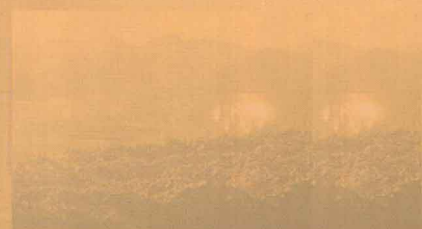




全国电力职业教育规划教材
职业教育电力技术类专业培训用书

电力用煤

林永华 主编



中国电力出版社
CHINA ELECTRIC POWER PRESS



全国电力职业教育规划教材
职业教育电力技术类专业培训用书

电力用煤

主编 林永华

编写 穆顺勇 刘邦利

主审 李春艳



中国电力出版社
CHINA ELECTRIC POWER PRESS

内 容 提 要

本书为全国电力职业教育规划教材。全书共分八章，主要内容包括电力用煤基础知识、煤样采制、煤的工业分析、煤的元素分析、煤的发热量测定、煤的特性指标测定、煤质检测的质量控制、电厂燃料管理基础，每章后面附有小结与思考题。本书着重阐述了煤质检测中常见技术问题的解决方法与途径，阐述了煤质特性对电厂安全经济运行的影响。

本书可作为高职高专院校相关专业学生的教学用书，也可作为电力企业相关人员的培训或工作参考用书。

图书在版编目 (CIP) 数据

电力用煤/林永华主编. —北京：中国电力出版社，2011.6

全国电力职业教育规划教材

ISBN 978 - 7 - 5123 - 1802 - 1

I. ①电… II. ①林… III. ①电厂燃料系统—煤—职业教育—教材
IV. ①TM621.2

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2011) 第 120267 号

中国电力出版社出版、发行

(北京市东城区北京站西街 19 号 100005 <http://www.cepp.sgcc.com.cn>)

北京市同江印刷厂印刷

各地新华书店经售

*

2011 年 8 月第一版 2011 年 8 月北京第一次印刷

787 毫米×1092 毫米 16 开本 10 印张 239 千字

定价 18.00 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

本书为全国电力职业教育规划教材。电力用煤是电厂化学专业主干课程之一。通过本课程的学习,使学生掌握电力用煤的基本概念、煤质分析的基本方法,增强学生实践技能,培养合格的电力煤质分析人员。本书注重理论联系实际,反映电力系统中多年来在电力用煤检测技术方面的成果及在生产应用方面的经验,内容具有较强的针对性。本书不同于煤质检验规程,不去重复具体的操作步骤,而是侧重对各种检测技术的阐述,书中既论述标准检测方法,又将若干具有实用性及国外先进的采制化方法与技术介绍给读者。本书结合电厂实际,对煤质特性与电力生产的关系进行了深入分析。

全书共分八章,其中绪论、第一章、第三章、第四章由哈尔滨电力职业技术学院林永华编写,第二章、第八章由西安电力高等专科学校穆顺勇编写,第五章、第六章、第七章由哈尔滨电力职业技术学院刘邦利编写。全书由林永华统稿,吉林电力科学研究院李春艳主审。

由于编者水平所限,书中不当之处在所难免,敬请专家及读者指正。

编 者

2010年12月

目 录

前言	
绪论	1
第一章 电力用煤基础知识	6
第一节 概述	6
第二节 煤的化学成分及特性	13
第三节 煤的基准及应用	18
小结	22
思考题	22
第二章 煤样采制	24
第一节 概述	24
第二节 采样	27
第三节 制样	46
小结	49
思考题	49
第三章 煤的工业分析	50
第一节 概述	50
第二节 煤中水分的测定	52
第三节 煤中灰分的测定	55
第四节 煤中挥发分的测定	56
小结	59
思考题	59
第四章 煤的元素分析	61
第一节 概述	61
第二节 煤中碳和氢元素的测定	62
第三节 煤中氮元素的测定	69
第四节 煤中硫元素的测定	72
第五节 煤中氧元素含量的计算	79
小结	80
思考题	80
第五章 煤的发热量测定	82
第一节 概述	82
第二节 发热量的测定装置	84
第三节 发热量的测定	90
第四节 新型自动热量计的使用	102

小结.....	103
思考题.....	103
第六章 煤的特性指标测定.....	104
第一节 密度的测定.....	104
第二节 煤粉细度的测定.....	107
第三节 可磨性的测定.....	109
第四节 磨损性的测定.....	112
第五节 灰渣可燃物的测定.....	115
第六节 煤灰熔融性测定.....	116
第七节 煤灰成分测定与应用.....	119
小结.....	125
思考题.....	125
第七章 煤质检测的质量控制.....	126
第一节 概述.....	126
第二节 煤质检测结果的质量控制.....	130
第三节 检测数据的处理.....	134
小结.....	138
思考题.....	138
第八章 电厂燃料管理基础.....	139
第一节 煤的计划管理.....	139
第二节 煤的验收.....	142
第三节 煤的贮存管理.....	145
第四节 煤种混配与掺烧.....	148
小结.....	150
思考题.....	150
参考文献.....	152

绪 论

煤炭是我国的主要一次能源，过去我国的一次能源消费中煤炭占绝大部分比重，20 世纪五六十年代占 90% 左右，70 年代占 80% 左右，八九十年代占 70% 左右，到 2000 年，煤炭比重仍占 65%。

中国电力工业已成为我国煤炭的最大用户，由于我国的能源结构以煤为主，因此我国的电力工业是以燃煤火电为主的。我国的能源发展战略研究认为，中国电力工业的结构应当多元化，利用多种能源资源；但限于条件，中国即使积极发展水电，适度发展核电，积极发展新能源和可再生能源用于发电，预计到 2050 年燃煤电厂仍然要占 50% 左右。

煤炭是火力发电厂生产过程中的主要原料，煤炭费用目前已占火力发电厂发电成本的 70% 以上，煤炭质量优劣直接影响电厂的安全经济运行。因此，加强燃料质量管理、掌握电力用煤特性及检测技术不仅是电厂生产管理的要求，还是电厂获得经营利润的基础。

一、煤炭在电力生产中的应用

现代大、中型电厂锅炉一般均燃用煤粉，原煤经清除金属等杂物后由碎煤机破碎，经磨煤机磨制成煤粉，由空气输送经燃烧器进入炉膛燃烧。因此，电力用煤必须满足电厂安全经济运行的要求，同时，为充分利用能源资源，某些劣质煤及油母页岩等均可作为发电燃料。

根据电力生产的特点，对电力用煤的煤质要求主要体现在挥发分、发热量、灰分、水分、含硫量及灰熔融性等方面；另外，也体现在煤的可磨性、煤灰成分、煤的粒度等方面。煤质特性的每一项指标都要达到较理想的要求，实际上是很难实现的，因此应对电力用煤的各项指标加以综合分析，选用能够较好满足电力生产所需的燃料。

现将电力生产对煤质的要求概述如下：

(1) 水分。它是电力用煤的一项重要指标。水是煤中不可燃成分，煤中水分含量越高，势必使运输量及经济负担增大，发热量降低，锅炉烟气量增加，由烟气带走的热量也越多，因此加大了排烟热损失及排风机的能耗。

煤的水分随煤种、采煤方法、加工工艺及外界环境条件而异。褐煤水分含量高，烟煤次之，无烟煤最低。电厂用煤以水分含量较低为好，但水分过少也有弊端，易造成煤粉飞扬而污染环境。煤中含有适量水分对燃烧有利，火焰中含有水汽对煤粉的悬浮燃烧能起到催化作用。

综上所述，电力用煤的水分宜控制在 5%~8%，如煤的外在水分超过 8%~10%，就可能导致输煤、给煤系统运行障碍。

(2) 挥发分。电力用煤挥发分的高低会影响锅炉的稳定燃烧与制粉系统的安全运行。煤的挥发分过高，易在制粉系统中局部积粉，会使温度升高，甚至达到自燃；煤粉燃烧，可使压力普遍升高，从而有可能导致制粉系统的破坏并使火焰外喷；在敞开的空间，煤粉与空气的混合物容易引起粉尘爆炸。

煤的挥发分与着火温度之间有一定的相关性。一般说来，煤的着火性能随挥发分增高而增强，高挥发分烟煤及褐煤容易着火；低挥发分、高灰分的劣质无烟煤及贫煤难着火，容易造成锅炉燃烧不良，甚至灭火。

一般说来,当干燥无灰基挥发分小于10%时,煤粉不会发生爆炸,运行时也不会有危险;当挥发分大于25%时,则危险较大。挥发分越大,则危险性越大,因此,贫煤及低挥发分烟煤较适合作为发电用煤。

(3) 灰分与发热量。它们是衡量电力用煤的最重要特性指标,也是煤炭计价的主要依据。

煤中灰分与发热量之间具有较好的相关性。灰分越高,意味着煤中可燃成分减少,发热量降低,燃烧温度下降,燃烧稳定性减弱,锅炉效率降低。此外,煤中灰分高,锅炉受热面的沾污、磨损加剧。炉膛受热面的沾污常常引起锅炉结渣及过热器超温而威胁运行,同时,对除尘设备的性能、烟囱的高度都有较高要求,增大了基建投资及运行费用。

另外,电厂要解决大量粉煤灰的输送、贮存问题。在土地短缺的情况下,贮灰场地不易解决。全国火力发电厂年排粉煤灰量近亿吨,而目前灰的利用率约为40%,因此贮灰场地不可缺少。以一个容量为600MW的电厂为例,燃烧灰分为26.5%的煤,容积达1000万 m^3 的贮灰场地也仅够存灰20年。此外,电厂排出的灰,通常要通过输灰管道借助水力送往贮灰场,从电厂到贮灰场要几千米至数十千米,凭借水力输灰,即使采用高浓度的灰浆泵排灰,灰水比也得1:4左右;如用普通灰浆泵排灰,其灰水比则高达1:15左右。随着冲灰水的外排,又会遇到灰水pH值及含氟量可能超标的问题,同时在排灰过程中还会产生冲灰管道结垢及磨损等问题。

电力用煤要求灰分不能太高,发热量不能太低。电厂应燃用与锅炉设计指标接近的煤种,或通过混配接近锅炉设计指标。

对燃煤灰分及发热量的要求随锅炉设计参数不同而有所差异。对一般煤粉锅炉,使用贫煤或其他低挥发分烟煤时,灰分要求在20%~30%,不得超过40%;收到基低位发热量在19 000~23 000J/g,最低不小于16 700J/g,至于锅炉设计时就考虑燃用劣质煤的,当属别论。

(4) 含硫量与含氟量。煤中的硫是有害成分,是火力发电厂排放二氧化硫而造成环境污染的主要因素。煤燃烧时,煤中的硫主要生成 SO_2 ,从烟囱排到大气中去,其中有1%~2%的硫被氧化成 SO_3 ,而不可燃硫则进入烟尘及炉渣中。通常,电力用煤含硫量为0.5%~3%,烟气中 SO_2 含量为250~1500mg/L, SO_3 含量仅每升数十毫克。

电厂锅炉燃用高硫煤时,由于煤的氧化作用,锅炉尾部受热面产生腐蚀与灰堵,缩短了低温段预热器的寿命。另外,含硫量的增高,促使灰熔融温度降低,导致锅炉结渣或加重结渣;如果煤的挥发分含量较高,硫含量增高会增大煤的隐燃倾向,导致煤粉仓因温度升高而自燃。

对于电力用煤,要求供应低硫煤,高于3%者不宜使用。如应用高硫煤,为确保电厂中 SO_2 的排放不致污染环境,则需在电厂中加装烟气脱硫装置。这种脱硫装置投资与运行费用很高,技术上也有相当的难度。

除硫外,煤中的氟也是一种有害元素。煤中的氟含量通常不大于每升几百毫克,但水中含氟量一般很低,因此煤中的氟是造成电厂冲灰水氟的污染源。煤燃烧时,约95%的氟转化为HF、 SiF_4 等挥发物进入大气。目前,国家对冲灰水中氟含量有所要求,超标者要予以罚款。由于冲灰水量大,除氟费用高,因此电厂只能寄希望选用低氟煤。

(5) 可磨性。煤的可磨性用来表征其磨制成粉的难易程度。煤越软,可磨性指数越大,磨粉时电耗越小。电厂设计人员习惯使用哈氏可磨性指数(HGI)确定制粉设备,哈氏可磨性指数每相差10个单位,磨煤机约相差25%的出力。电力用煤要求HGI为50~90,低于

50 者为特硬煤, 高于 90 者为特软煤。电厂希望用 HGI 值较大的煤, 以减小磨煤机能耗而提高运行的经济性。

(6) 灰熔融性与灰渣特性。灰熔融性是影响锅炉安全经济运行的指标。锅炉结渣会使受热面减少, 烟气温度升高, 降低锅炉出力, 结渣严重时, 被迫停炉。对于液态排渣锅炉, 运行更大程度上受煤灰熔融性及流动特性的影响, 需提供可靠的煤灰熔融性数据。

在用来表征煤灰熔融性的 DT、ST、HT、FT 四个温度中, 以软化温度 (ST) 更具特征, 通常以 $ST=1350^{\circ}\text{C}$ 为分界线。对于电厂固态排渣锅炉, ST 要大于 1350°C , 且越大越好; 灰熔融性温度越低, 结渣性越大。

在考察灰渣特性时, 还应注意有长渣与短渣之分。两者的区别在于灰渣黏度受温度变化的影响不同。灰渣黏度受温度影响大者为短渣, 影响小者为长渣。长渣一般表现为 FT、DT 之间温差大, 如达 200°C 或更大; 短渣的 FT、DT 之间温差小, 常常在 100°C 以内。电厂燃用长渣煤时, 固态排渣锅炉的结渣相对较缓慢, 即使结渣也常是局部性的; 燃用短渣煤时, 可能出现短时间内大面积严重结渣的情况。

为了避免锅炉严重结渣, 对煤质及灰渣特性方面的要求是: 煤的灰分及含硫量不宜太高, 煤粉粒度不宜太大, 煤灰应具有较高的 ST 值, 特别要避免使用低灰熔融性的短渣煤, 还应选用灰熔融性受气氛条件影响较小的煤。这种煤的灰渣特性受锅炉运行工况的影响较小, 从而有助于锅炉的稳定燃烧。

二、劣质煤的应用

为了充分利用煤炭资源, 要求大力开发利用劣质煤作为发电燃料。所谓劣质煤, 主要是指高灰分、高水分、低发热量的煤。在工业上, 常用的劣质煤有: 高灰分、低发热量的劣质无烟煤, 低挥发分、难着火的无烟煤, 高灰分或高水分、低发热量的褐煤, 高挥发分、高灰分、低发热量的油母页岩, 低挥发分、低发热量的石煤等。现将石煤及油母页岩的分布、特性及在电厂中的应用等情况概述如下。

1. 石煤

石煤由菌藻类植物经长期变质作用演变而成。我国开发较早, 现利用最多的为古代石煤, 属于藻类型煤种。石煤主要成碳来源是单细胞中所含的油脂物质。在相同年代条件下, 石煤要比由高等植物演变而成的煤种具有较高的挥发分、含氧量及含氢量, 绝大部分石煤常常含有大量无机矿物质。

我国石煤分布于陕西省、甘肃省、安徽省、浙江省、江西省、湖南省、贵州省、四川省、广西壮族自治区等省区。多数石煤灰分高, 发热量低, 外观如黑石。其中, 优质石煤产于陕西省南部, 其灰分含量一般为 $20\%\sim 40\%$, 发热量可达 $12\,500\sim 25\,000\text{J/g}$ 。

2. 油母页岩

油母页岩也是一种可燃性矿物, 形成油母页岩的有机物质主要是低级水藻类及浮游生物, 在形成过程中, 并掺有一些微小动物的有机体。这些有机体的特点是脂肪和蛋白质含量很高, 而纤维素和木质素含量不多。油母页岩主要用作炼油的原料, 可制取页岩油、可燃气体及氮肥。

油母页岩中含油率的高低是评价油母页岩优劣最重要的指标。我国油母页岩的含油率为 $3\%\sim 20\%$, 较多的则为 $6\%\sim 10\%$ 。油母页岩直接作为工业燃料, 其发热量不能太低, 一般说来, 不应低于 7100J/g ; 否则, 灰分含量过大而难以应用, 也很不经济。我国主要产地

的油母页岩,其干燥基灰分为 53%~85%,挥发分为 9%~36%,发热量为 3550~7100J/g。由此可知,我国油母页岩中可用来作为发电燃料的并不多。

总之,优质石煤及油母页岩在全部石煤及油母页岩中所占比重不大,全部采用劣质石煤及油母页岩作为工业燃料,还有许多问题需要研究。从锅炉安全、经济运行的角度考虑,在其他动力用煤中适当掺烧部分劣质石煤或油母页岩还是可以做到的。

三、煤质监督与电力生产

进入 20 世纪 90 年代以来,我国火力发电厂的建设无论从机组容量上还是从电厂规模上,都比过去有了很快的发展。300MW 及 600MW 机组已成为当前建设的主力机组,百万千瓦规模以上的电厂越来越多,因此,电力部门用煤量也急剧增多。例如,一台 300MW 或 600MW 机组燃用天然煤的发热量按 20 910J/g 计,年实际发电按 7000h 计,则 300MW 机组年消耗天然煤约为 95.3 万 t,600MW 机组年消耗天然煤约为 189 万 t。因此,电力系统是耗煤大户,电力用煤的费用、质量等对电力生产均有举足轻重的影响。

1. 电力用煤情况概述

为了满足电力生产的需要,大型火力发电厂年消耗天然煤数百万吨。燃煤通过陆路或水路,应用各种运输工具运进电厂,一般情况下将其存放于贮煤场,贮煤场的贮煤容量通常不能小于电厂 15 天的用煤量。

由于煤量多,煤质差别大,因此在电厂中往往要在贮煤场加以配煤,以满足锅炉燃烧的要求。配好的煤通过输煤系统(破碎及除铁)的输煤皮带进入原煤仓;已经经过粗碎的原煤,则送入球磨机或其他类型的磨煤机磨制成粉,并控制一定的煤粉细度,再将煤粉送入煤粉仓或直接送入锅炉燃烧。

煤粉通过热风被吹入锅炉的燃烧器,在锅炉内燃烧,产生的热能将水加热为蒸汽(高压),推动汽轮机,带动发电机发电。煤燃烧产物中的大部分通过除尘装置除去绝大部分粉煤灰后,随烟气进入烟囱排出,产生的煤渣则通过除尘装置(炉渣还得先经破碎,一般常借助水力)输送到贮灰场。

由此可知,煤在电厂中有特殊重要的地位。在发电费用方面,煤占发电成本的 70%以上;在电厂生产工艺、设备与人员配备方面,与煤直接或间接相关的都占很大比重。电厂对煤的重视程度是不言而喻的。

2. 电厂中的煤质监督

电力用煤的质量,直接对电厂的安全、经济运行产生重大影响,做好煤质监督是电厂燃煤全过程管理中的一个重要环节。原能源部就作出规定,自 1989 年开始,全国电厂中的煤质检验人员,通过全国统一的理论与操作考试后,实行持证上岗制度,有效地保证煤质监督水平的提高。此外,各发电公司均制定煤质监督条例、制度,使煤质监督工作走向标准化、规范化的道路。

(1) 入厂煤监督。入厂煤监督的根本任务是:一方面根据供煤合同,通过对入厂煤的采制化,监督入厂煤的质量是否符合供煤合同要求,能否做到质价相符,维护电厂自身经济权益;另一方面,及时掌握入厂煤的质量变化情况,为电厂配煤提供数据,确保锅炉机组的安全、经济运行。

电厂入厂煤数量监督是根据轨道衡、地磅等衡器加以计量验收的。对于质量监督,首先应把入厂煤的采制样工作做好。电厂为了更好地掌握每车煤的质量,对入厂煤力求做到车车

采样,批批化验,电厂入厂煤采制化的任务是十分繁重的。

当前,入厂煤机械采制样装置投入率较低,故障率较高,多数电厂机械采样和人工采样并用。样品的制备,借助机械及人工相结合的办法完成。对于火力发电厂,加速实现入厂煤采样的机械化,有其必要性与迫切性。

入厂煤质特性检测的基本要求如下:

1) 每天每批入厂煤,均应进行全水分、空气干燥基水分、灰分、挥发分、发热量的测定。

2) 新煤源,除应预先搞清楚上述特性值外,还应加测全硫、可磨性、灰熔融性、灰成分等项目,确认该煤源可用于本电厂锅炉燃烧,方可进煤。

3) 每月必须对入厂煤按煤源,对其混合样进行一次煤、灰全分析,充分掌握各矿的煤质特性及变化趋势,为以后选择煤源提供依据。

4) 如某一入厂煤质发生频繁波动,要缩短对其进行全分析的周期,以便及时发现问题,及时终止这一煤源和采取其他措施,从而确保入厂煤的质量。

(2) 入炉煤监督。入炉煤监督的根本任务是根据锅炉机组设计(包括输煤、制粉、燃烧、除灰系统),提供符合生产要求的入炉煤。一方面保证生产的安全、经济运行;另一方面,通过煤质特性检测,提供计算电厂最重要的经济指标——标准煤耗的煤质参数。

入炉煤的数量监督,是根据安装在输煤皮带上的电子皮带秤或核子秤来计量的;对其质量的监督,则是通过入炉煤采样机采制入炉煤样,然后进一步制成空气干燥煤样,送试验室进行分析测定的。

入炉煤质特性检测的基本要求如下:

1) 每值分炉进行全水分、空气干燥基水分、灰分、挥发分、发热量的测定。

2) 每月分炉对入炉煤月混合样进行煤、灰全分析,其项目同入厂煤要求。

3) 入厂煤质变化频繁时,则要增加入炉煤质的检测频率。

4) 如因入炉煤质影响正常生产运行,如磨煤机出力不足、煤粉太粗、锅炉结渣等情况发生,则应增测煤粉细度、可磨性、灰熔融性等项目。

3. 电厂的煤质检测试验室与制样室

各燃煤电厂均应建立煤质检测试验室,其基本任务就是及时提供入厂煤及入炉煤的准确分析数据,对入厂煤及入炉煤质进行有效地监督,为确保入厂煤做到质价相符及为锅炉的安全、经济运行和计算标准煤耗提供可靠的依据。

电厂煤质检测试验室所配备的人员、仪器、环境条件要与入厂及入炉煤质监督的要求相适应。所有电厂均应能提供煤中全水分、空气干燥基水分、灰分、挥发分、发热量、全硫、煤粉细度、飞灰可燃物等的常规监督项目的检测结果;同时,对煤的元素分析、灰熔融性及灰成分等的测定也应配备相应的仪器,并掌握其测试技术。对于可磨性及电厂一时不能进行检测的项目,则应按规定的要求送电力行业各煤检中心检测。

为完成入厂及入炉煤质的检测,煤质检测试验室应配备的主要仪器有高温炉及温控仪、鼓风干燥箱、分析天平、工业天平等通用仪器及热量计、定硫仪、元素分析仪、灰熔融性测定仪等专用仪器。制样室应配备粗碎及细碎破碎机、制粉机、振筛机、标准试验筛、二分器等设备。电厂所有燃煤采制化人员均必须持有电力行业统一颁发的煤质检验人员岗位合格证上岗。

电力用煤基础知识

煤是重要的能源资源，它在各种工业及民用部门中有着广泛的应用，供发电的动力用煤主要包括部分烟煤、无烟煤及褐煤，其中以烟煤所占的比重最大。煤由可燃成分及不可燃成分两部分组成。其中，不可燃成分为水分及灰分，它们易受外界环境影响而波动，可燃成分的百分含量则随不可燃成分含量的变化而变化。为了确切表示煤质某一特性指标的含义，还必须表明煤所处的状态及应表明煤的基准（简称为基）。

第一节 概 述

煤炭是世界上储量最多、分布最广的常规能源，也是重要的战略资源，它广泛应用于钢铁、电力、化工等工业生产及居民生活领域。1800 年，世界上煤炭的产量约为 1500 万 t，而到 1900 年已超过了 7 亿 t。世界依赖于煤炭的高峰在 20 世纪初，煤炭资源在当时提供了世界能源消费中的 90%。然而煤的大量应用，却带来了严重的生态问题，20 世纪重大的大气环境污染事件，如酸雨、臭氧层减少、温室气体效应、全球气候变暖等都与煤炭利用相关。大气中的主要污染物二氧化硫、氮氧化物、一氧化碳、烟尘、可吸入颗粒物、有机污染物、重金属的主要来源都是煤的燃烧，这些污染物对人类的健康和生态环境造成了不可逆转的损害。

在未来 100 年内，煤炭仍将是一种主要能源。积极寻求更有效的、环境可接受的途径，最大限度地提高煤炭的能源效率，减少污染物的排放总量，并大力推广煤炭的综合利用技术，是社会、经济、能源、环境可持续协调发展的必然要求。因此，了解和分析煤炭资源的现状及结构，对于进一步合理配置煤炭资源、提高煤炭资源使用效率、进一步落实科学发展观具有重要意义。

一、世界煤炭资源概况

1. 世界能源消费情况

人类的生产和生活离不开能源，一个国家的能源消费和生产情况在一定程度上反映了其经济发展水平。表 1-1 为 2000~2007 年世界能源消费的增长情况，可以看出，世界能源消费的增长与世界经济的发展趋势是完全一致的。

表 1-1 2000~2007 年世界能源消费的增长情况 Mtoe

年份 国家和地区	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2007 年比 2006 年增 加率 (%)	2007 年占 总量的比例 (%)
全世界	9293.3	9341.7	9524.2	9828.9	10 289.4	10557.6	10 843.0	11 099.3	2.4	100
美国	2309.5	2254.9	2289.2	2296.7	2341.9	2342.7	2322.3	2361.4	1.7	21.3
加拿大	300.9	296.7	301.4	310.5	313.7	323.4	320.2	321.7	0.5	2.9

续表

年份 国家和地区	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2007 年比 2006 年增 加率 (%)	2007 年占 总量的比例 (%)
全北美	2746.1	2685.6	2724.8	2746.4	2798.0	2813.1	2794.0	2838.6	1.6	25.6
全中美 和南美	459.2	461.8	465.4	469.6	491.1	513.3	533.0	552.9	3.7	5.0
法国	254.9	258.4	256.7	259.8	263.4	262.8	260.6	255.1	-2.1	2.3
德国	330.5	336.2	330.1	332.1	330.7	325.2	329.5	311.0	-5.6	2.8
俄罗斯	635.2	630.9	645.8	650.2	658.0	653.7	687.7	692.0	0.6	6.2
全欧洲和 欧亚大陆	2829.2	2849.3	2858.0	2901.2	2950.7	2963.2	3009.7	2987.5	-0.7	26.9
全中东	402.0	419.0	443.6	463.9	501.6	533.7	557.3	574.1	3.0	5.2
全非洲	276.1	279.8	286.8	299.5	315.1	320.5	328.3	344.4	4.9	3.1
中国	967.3	1000.6	1058.3	1229.3	1429.0	1560.5	1729.8	1863.4	7.7	16.8
印度	295.1	296.5	307.8	316.2	343.9	362.2	378.5	404.4	6.8	3.6
日本	512.4	510.9	507.9	508.3	519.0	521.9	522.3	517.5	-0.9	4.7
韩国	191.1	195.9	205.0	211.8	217.3	224.9	227.2	234.0	3.0	2.1
全亚太地区	2580.8	2646.2	2745.6	2948.3	3232.9	3413.7	3620.7	3801.8	5.0	34.3
欧盟	1710.4	1737.5	1724.0	1756.2	1778.1	1780.0	1783.4	1744.5	-2.2	15.7
经济合作与 发展组织 成员国	5361.7	5324.7	5362.2	5420.9	5519.2	5556.3	5552.4	5566.4	0.3	50.2
前苏联	940.5	941.8	958.8	968.4	989.1	989.5	1027.1	1035.2	0.8	9.3
其他新兴市 场经济体	2991.1	3075.1	3203.2	3439.6	3781.0	4011.7	4263.4	4497.8	5.5	40.5

自 20 世纪 80 年代末开始,世界煤炭消费进入缓慢增长阶段。许多国家为保护环境而减少煤炭消费量,2000 年世界煤炭消费量首次低于天然气消费量。据英国石油公司统计资料,1997~2006 年世界煤炭消费量年均增长 3.14%。2007 年,世界煤炭消费总量为 110.993 亿 t 石油当量,比 2006 年增长 2.4%。总的说来,经济发达国家的煤炭消费量趋减,所占比重下降。从消费地区看,亚洲太平洋地区煤炭消费量增长最快,北美洲次之,欧洲和欧亚大陆多数国家的煤炭消费量呈下降趋势。南非是非洲主要的煤炭消费国,中美洲的煤炭消费十分有限,中东的煤炭消费量甚微。从煤炭消费量看,2007 年煤炭消费量前 6 位的国家依次是美国(占 21.3%)、中国(占 16.8%)、俄罗斯(占 6.2%)、日本(占 4.7%)、印度(占 3.6%)、德国(占 2.8%)。

表 1-2 为 2006 年和 2007 年世界前 10 位国家和各地区的一次能源消耗量和全世界消耗总量,可以看出,在全球 110.993 亿 t 油当量的总消耗量中,石油占据第一位,达 35.61%;煤炭为 28.63%;天然气为 23.76%;矿物燃料达 88.00%;水电占 6.39%;核能占 5.60%。

矿物燃料占有绝对重要的地位,而除石油之外,煤炭是第二位重要的能源。从国家和地区来看,这一分布也很不平衡,世界前 10 位国家消耗的能源占全球能源消耗的 64.66%,其中美国就消耗了全球 1/5 的能源。

表 1-2 2006 年和 2007 年世界前 10 位国家和地区的一次能源消耗量和全世界消耗总量 Mtoe

国家和地区	2006 年						2007 年					
	石油	天然气	煤炭	核能	水电	总计	石油	天然气	煤炭	核能	水电	总计
全世界	3910.9	2558.3	3041.7	634.9	697.2	10 843.0	3952.8	2637.7	3177.5	622.0	709.2	11 099.3
美国	943.8	559.2	565.7	187.5	66.1	2322.3	943.1	595.7	573.7	192.1	56.8	2361.4
加拿大	99.6	87.3	30.9	22.0	80.4	320.2	102.3	84.6	30.4	21.1	83.3	321.7
全北美	1130.2	692.7	605.7	212.0	153.4	2794.0	1134.7	728.9	613.3	215.6	146.2	2838.6
全南美与中美	239.9	118.2	20.9	4.8	149.3	533.0	252.0	121.1	22.4	4.4	153.1	552.9
法国	92.9	39.7	12.1	102.1	13.9	260.6	91.3	37.7	12.0	99.7	14.4	255.1
德国	123.6	78.5	83.5	37.9	6.1	329.5	112.5	74.5	86.0	31.8	6.2	311.0
俄罗斯	127.1	388.9	96.7	35.4	39.6	687.7	125.9	394.9	94.5	36.2	40.5	692.0
英国	82.3	81.0	42.1	17.1	1.9	224.4	78.2	82.3	39.2	14.1	2.1	215.9
全欧洲和欧亚大陆地区	969.0	1036.3	532.6	287.2	184.6	3009.7	949.4	1040.1	533.7	275.6	188.6	2987.5
全中东	281.2	262.2	8.9	—	5.0	557.3	293.5	269.4	6.1	—	5.1	574.1
全非洲	132.1	70.1	101.9	2.4	21.7	328.3	138.2	75.2	105.9	3.0	22.2	344.4
中国	353.3	50.5	1215.0	12.4	98.6	1729.8	368.0	60.6	1311.4	14.2	109.3	1863.4
印度	120.4	33.6	195.1	4.0	25.4	378.5	128.5	36.2	208.0	4.0	27.7	404.4
日本	237.1	75.4	119.1	68.9	21.8	522.3	228.9	81.2	125.3	63.1	18.9	517.5
韩国	105.6	32.0	54.8	33.7	1.2	227.2	107.6	33.3	59.7	32.3	1.1	234.0
全亚太地区	1158.5	378.8	1771.7	128.6	183.1	3620.7	1185.1	403.1	1896.2	123.4	194.0	3801.8
欧盟	722.4	440.7	318.9	224.5	76.9	1783.4	703.9	433.7	317.9	211.7	77.3	1744.5
经济合作与发展组织成员国	2270.2	1274.3	1169.7	536.3	301.9	5552.4	2249.0	1316.9	1184.3	520.6	295.6	5566.4
前苏联	184.5	561.7	166.9	58.4	55.6	1027.1	183.8	568.7	166.2	59.9	56.5	1035.2
其他新兴市场经济体	1456.2	722.3	1705.1	40.2	339.7	4263.4	1520.0	752.1	1827.0	41.5	357.1	4497.8

2. 世界煤炭的储量状况

从煤炭资源储量看,全世界的煤炭资源主要分布在北半球北纬 30°~70°之间,约占世界煤炭资源总量的 70%。2007 年底,世界煤炭探明可采储量为 8474.88 亿 t,其中无烟煤和烟煤的可采储量为 4308.96 亿 t,占总储量的 50.84%;褐煤和次烟煤的可采储量为 4165.92 亿 t,占总储量的 49.16%。虽然世界煤炭资源分布很广,但其储量分布极不平衡,且从地区分布看,欧洲和欧亚大陆、亚洲太平洋地区、北美洲的煤炭储量较为集中,非洲、中南美洲、中东的储量很少(见表 1-3)。

表 1-3

世界各地区 2007 年末煤炭探明储量

Mt

国家和地区	无烟煤和烟煤	褐煤和次烟煤	总量	比重 (%)	储采比 (年)
全世界	430 896	416 592	847 488	100	133
美国	112 261	130 460	242 721	28.6	234
全北美	116 592	133 918	250 510	29.6	224
全中美和南美	7229	9047	16 276	1.9	188
哈萨克斯坦	28 170	3130	31 300	3.7	332
俄罗斯	49 088	107 922	157 010	18.5	500
乌克兰	15 351	18 522	33 873	4.0	444
全欧洲和欧亚大陆	102 042	170 204	272 246	32.1	224
南非	48 000	—	48 000	5.7	178
全中东和非洲	50 817	174	50 991	6.0	186
澳大利亚	37 100	39 500	76 600	9.0	194
中国	62 200	52 300	114 500	13.5	45
印度	52 240	4258	56 498	6.7	118
全亚太地区	154 216	103 249	257 465	30.4	70
欧盟	8427	21143	29 570	3.5	50
经济合作与发展组织成员国	162 490	194 420	356 910	42.1	168
前苏联	93 609	132 386	225 995	26.7	463
其他新兴市场经济体	174 797	89 786	264 583	31.2	70

2007 年末,世界煤炭探明储量为 8474.88 亿 t,平均储采比由 2002 年的 204 年减小到 2003 年的 192 年、2004 年的 164 年、2005 年的 155 年、2006 年的 147 年和 2007 年的 133 年。储量位居前 5 位的国家依次是:美国 2427.21 亿 t (占世界 28.6%)、俄罗斯 1570.10 亿 t (占 15.8%)、中国 1145.00 亿 t (占 13.5%)、澳大利亚 766.00 亿 t (占 9.0%)、印度 564.98 亿 t (占 6.7%)。中国探明储量位居第三,储采比由 2002 年的 82 年减小到 2003 年的 69 年、2004 年的 59 年、2005 年的 52 年、2006 年的 48 年和 2007 年的 45 年,低于世界平均储采比。

3. 世界煤炭生产情况

2000~2007 年世界煤炭生产的基本情况见表 1-4。

表 1-4

2000~2007 年世界煤炭生产的基本情况

亿 t

年份 国家或地区	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2007 年比 2006 年增 加率 (%)	2007 年占 总量的比例 (%)
全世界	2247.1	2346.7	2357.8	2520.2	2729.0	2883.5	3034.5	3135.6	3.3	100
美国	570.1	590.3	570.1	553.6	572.4	580.2	595.1	587.2	-1.3	18.7
全北美	612.6	633.2	610.2	590.4	611.8	620.9	635.2	629.9	-0.8	20.1
全中美和南美	33.9	36.8	33.9	39.9	43.0	47.3	52.2	55.3	6.0	1.8

续表

年份 国家或地区	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2007年比 2006年增 加率(%)	2007年占 总量的比例 (%)
哈萨克斯坦	38.5	40.7	37.8	43.3	44.4	44.2	49.1	48.3	-1.7	1.5
俄罗斯	116.0	122.6	117.3	127.1	131.7	139.2	145.1	148.2	2.1	4.7
乌克兰	42.0	43.5	42.8	41.7	42.2	40.9	41.7	39.6	-4.9	1.3
全欧洲和 欧亚大陆	428.6	438.2	424.6	437.2	438.7	438.7	446.1	445.4	-0.2	14.2
南非	126.6	126.1	124.1	134.1	137.2	137.7	144.7	151.8	4.9	4.8
全中东	0.6	0.5	0.4	0.6	0.6	0.6	0.5	0.5		
澳大利亚	166.3	179.9	184.5	190.1	198.8	206.5	211.0	215.4	2.1	6.9
中国	656.7	697.6	733.7	868.4	1012.1	1119.8	1205.1	1289.6	7.0	41.1
印度	132.2	133.6	138.5	144.4	155.7	162.1	170.2	181.0	6.3	5.8
全亚太地区	1040.8	1107.8	1160.7	1315.0	1494.0	1635.2	1753.4	1850.2	5.5	59.0
欧盟	206.6	205.1	202.5	201.2	196.3	188.7	182.9	178.3	-2.5	5.7
经合组织成员国	993.7	1026.9	1003.1	986.9	1012.4	1022.9	1036.6	1033.4	-0.3	33.0
前苏联	197.4	207.8	198.9	212.8	219.4	225.5	237.0	237.2	0.1	7.6
其他新兴市 场经济体	1056.0	1112.1	1155.9	1320.5	1497.2	1635.1	1760.9	1864.9	5.9	59.5

2007年,煤炭产量前6位的国家依次是中国(占41.1%)、美国(占18.7%)、澳大利亚(占6.9%)、印度(占5.8%)、南非(占4.8%)、俄罗斯(占4.7%),这6位国家的煤炭生产总量为25.732亿t石油当量,占世界煤炭生产总量的82.1%。从煤炭资源消费量看,世界煤炭主要用于发电和炼钢,目前世界上64%的煤炭消费用于发电。

从以上数据中可以得出结论:目前,煤炭资源是储量最大,也是最可靠的能源,在世界能源结构中占有不可动摇的重要地位;石油和煤炭资源分布在世界范围内极不平衡,各个国家应该根据自己国家及周边地区的资源特点来考虑能源方面的发展战略;能源与各个国家社会经济发展水平密切相关,发达国家能源消耗量占据了世界能源消耗总量的极大部分,这已经成为制约发展中国家经济社会发展的重要因素,同时也是影响国际政治关系的重要因素。

二、我国煤炭资源概况

1. 我国能源资源的基本状况

我国煤炭资源丰富,在探明的能源资源总量构成中,煤炭占87.4%,石油占2.8%,天然气占0.3%,水能占9.5%。截至2004年底,累计发现和查明煤炭资源量10997亿t,保有资源量10295亿t,居世界第3位。其中,已利用资源量3938亿t,尚未利用资源量6358亿t,精查储量752亿t,详查储量1113亿t,普查储量1437亿t,找煤量3000多亿t。

2. 我国煤炭资源状况

我国煤炭资源分布既广泛又集中,在全国煤炭地质总储量中,以大别山—秦岭—昆仑山为分界线,北部区域的煤炭资源量大大多于南方。北方包括东北、华北、西北和苏北、鲁、

皖北、豫西 17 个省市自治区，国土面积为 500 万 km^2 ，占全国总面积的 52%，煤炭地质储量占全国的 93.5%；南方包括西南、两湖、两广、海南和赣、浙、沪、闽 14 个省市自治区，国土面积为 460 万 km^2 ，占全国总面积的 48%，煤炭地质储量仅占全国的 6.5%。在南方区域，煤炭资源又主要集中在云、贵、川 3 省，煤炭地质储量占南方总储量的 90%。

以京广铁路为分界线，西部区域的煤炭资源大大多于东部。西部包括西北、西南和晋、蒙西、豫西 13 个省市自治区，国土面积约为 610 万 km^2 ，煤炭地质储量占全国的 85%；西部地区煤炭资源又主要集中在以山西为中心的周边地区，国土面积为 110 万 km^2 ，煤炭地质储量占全国的 51%。东部地区 18 个省市自治区，国土面积为 350 万 km^2 ，煤炭地质储量仅占全国的 15%。

从省区来看，新疆、内蒙古、山西和陕西 4 省区的煤炭地质储量占全国的 81.3%；东北 3 省占 1.6%；华东 7 省市占 2.8%，江南 9 省占 1.5%。

根据我国煤炭生产与消费格局，习惯将全国煤炭分布划分为三个区带，即东部调入带（京广铁路以东区域）、中部调出带（山西、陕西、内蒙古西部、宁夏 4 省区）和西部自给带（包括新疆、甘肃、青海、西藏 4 省区和西南地区）。

东部调入带。查明地质储量 1628 亿 t，保有储量 1363 亿 t，已经利用储量 876 亿 t，尚未利用储量 487 亿 t，储量利用率为 64%。东部调入带分为东北规划区、华北东部规划区和华南规划区。该区经济发达，煤炭需求量大，供不应求，需要从中部规划区大量调入，是我国煤炭净调入区带。该区地质工作程度高，煤炭开发强度大，很多矿井资源枯竭，急需接替资源。

中部调出带。查明地质储量 8090 亿 t，保有储量 7819 亿 t，已经利用储量 2598 亿 t，尚未利用储量 5221 亿 t，储量利用率为 33%。该区是我国煤炭资源最丰富的地区，集中了我国 64% 的煤炭资源量，既有我国最优质的动力用煤，也有最优质的炼焦用煤和无烟煤，是我国主要煤炭供给区。

西部自给带。查明地质储量 1279 亿 t，保有储量 1115 亿 t，已经利用储量 463 亿 t，尚未利用储量 660 亿 t，储量利用率为 42%。西部自给带分为西部规划区和云贵川规划区。西部规划区包括新疆、甘肃、青海和西藏 4 省区，该规划区煤炭资源丰富，但地质工作程度很低，尚有不少地区为煤炭地质勘探工作空白区，是我国主要的煤炭资源后备区。西南规划区是我国南方资源最丰富的地区，虽然煤层硫分普遍较高，但煤系中部及黔西北地区也有大量低硫煤，占全区查明资源量的 50% 以上，是我国华南、西南以及西电东送工程（南线）坑口电站的主要煤炭供给区。该区经济发展水平较低，工业尚不发达，交通运输条件较差，煤炭需求量相对较少，煤炭主要在规划区内流动，生产和消费呈现自产自销的基本态势，是我国煤炭自给区带。

3. 我国煤炭资源开发利用现状

我国煤炭工业经过 50 多年的开发建设，特别是改革开放以后，煤炭产量迅速增长。煤炭产量的快速增长，对我国国民经济的发展和现代化建设起到了重要的支持和保障作用。自 20 世纪 80 年代中期开始，煤炭供不应求的情况得到缓解并出现供过于求的现象。特别是从 1997 年以来，由于受国内经济结构调整和亚洲金融危机的影响，我国的煤炭需求量下降，煤炭产量也随着市场的变化逐年减少；随着国家关闭非法小煤矿、整顿煤矿生产秩序等宏观调控措施的逐步落实，煤炭产量日渐稳定，供求关系有所改变。