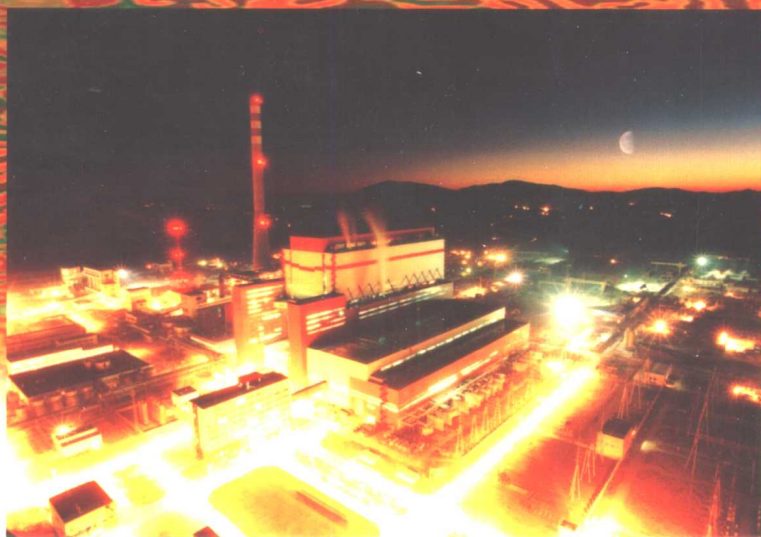




火力发电厂机组培训丛书

燃料管理及设备

湖北襄樊发电有限责任公司 刘爱忠 主编



中国电力出版社
www.cepp.com.cn

300MW火电机组培训丛书

燃料管理及设备

湖北襄樊发电有限责任公司 刘爱忠 主编



中国电力出版社

www.cepp.com.cn

内 容 提 要

本书是《300MW 火电机组培训丛书》之一。

本书共分两篇十三章,从电厂燃料管理及燃料输送角度出发,着重介绍了燃料的分类、燃料的性能指标及计算、燃料消耗的计算办法、燃料管理、输煤设备及系统等内容。全书系统介绍了有关燃料方面的知识,对燃料管理及输煤系统中的简单计算也有相应说明。

本书既可作为火力发电厂燃料管理和输煤专业员工上岗的培训教材,也可作为电厂锅炉运行人员及相关人员的参考书。

图书在版编目 (CIP) 数据

燃料管理及设备/刘爱忠编著. —北京:中国电力出版社,
2002

(300MW 火电机组培训丛书)

ISBN 7-5083-0888-3

I. 燃… II. 刘… III. ①火电厂-电厂燃料系统-技术管理-
技术培训-教材 ②火电厂-设备管理-技术培训-教材 IV. TM621

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2002) 第 058432 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>)

北京密云红光印刷厂印刷

各地新华书店经售

*

2003 年 3 月第一版 2003 年 3 月北京第一次印刷

787 毫米×1092 毫米 16 开本 22.75 印张 555 千字

印数 0001—4000 册 定价 36.00 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)

编辑委员会

主 任	陈中义
副主任	钱仲威 骆民强 刘爱忠 周支柱 唐凤平
主 编	刘爱忠
副主编	皇甫亚飞
编 委	(姓氏笔划为序)
	王小惠 白育西 许 强 李成华
	杨戎凡 陈道禄 翁汉兴

序 言

襄樊电厂 $4 \times 300\text{MW}$ 机组工程是原电力工业部、原机械工业部“优化”工程。为了保证工程投产“达标”及投产后的安全经济运行，必须对生产人员进行培训。襄樊发电有限责任公司，是按照现代企业制度管理运作的公司，生产人员相对较少，且素质要求高。由于生产人员大部分是大中专毕业生，缺乏一定的实践经验和专业知识。因此，编写一套切实可行的培训教材，以供新员工培训之用，已势在必行。

起初，我们考虑了两种方案，一是委托有关大专院校编写；二是自己组织人员编写。经过对两种方案的技术、经济和对培训工作影响等方面的比较，选择了由襄樊发电有限责任公司自己组织人员编写培训教材的方案。我们认为：我公司主、辅设备的制造厂和其他电厂的不尽相同，外委编写需要我们提供大量的资料和人力，而由我们自己利用收集到的资料进行编写，一方面节省了资金，另一方面也锻炼了我们的员工队伍，使他们在编写过程中就得到了培训。

培训教材的编写工作，自 1997 年 8 月下达编写任务至 1998 年 2 月完成主要部分初稿，历时半年，倾注了公司领导、编委、编写人员的心血。教材根据中南电力设计院的设计方案、各制造厂设备说明书和有关技术规程，由简入繁、深入浅出地叙述了相关设备、系统的构造以及运行、调试、维护等方面的问题和解决方法，并且根据运行培训经验和实际情况编写有关章节和内容。培训教材的出版必将对我公司的生产人员技术培训起到良好的作用。同时，本教材也可作为其他同类型火电厂技术培训的参考用书。

培训教材按专业分为《燃煤锅炉机组》、《汽轮机设备及运行》、《电气设备运行》、《电厂化学》、《燃料管理及设备》五部分，按照电力系统常用系统和设备分类编写章节。由于某些制造厂资料及设计资料未能按时提供，个别章节内容待以后以单行本的方式补充。

这次培训教材的编写得到了公司各部门以及相关技术人员的支持和帮助，在此表示感谢。由于编写培训教材的时间短、任务重、编写人员相对较少，又没有足够的编写经验，在教材中难免会出现一些不当之处，敬请各位读者指正。

陈中义

前 言

本书是《300MW 火电机组培训丛书》之一，既可供电厂燃料管理及输煤专业员工上岗前培训使用，也可作为员工上岗后工作指导用书。

全书共分两篇十三章，着重介绍了燃料的分类、燃料的性能指标及计算、燃料消耗的计算方法、燃料管理、输煤设备及系统等内容。

以前编写的培训教材囿于老电厂员工的年龄结构及文化水平，教材较为简易，仅从满足实践的最低要求进行编写。随着科学技术及管理水平的日臻提高，要求员工的管理水平及技术素质应与不断提高的管理手段及先进的设备相适应。因此，在编写过程中，考虑到员工的年龄结构及素质，从理论及实践两个方面，本书对燃料管理、输煤设备及系统进行深入浅出的探讨，系统地介绍了有关燃料方面的知识，对燃料管理及输煤系统中的简单计算进行了阐述。希望能通过此书对从事电厂燃料专业的员工的工作予以指导，并对从事电厂燃料管理员工的业务水平的提高有所帮助。

由于时间有限、书中难免存在问题甚至错误，恳切希望读者批评指正。

编 者

2003 年 11 月

目 录

序言

前言

第一篇 燃料及燃料管理

第一章 燃料的基础知识	1
第一节 概述	1
第二节 燃料的种类	1
第三节 燃料的组成	2
第二章 煤的基础知识	4
第一节 煤的形成、分布及开采	4
第二节 煤的分类	5
第三节 煤的性能	14
第四节 煤的成分	40
第三章 石油的基础知识	52
第一节 概述	52
第二节 石油资源的分布及开发	52
第三节 石油的元素组成	54
第四节 石油的物理性质	55
第五节 石油的炼制	62
第四章 燃料管理	69
第一节 燃料验收及计价	69
第二节 发、供电煤耗计算	109
第三节 燃料的贮存管理	122
第四节 煤种混配与掺烧	132
第五节 燃烧的基础知识	142
第六节 煤的工业分析特性与电力生产的关系	150

第二篇 输煤系统及设备

第五章 输煤系统简介	156
-------------------------	-----

第六章 带式输送机	161
第一节 概述	161
第二节 带式输送机的组成	163
第三节 普通带式输送机主要参数的计算	205
第四节 带式输送机的计算举例	228
第五节 带式输送机的运行	231
第七章 煤场设备	236
第一节 斗轮堆取料机	236
第二节 推煤机	256
第八章 翻车机及翻车机系统	262
第一节 概述	262
第二节 CFH-2 型侧倾式翻车机	271
第九章 筛碎设备	280
第一节 碎煤机	280
第二节 滚轴筛	290
第十章 除杂设备	294
第一节 除铁器	294
第二节 木块分离器	301
第十一章 除尘设备	303
第一节 粉尘的性质	303
第二节 除尘的方法	304
第三节 除尘设备	306
第十二章 排污泵	311
第十三章 计量设备	313
第一节 动态轨道衡	313
第二节 电子皮带秤	324
附录一 中国煤炭分类 (GB5751—1986)	342
附录二 发电煤粉锅炉用煤质量标准 (GB7562—1987)	348
附录三 现场调试过程记录	350
参考文献	353

第一篇 燃料及燃料管理

第一章 燃料的基础知识

第一节 概 述

火力发电厂的产品是电能,电能的生产过程是能量的转换过程。电能的生产是从燃料的燃烧开始的,燃料在炉膛中燃烧,其化学能转化为热能,锅炉中的水吸收热能后转变成高温高压蒸汽。这些蒸汽被送入汽轮机后冲动汽轮机转动,将热能转变为机械能,汽轮机转子带动发电机转动而发电,又将机械能转变为电能。由此可见,火力发电厂一般是以燃料为原料,以电能为产品的能源转换工厂。电能的生产过程实际上是电厂通过发电设备将一次能源转化为二次能源的过程。一次能源是指以原有形式存在于自然界中的能源,如煤、石油、天然气、水力、风力、草木燃料、地热、核能、太阳能等;二次能源是指由一次能源直接或间接转换为其他形式的能源,如电能、热能、各种石油制品、煤气、液化气、余热、火药、酒精等。燃料是火力发电厂的粮食,为了保证锅炉连续不断地运行,从而得到连续不断的电能,就必须不断地供应燃料。燃料的采购、运输、加工、输送及贮备是实现火力发电的前提和保证,也是火电生产最重要、最基本的生产环节之一。为了保证向电厂输送充足的、合格的燃料,作为燃料部门的职工必须系统地、全面地掌握燃料方面的有关知识,才能为电厂源源不断的供应燃料提供保证。

第二节 燃料的种类

目前,火力发电厂是利用燃料的化学能发电的,所用的燃料总体说来可分为两大类:核燃料和普通燃料,核电站是利用核燃料发电的,其发电原理实际上是利用原子能反应堆产生的热能加热水,生成高压蒸汽,冲动汽轮机,从而带动发电机发电的。而作为火力发电厂最常用的普通燃料一般是指在空气中易于燃烧,并能放出大量热量,且在经济上值得利用其热量的物质。这里需要强调的是:不能把可燃物统称为燃料,如纸张、棉布、粮食及食用油等都是可燃物,但不能把它们当作燃料使用。作为燃料必须具备下列基本条件:

- (1) 它们应该是可燃物;
- (2) 易于获取;
- (3) 容易燃烧,发热量高,且燃烧后所获得的热量在经济上必须合算;
- (4) 贮备、运输、处理都比较简便;
- (5) 使用过程中没有危险性;
- (6) 燃烧产物对大气、水质等环境不会造成严重污染。

能满足以上条件的物质才能被称为燃料,才能为电厂所用。燃料按其常温下的物理形态可分为固体燃料、液体燃料和气体燃料;按其来源又可分为天然燃料、人工燃料及副产燃

料。现按以上两种分类方法将常用燃料列于表 1-1 中。

目前我国火电厂所用的主要燃料为天然的固体燃料——煤。煤的种类很多，作为动力燃料，火电厂选用煤种时，应以满足物尽其用为原则，即在技术上既能满足锅炉对煤种的要求，在经济上又能发挥最大的效益，具体说来有以下几个方面。

表 1-1 燃 料 的 种 类

燃料类别	天 然 燃 料	人 工 燃 料	副 产 燃 料
固体燃料	原煤、油页岩、草木燃料	木炭、焦炭、煤粉、煤球、 煤砖	锯末、木屑、甘蔗渣、种子外壳及可 燃性固体垃圾等
液体燃料	石油	汽油、煤油、柴油、酒精	重油、煤焦油及渣油等
气体燃料	天然气、石油气等	炉煤气、水煤气、精炼煤气、 沼气等	高炉煤气、焦炉煤气、低温炼焦煤气 等

(1) 为了提高燃料使用的经济效益，根据我国现行的能源政策，尽可能不燃用其他工业所需的优质燃料（如炼焦用煤），应尽量设法应用劣质燃料及综合利用后的燃料副产品（如洗煤、煤矸石等），以保证燃料资源得到合理充分的利用。所谓劣质燃料，一般指燃烧比较困难，除了燃烧放热可以利用外，在其他方面没有更大经济价值的燃料。

(2) 动力用煤，通常要求较高的发热量，较低的灰分。对于液态排渣的炉膛，灰熔点越低越好；而对于干式除灰炉膛，灰熔点一般要大于 1250℃。

(3) 煤的含硫量越低越好，煤中的硫不仅腐蚀输煤设备，而且燃烧后生成的 SO₂ 排放到大气中遇雨会形成酸雾，污染大气。

动力燃料的分类见图 1-1。

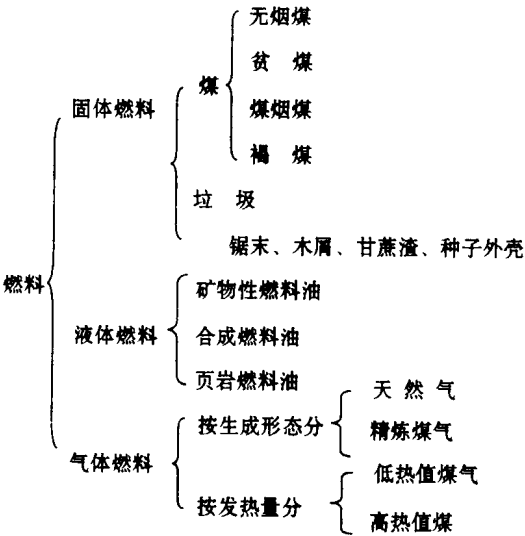


图 1-1 动力燃料的分类

第三节 燃 料 的 组 成

(一) 固体燃料的组成

固体燃料的组成见图 1-2。

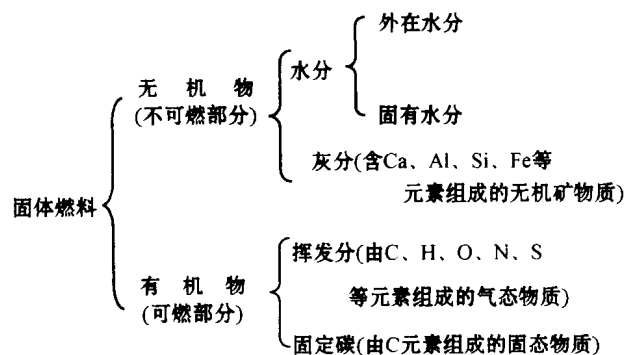


图 1-2 固体燃料的组成

燃料中的 C、H 元素往往结合在一起形成碳氢化合物，燃料正是靠这种碳氢化合物发挥燃烧作用的，而灰分及水分是燃料中的废物。

（二）液体燃料的组成

液体燃料的组成见图 1-3。

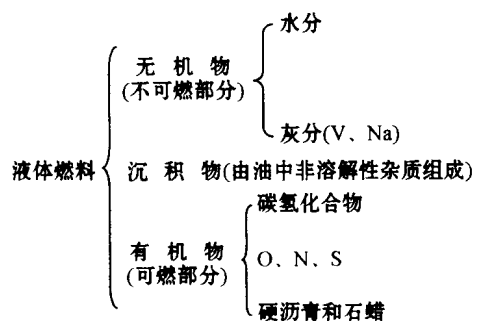


图 1-3 液体燃料的组成

第二章 煤 的 基 础 知 识

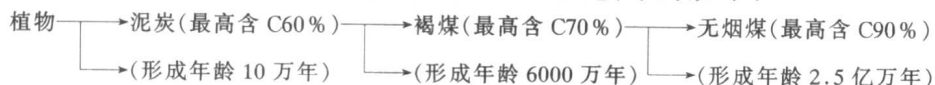
火力发电厂是生产电能的工厂,电能是由一次能源(煤炭、石油、天然气等)转化而成的二次能源。电力生产的主要原料是燃料,它占发电成本的 70% 左右。煤作为电力燃料所消耗的量占全国煤炭总量的 40%,年耗煤炭量达 5 亿 t 左右。随着电力生产规模的不断扩大,煤炭需求量也相应地增加,因此,煤的供应和管理成为电力企业经营管理的的重要组成部分。

第一节 煤的形成、分布及开采

一、煤的形成及开采

在火力发电厂中,通常所用的燃料一般是天然燃料,煤是天然固体燃料中最常用的燃料。煤是地壳运动的产物,是由植物形成的。远在几亿年前的古生代、中生代和几千万年前的新生代时期,生长在地表的茂密的森林和植物群落由于地壳运动而被深埋在地下,被埋在地下的这些植物在高温、高压及隔绝空气的条件下,经过复杂的生物化学和物理化学作用,历经亿万年的变质转变为煤,这个过程叫做成煤作用。成煤作用分为两个阶段:第一个阶段是植物在浅海或沼泽湖泊中大量繁殖,经微生物的化学作用,低等植物形成腐泥,高等植物形成泥炭;第二阶段是泥炭和腐泥因地壳运动下沉,长期受高温、高压作用形成煤,这一阶段叫煤化阶段。煤化程度不断加深,泥炭变成褐煤、烟煤和无烟煤。

在我国几个主要的聚煤时期是:石炭纪占已发现储煤量的 27.5%,二叠纪占 30.4%,侏罗纪占 38.8%,第三纪占 2.8%,其他占 0.5%。过程大致如下:



随着成煤年龄的增长,煤的密实度、硬度和抗压强度也逐渐提高,而煤中的挥发分及水分却逐渐降低。由于成煤的时间不同,不同的煤种被埋在地下的深度也不同,因而成煤年代较久的无烟煤需要在地下深层挖掘矿井开采。由于无烟煤(硬煤)覆盖层较厚,开采时往往需要越过岩石层,从岩石层下剥离出来,被开采出来的部分煤和石块常常混在一起不能直接燃用,须在洗煤厂进行特殊的处理,经过处理,块煤、小块煤、碎煤、煤粉、煤泥和其他中间产物等不同的形态被分选出来,然后才能燃用。而成煤年代较短的褐煤埋入地下的深度较浅,其矿层紧贴着地表,所以,只需剥离其上面的覆盖层即可浅矿井或露天开采。与无烟煤相比,褐煤因成煤时间较短,埋入地下的深度较浅,杂质较少,不需经过分选处理即可作为燃料使用,但是因其含水量较大,在要求较高的条件下使用时,需要做干燥处理。

二、煤炭资源的储量与分布

(一) 煤炭资源的储量

我国是一个煤炭资源丰富的国家,预测煤炭蕴藏量 5 万多亿 t,已探明储存量达万亿吨,年生产量 13.5 亿 t,居世界首位。在我国能源结构中,煤炭占 70% 以上,火力发电年用煤量约 4 亿 t。

(二) 煤炭资源的地理分布

我国煤炭呈南少北多、东少西多的分布格局，在目前已探明的煤炭储量中，新疆居全国首位，主要分布于天山南北，煤质好，埋藏浅。内蒙古的煤炭储量仅次于新疆，居全国第二，主要分布于伊克昭盟、锡林郭勒盟及鄂尔多斯大草原地区。山西煤炭储量居全国第三位，目前的保有量占全国的 1/3，可开采储量 150 亿 t，煤种类别较多，品种齐全，煤质较好，煤层构造平缓，埋藏较浅，有利于开采。目前，年生产量居全国第一位。其中大同矿务局生产量最大，居全国第一。河南地区已探明的煤炭储量达 150 多亿 t，其中年生产量最大的煤炭基地是平顶山矿务局，年产量达 2300 万 t，居全国第二。华东地区的鲁、皖、苏三省探明储量 380 亿 t，煤的埋藏较深，表土层厚，流沙层多，涌水量大，开采困难。目前，安徽淮南矿务局的年生产量居全国第三位。东北煤炭探明储量 500 多亿 t，但开采困难，可供开采的工业储量仅 50 亿 t。

现将煤炭分布概况列于表 2-1 中。

表 2-1 全国煤炭保有量分布概况

地区 项目	晋、陕、蒙（包 括内蒙古西部）	东北（包括内 蒙古东部）	华北	京、津、冀	中南	西南	新、甘、 宁、青
储量（亿 t）	4797	641	469	117.6	234	742	629
占全国比例（%）	62.4	8.3	6.1	2.3	3.0	9.7	8.2

(三) 煤种的地理分布

我国煤炭资源的种类较多，品种齐全，但不同的煤种在地理分布上并不均匀，无烟煤主要分布在华北和西南地区，分别占全国无烟煤总量的 54% 和 34%；褐煤主要分布于内蒙古东部地区和云南；烟煤分布较广，但烟煤中 68% 的肥煤和 54% 的焦煤集中分布在华北地区；东北缺乏肥、瘦煤；我国焦煤资源短缺，但供炼焦用的气煤资源丰富，东北、华东、西北和内蒙古西部地区均有此煤种分布；长焰煤主要分布于东北三省及陕西、山西及内蒙古三省的交界地区；不粘煤主要分布在西北的新疆、青海、甘肃、宁夏和内蒙古西部；弱粘煤分布地区较小，只有山西大同、新疆哈密、甘肃阿干镇、靖远、宁夏灵武等煤矿生产，但资源较少，贫煤资源不多，但分布较广，主要产地在山东的淄博和山西的西山。现将煤炭品种的比例列于表 2-2 中。

表 2-2 煤炭品种比例表

煤种	无烟煤	气煤	肥煤	焦煤	不粘煤	弱粘煤	瘦煤	贫煤	长焰煤	褐煤	无牌号煤
占全国比例（%）	14.3	18.2	3.8	4.9	16.2	2.7	4.2	5.6	6.7	14.1	9.3

第二节 煤 的 分 类

一、煤的常用分类法

煤炭是地质时代堆积的树木等原始物质逐渐被埋入地下在温度、压力等作用下炭化而成的，由于埋入地下的原始植物的不同、埋入地下的深度不一、埋入的年代久远各异，所形成的煤质特征差别很大。为了合理地综合利用煤炭资源，使其发挥最大的效益，就需要对煤炭

加以分类。

煤的分类方法较多，迄今尚无统一而详尽的分类方法。分类的依据不同，类别也不同，通常情况下有如下几种分类方法。

(一) 按照碳的机械强度和煤的胶质层厚度分类

分为三种：

- (1) 不结焦煤：焦炭成粉末状，胶质层厚度等于零；
- (2) 弱结焦煤：焦炭成松散状，胶质层厚度在 10mm 以下；
- (3) 强结焦煤：焦炭坚硬而成块状，胶质层厚度 $>10\text{mm}$ 。

结焦性：煤在燃烧时生成的焦炭，其坚硬及松脆程度不同，我们把这种不同的性质叫做煤的结焦性。

胶质层：即将一定数量的煤，放在专用容器中，逐渐加热到 730°C 进行干馏，在焦炭颗粒表面形成一种熔化的沥青层，该沥青层即为煤的胶质层。

胶质层最大厚度：煤在干馏时随着温度的不断升高，其胶质层厚度也在不断增加，当其增加到一定值时，胶质层上下表面的距离达到最大，该最大距离叫做胶质层最大厚度。它反映煤加热时析出的胶质体数量的多少及其热稳定性的高低，用符号“Y”表示，它决定着焦炭的质量，用此值来表示煤的结焦性，胶质层愈厚，煤的结焦性就愈强。

(二) 按可燃基挥发分 V_{daf} 的含量分类

分为五种：

(1) 无烟煤：成煤年代悠久，埋藏时间最长；碳化程度最深，含碳量最高，高达 90%~98%；挥发分含量低，不易点燃，燃尽困难，燃烧时火焰短，贮存时不会自燃；其发热量较高，容重比其他煤大，成块状；具有明亮的黑色光泽、机械强度高、质地坚硬、不易研磨、结焦性差等特点。

(2) 贫煤：其性质介于无烟煤和烟煤之间。碳化程度比无烟煤稍低，挥发分含量较高。挥发分在 $V_{\text{daf}} = 8\% \sim 10\%$ 的煤种为半无烟煤。

(3) 烟煤：埋藏时间比无烟煤短，质地松脆；水分、灰分与褐煤和泥煤相比一般较低；发热量较高，含氢量较高，发热量甚至超过无烟煤，易点燃，燃烧时火焰长，贮存时要防止自燃。是锅炉燃煤比重中较大的一种煤。

(4) 褐煤：外表似木质，呈棕褐色；碳化程度仅次于烟煤，质脆易碎；灰分及水分含量较高；发热量偏低；挥发分较高，易着火，火焰长，不便于长途运输，贮存时应注意防止自燃。

(5) 泥煤：比褐煤地质年龄更低级的一种煤，埋藏年代最短；碳化程度最浅，含水量高，灰分变化范围较大，挥发分含量高。迄今为止，在我国发现的极少。为了便于比较，现将上述五种煤的性能列于表 2-3 中。

表 2-3 五种煤的主要性能

成分 煤种	挥发分 V_{daf} (%)	含碳量 C_{ar} (%)	水分 M_{ar} (%)	灰分 A_{ar} (%)	低位发热量 $Q_{\text{net, ar}}$ (kJ/kg)
无烟煤	≤ 10	≥ 60	5~10	15~20	21093~25121
贫煤	8~15	—	—	—	—
烟煤	10~45	40~60	3~18	7~18	19259.3~20934
褐煤	> 40	30~50	20~40	15~30	10467~12560
泥煤	> 70	—	> 50	30~50	8374~10467

二、中国煤炭分类

(一) 中国煤炭分类

《中国煤炭分类方案》于1958年4月由国家科学技术委员会颁布。该分类方案是采用表征煤化程度的参数干燥无灰基挥发分 V_{daf} (%) 和胶质层最大厚度 Y (mm), 将我国的煤炭分为10大类、24小类。分类的十大煤种依次按煤化程度的高低进行排列, 其次序为: 无烟煤、贫煤、瘦煤、焦煤、肥煤、气煤、弱粘煤、不粘煤、长焰煤和褐煤。这个分类由于采用了表征煤化程度的参数干燥无灰基挥发分 V_{daf} (%) 和表征煤的粘结性的参数胶质层最大厚度 Y (mm), 因此, 具有其一定的合理性。但分类依据的指标少, 而胶质层最大厚度 Y (mm) 这个指标又难以准确测定, 有的煤虽然属于同一个类别, 但其性质相差较远; 有的煤属于不同类别, 但性质较近。煤的性质在不同类别之间交叉, 给煤的区分带来一定难度, 所以在该方案颁布使用20多年后, 国家标准局于1986年10月又重新颁布了一个新的《中国煤炭分类》方案(见正文附录一)。

新的《中国煤炭分类》方法采用表征煤的炭化程度的参数干燥无灰基挥发分 V_{daf} (%) 作为分类指标将煤划分为三大类:

1. 无烟煤 $V_{daf} \leq 10\%$

采用干燥无灰基挥发分 V_{daf} 和干燥无灰基氢含量 H_{daf} 作为小分类指标将无烟煤分为三小类:

- (1) 无烟煤1号: 无灰基挥发分 $V_{daf} = 0 \sim 3.5\%$; 干燥无灰基氢含量 $H_{daf} = 0 \sim 2\%$;
- (2) 无烟煤2号: 无灰基挥发分 $V_{daf} > 3.5 \sim 6.5\%$; 干燥无灰基氢含量 $H_{daf} > 2\% \sim 3\%$;
- (3) 无烟煤3号: 无灰基挥发分 $V_{daf} > 6.5 \sim 10\%$; 干燥无灰基氢含量 $H_{daf} > 3.0\%$ 。

2. 烟煤 $V_{daf} > 10\%$

采用表征煤的工艺性能参数粘结指数 G 、胶质层最大厚度 Y 及奥亚膨胀度 b 作为分类指标, 将烟煤分为: 贫煤、贫瘦煤、瘦煤、焦煤、肥煤、1/3焦煤、气肥煤、气煤、1/2中粘煤、弱粘煤、不粘煤、长焰煤12种。

3. 褐煤 $V_{daf} > 37\%$

只采用干燥无灰基挥发分 V_{daf} 作为分类标准, 难以将褐煤和烟煤区分开, 因此, 褐煤除采用干燥无灰基挥发分 V_{daf} 作为分类标准外, 还采用透光率 P_M (%) 以及煤的恒湿无灰基高位发热量 $Q_{gr-A, MHC}$ 作为标准来区分褐煤和烟煤, 并将褐煤划分为两小类: 褐煤一号和褐煤2号。

新的《中国煤炭分类》与1958年颁布的《中国煤分类方案》比较, 其优点如下:

- (1) 同类煤的性质基本接近, 便于生产使用;
- (2) 将无烟煤和褐煤做了较细的区分, 有利于煤的合理利用;
- (3) 采用了煤类名称、代号与编码相结合的方式, 易于计算机进行数据处理, 适应于现代化管理;
- (4) 该分类所采用指标的测定方法简单易行, 区分煤类的能力较好, 煤样用量少, 便于地质勘探部门使用。

新的《中国煤炭分类》(GB5751—86) 采用分列表式。与原来的中国煤炭分类方案相比, 在贫煤与瘦煤之间增加了一个新煤种——贫瘦煤, 区分的依据是粘结指数 G , 贫煤 $G < 5$, 瘦煤 $G > 20 \sim 65$, 而贫瘦煤的 $G > 5 \sim 20$; 在肥煤和气煤之间, 则增加了1/3焦煤和

气肥煤两个新煤种，区分的依据除了 G 值外，还有胶质层最大厚度 Y 及奥亚膨胀度 b ；在气煤与弱粘煤之间，又增了 1/2 中粘煤，新煤种的划分依据也是 G 值。因此，新的中国煤炭分类与原方案相比，增加了四个新煤种，共 14 个类别，取消了原方案中的 24 个小类别。相对于原分类较为简化。

现将中国煤炭煤种的煤质特点介绍如下：

1. 中国煤炭分类表中部分煤种的煤质特点简介

(1) 无烟煤。无烟煤是煤化程度最高的煤，含碳量 (C_{daf}) 高达 90%~98%，含氢量 (H_{daf}) 较少，一般都小于 4%，挥发分 $V_{daf} \leq 10\%$ ，氧和氮的含水量很低，外观呈黑色至钢灰色，因其光泽强，所以俗称白煤。这种煤硬度高，不易磨碎，纯煤的真密度为 $1.4 \sim 1.9 \text{ g/cm}^3$ ，燃点高，不容易着火，火焰短，化学反应性弱，贮存时不易自燃。无烟煤主要用作民用煤及制造氮肥的原料，但也有电厂燃用无烟煤的。我国典型的无烟煤较少，但具有无烟煤特征、接近贫煤的年轻无烟煤很多，资源分布甚广。

(2) 贫煤。贫煤是烟煤中煤化程度最高的煤种，干燥无灰基挥发分 (V_{daf}) 略高于无烟煤， $V_{daf} > 10\% \sim 20\%$ 。因为它受热时几乎不产生胶质体，其胶质层厚度 Y 值为 0，不能结焦，所以叫贫煤。贫煤含碳量 (C_{daf}) 一般为 90%~92%，含氢量 (H_{daf}) 为 4%~4.5%。该煤种燃点高，燃烧时火焰短，但发热量高，燃烧持续时间较长。贫煤主要作为动力煤和民用煤使用。我国贫煤资源的绝对量与其他牌号煤相比虽然较少，但分布广，全国不少省区都有贫煤资源，因我国目前生产的贫煤灰分稍高于其他煤种，它的质量略次于其他牌号的烟煤。

(3) 瘦煤。瘦煤是煤化程度最高的炼焦用煤。瘦煤用作燃料时，瘦煤的煤质特性和贫煤一样，挥发分低，含碳量高，含氢量少。区别在于瘦煤加热时产生少量的胶质体，能单独结焦，而且结成的焦炭块大，裂纹少，但其最大胶质层厚度 $Y < 12 \text{ mm}$ ，受热时产生的胶质体数量比焦煤少，所以称为瘦煤。瘦煤灰软化温度 (ST) 高，熔融性差，耐磨强度低。瘦煤多用于炼焦。我国的瘦煤资源不多，地区分布也不均匀。

(4) 焦煤。焦煤是结焦性最好的炼焦煤，挥发分 (V_{daf}) 中等，一般 $V_{daf} > 18\% \sim 30\%$ 。大多数焦煤单独炼焦时，能获得块度大、裂纹少、强度高和耐磨性好的优质冶金焦炭，最大胶质层厚度 $Y > 12 \sim 25 \text{ mm}$ 。

(5) 气煤。气煤是煤化程度最低的炼焦煤，干燥无灰基挥发分 (V_{daf}) 均大于 30%，胶质层最大厚度 $Y > 5 \sim 25 \text{ mm}$ 。隔绝空气加热时，该煤种能产生大量煤气和较多的焦油，胶质体的热稳定性较差，气煤一般都能单独结焦，但焦块细长易碎。这种煤的煤质特点是低灰、低硫和可选性较好。气煤除主要供炼焦外，某些高灰、高硫或粘结性较差的气煤也作为动力用煤和气化用煤。气煤是我国炼焦煤中储量最多的一种，而且分布面广，东北、华东、西北和华北的内蒙等区都蕴藏着大量气煤。

(6) 肥煤。肥煤是中等煤化程度的烟煤，其煤化程度高于气煤。挥发分 (V_{daf}) 的范围一般为 24%~40%，但典型肥煤的挥发分 V_{daf} 为 28%~35%，最大胶质层厚度 $Y > 25 \text{ mm}$ 。这种煤软化温度低，固化温度高，具有很强的粘结能力，是配煤炼焦的重要成分。肥煤主要用作炼焦，除了洗选后硫分很难降低的作为动力用煤外，一般很少用于其他方面。我国的肥煤资源不太丰富，而且高硫煤比例较大，分布也很不均匀，华北地区蕴藏量较大。

(7) 弱粘煤。弱粘煤是一种粘结性较弱、煤化程度较低的烟煤。是介于炼焦和非炼焦煤

之间的煤种，结焦性较好，硫分、灰分较低，发热量较高，可选性也较好。结焦性较好的弱粘煤，用作配煤炼焦的原料，结焦性稍差的弱粘煤，因其具有低灰、低硫和高发热量等优点，作为良好的动力煤使用。弱粘煤虽然有不少用于炼焦，但大部分还是作为动力用煤和民用煤。我国弱粘煤资源分布很不均匀，主要集中于内蒙、新疆、甘肃、宁夏、山西和陕西等省（区）。

(8) 不粘煤。不粘煤的挥发分 (V_{daf}) 与肥煤和气肥煤相当，但几乎没有粘结性。这种煤的水分很高，分析基水分 M_{ad} 高达 5%~15%，发热量很低。是一种较特殊的烟煤，其碳含量低于同等挥发分其他牌号的煤，氧含量高于长焰煤而与褐煤相近，氢和氮含量也普遍低于其他煤种。不粘煤的燃点较低，有时用火柴即能点燃，持续燃烧时间也较长，适于烘烤火取暖用。目前产量不大，主要供动力用，块煤也可作为生产合成氨的原料。我国不粘煤的储量比长焰煤多，主要分布在西北地区。

(9) 长焰煤。长焰煤是煤化程度仅高于褐煤的最年轻烟煤，其特点是挥发分高，水分仅低于褐煤，粘结性从极弱到不具粘结性。有的长焰煤含少量次生腐植酸（含量多小于 3%）。弱粘结的长焰煤在干馏时能产生较多的焦油和强度较好的半焦。这种半焦可以作为制造合成氨的原料气或燃料气，也可直接作民用无烟燃料，发热量一般比褐煤高。长焰煤目前大部分作为发电和其他动力用煤。长焰煤的资源比褐煤少，主要分布在东北、西北地区。

(10) 褐煤。褐煤是煤化程度最低的煤，外观呈褐色或黑色。褐煤与烟煤的最主要的区别是：褐煤含有数量不等的原生腐植酸，而烟煤不含或只含少量的再生腐植酸。褐煤的水分含量高，全水分 $M_t = 20\% \sim 40\%$ ；低位发热量 $Q_{net,ar} = 10.45 \sim 16.73 \text{ MJ/kg}$ ；挥发分 $V_{daf} = 40\% \sim 60\%$ ；元素组分中碳含量较低， $C_{daf} < 77\%$ ，氧含量高 $O_{daf} = 15\% \sim 30\%$ ，氢含量变化较大，低至 4.5%，高到 7%。灰分中常含有较多的氧化钙、氧化镁等组分，因此灰熔点比较低；化学反应性能好，热稳定性差。褐煤主要作为发电和一般动力用煤。我国褐煤资源丰富，分布面广，如东北、华北、西南、中南、西北和华东各大区都储藏着褐煤资源，以东北为最多。台湾褐煤资源的蕴藏量也较大。

2. 中国煤炭分类表以外的煤种及煤质特点简介

在我国的煤炭资源中，还有一些未有列入中国煤炭分类中的煤种，其特点介绍如下：

(1) 泥煤（泥炭）。泥煤也叫泥炭或草煤、草炭，是由沼泽中各种植物的分解产物和未分解的植物原质组成的一种可燃物质。泥煤是一种浅棕色、棕色、褐色、褐黑色甚至接近于黑色的松软海绵状胶体物质。泥炭因沼泽化程度不同可分为低位泥炭、中位泥炭和高位泥炭三种。我国泥炭多为高位泥炭，泥煤资源分布较广，我国广大地区都有，无论是丘陵、平原或滨海地区都可能蕴藏，但主要是分布在东北地区，其次是华东、华南和西南地区。泥煤的挥发分高，干燥无灰基挥发分 $V_{daf} = 50\% \sim 70\%$ ；水分含量较大，全水分 $M_t = 20\% \sim 80\%$ ；刚开采的泥炭的水分高达 85%~95%，一般不易去除；发热量低，收到基低位发热量 $Q_{net,ar} = 4.18 \sim 8.36 \text{ MJ/kg}$ ，最高者也很少超过 16.80 MJ/kg；含氮量在 1.5%~2.5%，比褐煤和烟煤低；含硫量也较低，通常低于 0.5%，最高也不超过 1%，并且多以有机硫存在。沼泽化不同程度的泥炭其性质也有差别，低位泥炭的灰分为 6%~13%，有机质为 50%~70%，发热量为 7.95%~14.65 MJ/kg；中位泥炭的灰分为 4%~6%，有机质为 65%~85%，发热量为 10.45%~14.64 MJ/kg；高位泥炭的灰分为 2%~4%，有机质为 80%~90%，发热量为 12.54%~16.73 MJ/kg。泥煤的用途十分广泛，除晒干后可作燃料外，