

煤矸石综合利用研究

张碧涛

陕西生态水泥股份有限公司 陕西 西安 710000

摘要:煤矸石是采煤及洗煤过程中排放的固体废物。随着能量需求的上涨,原煤产量大幅增加,其附属物煤矸石不断涌现。文中分析了煤矸石利用现状,并对煤矸石的综合利用的情况进行了展望。

关键词:煤矸石;综合整治;现状分析;资源化利用

引言

中国是世界上最大的煤炭开采国,煤炭资源丰富,潜力巨大。它的储量约占中国矿产资源的90%。煤炭工业是中国重要的支柱产业。煤矸石不仅占用了宝贵的土地,而且破坏了生态环境,是煤炭生产过程中的副产品。煤矸石是世界上十大主要工业固体废弃物之一,也是当今世界上第二大使用源。在煤炭生产中,煤矸石以矸石山的形式堆积起来。煤矿中的煤矸石是当前需要解决的资源再利用的主要问题。本文通过对煤矸石理化性质的分析,总结了我国煤矸石综合利用的现状,探讨了我国煤矸石综合利用的未来发展方向。

1 煤矸石利用现状

1.1 煤矸石发电

为了加快煤矸石的综合利用,国家配套出台了对应的以煤矸石作为燃料发电的鼓励政策,在节约原煤的同时也减少了污染物的排放,还减小了废物占地面积,缓解了水土流失的情况。当前煤矸石发电技术在中国的应用已经相对成熟,煤矸石的发电效益主要决定于煤矸石的含碳量和热值。资料表明,陕西省的煤矸石发热量较低,大量投建的煤矸石发电厂不能很好地解决本省煤矸石堆存和处置的问题,应该选择其他高效的综合利用办法。

1.2 回收煤炭

从煤矸石中回收煤炭资源是多数煤矸石二次利用必要的预处理工作,不仅可以避免资源的浪费,回收的煤炭资源也可为企业带来一定的经济效益。一般采用水力旋流器分选和重介质分选等洗选工艺实现回收。通过掘进煤矸石二次拣选系统可从煤矸石中回收灰分为35%~45%的中煤。采用50~6 mm重介质分选+大于50 mm直接丢弃+小于6 mm直接作为中煤的方案处理安太堡煤矸石,减少了一半以上发热量仅1 255.8 J/g以下的矸石进入电厂。上述工艺可以实现矸石中夹杂中煤的回收,只有经过破磨解离才能实现矸石和中煤共生颗粒中

的煤炭的回收。研究了煤矸石选择性破碎规律,发现煤矸石破碎后煤向细粒级富集,而矸石向粗粒级富集。因而,采用选择性破碎—分级分质处理是实现煤矸石中煤炭和矸石分离和富集的潜在有效方法^[1]。

1.3 填充材料

煤炭开采大多伴生着采煤沉陷的问题,采煤沉陷会造成地面建(构)筑物、道路损毁,良田无法耕种,生态环境遭到严重破坏。为了解决地表沉陷问题,将煤矸石进行井下回填是个很好的办法。专家学者针对煤矸石井下回填进行了理论和实践研究,认为井下充填需依托关键层进行,其基本原理是:利用岩层移动过程中覆岩内形成的离层空隙,从地面布置钻孔将充填料浆液高压注入离层空间,高压浆体对下部岩层产生压实作用,从而增加离层空间,而经脱水压实后的充填体对上覆岩层起到支撑作用,从而减缓了岩层移动向地表的传播。通过测试不同比例的煤矸石和粉煤灰样品的压缩变形特征,确定当煤矸石与粉煤灰的比例为1:0.35时,井下回填可取得最佳的效果,工作面对应的地表仅下沉170mm,增强了采场的稳定性,有效保护了邻近建筑物和构筑物。对开某矿一工作面进行了覆岩离层注浆减沉试验,通过区域地质钻孔资料确定了注浆层位,注浆通过2个钻孔进行。试验结果表明,注浆后减沉效果明显,减沉率可达到83.1%,同时提高了工作面的资源回收率。当前,虽然减沉控制技术比较完善,且有了大量的成功实践案例,但覆岩离层注浆成本较高,后续仍需探索更加经济高效的技术方法。

2 煤矸石的综合利用

2.1 制备塑料和橡胶等化工产品

在塑料和橡胶等材料制备过程中,可加入填充剂来降低生产成本或提高某些性能。煤矸石可用作填充剂,一方面由于其具有价格低廉、易加工、相对密度小等特性,通过使用表面活性剂或偶联剂对煤矸石进行改性,增加煤

矽石与塑料和橡胶的相容性;另一方面,煤矽石中的某些化学成分可以提高塑料和橡胶的某些性能,例如,煤矽石中的 SiO_2 在橡胶中可起增强、补强作用,代替黏土、白炭黑; Al_2O_3 在橡胶中可起增量作用,代替特种碳酸钙; CaO 可起增量补强作用,代替轻质碳酸钙、重质碳酸钙、特种碳酸钙; SO_3 可起硫化剂作用,代替加硫;炭可起炭黑作用。另外,在塑料制品中,煤矽石粉用作填充剂可提高玻璃化温度,提高拉伸强度、刚性、绝缘强度等,目前在PVC高压电缆、农膜等塑料中已有了较好利用^[2]。

2.2 动力燃料

煤矽石一般含10%~20%的可燃物,如何积极回收利用这些物质,成为大家关心的问题。国内目前有两种渠道:一是从矽石中提取煤炭做燃料;二是将其直接燃烧提供动力。从煤矽石中提取煤炭,是煤矽石再利用的一个很好的选择:如所选的煤矽石含碳量较高,可以优选水力旋流器分选;如需分选粒径不同的矿物,可以优选重力介质法进行。截至目前为止,利用煤矽石发电已经形成了一定的规模。煤矽石发电不仅节约了资源,而且还减轻了环境的压力,同时消除了采煤的二次污染。把煤矽石作为一种资源加以利用,以含热量较高的煤矽石做燃料,利用其燃烧技术发电,改变了煤炭企业由单一的经营模式向多元化转变,且逐步成为一种为大多数人所接受的有效的利用方式。利用煤矽石发电,节省了燃料利用的成本,节约了能源,带来了经济效益;同时用掉了大量的煤矽石,减少了矽石山堆积带来的生态污染;还能为选煤厂,生活区等内部区域供电,产生了良好的社会效益;发电后预留的灰渣,在水泥的生产线还可以作为填料,做到了多次再利用,具有经济,生态,社会等综合效益,是煤矽石综合利用中的一种有效的途径,被广泛应用在矿井资源的综合利用中^[3]。

2.3 制取硅系产品

煤矽石中含有30%~65%的氧化硅,主要以硅酸盐矿物的形式存在,其化学性质稳定,需要活化以进一步利用。有效回收煤矽石中的氧化硅成分可生产白炭黑、碳化硅等一系列硅系化工产品,是煤矽石高附加值利用的重要途径之一。利用酸浸渣为原料,以硫酸钠作钠源,干法制备水玻璃,然后采用碳化法制得比表面积为 $267.33\text{ m}^2/\text{g}$ 、DBP吸油值为 2.77 mL/g 的白炭黑产品,符合HG/T 3061—2009中A类产品的要求。以盐酸为浸出剂,将碳和硅在浸出残渣中富集,然后加入适量的低灰无烟煤,采用碳热还原法制备碳化硅产品,其回收率和纯度分别为72.72%和76.01%。目前,热活化法因其活化效率高被

广泛利用。研究了不同煅烧温度对煤矽石矿物相变的影响,认为煤矽石的最佳煅烧温度应控制在 $1050 \pm 50^\circ\text{C}$ 。在较低的煅烧温度下活性二氧化硅将发生不完全溶出,在较高的煅烧温度下将生成方石英相而不是活性二氧化硅,都不利于其在苛性钠溶液中的浸出。最近,超临界水在煤矽石的活化方面引起了人们的兴趣。在超临界水条件下,通过水热活化、两步酸浸制备出比表面积为 $780 \sim 820\text{ m}^2/\text{g}$ 的白炭黑产品。因而,后续研究应优化煤矽石的活化和酸浸工艺,增强煤矽石的活化效率,提高氧化硅的转化利用率^[4]。

2.4 煤矽石在制陶粒的应用

该技术利用煤矽石粉煤灰作为原料,采用国际先进的专用生产线:动态烧结陶粒装备生产线,实现100%利用固废,通过科学配比、成核、成球、横辊筛分、烧结合成型为陶粒,具有轻质、高强、比表面积大、耐火保温、吸水率低,化学稳定、抗渗防腐、吸声性好、热聚变性强等特点^[5]。

2.5 煤矽石综合利用制备微晶玻璃

煤矽石 SiO_2 含量高,而且富含 Al_2O_3 、 FeO_3 、 K_2O 和其他微量的碱金属元素,适合作为生产微晶玻璃的原料,而且含有的碱金属元素可以起到很好的助熔剂作用。微晶玻璃的热处理制度工艺因素是制造煤矽石微晶玻璃的关键技术之一,利用正交实验方法热处理各工艺因素之间的相互关系,通过实验得出最佳的热处理工艺制度为:核化温度 820°C 、核化时间3小时、晶化温度 900°C 、晶化时间2小时。煤矽石微晶玻璃晶相为硅灰石,与配方 $\text{CaO}-\text{Al}_2\text{O}_3-\text{SiO}_2$ 三元系统相图中在硅灰石初晶区选择基础点,拟定配方的终晶相一致。硅灰石为白色,纤维状或放射状集合体,所以制得为微晶玻璃为白色,白度高,而且在微晶玻璃中硅灰石具有纤维增强的作用。

煤矽石微晶玻璃的一个显著特征就是它的粒径尺寸大小在 $100\text{ nm} \sim 300\text{ nm}$,晶体颗粒分布均匀,颗粒之间互相致密交错排列,没有方向性,这些特点有助于材料机械强度的提高,再说,煤矽石微晶玻璃的晶相为硅灰石,硅灰石本身就具有纤维增强的作用。而其他以矿物为基本组成的材料(陶瓷、石材等),晶粒尺寸达40微米。所以颗粒细小的煤矽石微晶玻璃的力学性能比其他建筑装饰材料好。

3 结束语

随着国家环保要求的提高,矿区周边的矽石山污染问题得到相关部门的重视。如何合理治理煤矽石,是煤矿企业和政府部门都关注的问题。目前,煤矽石利用主

要有矸石山复垦绿化和矸石资源化利用2种途径。矸石山复垦绿化的周期比较长，一般在几年以上，通常需要分为几期工程；而矸石资源化利用最大的问题就是工艺。为了提高煤矸石的综合利用效率，政府应该发挥主导作用，煤矿企业应该加大对煤矸石利用的研发力度。

参考文献

[1]王广金.煤矸石的开发利用是可持续发展的一项重要内容[J].中国物资再生, 1999(12): 32-33.

[2]李琦.我国煤矸石资源化再生利用途径的分析[J].煤炭转化, 2007(1): 78-82.

[3]李常红,司卫彬.煤矸石山高温自燃机理及治理技术研究[J].能源技术与管理.2020(05):10-12.

[4]姜树丰,王永荣.煤矸石作为水泥替代原燃材料的技术推演与运行效果[J].混凝土世界.2020(10):88-90.

[5]田莉,于晓萌,秦津.煤矸石资源化利用途径研究进展[J].河北环境工程学院学报, 2020, 30(5): 31-36.