

KONGQI ZHILIANG MOXING
JISHU FANGFA JI ANLI YANJIU

空气质量模型： 技术、方法及 案例研究

伯鑫 / 著

中国环境出版社

非
外
借

空气质量模型：技术、方法及案例研究

伯 鑫 著

中国环境出版社·北京

图书在版编目 (CIP) 数据

空气质量模型: 技术、方法及案例研究/伯鑫著. —北京:

中国环境出版社, 2018.1

ISBN 978-7-5111-3408-0

I. ①空… II. ①伯… III. ①大气评价—模型—研究
IV. ①X823

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2017) 第 286332 号

责任编辑 李兰兰
责任校对 尹 芳
封面设计 宋 瑞



更多信息, 请关注
中国环境出版社
第一分社

出版发行 中国环境出版社
(100062 北京市东城区广渠门内大街 16 号)
网 址: <http://www.cesp.com.cn>
电子邮箱: bjgl@cesp.com.cn
联系电话: 010-67112765 (编辑管理部)
010-67112735 (第一分社)
发行热线: 010-67125803, 010-67113405 (传真)

印 刷 北京中科印刷有限公司
经 销 各地新华书店
版 次 2018 年 1 月第 1 版
印 次 2018 年 1 月第 1 次印刷
开 本 787×1092 1/16
印 张 18 插页 8
字 数 412 千字
定 价 58.00 元

【版权所有。未经许可, 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

内容简介

空气质量法规模型主要用于环境规划、环境保护标准、环境影响评价、环境监测与预报预警、环境质量变化趋势、总量控制、排污许可、环境功能区划、环境应急预案、来源解析等有关政策制定和文件编制。

本书系统介绍了 AERSCREEN、AERMOD、CALPUFF、CMAQ 等空气质量模型的发展历史、基本原理，总结了作者研究团队将上述模型应用于建设项目环评、规划及战略环评、排污许可、空气质量达标规划、源解析、环境人体健康、土壤污染预警等方面的案例。本书还介绍了作者在空气质量模型二次开发的研究成果（CALPUFF、WRF、CMAQ 等），总结了模型应用常见的问题。

本书可作为高等院校环境科学、环境工程、环境流行病学、环境管理等专业的教学参考书，也可作为环评行业人员学习技术规范《环境影响评价技术导则 大气环境》推荐模型的培训教材，还可供科研院所以及环境管理部门的科技人员参考。

序 言

近年来,随着我国经济快速发展,京津冀、长三角、珠三角等地区灰霾天气频发,以 $\text{PM}_{2.5}$ 、臭氧为代表的二次污染日趋严重,给可持续发展、群众健康带来影响,给我国大气污染防控、管理带来严峻的挑战。

在我国当前区域化大气复合污染的背景下,空气质量模型是国家进行量化大气环境管理的重要技术工具,可用于大气污染防治规划、大气环境质量达标规划等多种大气环境管理领域。不同模型各有侧重,使用的化学机理、数值算法等也会有所不同,模拟同一种大气情景时使用不同模型可能会产生不同的结果,影响大气环境管理决策的一致性和公平性。政府部门通常通过管理程序和技术手段推荐一系列的法规空气质量模型,规定在涉及环境质量模拟预测的具有法律效力文件的编制和政策法规的制定时必须采用法规模型,以提高环境质量影响分析结果的一致性,促进环境管理的公平性。

目前,我国法规空气质量模型的建设处于起步阶段。《环境影响评价技术导则 大气环境》(HJ 2.2—2008)中以清单方式推荐 AERMOD、ADMS、CALPUFF 空气质量模型,并在公众网络平台上予以发布;2013 年,环境保护部环境工程评估中心作为 2013 年公益科研专项“国家环境质量模型法规化与标准化研究”的课题主持单位,会同中国环境科学研究院等开展了局地空气质量模型法规化验证方法研究与模型数据标准化研究等工作,推荐了我国首批局地尺度环境空气质量模型,建立了中国本土唯一一个局地空气质量模型验证案例,协助环境保护部完成了《环境质量模型规范化管理暂行办法》(征求意见稿)。

本书整理、总结了作者将空气质量模型(AERSCREEN、AERMOD、CALPUFF、CMAQ等)应用于环境管理方面的实践经验,具有较强的学术性和实用性,是空气数值模拟方面的不可多得资料文献。本书的出版对我国空气质量模型法规化发展有积极的推动作用,可帮助规范读者学习空气质量模型的使用,为我国大气污染环境管理提供有力的支撑。

中国工程院院士

中国环境科学研究院大气环境研究所所长

任阵海

孟凡

2017年8月于中国环境科学研究院

前 言

空气质量模型是开展大气环境科学研究的重要工具之一,《环境影响评价技术导则 大气环境》(HJ 2.2—2008)中以推荐模式清单方式引进进一步预测模式AERMOD、ADMS 和 CALPUFF,相关模式在国内环评、科研等领域得到了广泛的应用,仅在环境影响评价领域每年就有上万本环境影响报告书使用推荐的模型。

但是,我国法规模型的建设还处于起步阶段,空气质量模型长期缺少标准化应用。一方面,目前各领域应用的大部分模型是引用的国外模型,由于引用模型没有在各领域形成标准化应用技术指南,模型所涉及的技术参数依应用人员的理解而选择,会影响模型的计算结果;另一方面,由于在国家层面上缺乏公开的模型验证数据,对自主开发模型的准确性没有统一的检验标准,从而导致模型计算结果存在一定的不确定性。在这样的背景下,开展中国空气质量模型的技术、方法、应用研究,可以为污染源解析、环境规划、排污许可、环境影响评价提供技术支持和服务,具有十分重大的意义。

在环保公益性行业科研专项(201309062)、环境保护部基金课题——环境影响评价基础数据库建设等的支持下,在环境保护部环境工程评估中心领导的指导下,环境影响数值模拟研究部全面开展了大气环境影响评价预测的技术复核工作,积极开展空气质量模型法规化与标准化研究,构建国家典型空气环境等的法规模型库,提出模型评价指标和验证数据;开展不同区域、不同尺度的环境质量模型标准化应用的技术方法研究,选择典型项目、区域规划等环境影响评价项目作为案例开展应用实践,规范模型参数。目前已形成了《国家环境质量法规模型管理办法(建议稿)》、《国家空气质量法规模型遴选技术指南(建议稿)》以及国家法规模型验证案例库、

模型评价指标、评价方法、验证标准、认证制度等一批关键技术成果。作者将积累的研究成果总结并著书出版，供环境影响评价、大气污染源解析、环境人体健康、空气质量达标规划等研究者参考。

本书分为 13 章，主要内容包括：空气质量法规模型简介、估算模型应用研究、模型在建设项目环评中的应用研究、模型在规划及战略环评中的应用研究、模型在排污许可中的应用研究、模型在城市空气质量达标规划中的应用研究、模型在无组织排放因子中的应用研究、模型在钢铁行业大气污染源解析中的应用研究、模型在交通道路源大气污染源解析中的应用研究、模型在环境人体健康研究中的应用、模型在土壤污染预警中的应用研究、空气质量模型二次开发、CALPUFF 模型应用答疑等。本书重点强调空气质量模型在实际案例中的应用，希望本书的出版能进一步推动模型的规范应用和技术发展。

本书主要基于作者完成的相关研究成果，由伯鑫策划并统稿。除署名者外，第 9 章由田军完成，王刚对第 3 章、葛春风对第 4 章做出了贡献。杨景朝、伍鹏程、屈加豹、阚慧、周甜、陈金胜、孙博飞、张尚宣、肖嫻、吴成志、易爱华、丁峰、赵晓宏等参加了部分章节的工作，在此一并表示感谢。作者对中国环境出版社的支持和李兰兰编辑悉心审稿衷心致谢。衷心感谢环境保护部环境工程评估中心数模部李时蓓主任对本人的悉心指导，她为本书的出版提出了很多宝贵的指导意见。衷心感谢北京科技大学周北海教授对本人的精心培养，他渊博的学识、忘我的工作精神令我终生难忘。

大气环境污染模拟需考虑到气象、地形、下垫面、化学反应、排放清单等因素，涉及多个交叉学科。由于研究条件和作者能力所限，本书不足之处在所难免，敬请广大读者批评指正。

伯 鑫

2017 年 9 月

目 录

第 1 章 空气质量法规模型简介.....	1
1.1 研究目标、意义、内容.....	1
1.2 AERSCREEN 简介	3
1.3 AERMOD 简介	6
1.4 CALPUFF 简介	8
1.5 CMAQ 简介	12
1.6 模型参考手册及文献	15
第 2 章 估算模型应用研究	16
2.1 AERSCREEN 计算大气环境保护距离方法研究.....	16
2.2 基于 AERSCREEN 的山西省焦化企业防护距离研究.....	20
第 3 章 模型在建设项目环评中的应用研究.....	25
3.1 AERMOD 在建设项目环评中存在的主要问题.....	25
3.2 AERMOD 在建设项目环评中空气质量法规模型标准化应用研究.....	28
3.3 AERMOD 模型在火电项目中的标准化应用.....	44
3.4 AERMOD 模型在钢铁项目中的标准化应用.....	49
3.5 AERMOD 模型在机场项目中的标准化应用.....	97
3.6 建设项目大气环评篇章框架设计	101
3.7 大气环境影响技术复核资料清单.....	104
第 4 章 模型在规划及战略环评中的应用研究.....	106
4.1 规划及战略环评中大气环境影响评价技术体系研究	106
4.2 CALPUFF 在规划环评项目中的应用	111

第 5 章 模型在排污许可中的应用研究.....	130
5.1 大气质量影响模拟概述.....	130
5.2 大气质量影响分析模拟需求流程.....	133
5.3 大气质量模拟应用特点.....	135
第 6 章 模型在城市空气质量达标规划中的应用研究.....	136
6.1 重点行业总体状况	137
6.2 环境空气质量现状	138
6.3 污染气象分析	143
6.4 现状情景下重点行业排放以及大气污染贡献现状.....	152
6.5 重点行业无组织大气污染贡献情况.....	174
6.6 减排情景下重点行业排放以及大气污染贡献情况.....	175
6.7 结 论	178
第 7 章 模型在无组织排放因子中的应用研究.....	179
7.1 材料与方法	179
7.2 结果与讨论	181
7.3 结 论	184
第 8 章 模型在钢铁行业大气污染源解析中的应用研究.....	185
8.1 研究方法	186
8.2 结果与讨论	189
8.3 结 论	192
第 9 章 模型在交通道路源大气污染源解析中的应用研究.....	193
9.1 材料与方法	194
9.2 结果与讨论	195
9.3 结 论	196
第 10 章 模型在环境人体健康研究中的应用.....	198
10.1 材料与方法	199
10.2 案例分析	201
10.3 结果与讨论	203

10.4 结论与建议	206
第 11 章 模型在土壤污染预警中的应用研究	207
11.1 材料与方法	208
11.2 结果与讨论	209
11.3 结 论	212
第 12 章 空气质量模型二次开发	214
12.1 CALPUFF 高性能计算服务	214
12.2 CALPUFF 土地利用计算服务	222
12.3 大气模型、风险模型与谷歌地球交互研究	229
12.4 WRF 同化数据对 CALPUFF 模拟效果改善研究	236
12.5 其他研究成果	241
第 13 章 CALPUFF 模型应用答疑	244
附录 A AERSCREEN 常用命令及参数速查手册	249
附录 A.1 AERSCREEN 点源 INP 文件格式	249
附录 A.2 AERSCREEN 圆形面源 INP 文件格式	252
附录 A.3 AERSCREEN 矩形面源 INP 文件格式	254
附录 A.4 AERSCREEN 体源 INP 文件格式	257
参考文献	261

第 1 章

空气质量法规模型简介

1.1 研究目标、意义、内容

1.1.1 法规模型研究目标

大气环境管理工作需要编制具有法律效力的文件，如环境规划、环境保护标准、排污许可证、环境影响评价、污染防治规划、环境功能区划等政策性和技术性文件，编制文件的重要技术手段之一是环境空气质量模拟技术，通过空气质量模型可模拟大气污染物的传输扩散转化、环境影响，预测有关环境质量政策、标准、技术等实施的效果与可达性 [环境质量模型规范化管理暂行办法（征求意见稿）]。

随着模型理论的发展、计算机技术的不断更新，空气质量模型种类不断增加，模型算法也不尽相同，国内外有适合各种地形、各类尺度、各种污染源等几十种类型的模型以及上百位模型开发者。由于模型原理、计算方法、编程技术等因素，形成了同等功能多模型并存的局势，如区域空气质量模型有 CAMx、WRF-CHEM、CMAQ 等。使用不同模型预测同一种情况有时会得出不同的结果，而模型的差异导致不同的结论，势必影响管理决策的一致性和公平性。

为了解决不同模型的差异性这一问题，通常政府部门通过管理程序和技术手段推荐一系列的环境质量法规模型，规定在编制具有法律效力文件涉及环境质量模拟预测时，须采用法规模型，以提高环境质量影响分析的一致性，促进环境管理的公平性。

1.1.2 国外法规模型发展情况

1978 年，美国首次颁发了空气质量模型导则，基本确立了环境空气质量模型的法规地位。经过 30 多年的发展，在模型分类体系、模型管理机构、模型法规化程序等方面积累了丰富的经验，建立了较为先进的环境空气质量模型法规化制度。

美国环保局（EPA）空气质量法规模型可分为三大类共计 31 种模型，主要包括扩散模型、光化学模型和受体模型（源解析模型）。扩散模型主要用于新建、改扩建污染源审批，光化学模型主要用于大尺度污染物扩散/大气化学反应模拟，受体模型主要用于反推确定污染源对受体贡献率。

较为广泛使用的扩散模型又可分为首选模型（AERMOD、CALPUFF）、其他推荐模型（BLP、CALINE3、CAL3QHC/CAL3QHCR、CTDMPLUS、OCD）和备用模型（ADAM、ADMS-3、AFTOX、ASPEN、DEGADIS、HGSYSTEM、HYROAD、HOTMAC/RAPTAD、ISC3、ISC-PRIME、OBODM、OZIPR、SCIPUFF、SLAB 等），这些模型涵盖了正常污染物排放扩散、突发性大气污染事故泄漏模拟等多个方面。

EPA 为环境空气质量法规模型的主要管理机构，下设的空气质量标准和规划办公室（Office of Air Quality Planning and Standards, OAQPS）为预防和改善环境空气质量，组织开展了多个与环境空气质量相关的项目，涉及空气质量监测、污染源排放系数、环境空气质量模型等多个领域。其中环境空气质量模型主要由空气质量模型工作组（Air Quality Modeling Group, AQMG）负责，AQMG 通过建立模型信息交换中心（Model Clearinghouse, MC）、定期举办空气质量模型会议/研讨会、完善模型导则来指导各地区正确选择使用空气质量法规模型，对于拟作为推荐模型的空气质量模型，AQMG 还将负责组织专家进行同行审查。此外，空气质量模型工作组还负责配合 EPA 研究和发展办公室（Office of Research and Development, ORD）发展新的预测模型和新的预测技术，并为空气质量规划和标准出台、政策/法规的制定提供环境空气质量模拟服务。AQMG 在法规模型的建立、应用、推广过程中起到了重要的作用。

1.1.3 国内法规模型发展情况

国内已具备法规地位的模型有引自欧美主流的 AERMOD、ADMS 和 CALPUFF 空气质量模型，在《环境影响评价技术导则 大气环境》（HJ 2.2—2008）中以清单方式予以推荐，并在公众网络平台上（环境保护部环境工程评估中心网站）予以发布。发布的内容包括模型的运行程序、技术说明书、用户使用手册、典型应用案例等。在引入时，对局地模型 AERMOD、ADMS 与 HJ 2.2—1993 导则的模型进行了比较，并采用美国法规模型库中的验证数据进行了比较，保证了推荐模型的一致性、可靠性。上述模型已被广泛应用于各环境管理领域。

近年来，环境保护部环境工程评估中心数值模拟部开展了大量空气质量模型研究，如数值模拟部完成的 2013 年度环境保护部公益性行业科研专项“环境质量模型法规化与标准化应用研究”（课题号：201309062），已形成《环境空气质量推荐模型遴选工作指南》，已完成环境规划、环境影响评价和总量控制领域法规性应用模型标准化应用技术指南，建

立首批法规模型验证案例（见图 1-1），提高了环境质量模拟与预测工作的科学性、有效性、一致性，规范了环境质量模型的选择和使用，为环境管理提供技术支撑。



图 1-1 内蒙古上都电厂验证案例

目前，环境保护部环境工程评估中心数值模拟部搭建国家环境质量法规模型服务平台，建立了环境质量模型技术支持网站（www.lem.org.cn），对外发布项目相关研究及应用成果，包括 200 多个空气环境质量模型基本信息和功能指标信息等，推荐的空气环境质量法规模型可执行程序、用户手册、技术文档等，以及 30 多个模型验证案例库简介、配套完整的案例文件与数据等。同时基于课题组研究成果，组织开发了环境空气质量模型基础数据标准化应用服务系统、AERSURFACE 地表参数服务系统、基于 GIS 平台的空气质量模型在线计算系统，开展有关环境质量推荐模型的基础数据标准化、模型应用标准化等成果应用与技术推广。

本书在文献综述基础上，介绍了估算模型（AERSCREEN）、法规模型（AERMOD、CALPUFF、CMAQ）等发展历史（第 1 章），开展了估算模型防护距离应用研究（第 2 章），重点介绍了模型在建设项目环评、规划及战略环评、排污许可、空气质量达标规划、无组织排放因子反演、大气污染源解析、环境人体健康、土壤污染预警等领域中的应用研究（第 3 章至第 11 章），总结了研究团队在空气质量模型二次开发中的一些经验（第 12 章）。

1.2 AERSCREEN 简介

《环境影响评价技术导则 大气环境》（HJ 2.2—2008）规定了大气环境影响评价等级

的确定方法为采用估算模式 SCREEN3 计算，根据污染物的最大地面浓度占标率等估算结果，按评价工作分级判据进行分级并确定评价范围。此外，作为 HJ 2.2—2008 中推荐的进一步预测模式，AERMOD 在国内外得到了广泛的应用，并开展了大量的研究工作。但由于进一步预测模式 AERMOD 与估算模式 SCREEN3 在气象数据处理、地形地表参数的取值及扩散理论方面有一定差别，AERMOD 的实际预测结果与 SCREEN3 估算结果并不完全一致。2011 年 3 月 EPA 正式发布了新一代估算模式 AERSCREEN，取代 SCREEN3 作为美国空气质量模型的估算模式，该模式耦合了 AERMOD 的相关内核（AERMOD、AERMAP、BPIPPRM），能快速计算并捕捉到最不利的气象条件及浓度结果。

1.2.1 AERSCREEN 估算模式系统

AERSCREEN 是基于 EPA 空气质量预测模型 AERMOD 的空气质量估算模型。由于 AERSCREEN 估算浓度扩散的程序采用的是 AERMOD 内核，所估算的结果更符合 AERMOD 预测结果，可用于预测工作前期的等级估算和范围确定等工作。

AERSCREEN 模型主要包括两部分：①MAKEMET 程序，生成输入 AERMOD 模型的不利气象条件组合文件；②AERSCREEN 命令提示符界面程序。其中，AERSCREEN 界面程序不仅调用 MAKEMET 程序生成不利气象条件组合文件，还可调用 AERMOD 模式中的 AERMAP 程序（处理地形）、BPIPPRM 程序（处理建筑物下洗），通过调用 AERMOD 模型的筛选选项，结合 MAKEMET 程序生成不利气象条件组合文件来计算最不利气象条件下的污染物浓度（见图 1-2）。AERSCREEN 模型可计算最不利气象条件下的平均时间浓度（1 h 平均、3 h 平均、8 h 平均、日平均以及年平均）。AERSCREEN 程序目前仅限于模拟单个点源、矩形面源、圆形面源、火炬源、体源等。

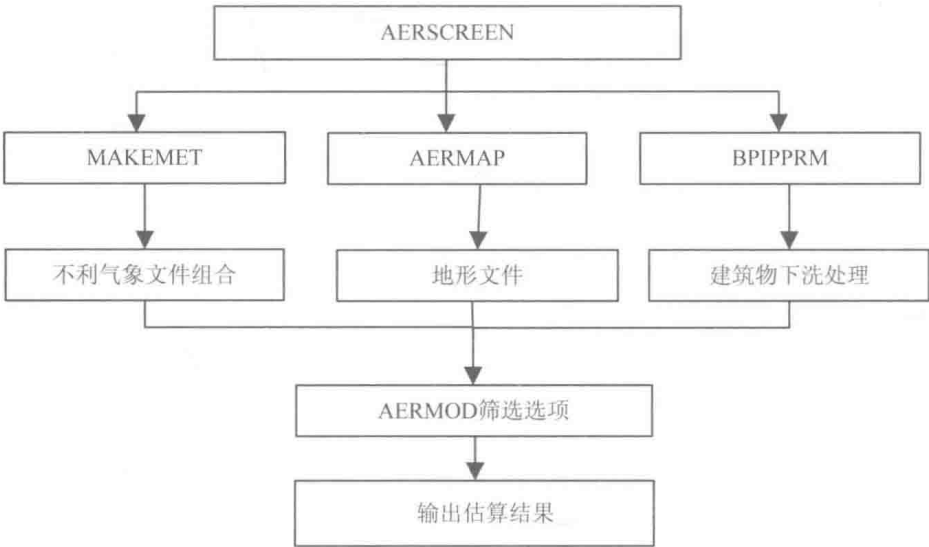


图 1-2 AERSCREEN 估算模式框架

1.2.2 MAKEMET 程序系统

MAKEMET 程序采取了 AERMOD 的气象预处理内核 AERMET 相关边界层公式, 根据地表参数、环境温度、最小风速等信息, 生成估算所需的不利气象条件组合。采用 AERMET 子程序来生成不利气象条件, 每个不利气象条件组合包括摩擦速度 (u^*), 莫宁-奥布霍夫长度 (L)、机械混合层高度 (Z_{im})、对流混合层高度 (Z_{ic}) [根据对流速度 (w^*) 生成]。稳定的情况下, 机械混合层高度 (Z_{im}) 是通过摩擦速度 (u^*) 计算得出的, Z_{im} 相关参数 (u^* 乘以初始计算值) 用于机械混合层高度 (Z_{im}) 的平滑校正, 以此产生不利气象条件组合。MAKEMET 最终生成的地面气象数据和高空气象数据也能被 AERMOD 读取运行。

1.2.3 AERSCREEN 与 SCREEN3 对比分析

《环境影响评价技术导则 大气环境》推荐的估算模式 SCREEN3 由 EPA 于 20 世纪 90 年代发布, 该模式采用了单源高斯烟羽扩散模式, 适合模拟小尺度范围内流场一致的气态污染物的传输与扩散, 该模式嵌入了所有可能发生的气象条件组合, 可模拟点源、面源、体源、火炬源在不同组合气象条件下, 下风向轴线上的地面环境空气质量浓度。新一代估算模式 AERSCREEN 与 SCREEN3 的三大重要区别:

(1) 建筑物下洗处理方式不同, AERSCREEN 充分利用了 PRIME 算法 (Schulman, 2000) 的优点, AERSCREEN 调用 BPIPPRM 程序来输出 AERMOD 筛选模式运行所需的建筑物下洗数据。而 SCREEN3 采用的算法为大气回流空腔公式 (Hosker, 1984) 和 ISC 模式建筑下洗算法。

(2) 气象参数处理方式不同, AERSCREEN 提供 3 个气象筛选选项: ①用户自定义正午反照率、波文比、地表粗糙度; ②通过不同季节、不同土地利用类型来生成地表参数; ③可使用 AERSURFACE 的输出文件或 AERMET 第 3 阶段的输入文件, 来生成地表参数。AERSCREEN 可自定义当地最低和最高环境温度 (计算中温度为最低至最高温度之间的变量)。而 SCREEN3 仅利用内置的 54 种气象组合, 无法定义地表参数, 环境温度仅定义为当地的年平均温度, 生成的不利气象条件代表性较差。

(3) 地形处理方式不同, AERSCREEN 具有复杂地形和平坦地形运行的两种选项, 可调用 AERMAP 来处理复杂地形高程文件 (DEM 或 NED), 生成 AERMOD 筛选选项所需要的文件。而 SCREEN3 无法利用 DEM 或 NED 文件, 需手动输入各坐标点的高程, 处理复杂地形案例较差。

1.3 AERMOD 简介

1.3.1 AERMOD 发展历史

近年来，国内研究者对 AERMOD 开展了一系列研究工作，如在建设项目环评、规划环评、大气污染模拟、环境人体健康评价等领域。

AERMOD 是一个稳态烟羽扩散模式，可模拟点源、面源、体源等排放出的大气污染物在小时平均、日平均、长期浓度分布，适用于农村或城市地区、简单或复杂地形。模式使用每小时连续预处理气象数据模拟大于等于 1 h 平均时间的浓度分布，适用于评价范围小于等于 50 km 的评价项目。AERMOD 模式包括 AERMOD（扩散模型）、AERMET（气象预处理）、AERMAP（地形预处理）。气象预处理模块（AERMET）为 AERMOD 提供参数化行星边界层（PBL）所需的气象数据。地形预处理模块（AERMAP）将地形特征化，同时为扩散模块生成预测点网格。

AERMET 用气象观测数据和地表特征来计算边界层参数（如混合层高度、摩擦速度等），提供给 AERMOD 使用。气象数据可以是现场测得或非现场（如常规气象站）测得的，但都要求能代表模拟区域内的气象特征。AERMAP 用模拟区域的网格化高程数据来计算各预测点的地形高度尺度（或称地形控制高度），提供给 AERMAP 的高程数据采用 DEM 数据格式。

与 ISC3 相比，AERMOD 当前包括的新的或改进的算法有：①扩散计算在对流和稳定边界层中都能进行；②烟羽抬升和浮力；③烟羽穿透入上部逆温层；④风、湍流强度和温度的垂直廓线计算；⑤城区的夜间边界层；⑥能处理各类地形上的预测点，包括地面点到高于烟羽高度的地形上的点；⑦能处理建筑物尾迹；⑧对基本的边界层参数化方法进行了改进；⑨考虑了烟羽弯曲过程。

AERMIC 经过七个模型推进步骤，最终将 AERMOD 模型作为 ISC3 的改进法规模型。这 7 个步骤为：①初始模型公式；②开发评估；③内部对比和 beta 测试；④改进模型公式；⑤运行表现评估和敏感性测试；⑥外部对比评述；⑦提交到 EPA 的空气质量规划和标准办公室（OAQPS）进行法规模型的认可。

AERMOD 的初始模型公式由皮里等于 1994 年和西莫拉里（Cimoreli）等于 1996 年进行了总结，采用各种实地测量数据进行测试，以找出需要改进的地方。开发评估工作采用了五套数据。三套为示踪试验数据，另两套则是一整年的连续 SO_2 实测数据。这些实验包括高架源和地面源，复杂地形和简单地形，农村和城区边界层。然后是全面的结果对比，之后对初始模型公式进行许多改进，进行了 beta 测试。