

附件 15

《城市空气质量改善方案编制技术指南》  
(征求意见稿)

编制说明

**项目名称：**城市空气质量改善方案编制技术指南

**项目统一编号：**

**起草单位：**中国环境科学研究院、南开大学、中国科学院大气物理所

**主要起草人：**柴发合、王淑兰、云雅如、冯银厂、张美根、高健、陈振兴、胡君、张敬巧、陈飞、张鹤丰、罗达通、邱雄辉、张萌、张岳翀等

**中国环境科学研究院项目管理人：**王淑兰

**环保部科技标准司项目管理人：**XXX

# 目 录

1 任务来源.....	1
2 指南编制的意义.....	1
3 编制原则方法及依据.....	1
3.1 编制原则.....	1
3.2 编制方法.....	2
3.3 法律及技术依据.....	2
4 主要编制工作过程.....	2
5 国外空气质量改善和达标策略.....	3
5.1 美国空气质量改善和达标策略.....	3
5.2 英国空气质量改善和达标策略.....	4
6 我国城市空气质量及大气污染控制状况.....	4
6.1 中国城市空气污染状况及分布特征研究.....	4
6.2 中国城市环境空气质量管理策略回顾分析.....	28
7 指南主要技术内容及说明.....	39
7.1 方案基础研究.....	39
7.2 方案文本编制.....	48
8 指南实施的环境效益与经济技术分析.....	50
8.1 环境效益.....	50
8.2 技术经济分析.....	51
9 标准实施建议.....	51
10 征求意见及意见汇总处理情况.....	51
10.1 征求意见概况.....	51
10.2 主要意见及处理.....	51

# 《城市空气质量改善方案编制技术指南》编制说明

## 1 任务来源

2011年1月1日，环境保护部环保公益性行业项目《重污染城市空气质量达标策略与关键支撑技术研究》项目立项，其任务之一即为编制《城市空气质量改善方案编制技术指南》。2013年10月，环境保护部给中国环境科学研究院下达了编制《城市空气质量改善方案编制技术指南》（以下简称《改善方案编制指南》）标准的任务。2013年11月中国环境科学研究院先后联合南开大学、中国科学院大气物理所共同组成编制组，开展《改善方案编制指南》编制工作。

## 2 指南编制的意义

### 1) 建立科学完善的空气质量改善方案编制体系

根据城市空气质量改善方案编制所需要的相关资料、方法和技术需求，从资料获取方法和途径、数据处理手段和方法、技术的使用、结果的分析与应用等进行详细的全过程剖析与说明，力求高度提炼，简明易懂，以便指导城市开展相关方案的编制工作。

### 2) 解决城市空气质量改善过程中的支撑技术瓶颈

以摸清问题，寻求原因，探索出路为基础，研究和确定各个环节的重点所在，针对问题明确关键支撑技术内容和方法。

### 3) 实现城市空气质量有效改善，促进达标

城市空气质量的改善取决于科学的指导和有效的执行，研究建立完善的城市环境空气质量改善方案，对于空气质量进一步改善、消除重污染、保障城市空气质量达标工作顺利开展，提高公众满意度具有重要的作用。

## 3 编制原则方法及依据

### 3.1 编制原则

**1) 全过程管理与整体性原则：**城市空气质量改善方案目标、内容、科学方法等之间相互联系，形成以摸清问题，寻求原因，探索出路为基础的方案脉络，保证目标、内容、策略、过程一致性，从而发挥各要素的整体效应。

**2) 科学指导与技术支撑原则：**根据城市空气质量改善方案编制所需要的相关资料、方法和技术需求，从资料获取方法和途径、数据处理手段和方法、技术的使用、结果的分析与应用等进行详细的全过程剖析与说明，解决方案编制过程中的技术难点，有效支撑城市编制科学合理的改善方案。

**3) 可执行原则：**重点考虑城市自身的自然特点、经济发展水平、污染控制历史等因素，进行改善方案的设计，分析方法的选择，具体措施组合和工程的安排，及相关保障措施的建设，从而保证城市空气质量改善方案的有序开展。

## 3.2 编制方法

1) 采取国内外资料调研、典型城市现场调研、城市书面调研相结合的方式，以资料和现场调研为主，书面调研为辅；

2) 组织行业专家、管理部门座谈研讨，吸纳各方面意见；

3) 通过对我国典型城市空气质量现状和大气污染控制措施现状的调研和分析，掌握我国城市污染物排放现状、污染源类型、空气质量状况、主要大气污染控制措施、控制工艺、污染成因、控制难点等。

4) 对调研结果进行综合评价分析，依靠系统科学的评价方法筛选城市空气质量改善的关键支撑技术和方法；

5) 在指导城市空气质量改善方案和大气污染控制方案制定示范过程中进行编制和不断修订；

6) 编写指南文本及编制说明，公开征求社会意见，最后送审及报批。

## 3.3 法律及技术依据

(1) 《中华人民共和国大气污染防治法（2000年）》；

(2) 国家和地方其他环境保护法律、法规和标准；

(3) 《关于推进大气污染联防联控工作改善区域环境质量的指导意见》（国办发[2010]33号）；

(4) 城市环境空气质量管理规定；

(5) 国家和地方环境保护“十二五”规划；

(6) 国务院关于落实科学发展观加强环境保护的决定（国发[2005]39号）；

(7) 《环境空气质量标准》（GB 3905-2012）；

(8) 《大气污染防治行动计划》；

(9) 《大气颗粒物来源解析技术指南（试行）》。

## 4 主要编制工作过程

1) 2011年1--6月，组成项目领导组和技术组。收集我国空气质量年报，我国城市自然、经济和社会发展等相关资料和数据。

2) 2011年6--12月，结合文献调研，对城市首要污染物现状和我国城市空气质量管理经验进行回顾和分析。确定不同城市各类污染物的污染级别及其成因。针对不同城市的分类和分级情况召开1~2次小型研讨会。

3) 2012年1--4月，结合文献调研，对我国城市空气质量管理经验进行详细的回顾和分析。将我国大气不同发展阶段的特点与具体的管理措施进行对比分析，为进一步制定更加科学、合理的空气质量改善方法提供有益借鉴和指导。

4) 2012年5-8月，完成城市空气质量达标期限等内容的国外书面资料调研，主要研究

了欧洲、美国和日本的经验。

5) 2012年9月,完成《重污染城市空气质量达标策略与关键支撑技术研究》中期汇报,初步确定城市空气质量达标方案整体框架。

6) 2012年10-12月,综合以上研究分析,完成城市空气质量管理战略研究,构建城市空气质量改善技术路线图。

7) 2013年1-6月,根据城市空气质量管理战略,对兰州、石家庄、哈尔滨三个城市进行调研,结合各城市具体情况及地方需求,对城市空气质量管理战略进行调整。

8) 2013年7-11月,为石家庄及成都编制城市空气质量达标规划,针对规划编制中遇到的具体问题,反馈到空气质量改善方案编制指南。

9) 2013年11月,形成《城市空气质量改善规划编制指南》及编制说明(征求意见稿):编制组根据编制组内部征求意见情况,修改形成了《城市空气质量改善规划编制指南》及编制说明(征求意见稿)。

10) 2013年11月20日,《城市空气质量改善规划编制指南》(征求意见稿)审查会:环保部标准司技术处在北京召开《城市空气质量改善规划编制指南》(征求意见稿)审查会,编制组根据审查意见,对该稿进行了修改,形成了《城市空气质量改善规划编制指南》(征求意见稿)。

11) 2013年12月6日,《城市空气质量改善规划编制指南》(征求意见稿)审查会:环保部标准司技术处在北京召开《城市空气质量改善规划编制指南》(征求意见稿)审查会,编制组根据审查意见,对该稿进行了修改,形成了《改善方案编制指南》(征求意见稿)。

编制组在完成了《改善方案编制指南》及编制说明外,还同时完成了其他能够支撑城市空气质量改善的相关支撑技术指南及研究报告,并做了大量基础性的工作。

## 5 国外空气质量改善和达标策略

### 5.1 美国空气质量改善和达标策略

美国的环境空气质量标准是联邦标准,适用于美国的所有地方,其规定了户外大气中每种常见污染物的浓度限值,以充分保障人体健康和环境。在一定程度上环境空气质量标准构成了美国大气监管制度的基础。在设定标准方面,最重要一点就是关于国家环境大气质量标准必须给予公众健康“充分安全的”保护。在此意义上,国家环境大气质量标准是以健康为基础的。基于健康的国家环境标准为大气质量规划者提供一个明确的工作目标,表明了国家对于控制某些危害人体健康和环境的主要污染物的重视程度。

美国EPA对全美进行大气质量管理的区域划分。环境空气质量好于国家环境空气质量标准的大气质量管理地区被列为“达标地区”,反之则列为“未达标地区”。分类是基于每一个具体的污染物确定的,所以一个大气质量管理地区对于一种或多种污染物来说是属于未达标地区,但是对于其他污染物则可能是达标地区。与此同时,没有监测或者缺乏数据的大气

质量管理地区被视为“无法分类地区”（这种情况通常会出现在农村或者人口稀少的地区）。

《清洁空气法案》包含了达到空气质量标准所需要的一些条件，并且规定在 5 年内必须实现空气质量达标。

美国环境空气质量治理措施的有效和得力，促使美国主要大气污染物中多种污染物，例如铅、二氧化氮以及二氧化硫，在 20 世纪 70-80 年代随着排放量的大幅度下降。但是，由于很多地区在 20 世纪 80 年代仍然未能达到环境空气质量标准，美国国会在 1990 年《清洁大气法》修正案中进一步加严要求，规定了成本高昂、内容详细的措施，以更大的力度来实现大气质量的改善。作为 1990 年《清洁大气法》的一项重要举措，国会为多项大气污染物达标制定了相应的达标期限。一般规则是，一个地区有五年的时间用于达到标准，但是环保署可以将该期限延长，但是延长的时间不得超过 7 年。对于臭氧、一氧化碳和颗粒物，1990 年《清洁大气法》修正案根据不同地区的严重程度建立了分级达标制度，规定了不同的达标时间。以便通过对不同地区给予不同对待的方式来实现空气质量改善。

## 5.2 英国空气质量改善和达标策略

在英国，按照国会的要求，地方政府有义务将城市内未达标的地区指定为空气质量管区域。地方政府通过判断指标的确定、超标区域可能的延伸范围划定、相关受体的位置定位、相关源的自然特性和位置以及其他一些本地的相关因素的确定后，划定具体的空气质量管区域。在英国，现在有两种空气质量管区域，一种是指一个具体的相对较完整的行政区域，例如整个伦敦地区，而另外一种则是一些孤立的楼房、单独的街道、路网或是大型车辆的交通枢纽等。大部分情况下，地方政府不会选择只设立一个空气质量管区域的方式，而是进行相对较为细致的划分，这样就可以使环境管理更加细化和易于操作。

## 6 我国城市空气质量及大气污染控制状况

### 6.1 中国城市空气污染状况及分布特征研究

#### 6.1.1 我国城市环境空气主要污染物达标状况分析

##### 6.1.1.1 二氧化硫达标情况

利用我国 113 个环保重点城市 2011 年年均浓度数据进行分析。以我国现行环境空气质量标准、新标准，以及 WHO 各个阶段对浓度的要求为评判标准，对我国 113 个环保重点城市的达标情况进行分析，结果如图所示：

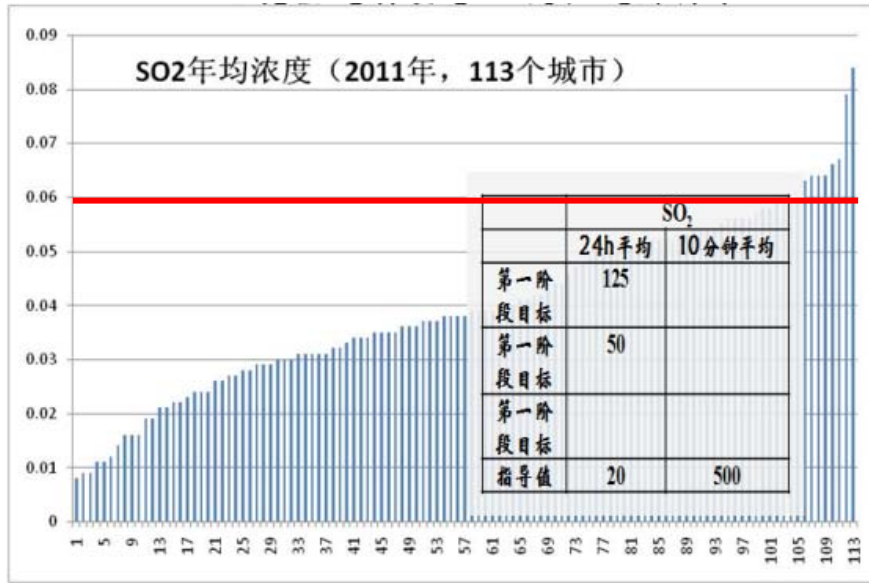


图1 2011年我国113个环保重点城市SO<sub>2</sub>达标情况

由于我国现行标准和新标准对SO<sub>2</sub>年均浓度二级标准的规定均为0.06mg/m<sup>3</sup>，因此无论按照哪个标准进行评价，2011年我国113个环保重点城市的SO<sub>2</sub>达标率均为92.9%。

### 6.1.1.2 二氧化氮达标情况

利用与SO<sub>2</sub>年均浓度相同的方法，对2011年113个环保重点城市NO<sub>2</sub>年均浓度进行评价。结果如图所示：

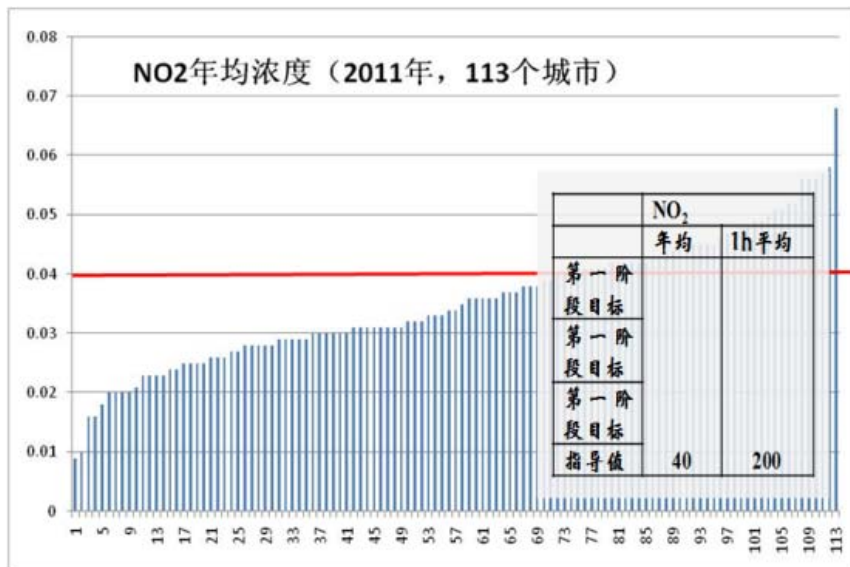


图2 2011年我国113个环保重点城市NO<sub>2</sub>达标情况

我国现行空气质量标准和新标准对NO<sub>2</sub>年均浓度达标的定义分别为0.08 mg/m<sup>3</sup>和0.04mg/m<sup>3</sup>，两者之间差异较大，标准严格程度大大提升。按照现行标准，2011年我国113个环保重点城市NO<sub>2</sub>年均浓度达标率为100%，但如果以新标准进行评价，达标率则降低到98.2%。



### 6.1.1.3 可吸入颗粒物达标情况

可吸入颗粒物污染一直以来是我国许多城市的首要污染物，在  $\text{SO}_2$  和  $\text{NO}_2$  浓度满足达标要求的情况下，往往由于可吸入颗粒物无法达标而降低城市的整体达标率。利用相同的方法对 2011 年 113 个环保重点城市可吸入颗粒物年均浓度情况进行评价，结果如下图所示：

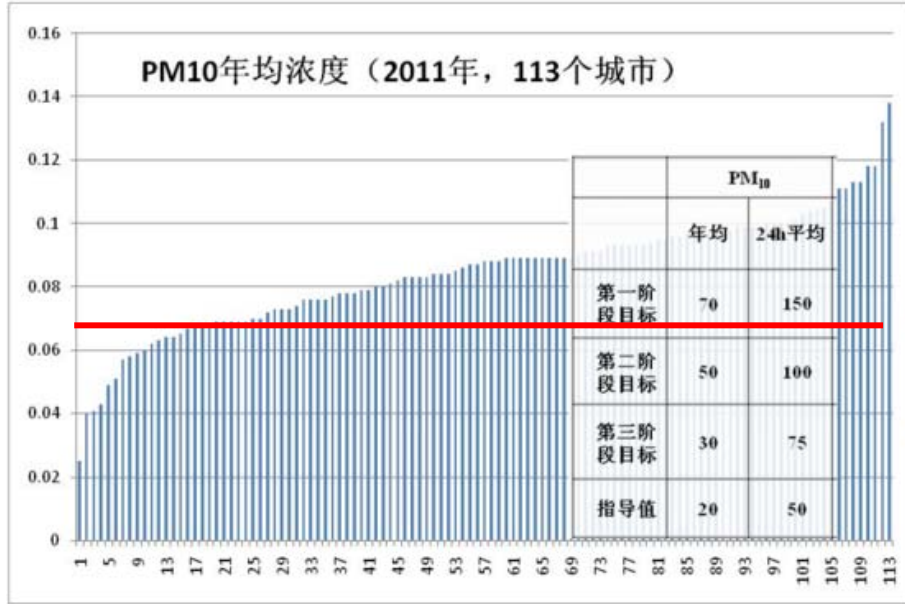


图 3 2011 年我国 113 个环保重点城市 PM<sub>10</sub> 达标情况

长期以来我国城市可吸入颗粒物年均浓度的达标率相对较低，在现行标准下，2011 年 113 个环保重点城市达标率仅为 84.1%，远远低于  $\text{SO}_2$  和  $\text{NO}_2$  年均浓度达标率情况。新标准出台后，将原有的二级标准浓度从  $0.1 \text{ mg/m}^3$  降低到  $0.07 \text{ mg/m}^3$ ，实现了与 WHO 第一阶段目标的同步。若以此作为达标的评价标准，2011 年可吸入颗粒物的达标率仅为 21.2%。

### 6.1.1.4 PM<sub>2.5</sub>

我国对细颗粒物 (PM<sub>2.5</sub>) 的监测主要开始于 2013 年，同时受到各地监测能力建设等条件的影响，部分地区尚未开展此项工作，因此本研究基于 2011 年对全国 26 个城市试点监测获得的结果对我国细颗粒物 (PM<sub>2.5</sub>) 的现状进行分析和研究。总体而言，细颗粒物 (PM<sub>2.5</sub>) 变化趋势与可吸入颗粒物 (PM<sub>10</sub>) 一致。北方城市浓度高于南方，南北方城市浓度均呈上升趋势。所有城市均有超标现象发生，且北方城市超标情况较南方城市更为严重。

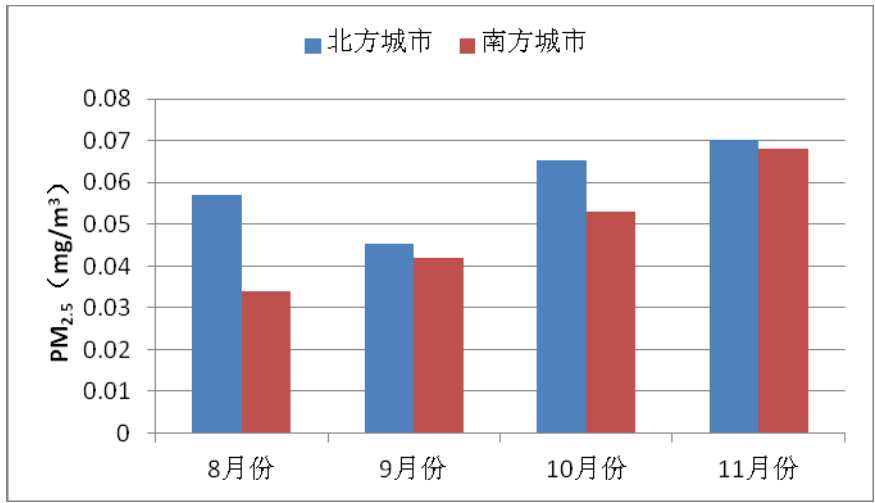


图4 8-11月份南北方城市细颗粒物月均浓度对比

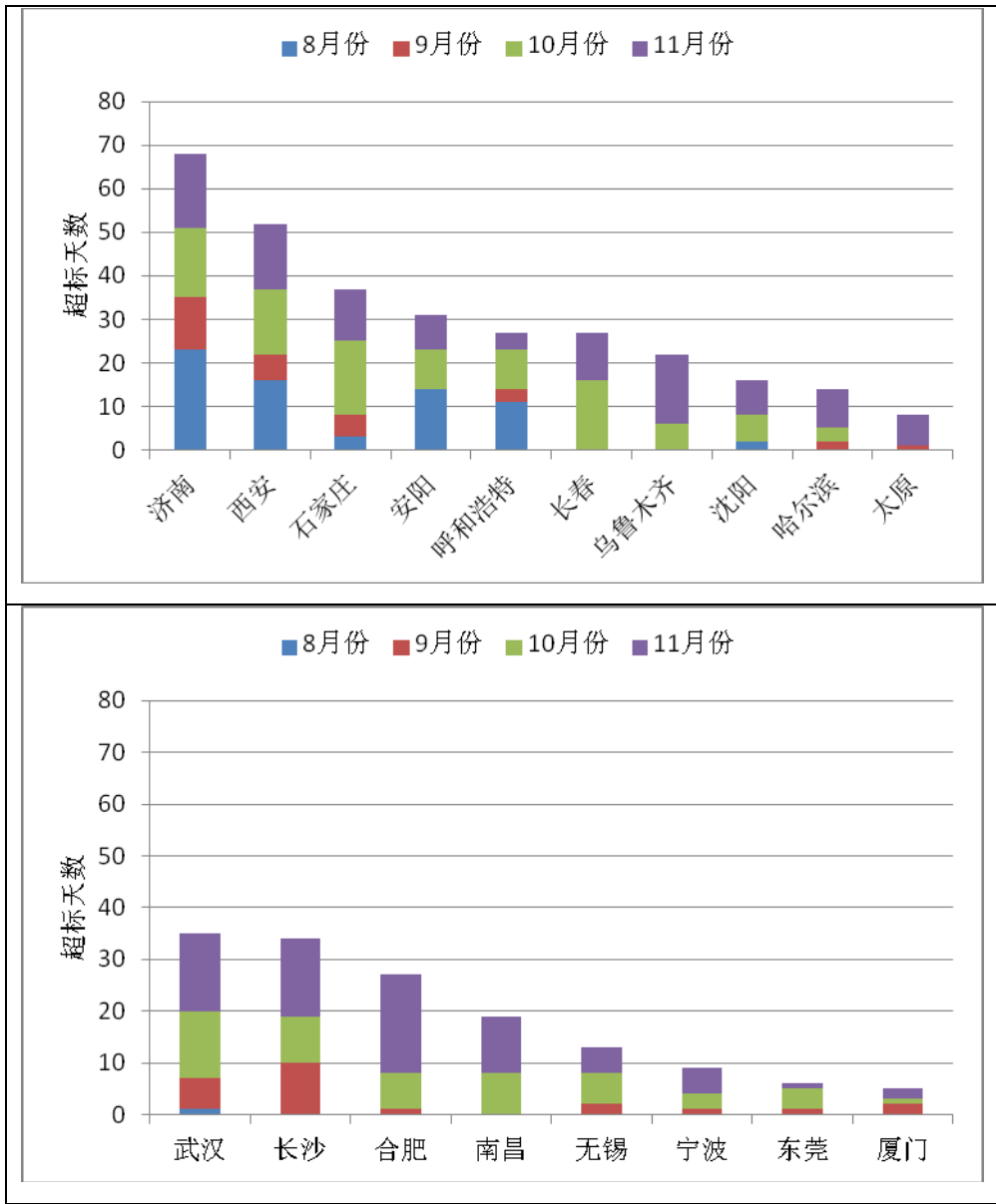


图5 8-11月份细颗粒物超标天数统计

试点监测期间，依据《城市环境空气质量评价办法（试行）》的细颗粒物年均限值，除

太原外，其它试点监测城市细颗粒物浓度均超标。

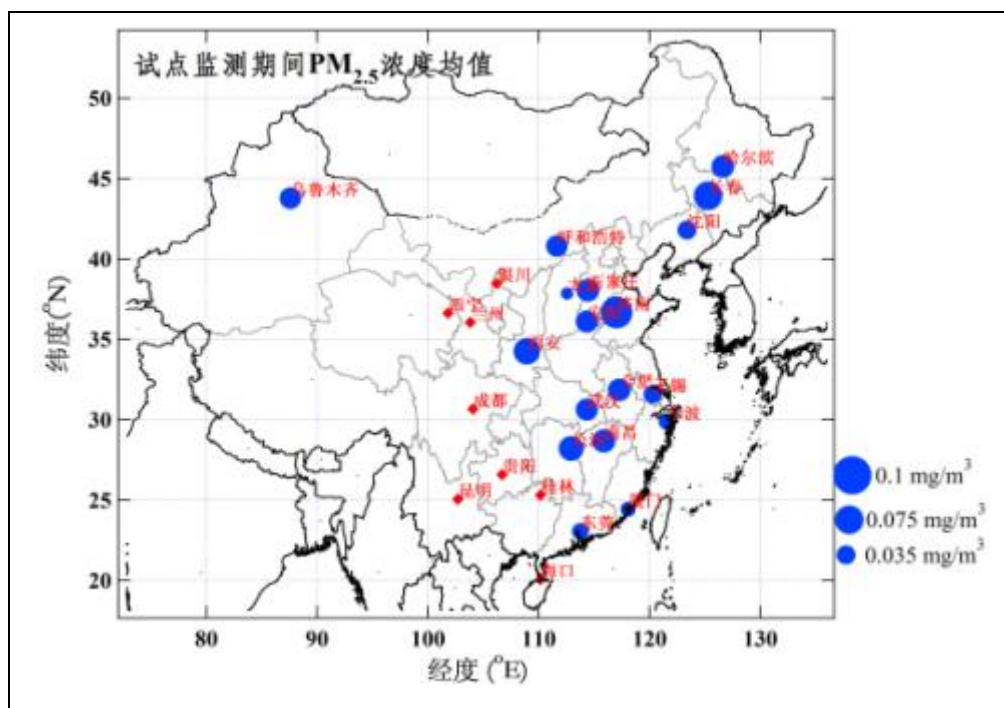


图 6 8-11 月份细颗粒物月均浓度均值分布图

此外，WHO 同时公布了全世界 38 个国家 567 个城市的  $PM_{2.5}$  年均浓度。试点监测期间全国细颗粒物平均浓度为  $0.058 \text{ mg/m}^3$ ，与全世界其他国家年均浓度相比，排名在第 34 位。如图 7 所示，试点城市细颗粒物浓度也远高于 WHO 公布城市浓度。

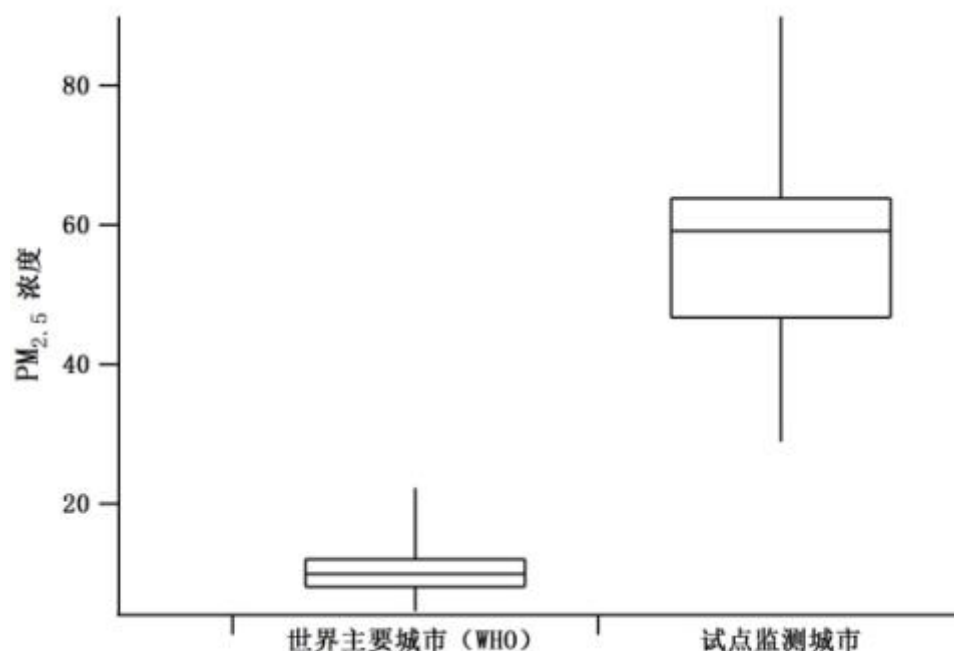


图 7 试点城市  $PM_{2.5}$  浓度值与世卫组织数据比较 (单位:  $\mu \text{g/m}^3$ )

从城市排名来看，我国城市细颗粒物月平均浓度处于全世界 567 个城市中的第 550 位 (太原) 至 567 位 (济南) 之间，基本处于污染最严重的区间，说明我国面临的细颗粒物污

染形势同样十分严峻。

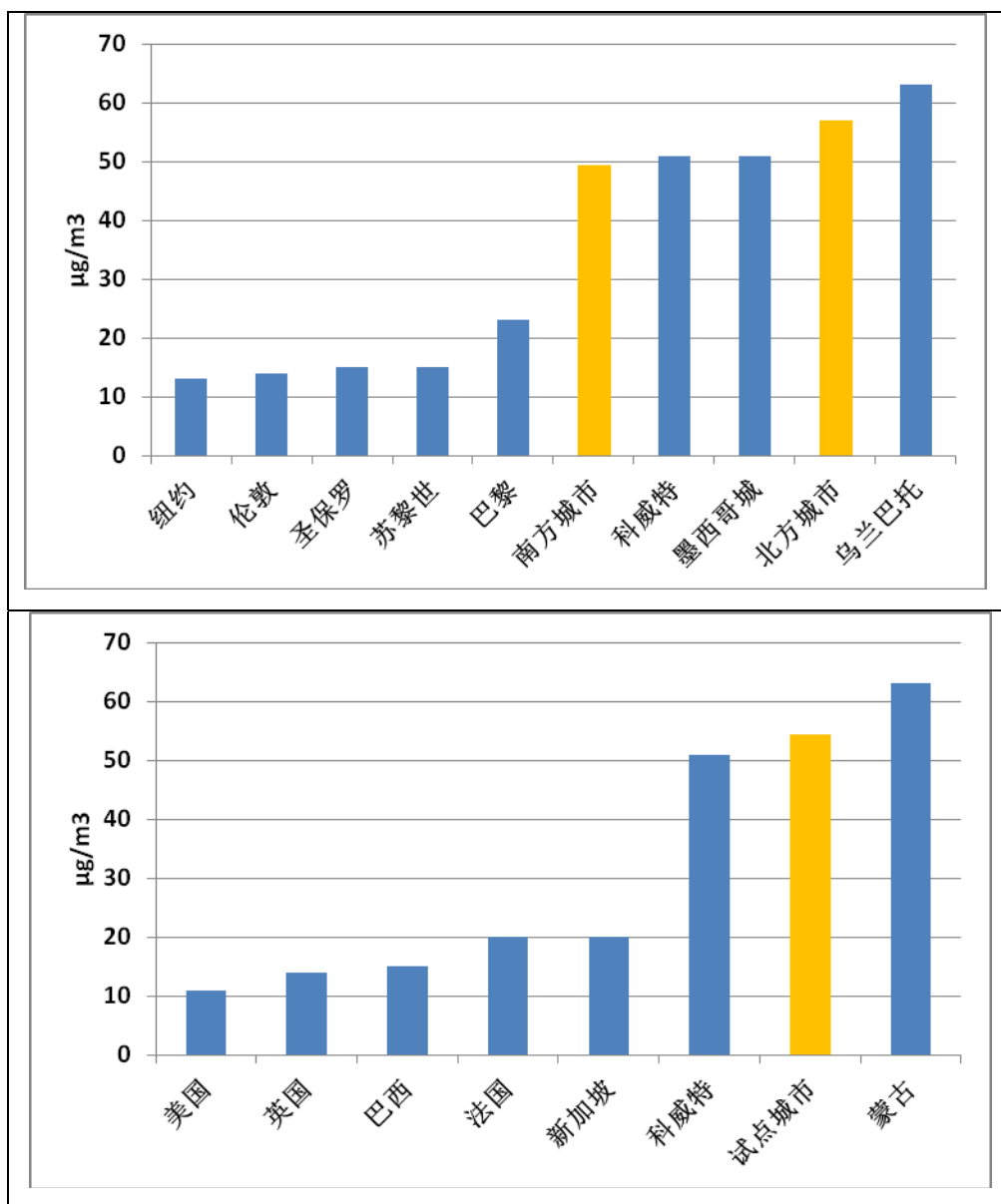


图8 试点城市 PM2.5 浓度值与世卫组织数据比较 (单位:  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )

如图9所示, 试点监测期间细颗粒物占可吸入颗粒物的平均比例为 65.8%, 南北方城市无明显差异。

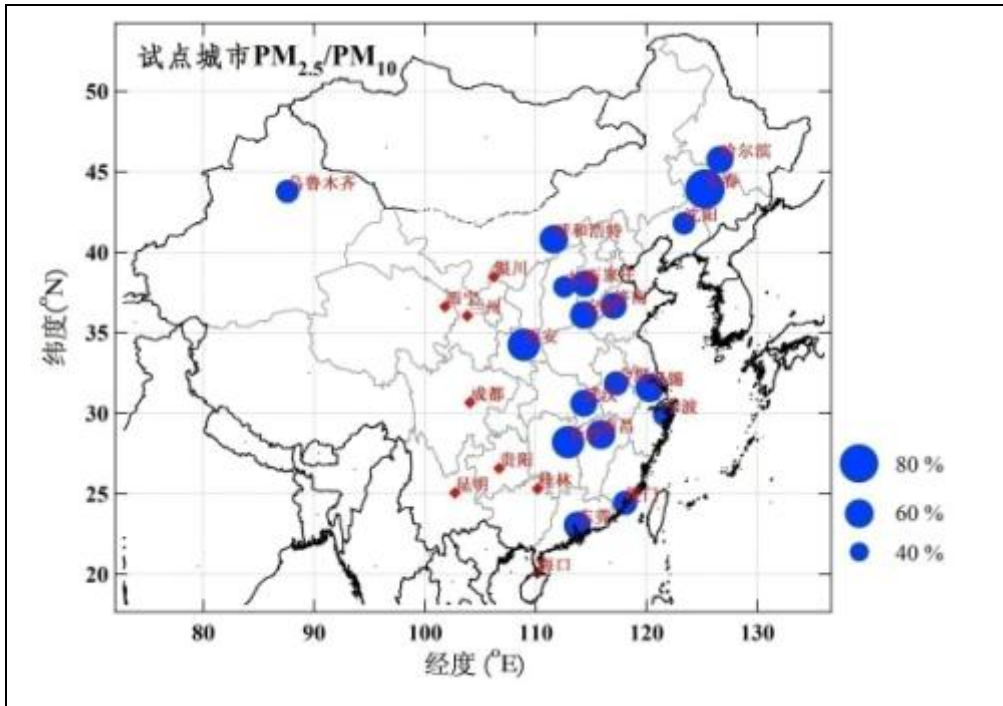


图9 试点城市PM<sub>2.5</sub>与PM<sub>10</sub>浓度比分布情况

#### 6.1.1.5 O<sub>3</sub>

试点监测期间，南北方城市 O<sub>3</sub> 浓度均呈下降趋势，尤以北方城市降幅显著（如图 10 所示），除哈尔滨外北方城市总体上超标情况略低于南方城市。北方城市超标主要集中在 8、9 月份，南方城市则主要集中在 8-10 月份（如图 11 所示）。

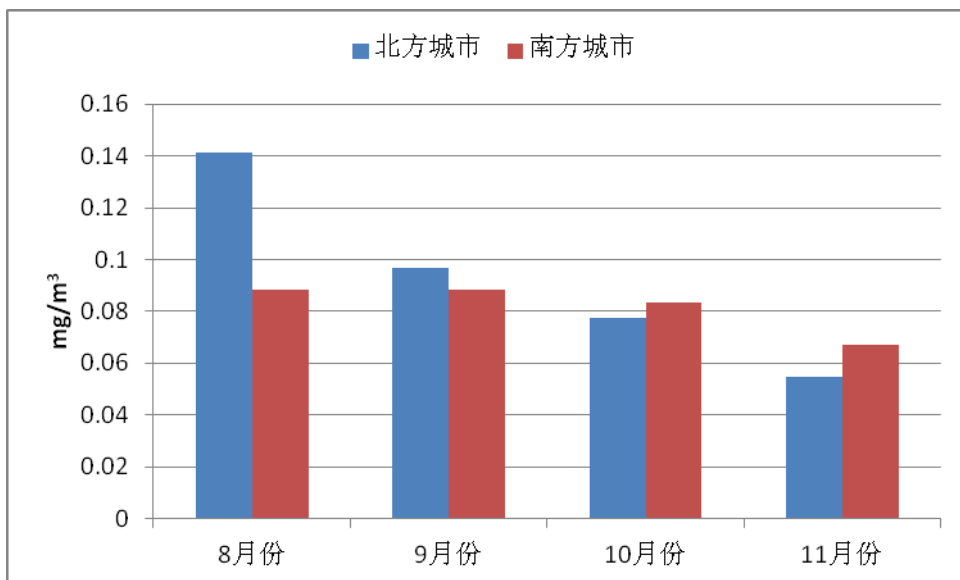


图10 8-11 月份南北方城市臭氧月均浓度对比

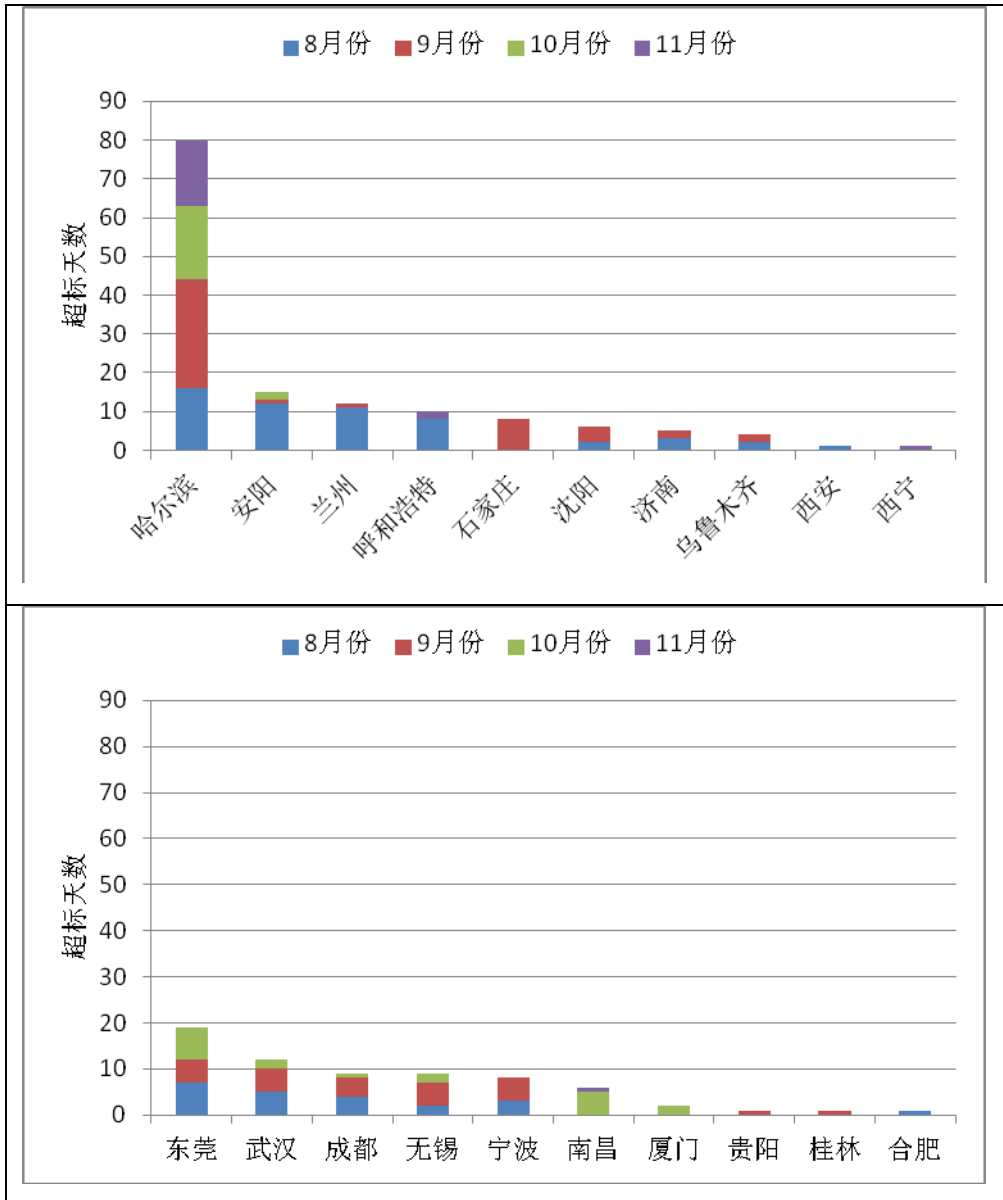


图 11 8-11 月份臭氧超标天数统计

### 6.1.1.6 其他

#### (1) 一氧化碳

监测期间,受安阳、哈尔滨、呼和浩特三个城市的影响北方城市浓度明显高于南方,二者均呈上升趋势(如图 12 所示)。超标城市均集中在北方。

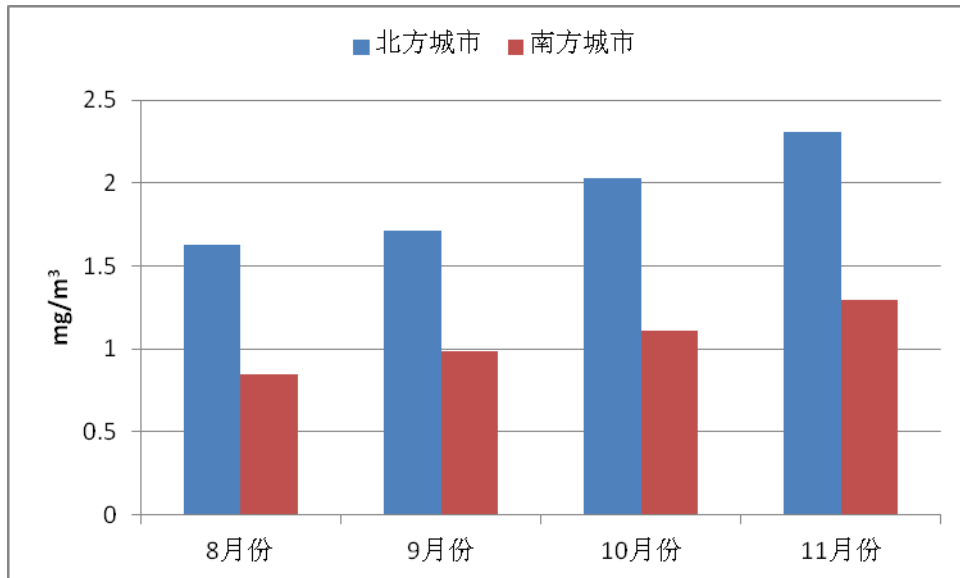


图 12 8-11 月份南北方城市一氧化碳月均浓度对比

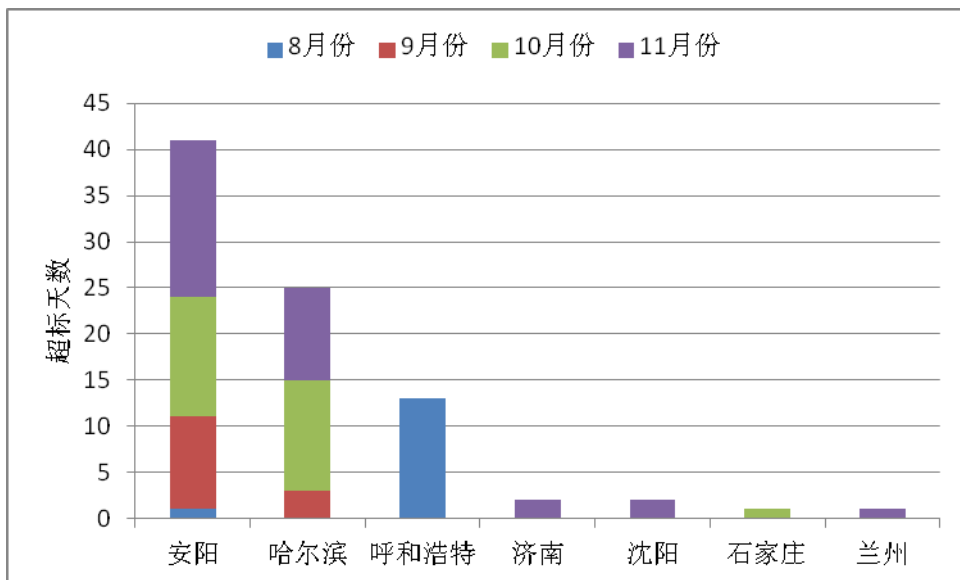


图 13 8-11 月份一氧化碳超标天数统计

## (2) TSP

如下图所示，试点监测期间份乌鲁木齐、银川、昆明等 8 个城市出现了 TSP 超标现象，各月总累计超标天数在 8 至 11 天之间。

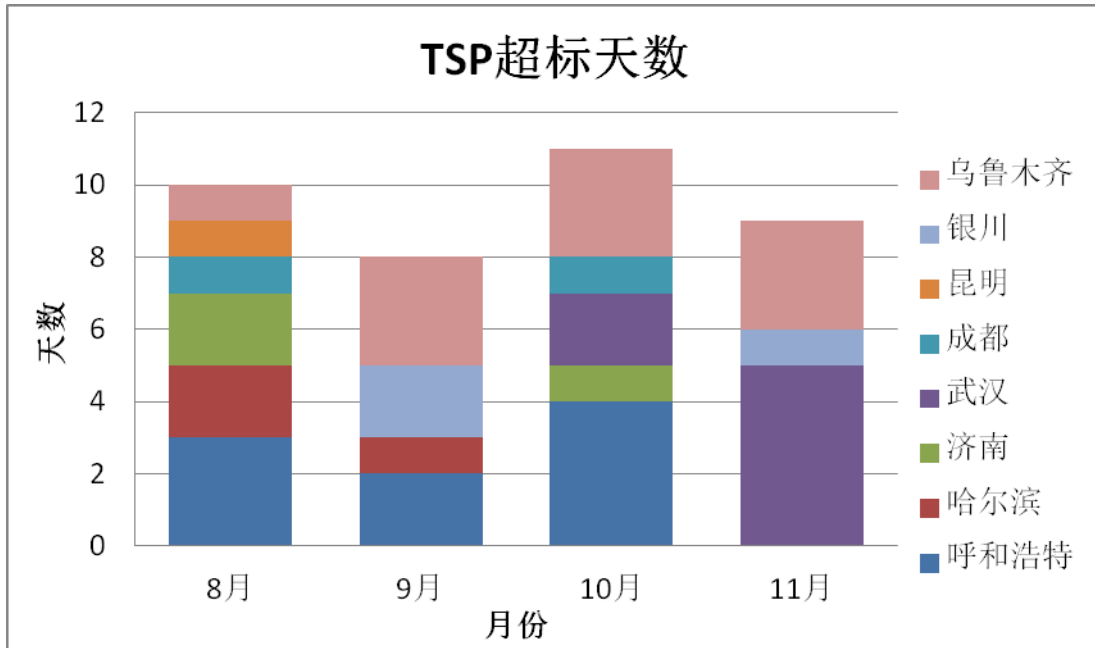


图 14 8月至11月监测城市 TSP 总超标天数统计

试点监测期间南方城市 TSP 平均浓度总体呈上升趋势，北方城市浓度维持稳定。

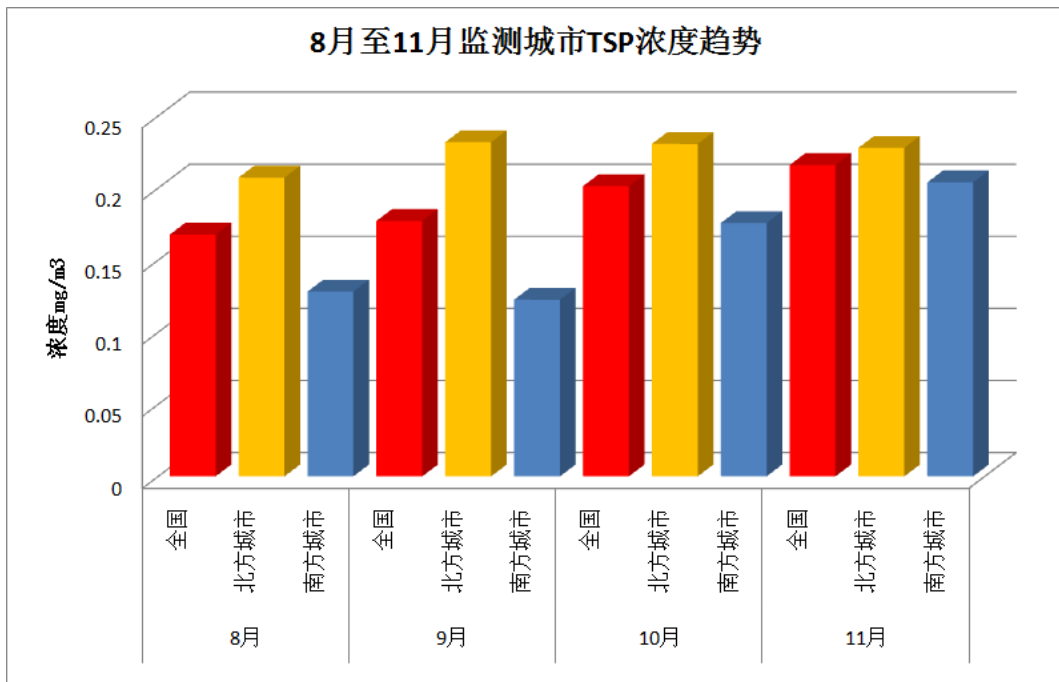


图 15 8月至11月监测城市 TSP 浓度趋势

如下图所示，试点期间有哈尔滨、呼和浩特、济南、乌鲁木齐、武汉、银川等 6 个城市 TSP 均值超过年均限值。



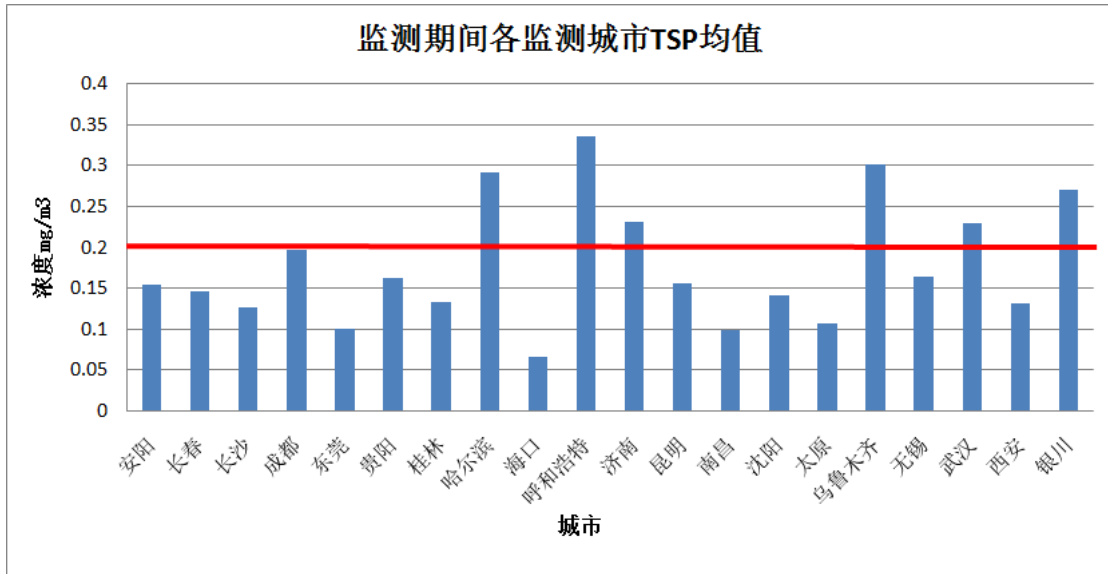


图 16 8 月至 11 月监测城市 TSP 浓度变化趋势  
(城市环境空气质量评价办法 (试行)标准与二次征求意见稿标准相同)

### 6.1.1.7 污染物浓度频数分析

#### (1) SO<sub>2</sub>

总体而言, 2010-2011 年的两年间, 113 个环保重点城市 SO<sub>2</sub> 达标情况在原有达标率较高的基础上有了进一步的提升。从频度分布图来看, 2010 年 2011 年 SO<sub>2</sub> 浓度相对聚集区主要集中在 0.031-0.056mg/m<sup>3</sup> 的区间, 两年之间的变化幅度相对较小, 但从最高浓度值来看, 2010 年 SO<sub>2</sub> 浓度最高的城市浓度达到 0.088 mg/m<sup>3</sup>, 而 2011 年则为 0.081 mg/m<sup>3</sup>, 较之 2010 年有一定的降低。

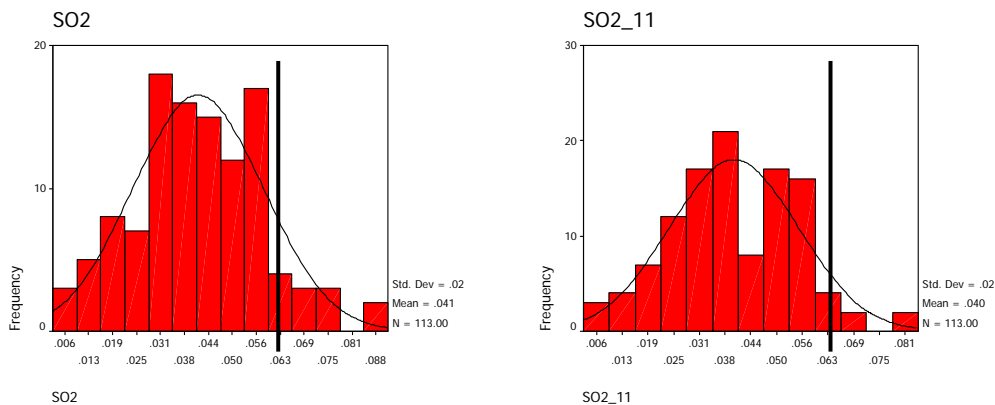


图 17 2010-2011 年 SO<sub>2</sub> 频数分布图

#### (2) NO<sub>2</sub>

从 2010 和 2011 年 113 个重点城市 NO<sub>2</sub> 浓度频度分布图的对比情况来看, 2010 年浓度聚集区主要集中在 0.013-0.056 mg/m<sup>3</sup> 的区间, 而 2011 年浓度高聚集区则主要集中在 0.019-0.056 mg/m<sup>3</sup> 的区间。按照新标准对 NO<sub>2</sub> 年均浓度达标的要求 (图中黑线为新标准规

定的二级标准年均浓度限制), 目前在不达标城市中, 有较大比例的城市超标率相对较低, 城市大气中 NO<sub>2</sub> 年均浓度接近新标准要求。

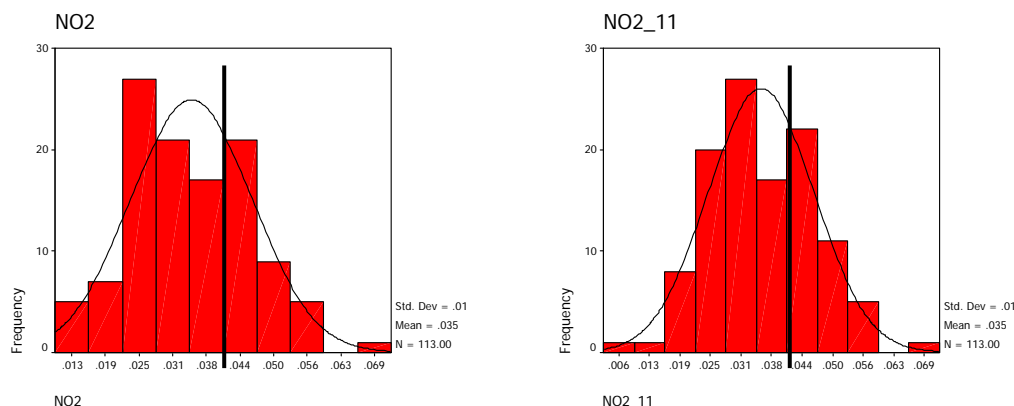


图 18 2010-2011 年 NO<sub>2</sub> 频数分布图

### (3) PM<sub>10</sub>

PM<sub>10</sub> 在我国较为严重, 总体来看, 按照新标准对年均浓度达标的要求, 113 个城市中 2010 和 2011 两年均为 78.8% 的城市不达标。从浓度值的分布情况来看, 2010 年浓度值相对集中的区间主要位于 0.056-0.12 mg/m<sup>3</sup>, 2011 年则主要集中在 0.056-0.106 mg/m<sup>3</sup>, 且均以 0.081-0.106 mg/m<sup>3</sup> 的城市数量最多。从具体的浓度值来看, 2010 年浓度值最高值为 0.157mg/m<sup>3</sup>, 而 2011 年则有一定程度的降低, 最高值为 0.145mg/m<sup>3</sup>。

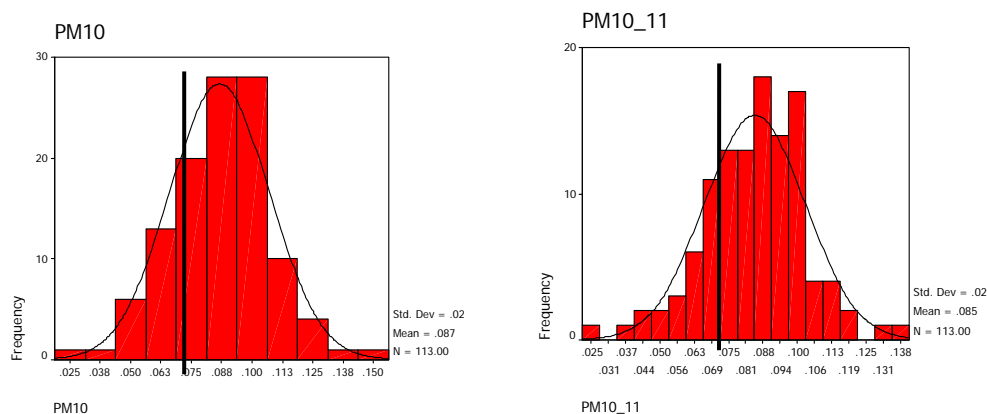


图 19 2010-2011 年 PM<sub>10</sub> 频数分布图

## 6.1.2 不达标城市空间分布特征

### 6.1.2.1 主要大气污染物空间分布状况

2007 年国务院发布《国家环境保护“十一五”规划》, 明确了 113 个城市为环保重点城市。《国家环境保护“十一五”规划》指出, “十一五”期间, 以北京、天津、上海、重庆等 113 个环保重点城市和城市群地区的大气污染综合防治为重点, 努力改善城市 and 区域空气质量。在 113 个环保重点城市还包括, 石家庄、太原、昆明、呼和浩特、贵阳等 27 个省会城

市。大连、青岛、宁波、厦门、深圳等 5 个计划单列市，以及秦皇岛、唐山、保定、邯郸、长治、临汾、阳泉、大同、包头、赤峰、温州、珠海、延安、克拉玛依等 77 个其他城市。这 113 个城市主要集中在我国的东部、东南部和中南部地区。

将 2010-2011 年两年的数据进行平均，用所得的数据与 2012 年新标准年均浓度进行比较计算，获得 2010-2011 年我国 113 个环保重点城市三项主要污染物 SO<sub>2</sub>、NO<sub>x</sub> 和 PM<sub>10</sub> 浓度情况，分析总体的达标率情况以及各个城市不同污染物的超标率。

### (1) 2010-2011 年 SO<sub>2</sub> 达标情况

按照数据统计结果显示，SO<sub>2</sub> 浓度达标城市为 103 个，不达标城市 10 个，从超标情况来看，超标率在 15% 以下的城市 7 个，分别为石嘴山、济宁、延安、包头、太原、金昌和柳州，这些城市主要集中在我国中原地区，涉及河南、内蒙古、山西、陕西和山东等省区。超标率在 15%-30% 的城市为山东省淄博市，该市是山东省主要的石油化工基地。超标率在 30%-60% 的城市 2 个，分别为乌鲁木齐和攀枝花。2010 年和 2011 年 113 个环保重点城市中均无超标率在 60% 以上的城市。

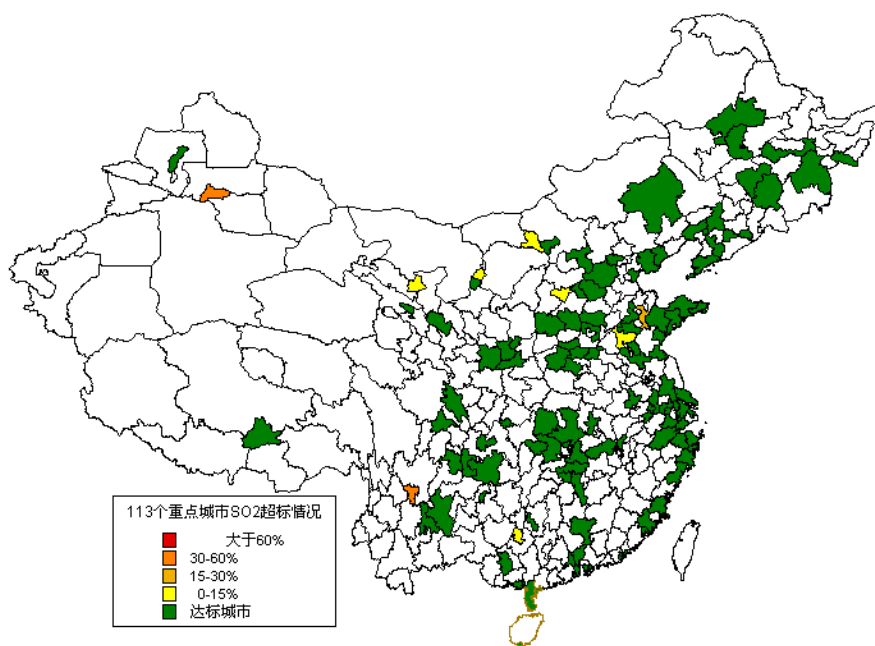


图 20 2010-2011 年 113 个环保重点城市 SO<sub>2</sub> 达标情况

2010-2011 年全国 113 个环保重点城市 SO<sub>2</sub> 达标状况分布情况如下表所示：

表 1 2010-2011 年 113 个环保重点城市 SO<sub>2</sub> 达标情况

达标情况	2010 年城市	2011 年城市
达标城市	海口、拉萨、福州、三亚、大庆、深圳、湛江、珠海、克拉玛依、汕头、吉林、湖州、北海、泉州、合肥、厦门、宝鸡、威海、长治、中山、牡丹江、南宁、温州、马鞍山、锦州、芜湖、台州、上海、长春、	海口、福州、拉萨、深圳、三亚、湛江、珠海、大庆、汕头、克拉玛依、湖州、泉州、牡丹江、中山、吉林、合肥、北海、厦门、威海、宝鸡、长春、南宁、长治、马鞍山、北京、广州、上海、南通、温州、

	成都、宁波、九江、咸阳、北京、岳阳、扬州、南通、苏州、广州、杭州、常州、绵阳、荆州、南京、大同、佛山、大连、抚顺、齐齐哈尔、临汾、连云港、银川、西宁、日照、桂林、昆明、长沙、烟台、保定、武汉、秦皇岛、开封、嘉兴、宜昌、西安、阳泉、徐州、邯郸、济南、哈尔滨、鞍山、呼和浩特、无锡、曲靖、赤峰、张家界、铜川、重庆、重庆、泰安、韶关、泸州、青岛、洛阳、郑州、石家庄、天津、南昌、湘潭、绍兴、宜宾、本溪、唐山、兰州、枣庄、贵阳、遵义、株洲、沈阳、潍坊、平顶山、常德	宁波、台州、烟台、常州、扬州、芜湖、成都、咸阳、锦州、九江、张家界、南京、嘉兴、佛山、苏州、荆州、桂林、曲靖、齐齐哈尔、韶关、绵阳、邯郸、大连、昆明、秦皇岛、临汾、重庆、银川、大同、连云港、杭州、武汉、保定、日照、长沙、抚顺、哈尔滨、天津、西安、西宁、宜昌、铜川、徐州、岳阳、兰州、贵阳、赤峰、淄博、焦作、泸州、济南、青岛、郑州、石家庄、泰安、安阳、株洲、遵义、开封、平顶山、阳泉、呼和浩特、无锡、石嘴山、唐山、本溪、南昌、枣庄、潍坊、鞍山、绍兴、湘潭、沈阳、常德、宜宾、金昌
超标 15%以内	延安、安阳、焦作、济宁、包头、太原	济宁、太原、包头、柳州、延安、洛阳
超标 15%-30%	石嘴山、柳州、金昌、攀枝花	无
超标 30%-60%	乌鲁木齐、淄博	乌鲁木齐、攀枝花
超标 60%以上	无	无

### (2)2010-2011 年 NO<sub>2</sub> 达标情况

2010-2011 年全国 113 个环保重点城市中有 76 个 NO<sub>2</sub> 达标，全国各个省区均有城市实现达标。从分布情况来看，超标 15% 以上的城市 17 个，主要集中在以河南、山东、山西和浙江为主的华北、中原和长江三角洲地区。超标率在 15-30% 的城市 14 个，主要涉及我国华中地区的几个省市，超标率介于 30-60% 之间的城市 5 个，分别为北京、武汉、杭州、温州和苏州，这些城市中除北京位于北方以外，其他城市均属于我国南方经济相对较为发达的城市。超标率在 60% 以上的城市为乌鲁木齐。

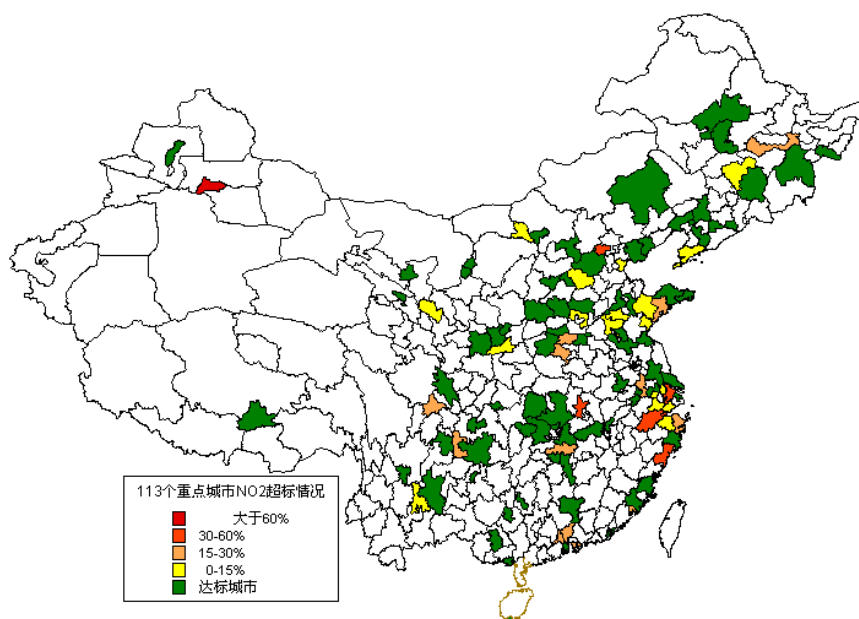


图 21 2010-2011 年年 113 个环保重点城市 NO<sub>2</sub> 达标情况

2010-2011 年全国 113 个环保重点城市 NO<sub>2</sub> 达标状况分布情况如下表所示:

表 2 2010-2011 年 113 个环保重点城市 NO<sub>2</sub> 达标情况

达标情况	2010 年城市	2011 年城市
达标城市	三亚、湛江、张家界、北海、海口、锦州、大庆、临汾、太原、泉州、赤峰、拉萨、宜昌、荆州、克拉玛依、扬州、吉林、汕头、咸阳、金昌、九江、秦皇岛、连云港、银川、长治、西宁、常德、曲靖、徐州、柳州、济南、桂林、齐齐哈尔、贵阳、宝鸡、大同、常州、马鞍山、岳阳、绵阳、邯郸、石嘴山、唐山、阳泉、南通、南宁、合肥、焦作、芜湖、保定、福州、珠海、开封、淄博、株洲、韶关、威海、呼和浩特、本溪、牡丹江、宜宾、延安、沈阳、抚顺、枣庄、遵义、台州、洛阳、攀枝花、铜川、包头、鞍山、烟台、重庆	张家界、湛江、海口、三亚、临汾、大庆、北海、扬州、金昌、荆州、拉萨、咸阳、九江、太原、克拉玛依、泉州、合肥、邯郸、连云港、宜昌、汕头、宝鸡、西宁、长治、秦皇岛、吉林、常州、曲靖、赤峰、石嘴山、锦州、齐齐哈尔、韶关、徐州、唐山、威海、芜湖、银川、贵阳、常德、柳州、牡丹江、桂林、重庆、大同、保定、遵义、开封、阳泉、福州、马鞍山、岳阳、南宁、淄博、沈阳、珠海、焦作、湘潭、中山、南通、烟台、济南、枣庄、台州、鞍山、宜宾、绵阳、天津、南昌、呼和浩特、洛阳、大连、抚顺、攀枝花
超标 15%以内	大连、中山、湘潭、石家庄、绍兴、南昌、潍坊、平顶山、泰安、长春、日照、济宁、安阳、天津、深圳、嘉兴、西安、昆明、郑州、南京、长沙	西安、铜川、石家庄、株洲、延安、湖州、兰州、泰安、无锡、本溪、绍兴、长春、济宁、昆明、泸州、潍坊、包头、嘉兴、日照、青岛、安阳、哈尔滨
超标 15%-30%	无锡、湖州、厦门、青岛、哈尔滨、兰州、泸州、上海、成都、佛山	长沙、郑州、深圳、厦门、广州、南京、宁波、上海、成都
超标 30%-60%	宁波、广州、苏州、杭州、北京、武汉、温州	佛山、平顶山、北京、温州、武汉、苏州、杭州
超标 60%以上	乌鲁木齐	乌鲁木齐

### (3)2010-2011 年 PM<sub>10</sub> 达标情况

统计数据显示, 2010-2011 年我国 113 个环保重点城市中, 达标城市 20 个, 主要集中在我国的西南、东南和沿海省区, 其中, 海南省的两个重点城市三亚和海口均实现 PM<sub>10</sub> 达标, 且 PM<sub>10</sub> 浓度为 113 个城市中最低。广东省、广西省、福建省等也均有多个城市实现达标, 其他城市中, 大连、秦皇岛、威海位于沿海地区, 九江市分布于长江沿岸, 拉萨和克拉玛依则处于边疆地区。PM<sub>10</sub> 浓度超标 15%以下城市为 23 个, 以东北地区、西南地区相对较为集中, 其他零星分布于东南沿海和山西、内蒙古等省区。超标在 15%-30%的城市 25 个, 主要集中在长江沿岸的湖北、湖南和长江三角洲地区。超标在 30%-60%的城市共计 25 个, 这些城市主要集中分布在山东、河南、山西、浙江和江苏几个省区。超标率在 60%以上的城市 8 个, 分别为济宁、合肥、西宁、北京、延安、西安、乌鲁木齐和兰州, 涉及北京、安徽、山东、陕西、甘肃、新疆和青海 7 个省、市、自治区, 从地理分布来看主要集中在我国的华东、中原和西北一线。

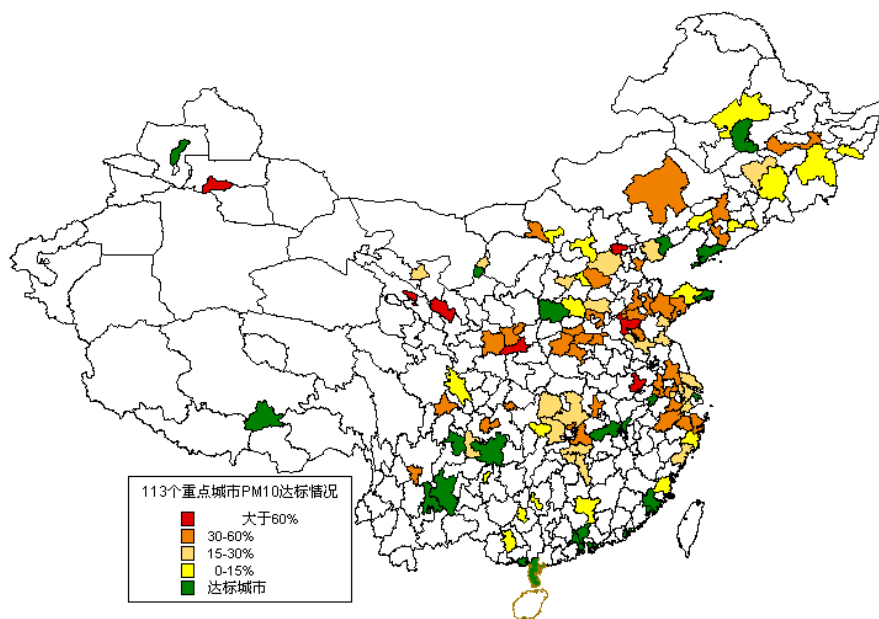


图 22 2010-2011 年 113 个环保重点城市 PM<sub>10</sub> 达标情况

2010-2011 年全国 113 个环保重点城市 PM<sub>10</sub> 达标状况分布情况如下表所示:

表 3 2010-2011 年 113 个环保重点城市 PM<sub>10</sub> 达标情况

达标情况	2010 年城市	2011 年城市
达标城市	三亚、海口、湛江、拉萨、珠海、中山、克拉玛依、大庆、深圳、大连、北海、汕头、佛山、九江、秦皇岛、厦门、桂林、威海、柳州、呼和浩特、泉州、本溪、广州、南宁	三亚、拉萨、海口、湛江、珠海、中山、深圳、汕头、绵阳、北海、厦门、秦皇岛、烟台、威海、昆明、大连、韶关、曲靖、克拉玛依、福州、泉州、九江、广州、宜宾、牡丹江、佛山
超标 15%以内	牡丹江、张家界、昆明、韶关、贵阳、芜湖、大同、阳泉、宜宾、齐齐哈尔、上海、锦州、台州、福州	大同、本溪、大庆、南宁、台州、呼和浩特、齐齐哈尔、张家界、桂林、柳州、长治、南通、石嘴山、吉林、贵阳、锦州、上海
超标 15%-30%	烟台、株洲、吉林、绵阳、长治、长沙、保定、临汾、唐山、曲靖、温州、宜昌、湖州、泸州、遵义、南昌、金昌、荆州、石嘴山、徐州、无锡、日照、长春、太原、苏州、邯郸、连云港	唐山、阳泉、保定、宜昌、荆州、长沙、太原、临汾、芜湖、湘潭、徐州、株洲、泸州、无锡、苏州、南昌、邯郸、连云港、嘉兴、青岛、淄博、日照、平顶山、常德、遵义、金昌、潍坊、长春、温州、马鞍山
超标 30%-60%	常德、赤峰、嘉兴、银川、咸阳、抚顺、平顶山、绍兴、湘潭、宁波、扬州、天津、岳阳、常州、南通、泰安、马鞍山、攀枝花、宝鸡、杭州、石家庄、潍坊、铜川、青岛、枣庄、焦作、沈阳、哈尔滨、包头、重庆、成都、鞍山、洛阳、武汉、安阳、	天津、扬州、杭州、岳阳、重庆、攀枝花、抚顺、宁波、银川、沈阳、常州、南京、枣庄、开封、宝鸡、咸阳、泰安、焦作、石家庄、包头、哈尔滨、安阳、鞍山、绍兴、武汉、成都、洛阳、郑州、济南、铜川、西宁、湖州、赤峰、济宁

	淄博、郑州、开封	
超标 60%以上	南京、合肥、济宁、济南、延安、北京、 西宁、西安、乌鲁木齐、兰州	北京、合肥、西安、延安、乌鲁木齐、兰州

### 6.1.2.2 分区域特征研究

#### (1) 超标城市污染类型

按照超标污染物种类对城市进行统计分类,可将超标城市分为仅 NO<sub>2</sub> 一项污染物超标、仅 PM<sub>10</sub> 一项污染物超标、SO<sub>2</sub> 和 PM<sub>10</sub> 两项污染物都超标、NO<sub>2</sub> 和 PM<sub>10</sub> 两项污染物都超标,以及三项都超标和三项都达标六种类型。

113 个地级以上城市,三项污染物均达标的城市有 14 个,占比为 12.4%,主要包括秦皇岛、泉州、九江、威海、珠海、汕头、湛江、中山、北海、海口、三亚、曲靖、克拉玛依和大庆。从其分布状况来看,主要分布在我国的东南部地区和北方沿海区域。

仅 NO<sub>2</sub> 一项污染物超标的城市为大连、厦门、广州、深圳和佛山,这些城市均沿海分布,重工业较少,但由于经济相对发达,因此机动车保有量相对较多,因此 NO<sub>2</sub> 表现为超标现象。

仅 PM<sub>10</sub> 一项污染物超标的城市共 57 个,占比 50.4%,这些城市在我国的东、中、西部广泛分布,按 PM<sub>10</sub> 来源不同可分成两种类型:一是鞍山、邯郸、宝鸡、岳阳等这类以煤炭、冶炼、石化产业为主的工业城市;二是石嘴山、银川等以矿产资源开发为主,同时又易受沙尘影响的的城市。

113 个城市中 SO<sub>2</sub> 和 PM<sub>10</sub> 两项污染物均超标的城市 3 个,分别是太原、延安和金昌。

NO<sub>2</sub> 和 PM<sub>10</sub> 两项污染物均超标的城市 31 个,占比 27.4%,这些城市主要集中于三个加大的城市群,分别是京津冀、长三角和成渝地区,这些地区经济发达、城市连片,城市间污染源排放互为影响,是我国进行区域联防联控的主要目标区域。

三项污染物均超标的成为包头、济宁和乌鲁木齐,均分布于我国的北方地区。

上述结果表明,以新标准作为评价依据,我国 113 个地级以上城市存在 SO<sub>2</sub> 浓度超标的城市仅为 6 个,NO<sub>2</sub> 超标的城市 39 个,而 PM<sub>10</sub> 浓度超标的城市为 94 个,因此大部分城市的首要污染物为颗粒物。

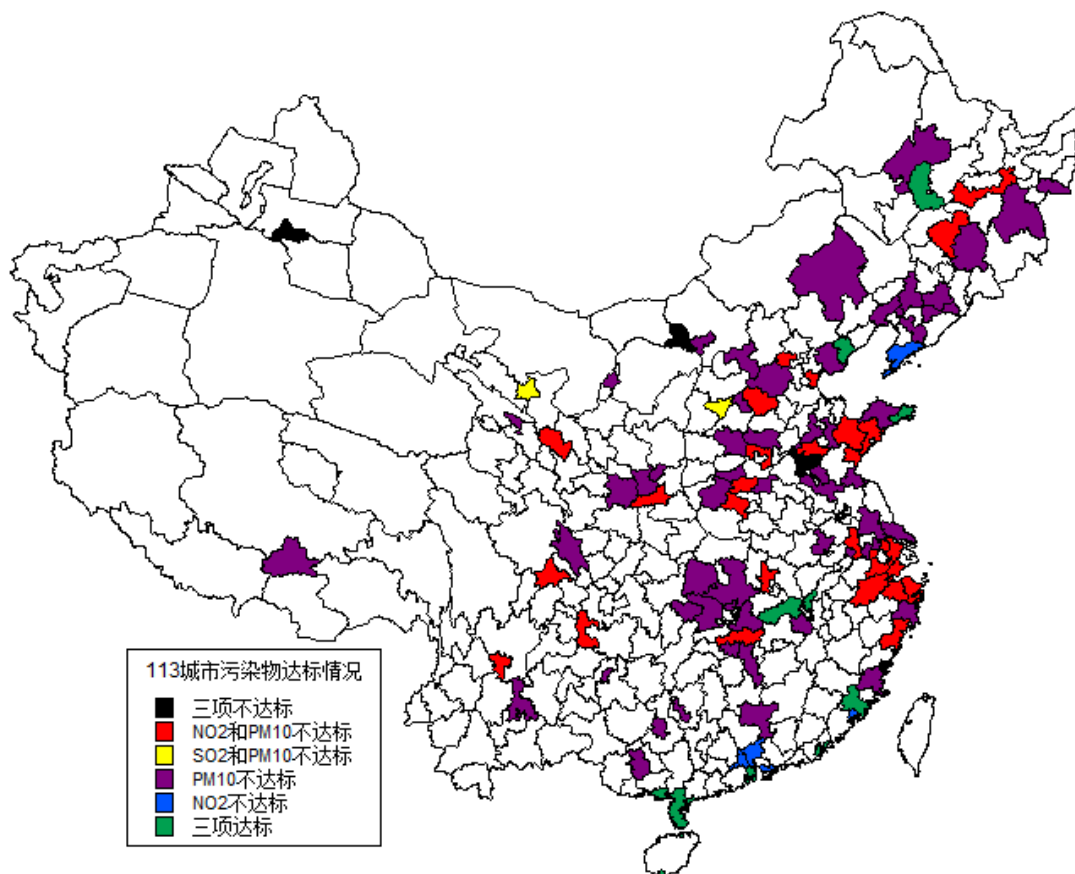


图 23 我国 113 个地级以上城市三项污染物达标情况

## (2) 超标城市分类地理分布特征

### 1) 北方城市污染特征

北方超标城市，以 PM<sub>10</sub> 超标为主，部分城市兼有 SO<sub>2</sub> 超标。我国北方城市，干旱少雨，裸露地相对较多，多有扬尘污染。冬季采暖以煤炭为主要能源，大量燃煤导致排放较多的 SO<sub>2</sub> 和烟尘，加之工业和机动车排放的复合，使部分城市 PM<sub>10</sub> 和 SO<sub>2</sub> 超标。概括来说，华北平原城市以烟尘、工业、机动车复合污染为主要特征，而东北和西北城市扩散条件较好，主要以扬尘污染为主要特征。

### 2) 西部城市污染特征

西部超标城市中，由于受荒漠和沙尘影响较大，表现为自然来源的 PM<sub>10</sub> 污染特征。；此外,以煤炭资源开发利用为主、人口密度相对集中的城市兼有 SO<sub>2</sub> 和 NO<sub>2</sub> 超标。

### 3) 南方城市污染特征

南方超标城市情况相对复杂。中国南方城市按地理位置大致可以分为三部分：东南和西南部城市。东南部城市，以泛长三角州为中心辐射的区域，工业水平相对较为发达、经济发展水平相对较高，以工业和机动车排放污染相复合引起的 PM<sub>10</sub> 和 NO<sub>2</sub> 超标为主要污染特征。而贵州、云南、广西等省份的西南部城市主要以能源开采，资源加工为支柱产业，导致 PM<sub>10</sub> 超标。



总体说来，我国地域辽阔，自然状况、资源条件、产业结构、经济水平差异显著，从而导致大气污染源排放结构有显著差异，空气污染具有明显的地域分布特征。7.1.3 主要驱动力及分区对比研究

### 6.1.3.1 单位 GDP 能耗

根据 64 个重点城市 2010 年 GDP、能耗数值，采用聚类分析方法，将各城市单位 GDP 能耗分为六类，第一类为大同、阳泉，第二类为为石嘴山、第三类为临汾、枣庄，第四类为杭州、上海、福州、珠海、宜昌、汕头、中山、广州、宁波、北京、嘉兴、哈尔滨、威海、绍兴、武汉、佛山、青岛、沈阳、厦门、长沙、台州、深圳、南昌，第五类为乌鲁木齐、唐山、安阳、兰州、邯郸、克拉玛依、平顶山、焦作、包头，第六类为呼和浩特、石家庄、遵义、洛阳、徐州、曲靖、齐齐哈尔、南京、秦皇岛、太原、银川、郑州、济南、韶关、开封、桂林、保定、常州、烟台、湛江、宜宾、重庆、连云港、无锡、苏州、扬州、南通。三个示范城市兰州、包头和太原单位 GDP 能耗分在 1.04 和 2.15 附近，分属第五类和第六类。64 个重点城市从低到高排序，太原、包头和兰州分别处于 42、52 和 57 位，单位 GDP 能耗相对较高。下图为各城市单位 GDP 能耗 K-均值聚类分析具体流程。

表 4 初始聚类中心

	聚类					
	1	2	3	4	5	6
单位GDP能耗	10.66	5.55	3.07	.05	2.15	1.04

表 5 迭代历史记录 a

迭代	聚类中心内的更改					
	1	2	3	4	5	6
1	.170	.000	.262	.357	.069	.033
2	.057	.000	.087	.061	.008	.054
3	.019	.000	.029	.002	.001	.002
4	.006	.000	.010	7.741E-5	9.407E-5	8.663E-5
5	.002	.000	.003	2.764E-6	1.045E-5	3.465E-6
6	.001	.000	.001	9.873E-8	1.161E-6	1.386E-7
7	.000	.000	.000	3.526E-9	1.290E-7	5.545E-9
8	7.775E-5	.000	.000	1.259E-10	1.434E-8	2.218E-10
9	2.592E-5	.000	3.986E-5	4.498E-12	1.593E-9	8.872E-12
10	8.638E-6	.000	1.329E-5	1.606E-13	1.770E-10	3.546E-13

### 6.1.3.2 单位 GDP 污染物浓度

根据 45 个重点城市 2010 年 GDP、SO<sub>2</sub>、NO<sub>x</sub>、烟粉尘排放量数值，采用系统聚类分析方法，将各城市单位 GDP 污染物排放量聚类，如下图所示。系统聚类将郑州、绍兴、南通、北京、青岛、汕头、武汉、无锡、南京、大连、南宁、常德、桂林、连云港、宜昌、宁波、本溪、荆州归为一类，此类城市单位 GDP 污染物浓度相对较低；呼和浩特、徐州、昆明、重庆、韶关、贵阳、兰州、太原、平顶山、包头、芜湖、马鞍山归为二类，此类城市单位 GDP 污染物浓度相对较高；攀枝花、宜宾归为三类，曲靖，金昌各为四类和五类，后几个城市单位 GDP 污染物浓度很高。三个示范城市兰州、包头和太原单位 GDP 污染物排放量归为二类，属于单位 GDP 污染物排放量较高的城市。

表 6 案例处理汇总 a,b

案例					
有效		缺失		总计	
N	百分比	N	百分比	N	百分比
34	75.6	11	24.4	45	100.0

a. 平方 Euclidean 距离 已使用

b. 平均联结 (组之间)

平均联结 (组之间)

表 7 聚类表

阶	群集组合		系数	首次出现阶群集		下一阶
	群集 1	群集 2		群集 1	群集 2	
1	7	25	2.068	0	0	4
2	5	14	17.058	0	0	7
3	15	36	23.571	0	0	5
4	7	20	31.100	1	0	16
5	8	15	44.799	0	3	6
6	8	22	75.886	5	0	10
7	5	9	91.594	2	0	10
8	35	38	126.849	0	0	9
9	21	35	153.121	0	8	12
10	5	8	172.591	7	6	17
11	4	24	220.995	0	0	22
12	21	33	349.274	9	0	17
13	3	37	393.187	0	0	19
14	12	44	415.134	0	0	20
15	31	45	424.784	0	0	20
16	1	7	461.838	0	4	23

17	5	21	564.222	10	12	18
18	5	16	707.278	17	0	23
19	3	10	713.126	13	0	24
20	12	31	1102.394	14	15	24
21	18	32	1119.330	0	0	27
22	4	11	1120.115	11	0	26
23	1	5	1296.253	16	18	27
24	3	12	1638.705	19	20	26
25	39	40	1907.248	0	0	31
26	3	4	2285.325	24	22	28
27	1	18	3083.384	23	21	30
28	3	27	4061.526	26	0	29
29	3	26	5765.663	28	0	30
30	1	3	6844.789	27	29	31
31	1	39	20475.038	30	25	32
32	1	42	43173.736	31	0	33
33	1	43	145702.882	32	0	0

1: 北京  
7: 郑州  
25: 绍兴  
20: 南通  
5: 南京  
14: 大连  
9: 南宁  
8: 武汉  
15: 青岛  
36: 汕头  
22: 无锡  
21: 连云港  
35: 常德  
38: 桂林  
33: 宜昌  
16: 宁波  
18: 本溪  
32: 荆州  
3: 重庆  
37: 韶关  
10: 贵阳  
12: 兰州  
44: 太原  
31: 平顶  
45: 包头  
4: 呼和  
24: 徐州  
11: 昆明  
27: 芜湖  
26: 马鞍  
39: 攀枝花  
40: 宜宾  
42: 曲靖  
43: 金昌

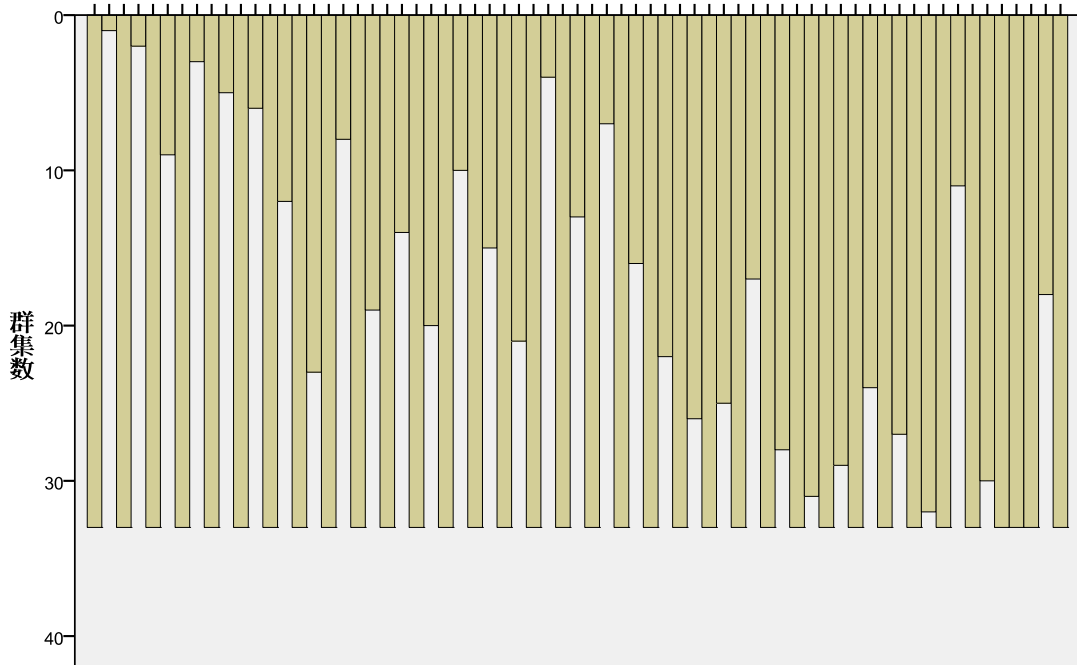


图 24 群集数

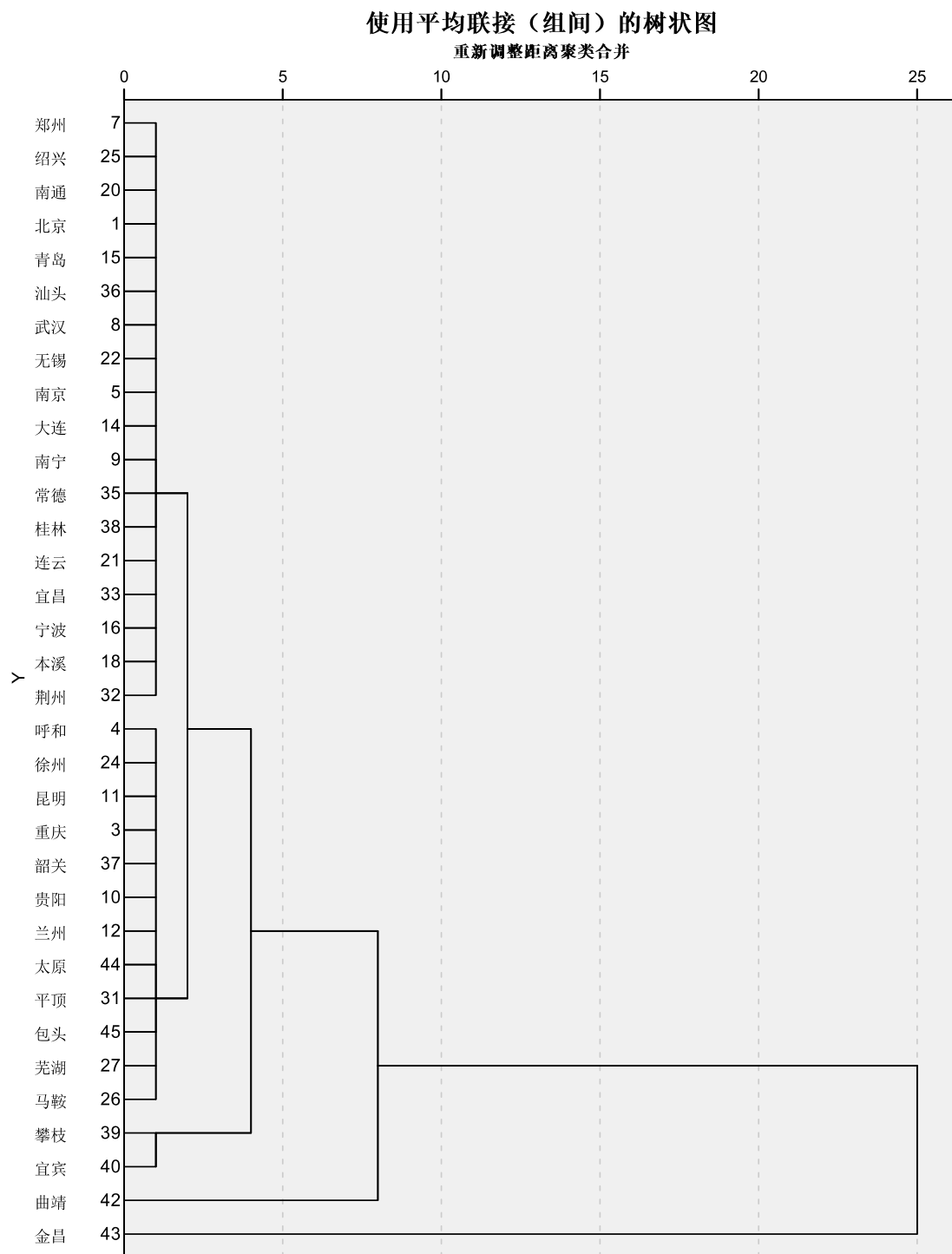


图 25 使用平均联接（组间）的树状图

### 6.1.3.3 单位面积污染物排放量

根据 45 个重点城市 2010 年面积、SO<sub>2</sub>、NO<sub>x</sub>、烟粉尘排放量数值，采用系统聚类分析方法，将各城市单位面积污染物排放量聚类，如下图所示。系统聚类将武汉、青岛、南京、南宁、无锡、昆明、大连、天津、宁波、北京、汕头、郑州、兰州、桂林、太原、呼号浩特、贵阳、南通、绍兴、荆州、本溪、芜湖归为一类，此类城市单位面积污染物浓度相对较低；

连云港、宜昌、包头、重庆、韶关、徐州、马鞍山、平顶山、常德归为二类，此类城市单位面积污染物浓度相对较高；攀枝花、金昌归为三类，宜宾、曲靖各为四类和五类，后几个城市单位面积污染物浓度很高。三个示范城市兰州、太原为一类，包头为二类，属于单位面积污染物排放量较高的城市。

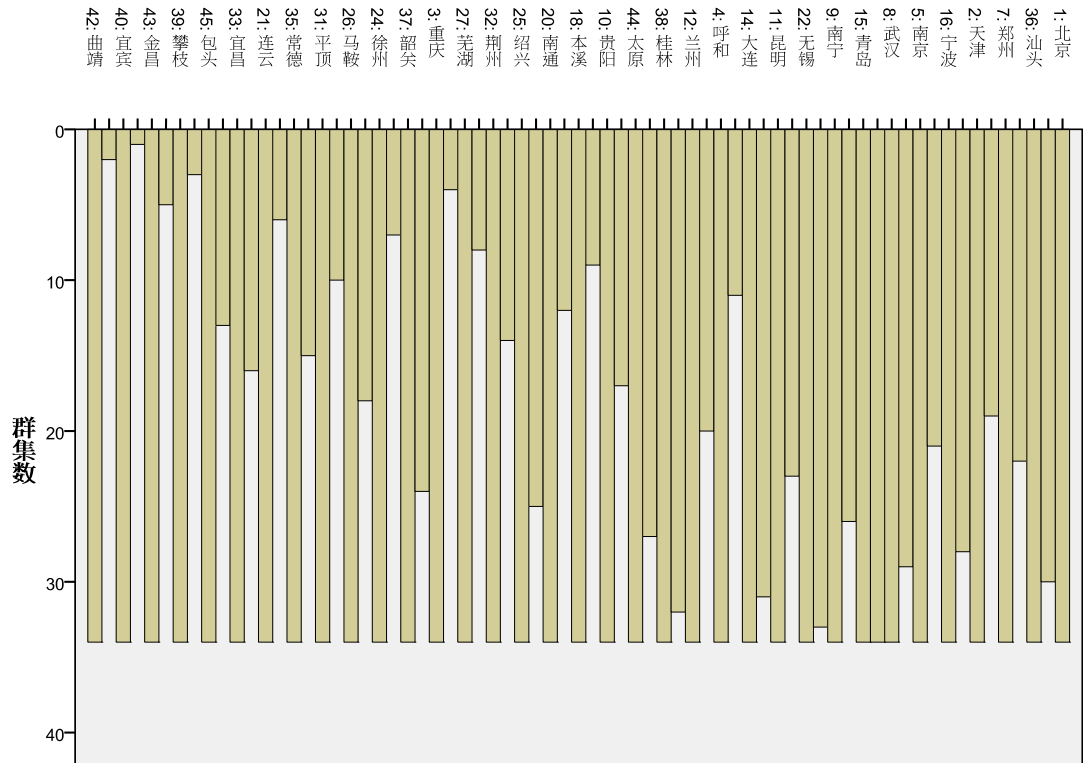


图 26 群集数

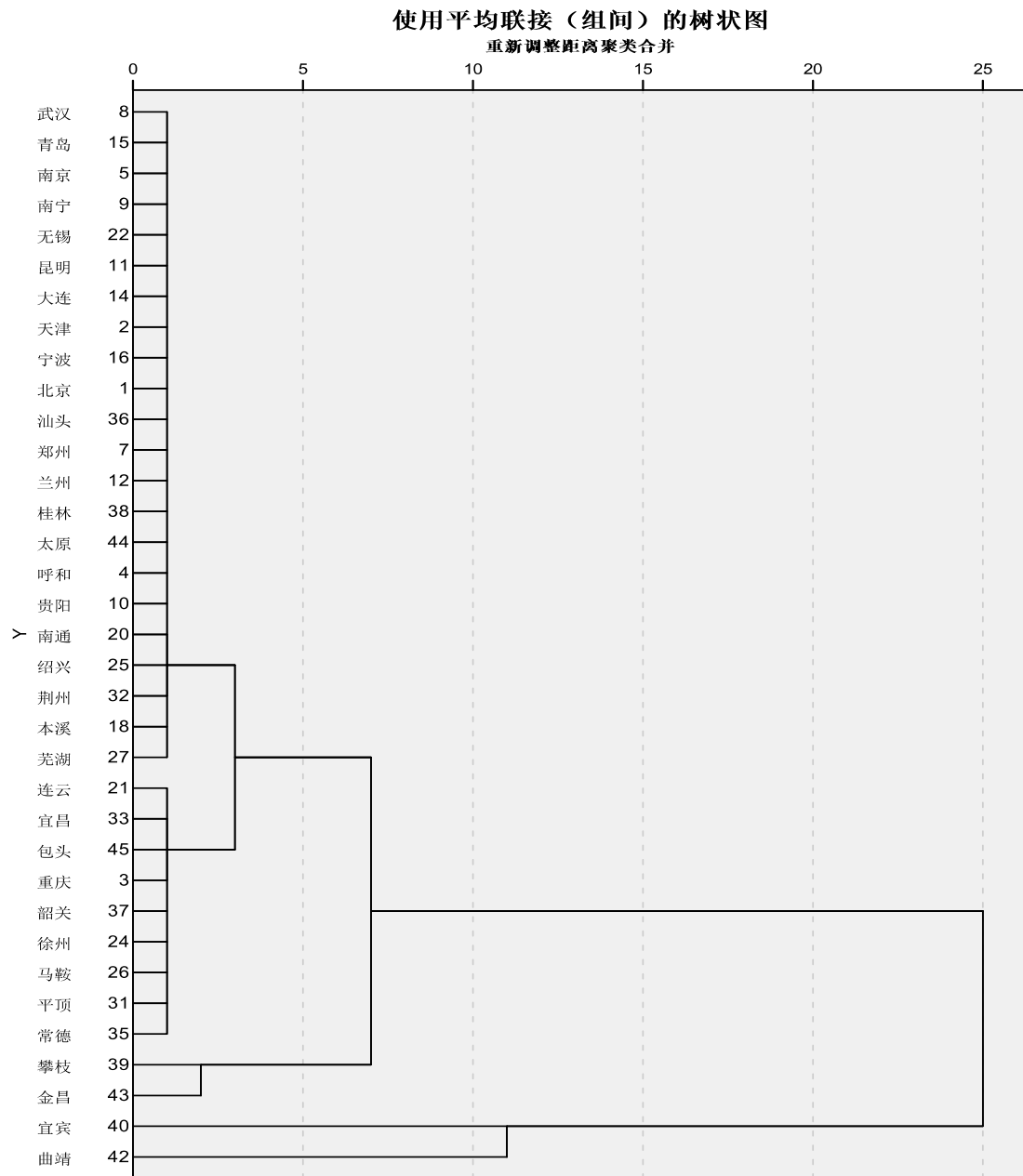


图 27 使用平均联接（组间）的树状图

#### 6.1.4 重污染城市空气污染特征及成因特点

基于上述分析，获得我国城市环境空气质量特征及成因如下：

1. 我国城市空气质量平均水平较差，不同地域城市污染差别显著，具体表现为污染物浓度不同、超标因子不同。从不达标城市的分布状况来看，SO<sub>2</sub> 超标城市主要分布在我国黄河以北的内蒙古、山西、陕西和新疆一带。NO<sub>2</sub> 超标城市则以我国东部的大型城市为主，主要包括山东半岛、长江三角洲等地区。PM<sub>10</sub> 超标为我国城市的普遍现象，且表现为北方城市较之南方城市更加严重。
2. 可吸入颗粒物是我国大部分城市的首要污染物，并且近年来 PM<sub>10</sub> 污染改善幅度降低。可以预计空气质量新标准实施后，PM<sub>10</sub> 达标将面临更大的挑战。

3. 细颗粒物污染导致的能见度降低、雾霾天数增多现象在一些地区日益显见，已经形成以城市为中心的区域性污染问题。伴随着新标准的实施，将 PM2.5 达标列入评价因子，我国城市空气质量达标率将会明显下降。
4. 单位 GDP 能耗水平、单位 GDP 排放污染物水平的差异，是导致大气污染差异的重要驱动力因子。
5. 重污染城市大致具有如下四种特征或其中之一：1) 单位 GDP 能耗水平高及单位 GDP 产生的污染物排放水平高；2) 机动车保有量大。3) 单位 GDP 能耗水平高及单位 GDP 产生的污染物排放水平高及机动车保有量大。4) 较高频率的不利气象条件。

## 6.2 中国城市环境空气质量策略回顾分析

### 6.2.1 中国城市环境空气质量策略回顾分析

我国大气污染控制的主要阶段，总体来看，共分为三个阶段。第一阶段是以 1973 年国务院第一次全国环境保护会议为标志，随后我国开始了以工业点源治理为主的大气污染防治工作。这一时期，我国大气污染防治工作主要以改造锅炉、消烟除尘、控制大气点源污染为主。第二阶段是从上个世纪 80 年代开始，《中华人民共和国大气污染防治法》（以下简称《大气法》）正式颁布，确立了以防治煤烟型污染为主的大气污染防治基本方针，突出了燃煤烟尘污染防治的重点。大气污染防治已经从点源治理阶段进入了综合防治阶段，这一阶段进行的主要工作有：结合国民经济调整，改变城市结构和布局，编制污染防治规划；结合企业技术改造和资源综合利用，防治工业污染；节约能源和改变城市能源结构，综合防治煤烟型污染；通过企业和工业布局调整，对污染严重的企业实行关、停、并、转、迁。这些手段为控制大气环境的急剧恶化起到了一定作用。

第三阶段是上个世纪 90 年代以来至现在，我国大气污染防治工作开始从浓度控制向总量控制转变，从城市环境综合整治向区域污染控制转变，进入了一个新的历史阶段。在法律法规制订、监督管理体系建立、加强大气污染防治措施、防治技术开发和推广等方面做了大量工作，有效地推动了大气颗粒物污染防治工作。在此期间，国务院批准了 SO<sub>2</sub> 和酸雨控制为主的“两控区”划分方案，并提出了相应的配套政策，两控区的划分在促进我国酸雨和二氧化硫的综合防治工作的同时，也在我国大气颗粒物污染防治进程中发挥了重要的作用。

进入 21 世纪，我国大气污染控制全面进入了主要大气污染物排放总量控制的新阶段。2000 年 4 月，第二次修改《大气法》，新法规定了重点区域实行排放总量控制与排污许可证制度，污染物超标排放属于违法，按污染物排放种类和数量征收排污费，加大了机动车污染控制的力度，提出划定大气污染控制重点城市 and 规定达标期限，加强城市扬尘污染防治措施等。

表 8 我国大气污染控制历程

	1980~1990	1990~2000	2000~至今
主要污染源	燃煤、工业	燃煤、工业、扬尘	燃煤、工业、机动车、扬尘
主要污染物	SO <sub>2</sub> , TSP	SO <sub>2</sub> , NO <sub>x</sub> , TSP	SO <sub>2</sub> , PM <sub>10</sub> , NO <sub>x</sub> , 部分城市开展了针对 VOC, NH <sub>3</sub> 和 PM <sub>2.5</sub> 污染的研究工作
主要控制措施	消烟除尘	消烟除尘、搬迁/关停/综合整治	脱硫除尘、工业污染治理、机动车治理、总量控制
主要大气污染问题	煤烟	煤烟、酸雨、颗粒物	煤烟、酸雨、光化学污染、灰霾/细粒子、有毒有害物质
大气污染尺度	局地	局地+区域	区域+半球

## 6.2.2 法律、法规、规章和标准

为适应大气污染防治工作的需要，依法实施环境污染的防治，国家适时颁布、修订和实施了一系列法律、法规、规章和标准，初步形成了我国大气污染防治法规体系。1987年9月5日，《中华人民共和国大气污染防治法》（以下简称《大气法》）正式颁布，确定了以防治煤烟型污染为主的大气污染防治基本方针，突出了燃煤烟尘污染是防治的重点。该法规定国家环保局制定国家环境空气质量标准和大气污染物排放标准；1995年8月25日，第一次修改《大气法》，增加了有关清洁生产、洁净煤、清洁能源、热电联产、汽车燃油无铅化、规定划分酸雨和二氧化硫污染控制区以及实施重点区域控制酸雨等内容；2000年4月，第二次修改《大气法》，增加了排污收费、限期达标、总量控制、排污许可证、空气质量公报、禁用高污染燃料区、机动车船排放控制、淘汰 ODS 等内容。新法规定了污染物超标排放属于违法，按污染物排放种类和数量征收排污费，重点区域实行排放总量控制与排污许可证制度。加大了机动车污染控制的力度，提出划定大气污染控制重点城市 and 规定达标期限；加强城市扬尘污染防治措施等。新法已于2000年9月1日开始实施。

为保障大气污染防治法的实施，国家陆续颁布了一系列配套的法规，如《城市烟尘控制区管理办法》、《关于发展民用型煤的暂行办法》、《防治煤烟型大气污染技术政策》等。配合新法的实施，还制定了配套法规如《排污总量收费管理条例》、《排污总量控制管理条例》、《机动车污染防治管理条例》、《加强城市扬尘污染控制若干规定》等。

依据《大气法》，国家制定和完善了大气环境质量和污染物排放标准体系，主要包括《环境空气质量标准》、《锅炉大气污染物排放标准》、《火电厂大气污染物排放标准》、《工



业炉窑大气污染物排放标准》、《炼焦炉大气污染物排放标准》、《水泥厂大气污染物排放标准》以及《大气污染物综合排放标准》等 30 多项法规与标准，并不断加严这些标准，依据标准从严管理，目前我国空气质量标准已基本与国际接轨。

目前国家制定的《环境影响评价法》和《清洁生产促进法》等相关法律都极大地推动我国大气污染防治工作。此外地方各级人民政府也制定了相应的法规、规章和标准。可以说，我国的大气污染防治法规体系正在不断得到完善。

### 6.2.3 监督管理

长期以来，我国的大气环境管理工作坚持“预防为主，防治结合”、“谁污染谁治理”和强化监督管理的原则，逐步建立并不断完善了环境影响评价、“三同时”、排污收费、限期治理、排污申报登记等一系列环境管理制度。近年来，我国环境监督管理体系和管理制度不断完善，加强了环境执法检查，处理了大量污染案件和事故，强化了环境质量和污染源监测网络建设，排污申报与信息管理的实现正规化和制度化。

除了对新建项目从排放浓度到排放总量进行严格控制外，许多城市结合建设规划进一步调整城市布局，将污染严重企业逐步迁出市区，集中到新工业区。对造成大气严重污染的企业执行限期治理制度，通过限期治理措施，调整不合理工业结构和布局，促进技术进步，解决重点大气污染问题。为加强对工业污染的监督管理，国家还组织实施了污染源限期达标排放行动，全国 23 万家重点企业 90% 在 2000 年底主要污染物基本实现了达标排放。

国家还建立了淘汰落后工艺设备制度，定期公布限期淘汰的严重污染环境的工艺和设备名录。按照淘汰名录要求，各工业行业加快了产业结构调整的步伐。许多小火电、小水泥、小炼油、小玻璃、小钢铁等落后工艺已陆续关闭，从而减少了大气污染物的排放。

### 6.2.4 主要污染控制措施

改革开放以来，中国大气污染防治工作已摸索出一系列适合中国国情的经验。例如积极推行清洁能源、消烟除尘、二氧化硫治理、清洁生产等措施，制定和实施“两控区”酸雨和二氧化硫污染防治规划，加大了机动车污染防治、无组织排放和扬尘控制的力度等，使大气污染防治工作取得了很大进展。

#### 6.2.4.1 调整能源结构，防控燃煤型大气污染

把改变燃料结构，发展清洁能源，作为解决大气污染的根本措施。为解决城市中大量使用煤炭产生的煤烟型大气污染，国家实施了两项重大的“西气东输”工程。一是陕甘宁天然气进京（津）工程，二是投资达几百亿元、长度达 4000 公里的新疆到上海的天然气管道。这些工程可有效地解决所经城市的对清洁燃料需求。对于沿线城市改善能源结构和缓解大气污染具有极其重要的作用。

国家环保总局与科技部自 1999 年起共同组织实施了清洁能源行动。“清洁能源行动”是

以治理燃煤污染为突破口，以高新技术的开发、应用、推广为依托，目标是通过试点示范，综合治理，从根本上遏制我国城市污染日益加剧的势头，力争在 3—5 年内使主要城市的空气质量有明显改善，试点示范城市的空气污染指数达到 2 级标准。北京、太原、银川、呼和浩特、天津、重庆、沈阳、济南、乌鲁木齐、遵义、西安、兰州、牡丹江、曲靖、柳州、铜川和南充等试点示范城市经过三年多的努力，城市能源结构逐步优化、大气污染物排放量增长趋势得到控制，环境空气质量明显改善、能源利用效率显著提高。同时，改善了城市的居住生活环境和城市形象，创造了良好的招商引资环境，带动相关产业的发展，也取得了较好的社会效益和经济效益。

许多大中城市禁止市内的民用炉灶燃用原煤，限期实行固硫型煤或者其它清洁燃料。(无煤区)如北京市 1998 年以来，先后实施了四个阶段 93 项控制大气污染的措施，目前正在实施第五阶段的控制措施，使大气污染控制取得明显效果。

#### 6.2.4.2 划定“两控区”，控制酸雨和二氧化硫污染

煤是我国的主要能源，由于燃煤排放大量的 SO<sub>2</sub>，致使中国许多城市二氧化硫污染严重，制约了其经济的发展。国务院 1998 年 1 月批准划定了酸雨控制区和二氧化硫污染控制区(以下简称“两控区”)，涉及 27 个省、自治区和直辖市的 175 个城市、地区，总面积约为 109 万平方公里，占国土面积 11.4%。两控区二氧化硫排放总量约为全国排放总量的 60%。目前，两控区内 175 个城市均编制了二氧化硫污染防治规划，国家电力公司和煤炭部门编制了本行业的二氧化硫污染防治规划，全国两控区二氧化硫污染防治规划即将出台。

按照《国务院关于关闭非法和布局不合理煤矿有关问题的通知》，到 2000 年底，全国共取缔关闭了 4.3 万处非法和布局不合理的煤矿，压缩煤炭产量 3.35 亿吨，其中两控区内减少高硫煤(含硫量>3%)产量 3000 万吨；两控区内 3000 多二氧化硫污染源采取治理措施，大力削减了二氧化硫排放量；关停了近 1000 万千瓦小火电机组。同时，积极引进消化脱硫技术，并努力抓好脱硫示范工程，减少二氧化硫污染，控制酸雨面积进一步扩大。国家还规定在“两控区”征收 SO<sub>2</sub> 排污费，用经济手段推进 SO<sub>2</sub> 污染和酸雨的防治。

#### 6.2.4.3 推进清洁生产，改进生产工艺，减少工艺过程中的大气污染物排放

我国已于 2002 年推出《清洁生产促进法》。清洁生产是污染防治的最佳模式，是减少能耗、物耗、减少排污的有效手段。也是实现可持续发展的重要途径。清洁生产的实施大量削减了工艺废气，尤其是化工行业效果显著。生产工艺的改进是清洁生产的内容之一，国家经贸委先后三次提出了《淘汰落后生产能力、工艺和产品的目录》。例如，我国水泥行业大范围推行回转窑工艺替代立窑工艺，对改善了水泥行业的粉尘污染问题取得了显著效果。

#### 6.2.4.4 控制机动车排放污染

严格排放标准 控制机动车污染首先从源头控制，将汽车排放标准由相当于欧洲 70 年代的标准提高到 90 年代初的标准，达不到国家排放标准的不得制造和出厂，国家每年公布达标排放机动车目录。

改造在用车对在用车实行污染物排放年度检测制度和道路检测措施，不符合标准的不准行驶；加强在用车的维修保养，对性能恶化，无法修复达标的，强行报废。“九五”期间每年报废汽车约 30-35 万辆。此外，城市政府积极发展公共交通，从根本上减少机动车污染物排放总量。

推行清洁燃料车 国家积极推行低污染的天然气、液化石油气清洁燃料汽车。目前，国家已在 12 个城市开展了清洁汽车行动。降低汽用汽油有害物质的含量是减少大气污染的有效措施。为此，国务院 1998 年发出通知，要求在 2000 年 7 月 1 日，全国停止销售和使用含铅汽油，目前目标已实现，每年可减少排铅约 1500 万吨。

#### 6.2.4.5 防治扬尘污染

近年来，国家连续多年开展生态环境工程建设，以逐渐减少自然扬尘对城市环境的影响。仅 1998 年中央财政安排的防护林建设和草场建设补助资金就达 10 亿元。另外，各级政府加强了施工现场管理，推行封闭和围挡施工，建立施工现场环境管理规范，减少施工扬尘对城市的污染。同时加强城市裸露地面的绿化和铺装，并在城市大力开展植树和种草活动，加大了防治扬尘污染的力度，并取得了一定效果。

#### 6.2.5 污染防治技术

近二十年来，我国开发了大量除尘、脱硫、工艺废气处理和综合利用技术，低氮燃烧、清洁煤技术（洗、选煤，水煤浆）以及各种清洁生产工艺，无铅汽油、清洁汽油和三元催化装置及现有机动车改造等机动车污染控制技术得到很大发展，使我国大气污染防治技术水平不断提高。具体表现为：

- (1) 除尘技术日趋成熟，并得到普遍采用；
- (2) 脱硫技术大量应用，发挥了重要作用；
- (3) 脱硝技术开始示范，提供了技术保障；
- (4) 技术工艺普遍提升，排污量在下降；

八十年代以来，开展了一系列较大规模的研究与开发工作，第七个五年计划期间，将工业型煤开发、燃煤固硫新型循环床锅炉技术开发、火电厂排烟脱硫技术研究均列入国家科技攻关计划；第八个五年计划期间，将循环床燃烧脱硫技术完善化及工程配套应用技术研究、工业型煤固硫技术完善化及工业应用研究、湿式脱硫除尘技术研究、喷钙脱硫成套技术开发

列入国家科技攻关计划；第九个五年计划期间，国家又把燃煤烟气二氧化硫控制关键技术及设备研究列入科技攻关计划。这些研究计划大多达到工业生产应用的规模，为我国控制酸雨和二氧化硫污染提供了技术支持。第十个五年计划期间，重点开展了燃煤电厂烟气脱硫技术和设备，努力解决拥有自主知识产权的设计技术。脱硫技术在电力行业广泛应用，为十五期间的二氧化硫污染的整体改善提供了有力支持；除尘设备在特殊环境的适应性方面取得了一定进展；开始引进消化炉外脱硝技术，为今后即将面临的氮氧化物的全面治理打下了一定基础。另外在汽车尾气治理领域和有毒有害气体的治理方面进行了初步探索。尾气控制以轿车和轻型车为重点，汽油机普及闭环电控燃油供给系统，安装三元催化转化器，推广稀薄燃烧、可变配气相位、缸内直喷等技术。柴油机推广增压中冷、柴油机共轨等技术，并加装氧化型催化转化器。在高效节能催化燃烧和碳纤维回收利用等有机废气治理技术和设备以及工业有毒气体、恶臭气体的治理技术和设备也取得了一定进展。

#### 6.2.6 现行考核制度与促进空气质量改善的其他相关策略

随着城市污染由原来比较单一的煤烟型污染向复合型污染的转变，对城市大气的治理也由原来的消烟除尘变为实施综合整治，具体包括城考制度、城市创模和生态城市的建设等。

城市环境综合整治定量考核，简称“城考”，是对城市环境状况进行具体考核的一项制度，是实施地方政府环保目标责任制的重要组成部分。1988年9月，国务院环境保护委员会第13次会议决定对城市环境综合整治实行定量考核。1989年，第3次全国环境保护会议确定“城市环境综合整治定量考核制度”作为八项环境管理制度之一。1995年以前的考核指标共3个方面21项：环境质量6项、污染控制9项、基础设施建设6项。此后几年，国家环境保护总局进一步调整了城市环境综合整治定量考核指标，除原有3个方面以外，又增加了环保机构建设、环境保护投入、排污收费状况、重点污染物总量削减率等指标，进一步反映城市污染控制的综合性要求。2006年4月，国家环境保护总局发布《“十一五”城市环境综合整治定量考核指标实施细则》，对“十五”期间的考核指标作出调整，调整后指标共16项。考核指标以城市环境质量、城市环境基础设施、污染防治和环境管理等4类为重点，力求简单、易懂、易于操作，与国家环境统计一致。重点增加了“公众对城市环境保护的满意率”和“万元GDP主要工业污染物排放强度”两项指标。每项指标均包括指标定量考核内容、工作定性考核内容两个部分。工作定性考核的形式包括：城市上报自评结果；省级环保部门和国家环境保护行政主管部门按照《工作考核计分表》开展现场核查；现场核查对象包括现场点位、下发的相关文件、有关部门正式发布的统计表、工作总结、成果通报等。

1997年我国开始实施城市创模。国家环境保护模范城市，指遵循和实施可持续发展战略并取得成效的典型城市，是我国城市环境保护的最高荣誉。通过创建一批环境与社会经济协调发展、洁净优美的环境保护模范城市，推动城市环境综合整治工作，使全国各城市早日建设成为社会文明昌盛、经济快速发展、环境质量良好、资源合理利用、生态良性循环、城市优美洁净、基础设施健全、生活舒适便捷的现代化城市。国家环境保护模范城市当选的基

本条件主要有:城市环境综合整治定量考核名列全国或全省前列;已经通过全国卫生城市验收;环境保护投资占国民生产总值的比例大于1.5%;满足城市社会经济、城市环境质量、城市环境基础设施建设和城市环境管理等4个方面的27项考核指标。

生态城市,这一概念是在70年代联合国教科文组织发起的“人与生物圈(MAB)”计划研究过程中提出的,一经出现,立刻就受到全球的广泛关注。关于生态城市概念众说纷纭,至今还没有公认的确切的定义。前苏联生态学家杨尼斯基认为生态城市是一种理想城模式,其中技术与自然充分融合,人的创造力和生产力得到最大限度的发挥,而居民的身心健康和环境质量得到最大限度保护。中国学者黄光宇教授认为,生态城市是根据生态学原理综合研究城市生态系统中人与“住所”的关系,并应用科学与技术手段协调现代城市经济系统与生物的关系,保护与合理利用一切自然资源与能源,提高人类对城市生态系统的自我调节、修复、维持和发展的能力,使人、自然、环境融为一体,互惠共生。我国自20世纪80年代开始生态环境建设的探索。1999年海南率先获得国家批准建设生态省,2001年吉林和黑龙江又获得批准建设生态省,陕西、福建、山东、四川也先后提出建设生态省。约有20多座城市如天津、广州、上海、宁波、昆明、成都、贵阳、长沙、扬州、威海、深圳、厦门、铜川、十堰等都先后提出建设生态城市的奋斗目标。

目前,国家对47个重点城市每年进行综合整治定量考核,并对获得考核前10名的城市予以表彰。全国669座城市有510座城市开展了城市环境综合整治和定量考核工作,狠抓包括9项大气指标的环境保护定量考核指标落实,不断提高城市气化率、热化率,促进了城市基础设施建设和大气污染治理。已有18座城市被评为国家环境保护模范城市,初步实现了经济环境的协调发展。此外,为了增加工作透明度,自加工作压力,有46个城市开展了空气质量周报或日报,让广大群众了解城市空气质量状况,积极参与环境保护工作。

## 6.2.7 我国大气污染因素剖析

### 6.2.7.1 国情因素

首先,从我国能源结构上看,我国资源特点是富煤、贫油、少气,煤炭资源总量远远超过石油和天然气资源。我国使用的煤炭质量较差,加上我国的煤炭加工与消费方式粗放,80%煤炭直接燃烧,煤的清洁利用不够广泛。据统计,我国烟尘排放量的70%来自于燃煤。以煤为主的能源结构和粗放的加工消费方式导致我国长期以来的煤烟型大气污染。

其次,我国是人口大国,虽然国土面积较大,但自然条件不优。平原面积仅占总国土面积的12%,而且90%的平原集中在沿海地区。工业化的发展要依托城市,而城市的发展要依托平原。众多的人口要求在工业化过程中保持相当多平原作为农田,以满足农产品的产出供应,因此在极为有限的平原面积上布局城市和发展工业,使城市人口和工业密集,必然造成高度集中的环境污染。例如,有研究表明,我国二氧化硫排放量中东、中、西部各占41%、

33%、26%，氮氧化物排放量中东、中、西部各占 45%、40%、15%。我国东中部地区的大气污染物排放已经大大超过了环境承载能力，东部区域的珠江三角洲、长江三角洲以及京津冀等几大城市群大气污染严重。凸现了人口众多带来的巨大环境压力。

最后，由于从自然条件上讲，我国西北部沙漠和荒漠面积广大，同时北部紧邻荒漠广布的蒙古国，受西风带和西伯利亚（蒙古）高压的影响，西北风和西风是我国东部大部分尤其是华北、东北地区的主导风向之一。一方面导致我国沙尘暴和扬沙天气频发。另一方面，生态条件的先天不足加上生态保护的力度不够使我国颗粒物污染控制更加艰巨。自然扬尘是我国许多城市尤其是北方城市颗粒物的重要来源。以北京市颗粒物源解析为例，扬尘在 PM10 的源中所占比例为 60%，非采暖期占 68%。

### 6.2.7.2 技术因素

我国工业化起步较晚，技术落后、设备陈旧、能耗高、污染重的工业企业在我国一些地区仍大量存在，使用能耗高、排污量大、超期服役的燃烧设备的现象还很普遍，大量排放性能差的机动车仍在在使用。导致我国单位 GDP 资源消耗、污染物产出率明显高于发达国家。据测算，20 世纪 80 年代以来，我们用能源消耗翻一番的代价支持了 GDP 翻两番，平均每年能耗降低 4% 以上。2004 年与 1990 年比，全国每万元 GDP 能耗下降了 45%，累计节约和少用能源 7 亿吨标准煤；火力发电煤耗、吨钢可比能耗和水泥综合能耗分别降低 11%、29%、21.9%。但我国能源综合利用效率仍与发达国家相比仍有很大差距。目前我国单位 GDP 的能耗是日本的 7 倍、美国的 6 倍、印度的 2.8 倍，单位 GDP 污染排放量是发达国家平均水平的十几倍。中国在人均 GDP400 美元~1000 美元时，出现了发达国家人均 GDP3000 美元~10000 美元期间出现的严重污染。

目前我国能源综合利用效率仅 33%，比发达国家低约 10 个百分点。电力、钢铁、有色、石化、建材、化工、轻工、纺织等 8 个行业主要产品的单位 GDP 能耗平均比国际先进水平高 40%。石油和化工行业能源消耗量很大，年能耗达到 2.7 亿吨标准煤，万元产值能耗高达 3.5 吨标准煤，是其他行业的两三倍。有色金属工业也是能源消耗量很大的产业。粗铜综合能耗平均为 1 吨标准煤左右，比国外先进水平高 40%，氧化铝综合能耗平均为 1.2 吨标准煤，比国外先进水平高 50% 左右；钢、水泥、纸板的单位产品综合能耗比国际先进水平分别高 21%、45%、12%。我国火电厂平均发电效率为 30% 多，而发达国家为 40% 多；全国工业锅炉 43 万台，平均热效率仅有 65%，而发达国家平均大于 80%；工业窑炉平均热效率约为 40%；城镇居民生活燃煤热效率平均仅为 22% 左右。因此，无论是横向与国外先进水平比，还是从自身纵向发展看，我国节能的空间和潜力还是很大的。

我国大气污染物治理技术与发达国家比存在一定差距。1973 年全国第一次环境保护工作会议开创了中国的环境保护事业，环保产业在我国只有 20 多年的历史。大气污染治理在除尘方面，具有自主创新技术，与国际水平相当。但电除尘器对特殊环境（高浓度、高温、

高比电阻烟尘和含有腐蚀性气体等)的适应领域以及与袋式除尘器配套的机电产品及材料性能(耐高温、耐腐蚀、高寿命的滤料和纤维原料)领域的研发还有待拓宽;在大型燃煤电厂烟气脱硫、脱氮等方面的一些关键产品还没有自己的制造技术,大部分依赖进口,有待在开发、引进和消化吸收基础上解决拥有自主知识产权的设计技术。以满足大规模的脱硫、脱氮市场要求。高效低阻集除尘、脱硫一体化组合式除尘器技术有待突破;汽车尾气污染防治技术也相对落后。

### 6.2.7.3 城市化及产业结构因素

我国城市化水平迅速提高,城市总数已经达到近 700 个,40%以上的人口居住在城市。在经济发达的大城市,城市集中供热、燃气等基础设施建设较完备,空气质量得到一定改善,但在中小城市以及中西部欠发达地区,城市集中供热、燃气等基础设施建设仍很落后,大气污染仍十分严重。

从我国产业结构上看,目前传统产业仍然是我国工业的主体,产业结构中存在许多高耗能、高污染的行业,一些城市为了完成招商引资任务,甚至引进一些有毒有害的严重污染项目。高新技术产业比重过低,企业自主创新能力差,产品附加值低,单位 GDP 资源消耗率高。美国自八十年代以来进行的以信息化为重点的经济结构调整,成为九十年代美国经济持续增长的重要原因。印度经过多年努力,航天、信息特别是软件产业得到较快发展。中国也需要在产业结构调整方面继续努力,增加污染少的高新技术产业的比例,降低污染重的重工业比例。

此外,随着经济的快速发展,国民生活水平的不断提高,我国机动车保有量增长迅速,尤其私人轿车量增长十分迅速。相对而言,公共交通发展不充分,交通结构不合理,导致城市交通拥堵,加重了大气污染程度。加上我国机动车制造技术水平不高,汽车执行标准较低,车况总体较差,致使机动车污染物排放量较大。我国机动车主要污染物 CO、HC、NO<sub>x</sub> 的排放因子远高于发达国家,如 CO 排放因子约为发达国家的十倍甚至更高。在大的发达城市,机动车排放已经成为空气污染的一个主要来源,机动车排放的 NO<sub>x</sub> 约占总排放量的 50%,CO 约占 85%。加快了城市大气污染转型和新的污染问题的出现。例如臭氧污染和细颗粒物污染等由机动车污染引起的新的环境问题逐渐凸现。

### 6.2.7.4 我国环境空气质量管理存在的问题

#### (1) 法律法规可操作性差

《中华人民共和国大气污染防治法》(以下简称大气法)是我国大气环境保护的重要依据。大气法对防治我国的大气污染,保护和改善生活环境和生态环境,保障人体健康,促进社会与经济的持续发展,发挥了重要作用。但还存在不足,表现为:《大气法》原则性的规

定过多，难以操作实施，应在立法目标、行为规范、法律实施程序、法律责任等方面，做出比较明确、比较具体的规定，进一步丰富大气法内容，加强其可操作性。

### (2) 环境标准有待完善

环境标准是我国环境法规体系的一个重要组成部分，也是环境法制管理的基础和重要依据。我国已经订立了一系列大气污染物排放标准和环境空气质量标准。近年来随着我国经济的发展，国家以保护、促进公众健康为主要民生问题，从这一点出发，2012年我国出台了新的《环境空气质量标准》，在新标准中调整了环境空气质量功能区分类方案，将三类区（特定工业区）并入二类区（居住区、商业交通居民混合区、文化区、工业区和农村地区），同时执行二级标准。二是增设了颗粒物（PM<sub>2.5</sub>）浓度限值和臭氧8小时平均浓度限值。大量流行病学研究表明，大气颗粒物尤其是细颗粒物（空气动力学直径 $\leq 2.5\ \mu\text{m}$ 的颗粒物，PM<sub>2.5</sub>）可对人体呼吸、心血管等多个系统造成危害[2-4]，而臭氧是光化学烟雾的典型污染物，光化学烟雾能使橡胶裂开，刺激人的眼睛，伤害植物叶子，并降低大气能见度[5]。近年来，PM<sub>2.5</sub>已经成为我国城市大气气溶胶的主要成分，我国主要城市群地区较高的PM<sub>2.5</sub>浓度导致了灰霾等区域性大气污染频发，其影响范围之大，污染程度之高，在世界范围内都是少见的。三是收紧了颗粒物（PM<sub>10</sub>）、二氧化氮（NO<sub>2</sub>）浓度限值。颗粒物（PM<sub>10</sub>）年均值二级标准从现行标准规定的0.1 mg/m<sup>3</sup>提高到0.07 mg/m<sup>3</sup>，二氧化氮（NO<sub>2</sub>）小时均值、日均值和年均值分别改为0.2 mg/m<sup>3</sup>，0.08 mg/m<sup>3</sup>和0.04 mg/m<sup>3</sup>，与现行标准的一级标准相同。四是提高了对数据统计的有效性规定。新的《环境空气质量标准》将有效数据要求由50%-75%提高至75%—90%，使监测数据更加接近客观实际。尽管我国的环境空气质量标准有了新的改进，并且在不断与WHO和国外的标准接近，但是不可否认的是，我们在对具体污染物的规定上，仍然比较宽松，因此现阶段仅是与国际低轨相接，改进空间仍然巨大。

我国现有的国家大气污染物排放标准体系分为综合性排放标准和行业性排放标准。总体来看，存在以下不足：排放标准的限制指标不统一，有些标准缺乏对企业规模的制约；行业排放标准应上升为国家标准；为了提高行业排放标准的执行力度，建议将其上升为国家标准，使其具有强制执行和一定的法律效率；排放标准缺乏动态性；没有充分发挥地方排放标准的作用。

### (3) 执法不严，守法成本大于违法成本

尽管我国大气污染防治法规标准建设和大气污染控制工作取得了很大进展，但环境管理力度仍不够，并且有利于大气污染防治的经济政策不配套，有法不依，执法不严，违法不纠的现象仍然十分严重。一些地方政府干预环保部门执法，批准建设短期经济效益好但能源资源消耗大、对大气污染严重的工业项目；不执行国家“先评价，后建设”的规定，盲目建设，出现了一些新的不合理布局和污染超标的建设项目；对大气污染防治措施的投资经常留有缺口或将资金挪作他用；对地方电厂以及地方水泥厂控制不严，超标比较普遍。



对于违法行为虽然制定了相关处罚规章,但是处罚力度小,不足以起到处罚应有的作用。例如,我国建设项目管理办法明确规定,项目建设“先评价,后建设”,并且规定,企业若违反此规定,未办理环保审批手续的建设项目,处以5万元~20万元的罚款,尚不足一个新建电厂一天的利润收入。如此低廉的违法成本不能根本遏制环境违法行为。

#### (4) 监控不力, 污染物监控体系不健全, 环境数据缺乏客观性和中立性

环境管理离不开对环境状况和污染源的有效监控。环境状况和污染源数据是环境管理和环境理论研究十分重要的基础依据。环境数据的不真实,往往会导致理论研究结论错误、政府环境保护决策失误。

目前由于环境数据没有对其有效性做出具有法律效率的保护措施,缺乏对数据的有效审核机制和相应处罚手段,加上环境数据与政府绩效形象、企业的经济利益的联系,使环境数据的产出缺乏中立性,造成环境数据在一定程度上存在偏差,环保数据缺乏客观性、可核性。尤其是污染源数据与实际排放差异普遍,给大气污染源控制带来严重障碍。

另外针对大气污染的新问题的陆续出现,应增加监控内容,如我国的细颗粒物和臭氧污染已经成为某些大城市重要的环境问题,其它区域也有同样趋势。应建立全国细颗粒物臭氧监测网络。

(5) 长期以来实行一刀切的污染物排放控制策略,由于排放额度分配方法和考核机制不够完善,削减污染物排放没有导致跟城市空气质量同步改善。

我国一直实行污染物排放总量控制政策,这一政策确实对我国污染物排放控制起到了积极的作用。但是由于现行的污染物排放额度分配方案,没有充分考虑不同城市生态环境敏感性及经济发展水平、能源结构、产业结构等的差异,缺乏对排放量基线水平的科学评估和鉴定,采用一刀切的原则制定地方排放削减指标。同时仅以污染物减排量而论减排效果的考核方法,忽略了减排的根本目的是为空气质量改善这一宗旨。也正因为如此,尽管城市大气污染物排放得到了控制,却因为没有考虑不同源排放结构对空气质量影响的差异性而导致城市空气质量并未得到同步改善。

#### (6) 城市空气质量管理重结果轻过程。

我国自1984年起广泛推行城市环境综合整治。1989年的第三次全国环境保护会议提出积极推行强化环境管理的环境保护目标责任制、城市环境综合整治定量考核制度。并规定城市环境综合整治定量考核工作由城市政府负责。城市政府组织制定本届政府的环境保护目标和具体实施方案。国家依据城市空气质量达到二级以上的天数占全年天数的比例来确定空气质量得分,从而对城市进行“城考”。在这个过程中,缺乏国家层面对实施方案编制的统一规范和指导,缺乏方案执行监督检查和效果评估环节。这样使城市政府在制定环境保护目标和具体实施方案时具有很大的自由度,实施方案也难以取得预期效果,这也是城市环境综合整治一直在进行而城市空气质量改善不显著的症结之一。

#### (7) 全国城市空气污染格局发生显著分化。

我国幅员辽阔，城市空间分布不均匀。由于不同城市自然条件不同、产业结构、经济发展水平不同，使其大气污染程度和污染特征存在明显差异。经济发展水平相对较高的城市空气污染相对更复杂，这种复杂表现为排放源结构和组成复杂，污染物排放种类多，同时多种污染物相互作用表现出以光化学烟雾和灰霾为首要问题的明显的复合污染特征。而经济发展水平相对落后的城市则以一次污染为主要污染问题。

## 7 指南主要技术内容及说明

本指南共 8 章：前言、适用范围、规范性引用文件、术语和定义、方案编制工作程序、方案基础研究、方案文本编制、标准实施。

主要内容说明如下：

### 7.1 方案基础研究

#### 7.1.1 基础资料及获取方法

##### 7.1.1.1 基础资料类型及内容

要完成环境空气质量达标方案，需要对以下类型的数据进行收集和整理。

表 9 基础资料分类及内容

序号	基础资料分类	主要包含内容
1	自然状况数据	<ol style="list-style-type: none"> <li>1) 城市所处地理位置、经纬度、主要地形地貌特征、城市海拔、城市面积、主要气候特征、植被覆盖情况；</li> <li>2) 近 10 年城市日均温度、日平均降水量、主导风向、气压等气象数据；</li> <li>3) 近 10 年来城市所处区域主导风向数据。</li> </ol>
2	社会经济数据	<ol style="list-style-type: none"> <li>1) 近 10 年城市 GDP 及构成数据；</li> <li>2) 近 10 年城市能源结构和各类能源消耗量数据；</li> <li>3) 近 10 年城市产业结构、工业企业能源消耗数据；城市支柱产业的行业分布和空间分布数据；</li> <li>4) 近 10 年城市燃煤面积和燃煤量数据；</li> <li>5) 近 10 年城市总人口、常住人口数据。</li> </ol>
3	大气污染控制措施资料	<ol style="list-style-type: none"> <li>1) 国家层面针对本区域的主要大气污染控制措施；</li> <li>2) 近 10 年来省、市、区县各级政府和环境主管部门发布的大气污染控制法规、政策、条例、措施；</li> <li>3) 近 10 年来各级政府和环境部门开展的大气污染物控制和环境空气质量改善方面的行动；</li> <li>4) “十一五”和“十二五”省、市环境规划；</li> </ol>

4	环境空气质量现状数据	1) 近 10 年来城市各监测点位二氧化硫、二氧化氮、PM10、一氧化碳的小时均值数据； 2) 近 10 年城市各监测站点臭氧 1 小时浓度均值数据； 3) 有监测记录以来城市各个点位的 PM2.5 的小时均值浓度数据。 4) 近 10 年城市环境质量公报
5	大气污染物排放数据	1) 全国污染源普查数据 2) 污染源调查数据
6	成分谱数据	1) 源样品数据 2) 受体样品数据
7	其他数据	城市相关各领域分行业发展规划

### 7.1.1.2 资料获取方法和途径

按照表 9 中显示的资料类型和主要内容，对其获取的方法和途径进行详细说明，如表 10 所示：

表 10 资料获取方法和途径

序号	主要包含内容	获取途径
1	1) 城市所处地理位置、经纬度、主要地形地貌特征、城市海拔、城市面积、主要气候特征、植被覆盖情况；	城市统计年鉴
	2) 近 10 年城市日均温度、日平均降水量、主导风向、气压等气象数据；	市级气象部门，气象公报
	3) 近 10 年来城市所处区域主导风向数据。	国家气象部门，气象公报
2	1) 近 10 年城市 GDP 及构成数据；	城市经济统计年鉴
	2) 近 10 年城市能源结构和各类能源消耗量数据；	城市经济统计年鉴
	3) 近 10 年城市产业结构、工业企业能源消耗数据、城市支柱产业的行业分布和空间分布数据；	城市工业统计年鉴
	4) 近 10 年城市燃煤面积和燃煤量数据；	城市经济统计年鉴
	5) 近 10 年城市总人口、常住人口数据。	城市经济统计年鉴
3	1) 国家层面针对本区域的主要大气污染控制措施；	环保部网站、地方环境保护主管部门

	2) 近 10 年来省、市、区县各级政府和环境主管部门发布的大气污染控制法规、政策、条例、措施；	地方环境保护主管部门
	3) 近 10 年来各级政府和环境部门开展的大气污染物控制和环境空气质量改善方面的行动；	地方环境保护主管部门
	4) “十一五”和“十二五”省、市环境规划；	网络、地方环境保护主管部门
4	1) 近 10 年来城市各监测点位二氧化硫、二氧化氮、PM10、一氧化碳的小时均值数据；	省、市一级监测站 开展监测工作的科研部门和高校
	2) 近 10 年城市各监测站点臭氧 1 小时浓度均值数据；	省、市一级监测站 开展监测工作的科研部门和高校
	3) 有监测记录以来城市各个点位的 PM2.5 的小时均值浓度数据。	省、市一级监测站 开展监测工作的科研部门和高校
	4) 近 10 年城市环境质量公报	网站、地方环境保护主管部门
5	1) 全国污染源普查数据	地方环境保护主管部门
	2) 污染源调查数据	实地调研、地方环境保护主管部门
6	1) 源样品数据	开展监测工作的科研部门和高校、强化观测
	2) 受体样品数据	开展监测工作的科研部门和高校、强化观测
7	城市相关各领域分行业发展规划	地方政府及各主管部门

## 7.1.2 大气环境污染问题识别

### 7.1.2.1 不同阶段主要大气环境问题辨识

(1) SO<sub>2</sub>、NO<sub>2</sub>、PM<sub>10</sub>、PM<sub>2.5</sub>年均浓度特征分析 统计和分析全市近10年二氧化硫、二氧化氮、PM10、PM2.5年均值变化情况，全面了解城市主要污染物浓度变化趋势。从2013年起的数据，同时增加统计分析各污染物相应的百分位数浓度，绘制年均值和相应的百分位数浓度变化图。对照各污染物环境质量年均值标准，分析其年均浓度的超标倍数，超标倍数最大的污染物确定为城市当年主要污染物。

(2) O<sub>3</sub> 日最大8小时平均浓度年度特征分析 统计全市近10年O<sub>3</sub>日最大8小时平均浓度变化情况和超标倍数、超标率，了解全市O<sub>3</sub>日最大8小时浓度的年际变化趋势。

(3) SO<sub>2</sub>、NO<sub>2</sub>、PM<sub>10</sub>、PM<sub>2.5</sub>年均浓度空间分布特征分析 统计和分析各监测站点近10年二氧化硫、二氧化氮、PM10、PM2.5年均值变化情况和趋势，确定城市环境空气质量浓度的空间分布特征。

(4) 重污染过程趋势分析 统计近10年每日空气污染指数，筛选年度重污染过程发生次数、发生频率和持续时间，了解城市重污染过程发生趋势。

### 7.1.2.2 环境空气污染现状及特征

(1) SO<sub>2</sub>、NO<sub>2</sub>、O<sub>3</sub>、CO小时浓度变化特征分析 利用数学统计软件分析各污染物的基准年小时均值浓度变化特征绘制变化曲线图,揭示各污染物日变化趋势以及重污染过程发生时间,并通过和小时浓度标准对比,获得各污染物小时浓度达标率、超标率、超标倍数。

(2) SO<sub>2</sub>、NO<sub>2</sub>、PM<sub>10</sub>、PM<sub>2.5</sub>、CO日均浓度变化特征分析 利用数学统计软件分析各污染物的基准年日均变化特征,绘制变化曲线图,确定各污染物月变化趋势以及重污染过程发生的时间,并通过和日均浓度标准对比,获得各污染物日均浓度达标率、超标率、超标倍数。

(3) SO<sub>2</sub>、NO<sub>2</sub>、PM<sub>10</sub>、PM<sub>2.5</sub>、CO年均浓度特征分析 利用数学统计软件分析各污染物的基准年年均变化特征,通过和年均浓度标准对比,获得各污染物年均浓度达标率、超标率、超标倍数。

(4) SO<sub>2</sub>、NO<sub>2</sub>、PM<sub>10</sub>、PM<sub>2.5</sub>、CO季节变化 利用数学统计软件分析各污染物的基准年季节变化特征,绘制变化曲线图,确定各污染物季节变化特征、重污染发生的时间以及重点控制的季节。

(5) 空间变化特征 利用数学统计软件分析基准年各站点的污染物的变化趋势,绘制变化曲线图,确定城市不同站点污染物的空间变化特征,了解重污染发生时的重污染区域。

### 7.1.3 大气污染排放特征分析

#### 7.1.3.1 源清单建立

对城市近5年固定源、移动源、无组织排放源排放大气污染物(TSP、SO<sub>2</sub>、NO<sub>x</sub>、CO及VOCs)的信息进行搜集和分析。

**固定源** 基于当地最新污染源普查数据或环境统计数据提取,需要统计其烟囱信息、污染物排放情况、已有污控措施等相关信息;

**移动源** 所调查的数据主要包括基准年各类机动车保有量数据、机动车保有量历年变化表、机动车行驶里程年代变化、各类型机动车不同道路平均行驶速度表、油品使用情况和机动车排放年检调查表和典型日主要交通干道机动车交通流量时变化数据表;

**无组织排放源** 则按照网格对各示范城的无组织扬尘、人为源VOC以及天然源等方面的信息进行统计,主要内容包括人口信息、网格内小区建筑占地面积、下垫面信息、农田信息、道路信息、施工信息及油品储存单位信息。

#### 7.1.3.2 污染物排放总量历史变化趋势分析

基于源清单数据,统计分析近5年城市主要污染物(TSP、SO<sub>2</sub>、NO<sub>x</sub>、CO及VOCs)排放总量变化情况,绘制变化趋势图,了解每项污染物的演变趋势,为改善方案总量目标值的确定

提供依据。

### 7.1.3.3 大气污染物排放现状分析

基于基准年大气污染物排放数据，统计不同行业、各类源主要大气污染物（TSP、SO<sub>2</sub>、NO<sub>X</sub>、CO及VOCs）排放量情况，利用各行业污染物排放量加和数据除以污染物总量，获得不同行业污染物排放分担率。

利用GIS软件绘制全市工业点源、面源及移动源的分布状况，并生成不同大气污染物的网格化视图，分析全市大气污染物的重点排放区域；

### 7.1.3.4 城市重点源排放控制现状及控制潜力分析

#### （1）控制现状

根据国家产业政策和污染减排总体要求，从各行业落后产能淘汰力度，重点行业生产工艺升级改造、重点污染源安装污染治理设施等情况进行分析。

#### 1) 重点行业类型确定

依据国家产业政策，电力行业、冶金行业、建材行业、有色金属行业、石化行业、焦化行业、燃煤锅炉、交通运输业等为大气环境保护重点行业，各城市依据自身情况确定本城市重点行业类型。

#### 2) 控制现状统计

基于大气污染排放源清单，按照行业类型统计排污企业生产能力、主要生产工艺流程、主要污染控制措施，及对主要污染物的减排效率。

#### （2）潜力分析

1) 淘汰落后产能潜力分析 按照国家产业政策相关规定，在数据分析和调研的基础上，确定重点行业落后产能淘汰企业名录和淘汰量，统计获得主要污染物减排量。

2) 治理工程潜力分析 对未安装污染物减排设施的燃煤机组、烧结机、窑炉、催化裂化装置、炼焦炉、燃煤锅炉等，依据其生产能力和厂房设计布局，安装相应的污染控制设施，并估算主要污染物减排量。

3) 监督管理潜力分析 对已安装相关减排设施，但效率大不到要求或运行不正常的企业，通过加强管理等措施，提高减排能力，并估算主要污染物减排量。

4) 最佳可实用技术（BAT） 依据《国家环境保护最佳实用技术推广管理办法》要求，凡适合采用环境保护最佳实用技术的生产工艺、装备、污染治理工程，优先选用国家环境保护最佳实用技术，并估算最佳可实用技术采取后的污染物减排量。

### 7.1.4 社会经济状况分析

城市社会经济的发展要依赖于能源使用，能源特别是化石燃料的大量的使用会导致污染

物的大量排放，引发空气质量下降，给人体健康和生态环境安全带来威胁。因此，现阶段我国社会经济的发展是导致污染物排放的一个最为重要的驱动力。同时，城市规划布局的合理与否也能够表征城市污染物的扩散能力。据此，对城市布局、城市GDP和产业结构、能源消费量和能源结构、煤炭消耗量以及人口进行分析。通过了解这些影响因素的历史变化趋势，建立驱动力与污染物排放量之间的相互关系，为制定合理有效的城市发展规划，研究切实可行的污染物控制措施明确方向。

### 7.1.5 自然地理状况分析

我国幅员辽阔，城市自然禀赋各异。城市地形地貌、自然地理条件、气候气象条件、主要资源条件等均对大气污染物的形成和扩散具有影响作用，导致城市在相同污染物排放背景下，空气质量浓度存在较大差异，因此治理的措施和方法也各异。特别是城市地形地貌特点、逆温频率和层结高度、静风小风频率和发生季节，以及降水量和日照等条件都会对不同污染物的形成及大气化学反应形成影响。

### 7.1.6 污染物来源解析

利用不同尺度数值模式方法和受体模型法，定量描述不同地区和不同类别现有污染源排放对环境空气中各类污染物的贡献。

#### 7.1.6.1 空气质量模型大气污染来源解析技术

##### (1) 模式选择

利用空气质量模型对城市大气污染物进行来源解析。根据不同模型的适用范围、参数要求，并结合基于城市空气质量的需求，选择合适的空气质量模型。当今国际上应用较多并典型的空气质量模型主要有：城市尺度模型（AREMOD、CALPUFF和ADMS等）、科研模型（CAMx、Model-3/CMAQ、NAQPMS和WRF-CHEM等）和全球尺度的模型（GEOS-CHEM）。以下是对其中几种典型的空气质量模型的介绍：

(1) CALPUFF模型是由EPA推荐用于模拟大气污染物传输的模型，被广泛应用于大气污染物问题的研究、空气质量管理和规划。其组成成分三部分：气象模块CALMET、高斯烟团扩散模块CALPUFF和后处理模块CALPOST。CALPUFF模型具有以下优点：1.能模拟中尺度的环境问题（几十米到几百千米）；2.气象模块有陆上和水上两种边界层，可以用MM4或者MM5输出的网格风场作为初始猜测风场，也可以用实测数据作为初始猜测风场；3.地理数据包括地理高程和土地利用类型，以及地表粗糙度、反射率、波恩率、人类活动通量、土壤热通量参数和植被叶面积指数等，是模拟更接近现实；4.加入了面源的浮力抬升和扩散功能；5.不但能模拟非稳态的情况，还能评估二次颗粒物的污染状况。

(2) Model-3/CMAQ模型是基于“一个大气”的理念，对各种尺度和各种复杂的大气污染问题进行模拟的空气质量模型，该系统包括排放清单处理模块SMOKE、中尺度气象模块

MM5和通用多尺度空气质量模型CMAQ三部分组成。其中CMAQ是核心模块，该模块又由边界条件模块BCON、初始条件模块ICON、气象化学预处理模块MCIP、光解速率模块JPROC和化学输送模块CCTM组成。Medel-3/CMAQ模型具有以下优点：1.可以同时模拟多种大气污染物，包括气溶胶、PM、O<sub>3</sub>、干湿沉降以及能见度等环境污染问题；2.与现代化的高科技的计算机技术结合，使空气质量模型更加直观和形象生动。

(3) GEOS-CHEM模型是一个5维（空间、时间和示踪剂）全球对流层化学输送模型，主要用于模拟全球性尺度大气污染物的长距离传输和化学反应过程，还可以与卫星遥感结合反演近地面大气污染物的浓度。

利用污染物扩散模型对大气污染进行来源解析，依据城市需求，选择不同尺度数值模式定量描述污染物从源到受体的过程，定量计算不同地区、不同类别污染源排放对空气质量的贡献。

### (2) 源解析技术路线

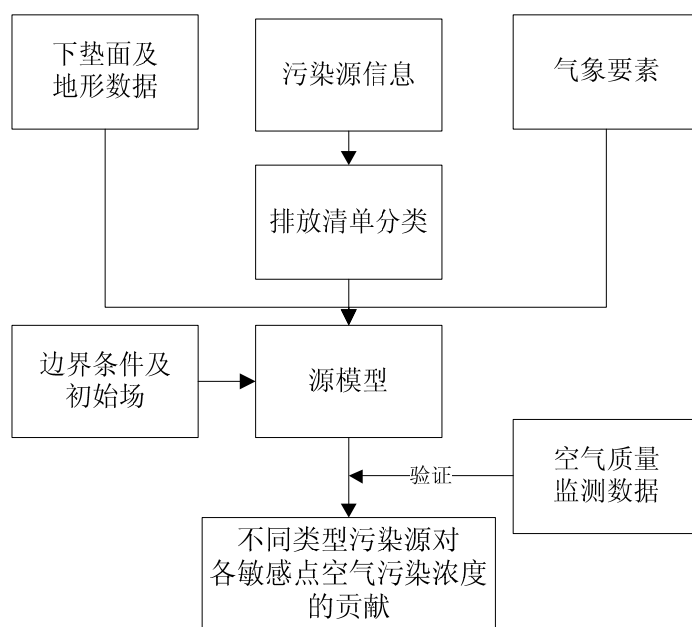


图 28 源解析技术路线图

### (3) 基础数据准备与处理

**气象数据** 通过当地环保部门或气象局搜集基准年的风速、风向、湿度、气温和气压等气象参数，或从美国环境预报中心（NCEP）获取相关数据；

**下垫面数据** 通过当地国土资源部门搜集地形高度、土壤类型、植被覆盖等数据，或使用美国地质调查所USGS的全球地形格点资料；

**污染源排放数据** 基于前期建立的污染源清单，提取模型所需要的污染物排放参数，如经纬度、烟囱高度、排放速率、大气污染物排放量等信息，同时对不同类型的污染源进行分类整理，如交通源、电力源、工业源和生活源等人为源、沙尘和扬尘等自然源、植物排放的自然源和野外生物质燃烧源等几大类。



#### (4) 模型运算与验证

模型运算 基于空气质量模型，输入相应的气象参数及下垫面资料，采用WRF、MM5、RAMS等气象模式提取气象场资料，根据数据详实设置网格精度且应与空气质量模型匹配；利用大气污染物环境背景值或实际监测资料作为模型运算初始条件，外层网格污染物模拟结果作为内层网格的边界条件。结合城市大气污染物排放清单，选择基准年对城市大气污染物浓度空间分布进行模拟，采取源开关等方法计算各污染源对环境的贡献。

模型验证 基于基准年逐时监测数据，采用趋势比较、数据对比方法进行结果校验，或采用多模型验证法，检验不同模型解析结果中各类源的贡献的一致性。

#### (5) 结果分析

各项污染物浓度空间分布特征 基于验证后的各项污染物浓度数据，提取各项污染物的浓度分布图，分析不同季节及全年各项污染物的空间分布特征；

排放源浓度贡献率 结合城市大气污染源排放清单的分类，如工业点源、移动源、生活面源等，其中工业点源又可分为电厂、钢铁、化工等行业。通过模型对城市不同类型的污染源进行分类模拟，量化不同季节（或只区分采暖季和费采暖季）及全年不同类型排放源对各敏感点空气污染浓度的贡献率；

重点排放源确定 基于排放源浓度贡献率及排放源的大气污染物排放分担率，综合分析单位排放量对城市空气质量贡献率最大的重点排放源。

### 7.1.6.2 颗粒物来源解析

当颗粒物开放源排放清单不足以支持空气质量模型源解析时，可采用受体模型源解析方法作为空气质量模型源解析方法在颗粒物来源解析工作中的补充。该方法可参见《大气颗粒物来源解析技术指南（试行）》。

### 7.1.7 污染成因分析

根据污染物排放、社会经济发展、自然条件、环境空气质量变化趋势及现状，污染物来源解析获得的结果，识别城市大气污染形成、发生、发展的原因，从而明确城市大气污染控制的关键内容。

### 7.1.8 未来发展大气环境压力分析

#### 7.1.8.1 城市规划目标年社会经济发展水平预测

利用情景分析法，在分析城市社会经济发展演变趋势的基础上，结合城市发展总体规划，经济发展目标，已颁布和规划期内计划颁布的经济和设计发展策略的基础上，运用灰色模型、ARIMA模型等主要预测模型，构建城市社会经济发展基线情景。

### 7.1.8.2 主要大气污染物增量预测分析

利用线性规划法，基于历史数据，构建主要影响因素与大气污染物排放量之间的函数关系。利用该函数关系式，获得目标年主要大气污染物排放基准量。

根据近10年主要大气污染物排放量统计数据和社会经济影响因素数据，利用秩相关分析法建立两者间的数学关系式，确定主要影响因素对大气污染物排放的影响。并以此作为预测目标年主要大气污染物排放量的预测模型。

#### (1) 二氧化硫排放量预测

城市二氧化硫排放量预测，以二氧化硫排放量与社会经济因素数学关系式为主要预测手段，将预测获得的目标年主要社会经济参数值代入数学关系式，获得目标年二氧化硫排放量预测基线值。充分参考包括电力行业、冶金行业、建材行业、有色冶炼、石油化工和其他行业二氧化硫减排技术的更新和短期措施带来的减排量，获得目标年二氧化硫排放量预测值。

#### (2) 氮氧化物排放量预测

城市氮氧化物排放量预测，以氮氧化物排放量与社会经济因素数学关系式为主要预测手段，将预测获得的目标年主要社会经济参数值代入数学关系式，获得目标年氮氧化物排放量预测基线值。充分参考包括电力行业、交通行业、水泥行业及其他行业氮氧化物减排技术的更新和短期措施带来的减排量，获得目标年氮氧化物排放量预测值。

#### (3) 颗粒物排放量预测

##### 1) PM10

城市PM10排放量预测，以PM10排放量与社会经济因素数学关系式为主要预测手段，将预测获得的目标年主要社会经济参数值代入数学关系式，获得目标年PM10排放量预测基线值。充分参考包括电力行业、交通行业、非电力行业烟尘、粉尘减排技术的更新和短期措施带来的减排量，获得目标年PM10排放量预测值。

##### 2) PM2.5

城市PM2.5排放量预测，一次排放部分以PM2.5排放量与社会经济因素数学关系式为主要预测手段，将预测获得的目标年主要社会经济参数值代入数学关系式，获得目标年一次排放的PM2.5排放量预测值。二次排放部分，将包括二氧化硫、氮氧化物、PM10、VOC等一次污染物排放量输入相应模块预测获得。

#### (4) 挥发性有机物排放量预测

城市VOC排放量预测，充分考虑内容包括燃烧过程（包括固定源燃烧、生物质燃烧）、工业挥发性有机物排放量、机动车碳氢化合物排放量、居民生活挥发性有机物排放量（包括餐饮油烟、建筑装饰、服装干洗等）四部分。利用国内外现已成熟的排放因子方法进行预测获得。

## 7.1.9 差距分析

### 7.1.9.1 污染物排放量与目标总量差距分析

有效的污染物排放总量的控制将会明显降低污染物浓度，实现空气质量的改善。污染物减排工作应采取循序渐进的方式，分阶段进行污染物排放总量控制并制定相应的控制目标，控制目标原则上要严于国家要求。通过分析各阶段目标年主要污染物总量与方案目标总量之间的差距，结合现有排放源的排放控制潜力与污染控制技术进步，评价目标年排放总量控制目标实现的可行性及阶段措施的有效性。

### 7.1.9.2 环境空气中污染物浓度与空气质量目标差距分析

分析空气质量现状与方案各阶段空气质量目标之间的差距，结合目标年排放总量预测结果，利用空气质量模型获得目标年主要污染物浓度值，与目标值进行对比，明确差距，从优化减排的角度分析进一步改善空气质量并实现空气质量方案目标的可行性。污染物控制措施包含多个方面，多种内容，进行措施的不同组合会形成多个方案，对每个方面可能产生的污染物减排量进行预测，进而获得主要污染物浓度的可能变化值。对比不同方案导致的空气质量改善情况及与目标年空气质量目标的差距，依据目标的实现程度确定采取的具体方案。随目标的不同，可通过调整方案及方案内部的措施得以实现。

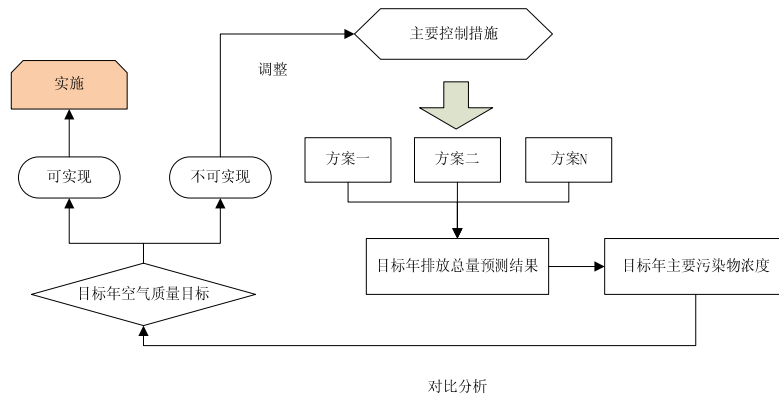


图 29 空气质量改善差距分析及优化

## 7.2 方案文本编制

### 7.2.1 指导思想

以科学发展观为指导，认真实施《大气污染防治行动计划》（国发〔2013〕37号），以实现城市环境空气质量达标、保护人体健康为目标，以优化产业布局、调整产业结构、加强能源清洁利用、提高产业准入门槛、实施多污染物协调控制和强化大气环境管理能力为手段，编制城市环境空气质量达标方案，明确城市大气污染防治的总体目标、年度计划、重点任务、工程项目和保障措施，推动成都市环境空气质量显著改善，促进城市经济、社会和环境的协

调发展。

### 7.2.2 编制原则

**统筹发展，结构优化。**从环境承载力角度出发，合理调整城市功能布局，推进产业结构、能源结构调整优化，改善社会经济发展模式。

**节能降耗，循环再生。**倡导节约优化理念，鼓励高效清洁能源利用，提高能源的利用效率，使经济活动对大气环境的影响和压力降到最小程度。按照“减量化、再利用、再循环”的原则，开展节能降污行动，推行清洁生产，从源头控制污染产生。

**加强控制，突出重点。**强化污染治理措施，加强环境监管和执法，彻底改变污染治理设施建设滞后于经济发展的不利局面。突出重点污染物、重点行业的控制，提出主要治理项目工程，保障方案实施的可操作性。

**完善机制，强化调控。**强化各级人民政府在环境保护方面主导作用，明确职责，落实分级目标和任务，建立长效机制和配套政策，合理有效配置公共资源，兼顾眼前与长远、局部与整体的衔接，形成部门协调与联动机制，促进大气环境质量长期、持续、全面改善。

### 7.2.3 方案依据

城市空气质量改善方案的编制要依据国家及地方层面的相关法律、法规和政策，将对城市空气质量改善工作具有指导和支撑作用的各项政策、标准和方案进行列举，并详细描述其对空气质量改善工作的指导意义及作用。

### 7.2.4 方案范围

空气质量关乎大众的身心健康和社会安全，城市作为人口相对集中的地区，是城市大气污染的主体和核心，研究以主城区为核心，覆盖城市辖区的空气质量改善方案，制定合理有效地改善措施，才能促进经济社会的和谐与健康发展。

### 7.2.5 方案期限

城市空气质量改善方案的数据基准年为2013年，以2015年、2017年和2020年作为城市空气质量改善的分阶段方案期限。城市根据监测点位首要污染物的超标情况，考虑城市社会经济发展水平、自然环境状况、大气污染物扩散条件，以3年为周期提出分阶段城市及各监测点位的空气质量改善目标。目标设定要客观合理，确保在规定期限内能够按照计划实现空气质量改善目标。

### 7.2.6 方案目标

基于国家和地方两个层面对城市空气质量改善的要求，确定城市空气质量改善目标和期限，原则上地方规定的期限不得晚于国家规定。

按照城市空气质量改善阶段的划分，按不同污染物浓度水平，确定每类污染物具体的改善目标和期限。

确定城市环境空气质量目标和期限，并结合国家其他相关规划和目标要求，分为2015、2017和2020年三个阶段，确定每一阶段的可预期的目标及重点工程。重点明确第一阶段主要污染物浓度目标、排放量目标、重点工程详细情况及成本和效益。

### 7.2.7 空气质量改善方案措施

在确定本城市环境空气质量改善主控方向的基础上，将大气污染防治行动计划所涉及的宏观控制策略细化为适合本城市大气污染控制的具体措施。确保措施要明确到具体的区域、行业、企业，精确到具体的季节、月份、时段，落实到具体的相关主管部门和负责人。

### 7.2.8 重点工程及其投资与效益分析

依据城市大气污染防治的方向，确定重点任务，结合城市经济发展规划、能源规划、产业结构调整等发展要求，综合考虑城市经济可行性、技术可行性等因素的情况下，制定详细的项目清单。主要包括落后产能淘汰项目、重污染企业搬迁项目、能源清洁利用项目、二氧化硫污染治理项目、氮氧化物污染治理项目、工业烟粉尘治理项目、挥发性有机物治理项目、机动车污染防治项目、扬尘综合整治项目、能力建设等项目等。要将项目工程落实到具体年度，并估算各个项目的污染减排量。

确定重点工程项目所需投资的估算依据。基于费用效益基本原则，明确重点工程项目的直接费用和效益及间接费用和效益。各个重点项目分别进行测算，并作为项目实施前必要资料提交环保部门进行审核。环保部门可参照最新版的《建设项目经济评价方法与参数》和《投资项目可行性研究报告指南》进行估算，并对其结果加以评判和修正，以确保重点项目实施所带来的效益高于成本。

各城市在综合考虑年度财政计划、城市发展需要和阶段性空气质量改善目标等因素的前提下，合理安排重点工程项目实施的先后顺序，并以列表的形式列出相应的成本估算和资金分配计划。

### 7.2.9 控制方案优化

按照最优化原则对方案进行优化选择，通常全过程最优化应该包括最优设计、最优计划、最优管理和最优控制四个方面。地方城市依据线性规划法，构建包含变量、约束条件和目标函数三要素的优化模型，在满足规定的约束条件的情况下，通过调整变量，实现系统环境效果函数最优与目标函数最优的有效结合。

## 8 指南实施的环境效益与经济技术分析

### 8.1 环境效益

近年来，我国城市大气污染防治工作得到加强，全国城市环境空气质量有所好转，环保重点城市环境空气质量逐年改善，但城市空气污染严峻的形势并未发生根本转变。目前我国城市空气质量的首要污染物可吸入颗粒物超标情况严重；二氧化硫浓度依然维持在高位水

平，仍为欧美等发达国家的2~4倍。污染排放构成发生显著变化，城市机动车已成为部分大、中城市空气污染的重要来源，城市空气污染开始由煤烟型向煤烟-机动车复合型转变。

按照本指南的要求，城市依据自身自然环境、经济发展水平等条件，编制城市空气质量改善方案，深入剖析主要大气污染问题及成因，突破技术难点，从源头控制、末端治理和监管体系等角度，探索具有城市各自特征的空气质量改善途径，对于污染物的有效控制，空气质量进一步改善、消除重污染、保障城市空气质量达标工作顺利开展，提高公众满意度具有重要的作用，带来显著的环境效益。

## 8.2 技术经济分析

通过本指南的实施，为城市空气质量的改善探索科学完善的控制措施、优化方案及技术和方法，同时给城市提供源清单编制、污染物来源解析等的有效方法，将大幅度减少城市在方案编制和实施中的资金投入。

## 9 标准实施建议

1) 城市空气质量改善方案编制技术指南应与城市大气污染控制相关规划和行动方案建立关联关系，并要具有一定的强制性，加强行政指导，促进城市空气质量达标工作的开展。

2) 根据国务院《大气污染防治行动计划》要求，结合各城市上级人民政府要求，加快推进城市产业结构优化升级。

3) 建议各地级以上城市依据本指南提出的城市空气质量改善方案编制技术指南，细化大气污染控制相关措施，进行措施的优化组合，并在实际操作中实现因地制宜。

4) 根据国家对城市空气质量改善的要求，适时修订本指南，吸纳各种新的支撑技术和研究方法。

## 10 征求意见及意见汇总处理情况

### 10.1 征求意见概况

2013年11月20日和2013年12月06日环保部办公厅发布“关于征求《城市空气质量改善规划编制技术指南》（征求意见稿），共向20家单位、部门发送征求意见稿。各单位、部门积极提出多种有效的意见和建议。

### 10.2 主要意见及处理

编制组对意见进行了认真研究，并咨询了有关专家，对主要意见及其处理结果如下：

#### 10.2.1 关于题目

环保部科技司认为，应该把指南的名字改成“城市空气质量改善方案编制技术指南”编制组已将名称进行了修改。

#### 10.2.2 关于目标的确定

专家认为目前的规划年限通常仅到2020年，因此建议不把2022年的情况写到指南里面。编制组依据专家意见进行了修改，将目标年分别设定为2015、2017和2020年。

### 10.2.3 关于总量和质量

专家组对改善方案的目标是否应包括空气质量和排放总量，及先后顺序进行了讨论。

编制组经过研究，对指南进行了修改，将目标设定为污染物浓度、达标天数以及目标年污染累计天数。

### 10.2.4 关于 O<sub>3</sub> 和 NH<sub>3</sub> 等污染问题

各单位和部门提出参考国外NH<sub>3</sub>和O<sub>3</sub>的不同排放标准，结合我国重污染过程时O<sub>3</sub>和NH<sub>3</sub>的污染问题，提出有效的控制对策。

编制组经过研究，分析了我国重点区域的特点，将NH<sub>3</sub>也列为方案的重点控制污染物。