

Feasibility Research on Utilizing Energy Storage Solid Waste for Mine Ecological Restoration

Hongliang Yuan

Changsha Ningxiang Ecological Environment Monitoring Station, Ningxiang, Hunan, 410600, China

Abstract

This paper aims to investigate the production types, quantity, nature and current disposal methods of the general industrial solid waste produced in Ningxiang Industrial Park. Found that the lack of unified disposal sites has restricted the high-quality development of the whole industrial chain. At the same time, the ecological environment situation, backfill situation and geological information of the abandoned mine in Ningxiang city were investigated. According to the existing similar projects, the in-depth analysis and investigation were conducted from the aspects of policy feasibility, economy and safety, and the potential feasibility of solid waste in pit backfilling and ecological restoration was evaluated, and the response suggestions were put forward.

Keywords

energy storage materials; industrial solid waste; ecological restoration

利用储能固废用于矿山生态修复的可行性研究

袁洪亮

长沙市宁乡生态环境监测站, 中国·湖南宁乡 410600

摘要

论文旨在通过调查宁乡市工业园区的储能材料产业链企业在生产过程中产生的一般工业固体废物的产生种类、数量和性质以及目前的处置方式。发现因缺乏统一的处置场所已经制约了整个产业链的高质量发展。同时, 调查了宁乡市已经废弃矿坑的生态环境状况, 回填情况以及地质信息等。对照已有的类似工程, 从政策可行性、经济性、安全性等方面进行深入分析和调研, 评估了固体废物在矿坑回填和生态修复方面的潜在可行性, 并提出相应的工作建议。

关键词

储能材料; 工业固废; 生态修复

1 引言

随着电动汽车、电子设备等领域的迅猛发展, 锂电池需求持续增长, 由此产生的工业固体废物不断增加。作为某市两个国家级工业园区的主导产业, 工业固废处置问题已经开始制约企业的发展, 且带来环境污染风险。与此同时, 历史矿山自然植被难以恢复, 需要投入资金开展生态修复和运营维护。是否能通过引进社会资本或集中管理的方式, 将矿山修复与固废处置有机衔接起来, 利用露天采坑区来建设工业固废填埋场, 既能推动矿山的生态修复还能为新材料企业解决工业固废安全处置问题, 实现资源化利用, 为某市储能材料探索一条绿色可持续发展的道路, 让绿水青山转变为金山银山。

2 某市储能企业一般工业固体生产现状及趋势

宁乡市储能材料产业链现有规模以上工业企业 32 家, 其中正极材料企业 3 家 (鹏博、邦盛、巴斯夫杉杉), 负极材料 2 家 (星城石墨、镨锂新材), 电解液 2 家 (法恩莱特、航盛新能源), 隔膜 1 家 (中材锂膜), 回收再生 3 家 (邦普、五创、金源)、正极前驱体 2 家 (中伟、雅城), 匣钵等其他各环节配套 19 家。全市储能材料以 5% 的规模企业数量, 贡献了全市工业企业税收的 32.30%、产值的 33.6%、工业增加值的 35.7%, 为宁乡的工业发展和财政税收作出了巨大贡献。

前期调查了储能材料中 17 家固废产生量较大的企业, 2022 年一般工业固体废物产生量达到 170755t (详情见表 1)。

根据调查情况可知, 工业固废产生量较大且需要付费处理的企业主要集中在产业链前端的电池材料加工企业和电池回收综合利用单位, 年处理费用大约在 4665 万元。从固废产生的来源分布可以看出, 中伟新材料的固废产生的来

【作者简介】袁洪亮 (1987-), 男, 中国湖南宁乡人, 硕士, 工程师, 从事生态环境执法、大气污染防治研究。

源主要是因为原材料除质过程产生的钙铁渣等，雅城新材料主要是工业副产物石膏，邦普循环主要是电池回收物料提纯阶段产生的炭黑渣、钙渣等危害性低、又没有利用价值的工业废渣。其他处在产业链加工或装配阶段的企业，产生的固废量较少且相对简单，资源化利用程度也高。

目前固体废物安全处置的基本原则是“资源化、减量

化和无害化”。上述的中伟、邦普、雅城等企业近年来在处置一般工业固体废物方面也在不断地探索和研究。邦普循环为解决钙渣、炭黑渣等工业固废问题，引进了湖南中邦再生资源科技有限公司用来生产陶粒。雅城新材料石膏处置问题，为了解决这个问题企业，投资建设一条石膏建材生产线来提高资源化的程度。

表 1 宁乡市储能材料企业 2022 年一般工业固体废物产生及处置情况表

序号	企业名称	产生量 (t/a)	主要种类	处置去向
1	湖南邦普循环科技有限公司	61524	钙渣、石墨、铁铝渣、生化污泥、芬顿污泥	转给中邦资源利用
2	湖南雅城新能源股份有限公司	44182	工业副产品硫酸钙	部分转到水泥厂掺杂，部分暂存在场内
3	湖南吉新锂能源科技有限公司	36211	浸出渣	
4	湖南金源新材料循环利用有限公司	15000	铜渣、铁铝矾渣	
5	湖南中伟新能源科技有限公司	9362	固化渣（浸出渣、铁铝渣）	转到益阳烧砖
6	中材锂膜（宁乡）有限公司	2028	废薄膜	资源化利用
7	巴斯夫杉杉电池材料（宁乡）有限公司	884	废烧钵、废吨袋、纸箱	资源化利用
9	湖南中科星城石墨有限公司	499	废包装袋	资源化利用
10	湖南五创循环科技有限公司	295	塑料外壳、金属铁屑、铜粒、铝粒	资源化利用
11	长沙市安力威动力科技有限公司	264	废铁、废（镁）铝、废杂铜、包装材料	资源化利用
12	湖南鹏博新材料有限公司	249	过筛除铁废料、废匣钵、废包装材料、收尘灰、废分子筛	暂未处置
13	长沙弗迪电池有限公司	133	铜箔、铝箔、废隔膜、生化污泥	部分资源化利用，生化污泥填埋
14	长沙邦盛新能源有限公司	61	磷酸铁 + 碳酸锂混合物	暂未处置
15	湖南航盛新能源材料有限公司	50	废旧木托板	加工厂回收利用
17	湖南法恩莱特新能源科技有限公司	13	废薄膜、废纸皮	资源化利用
	合计	170755		

3 某市矿山建设及生态修复现状

某市共计审核发放矿产采矿权 114 个，其中露天开采矿 69 个，地下开采 45 个，其中砖厂 10 家，采石（含石灰石、石料）69 个，其余为一些锰矿、矽砂矿、黏土、陶土等矿区。这些矿区在生产或闭矿以后可能会造成当地的生态造成破坏，有可能引发水土流失以及地质灾害隐患。根据矿区的责任主体存在情况，对于责任主体已经灭失的每年财政都需要拿出大量的财政资金矿区开展生态修复，有责任主体则由责任主体来承担修复责任，但大部分都是因为资金压力的问题导致工作任务很难推动实施。

而根据 GB 18599—2020《一般工业固体废物贮存和填埋污染控制标准》，一般工业固废填埋场选址要求地质状况稳定、避免污染地下水等，因此梳理了某市目前存在的露天矿石采坑区，共有 10 个露天的采石区，5 个矿区是通过自然修复的方式恢复植被，5 个矿区是通过工程治理的方式进行生态修复，已经完成了生态修复治理的任务，而现状基本是形成稳定的水坑。

表 2 为宁乡市露天矿石采坑区调查统计表。

4 其他地方省市对一般工业固废回填的积极探索

近年来，随着中国“无废城市”建设试点工作的开展^[1]，多个省市陆续开展了利用一般工业固废对废弃矿坑、沙坑进行生态修复的试点工作，并在管理政策、制度上开展了大量的探索，“无废城市”建设试点亮点模式获得生态环境部的高度认可。

4.1 安徽省铜陵市

探索制定《废弃露采坑一般工业固废处置与生态修复技术规范》。独山废弃矿坑生态修复暨一般工业固体废物处置场项目建成投运，该项目在矿区生态修复过程中，利用一般工业固体废物 1 类固废填充原五星石料厂遗留 1#、2# 废弃采坑，最终实现区域生态系统重建，改善矿区的生态环境，恢复矿山所在区域土地功能的目的。该项目在固废填埋区建立了渗滤液导排收集系统、截排水系统、地下水监测系统；实施矿坑固废回填及堆坡塑形、回填处置区域封场覆土绿化、山体种植槽等生态环境修复工程。该项目的成功实施为国内“以废治废”、固体废物生态化利用探索出一条新路^[2]。

表2 宁乡市露天矿石采坑区调查统计表

序号	矿山名称	开采矿种	位置	距离城区(km)	库容(m ³)	现状情况	是否完成生态修复	修复方式
1	宁乡县金柱采石场	石灰岩	黄材镇石龙洞村	89	19400	水坑	是	工程修复
2	宁乡县水泥五厂	水泥用石灰岩	南田坪乡红桃村	20	80000	水坑	是	工程修复
3	宁乡县喻家坳仁泉采石场	建筑用白云岩	喻家坳乡仁泉村	43	1020	水坑	是	自然修复
4	宁乡县黄材镇新合采石场	制灰用石灰岩	黄材镇栗山村	56	26800	水坑	是	工程修复
5	宁乡县双凫铺镇桂枫村胜文采石场	石灰岩	双凫铺镇双桂村	46	85600	水坑	是	工程修复
6	宁乡县夏铎铺镇双丰采石场	砂岩	夏铎铺镇长丰村	17	57800	浅水坑	未	自然修复
7	宁乡大云采石场	石灰岩	大屯营乡河西村	47	9130	水坑	是	工程修复
8	宁乡县横市采石厂	石灰岩	横市镇界头村	58	48600	水坑	是	自然修复
9	湖南省长沙富华水泥厂	石灰岩	黄材镇石山村	57	41300	水坑	是	自然修复
10	宁乡县黄材镇寨子采石场	石灰岩	黄材镇栗山村	56	29300	水坑	是	自然修复

4.2 内蒙古包头市

2019年,包头市以中央环保督察反馈问题整改为契机,借助国家级团队的技术支持,在探索性地将粉煤灰、冶金渣等大宗工业固废综合用于9个废弃砂坑生态修复基础上,全面对历史遗留废弃砂坑、矿坑进行生态创伤修复,在保障环境安全底线前提下,有序推动全市165个废弃砂坑、矿坑生态修复提供技术保障,逐步达到“工业固废大幅消纳、环境风险总体可控、生态创伤修复治理、废弃土地重新利用”的综合治理目的^[3]。

5 宁乡市一般工业固体废物用于废弃矿坑回填生态修复的可行性分析

5.1 政策支持性分析

国家鼓励企业探索新的固废处置方式,以减少对环境的污染。2020年国家就已经出台了GB 18599—2020《一般工业固体废物贮存和填埋污染控制标准》,而利用矿坑回填作为一种可行的处置方式,是得到了政策支持的。在2021年国家发改委出台的《关于“十四五”大宗固体废弃物综合利用的指导意见》也明确提出了“创新大宗固废综合利用模式。在煤炭行业推广“煤矸石井下充填+地面回填”,促进矸石减量;在矿山行业建立“梯级回收+生态修复+封存保护”体系,推动绿色矿山建设”的要求。在2023年长沙市人民政府出台的《长沙市十四五时期“无废城市”创建实施方案》中明确提出了“鼓励一般工业固体废物在筑路、生态修复、土壤治理等领域的规模化利用以及在绿色建材、新型材料墙板、装配式建筑等产业的综合利用。”

5.2 技术可行性分析

在内蒙古专门出台了《一般工业固体废物用于矿山采坑回填和生态恢复技术规范》,进一步明确各规范内一般工业固体废物用于矿山采坑回填和生态恢复的工作流程、基本要求、本底与固体废物调查、回填可行性分析、回填要求、生态恢复要求、污染控制要求、环境监测及相关管理要求。而某市储能产业链企业产生的一般工业固废主要为钙渣、石膏、污泥等,都属于可以填埋处置的二类工业固体废物,其毒性和腐蚀性都在可接受的范围。因此按照相应的技术规范和管理要求,完全可以实现填埋处置。

5.3 经济性分析

根据调查目前某市重点储能生产企业在固废处置方面投入的资金在4600万元左右,随着生态环境保护要求的提高,工业企业处置一般工业固体废物的成本可能还会逐渐增加,如表3所示。尤其是现在水泥、建材的企业生产过程中进行掺杂,不能掺杂的处理成本更高。而用于矿坑回填不但可以降低生产单位的处理成本,同时可以给矿山生态修复责任单位带来经济效益,实现双赢,更好地激发矿山退出企业生态修复的积极性。经过前期调查,建设一般固废填埋场的投入情况可知,在市场运营条件下还是有一定的市场竞争力。

5.4 环境影响分析

一是工业固体废物在填埋过程中可以得到稳定化处理,减少了对环境的污染。二是节约资源,利用工业固体废物进行矿坑回填,废物不再是污染物,而是成为一种可利用的资源,同时回填还减少对土地资源的占用。三是促进生态修复,利用工业固体废物进行矿坑回填后,可以有效充满目疮痍的矿坑,通过表层植绿复绿有效改善地表生态状况。

表3 已有固废用于采坑区生态修复投资建设情况调查表

序号	项目名称	投资额(万元)	平面库容	备注
1	铜陵港航投资建设集团有限公司木排冲废弃矿坑生态修复暨一般工业固体废物处置场项目	10000	A区Ⅱ类固废库容为6万m ³ B区Ⅰ类固废库容为28万m ³	按照有效库容,Ⅰ类处置场有效库容为158万m ³ ,Ⅱ类处置场有效库容为34万m ³ ,发行专项债
2	肃川区北夹山利用一般固体废物修复治理废弃矿坑项目	320.41	24万m ³	单一的粉煤灰灰场填埋场
3	潍坊大山洼废弃矿坑生态修复暨一般工业固体废物贮存、处置场项目	800	30亩,40万t	硫酸钙废渣
4	抚州市荣福废弃矿山生态修复与综合利用暨一般工业固体废物处置场项目	3659.95	313.9万m ³	红石膏
5	玉门经济开发区玉门工业园一般工业固废填埋场建设项目	5374.21	200万m ³	发行专项债

注:数据来源于相关政府采购网。

6 建议

6.1 开展前期科学规划设计

应当根据矿坑的地质条件、生态修复要求以及废物的性质进行综合评估和做好方案设计。严格判别固废的理化性质,杜绝危险废物的掺杂,避免不相容物质之间的化学反应。采坑地质结构条件应满足回填后的承载力要求,避免地基下沉的影响,特别是不均匀或局部下沉的影响。要通过开展地质灾害状况调查,确保选址的可行性。

6.2 加强后期监督和管理

做好地下水水位控制、隔水层以及渗滤液收集、冲洗水收集、雨水截排、顶部阻隔等环境保护措施,防止污染扩散,定期开展跟踪监测。定期巡查维护堤、坝、挡土墙、导流渠等设施,防范垮塌沉降等安全风险。

7 结语

通过本次调研发现,通过利用废弃的矿坑来建设一般工业固废填埋场,作为园区储能新材料产业的基础配套工程具有一定的可行性。如何来实现项目落地,有几点建议:

一是选址布局方面必须通过前期的场地地质灾害调查、环境影响评价来确定适合场地。

二是资金投入方面,可以园区或平台公司作为开发主体,参照铜陵等地区以建设园区基础配套设施项目的方式发行地方专项债进行融资。也可以通过引进社会资金,尤其是鼓励现有的矿区属地单位或责任主体在承担生态修复的基础上,来协同处置企业一般工业固废。

三是生态安全风险等。地下水污染是一般工业固废填埋场存在的最主要生态环境风险,而且地下水一旦污染都难治理和恢复。

四是社会舆论风险。因为项目比较敏感,可能会引起地方群众的不理解,项目实施前期应当开展社会稳评工作,充分做好群众的科普工作,掌握社会舆论动态,及时化解群众问题。

参考文献

- [1] 国务院办公厅.国务院办公厅关于印发“无废城市”建设试点工作方案的通知[J].再生资源与循环经济,2019(2):1-4.
- [2] 周四九,郭忠.无废城市建设路径分析——以安徽省铜陵市为例[J].辽宁行政学院学报[J].2019(5):92-96.
- [3] 生态环境部.包头市“无废城市”建设试点亮点模式[EB/OL].
https://www.mee.gov.cn/home/ztbd/2020/wfcsjssdgz/sdjz/ldms/202102/t20210208_820885.shtml.