

Construction of Control Index System of Mine Geological Environmental Protection and Governance Planning in Anhui Province

Gaili Yang, Jiaquan Wang, Shuheng Hu, Chao Fang

School of Resources and Environmental Engineering, Hefei University of Technology, Hefei Anhui
Email: 897294680@qq.com

Received: May 6th, 2020; accepted: May 21st, 2020; published: May 28th, 2020

Abstract

Due to the many factors affecting mine geological environmental protection and restoration management, the fields involved are wide and the relationship is complicated, so when the control index system is constructed, the index selection and quantitative variability are large. In this paper, by investigating the current status of mine geological environment in Anhui Province, and combining multiple factors, a quantitative and qualitative analysis method is used to establish a mine geological environmental protection and governance planning control index system, and the importance of each index to mine geological environmental protection and restoration governance is analyzed. The method and conclusion can provide a reference for mine geological environmental protection and governance planning in Anhui Province.

Keywords

Mine Geological Environment, Qualitative, Quantitative, Planning Control Indicators

安徽省矿山地质环境保护与治理规划控制指标体系的构建

杨钙丽, 汪家权, 胡淑恒, 方超

合肥工业大学资源与环境工程学院, 安徽 合肥
Email: 897294680@qq.com

收稿日期: 2020年5月6日; 录用日期: 2020年5月21日; 发布日期: 2020年5月28日

摘要

因矿山地质环境保护与恢复治理影响因素多、牵涉的领域宽且关系复杂，因此在构建规划控制指标体系时，指标的选取与量化可变性大。本文通过调研安徽省矿山地质环境现状，联系多方因素，利用定量和定性分析相结合的方法建立了矿山地质环境保护与治理规划控制指标体系，并分析各指标对矿山地质环境保护与恢复治理的重要性，其方法和结论可为安徽省矿山地质环境保护与治理规划提供参考。

关键词

矿山地质环境，定性，定量，规划控制指标

Copyright © 2020 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

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



Open Access

1. 概况

1.1. 国内外研究现状

1.1.1. 国外研究现状

相对而言，国外对于环境指标体系的研究较早于国内，历史追溯到上个世纪 60 年代末，西方许多矿业历史悠久的发达国家以大规模破坏生态环境为代价来带动发展，眼光着重于关注矿山开采引发的地质灾害，对矿山地质环境的研究相对较少，随着时间的流逝，大量的资源开采引发的环境问题日益严重，到上世纪 70 年代左右，才开始意识到仅靠治理工作不能解决矿山地质环境问题，自此开始深入研究矿山地质环境领域，环境影响评价和报告书制度等基础手段从此开始登上舞台；许多国家和地区也开始进行立法规定，要求可能对环境造成破坏的所有待审批项目均需要通过环境背景调查，而矿山环境保护评价指标体系在环境法中开始占据重要地位，以此来科学规范环境评价结果[1] [2]。

随着时代的发展，科学技术的进步，科学家们开始提出构建环境评价体系的模型框架，如经济合作发展组织(OECD)、欧洲环境署(EEA)等提出的各种通过不同层面考虑人类活动对环境影响的响应模型，主要期望以不同的模型框架来辅助决策。

近年来，国外关于生态环境方面的指标体系研究越来越多，主要关注点放在资源循环利用、可持续性发展等方面，对于评价矿山地质环境保护与治理的指标体系研究仍然较少，不足以全面评价矿山地质环境。

1.1.2. 国内研究现状

我国对于环境指标体系的研究起步较晚，20 世纪 90 年代初才逐步开始研究工作，最早主要以评价矿山地质环境保护指标体系作为研究对象，也仅仅是通过定性的方法对相关指标进行界定，并未上升到定量分析的层面，时代发展至今，我们才逐渐将定量的方法引入进来，通过定性和定量相结合的方法对指标体系进行评价[2]。

通过研究的不断深入，我们逐渐将矿山地质环境的单一评价延伸到保护与治理相结合的层面，但由于我国整体基础较差，目前也没有确定完善的评价方法和理论，因此在矿山环境保护与治理指标体系搭

建方面仍不能做到对矿山地质环境实况的全面体现，无法对矿山地质环境问题进行全面、科学、合理的综合评价。

1.2. 安徽省矿山环境问题及治理概况

1.2.1. 矿山环境问题

安徽省矿产资源丰富，矿产资源的开发利用，一方面为我省工业化进程提供矿物原料，推动社会经济发展和进步；另一方面，也导致许多矿山环境问题的爆发。由调查资料可知，安徽省主要矿山环境问题表现如表 1。

Table 1. Environmental problems of mines in Anhui Province

表 1. 安徽省矿山环境问题

类别	内容	
矿山地质灾害	采空地面塌陷 (全省采空地面塌陷 239 处，塌陷面积约 567.38 km ²)	大型 56 处 中型 62 处 小型 121 处
	岩溶地面塌陷 (全省岩溶塌陷 25 处，规模均为小型)	铜陵 17 处
		淮南 5 处
		淮北 2 处
	崩塌、滑坡、泥石流 (全省因矿山开采导致的地质灾害主要为崩塌、滑坡、泥石流， 现状条件下有迹可寻的约有 66 处)	安庆 1 处
		崩塌 53 处
滑坡 7 处 泥石流 6 处		
土地资源及地形地貌破坏 ^[3]	全省各类矿山累计占用损毁土地面积 93095.34 公顷，占用损毁的土地类型主要是耕地和林地	
含水层破坏	据不完全统计，全省大中型地下开采矿山破坏含水层结构的总面积超过 680 km ² ，其总体分布状况大致与地下开采工作面基本一致	
水土环境污染	2015 年全省矿山废水废液产生量约 11528 万吨，排放去向主要为矿区周边沟渠河塘。2015 年全省尾矿及废渣产生量约 4578 万吨，除部分用于回填塌陷区、矿区场地、铺路、烧砖、发电等，其它主要排放至尾矿库、排土场，或零散堆置于矿区附近的空地，累计积存量约 47548 万吨	

1.2.2. 治理现状

2008 年，我省首次颁布矿山保护条例，自此便逐渐开展矿山地质环境恢复治理工作。一方面，通过加强矿山地质环境保护制度建设、强化环境管理体系以及建立技术支撑体系进行地质环境保护工作；另一方面，通过开展皖北采煤塌陷区村庄搬迁和综合治理应急工程、矿山地质环境治理并积极探索新模式进行地质环境治理。

2006~2015 年，全省完成矿山地质环境治理项目总计 870 项，投入金额达 193012.73 万元，主要用于消除矿山地质灾害、采煤塌陷区土地整理恢复，废弃采矿地和废弃井口整治以及“三线三边”矿山地质环境综合治理等，治理面积约 5252.8 公顷，治理率达到 13.51%。

治理面积和治理率如图 1 所示。

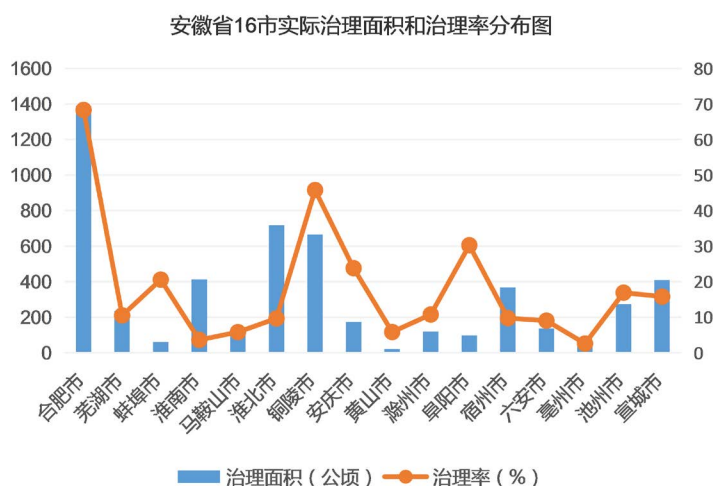


Figure 1. Distribution of actual governance area and governance rate in 16 cities in Anhui Province

图 1. 安徽省 16 市实际治理面积和治理率分布图

2. 规划控制指标的设计与确定

2.1. 控制指标的设计

1)、共性与个性相结合

要求控制指标体系充分考虑其覆盖范围，且应保证各指标设计具备独立性，本着区内相似、区间相异、共性与个性相统一的原则进行划分，从而达到避免覆盖范围交叉，信息重叠的目的[4]。

2)、可行性与可操作性相结合

控制指标体系主要以对数据进行统计分析的结果作为理论基础，因此在指标体系构建过程中应充分考虑数据收集的可行性，此外，指标的设计应科学合理，在考虑社会经济技术条件的基础上尽量提高指标的可量化比例，从而提高可操作性[5]。

3)、动态性与静态性相结合

控制指标体系中，各指标应有清晰的定义与定位，确保能够准确的量化并体现该系统的性状及主要问题。既能有效反映矿山的环境现状，又可以体现矿山地质环境未来发展所面临的压力；同时可以反映矿山地质环境的地质问题、生态问题和管理问题。因此，指标体系应该是动静结合的，既要体现现状，又应该包含未来的发展变化。

4)、针对性与兼容性相结合

控制指标体系中各指标都应简洁可行，且在一段时间、某个领域内具备足够的权威性与说服力。此外，指标的设计应具备与国家或省级相关政策体系的兼容性。

2.2. 指标确定方法

2.2.1. 定性分析法

安徽省矿山地质环境保护与治理工作起步较晚，目前仍居于初级阶段，其中一部分控制指标，因基础数据匮乏且影响因素较多，通过数学方法进行计算量化相对困难，因此，这部分指标可依据相关文件要求确定，如尾矿综合利用率、矿山土地复垦率可按照安徽省生态强省规划、全国矿山地质环境保护与治理、全国《工业绿色发展规划(2016~2020年)》等有关文件要求来确定[4]。

2.2.2. 定量分析法

另外一部分收集可行性高、来源可靠、基础数据量充足的控制指标，可通过对相关信息进行充分调研，依托一定的数学计算方法进行分析研究，如煤矸石综合利用率、矿区废水循环回用率等，主要取决于地区经济基础及政策法规，一般表现为规律性的差异增长速率，可取增长率均值进行概算，其数学公式如下：

$$p_n = q_0 + q_n \quad (1)$$

对于受区域约束较大的控制指标值，一般通过以下数学公式进行计算：

$$p_n = \frac{\sum p_i s_i}{\sum s_i} \quad (2)$$

式(1)、(2)中， p_n 为控制指标值； q_0 为控制指标的初始值(2015年)； q 为控制指标增长速率($q \neq 0$)； n 为规划年时间段， $n_1 = 5$ (近期)， $n_2 = 10$ (远期)； p_i 为各分区控制指标值； s_i 为各分区需控制的总量[6]。

3. 矿山地质环境保护与治理规划控制指标

由于矿山地质环境问题受影响因素较多[7]且相互关联性高，根据基本原则，考虑国家相关法律法规要求，结合安徽省矿山地质环境治理现状及我省经济技术条件等，现将矿山地质环境保护与治理规划控制指标分为5个部分、15项指标来考虑[8]。

3.1. 废水、废渣治理指标

3.1.1. 矿井废水处理率

我省矿山数量多、种类多，但矿井废水处理工艺简单，所需人员、设备、技术等投资量较小，参照东部发达省、市先进的矿区矿井废水处理率，同时考虑《煤炭工业污染物排放标准》要求，矿井废水应处理达标后排放，根据式(1)计算，建议2020年综合处理率应达80%，2025年争取达90%以上。

3.1.2. 选矿废水综合治理率

根据绿色矿山创建考评标准中“三废”处理达标排放、国家对污水综合排放标准中要求有色金属系统选矿水重复利用率75%，其他矿山工业采矿、选矿、选煤等水重复利用率90%，所以综合考虑对选矿污水的处理需更加严格，未达标不能排放。通过式(1)计算，故建议到2020年选矿废水综合治理率应达80%，2025年建议达90%以上。

3.1.3. 矿渣回填率

安徽省范围内矿山数量众多，生产矿山(1504个)和历史遗留矿山(3517个)共计5021个，该数据包含停产、在建以及废弃、关闭等矿山数量在内。由于矿山种类多且小矿数量多，因此矿渣回填难度较大，根据式(1)计算，建议到2020年矿渣回填率达80%，2025年争取达90%以上。

3.1.4. 矿渣无害化处理率

相关资料表示，矿渣无害化处理率需达90%以上才能对矿山土地进行资源再利用，因此该项指标意义重大，已知矿渣无害化处理率与矿渣回填率相关联，结合国家发展和安徽省矿山地质环境保护的要求，建议近期(2020年)无害化处理率为80%，远期(2025年)达90%以上，安徽省可根据在规划年的实际情况，出现5%的浮动。

3.2. 生态环境恢复指标

3.2.1. 历史遗留的矿山环境问题治理指标

结合《全国矿山环境保护与治理规划(2010~2015)》要求,同时考虑我省历史遗留的矿山环境问题区域差异性较大且治理工程量巨大,按照式(2)进行计算,近期(2020年)安徽省历史遗留矿山问题的治理指标建议在35%,远期(2025年)指标预估达70%。

3.2.2. 矿区植被恢复率

根据《生态强省建设实施纲要》建设要求,要构建皖西地区水资源保护绿色生态屏障,安徽省应在国家环境保护局提出的要求前提下,结合经济、技术水平和目前矿区的植被恢复现状,建议2020年矿区植被恢复率指标为35%,2025年达60%以上。

3.2.3. 绿色矿山建成率

绿色矿山建成率可根据《安徽省绿色矿山建设工作方案(2017~2025年)》来确定,方案要求到2020年,全省绿色矿山达标率为20%,并逐步形成符合生态文明建设要求的矿业发展模式,计划远期控制指标(2025年)为40%以上[9]。

3.2.4. 矿山土地复垦率

国资委要求新建非煤矿山地质环境治理率和土地复垦率达100%,考虑我省矿产资源开采方式破坏较大,无法完成该要求,故采用定性分析法确定该项指标,根据《安徽省生态省建设总体规划纲要》[10]要求,建议2020年历史遗留矿山土地复垦率达40%以上,2025年达70%以上;新建矿山开采应符合相关要求,破坏复垦指标应达90%左右。

3.3. 资源综合利用指标

3.3.1. 尾矿综合利用率

《工业绿色发展规划(2016~2020年)》要求,到2020年底,全国尾矿综合治理率达到25% [11],考虑我省矿山开采产生的固体废弃物积存量、尾矿成分复杂、较难进行二次利用等问题,同时参考绿色矿山建设标准,建议近期(2020年)控制指标达20%,远期(2025年)争取达40%以上。

3.3.2. 煤矸石综合利用率

根据《工业绿色发展规划(2016~2020年)》要求,煤矸石综合利用率达到71%,同时结合我省《生态强省建设规划纲要》的要求和经济社会发展的实际情况,安徽省煤矸石综合利用率确定为全国平均水平为宜,可定近期(2020年)控制指标为80%,力争远期(2025年)达90%以上。

3.3.3. 矿区废水循环回用率

矿山环境保护相关政策要求,金属矿山、选矿废水重复利用率一般应达到85%以上,结合指标要求,同时考虑安徽省实际情况,建议近期(2020年)矿区废水循环回用率达90%,远期(2025年)力争达100%。

3.4. 矿山地质灾害治理指标

3.4.1. 崩塌、滑坡、泥石流治理率

参照相应标准和规划,结合安徽省矿山地质灾害总量不多且分布相对集中的现状,建议2020年泥石流治理率可控制在60%,而2025年控制在80%为宜。

3.4.2. 塌陷治理率

根据资料分析可知,安徽省塌陷灾害大多因不良矿山开采方式导致,范围内重点矿山数量约200多

个,治理率为35%。参照国家相应的标准计算,根据绿色矿山创建考评的要求,矿山开采应不对生态环境、主要地貌景观造成破坏。认真分析我省矿山地质灾害治理情况并结合其他省份情况,参考我省部分市对于塌陷治理工作的投入力度,初步预计近期(2020年)控制指标可定为60%,远期(2025年)控制指标可力争达80%,因治理率受经济状况影响,安徽省可结合省内实际,出现5%的浮动。

3.5. 重点矿山治理指标

3.5.1. 重点治理矿山

结合安徽省实际情况,建议到2020年实施省级矿山地质环境重点治理矿山(工程)达500个,综合治理控制面积约3800公顷,包括“三线三边”治理矿山159个,治理面积约1160公顷左右;2025年实施省级矿山地质环境重点治理矿山(工程)不少于500个,综合治理控制面积不少于8000公顷。

3.5.2. 三线三边矿山治理率

原计划2018年底应完成“三线三边”全部治理项目,故提出到2020年三线三边矿山治理率应达100%。

3.6. 控制指标汇总

安徽省矿山地质环境保护与治理现状及规划年控制指标汇总如表2所示。

Table 2. Current status of mine geological environmental protection and governance in Anhui province and planned annual control index

表 2. 安徽省矿山地质环境保护与治理现状及规划年控制指标

一级指标	二级指标	单位	现状值 (2015)	近期指标 (2020)	远期指标 (2025)	指标属性	
三废治理率	废水	矿井废水处理率	%	60	80	≥90	约束性指标
		选矿废水综合治理率	%	<60	80	≥90	约束性指标
	固废	矿渣无害化处理率	%	≤90	80	≥90	约束性指标
		矿渣回填率	%	20	80	≥90	约束性指标
	历史遗留的矿山环境问题治理指标	%	/	35	70	约束性指标	
生态恢复治理		矿区植被恢复率	%	/	≥35	≥60	预期性指标
		绿色矿山建成率	%	/	20	40	预期性指标
		矿山土地复垦率	%	20	40	≥70	预期性指标
资源综合利用		尾矿综合利用率	%	20	20	≥40	预期性指标
		煤矸石综合利用率	%	60	80	≥90	预期性指标
		矿区废水循环回用率	%	/	90	100	预期性指标
矿山地质灾害治理		地质灾害治理率 (包含泥石流、崩塌、滑坡、塌陷等)	%	50	60	≥80	预期性指标
重点矿山治理		重点治理矿山	个	<100	500	≥500	预期性指标
		三线三边矿山治理率	%	13	100	100	预期性指标

备注: /表示目前没有统计数据。

4. 结论

1). 本文通过对区域内矿山环境保护与治理实况进行整理与分析,并结合国内外研究现状,充分考虑矿山生态环境系统的特点,建立了安徽省矿山地质环境保护与治理规划控制指标体系,能相对客观、准

确地反映出安徽省矿山环境保护与治理的主要内容；同时根据安徽省指标现状，在结合国家、安徽省的相关法律、法规、政策和技术导则的基础上，在充分调研区域内矿山环境现状、社会经济状况和技术条件下，合理运用定性与定量结合的方法，提出未来规划年的规划治理控制指标体系[5]。

2). 综合国内外对矿山环境指标体系的研究，由于各地区在资源开发利用程度上有所区别，且区域经济技术等基础条件不同，往往导致在控制指标的制定上出现差异性，据了解，目前常用的矿山地质环境保护与治理控制指标大致可划分为4大类，分别计作“三废”噪声治理指标、生态环境恢复指标、资源综合利用指标以及地质灾害控制指标，本文在此基础上增加了重点矿山治理指标，评价指标相对而言较为全面[12]。

3). 对矿山环境保护与治理规划控制指标进行研究，构建指标体系，可以为科学量化规划提供新的思路，能显著提升规划的合理性、科学性及实操性，对规划的实施也起到重大意义。本文虽提出较为全面的指标体系，但大多指标仅进行针对性的定性描述，定量处理相对较少，且指标体系不够简洁，少数指标之间尚存在交叉内容，因此，我省应加强规划控制指标研究，结合我省实况，构建指标体系，并通过不断研究、学习逐步完善。

参考文献

- [1] 杨帆. 承德市矿山环境保护与综合治理对策研究[D]: [硕士学位论文]. 天津: 天津大学, 2012.
- [2] 江松林. 安徽省矿山环境保护与治理控制指标研究[D]: [硕士学位论文]. 合肥: 合肥工业大学, 2007.
- [3] 祝愿. 合肥市矿山地质环境现状及发展趋势[J]. 安徽地质, 2018, 28(2): 139-141+160.
- [4] 王玉军, 欧名豪, 黄敬军, 等. 矿山环境保护与治理控制指标研究, 以徐州市为例[J]. 地质学刊, 2015, 39(2): 329-333.
- [5] 王上辅. 矿山环境保护与治理控制指标研究[D]: [硕士学位论文]. 四川: 四川大学环境系, 2006.
- [6] 方超, 胡淑恒, 田创, 等. 安徽省矿山地质环境保护与治理主要指标研究[J]. 环境保护前沿, 2018, 8(5): 447-452.
- [7] 王亚军. 河北涿源矿山地质环境影响程度综合评价[J]. 矿产勘查, 2010, 1(6): 586-591.
- [8] 郝志贤. 矿山环境地质问题综合评价指标体系探析[J]. 化工矿物与加工, 2015(10): 58-60.
- [9] 绿色推进委员会官网[EB/OL]. <http://greenmines.org.cn/index.php?m=content&c=index&a=show&catid=12&id=284&province=14>, 2108-06-11.
- [10] 安徽省人民政府[EB/OL]. <http://www.ah.gov.cn/UserData/DocHtml/1/2013/7/12/7583382223382.html>, 2012-12-12.
- [11] 中华人民共和国工业和信息化部[EB/OL]. <http://www.miit.gov.cn/n1146285/n1146352/n3054355/n3057267/n3057272/c5118197/content.html>, 2016-07-11.
- [12] 卓弘春, 魏金发, 池永翔. 我国矿山地质环境保护及其控制指标体系[J]. 中国国土资源经济, 2009, 22(10): 29-30+46-47.