

Coal Mine Solid Waste Management Based on Circular Economy

Lian Zhao¹, Zhengwang Gan², Tieli Wang²

¹Mining Department College of Resource and Environment Engineering, Liaoning Technical University, Fuxin, 123000, China;

²Coal Pipeline transportation Department of WuHan Design & Research Institute of China Coal Technology & Engineering Group, Wuhan, 430064, China

Email: anlizhao@163.com, slurypipe@126.com, wangtieli08@163.com

Abstract: Firstly, coal refuse discharging and its environment pollution problem in Fuxin mining area is briefly introduced. Then coal refuse environment management measures in Fuxin mining area under the circular economy are discussed from four aspects - policy, organization, propaganda way, engineering management, technology measures, and development of cycle economy industrial part is also briefly mentioned. Finally, progress and challenges are listed in developing cycle economy and practicing coal mine solid waste management in Fuxin mining area.

Keywords: circular economy; mining area; environment pollution; coal gangue

基于循环经济的煤矿固体废弃物管理

赵利安¹, 甘正旺², 王铁力²

¹辽宁工程技术大学资源与工程学院采矿工程系, 阜新, 中国, 123000

²中国煤炭科工集团武汉设计研究院管道输煤所, 武汉, 中国, 430064

Email: anlizhao@163.com, slurypipe@126.com

摘要:首先介绍了阜新矿区固体废物排放及其造成的环境污染问题。然后从政策、组织、宣传引导、工程管理、技术措施方面论述了循环经济下阜新煤矸石的管理,并简要介绍了矿区循环经济工业园区发展情况。最后探讨了阜新矿区发展循环经济, 实施煤矿固体废弃物管理所取得的成就和存在的挑战。

关键词:循环经济; 矿区; 环境污染; 煤矸石

1 引言

煤矸石是煤炭生产和加工过程中产生的固体废弃物。煤矸石不仅污染水体、大气和土壤, 还占用大量土地, 成为矿区的主要污染源。煤矸石是我国排放量最大的固体废弃物, 其堆积量约占全国固体废弃物的40%^[1]。2005年10月, 我国煤炭行业进行循环经济试点工作启动以来, 减排和综合利用煤矸石一直是发展循环经济的主要措施之一。

阜新矿区在煤矿固体废物的管理方面进行了一系列实践, 使矿区生态环境在一定程度上得到了改善, 促进了区域经济更快更好发展。

2 矿区基本情况

阜新矿区是一个具有百年开采历史的老矿区, 矿

区所辖煤田位于辽宁省西部。煤田长 130km, 宽 8-20km, 矿区面积约 349.3km², 采煤涉及面积为 600 km²。矿区煤主要为长焰煤和气煤, 发热量 13-25MJ/kg。煤炭主要品种有洗块、洗粒、洗粉、原煤和末煤等 13 个品种。阜新矿区内现有 8 对大、中型矿井, 2007 年煤炭产量 857 万吨, 位居 2007 年全国煤炭企业产量第 45 位。2007 年营业收入 747984 万元, 职工 41165 人, 资产总值 65.6 亿元^[2]。除煤炭产品外, 集团公司的机电设备制造、安装和检修, 火工产品、建材产品的生产, 矸石发电、煤层气开发利用、大型基建等非煤企业也具有相当规模。

3 矿区煤矸石造成的环境问题

阜新矿区有大、中、小型矸石山近 240 余座。全

区矸石山占地面积为 2885 公顷,总堆积量为 12.1085 亿 m^3 , 累计堆积量 20 多亿吨, 而且每年要新排放煤矸石 400 多万吨。煤炭开采占用了大量的土地, 还引发了其他一些列问题, 主要表现为以下几种形式:

3.1 地表沉陷和裂缝

阜新矿区从上世纪 50 年代开始大规模采煤以来, 由于地下煤炭被采出, 造成了大面积的采空区。近年来, 用于采煤而引发的地表沉陷变形面积已经达到近 $100km^2$, 主要分布在新邱、海州、东梁、清河门等 4 个井田中心位置。目前, 阜新市形成了 13 个沉陷区, 有 2.7 万座房屋受到不同程度的破坏, 有 1.52 万座处于危房状态。地面塌陷或裂缝造成多起事故。在农村, 部分农民种植粮食的土地出现塌陷现象, 危及农民的生命安全。另外, 地面塌陷还可能产生裂缝, 使土壤水分蒸发量增大, 保水能力降低。裂缝还可能造成土壤养分随降雨淋溶, 使土壤侵蚀加剧。

3.2 污染水资源

矸石山表层暴露于空气, 经雨水的浸渍、阳光暴晒下分解产生可溶矿物、煤矸石本身所含的可溶性矿物随天然降水和地表径流进入江河湖泊、开采沉陷积水区。矸石山扬尘在风力作用下携带有害物质进入地表水体, 或随渗流污水进入附近土壤渗入地下水。矸石山流出的水 PH 值可达到 3, 并且携带镁、钠、钾离子及铅、砷、铬等有害重金属离子, 造成地区和区域性的地表水与地下水污染。

近年来通过对矿区部分观测点地下水样的各项化学指标检测得知: 总硬度、矿化度、硝酸盐、亚硝酸盐、硫酸根和氯离子等均不同程度超标。

3.3 煤矸石对土壤的影响

煤矸石含有大量的硫铁矿和重金属元素, 在堆放过程中由于自燃和降雨淋滤形成的溶液使周围土壤受到污染。有害成份进入土壤, 能杀死土壤中的微生物, 使土壤腐解能力降低或丧失、土壤肥力丧失。其中, 毒性最大的是 Cd、Pb、Hg、As, 它们能在生物放大作用下大量地富集, 对人体健康产生不良的影响。

相关研究表明^[3], 阜新矿区煤矸石的土壤的重金属元素 Mn、Ni、Cd、Cr、Pb、Cu 以及 Zn 含量相对于正常值均偏高。

3.4 污染大气环境

煤矸石造成的大气污染可分为固体微粒悬浮物污

染和有毒有害气体污染。堆积在地面的矸石在半年到一年后产生一定厚度的风化层, 时间越长, 风化层越细。煤矸石中含有黄铁矿、有机硫、残煤和碳质泥岩等可燃物, 长期堆积, 当温度达到可燃物燃点就会自燃。煤矸石在自燃过程中会产生大量的 SO_2 、 NO_x 、CO、 H_2S 等有害气体, 其中以 SO_2 为主。据统计, 阜新矿区矸石堆自燃释放的二氧化硫占到全市空气中二氧化硫总量的 70% 以上。如果遇到刮风天则上述风化层尘土就会飞扬起来。除此之外, 煤矸石自燃还会产生许多严重危害环境的多环芳烃类有机污染物, 如苯并芘、二苯并蒽、苯并荧蒽和二苯并荧蒽等。这些物质加剧大气污染, 还可能有致癌作用。

4 循环经济下煤矸石的管理

随着科技的进步, 人们越来越认识到煤矿固体废弃物煤矸石是可利用的资源, 含有大量有用元素。因此, 为了更好地利用煤矸石资源, 循环经济理念被引入煤矸石利用中。循环经济理论认为没有绝对的废物, 煤矸石通过化害为利、变废为宝的加工利用, 能减轻对环境和资源的消耗, 获得经济、环境和社会三个效益的统一。阜新矿区循环经济条件下, 煤矸石的管理主要的措施有:

4.1 政策措施

为实施循环经济, 阜新市政府编制了《阜新市建设节约型社会实施意见》、《阜新市矿山生态环境管理办法》、《阜新市发展循环经济规划》等文件, 还建立了循环经济发展专项资金, 重点向发展循环经济技术攻关和循环经济示范工程倾斜。编制了矿山生态环境恢复治理的专项规划, 完善监督管理的各项制度, 建立矿山生态环境恢复治理备用金制度, 加大处理力度, 使矿山生态环境保护与恢复治理走上法制化、制度化和规范化的轨道。为了加大监督检查力度, 阜新市还建立全市发展循环经济激励与约束体系, 市目标考核办公室将循环经济列入政府目标考核重要内容。

4.2 组织措施

在实施循环经济工程中, 成立以市长为组长、各相关部门参加的发展循环经济工作领导小组, 遵循“突出重点、分步实施、远近结合、注重实效”的原则, 做到目标落实、责任落实、组织落实。各区成立循环经济管理委员会, 负责制定循环经济的发展性和阶段性任务。管委会下注册科技性开发公司, 负责征地、融资及贷款, 以解决各区基础设施建设资金问题, 推动各区循

循环经济工业园区的建设。

4.3 宣传引导措施

2007年11月,阜新市被国家发改委批复成为国家循环经济试点市。以此为契机,市政府加强舆论监督,通过媒体及时报道发展循环经济的情况,吸引和激励公众的广泛参与,使发展循环经济、建设资源节约型与环境友好型社会成为全体人民的自觉行动。从而为阜新市循环经济试点建设工作的开局奠定了良好基础,有力推动阜新市循环经济建设工作的深入开展。

4.4 工程管理措施

煤矸石利用工程招标时,面向全国,严格进行招标投标评标。工程建设当中,按国家土地整理项目管理程序严格要求。工程招标代理机构的选用是由省土地整理中心在互联网上公开招聘,综合考评后确认。

加强矿山闭坑工作的审查与管理,大中型矿山或生态环境问题较严重的小型矿山闭坑时,必须提交矿山闭坑报告。采煤矿山闭坑时,井口附近的矸石堆必须进行处理,并进行填埋或井下处理、并封堵井口,恢复地表环境。根据管理权限的规定,由国土资源行政主管部门检查矿山生态环境恢复治理取得实在效果,并验收合格后方能正式批准闭坑。

4.5 技术措施

4.5.1 实行“三化”原则

“三化”指的是固体废物的减量化、资源化和无害化。

(1)减量化是指减少煤矿固体废弃物产生量和排放量,也就是矸石井下消化

在矿井设计基建及生产过程中,应尽量控制井下煤矸石的生成量,或采取矸石充填。煤矸石作为矿井充填工程材料在阜新矿区得到了一定程度应用。

(2)资源化是指采取管理和工艺措施从固体废弃物中回收物质和能源。

阜新矿区煤矸石资源化利用的主要形式有:

①煤矸石发电。自从上世纪90年代以来,阜新先后建成了金山热电(总容量60万千瓦,年消耗煤矸石160万吨)和阜新热电厂(4.2万千瓦,低热值煤矸石发电供热,年消耗煤矸石80万吨)两座煤矸石综合利用发电厂。目前,这两座煤矸石热电厂的年发电量可达到33.75亿度,除矿区年用电量6亿多度之外,年供辽宁电网的电量可达到27亿度之多。可见,阜新矿区利用煤矸石发电,已见成效。

②煤矸石制砖、制水泥等建材。低发热量的煤矸石可用于制砖。制砖的煤矸石一般要求是SiO₂含量在55%-70%之间;Al₂O₃含量在15%-25%之间;CaO含量小于2%;Fe₂O₃含量在2%-8%之间;MgO含量在3%以下;SO₃含量不超过1%;烧失量在3%-15%^[1]。

Table 1. Chemical analysis of gangue in fuxin mining area(%)
表1 阜新矿区煤矸石化学成分分析(%)

矿名	SiO2	Al2O3	CaO	Fe2O3	MgO	SO3	烧失量
海州矿	60.62-65	13.85-16.26	0.77-3.99	1.52-7.81	1.51-3.17	0.2-0.69	2.15-9.78
艾友矿	60.09-67.46	13.34-18.74	0.46-1.77	0.57-3.42	0.67-1.98	0.32-0.64	1.13-10.54
新邱矿	60.42-62	14.9-5.60	1.16-1.96	3.11-3.5	1.56-2.0	0.36-0.45	7.60-9.69
清河门矿	61.28-65.30	14.64-18.01	1.75-2.94	1.28-5.23	0.91-2.11	0.18-0.65	2.93-6.64

从表1可以看出,阜新矿区的煤矸石基本上满足了制砖的要求。目前,阜新矿区利用煤矸石烧制砖已颇具规模,仅清河门矿、高德东山、海州矿年生产烧制砖就达到6亿多块。几家大型的矸石砖厂见表2

Table 2. Several big coal gangue brick factory
表2 阜新矿区几家较大规模的煤矸石砖厂

企业名称	产品形式	年生产烧制砖规模(万块)	年耗用矸石量(万吨)
阜新第一煤矸石砖厂	煤矸石烧制砖	7000	15
新邱北部砖厂	烧制空心砖	3000	6
阜新清河煤矿烧制砖厂	煤矸石烧制砖	10000	20

阜新矸石多为凝灰质火山岩,非常适宜生产火山灰水泥。辽宁大鹰水泥集团早在2004年就实现了煤矸石在新型干法水泥熟料生产线总的应用。王国平,孙传敏

[4]等人利用煤矸石制备出了阿利特-硫铝酸盐水泥，经检测，该水泥达到了 525 早强型高性能水泥指标。

此外，阜新蒙古族自治县广厦建材厂还利用自燃煤矸石，粉煤灰，炉渣生产空心砌块，年产 100 亿 m³。

③煤矸石生产肥料。阜新市鑫鹏生物工程有限公司利用煤矸石生产生物有机肥，其产品有：有机矿化微生物肥、叶面肥和活性肥三大品种，产品不仅销往全国各地，还销往日本、韩国等国家。

(3)无害化处理指对已经产生或暂时尚不能综合利用的煤矸石，经过物理、化学或生物方法，进行对环境无害或低危害的安全案处理。

目前，阜新矿区主要的无害化的主要形式是对矸石山进行复垦绿化。2004 年至 2006 年间，阜新矿区对面积 12km²的海州矿矸石山进行了复垦治理，使矸石山变成了广阔平坦的林地草场。垦区可试种玉米和别的农作物，目前，树木种植已达 10 万株。截至 2005 年底，阜新矿区矿山土地复垦率达 15%。

阜新煤矸石修筑路的前景也很广阔，周梅，汪振双[5]等对阜新煤矸石修筑路基进行了调研，表明煤矸石是一种良好的低成本路基材料。

4.5.2 实行全过程管理

阜新矿区坚持“矿产资源开发与矿山生态环境保护并重，预防为主、防治结合、全面规划、合理开发、充分利用、化灾为利、变废为宝”以及“谁开发、谁保护；谁污染、谁治理；谁破坏、谁恢复；谁使用、谁补偿”的方针，坚决摒弃“先污染后治理”的模式，将矿山生态环境监督管理贯穿于矿业活动的全过程。实行地质灾害评估和环境影响评价制度，从源头控制污染，依法强化监督管理，实施可持续发展目标，促进矿业开发与生态环境保护协调发展。

4.5.3 固体废弃物实行分类管理

煤矸石的科学分类对于综合利用煤矸石具有重大的理论和实践指导意义。阜新矿区目前用热值大于 7.27MJ/kg 的高含碳量矸石发电；用热值小于 7.27MJ/Kg(一般为 1.67-2.1MJ/Kg)的低含碳量煤矸石制空心砖。在进行矸石山复垦时，根据矸石山的排放年限及风化程度划分矸石山类型。调查发现矸石山堆积 8-15 年内植物种类稀少，生长条件恶劣。而堆积 8-15 年之间的矸石山具有 2-10cm 厚的表土层，具有绿化条件。因而，对不同类型矸石山种植结构进行调整。通过实行煤矸石分类管理，使不同种类煤矸石充分发各自作用，提高了资源利用效率。

4.6 建立工业园区，提高资源利用水平

工业园区是实现循环经济的有效形式，有利于充分合理利用煤矸石资源，提高资源利用效率。阜新市计划建设清河门、新邱、平西、工业新区、阜蒙县、彰武县、高新园区、经济开发区等 8 个循环经济工业园区，实现包括煤矸石在内的资源的综合利用。其中，清河门循环经济工业园区已经初见成效，如图 1 所示。

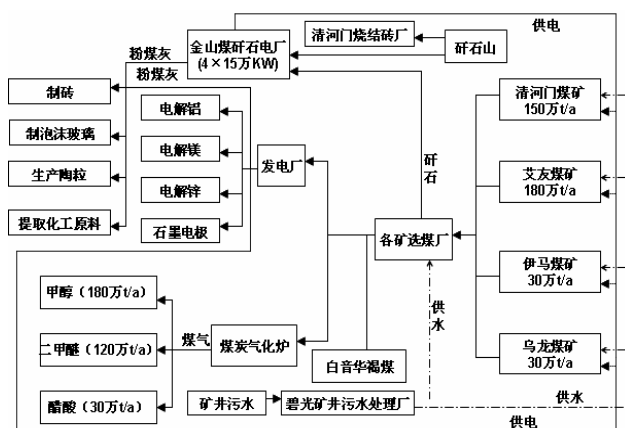


Figure 1. Qinghemen cycle economy industrial part
图 1. 清河门循环经济工业园

5 循环经济下煤矸石的环境管理效果

阜新矿区从二十世纪七十年代开始投入大量的人力、物力和财力进行煤矸石产品开发和治理。利用煤矸石生产空心烧结砖，目前年产量在 4—5 亿块。利用煤矸石生产烧结砖企业 83 家，年产烧结砖 5.3 亿块。煤矸石轻骨料加工厂 3 家，年产建筑轻骨料 20 万吨。煤矸石利用产业从业人员总数已达到近 1 万人。据统计，阜新全市每年利用煤矸石达 300 万吨，煤矸石综合利用率达到 80%，高于全国平均值 (2009 年全国煤矸石综合利用率为 62.5%)。可见，阜新矿区通过大力发展循环经济,煤矸石综合利用取得了显著的成效。

6 存在的不足:

阜新矿区由于长期粗放式煤炭开采，造成数百座矸石山。煤矸石生态环境破坏严重，恢复治理任务艰巨。目前利用的煤矸石数量甚小，且多为初级利用，利用率低下。有时在矸石利用过程中，会造成资源浪费和二次污染。另外，在长期的计划经济体制下，阜新矿区遗留了大量的历史欠账，成为制约发展循环经济的主要制约因素。

7 结论

- 1 阜新矿区由于长期粗放式煤炭开采方式，产生大量煤矸石，造成了一系列环境损坏问题；
- 2 阜新矿区实行循环经济下煤矸石的环境管理，采取多种措施，实现了煤矸石高效利用，促进了矿区循环经济发展。

References(参考文献)

- [1] Zhang Changsen.the Comprehensive Utilization new technology of the Coal Gangue Resources[M]. Beijing: Chemical Industry Press, 2008. P3-127(Ch).
张长森. 煤矸石资源化综合利用新技术[M]，化学工业出版社，北京，2008, P3-127.
- [2] State Administration of Coal Mine Safty.China Coal Industry YearBook (2007)[M]. Beijing: Coal Industry Press,2007, P341-345(Ch).
国家煤矿安全监察局. 中国煤炭工业年鉴(2007) [M]. 北京：煤炭工业出版社，2007，P341-345(Ch).
- [3] Ma xijun, Chang Zhihua. Ecological Risk Analysis for Fuxin Open Cast Mine Area[J], China Mining Magazine, 2006(8),P20-21.
马喜君, 常志华等.阜新露天煤矿区生态风险分析[J],中国矿业, 2006(8),P20-21(Ch).
- [4] Wang Guoping, Sun Chuanmin.Experiment Study on Alite sulphoaluminate Cement Using Coal Gangues from Fuxing District[J],Geological Review, 2005(5),P600-605(Ch).
王国平,孙传敏等, 用阜新煤矸石制备阿利特-硫铝酸盐水泥的试验研究[J], 地质评论, 2005(5),P600-605.
- [5] Zhou Mei, Wang Zhen-shuang, Cui Zheng-long. The Analysis on the Roadbed Materials Using Coal Gangue in Fuxin[J]. Construction Conserves Energy[J],2007(2),P34-36(Ch).
周梅, 汪振双, 阜新煤矸石用作路基材料的研究分析, 建筑节能[J], 2007 (2), P34-36.