

China Industrial
Energy Efficiency Technology
Development Report
2014

中国工业节能技术 进展报告 2014

国瑞沃德（北京）低碳经济技术中心 著



化学工业出版社

China Industrial
Energy Efficiency Technology
Development Report
2014

中国工业节能技术 进展报告 2014

国瑞沃德（北京）低碳经济技术中心 著



化学工业出版社

· 北京 ·

本书分为三篇：工作进展篇，共三章，介绍了加快节能技术推广的政策措施、节能技术进展概述、节能技术推广应用存在的问题及建议；技术进展篇，共六章，主要介绍工业主要高耗能行业成熟技术和前沿技术的进展情况，包括钢铁行业、电力行业、石油化学与化工行业、有色金属行业、建材行业、通用设备行业等；节能技术经济性评价篇，共两章，介绍了技术经济性评价方法研究进展及钢铁行业节能技术经济性评价。

本书可供能源类相关企业和事业单位工作人员参考学习。

图书在版编目(CIP)数据

中国工业节能技术进展报告2014/国瑞沃德(北京)低碳经济技术中心著. —北京：化学工业出版社，2015.10

ISBN 978-7-122-25183-1

I. ①中… II. ①国… III. ①工业企业-节能-研究报告-中国-2014 IV. ①TK01

中国版本图书馆CIP数据核字(2015)第221423号

责任编辑：廉 静
责任校对：吴 静

装帧设计：王晓宇

出版发行：化学工业出版社（北京市东城区青年湖南街13号 邮政编码100011）
印 装：北京科印技术咨询服务公司海淀数码印刷分部
787mm×1092mm 1/16 印张10½ 字数191千字 2015年11月北京第1版第1次印刷

购书咨询：010-64518888（传真：010-64519686） 售后服务：010-64518899
网 址：<http://www.cip.com.cn>
凡购买本书，如有缺损质量问题，本社销售中心负责调换。

定 价：98.00元

版权所有 违者必究

专家委员会

主 任

戴彦德	国家发展和改革委员会能源研究所	副所长
白荣春	全国能源基础与管理标准化技术委员会	副主任
何 平	能源基金会工业项目	主任

委 员（按姓氏笔画排序）

王树茂	原世界银行/GEF（全球环境基金） 中国节能促进项目办	执行主任、研究员
王维兴	中国金属学会生产技术部	教授级高级工程师
李永亮	中国石油和化学工业联合会 产业发展部行业处	处长
邵朱强	中国有色金属工业协会科学技术部节能环保处	副处长
胡秀莲	国家发展和改革委员会能源研究所系统分析中心	研究员
焦 健	中国能源研究会能效投资与评估专业委员会	副主任、秘书长
曾学敏	中国水泥协会	副会长
熊华文	国家发展和改革委员会能源研究所能源效率中心	副主任、副研究员

课题组成员

课题组组长

桑 晶	能源基金会中国可持续项目工业项目组	高级经理
王健夫	国瑞沃德（北京）低碳经济技术中心	主任

课题组成员

赵吉诗	国瑞沃德（北京）低碳经济技术中心	博士/副研究员
蒋习梅	国瑞沃德（北京）低碳经济技术中心	助理研究员
李 洋	国瑞沃德（北京）低碳经济技术中心	助理研究员
李 森	国瑞沃德（北京）低碳经济技术中心	研究助理
程 伟	国瑞沃德（北京）低碳经济技术中心	研究助理
白卫国	国瑞沃德（北京）低碳经济技术中心	博士后
龚 娟	国瑞沃德（北京）低碳经济技术中心	博士
杨莉华	国瑞沃德（北京）低碳经济技术中心	副研究员
吕 斌	国家发展和改革委员会能源可持续发展中心	博士

前言

FOREWORD

工业节能是我国节能工作的重中之重，技术节能是实现工业节能目标的主要途径之一。2013年以来，我国在成熟技术推广、重大关键技术示范应用和前沿技术开发方面取得了显著成效，为国家节能目标的完成提供了强有力的支撑作用。未来，工业节能仍然占据我国节能工作的主导位置，推动节能技术进步将在实现我国中长期发展目标的过程中扮演重要的角色。基于此，中心以工业节能技术进展为主题，对工业节能技术进行系统化整理分类，通过对近年来我国工业节能技术在研发、示范和推广应用方面所取得的成就进行全面梳理，编写《中国工业节能技术进展报告2014》，以期对工业节能技术进步提供信息支持。

本报告在能源基金会的资助下，由国瑞沃德（北京）低碳经济技术中心编写完成。报告分为三篇，即工作进展篇、技术进展篇和节能技术经济性评价篇。工作进展篇：首先，对过去一年以来促进工业节能技术推广的政策措施进行梳理，对主要政策进行评述；其次，描述成熟技术、重大关键示范技术的进展以及前沿技术的发展趋势分析；最后，分析总结节能技术推广应用中存在的问题，提出针对性建议。技术进展篇：主要介绍工业主要高耗能行业成熟技术和前沿技术的进展情况，包括钢铁行业、电力行业、石油和化学工业、有色金属行业、建材（水泥）行业，同时描述了电机节能技术的进展，除此之外，本篇章对工业节能技术发展的方向做出了判断。节能技术经济性评价篇：本篇选择节能技术的经济性作为主要研究对象，梳理了国内外相关研究的进展，总结了节能技术经济性评价的意义。基于国内外的研究进展和技术经济性评价的意义，提出节能成本分析法。以钢铁行业为例，采用节能成本分析法对行业所选重点节能技术经济性分析，并绘制出节能成本曲线，较为直观地显现钢铁行业所选节能技术的投资和节能潜力。

在报告的编写过程中，工业和信息化部节能司尤勇处长、国家发改委环资司节能处蒋靖浩副处长、国家节能中心推广处孙颖处长、国家节能中心节能管理处辛升副处长、中国质量认证中心徐少山处长、王志刚副处长、中国标准化研究院李燕副研究员、中国循环经济协会赵凯副会长、21世纪议程中心张贤项目官员、中国节能协会节能服务产业委员会孙小亮主任助理多次参加了课题研讨会并提出了许多宝贵意见。在此，向他们表示衷心的感谢！感谢能源基金会工业项目对本报告的支持。

限于作者水平，且工业节能技术种类繁多，虽然经过反复研究和修改，书中难免有疏漏之处，恳请读者批评指正！

编者
2014年12月

目 录

CONTENTS

执行摘要	001
------	-----

工作进展篇

第一章 加快工业节能技术推广的政策措施	007
一、政策引导	007
二、财政激励	017
三、标准制定	020
四、专项行动	024
第二章 工业节能技术进展概述	027
一、成熟技术应用进展	027
二、重大关键技术示范进展	037
三、工业节能技术发展方向	041
第三章 节能技术推广应用存在的问题与建议	045
一、节能技术推广存在的问题	045
二、节能技术推广政策建议	049

技术进展篇

第一章 钢铁行业	055
一、能源消费现状	055
二、节能工作概述	057
三、节能技术进展	061
四、节能技术发展方向分析及前沿技术进展	070
第二章 电力行业	073
一、能源消费现状	073
二、节能工作概述	074

三、节能技术进展	076
四、节能技术发展方向分析及前沿技术进展	084
第三章 石油化工与化学工业	086
一、能源消费现状	086
二、节能工作概述	088
三、节能技术进展	090
四、节能技术发展方向分析及前沿技术进展	101
第四章 有色金属行业	105
一、能源消费现状	105
二、节能工作概述	110
三、节能技术进展	112
四、节能技术发展方向分析及前沿技术进展	116
第五章 建材（水泥）行业	120
一、能源消费现状	120
二、节能工作概述	121
三、节能技术进展	125
四、节能技术发展方向分析及前沿技术进展	128
第六章 通用设备/电机	130
一、能源消费现状	130
二、节能工作概述	131
三、节能技术进展	133
四、节能技术发展方向分析及前沿技术进展	138

节能技术经济性评价篇

第一章 技术经济性评价方法研究进展	143
一、常用的技术经济性评价指标	143
二、节能技术成本分析法	145
三、几种技术经济性评价方法比较	146
四、国内外技术经济性评价研究进展	148
第二章 钢铁行业节能技术经济性评价	152
一、研究对象的来源及筛选原则	152
二、钢铁行业重点节能技术经济性分析	153
三、小结	156

执行摘要

当前，我国正处于工业化、城镇化快速发展阶段，随着工业化进程加速，能源资源和环境约束更加突出，节能减排难度加大，技术对节能减排的支撑作用日益凸显。“十二五”以来，我国工业节能减排工作取得了显著成效，技术进步对推动节能工作提供了强有力的支撑。节能技术的推广应用在推进节能降耗方面发挥了不可替代的作用。

工业是我国能源消耗的主要领域，资源环境双重压力日益加剧，使得工业节能面临的挑战更加严峻。虽然技术节能的空间趋窄，但技术进步仍将是促进工业节能的主要途径。因此，梳理工业节能技术进展既是对过去节能技术应用工作的总结，也是对未来技术创新、示范及推广工作的展望，还有助于进一步完善工业节能技术推广政策、确保兑现技术节能潜力。

《中国工业节能技术进展报告 2014》系统梳理了2014年我国为推动工业节能技术进步所采取的行动措施，并全面总结了工业节能技术推广应用取得的业绩。在描述行业关键节能技术应用进展时，选取了钢铁、电力、石油化工和化学工业、有色及建材等五大传统高耗能行业为主要对象；在描述通用节能技术及装备时，以电机系统为主要对象。此外，课题组以专题形式介绍了一种新的节能技术经济性评价方法——节能成本分析法，可望为政府制定技术推广政策和企业选择技术提供参考。

报告以工业节能技术进展为主线，通过总结分析2014年我国工业节能技术在政策、资金以及推广应用方面的进展，得到以下结论。

一、有效的引导政策、稳定的资金来源、完善的标准体系是推动节能技术推广应用的坚实基础。

《2014～2015年节能减排科技专项行动方案》、《节能低碳技术推广管理暂行办法》等一系列行动方案、管理办法得以出台，一大批限额标准得到修订和制定，引导工业节能技术推广应用公告做有序开展，有力地推动了节能减排工作。

2013年，我国节能技改项目总投资246亿元，形成节能量722万吨标准煤，其中国家财政补贴资金18.44亿元，技改资金使用领域包括能量系统优化、余热余压利用、电机系统、工业锅炉及燃煤电厂等。合同能源管理项目奖励资金总额



2.2亿元，奖励项目417个，累计节能量95余万吨标准煤。中央预算内资金25.6亿元，支持438个节能技改及产业化项目，可实现年节能能力560万吨标准煤。

标准制修订工作取得进展。“百项能效标准推进工程”圆满完成，发布105项节能标准。2014年7月正式启动了“新百项能效标准推进工程”，目前进展顺利。

在中央政府层面的政策指导下，部分地方省市结合实际，开展了卓有成效的工作，为促进我国工业节能提供了示范。例如，以山东省为代表的“奖励重大节能技术产业化项目”的开展，有力推动了山东省节能技术创新示范，且成为山东省以技术创新及推广促进工业节能的重要手段。以山西省为代表的“省级重点节能项目推进计划”、河北省为代表的“千项技改项目”的实施，加快了工业节能技术创新及推广应用。以青海省为代表的“节能减排科技支撑行动”，对其他工业结构、资源禀赋等条件相似的省市具有借鉴意义。

二、技术推广成效初步显现，但成熟技术推广应用进展缓慢；技术创新及示范取得一定突破，前沿技术发展方向明确。

截止2013年，国家发改委发布了6批推荐目录，其中工业节能技术121项。在2011～2014年间，这些技术推广应用共计形成节能能力7380万吨标准煤，拉动投资2080亿元，技术推广成效初步显现。但是，成熟节能技术推广应用进展仍显缓慢，在121项成熟技术中，有77项技术的推广比例变化值小于10%；其中有12项技术推广比例没有变化，即无应用案例，31项技术的推广比例仅提高1%，进展缓慢。推广比例提高20%（含）以上的技术数量仅为21项，占比17.4%。

技术创新及示范取得一定进展。低温余热利用取得重大突破，将工业低品位余热资源创新性地应用于城市集中供热，为余热资源利用提供了新的途径；新型高温炉渣余热回收技术已经具备示范基础；中国石油开发出具有自主知识产权的重油悬浮床加氢裂化技术；世界首条氧气底吹连续炼铜工业化示范生产线全线拉通，打破了我国铜冶炼长期依靠引进国外技术的局面；国内首条干法制粉生产线成功投产，标志着国内干法制粉工艺走向成熟。

工业节能前沿技术将以信息化技术与传统工业技术融合、系统集成优化为主要发展方向；发展重点领域是中低温余热资源回收利用技术及跨行业物质/能量链接技术等。

三、工业主要高耗能行业节能技术推广取得进展，为国家实现节能目标提供了重要支撑。

钢铁行业：高炉高风温技术的研发和应用取得显著成果，部分高炉风温可达1240℃以上，该项技术的研发成果已经得到广泛应用；国内开发出首套中厚

板淬火机成套设备，打破国外对该领域的装备垄断和技术封锁。

电力行业：世界最大容量和最高参数的600MW超临界循环流化床锅炉机组实现顺利满负荷运行。当前，中国已是世界上1000MW超超临界燃煤机组发展最快、数量最多的国家。

石油和化学工业：氯碱行业中氧阴极烧碱电解生产技术工业化示范装置于2013年5月正式开车运行，二氯乙烷催化重整制取聚氯乙烯生产线进入中试阶段；纯碱行业中国内开发的第一套粉体流冷却器通过科技成果鉴定。

有色金属行业：电解铝行业中我国自主设计研发成功350kA、400kA、500kA等系列大型铝电解槽，成功开发了新型结构铝电解技术、降低铝电解槽阳极效应等系列铝电解先进技术。氧化铝行业自主创新开发出拜耳法降膜蒸发技术等一系列重大关键节能技术。

水泥行业：水泥窑炉富氧燃烧技术有望成为继纯低温余热发电之后水泥行业又一新的节能降耗重大技术，已被列入“十二五”国家科技支撑计划；在线仿真技术已经成功应用于水泥生产线。

四、技术进步对促进我国工业节能举足轻重，应进一步完善技术推广政策，确保技术节能取得实效。

技术进步对促进我国工业节能举足轻重。按《国家重点推荐节能低碳技术节能部分》（2014年本）测算，到2020年，121项节能技术的节能潜力累计约可达9200万吨标准煤，投资需求约为3015亿元。因此，应进一步完善技术推广政策，确保技术节能取得实效。

一是推动建立以企业为主体、产学研相结合的节能技术创新体系，推动科技成果的产业化。应加强企业创新的主体地位，加大以技术开发中心为重点的企业自主创新体系建设，加大对企业的激励和鼓励的机制建设，激发企业技术创新的积极性。发挥创新相关行动者的合力，强化产学研结合机制。探索成果转化的新机制，促进科技成果转化。

二是加大资金投入，拓宽资金渠道，提高资金使用效率。以资金激励政策引导企业和社会重视节能技术的研发工作，积极参与并投入资金。建立节能专项资金，支持节能标准规范的制订，节能关键技术的研究开发、示范与推广。加快技术研发和应用与技术生命周期相配合，提高资金使用效率。

三是完善节能技术研发和推广的政策设计。制定专门性的节能技术示范及推广政策，对节能项目具备示范的标准、条件等关键性问题进行详细规定，提出示范效果的评判依据以及确定推广应用的范围界定原则等。进一步完善现有的鼓励节能技术推广的财政、税收、价格等激励政策。同时建立有利于引导节能技术进步的资金支持机制，扩大激励政策的覆盖范围。建议将节能补贴和奖励细分，根据企业的规模、用能和节能技术的采用比例，将更多的企业纳入到



补贴范围内，调动企业参与节能的积极性。结合我国工业发展阶段特征，在继续关注单项技术突破的同时，以系统解决产业发展中的节能问题为原则，有针对性地选择一些引领工业节能领域发展方向的节能技术，通过技术集成和应用，构建节能技术体系。

四是完善节能技术服务体系，促进节能技术推广应用。构建产业化、市场化和专业化节能技术服务队伍，逐步建立节能服务机构、服务专业技术人员资质准入制度，实现节能技术服务专业化。拓展节能技术推广目录以外的节能技术传播途径。合理运用市场机制，搭建节能减排技术应用方和技术拥有方结合的平台，积极开展节能信息交流，使节能技术推广走向市场化。

工作进展篇

“十二五”以来，中国统筹规划并部署推进了技术进步应对节能减排工作。推动节能减排技术进步的政策体系逐步完善；资金支持逐年攀升；技术进步支撑体系逐步建立，重大基础科学研究、关键共性技术攻关和基础能力建设得到了积极开展，适用技术的示范推广和规划应用得到大力加强，为实现“十二五”规划的目标提供了强大的技术支撑。

本篇是对2014年工业节能技术推广应用工作进展的回顾。2014年，加快工业节能技术推广政策措施逐步完善，财政激励政策和能效及能耗限额标准对技术推广发挥了较为突出的引导作用，专项行动极大促进了电机、锅炉及煤电等重点领域节能技术的推广应用。经过“十二五”以来的持续努力，2014年，中国工业节能技术推广应用成效初步显现，技术创新及示范取得一定突破，前沿技术发展方向趋于明确。基于对技术推广应用进展的分析，本篇还对节能技术推广政策存在的不足进行了系统梳理，并提出了具有针对性的建议。

第一章

加快工业节能技术推广的 政策措施

一、政策引导

2013 ~ 2014年，中国继续强力推进工业节能减排技术进步。在政策法规层面，《2014 ~ 2015年节能减排科技专项行动方案》、《节能低碳技术推广管理暂行办法》等一系列行动方案、管理办法得以出台，见表1-1。一大批限额标准得到修订和制定，有效地引导了工业节能技术的推广应用，有力推动了工业节能减排工作。

表1-1 2013~2014年国家层面主要节能政策

时间	发布部门	政策名称
2013年8月	国务院	《关于加快发展节能环保产业的意见》
2014年1月	发改委	《节能低碳技术推广管理暂行办法》
2014年4月	科技部、工信部	《2014 ~ 2015年节能减排科技专项行动方案》
2014年11月	发改委、工信部	《重大节能技术与装备产业化工程实施方案》

（一）关于加快发展节能环保产业的意见

2010年10月，国务院常务会议通过了《国务院关于加快培育和发展战略性新兴产业的决定》（国发〔2010〕32号），确立了节能环保产业战略新兴产业的重要地位。2013年8月，国务院又出台了《关于加快发展节能环保产业意见》，在工业节能上提出两方面内容，一是要加快节能技术装备升级换代，推动重点领域节能增效。包括推广高效锅炉；扩大高效电动机应用；发展蓄热式燃烧技术装备。二是推动节能重点工程，提高传统行业的工程技术节能能力，加快节



能技术装备的推广应用。《意见》明确了3年（2013～2015年）的发展目标，节能环保产业产值年均增速15%以上。到2015年，节能环保产业总产值达到4.5万亿元，成为国民经济新的支柱产业。

工业节能是我国节能环保产业的重要组成部分，《关于加快发展节能环保产业的意见》对工业节能技术推广应用，对加快节能服务产业发展都具有促进作用，有利于推动完善工业节能市场化长效机制。

（二）2014～2015年节能减排科技专项行动方案

2014年2月，科技部、工信部联合印发《2014～2015年节能减排科技专项行动方案》的通知，方案将围绕重点行业、关键领域和典型区域节能减排科技需求，攻克重点行业关键共性技术，加大关键领域技术集成应用力度，提升节能减排相关产业科技创新能力，推动新技术、新产品的大规模应用，提升节能减排产业技术创新能力和产业化水平。

加快共性关键技术研发作为主要目标，方案提出，至2015年末，科技创新对国家实现节能减排目标的支撑能力明显增强，自主知识产权节能减排技术和装备体系初步形成，节能减排相关技术标准与规范体系进一步完善，节能减排科技创新与服务能力体系初步建立，节能减排技术推广应用形成规模效应。

该方案还对节能减排技术的创新和推广提出了量化目标，包括：

一是突破共性和关键技术150项，相关关键设备能效提高10%以上，制订、修订国家或行业技术标准100项；

二是在重点行业组织推广先进适用技术300项，实施节能减排重大技术示范工程100项，应用普及率提高30%；

三是建设20个国家节能减排科技创新示范基地，具备技术创新、集成服务和产业化推广能力；

四是形成节能减排相关产业技术创新战略联盟20个以上，形成一批节能减排国家重点实验室、国家工程技术研究中心和创新团队，完善国家节能减排技术服务平台。

专栏1： 《方案》计划工作进展情况



1. 国家科技支撑项目

截止到2014年，国家科技支撑项目在工业节能减排领域立项约60个，涵盖了电力、钢铁、石化、化工、冶金及建材等传统高耗能行业，还包括工业锅炉、节能照明、环保装置节能等工业通用节能技术的研发和示范。以钢铁行业为例，“十二五”期间，组织实施了新一代节能高效连续热处理关键技术研究及示范、钢铁工业节能新技术用耐火材料



开发与应用、钢铁行业绿色制造关键技术集成应用示范等多个共性关键技术的研究工作。

2. 地方省市技术创新行动计划

北京、上海及山东等地方省市结合自身产业结构特点，立足于突破重点领域共性和关键技术，积极 推进科技创新工作。

2014年，北京市启动了“北京技术创新行动计划（2014 ~ 2017年）^①”，与工业节能技术相关的重点工作内容包括煤炭清洁转化利用、火电节能减排、重型燃气轮机及智能配电等关键技术研究及应用。北京技术创新行动计划的科研成果不仅有利于提高北京市的工业能效水平，还对我国火电和煤气化领域的节能具有促进作用。

上海市发布的2014年度“科技创新行动计划”高新技术领域项目指南^②（以下简称“项目指南”）中涉及工业节能技术的内容包括：一是受限环境下的能量转换技术和超低功耗的电路设计技术、基于第二代高温超导带材的高温超导装置的研究；二是突破燃气轮机高温材料铸造和若干功能材料生产制备关键技术，实现先进功能纳米材料产业化；三是开发兆瓦级超导变压器、直流感应加热机的样机研制与示范应用；四是开发高端LED系统集成技术，并在市级重大工程及智能楼宇开展示范应用。

山东省围绕工业转型升级、提质增效的发展需要，研究编制了《山东省产业关键共性技术发展指南（2014 ~ 2016年）》，下发了《关于加快山东省共性关键技术创新发展的意见》，围绕22个行业的转型升级实施方案，提出了山东省亟待突破的232项关键共性技术，积极引导企业和科研院所在相关领域开展关键共性技术的研究。截止到2014年底，已有28个重点项目实现了重大技术突破及产业化，形成了可观经济和社会效益。

3. 2014 ~ 2015年百项标准工程

2014年7月，国家发改委、国家标准委、工信部等部委联合启动了2014 ~ 2015年“百项能效标准推进工程”，力争到2015年底发布节能标准100项左右，强制性能效标准和能耗限额标准基本覆盖量大面广的终端用能产品和高耗能行业的重点产品。截止到2014年底，“2014 ~ 2015百项标准工程”进展顺利，已经发布16项标准，包括10项节能基础标准和6项强制性能耗限额标准。

4. 技术示范及推广应用

2014年1月，科技部发布了《节能减排与低碳技术成果转化推广清单》（第一批），

① <http://zhengwu.beijing.gov.cn/ghxx/qtgh/t1352269.htm>.

② <http://www.stcsm.gov.cn/gk/ywgz/tzgs/ktsbzn/336533.htm>.