

大气污染控制技术
与策略丛书

“十三五”国家重点出版物出版规划项目

中国工程院重大咨询项目

京津冀大气复合污染防治 联发联控战略及路线图

Strategy on Regional Economic Development
and Joint Air Pollution Control in
Beijing-Tianjin-Hebei Region

“防治京津冀区域大气复合污染的联发联控战略及路线图”项目组

郝吉明 主编



科学出版社

中国工程院重大咨询项目

“十三五”国家重点出版物出版规划项目

大气污染控制技术与策略丛书

京津冀大气复合污染防治 联发联控战略及路线图

“防治京津冀区域大气复合污染的联发联控战略及路线图”项目组

郝吉明 主编



科学出版社

北京

内 容 简 介

《京津冀大气复合污染防治：联发联控战略及路线图》是中国工程院重大咨询项目的研究成果。该项目由国内环境工程、能源工程和农业工程的 15 位院士、近百名专家和多家单位共同完成，内容涵盖京津冀区域大气污染来源与减排潜力研究，区域能源、产业协同发展战略、主要耗能行业大气污染控制方案研究，区域农业与新型城镇化发展中的大气污染防治战略，区域可持续高效率的交通系统构建，区域大气污染监管体系研究，京津冀区域空气质量规划与中长期路线图。

本书可供从事大气环境科学、能源及产业发展和大气污染控制等领域的研究人员参考，也可从事大气环境保护和区域发展事业的决策者、管理人员和工程技术人员提供借鉴。

图书在版编目 (CIP) 数据

京津冀大气复合污染防治：联发联控战略及路线图/郝吉明主编. —北京：科学出版社，2017.11

（大气污染控制技术与策略丛书）

“十三五”国家重点出版物出版规划项目

中国工程院重大咨询项目

ISBN 978-7-03-054884-9

I. ①京… II. ①郝… III. ①空气污染控制—研究—华北地区
IV. ①X510.6

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2017) 第 256485 号

责任编辑：杨 震 刘 冉 / 责任校对：韩 杨

责任印制：肖 兴 / 封面设计：黄华斌

科 学 出 版 社 出版

北京东黄城根北街 16 号

邮政编码：100717

<http://www.sciencep.com>

北京通州皇家印刷厂 印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

*

2017 年 11 月第 一 版 开本：720×1000 1/16

2017 年 11 月第一次印刷 印张：36

字数：730 000

定价：180.00 元

（如有印装质量问题，我社负责调换）

丛书编委会

主 编：郝吉明

副主编（按姓氏汉语拼音排序）：

柴发合 陈运法 贺克斌 李 锋

刘文清 朱 彤

编 委（按姓氏汉语拼音排序）：

白志鹏 鲍晓峰 曹军骥 冯银厂

高 翔 葛茂发 郝郑平 贺 泓

宁 平 王春霞 王金南 王书肖

王新明 王自发 吴忠标 谢绍东

杨 新 杨 震 姚 强 叶代启

张朝林 张小曳 张寅平 朱天乐

丛 书 序

当前,我国大气污染形势严峻,灰霾天气频繁发生。以可吸入颗粒物(PM_{10})、细颗粒物($\text{PM}_{2.5}$)为特征污染物的区域性大气环境问题日益突出,大气污染已呈现出多污染源多污染物叠加、城市与区域污染复合、污染与气候变化交叉等显著特征。

发达国家在近百年不同发展阶段出现的大气环境问题,我国却在近 20 年间集中爆发,使问题的严重性和复杂性不仅在于排污总量的增加和生态破坏范围的扩大,还表现为生态与环境问题的耦合交互影响,其威胁和风险也更加巨大。可以说,我国大气环境保护的复杂性和严峻性是历史上任何国家工业化过程中所不曾遇到过的。

为改善空气质量和保护公众健康,2013 年 9 月,国务院正式发布了《大气污染防治行动计划》,简称为“大气十条”。该计划由国务院牵头,环境保护部、国家发展和改革委员会等多部委参与,被誉为我国有史以来力度最大的空气清洁行动。“大气十条”明确提出了 2017 年全国与重点区域空气质量改善目标,以及配套的十条 35 项具体措施。从国家层面上对城市与区域大气污染防治进行了全方位、分层次的战略布局。

中国大气污染控制技术与对策研究始于 20 世纪 80 年代。2000 年以后科技部首先启动“北京市大气污染控制对策研究”,之后在 863 计划和科技支撑计划中加大了投入,研究范围也从“两控区”(酸雨区和二氧化硫控制区)扩展至京津冀、珠江三角洲、长江三角洲等重点地区;各级政府不断加大大气污染控制的力度,从达标战略研究到区域污染联防联控研究;国家自然科学基金委员会近年来从面上项目、重点项目到重大项目、重大研究计划各个层次上给予立项支持。这些研究取得丰硕成果,使我国的大气污染成因与控制研究取得了长足进步,有力支撑了我国大气污染防治的综合防治。

在学科内容上,由硫氧化物、氮氧化物、挥发性有机物及氨等气态污染物的污染特征扩展到气溶胶科学,从酸沉降控制延伸至区域性复合大气污染的联防联控,由固定污染源治理技术推广到机动车污染物的控制技术研究,逐步深化和开拓了研究的领域,使大气污染控制技术与策略研究的层次不断攀升。

鉴于我国大气环境污染的复杂性和严峻性，我国大气污染控制技术与策略领域研究的成果无疑也应该是世界独特的，总结和凝聚我国大气污染控制方面已有的研究成果，形成共识，已成为当前最迫切的任务。

我们希望本丛书的出版，能够大大促进大气污染控制科学技术成果、科研理论体系、研究方法手段、基础数据的系统化归纳和总结，通过系统化的知识促进我国大气污染控制科学技术的新发展、新突破，从而推动大气污染控制科学研究进程和技术产业化的进程，为我国大气污染控制相关基础学科和技术领域的科技工作者和广大师生等，提供一套重要的参考文献。



2015 年 1 月

中国工程院重大咨询项目

防治京津冀区域大气复合污染的联发联控战略及路线图

项目顾问及负责人

项目负责人

郝吉明	清华大学	院士
杜祥琬	中国工程院	院士
刘旭	中国工程院	院士

项目顾问

谢克昌	中国工程院	院士
唐孝炎	北京大学	院士
黄其励	国家电网公司	院士

执行秘书

王书肖	清华大学	教授
-----	------	----

课题负责人

课题一	王文兴	中国环境科学研究院	院士
	丁一汇	国家气候中心	院士
	贺克斌	清华大学	院士
课题二	倪维斗	清华大学	院士
	岑可法	浙江大学	院士
课题三	尹伟伦	北京林业大学	院士
	刘旭	中国工程院	院士
课题四	郝吉明	清华大学	院士
课题五	魏复盛	中国环境监测总站	院士
	刘文清	中国科学院合肥物质科学研究院	院士
课题六	郝吉明	清华大学	院士

前 言

京津冀协同发展成为当前我国三大国家战略之一，其核心是京津冀三地作为一个整体协同发展，努力形成京津冀目标同向、措施一体、优势互补、互利共赢的协同发展新格局。京津冀大气复合污染问题因其影响范围广、与群众生活关系密切，成为协同发展生态环保领域率先突破的重要一环。京津冀大气污染联防联控的关键是要联发联控，联合发展才能做到联合控制。京津冀区域要在调整优化城市布局 and 空间结构、推进产业升级转移、构建绿色低碳能源体系和产业体系、构建现代化交通网络系统、扩大环境容量生态空间等诸方面发力，方能实现环境空气质量的持续改善。

2014年4月3日刘延东副总理主持，召开8部、委、院、局会议，协调国家科研资源，研究“加强大气污染治理科技支撑工作方案”，部署新形势下加强大气污染控制领域的科学研究。根据中央的统一部署，中国工程院紧急启动“防治京津冀区域大气复合污染的联发联控战略及路线图”重大咨询项目，旨在通过中国工程院多学科合作，量化京津冀区域大气复合污染的来源，确定京津冀区域大气污染控制的重点污染源和关键污染物；研究提出与区域环境空气质量持续改善相适应的能源及相关产业、农业与农村、城乡交通系统等的发展战略；提出京津冀区域大气污染联防联控监测监管体系；形成京津冀区域大气污染联发联控战略和路线图，推动区域经济社会环境的持续发展。

该重大咨询项目分为六个课题开展研究。

课题一：京津冀区域大气污染来源与减排潜力研究。综合运用排放清单和空气质量模型等手段，进行京津冀区域大气污染来源解析。通过建立京津冀区域多污染物高时空分辨率排放清单，分析不同地区主要污染物排放结构，甄别重点污染源，运用空气质量模型解析不同季节主要污染源对京津冀区域 $PM_{2.5}$ 污染的贡献以及区域间输送贡献。

课题二：京津冀区域能源及产业一体化发展战略。以促进京津冀区域的整体可持续发展和污染物联合控制为主要目标，在区域能源及产业发展现状和趋势的基础上，探索产业能源升级与区域一体化发展的互动关系，研究环境友好的区域一体化产业发展和能源优化战略，创新区域发展机制，提出重点战略任务。

课题三：京津冀区域农业与新型城镇化发展战略。针对京津冀区域农业源污染现状，主要研究现代农业条件下，特别是目前农业适度规模经济发展后，有效

降低种植业和养殖业氨排放的发展模式、农业废弃物资源化利用的途径、现代农业林网发展、新型城镇化过程中农村能源结构变革的策略等措施，促进京津冀区域环境空气质量的持续改善。

课题四：京津冀区域可持续高效率的交通系统发展战略。通过分析京津冀区域道路和非道路交通系统发展现状和污染物排放控制现状，结合区域内空气质量改善目标以及国内外交通运输结构演变和移动源污染控制技术发展趋势，提出该区域交通系统一体化的可持续发展战略和排放综合控制战略。

课题五：京津冀区域大气污染监测监管体系研究。该研究目的在于着力推动大气污染联合监测与预警体系的建立，实现区域内大气环境质量信息和预警信息共享。在分析区域空气质量状况及变化趋势的基础上，研究对立体监测技术的需求，提出适用于京津冀区域大气污染联防联控的立体监测监管技术体系。

课题六：京津冀区域空气质量规划与中长期路线图。基于京津冀区域大气污染的来源和成因，借鉴国内外大气污染控制的相关法规与政策，分析京津冀区域在不同发展和污染控制情境下的空气质量规划，研究近期、中期及长期的大气污染防治目标和空气质量改善规划，提出区域大气污染控制的中长期路线图及相关保障措施。

该重大咨询项目的成果是中国工程院和大气污染防治、能源工程、农业工程等领域相关专家集体智慧的结晶，体现了我国区域性大气复合污染联防联控的最新认识、最新实践和总体思路，对京津冀区域科学、精准治霾具有一定的借鉴作用，对广大的科技工作者、环境管理人员和企业管理人员都具有很好的参考价值。

受区域性大气复合污染的复杂性和研究人员水平的限制，书中难免存在疏漏、偏颇甚至错误之处，请各位同行及相关专家和读者批评、指正，不断提升治霾的科学性、精准性和有效性，共同打赢蓝天保卫战。



2017年9月

摘 要

“防治京津冀区域大气复合污染的联发联控战略及路线图”是按照中央领导的要求，中国工程院设立的重大咨询研究项目，由环境与轻纺工程学部、能源与矿业工程学部和农业学部共同承担。该研究包括六个研究课题：京津冀区域大气污染来源与减排潜力研究、京津冀区域能源产业一体化发展战略、京津冀区域农业与新型城镇化发展战略、京津冀区域可持续高效率的交通系统发展战略、京津冀区域大气污染监测监管体系研究、京津冀区域空气质量规划与中长期路线图。

京津冀区域大气污染物排放强度远高于国内其他地区，连续出现大范围雾霾天气， $PM_{2.5}$ 年均浓度高于长三角、珠三角和全国平均水平。在 $PM_{2.5}$ 整体下降背景下，个别地区和季节的下降趋势出现反复。近 20 年来，随着经济发展和人口增长，京津冀地区的排放持续增加，逐步形成全球人为源排放强度最高的地区，这是导致京津冀地区大气污染的核心内因。其中，来自河北省的各类污染物排放占京津冀排放总量的 64%~83%。特殊的能源结构和产业布局导致京津冀地区工业排放高居不下，加之农业和交通的快速发展带来的污染物排放增加，仅靠末端污染控制难以实现空气质量达标。京津冀地区大气污染物排放控制面临严峻的挑战。尽管通过《大气污染防治行动计划》“大气十条”的实施，京津冀地区的空气质量有所改善，但该区域仍是我国大气污染最严重的地区。

半个世纪以来，在特殊地形特征和气候变暖双重背景下，京津冀地区的气象条件总体朝着不利于污染物扩散的方向发展。具体表现为地面平均风速减小、大风日数减少和大气稳定度加强，形成了该地区大气污染的重要外因。京津冀地区特殊的“弧状山脉”地形及不同季节的大气环流条件是霾天气产生的重要机理。 $PM_{2.5}$ 重污染经常在京津冀及周边区域连片出现，呈现出区域污染的特征。在这种情况下，一旦存在较为明显稳定的风场，污染物很容易在区域间发生输送。影响京津冀地区污染物的输送通道有两类：一类是西南与东南路径的长距离输送通道；另一类是偏东、偏西及西北路径的短距离输送通道。

目前京津冀区域大气环境质量改善面临的主要挑战包括：

(1) 京津冀能源消费以煤炭利用为主、以高耗能工业为主，加之煤炭的利用方式较为粗放，周边地区能源消费大，形成该地区排放强度高、污染严重的局面。京津冀及周边地区是全国钢铁、火电、平板玻璃、水泥等行业的高密度区，两市一省的能源和产业发展不均衡，主要耗能行业工艺技术和污染物治理水平发

展不平衡。河北的城镇化水平和人均 GDP 不仅远落后于京津，甚至落后于全国平均水平。

(2) 京津冀区域过度依赖公路的运输结构和“单中心，放射状”的网络布局导致交通运输效率不高，构建超低排放-零排放的新能源交通体系的尝试尚处在起步阶段。京津冀区域集中了世界上规模最大的海港和机场，但其客货运均过度依赖能耗和排放强度较高的公路运输。从交通网络布局看，公路、铁路和民航等基础设施均过于集中在北京，产生大量过境交通和辐射交通。京津冀已成为全国交通源污染排放的关键控制区域且排放强度在北京和天津等大城市核心区进一步高度聚集。

(3) 每年农业源引发的氨释放总量高达 84 万吨，对大气环境质量产生显著不利影响。京津冀地区是我国重要的小麦-玉米轮作区，每年秸秆量为 4847.5 万吨，但由于近年来，作物秸秆综合利用能力下降，大量秸秆被露天焚烧。农村秸秆存在很大隐患，农村能源结构急需改善。

(4) 采暖期大量的燃煤排放和极端不利的气象条件共同造成近年来京津冀地区秋冬季大范围重污染频发。当出现区域性重污染的时候，城市与城市之间、城市与乡村之间的污染程度没有太大差别，整个区域都被污染气团所覆盖，即便启动现有的红色预警，也不足以抵消采暖期的排放增加，不足以大幅降低污染程度。

(5) 现有监测体系存在监测范围和要素指标不全，监测技术体系和质控体系不完备，以及信息化水平不足的问题，尚不能有效服务环境管理。

为了积极应对京津冀区域大气污染防治工作面临的挑战，对污染来源标本兼治，促进该地区空气质量的持续改善，提出以下建议：

(1) 通过优化煤炭利用结构、终端用能结构和一次能源结构，系统性推进京津冀的能源结构优化，促进用能方式的清洁化、集约化和低碳化，为周边区域率先垂范。考虑到煤炭仍然是近期京津冀能源消费的主体，急需全面加强对原煤开采和进口、洗选、终端利用和污染物控制的全链条、全范围的严格监管和控制，保证煤炭源头高品质、利用高效率 and 污染严控制。管控分散、高污染的民用散烧煤和 10 t 以下燃煤工业锅炉，促进煤炭采取大规模集中发电、供热和化工转化等集约化利用方式。到 2020 年和 2030 年，京津冀煤炭用于集约化利用的比例分别提高到 70% 和 80%，京津两市力争尽早达到近 100%。优化终端用能结构，普及清洁、方便的能源服务，增加天然气和电力比重。提高集中供暖的比例以及工业低温余热的利用，推广新型热泵技术，尽早实现商业、民用能源的无煤化。优化一次能源结构，着力降低煤炭在一次能源消费中的比重，积极发展非化石能源，有效利用生物质能源（包括电厂掺烧生物质），因地制宜发展可再生能源分布式利用系统，推进多能协同利用，加强天然气进口和外购电。

(2) 从优化空间结构、发展先进制造、加强污染治理等方面,全方位推进京津冀的产业结构优化和技术升级,进一步推动京津冀主要耗能行业节能减排,为产业结构调整提供资源空间配置的根本保障。优化城市群空间结构,重点推动河北省规划和建设若干区域次中心城市,借鉴东京都市圈建设发展的经验,次中心城市的培育是疏散中心城市过于集中的人口和功能、加速都市圈整体协调发展的有效手段。“十三五”时期,利用张家口冬奥会、首都二机场建设、通州新城建设等契机,重点培育张家口、廊坊等首都周边的若干次中心。

(3) 全面实施“轨道上的京津冀”和“公交都市”战略,重塑京津冀区域综合交通运输体系,建立全覆盖和全链条的移动源污染防治和监管体系,重点推进“清洁柴油机行动计划”和“新能源汽车行动计划”。在区域内客运、大宗货物运输和城市交通三个领域尽快实现运输结构优化和绿色发展,在地级以上城市全面推行“公交都市”建设。重点开展道路柴油车、工程机械、农业机械、船舶等关键柴油机领域的清洁化专项工程,在京津冀区域率先实施“清洁柴油机行动计划”。

(4) 针对京津冀地区农业源污染现状,须优化我国化肥产业结构,减少农田氨排放。例如,在氮肥品种中增加硝态氮肥和脲甲醛肥料可有效降低农田氨排放数量。养殖业采用封闭负压养殖,实行种/养一体化管理,可有效降低养殖过程和畜禽粪便处理过程的氨排放。小麦联合收割强制加装秸秆粉碎机,强化秸秆利用,引导有序焚烧。改善农村能源结构、减少农村生活排放。

(5) 针对京津冀地区冬季采暖期间大范围重污染频发的问题,必须制定加大冬季季节性减排的措施。加强采暖季大气污染物排放控制,使采暖季大气污染物日排放量不高于年均水平。钢铁、水泥、化工、石化等重点工业行业在采暖季实施季节性减产或限产措施;针对民用散煤燃烧,编制并落实京津冀区域民用散煤清洁能源替代方案;京津冀区域内禁止燃用高污染低品质煤炭。

(6) 全面落实京津冀地区大气污染防治强化措施(2016~2017年),确保“大气十条”目标的实现。再通过三个“五年计划”的努力,2020年使京津冀大气环境质量达到长三角2015年的水平,2030年之前京津冀所有城市的 $PM_{2.5}$ 浓度达到国家环境空气质量标准。为此,各种污染物的排放量均要在2012年的基础上大幅度消减,努力完成2020年的减排目标。到2030年二氧化硫、氮氧化物和一次 $PM_{2.5}$ 的排放量都要消减70%以上,VOCs的排放量要消减50%,力争大气氨的排放量也能消减20%。

目 录

丛书序

前言

摘要

第 1 章 京津冀区域大气污染源与减排潜力研究	1
1.1 京津冀地区大气复合污染的气象和气候背景	3
1.1.1 京津冀地区霾形成的气象条件及污染物输送通道	3
1.1.2 京津冀地区雾霾日数及能见度的特征分析及变化趋势	11
1.1.3 气候条件对京津冀地区霾日数的影响	15
1.1.4 京津冀地区大气污染防治面临的气候变化挑战	17
1.2 京津冀地区大气污染物排放特征分析	21
1.2.1 京津冀地区大气污染物排放现状和特点	22
1.2.2 京津冀地区大气污染物排放变化趋势	24
1.2.3 京津冀地区污染物排放的部门分担	29
1.2.4 京津冀地区污染物排放空间分布特征	34
1.3 京津冀区域大气复合污染特征分析	38
1.3.1 京津冀地区 $PM_{2.5}$ 污染特征分析	38
1.3.2 京津冀地区臭氧污染特征分析	42
1.3.3 京津冀地区大气 $PM_{2.5}$ 的来源解析	43
1.3.4 京津冀区域大气污染立体监测技术体系	57
1.3.5 现有监测体系用于研究京津冀大气污染问题的局限性	73
1.4 京津冀地区大气污染物减排面临的挑战	74
1.4.1 京津冀能源结构对大气污染防治的挑战	75
1.4.2 京津冀产业布局对大气污染防治的挑战	76
1.4.3 京津冀农业与城镇化发展现状对大气污染防治的挑战	76
1.4.4 京津冀交通系统发展现状对大气污染防治的挑战	77
1.4.5 京津冀大气污染的社会经济驱动	78
参考文献	80
第 2 章 京津冀区域能源、产业协同发展战略研究	83
2.1 京津冀区域能源、产业发展的现状分析	85

2.1.1	京津冀区域能源、产业发展概况分析	86
2.1.2	京津冀区域能源分配图的绘制和分析	113
2.1.3	京津冀和长三角、珠三角发展现状的对比分析	129
2.1.4	主要结论	140
2.2	京津冀区域能源、产业发展的趋势分析	141
2.2.1	京津冀区域能源消费增长的驱动因素分析	141
2.2.2	京津冀区域 2030 年能源、产业发展情景分析	155
2.2.3	主要结论	177
2.3	国外类似区域能源、产业转型的经验借鉴	178
2.3.1	日本东京都市圈发展的经验借鉴	178
2.3.2	美国“铁锈地带”转型发展的经验借鉴	190
2.3.3	德国鲁尔区转型发展的经验借鉴	194
2.3.4	主要结论	198
2.4	京津冀区域能源、产业协同发展战略构思	198
2.4.1	基本认识	198
2.4.2	战略思路和目标	201
2.4.3	重点任务	203
2.4.4	保障措施	206
2.5	“十三五”时期京津冀区域能源、产业协同发展建议	207
	参考文献	210
第 3 章	京津冀主要耗能行业大气污染控制方案研究	215
3.1	京津冀及其主要耗能行业能源利用和污染物排放情况	217
3.1.1	京津冀能源消耗和污染物排放	217
3.1.2	京津冀主要耗能行业发展现状和污染物排放特征	230
3.2	京津冀主要耗能行业节能减排措施	263
3.2.1	电力行业	263
3.2.2	钢铁行业	270
3.2.3	建材行业	275
3.2.4	石化化工行业	283
3.2.5	民用部门	287
3.3	京津冀主要耗能行业大气污染物减排潜力分析	293
3.3.1	情景设置	293
3.3.2	污染物排放预测	294
3.4	京津冀主要耗能行业大气污染物排放控制建议	307
3.4.1	总体情况	307

3.4.2 存在的问题	309
3.4.3 政策建议	310
参考文献	311
第4章 京津冀区域农业与新型城镇化发展中的大气污染防治战略研究	313
4.1 京津冀地区农业源氨排放的时空分布	315
4.1.1 京津冀地区种植业氨排放的时空分布	316
4.1.2 京津冀地区养殖业氨排放的空间分布	326
4.1.3 京津冀地区总氨排放的时空分布	331
4.1.4 京津冀地区总氨排放的强度	336
4.1.5 减少农业源氨排放的技术分析	337
4.2 京津冀地区农业废弃物的资源化利用	340
4.2.1 京津冀地区作物秸秆	340
4.2.2 京津冀地区作物秸秆的资源化利用	342
4.2.3 京津冀地区养殖业废弃物资源化利用策略	344
4.3 京津冀地区新型城镇化的农业源污染防治战略	344
4.3.1 农村生活能源消费结构	344
4.3.2 农村可再生能源的资源分布	349
4.3.3 农村可再生能源替代的可行性分析	358
4.3.4 农村可再生能源利用实例分析	361
4.3.5 京津冀区域农村生活能源结构优化建议	366
4.4 京津冀区域现代农田林网发展与大气联发联控战略	367
4.4.1 农田林网及其效益	367
4.4.2 我国农田林网发展现状	371
4.4.3 京津冀区域农田林网建设情况	372
4.4.4 京津冀农田林网协调发展面临的问题	375
4.4.5 国内外农田林网发展经验借鉴	377
4.4.6 京津冀区域农田林网发展趋势分析	379
4.4.7 京津冀农田林网优化改造模式	380
4.5 小结	381
参考文献	383
第5章 京津冀区域可持续高效率的交通系统发展战略	387
5.1 京津冀交通系统的发展现状和排放控制现状	389
5.1.1 交通系统发展现状分析	389
5.1.2 排放控制现状分析	394
5.1.3 区域移动源交通和排放控制一体化的协调机制	400

5.1.4	区域移动源交通及排放控制一体化面临的障碍和挑战	402
5.2	基于区域路网的高分辨率交通排放清单	404
5.2.1	建立全路网的交通源活动水平数据库	404
5.2.2	京津冀区域机动车排放模型更新和完善	408
5.2.3	建立基于路网的高分辨率交通排放清单	414
5.2.4	京津冀区域机动车排放规律演变分析	419
5.3	京津冀移动源排放控制技术措施发展趋势和减排潜力研究	423
5.3.1	国内外移动源排放控制体系分析	423
5.3.2	建立移动源排放控制技术措施库	434
5.3.3	京津冀交通源排放趋势预测的多情景设计	436
5.3.4	交通源 PM _{2.5} 排放减排目标和控制措施减排潜力评估	437
5.4	京津冀区域交通一体化的可持续发展和排放综合控制政策建议	441
5.4.1	面临的挑战和国际经验的启示	441
5.4.2	主要政策建议	443
	参考文献	445
第 6 章	京津冀区域大气污染监测监管体系研究	449
6.1	京津冀区域空气质量监测体系现状分析	451
6.1.1	监测点位布设概况	451
6.1.2	监测点位代表性分析	451
6.1.3	监测能力概况	453
6.1.4	质量保证与质量控制体系	453
6.1.5	监测结果评价体系	454
6.1.6	信息发布体系	456
6.1.7	大气污染源监测体系现状	459
6.2	京津冀区域空气质量监测体系面临的主要问题	462
6.2.1	环境监测法律法规不完善, 监测机构职责定位和事权划分不 明晰	462
6.2.2	监测范围和要素指标覆盖不全	463
6.2.3	监测技术体系不完备, 立体监测等新技术应用不足	464
6.2.4	监测数据质量有待于进一步提升	465
6.2.5	信息化水平有待提高, 信息公开与共享程度不够	466
6.2.6	监测与监管结合不紧密	467
6.2.7	对社会化环境监测机构的监管机制不健全	467
6.3	加强监测体系构建的对策建议	468
6.3.1	完善相关法律法规, 明确各级环保部门职责定位与事权划分	468

6.3.2	完善环境监测技术体系	469
6.3.3	加强立体监测体系建设	471
6.3.4	健全环境监测质控体系	480
6.3.5	构建环境监测大数据平台, 加强信息公开与共享	482
6.3.6	建立监测与执法联动机制	482
6.3.7	加强对社会化环境监测工作的引导和管理	484
参考文献		485
第7章	京津冀区域空气质量规划与中长期路线图	489
7.1	京津冀区域空气质量改善目标设定	491
7.1.1	京津冀区域空气质量和标准的差距	491
7.1.2	国外城市大气细颗粒物浓度降低的案例和启示	492
7.1.3	我国城市大气颗粒物浓度降低的趋势	496
7.1.4	京津冀区域城市空气质量改善的各阶段目标	497
7.2	京津冀区域大气污染物输送及其空气质量影响	498
7.2.1	周边省份对京津冀区域空气质量的影响	498
7.2.2	京津冀区域城市间大气污染输送及其空气质量影响	503
7.2.3	基于污染物跨界输送规律的京津冀区域联防联控策略	510
7.3	多源排放控制与京津冀区域空气质量改善响应	511
7.3.1	京津冀地区大气污染现状的模拟与验证	511
7.3.2	源排放-区域空气质量非线性响应模型建立	521
7.3.3	京津冀区域细颗粒物的非线性源解析	525
7.4	京津冀区域大气污染联防联控情景分析	530
7.4.1	京津冀区域社会经济发展趋势预测	530
7.4.2	京津冀区域大气污染物排放情景分析	538
7.4.3	京津冀区域不同排放控制情景的空气质量预测	541
7.5	京津冀区域大气污染联防联控路线图和政策建议	543
7.5.1	产业布局调整与产业结构优化战略	543
7.5.2	能源革命与清洁能源发展战略	543
7.5.3	农业与新型城镇化发展战略	544
7.5.4	区域可持续高效率的交通系统发展战略	545
7.5.5	区域大气环境监测监管战略	545
7.5.6	区域多污染物协同控制战略	546
7.6	小结	549
参考文献		549
索引		551