



杨巧文 编著

超净煤 制备技术

中国矿业大学出版社

前 言

自 20 世纪 80 年代以来,水煤浆的发展方兴未艾。中国精细水煤浆的研究是从 1985 年开始的。首先承担的是“七五”国家水煤浆项目的子项目“神木煤制精细水煤浆的研究”,主要研究用神木煤制备精细水煤浆。精细水煤浆的原料——超净煤是用化学脱灰的方法制备的。制成的精细水煤浆在浙江大学热能系的试验台架上试烧成功。由于化学脱灰法的成本高,1989 年在华能公司的支持下,研究用物理的方法——油团聚法来制备超净煤,成功地将三种煤的灰分降到 1% 以下。但是油团聚方法的耗药量大,若回收药剂,设备需要高投资,且存在安全问题。在联合国的水煤浆项目和意大利世界实验室项目的捐助下,水煤浆项目组引进了大量先进的化学分析仪器,价值 140 万美元,对进行科学研究起了很大的作用。从 1993 年开始,尝试用选择性聚团的方法制备超净煤,成功地将多种煤的灰分降到 1% 以下,并将它们制备成精细水煤浆。在“九五”国家攻关项目和“211”工程项目的资助下,继续进行精细水煤浆的制备和燃烧试验,并在农用柴油机上试烧成功。由于选择性聚团法制备超净煤的优点是脱灰率高、耗药量低,与常规浮选法耗药量相当,应用前景广阔。因此,在用选择性聚团法制备超净煤的工艺和机理方面进行了大量研究工作,选择性聚团法不仅可以用来制备超净煤,而且在对细嵌布的高硫煤、高灰尾煤和极难选煤方面都取得良好效果。精细水煤浆制备的关键是超净煤的制备,而用选择性聚团法制备超净煤,成本低,可以推广使用。另外,用选择性聚团法对高灰尾煤进行深度分选,可使浮选精煤的产率大幅度上升。

在该项目研究中,得到了导师王祖訥教授的精心指导,在此向王祖訥教授表示衷心的感谢!此外,向支持和帮助过我的张荣曾

教授、朱书全教授、姜季云高工和石致敏副教授表示感谢。由于本人水平有限，书中的错误和不足难免，敬请读者批评指正。

编著者

2002年8月

目 录

1 绪论	1
1.1 问题的提出	1
1.2 超净煤的制备方法	2
1.3 精细水煤浆的制备	10
1.4 选择性聚团的应用前景	10
2 选择性聚团深度脱灰降硫工艺	12
2.1 选择性聚团深度脱灰方法	12
2.2 煤的各项分析	12
2.3 超细磨矿工艺	33
2.4 影响选择性聚团脱灰的因素	37
2.5 MXP 煤深度降硫试验	48
2.6 选择性聚团深度脱灰降硫的总结果	54
3 选择性聚团深度脱灰的机理研究	56
3.1 煤微粒的天然疏水性	56
3.2 普通浮选的机理研究	64
3.3 三种方法的实验比较	66
3.4 pH 值和分散剂对煤表面 ζ 电位的影响	70
3.5 工艺条件对聚团粒度分布的影响	72
3.6 工艺条件对聚团形态的影响	73
4 东曲尾煤、东曲极难选煤及磨心坡高硫煤深度分选的经济评价	79
4.1 东曲选煤厂入洗 2 [#] 浮选尾煤深度分选的经济评价	79
4.2 东曲极难选煤(4 [#] 煤层)深度物理加工试验的研究总结	82
4.3 磨心坡选煤厂浮选原料深度脱灰降硫的经济评价	88
5 用超净煤制备优质活性炭	96
5.1 用超净煤制备优质活性炭的应用前景	96
5.2 炭化理论	97
5.3 活化理论	97
5.4 用超净煤制备优质活性炭的影响因素研究	98

6	化学脱灰法	105
6.1	化学脱灰的流程	105
6.2	化学脱灰的反应方程式	105
6.3	化学处理前后的煤质分析	106
6.4	化学处理前后的灰熔点的变化	108
6.5	特殊处理对钠和钾含量的影响	109
6.6	不同化学处理对煤灰成分的影响	110
6.7	碱处理温度对精煤灰分的影响	111
6.8	碱的浓度对精煤灰分的影响	113
7	油团聚脱灰法	115
7.1	油团聚脱灰法的工艺流程	115
7.2	煤的各项分析	115
7.3	煤的预脱灰	119
7.4	油团聚理论	120
7.5	影响油团聚深度脱灰的因素	123
7.6	油团聚实验总结结果	129
8	化学法、油团聚法和选择性聚团法深度脱灰的比较	131
8.1	制备超净煤原料的选择	131
8.2	选择性聚团脱灰法	132
8.3	油团聚脱灰法	134
8.4	化学脱灰法	135
8.5	对三种深度灰方法的评价	138
	参考文献	140

1 绪论

1.1 问题的提出

中国有丰富的煤炭资源,已探明的储量占一次能源的 90% 以上。1995 年中国生产煤炭 12.92 亿吨,占一次能源生产 75%,煤炭提供 76% 的发电能源、80% 的民用能源和 60% 的化工原料。由于中国煤炭产量很大,对它进行深度的洁净处理更加必要。洁净煤技术中选煤技术是最成熟、投资最少、成本最低的技术。机械选煤可除去煤中的杂质,包括灰分和 50% ~ 70% 的黄铁矿,减少燃煤的烟尘(TSP)和 SO_2 ,技术可靠并且成熟。中国的高硫煤($\text{S} > 2\%$)约占产量的 10%,它的硫分有 2/3 是黄铁矿硫,这些黄铁矿硫通过洗选可以除去 50% ~ 70%。建设选煤厂的投资比电厂建设脱硫装置的投资要少得多。

水煤浆技术也是洁净煤技术,世界上很多国家均非常重视常规水煤浆的开发,常规水煤浆可代替重油在锅炉中燃烧。但是,若要使水煤浆取代柴油和天然气作为内燃机、燃气轮机等的燃料,就必须采用优质的超净煤作为水煤浆的原料。这是因为水煤浆中存在的较高含量的矿物质,不仅影响其燃烧性能,而且更重要的是增加了燃烧系统的磨损。通常把替代柴油和天然气等的水煤浆称为超净水煤浆。据美国 AMAX 公司发表的用户调查表明,制备超净水煤浆的原料煤的灰分必须在 1% 以下。因此,超净煤的制备是生产柴油替代品——超净水煤浆的前提。超净煤在许多领域中有着广泛的用途,如它可用来制备柴油代用品的精细水煤浆、制备高品质炭素制品等。随着炭素材料在工业生产和日常生活中用量的日益增长,以超净煤作为植物的代用品生产炭素材料引起了人们的重视。它不仅能解决植物原料的紧张状况,而且还能降低生产成本,提高经济效益。目前的研究报告表明,用超净煤可制成石墨电极和高品质的活性炭。由

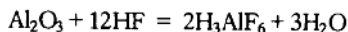
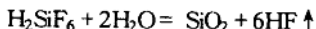
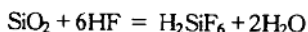
于超净水煤浆和高品质炭素材料等对超净煤的需要,使得开发超净煤的制备技术很有必要。随着科学技术和经济的高速发展,作为一种重要的燃料和原料,超净煤的应用范围将越来越广,并在工业生产和日常生活中显示其重要作用。

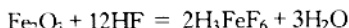
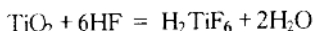
目前,制备超净煤的方法主要有化学脱灰法、油团聚脱灰法、选择性絮凝法和选择性聚团法。这些方法在脱灰的同时,也能脱除部分黄铁矿硫。化学脱灰法是一种化学选矿法,是使用合适的化学药剂与煤中的矿物质发生化学反应,生成可溶性物质进入溶液中,然后将它们分离的脱灰工艺。化学脱灰法的脱灰效率非常高,可达90%以上。但是,化学法的缺点是生产和投资成本高,但可通过回收副产品来降低生产成本。油团聚脱灰法可以获得高脱灰率,适于微粒的分选,环境污染很小,但是它需要消耗大量的非极性油,虽然大部分药剂可回收,但设备投资高,还存在安全问题。选择性聚团法是一种低油用量的方法,它不仅可用制备超低灰精煤,还可精选高灰尾煤、极难选煤及微细嵌布的高硫煤,具有工艺简单、精煤收率高、脱灰率高的优点,在不远的将来,具有非常广阔的应用前景。

1.2 超净煤的制备方法

1.2.1 氢氟酸法:HF-HCl脱灰法

将原料煤先用氢氟酸处理,随后再用盐酸处理,经洗涤、过滤、干燥,即得灰分低于1%的超净煤。由于氢氟酸具有极好的渗入作用,可以与嵌布得很深的矿物发生化学反应使之生成可溶性氟化物而与纯煤分离,因而脱灰效果很好。在氢氟酸的作用下,硅的氧化物及硅酸盐可大部分除去。其它(如Al、Mg、Mn、Ti、Fe、Ca、Na、K甚至S等)成分都有可能生成氟化物而被除去。去除灰分的部分反应依下式进行:



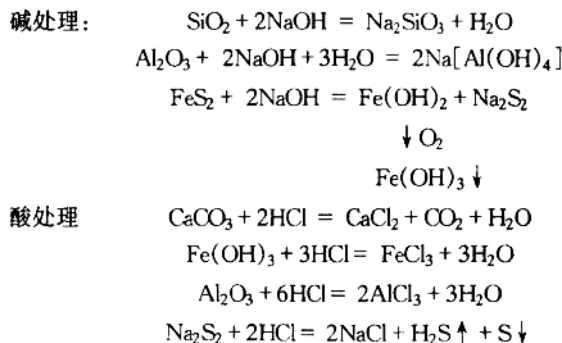


经氢氟酸处理后未被除去的某些金属的碳酸盐以及未被除净的金属氧化物如 MgO 、 Fe_2O_3 、 MnO_2 等则在后一步盐酸处理过程中可大部分被除去。缺点是腐蚀设备、污染环境。为了探索这种方法的脱灰工艺,我们曾用四种煤做了实验,煤的人料粒度为 60 目,将其中三种煤的灰分降到 1% 以下,可见用氢氟酸降灰只要掌握合适条件,降灰效果基本上不受粒度的影响。

1.2.2 苛性钠法: $\text{NaOH}-\text{HCl}$ 脱灰法

将磨至一定细度的原料煤先用苛性钠溶液处理,然后再用盐酸处理,经洗涤、过滤、干燥即得。所得的产品灰分可低至 1% 以下,最佳结果可达 0.2% 以下。

由于煤中矿物质的主要成分是含硅化合物。在苛性钠的作用下,游离 SiO_2 和大部分硅酸盐能生成可溶性硅酸钠而被除去。高岭土类化合物和某些硅酸盐与碱作用,生成不溶于碱但溶于酸的衍生物 $\text{Na}_2\text{O} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 1.8\text{SiO}_2 \cdot 1.5\text{H}_2\text{O}$,碳酸盐和多种金属氧化物能溶于酸,经过碱、酸两步处理,部分黄铁矿也可被除去,其主要化学反应依下式进行:



苛性钠法较氢氟酸法污染小,成本低且便于治理。但无论如何,

化学法终究比物理法脱灰成本高。所以,采用物理脱灰与化学脱灰相结合的脱灰工艺,即在化学处理前,先用物理法脱灰,使灰分尽可能低,然后再进行化学脱灰,以达深度脱灰的办法是可能的。

用苛性钠法已将两种煤的灰分分别降到 0.2% 和 0.5%, 两种煤包括年老烟煤和年轻烟煤。我们发现影响苛性钠脱灰的主要因素有: 碱洗温度、碱洗时间、碱的浓度、酸洗温度、酸洗时间、酸的浓度、煤水比和煤的粒度等, 并成功地将两种超净煤制成合格的精细水煤浆。

1.2.3 油团聚脱灰法

油团聚脱灰工艺是一种高非极性油用量的分选工艺。它所形成的微粒聚团粒度大、结构结实、表面比较光滑。它是一种物理分选方法, 在用于煤的净化时, 具有高脱灰率和高可燃体回收率的特点, 因而已引起广泛重视。

油团聚降灰工艺是加烃类化合物或非极性油进入煤粒悬浮体, 并对悬浮体进行强烈搅拌, 以生成合适粒度和强度的煤粒聚团, 细粒矿物质仍以分散颗粒的形式存在, 通常用筛分分离。通常烃类化合物的用量达 30%, 为了回收烃类化合物, 要求这种化合物沸点很低。通过加温使煤粒球团中的烃类化合物蒸发成气体进入冷却塔, 而后又回到液态, 这一过程需密闭进行, 因为这些烃类化合物易燃易爆。

我们在油团聚脱灰方面做了很多工作, 选择了 10 种有代表性的煤样作为原料煤, 已将其中三种煤的灰分降到 1% 以下, 它们是温家梁煤、神木煤和美国 taggart 煤。发现对于氧化程度高的煤粒, 要加入少量醇类使表面疏水, 才能进行油团聚。影响油团聚的主要因素有: 煤的粒度、煤种、油的种类和用量、搅拌时间和矿浆浓度等, 而采用多次油团、加酸油团、磨矿时加药等方式可进一步降低精煤灰分。

此外, 发现煤的结构特性对油团聚降灰方法的影响很大。煤中有机官能团特别是含氧官能团对油团聚降灰的影响很大。若含氧量, 则不能形成油团, 需要加入少量调整剂改善煤的表面性质后, 才能进行油团聚, 达到有效降灰的目的。煤表面浸出的钙、镁离子影响

煤的脱灰率,需用碳酸钠和少量酸加以抑制。煤中矿物质的嵌布情况对油团聚降灰的影响很大,若矿物质嵌布粗,则这种煤易选,若煤中的矿物质嵌布细,则需要将煤磨得很细,使矿物质与煤充分解离,才能将煤中的灰分降到1%以下。

油团聚的磨矿方式对降灰的影响也很大。若用铁球磨矿,易使铁介质吸附在煤的表面,使精煤灰分升高。若改用瓷球磨矿,由于瓷球是由刚玉制成,它极亲水,不易吸附在煤的表面,通常不会污染精煤,这样可降低精煤的灰分。此外,煤的变质程度和煤水界面张力对油团聚降灰的影响很大。通过理论和试验可知,在油团聚脱灰工艺中,用油水界面张力大的油作团聚剂,可取得良好的分选效果,得到灰分很低的精煤。煤的变质程度对油团聚过程影响很大。变质程度深的煤,表面疏水,易于团聚;变质程度浅的煤表面亲水,需加入醇类调整剂改善煤的表面性质,使其疏水,得到团聚的目的。

1.2.4 选择性絮凝脱灰法

选择性絮凝是一种先进的物理-化学分选法。在选择性絮凝中,煤絮凝并迅速地沉降到容器的底部,而矿物质和黄铁矿仍然是分散的。这与使煤疏水然后矿化的浮选过程相反。选择性絮凝过程可分为四个阶段:煤悬浮物的分散、絮凝剂的吸附和絮凝物的形成、絮凝物的调节、絮凝物的分离。它的特点是对细粒和超细粒的煤有效,减少了药剂用量,高脱灰率,有效地脱除黄铁矿,精煤易于分散便于制浆。这种方法特别适用于制备水煤浆用煤的精选。它与选择性聚团的不同之处是絮凝剂使用的是有机聚合物。

微细颗粒或胶体颗粒在水中形成聚团的几种类型:

(1) 电解质凝聚。由于向体系中添加电解质,使颗粒表面电位的绝对值降到很小,甚至为零,导致颗粒间相互排斥的趋势骤减甚至消失,从而产生颗粒之间的聚团。

(2) 高分子絮凝。向体系中添加高分子絮凝剂,在体系中的高分子絮凝剂浓度较低时,吸附在颗粒表面上的高分子长链同时会吸附在另一颗粒的表面上,这样通过“搭桥”的方式,将两个或更多的

质点拉在一起,从而导致颗粒之间的强烈聚团。如在水处理中加入聚丙烯酰胺,使水中悬浮的微细颗粒迅速絮凝。

(3) 磁絮凝。置于外磁场中的磁性颗粒被磁化后,在颗粒之间存在着磁相互作用,导致它们之间互相靠拢、聚集成团的现象。如磁铁矿微粒在一低场强磁场中,就可产生强烈的聚团。

(4) 疏水絮凝。悬浮在水中的疏水性颗粒,由于相互之间的疏水作用,而互相吸引、聚集成团的现象。

颗粒表面的疏水性是导致颗粒在水中产生疏水絮凝的主要原因。根据颗粒表面疏水化的起因,疏水絮凝可分为两类:

① 天然疏水絮凝。它是指天然疏水颗粒在水中产生聚团的现象。如石墨微粒和煤微粒悬浮体在水中的疏水絮凝。这类疏水絮凝可在不添加任何药剂的情况下发生。

② 诱导疏水絮凝。由表面活性剂分子在颗粒表面的吸附导致疏水化的颗粒被称为疏水颗粒;而由诱导疏水颗粒在水中产生的聚团现象称为诱导疏水絮凝。在诱导疏水絮凝过程中,必须添加一定量的、适当的表面活性剂到微粒悬浮体中。

蔡璋认为不同煤种,其表面物理化学性质不同,表面疏水性不同,因而药剂在其表面的选择性不同。焦煤因含氧官能团数量少,其表面的疏水性增强,药剂对它的选择能力也较强。另外煤表面的氧化程度也影响其表面疏水性,新鲜煤表面疏水性好,药剂对其选择性也较好,分选效果就好。选择性絮凝剂多为大分子的有机絮凝剂,通常分子量越大,分子链越长,在矿物表面的吸附能力也越强,絮凝效果也越好。

Conkle 博士在 1987 年的第 12 届国际水煤浆技术会议上发表了题为用 Battelle 的选择性絮凝方法对细粒煤进行分选的论文。他对 11 种煤进行实验研究,得出的实验结果是入料灰分为 7.6%~45.5%,精煤灰分最低为 1.2%,脱灰率为 50%~82%,精煤产率为 68%~94%。

他主要研究下列因素对脱灰的影响:煤的粒度、分散工艺、矿浆

浓度、絮凝剂的种类及用量、调整絮团的方法、水质、絮团与灰的分离、尾矿处理、脱水和水的再利用。经过大量实验,总结出影响脱灰的主要因素有煤的平均粒度、絮凝剂的用量、矿浆浓度和溶液的 pH 值。他的目标是得到精煤灰分为 2%,脱灰率为 80%,精煤产率为 80%。为了得到超低灰精煤,他使用少量酸对絮凝后煤样进行处理,最后得到的精煤灰分为 0.6%。他认为,用选择性絮凝方法制备低灰精煤在实验室和中试都是有效、可行的,它比其它方法具有技术和经济方面的优点。选择性絮凝法的主要优点有高脱灰率、低药剂用量、工艺较简单和较高的产率。将来的主要研究方向是灰的脱除、絮团与灰的分离和水的再利用。

1.2.5 选择性聚团脱灰法

选择性聚团分选法基本原理是:将矿物悬浮体中一种或几种性质相近的矿物微粒选择性地絮凝成团,而另一些矿物微粒仍保持分散状态,然后用常规分选方法将聚团与分散微粒分离。这种方法是一种药耗较低(与油团聚法比较)的物理分选新方法,具有工艺设备简单、分选效果好、环境污染低等优点,在微细粒矿物分选方面,较其他工艺方法显示出了明显的优越性,具有广阔的应用前景。

选择性聚团法与选择性絮凝法的主要区别:一是选择性聚团所用团聚剂是烃类油,而选择性絮凝所用絮凝剂是高分子化合物;二是选择性聚团先形成聚团而后用浮选的方法将煤与矿物质分离,而选择性絮凝是使煤粒形成絮团后下沉,而后将絮团与矿物质分离。

宋少先博士在选择性聚团脱灰方面做了很多工作,主要研究团聚剂用量、调浆搅拌时间、煤粒粒度和调整剂的用量对降灰的影响。他认为,在团聚剂用量较低时,疏水团聚分选结果不佳;随着团聚剂用量的增加,精煤的可燃体回收率急剧提高。精煤灰分含量随团聚剂用量增加的曲线,在团聚剂用量为 30 kg/t 时出现一极小值,而过大过小的团聚剂用量都会使精煤灰分升高。随着调浆搅拌时间的延长,精煤的可燃体回收率显著增加,而精煤的灰分含量也有所下降。随着煤粒粒度变粗,精煤的灰分含量随之升高,精煤的可燃体回收率

升高。宋少先已能将三种煤的灰分降到 1% 以下,但是团聚剂的用量较高(20 kg/t~30 kg/t)。他认为非极性油强化微粒悬浮体疏水絮凝的机理由两个方面组成:

(1) 非极性油珠与疏水颗粒发生粘着,然后在它表面适度地展开,使颗粒表面的疏水性进一步增强,从而使颗粒悬浮体的絮凝行为获得强化。

(2) 非极性油在两个疏水颗粒间形成油桥,把它们紧密地连接在一起,从而大大地提高了聚团抗碎裂的能力,使聚团能稳定存在和继续生长。

程丛礼主要研究兖州北宿和鹤壁两种煤,他认为乳化絮团浮选为细粒煤的深度加工开辟了一条切实可行的途径,极易在现有的选煤设施的基础上加以改造扩建,具有广阔的应用前景。由于此种方案能获得低灰低硫的超纯煤,它将是生产洁净煤产品的先进高效的工艺手段。当然,乳化絮团浮选法选煤,还有许多工作要做,加快工业化进程是这一领域主要要解决的问题。

他通过大量实验得出如下结论:用乳化絮团浮选的方法分选难选的气煤,在非极性油用量为 3% 的情况下,可以获得灰分为 1.22%、无机硫分为 0.23% 的超纯煤,脱硫率高达 84.11%。矿浆 pH 值对絮团有明显的影响(pH=13 时,精煤产率为 8.33%;pH=7 时,精煤产率为 86.43%;pH=1 时,精煤产率为 74.23%)。碱性强烈地抑制絮团的形成;中性条件最好;在酸性条件下,虽然煤粒表面由于矿浆中的氢离子的吸附使静电斥能下降(电动电位绝对值从 17.6 mV 降到 0.8 mV),但同时也阻碍了一部分非极性油的吸附,所以总的效果是絮团在酸性条件下比在中性条件下差。他认为搅拌机转速的提高对乳化絮团有利。当搅拌机转速从 2 100 r/min 上升到 8 000 r/min,精煤产率从 69.85% 增加到 86.43%。温度的升高对絮团不利,当温度从 20℃ 升到 80℃,精煤产率从 86.43% 下降到 20.22%。因为温度的升高造成了非极性油的挥发及其粘度的降低。表面活性剂在乳化絮团中的作用有两方面:一方面是负面效应,使煤

的亲水性增强(润湿热从 3.944 J/g 上升到 5.418 J/g);另一方面是积极作用,降低了非极性油的表面张力,使非极性油在水中能充分分散,增加了非极性油与煤粒的附着机会。

1.2.6 选择性聚团的理论

1.2.6.1 疏水作用力的表象理论

埃里克松等人,以水化排斥力理论研究中使用的均匀场理论为基础,建立了长程疏水作用力的表象理论。

通过所谓的平方梯度假设,以及一系列的理论推导和近似处理,获得了疏水作用力与粒间距离的关系式,表示如下:

$$F_H = -B a \left[C_0 \operatorname{th} \left(\frac{bh}{2} \right) - 1 \right] \quad (1-1)$$

式中 B ——常数, $\text{N} \cdot \text{m}^{-1}$;

b ——衰减常数, m^{-1} ;

a ——所测云母片弧面的半径, m ;

h ——粒间距离, m ;

C_0 ——常数, $\text{N} \cdot \text{m}^{-1}$ 。

对于足够大的粒间距离 h 值,式(1-1)右边可变成 $2B \exp(-bh)$ 。也就是说, $\ln F_H$ 与 h 的关系是一条直线。

1.2.6.2 水动力学理论

鲁坎斯坦和恰里夫提出了疏水作用力的水动力学原理。他们认为,疏水颗粒表面与水之间界面的不稳定性所导致的水界面的波动是通过水动力学运动从一个界面传播到另一个界面的;而疏水作用力的产生是由于与水动力学相关的水界面的波动所导致的。

通过理论推导,获得了如下疏水作用力与粒间距离之间的关系表达式:

$$\frac{F_H}{A} \sim \frac{\rho(A\gamma\delta_1^2)}{\mu h^3} \quad (1-2)$$

式中 ρ ——水介质的密度, kg/m^3 ;

γ ——液气界面张力, $\text{N} \cdot \text{m}^{-1}$;

δ ——水界面的振动幅度, m;

μ ——水介质的粘度, Pa·s;

h ——粒间距离, m;

A ——哈马克常数, J。

1.3 精细水煤浆的制备

精细水煤浆是一种可以代替柴油用于柴油机和燃气轮机的煤基燃料, 它应具有粒度小、粘度低、可燃性好、含灰量和含硫量极低的特点。美国多家公司共同进行了柴油机燃油煤浆和水煤浆的试验, 根据计算和试验结果确定粒度应小于 $30\ \mu\text{m}$, 干煤含灰量应低于 1%, 煤浆的含煤量不低于 50% 等。精细水煤浆比常规水煤浆的技术要求严格得多, 其中最关键的问题是如何使原料煤的灰分降到 1% 以下。为了制得符合要求的精细水煤浆, 原料煤的选择非常重要。显然, 高挥发分、低灰、低硫、可磨性好的优质烟煤是制备精细水煤浆的理想原料。我国有许多高挥发分、低硫的煤种, 但含灰量很低的原料煤不多。我们认为那些具有高发热量、高挥发分、低硫的易选煤种都可以作为制备精细水煤浆的原料煤。我们选择了两种煤作为研究对象。1 号煤是来自某大煤田的优质气煤, 2 号煤是典型的易选煤的浮选精煤。经过试验得到这两种煤的超净煤, 并制成精细水煤浆, 煤浆的粘度小于 $500\ \text{mPa}\cdot\text{s}$, 浓度大于 50%, 灰分低于 0.5%。

1.4 选择性聚团的应用前景

油团聚分选法的耗药量较大, 选择性絮凝的耗药量较小, 现在所用的耗药量界于两者之间。通常所说的选择性絮凝是用高分子化合物作为絮凝剂, 形成的聚团分布在悬浮液的底部。而选择性聚团是用油类作为团聚剂, 形成的聚团需要用普通分选方法将精煤与矿物分离, 所以用选择性絮凝来表示我们的分选方法不合适, 可取名为选择性聚团或选择性团聚。由于选择性聚团与油团聚和选择性絮凝不同, 因此在团聚机理上进行深入的研究很有必要。选择性聚团分选

方法比较复杂,需要经过油的乳化,油与煤粒的团聚,浮选分离等步骤,在分选过程中还需要加入调整剂、分散剂、抑制剂。

用选择性聚团方法制备超低灰精煤、使灰分降到1%以下。主要是降低团聚剂的用量,提高精煤产率。可采取的主要方法有:分段加药;控制磨矿产品粒度;加入表面活性剂。此外,需要加入分散剂、抑制剂、调整剂等,抑制微细矿泥对精煤的污染,降低精煤灰分。研究磨矿产品的粒度分布对药剂用量及降灰的影响,既要使煤磨得细,使矿物质与纯煤分离,又要减少药剂消耗。

用选择性聚团法对高灰尾煤、极难选煤及微细嵌布的高硫煤进行深度脱灰降硫研究。提高精煤的产率,降低精煤的灰分。前人在用选择性聚团脱硫方面的研究较少,我们应在脱硫方面进行深入研究。

2 选择性聚团深度脱灰降硫工艺

2.1 选择性聚团深度脱灰方法

制备超净煤的选择性聚团方法是先在搅拌槽中形成聚团,而后将聚团以泡沫产品分离出来。由于矿物质以微米级粒度嵌布在有机质中,矿物质必须完全单体解离,才能把它们脱除掉,因此必须对原煤进行细磨。煤的平均粒度依煤种的不同而不同,通常要求煤的粒度要小于 $10\mu\text{m}$,在细磨过程中可加入分散剂和调整剂。微细粒煤浆被移至一个高剪切力场的煤浆搅拌桶中,加入非极性油,进行强烈的机械搅拌,从而产生结构严实、粒度合适、高选择性的煤粒聚团,然后进行常规分选。煤粒聚团以泡沫产品分离出来,微粒矿物质继续留在浮选槽内以尾矿的形式排掉。其工艺流程见图2—1。

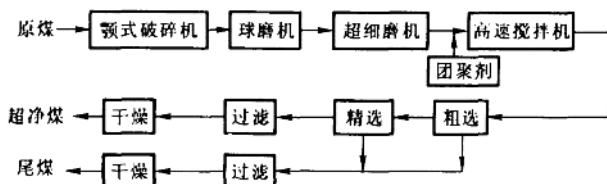


图2—1 选择性聚团工艺流程图

2.2 煤的各项分析

2.2.1 工业分析和元素分析

我们选择了中国八省的和秘鲁的共12种煤作为试验煤样。包括无烟煤、焦煤和烟煤。无烟煤有河南焦作精煤(JZ)、焦作原煤泥(JZY)、宁夏太西(TX)。焦煤有河北东庞(DP)、河北邢台(XT)、山西东曲2[#](DQ2)、山西东曲4[#](DQ4)和秘鲁煤(ML)。烟煤有陕西神木(SM)、河南