

高泥化煤泥水特性与处理工艺研究

孙景丹

黑龙江工业学院

DOI:10.12238/jpm.v3i9.5296

[摘要] 长期以来,对煤水泥净化的问题一直难以解决,而大多数选煤企业对煤泥水净化处理技术也都或多或少的出现了问题。主要原因是随着选煤企业生产机械化水平的提升,小颗粒状煤炭所占的比例也愈来愈大。煤水泥净化汇集了原煤中最细小、最不易处理的细微颗粒,但因为这种颗粒尺寸小、灰分多、黏度大、不易沉降,所以很难用传统的沉降、回收和脱水等方法处理,需要采用一些提高沉降的新方法。本文主要从煤水泥净化的一般性质、颗粒成分和粒径特点等方面阐述了煤水泥净化的处置方法、沉降方式、絮凝剂、评价机制和方法。

[关键词] 高泥化煤泥水; 特性; 处理工艺

中图分类号: P618.117 **文献标识码:** A

Study on Characteristics and Treatment Process of

Jingdan Sun

Heilongjiang Institute of Technology

[Abstract] For a long time, the problem of coal and cement purification has been difficult to solve, and most coal preparation enterprises to coal slime water purification treatment technology are more or less problems. The main reason is that with the improvement of the production mechanization level of coal preparation enterprises, the proportion of small granular coal is also increasing. Coal cement purification collects the smallest and most difficult to treat fine particles in raw coal, but because the particles have small size, more ash, large viscosity, not easy to settle, so it is difficult to use traditional settlement, recovery and dehydration methods, need some new methods to improve settlement. This paper mainly expounds the disposal method, settlement method, flocculant, evaluation mechanism and method of coal and cement purification from the general properties, particle composition and particle size characteristics of coal and cement purification.

[Key words] high muddy water; characteristics; treatment process

引言

煤矿水泥净化处理是选煤技术的主要部分,涵盖了很多领域,投入巨大,控制复杂。此外,由于煤水泥净化的性质十分固定,静置几个他不能自动下沉,因而大大增加了处理的难度。在实际工作中,为满足闭路循环的水质要求,防止水质出现恶化的情况,实现对周围环境的有效保护,必须采用合理的处理技术。该文对煤水泥净化处理的关键技术进行了研究剖析,并对处理工艺技术的改进方向做出了预测,以期更好地引导煤炭水泥净化处理的实践工作,提高处理效果。

1 煤泥水的特征

1.1 一般特征

以有焰煤与无烟煤煤水泥净化为例,对其特征进行比较研究,两者煤水泥净化均具有弱碱性特征,且含有相应的负电性;但二者的密度不同,存在着一定的差异。另外,两者的SS和CODCr

存在着较大的差异。煤水泥净化是由混悬液、强酸性电解质和胶体状构成的混凝土,因为固态颗粒的粒度结构大小不一,所以它是一个离散体系,其成分和特点都比较复杂,因此了解煤水泥净化的特点,并选用适当的絮凝剂,对有效去除细颗粒物,得到澄清的水热交换,以及进行选煤厂洗水闭路循环有着重大的意义。

1.2 矿物组成

煤泥水的组成比较复杂,其结构本身是复杂的多分散体系,由占有不同比例的不同颗粒所组成,且这些颗粒的粒度、形状、密度、岩相等都存在较大的差异。外,选煤厂不同,其煤泥的矿物组成和岩相特征也不同。科学分析其矿石成分,对于正确选用混凝剂有很大的帮助,2个煤泥的成分中,最主要元素为SiO₂和Al₂O₃,而另外二个煤泥的SiO₂等成分含量也相当丰富,达41.5%以上;浓度次高的则是化合C,而有焰煤化合C的含要大于无烟煤,其他矿物的含量都比较少。

2 煤泥水处理技术

2.1 煤泥水处理工艺

煤泥水处理工艺是实际工作中重点关注的问题,它对煤泥水处理效果有着重要的影响。经过不断研究和改进,目前取得了一定的进展。

2.1.1 动力煤处理工艺

该工艺在选煤厂得到了较为广泛的运用。在该处理工艺的具体应用中,最为关键的内容是设备对粒度的要求。只有满足粒度的要求,才能达到最佳的处理效果。

2.1.2 炼焦煤煤泥水处理工艺

入浮煤泥的粒度也是整个工艺中的关键因素。在使用前,还必须完成对粗煤泥分级和预先脱泥的作业,以降低入浮煤泥量,提高浮选效果。由于开采量的增多,煤水泥净化处理负荷日益增大,对浮选和相关机械设备的需求也更高。另外,粗煤泥分选也是煤泥水处理工艺中的重要环节,联键内容是是否预先脱泥、配套设备的选用等。

2.1.3 常见的煤泥水处理工艺

当前,中国的选煤技术已经可以向中小型选煤厂,提供了完善有效的煤水泥净化的整套工艺过程与设备,可以完成洗水闭路系统。而选煤厂完善的煤水泥净化体系,一般包含了以下的工艺过程:煤泥分选-尾矿-压滤,没有了这一个过程,就无法形成完备的生产体系。实践也证明了,不完备的煤水泥净化体系一般都不能进行洗水闭路循环。目前选煤厂所采用的若干常见煤水泥净化流程的特点已列入图1-1。

表1-1典型煤泥水原则工艺流程

煤泥水流程	优点	缺点	应用场合
直接浮选-尾煤浓缩-压滤	易于洗水闭路;精煤得到充分回收;经济、环境效益好	投资大;运行成本高	大中型炼焦煤选煤厂
煤泥重介选-尾煤浓缩-压滤	粗煤泥分选精度高,投资较小	粗煤泥回收下限0.1mm;尾煤量大	全重介、难浮煤泥选煤厂
煤泥水介力选-粗煤泥直接回收-尾煤浓缩-压滤流程稍低	投资和运行费用比直接浮选-尾煤浓缩-压滤流程稍低	适于分选密度在1.6kg/l以上的易选粗煤泥;细煤泥量大、脱水困难	动力煤选煤厂及小型炼焦煤选煤厂
煤泥水浓缩-直接回收	投资较小	经济效益低;煤泥脱水困难,设备用量大;洗水闭路难度大	动力煤选煤厂及小型炼焦煤选煤厂
煤泥沉淀池	投资小,生产费用低	洗水不能闭路;环境污染严重;资源浪费严重	小型选煤厂

“八五”以来,虽然中国的选煤产业总体技术水平得以快速提升,但与同时期发达国家比尚有很大距离,煤炭的水泥净化处理方法与装置技术已无法适应中小型选煤厂较少投入设备和降低运营投资的要求,且尚有约百分之十三的选煤厂不进行洗水闭路系统,特别是中小型选煤厂^[1]。要完全杜绝目前选煤厂的外排煤水泥净化,从而适应未来动力煤洗选的煤水泥净化处理需求,除开展小颗粒状煤炭污泥脱水装备系列化、提升大型装置的安全性研究以外,还必须着力研究发展适合于动力燃煤选煤厂的水介质煤泥重力分选工艺、提升浮游选矿工艺上限等关键技术,并进行高效浓缩机的研发、先进工艺和装备的系统化研发以及煤泥分选技术和煤水泥净化处理装置的模块化研发,从而节

约资源,环保,提高效益。

2.2 煤泥沉淀形式

煤泥沉降的主要表现形式分为自由沉降和絮凝沉降。自然下降时,受单分散与多分散系统的共同影响。絮凝沉降主要是絮凝剂的使用问题,既可以是单一絮凝剂,也可以是组合絮凝剂。使用中需要注意pH值对煤泥沉降的影响。

2.3 絮凝剂

絮凝剂包括常规和新型2类絮凝剂。常规絮凝剂主要包括有机高分子化合物、无机合成高分子、以及无机低分子絮凝剂;新型絮凝剂,包括生物淋失、生物浮游选矿法、生物絮凝、生态环境控制,这些技术在实际运用中取得了良好的效果。此外,生物絮凝剂易于被细菌分解,安全无污染,因此具有巨大的使用空间。

3 煤泥水常见的处理方法

温雪峰等人曾以县城郊区选的煤厂煤水泥净化为例,研究了其粒度成分(表1-2),由图中可得到:-0.045mm的粒级中所占比重相当大,接近90.00%。为了要更具体掌握这些粒级的物质成分,对-0.045mm区域开展了x衍射研究,内容见图1-1。(注:通过x衍射的研究试验取自原煤,所以煤的浓度相当高,但所含矿物质的相应浓度与浮选尾煤中所含矿物质的相应浓度基本相当)。经由x-射线衍射图像中可发现:矿石的其他主体成份为高岭石、白云岩、伊利石和蒙脱石。当中高岭石的水分相当大,这类石头在遇水后很容易引起损坏并发生变软、崩解,因此高岭石吸湿性一般;白方解石的吸湿性较小;蒙脱石和伊利石具有了较好的吸附力和抽滤膨胀能力,但数量却极少。因此,尽管该煤泥中的所含矿石以粘土矿物居多,但整体的热膨胀性却较小。

表1-2浮选尾煤的粒度组成

粒径/mm	重量/g	含量/%	累计产率.ΣR/%
0.25-0.5	0.50	0.45	0.45
0.125-0.25	0.90	0.82	1.27
0.074-0.125	1.40	1.27	2.55
0.045-0.074	8.60	7.82	10.36
-0.045	98.60	89.64	100.00
合计	110.00	100.00	

不过,人们通常用煤泥浓度和煤泥粒度成分来说明煤水泥净化特征是不够全面的。首先,在许多情形下,随着细泥大量循环和积累,煤泥的实际浓度往往难以获得,从而无法准确说明煤泥的泥化程度和煤泥浓度;其次,煤泥粒度成分一般只进行最粗粒度部分计算,相当于对200以内的部分不测,但这些往往决定了煤水泥净化的特征^[2]。再者,它们往往还不能反应煤泥的岩性特征和矿石成分,也不能反应实际危害煤水泥净化特征的软质粘土矿物质的实际浓度。粘土矿物的泥化特征,导致了它在煤矿水泥净化体系中呈微米的尺度级粒度存在,这样使得黏土、矿物对煤泥体系的危害不仅仅体现在粒径小、重量轻,且不易下沉;同时还因为粘土矿物和水相存在着特定的边界化学作用,从而反过来又变化了本身微细粒子的下沉条件。从宏观上也造成了

大量泥岩物质无法下沉,在体系中恶性循环积聚。

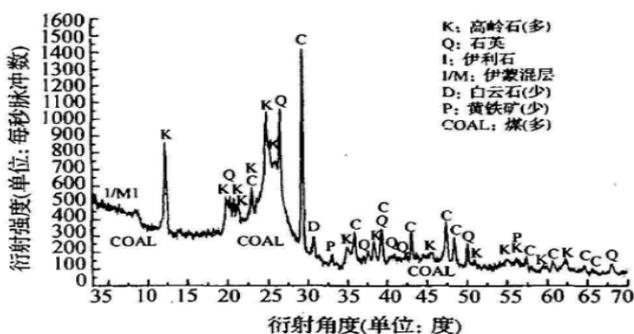


图 1-1 -0.045mm 粒级的 X-射线衍射图谱^[3]

煤水泥净化主要是由煤泥与水构成的,煤水泥净化的特性既与煤泥的特性相关,也与水的特性相关。水环境不但为煤水泥净化的产生创造了水环境条件,面也为煤水泥净化的存在(固体颗粒的分散和凝聚)创造了水环境条件。水质对煤水泥净化功能的作用,宏观上体现在煤泥的沉降速度高低,和澄清液的混浊程度。丰富的实验早已证明:煤水泥净化澄清性能的优劣和水体硬度有重要联系,水体坚固度越低,澄清性能越差。

由于以上这些因素使得选煤厂的煤水泥净化很难进行清除,因此需要采用相应的化学处理手段,以提高煤水泥净化的清除。絮结流程是在胶状粒子经过脱稳而成为微小的凝结物的桥连(架桥)效应下产生大容积的絮结物(即絮团)的流程。由于煤泥水里的细泥粒径极小,所以沉淀速率很缓慢,但由于其本身含有较多的电子带负电,从而阻止了彼此靠近,所以不能经过聚集而产生更大的粒子从而处于相对比较稳定的情况,长期的不沉淀状态。要促使煤泥沉淀,就需要使之失稳^[3]。用DLVO原理解释,就是利用胶体颗粒中的吸收能(E_x)和排斥能(E_r)的相合作用,产生的相互作用能(E_t)来说明胶状的性能,以及引起絮凝沉降的主要因素等。图一负二为二胶体颗粒之间的势能曲线图。

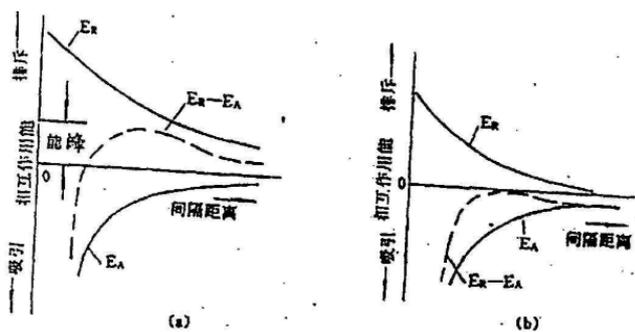
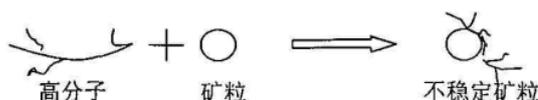


图 1-2 两胶粒间的势能曲线图^[3]

因为二个胶粒表面上因为带相同电荷而彼此互相排挤,因此排斥能 E_p 量越大,粒子间越不接近,从而不利于絮凝沉降,溶胶稳定的状态,但同时在二个粒子间产生了范德华引力,从而导致胶粒越来越接近。二个粒子之间所综合的相互作用能 E_t 值相当于吸收能和排除能之和。则 $E_t = E_x + E_r$,再综合 E_r 与 E_x 值后,得一条表示了间隔距离函数的作用能($E_r - E_x$)的变化曲

线(图.1-2a)。当二个拉间为中等间距时,微粒之间的相互斥力函数较占优点。而由于曲线 E_t 中出现能障,有一能量峰,它也是微粒之间聚集与絮凝的最大阻碍。为解决此能峰问题,可添加电解质溶液或凝剂来减少粒径表层上的电荷作用,这样减少了胶粒表面上双电层厚度,因而减少了排斥能 E_r ,这样使从 E_r 与 E_x 综合后获得的能量 E_t 减少,而能峰也减少了(图1-2b),因而减少微粒之间距离,提高相互吸引力,进而形成絮凝体。由于絮凝剂的相互作用机制及其复杂,此外,一个如图所示的“架桥”原理模式引起了也广泛关注。

3.1 在适宜高分子剂量下起始吸附



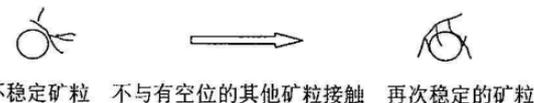
过程1: 分散体系中加入高分子絮凝剂,絮凝剂分子与颗粒碰撞,高分子中的某些基团在颗粒上吸附,其余部分伸向溶液,形成不稳定颗粒。

3.2 异向或同向絮凝



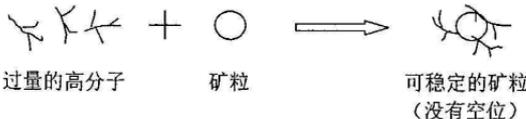
过程2: 不稳定颗粒上的絮凝剂分子在另一个有吸附空位的颗粒上吸附,形成随即絮团,此时的絮凝剂分子在两颗粒间起架桥作用。

3.3 高分子的二次吸附



过程3: 不稳定颗粒上絮凝剂分子的伸向溶液的另一部分,没有机会在其他颗粒上吸附,在运动过程中,有可能吸附在该颗粒的其他位置上,重新形成稳定颗粒。

3.4 过量高分子的起始吸附

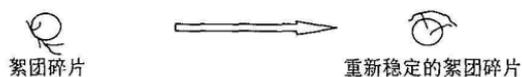


过程4: 当絮凝剂添加过量,颗粒表面为絮凝剂分子所饱和而不再有吸附空位,此时高分子絮凝剂不仅起不了架桥作用,反而因位阻效应使颗粒稳定分散。

3.5 絮团的分散



3.6 絮团的分散



过程5、6: 在强烈或长时间搅拌作用下, 絮团破裂, 伸向溶液的絮凝剂分子的另一部分在原颗粒表面的其他部位吸附, 使颗粒重新分散。

3.7机械脱水收缩



过程7: 架桥作用形成的松散絮团, 因外部作用力不均匀, 产生机械脱水收缩形成稳定的絮团。

桥联机理是: 当絮凝物元素含量很低时, 直接吸附在一种微粒外表上的生物元素长链就可以同样吸收到另一种微粒的外表上, 进而利用架桥方法使二种或更多的微粒联到了一块, 而产生絮结^[4]。

4 煤泥水处理技术的改进

4.1煤泥水处理工艺改进

煤泥水处理与煤泥沉淀、絮凝剂的选择有重要的关系。目前, 在煤水泥净化处理工艺上, 跑粗已经成为突出的技术难题, 最常见的处理方法分为预先脱泥与非预先脱泥处理, 但二者的方法并不一样, 各有缺陷和特点。就目前处理的实践工作情况而言, 在控制跑粗问题的实践中, 预先脱泥工艺的有效性更佳, 且相关装置也更为先进, 对煤泥沉降与絮凝技术也有着更强的适应性。

4.2煤泥沉淀形式改进

为了实现煤泥水处理设备的改进, 今后, 应该加强动量方向的研究工作, 研究重点放在絮凝剂的协同作用。对煤泥水和絮凝剂进行合理组合与搭配, 并形成完善的搭配组合资料, 促进理论研究的深入, 并使其转化为现实生产力, 更好地指导实践^[5]。此外, 在煤矿水泥净化处理的实践工作中, 必须根据各种煤矿泥水水质分析得出结论, 选择适当的工艺技术, 以提高处理效果。

4.3絮凝剂改进

在具体研发与应用方面, 不仅已不再局限于常规的化学絮凝剂领域, 而是在生物絮凝剂领域也获得了相当的进展。今后, 公司将着力于研发更加安全的有效生物絮凝剂, 让絮凝剂在煤水泥净化的生产工作中起到更大的功效。将其运用到污水处理工作中, 提高污水处理效果, 实现对环境的有效保护。

5 新型絮凝剂和其它工业废弃物的药物剂型和处理技术

目前, 一方面是饮用水的供应日益减少, 另一方面是污染废水的污染范围日益扩大, 数量日益增多, 而水体物质的组成也越来越复杂, 对生态的影响不断增大, 所以, 水污染管理已成为了

一项迫切的课题。首先, 通过絮凝一般可以有效脱除80%~95%的悬浮物和65%~95%的胶体物, 对减少水域COD值有很大作用; 再者, 由于越来越得到人们关注的水体富营养化、污染物难脱色等难题, 因此应用无机絮凝剂比生物法的除磷、脱色效果更好; 最后, 机械污泥脱水处理也是当今印染废水的重点问题, 目前最有效的方法就是投加适量的阳离子高分子絮凝剂, 改变污水状态, 以利于下一次的机械污泥脱水处理。

值得注意的是, 当代的无机混凝剂与有机大分子絮凝剂工艺正逐渐拓展其应用, 主要源于环保的需要。在水污染处理过程的应用实际中, 中国境内的水法冶金、石油化工、造纸、钢材、纺织、印染、饮料、酿酒等多个产业的印染工业废水中, 采用絮结法的水污染处理过程比重大约占55%~75%, 而自来水工业生产则基本上100%采用了絮结法成为主要净化方法, 如微生物絮凝剂处置淀粉工业废水, PHM-Y絮凝剂处置含乳化油工业废水等。^[6]

但是, 常规的絮凝剂已无法适应当前絮凝工艺技术的要求, 因此新型絮凝剂的研制与蓬勃发展已成为了当今世界各国的重点研究课题之一。而无机聚合物絮凝剂则是目前应用较多的一种新型高分子絮凝剂, 它的研制和蓬勃发展于20世纪60年代后期, 蓬勃发展如今已逐渐替代了无机低分子絮凝剂, 而应用到了各种水质处理过程工艺技术中。关于无机聚合物絮凝剂的研究与发展, 在目前中国国内都非常活跃, 尤其是对复合型无机聚合物絮凝剂的技术发展和性质深入研究, 已有了不少深入研究。

6 结语

在整个选煤工作当中, 煤泥水处理是其中的重要内容。合理建立的处理高泥化煤泥水的化学药剂体系, 研究凝结过程与絮凝机制。经过大规模的絮凝沉淀实验, 通过测试各种药剂之间的絮凝作用, 依据煤水泥净化的结构特点, 提出了对沉降速度、压实速度、澄清率等效益比较好的处理方法: 同时利用了相应的化学检测方法, 进一步研究了化学絮凝沉淀对无机凝合剂和有机药用大分子絮凝剂的作用机制等。为实际生产中解决问题的需要, 在科研方面又有所进展。在今后有实际工作中, 应该合理选择煤泥水处理技术, 加强管理, 改进处理策略。

[参考文献]

- [1]郭琳娇.煤泥水处理工艺在选煤厂的应用研究[J].当代化工研究,2021,(8):120-121.
- [2]陈忠平.高泥化煤泥水中微细颗粒疏水聚团特性及机理研究[J].山西化工,2018,38(6):40-42.
- [3]闵凡飞,张明旭,朱金波.高泥化煤泥水沉降特性及凝聚剂作用机理研究.矿冶工程,2011,31(4):5.
- [4]陈军,闵凡飞,彭陈亮,等.煤泥水中微细粒在季铵盐作用下的疏水聚团特性[J].中国矿业大学学报,2015,44(2):332-340.
- [5]张胜局,何国锋,王永刚,等.利用煤泥与造纸黑液制备水煤浆的试验研究[J].洁净煤技术,2008,14(1):45-47,77.
- [6]韩子彬,周秀丽.模糊控制在煤泥水处理系统中的应用.中国矿业,2022,31(S01):5.