

信息与通信技术 促进中国经济转型和 低碳发展研究

China's Economic Transformation
and Low Carbon Development by Information
and Communication Technology

韩文科 周伏秋 徐晓兰 苗 韧 著



电子工业出版社

PUBLISHING HOUSE OF ELECTRONICS INDUSTRY

[<http://www.phei.com.cn>]

信息与通信技术 促进中国经济转型和 低碳发展研究

China's Economic Transformation
and Low Carbon Development by Information
and Communication Technology

韩文科 周伏秋 徐晓兰 苗 韧 著



电子工业出版社

Publishing House of Electronics Industry

北京·BEIJING

内 容 简 介

本书分析了 ICT 促进中国经济转型和低碳发展的基本途径；定量开展了“十一五”实证研究和“十二五”潜力分析。建立了可量化评价 ICT 节能减碳效果和潜力的方法学；通过云计算、电能管理信息平台、信息化配煤三个典型案例，分析测算了节能减碳潜力。以此为基础，提出了进一步促进 ICT 支撑经济转型与低碳发展的政策建议。

本书体系完整、内容丰富，适合宏观经济、产业经济和能源环境等领域的管理者 and 研究人员参考。

未经许可，不得以任何方式复制或抄袭本书之部分或全部内容。
版权所有，侵权必究。

图书在版编目 (CIP) 数据

信息与通信技术促进中国经济转型和低碳发展研究 / 韩文科等著. —北京：电子工业出版社，2013.10

ISBN 978-7-121-21698-5

I. ①信… II. ①韩… III. ①信息技术—作用—中国经济—经济发展—研究 ②通信技术—作用—中国经济—经济发展—研究 IV. ①F124

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2013) 第 246210 号

责任编辑：曲 昕

印 刷：中国电影出版社印刷厂

装 订：三河市皇庄路通装订厂

出版发行：电子工业出版社

北京市海淀区万寿路 173 信箱 邮编 100036

开 本：720×1000 1/16 印张：15 字数：220 千字

印 次：2013 年 10 月第 1 次印刷

定 价：68.00 元

凡所购买电子工业出版社图书有缺损问题，请向购买书店调换。若书店售缺，请与本社发行部联系，联系及邮购电话：(010) 88254888。

质量投诉请发邮件至 zltz@phei.com.cn，盗版侵权举报请发邮件至 dbqq@phei.com.cn。

服务热线：(010) 88258888。

指导委员会

- 陈东琪 国家发展和改革委员会宏观经济研究院
周长益 工业和信息化部节能与综合利用司
李 力 工业和信息化部科技司
蒋兆理 国家发展和改革委员会应对气候变化司
陆新明 国家发展和改革委员会资源节约和环境保护司
夏 鑫 国家发展和改革委员会经济运行调节局
刘文强 工业和信息化部节能与综合利用司
牛志升 清华大学信息技术学院
胡 敏 美国能源基金会
张华燕 英特尔（中国）有限公司
易 明 英特尔（中国）有限公司
陶宏芝 联想集团
陈 敏 诺基亚（中国）投资有限公司
丁 蔚 甲骨文（中国）软件系统有限公司

研究委员会

主 任

韩文科 国家发展和改革委员会能源研究所

副主任

周伏秋 国家发展和改革委员会能源研究所

徐晓兰 中国电子学会

苗 韧 国家发展和改革委员会能源研究所

成 员

冯升波 刘明亮 靳 敏 庄 幸 安 琪 宗 芳 曹 园

王 娟 郭倩怡 陈文光 何光宇 吴 頔 仓馥芝 庄名洲

颜晓珊 刘在浩 张雪歌

序

改革开放以来，我国经济社会建设取得了一系列重要成就，但发展面临的不平衡、不协调、不可持续问题依然突出，科技创新能力不强，产业结构不合理，资源环境约束加剧，转变经济发展方式任务十分艰巨。党的十八大报告提出了促进工业化、信息化、城镇化和农业现代化“四化并举，同步发展”的战略思路，这对我国加快经济发展方式转变，破解资源环境约束将具有重要意义。

在“新四化”中，信息化具有整合升级、画龙点睛的关键作用。通过信息技术在工业化、城镇化和农业现代化过程中的融合应用，可以提高生产效率，创新组织运营模式，促进资源集约优化配置，助推中国走上资源节约、环境友好的可持续发展道路。在当前我国推进创新发展战略之时，信息与通信技术作为七大战略性新兴产业发展的基础技术，与节能环保、新能源技术一道，将为中国的低碳绿色发展做出重要贡献。对此，国际社会也具有普遍共识，日本 2008 年颁布了绿色 IT 计划，韩国 2009 年推出绿色 IT 国家战略，印度 2010 年提出了数字能源解决方案应用计划，美国 Intel 公司等 IT 企业和相关机构建立了“数字能源”联盟等。我国也应该在全球绿色 IT 浪潮中迎头赶上，勇当先锋。

当前，全球信息化发展步入全面普及、融合创新、加速转型的新阶段，在世界经济持续调整和快速变革的关键时期，信息化在优化资源配置、调整产业结构、创新发展模式、重塑竞争格局的引领支撑作用和潜力日益凸显。工业和信息化部成立以来，一直把推进信息化和工业化深度融合，作为一项战略性、全局性、开创性的工作，不断创新信息化推进机制，创新工作手段，加强协调合作，不断优化“两化”融合的政策和引导体系，努力开创“两



化”深度融合的新局面。为进一步发挥信息与通信技术促进中国经济转型和低碳发展的作用，坚持把推进“两化”深度融合作为重要支撑点，把信息化作为破解发展难题、转变发展方式、抢占竞争制高点的重要举措，大力推进以下几方面的工作。

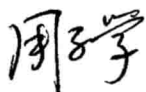
一是增强电子信息产业核心竞争力和应用支撑水平。信息产业的技术水平和创新能力已经成为影响我国“两化”融合进程、深度和广度的关键因素。未来，要针对量大面广、带动性强的领域加大研发投入，突破关键技术，提升产业的发展水平和竞争力。要在机床电子、汽车电子、医疗电子、电力电子、航空电子、船舶电子等重点应用领域，不断提升信息技术的研发和应用水平。同时，继续实施高效节能的电子信息产品推广政策，完善电子信息产品能耗标准，加强能效标志认证，实施节能产品惠民工程，利用政策支持加大节能产品推广力度。

二是应用信息技术改造和提升传统产业。以研发设计、流程控制、企业管理、市场营销、人力资源开发等关键环节为突破口，支持信息技术企业与传统工业企业开展多层次的合作。提高工业自动化、智能化和管理现代化水平，提升设备的利用效率，促进资源节约型生产方式的形成。大力实施“数字能源”计划，组织开发高耗能行业“数字能源解决方案”，推进钢铁、水泥等重点高耗能行业的节能减排和能耗管理工作。

三是推动信息技术在农业和社会领域中的广泛应用。加大信息技术在农业生产、经营、管理和服务各环节的应用，促进农业集成化信息管理，提高精准农业技术水平，提高农业生产效率。结合国家改善民生相关工程的实施，加强信息技术在交通运输、医疗卫生、文化教育、就业和社会保障等领域的应用，带动电子信息产品及相关服务发展。

四是提升信息资源的开发利用水平。进入信息社会，信息成为经济社会最为宝贵的资源之一。要发展具有自主知识产权的数字内容加工处理技术并推动其产业化，大力发展生产经营领域的数字内容服务，推动信息资源深度开发和社会化服务，积极发展数据编辑、整理、分析、挖掘等数据加工处理服务。

在此背景下，我们欣喜地看到，中国电子学会会同国家发展和改革委员会能源研究所联合开展了《信息与通信技术促进中国经济转型和低碳发展研究》的撰写和出版工作，深入分析了 ICT 技术促进经济低碳绿色发展的机制和途径，回顾并展望了“十一五”、“十二五”的相关成就与潜力；提出了在全社会、行业、企业不同维度，测算 ICT 节能减碳潜力的方法学；并在“两化融合”背景下，分析了 ICT 绿色应用的成功案例。这对我国科学制定绿色 ICT 发展战略具有较好的支撑作用。



工业和信息化部总经济师

2013 年 10 月

前 言

改革开放以来的 30 多年里，中国取得了举世瞩目的经济成就，但也付出了巨大的资源环境代价。当前我国 GDP 位居世界第二，同时也是世界第一大能源消费和温室气体排放国，并导致了频繁的大规模雾霾和水污染。可以说，加快推进经济发展方式转变，实现能源生产和消费的低碳革命，已成为中国可持续发展的关键。为此，中国政府已经积极开展战略部署，提出了“十二五”节能 16% 和二氧化碳减排 17% 等约束指标；加快实施产业结构调整和转型升级，并提出依靠科技创新拉动经济增长的战略要求。

以信息和通信技术（ICT）为核心的技术革命，已显著改变了人们的生活和生产模式，并可能对未来经济转型和低碳发展起到革命性的促进作用。一方面，ICT 是七大战略性新兴产业的基础，自身也是低消耗、高增长的产业，通过信息消费可以显著拉动社会需求，对促进产业结构调整和升级意义重大。另一方面，ICT 可以对传统产业实施技术改进，优化配置要素资源，并引领生产工艺和服务模式的创新，智慧建筑、智慧交通、智慧能源等新概念，在支撑低碳发展方面具有巨大潜力。然而，目前全球对 ICT 促进绿色发展的具体机制和潜力研究不足，特别缺乏量化分析。ICT 能在多大程度上促进经济的转型？对于节能减排的贡献有多大？如何量化评价具体 ICT 技术的节能减碳效果？具有显著节能效果和推广前景的 ICT 技术有哪些？

鉴于此，由中国电子学会节能减排工作推进委员会委托国家发展和改革委员会能源研究所，组织国内外重点企业及研究机构开展了第二期“信



息与通信技术促进中国经济转型与低碳发展”的专题研究，希望实现以下目标：

- 缕析 ICT 促进我国经济转型和低碳发展的基本途径，定量开展“十一五”实证研究和“十二五”潜力分析。
- 建立可以量化评价 ICT 技术节能减碳效果的方法学，成为 ICT 与传统节能减碳技术的比较分析平台。
- 在不同应用领域开展关键 ICT 技术的节能减碳潜力分析。
- 提出进一步促进 ICT 支撑经济转型与低碳发展的政策建议。

全书包括内容摘要和研究报告两大部分。内容摘要由周伏秋执笔。第 1、3、4、5 章由苗韧执笔；第 2 章由周伏秋、庄幸、安琪执笔；第 6 章由冯升波执笔；第 7 章由徐晓兰执笔；第 8 章由韩文科执笔。

本研究课题也得到了能源基金会、英特尔中国有限公司、诺基亚中国有限公司、联想集团公司的共同资助。课题研究在工作路线、研究方法、工作重点等方面得到了课题指导委员会众多专家的悉心指导。国家发展和改革委员会资源节约和环境保护司、应对气候变化司、高技术产业司、经济运行调节局，工业和信息化部科技司、节能与综合利用司等部门给予了高度关注，提出了宝贵的意见和建议。中国电子技术标准化研究院、中国电子信息产业发展研究院工业节能与环保研究所、江苏联宏自动化系统工程有限公司、苏州太谷电力技术有限公司、上海外高桥第二发电有限责任公司、百度公司、天地互联公司、赛迪顾问有限公司、出光兴产株式会社等单位对课题研究提供了支持、帮助和便利。在此对以上部门、单位、专家和领导诚表谢意。

信息与通信技术促进中国经济转型与低碳发展研究课题组

2013 年 10 月

目 录

内容摘要 /1

第1章 绪论 /17

- 1.1 ICT 概念和范畴 /18
- 1.2 全球 ICT 及产业发展趋势 /19
 - 1.2.1 全球 ICT 技术发展历程 /19
 - 1.2.2 全球 ICT 产业发展现状概述 /21
 - 1.2.3 未来全球 ICT 产业发展趋势 /23
- 1.3 课题研究背景和目标 /26
- 1.4 课题研究内容和研究方法 /27
 - 1.4.1 研究内容 /27
 - 1.4.2 研究方法 /28

第2章 ICT 促进中国经济转型和低碳发展的途径和作用分析 /31

- 2.1 我国 ICT 技术及产业发展现状 /32
 - 2.1.1 我国 ICT 技术发展现状和总体水平 /32
 - 2.1.2 我国 ICT 产业发展现状 /33
- 2.2 ICT 技术促进我国经济转型和低碳发展的基本途径 /34
- 2.3 ICT 技术促进“十一五”经济转型和低碳发展的实证分析 /37
 - 2.3.1 数据基础 /38



- 2.3.2 “十一五” ICT 产业发展实证分析结果 /39
- 2.4 ICT 技术促进“十二五”经济转型和低碳发展的潜力分析 /45
 - 2.4.1 我国 ICT 技术及产业发展前景 /45
 - 2.4.2 分析结果 /48
- 2.5 本章小节 /53

第3章 测算 ICT 技术节能减碳潜力的方法学 /55

- 3.1 已有成果回顾 /56
- 3.2 方法学的构建目标和原则 /58
 - 3.2.1 构建目标 /58
 - 3.2.2 构建原则 /59
 - 3.2.3 难点和关键问题 /60
- 3.3 核算流程 /62
 - 3.3.1 明确研究目标和研究范围 /63
 - 3.3.2 技术和应用背景分析 /64
 - 3.3.3 节能减碳机制识别 /64
 - 3.3.4 确定核算边界 /65
 - 3.3.5 节能减碳效果核算 /65
 - 3.3.6 未来节能减碳潜力评估 /66
 - 3.3.7 贡献划分 /66
- 3.4 节能减碳机制识别方法 /66
 - 3.4.1 情景设定和比较 /67
 - 3.4.2 因素归类 /69
 - 3.4.3 机制识别与筛选 /70
- 3.5 确定核算边界 /73
 - 3.5.1 根据生产 / 服务需求的实现流程划定 /73
 - 3.5.2 根据“产品”的生命周期划定 /74
- 3.6 节能减碳效果核算 /75

- 3.6.1 核算框架 /75
- 3.6.2 数据获取 /76
- 3.7 未来潜力评估——情景设置 /78
 - 3.7.1 参数的未来情景设定 /78
 - 3.7.2 ICT 发展规模和应用模式 /80
 - 3.7.3 经济 / 能源背景参数 /81
- 3.8 ICT 与其他技术的节能减碳贡献划分 /81
- 3.9 本章小节 /83

第 4 章 云计算节能减碳潜力研究 /85

- 4.1 基本概念和服务模式 /86
 - 4.1.1 云计算技术的基本原理 /86
 - 4.1.2 云计算的分类 /87
- 4.2 现状与发展趋势 /90
 - 4.2.1 全球云计算的发展 /90
 - 4.2.2 中国云计算的发展 /94
 - 4.2.3 中国未来云计算的发展趋势 /97
- 4.3 节能减碳机制识别和边界划定 /99
 - 4.3.1 个人云的节能减碳机制识别和边界划定 /99
 - 4.3.2 企业云的节能减碳机制识别和边界设定 /104
- 4.4 测算流程与方法 /109
 - 4.4.1 个人云节能减碳核算方法 /109
 - 4.4.2 企业云节能减碳核算方法 /112
- 4.5 设备需求及能耗分析 /115
 - 4.5.1 云计算设备结构 /115
 - 4.5.2 不同服务类型下的设备能耗分析 /117
 - 4.5.3 用户需求对云计算能耗的影响 /122
 - 4.5.4 IT 设备发展趋势 /127
- 4.6 个人云节能减碳潜力分析 /129



- 4.6.1 用户规模 /131
- 4.6.2 全社会存储 / 计算需求和设备保有量的确定 /132
- 4.6.3 设备能耗 /135
- 4.6.4 数据中心建筑的建造能耗 /137
- 4.6.5 个人云节能减碳效果 /137
- 4.6.6 不确定分析 /139
- 4.7 企业云节能减碳潜力分析 /142
 - 4.7.1 企业数据中心的现状和计算存储需求 /143
 - 4.7.2 企业数据中心规模和设备需求 /144
 - 4.7.3 网络通信需求和能耗 /147
 - 4.7.4 企业数据中心能耗 /148
 - 4.7.5 企业云节能减碳效果 /151
 - 4.7.6 不确定分析 /152
- 4.8 本章小结 /156

第5章 电能管理信息系统节能减碳潜力研究 /159

- 5.1 基本概念和服务模式 /160
 - 5.1.1 终端用电环节 /161
 - 5.1.2 输配电环节 /163
 - 5.1.3 发电环节 /165
- 5.2 现状与发展趋势 /166
 - 5.2.1 全球电能管理信息系统的发展 /166
 - 5.2.2 中国电能管理信息系统的发展 /168
- 5.3 节能减碳机制识别和边界划定 /172
 - 5.3.1 影响分析 /172
 - 5.3.2 机制识别与筛选 /173
 - 5.3.3 边界划定 /175
 - 5.3.4 情景参数分类 /176
 - 5.3.5 推广范围设定 /177

- 5.4 节能减碳测算 /177
 - 5.4.1 测算流程与方法 /177
 - 5.4.2 模型参数 /180
 - 5.4.3 测算结果及不确定分析 /184
- 5.5 本章小结 /186

第6章 信息化配煤技术节能减碳潜力研究 /187

- 6.1 基本概念和服务模式 /188
- 6.2 国内外配煤技术研究应用现状 /189
 - 6.2.1 国外信息化配煤技术发展概况 /189
 - 6.2.2 我国信息化配煤技术现状和发展趋势 /192
- 6.3 节能减碳机制识别和边界划定 /195
 - 6.3.1 影响分析 /196
 - 6.3.2 机制识别与筛选 /196
 - 6.3.3 边界划定 /197
 - 6.3.4 情景参数分类 /197
 - 6.3.5 推广范围设定 /198
- 6.4 节能减碳测算 /198
 - 6.4.1 燃烧试验项目和方法 //199
 - 6.4.2 燃烧试验和配煤技术评价系统预测结果对比 /202
 - 6.4.3 基于燃烧试验的燃煤消耗量及年减碳量计算 /204
 - 6.4.4 测算结果及不确定性分析 /205
- 6.5 本章小结 /206

第7章 研究结论 /207

第8章 政策建议 /213

参考文献 /218

内容摘要



- 信息与通信技术及产业界定
- 国内外 ICT 技术及产业发展现状和趋势
- ICT 技术促进我国经济转型和低碳发展的途径和作用分析
- ICT 技术节能减碳潜力测算方法开发
- 典型 ICT 技术节能减碳潜力测算
- 政策建议



“十二五”是我国工业化、城镇化、信息化加快推进的时期，同时也是经济社会发展面临的资源环境约束进一步趋紧趋硬的时期。如何依托技术进步，特别是高新技术的发展和运用来破解资源环境约束矛盾，实现经济发展方式的低碳、绿色转型，加快生态文明建设，是当前宏观经济和节能减排领域需要研究的重大问题。信息与通信技术（ICT，Information and Communication Technology）作为高新技术，其日新月异的发展和推广应用，正在革命性地改变我国经济和社会活动方式，有望在促进我国经济转型和低碳发展、促推生态文明建设中发挥越来越重要和突出的作用。本报告概述了国际、国内 ICT 技术现状与发展趋势；缕析了 ICT 技术促进我国经济转型和低碳发展的基本途径；对 ICT 技术促进“十一五”经济转型和低碳发展的作用进行了实证分析；定量和定性分析了 ICT 技术促进“十二五”经济转型和低碳发展的宏观潜力；研究提出了较为规范和实用的 ICT 技术节能减碳潜力测算方法；采用这一测算方法，分别定量分析和测算了云计算技术、电能管理信息系统技术、信息化配煤技术三项典型 ICT 技术推广应用的节能减碳潜力；基于我国实际，提出了有效发挥 ICT 技术促进我国经济转型和低碳发展作用的若干针对性政策建议。

1. 信息与通信技术及产业界定

信息与通信技术是指信息技术（IT）与通信技术（CT）逐渐融合，协同发展形成的高新技术领域。IT 是用于管理和处理信息所采用的各种技术的总称，包括三个层面：一是硬件，主要指信息存储、处理和传输的主机和网络通信设备；二是指软件，包括可用来搜集、存储、检索、分析、应用、评估信息的各种软件；三是指应用，指搜集、存储、检索、分析、应用、评估使用各种信息。CT 则是一切通信技术的统称，包括有线通信技术、无线通信技术、光纤通信技术等。

信息与通信技术（简称 ICT）产业是指依托 ICT 技术的发展和运用而形成的高新技术产业，涉及 ICT 技术装备、产品和服务等。鉴于 ICT 技术发展日新月异，ICT 产业的范畴也处于变动中，目前学术界和产业界对此尚没有明确的界定。本书将 ICT 产业界定为传统意义上的信息技术产业，包括