

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

节约用电手册

贵州电力试验研究院
华北电力科学研究院有限责任公司
雷 铭 主编

组编



中国电力出版社
www.cepp.com.cn

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

节约用电手册

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《节约用电手册》,主要内容是从节能管理、电力需求侧管理节电、企业配电网节电和用电设备节电等四个方面详细阐述了用户节能的概况、目标、技术及措施,现有先进节能手段在用户方面的应用,用电的法律体制等知识。

本书适合从事用电管理的相关人员和广大用户阅读,也可供其他相关专业从业人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

节约用电手册/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 7-5083-3362-4

I. 节… II. ①雷… ②贵…③华… III. 用电管理—手册 IV. TM92-62

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2005)第 040267 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 23.5印张 634千字

印数 0001—3000册 定价 50.00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)

《节约用电手册》

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	4
第三节 中国电力生产、消费及差距	7
第二章 节约能源	10
第一节 节约能源的战略地位及其紧迫性	10
第二节 节约能源成效与潜力	11
第三节 节约能源的目标及政策措施	13
第四节 节约用电	16
第三章 节能法规和标准	21
第四章 企业节约能源管理与节能机制	25
第一节 重点用能单位节能管理	25
第二节 节能监测与用能单位能源审计	25
第三节 能源消耗定额管理	28
第四节 节电技术改造经济分析与评价	30
第五节 国家节能信息传播机制	33
第六节 合同能源管理 (CEM) 及节能服务公司 (EMC) 的技术服务机制	35
第七节 企业自愿协议 (VA) 机制	36
第八节 资源综合规划和电力需求侧管理概述	37
第九节 节能产品认证和能效标识制度	37
第五章 重点用能行业节电	40
第一节 重点用能行业耗能耗电及节能概述	40
第二节 钢铁工业节能节电	44
第三节 铁合金工业节电	48
第四节 有色金属工业节电	52
第五节 化学工业节电	55

第六节	建筑材料工业节能节电	60
第七节	煤炭工业节电	62
第八节	石油天然气工业及石油化工节能节电	65
第九节	机械工业节电	68
第十节	纺织工业节能节电	69

❖ 第二篇 电力需求侧管理 ❖

第六章	电力需求侧管理及实施	71
第一节	电力需求侧管理概述	71
第二节	中国的电力需求侧管理	74
第三节	电价与合理用电	76
第七章	电力需求侧管理 (DSM) 应用技术	80
第一节	蓄冷空调技术	80
第二节	电锅炉蓄热技术	86
第三节	客户侧管理服务系统	88
第四节	空调周期性暂停用电技术	91
第八章	电力需方发电柔性负荷管理	93
第一节	分布式电源	93
第二节	用户自备电厂	99

❖ 第三篇 企业配电网节电 ❖

第九章	企业配电网经济运行	102
第一节	一用一备变压器的经济运行	102
第二节	并列运行双绕组变压器的经济运行	104
第三节	变压器经济运行区	107
第十章	企业配电网负载经济调配	111
第一节	配电网节电降耗	111
第二节	变压器间负载经济分配	112
第十一章	企业配电网更新改造的节电降耗	116
第一节	配电线路改造	116
第二节	简化电压等级和升压改造	120
第三节	高耗能变压器的改造	120
第四节	增装无功补偿装置的节电降耗	125
第五节	无功补偿装置的优化切投	127

❖ 第四篇 用电设备节电 ❖

第十二章 电动机节电	131
第一节 合理选择电动机和采用高效电动机	131
第二节 电动机调速及大力推广变频调速节电	148
第三节 电动机经济运行	168
第四节 绕线式异步电动机同步化运行	179
第五节 电动机节电技术改造	181
第六节 电动机无功就地补偿	191
第十三章 泵系统节电	196
第一节 泵系统节电基础	196
第二节 泵系统的合理选用	203
第三节 泵系统的节能改造	215
第十四章 风机、压缩机系统节电	224
第一节 风机系统经济运行节电基础	224
第二节 风机系统的合理选用	230
第三节 风机系统的节电技术改造	238
第四节 压缩机系统节电	243
第十五章 电加热设备节电	248
第一节 电加热设备节电概述	248
第二节 电阻加热炉节电	254
第三节 感应炉节电	258
第四节 炼钢电弧炉节电	261
第五节 埋弧炉节电技术	266
第六节 高红外加热节电新技术	273
第十六章 电焊设备节电	274
第一节 电焊机的合理选用和采用节能型电焊机	274
第二节 减小电焊机电源容量和降低导线的损耗	281
第三节 电焊机的节电技术	283
第十七章 电解节电	289
第一节 水溶液电解制烧碱节电	289
第二节 溶盐电解铝节电	293
第十八章 整流供电装置节电	297
第一节 整流供电装置节电概述	297

第二节	合理选择整流元件、调压方式和硅元件冷却方式	299
第三节	合理选择与布置大电流交、直流线路、降低接触电阻和损耗	301
第四节	抑制整流器谐波	302
第十九章	电气化铁路节电	304
第一节	铁路运输节能节电概要	304
第二节	大力发展电力牵引、提高铁路运输能源利用率	305
第三节	发展功率因数高、谐波分量少的大功率电力机车	306
第四节	提高电力牵引功率因数和牵引变电容量利用率	309
第五节	减少谐波分量和负序电流	311
第六节	降低牵引变压器和接触网损耗	312
第二十章	建筑节能节电	316
第一节	建筑节能节电概述	316
第二节	房间空调节电	320
第三节	户式中央空调节电	324
第四节	中央空调系统节电	327
第五节	电冰箱、洗衣机、电饭煲节电	332
第二十一章	照明节电	337
第一节	照明器材的合理选用	337
第二节	照明方式的合理选择	342
第三节	照明线路与照明控制节电	343
第四节	充分利用天然采光节电	346
附录		349
附录一	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）	349
附录二	重点用能单位节能管理办法（国家经贸委令第7号 [1999]）	353
附录三	节约用电管理办法（国经贸资源 [2000] 1256号）	355
附录四	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）	358
附录五	加强用电侧管理（国家发展和改革委员会 [2003年]）	359
附录六	关于加强电力需求侧管理的实施办法（电网生 [2003] 183号）	361
参考文献		365

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。

能源资源按能源利用方式分类可分为：

- (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。

按能源利用程度分类可分为：

- (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的，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。

按能源资源的再生性分类可分为：

- (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. 煤炭资源状况

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，目前煤炭探明可采储量估算为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	其中：印度	82.4	2	84.4
OECD 北美国家	222.6	35.4	258	拉丁美洲	21.6	0.1	21.8
OECD 太平洋国家	45.5	38	83.5	其中：哥伦比亚	6.3	0.4	6.7
OECD 合计	320.2	125.8	446	委内瑞拉	0.5	0	0.5
转型经济国家	212.6	38.1	250.7	巴西	11.9	0	11.9
其中：俄罗斯	146.6	10.5	157	非洲	55.4	0	55.4
中国	95.9	18.6	114.5	中东	1.7	0	1.7
东亚	3.3	4.5	7.8	世界总计	795.4	189.1	984.5
南亚	84.7	2	86.7				

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. 石油探明可采储量

表 1-2 给出了几项重要研究对全球原油和天然气液探明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. 天然气资源量储量

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 450T~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 (Tm³，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. Cedigaz: 国际天然气信息中心。

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)

kt

国 家	相当有保证资源	I 类估算附加资源	国 家	相当有保证资源	I 类估算附加资源
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	- n. a.	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 年)。

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

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

注 资料来源: 世界能源会议 (2001 年)。

6. 非水力类可再生能源概况

非水力类可再生能源包括: 生物质能、地热、风能和太阳能光伏发电等。

如表 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	50000 TWh	
1999 年发电量 (TWh) 容量 (MW)	160	50	12588	516
2020 年发电量 (TWh)		112	178	

注 资料来源: 国际能源署 (IEA) (2000 年), 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 9095.6 Mt 标准油, 其中化石能源总消费量为 7956 Mt 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				煤 炭				一次能源	
	产 量		消费量		产 量		消费量		产 量		消费量		消费量	
	国别	(Mt)	国别	(Mt)	国别	(亿 m ³)	国别	(亿 m ³)	国别	(Mt 标准油)	国别	(Mt 标准油)	国别	(Mt 标准油)
世界总计		3584.9		3510.6		24640		24049		2248.3		2255.1		9095.6
前 10 位	1. 沙特	422.9	1. 美国	895.6	1. 美国	5554	1. 美国	6162	1. 美国	590.7	1. 美国	555.7	1. 美国	2287.4
	2. 美国	351.7	2. 日本	247.2	2. 俄罗斯	5424	2. 俄罗斯	3727	2. 中国	548.5	2. 中国	520.6	2. 中国	804.7
	3. 俄罗斯	348.1	3. 中国	231.9	3. 加拿大	1720	3. 英国	954	3. 澳大利亚	168.1	3. 印度	173.4	3. 俄罗斯	640.3
	4. 伊朗	182.9	4. 德国	131.6	4. 英国	1058	4. 德国	829	4. 印度	161.1	4. 俄罗斯	114.6	4. 日本	515.9
	5. 墨西哥	176.6	5. 俄国	122.3	5. 阿尔及利亚	782	5. 日本	790	5. 南非	126.7	5. 日本	103.0	5. 德国	330.5
	6. 委内瑞拉	176.2	6. 韩国	103.1	6. 印尼	629	6. 加拿大	726	6. 俄罗斯	120.8	6. 德国	84.4	6. 印度	313.3
	7. 中国	164.9	7. 印度	97.1	7. 荷兰	614	7. 乌克兰	658	7. 波兰	72.5	7. 南非	80.6	7. 加拿大	284.8
	8. 挪威	162.1	8. 法国	95.8	8. 伊朗	606	8. 伊朗	650	8. 印尼	56.8	8. 波兰	75.5	8. 法国	254.8
	9. 英国	117.9	9. 意大利	92.8	9. 挪威	575	9. 意大利	645	9. 德国	54.2	9. 澳大利亚	47.6	9. 英国	227.2
	10. 伊拉克	117.9	10. 加拿大	88.0	10. 沙特	537	10. 沙特	537	10. 乌克兰	43.6	10. 韩国	45.7	10. 韩国	191.1

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, 这些亿万万年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。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。见表 1-8 和图 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发展格格不入, 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 (Tm ³)	储采比 (年)
世界总计		984453	219		1430	40		143.0	58
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

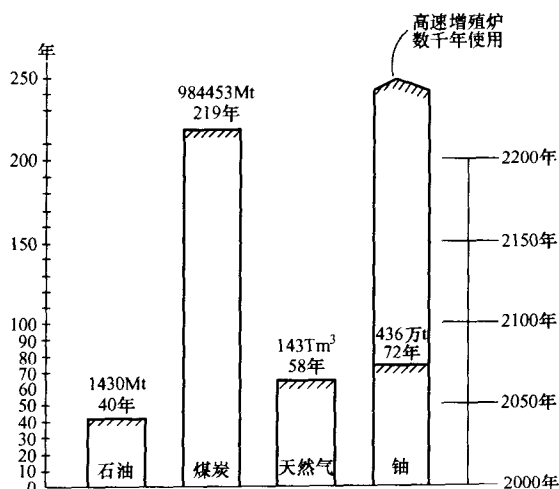


图 1-1 世界 2001 年化石能源资源剩余可采储量及采限期
资料来源: 世界能源统计, 2002 年 6 月。

(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 年)。

(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%（见表 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。

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 m^3 ，其中探明储量 2.06 万亿 m^3 。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 m^3 ，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。

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 m^3)	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 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。

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, 年发电量 40TWh, 2002 年开始的第 4 次全国水能资源复核普查结果, 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。

2002 年核电站装机容量 447 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, 现有探明储量要满足按其运行 30 年, 则需要经过努力弥补缺口。

二、中国常规一次能源消费

近几年, 中国常规一次能源消费总量及构成见表 1-11。

表 1-11 中国近几年能源消费总量及构成

年 份	能源消费总量 (万 t 标准煤)	占能源消费总量的比重 (%)			
		煤 炭	石 油	天然气	水 电
1990 年	98703	76.19	16.62	2.05	5.14
1991 年	103783	76.10	17.10	2.00	4.80
1992 年	109170	75.70	17.50	1.90	4.90
1993 年	115993	74.70	18.20	1.90	5.20
1994 年	122737	75.00	17.40	1.90	5.70
1995 年	131176	74.60	17.50	1.80	6.10
1996 年	138948	74.70	18.00	1.80	5.50
1997 年	138173	71.50	20.40	1.80	6.30
1998 年	132214	69.60	21.50	2.20	6.70
1999 年	130119	68.00	23.20	2.20	6.60
2000 年	130297	66.10	24.60	2.50	6.80
2001 年	134914	65.30	24.30	2.70	7.70
2002 年	148000	66.10	23.40	2.70	7.80

注 资料来源: 国家统计局, 《中国统计年鉴 2003》。

三、中国常规一次能源资源评价

中国常规一次能源 (包括煤、油、气和水能) 资源, 从总体来说, 储量丰富, 分布广泛, 质量较好, 勘探开发条件较优, 是执行“立足国内, 走向世界”能源可持续发展战略的重要物质基础保证。中国已探明能源资源总量约有 8231 亿 t 标准煤, 占世界同类资源总量的 2.5%, 按 2000 年能源产量计算的能源资源保证程度超过 760 年。同时, 还有核能、太阳能、风能、地热能、潮汐能、波浪能以及生物质能等新能源和可再生能源可供开发利用。因此, 从能源资源总量来评价, 中国可以称得上世界上能源资源丰富的国家之一。但是, 从能源品种、地区分布以及人口等因素分析, 中国能源资源的勘探和开发利用存在着几个先天的矛盾或问题, 需要采取有效战略及措施加以妥善解决。

1. 人均能源资源占有量低, 剩余可采储量保证年限低, 能源节约是长期的任务

中国是一个能源资源大国, 更是一个人口大国。中国能源资源总量列于世界前列, 水能资源居世界第一, 煤炭资源可采储量居世界第三。但是, 按人口平均的能源资源占有量分析, 中国 2000 年人均煤炭可采储量 90t, 人均石油剩余可采储量 3t, 人均天然气剩余可采储量 1080m³。剩余可采储量期限煤炭仅为 114 年, 石油 20 年, 天然气 49 年, 节约能源势在必行。

2. 能源资源结构以煤为主, 应多途径优化能源消费结构

中国常规能源资源以煤炭为主的结构, 决定了能源生产结构、能源消费结构以及电源结构以煤炭为主的特点。煤炭是中国能源的支柱, 但煤炭与其他能源相比, 效率低, 污染大。因此, 煤炭的清洁利用必须引起高度重视, 这是提高中国能源效率, 优化能源结构的根本出路。

为了解决环境保护问题, 从能源资源开发来分析, 中国调整和优化能源消费结构的途径就是适当增加清洁能源如油、气和水能的比例。水能是可再生的清洁能源, 中国能源资源中水能是仅次于煤炭的第二能源, 水能在能源剩余可采储量中的比例高达 36.5%, 2000 年经济可开发水能资源的利用程度仅 17.6%, 远远低于水能资源丰富的发达国家水平。因此, 中国水能资源的进一步勘察与开发应放在优先位置。

从石油地质储量来分析, 中国油气资源的探明程度尚低, 勘探及开发潜力很大。但是, 从能源整体发展来看, 中国油气资源在能源总资源结构中所占比例很低 (石油 3.5%, 天然气 1.3%), 过度开采油气资源将会影响经济社会的可持续发展。当前, 中国能源生产结构中石油的比例 (21.4%) 远远高于能源资源结构中石油的比例 3.5%, 增加国内石油生产和供应的潜力是有限的。与石油相比, 天然气资源的探明程度尚低, 勘探及开发潜力较大。

中国可再生能源资源也是很丰富的, 应该把开发利用新能源和可再生能源列为能源可持续发展战略的重要组成部分, 这对环境保护和优化能源结构将有积极和深远的意义。

3. 能源资源地区分布不平衡, 要妥善解决能源长距离输送问题

中国能源资源总体的地区分布是北多南少、西富东贫, 能源品种的地区分布是北煤、南水和西油气。而中国经济发达、能源需求量大的地区是东部和东南沿海地区。能源资源分布和经济布局的矛盾, 决定了中国能源的流向是由西向东和由北向南, “北煤南运”等能源大量输送的格局是不可避免的。研究制订和贯彻落实能源运输战略, 是实施中国能源可持续发展战略的重要组成部分。当前, 要把“西电东送”和“西气东输”等工程抓紧抓好, 保质保量按时完成。

第三节 中国电力生产、消费及差距

一、电力生产状况

如表 1-12 所示, 2002 年发电装机容量达 35657 万 kWh, 发电量 16542 亿 kWh, 1997 年结束了自 20 世纪 70 年代以来长达 25 年缺电局面, 发电量和装机容量跃居世界第二位, 2002 年发电用能源在一次能源消费中比重达 43.56%, 电能在终端能源消费中的比重达 12.89%, 电煤消费在煤炭产量的比重达 51.47%, 见表 1-13。

表 1-12 中国发电装机及发电量增长情况 (1980~2002 年)

年 份	发电装机容量 (万 kW)				发电量 (亿 kWh)			
	总 计	水 电	火 电	核 电	总 计	水 电	火 电	核 电
1980 年	65869	20320	45550	—	3006	582	2424	—
1985 年	8705.3	2641.0	6064.0	—	4107	924	3183	—
1990 年	13789.0	3604.5	10184.5	—	6213	1264	4950	—
1995 年	21722.4	5218.4	16294.0	210	10069	1868	8073	128
1996 年	23654.2	5557.8	17886.4	210	10794	1869	8781	143
1997 年	25423.8	5973.0	19240.8	210	11342	1946	9249	144
1998 年	27728.9	6506.5	21012.4	210	11577	2043	9388	141
1999 年	29876.8	7297.1	22343.4	210	12331	2129	10047	148
2000 年	31932.1	7935.2	23754.0	210	13685	2431	11079	167
2001 年	33849	8301	25314	210	14839	2611	12054	167
2002 年	35657	8607	26555	447	16542	2764	13522	264

注 表中数字不含香港、澳门特区及台湾省。