

Green Mining of Metal Mine and Its Comprehensive Evaluation Index System Research

Jianxing Liu, Huang Chen, Jianfa Wang

College of Zijin Mining, Fuzhou University, Fuzhou Fujian
Email: liujianxingneu@163.com

Received: Aug. 29th, 2017; accepted: Sep. 10th, 2017; published: Sep. 15th, 2017

Abstract

Based on the comparison of mining characteristics between traditional mining and green mine, coal mine and metal mine, the concept of green mining of metal mine is defined. On this basis, the author puts forward the thought for the comprehensive evaluation of green mining in metal mines, the index selection method and the hierarchy structure of index system, and based on the perspective of sustainable development, establishes a set of comprehensive evaluation index system of green mining.

Keywords

Metal Mine, Green Mining, Evaluation Index System

金属矿山绿色开采及其综合评价指标体系研究

刘建兴, 陈 晃, 王建法

福州大学紫金矿业学院, 福建 福州
Email: liujianxingneu@163.com

收稿日期: 2017年8月29日; 录用日期: 2017年9月10日; 发布日期: 2017年9月15日

摘 要

通过对我国传统矿山与绿色矿山、煤矿与金属矿之间开采特点的比较,界定了金属矿山绿色开采的概念,在此基础上提出了金属矿山绿色开采综合评价的思路、指标筛选方法、指标体系的层次结构,并基于可持续发展角度构建了一套金属矿绿色开采综合评价指标体系。

关键词

金属矿山, 绿色开采, 评价指标体系

Copyright © 2017 by authors and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 引言

矿产资源在人类的生存和发展的历史中发挥着重要的作用。据统计, 中国能源的 95%和工业原料的 80%来自矿产资源[1]。近年来伴随工业化、城市化快速发展, 我国矿产资源供需矛盾突出, 矿山开采带来的资源、环境问题尤为严重。如何实现矿产资源的可持续发展与生态环境协调发展已成为当今研究的一个重要课题[2]。绿色开采作为一个全新的概念应运而生并且被认为是未来矿产开发的必由之路。目前, 绿色开采的一些相关理论研究多基于煤炭资源, 针对金属矿山绿色开采理论和开采技术体系的相关研究较少[3] [4] [5]。

本研究通过对金属矿绿色开采评价展开研究, 以期采用科学的方法来综合评价金属矿绿色开采的实施效果, 为实现矿产的可持续发展提供理论支撑和决策依据。

2. 金属矿山绿色开采的概念内涵

绿色开采概念由钱鸣高院士在 2003 年首先提出, 主要针对传统的煤炭开采模式下引起的大量矿难等灾害、生态环境破坏和浪费资源的问题[6] [7]。其目标是使矿产资源开发效率最高, 对生态环境的影响水平最低, 而企业的经济效率和社会协调优化。显然, 上述目标也可用于金属矿山资源开发的过程。金属矿山绿色开采可定义为在金属矿山开采过程中采用先进工艺技术、管理方法和特定机械设备防止或尽量减少对环境和资源的不利影响的开采模式[8] [9]。具体可从两个方面的比较加以表述, 其一, 绿色开采与传统开采的比较, 见表 1; 其二, 煤矿开采与金属矿开采的比较。金属矿与煤炭资源的开采条件要求很大差异, 在生产工艺上有明显的差别, 其绿色开采概念内涵也不尽相同, 差异性对比, 见表 2。

Table 1. Comparison of green mining and traditional mining

表 1. 绿色开采与传统开采对比

绿色开采的特点	传统开采的特点
在开采理念上坚持源头消除或减少采矿对环境的影响, 而不能先污染后治理。	先污染后治理思想, 盲目追求经济效益。
在技术上采用先进的工艺设备和采矿方法, 达到低能耗、污染物低排放的目标。	采矿设备参差不齐, 机械化程度低, 设备不完善不具备环保功能, 能耗高、污染物高排放。
在设计上通过最优开采顺序的调整, 地下水的保护, 地面沉降减缓, 减少排放尾矿、废石和资源的浪费, 保护自然环境。	在设计上片面追求开采量和经济效益, 没有考虑环境问题或者环境保护制度形同虚设。
在资源综合利用上实行金属资源及共生伴生资源同采, 综合利用使产品梯度深度增加, 实现金属矿资源开采及相关产业均衡发展。	资源综合利用水平低, 共生伴生矿产资源利用率低下或直接随尾矿排弃, 不仅资源浪费而且还污染环境。

Table 2. Contrastive analysis of coal mining and metal mining**表 2.** 煤矿开采与金属矿开采的差异性对比

项目	煤矿开采与金属矿开采的差异性
矿产条件	煤矿的矿体的厚度、倾角及形状均较为稳定，通常总是在两个方向上延伸，多为水平层状矿体；而金属矿床矿体厚度、倾角、方位、矿体几何形态均不稳定，同一矿体内，在走向和倾角方向上，其厚度和倾角经常发生很大变化，且经常出现尖灭、分支复合等现象。
开采方式	煤矿属于较软的岩层，现在可以用大型机械直接切割采装，矿岩松碎比较少；金属矿的矿岩一般比较坚硬，大部分需要先爆破或机械松碎后才能开采。
主要问题	煤矿存在瓦斯、煤尘、顶板、火、水五大灾害，通风尤其重要；金属矿开采深度的不断加大，矿压管理(深井岩爆)以及地热控制成了主要问题。

3. 金属矿山绿色开采综合评价指标选取方法

3.1. 评价的目标

金属矿绿色开采综合评价是以金属矿开采为研究对象，依据清洁生产理论、循环经济理论和可持续发展理论，运用科学的方法和手段来综合评价金属矿绿色开采状态、水平以及发展趋势，为矿山绿色开采提供决策依据。其评价的目标可归纳为以下 3 个方面：

1) 通过定量评价金属矿山绿色开采的总体水平，为企业管理部门的决策提供定量依据，最终合理地解决问题，有助于矿山企业自身的发展规划与目标，在宏观上进行企业及矿区发展趋势分析和矿区的发展战略规划管理。

2) 通过金属矿绿色开采评价指标对金属矿开采的具体工艺、设备、开采顺序及开采方法的诊断，找出其中能耗高、物耗高、污染重的原因，比如减少废石排放的充填工艺；零排放为目标的无废开采技术；减少产生三废的特殊设备；在考虑环保的绿色设计前提下的开采顺序及开采方法等，以保证金属矿资源绿色开采长期可持续发展，实现各方面效益最大化。

3) 通过各个企业间利用绿色开采评价的对比，找出在环境保护和资源利用效率等方面的劣势与优势，分析差距和潜力项目，在操作层面上帮助指导、发展绿色开采，进一步改善和提高企业绿色开采的水平。

3.2. 评价指标的选取原则

矿山生产系统本身是一项涉及多方面利益，影响因素众多，具有一定层次结构的复杂巨系统。建立合理、全面的金属矿山绿色开采指标体系是评价研究内容的基础和关键，其直接影响到评价结果的正确性。要建立一套完善、合理、科学的评价因素指标体系，必须遵循以下原则[10][11]。

1) 科学性原则：指标体系应建立在科学的基础上，符合绿色开采的目标要求，具体指标的选取要有科学依据，指标界定规范准确，而不可含糊不清，模棱两可。同时，测定方法和计算方法也必须科学规范，保证评价结果真实、有效。

2) 系统性原则：评价指标体系必须能够全面地反映金属矿绿色开采的全过程，能够客观地反映系统发展的状态，符合金属矿山绿色开采内涵，评价目标和评价指标有机地联系起来。

3) 简洁性原则：在评价体系的构建中，指标的选取主要依据评价的目标的需求，在保证能够取得足够信息的前提下，指标数量尽可能精炼。

4) 独立性原则：指标之间具有一定的独立性和代表性，各个指标均能独立反应某一方面的影响因素，指标之间避免重复交叉和遗漏。

5) 定量指标与定性指标相结合原则：金属矿开采的全过程比较复杂，其中包含了一些难以量化的指标，单纯依靠定量指标并不能科学客观地反映受评企业的金属矿绿色开采情况。所以，在制定定量指标评价的基础上还需要借助定性指标的分析。

6) 可操作性原则：充分利用公开数据，评价指标的数据容易获取、计算简单。

7) 全面性原则：要求评价指标全面贯穿金属矿开采的全过程，涵盖金属矿开采作业中的各个子环，每一个环节都有对应的评价指标。

8) 针对性原则：本文所建立的金属矿绿色开采评价指标体系同一般的矿山评价指标体系有区别，金属矿山绿色开采评价指标体系的评价对象定位在金属矿，在评价过程中更强调对金属矿绿色开采过程的评价。因此，在选择指标时要重点选择那些可以反映金属矿山绿色开采水平的指标。

3.3. 评价指标筛选思路和方法

建立指标体系的目的不仅要对金属矿山绿色开采总体水平进行衡量，还要为金属矿发展战略的制定和实施提供相关的数据依据。因此，需要用较为详细的水平量与数据量来反映金属矿目前的及今后的各方面的发展状态与发展趋势。另外，从应用和可操作的方面考虑，建立多层次的指标体系比较合理。

在指标筛选上，首先用理论分析法，即对金属矿绿色开采的内涵、特征进行综合分析，选择那些重要的特征指标；其次制作出调查问卷，邀请相关的专家对指标进行打分，再筛选出合理的指标；最后在初步提出评价指标的基础上，运用专家咨询法征求这方面专家的看法对指标进行确定。这三种筛选指标方法的运用可以达到科学性和相对全面性原则。

4. 金属矿山绿色开采综合评价指标体系的构建

4.1. 指标体系结构模型

矿山是一个由资源、环境、经济、社会组成的复合大系统。按照金属矿山资源绿色开采的特征可建立递阶层次结构模型如图 1 所示。该指标体系模型可分为第 1 层为目标层(D)，即反映金属矿绿色开采的水平、状态以及发展趋势；第 2 层为准则层(P)，即反映金属矿绿色开采中各系统层水平；第 3 层为指标层(A)，即具体描述绿色开采的各项指标。第 4 层为指标因子层(B)，即对矿山各项指标的具体化。其中，指标层和指标因子层构成因子为绿色开采评价指标。

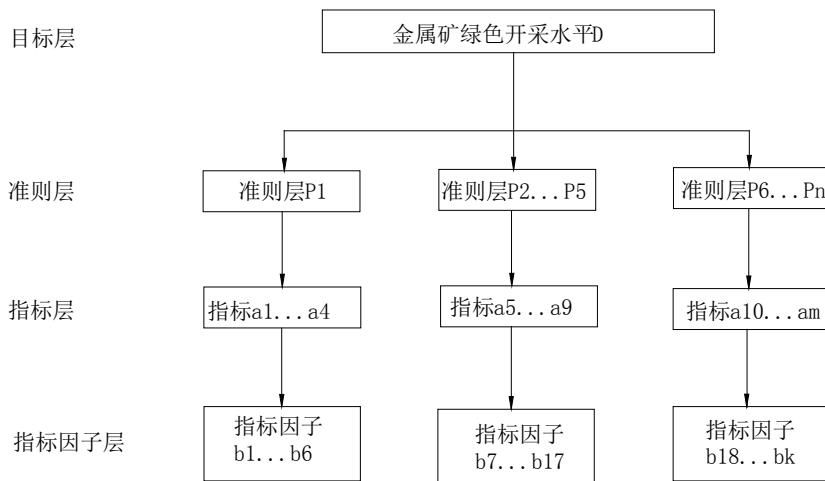


Figure 1. Hierarchical model of green mining evaluation index system for metal mine
图 1. 金属矿山绿色开采评价指标体系的层次结构模型

4.2. 金属矿山绿色开采评价指标的构建

在对现有的包括矿业可持续发展评价指标体系、循环经济评价指标体系和清洁生产评价指标体系在内的相关评价指标体系进行研究、总结和比较的基础上,笔者提出针对金属矿山综合性的评价指标体系,参见表 3。该指标体系适用范围更广、运用更灵活;由于可选项的存在不仅适用于露天开采也可以应用于地下开采的评价。必选项包括工艺设备与技术水平 P1、污染物排放水平 P2、资源综合利用水平 P3 和绿色管理与环境保护水平 P4;可选项 P5 包括地下开采 P5 和露天开采 P6。

5. 结语

本文在界定金属矿山绿色开采的概念内涵的基础上,基于可持续发展角度构建了金属矿山绿色开采综合评价指标体系。该指标体系不仅适用于露天开采也可以应用于地下开采,可为进一步评价金属矿山绿色开采水平和效果的研究奠定基础,同时在操作层面上也可为金属矿山绿色开采建设发展提供有益参考,对企业实现可持续发展具有一定的现实指导意义。

Table 3. Evaluation index system of green mining for metal mine
表 3. 金属矿山绿色开采评价指标体系

目标层	准则层	指标层
金属 矿山 绿色 开采 水平 评价 C	工艺设备与技术水平 P1	采矿方法的合理性 a1
		爆破技术水平 a2
		机械化水平
	污染物排放水平 P2	废水排放系数 a3
		废气排放系数 a4
		固体废弃物排放系数 a5
		噪音控制水平 a6
	资源综合利用水平 P3	开采回采率 a7
		损失贫化率 a8
		选矿回收率 a9
		伴生矿物综合利用率 a10
		全员劳动生产率 a11
		废水综合利用率 a12
		尾矿综合利用率 a13
	绿色管理与环境保护水平 P4	电耗系数 a14
		绿色矿山管理制度 a15
		绿色开采审核制度 a16
		土地复垦率 a17
	地下开采 P5	通风技术水平 a18
		采切比 a19
	露天开采 P6	排土工艺技术水平 a20
剥采比 a21		

注:若金属矿采矿企业既有露天开采又有地下开采,则该企业绿色开采综合评价指数的权重值按以露天开采产量和地下开采产量占总产量的百分比计算。

基金项目

福建省教育厅项目，项目编号 JA13058。

参考文献 (References)

- [1] 国家自然科学基金委员会工程与材料科学部. 矿产资源科学与工程[M]. 北京: 科学出版社, 2006.
- [2] Shi, H.-Q. (2012) Mine Green Mining. *Energy Procedia*, **16**, 409-416.
- [3] 乔繁盛. 建设绿色矿山发展绿色矿业[J]. 中国矿业, 2009, 18(8): 4-6.
- [4] 黄敬军, 倪嘉曾, 赵永忠, 等. 绿色矿山创建标准及考评指标研究[J]. 中国矿业, 2008, 17(7): 36-39.
- [5] 闫志刚, 刘玉朋, 王雪丽. 绿色矿山建设评价指标与方法研究[J]. 中国煤炭, 2012, 38(2): 116-120.
- [6] 钱鸣高. 绿色开采的概念与技术体系[J]. 煤炭科技, 2003(4): 1-3.
- [7] 许家林, 钱鸣高. 绿色开采的理念与技术框架[J]. 科学导报, 2007, 25(7): 61-65.
- [8] 钱鸣高, 许家林, 缪协兴. 煤矿绿色开采技术的研究与实践[J]. 能源技术与管理, 2004(1): 1-4.
- [9] 刘建兴. 绿色矿山的概念内涵及系统构成分析[J]. 中国矿业, 2014, 23(2): 51-54.
- [10] 吕永波. 系统工程(修订版)[M]. 北京: 清华大学出版社, 2006.
- [11] 刘尧. 我国金属矿山绿色发展指标研究[D]: [硕士学位论文]. 北京: 中国地质大学(北京), 2012: 27-28.

期刊投稿者将享受如下服务:

1. 投稿前咨询服务 (QQ、微信、邮箱皆可)
2. 为您匹配最合适的期刊
3. 24 小时以内解答您的所有疑问
4. 友好的在线投稿界面
5. 专业的同行评审
6. 知网检索
7. 全网络覆盖式推广您的研究

投稿请点击: <http://www.hanspub.org/Submission.aspx>

期刊邮箱: me@hanspub.org