

韩国刚 等著

# 中国 2030 年人口、经济、能源、 环境和谐发展与节能减排战略研究

ZHONGGUO 2030NIAN RENKOU  
JINGJI NENGYUAN HUANJING HEXIE FAZHAN  
YU JIENENG JIANPAI ZHANLUE YANJIU



中国环境出版社

# 中国 2030 年人口、经济、能源、环境 和谐发展与节能减排战略研究

韩国刚 刘晓宇 梁 鹏 苏 艺 韩振宇 等著

中国环境出版社·北京

## 图书在版编目 (CIP) 数据

中国 2030 年人口、经济、能源、环境和谐发展与节能减排战略研究/韩国刚等著. —北京: 中国环境出版社, 2014.8

ISBN 978-7-5111-1803-5

I. ①中… II. ①韩… III. ①节能—研究—中国  
IV. ①TK01

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2014) 第 064704 号

出 版 人 王新程  
责任编辑 李兰兰  
责任校对 扣志红  
封面设计 宋 瑞

---

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](mailto:bjgl@cesp.com.cn)  
联系电话: 010-67112765 (编辑管理部)  
010-67112735 (环评与监察图书出版中心)  
发行热线: 010-67125803, 010-67113405 (传真)

印 刷 北京中献拓方科技发展有限公司  
经 销 各地新华书店  
版 次 2014 年 8 月第 1 版  
印 次 2014 年 8 月第 1 次印刷  
开 本 787×1092 1/16  
印 张 14 彩插 8  
字 数 340 千字  
定 价 52.00 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

美不

注

懶

國

剛

月

六

應

探

急

未

來

四

粉

年

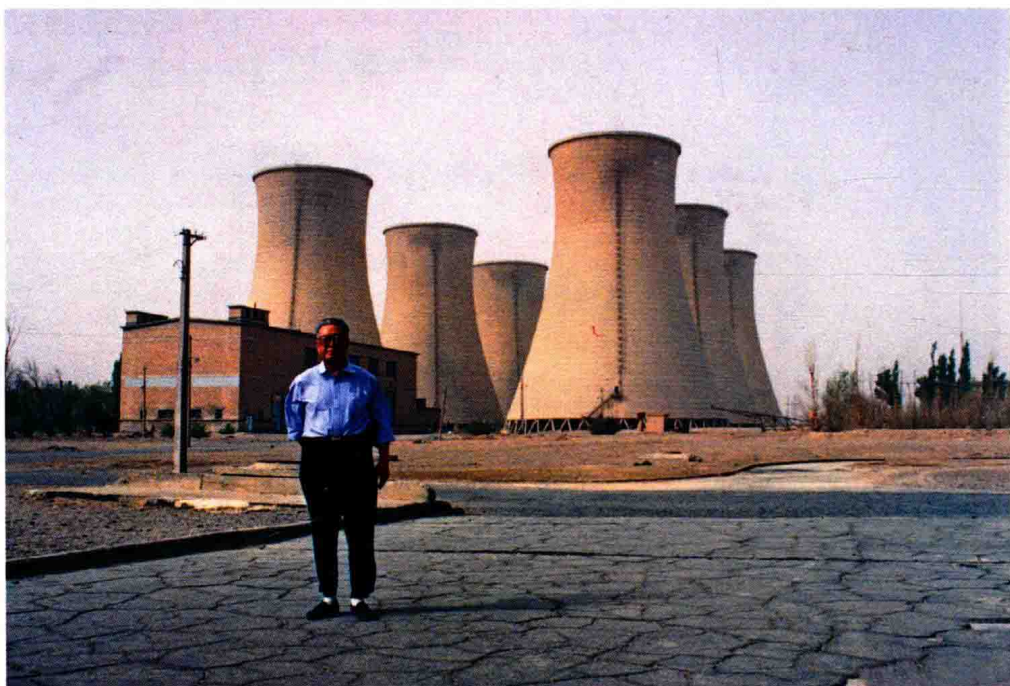


《救救中国——环境发出的黄牌警告》（1989年）主编韩国刚（左，原环境保护局评估中心第一届法人及主持人）与顾问姜圣阶（中，原二机部副部长，院士）及《决策学基础》（1984年）作者严济民合影



原环境保护局评估中心成立的策划者曲格平局长（右）与研究者韩国刚（左）合影  
（1992—2013年）





中国第一座生产原子反应堆冷却塔（2000年6月回404厂）



戈壁滩人工绿洲——核城公园（2000年6月回404厂）





1990 年祁连山戈壁草地，雪山线宏观上升生态调研



广东湛江海洋平台环境调研（2001 年）



北京生态调研（1999 年）



甘肃敦煌月牙湖湖面减少三分之一，地下水位下降调研（2000 年 6 月）



## 本书编写委员会

主 任 韩国刚

副主任 刘晓宇 梁 鹏 苏 艺

成 员 韩国刚 刘晓宇 梁 鹏 韩振宇 苏 艺

陈 忱 刘 殊 姜凤兰 蔡 梅 杜蕴惠

戴文楠 宋 鹭 孔令辉 刘 驰 郭二民

于华通 肖 丽 毛渭锋 何 磊 安 喆

夏福瑶 杜啸岩 孙 宇 全占军

执 笔 姜凤兰

# 序 一

2012—2030 年中国的人口、经济、资源、能源、环境以及社会的可持续和谐发展，直接关系着我国是否能够达到全面建成小康社会的总体战略目标。《中国 2030 年人口、经济、能源、环境和谐发展与节能减排战略研究》的主要特点是：以人口、经济、能源、环境（ $\text{SO}_2$ 、 $\text{CO}_2$ ）和节能减排作为关键要素；在广泛收集资料，进行深入回顾分析的基础上，建立了有关人口、经济、能源、环境与节能减排等方面可持续和谐发展的 23 项指标体系；在充分考虑这 23 项指标之间互相制约、互为因果的前提特点下，建立了我国从 2011—2015 年、2020 年、2025 年、2030 年，与国家今后四个五年发展计划相对应的时间段的滚动型动态预测模型；提出了人与自然要和谐、倒逼经济下降、环境总量减少、环境质量改善的多方案预测结果和相应的实施对策；对预测模型和方法的应用进行了可行性分析、可靠性论证和后评估分析。

本项研究：从 1990—2010 年，我国 20 年来的人口、经济、能源、环境发展变化的特点和规律、基础数据、经验与教训，建立了适合我国国情实际的预测方法和预测模型，并取得了一系列重要结论。

在“节能减排”的研究中，对环境效应的重要敏感指标二氧化硫（ $\text{SO}_2$ ）和二氧化碳（ $\text{CO}_2$ ）提出了各时间节点的年排放总量和相应的去除率控制指标，可作为国家有关部门制定相关决策与对策的重要参考依据。

本研究还对预测结果进行了较为充分的后评估研究，预测值与实际调查值相对误差小于国内外同类预测值的相对误差，表明了本研究采用的预测方法和预测模式的科学性和可行性。

研究得出结论：若按照我国目前高 GDP（10.4%）增长模式发展下去，到 2030 年，我国国内生产总值将达到 290 万亿元（计入汇率因素），2030 年前后，就已经超过美国达到世界第一经济体，能耗总量将达到 104 亿 t，煤耗量将达到 78 亿 t，再过 60 年我国将面临资源枯竭、无煤可采，出现难以估量和不可挽回的能源危机；2030 年，我国  $\text{SO}_2$  排放总量将达到 5 472 万 t， $\text{CO}_2$  排放总量将达到 216 亿 t，届时将会对生态环境造成灾难性的破坏，对广大人民群众身体健康造成极大危害。这种发展模式，不符合党的十八大精神，与建设生态文明国家和全面建成小康社会的战略目标背道而驰。当前，超载的城市、超载的环境，已经发出了“可持续发展”和“不和谐”的黄色甚至红色警告了。

对于以上研究辑集成册，宗旨是为了尽早防治和避免发生上述严重灾难后果，提出我国人口、经济、能源、环境可持续和谐发展与节能减排的具体对策，其要点包括：

（1）近 30 年来我国 GDP 年均增长率一直保持 9%~12% 高速发展水平上。2010 年国内生产总值达到 39.8 万亿元，能耗总量达到 33 亿 t。若依此发展下去，我国能源、环境均将面临灾难性后果的巨大压力。建议：必须减缓国民经济发展速度，降低 GDP 年均增长率，到 2030 年，降低到 5% 左右。

(2) 建立煤炭基础储量“仓库”，开展煤炭休养生息工作。当前，我国已探明煤炭基础储量 3 189.6 亿 t。建议：2011—2020 年，平均每年从国外进口煤炭（或石油、天然气）10 亿 t，10 年休养量 50 亿 t；2021—2030 年，平均每年从国外进口煤炭（石油、天然气）10 亿 t，10 年休养量达到 100 亿 t 左右，有效延长我国煤炭资源的开采时间。

(3) 调整优化能源结构。煤炭消费量应逐步由占能源消费组成的 70% 降低到低于 60%；增加石油、天然气和新能源的消费比例；大力发展优质清洁能源，缓解对环境的压力和对生态环境的破坏。

(4) 尽快开发我国沿海石油、天然气和可燃冰，在南沙和西沙海岛海域建设开发区（码头、机场）和保护区。

(5) 大力提倡城市地热-水源热泵供暖项目，替代污染较重的小型燃煤锅炉和热电厂。建议：2030 年全国地热-水源热泵供暖程度达到 60% 左右。

(6) 建议在我国中西部地域宽阔、日照较为充足的地区，大量建设太阳能和风能发电站，以清洁能源替代煤炭能源。

(7) 调整优化产业结构。大力发展循环经济与清洁高效生产，推动节能降耗；努力调整第一、第二、第三产业结构，大力发展第三产业，提高第三产业的比重，限制第二产业中高耗能产业的发展规模，加快第二产业节能降耗的技术改造和产业的更新换代及其配套的节能减排的政策措施。

(8) 依靠科学进步，将全国  $\text{SO}_2$  平均去除率由 2010 年的 65% 提高到 2030 年的 77%； $\text{CO}_2$  去除率由 2010 年的 1% 提高 2030 年的 30%。

(9) 必须投入一定数量的资金，逐步加大对温室气体  $\text{CO}_2$  排放的治理力度，缓解  $\text{CO}_2$  排放对环境的影响，保障民众生存的环境质量，包括不断扩大国土森林植被覆盖率。

(10) 制定科学削减  $\text{SO}_2$  和  $\text{CO}_2$  排放量的规划，强化削减  $\text{SO}_2$  和  $\text{CO}_2$  排放量的优惠政策、税收政策，总量控制政策，促进  $\text{SO}_2$  和  $\text{CO}_2$  排放量的削减。

(11) 做好我国城镇化发展规划，缓解大中型城市人口、资源（能源）、环境、住房、道路交通等严重超载的压力。

本书仅对影响国计民生的重要方面提出了具有针对性的发展战略宏观实施对策和建议，现实与长远意义重大。能否得到有效实施，唯一检验标准就是未来的实践及其对我国社会发展的具体影响。

中国工程院院士

刘鸿亮

2012 年 12 月



## 序 二

《中国 2030 年人口、经济、能源、环境和谐发展与节能减排战略研究》的宗旨和总体思路是：对于直接影响我国社会可持续和谐发展的重要基础因素——人口、经济、能源、环境、节能减排——进行深入、客观、独立的科学研究分析，从而提出符合我国国情实际的近中期（2030 年以前）可操作的战略决策与对策方案，供国家有关权力部门参考实施。这些重要基础因素，也将影响我国社会其他相关重要领域发展进程，包括：交通、住房、安全（广义）、国土资源、生态、产业结构（农业、建筑业、加工制造业、信息产业等）、城镇化进程、教育、劳动就业老龄化和社会保障，以及与民生紧密相关的其他各个方面。这些将直接影响并关系着我国是否能够达到全面建成小康社会的战略目标。

韩国刚教授虽已退休，多年来他带领科研人员完成的本项研究，以我国人口（广义）、宏观经济、能源、环境（着重大气环境）、节能减排各领域中的可持续和谐发展指标体系为基础，紧密围绕“节能减排”这一重要基础因素，对从 2011 年至 2015 年、2020 年、2025 年和 2030 年，与国家今后四个五年发展计划相对应的时间段，进行了较科学的预测和与其相对应的对策研究。其中，建立了以人口、经济、能源、环境及节能减排等方面共 23 项可持续和谐发展的具体目标体系。在充分考虑到各项指标并非单独孤立，它们之间相互制约，内在联系紧密，互为因果等特点下，建立起滚动型动态预测模型，较符合我国各方面的实际情况。从研究成果实际应用的案例分析来看，本项研究具有良好的可操作性。

在对“节能减排”的研究中，将环境效应的重要敏感指标中的  $\text{SO}_2$  和  $\text{CO}_2$  作为基础要素，在各时间节点，对  $\text{SO}_2$  年排放总量及其去除率， $\text{CO}_2$  年排放总量及其去除率，分阶段提出了今后四个五年计划期间相应的总体控制目标。到 2030 年年末， $\text{SO}_2$  的总体去除率达到 70%~80%，年排放总量控制在 1 900 万 t 左右； $\text{CO}_2$  的总体去除率达到 30%，年排放总量控制在 80 亿 t 左右，任务十分艰巨。这一总体控制目标具有很强的针对性、前瞻性，能否实现，取决于国家有关权力机构和政府部门制定的顶层设计。

《联合国气候变化框架公约》和近期举行的“多哈世界气候大会”充分显示，温室气体的大量排放，已成为世界各国乃至全人类面临的非常严峻的重大环境问题。

我国是温室气体排放大国，节能减排任重道远。2011 年，我国  $\text{CO}_2$  实际排放总量已达 99 亿 t（人均约 7.6t），约占全球排放总量的 28%。而当年美国  $\text{CO}_2$  排放总量虽仅占全球的 16%，但人均排放总量却高达 17.2t，是我国人均排放量的 2.26 倍。研究报告提出的到 2030 年前后，将我国  $\text{CO}_2$  的总排放量和去除率分别达到 80 亿 t 和 30% 的总体控制目标如能实现，我国占全球份额必将大幅减少，这也是对全国乃至全球遏制生态环境进一步恶化作出的重要贡献。

我国能源结构现状是：2011 年年末，全国装机总容量为 10.57 亿 kW，其中火电（烧煤等化石类）7.65 亿 kW，占总容量的 72.37%；水电 2.30 亿 kW，占总容量的 21.76%；其他能源包括风电、核电、太阳能，可再生能源等仅占约 5%（其中核电仅占约 1.2%），已

经突出显示出能源结构的不合理性。其实,2011 年我国能源结构优化计划并未达标,非化石能源(优质清洁能源)比重不升反降,由 8.6%降至 8.0%(未包括核电),已经暴露出“不可持续发展”和“不和谐”的危险信号。

本项研究还着重提出了涵养我国煤炭资源未来 100~200 年的长远规划约束目标,如果选用推荐的“较好模式”和“最佳模式”,我国煤炭基础储量今后尚能开采 100 年以上。

2013 年 1 月 14 日,亚洲开发银行和清华大学发布的一份名为《迈向环境可持续未来 中华人民共和国国家环境分析》中文版报告提出,尽管中国政府一直在积极地运用财政和行政手段治理大气污染,但世界上污染最严重的 10 个城市之中,仍有 7 个位于中国。中国 200 个大型城市中,只有不到 1%达到世界卫生组织空气质量标准。报告揭示,全球 10 大污染城市分别是太原、米兰、北京、乌鲁木齐、墨西哥城、兰州、重庆、济南、石家庄、德黑兰。

2013 年第一季度,我国大气污染(主要指雾霾重度污染,PM<sub>2.5</sub> 严重超标)最严重的 10 座城市(石家庄、邢台、唐山、保定、衡水、邯郸、廊坊、西安、成都、太原),竟有 7 座位于北京周边的河北省。有的城市燃油机动车尾气排放对 PM<sub>2.5</sub> 的“贡献”率已达到 22%~25%,严格控制机动车总量和燃油总量已刻不容缓。

据北京市有关卫生机构公布的统计数字:2011 年,北京市每天新增确诊癌症患者 104 人(其中肺癌患者占相当大的比重),全年新增约 3.8 万人,以后还会逐年增加。

针对上述诸多危险信号,国务院新近修订实施的《环境空气质量标准》中,增加了“细颗粒物”(PM<sub>2.5</sub>)和臭氧(O<sub>3</sub>)8 小时浓度限值监测指标。要求 PM<sub>2.5</sub> 监测重点是:2012 年为京津冀、长三角、珠三角、直辖市;2013 年为 113 个环境保护重点城市和示范城市;2015 年为覆盖全国地级以上城市。

据此,本项研究提出的“节能减排”中,优化能源结构就成为关键中的关键,其核心就是节能和大力发展优质清洁能源,大幅度减少不可再生的煤炭等化石能源的消耗,从根本上改善我国极不合理的能源结构。

众所周知,核能是世界公认的高效清洁能源,投资规模大,建设周期长,安全要求严。自 20 世纪中叶开始,一些发达国家的实践已经证实,大力发展核能,提高核能的比重份额(法国 80%、日本 35%、德国 25%、英国 30%),对优化本国能源结构,改善环境质量具有非常显著的重要作用。

但是,核能又是一个对安全性要求极高的优质能源。1986 年 4 月 26 日前苏联(现乌克兰境内)切尔诺贝利重大核事故,2011 年 3 月 11 日日本大地震(海啸)引发的福岛核灾难,充分验证了这一点。可见发展核能优化能源结构,是一把利弊共存的“双刃剑”,故制定其发展战略与具体实施对策,应慎之又慎。

全面建成小康社会,是我国社会发展的既定总体战略目标。这个总体目标的实现,要依靠人口、经济、资源、能源、环境、社会(包括住房、道路交通、安全、劳动就业、老龄化和社会保障、城镇化进程、精神文明、伦理道德、法制等诸多方面)等各重要领域可持续和谐发展来支撑。从国家这个最高层面来考量,它们构成了一个宏观巨系统。而上述各领域和各方面又都成为这个巨系统中不同层级的子系统。要想实现这个总体战略目标,必须用现代系统工程的科学方法来解决,其指导思想应是:立足长远,权衡利弊得失,严防灾难后果,造福子孙万代。

在这个巨系统中，仅“节能减排”就是一个相当复杂的子系统，也应该运用系统工程的方法进行分析研究。

本研究报告指出，如果按照过去的高经济增长率（GDP10%）模式发展下去，到2030年，即使考虑到科技进步是“单位产值能耗”不断下降的贡献因素后，全国能源消耗总量也将达到78.17亿t标煤，与2010年相比，煤炭消耗量几乎增加一倍，城市超载、环境超载、民生宜居等问题必将更加严重。今后，如果将GDP年均增长率调整到5%~7%甚至更低，则2030年能源实际消耗量可减少到35亿~40亿t标煤，与2010年基本持平或略低。届时将比高GDP增长模式少耗能能源约40亿t标煤，相当于原煤约56亿t。由此可见，原煤消耗总量与GDP年均增长率的高低紧密相关。如果为了追求长远利益，降低GDP年均增长率，实施节能减排，是一个既重要又必要的选择，但其代价就是降低GDP年增长率后带来的一些其他负面影响。

本项研究仅从节能减排、保护广大民众赖以生存的环境这一侧重面出发，运用系统工程的方法，对与其紧密关联的人口、经济、能源等系统的控制目标和相应对策进行了较深入的探讨和尝试性的研究分析，有关结论可供更高层次系统研究分析参考。

以上仅为个人粗浅见解，不当之处，敬请指正！

中国核科技信息与经济研究院 教授



2013年9月5日

# 前 言

本研究由原国家环境保护总局环境工程评估中心退休人员与环境保护部环境工程评估中心及中国环境科学研究院环境影响评价室部分研究人员合作完成。

本研究的退休人员从 1980—2011 年一直从事环境规划、环境影响预测、环境治理对策、战略研究以及评估工作，积累了大量的环境保护工作经验，本着天下兴亡、匹夫有责的精神，以及对我国环境保护工作的无比关心，想发挥余热为我国的环境保护工作多做些贡献，于 2008 年自选了“中国 2030 年人口、经济、能源和环境和谐发展对策与战略研究”课题，在 2008—2010 年完成了课题的前期准备工作：课题的策划、框架、模式、课题的研究大纲和调研工作。2011 年 3 月退休人员与环境保护部环境工程评估中心和中国环境科学研究院环境影响评价室的部分研究人员合作，组成了中国 2030 年人口、经济、能源和环境和谐发展对策与战略研究课题组，于 2011 年 3 月—2012 年 6 月进行课题的资料收集、整理、分析和研究工作。

本研究得到了环境保护部环境工程评估中心李海生主任、刘薇副主任、刘伟生主任助理、陈凯麒副总工和梁学功、胡学海等同事的大力支持与帮助，在这里一并表示感谢！

本研究还得到了中国环境科学研究院刘鸿亮院士、任阵海院士、王文兴院士、孟伟院长（院士）、段宁院士、柴发合副院长、舒剑民副院长、李彦武主任等领导和其他同事的大力支持与帮助，在这里一并表示感谢！

韩国刚  
2013 年 5 月



# 目 录

|                                                                                      |     |
|--------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| 第一章 中国 2030 年人口、经济、能源、环境和谐发展预测模式、目标、<br>指标体系和基本程序 .....                              | 1   |
| 第二章 中国人口现状及 2030 年人口发展预测 .....                                                       | 10  |
| 第三章 中国经济发展现状及 2030 年经济发展预测 .....                                                     | 21  |
| 第四章 中国能源发展现状及 2030 年能源发展预测 .....                                                     | 28  |
| 第五章 中国环境 (SO <sub>2</sub> 、CO <sub>2</sub> ) 现状及 2030 年环境发展预测 .....                  | 41  |
| 第六章 中国 2030 年人口、经济、能源、环境友好和谐发展对策与节能减排<br>战略研究 .....                                  | 68  |
| 第七章 中国 2030 年人口、经济、能源、环境 (SO <sub>2</sub> 、CO <sub>2</sub> ) 友好和谐发展<br>与节能减排结论 ..... | 72  |
| 第八章 建 议 .....                                                                        | 79  |
| 参考文献 .....                                                                           | 80  |
| 附件 1 环保科技成果评审证书 .....                                                                | 82  |
| 附件 2 科技成果应用证明 .....                                                                  | 89  |
| 附 录 .....                                                                            | 93  |
| 2030 年人口、经济、能源环境和谐发展目标图像 .....                                                       | 96  |
| 中国 2030 年 CO <sub>2</sub> 排放量和单位面积 CO <sub>2</sub> 排放量 (要点) 图像 .....                 | 99  |
| 中国二氧化硫减排控制指标体系及应用案例研究 .....                                                          | 101 |
| 区域能源与大气环境污染宏观控制预警指标研究 .....                                                          | 106 |
| 437 个火电厂项目环境影响宏观分析及对策研究 .....                                                        | 111 |
| 中国 2010 年 SO <sub>2</sub> 排放量控制在 2 300 万 t 以下的可行性分析 .....                            | 115 |
| “十一五” SO <sub>2</sub> 排放总量后评价 (摘要) .....                                             | 121 |
| 2010 年 SO <sub>2</sub> 排放总量达到 2 300 万 t 后评价 (摘要) .....                               | 122 |
| 中国 2020 年 SO <sub>2</sub> 排放量控制在 2 070 万 t 以下的可行性分析 (摘要) .....                       | 124 |
| 中国 2015 年 SO <sub>2</sub> 排放总量宏观控制目标研究 (摘要) .....                                    | 126 |
| 2030 年中国与美国国内生产总值预测图像 .....                                                          | 128 |
| 中国煤炭消费量 (100~200 年) 发展长远规划与战略研究 .....                                                | 130 |
| 中国 2020 年节能减排 SO <sub>2</sub> 排放量发展预测与对策研究 .....                                     | 138 |
| 中国 2030 年能源发展预测与对策研究 .....                                                           | 142 |
| 中国 2020 年节能减排 SO <sub>2</sub> 排放量发展预测与对策研究 .....                                     | 147 |
| 中国 2030 年能源发展预测、对策与战略研究 .....                                                        | 156 |

|                                                                   |     |
|-------------------------------------------------------------------|-----|
| 中国 2030 年 CO <sub>2</sub> 排放总量预测研究 .....                          | 165 |
| 中国 2030 年燃煤 NO <sub>x</sub> 排放量预测与对策研究 .....                      | 168 |
| China's SO <sub>2</sub> Emission Reduction Forecast in 2020 ..... | 174 |
| 中国 2030 年东、中、西部和东北地区 SO <sub>2</sub> 排放量预测与对策研究 .....             | 179 |
| 能源弹性系数法预测 2030 年 CO <sub>2</sub> 排放量图像分析 .....                    | 186 |
| 中国 2030 年 SO <sub>2</sub> 排放量预测与对策研究 .....                        | 190 |
| 中国 2030 年经济发展预测图像与对策战略研究 .....                                    | 195 |
| 中国 2030 年城镇生活污水治理投资估算分析 .....                                     | 196 |
| 中国 29 省（区、直辖市）科技进步能源减排消耗量产能过剩分析 .....                             | 205 |