

学校编码: 10384
学号: 22620111151429

密级_____

廈門大學

硕士学位论文

海峡西岸经济区大气污染物排放清单研究

Research on Air Pollutant Emission Inventory in the
Western Taiwan Straits Economic Zone

鲁斯唯

指导教师姓名: 吴水平 副教授
专业名称: 环境科学
论文提交日期: 2014年5月
论文答辩时间: 2014年5月

2014年5月

厦门大学学位论文原创性声明

本人呈交的学位论文是本人在导师指导下,独立完成的研究成果。本人在论文写作中参考其他个人或集体已经发表的研究成果,均在文中以适当方式明确标明,并符合法律规范和《厦门大学研究生学术活动规范(试行)》。

另外,该学位论文为()课题(组)的研究成果,获得()课题(组)经费或实验室的资助,在()实验室完成。(请在以上括号内填写课题或课题组负责人或实验室名称,未有此项声明内容的,可以不作特别声明。)

声明人(签名):

年 月 日

厦门大学学位论文著作权使用声明

本人同意厦门大学根据《中华人民共和国学位条例暂行实施办法》等规定保留和使用此学位论文，并向主管部门或其指定机构送交学位论文（包括纸质版和电子版），允许学位论文进入厦门大学图书馆及其数据库被查阅、借阅。本人同意厦门大学将学位论文加入全国博士、硕士学位论文共建单位数据库进行检索，将学位论文的标题和摘要汇编出版，采用影印、缩印或者其它方式合理复制学位论文。

本学位论文属于：

（ ） 1. 经厦门大学保密委员会审查核定的保密学位论文，
于 年 月 日解密，解密后适用上述授权。

（ ） 2. 不保密，适用上述授权。

（请在以上相应括号内打“√”或填上相应内容。保密学位论文应是已经厦门大学保密委员会审定过的学位论文，未经厦门大学保密委员会审定的学位论文均为公开学位论文。此声明栏不填写的，默认为公开学位论文，均适用上述授权。）

声明人（签名）：

年 月 日

目 录

摘要.....	I
Abstract.....	III
第 1 章 绪论.....	1
1.1 研究背景与意义.....	1
1.2 大气污染物排放清单研究进展.....	3
1.2.1 国外研究进展.....	3
1.2.2 国内研究进展.....	4
1.3 本研究主要内容及研究路线.....	6
第 2 章 大气污染物排放清单的估算方法.....	8
2.1 排放清单计算方法概述及选用.....	8
2.2 清单开发思路及数据来源.....	9
2.2.1 固定源.....	10
2.2.2 移动源.....	13
2.2.3 无组织颗粒物排放源.....	24
2.2.4 VOC _s 排放源.....	30
2.2.5 人为氨排放源.....	39
2.2.6 生物质燃烧.....	40
2.2.7 民用燃料燃烧.....	42
2.3 本章小结.....	42
第 3 章 排放清单结果与讨论.....	43
3.1 固定源排放情况.....	43
3.2 移动源排放情况.....	44
3.2.1 机动车排放.....	44
3.2.2 飞机排放.....	45
3.2.3 船舶排放.....	46
3.3 无组织颗粒物排放.....	48

3.3.1 交通扬尘.....	48
3.3.2 施工扬尘.....	48
3.3.3 裸露面扬尘.....	49
3.3.4 工业无组织尘.....	50
3.4 VOC _s 排放	51
3.4.1 人为源 VOC _s 排放	51
3.4.2 天然源 VOC _s 排放	52
3.5 人为氨排放.....	56
3.6 生物质燃烧与民用燃料燃烧排放.....	57
3.7 污染物排放量汇总.....	58
第 4 章 排放清单结果对比与分析	60
4.1 污染源贡献特征.....	60
4.2 排放清单空间分配.....	62
4.3 同类研究结果比较.....	67
4.4 不确定性分析.....	70
4.5 本章小结.....	71
第 5 章 2015 年海峡西岸经济区大气污染物排放清单预测	72
5.1 2015 年排放情景的设定.....	72
5.2 预测方法与数据来源.....	72
5.3 2015 年海峡西岸经济区大气污染源排放清单.....	74
5.4 本章小结.....	77
第 6 章 主要结论和展望	78
6.1 主要结论.....	78
6.2 展望.....	78
参考文献.....	80
致谢.....	88
在学期间科研情况.....	89

Table of Contents

Abstract (in Chinese)	I
Abstract (in English)	III
Chapter 1 Introduction	1
1.1 Research backgrounds and purposes	1
1.2 Research progress of emission inventory	3
1.2.1 Abroad research progress	3
1.2.2 Domestic research progress	5
1.3 Research contents and route	6
Chapter 2 Calculating methods of emission inventory	8
2.1 Calculating methods of emission inventory and methods choose	8
2.2 Research route and data sources	9
2.2.1 Stationary sources	10
2.2.2 Moving sources	13
2.2.3 Fugitive sources	24
2.2.4 VOCs sources	30
2.2.5 Anthropogenic ammonia sources	39
2.2.6 Biomass burning	40
2.2.7 Domestic fuel burning	42
2.3 Conclusion	42
Chapter 3 Results and discussion	43
3.1 Stationary sources	43
3.2 Moving sources	44
3.2.1 Motor vehicles	44
3.2.2 Airplanes	45
3.2.3 Ships	46
3.3 Fugitive dust	48

Table of Contents

3.3.1 Road dust	48
3.3.2 Construction dust	48
3.3.3 Exposed surface dust.....	49
3.3.4 Industrial fugitive dust	50
3.4 VOC _s sources	51
3.4.1 Anthrogenic VOC _s emissions.....	51
3.4.2 Biological VOC _s emissions.....	52
3.5 Anthrogenic ammonia emissions	56
3.6 Biomass burning and fuel burning emissions	57
3.7 Summary of emission inventory	58
Chapter 4 Contrast and analysis.....	60
4.1 Emission contribution	60
4.2 Spatial distribution	62
4.3 Constrast between research.....	67
4.4 Uncertainty analysis.....	70
4.5 Conclusion	71
Chapter 5 Emission inventory forecast of 2015	72
5.1 Emission scenario planning	72
5.2 Methods of forecasting and data sources	72
5.3 Emission inventory of 2015	74
5.4 Conclusion	77
Chapter 6 Conclusion and prospctions	78
6.1 Conclusion	79
6.2 Prospctions	79
References.....	80
Acknowledgements.....	88
Publications.....	89

摘要

随着海峡西岸经济区的社会经济规划的不断扩大,能源大量消耗所排放大气污染物对环境的影响逐渐显著。作为海峡两岸交流的重要枢纽,海西经济区的大气污染物排放清单的制定及发展趋势的研究不仅为改善空气质量的的目标提供必要的基础数据,也对其他城市和地区的科学发展有重要的预见和示范作用。

本研究以 2009 年为基准年,以排放因子法结合活动水平数据开发了海峡西岸经济区 11 个主要城市(福建省及温州市和汕头市)七种大气污染物(SO_2 、 NO_x 、 PM_{10} 、 $\text{PM}_{2.5}$ 、 VOC_s 、 CO 和 NH_3)的排放清单。在此基础上,结合 GIS 技术,以 0.05° 为分辨率对排放清单进行空间分配,得到网格化排放清单。同时,基于国家和地方的“十二五”社会和经济发展规划,以及污染排放控制技术更新指标,对 2010-2015 年该地区大气污染物的排放清单进行了估算。主要结论如下:

依据排放源类型对其排放量的计算方法进行介绍。对于固定源和移动源,为了能制定符合海西区实际情况的排放清单,将实际调研与排放因子相结合,在总结文献资料的基础上,确定了各排放源的排放因子,结合统计资料中的活动水平数据,计算得到污染物的排放量。对于无组织排放源,估算了施工排放扬尘、工业无组织尘、民用燃料燃烧、畜禽养殖、秸秆燃烧等产生的污染物。除此之外,还以 GloBEIS 模型为基础,估算得到海西经济区植被 VOC_s 排放量。2009 年海西经济区 SO_2 、 NO_x 、 PM_{10} 、 $\text{PM}_{2.5}$ 、 VOC_s 、 CO 及 NH_3 的排放总量分别为 47.61 万吨、62.10 万吨、182.77 万吨、48.00 万吨、168.82 万吨、164.75 万吨和 24.80 万吨。

在排放量估算的基础上,对排放源贡献特征、排放清单的空间分配、同类研究对比和清单估算的不确定性等进行了讨论。电厂是 SO_2 、 NO_x 、 PM_{10} 和 $\text{PM}_{2.5}$ 的首要排放源,分别占各污染物排放总量的 21.84%、31.37%、41.10%和 40.82%;植被排放的 VOC_s 对排放总量的贡献率最高,占 54.11%;机动车和畜禽养殖是 CO 和 NH_3 的第一大排放源,其贡献率分别为 88.16%和 49.68%。在空间尺度上, SO_2 及 NO_x 的高排放强度区域呈点状分布, PM_{10} 、 $\text{PM}_{2.5}$ 及 CO 呈线状分布, NH_3 则呈现块状分布,且高排放强度区域集中在沿海地区。采用误差传递方法,估算得到基准年 SO_2 、 NO_x 、 PM_{10} 、 $\text{PM}_{2.5}$ 、 VOC_s 、 CO 和 NH_3 的总体不确定度分别为 30.58%、33.99%、43.70%、39.76%、65.55%、68.82%和 56.38%。

结合国家和地方发展规划确定了各排放源的削减系数,对 2010-2015 年的排放清单进行了预估。到 2015 年,SO₂、NO_x、PM₁₀、PM_{2.5}、VOC_s及 NH₃ 的排放量分别为 41.68 万吨、63.00 万吨、218.59 万吨、57.59 万吨、121.79 万吨和 23.96 万吨,与 2009 年相比较,增加的比例分别为-12.46%、1.60%、19.59%、19.97%、74.01%和-3.49%。“十二五”期间,预期 SO₂、NO_x 的降幅分别为 22.54%和 10.95%,达到了“十二五”海峡西岸区域大气污染防治规划指标。

关键词: 排放清单; 空间分配; GloBEIS; 不确定性; 清单预测

Abstract

In recent years, air pollution caused by the rapid economic development, population growth and industrial expansion is getting more serious and thus threaten public health and safety, as well as sustainable development of national economy. The West Coast of Taiwan Straits is an important junction for cross-strait exchange. Developing an emission inventory of air pollutants in this region not only provides the necessary data for improving air quality, but also has an impact on scientific development of other cities.

The emission inventories of SO₂, NO_x, PM₁₀, PM_{2.5}, VOC_s, CO and NH₃ in the Western Taiwan Straits Economic Zone including 11 cities (Fujian province, Wenzhou and Shantou) in the baseline year 2009 were established based on the pollution source census, statistical yearbooks, industrial activities and residential activities. The spatial allocations of emissions in the Western Taiwan Straits Economic Zone was developed by utilizing the GIS technology in 0.05 degree. In addition, the emission inventories in the year of 2015 were calculated using scenario analysis method based on the national and regional 12th Five-Year Plans.

First of all, an introduction of calculating emissions for varies source types was made. In order to developing an emission inventories which is consistent with the actual situation, both methods of investigate and survey and emission factors were used for stationary sources and moving sources. Emission factors were confirmed based on summarizing literature and related material. Emission of air pollutants were calculated by combining emission factors and data of activity level from statistical information. Fugitive emission sources included construction dust, industrial fugitive dust, domestic fuel burning, livestock, and biomass burning. In addition, biogenic volatile organic compounds were calculated by using an emission model named GloBEIS. The total emissions of SO₂, NO_x, PM₁₀, PM_{2.5}, VOC_s, CO and NH₃ were estimated to be 47.61×10⁴ t, 62.10×10⁴ t, 182.77×10⁴ t, 48.00×10⁴ t, 168.82×10⁴ t, 164.75×10⁴ t and 24.80×10⁴ t, respectively.

The results of emission inventory were analyzed including source contribution,

spatial allocation, comparison between similar research and uncertainty analysis. Power plant contributed the most emission of SO₂, NO_x, PM₁₀ and PM_{2.5}, accounting for 21.84%, 31.37%, 41.10% and 40.82%, respectively. Emission from biogenic volatile organic compounds is the highest in the VOC_s emission sources, accounting for 54.11%. The vehicle and livestock contributed the most in CO and NH₃ emission, accounting for 88.16% and 49.68%. The relative high emission areas of SO₂ and NO_x were consistent with the locations of stationary sources. High emission areas of PM₁₀, PM_{2.5} and CO showed a linear distribution, meanwhile, NH₃ showed polygon characteristic. In addition, the high emission areas of all pollutants concentrated upon coastal region. The uncertainty of SO₂, NO_x, PM₁₀, PM_{2.5}, VOC_s, CO, and NH₃ were 30.58%, 33.99%, 43.70%, 39.76%, 65.55%, 68.82% and 56.38% by propagation of error.

On the basis of emission inventory of 2009, a forecast of emission inventory from 2010 to 2015 was made combining national and regional development plan. The total emissions of SO₂, NO_x, PM₁₀, PM_{2.5}, VOC_s and NH₃ in the year of 2015 were estimated to be 41.68×10^4 t, 63.00×10^4 t, 218.59×10^4 t, 57.59×10^4 t, 121.79×10^4 t and 23.96×10^4 t, respectively. Comparing with the emissions of 2009, the rates of increasing were -12.46%, 1.60%, 19.59%, 19.97%, 74.01% and -3.49%, respectively. The emission of SO₂ and NO_x would decline 22.54% and 10.95% during the 12th Five-Year and meet the target of air pollutant control planning in the Western Taiwan Straits Economic Zone.

Key Word: emission inventory; spatial allocation; GloBEIS; uncertainty analysis; inventory forecast

第 1 章 绪论

1.1 研究背景与意义

海峡西岸经济区(以下简称“海西区”)是指以福建省为主体,包括周边广东、浙江和江西部分与福建接壤的城市,海西区处于珠江三角洲和长江三角洲两个国内最大的经济区之间,处于典型东亚季风影响区。本研究所定义的海西区包括福建全省、浙江省温州及广东省汕头,共计 11 个地级市(图 1.1)。研究区域陆域面积 14 万平方千米,占全国国土面积 1.44%;人口 4917 万人,占全国比重 3.68%;2009 年国内生产总值(GDP)总量 15800 亿元,占全国比重 4.64%^[1-7]。海西区的地理特点是“依山傍海”。山地面积大,其中福建省山地丘陵面积约占全省土地总面积的 90%;这些山地多被森林所覆盖,使得福建省的森林覆盖率居全国第一。海西区的海岸线长度为 4324 公里,占全国的 24%^[4,8-10]。海西区海岸地貌格局以多海湾、多半岛的曲折海岸线为主体。海西区气候区域差异较大,大部分城市属于亚热带季风气候。夏季受热带海洋暖湿气流的影响,盛行偏南风;冬季受来自西伯利亚干冷气团的控制,盛行偏北风。年均气温在 17-22℃,夏季炎热,冬季温暖。年降水量 1100-2100 毫米,从东南向西北递减。季节分配不均,有较明显的雨季和干季。夏秋季台风为地区主要灾害性天气。

目前,我国经济正迅速发展,工业、城市规模的扩大,人口膨胀,这些都使大气污染不断加剧,直接威胁着国民经济的可持续发展和人民生命健康,与此同时,大气污染导致的能见度降低也给城市正常经济活动及市民生活带来极大的不便,甚至对人身安全构成威胁。据报道,2003-2008 年,厦门灰霾日数呈跳跃式增多,5 年内霾日增大了 6 倍以上^[11]。2007 年漳州霾日达 118 天,平均每 3 天就有一个霾日^[12]。随着海西区经济的快速发展,空气污染问题也变得日益严重,面临着煤烟型污染和机动车尾气污染的双重压力^[13]。工业企业在燃烧以煤、石油为主的燃料过程中排放的废气,是造成大气污染的首要原因。与此同时,工业生产过程中也会排放多种有机和无机污染物质。以福建省为例,2012 年工业排放 SO₂、NO_x 及烟(粉)尘占全省排放总量的 94.92%、77.24%和 92.62%^[14]。以机动车、船舶、飞机为主的交通工具排出的废气也是空气污染的重要排放源。其中,汽车数量最大,并且集中在城市,对空气质量特别是城市空气质量影响较大。随着人民生活水平的提高,城市机动车数量大幅度上升,截至 2013 年底,全国机动车保

有量已突破 2.5 亿辆^[15]。以福建省为例，截至 2012 年底，全省汽车保有量达 836 万辆，同比增长 4.58%。

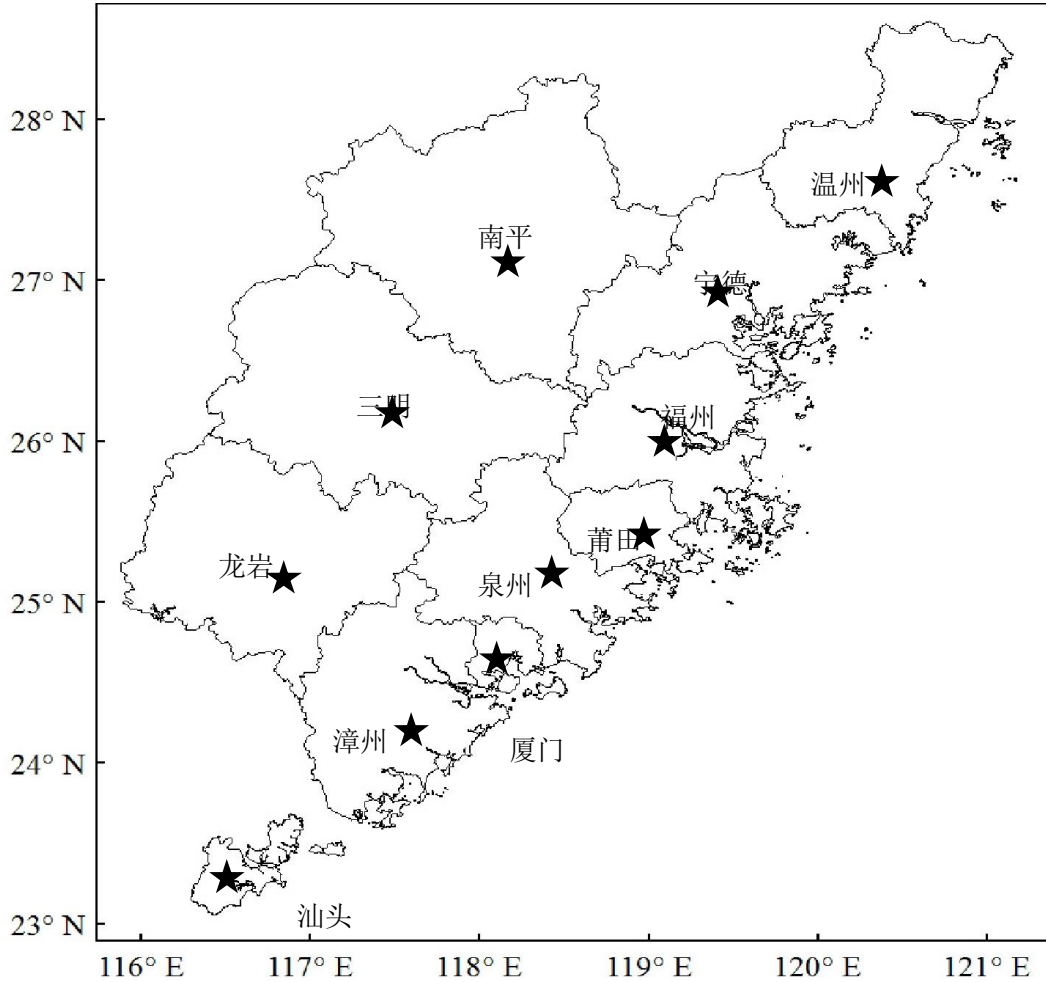


图 1.1 海岸西岸经济区地理位置图

Fig. 1.1 Location of the Western Taiwan Straits Economic Zone

大气污染物主要为 SO_2 、 NO_x 、颗粒物 PM_{10} 和 $\text{PM}_{2.5}$ 、挥发性有机污染物 VOC_s 及 NH_3 等。其中 SO_2 容易引起酸雨。2012 年，在国家环保部门监测的 466 个市(县)中，出现酸雨的市(县)占 46.1%^[16]。 NO_x 被吸入人体后，会导致胸闷、气喘、肺水肿等疾病，颗粒物易吸附 SO_2 和苯并芘等，有很强的刺激性和致癌性。这些污染物在危害人体健康的同时，会严重腐蚀建筑物，并破坏农作物生长，严重威胁人类的生活。

排放清单是指在特定的地理区域和特定的时间间隔内，空气污染源排放情况

的综合表述,是搞清大气污染现状、形成和发展,消除和控制污染源的排放,解决环境污染问题的首要环节。排放清单在分析污染源现状和发展趋势、强化监督管理、评价城市和区域环境空气质量、测算大气环境容量、制定环境规划和计划等方面发挥重要作用。因此,以国家和地方发展规划为基础,建立某一地区一定时间尺度内大气污染物排放清单,可在一定程度上为空气质量模型进行大气污染物浓度预测,进而为达到改善空气质量的的目标提供必要的基础数据。

海西区是带动全国经济走向世界具有独特优势的地域经济综合体,其区域大气污染物排放情况及控制策略的研究对其他城市和地区的科学发展具有重要的预见和示范作用。弄清海西区大气污染物排放情况和时空分布规律,研究合理有效的污染物排放控制措施,是阐明和解决该区域复杂的复合型空气污染问题的关键,关系到居民生活质量的提高和社会可持续发展目标的实现。同时,海西经济区作为我国海峡两岸交流的重要枢纽,其大气污染发展趋势和控制策略的研究对其他城市和地区的科学发展有重要的预见和示范作用。作为了解大气污染现状、形成和发展,制定切实有效的污染物减排和管理的有效措施,进而解决大气污染问题的首要环节,制定大气污染物的排放清单已刻不容缓。

1.2 大气污染物排放清单研究进展

目前,美国和欧洲已有专门负责排放清单编制和改进的部门,但我国只有部分城市开展了清单编制的研究性工作,如辽宁^[17]、北京^[18]、上海^[19-21]、广州^[22]、青岛^[23]、台湾^[24,25]、澳门^[26]等地区,其中北京大学和清华大学在大陆地区的清单编制的工作开展较早,也积累了很多宝贵的经验,为我国下一步开展排放清单编制的法制化、市场化奠定了基础。

1.2.1 国外研究进展

美国的排放清单发展始于 20 世纪 70 年代。在 1968 年发布了第一版 AP-42 排放因子体系,随后于 1985 年开展了国家酸沉降评价项目(NAPAP)。20 世纪 90 年代,随着技术的不断提高,美国排放清单得到迅猛的发展。1993 年,成立美国排放清单改进小组(EIIP)。随后开发了 SO₂、NO_x 排放清单、国家颗粒物排放清单(NPI)、国家排放趋势清单(NET)。在此阶段,美国主要对排放清单的计算方法、排放系数、分类标准进行完善,添加了多种污染物质,并于 1999 年完成了包含排放趋势清单及有毒有害气体在内的国家排放清单(NEI)。自此,美国排放清单

已经纳入法制化、市场化轨道。21世纪以来,美国于2005年评估了排放清单的不确定性,使得排放清单更加完善。与此同时,也更加注重排放清单的应用部分,并将其应用于环境影响评价及污染控制规划中。空气质量模型在大气环境管理领域中的应用也不断得到完善,主要有SMOKE、CONCEPT模型。美国排放清单以全国为空间尺度,排放清单定义了点源、面源和移动源。在污染物种类方面,排放清单中计算的污染物主要以SO₂、NO_x、CO、NH₃、VOC_s、PM₁₀、PM_{2.5}为主,1990年以后又陆续增加了188种有毒有害污染物(HAPs)。在长期研究排放清单编制的过程中,美国确定了排放清单的编制过程,包括明确区域内所有排放源;确定每种源排放计算方法;选择排放预测方法中活动水平和有关参数的相关数据;检查排放清单中质量保证和质量控制(QA/QC);整理排放预测方法、源数据和QA/QC进程的文献资料;收集和转换数据。此外,开发的AP-42排放因子数据库已推出至第五版,是全球清单研究项目的重要参考文件之一。

欧洲编制的清单手册同时包含排放清单的编制手法,对国家、地方和局部地区的清单编制具有积极的指导意义。欧洲排放清单的工作的开展较美国晚,始于1979年的《长距离越境空气污染公约》(the Convention on Long-range Transboundary Air Pollution, CLRTAP)。在该公约的影响下,欧洲开始实施欧洲监测和评估计划(the European Monitoring and Evaluation Programme, EMEP)^[27]。该计划对帮助进一步减排空气污染物、改善空气质量具有重要的指导意义。此后,欧洲先后在不同的项目下产生了不同版本的排放清单。在此基础上,设计了一套排放量计算方法和框架,编制了包括5种气态污染物、9种重金属、26种POPs、和PM_{2.5}、PM₁₀、TSP三个粒径段颗粒物的1980-2005年欧洲国家排放清单,并以5年为周期预测了直到2030年的排放。涵盖了欧盟15个成员国及挪威的1000家大中型工业企业的污染物排放情况。欧盟编制排放清单手册以完整、一致、透明为目标,力求尽可能地包含所有的污染物,要求所有国家按照同一指南和方法学编制排放清单,并且清单中使用的排放因子和活动水平数据需要在网上公开。这套历史排放清单及排放预测为欧洲区域污染排放控制计划的提出提供了科学依据^[28]。

1.2.2 国内研究进展

相较欧美发达国家,我国排放清单的编制工作开展较晚。总体分为三个阶段:

第一阶段始于 20 世纪 80 年代中后期,此阶段的排放清单目的在于为控制污染物总量服务,是国家和地区范围内的大尺度排放清单。这一阶段的排放清单主要存在几个问题:涵盖污染物各类太少,以 SO_2 和烟尘、粉尘的排放量为主,不能满足科学分析需求;缺失民用生物质燃烧等重要排放部门;统计过程中缺乏足够的质量保证和质量控制。

第二阶段是基于部门活动水平的排放清单,始于 20 世纪 90 年代中后期。此时期以 Streets D G 为代表,他根据 NASA 的 TRACE-P 项目开发了 2000 年我国 $1^\circ \times 1^\circ$ 排放清单^[29],涉及的污染物有 SO_2 、 NO_x 、 CO_2 、 CO 、 CH_4 、NMVOC、BC 和 OC。他在 USEPA 的 AP-42 排放因子数据库的基础上根据经验调整得到的排放因子,将排放源分为 3 级,结合各省份、各部门的不同燃料消费量及相关工、农业原料消费量和产量等活动水平数据,最终采用排放因子法计算得到我国 2000 年排放清单。此阶段排放清单的主要问题在于不确定性大,不能反映经济发展、技术进步等对排放水平的影响,时空分布的分辨率较低。

近 10 年来,我国排放清单的得到快速发展,为第三阶段。此阶段的排放清单是基于技术信息和设备信息的高分辨率排放清单。其特点是将空气质量模型应用于污染过程研究和控制决策研究上。与第二阶段相比有明显的进步。在污染源分类上,由原来的 3 级分类深入至第 4 级;涉及的污染物也增加了如颗粒物、 VOC_s 、Hg、PAH 等;排放因子上,更多基于我国实测的排放数据,开发了反映排放因子随控制水平逐年变化的函数关系库;不确定性的有所降低。Zhang Q^[30]对 Streets D G 的排放清单进行完善和改进,计算了 2006 年排放清单,涉及的污染物除了原有的 SO_2 、 NO_x 、 CO 、 VOC_s 、BC 和 OC,还增加了 PM_{10} 及 $\text{PM}_{2.5}$ 。在时空分辨率方面,分辨率提高到 $0.5^\circ \times 0.5^\circ$ 。

在排放清单的区域方面,除了国家范围内的研究,经济区和城市范围内的排放清单也相继开发出来。国家范围内的排放清单中的污染物既有如氮氧化物、 SO_2 的常规污染物,也有 VOC_s 、 CO 、汞、砷、黑碳^[31]等非常规污染物。田贺忠等^[32]据能源消费历史状况和氮氧化物排放因子,估算 1980-1998 近 20 年来中国 NO_x 的排放变化。稂小洛等^[33]计算了 2005 年中国大陆排放的氮氧化物的总量及各省市分行业、分燃料品种的排放清单。刘金凤等^[34]以 2000 年为基准年,针对我国人为源进行 VOC_s 进行县级排放清单的建立。王丽涛等^[35]估算了中国大陆

Degree papers are in the "[Xiamen University Electronic Theses and Dissertations Database](#)". Full texts are available in the following ways:

1. If your library is a CALIS member libraries, please log on <http://etd.calis.edu.cn/> and submit requests online, or consult the interlibrary loan department in your library.
2. For users of non-CALIS member libraries, please mail to etd@xmu.edu.cn for delivery details.

廈門大學博碩士論文摘要庫