

大气环境 影响评价

童志权 编著

中国环境科学出版社

大气环境影响评价

童志权 编著

中国环境科学出版社

1988

内 容 简 介

本书较全面系统地介绍了大气环境影响评价的基础理论、评价程序和具体的实施方法。上篇着重介绍有关的气象学基础知识和大气扩散理论；下篇系统地介绍了大气环境现状评价，气象资料的收集、利用，扩散模式与扩散参数的选取和测定，大气环境影响预测等内容；下篇还用一章的篇幅重点地介绍环境风洞技术，最后一章是关于评价结果与大气污染控制。

本书适于广大环境影响评价人员、环境管理技术人员、各类工业企业的设计人员及大专院校有关专业的师生参考。

环境影响评价

董志毅 编著

责任编辑 王晓民

中国环境科学出版社出版

北京崇文区北岗子街8号

河北大厂兴源印刷厂印刷

新华书店总店科技发行所发行 各地新华书店经售

1988年9月 第一版 开本 850×1168 1/32

1991年8月 第二次印刷 印张 13 7/8

印数 8 201—12 200 字数 377千字

ISBN 7-80010-088-X/X·089

定价：7.50 元

前 言

环境影响评价是环境质量评价的一个新分支。自国外首先提出环境影响评价以来，在十多年的时间里，它的发展十分迅速，已成为环境科学的“热门”。目前已有八十多个国家开展了环境影响评价工作，不少国家建立了环境影响评价制度，使该项工作法律化、制度化。

我国政府在1979年颁布的《中华人民共和国环境保护法（试行）》中明确规定了环境影响评价制度。该法规定：“一切企业、事业单位的选址、设计、建设和生产，都必须充分注意防止对环境的污染和破坏。在进行新建、改建和扩建工程时，必须提出对环境影响的报告书，经环境保护部门和其它有关部门审查批准后才能进行设计。”按照国家有关规定，我国已把环境影响评价定为开发和建设项目可行性研究的一个重要组成部分。

80年代以来，我国的环境影响评价工作已在全国范围内迅速开展起来，大批环境工作者投入了这一工作。几年来，我国先后进行了包括冶金、石油、化工、电力、轻纺、矿山、水利、港口、核电站等方面的一批大、中型建设项目的环境影响评价和一批经济开发区的区域环境影响评价。各地完成的中、小型建设项目的环境影响评价数不胜数。随着我国经济建设的发展，环境影响评价也将不断向前发展。

大气环境影响评价是环境影响评价的重要组成部分。近年来，我国在开展大气扩散规律的研究和大气环境影响的评价方面取得了很大进展，在引用国外理论的同时，大大丰富和发展了这一领域的理论和方法。本书试图在系统介绍大气环境影响评价所必须的气象与大气扩散知识的基础上，总结近几年来我国开展大气环境影响评价取得的成功经验，以期对广大环境保护工作者有所帮助。

大气环境影响评价涉及到气象学、污染气象学、空气动力学、近代物理学、环境污染与监测、近代计算技术等多学科知识，但由于编者理论水平和实际经验都很有限，错误和不妥之处在所难免，希读者指正。

本书在编著过程中得到了湘潭大学科研处的支持，初稿写出后，湖南省气象科学研究所大气环保室王道藩同志和湖南省环保研究所大气评价室蒋益民同志提出许多宝贵意见，在此一并致谢。

编著者

1987.10

目 录

第一篇 气象与大气扩散基础

第一章 与大气扩散有关的气象知识	3
第一节 大气概述	3
一、大气的成分	3
二、大气的垂直分层	5
三、气象要素	7
第二节 大气的热力过程	10
一、低层大气的增热与冷却	10
二、气温的绝热变化	14
三、气温的垂直分布	17
四、大气稳定度	23
五、气温和温度层结的周期性变化	27
六、大气混合层	29
第三节 大气的水平运动	32
一、作用于大气的水平力	33
二、自由大气中空气的运动	36
三、摩擦层中空气的运动	39
第二章 湍流和湍流扩散的基本理论	46
第一节 大气的湍流运动	46
一、大气湍流的基本概念	46
二、大气湍流对污染物的扩散作用	47
三、大气湍流运动的判据	48
四、大气湍流运动的描述	50
第二节 湍流扩散的梯度理论	58
一、湍流扩散的微分方程	58
二、微分方程的两种解	60
第三节 湍流扩散的统计理论	65
一、泰勒公式	65
二、扩散参数与扩散时间的关系	67
三、泰勒公式的能谱形式	68
第三章 大气污染浓度估算	80
第一节 高斯扩散模式	80

一、有界条件下的基本扩散模式	80
二、几种常用的大气扩散模式	82
第二节 大气污染浓度估算	85
一、有效烟囱高度的计算	85
二、萨顿扩散模式	95
三、P-G扩散曲线法	99
四、平均浓度随取样时间的稀释作用	107
第三节 恶劣气象条件下的扩散	109
一、封闭型扩散	109
二、熏烟型扩散	113
三、微风下的扩散	116
四、危险风速下的污染浓度	120
第四节 影响污染物在大气中散布的其他过程	122
一、干沉积过程	123
二、降水清洗、化学反应和放射性衰变	125
第四章 城市、山区和水域附近的扩散	127
第一节 城市污染	127
一、城市气象特征	127
二、城市大气污染的特点	130
三、城市多源高斯模式	132
第二节 山区的扩散	141
一、山区气象及污染特征	141
二、山区扩散模式	147
三、山区扩散参数	152
第三节 水域附近的扩散	153
一、海(湖)陆风及其对沿岸大气污染的影响	154
二、热边界层及其对沿岸大气污染的影响	156

第二篇 大气环境影响评价方法

第五章 大气环境影响评价概论	163
第一节 环境影响评价概述	163
一、环境质量和环境质量评价	163
二、环境影响评价的分类	164
三、环境影响评价的内容和程序	166
四、工程环境影响因素分析	171
五、环境影响评价的设计思想	173
第二节 环境影响评价在经济建设中的作用	174
第三节 大气环境影响评价的过程、内容和方法	176

一、大气环境影响评价的内容和过程	176
二、大气环境影响预测的基本方法	177
第四节 大气环境标准	179
一、大气环境质量标准	180
二、大气污染物排放标准	181
第六章 大气环境现状评价	183
第一节 概 述	183
一、现状评价在大气环境影响评价中的作用	183
二、大气环境现状评价的程序	183
第二节 污染源调查与评价	184
一、污染源调查	185
二、大气污染物排放量的估算	186
三、污染源评价	198
第三节 大气环境现状监测与评价	201
一、大气本底监测	201
二、大气环境质量现状评价方法	205
三、大气环境质量图	209
第七章 气象资料的收集、观测和整理	212
第一节 概 述	212
第二节 常规气象资料的收集利用与地面观测	213
一、气象台站常规气象资料的收集利用	213
二、评价区气象要素的地面观测	216
第三节 大气边界层风、温的探测	219
一、测风气球	220
二、低空探空	240
三、观测塔或高烟囱	245
四、系留气球和系留气艇遥测系统	246
五、声雷达	247
第四节 大气稳定度的分类与确定	251
一、根据常规气象资料确定大气稳定度	252
二、根据温度梯度或位温梯度确定大气稳定度	256
三、根据风向变化或垂直风速梯度确定大气稳定度	260
四、根据理查逊数和莫宁-奥布霍夫长度确定大气稳定度	264
五、关于划分大气稳定度方法的应用	266
六、我国大气稳定度区划	268
第五节 气象资料的统计整理与延长订正	268
一、气象资料的统计整理	268
二、地面气象观测资料的延长订正	275

第八章 扩散参数和烟云抬升高度的选取与测定	279
第一节 扩散参数的选取	279
一、烟流模式扩散参数的选取	279
二、烟团模式扩散参数的选取	282
第二节 照相法测定扩散参数	282
一、原理	284
二、现场操作	286
三、资料和数据处理	287
四、照相法确定萨顿模式和 K 理论中的扩散系数及风脉动方差	291
第三节 等容(平衡)气球法测定扩散参数	293
一、原理	293
二、试验方法	295
三、气球空间坐标的确定	299
四、大气扩散参数的估算	302
第四节 示踪剂扩散法测定扩散参数	305
一、试验方法	306
二、扩散参数的计算	312
第五节 风向标准差法测定扩散参数	316
一、用定点风脉动资料推求扩散参数的方法	316
二、风脉动的定点观测	319
第六节 激光雷达测烟	325
一、激光雷达测烟原理	325
二、激光探测大气扩散参数	331
第七节 烟云抬升高度的测定及抬升模式的确定	334
一、下风向不同距离上抬升高度的测定方法	334
二、烟流参数和气象参数的同步测量	337
三、抬升模式的验证与建立	337
第九章 环境风洞模拟实验	341
第一节 概述	341
第二节 环境风洞的基本结构	343
第三节 风洞实验的相似准数	350
第四节 环境风洞的实验方法	354
一、相似条件	354
二、风洞模拟实验的方法	358
第十章 大气环境影响预测	364
第一节 预测模式的分类、选择与验证	364

一、预测模式的分类	364
二、预测模式的选择	365
三、模式的验证与改进——模式研究	368
第二节 大气环境影响预测	373
一、预测范围和对象	373
二、源参数和气象参数平均值	374
三、评价中需要预测的浓度分布类型	377
四、短期浓度预测	379
五、长期平均浓度预测	382
六、关于预测浓度的迭加	389
第十一章 评价结果·大气污染控制	390
第一节 评价报告的“结论和建议”要点	390
一、结论部分	390
二、改善大气质量的建议	391
第二节 厂址选择与烟囱高度设计	392
一、厂址选择	392
二、烟囱高度设计	396
第三节 无组织排放与卫生防护距离的确定	402
一、无组织排放源地面浓度的估算	402
二、无组织排放量的测定与估算方法	403
三、卫生防护距离的确定	407
第四节 大气污染控制	409
一、K值法控制	409
二、P值法控制	411
三、污染物总量控制	417
参考文献	423
附录 I：大气环境质量标准	427
附录 II：工业企业设计卫生标准（摘要）	431

第一篇 气象与大气扩散基础



第一章 与大气扩散有关的气象知识

大气是污染物传播的介质，气象条件是制约污染物在大气中输送、扩散、稀释、转化的重要因子。

因此，评价和预测某地区的大气环境质量，首先要分析研究评价区的气象背景，为进一步分析研究该地区大气污染物的扩散规律打下坚实的基础。

鉴于目前从事大气环境影响评价的不少同志，大都是非气象专业人员，故在这里先对评价工作中所必需的、与大气扩散密切相关的气象学的基础知识进行简单的介绍。

第一节 大气概述

一 大气的成份

低层大气是由干洁空气、水气和悬浮微粒三部分组成的。

不含水气和微粒杂质的空气称为干洁空气，其组成如表1-1。其中除二氧化碳和臭氧外，在90km以下各组分的比例基本上是不变的。

大气中的二氧化碳来源于燃料的燃烧、有机体的腐解和动、植物的呼吸等过程。由于这些过程都发生在地面上，因此大气中二氧化碳主要集中在20km以下，其含量因时间和空间的变化略有差异，夏季多于冬季，陆地多于海洋，城市多于农村。大工业城市的二氧化碳含量可高达0.05~0.07%。

臭氧约占大气体积的 $10^{-6} \sim 8 \times 10^{-6}$ ，它是高空 O_2 被高能光量子撞击离解出的O，再与其它 O_2 结合的产物。近地层大气中 O_3 含量较少，10~50公里的大气层中含量较多，在12~35km处形成臭氧层，最大浓度中心在22km附近。臭氧能强烈吸收太阳的紫外辐射，

使地面上的生物免受过多紫外线的伤害。

二氧化碳和臭氧对大气温度的垂直分布有较大影响。

表 1-1 干洁空气的组成

成 分	体积百分数%	成 分	体积百分数%
氮(N ₂)	78.084	氪(Kr)	0.000114
氧(O ₂)	20.9476	氙(Xe)	0.0000087
氩(Ar)	0.934	氢(H ₂)	0.00005
二氧化碳(CO ₂)	0.0314	臭氧(O ₃)夏季:	0~ 0.000007
氖(Ne)	0.001818	冬季:	0~ 0.000002
氦(He)	0.000524		

大气中的水蒸气来源于地面水的蒸发，其含量随时间、地点和气象条件的不同而有较大的变化，其变化范围在0~4%之间。观测表明，在1.5~2.0km高度上，空气中的水气含量已减少到地面的一半，在5km高度上则减少为地面的1/10，再向上就更少了。大气中的水分导致了云、雾、雨、雪、雹等复杂的天气现象。

干洁空气和水蒸气的混合气体，称为湿空气。

大气中的悬浮颗粒包括固体杂质和液体杂质。固体杂质主要有燃烧烟尘、海水飞溅扬入大气后而被蒸发的盐粒、风吹起的灰尘以及细菌、微生物、植物孢子、花粉等，它们多集中于大气的低层。液体微粒指水滴、酸雾等。

各种自然过程（如火山活动、森林火灾、有机体腐解、雷电等等）能产生被称为“大气污染物”的成份，如SO₂、NO_x、H₂S、NH₃、CH₂O等。由于自然环境的自净机能，各种自然现象一般能自动协调生态系统的动态平衡。因而就全球平均而言，大气中由自然界本身产生的污染物成分含量很少，对人体和环境没有明显的影响。但是，如果人类生产和生活活动排放的大气污染物超过了大气的自净机能，它们在大气中的浓度和滞留时间足以影响人体健康和动植物正常生长时，就造成了大气污染。

二 大气的垂直分层

地球周围的大气圈具有层状结构。根据大气温度的垂直分布，由地表向外，依次划分为对流层、平流层、中层和暖层，如图1-1所示。大气圈的厚度在2000~3000km以上。

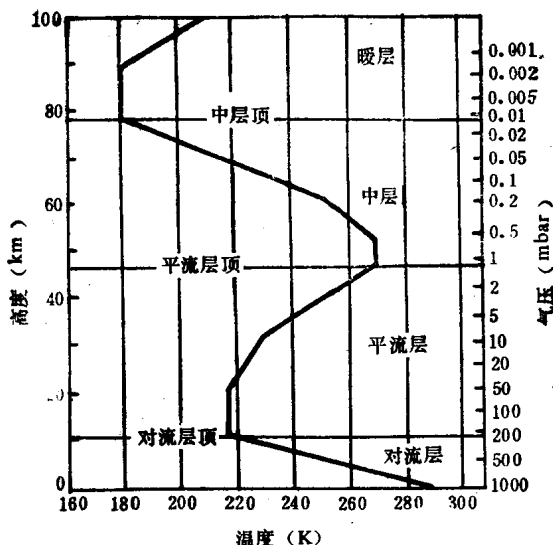


图 1-1 大气的垂直分层

对流层是最接近地面的一层大气，其上界因纬度和季节而异：赤道地区最高（约15km），两极最低（约8km）；暖季大于冷季。该层大气的主要特点是有比较强烈的铅直混合。就平均而言，大气的温度是向上递减的，平均每升高100m，大气温度降低0.65K。对流层的厚度比其它层小得多，但它却集中了大气质量的四分之三和全部的水分，云、雾、雨、雪等主要天气现象都发生在这一层。因此，对流层是对人类生产和生活影响最大的一层，各种污染物的迁移扩散和稀释转化也主要在这一层进行。

对流层下部（地面至1~2km处）的大气，直接受到地面摩擦

力的影响，称为摩擦层。它的厚度比整个大气层小得多，气流具有边界层的性质，故又称大气边界层。边界层内风向、风速和气温随高度而变化，空气的运动总是表现为湍流的形式。

大气边界层的结构如图 1-2。大气边界层中，从地面至 50~100m 的部分，又称为近地层或下部摩擦层。该层中，因受地表面影响大，大气湍流强烈，热量和动量铅直通量随高度变化甚微，可以近似看作常数。地球自转的影响（地转偏向力或称科里奥利力）与地面摩擦力的影响相比可以忽略，故平均风向随高度的变化可忽略不计。

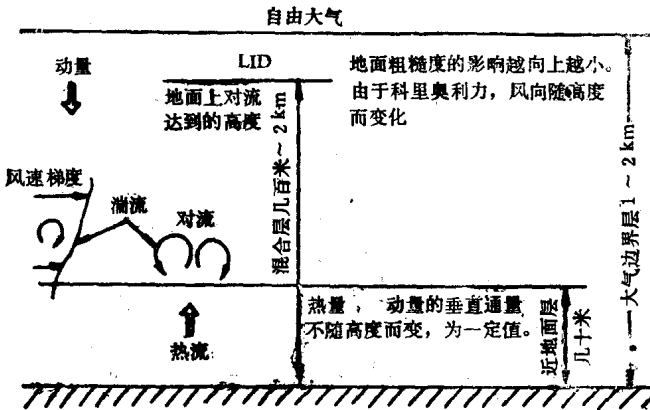


图 1-2 低层大气的结构

近地层以上摩擦层的其余部份称上部摩擦层。由于愈往上地面的影响愈小，湍流强度逐渐减弱。由于地转偏向力与地表摩擦力相比不可忽略，故平均风向随高度的变化也不可忽略。

在有日照时，由于产生对流而能较好地混合的边界层下部又称为混合层（LID）。混合层从日出后开始形成到午后达到约1km左右的最大高度。

边界层以上对大气污染物的扩散迁移影响极大。

大气边界层以上，几乎不受地面摩擦力的影响，大气可看成没有分子粘性的理想气体，称为自由大气层，其中的气流具有层流的

性质。

三 气象要素

表示大气状态和物理现象的物理量在气象上称为气象要素。它包括气温、气压、气湿、风向、风速、降水、蒸发、日照、云量、云况、太阳辐射、地面辐射、能见度、垂直风速梯度和垂直温度分布等等。这些气象要素本身随时都在变化之中，彼此又互相制约。各气象要素的不同组合，出现不同的气象特征，对大气污染物的扩散产生不同的影响。

直接影响大气污染物输送扩散的气象要素是空气的流动特征——风和湍流，而垂直气温分布又在很大程度上制约着风场和湍流结构。因此在众多的气象要素中与大气污染最密切的是风向、风速、湍流强度、垂直温度梯度和混合层高度等。风向规定了污染的方位；风速表征了大气污染物的输送速率，风速梯度又与湍流脉动密切相关；湍流强度显示了大气的扩散能力；混合层高度决定了污染物扩散的空间大小。

为讨论问题方便，我们先介绍几个一般的气象要素，其余的气象要素将在以后加以研究。

(1) 气温 气象上讲的气温一般是指离地面 1.5m 高处的百叶箱中观测到的空气温度，一般用摄氏温度表示，理论计算常用绝对温度。

(2) 气压 气压是指大气的压强。在静止大气中，任一点的气压值等于该点单位面积上的大气柱重量。高度愈高，压在其上的气柱愈短，气压就愈低。设想一个单位截面的垂直大气柱，在 z 高度上的气压为 P ， $(z+dz)$ 高度上的气压为 $(P-dP)$ ，则由 z 上升到 $(z+dz)$ 气压下降的数值 $-dP$ 应等于 dz 这段气柱的重量 $\rho g dz$ ，即

$$dP = -\rho g dz \text{ 或 } \frac{dP}{dz} = -\rho g \quad (1-1)$$

式中， g 为重力加速度； ρ 为空气密度。负号表示气压随高度增加而