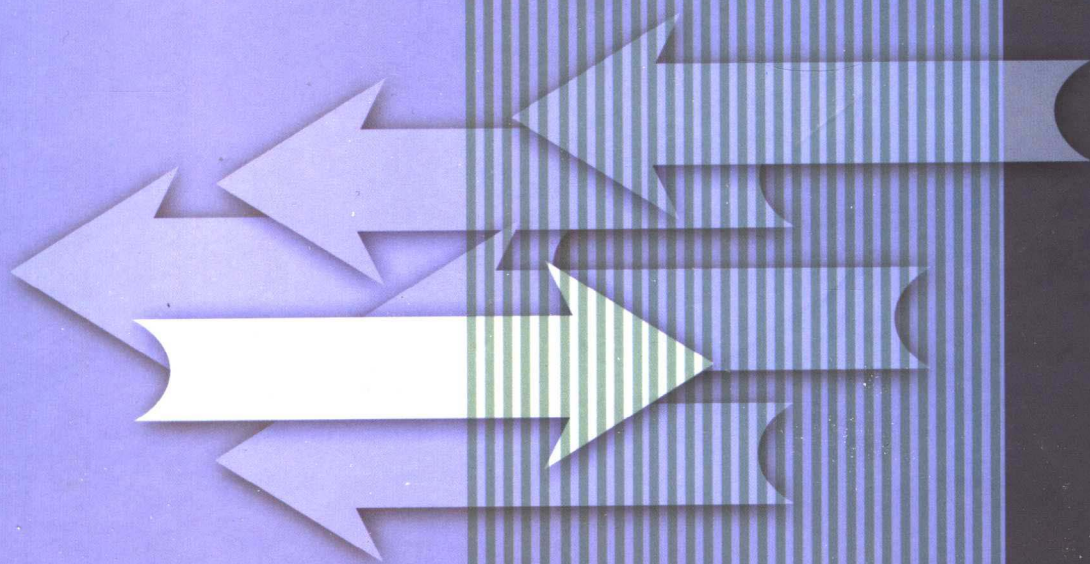


国家发展和改革委员会环境和资源综合利用司
中国电力企业联合会环保与资源节约部

指导

电力网降损节能手册

贵州电力试验研究院 组编
华北电力科学研究院有限责任公司
雷 铭 主编



中国电力出版社
www.cepp.com.cn

国家电网公司
国家电网公司
国家电网公司

2010

电力网损耗节能手册

国家电网公司
国家电网公司
国家电网公司



国家电网公司
国家电网公司
国家电网公司

国家发展和改革委员会环境和资源综合利用司 指导
中国电力企业联合会环保与资源节约部

电力网降损节能手册

贵州电力试验研究院 组编
华北电力科学研究院有限责任公司
雷 铭 主编



中国电力出版社
www.cepp.com.cn

内 容 提 要

节能是国家发展社会经济的一项长远方针。为了推进新形势下的节能工作，由国家发展和改革委员会环保与资源综合利用司、中国电力企业联合会环境与资源节约部指导，贵州电力试验研究院和华北电力科学研究院（有限责任公司）组织编写了《发电节能手册》、《电力网降损节能手册》、《节约用电手册》，以期推动发电公司、电网公司、供电公司、电力用户的节能工作。

本书为《电力网降损节能手册》，主要内容是从节能管理、电网规划和建设节能、电网生产运行降损节能和电力需求侧管理等四个方面详细阐述了电力网节能的概况、目标、技术及措施；现有先进节能手段在电力网的应用；电力网节能的法律体制等知识。

本书适合从事电网管理、规划、设计和运行的相关人员阅读，也可供其他相关专业从业人员参考。

图书在版编目（CIP）数据

电力网降损节能手册/雷铭主编；贵州电力试验研究院，华北电力科学研究院有限责任公司组编. —北京：中国电力出版社，2005

ISBN 7-5083-3204-0

I. 电… II. ①雷…②贵…③华… III. 电力系统—节能—技术手册 IV. TM714.3-62

中国版本图书馆 CIP 数据核字（2005）第 024732 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>）

北京市铁成印刷厂印刷

各地新华书店经售

*

2005 年 11 月第一版 2005 年 11 月北京第一次印刷

787 毫米×1092 毫米 16 开本 20.5 印张 548 千字

印数 0001—3000 册 定价 45.00 元

版 权 专 有 翻 印 必 究

（本书如有印装质量问题，我社发行部负责退换）

《电网降损节能手册》

编审委员会

一、指导委员会

主任委员：赵家荣

副主任委员：何炳光

委 员：徐志强 吕文斌 牛 波 谢 极 陆新明
杨铁生

二、编委会

主任委员：王志轩 向德洪

副主任委员：米建华 岳鹿群 唐斯庆 晁 剑 康 健
赵 鹏

委 员：金文龙 靳东来 王卓昆 方耀明 熊幼京
邱跃丰 王玉萍 刘世福 刘毅之 叶思伦
冯绍昌 陈德生 陈建华 王原善 曾和泰
许良柱 张韵杰 商晓丹 巩学海 邓欣元
康 鹏 李小军 马 政

三、编辑工作人员

主 编：雷 铭

参 编：宋 森 陈侣湘 徐贞禧 唐 雷 曹 洪
李惠卿 王 林

前 言

改革开放以来,我国社会经济发展取得了巨大进步,工业化进程加快,取得了举世瞩目的成就。目前,我国正处于工业化的中期阶段,经济发展对能源的依赖要比发达国家大得多,传统的增长方式和产业结构没有根本改变,资源环境的制约作用日益突出。为实现全面建设小康社会目标,保持国民经济的全面、协调、快速和可持续发展,就必须树立和落实科学的发展观,走新型工业化道路,发展循环经济,建设资源节约型社会,促进人与自然和谐发展。

电力是我国主要能源行业,是国民经济基础产业和公用事业,是资金密集的装置型产业,同时也是资源密集型产业。无论电源还是电网,在建设和生产运营中都需要占用和消费大量资源,包括土地、水资源、环境容量以及煤炭、石油、燃气等各类能源,贯穿于电力规划、设计、建设一直到生产运营全过程。电力工业的长足发展和电力的高效利用,是社会经济进步和节约型社会建设的根本保障。

电力工业节能,首先应当从国家能源战略出发,在能源开发利用方面采取更强有力的可持续发展政策,大力开发可再生能源,调整和优化能源产业结构,在开发中实现节约;其次,提高能源转换和利用效率,在生产、传输和消费等领域,通过采取法律、经济和行政等综合性措施,提高能源利用效率,以最少的资源消耗获得最大的经济和社会收益。

根据国家和电力行业关于建设节约型社会工作安排,为了推进电力行业及全社会节能节电工作,由贵州电力试验研究院和华北电力科学研究院(有限公司)编写了电源、电网和用电节能手册,手册中技术与管理相结合,内容丰富、全面,有较强实用性,很有参考价值。由于手册编写组织工作量很大,编制时间比较长,当前节能技术进步和管理要求未能在手册中完全反映,希望读者在手册基础上,结合国家和行业新的要求,做好电力节能工作。

本手册出版得到了联合国开发计划署(UNDP)中国终端能效项目的大力支持和帮助,特表示感谢。

国家发展和改革委员会环境与资源综合利用司
中国电力企业联合会环保与资源节约部

2005年9月9日

编者附话

《中华人民共和国节约能源法》明确指出：“节能是国家发展社会经济的一项长远方针”，按国内生产总值 GDP 到 2020 年比 2000 年翻两番的能源需求和近三年能源消费增长趋势发展，到 2020 年能源需求量将超过 30 亿 t 标准煤。如此巨大的需求，在煤炭、石油和电力供应以及能源安全等方面都会带来严重问题。因此，节能是加快建设节约型社会、缓解能源约束矛盾和能源环境压力的根本措施，是提高经济增长质量和效益的重要途径，是增强企业竞争力的必然要求。

作为能源转换的电力工业是一、二次能源资源消费第一大户，和发达国家相比，我国电力工业自身的节能潜力很大。目前我国供电煤耗率较国外先进水平高 50~60g 标准煤，输电线损率比国际先进水平高 2.0%~2.5%，电源结构和技术装备结构差距大。电力用电终端的效率比发达国家低 20%~50%，单位 GDP 耗电量是发达国家的 3~5 倍，电力终端用电设备年节电潜力约 1400 亿 kWh。

电力工业的节能目标是：2005 年、2010 年、2020 年供电煤耗率分别为 377g 标准煤/kWh、360g 标准煤/kWh、320g 标准煤/kWh；发电厂厂用电率 2010 年为 5.7%，2020 年为 5.1%；线损率 2010 年为 7.2%，2020 年为 6.2%。实施电力需求侧管理，提高终端用电设备效率。

电力工业节能措施是：认真贯彻执行《节约能源法》、《节能专项规划》、《节约用电管理办法》等法规、标准，强化节能管理，推行以市场机制为基础的节能新机制。发电厂：优化电源结构和技术结构，发展 600MW 及以上超（超）临界机组，大型联合循环机组，加强发电设备改造及经济运行。电力网：推进全国联网，采用先进输、变、配电技术和设备，逐步淘汰能耗高的老旧设备，实施电网经济运行技术，需求侧：发挥政府主导，电网公司主体及电力用户等在需求侧管理中作用，围绕错峰、避峰，努力实现有序用电，推行峰谷分时、丰枯季节、可中断负荷等电价的经济手段，电力终端设备推行移峰填谷的蓄能技术，负荷控制技术，节约用电的先进工艺、设备和技术。

为了推进电力行业及用户的节能节电工作，由国家发展与改革委员会环境与资源综合利用司，中国电力企业联合会环境与资源节约部指导，贵州电力试验研究院和华北电力科学研究院（有限公司）组织编写了《发电节能手册》、《电力网降损节能手册》、《节约用电手册》，以期推动发电公司、电网公司、供电企业、电力用户的节能节电。

本手册编写得到中国节能协会及贵州省电网公司的大力支持，在此一并致谢。

由于编著者水平有限，错漏难免，敬希有关专家和广大读者斧正。

编者

2005 年 3 月

目 录

前言

编者的话

❖ 第一篇 节 能 管 理 ❖

第一章 能源资源	1
第一节 世界能源资源及评估	1
第二节 中国常规一次能源资源及评估	5
第三节 中国电力生产、消费及差距	8
第二章 中国能源节约概论	11
第一节 中国能源节约的战略地位及其紧迫性	11
第二节 中国能源节约成效与潜力	13
第三节 中国节能的指导思想、原则、目标及政策措施	16
第四节 中国电力工业节能概要	20
第五节 电网降损节能措施	26
第三章 节能法律法规及标准	29
第一节 《节能法》发布实施的重要意义	29
第二节 供电节能主要法规和常用供电节能标准	29
第四章 供电企业节能管理与节能机制	34
第一节 供电企业节能管理	34
第二节 国家节能信息传播机制	36
第三节 合同能源管理 (CEM) 及节能服务公司 (EMC) 的技术服务机制	37
第四节 企业自愿协议 (VA) 机制	38
第五节 节能产品认证和能效标识制度	39

❖ 第二篇 电网规划与建设节能 ❖

第五章 电力资源的优化配置与能源节约	42
第一节 全国联网的节能效益	42
第二节 全国联网的格局	46
第六章 城乡电网建设改造	47
第一节 我国城乡电网存在的问题	47

第二节	城乡电网建设改造的目标、技术及措施	48
第三节	城网规划及推进计算机辅助决策系统	55
第四节	节能设备和技术	62
第五节	城乡配电系统自动化	76
第七章	输电网降损及提高输电能力的实用化技术	79
第一节	750kV 交流超高压输电	79
第二节	直流输电	83
第三节	500kV 交流输电	84

❖ 第三篇 电网生产运行降损节能 ❖

第八章	电网生产运行降损节能概要	94
第一节	电力网线损基本概念	95
第二节	我国电力网电能损耗现状	95
第三节	电力网降损节电要点	96
第九章	线损的理论计算和降损分析	97
第一节	电力网的功率分布和电压计算	97
第二节	线损计算方法	98
第三节	电力网线损理论计算步骤	102
第四节	电能损耗分析	106
第五节	某电网 110kV 及以上系统线损理论计算与分析实例	106
第六节	电网线损管理软件	109
第七节	基于 GPS 时标的在线网损理论计算软件	113
第十章	电力网降损节能的更新改造	115
第一节	简化电压等级和升压改造	115
第二节	供配电线路改造	115
第三节	高耗能变压器的改造	118
第十一章	电网经济运行	123
第一节	合理调整运行电压	123
第二节	线路经济运行	123
第三节	变压器经济运行	125
第四节	调整负荷曲线和平衡三相负荷	130
第十二章	降低线损的管理措施	134
第一节	建立健全线损管理责任制	134
第二节	线损率指标分级管理和分电压等级、分线（或区、台）统计分析	135
第三节	建立线损小指标考核	136

第四节	开展低压线损分台变(区)管理	136
第五节	加强营销管理	137
第六节	加强电能计量管理	138
第七节	线损的节能监测	139
第十三章	电力系统无功补偿与无功优化	141
第一节	电力系统无功经济运行与节能	141
第二节	电力系统无功功率补偿	144
第三节	无功功率的最优补偿	148
第四节	变电所无功电压自动控制	160
第五节	地区电网无功电压的优化控制	164
第六节	加强用户无功管理及无功补偿装置自动投切	171
第七节	电力网的无功功率管理	176
第十四章	电力系统经济调度	177
第一节	电力系统经济调度及节能	177
第二节	火电系统经济调度	179
第三节	火电机组优化组合	181
第四节	水火电经济调度	183
第五节	水库经济调度	191
第六节	互联电力系统经济调度	196
第七节	以能量管理系统(EMS)为基础的经济调度	201
第八节	电力市场下的经济调度	207
❖ 第四篇 电力需求侧管理 ❖		
第十五章	电力需求侧管理及实施	219
第一节	电力需求侧管理(DSM)及其重要意义和国际DSM的发展	219
第二节	我国电力需求侧管理的发展、主要措施和成效	226
第三节	电力需求侧管理工作	229
第四节	实施电力需求侧管理项目的步骤	235
第五节	发挥电价的杠杆作用,激励用户合理有序用电	240
第十六章	电力需求侧管理(DSM)应用技术	243
第一节	蓄冷空调技术	243
第二节	电锅炉蓄热技术	257
第三节	电力负荷管理技术(系统)	263
第四节	电力负荷管理系统的更新和改造	267
第五节	用户侧管理服务系统	270
第六节	基于负荷管理系统的集中空调周期性暂停用电技术	273

第十七章 电力需求侧发电柔性负荷管理	276
第一节 分布式电源	276
第二节 用户自备电站	284
附录	291
附录 1 中华人民共和国节约能源法（1997 年 11 月 1 日第八届全国人民代表大会 常务委员会第二十八次会议通过）	291
附录 2 重点用能单位节能管理办法（国家经贸委令第 7 号 [1999]）	295
附录 3 节约用电管理办法（国经贸资源 [2000] 1256 号）	297
附录 4 关于推进电力需求侧管理工作的指导意见（国经贸电力 [2002] 410 号）	300
附录 5 加强用电侧管理（国家发展和改革委员会 [2003 年]）	301
附录 6 关于加强电力需求侧管理的实施办法（电网生 [2003] 183 号）	302
附录 7 电力工业节能技术监督规定（电安生字 [1997] 399 号）	306
附录 8 国家电力公司电力网电能损耗管理规定（国电发 [2001] 702 号）	310
参考文献	314

第一章 能 源 资 源

第一节 世界能源资源及评估

一、能源资源

能源资源,是自然界中能转换成热能、光能、电能和机械能等能量的资源,它是生命赖以生存和发展的一种物质基础。

(1) 能源资源按能源利用方式分:

- 1) 一次能源:即来自自然界,不需要加工或转换而直接加以利用的能源,如煤炭、石油、天然气等。
- 2) 二次能源:即由一次能源经过加工转换的能源产品,如电力(水电、火电)、焦炭、煤气、液化石油等。

(2) 按能源利用程度分:

1) 常规能源:即技术上已经成熟,经济上比较合理,已经被人们广泛、普遍使用的能源。如煤炭、石油、天然气、水能等。

2) 新能源:新能源是相对于传统或常规能源来说,目前正在研究开发的能源,如太阳能、风能、地热能、生物质能、海洋能(潮汐能、波浪能、温差能),以及核聚变能、氢能等。核裂变能已普遍使用,常称常规能源。

(3) 按能源资源的再生性分:

1) 可再生能源:即在生态循环中能不断再生的能源,如水能、生物质能、太阳能、风能、地热能、海洋能等。

2) 不可再生能源(化石能源):资源储量有限,随着不断地开发和利用,终究要消耗殆尽的能源,如煤炭、石油、天然气等矿物能源。

二、世界能源资源状况

1. 煤炭剩余可采储量

据世界能源理事会(WEC)2000年能源资源调查及国际能源署(IEA)资料,目前煤炭剩余可采储量估算为9845亿t,如表1-1。

表 1-1 2000 年的煤炭探明可采储量 (10 亿 t)

地 区	烟煤和 亚烟煤	褐 煤	合 计	地 区	烟煤和 亚烟煤	褐 煤	合 计
OECD 欧洲国家	52.1	52.4	104.5	南亚	84.7	2	86.7
OECD 北美国家	222.6	35.4	258	其中: 印度	82.4	2	84.4
OECD 太平洋国家	45.5	38	83.5	拉丁美洲	21.6	0.1	21.8
OECD 合计	320.2	125.8	446	其中: 哥伦比亚	6.3	0.4	6.7
转型经济国家	212.6	38.1	250.7	委内瑞拉	0.5	0	0.5
其中: 俄罗斯	146.6	10.5	157	巴西	11.9	0	11.9
中国	95.9	18.6	114.5	非洲	55.4	0	55.4
东亚	3.3	4.5	7.8	中东	1.7	0	1.7
				世界总计	795.4	189.1	984.5

注 1. 资料来源:世界能源理事会(2001)。

2. OECD—经济合作与发展组织。

2. 石油剩余可采储量

表 1-2 给出了几项重要研究对全球原油和天然气液剩余可采储量的估算结果。

表 1-2 原油与天然气液探明储量评价结果 (10 亿桶)

资料来源	储 量	有 效 期	评 价 日 期
IHS 能源公司	1100	2000 年底	2001 年 7 月
欧佩克秘书处	1078	2000 年底	2001 年 8 月
世界能源理事会	1051	1999 年底	2001 年 10 月
《油气杂志》	1028	2001 年 1 月 1 日	2000 年 12 月
《世界石油》	1003	2000 年底	2001 年 8 月
美国地质调查所 2000 评价报告	960	1996 年 1 月 1 日	2000 年 6 月
ODAC (Campbell)*	845	2000 年底	2001 年 7 月

注 * ODAC 是指“石油枯竭分析中心”是由坎贝尔 (Campbell) 在 2001 年 7 月 2~6 日于瑞士卢塞恩 (Lucerne) 召开的 2001 年燃料电池会议欧洲燃料电池论坛上发表的。

3. 天然气剩余可采储量

根据国际天然气信息中心 (Cedigaz) 估算, 全世界最终剩余天然气资源量为 450 ~ 530Tm³。2001 年 Cedigaz 估算的天然气储量为 164Tm³, 见表 1-3。

表 1-3 Cedigaz 估算的天然气储量与资源量 (T m³, 截止于 2000 年 1 月 1 日)

地 区	累积产量	探明储量	总资源量	
			剩余资源量	初始资源量
北 美 洲	28.3 (29.0)	6.2 (6.6)	27 ~ 34	55 ~ 62
拉丁美洲	3.5 (3.6)	7.7 (8.2)	22 ~ 27	25 ~ 30
欧 洲	7.7 (8.1)	7.6 (8.2)	13 ~ 16	20 ~ 23
前 苏 联	17.8 (18.5)	56.9 (55.8)	222 ~ 250	240 ~ 270
非 洲	2.3 (2.4)	11.0 (11.7)	23 ~ 28	25 ~ 30
中 东	4.4 (4.6)	53.9 (58.5)	115 ~ 136	120 ~ 140
亚 洲	3.9 (4.2)	14.8 (15)	31 ~ 46	35 ~ 40
世界总量	67.9 (70.4)	158.1 (164)	453 ~ 527	520 ~ 595

注 1. 括号内的数据是于 2001 年 1 月 1 日估算的。最终资源量中包括了探明储量。

2. 资料来源: 国际天然气信息中心 Cedigaz (2001)。

4. 铀资源

1999 年全世界开采成本低于 130 美元/kg 的已知常规铀资源 (KCR) 约有 400 万 t。表 1-4 为拥有最大探明常规铀资源的国家。

表 1-4 拥有最大探明常规铀资源的国家 (截止于 1999 年 1 月 1 日)

国 家	相当有保证资源 (kt)	I 类估算附加资源 (kt)	国 家	相当有保证资源 (kt)	I 类估算附加资源 (kt)
澳大利亚	716	194	纳米比亚	181	108
哈萨克斯坦	599	259	巴 西	162	100
美 国	355		俄罗斯	141	37
加 拿 大	326	107	乌兹别克斯坦	83	47
南 非	293	76	乌克兰	81	50

注 1. 开采成本低于 130 美元/kg。

2. 资料来源: NEA (经合组织核能机构) /IAEA (国际原子能机构) (2000)。

5. 可再生水能资源

水能是世界上最丰富的可再生能源, 尤其是发展中国家, 表 1-5 为世界不同地区技术上可开

发的水能潜力，其中发展中国家占了60%以上。

表 1-5 世界水能资源 (技术可开发)

	TWh/年		TWh/年
经合组织北美国家	1480	中国	1920
经合组织欧洲国家	> 1103	东亚	1197
经合组织太平洋国家	> 243	南亚	958
经合组织国家	2826	中东	218
转型经济国家	> 2392	非洲	> 1888
拉丁美洲	> 2980	发展中国家	9161
		世界	14379

注 资料来源：世界能源会议 (2001)。

6. 非水力类可再生能源概况

表 1-6 示出全球非水力类可再生能源概况。

表 1-6 全球非水力类可再生能源概况

	生物质能	地 热	风 能	太阳光伏发电
资源量	54 亿 t 油当量 (1990) 67 亿 t 油当量 (2020)	140×10^6 EJ	50000TWh	
1999 年发电量 (TWh)	160	50	12588	516
容量 (MW)			178	
2020 年发电量 (TWh)		112		

注 资料来源：国际能源署 (IEA) (2000)，世界能源协会 (WEC)。

三、世界常规一次能源产量及消费量

全世界 2001 年常规能源总消费量达 9095.6Mt 标准油，其中化石能源总消费量为 7956Mt 标准油，占常规能源总消费量的 87.5% (见表 1-7)。

表 1-7 2001 年世界常规能源的产量和消费量

项 目	石 油				天 然 气			
	国别	产量 (Mt)	国别	消费量 (Mt)	国别	产量 (亿 m ³)	国别	消费量 (亿 m ³)
世界总计		3584.9		3510.6		24640		24049
前 10 位	1. 沙特	422.9	1. 美国	895.6	1. 美国	5554	1. 美国	6162
	2. 美国	351.7	2. 日本	247.2	2. 俄罗斯	5424	2. 俄罗斯	3727
	3. 俄罗斯	348.1	3. 中国	231.9	3. 加拿大	1720	3. 英国	954
	4. 伊朗	182.9	4. 德国	131.6	4. 英国	1058	4. 德国	829
	5. 墨西哥	176.6	5. 俄国	122.3	5. 阿尔及利亚	782	5. 日本	790
	6. 委内瑞拉	176.2	6. 韩国	103.1	6. 印尼	629	6. 加拿大	726
	7. 中国	164.9	7. 印度	97.1	7. 荷兰	614	7. 乌克兰	658
	8. 挪威	162.1	8. 法国	95.8	8. 伊朗	606	8. 伊朗	650
	9. 英国	117.9	9. 意大利	92.8	9. 挪威	575	9. 意大利	645
	10. 伊拉克	117.9	10. 加拿大	88.0	10. 沙特	537	10. 沙特	537

续表

项 目	煤 炭				一次能源	
	国别	产量 (Mt)	国别	消费量 (Mt)	国别	消费量 (Mt)
世界总计		2248.3		2255.1		9095.6
前 10 位	1. 美国	590.7	1. 美国	555.7	1. 美国	2287.4
	2. 中国	548.5	2. 中国	520.6	2. 中国	804.7
	3. 澳大利亚	168.1	3. 印度	173.4	3. 俄罗斯	640.3
	4. 印度	161.1	4. 俄罗斯	114.6	4. 日本	515.9
	5. 南非	126.7	5. 日本	103.0	5. 德国	330.5
	6. 俄罗斯	120.8	6. 德国	84.4	6. 印度	313.3
	7. 波兰	72.5	7. 南非	80.6	7. 加拿大	284.8
	8. 印尼	56.8	8. 波兰	75.5	8. 法国	254.8
	9. 德国	54.2	9. 澳大利亚	47.6	9. 英国	227.2
	10. 乌克兰	43.6	10. 韩国	45.7	10. 韩国	191.1

4

第一篇 节能管理

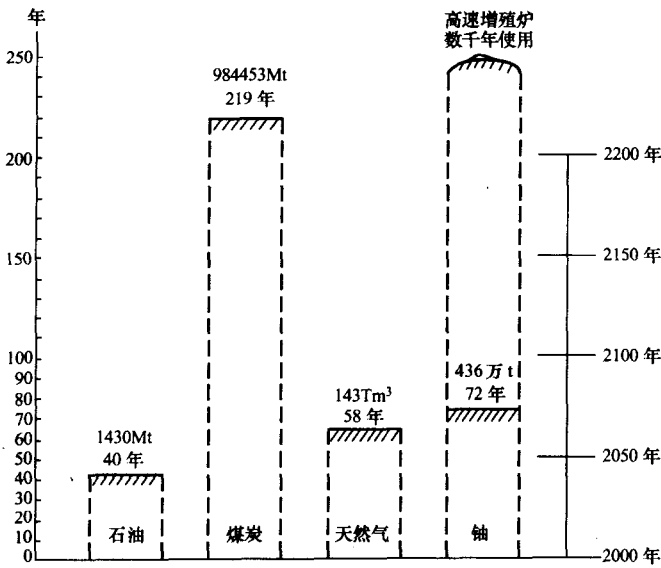


图 1-1 世界 2001 年化石能源资源剩余可采藏量及采限期
资料来源：世界能源统计，2002 年 6 月

四、21 世纪世界能源资源评估

(1) 能源资源的消费速率远远超过资源的再生能力，后续能源引起世界各国关注。目前，煤炭、石油、天然气等化石能源资源占世界能源消费的 90% 以上，这些亿万形成的地下资源储量有限，是不可再生的，资源耗尽是不可避免的，只是迟早的事。根据 BP 世界能源统计报道：2001 年末世界煤炭剩余可采期限为 219 年；石油可采期限为 40 年；天然气可采期限为 58 年。铀资源若采用轻水炉发电，采限期为 72 年。如表 1-8、图 1-1。煤炭资料虽然比较丰富，但它对环境带来的危害与社会格格不入，难以发挥更大的作用。因此世界各国非常

关注未来后续能源的解决途径。

表 1-8 2001 年世界化石能源剩余可采储量及前 10 位国家

项 目	煤 炭			石 油			天 然 气		
	国 别	年末可 采储量 (Mt)	储采比 (年)	国 别	年末可 采储量 (Mt)	储采比 (年)	国 别	年末可 采储量 (Tm³)	储采比 (年)
世界总计		984453	219		1430	40		143.0	58

续表

项 目	煤 炭			石 油			天 然 气		
	国 别	年末可采储量 (Mt)	储采比 (年)	国 别	年末可采储量 (Mt)	储采比 (年)	国 别	年末可采储量 (Tm³)	储采比 (年)
前 10 位	1. 美国	249994	212	1. 沙特	360	85	1. 俄罗斯	47.57	47.6
	2. 俄罗斯	157010	> 500	2. 伊拉克	152	> 100	2. 伊朗	23.00	> 100
	3. 中国	114500	104	3. 科威特	133	> 100	3. 卡塔尔	14.40	> 100
	4. 印度	84396	262	4. 阿联酋	130	> 100	4. 沙特	6.22	> 100
	5. 澳大利亚	82090	244	5. 伊朗	123	67	5. 阿联酋	6.01	> 100
	6. 德国	66000	> 500	6. 委内瑞拉	112	64	6. 美国	5.02	9
	7. 南非	49520	195	7. 俄罗斯	67	19	7. 阿尔及利亚	4.52	57.8
	8. 乌克兰	34153	391	8. 墨西哥	38	21	8. 委内瑞拉	4.18	> 100
	9. 哈萨克斯坦	34000	487	9. 利比亚	38	56	9. 尼日利亚	3.51	> 100
	10. 波兰	22160	153	10. 美国	37	10	10. 伊拉克	3.11	> 100

注 资料来源于世界能源统计评论，2002 年 6 月。

(2) 化石能源燃烧后排泄物对环境的污染，已严重威胁地球的健康和支持地球生命的生态系统。CO₂ 是导致温室效应的主要温室气体，CO₂ 排放量的逐年增加所引发的全球性气候变化，已经引起国际社会的广为关注。表 1-9 为世界 CO₂ 排放量状况及预测。

表 1-9 1990 ~ 2020 年世界 CO₂ 排放量 Mt - C

年 份	1990 年	1996 年	2000 年	2010 年	2020 年
中国	620	805	930	1391	2031
美国	1346	1463	1985	1790	1975
世界	5786	5983	6430	8018	9817

注 资料来源：美能源部能源信息署（DOE/EIA）（1999）。

(3) 确保能源供应安全，世界各国正面临严重的挑战。

第二节 中国常规一次能源资源及评估

一、常规能源资源

中国一次能源资源丰富，在世界上占有重要地位。根据多年地质勘探工作的成果，中国常规能源（包括煤、油、气和水能，水能为可再生能源，按使用 100 年计算）探明（技术可开发）总资源量超过 8230 亿 t 标准煤，探明（经济可开发）剩余可采总储量 1392 亿 t 标准煤，约占世界总量的 10.1%。能源探明总储量的结构为：原煤 87.4%，原油 2.8%，天然气 0.3%，水能 9.5%。能源剩余可采总储量的结构为：原煤 58.8%，原油 3.4%，天然气 1.3%，水能 36.5%（表 1-10）。煤炭在中国能源资源中占绝对优势地位。

1. 煤炭资源

煤炭是中国最主要的能源资源，储量多、分布广、煤质较好、品种比较齐全。按 2000 年煤

炭产量 10 亿 t 计算，中国煤炭资源探明保有储量的保证程度高达 760 年，其中经济可开发剩余可采储量的保证程度为 114 年。

表 1-10 中国常规能源资源储量及结构

能 源	能源总量 (亿 t 标准煤)	原煤 (亿 t)	原油 (亿 t)	天然气 (亿 m³)	水能 (亿 kWh)
总资源量	40466.4	50592.2	1000.0	381400.0	59221.8
结构 (%)	100.0	89.3	3.5	1.3	5.9
世界总量	1048809.7	1195748.4	51172.8	79330827.1	413095.0
中国所占比例 (%)	3.9	4.2	2.0	0.5	14.3
探明总储量 (技术可开发)	8231.0	10077.0	160.0	20606.0	19233.0
结构 (%)	100.0	87.4	2.8	0.3	9.5
世界总量	329697.5	352749.6	25674.6	26630075.2	117549.0
中国所占比例 (%)	2.5	2.9	0.6	0.1	16.4
资源探明率 (%)	20.3	19.9	16.0	5.4	
资源保证年限	766.8	1007.7	98.2	74.3	
2000 年产量	10.9	10.0	1.6	277.3	2224.0
结构 (%)	100.0	67.2	21.4	3.4	8.0
剩余可采储量 (经济可开发)	1391.9	1145.0	32.7	13668.9	12600.0
结构 (%)	100.0	58.8	3.4	1.3	36.5
世界总量	13832.9	9842.1	1402.8	1493811.0	73053.0
中国所占比例 (%)	10.1	11.6	2.3	0.9	17.2
资源保证年限	129.7	114.5	20.1	49.3	

注 1. 资源探明率为探明总储量除以总资源量；资源保证年限为探明储量或剩余可采储量除以 2000 年产量。在计算各类结构时，各能源折标准煤系数为：煤炭 0.7143，石油 1.4286，天然气 13.3；水电按发电标准煤耗 404g 和使用 100 年计算。

2. 资料来源：中国能源发展报告 (2001)。

2. 石油和天然气资源

根据石油部门最新资料，中国石油总资源量约有 1000 亿 t，其中探明储量 160 亿 t；天然气总资源量 38.14 万亿 m³，其中探明储量 2.06 万亿 m³。石油和天然气探明储量在全国能源资源探明总储量结构中分别占 2.8% 和 0.3%，在世界同类油气储量中分别占 2.0% 和 0.5%。根据美国《油气杂志》的资料，中国至 2000 年油气资源探明剩余可采储量，石油为 32.74 亿 t，天然气为 1.37 万亿 m³，分别占世界总量的 2.3% 和 0.9%，分别排名第 11 位和第 18 位。按 2000 年油气产量计算，剩余可采储量的保证程度，石油 20 年，天然气 49 年。

3. 水能资源

中国水能资源，无论是理论蕴藏量还是可开发量，均居世界第一位。其在世界总量中的比例，理论蕴藏量为 14.3%，技术可开发量为 16.4%，经济可开发量为 17.2%。

另外根据 2004 年资料，中国可开发的水能资源总量为 694GW，年发电量 2280TWh，其中台湾为 5GW，年发电 40TWh，2002 年又开始第 4 次全国水能资源复核普查，增加率为 10% ~ 30%。

4. 核能资源

中国自 1955 年开始大规模的找铀工作，先后在全国 20 多个省、区探明了上百处铀矿床，为核电建设提供了可靠的铀资源。中国在全国范围内已经找到了 5 个主要铀矿。中国已探明的铀储量居世界 9 大产铀国 (储量超过 10 万 t) 之列。

中国现有核电站装机容量 210 万 kW，在建有 640 万 kW，铀资源现有经济可采储量完全可以保证其运行 30 年的需要，而且有较大富余。若 2010 年核电总装机容量达到 2000 万 kW，现有探