



火电行业 主要污染物产排污系数

HUODIAN HANGYE
ZHUYAO WURANWU CHANPAIWU XISHU

朱法华 钟鲁文 王强 王圣 等著

中国环境科学出版社

火电行业主要污染物产排污系数

朱法华 钟鲁文 王 强 王 圣 等著

中国环境科学出版社·北京

图书在版编目(CIP)数据

火电行业主要污染物产排污系数/朱法华等著. —北京:
中国环境科学出版社, 2009
ISBN 978-7-5111-0094-8

I. 火… II. 朱… III. 火电厂—污染物—总排污量
控制—中国 IV. X506

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2009) 第 176374 号

责任编辑 张维平
责任校对 刘凤霞
封面设计 龙文视觉

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.com.cn>
联系电话: 010-67112765 (总编室)
发行热线: 010-67125803

印 刷 北京市联华印刷厂
经 销 各地新华书店
版 次 2009 年 11 月第 1 版
印 次 2009 年 11 月第 1 次印刷
开 本 787×1092 1/16
印 张 9
字 数 200 千字
定 价 28.00 元

【版权所有。未经许可请勿翻印、转载, 侵权必究】
如有缺页、破损、倒装等印装质量问题, 请寄回本社更换

序

国务院于 2008 年开展的第一次全国污染源普查是一项重大的国情调查，普查中对绝大多数工业污染源采用产排污系数法进行污染物产排量的测算和核定。因此，产排污系数的核算是第一次全国污染源普查工作的核心内容之一，是决定普查成果科学性、有效性的关键所在。

中国国电集团公司和国电环境保护研究院高度重视火电行业产排污系数核算工作，建立了专门的课题组。课题组实施了我国规模最大、分布最广的火电厂污染源实测。依据大量的实测数据，采用单样本 t 检验分析、敏感性分析和偏相关分析等数理统计方法，系统研究了燃煤电厂二氧化硫、氮氧化物和烟尘的产生与排放的主要影响因素。在对火电厂二氧化硫、氮氧化物和烟尘的产生、排放规律及成因深入分析研究的基础上，系统全面地提出了我国火电行业主要污染物产排污系数。这批系数，精确度高、科学性强、代表面广、实用性大，在全国第一次污染源普查中广泛应用，发挥了重要作用。

根据对实验室数据和现场实测数据比对研究，课题组还提出了两条重要建议：将我国环境统计中的电站锅炉燃煤中硫转化为二氧化硫的份额 K 值由目前的 0.80 提高到 0.85，将煤灰成分分析方法中煤粉的燃烧方式由目前的静止状态下的马弗炉燃烧调整为悬浮状态下的燃烧方式。

《火电行业主要污染物产排污系数》一书的作者均为我国火电行业污染控制的著名学者和管理专家，参加了该行业污染物产排污系数核算全部过程。该书从理论上和方法上详细介绍了该课题的主要成果，分析了循环流化床锅炉不添加石灰石的自脱硫效率和添加石灰石的脱硫效率，石灰石-石膏湿法烟气脱硫系统的脱硝效率及氮氧化物中一氧化氮与二氧化氮的比例变化情况，结合典型案例介绍了燃煤电厂二氧化硫排放量核算的五种方法及不同方法之间的误差情况，书末附有完整的火电行业产排污系数及使用方法等，具有很强的科学性和实用性。相信该书的出版不仅对正确理解与使用火电行业产排污系数，并且对全国各行业污染物减排均具有重要的指导作用。

段宇

2009 年 9 月

前 言

为全面落实科学发展观，切实加强环境监督管理，提高科学决策水平，实现《国民经济和社会发展第十一个五年规划纲要》确定的主要污染物排放总量减少 10% 的目标，国务院决定于 2008 年年初开展第一次全国污染源普查。

作为第一次全国污染源普查的重要技术支撑，从 2006 年 4 月开始，在原国家环保总局的安排下，中国环境科学研究院组织科研力量，开展了污染源产排污系数核算的前期研究。2007 年，在第一次全国污染源普查工作办公室的指导下，工业污染源产排污系数核算工作全面展开。这一研究项目由中国环境科学研究院牵头，全国共有 25 家行业协会、科研单位、集团公司、高校作为课题承担单位参与项目研究。火电行业产排污系数核算课题研究由中国国电集团公司和国电环境保护研究院负责，中国国电集团公司、国电环境保护研究院领导高度重视该研究课题的实施，在资金、设备和人员等方面给予了充分保证。课题组组长国电环境保护研究院副院长朱法华教授级高工负责了课题实施方案的总体设计、研究工作的组织与技术把关及部分内容的具体研究，课题组副组长中国国电集团公司原科技环保部（现安全生产部）副主任钟鲁文同志对现场实测企业的选择与协调做了大量工作，并参与了课题的研究与审查工作。课题组主要成员王强、淳于贤伟、张运宇、周道斌、易玉萍、滕农、何鲲、魏晗、纵宁生、张文杰、杜维鲁、赵国华、李伟、吴旻、薛金枝等开展了大量的现场实测、调查、数据处理及研究工作，历时一年多完成了《火电行业产排污系数核算工作报告》、《火电行业产排污系数核算技术报告》和《火电行业产排污系数使用手册》，并通过了由第一次全国污染源普查工作办公室组织的专家组验收，提交的研究成果在第一次全国污染源普查中得到了广泛应用，成为第一次全国污染源普查工作的重要技术工具。在第一次全国污染源普查中，火电行业各企业利用该课题的研究成果完成了污染物产生量和排放量的核算，占火电行业普查工业污染源企业总数的 90% 以上，为顺利完成第一次全国污染源普查

作出了重要贡献。

2008 年中国环境科学研究院又组织了二氧化硫和 COD 排放重点行业的相关单位, 国电环境保护研究院应邀参加, 重点研究了大气污染物烟尘、二氧化硫和氮氧化物的产生与排放规律以及污染物排放量的核算方法。

为了将研究成果更好地服务社会, 成立了由朱法华、钟鲁文、王强、王圣、杜维鲁、淳于贤伟等组成的编著小组, 在课题研究的基础上, 广泛收集了国内外最新的研究成果与技术资料, 通过文献分析和进一步研究, 完成了本书。

在火电行业产排污系数核算课题的研究和本书的编著过程中, 得到了第一次全国污染源普查工作办公室陈斌主任、朱建平副主任等领导的大力支持; 工业污染源产排污系数项目负责人中国环境科学研究院副院长段宁研究员、清洁生产与循环经济中心主任乔琦研究员对课题的实施给予了指导; 在课题方案论证、验收和鉴定过程中, 得到了黄其励院士、张全兴院士、陈复研究员等许多国内知名专家的帮助, 在此一并表示诚挚的谢意。

近年来我国的火电工业发展迅速, 单一机组规模从小于 0.6 MW 到 1 000 MW 都有, 环保措施差别很大, 地区技术水平与管理水平也相差较大, 这给产、排污系数研究带来很大难度, 且基础工作相对薄弱, 可借鉴参考的资料十分有限, 书中不当之处在所难免, 敬请各位读者批评指正。

目 录

第一章 污染源普查与产排污系数概况	1
第一节 第一次全国污染源普查	1
第二节 产排污系数	3
第三节 国内外研究现状及发展趋势	5
第二章 火电厂生产过程与分类	9
第一节 火电厂生产概况	9
第二节 燃煤及煤矸石电厂	12
第三节 燃油电厂	13
第四节 燃天然气电厂	14
第五节 垃圾焚烧电厂	16
第六节 燃用石油焦电厂	20
第七节 燃用其他燃料的电厂	20
第三章 火电厂污染物的产生规律	21
第一节 火电厂主要污染物及产污环节	21
第二节 火电厂烟尘产生规律	23
第三节 火电厂二氧化硫 (SO_2) 产生规律	26
第四节 火电厂氮氧化物 (NO_x) 产生规律	42
第五节 火电厂废水	52
第六节 火电厂固体废物	52
第四章 火电厂污染物的排放规律	54
第一节 火电厂烟尘排放规律	54
第二节 火电厂二氧化硫 (SO_2) 排放规律	55
第三节 火电厂氮氧化物 (NO_x) 排放规律	58
第四节 火电厂废水排放	61
第五节 火电厂固体废物排放	63
第五章 火电厂污染物排放量的确定方法及误差分析	64
第一节 实测法	64

第二节 物料衡算法	66
第三节 元素平衡法	71
第四节 产排污系数法	72
第五节 产排污系数修正法	73
第六节 误差分析	74
 第六章 火电行业产排污系数的确定	77
第一节 四同组合	77
第二节 实施方案	78
第三节 检测方法	81
第四节 数据处理与质量控制	82
第五节 产排污系数的确定	84
 附录 火电行业产排污系数手册	94
 参考文献	133

第一章 污染源普查与产排污系数概况

第一节 第一次全国污染源普查

一、第一次全国污染源普查重要意义

为全面落实科学发展观，切实加强环境监督管理，提高科学决策水平，实现《国民经济和社会发展第十一个五年规划纲要》确定的主要污染物排放总量减少 10% 的目标，国务院决定于 2008 年年初开展第一次全国污染源普查。

第一次全国污染源普查是重大的国情调查，是全面掌握我国环境状况的重要手段。开展污染源普查是为了了解各类企事业单位与环境有关的基本信息，建立健全各类重点污染源档案和各级污染源信息数据库，为制定经济社会政策提供依据。

第一次全国污染源普查是优化经济结构、科学制定经济社会政策的重要依据。污染源普查不仅是一般意义上的一项环保基础工作或者重大工程，更是对国家经济社会发展非常重要的一项基础工作。通过普查对研究制定经济社会发展战略，调整优化经济结构，转变经济增长方式，都具有十分重要的意义。

第一次全国污染源普查是做好新时期环保工作，建设环境友好型社会的重要基础。近年来我国污染源变化很大，通过污染源普查掌握最新情况，对于环境保护科学决策极为重要。

同时第一次污染普查还是实施污染源动态管理，加强环境监管的重要途径。通过开展污染源普查，可以弘扬环境文化，提高全社会支持、参与、监督环境保护的积极性。

二、第一次全国污染源普查目标和任务

近年来，我国经济持续快速发展，结构调整步伐加快，企业数量快速增加而且变动频繁，资源能源消耗量大幅上升，新的工业污染源不断增多，农业面源和生活源污染日益凸显，现有的环境统计调查已难以满足形势的需要。在这种形势下开展第一次全国污染源普查，弥补多年来环境统计的缺陷，把全国污染源的最新情况摸清楚，这将为提高环境监督执法的针对性和有效性、加强污染源综合管理、减少污染物排放打下坚实的基础。

搞好第一次全国污染源普查工作，准确了解污染物的排放情况，有利于正确判断环境形势，科学制定环境保护政策和规划；有利于有效实施主要污染物排放总量控制计划，

切实改善环境质量；有利于提高环境监管和执法水平，保障国家环境安全；有利于加强和改善宏观调控，促进经济结构调整，推进资源节约型、环境友好型社会建设。

第一次全国污染源普查的主要任务是掌握各类污染源的数量、行业和地区分布情况，了解主要污染物的产生、排放和处理情况，建立健全重点污染源档案、污染源信息数据库和环境统计平台，为制定经济社会发展和环境保护政策、规划提供依据。一是全面掌握各类污染源及污染物排放情况。查清全国工业污染源、农业污染源、生活污染源、集中式污染处理设施的数量、行业和地区分布，主要污染物种类及其排放量、排放去向，各污染治理设施运行状况和污染治理水平等情况。二是完善环境统计体系。根据普查结果，建立国家与地方各类污染源数据库，促进污染源信息共享，建立相关的数据库和完善环境统计制度，并以此为平台改革环境统计调查体系，建立更加科学的环境统计制度，不断提高环境统计数据质量。三是搞好普查成果的开发应用。对普查数据进行全面分析、深入研究，着眼于经济增长和环境保护的“双赢”，提出有针对性的政策措施，切实解决危害群众健康和影响可持续发展的突出环境问题。四是提高环境监管能力。以全国普查为契机，找出我国环境监管的薄弱环节，改进监管措施，调整监管重点，健全各级环境监测、环境执法监督体系，提高各级环保部门尤其是基层环保部门的监管能力和水平。

为了加强第一次全国污染源普查工作的领导，国务院决定成立以曾培炎副总理为组长的第一次全国污染源普查领导小组，负责普查的组织和实施工作。普查领导小组办公室设在国家环保总局（现环保部），负责普查工作的业务指导和督促检查，并会同统计局负责数据统计和分析方面的工作。地方各级人民政府同时设立相应的普查领导小组及其办公室。

三、第一次全国污染源普查对象与普查内容

第一次全国污染源普查对象是中华人民共和国境内有污染源的单位和个体经营户，凡在我国境内排放污染物的工业源、农业源、生活源单位均属普查对象。

污染源普查范围包括：工业污染源，农业污染源，生活污染源，集中式污染治理设施和其他产生、排放污染物的设施。

工业污染源普查的主要内容包括：企业基本登记信息，原材料消耗情况，产品生产情况，产生污染的设施情况，各类污染物产生、治理、排放和综合利用情况，各类污染防治设施建设、运行情况等。

农业污染源普查的主要内容包括：农业生产规模，用水、排水情况，化肥、农药、饲料和饲料添加剂以及农用薄膜等农业投入品使用情况，秸秆等种植业剩余物处理情况以及养殖业污染物产生、治理情况等。

生活污染源普查的主要内容包括：从事第三产业的单位的基本情况和污染物的产生、排放、治理情况，机动车污染物排放情况，城镇生活能源结构和能源消费量，生活用水量、排水量以及污染物排放情况等。

集中式污染治理设施普查的主要内容包括：设施基本情况和运行状况，污染物的处理处置情况，渗滤液、污泥、焚烧残渣和废气的产生、处置以及利用情况等。

四、第一次全国污染源普查总体安排

根据《全国污染源普查条例》的规定,全国污染源普查每 10 年进行 1 次。按照国务院通知要求,第一次全国污染源普查总体时间为 2006 年 10 月—2009 年 7 月,普查工作分为三个阶段进行,各阶段工作安排为:

(1) 准备阶段:2006 年 10 月—2007 年 12 月,本阶段主要是向全国部署普查工作,进行宣传动员,从中央到地方建立临时普查领导机构和工作机构,落实普查经费,完成普查的技术准备工作,包括制定普查方案和技术路线、全部技术和工作文件的制订、软件研发、业务培训、重点污染源监测和普查试点工作。

(2) 全面普查阶段:2008 年 1—12 月,各级普查办公室组织普查员对排污企业(单位)情况进行调查,各排污企业(单位)填报普查表,各级普查办根据监测结果完成普查表审核、录入工作,建立污染源档案,省级普查办组织进行普查工作的审核和验收。

(3) 总结阶段:2009 年 1—7 月,国务院普查领导小组办公室对全国污染源数据进行分析、整理,建立全国污染源普查数据库,开发建设污染源管理信息系统,完成全国普查数据的审核和汇总,形成总体报告,对全国污染源普查数据上报与公布。

第二节 产排污系数

一、产排污系数定义与特点

产排污系数是进行污染源普查的最基本技术方法之一,即根据企业的产品生产量或原料使用量,乘以相应的产排污系数得到该企业污染物产生量和排放量。产排污系数法简单、明了、快速、易操作,是污染源普查最通用、最有效的技术手段。由于实测企业和可进行物料衡算的企业数量极少,不超过 2%,大约 98% 的污染源需要采用产排污系数法进行核算。

产排污系数法在污染源普查中的重要地位也决定了其核算技术的重要性。产排污系数准确与否,是否能够准确反映污染源的产排污状况,在很大程度上取决于产排污系数核算技术的科学性。如果其核算技术不可行、不科学,或技术体系不完善,那么获得的产排污系数就缺乏科学性、系统性,最终直接影响污染源普查结果的准确性。

按照我国颁布的污染源普查条例,每隔 10 年进行一次全国性的污染源普查,第一次全国污染源普查中的工业企业,其产排污量采用产排污系数法确定的,占全国在册企业总数的 98% 左右。由于国力限制和普查工作的时限要求等因素,可以预见未来一定时期内产排污系数法仍将是我国工业企业污染源普查的重要方法。

二、产排污系数作用和意义

1. 第一次全国污染源普查的基础性工作

第一次全国污染源普查方案和相关技术文件规定，工业源产排污量的计算有三种方法：一是现场监测法，考虑到可行性，国家要求省控和国控重点工业源，应采用 2007 年现场监测数据来计算企业产排污量；二是物料衡算法，对于没有现场监测数据和产排污系数的工业源，在当地普查机构组织下采用物料衡算方法计算企业产排污量；三是产排污系数法。

我国现有注册的工业企业 100 多万家（2004 年为 160 万家）。纳入重点工业源（包括国控和省控）的污染源数量约 3 万余家，加上其他有规范监测数据的企业，总数也极为有限。能够采用物料衡算法测算污染物产生量和排放量的工业源仅局限于少数几个行业及少数污染物，所占比例很小。也就是说第一次全国污染源普查中，全国绝大多数工业源将采用产排污系数法进行污染物产排量的测算和核定。工业源产排污系数的科学性和准确性在很大程度上决定了工业源普查中污染物产生及排放量数据的准确性和可靠性，在一定意义上也决定了第一次全国污染源普查中工业源普查工作的成败。其重要性在污染源普查中是不言而喻的。

2. 环境管理的一种重要工具

这次研究课题提供的产排污系数，经过试用、修改和进一步完善，将作为环境管理的重要工具，在环境统计、排污申报、环境监理、总量控制等各项工作中将发挥重要作用。

三、正确认识产排污系数在普查中的作用

产排污系数课题研究给出了同一产品、同一原材料、同一工艺、同一规模（即“四同”）下的单位产品（原料）的污染物产排污系数。工业源产排污系数反映了工业企业在相对规范条件下污染物排放的规律，既是理论上计算推导的值，又是实测大量企业得到的平均水平。既然是平均水平，就不可能是每个具体企业严格意义上的实际排放量。但它能在一定样本数的基础上，较为客观地反映各地、各类污染源总体上的排污状况。这对于国家，包括省一级掌握宏观情况，做出科学决策是非常重要的。搞清楚某个具体污染源污染物真实排放的情况固然重要，但普查的主要目的不在于此，而是要求从总体上能够准确把握污染物的排放状况，当然还包括分类、分区污染物的排放及污染源的结构、数量等各种有用的信息。所以对排污系数在这次普查中的意义和作用要有正确、清醒、统一的认识。对在普查中使用产排污系数手册遇到的困难和问题，要采取积极的态度加以研究和解决。

第三节 国内外研究现状及发展趋势

一、国内研究现状

1. 关于污染源普查

我国曾在 1985 年开展了全国工业污染源调查。原国家环保局会同国家经委、国家统计局、国家科委和财政部,从 1985 年起,在全国(未包括台湾省)29 个省、市、自治区范围内对 40 个工业行业开展了工业污染源调查,到 1987 年基本完成,总计调查了 168 000 多个企业,获得 2 000 多万个基础数据,从工业企业总量来说占的比例不是很大,但大中型企业和排污量大的企业都包括进来了,覆盖面还是比较广的。各省、市、自治区及其各市、地共建立了 1 949 个工业污染源文字档案库和 153 个计算机数据库,编绘了相应的工业污染源图集,为省、市(地)、县各级政府环境管理和决策提供了信息和依据。

全国乡镇工业污染源调查进行过两次:1989 年开始和 1995 年开始(均为期两年)。1997 年进行过全国电磁辐射环境污染源调查。有关省(自治区、直辖市)、市则分别进行过关于工业、生活或畜禽养殖业污染源调查。

2. 关于产排污系数

我国“七五”、“八五”至“十五”期间,为了实施污染物总量控制的战略,原国家环保总局科技标准司,组织开展了若干与产排污系数相关的科研工作。

20 世纪 90 年代,中国环境科学研究院承担完成了《工业污染源控制研究》课题,以有色金属工业、轻工、电力、纺织、化工、钢铁和建材 7 个工业行业为研究对象,调查了 1 029 家企业,在实测和调查分析的基础上,完成了共计 48 种产品的 900 多个个体系数(包括产污系数和排污系数);北京市环境科学研究院承担完成的《燃煤设备产污系数的研究》课题,给出了主要燃煤设备(包括工业锅炉、茶浴炉、食堂大灶等)燃煤的产污和排污系数;原国家环保总局南京所承担完成的《乡镇工业污染物排污系数研究》课题,提供了乡镇工业 22 个行业大类、98 个小类,近 500 种生产工艺、1 800 个排污系数。在以上研究基础上,原国家环保总局科技标准司于 1996 年 6 月编辑出版了我国最早的较为系统完整的产排污系数手册——《工业污染物产生和排污系数手册》,该手册中提供的产排污系数,一直以来在我国环境领域被认为是最为权威的数据而得到广泛应用。

2003 年,广东省环保局通过对全省第三产业的排污情况进行联合调查,给出了广东省第三产业中 9 个大类行业主要水污染物的排污系数。江苏、浙江等省环保局也开展了类似的工作。原国家环保总局华南所通过对辽河流域近 1 500 家工业企业的调查和重点监测,得出了 10 个行业、24 种主要产品的排污系数。

2008 年我国第一次全国污染源普查中,完成了 32 个大类行业,265 个小类行业、6 057 个实测企业或装置的核算工作,提交了 10 504 个产污系数、12 891 个排污系数,超额完

成了第一次全国污染源普查工业污染源产排污系数核算项目预期的任务。本次工业污染行业产排污系数是一项重要的中国污染状况国情基本信息资料，内容全面丰富，是第一次全国污染源普查中工业污染源普查的强有力的工具，为总体掌握我国工业污染物的产生量和实际排放量，提供了重要的基础数据。

上述研究成果为开展环境规划、环境统计、环境监测和监督、排污收费和排污申报登记以及生产过程的污染控制等各项工作提供了有力的支持，为制定相关污染防治对策和实施污染物总量控制等工作提供了依据。除了以上正式出版的较为系统完善的产排污系数外，还有一些散见于各类科研成果、论著中的产排污系数。

总体而言，我国在工业污染源产排污系数领域已有了一定的研究基础，对我国环境管理起到了一定支撑作用。但与国外相比，我国在该领域的研究工作仍然具有一定差距，没有形成产排污系数科学技术体系，目前已有的部分行业的产排污系数，大多没有与企业生产规模、技术、工艺水平等关联，这与美国、欧盟排污系数体系有较大差距。

二、国外研究现状

国外产排污系数的概念通常用 Emission Factor 表达，世界可持续发展工商理事会和世界资源研究所将其译成“排放系数”，国内涉及机动车尾气排放的很多文献中也将其译成“排放因子”。本书将 Emission Factor 统一称为“排污系数”。

1. 美国

对排污系数的研究最早起源于 20 世纪 60 年代末期的美国，用于估算空气污染源污染物的排放量，建立污染物排放清单（Emission Inventory），并于 1972 年由美国国家环境保护局（USEPA）第一次公开出版了《空气污染物排污系数汇编》（Compilation of Air Pollutant Emission Factors），俗称 AP-42。长久以来 AP-42 一直作为美国空气质量管理的主要工具。在接下来的数十年间，随着产排污系数在各个领域的充分应用，USEPA 也不断对原有数据进行更新修订，最后一次全面修改的 AP-42（第五版）中提供了绝大多数工业行业的固定源和面源的排污系数，从分类来看，既包括典型高污染行业，也包括特定的污染源，共分 15 大类。从涉及的污染源排放的污染物指标来看，全部为空气污染物，共分为 6 大类。

2. 欧盟

欧盟 IPPC（Integrated Pollution Prevention and Control）指令的最佳可行技术参考文件中提供了工农业生产活动中的高污染行业如能源工业、化学工业、矿业、废物管理业以及农业中的家禽养殖和屠宰业等行业的大气、水和土壤污染物的排污系数。欧盟 IPPC 指令，即综合性污染预防与控制指令（96/61/EC），是欧盟委员会于 1996 年 9 月 24 日颁布的旨在对工业和农业生产活动所产生的大气、水和土壤污染实现综合性预防和控制指令，该指令通过最佳可行技术（BAT，Best Available Techniques）指导企业实现最小的原材料和能源的消耗、最低的有毒有害物质使用、最少的废弃物排放以及最便捷的报废产品的再生循环。欧洲综合污染防控局针对每个具体的小类行业，统一起草了最佳可行

技术参考文件 (BAT Reference Documents, BREFs), 该文件除了对最佳可行技术进行一般的分析和描述外, 还通过最佳可行技术相关的排放或消耗水平进行定量的评估和比较, 因此, 在每个行业的 BREFs 文件中都可以找到相应最佳可行技术水平下的各污染物的排放水平, 即排污系数。到目前为止, 已经颁布或正在编写中的 BREFs 文件共有 33 个, 包括 30 个具体的小类行业。

3. 其他国家或组织

20 世纪 80 年代之后, 世界各国对环境管理工具和方法的需求越来越大, 继美国之后, 一些国际组织如联合国、欧洲环境署等, 以及很多发达国家如英国、澳大利亚、加拿大等也都纷纷开展了排污系数和排放清单的研究工作, 颁布了很多官方排污系数和排放清单的手册, 主要有: 政府间气候变化专门委员会 (IPCC) 颁布的《IPCC 国家温室气体清单指南》; 欧洲环境署 (EEA) 颁布的《EMEP/CORINAIR 空气污染物排放清单指南》; 联合国开发计划署 (UNDP) 和经济社会事务部 (UNDESA) 颁布的《UNDP 和 UNDESA 排放清单手册》; 全球空气污染论坛 (GAP Forum) 颁布的《全球空气污染物排放清单手册》。同时, 许多研究机构、监测部门、学者也纷纷展开对排污系数的研究, 这些排污系数的研究成果散见于各种文献、研究报告和出版物上, 成为官方数据的有益补充。

在这些系统化的排放清单手册中, IPCC 出版的《IPCC 国家温室气体清单指南 (1996 年修订版)》应用最为广泛。另外, UNDP 和 GAP Forum 编制的手册中, 还收集了部分发展中国家如中国、巴西、印度等国的一些排污系数。随着对排污系数研究和应用的不断开展, 到目前为止, 排污系数已经成为各国、地方、行业和机构估算和预测污染物产生量、制定污染物排放清单的基础性工具, 同时也为制定相应的污染控制政策、法律法规提供了科学依据。

三、国外研究现状总体评价

目前, 在排污系数研究和应用方面, 虽然发达国家走在世界的前列, 但是也面临着很多难题与障碍。首先, 开发资金问题。尽管发达国家都建立了专门的官方机构, 并且一直沿袭了开发排污系数的传统, 可是在解决对排污系数日益增长的需求和缩减的开发经费之间的矛盾问题上, 这些专门的官方机构虽然采取了一些策略, 但是收效甚微。其次, 发达国家通常采用企业伙伴关系开发和更新排污系数的途径来降低开发成本, 但是这样开发出来的排污系数的代表性和准确性可能会降低, 因为排污系数与企业自身利益密切相关, 排污系数的高低会对企业利润产生直接的影响。比如: 经营许可证费用是与年度排放量有关的, 而该项费用通常是用排污系数计算的。因此, 如果企业开发的排污系数比实际值低, 企业将会直接受益。所以, 政府需要以更高视野来博弈企业伙伴关系, 开发和维护可靠的排污系数, 无论对政府层面还是行业层面来说都有至关重要的作用。

通过对国外发达国家排污系数研究现状进行对比汇总, 可以发现如下特征:

(1) 从研究的历史来看, 国外对排污系数的研究和开发都比较早, 目前都已经形成了比较完善的排污系数和排放清单的法定手册, 建立相应的数据库, 为公众提供公开、透明的排污系数信息, 并建立了更新、完善、建议等机制和途径, 鼓励各方参与排污系

数的研究与开发。

(2) 从排污系数开发和组织形式来看，都是以政府和专门机构为主导，由其依照相应的法律、条约，组织各行业、机构、协会和企业共同完成，并由政府或专门机构最终进行整理、汇编、出版。

(3) 从排污系数的分类来看，既有按行业分类进行排污系数开发的，也有按具体污染源分类进行开发的，还有两者混合分类的，但是总体上说，国外排污系数涉及的行业和污染源比较齐全。

四、国内外发展趋势

1. 排污系数涵盖范围的拓展

随着排污系数在各个领域的广泛应用，对排污系数的需求也进一步拓展到各个行业，从对排污系数的修订和更新趋势来看，国外发达国家和各机构不约而同地建立了完善的数据修订和更新制度，并且不断拓宽排污系数的覆盖广度，细分行业和污染源分类，增加排污系数的研究深度。

2. 排污系数不确定性评估

所谓排污系数的不确定性 (Uncertainty)，是指关于排污系数品质的客观量度，即对于开发出来的排污系数，与真实值之间的误差有多大，其可靠性、代表性如何，是目前在排污系数应用过程中经常遇到的疑问。所以需要 对现有排污系数的可靠性、代表性和适用性等进行定性和定量的评估，进而为如何提高数据质量寻找相应措施，这些是排污系数目前以及下一步的研究方向。美国 和 IPCC 目前已经开展对排污系数不确定性的研究，并取得了一定的研究成果。2007 年 4 月美国 EPA 起草了《排污系数不确定性评估(草案)》，并公开征集意见。

第二章 火电厂生产过程与分类

第一节 火电厂生产概况

利用煤炭、石油、天然气、垃圾等可燃燃料发电称为火力发电。按发电方式，可分为汽轮机发电、燃气轮机发电、内燃机发电和燃气-蒸汽联合循环发电。按是否供热，分为发电厂和热电厂，热电厂既供热又供电，又称为“热电联产”。

汽轮机发电又称为蒸汽发电，它利用燃料在锅炉中燃烧产生蒸汽，用蒸汽推动汽轮机，再由汽轮机带动发电机发电。这种发电方式在火力发电中居主要地位，占世界火力发电总装机容量的 95% 以上；2006 年年底我国单机 6 000 kW 及以上火电机组容量中蒸汽发电的容量占 94.72%。

内燃机发电是以内燃机作原动机的火力发电，分为固定式和移动式两类，固定式用于工矿企业自备电厂或孤立电厂，也常用作备用电源；移动式用于汽车或列车电站。

燃气轮机是旋转机械，它通过压气机将空气压缩后送入燃烧室，与喷入的燃料混合燃烧产生高温高压燃气，进入透平机膨胀做功，推动发电机发电。把燃气轮机发电和蒸汽发电组合起来就是燃气-蒸汽联合循环发电，它有较强的电能转换效率。

火力发电厂一般由三大主要设备——锅炉、汽轮机、发电机，以及相应辅助设备组成，它们通过管道或线路相连构成生产主系统，即燃烧系统、汽水系统和电气系统。燃煤发电厂生产工艺流程示例见图 2-1 和图 2-2。

能源作为发展国家经济、改善人民生活的基础产业，在国民经济发展和社会进步中起着关键作用。如果没有大规模的能源开发利用，特别是没有电力的广泛和深入的开发利用，人类社会是不可能发展到今天这样高度文明和进步的水平。我国的电力工业始于 1882 年，到 1987 年，我国电力装机容量达到 1 亿 kW，1995 年增至 2 亿 kW，2000 年超过 3 亿 kW，2005 年已突破 5 亿 kW，2006 年突破 6 亿 kW，2007 年突破 7 亿 kW。截至 2008 年年底，中国发电装机容量达到 79 253 万 kW，同比增长 11.2%。其中，火电总装机容量达 60 132 万 kW，约占总容量的 75.87%；水电达 17 152 万 kW，约占总容量的 21.64%；截至 2008 年年底，中国发电量达到 34 334 亿 kW·h，同比增长 5.5%。