

# 贵州省磷矿固体废弃物治理现状与建议

王圳, 张均, 陈芳, 李辉, 周亚洲

(中国地质大学(武汉)资源学院, 湖北 武汉 430074)

**摘要:** 文章介绍了贵州省磷矿固体废弃物的产出现状和生态危害, 探讨了贵州省在生态文明建设中解决磷矿固体废弃物问题的必要性和有效手段。通过对贵州省磷矿固体废弃物资源化利用现状的分析, 指出其中存在的三大问题: 磷矿固体废弃物利用率极低; 磷矿固体废弃物再生产品难以走向市场; 惩罚制度和奖励政策有待完善。根据存在的各项问题, 从磷矿固体废弃物利用途径推广、矿山企业的产业转型、对市场的合理引导、磷矿固体废弃物排放监管、资源化利用奖励机制等方面提出相关建议。为贵州省建设生态文明示范省, 彻底解决磷矿固体废弃物问题提供参考意见。

**关键词:** 磷矿; 固体废弃物; 资源化利用;

doi:10.3969/j.issn.1000-6532.2019.01.003

中图分类号: TD985 文献标志码: A 文章编号: 1000-6532 (2019) 01-0011-05

贵州省是我国磷矿最多的省份, 巨大的磷矿储量促使磷及磷化工企业快速发展。而日益扩大的磷矿开采规模产生了大量的固体废弃物, 使得生态破坏、环境污染、土地荒废。彻底解决磷矿固体废弃物的生态危害, 是建设生态文明的必经之路。生态矿业和绿色矿山是生态省建设的主要内容, 也是矿业发展的必然趋势。贵州省政府需要聚焦磷矿固体废弃物中的重难点问题, 改革创新体制机制, 完善生态文明制度体系。通过彻底解决磷矿固体废弃物问题, 迈出生态文明示范省建设的扎实一步。

## 1 贵州省磷矿固体废弃物产出现状

### 1.1 主要产出区域

贵州省磷矿资源被大概划分成四个矿集区: 开阳-息烽矿集区、瓮安-福泉矿集区、织金-清镇矿集区、铜仁-松桃矿集区。磷矿固体废弃物主要产生于三个过程, 即采矿、选矿、磷化工。采矿过程产生废石, 即围岩和夹石。选矿过程产生尾矿, 是矿石中选取有用成分后剩余的固体废料。磷化工则根据工艺不同分为两种废弃物: 一

是湿法磷酸, 产生的固体废弃物主要是磷石膏, 其次还含有磷酸盐、游离磷酸、氟化合物、镁、铁、硅、铝和有机物等杂质; 二是热法磷酸, 产生的固体废弃物主要是磷渣、磷泥、磷铁。不同的集矿区由于矿山类型、矿石品位等方面的不同, 采用了不同的开采方式和化工流程, 使得各个集矿区面对的固体废弃物问题也不尽相同。贵州省磷矿固体废弃物主要集中在这四个矿集区所在的区域内, 下文重点探讨开阳-息烽矿集区和瓮安-福泉矿集区。

### 1.2 堆积现状与趋势

开阳-息烽矿集区内矿石平均品位较高, 矿区内的矿业公司仅开采品位为34%的矿石用于销售。由于暂不需要选矿工艺, 其矿山固体废弃物主要为磷化工产生的磷石膏。各企业的磷石膏堆场多建于两山鞍部。据相关企业透露, 该区域磷石膏堆场存有磷石膏2000万 $m^3$ , 每年有约250万 $m^3$ 增长。瓮安-福泉矿集区以露天开采为主, 矿石平均品位为22%, 需要采用选矿工艺富集。所以该地区磷矿生产过程中产生的固体废弃物除了大量的磷石膏之外, 还有大量剥离产生的废石

收稿日期: 2017-09-06

作者简介: 王圳(1995-), 男, 学生。

和选矿产生的尾矿。据瓮安-福泉相关企业透露,该地区各大矿山共计建有废石堆场7座,累计堆放53928.66万t。尾矿库累计排放尾矿1870.59万t,选矿厂每年产生尾矿约290万t。磷石膏堆场存有磷石膏约3000万 $m^3$ ,年增长量为200万 $m^3$ 。

保守估计,贵州省四个矿集区仅磷石膏储存量就达9000万 $m^3$ ,且以年800万 $m^3$ 的速度累积。贵州省磷矿业部分先进企业已掌握新型充填采矿技术,磷矿石年产量大大增加,随之而来的固体废弃物产量激增。部分企业通过采矿技术升级,使得固体废弃物产量从年产80万t增长至年产200万t。

### 1.3 生态危害与安全隐患

工业磷石膏不同于天然磷石膏,其为硫化工产物,主要成分为 $CaSO_4 \cdot 2H_2O$ ,此外还含有氟等多种其他杂质。刚产出的磷石膏含水量达25%,在渣场长时间堆积后含水量会降为14%。工业磷石膏呈酸性,也会对生态会造成极大破坏。贵州省多为喀斯特地貌,极易造成磷石膏的渗漏,特殊的地貌使得贵州省的磷石膏危害范围更广,更加难以控制。无论是磷石膏还是尾矿,遇雨水极易造成大量垮塌,危险性极大。大型企业还能勉强维护,小型企业只能随意堆置,安全问题后患无穷。贵州省要建设发展生态文明,就必须解决磷矿固体废弃物污染和堆积的问题。

## 2 贵州省磷矿固体废弃物的利用现状

### 2.1 用于充填作业

充填采矿法属人工支护采矿法。在矿石开采过程中向采空区充填材料,以此保证整个矿山的稳定,是深部开采时控制地压的有效措施。其优点在于矿石回采率高,作业安全,合理利用工业废料,以及不破坏地形等。开阳-息烽矿集区的部分矿山即采用了充填采矿的方法,其充填物为一种磷石膏混合砂浆。将磷化工产生的磷石膏运至中转站,通过自制新型砂浆和磷石膏1:4的比例混合,使磷石膏的酸性中和,最终混合砂浆的pH值

提升至8以上。这样的混合砂浆存放于大型储存罐中,通过砂浆泵运至井下完成充填作业。该集矿区每年有48%的磷石膏用于充填作业。瓮安-福泉矿集区大部分为露天采场,近年逐步转入坑采。由于瓮安-福泉矿集区的矿山经过选矿产生了大量的尾矿,故逐步利用尾矿对地下开采矿井进行充填。目前该集矿区建有自己的充填站,年充填能力达到90万 $m^3$ ,年利用尾矿量近60万t。瓮安-福泉矿集区在产的部分地下开采矿山均实现了胶结充填采矿法,且正在开展尾矿充填治理露天采空区的研究工作,拟将尾矿充填入露天采空区进行回填治理,同时复垦再造土地,植树还林。

将矿山固体废弃物作为充填物进行充填采矿,既使得地下采空区得到了有效治理,大大减少了矿山安全隐患,减少了矿山开采对生态环境的破坏,也使得矿山开采回采率得到较大提高。

### 2.2 用于矿石再选与回收

瓮安-福泉矿集区的矿石品位不及开阳-息烽矿集区的矿石品位高,需经过选矿,但仍有部分低品位的磷矿未利用。选矿厂年产生尾矿约290万t,新式尾矿再选装置每年可多回收磷精矿10余万t。回收率提高了三个百分点,减少尾矿量约8万t。

除了磷矿以外,瓮安-福泉矿集区矿山企业还对磷矿石中伴生的碘、氟资源进行回收利用。已建成从磷矿中提取碘的生产装置,生产规模为年产400t,同时建成以湿法磷酸副产物氟硅酸为原料生产无水氟化氢装置,并开发高档氟化工产品。目前瓮福的无水氟化氢装置规模为10万t/a,氟资源综合利用率达到20%左右。开阳-息烽矿集区部分矿山企业在此方面也有自己的加工技术,通过自主研发的湿法磷酸两步中和法生产工业级磷酸二氢铵,并综合利用磷矿伴生的氟、硅资源。

### 2.3 用于生产建筑材料

磷石膏作为新型建筑材料的原料可用于生产建筑用胶凝材料。磷石膏经适当净化处理后,脱水成半水硫酸钙,可制墙板、石膏粉、石膏板、

加压石膏纤维板、建筑标准砖、陶瓷装饰材料、石膏灰泥和水泥添加剂等。也可制作石膏基导电材料、石膏基磁性材料、新型隔热材料、高水速凝固材料等。

开阳-息烽矿集区的某大型集团已建有自己的磷石膏建材公司，以磷石膏为原材料生产建筑建材。目前可生产的产品包括装饰家居建材、建筑材料、矿山井下填充材料、改性磷石膏公路路基材料等。公司每年可消耗约30万t磷石膏废渣用于制造建材，部分建材产品外销于市场，部分产品用于内部基建使用。瓮安-福泉矿集区的某大型集团则通过与其他建材公司合作，将磷石膏制成吊顶及隔墙系统，用于家居装修。矿山企业提供磷石膏作为原材料，而建材公司负责加工成建材，并统一对外销售。每年可消耗约30万t磷石膏用于建材工业制造，创造收益1700万元。

磷石膏建材是对于磷石膏的一种经济性极高的处理方式，不同于堆积或用于回填，而是直接将化工流程上的废弃物再一次转化成了产品。磷石膏建材产品防火耐湿、无毒害物质，若大量用于基础建设，既可以缓解磷矿企业治理磷石膏的难题，又可以产生经济效益。这种做法无论是对于企业还是政府都是双赢的局面。

### 3 贵州省磷矿固体废物利用中存在的问题

(1) 磷矿固体废物利用率极低。对于磷化工的主要固体废物-磷石膏，虽然有多种处理途径，但是处理量却并不理想，其中生产建材10%，再选回收2%，充填企业9%，自然堆积79%。即使部分规模大、技术新的磷矿企业，磷石膏平均利用率不足50%左右。每年仍有大量磷石膏送入堆场，等待填埋。堆砌的磷石膏要花费高昂的维护成本，每立方磷石膏一个月的维护成本为3元，大型矿山企业每年需要支付近10亿的费用来维护磷石膏渣场产出大大多余消耗，有生产能力却没有治理能力。大企业尚且如此，其他的

小型矿山企业，没有多样的处理途径，磷石膏问题会显得更为突出。如若再有监管不力，大量的磷石膏未经处理就随意堆积会对生态造成巨大破坏。

(2) 磷矿固体废物再生产品难以走向市场。磷石膏虽然可以制成建材，但是市场的接受程度并不高。据开磷磷石膏综合利用有限公司人员表示，磷石膏建材虽然经过各项检测均达标，但市场对于磷石膏建材依然有很大的偏见，使得磷石膏建材在传统建材行业没有一席之地。市场公认度不高，使得这些环保建材企业没有创造可观的经济收益。据某磷石膏建材公司透露，公司销售毛利为50%，但由于销售数量有限，大部分产品仅用于为自身企业建筑服务。银行贷款利息加上难以销售的建材折旧每年有将近4000万元的成本费用，公司基本无收益。部分企业只能通过合作，让产品去掉磷石膏的“帽子”，才能求得生存。磷石膏建材整体来说缺乏政府对于市场的指导和支持，打开市场是一个亟需解决的重大难题。

(3) 惩罚制度和奖励政策有待完善。贵州省缺乏一套对于磷矿固体废物完备的奖惩政策。对于磷矿产业链上各个环节产出的固体废物还没有量化的标准，使得企业规模扩张的速度远远超过了政府规划的速度。部分企业的污染、占地等问题依然严重，使得固体废物问题难以根治。也没有很好的激励政策来鼓励企业研发新技术，拓宽经营渠道。

### 4 贵州省磷矿固体废物治理的建议

(1) 严格处罚制度。对于乱排乱放的企业应当有严格的处罚制度，对于造成极大生态破坏的企业应当坚决取缔。对于磷及磷化工产业链上每个环节可能产生的固体废物都进行严格把关，以固体废物治理能力定企业的产能。对于固体废物处理能力与产能不匹配的企业应当责令其关停整改。

(2) 鼓励企业研发新技术。要解决固体废物

物堆积问题，就要从根本上解决固体废弃物难以利用的问题。政府部门应当鼓励磷及磷化工企业积极研发新技术，从开采、选矿、磷化工各个阶段减少固体废弃物的排放量，加大对固体废弃物的回收利用。对于研发出固体废弃物处理新方法、好方法的企业，可是适当给予政策上的奖励制度，如更低廉的赋税或者用于科研的低息贷款。让企业把更多的经费投入到固体废弃物的利用，而不是堆积与维护上。

(3) 对固体废弃物堆放施行阶梯式收费。实施阶梯价格，是要让堆积量大的企业付出更高的成本，而堆积量小的企业可以适当地降低成本。这样的收费方式可以大大迫使高排放量企业重视固体废弃物堆积问题，从侧面控制企业的固体废弃物排放量，对降低全省固体废弃物总体排放量会有可观的效果。

(4) 推广新型磷石膏建材。对于企业研发的优质磷石膏建材产品，在检测达标的情况下，政府部门应当主动助其推广，企业也应当积极打通销售渠道，必要时还可以通过免费向政府提供磷石膏建材投入基础建设的方式来积极争取市场的接纳。如将磷石膏制水泥用于路基建设，贵州省雨季易发生山体滑坡，山区路面的修复以及山体的加固均可使用优质的磷石膏水泥、砖等制品。政府在建设基础设施时，也应当优先考虑这些绿色环保建材，扶持绿色矿山企业的发展。。

(5) 改善企业经营结构。在建设生态文明示范省的新旗帜下，贵州省的各大矿业集团均面临着改革与转型。传统的运营模式势必被淘汰，我们的矿山企业需要更多的先进技术、先进理念和先进文化。为此，磷矿企业应当积极转型，从原来粗放地发展变为更加合理、经济的发展。对于每年开采多少矿石，多少提炼成产品，产生多少固体废弃物，多少固体废弃物可以回收，多少需要处理，企业都应该作出精密的计划。政府部门更应当实时掌握各大矿山企业的运营计划，让每一笔账既符合经济发展，又符合生态文明。矿山

企业要从以前的单一生产，转变为多产品输出的经营模式。把矿石生产主线上的固体废弃物转化为其他生产流水线上的原材料，使我们的矿山企业发展为以矿石经营为主体，多种产品同时经营的综合型企业。这样的矿山企业才能真正变废为宝，将每个环节上的废弃物都利用起来，提高自然资源的利用率，更能使矿山企业拥有更大的风险承担能力。

(6) 加强磷矿企业与其他行业的合作。矿山企业转型需要大量的外力帮助，矿山企业应当积极谋求与建材行业、制造行业、科研机构等等方面的合作。只有主动与这些行业进行合作，才能使自身的业务趋于专业化、广泛化。磷矿石的应用不再是单一作为磷肥用于农业生产，更先进的提炼技术可以让磷产品用于医药、食品、电子等等高精密行业。这一切的转变需要技术和科技，我们的磷矿企业就应该积极与这些行业合作，让我们的磷化工产品高端化、多元化。磷矿企业更可以通过与其他环保企业的合作，通过为环保企业提供如用地、厂房等方面的优惠政策，换来环保企业为自己解决更多的固体废弃物问题，减轻企业自己治理的沉重包袱。用更多的优惠政策，让更多的回收利用型企业入驻贵州省，以此缓解贵州省磷矿大量的固体废弃物产出。

(7) 促进矿山旅游业发展。大量的尾矿和磷石膏废弃物堆积如山，等待着最后覆土填埋。其实也可以转换思路，利用现有的磷石膏建材以及大量的混合充填物建设花园式矿山。花园式矿山是矿山建设的理想模式，例如加拿大的布查特花园、英国的伊甸园等等都是由废矿山建设而成的世界著名矿山。花园建设本就需要大量的建材，而且磷石膏和尾矿充填物又可以将花园内的地形堆积成各种需要的形状。矿山企业完全可以利用已有的大量固体废弃物进行花园式矿山的建设。这样的建设可以为磷矿固体废弃物提供大量的去向，大大减少对于自然填埋造成的资源浪费。贵州省的气候与生态环境本就得天独厚，在建设生

态文明示范省的过程中，发展旅游业也是一个重要的方向。矿山企业应该未雨绸缪，在矿山资源枯竭之前加紧建设，有朝一日资源耗竭，还能靠旅游业支撑起周边城市的经济发展。

### 参考文献：

- [1] 刘虹利,张均,王永卿,等.磷矿固体废弃物资源化利用问题及建议[J].矿产综合利用,2017(1):6-11.  
[2] 王永卿,张均,王来峰.我国矿山固体废弃物资源化利用的重要问题及对策[J].中国矿业,2016(9):69-73+91.  
[3] 杨从明,任晓冬.生态文明视野下矿产资源开发模式探

讨[J].资源与产业,2013(6):103-108.

[4] 陈从喜.构建基于生态文明建设下的矿产资源管理新机制[J].矿产保护与利用,2012(6):1-5.

[5] 谷树忠,胡咏君,周洪.生态文明建设的科学内涵与基本路径[J].资源科学,2013(1):2-13.

[6] 汪民.以矿产资源可持续利用促进生态文明建设[J].中国科学院院刊,2013(2):226-231.

[7] 孙轶刚,邓君萍.矿山固体废弃物处理与再利用[J].价值工程,2010(12):233.

[8] 李福来,胡克,冯军,等.我国矿山固体废弃物现状与对策分析[J].国土资源科技管理,2005(3):66-70.

## Present Situation and Suggestion of Management of Phosphate Rock Solid Waste

Wang Zhen, Zhang Jun, Chen Fang, Li Hui, Zhou Yazhou

(Resources College, China University of Geosciences(Wuhan), Wuhan, Hubei, China)

**Abstract:** The article introduced the production status of phosphate rock solid waste in Guizhou and ecological damage, and the necessity and effective means to solve the problem of phosphate rock solid waste were discussed in the construction of ecological civilization in Guizhou. Through analyzing the current situation of phosphate rock solid waste resource utilization in Guizhou, three major problems are pointed: phosphate rock solid waste utilization rate is extremely low, phosphate rock solid waste recycled product to the market and punishment and reward policy remain to be perfect. According to the present problems, related suggestions are put forward from phosphate rock solid waste utilization way promotion, industrial transformation of mining enterprises, a reasonable guide of the market, phosphate rock solid waste emission regulation, resource-oriented utilization reward mechanism and so on, which provides reference for the construction of ecological civilization in Guizhou province, and to thoroughly solve the problem of phosphate rock solid waste.

**Keywords:** Phosphate ore; Solid waste; Resource utilization