

大气污染浓度 预测技术手册

(改订版)

王茂新 王瑞仙 李国华 译
侯宏森 校

气象出版社

大气污染浓度预测技术手册

(改 订 版)

日本通商产业省工业立地局 编

王茂新 王瑞仙 李国华 译

侯宏森 校

气象出版社

(京)新登字046号

内 容 简 介

本书是日本通商产业省工业立地局组织编写的一本有关防治大气污染的专著。在总结了日本国近20年的工作经验和广泛收集国内外的技术成果的基础上,由十多位技术专家讨论、执笔、汇编而成。其内容涉及到现场调查、气象观测和环境浓度观测使用的仪器与方法以及观测资料的收集、整理与分析、环境浓度模拟、模拟结果的分析与研究、模式的改善、未来环境浓度预测,预测结果的利用与环境影响评价等诸多方面。

本书以方法的讲述为主,力求科学、实用。并附有附录,以对正文补充和加深。

本书适合于环境科技保护工作者及有关人员阅读。

大气污染浓度预测技术手册

(改订版)

日本通商产业省工业立地局 编

王茂新 王瑞仙 李国华 译

侯宏森 校

责任编辑 陈云峰

*

气象出版社出版

(北京西郊白石桥路46号)

北京昌平环球科技印刷厂印刷

新华书店总店科技发行所发行 全国各地新华书店经销

*

开本: 787×1092 1/16 印张: 18.5 字数: 452千字

1992年3月第一版 1992年3月第一次印刷

印数: 1—2000

ISBN 7-5029-0837-4/X·0009

定价: 14.20元

技术方法研讨会成员

(按假名顺序排列，敬称略，*表示为委员长)

井手靖雄	釜口展宏	*坂上治郎
四方 浩	千秋锐夫	日野干雄
松下秀鹤	森口 实	山下宪一
横山长之		

改订工作组成员

(按假名顺序排列，敬称略，*表示为主任)

井手靖雄	冈本真一	河本 稔
蒲生 稔	北林兴二	小林惠三
近藤裕昭	四方 浩	林 正康
水野建树	森口 实	山本 晋
*横山长之		

译 者 的 话

《大气污染浓度预测技术手册》(改订版)是日本通商产业省工业立地局组织编写、日本产业公害防止协会于1985年出版的一本有关防治大气污染的专著。

本书是在总结近20年的工作经验和广泛收集国内外的技术成果的基础上,由十多位技术专家讨论、执笔,汇编而成。其内容涉及到现场调查,气象观测和环境浓度观测使用的仪器与方法以及观测资料的收集、整理与分析,环境浓度模拟,模拟结果的分析与研究,模式的改善,未来环境浓度预测,预测结果的利用与环境影响评价等诸多方面,以方法的讲述为主,力求科学、实用,并配有具体实例,以图简便易行。

本书还附有几个附录,实际上是对正文的补充与加深,譬如烟上升计算公式在正文中只讲了日本常用的或规定的计算方法,但为了适应不同对象的需要,故在附录中详细地介绍了世界各地实测的烟上升的有关数据和多种计算方法,并加以比较,以供使用时选择。因此可以说,本书的附录也是十分实用的。

参加本书翻译的是王茂新(第1章,第2章,第5章,第6章,第7章,附录A、B、G、H、I、J),王瑞仙(第3章,第4章,附录D、E、F),李国华(附录C)。

我们愿以此书献给我国广大的环境保护科技工作者参考,对于译文中有谬误不当之处,殷切地希望得到指正。

译者

1987年9月

改 订 版 序 言

通商产业省从1965年开始，为了防止在工厂集中地带和计划建立工厂的地区发生工业公害于未然，从而可以顺利进行工厂选址起见，实施了产业公害事前综合调查。对其技术方法，由工厂选址和工业用水审议会的有关公害专门委员会召开技术方法研讨会进行了探讨。

本书的初版就是在上述研讨会的基础上，以专业工作小组为中心，在总结十多年积累的技术和经验的前提下，研究了预测未来大气污染浓度的方法，也就是说，对现状污染浓度、气象条件、污染发生源的测定方法、资料收集方法、各种资料的分析方法和模式化方法、扩散模拟方法以及预测值和环境目标值的比较等进行了研讨，立地公害局将这些研究成果编辑成书，于1981年12月出版发行。

不过，其后由于更好的一些技术方法不断涌现，且有呼声要求使用更加简便才好，所以，这次以原来的专业工作小组成员为主体，组成了改订版的编写小组，用其研究的成果对原书进行了全面的改订。

本改订版手册就是在这种背景下编写的，其内容除适用于产业公害事前综合调查外，在其它方面也可广泛利用，我殷切期望它在防止大气污染方面有所贡献。

通商产业省立地公害局长

平河 嘉美男

1985年2月

目 录

第1章	关于产业公害事前综合调查	(1)
1.1	目的及背景	(1)
1.2	工厂选址法	(1)
1.3	调查组织	(3)
1.4	充分利用调查结果	(4)
第2章	产业公害事前综合调查的技术方法概要	(5)
2.1	关于手册的总体结构	(5)
2.1.1	对象地区的决定	(5)
2.1.2	现场调查与各种数据的收集	(6)
2.1.3	预测调查方法的选择	(7)
2.2	通产省进行的产业公害事前综合调查的技术方法	(8)
2.2.1	通产省产业公害事前综合调查	(8)
2.2.2	通产省内陆工业开发环境保护事前综合调查	(11)
2.3	环境标准值与预测浓度的对应关系	(11)
2.3.1	长期平均浓度	(11)
2.3.2	短时间的平均浓度	(12)
2.4	作为预测对象的污染物质	(12)
2.4.1	一般注意事项	(12)
2.4.2	预测对象污染物质的选定及有关各种物质的问题	(13)
第3章	现场调查和各种资料的收集与整理	(15)
3.1	大气污染发生源资料的收集与整理	(15)
3.1.1	固定污染源	(15)
3.1.2	移动污染源的污染物质排放量的估算	(32)
3.2	气象资料的收集	(55)
3.2.1	现场调查	(56)
3.2.2	现存资料的收集	(62)
3.3	环境浓度资料的收集	(62)
3.3.1	现场调查	(63)
3.3.2	现存资料的收集	(74)
3.4	气象资料和环境浓度资料的整理	(75)
3.4.1	长期调查结果的整理	(75)
3.4.2	短期调查结果的整理	(79)
3.4.3	短期特殊调查结果的整理	(84)
3.5	气象资料和环境浓度资料的分析	(92)

3.5.1	气象资料	(92)
3.5.2	环境浓度资料	(99)
第4章	环境浓度模拟	(104)
4.1	模拟的对象范围和污染发生源的设定	(104)
4.1.1	对象范围和分区	(104)
4.1.2	代表性风向风速的设定	(106)
4.1.3	污染发生源的设定	(106)
4.2	扩散模拟	(107)
4.2.1	扩散场的模式化	(108)
4.2.2	烟上升模式	(110)
4.2.3	扩散模式	(112)
4.2.4	反应性物质、沉积、雨水冲洗的处理	(124)
4.2.5	在复杂地形上的扩散模式	(131)
4.2.6	对本底浓度的考虑	(138)
4.3	利用风洞的扩散模拟	(139)
4.3.1	风洞试验方法和装置	(139)
4.3.2	气象条件的设定	(143)
4.3.3	现状浓度的估算	(145)
4.3.4	试验结果的评价	(146)
4.3.5	未来浓度的预测	(147)
第5章	模拟结果一致性的探讨及模式的改进	(149)
5.1	异常年份的检定	(149)
5.1.1	异常年的检定方法	(149)
5.1.2	异常年的处理	(159)
5.2	模式的评价	(159)
5.2.1	评价的方法	(159)
5.2.2	评价上的注意事项	(162)
5.2.3	一致性的探讨	(163)
5.3	模式的改进	(164)
5.3.1	灵敏度分析	(164)
5.3.2	误差因子	(168)
5.3.3	实测浓度与计算浓度的比较方法	(168)
5.3.4	修正的要点	(169)
5.3.5	不同烟源形态分析法	(169)
第6章	未来的环境浓度预测	(171)
6.1	烟源的估计与模式的建立	(171)
6.1.1	工厂及企事业单位	(171)
6.1.2	汽车	(176)
6.1.3	船舶	(181)

6.1.4	家庭	(182)
6.2	扩散条件的估计与模式化	(182)
6.3	本底浓度的预测	(182)
第7章	预测结果的利用与环境影响评价	(183)
7.1	开发计划与预测精度	(183)
7.2	评价方法与环境标准	(183)
7.3	环境目标值的设定	(185)
7.3.1	关于未设定环境标准的物质的环境目标值	(186)
7.3.2	与环境标准等价的目标值设定法	(186)
7.4	评价与对策	(188)
附录		(189)
A	关于污染发生源	(189)
1.	煤烟发生设施调查表之例 (1)	(189)
2.	煤烟发生设施调查表之例 (2)	(192)
3.	行驶车辆数·公里的估算	(192)
B	有关气象观测的参考资料	(195)
1.	DA型超声波风速仪的检查细则	(195)
2.	低空探空仪的使用法	(198)
3.	与机场有关部门的联系	(205)
C	环境浓度的测定仪器	(208)
1.	二氧化硫的测定	(208)
2.	氮氧化物的测定	(211)
3.	光化学氧化剂等的测定	(219)
4.	悬浮微粒物质的测定	(225)
5.	沉降性煤尘的测定	(232)
6.	化学成分分析	(233)
7.	碳氢化合物的测定	(233)
D	烟上升计算公式	(234)
1.	烟上升的实际测定和计算公式	(234)
2.	计算公式的比较	(239)
3.	实测资料与计算公式的比较	(239)
E	扩散幅度估算法	(243)
1.	低烟源 (50m以下) 的扩散幅度的估算方法	(243)
2.	中等程度烟源 (50m—150m左右) 的扩散幅度的估算方法	(249)
3.	高烟源 (150m以上) 的扩散幅度的估算方法	(251)
F	公路周围的扩散预测模式	(258)
1.	EPA HIWAY模式 (Zimmerman等, 1975)	(259)
2.	GM模式 (Chock, 1978)	(262)
3.	CALINE-3模式 (Bensön, 1979)	(263)

4.	JE A (环境厅) 模式 (环境厅大气保全局, 1982)	(264)
5.	TKY (东京都) 模式 (东京都公害局, 1980)	(266)
G	美国的ASCOT计划所用模式的一览表	(268)
H	风洞实验的实例	(269)
1.	临海工业地区的例子	(269)
2.	低烟囱的排烟扩散	(273)
3.	汽车排放气体的扩散	(274)
I	扩散模拟的计算程序流程图 (年平均浓度的计算例).....	(277)
J	热能换算表	(283)

第1章 关于产业公害事前综合调查

1.1 目的及背景

对于随着大规模工厂区的出现而可能产生的产业公害，作到防患于未然是极为重要的，产业公害事前综合调查，就是在预测将集中建厂的地区，就一些必要的项目进行实地调查，以便预先采取必要的措施。进入昭和40年代*后，在所谓的四大工业地带（京滨、阪神、名古屋、北九州），产业活动的密集度进一步提高，因此，积极开始在四大工业地带以外的地区选址建厂。即出现了开发新产业城市、联合工业特区及大规模基地的动向。在这种新形势下，为了对以大规模工业地带为中心的地区可能产生的公害防患于未然，顺利地选址建厂，日本通产省从1965年度起编制预算，开始对与大气及水质有关的项目，进行产业公害事前综合调查。并且，在工厂业已密集的各类地区，用科学方法预测将来可能造成的对环境的影响。从预先防止产业可能产生公害的观点来说，这些预测结果，可以在改善工厂布局，改善设备，增设处理设施，更换燃烧等方面得到实际应用并发挥重要作用。

在此期间取得了一定的经验和成绩，并充分认识到预先防止大规模建厂所引起的产业公害的重要性，于是到了1973年后，产业公害事前综合调查，就成了工厂选址法所规定的必须进行的一种调查了。

1.2 工厂选址法

1973年修改了工厂选址法。在阐述制定该法的目的（第1条）中，增加了环境保护的观点。该法的第2条也进行了修改，在预计将集中兴建大规模工厂或企事业单位的地区及其周围地带，为防止建厂而带来的公害，通商产业大臣要求进行必要的调查。

这样一来，从1974年度起，产业公害事前综合调查，即作为工厂选址法所规定的《关于防止由于兴建工厂而带来的公害的调查》而予以实施。这确系为防止在集中兴建大规模工厂地区产生公害的一种万全之策。其结构如图1.2.1所示，规定了选定调查地区→实施调查→登载、阅览调查簿→划出“指定地区”→公布判断标准→追加申报事项→劝告→发出更改命令→处罚规定等一系列内容。本调查是一种完善保护工厂环境的措施，旨在防止在通常称之为联合企业的这种大规模工厂集中的地区发生重合污染等，并将实施本调查及有关的一系列措施，以法律的形式固定下来。

在公害对策基本法所指定的7种典型公害中，以大气污染与水质污浊对人的健康和生活环境的影响较为严重，并且范围也大，而产业公害事前综合调查，正是以大气污染与水质污

* 昭和年号始于1926年12月25日。昭和年数加上1925，即换算成公元年数，下同——译注。

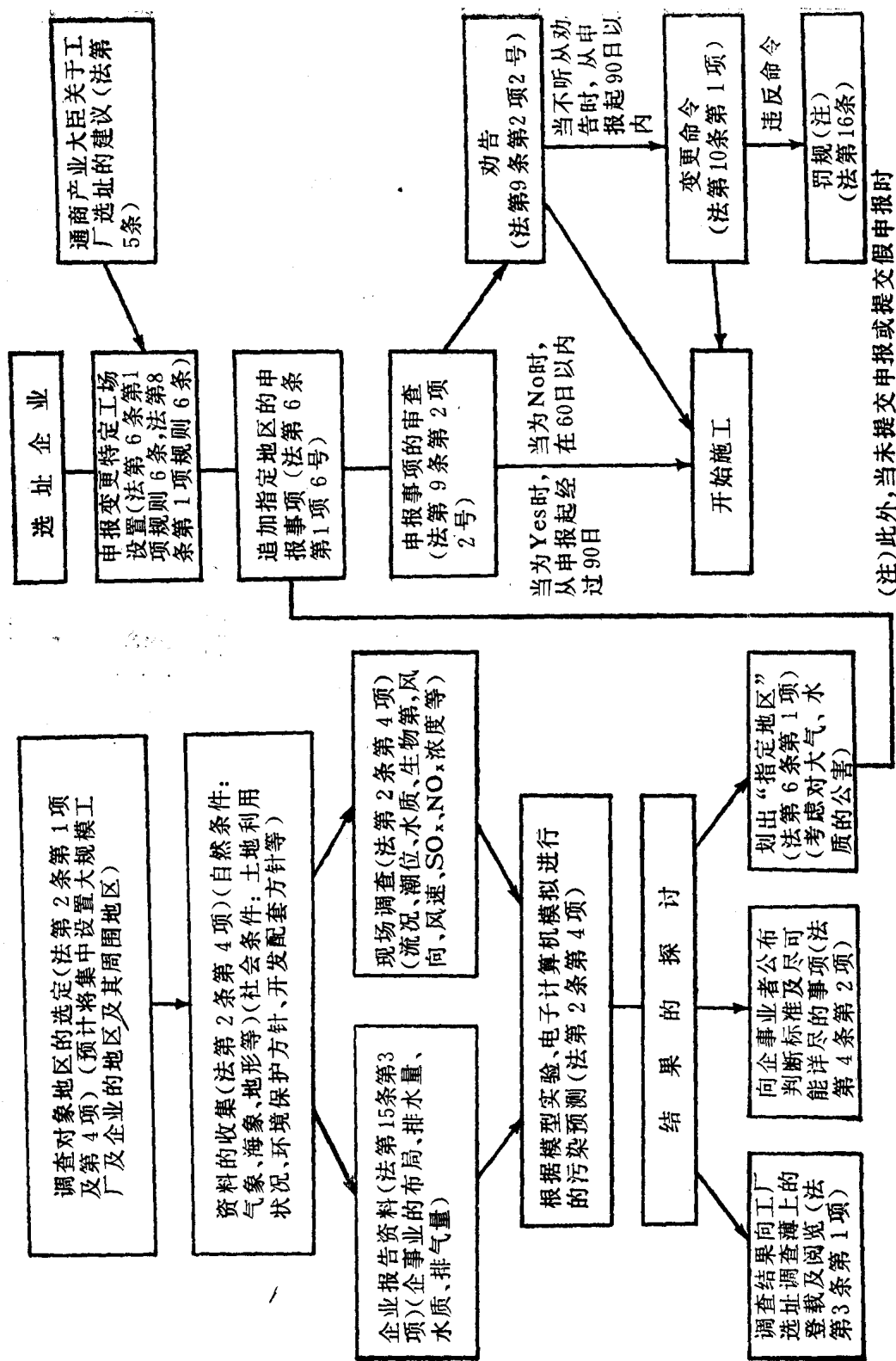


图1.2.1 工厂选址法指定地区关系流程图

浊为其对象的。此外，根据修改工厂选址法时所通过的附属决议（就集中兴建工厂对生物分布等生态系统的影响进行调查研究）的精神，从1974年度到1977年度的4年中，探讨了与生态有关的调查方法，并且，自1978年度起，将大气污染、水质混浊对生态系统的影响，也列为产业公害事前综合调查的对象。

现在，就如下项目开展污染预测。

- ① 大气方面：硫氧化物，氮氧化物，粉尘；
- ② 水质方面：COD（化学需氧量），温排水；
- ③ 生物方面：对陆地、陆地水面的生物相的影响。

1.3 调查组织

由于产业公害事前综合调查是一种科学调查，为了能够圆满的完成任务，就需要在广泛的科学领域里具有相当高度的学识经验，所以这种调查，从来就是在各专业领域分别任命的产业公害调查员的技术指导下来实施的。

并且，为了改进和开发调查方法，设立了调查方法研究会，在该研究会的指导下，锐意努力工作。

从1974年度起，根据工厂选址法进行的调查，如图1.3.1所示。在工厂选址及工业用水审议会下属的公害部会这一机构里，在大气、水质、生物各部门，分别设立了由具有学识经验者组成的综合专门委员会及各地区专门委员会，按不同的部门及地区分别探讨调查的内容及方法等，并据此实施调查。并且，在综合专门委员会下设立了方法研讨会，探讨调查方法的改进及其研究。

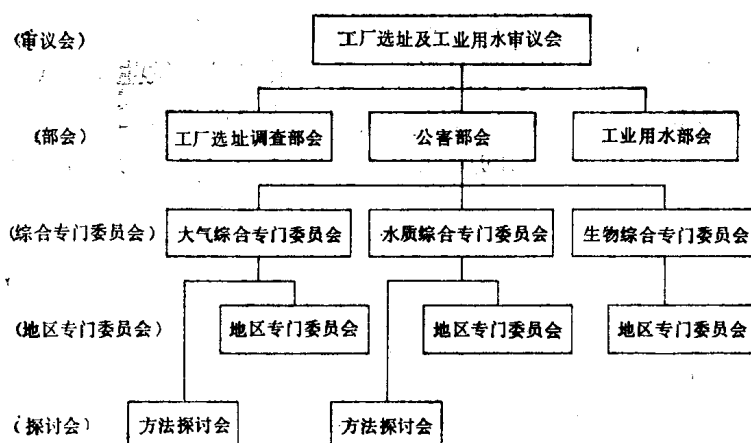


图1.3.1 工厂选址及工业用水审议会公害部会机构图

产业公害事前综合调查，大体可分为资料收集、现场调查及污染预测等三部分。其中，资料收集与现场调查，是由管辖调查对象地区的通商产业局在自治体等有关机关的协助下进行的，而污染预测是由当地公害局在工业技术院公害资源研究所的协助下开展的。

并且，当地公害局以现场调查及污染预测的结果为基础，编制成综合报告书，由公害部会研究如何划定出工厂选址法所规定的“指定地区”。

1.4 充分利用调查结果

根据工厂选址法第3条，在编制由通商产业大臣颁发的工厂选址调查簿时，须充分利用产业公害事前综合调查的结果。编成的调查簿要提供给企事业家、拟建工厂或企事业单位及其他利用者阅览。

并且，根据工厂选址法第4条第2项，通商产业大臣及主管制造业等的大臣，须向与选址建厂有关的企事业家公布判断标准。而产业公害事前综合调查的结果将是建立该标准的基础资料。

另外，根据调查的结果，认为在防止与大气或水质有关的公害方面，有须特别值得注意之处时，通商产业大臣应倾听工厂选址及工业用水审议会的意见，将该地区划为指定地区。当划定出指定地区后，要在该地区设立特定行业的工厂者，则须按着该法第6条第1项，增加该项第1至第5点及第7点所规定的事项，同时还必须将该项第6点所规定的污染物质的预定最大排放量、燃料及原材料的使用计划等事项，向通商产业大臣及企事业的主管大臣提出申报（追加申报事项）。

在进行上述申报时，关于申报事项中的第6点规定，即当认为拟建的特定工厂将会与已建的工厂排放的污染物质合为一体，有碍于防止周围的公害时，拟建工厂的主管大臣可与通商产业大臣协商，就一些必要事项向申报者提出劝告。但这种劝告必须在收到申报的60日以内发出。

当被劝告者不听从劝告时，有关企事业的主管大臣可与通商产业大臣协商，命令当事者必须改正、变更所劝告的事项。但这种变更命令必须在收到申报的90日以内发出。另外，对于不提交申报者，或提交弄虚作假申报者，及违反变更命令者则根据该法第16条按处罚规定科处。

在进行调查后，若因选址计划有所变更等，致使很多条件发生了变化时，则要再次进行污染预测，并以调查的结果为依据，必要时，应向选址企业进行指导，向自治体提出忠告等，以期对随着兴建工厂而可能带来的产业公害，能够完全作到防患于未然。

第2章 产业公害事前综合调查 的技术方法概要

2.1 关于手册的总体结构

本手册旨在对由通产省进行的产业公害事前综合调查中如何评价大气污染影响的技术方法进行说明。在讲述各种不同项目的调查方法的细节之前，首先讲述其总体结构和进行调查时一般应注意的事项。

2.1.1 对象地区的决定

为了估价对环境的影响而进行的调查，一般应在决定了开发地区之后即着手进行。但在正式开展调查之前，首先需要弄清开发规划中所拟建的工厂、企业、住宅、道路等，是否有排出大气污染物质的可能性及其分布情况。要预先设想随着这种开发而造成的大气污染发生源的状况，而这种设想又可分为几个阶段。即在工厂选址等尚未确定的阶段，已部分确定的阶段，以及选址问题已全部确定的阶段等。随着选址计划的推进，这种设想就可以更加定量化。在估计对大气污染的影响时，要考虑到对这种发生源所进行的设想的可靠性，并采用与之相应的方法。不过，在实际上往往是先假定污染物质发生源，再应用一般的大气污染预测方法来估价影响。当然，用这种详细的预测方法是没有什么问题的，但当污染源有所变更或增加时，就需要对污染进行重新预测。

当对发生源所进行的设想已具有一定程度的可靠性时，就可以决定调查对象地区的范围了。过去的调查实例是参

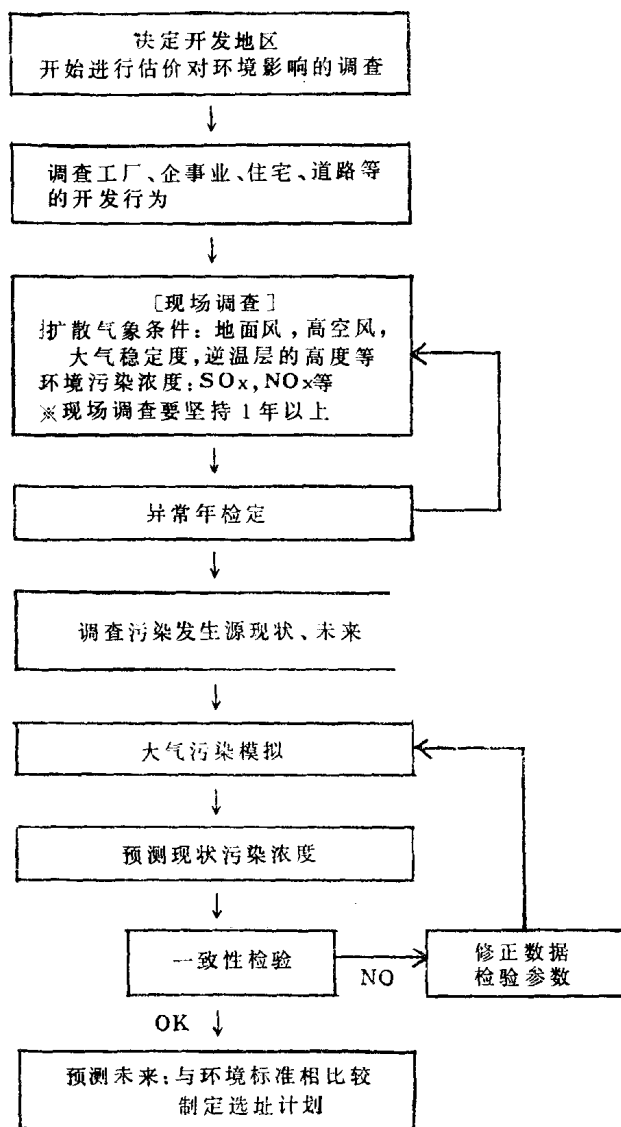


图2.1.1 调查地区的决定与事先调查的流程图

考粗略的扩散预测计算等,从而决定出调查对象地区的范围。在这种情况下,不仅要考虑固定发生源的污染浓度分布,也必须考虑到汽车及船舶等移动发生源的影响范围。另外,也应预先探讨一下现已存在的污染的程度,及其随着开发而带来两次影响效应。包括决定调查对象地区在内的整体调查程序,如图2.1.1所示。

2.1.2 现场调查与各种数据的收集

为了利用扩散模式来预测浓度,须收集与发生源、气象及环境浓度有关的数据。产业公害事前综合调查的中心任务,就是收集与分析这些数据,并根据分析的结果,制定出预测污染与防止污染对策的方案等。

(1) 现场调查

对于对象地区的气象条件和环境浓度,至少要监测一年以上。作为气象条件,主要是与大气污染物质的扩散有关的一些要素,如地面风、高空风、大气稳定度、湍流强度、逆温层高度等。对于这些要素,有的要进行连续测定,以获得逐时的观测值,有的则只在有代表性的期间进行测定。详细的情况将在第3章中讲述,为了能够顺利的进行预测污染浓度的扩散模拟试验,须收集足够的气象资料并进行分析。

为了更好地掌握环境现状,应测定环境浓度。作为一般的污染物质,有二氧化硫(SO_2)、氮氧化物($\text{NO} + \text{NO}_2$)、悬浮微粒物质(SPM)、光化学氧化剂(O_x)等,从这些已设定了环境标准的物质中,就对象地区所排出的物质,或者预计会产生问题的物质进行测定。并且,当有恶臭物质、氯化氢、氟化氢等特定的污染物质排出时,也应探讨就其进行调查的必要性。如后所述,这些测定数据要与现场调查的实测数据合在一起进行分析,以检验扩散模拟所进行的预测与实测浓度的一致性。

在新出现的工业地带,以其环境浓度的实测值作为本底浓度。探讨在这种情况下的扩散模拟精度,可以使用其他地区的实测浓度数据,或者原封不动地搬用其他地区高精度的模拟法。关于模拟方法将在第4章中详述。

现场调查所收集的数据的种类及收集方法的概要,如表2.1.1所示。

(2) 其它数据的收集

调查对象地区及邻近地区的有关污染物质发生源的数据,应收集已有的环境浓度的实测数据及气象数据。作为发生源数据,要尽可能正确地查清已建大型工厂及企事业单位的固定发生源,汽车、船舶等的移动发生源,及中小工厂、大厦、家庭等小型群体发生源的 SO_2 与 $\text{NO} + \text{NO}_2$ 的发生量。收集方法的概要如表2.1.1所示,其详细内容将在第3章中讲述。其次,要设定未来的发生源。在很多情况下,就未来设想的主要大厂及企事业单位,是可以掌握其发生量与排放条件的,但与之有关的中小发生源,移动发生源却难以确定,所以,最好要写清楚所设想的条件,并预先深入探讨在条件发生变化的情况下,环境浓度将如何变化。

关于未来发生源的设定方法,将在第6章讲述。

收集数据的概要如表2.1.1所示。关于气象数据,是根据已建的气象台站的气温、天气、风向风速等的多年观测值,来检验所进行调查的对象年分是否为异常年。若开展调查的年分确为异常年,则要分析对大气污染模拟的影响,供评价预测值时参考,或者再度进行调查。这方面的内容将在第5章讲述。

表2.1.1 主要收集数据

数 据 种 类			主 要 项 目	收 集 方 法
发 生 源	固 定	(大规模)	位置、高度、排气量、浓度、温度、 运转时间、方式、日变化、季节变化	通信调查 使用燃料调查 人口分布调查
		(小群)	烟源分布、排出高度、日变化 季节变化	
	移 动	(汽车)	交通量、行驶方式、时间变化 车种混入率	起终点(OD)调查 交通量调查
		(船舶)	出入港数、航行方式	港湾统计资料
		(飞机)	起飞降落机数、机种	航运资料
气 象	扩散气象数据		地面风、高空风、大气稳定度 大气盖(lid)高度	现场调查*
	原有数据		风、气温、湿度、天气等	气象厅数据 自治团体数据
浓 度	污染浓度		SO _x , NO _x , SPM, HC等	自治团体数据 现场调查*

* 在现场实测1年以上

关于现场调查数据及收集资料的整理、分析方法，详见第3章。

2.1.3 预测调查方法的选择

目前，可实用的大气污染的预测方法，是根据扩散方程而建立的长期平均浓度预测模式（长期平均烟缕-烟团模式）。此模式如第4章所述，是处理比较平坦地区的长期平均浓度的模式。并且，所处理的对象物质基本上为不活泼的气体。在地形复杂的地方进行扩散模拟，可采用在风洞中进行的扩散模型实验法（4.3节）。关于风洞实验的方法及预测结果的利用等，以后再详述。通过风洞实验，可以弄清地形效应对用平坦地区计算出来的平均浓度预测值的增减影响。并且，利用风洞实验还可以预测是否会发生由烟囱及周围的建筑物等所引起的污染物下沉或下曳气流，从而造成局地污染。

关于特殊的污染物质，往往不仅需要预测长期平均物，也需要用统计方法预测短时间的

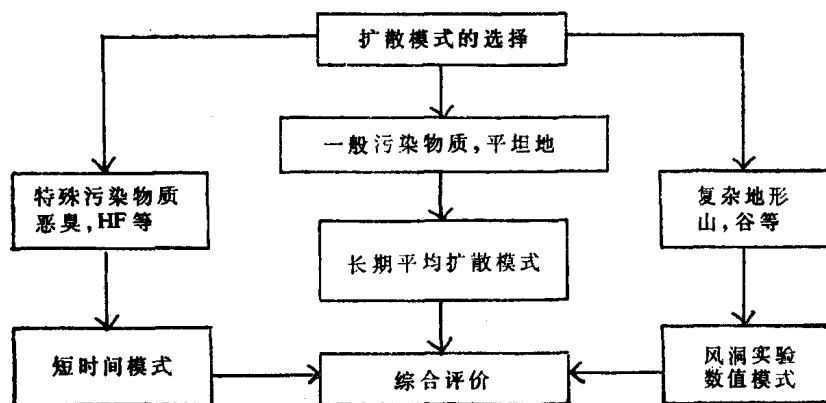


图2.1.2 扩散模式的选择