价因子等的变化对结果造成影响,可以采用年均浓度下降比例作为指标进行定量稳定地考核。

2.2.2 污染控制指标层

大气环境质量的全面改善必须以污染物排放量持续稳定下降为基础,以各污染源综合防治为重点。但是,减排量的指标不应该再是一刀切,而需要从总量-质量输入响应关系出发,通过目标导向分析,制定

总量减排计划。另外,“十二五”国家重点实施总量控制的大气污染物是二氧化硫和氮氧化物,根据当前各地大气污染的不同形势,除了全国性的污染物之外,应该加大对当地区域性和行业性污染物实施总量控制,例如烟粉尘、VOC 等。

2.2.3 社会协调指标层

资源能源消费量的大幅下降、经济社会发展方式的实质性转变是环境质量改善的前提,而能源结构的变化以及能源利用效率水平可以影响能源的消费总量。因此,现阶段选取煤炭、清洁能源在一次能源消费结构中的比重和单位 GDP 能耗作为指标。

3 案例分析

乌鲁木齐市地处天山北坡,三面环山,年平均风速较小,冬季静风频率高,易发生逆温,加上以煤为主的能源结构以及工业生产工艺相对落后的现状,乌鲁木齐市成为西部地区重污染城市。2014 年中重度污染日数占全年的 5.7%,轻度污染日数占全年的 20.9%^[12],采暖期污染严重。乌鲁木齐市作为新疆维吾尔自治区的政治经济文化中心,常住人口 340 万人,全面改善大气环境质量成为全市的重点工作。从 1998 年开始,乌鲁木齐市大力实施“蓝天工程”,强化污染综合治理^[13]。近年,乌鲁木齐市传统污染物中,除 SO₂ 浓度逐年下降达标之外,PM₁₀ 和 NO₂ 仍然超标,PM₁₀ 浓度在小范围内有所波动,而 NO₂ 浓度则在缓慢上升,见图 1。另外,2014 年乌鲁木齐市 PM_{2.5} 年平均浓度也超出《环境空气质量标准》(GB 3095-2012)二级标准 1.74 倍。

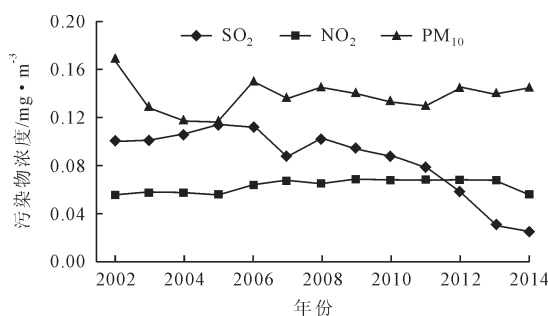


图1 乌鲁木齐近年大气污染物年均浓度变化情况

3.1 乌鲁木齐大气环境指标体系设置

针对乌鲁木齐大气污染特征、驱动因素、改善目标以及未来需要采取的防治措施,构建乌鲁木齐的大气污染防治指标体系。

污染物年均浓度是反映大气环境质量目标的重要指标,并且考虑乌鲁木齐的大气污染特征,纳入浓度指标的污染物包括 SO₂、NO₂、PM₁₀、PM_{2.5}。

单位 GDP 污染排放强度和单位 GDP 能耗可

以综合度量经济圈经济发展阶段、环保技术水平和污染治理效率。

影响大气环境的直接驱动因素是污染物的排放，而乌鲁木齐等煤烟型污染严重区域总量控制与环境质量改善具有较好一致性，总量控制制度仍将作为一种必要的手段承担乌鲁木齐污染物控制与削减的重要任务。除了 SO₂、NO_x 之外，应该将烟粉尘和 VOC 纳入总量控制体系。但是因其无组织排放很难治理，这 2 种污染物的排放控制并不是在所有区域和所有行业进行，通过治理重点行业排放就能起到很大作用。根据乌鲁木齐重点行业污染源分析，烟粉尘的排放主要来自于电力、建材和冶金行业，而 VOCs 产生量最大的是石化行业，见图 2。因此，需要将电力、建材、冶金行业的烟粉尘总量控制，以及石化行业的 VOCs 总量控制纳入指标体系。

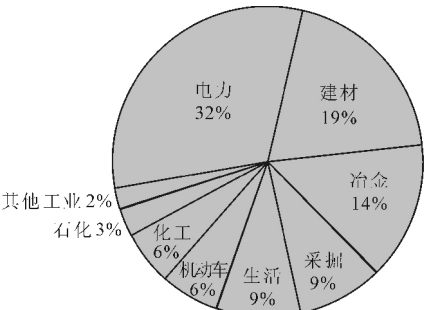


图2 乌鲁木齐市烟粉尘排放主要来源分布

乌鲁木齐的煤烟型大气污染主要受煤炭消耗的影响，其他间接驱动因素还包括工业生产活动和机动车发展等，可以用煤炭占一次能源消费的比例、清洁能源使用率、城市集中供热普及率、重点工业企业大气污染物排放达标率、城市机动车尾气排放达标率等指标进行表征。综上分析，乌鲁木齐大气污染防治指标体系构建情况见表 1。

4 研究结论与讨论

本文从环境质量、污染控制、社会协调 3 个层次形成大气污染防治指标，使指标能够更加体现大气污染防治的全过程，有效表征大气环境保护措施对城市空气环境质量改善产生的影响，并通过案例城市的研究，对具体城市加强指标控制的针对性和可操作性，为乌鲁木齐以及其他城市大气环境保护规划提供重要参考依据。

[参考文献]

[1] 吴舜泽, 吴悦颖, 王东. 将总量控制完善发展为生态文明建设基本制度[N]. 中国环境报, 2013-11-12(02).
Wu Shunze, Wu Yueying, Wangdong. Develop the Total

表 1 乌鲁木齐大气污染防治指标体系

指标体系	指标	单位
环境质量指标层	SO ₂ 年均浓度下降比例	%
	NO ₂ 年均浓度下降比例	%
	可吸入颗粒物年均浓度下降比例	%
	细颗粒物年均浓度下降比例	%
污染物控制指标层	SO ₂ 排放总量	t
	NO _x 排放总量	t
	电力行业烟粉尘排放总量	t
	建材行业烟粉尘排放总量	t
社会协调指标层	冶金行业烟粉尘排放总量	t
	石化行业 VOCs 排放总量	t
	煤炭在一次能源消费结构中的比重	%
	天然气在一次能源消费结构中的比重	%
社会协调指标层	新能源和可再生能源比例	%
	城市集中供热普及率	%
	重点工业企业大气污染物排放达标率	%
	城市机动车尾气排放达标率	%
单位 GDP 能耗		t 标煤/万元

Amount Control As the Basic System of Ecological Civilization Construction[N]. China Environment News, 2013-11-12 (02). (in Chinese)

[2] 孙瑞林, 徐毅, 逯元堂, 等. 国家环境保护“十一五”规划指标的确定[J]. 环境科学与技术, 2010, 33(S1): 467-472.
Sun Ruilin, Xu Yi, Lu Yuantang, et al. Indexes determination of 11th-five-year national environmental protection planning [J]. Environmental Science & Technology, 2010, 33(S1): 467-472. (in Chinese)

[3] 国务院. 国家环境保护“九五”计划和 2010 年远景目标[R]. 北京: 国务院, 2002.
General Office of the State Council. National “9th five-year Plan” for Environmental Protection and 2010 Vision[R]. Beijing: General Office of the State Council, 2002. (in Chinese)

[4] 国务院. 国家环境保护“十二五”规划[R]. 北京: 国务院, 2011.
General Office of the State Council. National “12th five-year plan” for Environmental Protection [R]. Beijing: General Office of the State Council, 2011. (in Chinese)

[5] 环保部, 发改委, 财政部. 重点区域大气污染防治“十二五”规划[R]. 北京: 环保部, 2012.
Ministry of Environmental Protection, National Development and Reform Commission, Ministry of finance. “12th Five-year Plan” on Air Pollution Prevention and Control in Key Regions [R]. Beijing: Ministry of Environmental Protection, 2012. (in Chinese)

[6] 罗上华, 马蔚纯, 王祥荣, 等. 城市环境保护规划与生态建设指标体系实证[J]. 生态学报, 2003, 23(1): 45-55.
Luo Shanghua, Ma Weichun, Wang Xiangrong, et al. A case study on indicator system of urban environmental protection and ecological construction[J]. Acta Ecologica Sinica, 2003, 23 (1): 45-55. (in Chinese)

- [7] 钱跃东. 区域大气环境承载力评估方法研究[D]. 南京: 南京大学, 2011.
Qian Yuedong. A Study On Estimation Methods of Regional Atmospheric Environmental Carrying Capacity[D]. Nanjing: Nanjing University, 2011. (in Chinese)
- [8] 谔元堂, 吴舜泽, 王金南, 等. 大气环境安全评估体系研究[J]. 环境科学研究, 2006, 19(3): 129–133.
Lu Yuantang, Wu Shunze, Wang Jinnan, et al. Study on assessment system of atmospheric environmental security[J]. Research of Environmental Sciences, 2006, 19 (3): 129–133. (in Chinese)
- [9] 张晖. 基于 PSR 模型的大气复合污染情景分析指标体系研究[D]. 北京: 中国环境科学研究院, 2006.
Zhang Hui. Research on Scenario Analysis Indicators of Combined Air Pollution Based on PSR Model [D]. Beijing: Chinese Research Academy of Environmental Sciences, 2006. (in Chinese)
- [10] 于小俸. 城市大气环境生态安全评价原则与指标体系[J]. 环境研究与监测, 2010, 23(2): 66–68.
- Yu Xiaofeng. Urban atmospheric ecological safety evaluation principle and index system[J]. Environmental Study and Monitoring, 2010, 23(2): 66–68. (in Chinese)
- [11] 赵华林. 国家环保十三五规划编制思路[J]. 环境保护, 2014, 22: 28–32.
Zhao Hualin. Progress of Formulating “13th Five-year Plan” for National Environmental Protection[J]. Environmental Protection, 2014, 22: 28–32. (in Chinese)
- [12] 乌鲁木齐环保局. 乌鲁木齐环境状况公报[R]. 乌鲁木齐: 乌鲁木齐环保局, 2014.
The Environmental Protection Agency of Urumqi. Report on the State of Environment in Urumqi[R]. Urumqi: The Environmental Protection Agency of Urumqi, 2014. (in Chinese)
- [13] 李建, 吕爱华, 许嘉钰. 乌鲁木齐大气污染防治政策变迁与展望[J]. 新疆环境保护, 2012, 34(4): 5–9.
Li Jian, Lyu Aihua, Xu Jiayu. The change and outlook of the air pollution control policy on Urumqi[J]. Environmental Protection of Xinjiang, 2012, 34(4): 5–9. (in Chinese)

(上接第 435 页)

- Ma Shizhen, Chen Guichen, Peng Min, et al. Preliminary study on the index system of evaluation of the ecological quality over the alpine steppes along the Qinghai–Tibet Railway[J]. Arid Zone Research, 2005, 22(2): 31–35. (in Chinese)
- [7] 钟爽. 矿山废弃地生态恢复理论体系及其评价方法[D]. 阜新: 辽宁工程技术大学, 2003: 29–31.
Zhong Shuang. The Theory System of Ecologic Restoration and Research of Assessment Method in the Mine Disposal Site [D]. Fuxin: Liaoning Technical University, 2003: 29–31. (in Chinese)
- [8] 孙明迪, 丁国栋, 赵方莹. 废弃矿山生态治理潜力评价方法[J]. 水土保持应用技术, 2006(3): 21–24.
Sun Mingdi, Ding Guodong, Zhao Fangying. The evaluation method of ecological restoration potentiality in abandoned mine[J]. Technology of Soil and Water Conservation, 2006(3): 21–24. (in Chinese)
- [9] 李永庚, 蒋高明. 矿山废弃地生态重建研究进展[J]. 生态学报, 2004, 24(1): 95–100.
- Li Yonggeng, Jiang Gaoming. Ecological restoration of mining wasteland in both China and abroad: an over review [J]. Acta Ecologica Sinica, 2004, 24(1): 95–100. (in Chinese)
- [10] 牛海亮, 王强, 姜艳丰. 国内外采矿废弃地生态恢复研究进展[J]. 内蒙古环境科学, 2007, 19(3): 62–64.
Niu Hailiang, Wang Qiang, Jiang Yanfeng. Study on ecological restoration of abandoned areas of mining at home and abroad [J]. Environment and Development, 2007, 19(3): 62–64. (in Chinese)
- [11] 王超, 毕君, 尤海舟. 金属矿山废弃地类型划分与生态退化特征[J]. 环境保护科学, 2012, 38(1): 41–44, 49.
Wang Chao, Bi Jun, You Haizhou. Types and ecological degraded characteristics of metal mine wasteland[J]. Environment Protection Science, 2012, 38(1): 41–44, 49. (in Chinese)
- [12] 陈桥. 黑龙江省矿山生态环境三维定量评价模型系统研究[D]. 长春: 吉林大学, 2003: 51–53.
Chen Qiao. Study on the three-dimensional Quantitative Evaluation Model of the Mine Eco-environments in Heilongjiang Province[D]. Changchun: Jilin University, 2003: 51–53. (in Chinese)