

中国工程院重大咨询项目

中国能源中长期发展战略研究项目组

中国能源中长期 (2030、2050) 发展战略研究 电力·油气·核能·环境卷



科学出版社

中国工程院重大咨询项目

中国能源中长期发展战略研究项目组

中国能源中长期
(2030、2050)
发展战略研究

电力·油气·核能·环境卷

科学出版社

北京

内 容 简 介

本书是中国工程院《中国能源中长期(2030、2050)发展战略研究》丛书之一。

电力战略预测了我国中长期的用电量需求,分析了发电供应能力,提出了电源发展的分阶段目标,阐述了关于中长期电网发展模式的两种观点,给出了制定我国电网中长期发展战略的建议,研究了对未来电力发展将产生重大影响的电力科技和重大装备的战略需求及技术发展趋势,并提出了这些技术的发展途径及目标。油气战略通过对我国2030年、2050年石油和天然气供需态势的分析判断,提出了我国油气中长期发展战略与措施建议。核能战略主要分析了核电市场需求、铀资源供应、核设备自主化、核安全及核能可持续发展等我国核能中长期发展面临的基本问题,提出了我国核能中长期发展的目标、布局和技术路线图,以及战略重点、重大工程安排和战略措施。环境战略在研究我国能源发展对环境的影响以及未来发展趋势预测的基础上,分析了中长期环境保护目标对能源发展可能产生的约束,并提出我国未来绿色低碳的能源发展战略与政策建议。

本书适合政府、能源领域企业和研究机构中高层管理人员和研究人员,大专院校能源相关专业师生,以及其他对我国能源问题感兴趣的社会公众阅读。

图书在版编目(CIP)数据

中国能源中长期(2030、2050)发展战略研究:电力·油气·核能·环境卷/中国能源中长期发展战略研究项目组. —北京:科学出版社, 2011

ISBN 978-7-03-029945-1

I. ①中… II. ①中… III. ①能源经济—经济发展战略—研究—中国
IV. ①F426.2

中国版本图书馆CIP数据核字(2011)第003226号

责任编辑:李 锋 张 震/责任校对:鲁 素

责任印制:钱玉芬/封面设计:王 浩

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>

北京佳信达欣艺术印刷有限公司 印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

*

2011年2月第 一 版 开本:787×1092 1/16

2011年2月第一次印刷 印张:19 1/4 插页:4

印数:1—5 000 字数:456 000

定价:80.00 元

(如有印装质量问题,我社负责调换)

电力课题组成员

组 长	郑健超	中国工程院院士、教授级高级工程师	中国电力科学研究院
副组长	杨奇逊	中国工程院院士、教授	华北电力大学
	舒印彪	教授级高级工程师	国家电网公司
执笔人	李立浯	中国工程院院士、教授级高级工程师	中国南方电网公司
	韩英铎	中国工程院院士、教授	清华大学
	余贻鑫	中国工程院院士、教授	天津大学
	蒋宜国	教授级高级工程师	中国电力科学研究院
	姚愉芳	研究员	中国社会科学院
	白建华	高级工程师	国网能源研究院
	丛 琳	工程师	中国电力科学研究院
	周京阳	教授级高级工程师	中国电力科学研究院
	盛万兴	教授级高级工程师	中国电力科学研究院
	何永秀	教授	华北电力大学
	吕 健	教授级高级工程师	国家电网公司
	梁 英	高级工程师	中国电力科学研究院
	王海宁	高级工程师	中国电力科学研究院
	惠 东	高级工程师	中国电力科学研究院
	丘 明	高级工程师	中国电力科学研究院
	苏 剑	高级工程师	中国电力科学研究院
	冯庆东	高级工程师	中国电力科学研究院
	贾德香	高级工程师	国网能源研究院
	陈立斌	高级工程师	国网能源研究院
	刘戈平	高级馆员	中国社会科学院
	张正陵	高级工程师	国家电网公司
	张凤营	高级工程师	国家电网公司
	魏晓霞	工程师	国网能源研究院
	郑海峰	工程师	国网能源研究院
	辛颂旭	工程师	国网能源研究院
	程 路	工程师	国网能源研究院
	张 栋	工程师	国网能源研究院
	金艳鸣	工程师	国网能源研究院
	李景刚	工程师	南水北调中线干线工程建设管理局

油气课题组成员

领导小组

组 长	邱中建	中国工程院院士	中国石油天然气集团公司
副组长	韩大匡	中国工程院院士	中国石油勘探开发研究院
	童晓光	中国工程院院士	中国石油天然气勘探开发公司
	康玉柱	中国工程院院士	中国石化石油勘探开发研究院
	曾恒一	中国工程院院士	中国海洋石油总公司
	赵文智	教授级高级工程师	中国石油勘探与生产分公司

专题实施组：

组 长	赵文智	教授级高级工程师	中国石油勘探与生产分公司
副组长	金之钧	教授级高级工程师	中国石油化工股份有限公司
	邓运华	教授级高级工程师	中国海洋石油总公司
	宋新民	教授级高级工程师	中国石油勘探开发研究院
	王功礼	教授级高级工程师	中国石油规划总院
	刘显法	教授级高级工程师	中国石油石油化工研究院
	胡素云	教授级高级工程师	中国石油勘探开发研究院
成 员	何治亮	教授级高级工程师	中国石化石油勘探开发研究院
	刘克雨	教授级高级工程师	中国石油经济技术研究院
	钱 基	教授级高级工程师	中国石化石油勘探开发研究院
	雷 群	教授级高级工程师	中国石油勘探开发研究院
	李小地	教授级高级工程师	中国石油勘探开发研究院
	李建忠	高级工程师	中国石油勘探开发研究院
	常毓文	教授级高级工程师	中国石油勘探开发研究院
	王燕灵	高级工程师	中国石油勘探开发研究院

张国生 高级工程师 中国石油勘探开发研究院
方 辉 高级工程师 中国石油天然气集团公司
魏国齐 教授级高级工程师 中国石油勘探开发研究院
潘校华 教授级高级工程师 中国石油勘探开发研究院
周庆凡 高级工程师 中国石化石油勘探开发研究院
张金庆 高级工程师 中海石油研究中心
张 宽 高级工程师 中海石油研究中心

报告执笔人

邱中建 中国工程院院士 中国石油天然气集团公司
韩大匡 中国工程院院士 中国石油勘探开发研究院
童晓光 中国工程院院士 中国石油天然气勘探开发公司
康玉柱 中国工程院院士 中国石化石油勘探开发研究院
曾恒一 中国工程院院士 中国海洋石油总公司
赵文智 教授级高级工程师 中国石油勘探与生产分公司
胡素云 教授级高级工程师 中国石油勘探开发研究院
李建忠 高级工程师 中国石油勘探开发研究院
杨 涛 高级工程师 中国石油勘探开发研究院
张国生 高级工程师 中国石油勘探开发研究院
方 辉 高级工程师 中国石油天然气集团公司
蒋福康 教授级高级工程师 中国石化石油化工科学研究院
梁 坤 工程师 中国石油勘探开发研究院
乔 明 工程师 中国石油石油化工研究院

核能课题组成员（总报告）

组 长	潘自强	研究员、院士	中国核工业集团公司
副组长	叶奇蓁	研究员级高级工程师、院士	中国核工业集团公司
	徐大懋	研究员级高级工程师、院士	中国广东核电集团公司
成 员	陈毓川	研究员级高级工程师、院士	中国地质科学院
	阮可强	研究员、院士	中国原子能科学研究院
	孙玉发	研究员级高级工程师、院士	中国核动力研究院
	王乃彦	研究员、院士	中国原子能科学研究院
	俞培根	研究员级工程师	中国电力网投资集团公司
	陈 桦	研究员	中国核工业集团公司
	周大地	研究员级高级工程师	国家发展和改革委员会能源研究所
	赵成昆	研究员级高级工程师	中国核能行业协会
	郁祖盛	研究员级高级工程师	国家核电技术有限公司
	张金涛	研究员	中国核工业集团公司
	张金带	研究员级高级工程师	中国核工业集团公司地质局
	张东辉	研究员级高级工程师	中国原子能科学研究院
执笔人	沈文权	研究员级高级工程师	中国核工业集团公司
	温鸿钧	研究员级高级工程师	中国核工业集团公司
	白云生	研究员级高级工程师	中国核科技信息与经济研究院

核能课题组成员（分报告）

铀资源组

组 长 陈毓川 研究员级高级工程师、院士 中国地质科学院

副组长 张金带 研究员级高级工程师 中国核工业集团公司地质局

核电组

组 长 叶奇蓁 研究员级高级工程师、院士 中国核工业集团公司

副组长 赵成昆 研究员级高级工程师 中国核能行业协会

快堆及后处理组

组 长 阮可强 研究员、院士 中国原子能科学研究院

副组长 张东辉 研究员级高级工程师 中国原子能科学研究院

安全环保组

组 长 潘自强 研究员、院士 中国核工业集团公司

副组长 张金涛 研究员 中国核工业集团公司

能源与环境课题组成员

- 组 长

王金南

副院长兼总工程师、研究员

环境保护部环境规划院
- 副组长

杨金田

副总工程师、研究员

环境保护部环境规划院
- 成 员

陈潇君

助理研究员

环境保护部环境规划院
- 严 刚

博士

环境保护部环境规划院
- 宁 淼

博士

环境保护部环境规划院
- 刘兰翠

博士

环境保护部环境规划院
- 郑 伟

博士

环境保护部环境规划院
- 薛文博

助理研究员

环境保护部环境规划院
- 蔡博峰

博士

环境保护部环境规划院
- 陈罕立

研究员

环境保护部环境规划院
- 燕 丽

助理研究员

环境保护部环境规划院
- 李 荔

研究生

环境保护部环境规划院
- 周 威

研究生

环境保护部环境规划院

前 言

能源可持续发展是我国社会经济可持续发展的基础，随着我国社会经济的快速发展，能源供需矛盾和环境压力日益突出。根据党中央、国务院提出的“加快转变发展方式”的要求，中国工程院在充分酝酿的基础上，于2008年1月启动了“中国能源中长期（2030、2050）发展战略研究”重大咨询项目。项目下设节能、煤炭、油气、核能、电力、可再生能源六个课题组和项目综合组，同时在研究过程中根据需要又增设了能源“天花板”、环境、洁净煤、氢能等相关专题研究组，40多位院士、200多位专家参加了项目的研究工作。国家能源局给予了大力支持，有关领导多次参加项目组会议，并提出了相关意见与建议。经过两年多的工作，项目组完成了项目综合报告和各课题研究报告，取得了一系列重要研究成果。本丛书来自对各报告的整理与提炼，共包括四卷：综合卷，节能·煤炭卷，电力·油气·核能·环境卷，可再生能源卷。

在科学发展观的指导下，本丛书从我国中长期能源发展面临的形势与主要制约条件分析入手，系统地研究了各种主要能源的供应能力与发展潜力、科学合理的能源需求，提出了我国中长期能源发展的战略思路、目标、重点、路线图和科技支撑，以及多项政策措施和体制保障建议。

本丛书认为，我国能源超快增长的发展势头难以持续，必须进行重大调整，必须对化石能源消费进行总量控制。为实现我国能源可持续发展，为经济、环境双赢和应对全球气候变化，我国必须坚定不移地走绿色、低碳能源发展道路；必须把能源、资源节约和环境保护作为经济发展的基本目标和制约条件，统筹发展速度、产业结构和消费模式。

本丛书提出了2050年前我国能源发展阶段的战略定位。2050年前是我国能源体系的转型期；2030年前是实现能源体系转型的攻坚期；2020年前特别是“十二五”时期是实现能源体系转型攻坚的关键期。

本丛书提出了我国能源中长期发展的“科学、绿色、低碳”总体战略，由六个子战略构成：第一，强化节能优先、总量控制战略；第二，煤炭的科学开发、洁净高效利用和地位调整战略；第三，确保石油、天然气的战略地位，把

天然气作为能源结构调整的重点之一；第四，积极、加快、有序发展水电，大力发展非水可再生能源，使之成为我国绿色能源支柱之一；第五，积极发展核电是我国能源的长期重大战略选择，核电可以成为我国能源的一个绿色支柱；第六，发展中国特色的高效安全（智能）电力系统，适应新能源大规模集中和分布式开发、用电方式转变和储能技术规模化应用。

为保障科学、绿色、低碳能源发展战略的实施，本丛书提出了若干政策措施与对策建议。如设立国家能源统一主管部门，强化科学管理；健全能源法规政策体系，促进节能减排；大力推进科学、绿色、低碳能源战略的实施；建设国家级的能源科技研发机构和平台，加快能源重大科技攻关；大力提倡绿色消费和生态文明理念等。

项目组的院士、专家和参加咨询研究与编撰工作的全体人员，虽然做出了极大努力，但由于各种原因，书中仍可能有疏漏或不妥之处，请读者批评指正。

作 者

2011 年 1 月

目 录

前言

第一篇 电 力 战 略

第一章 我国中长期（2030、2050）用电量需求预测	3
第一节 影响电量需求的因素分析	3
第二节 研究中国未来电量需求时应考虑的因素	6
第三节 中国中长期经济社会发展情景及用电量预测方法	18
第四节 中国 2030 年和 2050 年居民用电预测	22
第五节 2007 ~ 2050 年三种情景方案预测及预测结果分析	27
第六节 6 个地区（东北、华北、华东、华中、华南、西北）电量需求	37
第二章 我国中长期发电供应能力分析	50
第一节 我国电源发展情况	50
第二节 我国中长期燃煤发电可供应能力分析	57
第三节 我国水电可供应能力分析	69
第四节 我国核能发电供应能力分析	73
第五节 我国非水电可再生能源发电可供应能力分析	78
第六节 天然气发电供应能力分析	86
第七节 我国中长期发电能力综合评价	88
第三章 我国电网中长期发展战略	104
第一节 我国电网发展现状	104
第二节 我国电网电力流发展的基本特点和格局	113
第三节 我国未来电网发展思路和可能的发展模式	114
第四节 制定我国电网中长期发展战略建议考虑的几个问题	118
第四章 电力科技与重大装备	120
第一节 智能输变电技术	120
第二节 智能配用电技术	123
第三节 智能调度技术	126
第四节 电能大规模储存技术	129
第五节 超导电力技术	132

第六节 分布式供电技术	135
-------------------	-----

第二篇 油气战略

第五章 专题基本情况	141
第六章 对 2030 ~ 2050 年我国石油发展形势的基本判断	144
第七章 对 2030 ~ 2050 年我国天然气发展形势的基本判断	175
第八章 我国油气中长期（2030、2050）发展战略与措施	191

第三篇 核能战略

第九章 对我国核能中长期发展的基本观点	201
第一节 保证社会经济发展和减排污染物与二氧化碳要求发展核电	201
第二节 铀资源不是我国核能发展中不可克服的制约因素	203
第三节 核设备制造自主化和国产化的格局已基本形成	206
第四节 加速核电发展不仅是必要的，而且是可能的	208
第五节 热堆、快堆、聚变堆三步发展战略，可实现核能资源和环境的可持续发展	210
第六节 核电是安全、洁净的能源，对煤电有较强的经济竞争力和替代能力	212
第七节 核能发展必须保持整个产业链和相关产业的和谐协调	215
第八节 充分利用二代改进技术，积极消化吸收三代技术	215
第十章 我国核能中长期发展战略目标	217
第一节 核能发展总体目标	217
第二节 产业发展目标	217
第三节 核电发展布局	219
第四节 技术发展方向和路线图	220
第五节 重大工程	221
第十一章 中长期发展战略重点	222
第十二章 战略措施	227
第十三章 主要结论和政策建议	230
附录一 天然铀资源的有效利用	232
附录二 中远期天然铀需求预测	236

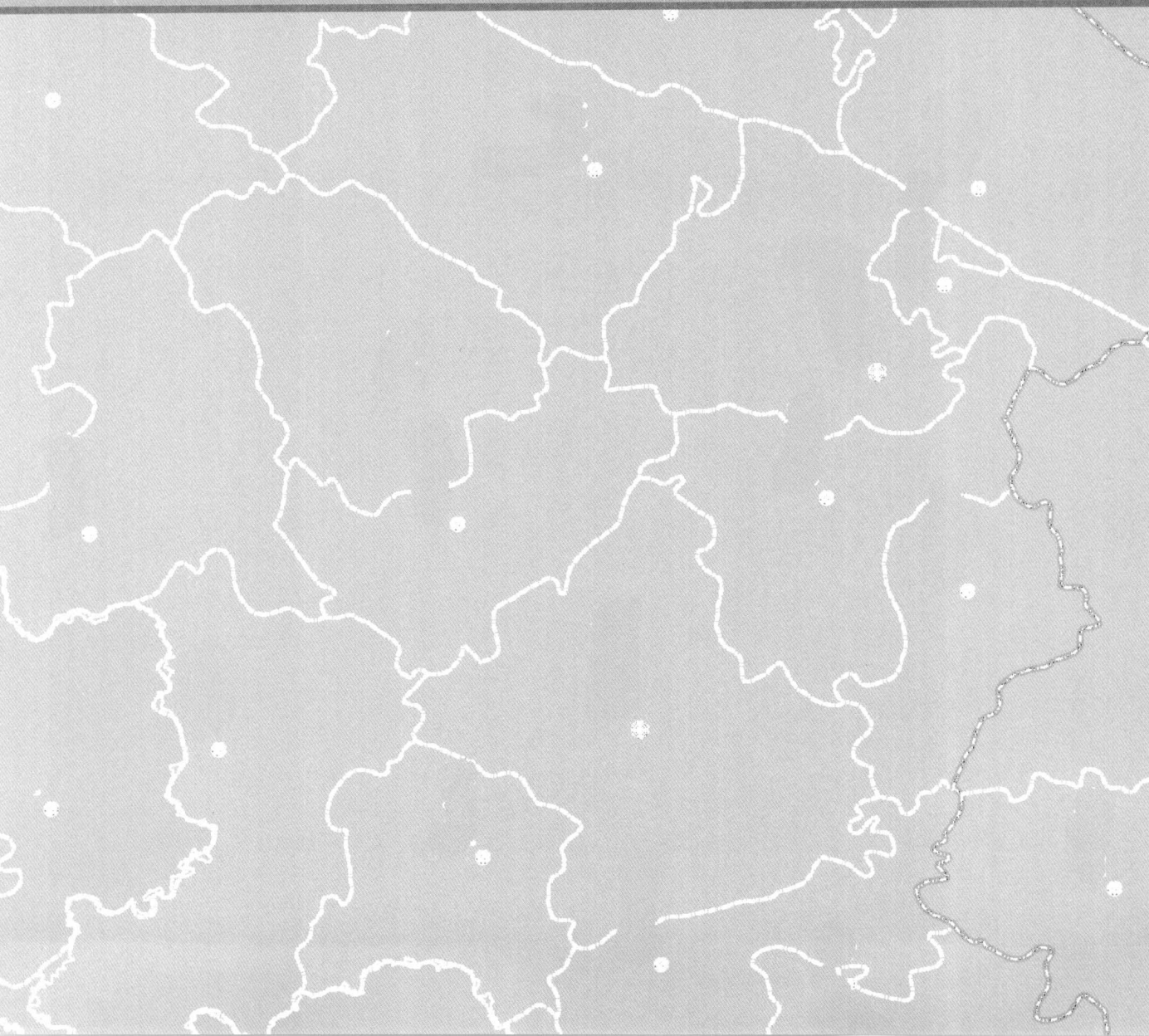
第四篇 能源与环境战略

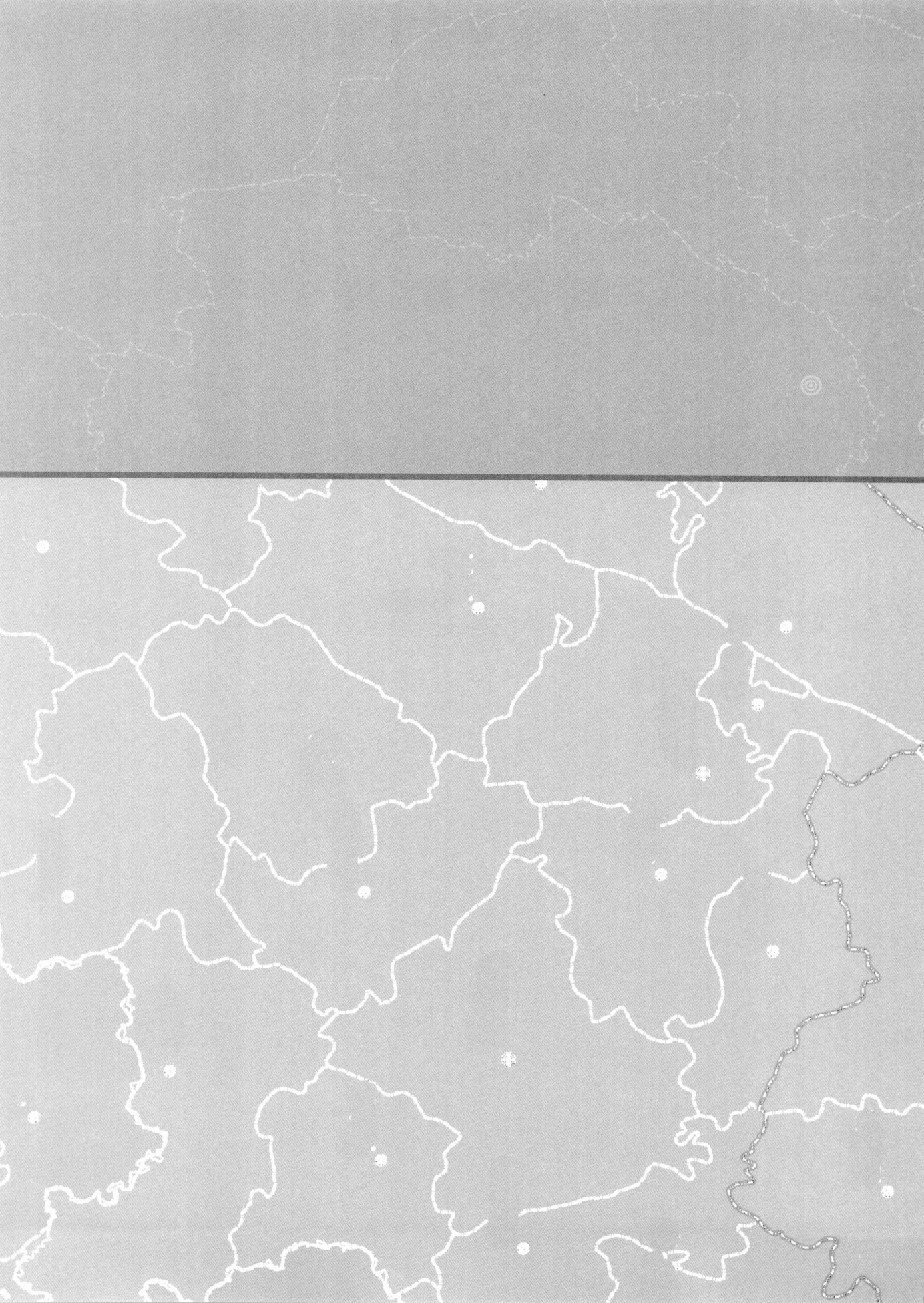
执行概要	241
第十四章 我国能源与环境问题分析	246

第一节	能源发展与环境的关系	246
第二节	能源利用的环境影响现状	254
第三节	能源发展的环境保护压力预测	262
第十五章	我国能源发展的环境约束	267
第一节	中长期环境保护目标	267
第二节	能源发展的环境保护目标	268
第三节	大气污染物排放控制对煤炭消费总量的约束	271
第四节	应对气候变化形成实质性碳排放约束	276
第五节	生态环境条件对能源开发强度的约束	279
第十六章	实施绿色低碳的能源发展战略	283
第一节	节能提效,降低能源消费需求	283
第二节	优化能源结构,提高清洁和低碳能源消费所占的比重	286
第三节	推进煤炭绿色开采与洁净化利用	287
第四节	完善环境政策标准体系,强化能源绿色低碳发展倒逼机制	289
参考文献		294

彩图

第一篇
电力战略





第一章 我国中长期（2030、2050） 用电量需求预测

第一节 影响电量需求的因素分析

一、发展阶段的影响

不同的经济发展阶段具有不同的产业结构与消费结构。我国目前正处于从重工业化阶段向高加工度化、技术集约化阶段转化的时期，以工业为主的第二产业仍占较大的比重，且稍有上升。第二产业中工业是用能大户与用电大户。目前工业内部结构仍以传统工业为主，初、粗加工产品比重大，技术装备落后，产品竞争能力差。在工业化初期、中期阶段，第二产业用电尤其是工业用电不断增加；工业化进入后期阶段，随着技术装备水平的提高，高附加值低消耗产品的增加，尤其是电子信息产业的迅速发展，引起工业内部结构的调整，这时工业用电从饱和逐步下降。今后第三产业的比重将不断上升，而且其中生产性服务业上升幅度更大，因而第三产业的用电量会上升。随着经济的发展、城市化进程的加速及居民消费观念与消费方式的改变，居民生活用电水平将不断上升。

二、电力市场受宏观经济形势的影响

1995~2007 年是我国全面完成现代化建设第二步战略目标的重要阶段。这 10 多年间，我国经济由于受世界经济环境和自身一些客观因素等的影响，经济曾出现过“过热”或“过疲”的现象，发展可谓跌宕起伏、曲曲折折，但政府积极有效的宏观调控，使得经济仍保持了较高的增长率，总体运行态势良好。

1995~2000 年，国民经济成功实现了“软着陆”，GDP 增长率保持在 8.83% 左右。这是由于 1990~1995 年，GDP 平均增长率达 11.98%，其中 1992 年、1993 年和 1994 年 3 年间，GDP 增长率都超过了 12%。特别是 1992 年，GDP 增长率达 14.1%，工业增加值增长率达 25.1%，经济处于典型的过热状态。过高的增长率引发了一系列问题。这一时期我国企业经济效益下滑，企业亏损面和亏损额同时增加，财政困难加重，银行信贷规模猛增，货币超经济发行。对这种非正常的发展速度，政府果断地采取了措施进行调控，通过整顿金融秩序，控制投资规模，国民经济成功实现了“软着陆”。1996 年以后，经济增长速度渐趋平缓，此后 3 年 GDP 一直以一位数的速度递增。1996 年 GDP 增速为 9.5%，1997 年 GDP 增速为 8.7%，1998 年 GDP 增速为 7.8%，1999 年 GDP 增速为 7.1%，1996 年以来 GDP 增速的平缓下降，工业增速的放慢对电力需求产生了一定影响。