

节能



能效管理

JIENENG YU NENGXIAOGUANLI

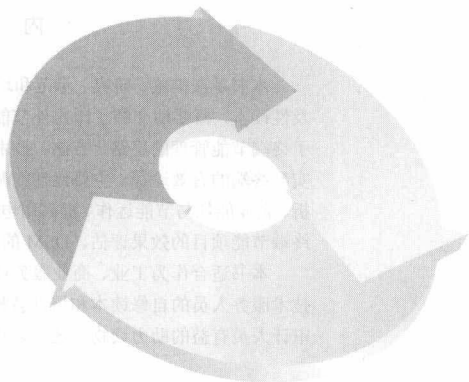
杨志荣 著



中国电力出版社
www.cepp.com.cn

要 點 特 點

节能



与

能效管理

JIE NENG YU NENG XIAO GUAN LI

杨志荣 著

中国电力出版社



中国电力出版社
www.cepp.com.cn

内 容 提 要

本书是在借鉴、研究、示范和培训基础上形成的节能管理技术知识方面的普及性读本,概要地介绍了国内外节能管理运作的成功经验和典型案例,重点讨论了终端节能管理的思路、方法、技术和手段,探讨了在市场转型过程中将节能落实到终端的有效途径。主要包括能源与节能的基本概念、技术方案的成本效益分析、企业能耗与节能运作、提高用电设备的运用效率、提高热力设备的运用效率、终端节能项目的效果评估、DSM的节电运作机制、政府的市场导入等内容。

本书适合作为工业、商业服务业、公用事业等终端用能单位管理人员和节能技术服务人员的自修读本和培训教材,它也是从事节能减排相关政务人员和能源审计人员有益的助力读物,还可以作为高等院校相关专业的参考书。

图书在版编目(CIP)数据

节能与能效管理/杨志荣著. —北京:中国电力出版社,
2009

ISBN 978-7-5083-9160-1

I. 节… II. 杨… III. 节能—普及读物 IV. TK01-49

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2009) 第 122832 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>)

北京市同江印刷厂印刷

各地新华书店经售

*

2009 年 9 月第一版 2009 年 9 月北京第一次印刷

710 毫米×980 毫米 16 开本 20.5 印张 360 千字

印数 0001—3000 册 定价 50.00 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



能源是人类赖以生存的物质基础，是社会不断发展的动力。建立在大量消费能源基础上的现代社会，合理有效地利用能源资源，开展持续的节能活动，支持经济、能源、环境的协调发展，既要提高当代的生活质量，又不剥夺后代健康发展的机会，从而使人们在可持续的发展道路上分享日益增长的物质与精神文明。

能源问题举世瞩目，节能减排全球关注，需要全国的共同协力。中国政府审时度势，顺应时代潮流，将节能纳入国策。国家颁布了有关法律，政府制定了相关法规，陆续出台了若干支持节能减排的推动政策，开展了大规模的社会动员，积极响应国际社会应对气候变化的一致行动，为节能减排和净化生态环境拓展了新的前景。

节能减排重在付诸行动，贵在坚持。节约使用能源是亿万人参与的公益性社会行动，需要聚沙成塔和汇流成川，需要日积月累地做出长期不懈的努力，决不是轻而易举一蹴而就的事。树立正确的节能理念，培育求实的节能意识，是推动节能最积极的内在动力。构建由政府主导，以市场为导向，社会普遍关注，公众便于接受的运作机制是将节能落实到终端的关键。

用户是节能减排的主体，节能的最大潜力在终端。挖掘节能资源要通过有效的管理来实现，它需要法制、体制、机制和政策的支持，提高节能减排的运作能力，做好终端的能源服务，为用户投资能效创造一个有利的实施环境。

节能资源是寄寓于效率中的无形资源，它的发掘是在用能过程中实现的。节能和用能同时完成的“过程”特性，使节能资源没有储存价值，既不能事先提取，也不能事后备用。节能资源的时间价值在于：早开发早受益，多开发多受益，不开发不受益。节能要着眼当前尽快开发，立足长远持续运作。

《节能与能效管理》是在借鉴、研究、示范、培训基础上形成的节能管理技术知识方面的普及性读本，概要地介绍了国内外节能管理运作的成功经验和典型案例，重点讨论了终端节能管理的思路、方法、技术和手段，探讨了在市场转型过程中将节能落实到终端的有效途径。作者注意到了我国所处的时代环境，力图使知识性、实用性、普及性、时效性融为一体，以读者易于理解的方式去构造本书的系统。适合作为工业、商业服务业、公用事业等终端用能单位管理人员和节能技术服务人员的自修读本和培训教材，它也是从事节能减排相

关政务人员和能源审计人员有益的助力读物，还可以作为高等院校相关专业的参考书。期望它能在丰富节能知识、增长节能才干、多做节能奉献方面交友更多的朋友。

国家发展和改革委员会能源研究所所长 韩文科

2009年4月 北京



前言

第一章 能源与节能的基础知识	1
第一节 能源的基本概念.....	1
第二节 节能的基本概念.....	12
第三节 能量与能源的换算.....	21
第二章 技术方案的成本效益分析	26
第一节 货币的时间价值.....	27
第二节 技术方案的比较方法.....	35
第三章 企业能耗与节能运作	53
第一节 燃料的种类与热值.....	53
第二节 当量热值与等价热值.....	61
第三节 企业能耗的基本类型.....	65
第四节 企业能耗的计算方法.....	70
第五节 企业能耗的节能计算.....	79
第六节 企业节能管理的运作机制.....	86
第四章 提高用电设备的运用效率	95
第一节 提高电光源的照明效率.....	96
第二节 提高电力拖动的系统效率.....	111
第三节 提高变压器的配电效率.....	135
第四节 提高用电的功率因数.....	139
第五章 提高热力设备的运用效率	155
第一节 蒸汽的梯级利用.....	155
第二节 余热的回收利用.....	169
第三节 发展省能工艺.....	179
第六章 终端节能项目的效果评估	187
第一节 节能项目的成本效益.....	187
第二节 节能项目效果评估的程序和步骤	
——中国绿色照明工程 DSM 示范项目评估案例	200
第三节 节能规划量化方案的编制与评估	

——国家“十一五”《绿色照明工程》节电规划案例	218
第七章 DSM 的节电运作机制	228
第一节 DSM 的基本概念	228
第二节 DSM 的运作模式	240
第三节 DSM 的成本效益分析	248
第四节 DSM 的应用与进展	253
第五节 DSM 项目的节电运作	
——中国绿色照明工程 DSM 示范项目的运作案例	259
第八章 政府的市场导入	273
第一节 节能管理的沿革	273
第二节 能源节约不排斥能源开发	275
第三节 节能的社会动员	276
附录 复利数表的折算系数	280
主要参考文献	317

能源与节能的基础知识

第一节 能源的基本概念

一、什么是能源

在自然界赋存着多种多样的资源,其中有些资源能够提供某种形式的能量,如热能、电能、机械能、光能、声能、磁能等,这些可以提供能量的资源称之为能源。简而言之,能量的来源就叫能源。

现在人们所利用的能源,按其来源大致可分为三类。第一类是来自太阳的能量,除直接的太阳辐射能之外,煤炭、石油、天然气等可燃矿物燃料具有的热能、生物质能、水能、风能、某些海洋能等都是间接地来自太阳能。第二类是来自地球本体的能量:一种是以热能形式储藏于地球壳体内部的地热能,如地下热水、地下蒸汽、干热岩体;另一种是地球埋藏的铀、钍等核燃料的核能,即原子能。第三类是月球和太阳等天体与地球之间引力产生的能量,如潮汐能就是以月球引力为主产生的一种海洋能。

从开发利用角度,通常将能源分类为:一次能源与二次能源,常规能源与新能源,可再生能源与非可再生能源,商品能源与非商品能源(见图 1-1)。

1. 一次能源与二次能源

一次能源是从自然界直接取得,并不改变其基本形态和品位的能源,如煤炭、石油、天然气、核燃料、水力、风能、太阳能、生物质能、地热能、海洋能、天然气水合物(可燃冰)等。目前,世界各国的能源总产量和总消费量一般均指一次能源而言,通常仅包括煤炭、石油、天然气、水能和核能五大主力能源。

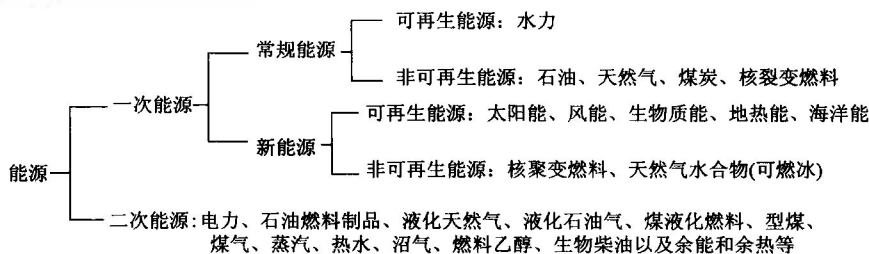


图 1-1 能源分类示意图

二次能源是指一次能源经过加工或转换成另一种形态和品位的能源，主要包括电力、蒸汽、热水、汽油、煤油、柴油、燃料油、焦炭、煤气、液化天然气、液化石油气、燃料乙醇、生物柴油、沼气等，其中大多是提高了品位和便于利用的优质能源。在生产过程中排放的余热和余能，如高温烟气、可燃气体、高温蒸汽、高温热水以及排放的有压流体等也归属于二次能源。虽然余热和余能不是人们有意识进行能源转换的产物，但却是可进一步回收利用的能量来源。一次能源无论经过几次转换所得到的另一种能源，都称作二次能源。比如，电力是由煤炭、石油、天然气等一次能源转换来的，火电厂的煤、油、气在锅炉中释放的化学能先转换为蒸汽热力能，蒸汽再去推动汽轮机转换成机械能，汽轮机又带动发电机转换为电能，一共转换了三次，但不叫三次能源，仍把电力称为二次能源。各种形式能源之间的相互转换，扩大了能源的利用范围，提高了能源的利用价值。

2. 常规能源与新能源

当前被大规模开发和广泛利用的一次能源称为常规能源。如煤炭、石油、天然气、水力、核裂变燃料，世界能源消费几乎全靠这五大能源来供应，在今后相当长的时期内它们仍将担当世界能源供应的主力。

当前尚未被大规模利用，正在研发和推广的一次能源称为新能源。如太阳能、风能、生物质能、地热能、海洋能、核聚变燃料、可燃冰等，其中一些古老的能源将以现代技术加以开发和利用，是很有发展前景的能源。由于开发利用技术条件有限，规模开发难度较大，经济上缺乏竞争能力，目前仅占能源平衡的不大份额。

3. 可再生能源与非可再生能源

能够循环使用，不断得到补充的一次能源称为可再生能源。如水力、太阳能、风能、生物质能、地热能、海洋能等，它们可供人类长久往复利用，取之不尽、用之不竭，也很干净，常称之为洁净能源。当然，并不意味着可再生能

源的开发能力也是取之不尽和用之不竭的。

亿万年形成，短期内无法恢复的一次能源叫非可再生能源。如煤炭、石油、天然气、核燃料等，它们与消费速度相比是不可再生的，用一点就少一点，迟早总有枯竭之时。

4. 商品能源与非商品能源

作为商品主要通过市场渠道销售的能源叫做商品能源，在一次能源中主要指石油、天然气、煤炭、水电和核燃料（核电）。薪柴、秸秆、人畜粪便、农业废料等地方性一次能源属于非商品能源，在发展中国家的农村地区得到了广泛的利用。

20 世纪 80 年代以前，我国农村能源主要靠薪柴、秸秆和农业废料来供应，绝大部分农村还没用上电，煤炭和燃油消费也很少。近几年我国农村的能源消费仍有 1/3 靠非商品能源来供应，薪柴和秸秆的消费量在 3 亿吨标准煤的水平，其中 89%左右是生活消费。在世界国家能源统计中，通常不包括薪柴、秸秆和农业废料等非商品能源，只包括油、气、煤、水、核等商品能源。

5. 余能与余热

在能量利用中，供给能量恒等于有效能量与损失能量之和。在损失能量中可回收利用的能量称为余能，其中以热形式回收利用的能量称之为余热。在有效能量中仍可进一步回收加以重复利用的能量称之为重能或重热，如完成工序操作后的高温钢材、赤焦、物料等带出热的回收利用就属于重热，通常也把它归属于余能（见图 1-2）。

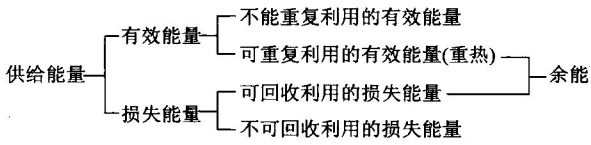


图 1-2 余能来源示意图

余能大体上可分为三大类：可燃性余能，载热性余能与有压性余能。可燃性余能是指可作为燃料利用的可燃物，包括排放的可燃气、可燃性废液、可燃性废料等。载热性余能通常称为余热，包括排气、产品、物料、废物、工质等带出的高温热，以及化学反应排出热等。有压性余能通常称为余压，是指具有力能的有压排气和有压排水等（见图 1-3）。

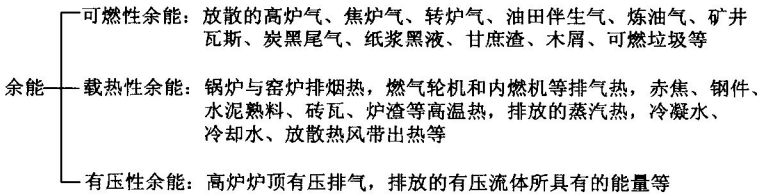


图 1-3 余能分类示意图

6. 标准煤

标准煤是由质量和热量组成的复合计量单位，以千克标准煤或吨标准煤来表示。标准煤是我国一次能源综合计算的统一计量单位。

国家标准规定：低位发热量等于 29.27MJ（或 7000kcal）的固体燃料称 1 千克标准煤（采用 20°C cal, $1\text{cal}_{20}=4.1816\text{J}$ ），在统计计算中可简写为千克标煤（kgce）或吨标煤（tce）。

由于能源的种类不同，计量单位也不一样，即或同一种能源其品位也各不相同，以单位质量和固定热值为基础的标准煤作为能源的统一计量单位，就为能源综合统计规范化奠定了基础。

我国能源消费以煤炭为主，标准煤在能源统计和能源管理中已沿用多年。一些以石油消费为主的国家，用千克标准油（kgoe）或吨标准油（toe）作为一次能源的统一计量单位。标准煤和标准油之间可相互折算，标准油折标煤系数为 1.429。

一次能源中的水电和核电，在没有特别说明的情况下，我国通常是按当年火力发电的平均煤耗计算的。

二、能源资源

能源资源是指能源在未被开发之前，处于自然赋存状态的资源。能源资源的多少一般用储量来表示，它是一个国家经济发展和能源安全的重要物质条件。

当前，世界能源消费主要来自石油、天然气、煤炭等可燃矿物燃料，它们既是一个多世纪以来能源供应的主力，也是未来相当长时期能源供应的主角。评价它们赋存状况的指标主要有：可采储量，储采比，人均储量。

1. 可采储量

可采储量是指自然界赋存的、经济上具有开采价值、利用现有技术可供预期开采的资源量，它在数值上等于探明储量与采收率之积。探明储量的多少和采收率的高低，与勘探技术水平、勘探范围深度、开采环境条件、经济发展水平等多种因素有关。20 世纪以来不断发现大的煤田、油田和气田，同时开采技术不断进步，探明可采储量也在不断增加，为全球经济的发展创造了条件。

统计年份的可采储量指的是该年末保有的可采储量，即剩余可采储量（见表 1-1）。

表 1-1 可燃矿物燃料可采储量和储采比表 (2005 年末)

煤 炭			石 油			天 然 气		
国别	储量 (亿 t)	储采比	国别	储量 (亿 t)	储采比	国别	储量 (万亿 m ³)	储采比
美国	2466.4	240	沙特阿拉伯	363	65.6	俄罗斯	47.82	80.0
中国	1892.7	86	伊朗	189	93.0	伊朗	26.74	>100
俄罗斯	1570.1	>500	伊拉克	155	>100	卡塔尔	25.78	>100
印度	924.5	217	科威特	140	>100	沙特阿拉伯	6.90	>100
澳大利亚	785.0	213	阿联酋	130	97.4	阿联酋	6.04	>100
南非	487.5	198	委内瑞拉	115	72.6	美国	5.45	10.4
乌克兰	341.5	436	俄罗斯	102	21.4	尼日利亚	5.23	>100
哈萨克斯坦	312.8	362	哈萨克斯坦	54	79.6	阿尔及利亚	4.58	52.2
波兰	140.0	88	利比亚	51	63.0	委内瑞拉	4.32	>100
巴西	101.1	>500	尼日利亚	48	38.1	伊拉克	3.17	>100
			美国	36	11.8	哈萨克斯坦	3.00	>100
			加拿大	23	14.8	土库曼斯坦	2.90	49.3
			中国	22	12.1	印度尼西亚	2.76	36.3
			卡塔尔	20	38.0	澳大利亚	2.52	67.9
						马来西亚	2.48	41.4
						挪威	2.41	28.3
						中国	2.35	47.0
			OPEC	1232	73.1			
世界	9090.6	155	世界	1636	40.6	世界	179.83	65.1

资料来源：王庆一编著，2006 能源数据，美国能源基金会印制。

注 OPEC (石油输出国组织) 成员国包括伊拉克、伊朗、科威特、沙特阿拉伯、委内瑞拉、阿尔及利亚、印尼、利比亚、尼日利亚、卡塔尔、阿拉伯联合酋长国 (阿联酋) 等，2008 年印尼退出 OPEC。

2. 储采比

储采比是指当年产量除以该年年末剩余可采储量所得之商，它表示以该年生产水平保有可采储量可供开采的年限，是衡量资源开采裕度的一个指标。储采比越高，开采寿期越长，开采裕度越大。

储采比与可采储量一样，也不是一个固定值，而是对应于统计年份的储采比 (见表 1-1)。

3. 人均储量

人均储量是指当年人口数除以该年年末剩余可采储量所得之商，又称人均占有量，它是衡量能源贫富程度的一个指标。一般地讲，一个国家的人均资源占有量越高，自给能力越强，对外依赖性越小，能源短缺风险也越少（见表 1-2）。

表 1-2 可燃矿物燃料人均储量国际对比表（2005 年）

项 目	中国	美国	欧盟	OECD	日本	世界
煤炭（t/人）	144	833	86	320	2.8	152
石油（t/人）	1.68	12.16	4.87	9.08	0.06	25.31
天然气（m ³ /人）	1797	18 412	5624	12 800	313	27 817

资料来源：王庆一编著，2006 能源数据，美国能源基金会印制。

注 1. 欧盟（欧洲联盟）成员国原有 25 个，它们是英国、法国、德国、意大利、奥地利、比利时、希腊、爱尔兰、卢森堡、荷兰、葡萄牙、西班牙、瑞典、芬兰、丹麦、捷克、斯洛伐克、匈牙利、波兰、立陶宛、拉脱维亚、爱沙尼亚、马耳他、塞浦路斯、斯洛文尼亚等 25 个国家。2007 年 1 月罗马尼亚和保加利亚加入欧盟，共 27 个国家。

2. OECD（经济合作与发展组织）成员国，除欧盟外，还有美国、加拿大、墨西哥、日本、韩国、澳大利亚、新西兰等。

我国拥有 13 亿人口，占世界人口的 1/5 以上，是一个发展中的大国，经济的持续增长和生活条件的不断改善，需要有强大的能源资源做后盾。

从资源角度观察，我国的能源资源虽然不贫乏，但也并不富裕。一是可采储量占世界可采储量的份额不高，特别是石油和天然气不多，给优化能源结构带来很大困难。如煤炭占世界可采储量的 20.8%，石油仅占世界可采储量的 1.35%，天然气也仅占世界可采储量的 1.3%。二是储采比不高，可采年限比较短，资源的后备能力薄弱，不适应超产多供的调节要求。如煤炭世界平均可采年限为 155 年，我国的可采年限只有 86 年；石油世界平均可采年限为 41 年，我国只有 12 年；天然气世界平均可采年限为 65 年，我国只有 47 年。三是人均储量低，人均资源占有量太少，能源自我支持能力受到限制。如我国煤炭的可采储量虽然居世界第 2 位，但人均占有量是 144t，只接近于 152t 的世界平均水平；石油人均占有量我国只有 1.68t，仅相当于世界平均水平 25.31t 的 7%；天然气人均占有量我国只有 1797m³，仅相当于世界平均水平 27 817m³ 的 6%。

因此，要珍惜资源、保护资源、发掘资源，合理有效地利用能源，才能缓解日益增长的资源压力和减轻资源开发的社会负担。

三、能源消费

人类从事能源开发旨在消费，从而获取热力、动力、声、光、磁等能源服务，以支持社会的持续发展。生产能力的提高和基本建设规模的扩大，有赖于



增强燃料动力的供应能力；人民生活条件的不断改善，家庭要添置各式各样的用能设备，要消耗更多的电力、燃气和燃油；人们往来交际的扩大，公用公益事业的发展，需要提供更多的能源。历史发展实践证明：能源是促进人类社会日趋进步的动力，尤其是发展中国家不断提高能源消费的质量和水平，才能享有更高的物质文明与精神文明。

在能源消费分析中常用的指标有：能源消费结构、人均能耗、人均电耗、石油依存度等。

1. 能源消费结构

能源消费结构是指能源消费在品种、数量和质量等方面的组分构成，在国家能源消费结构中通常只包括煤炭、石油、天然气、水电、核电五大常规能源。世界能源消费结构以油气为主，我国以煤炭为主（见表 1-3）。

表 1-3 世界一次能源消费量与消费结构表（2005 年）

国别	一次能源消费 (百万吨标准煤)	消费结构 (%)				
		石油	天然气	煤炭	核电	水电
美国	3338.0	40.4	24.4	24.6	8.0	2.6
中国	2220.0	21.1	2.7	69.6	0.8	5.8
俄罗斯	970.9	19.7	53.6	16.4	5.0	5.8
日本	749.4	46.6	13.9	23.1	12.6	3.8
印度	553.3	29.9	8.5	55.0	1.0	5.6
德国	462.9	37.5	23.9	25.3	11.4	1.9
加拿大	453.6	31.6	25.9	10.2	6.6	25.7
法国	374.4	35.5	15.4	5.1	39.1	4.9
英国	324.7	36.6	37.4	17.2	8.1	0.7
韩国	320.9	47.0	13.3	24.4	14.8	0.5
巴西	277.9	43.0	9.4	6.9	1.1	39.6
意大利	262.7	46.9	38.7	9.2	—	5.2
伊朗	231.4	48.4	49.2	0.7	—	1.7
沙特阿拉伯	214.0	58.2	41.8	—	—	—
西班牙	210.6	53.5	19.7	14.5	8.8	3.5
欧盟	2450.1	40.8	24.8	17.4	12.9	4.1
OECD	7917.7	41.0	23.0	21.1	9.6	5.3
世界	15 053.0	36.4	23.5	27.8	6.0	6.3

资料来源：王庆一编著，2006 能源数据，美国能源基金会印制。

可燃矿物燃料是世界能源消费的主力，占能源消费的 88%，其中油、气优质燃料占 60%。我国的能源消费以煤炭为主，占能源消费的 70%，这是与世界能源消费结构的最大差别，给优化能源消费结构带来了更大的难度。

2. 人均能耗

人均能耗是指每人每年一次能源的平均消费量，是衡量一个国家经济发展水平的主要指标，它等于当年人口数除以该年消耗的能源量。

历史经验证明：发达国家的人均能耗都高于世界平均水平，并一直维持在较高的水平上（见表 1-4）。

表 1-4 人均能耗与人均电耗国际对比表（2005 年）

项 目	中国	美国	欧盟	OECD	日本	世界
人均能耗 (kgce/人)	1698	11 277	5361	6779	5855	2328
人均电耗 (kW · h/人)	1892	14 321	6987	8895	8859	2813

资料来源：王庆一编著，2006 能源数据，美国能源基金会印制。

3. 人均电耗

人均电耗是指每人每年平均消费的电量，是衡量一个国家现代化程度的主要指标，它等于当年人口数除以该年消耗的电量。消耗的电量可以用发电量表示，也可以由用电量表示，在国家间比较中通常采用发电量。严格地说，应该是发电量加上净购入量或减去净外销量。

历史经验证明：发达国家的人均电耗都高于世界平均水平，并一直维持在较高的水平上（见表 1-4）。

4. 石油依存度

石油依存度是指一个国家的石油净进口量占石油消费量的百分数，净进口量中包括原油、成品油和液化石油气等，它表示石油消费对世界石油市场的依赖程度。

石油依存度的高低与国家的石油资源、能源结构、发展水平、环境条件等多种因素有关。美国、欧盟、OECD、日本等都是石油和天然气消费为主的国家。石油依存度都比较高，2005 年美国的石油依存度在 65% 左右，日本的石油几乎全依赖进口。

1993 年我国由石油净出口国转为净进口国，1996 年原油也由净出口国转为净进口国，2005 年石油依存度接近 44%。

为抵御石油市场风险，不少国家除加强石油储备能力外，积极寻求后续能源，研发替代能源，开展务实的能源外交。



从全球角度观察,世界在发展,人口在增加,要求能源消费有相适应的增长。尤其是人口众多、经济基础薄弱、生活水平不高、正在谋求兴盛的发展中国家,经济增长对能源有更强的依赖,这一历史规律在短期内不会逆转。

半个多世纪以来,无论是发达国家还是发展中国家的人均能耗和人均电耗都在不断增长,而且发达国家一直居高不下,远远超过世界平均水平。2005 年我国人均能耗是 1698kgce, 只占世界平均水平 2328kgce 的 73%, 相当于 OECD6779kgce 的 25%, 日本 5855kgce 的 29%, 美国 11277kgce 的 15%。2005 年我国人均电耗是 1892kW·h, 只有世界平均水平 2813kW·h 的 67%, 相当于 OECD8895kW·h 的 21%, 日本 8859kW·h 的 21%, 美国 14 321kW·h 的 13%。

我国正处在大发展的历史时期,人均能耗和人均电耗需要有相适应的增长,才能实现初步现代化的发展目标。要在比发达国家低得多的人均能耗和人均电耗的条件下达到社会发展的预期目标,只有在满足能源服务的同时大力发展省能型经济,在提高能源利用效率和效益的基础上提高能源和电力的消费水平,才能减少经济增长对能源的依赖程度。

四、能源环境

人类的生存和社会的发展需要相适应的自然环境,一旦环境质量遭到严重破坏,就会危害人类的健康、威胁人类的生存、动摇发展的基础、丧失持续发展的能力、贻害子孙后代。能源是社会发展的物质基础,能源为人类社会创造了现代物质文明与精神文明,同时在能源开发利用过程中产生的负面效应引起了人们越来越多的忧虑和警惕,特别是可燃矿物燃料燃烧后的排放物对环境的污染正在严重地威胁地球的健康和支持地球生命的生态系统。

当前,人们最为关注的是能源利用排放物对大气的污染,其负面效应影响范围广泛,且控制难度也相当大。大气污染排放物主要包括二氧化碳(CO₂)、可吸入颗粒物(MP10)、二氧化硫(SO₂)等。

1. 二氧化碳

二氧化碳、甲烷、氮氧化物、氟里昂、臭氧等是温室气体的主要成分,其中 CO₂ 是对温室效应影响最大的温室气体,它对温室效应的“贡献”占 50% 以上,大气中的 CO₂ 有 70% 以上是可燃矿物燃料燃烧后排放的。自然形成的温室效应为生态系统提供了适宜的气温条件,当大气中的 CO₂ 的积聚浓度超过了森林等吸收和稀释 CO₂ 的自净能力,就会使环境平均温度不断上升。将导致冰极融化,海平面上升,一些海上岛屿和沿海城镇有被淹没的危险;土地沙化面积不断扩大,水灾、旱灾、风灾、雹灾、海啸等发生频率增加,虫灾、瘟疫也将不断蔓延;加速了与人类共存物种的灭绝速度,降低了人类适应大气环

境的能力。

地球气候正经历一个以全球变暖为主要特征的显著变化，已经突显的负面效应所带来的严重后果和付出的代价是一个不争的事实，煤、油、气等可燃矿物燃料燃烧后排出的 CO_2 是导致气候变暖的元凶。要保持人类赖以生存的大气环境质量，首先就是减少能源利用中 CO_2 的排放量。

温室效应是关系到全球的一件大事，减少 CO_2 等温室气体的排放是各国的共同义务。根据 1992 年在巴西“联合国环境发展大会”上签署的“联合国气候变化框架公约”，1997 年在日本第 3 次缔约国大会上通过了《京都议定书》的行动计划，它是法律约束的、旨在抑制全球气候变暖的国际公约，目的是期望全球采取协调一致的步骤，避免一场可怕的生态浩劫。目标是 2008~2012 年间工业化国家以 CO_2 为主的温室气体排放总量在 1990 年的基础上平均减少 5.2%，其中欧盟削减 8%、美国削减 7%、日本削减 6%、加拿大削减 6%、俄罗斯维持 1990 年的排放水平，允许澳大利亚、挪威、冰岛等增加一定数量的排放。已有占全球温室气体排放量 55% 以上的包括中国、俄罗斯、欧盟、日本等 100 多个国家批准了《京都议定书》已于 2005 年 2 月 6 日正在生效。2007 年 12 月在印尼巴厘岛召开的“联合国气候变化大会”，把全球节能减排的紧迫性推向了新的高度。 CO_2 是全球性的大气污染源，需要各国协调一致的付诸行动，是一个步履艰辛的历程。

2. 可吸入颗粒物

大气中的烟尘污染物中含有多种有害成分的固体粉末、液体微滴、冷凝雾气等颗粒物，是一种区域性的大气污染源。基于对人体健康的损害程度，按粒径大小分为总悬浮颗粒物（TSP）、可吸入颗粒物和可入肺颗粒物三种。粒径等于或小于 $100\mu\text{m}$ （微米）的称作总悬浮颗粒物或简称 PM 100，粒径等于或小于 $10\mu\text{m}$ 的称可吸入颗粒物或简称 PM 10，粒径等于或小于 $2.5\mu\text{m}$ 的称为可入肺颗粒物或简称 PM 2.5。粒径大于 $10\mu\text{m}$ 的称为降尘，它在大气中停留和积蓄的时间不长，可以以天计算；粒径等于或小于 $10\mu\text{m}$ 的称为飘尘，可吸入颗粒物这种飘尘在大气中停留和积蓄的时间较长，几年甚至几十年，它的飘移距离远，波及范围大，能见度也低，有害物质含量高，对动植物成长的影响更大。

粒径大于 $10\mu\text{m}$ 以上的颗粒物大都被阻断在鼻腔和咽喉的上呼吸道上，粒径小于 $10\mu\text{m}$ 以下的颗粒物能穿透咽喉进入下呼吸道。粒径小于 $2.5\mu\text{m}$ 以下的颗粒物会进入并沉淀在肺泡深处，含有更多的有害物质，会更严重地危害呼吸系统。

可燃矿物燃料燃烧后排向大气烟尘中的颗粒物含有多种对人体有害的金属