

内蒙古大青山煤矸石资源化综合利用探讨

张金山^{1,2,3}, 孙春宝^{1,2,3}, 董红娟^{1,3}, 曹永丹^{1,3}, 周姗^{1,3}, 郭振坤^{1,3}, 范文阳^{1,3}

(1. 内蒙古科技大学矿业工程研究院, 内蒙古 包头 014010;

2. 内蒙古煤炭安全开采与利用工程技术研究中心, 内蒙古 包头 014010;

3. 内蒙古自治区固体废弃物资源综合利用工程技术研究中心, 内蒙古 包头 014010)

摘要:综述了煤矸石的产生、分类、性质和危害性,结合目前国内外煤矸石的利用途径,对大青山内蒙古包头石拐矿区煤矸石,从环境可优化、资源可持续、能源可创新、经济可益效等产业链角度出发,提出一系列可行性方案。

关键词:煤矸石;资源化;产业链;综合利用

doi:10.3969/j.issn.1000-6532.2017.02.002

中图分类号:TD989 文献标志码:A 文章编号:1000-6532(2017)02-0008-04

中国内蒙古地域辽阔,矿产资源丰富,素有“东林西铁、南粮北牧、遍地是煤”之称^[1]。内蒙古老矿区大青山煤田,位于内蒙古包头市土右旗和石拐区境内,石拐矿区是我国开发较早的矿区,作为与包钢配套建设的“一五”国家重点项目,因煤而建,缘煤而兴,对内蒙古乃至北方重型工业都做出了巨大贡献^[2]。然而,在内蒙古自治区西部,煤矸石的堆积量远高于煤炭的10%^[3],煤炭开采在带来巨大经济效益的同时,煤矸石等废弃物的排放也给内蒙古草原造成了严重的生态环境问题。

石拐矿区煤矸石年排放量300多万t,堆放总量已超过8000多万t,主要分布在各大煤矿附近的山坡或沟谷内,其他零星地堆积在一些个体小煤窑周围。目前较大的13个矸石堆分布于大磁矿、召沟矿、五当沟、脑包沟、同盛茂等地。矸石量由3万~60万m³不等^[4]。煤矸石的无序堆放不仅侵占耕地,抬高河床,阻塞沟道,形成矸石山,也对周围环境造成负面影响,并为泥石流的形成埋下安全隐患。煤矸石长期露天堆存,遭受雨水的淋滤,使矸石中的

有害成分下渗,直接或间接污染地表水、地下水和周围农田、土地及农作物。

煤矸石严重污染环境,侵占并破坏土地资源。如不加紧有效利用,将影响煤炭工业的正常发展,影响周围环境质量,甚至严重影响当地的人民生活水平的提高,以及我国新农村建设的发展。因此,内蒙古包头石拐矿区煤矸石的综合利用以及生态治理已是一个刻不容缓的社会问题。

1 煤矸石的产生

1.1 煤矸石的来源

煤矸石是夹在煤层中与煤伴生的岩石,是采煤和选煤过程中排出的废弃物。煤矸石的来源^[5]主要有剥采排出(白矸)、采煤掘出(普矸)和洗煤选出(选矸)。

1.2 煤矸石的分类

煤矸石与煤系地层共生,是多种矿岩组成的混合物。煤矸石按矿物学分类^[6]见表1。

收稿日期:2016-01-15

基金项目:国家“863”重大项目(子课题)硅铁烟尘与高铝粉煤灰硅钙资源协同利用关键技术(2012AA06A118),内蒙古重大科技攻关项目(20120321)煤系高岭岩制备石油催化剂技术和混凝土矿用外加剂及产业化示范,包头市重大科技发展项目(2013Z1016)利用石拐煤矸石生产偏高岭土工业试验

作者简介:张金山(1959-),男,教授,主要研究废物资源化综合利用工作。

通讯作者:孙春宝(1986-),男,硕士研究生,主要从事材料工程和矿业工程研究(电子邮箱:10426415502qq.com,联系电话:13214717387)

表1 煤矸石矿物学分类

Table 1 The mineralogy category of coal gangue

粘土矿型	砂岩型	碳酸岩型	铝质岩型
高岭石、蒙脱石、炭质页岩、砂岩、 硫铁矿、碳酸盐、有机碳等	石英、长石、云母、植物化石等	方解石、白云石、菱铁矿、 硫铁矿、有机硫等	含水铝矿、石英、褐铁矿、 白云母、方解石、玉髓等

2 煤矸石的物化特性

2.1 煤矸石的矿物组成

煤矸石属于煤质沉积岩,其常见的矿物成分以粘土类、碳酸盐类层或叶状矿物和石英为主,主要有高岭土、水云母、蒙脱石、绿泥石、铝土矿、炭质和植物化石以及少量的稀有金属矿物等^[7](煤矸石矿物组成及分类见表1),石拐矿区煤矸石矿物成分除此之外,主要还有方解石、钙长石,伊利石、黄铁矿、菱

表2 石拐矿区煤矸石化学成分/%

Table 2 The chemical composition of Shiguai mining coal gangue

Fe ₂ O ₃	CaO	MgO	SiO ₂	TiO ₂	K ₂ O	Na ₂ O	Al ₂ O ₃	烧失量
0.80	0.14	0.025	38.37	0.61	0.11	0.092	33.00	24.93

2.3 煤矸石的活性

粘土岩类煤矸石加热到一定温度时(一般为700~900℃).原来的结晶相分解破坏,变成无定型的非晶体,使煤矸石具有火山灰活性,火山灰质材料中活性可采用多种方法进行测试和评价^[9-10].活性的大小和矸石的物相组成有关,还和煅烧温度有关。堆积在大气中经过自燃的红矸。其热值较低,但具有一定的活性。测定煤矸石的活性,可采用化学法火山灰活性检验方法来进行比较^[11]。

表3 煤矸石资源化综合利用途径

Table 3 The comprehensive utilization ways of coal gangue resources

直接利用				热能利用		综合利用	
筑路	埋坑	造地	提煤	生产	燃烧	建筑	化工
修道	填沟	复垦	发电	煤气	制砖	材料	原料

3.1 产业链的可行性

石拐矿区归属大青山煤田,位于包头市东北部,区内矿产资源较为丰富,除富集长石、红陶土、膨润土等十几种矿石外,煤炭资源极其丰富,且煤种齐全、煤质良好,煤炭业一直是石拐区的主体产业。早在清乾隆年间,就有人开始聚集、开采煤炭,1912年已形成一定规模,抗战中间曾经遭到日本侵略的破坏^[13-14]。后来恢复一直到目前,该煤田的年采煤量接近2000万t,年排放高铝煤矸石300多万t,主要堆积在大青山内。由于地质历史构造运动强烈,大

铁矿等。

2.2 煤矸石的化学组成

煤矸石的化学组成是煤矸石煅烧后灰渣的成分,其化学成分和粘土相似,煤矸石的组成和性质是选择其利用途径和指导生产的重要依据。煤矸石的主要化学成分是铝和硅的氧化物。此外,还含有微量元素^[8]和稀有元素Co、V、In等,有的还含有放射性元素。石拐矿区煤矸石化学成分见表2。

3 煤矸石利用产业链

近些年来,我国关于煤矸石的研究和应用进展很大,目前国内外煤矸石综合利用途径见表3。结合国家及内蒙古环保政策,目前大青山煤田石拐矿区已经具有形成一些相关企业及附属产品循环链条的基础^[12],煤矸石利用产业链模式可以进一步发展。因此可以形成适合大青山内蒙古石拐矿区煤矸石资源化综合利用产业链,见图1。

青山煤炭资源显示容易粉碎的构造煤特性,煤中灰分含量高且灰成分以氧化铝和氧化硅为主,同时由于变质程度较高,多数煤种具有较强的粘结性能,上述特性决定了该类高铝富硅煤矸石容易实现资源化综合利用,特别是制备多种大宗实用性优良材料(比如水泥等)的理想原料^[14-15]。

下面从环境可优化、资源可持续、能源可创新、经济可益效思路出发,概括一些煤矸石利用方向以及规划。技术比较成熟、生产投资少、能耗低、销路好、或用矸量较大工艺,可以作为扩展内蒙古包头石

拐矿区煤矸石资源化综合利用产业链的参考方案(见图1),既可保护环境,又能做到变废为宝,实现我国内蒙古环境与经济的双层可持续发展。

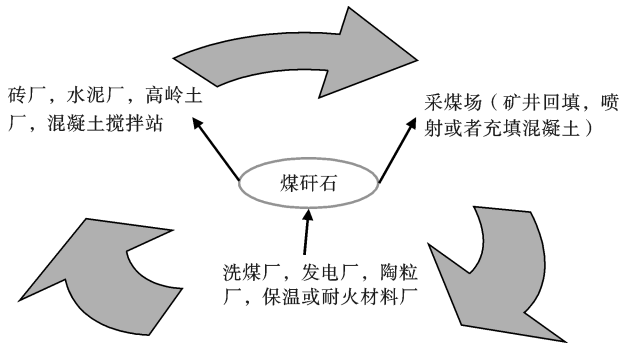


图1 煤矸石资源化综合利用产业链

Fig. 1 The comprehensive utilization industry chain of coal gangue resources

3.2 环境可优化

含碳量高的煤矸石,用于洗煤和直接发电,含碳量低的煤矸石可作为水泥的混合材、混凝土骨料或其他建材原料,也可用于复垦塌陷区和回填采空区。既可以固整覆土、种植绿化,同时兴修水利,又可以利用煤矸石制有机肥^[16],建设温室大棚,为老百姓提供“菜篮子”。一方面提高了植被覆盖率,另一方面减少煤矸石对周围环境的二次污染。以生态修复为主,进行开发性治理。依托我国藏传佛教三大名寺之一的五当召,建设生态产业链工业园区,树立以旅游为目标的治理理念。

3.3 资源可持续

石拐矿区煤炭资源开采至今已有近300年历史,由于历史上的特殊地位,“有水快流,先上车后买票”的长期大规模不合理开采,导致石拐区矿井老化多数停产报废,煤炭资源已近枯竭,现在已是漫山遍野煤矸石。所以急需走出新路子,开发新资源,广泛吸收多方资金,积极引进高科技企业,将现有资源转化为化工原料^[17]。煤矸石所含的许多元素中, SiO_2 和 Al_2O_3 含量最高,石拐煤矸石硅铝比非常可观,因此通过不同方法,提取其中一种元素或生产硅铝材料是煤矸石化工利用的主要途径。

3.4 能源可创新

利用煤矸石能生产煤气或半水煤气以及甲醇,其副产品可作橡胶补强剂或油墨等行业的原料^[18]。制烧结砖和作烧砖内燃料,还可代替粘土与石灰石、铁粉及硅质校正原料一起配料生产水泥。张丕兴

等^[19]同厂家合作,用内蒙古包头市煤矿煤矸石配料试制喷射水泥取得了较为理想的效果。由于煤矸石本身具有一定热值,在烧水泥、制砖和烧陶粒时,烧砖不用土或少用土,煅烧不用煤或少用煤,大量还原耕地资源的同时,以最有效的方式节约外加燃料。另外一个就是开发利用煤矸石制备耐火及保温材料。

3.5 经济可益效

石拐矿区已在内蒙古计委立项的煤矸石综合利用项目之一:利用煤矸石超细改性项目,年产1万t超细改性高岭土^[11]。高岭土在许多领域具有很好的辅助优化作用,而苏州高岭土作为我国唯一的长期使用的石油催化剂用高岭土,目前面临资源枯竭、质量日益下降、价格不断攀升的局面,石拐矿区大量煤矸石的矿物成分决定了它可以作该产业链的基点,建设高岭土厂,以形成循环可持续高端产业链。

4 结 语

(1)我国早在20世纪50年代(内蒙古在80年代左右)就开始了煤矸石的利用研究和处理,并取得了一定的经验和效果。近10年来,煤矸石建筑材料行业发展相当迅速,开拓了煤矸石多种利用途径。

(2)为了进一步开展煤矸石的综合利用,国家有关领导部门及内蒙古地方制定了相关政策,鼓励利用煤矸石,要求各地区、各部门把煤矸石作为资源,在指导思想,要从目前的“堆存为主”逐步转变到“利用为主”。

(3)为了合理利用煤矸石,我国煤炭工业和建材部门按热值划分煤矸石的用途。由于煤矸石的成分、性质随其生存条件等的不同而存在很大差异。所以必须因地制宜地根据当地条件选择利用途径和技术。

(4)从保护煤矿区生态环境和维持草原生态系统稳定性的长远大局出发,急切需要寻求综合治理煤矸石废弃地的可行的途径。植被重建是解决内蒙古石拐矿区煤矸石生态破坏与环境污染最经济有效的途径之一。

(5)煤矸石综合利用应该以大宗量利用为重点,将煤矸石发电、煤矸石制建材、复垦回填及煤矸石山无害化处理等大量利用煤矸石技术联合产业链作为主攻方向,发展高科技含量、高附加值的煤矸石综合利用技术,促进石拐矿区绿色环保,实现经济与

环境,人类与大自然的协调可持续发展。

参考文献:

- [1] 王剑民. 内蒙古矿山地质环境问题及防治对策[J]. 西北地质, 2003, 36(3).
- [2] 赵劲涛, 赵永杰. 论包头市石拐区水土流失与防治对策[J]. 内蒙古科技与经济, 2011, 232(6): 57-58.
- [3] 王玖玲, 董文彬, 陈民, 等. 中国煤矸石堆存现状的统计分析[J]. 煤炭加工与综合利用, 2014(1): 61-64.
- [4] 房利民, 刘怡敏, 谢敏. 内蒙古自治区包头石拐矿区地质问题及对策研究[R]. 呼和浩特: 内蒙古自治区地质环境监测院, 2010.
- [5] 李培树, 杨海滨. 攀枝花煤矿煤矸石综合利用产业链探究[J]. 节能与环保, 2013, 234(12): 60-63.
- [6] 李化建. 煤矸石的综合利用[M]. 北京: 化学工业出版社, 2010.
- [7] Giovanni Dotelli, Paolo Gallo Stampino, Luca Zampori, Isabella Natali Sora, Renato Pelosato. Immobilization of organic pollutants in cement pastes admixed with organophilic materials[J]. Waste Management & Research. 2008(26): 515-522.
- [8] 世邦机器. 国内煤矸石资源化利用现状[EB]. 矿石资讯, <http://www.shibangchina.com/kuangshi/meiganshi/5896.html>, 2014(5).
- [9] John L P, Jan S J, Van D. Geopolymers: structure, processing, properties and industrial applications[M]. Wool head Publishing Limited, U. K, 2009.
- [10] Puxson P, Lukey G C, Separovis P, et al. Effect of alkali canons on aluminum incorporation in geopolymeric gels[J]. Ind. Eng. Chem, Res., 2005, 44(4): 832-839.
- [11] 蒲心诚. 高强与高性能混凝土火山灰效应的数值分析[J]. 混凝土, 1998(6): 13-23.
- [12] 王越, 周金岭. 石拐区煤炭开采对生态环境的影响及恢复调研[J]. 内蒙古环境保护, 2004, 16(2): 32-35.
- [13] 石拐矿区地方志编纂委员会办公室. 石拐矿区志(2)[J]. 1988, 82-86.
- [14] 蒋爱良. 煤矸石的组成特征及利用途径[J/OL]. <http://www.coalinfo.net.cn/chinacoal/2000/2003/081.htm>.
- [15] 冯朝朝, 韩志婷, 张志义, 等. 煤炭固体废物-煤矸石的资源化利用[J]. 煤炭技术, 2010, 29(8): 5-8.
- [16] Genon, G., Brizio, E. Perspectives and limits for cement kilns as a destination for RDF[J]. Waste Management. 2008(1): 10-16.
- [17] Giannopoulos, D., Kolaitis, D. L, Togkalidou, et al. Quantification of emissions from the co-incineration of cutting oil emulsions in cement plants[J]. Trace species Fuel. 2007, 86(16): 2491-2501.
- [18] 崔智勇, 郭成豪. 煤矸石综合利用专题研究[J]. 山西煤炭, 1999, (12): 59-61.
- [19] 张丕兴, 彭青山. 用煤矸石配料研制喷射水泥[J]. 水泥, 2001(7): 4-6.
- [20] 张金山. 包头市石拐矿区煤矸石综合利用可行性研究[R]. 包头: 内蒙古科技大学, 2012.

Exploration of Comprehensive Utilization of Coal Gangue Resource in Daqing Mountain

Zhang Jinshan^{1,2,3}, Sun Chunbao^{1,2,3}, Dong Hongjuan^{1,3}, Cao Yongdan^{1,3},
Zhou Shan^{1,3}, Guo Zhenkun^{1,3}, Fan Wenyang^{1,3}

(1. Mining Engineering Institute of Inner Mongolia Science and Technology University, Baotou, Inner Mongolia, China

2. Inner Mongolia Engineering Technology Research Center of Coal Safety Mining and Use, Baotou, Inner Mongolia, China

3. Inner Mongolia Autonomous Region Engineering Technology Research Center of Solid Waste Resources Comprehensive Utilization, Baotou, Inner Mongolia, China)

Abstract: Overview on Source, nature, classification and harm of gangue, combined with the current domestic and abroad utilization direction of coal gangue. to Chinese coal gangue, especially to Daqing Mountain coal gangue of Shiguai Coal Mining in Baotou, Inner Mongolia of China, from on many and other more industrial chain perspective, which was that the environment could be optimized, resource could be sustainable, energy could be innovation, economy could be beneficial, and a series of feasibility studies plans was proposed.

Keywords: Coal gangue; Resource; Industrial chain; Comprehensive utilization