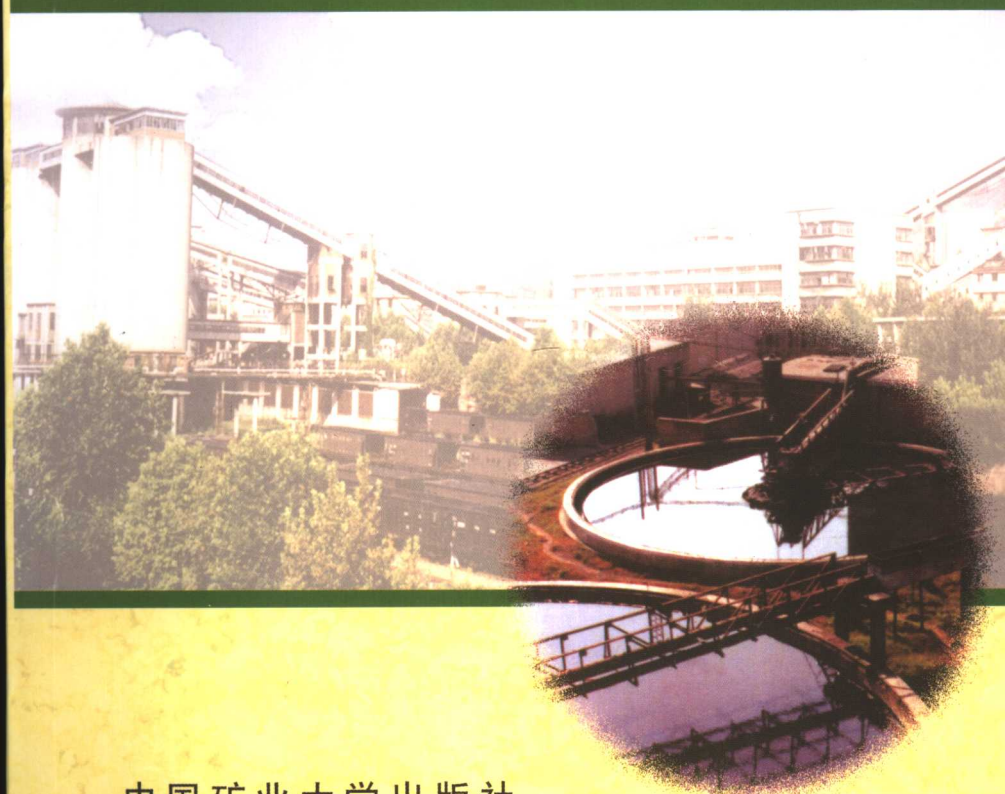


XUANMEICHANG MEINISHUI CHULI

选煤实用技术丛书

# 选煤厂煤泥水处理

中国煤炭加工利用协会组织编写



中国矿业大学出版社

China University of Mining and Technology Press

中国煤炭加工利用协会组织编写

# 选煤厂煤泥水处理

张明旭 编著

中国矿业大学出版社

**图书在版编目(CIP)数据**

选煤厂煤泥水处理/张明旭编著. —徐州:中国矿业  
大学出版社,2005.10

(选煤实用技术丛书)

ISBN 7 - 81107 - 192 - 4

I. 选… II. 张… III. 选煤厂—煤泥—水处理  
IV. TD942.62

中国版本图书馆CIP数据核字(2005)第112578号

**书 名** 选煤厂煤泥水处理

**编 著** 张明旭

**责任编辑** 解京选 褚建萍

**责任校对** 周俊平

**出版发行** 中国矿业大学出版社

(江苏省徐州市中国矿业大学内 邮编 221008)

**网 址** <http://www.cumtp.com> **E-mail**: cumtpvip@cumtp.com

**排 版** 中国矿业大学出版社排版中心

**印 刷** 徐州新华印刷厂

**经 销** 新华书店

**开 本** 850×1168 1/32 **印张** 11.125 **字数** 287千字

**版次印次** 2005年10月第1版 2005年10月第1次印刷

**印 数** 1~2000册

**定 价** 32.00元

(图书出现印装质量问题,本社负责调换)

# 《选煤实用技术》丛书编委会

**主 编** 吴式瑜

**副主编** 叶大武 解京选 李文林

**编 委** (按姓氏笔画排序)

邓晓阳 叶大武 匡亚莉 李文林

李贤国 吴大为 吴式瑜 张明旭

周少雷 欧泽深 竺清筑 谢广元

路迈西 解京选

## 丛书前言

能源是国民经济发展和人类赖以生存的物质基础。煤炭是我国的主要一次能源,其生产量和消费量一直占一次能源的70%左右。

我国煤炭资源丰富,品种齐全。到20世纪末,煤炭的探明储量有1万亿吨,其中已利用储量中尚有可采储量800多亿吨;我国的石油、天然气资源相对不足,其储量只可供开采几十年;水力资源虽然丰富,但集中在西南地区,而且开发利用需要的投资很大;核能、太阳能、风能、生物能的开发利用则刚刚起步。所以,未来几十年内,煤炭仍是我国最可靠的能源,煤炭的基础能源地位不会改变。

我国是煤炭的生产和消费大国,每年生产和消费煤炭都在十几亿吨以上。大量生产和消费煤炭,无论对区域环境,还是对全球气候都造成很大影响。为此,国家鼓励和提倡发展洁净煤技术。

选煤是洁净煤技术的基础,也是煤炭深加工(制水煤浆、焦化、气化、液化)和洁净、高效利用的前提。选煤可以除去原煤中的大部分矿物杂质,提高煤炭质量,并把它分成不同等级,为用户合理利用创造条件。国家鼓励发展煤炭洗选加工,原煤入洗量不断提高,从1949年的几十万吨发展到2003年的5亿多吨。

但是我国煤炭洗选加工相对落后,原煤入洗率尚不足30%,商品煤质量较差,因此煤炭利用率低,燃煤引起的污染严重。为了合理利用煤炭资源,提高利用效率,降低铁路运输量,减少燃煤对大气的污染,有必要大力发展煤炭洗选加工。

近几年来,我国选煤工业迅猛发展,选煤厂数量增加,选煤技术进步速度加快,目前的选煤技术人员已满足不了发展的需要,为了培养大批选煤工程技术及管理人员,提高选煤技术人员的素质,由中国煤炭加工利用协会和中国矿业大学出版社共同组织国内一批有实践经验的专家、学者及高级工程师技术人员,编写了这套《选煤实用技术》丛书。本丛书书名如下:

1. 《跳汰选煤技术》
2. 《重介质选煤技术》
3. 《浮游选煤技术》
4. 《选煤厂产品脱水》
5. 《选煤厂煤泥水处理》
6. 《选煤厂破碎与筛分》
7. 《选煤厂机械设备安装使用与维护》
8. 《选煤厂电气设备安装使用与维护》
9. 《选煤厂管道、阀门与泵的安装使用与维护》
10. 《选煤厂煤质分析与技术检查》
11. 《选煤厂计算机应用》
12. 《选煤厂技术管理》

本丛书主编吴式瑜,副主编叶大武、解京选、李文林。

本丛书实用性较强,可作为选煤厂技术、管理干部和专业技术工人的培训教材,也可作为大专院校选煤专业学生的学习参考书。

本丛书由多位作者编写,写作风格各有不同,且由于时间仓促、涉及内容广泛,错误和缺点在所难免,望读者批评指正。

## 前 言

煤泥水处理是湿法炼焦煤选煤厂建设中投资最大的工艺环节,也是选煤厂生产和管理中最重要、最复杂的系统,几乎涉及选煤厂的各有关环节,其建设、运行和管理的好坏直接关系到选煤厂的经济效益和社会效益。本书重点介绍了煤泥水处理的内容和任务,煤泥水体系的性质及其测定和分析,煤泥水的絮凝、凝聚原理与实践,煤泥水分级、浓缩、澄清、产品脱水的工艺与设备,煤泥水处理的流程及其内部结构,煤泥水系统的管理和运行。本书从以上几方面进行较为系统和通俗的阐述,力求从系统工程的角度出发,理论与实践并重,深入浅出地反映煤泥水处理系统的内涵和相互间的联系,并尽可能全面而又通俗地介绍这些方面的有关理论和实践经验。通过这一系列内容的介绍,使读者对复杂的煤泥水处理系统能有一个较为完整的理解和认识,同时也提供了详尽的参考资料。

本书主要为广大的选煤工作者以及相关的管理者学习和参考之用,也可供大专院校选矿工程、矿物加工工程、环境工程等专业教学参考之用。

## 目 录

第一章 绪 论	1
第二章 煤泥水体系的主要性质及测定	10
第一节 煤泥水体系的主要性质及测定	11
第二节 煤泥水中悬浮煤泥颗粒的主要性质及测定	62
第三章 煤泥水分级、浓缩与澄清设备	87
第一节 自然沉降过程的基本概念及计算	87
第二节 自然沉降式水力分级、浓缩、澄清设备	92
第三节 倾斜板沉淀设备	121
第四节 水力旋流器	128
第五节 气浮法净化煤泥水	139
第六节 机械分级设备	151
第七节 水力分级、浓缩设备工艺效果评定	171
第四章 煤泥的絮凝、凝聚和助滤	179
第一节 凝聚和絮团	180
第二节 高分子絮凝剂	188
第三节 絮凝剂和凝聚剂的使用	203
第四节 助滤剂	220
第五章 煤泥水处理系统	231
第一节 煤泥水处理系统	232



第二节	煤泥水处理流程的内部结构·····	246
第六章	煤泥水处理系统的管理·····	293
第一节	煤泥水处理系统管理的几个基本原则·····	293
第二节	煤泥水处理系统计算分析和技术评定·····	304
第三节	煤泥水处理系统主要评定指标·····	311
附录一	《选煤厂安全规程》(节选)·····	317
附录二	《选煤厂工人技术操作规程》(试行)(节选)·····	319
参考文献	·····	343

## 第一章 绪 论

### 一、煤泥水处理的目的、意义和任务

煤泥水处理主要是指煤炭在分选加工过程中产生的介质用水的处理技术。由于煤炭的分选加工一直主要是采用水作为分选介质的,故原先的选煤厂称为洗煤厂。煤泥水处理和煤炭的洗选加工密切相关,它的发展变化也紧密伴随着煤炭分选加工的发展变化,只不过随着对选煤产品的要求愈加严格、选煤工艺的愈加复杂、选煤厂的大型化愈加明显,以及水资源的愈加珍贵和环境保护标准的愈加苛刻,煤泥水处理已经变成了整个选煤工艺中涉及面最广、投资最大、最复杂、最难管理的工艺环节。

目前煤炭分选的工艺和方法,绝大多数以水或水的混合物作为分选介质,如重介选、跳汰选、浮选等,通常入选 1 t 原煤要使用 3~5 m<sup>3</sup> 水。随着机械化采煤量的增加,原煤中煤粉的含量也在增加。这些煤粉和其他杂质在分选过程中悬浮于分选介质中成为煤泥水,其中除含有固体悬浮物外,还有因分选工艺的需要而添加的药剂、油类等。一个每小时入选千吨原煤的选煤厂,每小时要产生几千立方米的煤泥水。而这些煤泥水必须经过一定工艺的处理后才能够选煤厂循环使用,以满足选煤厂各工艺环节对循环水的要求,或在必须外排时能满足国家环境保护法规的要求。据 1995 年统计,我国选煤厂外排煤泥 2 800 万 t、流失煤泥约 20 万 t。采用工业上成熟的固液分离技术,从煤泥水中分离、回收不同品质的细粒产品和适合选煤厂循环的用水,做到洗水闭路循环;在煤泥水必须排放时能符合环境保护的排放要求,不污染环境。这些就是煤泥水处理的主要目的和任务。

从煤泥水中将煤泥中低灰、高灰颗粒分离所采用的是泡沫浮选法,这也是目前国内采用最多的一种煤泥分选方法。这种从煤泥中分选出低灰分产品的作业称为煤泥的分选作业。但对于大多数动力煤选煤厂,有时并不需要将煤泥水中的煤泥颗粒进一步分选成低灰精煤和高灰尾煤,而只要将它们从煤泥水中尽可能彻底地分离出来,以得到洁净的循环用水,这通常称为煤泥的回收作业。煤泥回收通常采用各种重力、离心力、电场力、磁场力作用的分级、浓缩、絮凝、澄清等作业来完成。但不论是分选还是回收,均需通过专门的脱水作业对分选或回收的产品进行固液分离,否则水分过大超过产品指标时,会影响用户使用。如浮选精煤最后是作为炼焦精煤时,水分过高将延长炼焦时间,降低焦炉产量,增加燃料消耗,降低焦炭产量。据统计,水分增加1%,炼焦时间增加20 min,焦炭减少3%~4%。此外,北方高寒地区水分过大会造成运输、贮存过程中的冻结以及列车行车的不安全和装卸车困难。产品水分越高,冻结越严重,通常在北方寒冷地区,水分在10%以上时就会出现严重的冻结现象。从减少运输过程中的无效运输角度看,减少产品水分也有着十分积极的意义。每年我国有几亿吨分选产品外运,水分每增加1%就将是几百万吨,按平均水分为10%、平均运输距离为500 km计,每年仅水分一项就使铁路的无效运输达到相当惊人的数量。

选煤厂煤泥分选或回收后产品的脱水通常采用各种机械方法来实现,如脱水筛、离心脱水机、过滤机、压滤机等,必要时在高寒地区还要采用火力干燥。这些对煤泥的分选、回收、脱水、煤泥水净化等作业或设备均需要其他辅助的工艺或设备来为它们提供合适的粒度组成、密度组成和浓度的入料,通常采用的有分级、浓缩、沉淀等设备。只有保证提供最佳的入料条件,才能保证这些作业的效果,也才能保证整个煤泥水处理系统和选煤厂的技术经济指标。因此,对于一个现代化的选煤厂来说,真正的煤炭分选工艺环节并不

复杂,而且只会越来越简化。比如,采用几台大型跳汰机或重介分选机即可达到分选目的,但要靠复杂的煤泥水处理系统为它提供合格的分选介质,保证其分选效果;对选后产品分级、脱水;对不能分选的煤泥部分进一步精选、回收、脱水;对洗水和外排水充分净化,以保证选煤厂整个工艺系统的正常运转。可以说煤泥水处理系统几乎涵盖了整个选煤厂的工艺环节,选煤厂的分选效率、各产品的数质量指标、各环节的经济技术指标、煤泥水的流失和对环境的污染程度都与所采用的煤泥水处理系统的类型、特点、设备、完善程度及管理水平有很大关系。当前,国内外都将选煤厂如何提高煤泥水处理效能、简化流程系统、实现煤泥厂内回收、洗水闭路循环和杜绝废水外排作为重要的内容来研究,并取得了很大进展。

### 二、煤泥水处理的主要特点

煤泥水处理对于选煤厂来说是一个重要的系统工程,从水处理的角度看又是一个复杂的给排水工程。各选煤厂由于所选的原煤性质不同,对产品要求不同,所采用的工艺、流程和设备及管理方法不同,因而煤泥水体系的性质也不尽相同,表现在流量、浓度、粒度、密度、硬度等方面,这就使煤泥水处理有着相当的复杂性。诸多影响因素使得选煤厂煤泥水处理系统成为全厂最复杂、投资最多、生产成本最大、管理最困难的部分。但这一部分的完善程度、管理水平及效果好坏反过来又对其他环节产生很大影响,甚至决定全厂的经济指标、技术效果和社会效益。

现在的大多数选煤工艺都是用水作为分选介质的,即用水或水与其他介质组成的悬浮液对煤进行一系列湿法分选,而通常所分选的原煤中又含有相当部分的煤粉颗粒(粒度在 0.5 mm 以下)。原煤经分选后将得到一系列粒度组成、密度组成、灰分、水分、浓度不同的煤水混合物,经过脱水后可作为最终产品。由于煤泥是一种复杂的多分散体系,它是由不同粒度、不同形状、不同密度、不同岩相、不同矿物组成、不同表面性质的颗粒以不同的比例和水混

合所构成的,而它们再和不同硬度、不同酸碱度、不同矿化度的水混合形成煤泥水后,更加剧了煤泥水体的复杂性和煤泥水处理的艰巨性。

煤泥水处理系统各作业间是相互影响、相互制约的。某个作业的效果不仅影响本作业,而且立即会对其他作业产生影响,一环套一环,管理好了可以产生好的良性循环,管理不好就会出现坏的恶性循环。

总之,原煤在经过湿法分选后会产生大量的煤泥水需进一步处理,这些煤泥水具有如下特点:

(1) 流量大。平均每人选 1 t 原煤需 3~5 t 水,大型选煤厂每小时需处理几千立方米的煤泥水。

(2) 性质复杂。所含煤泥粒度、浓度、质量各不相同,有的粗煤泥性质接近于精煤;而有的尾煤泥粒度却极细,灰分高,粘度大,这就使煤泥水处理的工艺环节、设备和管理具有相当的复杂性。

(3) 集中了原煤中最细、最难处理的微细颗粒(粒度小于 0.05 mm),这些颗粒由于粒度细,使煤泥水粘度大,所以极难用常用的沉淀、回收和脱水设备处理,它们对煤泥水处理系统以及整个选煤工艺系统影响最大,投资和生产成本也最大。

选煤厂几个主要环节煤泥水及煤泥性质见表 1-1,它们随许多因素变化而变化。

表 1-1 煤泥水的性质及其与选煤、脱水的关系

选煤工艺和脱水方法	煤泥水主要来源	煤泥水浓度/%	煤泥水中煤泥性质
不分级跳汰或分级跳汰,筛子脱水	精煤脱水筛筛下水	5~15	煤泥受到一定程度的分选,粒度组成较粗
不分级跳汰或分级跳汰,斗子捞坑脱水	捞坑溢流水	4~10	煤泥受到一定程度的分选,粒度组成较上者为细

续表 1-1

选煤工艺和脱水方法	煤泥水主要来源	煤泥水浓度/%	煤泥水中煤泥性质
块煤重介选, 筛子脱介, 磁选机回收磁性矿物	磁选机尾矿	1~10	煤泥粒度组成较粗, 煤泥中含有极细的磁铁矿和非磁性矿物, 如黄铁矿等
末煤重介选, 筛子脱介, 磁选机回收磁性矿物	磁选机尾矿	3~8	煤泥粒度组成较粗, 粗粒煤泥受到一定程度的精选, 煤泥中含有极细的磁铁矿和非磁性矿物
重选前原料煤脱泥	脱泥筛筛下水	10~20	煤泥粒度组成较粗, 是未受到任何分选的原生煤泥
浮选	浮选尾矿	3~4	主要是粒度细的高灰分杂质, 有时也含有少量浮选作业未能捕收的粗粒煤
全重介分选	磁选机尾矿	2~10	粗粒煤泥受到一定程度的精选, 煤泥中含有极细的磁铁矿和非磁性矿物

### 三、煤泥水处理的内容

煤泥水处理的主要内容包括采用各种适应不同特点煤泥水的分级、浓缩、澄清、絮凝、分选和脱水等工艺、方法和设备, 对不同特性(浓度、粒度、粘度、水质特点等)的煤泥水进行处理, 完成资源的回收、选煤循环用水的净化和防止对环境的污染等一系列任务。

由于原煤性质、对选煤产品要求和所采用的洗水水质不同, 造成煤泥水体系性质不同, 所采用的煤泥水处理方法也就不同, 即煤泥水处理的内容不同, 主要包括以下几个主要方面。

#### 1. 煤泥的分选、回收、脱水作业

如前所述, 煤泥的分选、回收、脱水是煤泥水处理中最主要的任务和内容。煤泥的分选主要是指炼焦煤选煤厂为尽可能回收炼

焦煤资源而从煤泥水中将煤泥中低灰分的颗粒分选出来,掺入炼焦精煤中的作业。因而它的灰分和水分对炼焦精煤的灰分和水分影响很大。要合理确定它的灰分和尽可能降低它的水分,以保证最大的精煤产率和较低的最终精煤水分。煤泥的回收主要是指动力煤选煤厂或炼焦煤选煤厂从煤泥水中尽可能多地将其中的固体煤泥颗粒分离出来,以获得尽可能多的煤炭资源和洁净的循环水及外排水的某些作业环节。煤泥的脱水实际上就是对分选或回收的煤泥产品除去所含部分水分的作业,以获得质量合格,便于贮存、运输和使用的最终产品。从某种意义上说,煤泥的回收和脱水指的是同一概念。

煤泥分选、回收的粒度一般根据原煤的分选工艺和分选深度(下限)而定。当原煤分选情况正常时,一般分选下限为 0.5 mm,这样 0.5 mm 便可作为煤泥分选的粒度上限。目前的选煤工艺通常都是将 0.5 mm 作为重选的下限和煤泥分选的上限。如果原煤的分选下限达不到,可采用某些粗煤泥分选设备,如摇床、旋流器、螺旋分选机等对 0.5~3 mm 的粗煤泥进行分选,但这样会使流程复杂化。虽然现在煤泥分选采用最多的方法仍然是浮选法,但浮选机、浮选药剂和浮选工艺已经发生了巨大的变化。浮选机械的大型化、自动化,各种浮选柱的出现和推广,药剂多样化,浮选工艺的简单化均使得浮选成为更加多功能、高效的煤泥分选方法。因为浮选对粒度比较敏感,杜绝粗颗粒进入该作业,否则浮选无法顺利进行。现多在浮选作业前采用分级回收设备来回收浮选入料中含有的不能回收的粗颗粒煤泥。

## 2. 煤泥水的分级作业

煤泥是由各种粒度组成的混合粒群,其中的粗粒和细粒在许多性质上差别很大,常常需要将它们分开,分别用不同的工艺和设备进行分选、回收和脱水。如重选的分选下限和浮选的分选上限是 0.5 mm,就需要一个水力分级作业,将煤泥水中的煤泥颗粒按

0.5 mm为界限分开,小于 0.5 mm 煤泥和水一起入浮选作业,大于 0.5 mm 颗粒按重选结果沉降下来,脱水后作为最终产品。再如煤泥或浮选尾煤脱水时通常采用压滤机、过滤机或沉降式过滤机联合流程,压滤机对细粒级有良好的效果,而过滤机则只对粗粒级有较好效果。因此需要一个将入料分成粗粒级和细粒级两个部分的分级作业,分别供给压滤机和过滤机合适的入料组成,像这样在煤泥水处理中把粗细煤泥分开的作业称为水力分级作业。水力分级是煤泥水处理系统许多工艺和设备的辅助作业,通过它来满足不同工艺和设备对入料粒度的要求。

### 3. 煤泥水的浓缩作业

各种煤泥分选、回收和脱水设备不仅对入料的煤泥有一定的粒度要求,而且对浓度也有一定的要求,只有浓度适当才能取得满意的工艺效果。如用筛子回收煤泥,入料浓度最好在 35%以上才不至于筛面跑水;用压滤机、过滤机脱水时,煤泥水入料浓度在 30%以上,才能保证较高的处理量;浮选入料浓度达 100~200 g/L,才能取得满意的技术指标,等等。但煤泥水的浓度受煤泥水中煤泥量的多少、作业用水量大小、循环水的水质好坏等因素影响,如表 1-1 所示。从表中可以看出各作业煤泥水浓度相差很大,有的低至 1%,有的高达 20%。显然,当入料中煤泥含量大,作业用水量小,采用的循环水浓度高时,煤泥水浓度就一定较高;反之,煤泥水浓度就低。为达到不同设备分选和脱水需要的最佳浓度,通常要设若干浓缩作业作为辅助作业。

现选煤厂煤泥水浓缩设备多采用自然沉降设备,即入料煤泥水在一定面积的设备里自然或强化沉降,大量固体颗粒沉降到底部为浓缩产品,溢流的浓度则相对减小许多。为强化煤泥沉降,选煤厂还常常采用添加絮凝剂或加倾斜板等手段提高浓缩效果,也有的采用离心力加速颗粒的沉降。



#### 4. 循环水的澄清作业

循环水作为分选和辅助用水,其质量主要表现为循环水的固体含量、固体粒度和灰分。当循环水中含有过多的煤泥颗粒,尤其是高灰、微细的颗粒时,会严重影响分选、回收、脱水等作业效果。使用这样的循环水,跳汰机中细颗粒沉降受到影响,分选下限将增大,细粒级分选效果严重恶化,浮选作业的选择性也变差,过滤脱水时将会影响过滤的透气性,当它们粘附在分选产品上时将会大大增加产品的灰分和水分。可见,要保证好的分选和脱水效果,必须保持循环水质的洁净。洁净的循环水是通过煤泥水的澄清作业实现的。所谓澄清在选煤厂实质上和水力分级、浓缩作业是一样的,只不过是让煤泥水在充分大的面积下停留充分的时间,以保证煤泥水中的固体颗粒能充分沉淀下来,去除含有固体颗粒的煤泥水溢流,以得到符合选煤和辅助工艺用水标准的洁净循环水。如果加入到选煤系统或煤泥水系统的补加水量超过产品能够带走的水量,即当煤泥水系统出现不平衡,必须向外排放煤泥水时,澄清的洁净水是合适的外排水,当然它的固体含量越低、成分越少越好。由此可见,煤泥水处理系统为保证洁净的循环用水和外排水,必须设置煤泥水澄清作业。

煤泥水澄清作业和水力分级及浓缩作业的不同在于澄清作业是让煤泥中的微细颗粒也沉降到底流中去,尽可能完全实现固液分离,消除因洗水中含有的微细颗粒积聚造成的循环水浓度增高等一系列问题。循环水的澄清程度与煤泥水性质、澄清设备完善程度等有关。当这些客观条件已定,则仅与操作、管理水平有关。

大多数炼焦煤选煤厂的循环水是通过浮选尾煤净化而来的。浮选尾煤的特点是浓度低、粒度细、灰分高、含有残余的化学药剂,因而极难沉降澄清,必须采取一定的强化措施。目前多采用添加无机电解质凝聚剂和高分子有机絮凝剂使微细颗粒絮结成团,加速沉降,通过这些方法多数可保证较好的澄清效果,残余的化学药剂