

环境评价方法及其在矿区生态治理中的应用

李 刚^{1,2,3,4,5}

¹陕西地建土地工程技术研究院有限责任公司, 陕西 西安

²陕西地建 - 西安交大土地工程与人居环境技术创新中心, 陕西 西安

³陕西省土地工程建设集团有限责任公司, 陕西 西安

⁴自然资源部退化及未利用土地整治工程重点实验室, 陕西 西安

⁵陕西省土地整治重点实验室, 陕西 西安

收稿日期: 2022年10月19日; 录用日期: 2022年11月18日; 发布日期: 2022年11月28日

摘 要

环境评价是探讨环境质量同人类社会行为之间的关系, 评价人类活动对环境质量的影响, 以及环境质量的变化对人类社会的生存与发展的影响, 本文系统介绍了环境评价的基本理论与方法, 重点介绍了环境评价指数法、环境质量功能评价法、环境评价的专家判断法以及环境评价的经济评价法、不确定性评价法等, 通过学习和掌握环境评价的基本方法理论, 可以在矿区生态环境治理中, 明确地了解区域内生态环境现状, 进而可以因地制宜地制定治理方案, 使得治理效果高效、节约。

关键词

环境评价, 方法, 矿区, 生态治理

Environmental Assessment Method and Its Application in Ecological Management of Mining Area

Gang Li^{1,2,3,4,5}

¹Institute of Land Engineering and Technology, Shaanxi Provincial Land Engineering Construction Group Co., Ltd., Xi'an Shaanxi

²Technology Innovation Center for Land Engineering and Human Settlements, Shaanxi Land Engineering, Construction Group Co., Ltd. and Xi'an Jiaotong University, Xi'an Shaanxi

³Shaanxi Provincial Land Engineering Construction Group Co., Ltd., Xi'an Shaanxi

⁴Key Laboratory of Degraded and Unused Land Consolidation Engineering, The Ministry of Natural Resources, Xi'an Shaanxi

⁵Shaanxi Provincial Land Consolidation Engineering Technology Research Center, Xi'an Shaanxi

Abstract

Environmental assessment is to explore the relationship between environmental quality and human social behaviour, to evaluate the impact of human activities on environmental quality, and the impact of changes in environmental quality on the survival and development of human society. This paper systematically introduces the basic theories and methods of environmental assessment, focusing on the environmental assessment index method, the environmental quality function assessment method, the expert judgment method of environmental assessment, uncertainty evaluation method, and the economic evaluation method of environmental assessment. By learning and mastering the basic methods and theories of environmental assessment, one can clearly understand the current situation of the ecological environment in the region in the ecological environment management of mining areas, and then can formulate the management plan according to the local conditions, making the management effect efficient and economical.

Keywords

Environmental Assessment, Methodology, Mining Area, Ecological Management

Copyright © 2022 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. 引言

环境是一个巨大、复杂多变的开放系统，是由自然环境和人类社会环境两大相互联系和相互作用的系统组成的整体[1] [2]，是我们人类赖以生存的基础，随着我国经济社会的发展，人们日益增长的美好生活需要和不平衡不充分的发展之间的矛盾成为我们当前社会的主要矛盾之一，对于生态环境的治理，让土地更健康、让生活更美好是新时期的新使命。如何提升环境质量是我们目前最重要的科学命题之一[3]。环境质量是环境系统的内在结构和外部所表现的状态对人类及生物界的生存和繁衍的适宜性，如何对环境质量进行判断或者评价是我们进行环境质量提升的重要前提。

环境评价是指对一切可能引起环境质量变异的人类社会产生的环境影响[4]，从保护环境和建设环境的角度，按照一定的评价标准和评价方法进行定性和定量的评价。评价过程需要具备系统性、客观性、价值性、主观性、变异性。从环境保护和环境建设角度对一切可能引起环境质量变异的人类社会行为进行评价，可以为人类社会调节自身行为、实现可持续发展提供行动依据和技术保障。

我国是矿产大国，矿产资源丰富，已探明的矿产资源总量约占世界的 12%，仅次于美国和俄罗斯，居世界第三位。新中国成立尤其是改革开放以后，经济的发展使国内矿山资源开发技术和开发需求上升，从而加快了山的开发速度。由于我国矿产资源开发利用总体上还比较传统粗放，土地损毁、生态破坏、环境问题仍然十分突出，矿山开采造成的生态破坏和环境污染点多、量大、面广，急需加大力度进行综合整治，对于矿区生态环境进行评价就是整治的基本前提。

2. 环境评价方法分类与应用原则

根据不同的研究需求，环境评价方法的类型有很多种。按照环境评价类型划分，可以分为环境质量

现状评价法和环境影响评价法[5]。其中环境质量现状评价法包括指数评价法、功能评价法、模糊综合评价法,环境影响评价法则包括环境影响识别法、环境影响预测法、环境影响综合评价法和环境影响经济评价法等。按照环境系统变化的确定性和不确定性可以分为确定性评价法及不确定性评价法,其中确定性评价法包括指数评价法、功能评价法、功能评价法和专家评价法等,不确定评价法包括环境评价的统计分析法、环境评价的模糊数学法、环境评价的灰色系统法等。按照环境评价的内容综合性来划分可以分为综合评价法和专项评价法。其中综合评价法包括查表法、矩阵法、网络法、环境指数法、环境质量功能评价法、图形叠置法、地理信息系统应用等,专项评价法包括环境指数法、德尔菲法、巴特尔指数法、环境影响经济评价法、环境影响特征度量法等[6]。

因此在对特定环境场地进行评价时需要根据对象及目标、目的等选择合适的评价方法。评价方法只是完成特定环境评价任务的工具,方法本身并不能保证与评价任务有关的各种问题都能得到满意的解答。选择任何一种方法都必须与评价人员的专业知识和工作经验紧密结合。因此经过归纳总结,我们认为选择评价方法遵循以下几条原则:一是尽量选择已有的方法,结合项目的具体应用做必要的修改和补充;二是对完成评价任务应是实用的;三是所获得的结果必须是客观的;四是采用该方法所需要的数据、调查时间、人员和设备是节省的。

3. 环境评价指数法

环境评价指数法既是环境评价的综合性方法,也可以作为一种专项方法,用于描述环境现状和确定影响大小及其重要性[7];环境指标法是一种最简单的环境指数法。一个环境指数是将一个或多个环境要素的各种参数的系列数据或资料用数学公式进行归纳,进而描述或者评价环境的现状,预测受到环境影响的状况[8]。

3.1. 指数单元

一般地,用浓度直接表示的环境指数为:

$$x_i = c_i$$

标准型指数单元:

$$x_i = c_i / s_i$$

式中, c_i 为某一质量参数的监测统计浓度, s_i 为某一质量参数的评价标准,通常采用国家环境质量标准,在国家标准未做出规定时采用国际标准或环境质量基准值。

如果表达水、土壤、大气中的某一质量参数,则可以使用分指数进行评价:

$$I_i = \alpha x_i + \beta$$

其中, x_i 表示某环境要素的某一质量参数分指数, α 和 β 为常数。例如我国的空气污染指数(API)、美国的标准污染指数(PSI)都是这类指数形式。

当质量参数数据呈正态分布时,分指数综合的函数形式常见的有:代数叠加型、加权平均型、幂指数型、向量模法等。

$$I_j = \sum_{i=1}^m I_{ij}$$

在进行分指数综合时,可以只考虑平均值,也可以既考虑平均值又考虑分指数中的最大值。一项环境指数应该是一个可以统计、可以比较的数值。

3.2. 指数法评价程序

首先要收集、整理、分析索要评价区域的环境要素背景的监测数据和资料。对于矿区生态治理过程中，我们重点关注的要素包括矿区土壤、水的各类元素含量，包括有机、无机物的含量等，以及植物种群特征的数据。对于收集到的监测数据集应该通过统计检验确定其分布属于正态分布。

其次是要确定所要评价的环境要素及其评价因子(参数)。对于矿区来说，区域污染源调查和评价所确定的主要污染源的主要污染物。环境质量标准所规定的主要指标等。

第三是评价指数的设计、选用和综合。用指数法评价环境，应尽可能选择国内或地区范围内已经通过的指数。

最后要确定权重值以及环境质量分级。为了评价环境质量状况，需将指数值与环境质量状况联系起来，建立分级系统。

4. 环境质量功能评价法

4.1. 积分值法(M 值法)

该方法主要是根据每一个污染因子的浓度，按照给定的评价标准确定一个评分值，再根据各个因子的总评分值进行环境质量评价[9]。

该方法是一种直接评分法，可以和各级环境质量标准建立关系，积分值越高，表明环境质量越好，可以把评价标准直接取为各级环境质量标准，将每一个因子的环境质量和标准相比较，给定每一个因子的评分(表 1)。

Table 1. Environmental quality classification by integral value (M value) method

表 1. 积分值(M 值)法的环境质量分级

环境质量分级	理想	良好	污染	重污染	严重污染
分级标准	$M \geq 96$	$96 > M \geq 76$	$76 > M \geq 60$	$60 > M \geq 40$	$M < 40$

4.2. W 值法

W 值法在 M 值法基础上，充分考虑主要污染物的影响，如规定只要符合 I、II、III、IV、V 类的环境质量标准的环境因子分别可以评为 10、8、6、4、2 分。对于不能满足最低一级环境质量的因子，直接评为 0 分。

5. 专家判断法

首先根据评价要求，对已经掌握的数据进行分析，确定评价对象的总体目标和子目标以及达成目标的手段。然后制定专家应答问题调查表，根据具体情况，对时间、权重、择优等方面设计调查表，制定完表格后就可以进行预测。

可以将全部专家对所有方案的评分值进行列表，求出各个方案的算数平均值，即为：

$$n_j = \frac{1}{m_j} \sum_{i=1}^m C_{ij}$$

其中， n_j 为 j 方案的算数平均值， m_j 为参加 j 方案评价的专家数量， C_{ij} 为 i 专家对 j 方案的评分值。算数平均值为 0~100 分。

6. 环境评价的经济评价法

在费用与收益的相互比较中可以评价人类活动与环境质量之间的关系，从这种经济的角度进行环境评价的方法，称为经济论评价法[10]。例如在矿区生态治理中，矿区环境的改善可以提升周边环境及农作物产量，于是土壤质量的改善可以用农作物的增产量乘以他的市场价格来计算。亚洲发展银行推荐采用人类发展指数(HDI)来综合描述人类社会经济发展水平：

$$HDI = 1 - \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n I_{ij}$$

根据所考虑问题的不同，衡量环境质量价值可以从效益和费用两个方面评价：一方面是从环境质量的效用，从它们满足人类需要的能力，以及从得到好处的角度进行评价；另一方面可以从环境质量遭到污染并进行治理的费用进行评价。我们主要采用市场价值法进行评价：

$$S = V \sum_{i=1}^m \Delta R_i$$

S 为环境污染或生态破坏的价值损失； V 为受污染或被破坏物种的市场价格； ΔR_i 为某种产品受 i 类污染或破坏程度时的损失产量； i 一般分为三类($i = 1, 2, 3$)，分别表示轻度污染、严重污染或遭到破坏； n 指污染或破坏程度的类型数。

7. 环境评价的不确定性评价方法

环境评价中不确定性产生的原因主要有：评价主体认识的局限性以及心理因素引起的不确定性，环境科学、生态学等相关学科发展的局限，对环境评价内涵及评价对象、评价方法、评价标准认识的局限，环境评价技术手段发展的局限，受心里倾向性的影响；环境监测数据的不充分和不可靠引起的不确定性；环境质量变异复杂性引起的不确定性；环境模拟与预测模型中存在的确定性[11] [12]。

我们将不确定性分为随机性、模糊性、“灰性”和“未确知性”等，相应的处理不确定性信息的方法包括概率论、模糊数学、灰色系统理论和未确知数学方法等。

用来统计分析不确定性的方法主要是相关分析法和回归分析法。相关分析法可以分析两个或者两个以上变量之间相关的方向或者相关的程度大小，以及用一定的指标来表达现象相互关系的方法。回归分析法是对具有相关关系的两个或者两个以上的现象或变量，根据其关系的形态，确定一个合适的数学模式，用来近似表达变量间平均变化关系，也可以从一个已经知道的量来推测另一个未知量进行预测估计的方法。

模糊数学是研究和处理具有模糊性现象的数学。在环境评价中，模糊数学理论主要应用于环境质量的现状评价，例如模糊聚类法、模糊综合评价法等，方法的核心是利用隶属度刻画环境评价中所遇到的具有模糊性界限的环境质量特征，尤其是环境质量级别特征。

灰色系统法主要特色是将现实中的系统看成是信息部分已知、部分未知的灰色系统，从系统的内部特征来研究系统，允许系统中存在灰色参数，并充分利用系统中部分存在的白色信息来求解控制问题。主要应用的方法有灰色关联法、灰色聚类法及灰色预测 GM 模型等。

8. 总结

环境评价是探讨环境质量同人类社会行为之间的关系，评价人类活动对环境质量的影响，以及环境质量的变化对人类社会的生存与发展的影响，通过学习和掌握环境评价的基本方法理论，可以在矿区生态环境治理中，明确地了解区域内生态环境现状，进而可以因地制宜的制定治理方案，使得治理效果高

效、节约。

基金项目

陕西省土地整治重点实验室开放基金资助(2019-JC05); 陕西地建 - 西安交大土地工程与人居环境技术创新中心开放基金资助项(2021WHZ0094)。

参考文献

- [1] 陈梦熊. 沿海地区地质环境特征与地质环境系统——兼论“人地系统” [J]. 中国地质灾害与防治学报, 1998(S1): 84-90.
- [2] 汪芳, 苗长虹, 刘峰贵, 等. 黄河流域人居环境的地方性与适应性: 挑战和机遇[J]. 自然资源学报, 2021(1): 1-26.
- [3] 钟茂初. 如何表征区域生态承载力与生态环境质量?——兼论以胡焕庸线生态承载力涵义重新划分东中西部[J]. 中国地质大学学报(社会科学版), 2016, 16(1): 1-9.
- [4] 汤学兵, 张岩. 基于 DPSIR 模型的中国省际环境质量评价与影响因素分析[J]. 广西师范大学学报: 哲学社会科学版, 2020, 56(4): 60-83.
- [5] 赵毅. 环境质量评价[M]. 北京: 中国电力出版社, 1997.
- [6] 易秀, 乔晓英, 姜凌. 环境评价学[M]. 北京: 地质出版社, 2017.
- [7] 邢昱, 史淑娟, 张兰真, 等. AHP 法在水环境质量评价中的应用[J]. 污染防治技术, 2019, 32(1): 12-15.
- [8] 张征. 环境评价学[M]. 北京: 高等教育出版社, 2004.
- [9] 李雪梅, 邓小文, 王祖伟, 等. 污染因子权重及区域环境质量综合评价分级标准的确定——以土壤重金属污染为例[J]. 干旱区资源与环境, 2010, 24(4): 97-100.
- [10] 郝凌云, 张志岩. 论环境影响评价污染防治措施技术经济可行性论证[J]. 中国科技期刊数据库工业 C, 2016(7): 178.
- [11] 万咸涛. 江河水质监测中不确定性的应用研究[J]. 江苏环境科技, 1999, 12(2): 1-4.
- [12] 王吉华, 刘永, 郭怀成, 等. 基于不确定性多目标的规划环境影响评价研究[J]. 环境科学学报, 2004, 24(5): 922-929.