

矿山固废资源化利用的生态效率与碳减排措施研究

韩 幸（山西汾西矿业集团南关煤业有限责任公司，山西 晋中 031300）

摘 要：本文重点分析矿山固废资源化利用的生态效率以及碳减排措施，对墙体材料生产的生态效率、碳排放强度等进行详细分析。在最高生态效率的基础上，对墙体材料生产规模进行分析，以此来实现对煤矿固废资源化利用。

关键词：矿山固废；资源化利用；生态效率；碳减排措施

本文针对矿山固废资源化利用生态效率以及碳减排措施在展开深入分析，将以煤炭资源型的某城市作为分析对象。基于此，对煤矸石、粉煤灰工业固体废物等进行客观分析，将其合理的应用在新型墙体材料生产的生态效率、以及对墙体材料整个行业的碳排放带来的一系列影响进行详细分析，对材料在整个生产过程中产生出来的生态效率、碳排放等对比分析，对其生态效率以及环境影响进行客观评价。将最优的生态效率、碳排放总量控制作为主要目标，通过对线性规划方法在实践中合理利用，对4种不同类型墙体材料的生产规模进行确定。有利于为该市墙体材料行业的稳定发展打下良好基础，还能推动城市朝着矿产资源型城市的趋势转变和发展，以此实现矿山工业固废资源化的合理利用。

1 项目概况

1.1 数据来源

经过相关资料翻阅和查询研究分析某城市是一座煤矿城市，总面积为2741km²。近年来原煤产量有所增加，煤矸石产生量逐年呈现不断上升趋势。但煤矸石堆积量增大，势必会对环境造成严重污染，比如随意占用土地资源或与地质灾害情况等。结合实际深入分析发现，该城市建设和发展中，涉及各种不同类型新型建筑材料的能耗、物耗及占地等各种不同类型的数据见表1、表2。数据主要是来自该市2个制砖厂，分别将粉煤灰砌块、煤矸石砖等作为该厂主要产品，整个生产规模较大。

1.2 研究方法

1.2.1 生态效率

生态效率通常是指投入与产出之间的比值，产出主要是指将企业、行业或者是经济体自身提供一系列产品或服务作为基础。投入是指企业、行业或经济体现有能源、资源在选择和利用时带来一系列环境压力影响。故在墙体材料对应的生态效率方面，以下公式表述：

$$EE = \frac{P}{E_{total}}$$

在该公式当中，EE主要是指墙体材料自身的生态效率，P则表示单位数量对应的墙体材料产品。一般以m³作为单位表示。E_{total}则是指单位数量墙体材料在整个生产过程中产生的总能耗。

1.2.2 碳排放

各种不同类型的建筑材料，与其相对应的碳排放通

常情况下体现在以下几方面，首先，在整个生产过程中的化学反应或者是直接燃料消耗等都会产生出来一系列碳排放。其次，直接电力消耗、间接燃料消耗等也可被看作是碳排放产生的间接过程。在实践中，结合实际将产品在整个生产过程中碳排放计算方法深入分析，有针对性的调整和优化。墙体材料在整个生产过程中碳排放，并不包括原料、燃料消耗产生的碳排放。同时整个生产过程受到土地占用的影响，会直接将已经损失的碳库作为碳排放。实际分析发现在实践中土壤的碳库主要是以地上的植物所贮存的碳、土壤当中贮存的碳等相互组合而成。各种不同类型的物料以及能源的排放系数见表3；各种不同类型植被类型土地的碳库容量见表4。

1.2.3 线性规划

线性规划是目前运筹学当中非常重要的组成部分之一，要在整个分析过程中，从中求取一组变量，促使其可以满足目前在线性方面提出的一系列约束条件。同时，更重要的是要保证其具有线性特征的目标函数能够从中取得对应的极值，与对应的最优化问题展开深入分析，将其看作是线性规划问题。在线性规划模型的构建以及集体应用中，首先要实现对现有目标的完善和优化，促使现有问题目标能够直接以线性函数的方式进行有效表达，在实践中对极值最大或最小的方式进行利用，以此达到良好效果。在后续的选择条件方面，将各种不同类型的方案对比分析，实现择优选择目的，达到良好的生态效率。根据相关数据统计结果，各种不同类型的墙体自身的产量以及所占据比例（表5）。

2 矿山固废资源化利用的生态效率以及碳排放研究成果

2.1 墙体材料生产的生态效率、碳排放强度

结合文中公式中各方面因素条件展开深入分析时，可得出4种不同类型墙体材料对应的生态效率见表6。根据表6研究结果，生态效率从高到低分别是煤矸石砖、粉煤灰砌块、粘土多孔砖、粘土砖。结合实际情况展开深入分析时，新型墙体材料的生态效率要更高一些，煤矸石、粉煤灰资源化整体利用率有明显上升趋势，对提升整个墙体材料行业的生态效率有重要影响和实质性意义。因此，具体操作应根据实际情况不同尽量减少和限制对粘土砖、粘土多孔砖的生产或利用。

新型墙体材料在选择和具体应用中，由于物质以及

能量投入较少,可体现出生态效率相对比较高。但是在整个生产过程中,碳排放需要引起足够的关注和重视。在具体的推广以及使用过程中,要对其展开科学合理的规划和设计,对墙体材料行业的碳排放总量进行有效管理和控制,还要保证墙体材料行业生态效率得到有效提升。

2.2 基于最高生态效率的墙体材料生产规模

结合线性规划研究结果,该城市目前墙体材料行业自身的生态效率最优以及碳排放并不会有所增加的形势下,为从根本上促使墙体材料行业实现最高生态效率根本目的,要结合该城市目前墙体材料生产现状。客观分析诸多问题提出有针对性的解决对策,尽可能避免使用粘土砖,适当增加煤矸石砖以及粉煤灰砌块的生产量,并尽量减少粘土多孔砖的生产量。经详细统计和分析发现这一结论与该市现有诸多墙体材料发展政策具有一致性。

综上所述,对某城市现有墙体材料生态效率及整个生产过程中碳排放情况进行详细分析,以线性规划模型的构建和应用,对现有不同墙体材料自身的产量等展开合理的规划和分析。在实践中,并不会增加墙体材料自身的碳排放因素条件下,以此实现最优的生态效率。即在实践中,将工业固废资源化利用产生各种不同类型新型墙体材料为基础,这些材料本身具有相对比较高的生态效率特征,固废整体利用率也会有明显的上升趋势。

参考文献:

- [1] 唐志华,呼涛,郭华芳,等.宁夏工业固废处置与资源化利用战略研究[J].中国煤炭,2021,47(06):40-52.
- [2] 彭团儿,王玉文,等.可用于制备发泡陶瓷的固废综合利用现状及研究进展[J].佛山陶瓷,2020,30(02):1-9.
- [3] 牛国彩,等.宁东能源化工基地工业固废资源化利用探讨[J].中阿科技论坛(中英阿文),2020(01):97-103.

表1 某城市墙体材料生产能耗

	类别	粘土砖		粘土多孔砖		粉煤灰砌块		煤矸石砖	
		能耗值	来源	能耗值	来源	能耗值	来源	能耗值	来源
煤耗	直接煤耗	1274.1	燃料煤	1083.0	燃料煤	890.4	燃料煤		
	间接煤耗					1232.9	水泥	1.0	柴油
电耗	直接用电	62.8	生产设备	53.4	生产设备	72.5	生产设备	38.1	生产设备
	间接用电					151.6	水泥		
能耗合计		1336.9		1136.3		2347.4		39.1	

表2 某市墙体材料碳排放及相关物耗、土地占用和能耗

类别	物料名称	粘土砖	粘土多孔砖	粉煤灰砌块	煤矸石砖
生产过程燃料消耗	煤	1274.1	1083.0	890.4	
生产过程电耗	柴油				0.7
原料消耗	电	510.4	433.8	1232.9	310.0
	水泥			8219.2	
	煤矸石				23600.0
占地		0.00067	0.00067	-0.00313	-0.00072

表3 各种物料和能源的碳排放系数

物料或能源类型	碳排放系数	单位
水泥	0.925	kgCO ₂ /kg
煤电	1.124	kgCO ₂ /kWh
煤	3.16	kgCO ₂ /kg
柴油	3.31	kgCO ₂ /kg
煤矸石	0.22	kgCO ₂ /kg

表4 不同植被类型土地的碳库容量 (10³kg/hm²)

植被类型	植物	土壤	合计
温带森林	134	147	281
温带草丛、灌丛	13	99	112
平均值			197

表5 某城市各种墙体材料的产量以及所占据比例

墙体材料类型	产量/10 ⁸ 块	体积/m ³	体积分数/%
粘土砖	4.04	590679	11
粘土多孔砖	7.87	1955926	36
粉煤灰砌块	3.03	2077248	39
煤矸石砖	5.25	767882	14
合计	20.19	53981735	100

表6 某城市墙体材料生态效率和碳排放系数

指标	粘土砖	粘土多孔砖	粉煤灰砌块	煤矸石砖
总能耗 (MJ/10 ⁴ 块)	39130.5	33260.9	68707.9	1145.9
总能耗 (MJ/10 ³ 砖)	2675.0	1339.0	1001.7	78.3
生态效率 (m ³ 砖/MJ)	0.00037	0.00075	0.00100	0.01277
碳排放 (kgCO ₂ /m ³ 砖)	323.4	162.7	163.1	369.2