



Technology Assessment Method and
Its Application for Energy Conservation and
Pollution Reduction of Key Industries

行业节能减排先进适用 技术评价方法及应用

温宗国 曾维华 李会芳 韩娟 著



科学出版社

行业节能减排先进适用技术评价 方法及应用

温宗国 曾维华 李会芳 韩娟 著

科学出版社

北京

内 容 简 介

节能减排先进适用技术筛选与评价工作尚处于起步阶段,在管理实践中主要依赖于专家判断,主观性较强,缺乏量化评价,筛选评价结果不确定性较大。本书针对工业节能减排的特点和技术属性,综合考虑资源、环境、经济等因素,研究提出了节能减排技术分类与评价指标体系框架,介绍了流程型、离散型和混合型行业的技术体系构建方法、技术筛选评价流程;应用开发了多属性综合评价、生命周期评价、成本效益分析和专家辅助综合评价等四种量化的技术评价方法,并选取多个典型行业实现了方法学的实证应用,还进一步提供了节能减排技术遴选与评估的信息化服务平台。本书成果可推动工业节能减排技术评价方法向规范化、量化发展,为技术政策制定和节能减排目标管理提供有效支撑。

本书适合企业、行业节能减排管理者与技术人员、从事技术推广与服务的中介机构使用,也可用于为科研院所、大专院校的科研工作者和学生开展技术评价相关研究提供参考。

图书在版编目(CIP)数据

行业节能减排先进适用技术评价方法及应用 / 温宗国等著. —北京: 科学出版社, 2018. 3

ISBN 978-7-03-056249-4

I. ①行… II. ①温… III. ①节能-技术评估-研究-中国 IV. ①TK01

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2018) 第 006276 号

责任编辑: 刘 超 / 责任校对: 彭 涛

责任印制: 张 伟 / 封面设计: 无极书装

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>

北京建宏印刷有限公司 印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

*

2018 年 3 月第 一 版 开本: 720×1000 B5

2018 年 3 月第一次印刷 印张: 18 1/4

字数: 350 000

定价: 188.00 元

(如有印装质量问题, 我社负责调换)

前 言

改革开放以来，中国一直处于快速工业化和城镇化的进程中，粗放型的发展模式消耗了大量能源和资源，使得环境污染问题突出、资源能源约束加剧。行业节能减排成为促进产业结构调整和经济发展方式转型的重要抓手。工业是中国资源能源消耗和污染排放的主要领域，是节能减排工作的重点和难点。“十三五”期间，中国仍将处于工业化中后期发展的重要阶段，能源资源和环境约束更趋强化，工业转型升级和绿色发展的任务十分繁重。加快转变经济发展方式、实现工业绿色转型升级、应对全球气候变化、提升产业国际竞争力、完成全国节能减排目标对工业节能减排技术措施和管理机制提出了更高要求。

工业节能减排主要通过结构调整、技术进步和加强管理三种途径来实现。“十一五”“十二五”期间一些见效快、成本低的措施已基本实行，淘汰了大量的落后产能。工业技术进步和推广普及为实现国家节能减排目标发挥了重要作用。与此同时，工业节能减排空间越来越窄，加快推进先进技术变革和普及应用是支撑节能减排持续深入、工业结构绿色转型的基础性工作。

当前中国行业技术发展总体不平衡，单位产品能耗和污染排放水平参差不齐，先进和落后技术装备并存。在产业结构和能源消费结构短期内没有出现重大变化的情况下，强化技术手段在解决节能减排工作中的根本作用是优先的选择。尤其是在中国高能耗、高污染的主要行业中，加快推广节能减排先进适用技术，提升工业整体工艺技术水平，进一步降低单位产品能耗和污染物排放，是建设资源节约型、环境友好型工业的重要途径，是推行绿色工厂的关键措施。

节能减排先进适用技术遴选和评价工作在实际操作中还存在一些突出问题，这些突出问题成为当前制约技术推广应用的重要瓶颈。一是目前节能减排技术目录与技术政策制定缺乏系统规范的遴选和评价，评价标准和方法参差不齐、科学性和引导性不足使得先进适用技术遴选结果存在较大不确定性。二是工业领域广，技术种类多、体系复杂、跨度大，缺乏技术应用指南和工程实践数据，难以满足企业多样化的技术选择需求，技术目录与实际推广效果差异较大。三是节能减排先进适用技术信息渠道不通畅，有效信息不完整，技术推广市场化机制不健全，尚未形成促进技术推广的有效政策。因此，当前迫切需要形成节能减排先进适用技术遴选、评价与推广的长效机制，强化节能减排技术管理，引导企业开展

节能减排技术改造和产业升级，支持和保障“十三五”节能减排目标的实现。

欧美发达国家由于其产业的工艺技术体系清晰、企业基础数据扎实，自2000年以来基本形成了定量为主、较为成熟的评估方法或导则（如欧美的最佳可行技术管理）。中国工业节能减排技术遴选与评价工作尚处于起步阶段，还未建立科学、规范的技术遴选与评价体系，这使得工业节能减排技术政策的制定主要依赖专家判断和对行业技术水平、技术发展趋势的经验性预测，主观性较强。特别是在节能减排的实际技术管理工作中缺乏量化的技术评价手段，技术遴选评价结果随机性强甚至自相矛盾。此外，对技术的污染物减排效益、资源能源节约效益、经济效益及相应所需的固定投资、可变投资等，开展综合性成本效益分析的实际应用较少，无法有效满足工业节能减排形势和企业实际需求。

中国多个相关节能减排工作主管部门已开展了节能减排技术目录、技术清单、技术导则等政策研究和发布工作。但由于各部门从各自职能需求出发，针对的实际需求不同，因此各类技术目录、清单之间的协调性、系统性存在诸多问题，缺乏编制规范、技术遴选和评价的程序及方法，所提供的技术信息也不尽相同。这给企业判断技术适用性、应用节能减排技术目录的过程中带来了困难，显著地影响了节能减排先进适用技术的推广应用。

综上，工业节能减排先进适用技术遴选与评价工作应建立统一、可操作性强的技术遴选和评价的标准化方法，形成规范化的评价流程。根据工业节能减排技术属性和关键特征，建立相应的技术分类和评价指标体系，统一指标的系统核算边界。采用科学定量的技术评价方法，结合基于专家经验的定性判断，切实为企业节能减排先进适用技术选择提供可靠保障，以更好地满足企业节能减排技术改造、技术更新和绿色发展的迫切需要。

在国家自然科学基金优秀青年科学基金项目“行业节能减排机制与政策”（项目编号：71522011）、“十一五”国家科技支撑计划“重点行业节能减排技术评价与应用研究”课题（课题编号：2009BAC65B01）的资助下，清华大学课题组针对流程型、离散型和混合型行业的资源能源代谢特征，构建了标准化的技术分类体系及其特征化评价指标；根据行业技术特性、环境控制目标和数据可得性等条件，开发了多属性综合评价、生命周期评价、成本效益分析评价等多种适用性较强、可灵活组合和相互验证的技术评价方法。工业和信息化部（以下简称工信部）、科学技术部（以下简称科技部）、财政部三部委联合发布《关于加强工业节能减排先进适用技术遴选、评估与推广工作的通知》（工信部联节〔2012〕434号），单列一章明确推广《工业节能减排技术评估指标体系与评估方法》（附件1）。

行业节能减排先进适用技术遴选评价方法在钢铁、水泥、有色金属、石油化

工等 11 个行业中得到了广泛应用，并成功实现从 2053 项备选技术中遴选出 605 项，形成的《工业节能减排先进适用技术目录》《工业节能减排先进适用技术指南》《工业节能减排先进适用技术应用案例》（以下分别简称《技术目录》《技术指南》《应用条例》）被工信部、科技部、财政部三部委联合发布，从而加快建立业节能减排先进适用技术遴选、评估及推广的长效机制，推进工业节能减排技术成果应用这 11 个行业的《技术目录》《技术指南》《应用条例》可关注清华大学环境学院循环经济产业研究中心的公众号（thu-cice）进行下载和阅读。进入《技术目录》的 605 项技术名称见附件 3。

“多属性综合评价方法”被科技部采纳作为《节能减排与低碳技术成果转化推广清单》统一的技术评价方法，分别针对能效提高技术、废物和副产品回收再利用技术、清洁能源技术、温室气体削减和利用技术四类技术，评价遴选出第一批（科技部公告 2014 年第 1 号）19 项、第二批（科技部公告 2016 年第 2 号，由科技部、环保部、工信部联合发布）47 项先进技术。该目录的目的是进一步加快转化应用与推广工程示范性好、减排潜力大的低碳技术成果，引导企业采用先进适用的节能与低碳新工艺和新技术，推动相关产业的低碳升级改造。

在《节能减排先进适用技术评估指标体系与评估方法》的支撑下，清华大学课题组引入“源头预防-过程控制-末端治理-循环利用”生产全过程思想，针对能、水的消耗和固体废物、污染物、温室气体的排放及技术适用性、经济性指标等核心参数，在工信部和行业协会的组织下，联合众多科研机构建立了 11 个重点行业“原料-产品-工艺-技术”耦合的节能减排技术清单。这一技术清单充分考虑了原料、工艺、规模等结构因素及技术适用性，克服了工业过程和技术构成的复杂性及我国产业结构独特性的难题，以《工业节能减排先进适用技术目录》《工业节能减排先进适用技术指南》《工业节能减排先进适用技术应用案例》的形式被工信部、科技部、财政部三部委正式发布。工业节能减排技术清单及其数据库是制定技术政策、编制技术目录和构建自底向上模型的重要基石，在国际上是开展行业能耗、污染物排放预测和管理的基础性工作。

本书第 1 章、第 2 章针对工业节能减排的关键特点和技术属性，综合考虑资源、环境、经济等因素，研究提出了节能减排技术分类及评价指标体系，建立了适合流程型、离散型和混合型的行业技术体系。在此基础上设计了技术调研共性方法和技术遴选评价流程，为各行业开展技术调研、规范技术遴选评价过程提供了技术支撑。第 3 章至第 6 章介绍了在前期技术调查基础上，开发和应用多属性综合评价、生命周期评价、成本效益分析评价和专家辅助综合评价四种定量化的技术评价方法和软件工具，并选取典型行业开展了节能减排先进适用技术评价的应用案例研究。第 7 章介绍了行业节能减排技术遴选评价及信息服务系统的开发

情况，为后续开展技术管理工作提供了长效平台。著书过程得到了工信部节能与综合利用司、科技部社会发展科技司及主要行业协会的指导和支持。中国环境科学研究院孙启宏研究员对污染治理技术分类给予了指导，四川大学建筑与环境学院王洪涛副教授提供了本书 4.2 节的初稿。

行业节能减排先进适用技术评价方法，使得技术遴选实现了从单因子评价转向多维度、多介质和多目标的系统评价转变，改变了 2000 年以来常用专家头脑风暴法制定节能减排技术目录与政策的做法，显著减少了评估的主观性和随机性。行业节能减排先进适用技术评价方法与应用实践，对于推动工业开展技术节能减排技术的第三方评价，构建工业节能减排的技术管理体系和制定技术政策，推动工业企业开展工艺升级与节能减排技术改造，形成工业技术遴选、推广的长效机制具有重要作用，为我国行业节能减排技术推广的中长期决策提供了基础工作。

温宗国

2017 年 6 月 20 日

目 录

第1章 节能减排先进适用技术遴选与评价	1
1.1 中国节能减排的形势分析	1
1.2 中国节能减排面临的问题	12
1.3 先进适用技术评价方法	12
1.4 先进适用技术遴选方法	15
1.5 先进适用技术管理体系	20
第2章 节能减排技术分类及评价指标体系	22
2.1 行业特征识别及其技术体系构建	22
2.2 节能减排技术分类方法	24
2.3 节能减排技术评价指标体系	27
2.4 温室气体减排（低碳）技术评价指标体系	39
第3章 多属性综合评价方法及应用	46
3.1 方法概述	46
3.2 多属性综合评价方法	49
3.3 评价方法应用实例	57
3.4 小结	82
第4章 生命周期评价方法及应用	83
4.1 方法概述	83
4.2 生命周期评价方法	85
4.3 评价方法应用案例	91
4.4 小结	113
第5章 成本效益分析评价方法及应用	114
5.1 方法概述	114
5.2 成本效益分析方法	115
5.3 评价方法应用案例	126
5.4 小结	132
第6章 专家辅助综合评价方法及应用	133
6.1 方法概述	133

6.2	专家辅助综合评价方法	134
6.3	评价方法应用	138
6.4	小结	143
第7章	行业节能减排技术遴选与评估服务平台	144
7.1	服务平台的需求分析	144
7.2	系统信息分类	154
7.3	系统原型设计与开发	155
7.4	节能减排技术初步遴选系统设计与实现	161
7.5	节能减排技术数据库系统设计与实现	169
7.6	节能减排技术专家辅助综合评估系统设计与实现	182
7.7	节能减排技术成本效益分析评估软件	195
7.8	行业节能减排技术遴选与评估服务平台设计与实现	199
第8章	结论与展望	205
8.1	结论	205
8.2	展望	206
参考文献		209
附件1	工信部、科技部、财政部文件全文（正式文件）	211
附件2	节能减排先进适用技术目录、指南和案例	227
附件3	重点行业节能减排先进适用技术目录清单	259

第 1 章 节能减排先进适用技术遴选与评价

1.1 中国节能减排的形势分析

1.1.1 中国节能减排目标

节能减排是中国转变经济发展方式、调整产业结构的一项长期的战略性工作。自“十一五”开始，中国政府就高度重视节能减排工作。2009 年 11 月 25 日，国务院常务会议决定，将“到 2020 年全国单位 GDP 二氧化碳排放比 2005 年下降 40%~45%”作为约束性指标，纳入“十二五”及其后的国民经济和社会发展中长期规划，并制定相应的国内统计、监测、考核办法加以落实。“十二五”期间，随着工业化、城镇化进程加快和消费结构持续升级，中国能源需求呈刚性增长。国家在国民经济与社会发展“十二五”规划中明确提出：“十二五”期间单位国内生产总值能耗和二氧化碳排放分别降低 16% 和 17%，主要污染物排放总量减少 8%~10%。到“十二五”末，实际单位国内生产总值能耗和二氧化碳排放分别完成降低 18.2%、20%，主要污染物排放总量减少 13%~19%。2016 年 3 月，“十三五”规划纲要进一步提出：到 2020 年，单位国内生产总值能耗和二氧化碳排放分别降低 15% 和 18%，主要污染物排放总量减少 10%~15%（表 1-1）。受国内资源保障能力和环境容量制约及全球性能源安全和应对气候变化影响，当前资源环境约束日趋强化，“十三五”时期节能减排空间减少、成本增高，形势严峻，任务艰巨。

当前中国工业 GDP 占全国 GDP 的比重为 43%，工业能源消耗占全社会能源消耗的 70% 以上，是能源资源消耗最多的主要部门。其中，钢铁、石化、有色金属、建材、装备制造业等行业是能耗大户。轻工、纺织、医药行业产品众多，废水量大，污染严重。这些行业都具有典型的工艺流程特点，主要的耗能和污染物排放集中在生产制造环节。汽车、船舶、电子行业制造产业能耗虽然所占比例不大，但产品在使用过程中的能耗和污染排放不容忽视。装备制造业中的内燃机

使用能耗巨大，在使用内燃机过程中的大气污染排放问题也很严重。在这些重点行业大力推进节能减排先进适用技术具有重要的现实意义。

表 1-1 “十一五”以来国家节能减排约束性指标及完成情况 (单位: %)

指标		“十一五”时期		“十二五”时期		“十三五”时期	
		2010 规划 目标	2010 实际 达成	2015 规划 目标	2015 实际 达成	2020 规划 目标	2020 比 2005 年指标降低 情况 ^①
单位 GDP 能源消耗降低		20 左右	19.1	16	18.2	15	43.8
单位 GDP 二氧化碳排放 降低		—	—	17	-20	18	34.4 (比 2010 年)
主要污染 物排放总 量减少	化学需氧量	10	14.29	8	12.9	10	32.8
	氨氮	—	—	8	18	10	26.2 (比 2010 年)
	二氧化硫	10	12.45	10	13	15	35.3
	氮氧化物	—	—	10	18.6	15	26.7 (比 2010 年)

注：①2020 年比 2005 年指标降低情况按照“十三五”规划目标全部实现的估算结果。

1.1.2 工业节能减排形势

“十一五”以来，中国通过淘汰落后产能、限制“两高一剩”产业，以及推进能效对标等措施，节能减排工作取得了实质性成效。中国在未来较长一段时间内继续处于重化工业化时期，能源消耗需求量仍将持续保持高位，污染物排放量仍然巨大。同时，节能减排工作还存在责任落实不到位、推进难度增大、激励约束机制不健全、基础工作薄弱、能力建设滞后、监管不力等问题，节能减排面临的形势依然非常严峻，需要做出更大的努力。

1. 钢铁行业

钢铁工业是一个高耗能、高污染的产业，也是节能减排潜力最大的行业之一。钢铁行业能源消耗占全国总能耗的 10% ~ 15%，废气、废水、废渣排放量占全国总排放量的 14%。钢产量的快速增长带来了能耗的急剧增加，同时污染物排放问题日益突出，产业发展与资源环境的矛盾日趋尖锐。“十一五”以来，钢铁行业加大产业结构调整力度、淘汰大量落后产能，为节能降耗起到了积极作

用。2015 年重点钢铁企业吨钢综合能耗降低至 572kgce，吨钢二氧化硫排放量下降到 0.85kg，吨钢烟粉尘排放量下降到 0.81kg，吨钢耗新水量下降到 3.25t，能源消耗总量呈下降趋势。

中国钢铁工业发展不平衡，中小钢厂数量多，钢铁企业间总体技术水平差距较大。虽然有些钢铁企业节能减排已达到国际先进水平。但是这些钢铁企业大多是引进国外的先进技术，并进行消化吸收，企业本身缺乏自主创新能力，节能减排技术的研发能力不足，鲜有自主知识产权的技术。与此同时，还存在大量的工艺与装备落后的钢铁企业。钢铁工业主体设备大型化与国际水平也有较大差距。未来钢铁行业仍为中国的重点产业，是经济社会发展的基础保障，面临的节能减排任务很重。钢铁行业未来的结构减排空间已不大，要进一步挖掘节能减排潜力，需要从提高工艺技术和加大节能减排技术改造入手，从根本上提高钢铁行业，尤其是行业内中小企业的技术和管理水平。

2. 石化行业

石化行业能耗和污染物排放水平居各类工业行业前列，综合能源消费量占全国能耗总量的 13% 左右，规模以上企业“三废”排放量在全国工业中位居前列。其中，能耗高污染严重的有炼油、乙烯、合成氨（或甲醇）、氯碱、电石、染料和农药行业。《石化和化学工业“十二五”发展规划》中明确了节能减排目标：全行业单位工业增加值用水量降低 30%、能源消耗降低 20%、二氧化碳排放降低 17%，化学需氧量（COD）、二氧化硫、氨氮、氮氧化物等主要污染物排放总量分别减少 8%、8%、10%、10%，挥发性有机物得到有效控制；炼油装置原油加工能耗低于 86kgce/t，乙烯装置燃动能耗低于 857kgce/t，合成氨装置平均综合能耗低于 1350kgce/t。

石化行业产品多、种类复杂，单位产品的能耗、物耗同国外先进水平的差距显著。炼油行业相当部分装备实际能耗达不到设计指标，同行业之间也存在较大差距；乙烯行业技术装备国产化水平有待进一步提高，在工艺过程控制节能和能量集成优化等方面有很大潜力；国内合成氨中小型装置数量多、技术水平差异大，能耗较高；氯碱行业生产企业数量众多，但多以小企业为主，技术落后，在资源能源回收利用和污染治理方面与先进企业差距较大。总体来看，石化行业存在节能减排技术整体水平不高、低能耗生产工艺研发不足、科研开发与技术创新能力薄弱等问题，且对于成套节能减排成熟技术领域的技术推广、专项设立支持等力度不够。同国际先进水平对比，中国石化行业节能减排潜力很大，需要加大科技创新力度，推广先进技术应用，提高石化行业技术水平。

3. 有色金属行业

中国是有色金属生产大国,连续7年10种主要有色金属的产量都位居世界第一,2000~2007年10种主要有色金属产量由783万t增加到2360万t,年增长速度为28.74%。2016年全国10种有色金属产量合计为5283万t,同比增长2.5%。随着生产规模的不断持续扩大,能源消耗和污染物排放总量也随之逐年增加,这造成严重的环境污染。有色金属行业占国内能源消费总量的5%左右,虽然有色行业能源消费总量所占比例与GDP贡献值基本相当,但与西方国家相比,节能潜力仍然较大。在污染物排放方面,二氧化硫和重金属污染是该行业的减排重点。硫的总利用率只有64%左右,近年来不断出现重金属污染事故和事件。

有色金属行业品种多、集中度低,技术装备参差不齐,自“十五”开始国家就大规模开展了技术改造,淘汰落后产能,这使得综合能耗大幅下降,但与世界先进技术水平还存在一定差距。近年来,有色金属行业快速发展,引进了大量国外先进工艺及技术装备,行业技术水平有了大幅提高,但技术设备国产化行业新技术、新工艺研发及推广力度不够。部分生产技术和装备相对落后,单位产品和万元产值原材料、能源消耗偏高。随着环保要求的提高,企业对大气和重金属污染等先进防治技术有很大需求。

4. 汽车行业

汽车行业能耗与资源消耗逐年增加,污染日益严重,节能减排重要性日益凸显。汽车行业是能源与资源消耗大户,全球汽车行业每年要消耗全球橡胶产量的50%、全球玻璃产品的25%和全球钢材产量的15%。中国每年新增石油需求的2/3来源于交通运输业。机动车尾气是最大的城市大气污染源,污染物种类繁多。近年来,机动车尾气已经取代了工业污染,成为中国城市大气污染的最大污染源。中国汽车行业的单位产值能耗和物耗均呈现下降趋势,但行业单位产值能耗水平高于全国GDP单位能耗水平,一定程度上反映了其节能减排进展和潜力。

汽车制造节能减排技术的系统性、整体性强,隐性特征明显。汽车制造节能减排技术既包括以“冲、焊、涂、装”等主工艺环节技术的节能减排,也包括工艺环节匹配整合的节能减排;汽车制造节能减排技术既包括工艺整体节能减排技术主线,也包括作业管理、物流运输、配套保障、生产系统适时优化等辅助系统支撑水平辅线。西欧、美国和日本是世界汽车工业发达的国家和地区,汽车节能减排技术相对成熟。中国商用汽车领域拥有一批具有国际竞争力的自主企业,但自主企业以中低端产品为主,其节能减排技术相对落后但处于发展阶段。而在

乘用车领域,虽然通过引进先进产品和生产作业技术,快速形成了面向内需市场的供给能力,乘用车整体的技术性能已经接近国际水平,但高技术含量的中高级乘用车、关键零部件产品和生产作业技术基本处于外资控制状态。中国汽车行业近年来通过自主创新和技术引进等措施,在节能减排方面取得了一定的成果,如涂装清洁生产技术、混合动力技术等。虽然国家已经出台了一些节能减排通用技术政策,如企业清洁生产技术标准、行业污染物排放标准等,但汽车行业节能减排技术政策仍处于比较薄弱的状态。

5. 轻工行业

轻工行业是 8 个重点耗能行业之一,能源消耗量约占全部工业的 6.75%。但轻工行业废水排放量占全国工业废水排放总量的 28%,主要污染物化学需氧量(COD)排放占全国工业排放总量的 50%。轻工业涉及行业多,各行业的产品、原料、工艺等情况差别很大,情况复杂。《轻工业调整和振兴规划》中明确规定了 2009~2011 年节能减排的目标:到 2011 年,主要行业 COD 排放比 2007 年减少 25.5 万 t,降低 10%。其中,食品行业减少 14 万 t、造纸行业减少 10 万 t、皮革行业减少 1.5 万 t;废水排放比 2007 年减少 19.5 亿 t,降低 29%。其中食品行业减少 10 亿 t,造纸行业减少 9 亿 t、皮革行业减少 0.5 亿 t。造纸、食品(酒精、发酵等)、皮革、电池等行业是我国重点的节能减排行业,通过工艺技术改造和加大落后生产能力淘汰,已经取得了较大成效。

中国轻工行业节能减排技术的发展已取得了长足进步,然而整体水平并不高,行业技术装备与国际先进水平的差距较大,产业结构不尽合理,产业技术亟待升级。例如,造纸行业只有少数企业达到国际先进水平,且多为引进国外的系统设备,大部分企业生产工艺水平低,吨产品综合能耗和综合取水量较高,中小型企业装备技术和管理落后,整体装备技术水平亟待提高。发酵行业企业生产水平和技术装备水平差距大,吨产品耗水量在 30~150t,资源综合利用深度不够。皮革行业目前自动化装备和污染物减排、废弃物资源化利用技术应用水平不高。酒精工业原料消耗大、污染物产生量相对较高、行业自身耗能大。能源热效率不高,热电联产等技术还需大力推进,节能减排技术改造任务仍很艰巨。电池行业技术水平与国外有很大差距,铅酸蓄电池的生产技术落后、规模小、质量较差、污染严重。制盐行业技术及装备水平落后,近年来引进国外先进装备较多,在产能规模、制盐工艺、生产技术与国外大体相似,但装备、管理及自动化控制与国外差距仍较大,综合能耗是国外先进水平的两倍,生产效率仅为国外先进水平的 1/10。

6. 纺织行业

纺织工业是中国传统支柱产业，产量占世界的 45%，但同时也是水污染的重点行业，其废水排放量和 COD 排放量占全国 39 个行业的第三位和第二位。纺织行业总体能耗约占 39 个行业部门的 6%，超过平均水平。从原料（如棉花）直至最终产品（如服装）单位产品的能耗约为 4.84tce。中国纺织工业发展很快，子行业和产品众多，中小企业（特别是印染行业）比例高，生产工艺、生产设备、管理水平、水耗、能耗与排污采纳远落后于发达国家，譬如吨产品水耗、综合能耗约高出发达国家的 1 倍。

纺织工业在快速发展的过程中，长期积累的矛盾和问题也日渐凸显。企业自主创新能力薄弱，高技术、功能性纤维和复合材料开发滞后，高性能纺织机械装备主要依靠进口；节能减排基础管理比较薄弱，尤其是对能源和用水管理不够重视，管理粗放，跑冒滴漏严重，印染能源利用率只有 35% 左右；以节能降耗为目标的新技术、新工艺、新装备的开发应用还存在较多问题，技术突破少，新技术应用范围不广；节能减排的激励机制不够完善，加上纺织企业利润率比较低，在节能减排上的资金投入严重不足。面对以上矛盾和问题，纺织行业达到国家强制性标准要求、完成国家下达的节能减排任务非常艰巨。

7. 电子信息行业

电子信息行业产品种类多，行业内组织装备千差万别，企业规模也有很大不同。电子信息产品在制造、包装、运输、使用及废弃回收过程都存在能耗和污染物排放。由于电子产品的广泛应用，产品使用能耗非常突出。据统计，2007 年，中国电子信息产业耗电量开始超过 500 亿 kW·h（其中通信行业耗电量达到 200 亿 kW·h），这几乎相当于三峡电站一年的发电总量，此后电子信息产业耗电量持续增长。其他电子产品如电视、个人计算机、打印机、服务器等每年的耗电量也相当可观。电子信息行业的节能减排工作重点主要集中在自身工艺过程、节能产品的设计和推广、对其他行业节能减排工作的技术装备支撑。中国已经出台了一系列政策措施，将电子节能产品作为电子发展基金的重点支持领域，大力研发，推广和应用电子节能新技术、新产品，取得了良好的成效。

电子信息行业技术种类覆盖面广、更新快，整体设备自动化程度高。然而电子行业制造的核心基础大部分掌握在国外先进企业和组织手中，企业创新不够。对新技术的研究和推广应用对电子信息行业仍非常重要。

8. 建材行业

建材行业是中国重要的原材料及制品工业，包括建筑材料及制品、非金属矿物材料、无机非金属新材料三部分，约有 80 多类、1400 多种。其中水泥、建筑陶瓷、平板玻璃产量分别占到世界总产量的 47%、45% 和 41%。建材行业以高温窑业为主要生产特征，是工业领域的能耗大户。建材工业能源消耗总量在全国工业部门中位于电力、冶金、石化之后，居第四位。水泥、砖瓦、建筑陶瓷与卫生陶瓷、石灰、平板玻璃和玻璃纤维行业产量大，生产过程中采用窑炉加热原料，年消耗能源占全部建材行业消耗量的 90% 以上，是建材行业重点耗能产业。中国建材工业目前的发展状况仍以高能耗、高资源消耗、污染环境和生产中低档产品为主要特征，总体水平落后于发达国家 10 年以上。

建材行业产品多、行业企业规模和技术水平差异大。建材工业“十一五”期间在大型新型干法水泥、大型浮法玻璃、大型玻璃纤维池窑拉丝等技术方面达到或接近国际先进水平，并具备了成套装备自主设计和制造能力。但中国建材工业发展仍存在总体能耗高、排放污染物多的特点，废弃物利用和污染物排放整体水平与国外先进水平仍存在明显差距，尤其在水泥窑替代燃料、玻璃全氧燃烧技术等。提高节能减排技术开发能力、加大技术创新和推广力度将是中国建材行业长期和艰巨的任务。

9. 装备制造业

装备制造业是国民经济的物质基础和产业主体，总量占工业的 1/4 强。装备制造行业涉及 7 个领域 169 个子行业，工艺复杂、产品繁多，能源和原材料消耗及污染物排放有其自身的特点。装备制造生产过程消耗大量能源和原材料的同时，也排放大量污染物，且大多是无组织排放，污染物的组分异常复杂。另外，作为为国民经济其他部门提供装备的行业，其所提供的产品在使用过程中仍需要消耗能源，并会对环境造成污染。装备制造行业单位产品综合能耗与工业发达国家相比还存在较大差距，尤其是热加工工艺单位产品综合能耗比工业发达国家高得多。例如，铸造行业吨铸铁件能耗为 0.550 ~ 0.700tce，国外为 0.300 ~ 0.400tce；锻造行业吨锻件平均能耗约为 1.4tce，日本锻造行业吨锻件平均能耗仅 0.515tce；热处理行业平均吨工件热处理能耗为 660kW·h，美国、日本、欧盟等发达经济体热处理行业平均能耗在 450kW·h 以下；柴油机燃油耗与国外同类产品相比要高出 5% ~ 15%，总体排放水平比国际先进水平低一两个档次；通用小型汽油机燃油耗与国外同类产品相比要高出 10% ~ 20%，其中四冲程热机最高者达 26%，总体排放水平比国际先进水平低一至两个档次；中国较先进轴承

企业的轴承套圈材料利用率为 70% 左右，普通企业的轴承套圈材料利用率是 50%，发达国家轴承套圈材料利用率水平是 75% 左右。

国家已先后出台了相关政策、规划、标准等对装备制造业进行产业结构调整，淘汰落后产能，并重视节能减排技术的推广应用和高效节能产品的开发，成果显著。但总体上看，装备制造产业大而不强，自主创新能力薄弱，技术研发和推广仍然比较分散，尚未形成系统性的行业节能减排技术体系。因此，需加大节能减排技术改造力度，推进先进制造技术和清洁生产方式，降低能耗，减少污染物排放。

10. 船舶行业

中国船舶工业发展迅速，仅在 2008 年我国造船完工量、承接新船订单和持有船舶订单分别占全球市场份额的 29.5%、37.7% 和 35.5%。2016 年 4 月上述三项分别占全球市场份额的 31.0%、83.2% 和 42.8%。但与发达国家相比，存在自主创新能力不强、增长方式粗放、低水平重复投资、产能严重过剩、船用配套设备发展滞后、海洋工程装备开发进展缓慢等不足。船舶行业节能减排技术领域不仅包括船舶工业企业生产建造过程中的节能和减排，还包括船舶航行中对船舶本身减少能耗和污染物排放。目前造船行业节能工作开展的比较好，产生的污染物较少，但修船业造成的污染较大，减排形势严峻。造船业在节能方面已经取得了一定的成绩。例如，在电能的节约和钢材的利用上取得了可喜的成绩，加之造船业在节能方面还可以进一步提高，发展前景良好。而修船业在减排方面做得不够好，喷砂除锈、油漆喷涂等几道主要的污染工序依然在修船厂所在的江面上进行，减排环保形势严峻。

中国船舶行业所采用的一些技术和设备已经达到了国际领先水平，但同日本和韩国等船舶大国还有一定的差距，并且涉及面不广。国际上对船舶行业减排的要求愈发严格，相关规范、公约密集出台，一些限期执行的强制性要求对我国船舶建造、船舶航运都提出了新的高要求。船舶行业需加快节能减排技术研发和推广，鼓励企业加大技术创新投入，增强自主创新能力。

11. 医药行业

中国医药行业长期以来一直延续“投入-产出-排放”不断仿制、扩大再生产的传统发展模式，在行业不断快速发展的同时，污染排放量也快速增长。制药生产过程原材料投入量大，产出比小、产品附加值较高，生产过程大部分物质最终以废弃物形式废弃，污染问题较突出。据统计，制药工业占全国工业总产值的 1.7%，而污水排放量占 2%，化学需氧量占工业污染排放总量的 4.1%，氨氮占