

吴式瑜
岳胜云 等编

选煤基本知识

煤炭工业出版社

TD94
19
3

选煤基本知识

吴式瑜 岳胜云 等编

6.28.29/08

煤炭工业出版社

内 容 提 要

本书系统而全面地阐述现代选煤厂的主要作业和辅助作业的基本原理,主要的选煤方法,常用的机械设备的构造、性能、操作和维护及其工作效果的评定,介绍选煤工艺流程和技术检查及主要的技术经济指标。书中主要采用国内选煤厂生产实践的资料,对国外某些新技术也作了简单介绍。

本书文字及内容力求通俗易懂,以便作为选煤厂工人的培训教材,也可供矿务局、选煤厂基层管理干部学习和参考。

责任编辑 施文华

选 煤 基 本 知 识

吴式瑜 岳胜云 等编

*

煤炭工业出版社 出版

(北京安定门外和平里北街21号)

北京京辉印刷厂 印刷

新华书店北京发行所 发行

*

开本787×1092mm^{1/32}

印张 10^{1/2}

字数 232 千字

印数 1—15,860

1989年5月第1版

1989年5月第1次印刷

ISBN 7-5020-0218-9/TD·208

书号 3058

定价 4.45元

前 言

煤炭是我国最主要的能源。我国有丰富的煤炭资源，为了实现社会主义现代化，必须加速开发煤炭资源和合理利用煤炭。

机械化采煤的发展，使原煤的质量逐渐恶化。选煤是提高煤炭质量的最重要手段，为了给国民经济各部门和人民生活提供质量稳定、品种对路的煤炭产品，达到合理利用煤炭资源、减少无效运输、减轻燃煤对环境的污染，我国将大力发展煤炭洗选加工。

我国现在已有选煤厂150多处，“七五”期间还将建设数10座新选煤厂。为了发挥现有选煤厂的作用并使新建选煤厂尽快达到设计的经济技术指标，必须提高选煤厂职工的技术素质，对现有选煤厂职工及新工人进行技术培训。本书是选煤厂工人培训教材，内容以生产实践为主，理论力求通俗易懂。

本书是集体编写的。各章编写分工如下：吴式瑜（第一章）、张恩广（第二、三章）、李贤国（第四章）、岳胜云（第五、六、七章）、程东旭（第八章）、竺清筑、施锦心（第九章），并由吴式瑜、岳胜云负责统稿及编审。

由于水平有限，本书缺点与错误在所难免，希望读者提出宝贵意见。

目 录

第一章 绪言	I
第一节 煤的形成、性质、分类和用途	1
第二节 选煤、选煤厂及其工艺过程	10
第二章 筛分	16
第一节 概述	16
第二节 筛分机	23
第三节 筛分机工作效果的评定和影响因素	50
第四节 筛分机的使用和维护	56
第三章 破碎	61
第一节 概述	61
第二节 破碎机	63
第三节 破碎机工作效果的评定及影响因素	72
第四节 破碎机的使用与维护	74
第四章 重力选煤	75
第一节 概述	75
第二节 跳汰选煤	78
第三节 重介质选煤	105
第四节 其它重力选煤	126
第五节 重力选煤效果的评定	132
第五章 浮游选煤	136
第一节 概述	136
第二节 浮选原理	136
第三节 浮选药剂及其作用	140
第四节 浮选机械	147

第五节	浮选效果的评定	165
第六节	影响浮选效果的因素	168
第六章	脱水和干燥	175
第一节	概述	175
第二节	筛分脱水	177
第三节	离心脱水	179
第四节	过滤脱水	199
第五节	压滤脱水	211
第六节	干燥	221
第七章	煤泥水处理	227
第一节	水力分级	227
第二节	浓缩澄清	231
第三节	水力旋流器	239
第四节	煤泥的絮凝	242
第五节	煤泥水系统	245
第八章	选煤厂辅助设备	250
第一节	胶带输送机	250
第二节	斗式提升机	263
第三节	刮板输送机	268
第四节	离心式水泵	272
第五节	水环式真空泵	277
第六节	鼓风机	279
第九章	技术检查	282
第一节	煤样的采取和缩制	282
第二节	筛分试验和浮沉试验	291
第三节	可选性曲线和分配曲线	305
第四节	选煤厂技术检查	315
第五节	原煤及产品的数量检查	328

第一章 绪 言

第一节 煤的形成、性质、分类和用途

一、煤的形成

煤是由植物埋藏在地下，经过漫长的地质年代和地壳运动，在隔绝空气的情况下，在细菌、压力和温度的作用下，逐步演变而成的。

距现在约 2.5 亿年以前，地球上水陆纵横，沼泽密布，气候温和湿润，很适合植物的生长，到处是茂密的植物群。植物死后，遗骸堆积在充满水的沼泽中，由于地壳变动，泥砂冲积，一层一层地埋在岩层中，在缺氧的条件下，受厌氧细菌的作用，发生复杂的生物化学变化，逐渐变成泥炭。这是成煤过程的第一阶段——泥炭化阶段。

成煤过程的第二阶段是变质阶段，也叫煤化阶段。由于地壳变动和其它原因，泥炭逐渐失去氧、氮和氢，相对地增加了碳的含量，逐渐形成褐煤。随着地壳的运动，地层对褐煤的压力进一步增大，煤层中的温度逐渐升高，煤质继续发生变化，煤化过程进一步加深，褐煤逐步变成烟煤，最后变成无烟煤。因此，根据煤的形成过程可以分为泥炭、褐煤、烟煤和无烟煤四大类。

这四大类煤炭的主要特征列于表1-1。

二、煤的组成和性质

由于成煤的原生物质和成煤的地质地理条件不同，

表 1-1 不同煤化程度的煤炭特征

特 征	泥 炭	褐 煤	烟 煤	无 烟 煤
颜 色	棕褐色、黑色	褐至黑褐色	黑 色	灰 黑 色
光 泽	无	多数暗	有一定光泽	有弱金属光泽
外部条带	有原生植物残体	不明显	呈条带状	无明显条带
燃烧现象	有烟, 发热量很低, 不结块	有烟, 发热量低, 不结块	多烟, 发热量较高, 结块	无烟, 发热量高, 不结块
内在水分	很高	高	低	很低
密度, t/m^3	很低	1.1~1.4	1.2~1.4	1.35~1.9以上
硬 度	很软, 呈海绵状	脆弱, 易裂	较高	高
碳水化合物	有	无	无	无
腐植酸	有	有	无	无

区各种煤的组成和性质有很大差异。煤是不均质的混合物, 由有机物质和无机物质两部分组成, 主要是有机物质。有机物质由碳、氢、氮、氧及部分硫组成, 是可以燃烧的, 所以也叫可燃体。无机物质主要是各种矿物杂质, 是不能燃烧的。

煤的性质分为物理性质、化学组成、工艺性能和燃烧性能等。

煤的物理性质包括煤岩组成、光泽、硬度、密度和粒度组成等。

煤岩组成可分为镜煤、亮煤、暗煤和丝炭四种。它们在外观上有很大差别。镜煤和亮煤都有光泽, 但镜煤的断口呈贝壳状, 质地较致密。暗煤和丝炭都无光泽, 暗煤的质地坚硬而无层理, 丝炭很象碎木屑。

煤的化学组成包括煤的工业分析组成和元素分析组成。

1. 煤的工业分析

煤的工业分析包括测定煤的水分、灰分、挥发分和固

定碳四项。根据煤的水分和灰分，可以大致了解煤中有机物质或可燃物的百分含量；从煤的挥发分又可以大致了解到煤中有机物质的性质；从煤中固定碳含量也可大致了解有机物质的性质。当知道了有机物质和无机物质的含量及有机物质的性质后，即可判断煤的种类和各种煤的加工利用性能。

1) 水分

煤的水分有内在水分和外在水分两种。吸附或凝聚在煤颗粒内部的毛细孔中的水称为内在水分；附着在煤颗粒表面上的水称为外在水分。外在水分可以借助于机械方法脱除；内在水分只有火力干燥才能脱出。煤的内在水分变化很大，一般随煤化程度的加深而减少。

2) 灰分

煤的灰分是指煤完全燃烧后的残留物。煤的灰分分为内在灰分和外在灰分。来自煤中内在矿物质的灰分叫内在灰分。在采煤和运输过程中混入煤中的外来矿物杂质（矸石）的灰分称为外在灰分。外来矿物杂质用洗选方法就可除去。

煤的灰分是衡量煤炭质量的一个重要指标，它不仅影响煤的热值，而且影响其加工利用。在选煤过程中要尽量除去外来的矿物杂质，降低灰分。

3) 挥发分和固定碳

把煤放在与空气隔绝的容器中，在一定高温下加热一定时间后，从煤中分解出来的液体（蒸汽状态）和气体产物，减去水分就是煤的挥发物产率。剩下的不挥发物称为焦渣。焦渣减去其中的灰分就是煤的固定碳含量。

挥发分和固定碳与煤的煤化程度有关；煤化程度越低的煤，其挥发分越高，而固定碳含量越低。

挥发分也是评价煤炭质量的一个重要指标。因为它能大致代表煤的煤化程度，是我国煤炭分类的重要依据。

煤的发热量也是煤质分析的一个重要指标，是每单位重量的煤在完全燃烧时所产生的热量，用 kcal/kg 或 MJ/kg 表示。发热量与煤的煤化程度呈规律性的变化，一般来说，煤化程度越高，煤的发热量越高。

2. 煤的元素分析

煤的元素分析就是测定煤中的碳、氢、氮、氧和硫等重要元素的含量。

1) 碳和氢

碳和氢是煤中的重要成分，在燃烧时能放出大量的热量。煤中的碳、氢含量都随煤化程度而变化。煤化程度越高，其碳含量越高，而氢含量越低。

2) 氧

煤中的氧含量随煤化程度的加深而降低。

3) 氮

煤中的氮含量不高，一般都在 2% 以下。煤中氮在燃烧时形成氮的氧化物等有害气体，污染大气。

4) 硫

煤中的硫是有害杂质，含量一般在 0.5~3%，含硫量超过 2% 的煤称作高硫煤。煤中硫在燃烧时形成 SO_2 污染大气，腐蚀设备； SO_2 在光和热的作用下，被雨带到地面形成酸雨，危害植物生长，下到江河湖泊中影响水中动植物生长。硫分是评价煤质的重要指标。煤中的硫分为有机硫和无机硫两种。有机硫是在成煤过程中与有机物一起进入煤中的。无机硫又分为硫化铁（黄铁矿）硫和硫酸盐硫。硫化铁硫一般在洗选过程中可被除去一部分。

三、煤的分类和用途

1. 煤的分类

为了合理地开发和利用煤炭资源，必须对煤炭进行科学的分类。

根据煤化程度及工艺性能作为我国煤炭分类的标准。采用煤的煤化程度参数来区分无烟煤、烟煤和褐煤。

无烟煤以干燥无灰基挥发分和干燥无灰基氢含量作煤化程度的指标，来区分无烟煤的小类，即无烟煤一号、二号和三号。

烟煤采用两个参数来确定类别，一个是表征烟煤煤化程度的参数；另一个是表征烟煤粘结性的参数。烟煤煤化程度的参数采用干燥无灰基挥发分作指标；以粘结性的大小不同选用粘结指数和胶质层最大厚度（或奥亚膨胀度）作指标来区分烟煤的类别，即贫煤、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、长焰煤等共12类。

褐煤采用透光率为煤化程度指标，以区分褐煤和烟煤，并把褐煤划分为褐煤一号和褐煤二号。同时还采用恒湿无灰基高位发热量为辅来区分烟煤和褐煤。

中国煤炭分类简表见表1-2。

中国煤炭分类图见图1-1。

2. 煤的用途

根据煤的性质和各行各业对煤炭燃烧和工艺性质的要求，煤的主要用途如下：

1) 无烟煤：固定碳和发热量高，燃烧时不产生烟。块煤可直接作民用燃料，末煤加工成型（煤球或蜂窝煤等）也可作民用燃料。灰分低、发热量高、硬度小的可作炼铁高炉

表 1-2 中国煤炭分类简表

类 别	符 号	包括数码	分 类 指 标					
			V _{daf} (%)	G	Y (mm)	b (%)	P _M ²⁵ (%)	Q _{gr,MHC,af} [*] (MJ/kg)
无 烟 煤	WY	01, 02, 03	≤10.0					
贫 煤	PM	11	>10.0~20.0	≤5				
贫 瘦 煤	PS	12	>10.0~20.0	>5~20				
瘦 煤	SM	13, 14	>10.0~20.0	>20~65				
焦 煤	JM	24 15, 25	>20.0~28.0 >10.0~28.0	>50~35 >65*	≤25.0	(≤150)		
肥 煤	FM	16, 26, 36	>10.0~37.0	(>35)*	>25.0	*		
1/3焦煤	1/3JM	35	>28.0~37.0	>85*	≤25.0	(≤220)		
气 肥 煤	QF	46	>37.0	(>85)*	>25.0	(>220)		

续表

类 别	符 号	包 括 数 码	分 类 指 标					$Q_{gr,MHC,af}^{**}$ (MJ/kg)
			$V_{daf}(\%)$	G	Y(mm)	b(%)	P_M^* (%)	
气 煤	QM	34 43, 44, 45	$>28.0 \sim 37.0$ >37.0	$>50 \sim 65$ >35	≤ 25.0	(≤ 220)		
1/2中粘煤	1/2ZN	23, 33	$>20.0 \sim 37.0$	$>30 \sim 50$				
弱 粘 煤	RN	22, 32	$>20.0 \sim 37.0$	$>5 \sim 30$				
不 粘 煤	BN	21, 31	$>20.0 \sim 37.0$	≤ 5				
长 焰 煤	CY	41, 42	>37.0	≤ 35			>50	
褐 煤	HM	51 52	>37.0 >37.0				≤ 30 $>30 \sim 50$	≤ 24

* 对 $G > 85$ 的煤，再用 Y 值或 b 值来区分肥煤、气肥煤与其他煤类。当 $Y > 25.0\text{mm}$ 时，应划分为肥煤或气肥煤；如 $Y \leq 25.0\text{mm}$ ，则根据其 V_{daf} 的大小而划分为相应的其他煤类。

按 b 值分类时， $V_{daf} \leq 28.0\%$ ，暂定 $b > 150\%$ 的为肥煤； $V_{daf} > 28.0\%$ ，暂定 $b > 22.0\%$ 的为肥煤或气肥煤。如按 b 值和 Y 值划分的类别有矛盾时，以 Y 值划分的类别为准。

** 对 $V_{daf} > 37.0\%$ 、 $G \leq 5$ 的煤，再以透光率 P_M 来区分其为长焰煤或褐煤。

*** 对 $V_{daf} > 37.0\%$ 、 $P_M > 30 \sim 50\%$ 的煤，再测 $Q_{gr,MHC,af}$ 如其值 $> 24\text{MJ/kg}$ (5700cal/g)，应划分为长焰煤。

注：分类用的煤样，除 $A_d \leq 10.0\%$ 的不需减灰外，对 $A_d > 10.0\%$ 的煤样，应采用氯化锌重液选后的浮煤样（对易泥化的褐煤亦可采用灰分较低的原煤）。详见 GB474-83。

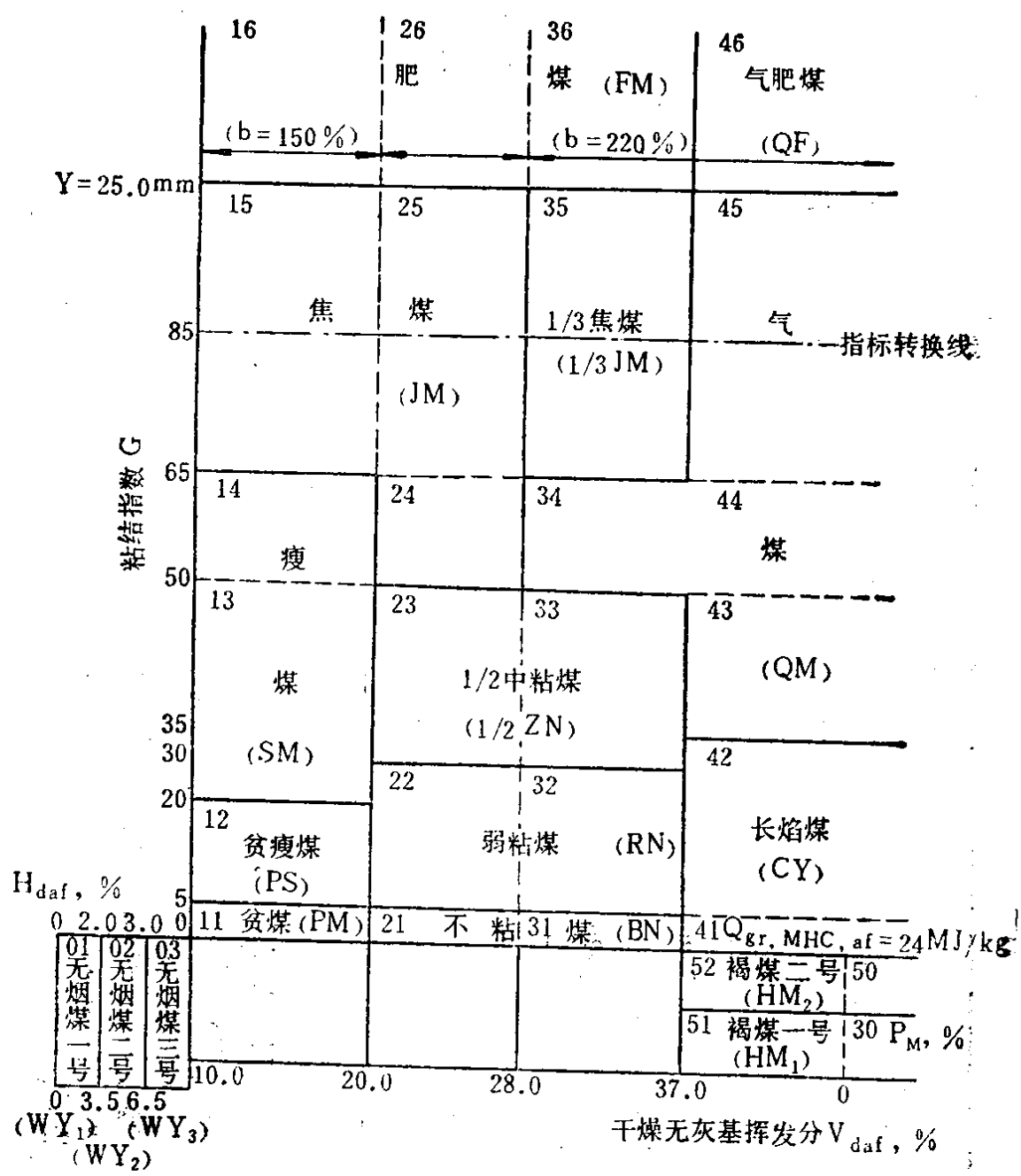


图 1-1 中国煤炭分类图

- 说明:
1. 分类用煤样的缩制按 GB474-83 进行。原煤样灰分小于或等于10%的不需分选减灰。灰分大于 10% 的煤样需用规定的氯化锌重液减灰后再分类 (对易泥化的低煤化度褐煤, 可采用灰分尽量低的原煤)。
 2. $G=85$ 为指标转换线。当 $G>85$ 时, 用 Y 与 b 值并列作为分类指标, 以划分肥煤或气肥煤与其他煤类的指标。 $Y>25.0\text{mm}$ 者, 划为肥煤或气肥煤; 当 $V_{daf}<28.0\%$ 时, b 值暂定为 150%; $V_{daf}>28.0\%$ 时, b 值暂定为 220%。当 b 值和 Y 值划分煤类有矛盾时, 以 Y 值为准。
 3. 无烟煤划分小类按 H_{daf} 与 V_{daf} 划分结果有矛盾时, 以 H_{daf} 划分小类为准。
 4. $V_{daf}>37.0\%$ 、 $P_M>50\%$ 者为烟煤; 透光率 $P_M>30\sim50\%$ 时, 以 $Q_{gr,MHC,af}>24\text{MJ/kg}$ 者为长焰煤。

喷吹燃料及炼铁烧结铁精矿的燃料。据冶金部门提供的资料，一吨灰分低于12.5%的无烟煤粉用作高炉喷吹燃料时可顶替0.8吨焦炭。灰分低的无烟煤可作碳素制品的原料。热稳定性好的无烟煤块煤（粒度在25~75mm）是化肥工业固定床气化的最好原料。

2) 贫煤：挥发分低，不结焦，可作动力用煤和民用燃料。

3) 瘦煤：挥发分低，结焦性差，主要用作炼焦配煤。块煤也可作蒸汽机车用煤。

4) 肥煤：粘结性能最强，是炼焦配煤的主要煤种。

5) 气煤：在烟煤中，气煤的挥发物产率最高，最适合于气化、液化和热解加工以制取化工原料或水煤浆。结焦性能好、低灰的气煤是炼焦配煤的主要煤种之一。我国气煤资源丰富，灰分低，有的钢铁企业在炼焦配煤中，气煤配比高达40%。气煤也可作动力用煤，末煤用于发电厂，结焦性差的块煤（粒度13~25mm）可作蒸汽机车用煤。混块（13mm以上）用于玻璃、陶瓷工业炉窑及作层状燃烧锅炉的燃料等。

6) 弱粘结煤：末煤供电厂用；块煤供蒸汽机车用。也可作气化、液化和热解加工及玻璃、陶瓷、烧制水泥炉窑用煤。低灰分的弱粘结煤还可与强粘结性肥煤配合炼焦。

7) 不粘结煤：作动力和民用燃料。

8) 长焰煤：主要作动力和民用燃料。

9) 褐煤：主要作发电用煤，也可作气化、液化和热解加工原料。

根据新的分类标准，气煤、1/3焦煤、气肥煤、肥煤、1/2中粘煤、焦煤、瘦煤和贫煤等8类均属于炼焦用煤的范

畴。但在使用 1/2 中粘煤和贫瘦煤作炼焦配煤时，应配有较多的强粘性肥煤才能炼出较好的焦炭。

第二节 选煤、选煤厂及其工艺过程

原煤在生成过程中混入了各种矿物杂质，在开采和运输过程中不可避免地又混入顶板和底板的岩石及其它杂质（木材、金属及水泥构件等等）。随着采煤机械化程度的提高和地质条件的变化，原煤质量将越来越差，表现在混入原煤的矸石增加，原煤灰分提高，末煤产率增长，水分提高。为了降低原煤中的杂质，同时把煤炭按质量、规格分成各种产品就要对煤炭进行机械加工，以适应不同用户对煤炭质量的要求，为合理利用煤炭资源创造条件。

选煤是利用煤炭与其它矿物质的不同物理、物理-化学性质在选煤厂内用机械方法除去原煤中杂质，把它分成不同质量、规格的产品，以适应不同用户的要求。

选煤的主要目的是：

1) 除去原煤中的杂质，降低灰分，提高原煤质量，适应用户需要。例如钢铁厂需要低灰分炼焦精煤，以便生产高质的焦炭。冶金部门提供的资料表明，精煤灰分每降低 1%，焦炭灰分可降低 1.33%，而焦炭灰分降低 1%，炼铁焦比可降低 2%，高炉利用系数可提高 3%，同时，还可提高生铁的质量。因此，钢铁厂需要低灰分的炼焦精煤。

除去原煤中的杂质，可以减少铁路的无效运输。现在原煤中含矸量一般为 20~30%，有的还更高，原煤经过洗选，矸石就地排弃，就可以减少无效的运输。

除去原煤中的杂质，可以减少燃煤对大气的污染，保护环境。

2) 把煤炭分成不同质量、规格的产品, 供应用户对路产品, 以便合理利用煤炭, 节约能源。原煤经过洗选, 精煤供给炼焦厂, 中煤供给电厂, 矸石就地废弃或综合利用。煤炭经过筛分分级, 块煤可供铁路蒸汽机车、化肥厂, 末煤供给发电厂, 以达到合理利用的目的。

解放前我国选煤很落后, 1949年全国只有10座选煤厂, 设计入洗原煤能力为1435万吨/年, 生产炼焦精煤67.5万吨。

解放后我国重视发展选煤, 1986年末我国已有生产选煤厂151座, 设计入洗原煤能力1.61亿吨/年, 全国入洗原煤1.55亿吨, 炼焦精煤产量6100万吨。

随着城市经济体制的改革, 煤炭工业实行了大矿承包小矿群办的政策以来, 煤炭产量大幅度增加, 煤炭供应紧张的局面开始缓和, 用户根据行业的需要挑选煤炭质量与品种, 出现了买方市场。随着国民经济的发展, 各行各业要提高产品质量, 降低能耗, 要求使用选后质量好的煤炭, 特别是钢铁工业, 宝钢二期工程, 宁波北仑钢厂已在建设, 鞍钢、武钢、包钢等大型钢厂都在进行技术改造, 建设一批大型高炉, 他们都要求提供质量高、灰分低的炼焦精煤和无烟煤喷粉以及优质动力煤。同时, 为了扩大出口煤炭, 需要提高煤炭质量。因此, “七五”期间煤炭洗选加工要加快发展, 到1990年入洗比重重要占统配煤矿原煤产量的44%。在此期间要建设一批现代化选煤厂, 还要对现有选煤厂进行技术改造。统配煤矿要消灭直销原煤。

选煤方法种类很多, 可概括分为两大类: 湿法和干法选煤。选煤过程在水、重液或悬浮液中进行的, 叫做湿法选煤。选煤过程在空气中进行的, 叫做干法选煤。