

高等学校规划教材

选煤厂固-液、 固-气分离技术

蔡 璋 主编

煤炭工业出版社

6.2
C

高等学校规划教材

选煤厂固-液、固-气分离技术

蔡 璋 主编

煤炭工业出版社

(京)新登字042号

内 容 提 要

本书系统阐述了选煤厂生产过程中所遇到的固-液、固-气分离的基本原理、基本知识、基本技术。全书包括煤泥水处理流程及其分级、脱水、干燥和除尘等内容。对分离过程的原理、设备和适用性进行了叙述,密切联系选煤厂固-液、固-气分离实践,并对选煤厂煤泥水处理的有关内容用专门篇章进行介绍。

本书是高等院校选矿工程专业本科生通用教材。亦可供研究生、专科生参考。对选煤研究人员、现场工程技术人员、环保专业工作人员有一定参考价值 and 实用性。

高 等 学 校 规 划 教 材 选煤厂固-液、固-气分离技术

蔡 璋 主 编

责任编辑:黄 维

煤炭工业出版社 出版

(北京安业门外和平里北街21号)

煤炭工业出版社印刷厂 印刷

新华书店北京发行所 发行

开本 $787 \times 1092 \text{mm}^{1/16}$, 印张 $12^{1/2}$, 插页1

字数304千字 印数 1—1,325

1992年9月第1版 1992年9月第1次印刷

ISBN 7-5020-0705-9/TD·649

书号 3474

定价 3.40元

前 言

“选煤厂固-液、固-气分离技术”是一门涉及选煤厂产品脱水、洗水回收、煤泥厂内回收、车间工业场所的除尘以及有关工艺流程、设备等方面的综合学科。随着水资源的短缺和环保工作的开展，选煤厂固-液、固-气分离已成为一门独立的课程。

书中除分述一般的固-液、固-气分离方法、设备和理论外，还突出介绍煤炭工业常用的分离技术。系统阐述了有关煤泥水处理流程、粗粒物料和细粒物料的不同脱水方法及设备、煤尘产生及消除的方法及设备、分级和沉淀浓缩的有关理论及应用等内容。考虑到东北高寒地区脱水防冻的要求，对深度脱水方法——干燥给予了较详细的介绍。

本书理论和实践并重，深入浅出。编写中力求反映煤炭系统的特色及本学科的前沿。此外，除考虑到教学需要外，还考虑到实用性。对选煤研究人员、选煤工程技术人员有一定参考价值。

“选煤厂固-液、固-气分离技术”教材第一章至第五章、第七章第二节中之三——选煤厂常用除尘设备由蔡璋编写，第六章、第七章其余部分由王振国编写，全书由蔡璋主编和统校。书中融汇了责任编辑、总编和其他有关人员的辛勤劳动，在此表示感谢。

限于编者水平，书中不足和遗漏之处，恳请读者批评指正。

编 著 者

1991.12

1991.12

目 录

绪 论	1
第一章 煤泥水处理流程	3
第一节 煤泥水的性质	3
第二节 煤泥水处理系统的原则流程	10
第三节 煤泥水处理流程的内部结构	17
第四节 洗水闭路循环	20
复习思考题	22
第二章 粗粒物料的固液分离	23
第一节 水分的赋存形态	23
第二节 脱水提斗	25
第三节 脱水筛	29
第四节 离心脱水机	36
复习思考题	53
第三章 分级、沉淀浓缩	54
第一节 分级、沉淀浓缩设备的分类	54
第二节 分级设备及其工作原理	58
第三节 沉淀浓缩设备及其工作原理	74
第四节 分级、浓缩效果评定	88
复习思考题	93
第四章 凝聚与絮凝	94
第一节 凝聚与絮凝原理	94
第二节 凝聚剂和絮凝剂	100
第三节 絮凝剂的应用	104
复习思考题	106
第五章 过滤原理及过滤机	107
第一节 过滤原理	107
第二节 过滤机	110
第三节 压滤机	125
复习思考题	134
第六章 热力干燥	135
第一节 干燥原理	136
第二节 干燥机	139
第三节 辅助设备	146
第四节 干燥工艺流程	156
第五节 干燥工艺流程计算	162
第六节 干燥机及其辅助设备的计算与选型	171
复习思考题	179
第七章 除尘与除尘设备	180

第一节 除尘	180
第二节 除尘器	188
复习思考题	198
参考文献	199

绪 论

选煤厂中,除了按照质量差异和粒度差异,将物质分离为两个不同产物外,还大量存在将物料和水之间的固-液分离;和部分固体和气体之间的固-气分离。

选煤厂除某些干法作业外,都需要大量的水。如跳汰分选作业、重介分选作业和浮选作业等,所得产品均含有大量的水。这种产品不能直接进行销售,必须进行脱水处理,方能作为最终产物进行利用。所谓脱水,即固-液分离过程。粒度不同,脱水方法不同。粗粒物料可用脱水筛、脱水离心机及脱水仓进行脱水;细粒物料可用真空过滤机、沉降过滤式离心机、压滤机等进行脱水。如果水分要求很严格,以及在高寒地区为了防冻,经机械脱水的细粒物料还需进一步采用干燥的方法对其进行脱水。因此,不同的脱水设备,适用于不同的脱水方法,有不同的工作原理。

对产品进行固-液分离,一方面是后续作业的要求,并减少运输费用;另一方面是回收分选过程中所用的大量的水,使之返回再使用,充分利用水资源。

选煤厂多数精煤用于炼焦或炼焦配煤,水分都有严格规定。如果煤炭水分过高,将延长炼焦时间,降低炼焦炉的产量。据统计,水分增加1%,炼焦时间增长20min。而且,炼焦过程中,由于水分蒸发,要带走大量热量,损失了煤的热值,增加燃料消耗,降低焦炭产量3%~4%。

通常,产品的用户离选煤厂均较远,水分过高,远距离输送大量无用的水,造成无效运输。以鞍钢为例,仅1980年因水分超出规定,铁路多运水量达23488万t·km。冬季则给运输和贮存造成麻烦,运输过程中易在车厢内和铁轨上发生冻结现象。含水越多冻结越严重,造成铁路行车不安全及卸车困难。有时甚至需建暖车库,消耗大量能量使精煤化冻。据统计,水分含量与车内冻结程度见表1。

表 1 水分与冻结程度的关系

水分, %	冻结程度
8	有较粗团块,用铲可以铲动
10	团块稍硬,用力可以铲动
12	结成硬块,铲动很困难
15	冻结很硬,如石头,极难铲动
20	铲不动

选煤厂是一个大量用水的企业,洗一吨煤通常要耗水2.5~4.5m³。所用水如果全部随产品带走或外排,其水量是相当惊人的。因此,必须对产品进行脱水。选煤过程中的水,大部分进入浮选,最终由浮选尾矿排出。所以,浮选尾矿也应该脱水。浮选尾矿浓度较小,不能直接采用机械脱水,故需先进行浓缩沉淀处理,其浓缩沉淀作业亦为固-液分离过程。该作业的主要目的即为了使选煤过程所用的水返回、进行循环再用。

由此可见，固-液分离环节是选煤厂中极其重要的作业。该作业处理不善，将影响整个选煤厂的正常生产。

对于一些干法车间，如破碎、筛分、干燥作业，则常伴有微细颗粒的灰尘。这些微细尘粒受气流作用呈悬浮状态散布在空气中，严重污染环境，并损害工人身体健康。

尘粒如果是细粒煤粉，则应设法加以回收，增加煤炭资源的利用率。

尘粒在运动过程中，有可能沉积在设备及其运转部件上，增加运动部件的磨损，缩短机器使用寿命。

因此，应对空气中的尘粒煤粉进行收集、处理，减少有害成分对空气的污染，增加煤炭资源的利用，在选煤厂的干法车间中进行除尘。除尘是将这些微细颗粒与空气分离，因此，属于气-固分离。

粉尘对人体健康的危害程度和它在空气中的含量、粉尘的粒度大小、形状、化学成分及溶解度等性质有关。人体受损害最大的器官是呼吸器官、食道和眼睛等。

煤尘含量大到一定程度，如遇到火花，便有燃烧爆炸的危险。按照防火技术规程中规定，煤尘在空气中浓度不应超过 $120\sim 130\text{g}/\text{m}^3$ 。

但在选煤厂，至今对固气分离重视不够，许多选煤厂没有除尘设施。一些选煤厂在设计时虽考虑了除尘设施，但因设备或其他原因，不能很好应用。随环境保护的要求越来越严格，和对工人劳动条件的改善，选煤厂的固气分离问题必将得到妥善的解决。

第一章 煤泥水处理流程

根据用户对水分的要求,不同的产品要进行不同的脱水处理。选矿厂称这部分内容为产品脱水,而选煤厂中称煤泥水处理。为了能够对产品顺利进行脱水,由不同脱水设备,煤泥水不同流向组成了煤泥水处理流程。

第一节 煤泥水的性质

顾名思义,煤泥水由煤和水混合组成。其性质既与煤的性质有关,又与水的性质有关,并受它们之间相互关系的影响。因此,煤泥水的性质随煤种、产地、采煤方法、运输方式、选煤手段、原煤中细粒含量、次生煤泥性质和数量、可溶性盐类的种类和数量、以及所用水质的变化而变化。这些性质直接影响到煤泥水的沉降特性、絮凝性质、过滤效果及脱水后的产品水分含量等等。

煤泥水的主要性质有浓度、粘度、化学性质以及其中煤泥的粒度、矿物组成等。

一、煤泥水的浓度

煤泥水的浓度对脱水方法的选择及脱水效果有极其重要的影响。在选煤厂,煤泥水的浓度常用三个指标表示:液固比、固体含量和重量百分浓度。

1. 液固比

液固比常用 R 表示。系指一吨干煤所带水的立方米数。常用于洗选、浓缩和分级作业中。

$$R = V / G \quad (1-1)$$

式中 G ——煤水混合物中煤的重量, t ;

V ——煤水混合物中水的立方米数, m^3 。

对于某作业,只要知道液固比 R 和干煤处理量,就很容易算出所需要的用水量。

2. 固体含量

固体含量在选煤厂中常用 q 表示。其含义为一升煤泥水中所含煤泥的克数。该指标在选煤厂中应用极广,如浮选入料、浮选尾煤、浓缩机溢流、底流、跳汰机循环水的浓度等等,通常均用该指标表示。

煤泥水的固体含量可用浓度壶进行测定,可按下式计算

$$q = \frac{\delta}{\delta - 1} (G - 1000), \text{ g/L} \quad (1-2)$$

式中 δ ——煤泥的密度, g/cm^3 ;

G ——浓度壶中煤泥和水的总重量, g 。

固体含量本身是个操作指标。很多作业对它都有一定的要求。例如浮选,采用浓缩浮选时,固体含量常达 $150 \sim 200 \text{ g/L}$;如采用直接浮选,固体含量最好控制在 60 g/L 以上。浮选浓度的变化将直接影响到处理量、药剂用量、浮选精煤回收率及浮选精煤质量,并使浮选操作困难。

测得固体含量后,可指导生产,及时根据浓度调节操作,因此,应定时进行测定。

3. 重量百分浓度

重量百分浓度指煤水混合物中干煤泥的重量占整个煤水混合物总重量的百分数。可由下式求得

$$C = \frac{G}{G + W} \times 100\% \quad (1-3)$$

式中 C ——重量百分浓度, %;

W ——煤水混合物中水的重量, t;

G ——煤水混合物中煤的重量, t。

重量百分浓度和水分, 刚好是煤泥水的总量, 是组成一个湿产物的两个方面。因此, 二者之和为1或100%。

4. 各指标之间的换算

上述指标, 从不同角度表示在一个湿产物中, 水与固体在量方面的关系, 在工艺过程计算中各有其不同的用途。各指标均与产物的基本数据水重、煤重、密度有一定关系, 所以, 它们之间可以互相进行换算。

1) 重量百分浓度与固体含量之间的换算

当已知产物的重量百分浓度 C 和其中固体密度 δ , 即可按式 (1-4) 计算煤泥水的固体含量 q

$$q = \frac{C}{(C/\delta) + (100 - C)} \times 1000, \text{ g/L} \quad (1-4)$$

同理, 也可以由固体含量 q 计算出矿浆中煤泥所占的重量百分浓度 C 。

2) 液固比与重量百分浓度之间的换算

如已知产物的液固比 R , 根据 R 的含义, 可推导出煤泥水中煤泥重量占煤泥水重量的百分数 C

$$C = \frac{1}{1 + R} \times 100\% \quad (1-5)$$

二、煤泥水的粘度

普通水的粘度随温度不同, 将发生很大的变化, 对煤泥水, 特别是煤泥粒度较细时更应加以考虑。由于煤泥水与纯水的性质不相同, 因此, 仅从煤泥水中固体含量这个观点出发进行评定是不够全面, 煤泥的性质和粒度组成对其粘度均有很大影响。

为了表达粗分散体系悬浮液的粘度特性, 采用一个专门术语“有效粘度”。有效粘度反映浓度、固体性质、固体颗粒之间以及颗粒与流体之间复杂的相互作用情况。

各种不同煤泥水的有效粘度, 可按下式计算

$$\mu_e = \mu_1 \frac{t_1 \cdot \Delta_2}{t_2 \cdot \Delta_1} \quad (1-6)$$

式中 μ_e ——煤泥水的有效粘度, $\text{N} \cdot \text{s}/\text{m}^2$;

μ_1 ——纯水的动力粘度, 可按表1-1取值, $\text{N} \cdot \text{s}/\text{m}^2$;

t_1 ——纯水自粘度计流出的时间, s;

t_2 ——煤泥水自粘度计流出的时间, s;

Δ_1 ——纯水的密度, $1000 \text{ kg}/\text{m}^3$;

表 1-1 水的粘度与温度的关系

温 度	动力粘度	温 度	动力粘度
℃	N·s/m ²	℃	N·s/m ²
5	0.0015180	40	0.0006536
10	0.0013097	45	0.0005970
15	0.0011447	50	0.0005492
20	0.0010087	60	0.0004699
25	0.0008949	70	0.0004571
30	0.0008004	80	0.0003570
35	0.0007208	90	0.0003166

Δ_2 ——煤泥水的密度，kg/m³。

一些资料表明，随着煤泥水中小于35 μ m的细粒含量增加，其粘度大幅度增加。煤泥水中固体颗粒的粒度越细、细颗粒含量越多，煤泥水的性质变化也越大。通常，按粒度将煤泥水分成两类，一类含粒度大于35~45 μ m粗粒煤泥的煤泥水，其粘度较低，进一步处理比较容易；一类含粒度小于35~45 μ m细粒煤泥的煤泥水，由于粘度较高，进一步处理，如浓缩、澄清、浮选和过滤等均十分困难。苏联曾对不同粒级煤，在不同固体含量下的有效粘度进行了测定与计算。如图1-1所示。

随煤泥水粘度增加，颗粒沉降速度显著减小，并使分选作业效果明显恶化。例如，跳汰作业，随分选介质粘度增加，介质对颗粒沉降的阻力增大，使细颗粒分选效率降低，分选下限增大，并降低分选精确度。前苏联某选煤厂用被高灰细泥污染的煤泥水进行跳汰选煤的试验结果示于图1-2中。

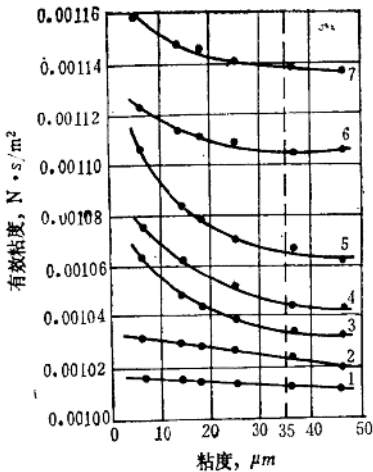


图 1-1 煤泥水的有效粘度与煤泥粒度在下
列固体含量 (g/L) 中的关系
1—10; 2—25; 3—50; 4—75; 5—100; 6—150; 7—200

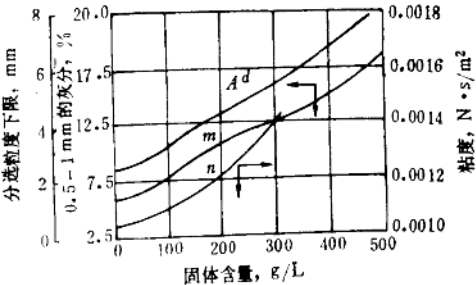


图 1-2 跳汰中悬浮液粘度、分选粒度下限和
0.5~1mm级精煤的灰分与水中固体含量的关系
 A_d —灰分; m —粒度; n —粘度

三、煤泥水的主要化学性质

煤泥水的化学性质，包括水的硬度、水中溶解物质的组成、酸碱度等。这些性质部分是由生产用水的性质决定，部分受煤泥性质影响。由于煤泥在水中浸泡后，产生某些成分的溶解，致使煤泥水性质发生变化。煤泥水化学性质的改变，对浮选和煤泥水澄清作业影

响极大。

1. 水的硬度

工业用水和生活用水都有硬水、软水之分。水的硬度反映水中钙、镁离子的含量，所含钙、镁离子越多，水的硬度也越大。

水的硬度可用德国硬度、美国硬度、法国硬度、英国硬度及毫克当量硬度表示。它们之间可以互相换算，1毫克当量硬度相当于1L水中含有20.04mg的 Ca^{2+} 或12.16mg的 Mg^{2+} 。经换算，1毫克当量硬度 = 2.804德国硬度 = 3.511英国硬度 = 50.045美国硬度 = 5法国硬度。水的硬度等级见表1-2。

表 1-2 水的软硬等级

水的类型	硬 度	
	毫克当量/L	德国硬度
极软水	<1.5	<4.2
软水	1.5~3.0	4.2~8.4
中等硬水	3.0~6.0	8.4~16.8
硬水	6.0~9.0	16.8~25.2
极硬水	>9.0	>25.2

水的硬度对煤泥沉降有极大的影响。因为，当硬度较大时，水中的 Ca^{2+} 、 Mg^{2+} 离子含量增高，这些离子可以在颗粒表面进行吸附，从而改变颗粒表面的电位，使表面的水化作用发生变化，促使颗粒分散或凝聚，最终导致沉降特性发生变化。在使用絮凝剂对煤泥水中悬浮颗粒进行絮凝时，由于Ca、Mg离子的存在，经常还可降低絮凝剂的用量。

2. 水中溶解物质的组成

选煤厂用水多数来自井下水或附近河水、湖水等，本身含有多种杂质，特别是一些可溶性盐类。加之分选过程中颗粒在水中浸泡时间较长，由于某些组分的浸出、溶解现象，而水中的某些可溶物又吸附到颗粒表面，从而改变了水中溶解物质的组成。

水中离子除 Ca^{2+} 、 Mg^{2+} 外，还有 K^+ 、 Na^+ 、 Fe^{2+} 、 HCO_3^- 、 SO_4^{2-} 、 NO_3^- 、 Cl^- 、 Al^{3+} 、 SiO_3^{2-} 等等。通常，这些离子对浮选及煤泥水处理过程影响不大。但由于选煤厂洗水闭路循环，它们将在洗水中逐渐积累，在某些情况下，对煤泥沉降、洗水澄清，甚至对煤泥浮选产生一定影响。一些学者认为，为了使洗水澄清过程顺利进行，煤泥水中总盐量应保持在3000~6000mg/L左右。

3. 水的酸碱度

水的酸碱度主要对絮凝过程有较大的影响，使煤泥水澄清过程的效果发生变化。酸度过高时，还会引起设备的腐蚀。但在选煤厂中，由于煤泥浮选药剂制度较简单，煤泥水处理过程的酸碱度很少进行人为的调节。

四、煤泥水中煤泥的性质

煤泥水的性质与煤泥水中悬浮煤泥性质有极大的关系，其中最主要的是煤泥的粒度、煤泥的矿物组成及煤粒表面的物理化学性质等。

1. 煤泥的粒度组成

煤泥水中煤泥的粒度组成在很大程度上决定了煤泥水处理过程的难易程度。粒度组成

对精选、脱水、过滤、浓缩、澄清等作业效果都有显著影响。因此,了解和掌握煤泥的粒度分布,特别是微细颗粒的分布是极其重要的。

1) 粒度的表示方法

固体颗粒的形状,绝大多数是不规则的。为了表示其大小,常采用当量或统计的方法。一般有当量球直径、当量圆直径和统计学直径。选取粒度表示方法时,应选用与所研究的颗粒性质关系最密切的粒度。

(1) 当量球直径。当量球直径粒度是以与颗粒本身某种性质相同的球体直径表示粒度。其定义见表1-3。

表 1-3 当量球直径的定义

符 号	名 称	球 的 当 量 性 质
x_V	体积直径	体积
x_S	表面积直径	表面积
x_{SV}	表面积体积直径	表面积与体积比
x_R	受阻直径(drag diameter)	在相同流体中以相同速度运动时的阻力
x_f	自由沉降直径	颗粒密度相同时,在相同流体中的自由沉降速度
x_{st}	斯托克斯直径(stokes' diameter)	斯托克斯定律范围($Re < 0.2$)内的自由沉降速度
x_A	筛分直径	通过相同方形筛孔

(2) 当量圆直径。该直径表示的粒度是与颗粒投影轮廓性质相同的圆直径,见表1-4。

表 1-4 当量圆直径的定义

符 号	名 称	圆 的 当 量 性 质
x_F	投影面积直径	位置稳定颗粒的投影面积
x_R	投影面积直径	随机定向颗粒的投影面积
x_ϕ	周长直径	轮廓周长

(3) 统计学直径。统计学直径系指用显微镜,在平行于一定方向上所测得颗粒投影的线段长度。见表1-5。

表 1-5 统计学直径的定义

符 号	名 称	所 测 线 长
x_F	费雷特直径(Feret's diameter)	颗粒两侧两条切线间的距离
x_M	马丁直径(Martin's diameter)	颗粒图象等分线的长度
x_{SH}	剪切直径	用图象剪切目镜测得的颗粒宽度
x_{OH}	最大弦直径	由颗粒轮廓限定的最长直线长度

用不同的粒度测定方法,得到不同的粒度。在颗粒相对于流体运动机制中,如重力沉降、离心沉降及水力旋流器中,常采用测定斯托克斯直径和沉降直径的方法;而在过滤中应采用测定表面积直径更为恰当些。

2) 粒度分布及其特征值

通过物料粒度分析试验,可以得到颗粒粒度累积分布曲线和粒度分布曲线。并可得到一组与粒度群有关的特征值。

(1) 颗粒粒度累积分布曲线和粒度分布曲线。粒度分布有多种类型,如以数字表示的颗粒粒度分布,以质量表示的颗粒粒度分布及以长度或表面积表示的颗粒粒度分布等。在选煤和煤泥水处理工艺过程中,通常采用以质量表示的颗粒粒度分布。该类型的粒度累积分布曲线和粒度分布曲线如图1-3所示。图中横坐标均表示粒度,纵坐标分别表示累积产率和各粒级的产率。

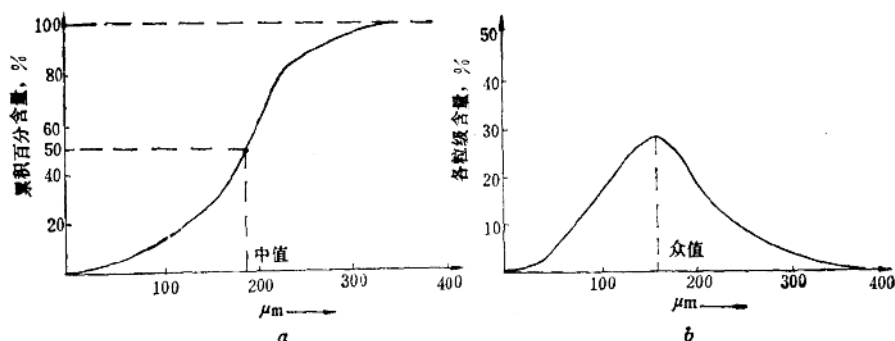


图 1-3 粒度累积分布曲线和粒度分布曲线

a—粒度累积分布曲线; b—粒度分布曲线

(2) 粒度群的特征值。对于一个给定的粒度群,具有某些特征数值,可以用这些数值加以描述。如众值、中值和平均值。这些数值虽然不能表示粒群的分布宽度,但在某些情况下,可为过程控制提供指导。

A. 众值。众值是粒度群中最常出现的粒度,也即与粒度分布曲线中峰值相应的粒度。某些粒度群的粒度分布可能有几个峰,称为多峰分布或多众值分布。根据粒度曲线很容易确定其众值。

B. 中值。中值又称50%粒度,系指一半颗粒大于该值,另一半颗粒小于该值的那种粒度。对于粒度分布曲线,即为将分布曲线下的面积分为两等分的粒度。根据累积分布曲线很容易确定中值,它与50%相应。

C. 平均值。常称平均直径,对于一个确定的粒度分布函数,平均值可有多种表示方法,如算术平均值、几何平均值、平方平均值等等。算术平均值可用下式表示

$$\bar{x} = \int_0^{\infty} x f(x) dx \quad (1-7)$$

式中 $\bar{x}$ ——平均直径;

x ——颗粒粒度;

$f(x)$ ——粒度分布函数,可以是以长度、表面积或质量等表示的颗粒粒度分布。

对于平方平均值、几何平均值可分别用下式表示

$$\bar{x} = \sqrt{\int_0^{\infty} x^2 f(x) dx} \quad (1-8)$$

$$\bar{x} = \exp \int_0^{\infty} \lg x \cdot f(x) dx \quad (1-9)$$

通常, 最好用实际粒度分布曲线表示粒度群, 只有在难以求得粒度分布曲线时, 才用上述特征值表示颗粒体系的特性。

D. 平均直径的图解法。在颗粒粒度分布以图或表的形式给出, 又没有拟合的解析函数时, 最好用图解法求其平均直径。由于平方平均值和几何平均值以其粒度的平方和取对数进行变换, 可对粒度的平方及对数值进行计算, 并算出其累积产率, 对筛上物累积或对筛下物累积均可。某样品的粒度组成及计算结果见表1-6。并以 x 、 x^2 、 $\lg x$ 为横坐标, 累积产率为纵坐标作图, 如图1-4所示。

图中纵坐标和粒度累积分布曲线所围成的面积即算术平均直径。纵坐标与 x^2 曲线所围成的面积为平方平均直径的平方, 因此, 经开方后可得到平方平均直径。同理可由 $\lg x$ 曲线与纵轴围成的面积求出几何平均直径。

至于粒度的测定, 可采用许多方法。粗粒一般用筛分分析。0.5mm以下的用小筛分, 可分析到 $74\mu\text{m}$ (200目), 用湿筛甚至可到 $44\mu\text{m}$ (325目), 或根据粒度不同, 沉降速度不同的水析法进行分析。这些方法可得到不同粒度的产品。

可进一步对其进行质量分析, 如灰分测定等。随着科学技术的发展, 出现了不少新型的粒度测定仪器, 如电子显微镜、激光粒度分析仪等。这类仪器通常只可以得到粒度组成, 不能得到不同粒级的产品。

不同的粒度组成, 应选用不同的脱水方法, 粒度组成还要影响到固液分离所进行的程度。如在过滤中, 随物料中细泥含量增多, 必将导致滤饼水分增高, 滤液中固体含量增大, 固-液分离不彻底; 反之, 过滤入料粒度偏粗, 细泥含量很少, 则滤饼厚, 水分低, 滤液浓度亦低, 固液分离比较彻底。

2. 煤泥的矿物组成

煤泥的矿物组成较为复杂, 随煤种、产地不同而不同。主要有石英、方解石、粘土矿物和黄铁矿等。粘土矿物种类很多, 又有高岭石、蒙脱石、绿泥石等, 多达上百种。

当粘土矿物含量高时, 在分选及以后的产品处理过程中, 极易泥化, 且粒度微细, 大大增加了煤泥水中细粒级的含量, 使煤泥水的粘度大幅度增加, 对浮选和煤泥水处理都带来极大的不利。为了使选煤厂生产正常进行, 应及时将细泥从系统中排出。这些细泥除难于沉降外, 回收也极困难。因此, 粘土类矿物含量越高, 意味着煤泥水处理过程越困难。

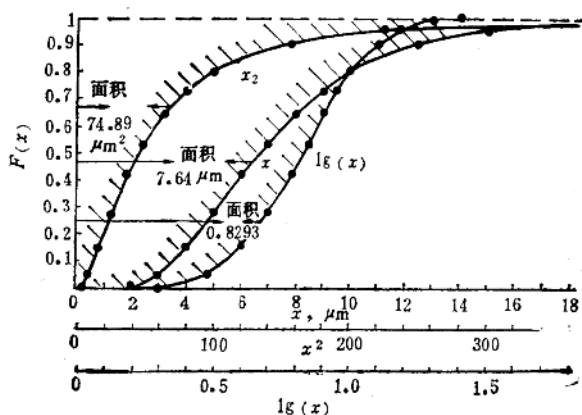


图 1-4 算术平均直径、平方平均直径和几何平均直径的图解法

表 1-6 粒度组成及计算

粒 级	颗粒粒度 x	各粒级产率	筛下物累积产率	x^2	$\lg x$
μm	μm	%	%	μm^2	
- 2	2	0.7	0.7	4	0.30
2~3	3	4.3	5.0	9	0.48
3~4	4	10.0	15.0	16	0.60
4~5	5	12.5	27.5	25	0.70
5~6	6	14.5	42.0	36	0.78
6~7	7	11.0	53.0	49	0.85
7~8	8	11.0	64.0	64	0.90
8~9	9	8.5	72.5	81	0.95
9~10	10	7.5	80.0	100	1.00
10~12.5	12.5	10.0	90.0	156	1.10
12.5~15	15	5.0	95.0	225	1.18
15~20	20	3.5	98.5	400	1.30
20~25	25	1.1	99.6	625	1.40
>25		0.4	100		

另据英国矿业局研究结果表明, 泥化程度和煤化程度有一定联系。煤化程度低的煤层中常含有较多的粉砂岩、泥质页岩及成岩作用差的粘土类分散矿物, 水分子极易进入其晶格内部, 并在水分子作用下迅速溶胀、分解成为微细颗粒。

粘土矿物中的钠离子含量对泥化程度有很大影响。通常, 钠离子含量越高, 泥化越严重。

粘土类物质, 由于粒度小, 具有很大的比表面、分散性高、亲水性强、表面负电性强, 易粘附到煤粒表面, 影响末精煤质量, 增大药剂消耗, 并使煤泥水处理系统变得复杂、困难, 难于脱水、难于沉降, 致使在循环水中累积。因此, 妥善处理这部分物料是煤泥水处理中的关键。

黄铁矿含量较高的煤种, 通常其产品的硫分亦高, 特别是在黄铁矿的嵌布粒度比较细时, 更是这样。为了得到合格精矿, 必须进行脱硫, 增加流程的复杂性。粒度很细的黄铁矿, 虽可采用浮选进行脱硫, 但效果不太理想, 有待于进一步进行研究。

3. 煤粒表面的物理化学性质

煤粒表面的物理化学性质除了对浮选有极大影响外, 对矿物悬浮液的分散和絮凝也有很大影响。由于其表面性质不同, 表面的双电层结构不同, 可由其表面电荷的大小及符号决定煤粒处于分散或絮凝状态, 并可决定细泥能否在煤粒表面进行覆盖。该部分内容在浮选中已有详细论述, 此处不再重复。

第二节 煤泥水处理系统的原则流程

煤泥水处理系统的原则流程有三种型式: 浓缩浮选流程、直接浮选流程、半直接浮选流程。

一、浓缩浮选流程

我国在本世纪80年代以前, 选煤厂沿用的煤泥水处理流程基本上是浓缩浮选流程。即全部煤泥水, 包括斗子捞坑的溢流、角锥沉淀池溢流、旋流器回收粗煤泥的旋流器溢流、

煤泥回收筛筛下水及离心脱水机的离心液等，全部进入大面积的浓缩设备进行浓缩，浓缩设备溢流作循环水，其底流经稀释后作为浮选入料。浮选尾煤排出厂外废弃或进行沉淀后回收使用。为了防止因煤泥回收筛或离心脱水机筛网破损，粗粒物料进入浮选，致使粗粒损失在尾矿中，因此常将煤泥回收筛的筛下水及离心脱水机的离心液返回到原分级设备，如斗子捞坑、角锥沉淀池等设备中，进行再次分级。其流程见图1-5。

1. 流程的组成

通常可以将图 1-5 的流程划分为四个作业区，即选煤脱水作业区、浓缩作业区、煤泥精选脱水作业区及尾煤澄清作业区。以上四个作业区是选煤厂的基本组成部分。相同的作业区可以用不同的设备，如分级作业可用斗子捞坑，也可用角锥沉淀池，还可用倾斜板等等。

2. 浓缩浮选流程工作效果分析

1) 判断煤泥水处理系统工作效果的判据

煤泥水处理系统工作好坏，一般有三个判据，循环水浓度、煤泥厂内回收和洗水闭路循环。

(1) 循环水浓度。对选煤来说，循环水的浓度越低越好，有利于分选作业的进行，提高分选效果，减少细泥对产品的污染。由选后产品带出的煤泥量可知，精煤中煤泥含量随循环水固体含量增加显著增多，而且随产品粒度减少，污染量增大。例如，对12~80mm级精煤，当煤泥水固体含量由20g/L增加到500g/L时，被带走 $-60\mu\text{m}$ 的煤泥量由0.164%增加到6.31%；而对0.5~12mm级的精煤，则由0.36%增加到11.56%，见表1-7。由于煤泥污染，精煤灰分亦有所增加。通常，当循环水中固体含量由50g/L增加到500g/L时，精煤灰分可增加1%。因此，在选煤厂生产过程中，严格控制循环水浓度是非常必要的。

表1-8说明循环水浓度对脱水筛筛上产品水分及灰分的影响，随煤泥水浓度增高，筛上产品的水分及灰分均有所增加。

(2) 洗水闭路循环的程度。选煤厂中所用洗水应全部经过澄清，并返回再用，不应排放至厂外。否则，既造成水资源的损失，又直接造成了选煤厂水环境污染。

(3) 煤泥厂内回收。煤泥需在厂内回收，不应排出厂外污染环境。这些煤泥粒度极细，很容易形成飞尘，随风飘扬，造成大面积污染。

2) 工作效果分析

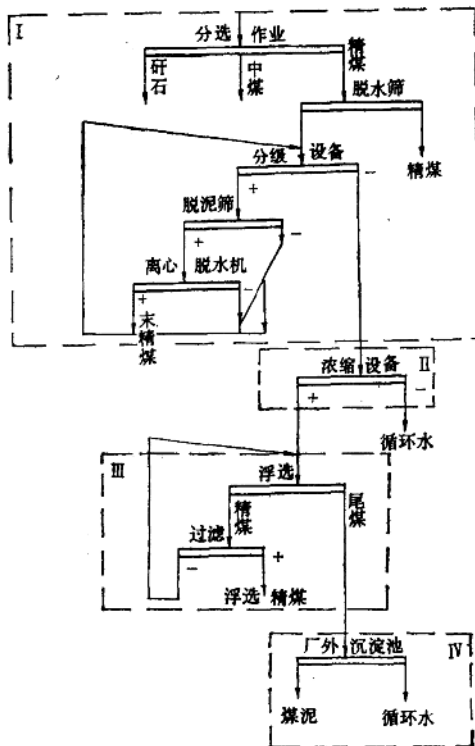


图 1-5 浓缩浮选流程

I—选煤脱水作业区；II—浓缩作业区；III—煤泥精选脱水作业区；IV—尾煤澄清作业区