

■ 李青 潘焰平 宋淑娜 编著

火力发电厂 节能减排手册



试研院B0013845



中国电力出版社
www.cepp.com.cn

要 要 要 内

火力发电厂 节能减排手册

■ 李青 潘焰平 宋淑娜 编著

本书对我国节能减排政策进行了系统梳理，与电力行业有关的主要内容呈现给读者，同时更详细的内容。本书重点讲述了火力发电厂对标管理、烟气脱硝技术及其成本分析，讲述了火力发电厂清洁生产审核方法和实施方案与循环经济之，本书全而不啰嗦，粗中有细。对于减排，笔者也不重复其他著作，而是着重于减排中的节能工作，就是在论述减排工作时，偏重于节能知识，将节能和减排两者有机地结合起来，因此称为节能减排手册。本书第一篇、第四篇，以及第二、三篇中的节能部分由李青编写，本书第二篇、第三篇、第七篇由潘焰平编写，本书第四篇、第五篇、第六篇由宋淑娜编写。本书由李青统稿。本书在编写过程中，得到了鲁能山东发电有限公司生产技术部、山东电力研究院信息中心、烟台开发区拉槽管理咨询有限公司的大力协助，并对本书提出许多宝贵意见，在此谨致谢意。

李青 潘焰平 宋淑娜

限于编者水平，加之时间仓促，书中难免有疏漏之处，敬请读者批评指正。

编者：李青 潘焰平 宋淑娜

李青 潘焰平 宋淑娜



中国电力出版社
www.cepp.com.cn

内 容 提 要

本书以火力发电厂节能技术、火力发电厂烟气脱硫技术、火电厂烟气脱硝技术、节水技术与应用、清洁生产与循环经济、除尘技术、灰渣综合利用为主线，主要介绍了节能减排政策解读、节能标准解读、节能法规解读、火力发电厂对标管理、节能改造技术、二氧化硫污染与治理现状、火电厂湿法烟气脱硫工艺、半干法脱硫工艺、干法脱硫工艺、循环流化床脱硫技术、氮氧化物的控制技术概述、烟气脱硝技术、烟气脱硫技术分析、锅炉补给水的预处理、水的化学除盐、火力发电厂废水处理、海水淡化技术、清洁生产概论、清洁生产的审核、循环经济、除尘基本原理与特性、除尘器改造技术、粉煤灰的综合利用、脱硫副产品的综合利用。

本书对我国节能减排政策进行了综述，内容丰富，涉及面广，可供电厂运行人员、节能管理人员、企业计划统计人员及工程技术人员参考，也可作为大中专院校的选修教材。

图书在版编目 (CIP) 数据

火力发电厂节能减排手册/李青，潘焰平，宋淑娜
编著. —北京：中国电力出版社，2010

ISBN 978-7-5083-9031-4

I. 火… II. ①李… ②潘… ③宋… III. 火电
厂-节能-手册 IV. TM621-62

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2009)第 105457 号

中国电力出版社出版、发行

(北京三里河路 6 号 100044 <http://www.cepp.com.cn>)

北京丰源印刷厂印刷

各地新华书店经售

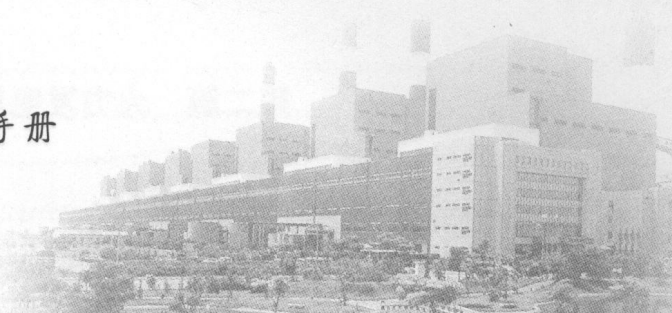
*

2010 年 1 月第一版 2010 年 1 月北京第一次印刷
787 毫米×1092 毫米 16 开本 43.75 印张 1077 千字
印数 0001—3000 册 定价 88.00 元

敬 告 读 者

本书封面贴有防伪标签，加热后中心图案消失
本书如有印装质量问题，我社发行部负责退换

版 权 专 有 翻 印 必 究



前言

Preface

节能减排是我国“十一五”的主要工作，国家实行一票否决制，因此全国各行各业都充分重视节能减排工作，电力行业首当其冲。笔者近几年出版了一系列涉及节能的书籍，如《火力发电厂节能和指标管理技术》、《火力发电厂生产指标管理手册》、《火力发电厂节能技术及其应用》、《火力发电厂节能评价和能源审计手册》。但是对于减排，则很少涉及。很有必要出版一本“节能减排”书籍，但由于节能知识已经在前几本书中详细论述了，因此在本书中尽量不再重复，而是对近几年颁布实施的有关节能法律法规，如《中华人民共和国节约能源法》、《中华人民共和国清洁生产促进法》、《中华人民共和国可再生能源法》进行了逐条解读；对近几年颁布实施的有关节能标准《火力发电企业能源计量器具配备和管理要求》、《节能技术监督导则》、《常规燃煤发电机组单位产品能源消耗限额》进行了逐条解读。为了使读者理解各条更广泛的内容，在解读时尽量展开论述。这一编排是本书在论述节能知识时的一大亮点。

本书对我国节能减排政策进行了综述，为了节省篇幅，本书尽量将我国节能减排政策中与电力行业有关的主要内容呈现给读者。而且将颁布时间、文号也告诉了读者，方便读者查阅更详细的内容。

本书重点讲述了火力发电厂对标管理技术、大型节能改造技术、烟气脱硫技术、火电厂烟气脱硝技术及其成本分析，讲述了火力发电厂节水技术与应用；比较详细地讲解了火力发电厂清洁生产审核方法和实施方案与循环经济知识，介绍了除尘技术和灰渣综合利用知识。总之，本书全而不啰嗦，粗中有细。

对于减排，笔者也不重复其他作者的环保知识，而是着重于减排中的节能工作，就是在论述减排工作时，偏重于节能知识。将节能知识寓于减排，将节能和减排两者有机地结合起来，因此称为节能减排手册。

本书第一篇、第四篇，以及第二、三篇中的节能部分由李青编写，本书第二篇、第三篇、第七篇由潘焰平编写，本书第五篇、第六篇由宋淑娜编写。本书由李青统稿。

本书在编写过程中，得到了华能山东发电有限公司安全生产部、山东电力研究院信息中心、烟台开发区拉楷管理咨询有限公司的大力协助，并对本书提出许多宝贵意见，在此谨致谢意。

限于编者水平，加之时间仓促，书中不妥之处在所难免，敬请读者批评指正。

编者

2009年10月



目 录

Contents

前言

第一篇 火力发电厂节能技术

第一章 节能减排政策解读	3
第一节 我国节能政策综述	5
第二节 我国减排政策综述	17
第二章 节能标准解读	21
第一节 《火力发电企业能源计量器具配备和管理要求》解读	21
第二节 《节能技术监督导则》解读	46
第三节 《常规燃煤发电机组单位产品能源消耗限额》解读	90
第三章 节能法规解读	103
第一节 《中华人民共和国节约能源法》解读	103
第二节 《中华人民共和国清洁生产促进法》解读	128
第三节 《中华人民共和国可再生能源法》解读	144
第四章 火力发电厂对标管理	170
第一节 对标管理的定义	170
第二节 标杆管理的类型	173
第三节 标杆管理的特征与要素	175
第四节 对标管理的指标体系	176
第五节 对标管理的实施步骤	180
第六节 对标管理的误区	185
第五章 节能改造技术	188
第一节 干渣风冷技术	188
第二节 等离子点火技术	197
第三节 汽动给水泵代替电动给水泵的改造技术	203
第四节 国产引进型 300MW 汽轮机组系统优化改造	207
第五节 凝汽机组的供热改造	219
第六节 火力发电厂辅机选择调速系统时应注意的问题	225

第二篇 火力发电厂烟气脱硫技术

第六章 二氧化硫污染与治理现状	233
第一节 燃煤造成的环境污染	233
第二节 火力发电厂脱硫技术概况	239
第三节 火力发电厂脱硫工艺分类	248
第七章 火电厂湿法烟气脱硫工艺	252
第一节 石灰石—石膏法	252
第二节 海水脱硫法	276
第三节 氧化镁烟气脱硫除尘技术	284
第四节 WFGD 运行控制技术	293
第八章 半干法脱硫工艺	302
第一节 旋转喷雾半干法烟气脱硫技术	302
第二节 炉内喷钙尾部增湿活化法	309
第三节 新型一体化工艺	318
第九章 干法脱硫工艺	325
第一节 荷电干式吸收剂喷射法烟气脱硫技术	325
第二节 电子束法脱硫脱硝	329
第三节 活性炭(焦)吸附烟气脱硫技术	337
第十章 循环流化床脱硫技术	344
第一节 循环流化床锅炉	344
第二节 循环流化床锅炉的主要设备与系统	349
第三节 循环流化床锅炉炉内脱硫	354
第四节 循环流化床锅炉的运行调整	359
第五节 RCFB 烟气循环流化床法	367

第三篇 火电厂烟气脱硝技术

第十一章 氮氧化物的控制技术概述	377
第一节 氮氧化物的生成机理	377
第二节 火电厂氮氧化物的控制技术	382
第十二章 烟气脱硝技术	393
第一节 选择性催化还原烟气脱硝技术	393
第二节 选择性非催化还原烟气脱硝技术	401
第三节 其他方法进行烟气脱硝技术	404
第四节 SCR 烟气脱硝技术的应用	409
第五节 SNCR 烟气脱硝技术的应用	415
第六节 常见催化剂的应用	420

第十三章 烟气脱硫技术分析	425
第一节 初投资成本分析	425
第二节 运行成本分析	426
第三节 各种脱硫脱硝技术的特点	433
第四节 对脱硫、脱硝工程的几点建议	437

第四篇 节水技术与应用

第十四章 锅炉补给水的预处理	455
第一节 混凝澄清处理	455
第二节 水的过滤处理	459
第三节 水的杀菌和除氯	464
第十五章 水的化学除盐	468
第一节 离子交换水处理	468
第二节 电渗析水处理	469
第三节 反渗透水处理装置	474
第四节 影响反渗透水处理系统性能的因素	480
第五节 反渗透水处理装置的清洗	485
第十六章 火力发电厂废水处理	490
第一节 火电厂废水特点与处理方式	490
第二节 废水零排放技术	496
第三节 生活污水的处理与回收	500
第四节 烟气脱硫废水的处理与回收	505
第十七章 海水淡化技术	512
第一节 反渗透海水淡化装置设计导则	512
第二节 海水淡化预处理	523
第三节 海水淡化技术经济比较	525

第五篇 清洁生产与循环经济

第十八章 清洁生产概论	531
第一节 清洁生产的定义	531
第二节 清洁生产的意义	534
第三节 清洁生产的目的与内容	537
第四节 清洁生产效益	539
第五节 清洁生产的指标体系	541
第十九章 清洁生产的审核	546
第一节 清洁生产的审核思路	546
第二节 清洁生产的审核程序	548

第三节	清洁生产的审核准备	550
第四节	清洁生产的预审核	555
第五节	清洁生产的审核	573
第六节	方案的产生和筛选	578
第七节	实施方案的确定	589
第八节	清洁生产方案的实施	598
第九节	持续清洁生产	605
第十节	清洁生产审核报告的编写	608
第十一节	清洁生产审核的管理	612
第十二节	清洁生产评价	617
第十三节	火电厂实施清洁生产的主要途径	619
第十四节	清洁生产与环境管理体系	625
第十五节	节能减排的主要工作与措施	628
第十六节	锅炉污染物排放量的计算	630

第二十章 循环经济..... 641

第一节	发展循环经济的意义	641
第二节	发展循环经济的原则与措施	644
第三节	循环经济实施方案编制大纲	646

第六篇 除尘技术

第二十一章 除尘基本原理与特性..... 651

第一节	除尘器的分类与特点	651
第二节	提高电除尘器除尘效率的措施	656
第三节	电除尘器的维护与检修	662

第二十二章 除尘器改造技术..... 668

第一节	电除尘器增容改造	668
第二节	电除尘器改成袋式除尘器	670
第三节	电袋复合式除尘器	672

第七篇 灰渣综合利用

第二十三章 粉煤灰的综合利用..... 679

第一节	粉煤灰的特性	679
第二节	粉煤灰的综合利用	680

第二十四章 脱硫副产品的综合利用..... 683

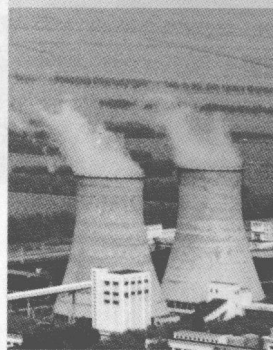
第一节	脱硫副产品的特性	683
第二节	脱硫副产品的综合利用	685

参考文献..... 689



第一章

节能减排政策解读



第一篇 火力发电厂节能技术

(1) 单位产值能耗居高不下。中国单位 GDP 能耗 1995 年以来的持续升高, 2005 年我国 GDP 按当年汇率计算为 20000 亿美元, 仅占世界的 8.2%, 而能源消耗量占世界的 15.2% (原煤消耗量占世界的 39.6%, 石油消耗量占世界的 7.6%), 消耗 GDP 为世界平均水平的 32%, 见表 1-1。

表 1-1 中国与世界能源消耗量情况

Table with 8 columns: Country, Population (1990/2005), GDP (1990/2005), Primary Energy Consumption (1990/2005), and Energy Intensity (1990). Rows include World, China, India, Brazil, and Mexico.

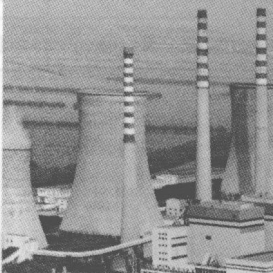
注 1. GDP 为 2000 年各国本币不变价按当年汇率换算成美元。

2. ttoe 表 11 标准油。

(2) 煤炭能源为主。中国是世界上极少数几个能源以煤为主的国家之一。量占世界每年煤炭消费量的三分之一左右, 见表 1-2, 火力发电厂用煤逐年增... 量在煤炭消费量中的比例一直呈上升趋势, 从 1980 年的 18.47% 上升到 2005 年的 29.9%

表 1-2 2001 年世界能源消费结构

Table with 5 columns: Energy Source, World, USA, Europe, Japan. Rows include Coal, Oil, Natural Gas, Nuclear, and Hydropower.





第一章

节能减排政策解读

近几年，我国节能工作存在许多问题，一是环境较差，二是能耗高，具体表现在以下几方面。

(1) 单位产值能耗居高不下。中国单位 GDP 能耗 2003 年以来的持续升高，2005 年我国 GDP 按当年汇率计算为 20979 亿美元，仅占世界的 5.8%，而能源消耗量占世界的 15.2%（原煤消耗量占世界的 39.6%，石油消耗量占世界的 7.8%），消耗每吨能源实现的 GDP 为世界平均水平的 32%，见表 1-1。

表 1-1 中国与世界能源消耗量情况

国别	人口（百万）		GDP（亿美元）		一次能源消耗（Mtoe）		能源利用的 CO ₂ 排放（Mt）	
	1990 年	2005 年	1990 年	2005 年	1990 年	2005 年	1990 年	2005 年
世界	5249.0	6431.7	240198	362815	8757.7	11433.9	21501.5	27632.3
中国	1140.9	1311.4	5530	20979	873.9	1735.2	2402.8	5126.8
印度	849.5	1094.6	2694	6441	319.9	537.3	597.7	1190.9
巴西	149.4	186.4	4617	6705	134.0	209.5	202.3	332.4
墨西哥	81.3	105.3	4128	6362	124.3	176.5	298.1	425.9

注 1. GDP 为 2000 年各国本币不变价按当年汇率换算成美元。

2. 1toe 表 1t 标准油。

(2) 煤炭能源为主。中国是世界上极少数几个能源以煤为主的国家之一。中国煤炭消费量占世界每年煤炭消费量的三分之一左右，见表 1-2，火力发电厂用煤逐年增加，发电用煤量在煤炭消费量中的比例一直呈上升趋势，从 1980 年的 18.47% 上升到 2005 年的 49.3%。

表 1-2 2001 年世界能源消费结构 %

能源	世界	美国	欧洲	日本	中国
煤炭	24.7	24.8	18.2	20.0	62.0
石油	38.5	40.0	40.1	48.1	27.6
天然气	23.7	24.8	22.3	13.8	3.0
核能	6.6	8.2	11.9	14.1	0.5
水电	6.5	2.2	7.5	4.0	6.9

(3) 石油需求快速增长，对外依赖程度不断加深，但缺乏应对国际市场油价波动的措施。自 1993 年起，我国由石油净出口国转变为净进口国。到了 2006 年，中国原油生产量为 18368 万 t，石油净进口量为 16287 万 t，石油表观消费量为 34655 万 t，对外依存度达 47%。由此引起的石油稳定供应和安全供应问题必须给予高度重视，电厂必须站在战略的高度上重视燃油节约。

(4) 火电耗能高。我国电力工业的技术经济指标已逐年提高，但与发达国家的先进指标相比相差较远。2007 年，我国火电机组平均供电标准煤耗为 356g/(kW·h)，比上年降低 10g/(kW·h)，比日本、德国等国家同期的火电机组平均供电煤耗高 60g/(kW·h) 以上，比英国等其他发达国家高 30g/(kW·h) 以上。2007 年，中国水力发电厂厂用电率为 0.42%，火力发电厂厂用电率为 6.62%，平均发电厂用电率为 5.83%。而发达国家厂用电率为 4%~4.5%。近几年各集团公司能耗指标比较见表 1-3。

表 1-3 近几年各集团公司能耗指标比较

公 司	年份	装机总容量 (万 kW)	发电量 (亿 kW·h)	供电煤耗 [g/(kW·h)]	发电厂用电率 (%)
华能集团公司	2006	5718.5	2820.35	345.1	6.15
	2007	7157.6	3270.45	337.32	5.88
大唐集团公司	2006	5405.95	2516.21	349.87	6.69
	2007	6482.34	3047.57	342.94	6.42
华电集团公司	2006	5082.91	1995.04	356.28	6.88
	2007	6302.41	2581.58	347.11	6.67
国电集团公司	2006	4445	2259.1	355.5	6.23
	2007	6005.8	2652.8	348.0	6.23
电力投资集团公司	2006	3548	1725.04	363.26	7.32
	2007	4495	1879.27	357.7	7.3
国华电力公司	2006	1496	671.68	324.0	5.54
	2007	1668	881.06	323.7	5.78

(5) 能源消费引起严重的环境污染。按照环境容量分析，中国每年大约允许排放 1200 万 t SO₂；但事实上，2000 年中国 SO₂ 的排放量已达 1995.1 万 t；2006 年我国 SO₂ 排放总量为 2589 万 t，其中火力发电排放 1320 万 t，占 51%；预计 2010 年我国 SO₂ 排放总量将达到 3200 万 t。

能源问题已经成为制约经济和社会发展的的重要因素，我国政府从战略和全局的高度，认识到做好能源工作的重要性和安全性，并且指出：“解决我国能源问题，根本出路是坚持开发与节约并举、节约优先的方针，大力推进节能降耗，提高能源利用效率”。节能是缓解能源约束、减轻环境压力、保障经济安全、实现全面建设小康社会目标和可持续发展的必然选择，体现了科学发展观的本质要求，是一项长期的战略任务，必须摆在更加突出的战略位置。

为了加强节能减排法制建设，完善政策措施，国务院和各部委出台了一系列重要的节能减排文件。

第一节 我国节能政策综述

2004年4月1日,国务院办公厅下发了《关于开展资源节约活动的通知》(国办发[2004]30号),要求建立健全资源节约责任制,逐级抓落实;扩大节能节水产品认证范围,建立强制性能效标识制度,把好市场准入关;研究制定财政、税收、价格等激励政策;推广拖动系统调速技术、废水资源化和海水利用技术、新能源和可再生能源利用技术;推行合同能源管理、节能融资担保等新机制;组织资源节约专项检查,坚决关闭或淘汰技术落后、浪费资源、污染严重的企业或项目。

2004年8月13日,国家发展和改革委员会(以下简称国家发展改革委)和国家质量监督检验检疫总局(以下简称国家质量监督局)联合颁布了《能源效率标识管理办法》(发改环资[2004]2505号),要求:为加强节能管理,推动节能技术进步,提高能源效率,国家制定并公布《中华人民共和国实行能源效率标识的产品目录》(以下简称《目录》),确定统一适用的产品能效标准、实施规则、能源效率标识样式和规格。凡列入《目录》的产品,应当在产品或者产品最小包装的明显部位标注统一的能源效率标识,并在产品说明书中说明。生产者或进口商应当根据国家统一规定的能源效率标识样式、规格以及标注规定,印制和使用能源效率标识。在产品包装物、说明书以及广告宣传中使用的能源效率标识,可按比例放大或者缩小,并清晰可辨。

2004年11月25日,国家发展和改革委员会颁布了《节能中长期专项规划》(发改环资[2004]2505号)要求:到2010年每万元GDP(1990年不变价,下同)能耗由2002年的2.68t标准煤下降到2.25t标准煤,2003~2010年年均节能率为2.2%,形成的节能能力为4亿t标准煤。2020年,每万元GDP能耗下降到1.54t标准煤,2003~2020年年均节能率为3%,形成的节能能力为14亿t标准煤,相当于同期规划新增能源生产总量12.6亿t标准煤的111%,相当于减少二氧化硫排放2100万t。主要产品(工作量)单位能耗指标到2010年总体达到或接近20世纪90年代初期国际先进水平,其中大中型企业达到21世纪初国际先进水平;2020年达到或接近国际先进水平。

2004年12月17日,财政部、国家发展和改革委员会关于印发《节能产品政府采购实施意见》的通知(财库[2004]185号):各级国家机关、事业单位和团体组织(简称“采购人”)用财政性资金进行采购的,应当优先采购节能产品,逐步淘汰低能效产品;财政部、国家发展和改革委员会从国家认可的节能产品认证机构认证的节能产品中按类别确定实行政府采购的范围,并以“节能产品政府采购清单”(简称“节能产品清单”)的形式公布;政府采购属于节能清单中的产品时,在技术、服务等指标同等条件下,应优先采购节能清单所列的节能产品;采购人或其委托的采购代理机构未按上述要求采购的,有关部门要按照有关法律、法规和规章予以处理,财政部门视情况可以拒付采购资金。

2005年2月28日,第十届全国人民代表大会常务委员会第十四次会议通过《中华人民共和国可再生能源法》(中华人民共和国主席令第三十三号),并规定:国家将可再生能源的开发利用列为能源发展的优先领域,通过制定可再生能源开发利用总量目标和采取相应措施,推动可再生能源市场的建立和发展。国家鼓励各种所有制经济主体参与可再生能源的开发利用,依法保护可再生能源开发利用者的合法权益。电网企业应当与依法取得行政许可或

者报送备案的可再生能源发电企业签订并网协议，全额收购其电网覆盖范围内可再生能源并网发电项目的上网电量，并为可再生能源发电提供上网服务。电网企业为收购可再生能源电量而支付的合理的接网费用以及其他合理的相关费用，可以计入电网企业输电成本，并从销售电价中回收。

2005年4月21日，国家发展改革委、科技部、水利部、建设部、农业部颁布了《中国节水技术政策大纲》（2005年第17号公告），大纲指出：发展外排废水回用和“零排放”技术。鼓励和支持企业外排废（污）水处理后回用，大力推广外排废（污）水处理后回用于循环冷却水系统的技术。在缺水以及生态环境要求高的地区，鼓励企业应用废水“零排放”技术。发展高效循环冷却水处理技术。在敞开式循环间接冷却水系统，推广浓缩倍数大于4的水处理运行技术；逐步淘汰浓缩倍数小于3的水处理运行技术；限制使用高磷锌水处理技术；开发应用环保型水处理药剂和配方。发展空气冷却技术。在缺水以及气候条件适宜的地区推广空气冷却技术。鼓励研究开发运行高效、经济合理的空气冷却技术和设备。积极发展海水和苦咸水淡化处理技术。实施以海水淡化为主，兼顾卤水制盐以及提取其他有用成分相结合的产业链技术，提高海水淡化综合效益。通过扩大海水淡化装置规模、实施能量回收等技术降低海水淡化成本。发展海水淡化设备的成套化、系列化、标准化制造技术。大力发展和推广火力发电、钢铁、电石等工业干式除灰与干式输灰（渣）、高浓度灰渣输送、冲灰水回收利用等节水技术和设备以及冶炼厂干法收尘净化技术。推广海水利用技术。东北、华北、华东地区沿海缺水城市，积极发展海水淡化和输配技术；加快发展低成本海水淡化技术。鼓励沿海城市发展海水直接利用技术；积极开发含盐生活污水的处理技术，发展含盐生活污水排海（洋）处置技术。

2005年7月6日，国务院出台了《关于做好建设节约型社会近期重点工作的通知》（国发〔2005〕21号），通知指出：落实《节能中长期专项规划》提出的十大重点节能工程；国家重点抓好1000家高耗能企业的节能工作；推进交通运输和农业机械节能，推进新建住宅和公共建筑节能，开发利用可再生能源，推进高耗水行业节水技术改造、矿井水资源化利用；推进沿海缺水城市海水淡化和海水直接利用；强化电力需求侧管理。落实电力需求侧管理及迎峰度夏工作的部署，加强以节电和提高用电效率为核心的需求侧管理，完善配套法规，制定有效的激励政策，推广典型经验，指导各地加大推行力度；加快节能技术服务体系建设。推行合同能源管理和节能投资担保机制，为企业实施节能改造提供诊断、设计、融资、改造、运行、管理一条龙服务。

2005年7月2日，国务院下发了《关于加快发展循环经济的若干意见》（国发〔2005〕22号），要求：力争到2010年，我国消耗每吨能源、铁矿石、有色金属、非金属矿等15种重要资源产出的GDP比2003年提高25%左右；每万元GDP能耗下降18%以上（此前公布的2005年各市单位GDP能耗等指标，是按2000年可比价格计算的。根据国家统计局最新规定，今后凡是涉及GDP和增加值的消耗指标，均以2005年价格计算为准）；每万元工业增加值取水量下降到120m³；工业固体废物综合利用率提高到60%以上；工业固体废物堆存和处置量控制在4.5亿t左右；城市生活垃圾增长率控制在5%左右。重点工作是：①大力推进节能降耗，在生产、建设、流通和消费各领域节约资源，减少自然资源的消耗；②全面推进清洁生产，从源头减少资源的产生，实现由末端治理向污染物预防和生产全过程控制转变；③大力开展资源综合利用，最大限度地实现废物资源化和再生资源回收利用；④大力

发展环保产业,注重开发减量化、再利用和资源化技术与装备。重点环节是:①资源开采环节要统筹规划矿产资源开发,大力提高资源综合回收利用率;②资源消耗环节要加强对重点行业能源、原材料、水等资源消耗管理,努力降低消耗,提高资源利用率;③废物产生环节要强化污染防治和全过程控制,推进企业废物“零排放”;④再生资源产生环节大力回收和循环利用废旧资源;⑤消费环节要大力倡导有利于节约资源的保护环境的消费方式,减少过度包装和一次性用品的使用。

2005年7月23日,国家质量监督检验检疫总局、国家发展和改革委员会共同研究制定了《关于加强能源计量工作的意见》。该决议从加强能源计量工作的重要意义、能源计量工作存在的主要问题、加强能源计量工作的指导思想原则和目标、加强能源计量工作的主要措施4个方面进行分析,并提出要求,要求企业夯实能源计量的基础,提高能源量化管理水平,推动企业的节能降耗、挖潜增效,提高企业的竞争能力。

2005年10月10日,国家环保总局发布了《关于推进循环经济发展的指导意见》(环发[2005]14号),要求:建立和完善清洁生产标准体系,组织制定行业清洁生产审核指南,指导各地、各行业开展清洁生产审核。制订和完善资源能源消耗高、污染严重行业的污染防治技术政策,将“减量化、再使用、资源化、无害化”作为污染防治的基本途径,从产品生产的全过程加强污染防治,最大限度地减少末端治理压力。选择经济效益突出、资源合理利用、环境清洁优美的企业,进行环境友好企业示范。依法对污染物排放超标和超总量的企业,强制实施清洁生产审核。当前要重点加强对电力、钢铁、化工、有色金属、印染、食品、造纸等重污染行业的清洁生产审核。对规模不经济、污染严重的造纸、酿造、制革、电镀、印染、化工、冶炼、炼焦、建材、火电等企业和落后生产力、设备和产品实行强制淘汰,促进产业结构优化。

2006年3月14日,十届全国人大四次会议表决通过了《中华人民共和国国民经济和社会发展规划第十一个五年规划纲要》,纲要提出“十一五”时期要努力实现以下经济社会发展的主要目标:国内生产总值年均增长7.5%,实现人均国内生产总值比2000年翻一番;单位国内生产总值能源消耗降低20%左右,单位工业增加值用水量降低30%,农业灌溉用水有效利用系数提高到0.5,工业固体废物综合利用率提高到60%;全国总人口控制在13.6亿人;耕地保有量保持1.2亿 hm^2 ,淡水、能源和重要矿产资源保障水平提高;生态环境恶化趋势基本遏制,主要污染物排放总量减少10%,森林覆盖率达到20%,控制温室气体排放。

2006年4月7日,国家发展改革委会同有关部门发布了《关于印发千家企业节能行动实施方案的通知》(发改环资[2006]571号),决定在包括电力在内的9个重点耗能行业规模以上(这里的规模以上是指2004年企业综合能源消费量达到18万t标准煤以上)1008家独立核算企业(其中包括电力企业132家)中开展为期5年的节能行动。该通知指出:千家企业2004年综合能源消费量为6.7亿t标准煤,占全国能源消费量的33%,占工业能源消费量的47%。通过加强组织领导、建立健全能源计量、开展能源审计、加快节能降耗技术改造、建立节能激励机制、加强节能宣传与培训等,提高千家企业能源利用效率,缓解经济社会发展面临的能源和环境约束,实现节能1亿t标准煤左右。

2006年7月25日,国家发展和改革委员会会同8部委颁布了《关于印发“十一五”十大重点节能工程实施意见的通知》(发改环资[2006]1457号)。该通知是根据《节能中

期专项规划》(发改环资[2004]2505号)制定的,规定了十大重点节能工程是燃煤工业锅炉(窑炉)改造工程(采用新型高效锅炉房系统更新、替代低效锅炉,提高锅炉热效率;改造现有锅炉房系统:针对现有锅炉房主辅机不匹配、自动化程度和系统效率低等问题,集成现有先进技术,改造现有锅炉房系统,提高锅炉房整体运行效率)、区域热电联产工程(用热电联产集中供热为主的方式替代城市燃煤供热小锅炉,提高热电联产在供热中的比例,扩大集中供热范围。燃煤热电厂发展20万kW以上的大型供热机组,城市附近的30万kW以下纯凝汽发电机组改为供热机组,鼓励建设热电冷联供机组,北方小城市建设背压式供热机组热电厂)、余热余压利用工程(纺织、轻工等其他行业推广供热锅炉压差发电等余热、余压、余能的回收利用,鼓励集中建设公用工程以实现能量梯级利用)、节约和替代石油工程(推广气化小油枪和等离子无油点火、低负荷稳燃技术等,对燃油发电机组进行洁净煤或天然气替代示范改造,依法关闭规模小、技术落后的燃油发电机组)、电机系统节能工程(推广高效节能电动机,稀土永磁电动机,高效风机、泵、压缩机,高效传动系统等。更新淘汰低效电动机及高耗电设备;推广变频调速、永磁调速等先进电机调速技术,改善风机、泵类电机系统调节方式,逐步淘汰闸板、阀门等机械节流调节方式。重点对大中型变工况电机系统进行调速改造,合理匹配电机系统,消除“大马拉小车”现象)、能量系统优化工程(建立生产能源管理中心;建立炉专家操作系统;建立高效燃烧控制系统)、建筑节能工程(新建建筑全面严格执行50%节能标准)、绿色照明工程(重点推广高效照明产品;用半导体(LED)灯,改造大中城市交通信号灯系统)、政府机构节能工程(进一步落实节能产品政府采购制度,完善政府采购节能认证工作,扩大政府采购节能产品的范围)、节能监测和技术服务体系建设工程(开展重点耗能企业能源审计;推广合同能源管理等市场化机制,提高节能技术服务中心的服务水平和市场竞争力)。该实施意见对十大重点节能工程现状和问题进行了分析,提出了节能工程主要内容和配套措施等。

2006年8月6日,国务院颁布了《关于加强节能工作的决定》(国发[2006]28号),该决定以9个方面38条对节能工作的重要性和紧迫性、指导思想、基本原则、主要目标、节能型产业体系、重点领域节能、节能技术进步、节能监督管理、节能保障机制、节能管理队伍建设等方面进行了要求。决定要求“到‘十一五’期末,万元国内生产总值(按2005年价格计算)能耗下降到0.98t标准煤,比‘十五’期末降低20%左右,平均年节能率为4.4%;重点行业主要产品单位能耗总体达到或接近21世纪初国际先进水平;初步建立起与社会主义市场经济体制相适应的比较完善的节能法规和标准体系、政策保障体系、技术支撑体系、监督管理体系,形成市场主体自觉节能的机制”。

2006年12月6日,国家发展改革委办公厅颁布了关于印发《企业能源审计报告和节能规划审核指南》的通知(发改办环资[2006]2816号)。通知规定企业能源审计报告必须涵盖以下内容,未能涵盖的,应视为报告不完整,建议进行修改。①企业概况(含能源管理概况、用能管理概况及能源流程);②企业的能源计量及统计状况;③主要用能设备运行效率监测分析;④企业能源消耗指标计算分析;⑤重点工艺能耗指标与单位产品能耗指标计算分析;⑥产值能耗指标与能源成本指标计算分析;⑦节能效果与考核指标计算分析;⑧影响能源消耗变化因素的分析;⑨节能技术改进项目的经济效益评价;⑩企业合理用能的建议与意见。

2006年12月12日,国家发展改革委颁布了《关于加强固定资产投资项目节能评估和

审查工作的通知》(发改投资[2006]2787号)。通知规定：发展改革委审批、核准和报请国务院审批、核准的固定资产投资项 目，可行性研究报告或项目申请报告必须包括节能分析篇(章)，咨询评估单位的评估报告必须包括对节能分析篇(章)的评估意见；节能分析篇(章)的编写、咨询评估机构的评估都要本着合理利用能源、提高能源利用效率的原则，依据国家合理用能标准和节能设计规范进行；节能分析篇(章)应包括项目应遵循的合理用能标准及节能设计规范，建设项 目能源消耗种类和数量分析，项 目所在地能源供应状况分析，能耗指标，节能措施和节能效果分析等内容。

2007年1月20日，国务院批转发展改革委、能源办《关于加快关停小火电机组若干意见的通知》(国发[2007]2号)。该通知规定，“十一五”期间，在大电网覆盖范围内逐步关停以下燃煤(油)机组(含企业自备电厂机组和趸售电网机组)：单机容量5万kW以下的常规火电机组；运行满20年、单机容量为10万kW及以下的常规火电机组；按照设计寿命服役期满、单机容量为20万kW以下的各类机组；供电标准煤耗高出2005年本省(区、市)平均水平10%或全国平均水平15%的各类燃煤机组；未达到环保排放标准的各类机组；按照有关法律、法规应予关停或国务院有关部门明确要求关停的机组。新建电源项目替代的关停机组容量作为衡量其可否纳入规划的重要指标。替代关停机组容量较多并能够妥善安置关停电厂职工的电源建设项 目，优先纳入国家电力发展规划。企业建设单机容量为30万kW、替代关停机组的容量达到自身容量80%的项 目，单机容量为60万kW、替代关停机组的容量达到自身容量70%的项 目，单机容量为100万kW、替代关停机组的容量达到自身容量60%的项 目，可直接纳入国家电力发展规划，优先安排建设。企业建设单机容量为20万kW以上的热电联产项 目、替代关停机组的容量达到自身容量50%，并按所替代关停机组和关停拆除的供热锅炉蒸发量计算可减少当地燃煤总量的，可直接纳入国家电力规划，优先安排建设。“上大压小”建设的大中型火电项 目，扩建项 目可建设单台机组，新建项 目原则上按两台机组以上考虑。实施“上大压小”的新建机组，原则上应在所替代的关停机组拆除后实施建设。

2007年1月25日，国家发展改革委发布或会同有关部门发布《关于印发中国节能技术政策大纲的通知》(发改环资[2007]199号)，通知要求：在缺水地区发展节水型发电技术；在缺乏能源资源地区，积极发展安全堆型核电技术；在热负荷集中地区，发展热电联产、热电冷三联产发电技术；北方采暖地区大中城市发展集中供热的热电联产，优先建设以热定电的背压供热机组和200MW以上的抽汽供热机组；推广建设600MW及以上高参数大容量燃煤机组和高效洁净煤发电机组；在煤粉锅炉中推广气化小油枪、等离子点火等节油稳燃技术；对现有的200、300MW机组进行高低压缸通流部分改造；推广S11型及低损耗变压器，推广高效率泵类设备，使泵的能效达到83%~87%，推广节能型风机产品，使风机的能效达到80%~85%；发展、推广变频调速与装置及内反馈斩波调速技术与装置；开展节能审计，推行合同能源管理、自愿协议、电力需求侧管理节能新机制，促进节能技术进步。

2007年4月10日，国家发展改革委颁布了《能源发展“十一五”规划》(国发[2007]15号)，规划要求到2010年，我国一次能源消费总量控制在27亿t标准煤左右，年均增长4%；一次能源生产目标为24.46亿t标准煤左右，年均增长3.5%；电力行业大力发展600MW及以上超(超)临界机组、大型联合循环机组；采用高效洁净发电技术改造现役火