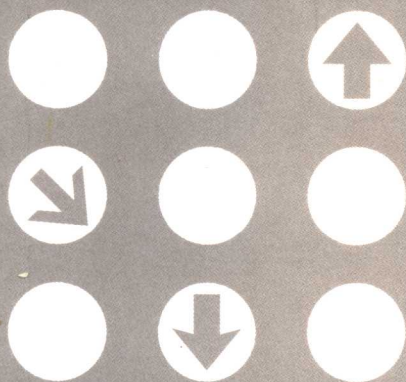




主 编 李云生

副主编 谷 清 冯银厂

CHENGSHI QUYU DAQI HUAN
JING RONGLIANG ZONGLIANG
KONGZHI JISHU ZHINAN

城市区域大气环境容量 总量控制技术指南

中国环境科学出版社

城市区域大气环境容量 总量控制技术指南

主 编 李云生

副主编 谷 清 冯银厂

中国环境科学出版社·北京

图书在版编目 (CIP) 数据

城市区域大气环境容量总量控制技术指南 / 李云生主编. —北京: 中国环境科学出版社, 2005.9

ISBN 7-80209-216-7

I. 城… II. 李… III. 城市—空气污染控制—指南 IV. X510.6-62

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2005) 第 108902 号

环境科学与工程出版中心

电话(传真): 010-6711 2735

网 址: www.cesp.cn

电子信箱: sanyecao@cesp.cn

本中心立足于出版环境科学与工程类专业图书。以服务为宗旨, 以市场为导向。做绿色文明的倡导者, 充当环境文化的传播者。

出版发行 中国环境科学出版社

(100062 北京崇文区广渠门内大街 16 号)

网 址: <http://www.cesp.cn>

电子信箱: bianji1@cesp.cn

电话(传真): 010-67133437

印 刷 北京市联华印刷厂

经 销 各地新华书店

版 次 2005 年 9 月第一版

印 次 2005 年 9 月第一次印刷

印 数 1—3 000

开 本 787×960 1/16

印 张 24

字 数 500 千字

定 价 60.00 元

【版权所有, 请勿翻印、转载, 违者必究】

如有缺页、破损、倒装等印装质量问题, 请寄回本社更换

作为自然科学,大气环境容量研究污染物在大气中传输扩散转移的基本过程,可帮助人们理解与认识区域大气污染产生与变化的基本规律。作为应用科学,大气环境容量研究得出的区域大气环境容量值,可为政府部门确定区域总量控制目标、进行基于容量的总量优化分配提供重要的技术支持。

为提高我国城市大气环境管理水平,进一步改善城市大气环境质量,国家环保总局于2002年启动了全国113个重点城市大气环境容量测算工作,目前已取得了阶段性成果。“十一五”期间,大气环境容量总量控制思路将在重点城市进一步贯彻实施。编写本《指南》的主要目的是总结近年来城市区域大气环境容量测算的经验,为“十一五”期间城市大气环境管理提供技术支持。

本《指南》包括六篇正文和四个附录。正文第一篇、第六篇由李云生编写;第二篇由陈罕立、孙绳武编写;第三篇由冯银厂编写;第四篇由徐大海指导,赵普生具体完成;第五篇由谷清主编,张裕芬参与编写。四个附录由孙绳武、赵普生、陈海涛、李娜、陈潇君等编写。全书成稿过程中,赵普生做了大量的资料调研与核对工作。

本《指南》编写历时两年时间,期间得到了国家环保总局污控司李新民、汪键、韦洪莲等同志的大力支持,得到了任阵海、周来东、赵桂凤、金龙山、钟流举、俞学增、潘向忠等专家的具体指导,得到了中国环境规划院邹首民、洪亚雄、王金南、杨金田、曹东等同仁的热情协助,得到了各省(自治区、直辖市)113个重点城市环保工作者的大力帮助,在此一并表示感谢。

城市区域大气环境容量测算的大量研究工作尚在进行中。由于水平所限,本《指南》中尚有很多内容不够成熟,希望能在“十一五”应用实践中不断得到完善。衷心希望读者批评指正。

编委会
2005年8月



第一篇 总体设计

第1章 容量总量控制概述	2
1.1 容量总量控制的内涵	2
1.2 容量总量控制的技术路线	5
1.3 容量总量控制的管理体系	7
第2章 容量测算问题辨析	9
2.1 容量测算的指标	9
2.2 污染源调查	10
2.3 环境背景值确定	10
2.4 达标率分析	11
2.5 多源模型的应用	11
2.6 环境容量的确定	12
第3章 城市大气环境容量分析的基本步骤	14
3.1 城市概况	14
3.2 大气环境功能区划	15
3.3 确定控制区	16
3.4 确定环境背景值	16
3.5 控制区网格化	16
3.6 大气现状质量评价	16
3.7 污染源分析	16
3.8 气象条件分析	19
3.9 理想环境容量分析	20
3.10 实际环境容量分析	21
3.11 规划环境容量分析	22
3.12 结果分析	22

第二篇 污染源调查

第4章 空气污染与污染源	24
4.1 空气污染物构成	24
4.2 气态污染物的化学变化及二次污染物的形成	25
4.3 空气污染危害	27
4.4 空气污染源	29
4.5 能源消耗与空气污染	30
第5章 空气污染物排放清单	33
5.1 排放清单编制工作的基本程序	33
5.2 污染源数据库	34
5.3 排放清单	44
第6章 核算污染物排放量的基本方法	47
6.1 现场实测法	47
6.2 物料衡算法	47
6.3 经验公式法	48
6.4 排污系数法	49
第7章 点源污染物排放量的计算	53
7.1 废气排放量的计算	53
7.2 烟尘排放量的计算	55
7.3 SO ₂ 排放量的计算	57
7.4 NO ₂ 排放量的计算	57
7.5 CO排放量的计算	57
7.6 1t以下锅炉、茶(浴)炉与大灶污染物排放量的计算	58
7.7 特异污染物的排放量	58
第8章 平房面源的调查、统计和污染物排放量计算	59
8.1 网格内平房居民区人口的确定	59
8.2 平房居民区人均消耗各种燃料量的确定	59
8.3 平房面源排污系数	60
8.4 平房居民区面源排放量的确定	60
第9章 线源的调查、统计和污染物排放量的计算	61
9.1 道路交通基础数据的调查方法	61
9.2 机动车排放系数	63
9.3 线源污染物排放量的估算	64

第三篇 颗粒物源解析

第 10 章 大气颗粒物源解析方法综述	68
10.1 大气颗粒物源解析技术的产生和发展	68
10.2 化学质量平衡 (CMB) 受体模型的发展	70
10.3 CMB 受体模型在城市环境空气质量管理中的作用	72
第 11 章 化学质量平衡受体 (CMB) 模型的基本理论	74
11.1 CMB 受体模型的基本理论及其算法	74
11.2 二重源解析技术原理	76
11.3 CMB 模型模拟优度的诊断技术	78
11.4 技术路线与工作流程	81
第 12 章 源与受体样品的采集及质量控制	83
12.1 区域颗粒物排放源分类及其组成特点	83
12.2 源样品的采集	85
12.3 受体样品的采集	95
第 13 章 源与受体样品的分析	97
13.1 碳分析	97
13.2 离子分析	98
13.3 XRF 分析无机元素	99
13.4 ICP 分析无机元素	102
13.5 GC-MS 分析多环芳烃	103
第 14 章 济南市环境空气中 TSP 和 PM ₁₀ 来源解析示例	107
14.1 环境样品的采集	107
14.2 污染源样品的采集	107
14.3 样品分析	108
14.4 TSP 和 PM ₁₀ 浓度的时空分布特征	108
14.5 元素浓度的分布特点	108
14.6 源成分谱特征分析	109
14.7 化学质量平衡法解析结果	111
14.8 二重源解析结果	113
14.9 结论	113

第四篇 城市污染气象分析

第 15 章 大气的成分、结构及主要气象要素	116
------------------------------	-----

15.1 大气成分	116
15.2 大气的垂直结构	117
15.3 主要气象要素	120
第 16 章 近地大气热力过程及大气稳定度	124
16.1 气温的垂直分布	124
16.2 逆温形成原因	125
16.3 干绝热直减率	127
16.4 大气稳定度	129
16.5 大气稳定度的分类方法	130
第 17 章 大气边界层	132
17.1 大气边界层的结构与作用特点	133
17.2 大气边界层中的扩散形式	135
17.3 大气边界层在复杂地形条件下对空气质量的影响	137
17.4 城市大气边界层	137
第 18 章 气象要素与城市空气污染	139
18.1 风向、风速对城市空气污染的影响	139
18.2 大气稳定度对城市空气污染的影响	143
18.3 降水对城市空气污染的影响	144
18.4 辐射和云对空气污染的影响	145
18.5 天气形势对城市空气污染的影响	145
第 19 章 气候与城市空气污染	146
19.1 城市空气质量箱模型	146
19.2 全国的通风量的分布	147
19.3 我国大陆雨水洗除大气污染物能力的分布	148
19.4 我国大陆大气污染物容量系数分布	150

第五篇 多源模式分析

第 20 章 烟气抬升	154
20.1 概述	154
20.2 烟云所遵守的守恒方程	155
20.3 热排放率计算和浮力通量计算分析	157
20.4 烟气在近源处的中心轨迹	160
20.5 烟云的终极抬升	161
20.6 烟源参数的优化	165

20.7 有风时常用烟气抬升公式	167
20.8 静风抬升公式	170
20.9 各烟气抬升高度计算分析	171
20.10 推荐的烟气抬升公式	172
20.11 多源烟云的抬升	173
20.12 烟气的下洗	174
第 21 章 高斯型点源扩散模式	176
21.1 高架连续点源基本公式	176
21.2 平均风速的应用	180
21.3 地面最大浓度	182
21.4 下风向地面浓度分布计算	186
21.5 混合层顶多次反射计算	187
21.6 熏烟模式计算探讨	189
21.7 长期平均浓度	191
21.8 小风静风计算	193
21.9 轨迹烟流模式介绍	198
第 22 章 高斯型线源扩散模式	203
22.1 点源求和法	204
22.2 高斯烟流模式	205
22.3 高斯烟团模式	206
22.4 长期平均浓度的计算	207
22.5 线源源强的计算	208
22.6 初始扩散参数	209
22.7 风速的计算	209
22.8 街道峡谷模式	210
22.9 实用计算模式	211
22.10 线源计算实例	211
第 23 章 面源扩散模式	214
23.1 虚点源后置法	215
23.2 简化成线源的面源公式	216
23.3 箱模式	216
23.4 ATDL 模式	218
23.5 面源模式计算实用计算方法	222
23.6 烟团模式	229
23.7 面源模式计算的经验和精确计算	230

23.8 大气稳定时面源计算的考虑和处理方法	232
第 24 章 颗粒物粒子模式	233
24.1 解析模式	234
24.2 源损耗模式	234
24.3 粒子沉降模式	235
24.4 简要对比	236
24.5 沉降烟团模式	236
24.6 颗粒物长期平均浓度	237
24.7 实用公式和计算方法探讨	237
24.8 粒子面源模式	241
第 25 章 复杂地形模式计算	244
25.1 山区峡谷模式	245
25.2 山区丘陵模式	246
25.3 山区丘陵实用计算方法	248
25.4 水域附近的扩散	250
25.5 建筑物尾流	251
25.6 复杂地形上的流动和扩散	254
25.7 复杂地形上的扩散模式	258
第 26 章 模式性能分析和实用模拟计算方法	264
26.1 模式构成	264
26.2 模式类型	265
26.3 模式选择	266
26.4 模式性能评价	267
26.5 模式检验	268
26.6 坐标系	272
26.7 小时平均浓度计算	273
26.8 日平均浓度计算	274
26.9 长期平均浓度计算	276
26.10 污染物校核的意义	277

第六篇 区域环境容量分析与总量分配

第 27 章 容量总量控制的基本思路	286
27.1 环境容量、总量控制目标与总量分配	286
27.2 容量总量控制的技术路线	286

27.3 区域环境容量的确定	287
27.4 区域总量分配的基本原则	289
第 28 章 理想环境容量分析	291
28.1 A 值法确定大气污染物理想环境容量	291
28.2 A 值确定	292
28.3 A 值控制区的确定与背景浓度值分析	292
第 29 章 实际环境容量分析	294
29.1 基本概念及技术路线	294
29.2 实际环境容量计算中要注意的问题	295
29.3 基础允许排放量分析	296
29.4 平权允许排放量分析	297
29.5 实际环境容量的确定步骤	304
29.6 实际环境容量分析	306
第 30 章 规划环境容量分析	307
30.1 技术路线	308
30.2 基础允许排放量分析	308
30.3 平权允许排放量分析	308
30.4 规划环境容量确定步骤	308
第 31 章 总量分配方法	310
第 32 章 大气颗粒物容量总量控制技术方法	312
32.1 技术路线	312
32.2 二次粒子允许贡献值的确定	313
32.3 开放源类允许贡献值的确定及评价方法	314

附 录

附录 1 世界银行的空气污染源分类	316
附录 2 污染源调查相关表格	318
附录 3 大气环境相关标准	325
附录 4 国内外空气质量模式软件简介	358
参考文献	372

第一篇

总体设计

第一章 绪论

第一节 设计背景

第二节 设计目标

第三节 设计范围

第四节 设计原则

第五节 设计流程

第六节 设计成果

第二章 需求分析

第一节 用户需求

第二节 业务需求

第三节 系统需求

第四节 数据需求

第五节 性能需求

第六节 安全需求

第三章 系统架构设计

第一节 总体架构

第二节 应用架构

第三节 数据架构

第四节 技术架构

第五节 部署架构

第六节 安全架构

第四章 数据库设计

第一节 数据库选型

第二节 数据库设计

第三节 数据库优化

第四节 数据库安全

第 1 章 容量总量控制概述

1.1 容量总量控制的内涵

容量是在一定空间容纳某种物质的能力。区域环境容量是指一定区域内保证人体健康和区域生态环境安全的最大污染物容纳量。污染物排放量超过环境容量,区域的生态平衡和正常功能就会遭到破坏。大气环境容量是一种特殊的资源,它与其他自然资源在使用上有着明显的差异。由于大气运动没有边界,一定空间区域内外的污染物互相传输、互相影响。鉴于气象条件和污染物排放的复杂性,准确计算区域大气环境容量十分困难。在对边界条件进行一定简化后,可借助数学模型模拟估算区域大气环境容量。

目前常用的区域大气环境容量的涵义有多种,基本可分为三类:第一类是基于有限空间空气污染与清除能力平衡得出的环境容量,可称为理想环境容量;第二类是在污染源现状格局条件下,保证区域地面环境质量达到功能要求得出的环境容量,可称为实际环境容量;第三类是在产业结构调整、污染源格局优化条件下,保证区域地面环境质量达到功能要求得出的环境容量,可称为规划环境容量。

1.1.1 区域理想环境容量

区域理想环境容量是指在有限的区域内,考虑污染物的背景浓度(外来污染影响和自然本底浓度),区域内污染物的排放和清除达到平衡状态的条件下,污染物平均浓度达到功能区环境质量标准浓度限值时,在一定时段内区域所能容纳的污染物总量,该量等于在该时段内能被清除掉的污染物质。污染物清除的主要方式有化学转化、干沉积、湿沉降、卷夹到边界层外以及平流输送出区域等。区域理想大气环境容量空间示意图见图 1.1。

理想大气环境容量有以下基本特征:

(1) 气象条件简化。区域内气象条件变化频繁多样,难以简单描述。在理想大

气环境容量计算时,忽略区域内气象条件微观复杂变化的影响,仅在大区域范围内考虑宏观的气象变化特征。

(2) 均匀性假定。实际污染物在空间范围内的扩散转移具有一定浓度梯度,理想大气环境容量是在假定空间内污染物全部达到均匀混合的状态下得出的。

(3) 污染源无关性。由于做了均匀性假定,区域内污染源的位置、高度等因素的大气环境质量影响没有考虑。

因此,理想环境容量计算有两个意义:一是由于参数要求简单,不同区域具有可比性,可进行区域间容量分析对比;二是提供区域宏观的容量指导数据,为进一步的污染控制提供边界条件。

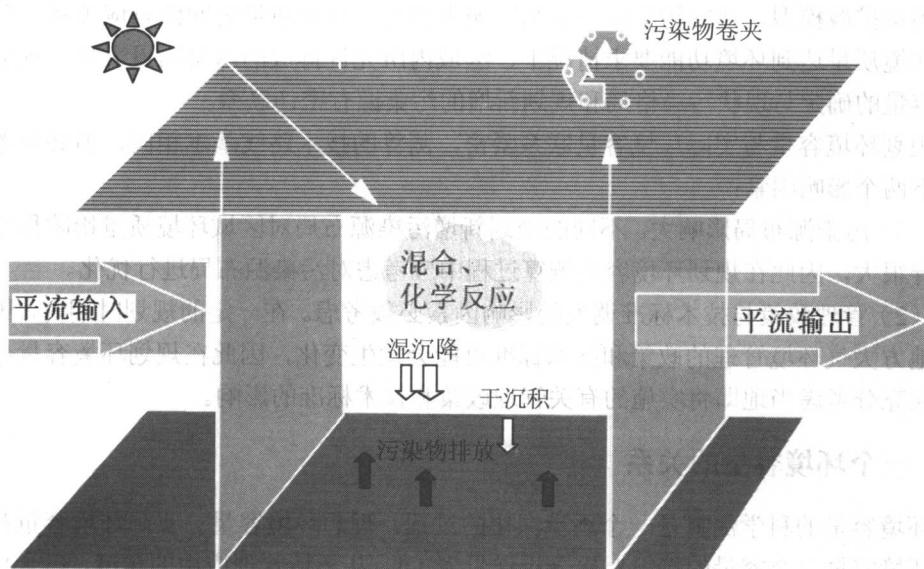


图 1.1 区域理想大气环境容量空间示意

1.1.2 区域实际环境容量

区域实际环境容量是指在有限的区域内,考虑污染物的背景浓度(外来污染影响和自然本底浓度),在现状污染源排放格局条件下,根据当地实际气象条件,建立污染源排放与区域内的地面环境质量之间的响应关系,分析在环境质量达到环境功能要求情况下,区域内所允许排放的污染物最大量。

实际环境容量具有以下基本特征:

(1) 气象条件具体化。实际环境容量测算反映了区域气象条件的特异性,可更加真实地描述污染物在区域内的扩散与传输特性。

(2) 污染源调查精度要求高。由于强调了现状污染源的地面环境质量影响,因

此实际污染源的调查资料的准确性对确定实际环境容量的影响非常大。

(3) 环境影响可验证。在实际环境容量测算中, 由于地面观测浓度有定量监测数据, 因此可应用监测数据验证污染源与环境质量的响应关系。

因此, 实际环境容量的测算对一个区域具有更加现实的指导作用, 可根据实际环境容量制定区域大气污染治理方案。

1.1.3 区域规划环境容量

区域规划环境容量是指在有限的区域内, 考虑污染物的背景浓度(外来污染影响和自然本底浓度), 在规划污染源排放格局条件下, 根据当地实际气象条件, 应用大气污染扩散模型, 建立污染源排放与区域内的地面环境质量之间的响应关系, 分析在环境质量达到环境功能要求情况下, 区域内所允许排放的污染物最大量。规划环境容量的确定与现状污染格局和规划新增的污染源有密切联系。

规划环境容量与实际环境容量联系紧密, 测算的技术路线基本相同, 但必须考虑以下两个影响因素:

(1) 污染源布局影响大。不同的规划新增污染源布局对区域环境质量影响程度的差异很大, 因此在规划环境容量测算过程中应考虑对污染源布局进行优化。

(2) 管理政策与技术标准调整的影响因素必须考虑。在一定的规划时期内, 国家和地方大气环境管理的政策和技术标准可能会发生变化, 因此在规划环境容量分析时应充分考虑当地即将实施的有关管理政策和技术标准的影响。

1.1.4 三个环境容量的关系

环境容量的科学测算是一个逐步深化的过程。理想环境容量、实际环境容量和规划环境容量三个容量的特征对比分析详见表 1.1。从环境管理应用的角度, 三个环境容量的概念反映了不同的环境管理理念, 各自发挥着重要作用。

(1) 理想环境容量测算是实施容量总量控制的宏观阶段。应用环境容量进行环境管理在我国尚处于起步阶段, 理想环境容量是应用比较简便的方法确定区域大致公平合理的环境容量值, 能将复杂的问题相对简化, 有利于容量总量控制制度的建立与实施, 具有重要的指导意义。

(2) 实际环境容量测算能为城市的大气污染控制提供有力支持。实际环境容量测算建立了现状污染源与环境质量之间的联系, 能够有效识别影响区域环境质量的主要因素。我国大部分城市环境质量处在急需改善的阶段, 实际环境容量测算具有重要的现实意义。

(3) 规划环境容量测算是环境保护参与综合决策的重要体现。规划环境容量是联系区域经济发展、产业布局调整和大气环境保护的一个重要的环境指标, 科学测算规划环境容量, 能促进科学发展观在城市环境保护领域的落实, 促进城市实现可

持续发展。

表 1.1 环境容量特征分析表

名称	参数要求	适用区域	主要用途	主要优点	主要缺点	计算方法
理想环境容量	简单的参数,不需污染源详细参数	较大区域	宏观指导区域的总量控制	参数简单,方法简便易行	不能预测和评估敏感点环境质量	A 值法或其他箱式模型
实际环境容量	详细的气象资料与现状污染源资料,并要进行参数验证	多源模型计算区域一般不超过 1 000 km ² 范围, A-S 法可适用于较大区域	具体指导制定区域现状环境质量改善的污染控制方案	定量描述现状污染源与环境质量的关系,定量评价各污染源的环境影响程度	涉及参数较多,技术要求高,模型验证有一定难度	高斯扩散模式为主,配合应用优化模型
规划环境容量	详细的气象资料与现状污染源资料,规划新增污染源资料	一般适用不超过 1 000 km ² 范围	指导区域发展过程中的大气污染源布局	定量描述污染源布局与地面环境质量的影响关系	涉及参数较多,技术要求高,预测与优化方案分析有一定难度	高斯扩散模式为主,配合应用优化模型

1.2 容量总量控制的技术路线

我国重点城市推行区域大气容量总量控制,是在科学研究与环境管理实践的基础上形成的管理思路,是符合我国国情并促进城市大气环境质量改善的有效管理手段。从浓度控制、目标总量控制到容量总量控制,把大气环境容量作为一种重要的环境资源,科学认识并合理利用,是环境管理落实科学发展观的具体体现。

城市区域实施大气环境容量总量控制可按照以下四个步骤进行。

(1) 技术准备。容量总量控制的技术准备包括确定控制因子、污染源调查与分析、气象资料调查与分析、环境质量现状评价与分析、选择容量计算模型等工作,是实施容量总量控制的基础性技术工作。

(2) 容量测算。按照理想环境容量、实际环境容量和规划环境容量的要求,选择环境容量计算模型,合理确定各项参数并进行必要的模型验证,综合分析区域的大气环境污染特征,得出三个环境容量值。

(3) 总量管理。要依据容量测算结果制定静态的总量分配方案和动态的总量分配方案,一方面为改进区域环境质量要对现有污染源提出治理方案的要求,另一方面可指导城市发展过程中优化大气污染源布局,科学调整区域污染源的空间结构。

(4) 政府实施。大气环境容量是城市有限的、宝贵的资源,容量总量控制的技术方案经环境行政主管部门技术审核后,政府可用规划、规范或引导性政策等方式

纳入区域的综合管理与决策中，充分落实科学发展观。

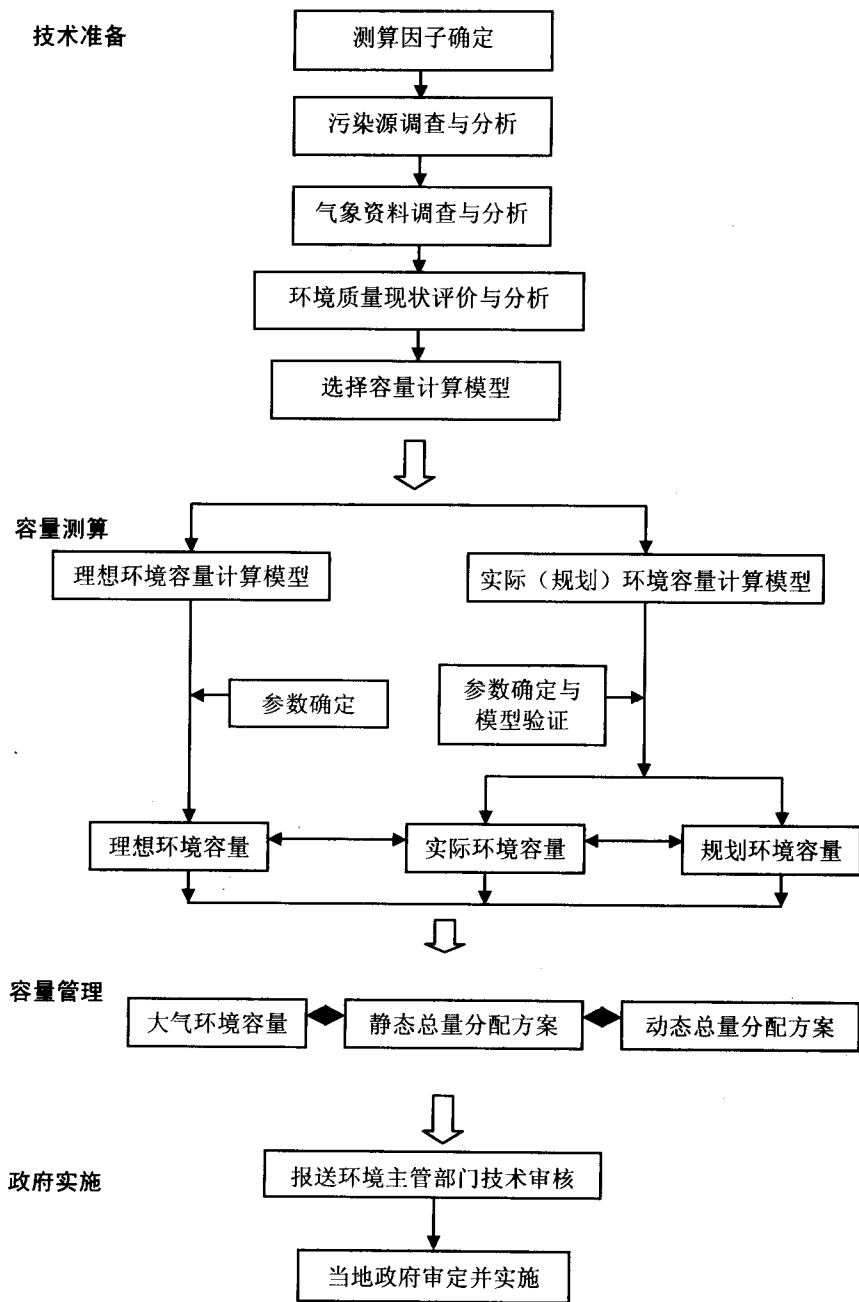


图 1.2 城市大气容量总量控制技术路线