

# 基于 REES 构型的非传统矿业评价体系研究

杨泓清 赵鹏大 李万亨

(中国地质大学地质矿产系,北京 100083)

**摘要:** REES 构型是以资源(R)–环境(E)–经济(E)–社会(S)问题构建的理论模型,非传统矿业评价是非传统矿产资源理论在矿业评价领域内的应用.基于 REES 构型的非传统矿业评价是在 REES 构型基础上的可持续性意义上的集成化评价.

**关键词:** REES 构型;非传统矿业评价;可持续发展.

中图分类号: P964

文献标识码: A

文章编号: 1000-2383(2000)01-0083-05

**作者简介:** 杨泓清,男,讲师,1966年生,1999年获中国地质大学(北京)数学地质专业博士学位,主要从事找矿勘探、矿业经济及数学地质领域的科研与教学工作.

## 1 REES 构型理论

“构型”从字面上讲是“构造”、“模型”、“模式”,这里应用“构型”一词主要强调与通常所说“建模”的区别:(1)“构型”理论是作为一个相对较为完善的理论体系概念,包括了理论基础、研究方法与应用实例.(2)在“构型”的研究方法中包括一定的数学“建模”内容,但构型的内容比数学建模更广泛.在区域地理研究领域内,王黎明<sup>[1]</sup>曾提出针对人地关系系统的区域经济构型问题.

在矿业开发评价领域内,尚没有进行过这方面的系统研究.实际上,矿业开发过程客观存在着资源(resources)、环境(environment)、经济(economy)、社会(society)问题,即 REES 问题.矿业项目评价是由资源评价(RA)、环境评价(EA)、经济评价(EA)、社会评价(SA)构成的,为此笔者提出矿业勘查开发评价领域的 REES 构型理论.

### 1.1 REES 构型的基本结构

笔者将 REES 构型分为资源、环境、经济、社会4个子系统,4个子系统之间与外部系统之间构成了如下24种基本结构关系,这里仅限于单因子间联系,见表1.

上述 REES 构型是针对 REES 问题,同理,我们可构造 REES 评价系统.除了单因子间构型外,还可

确定双因子与多因子间的构型问题,如资源–环境评价,资源–环境–社会评价,资源–环境–经济评价,资源–环境–经济–社会评价系统.

### 1.2 REES 构型的特征

(1)针对性. REES 构型是针对 REES 问题和 REES 评价系统而确立的.(2)综合性.实现 REES 4者的协调,是 REES 构型研究的目的.(3)动态性.时间尺度是 REES 问题的一个重要特征.一个矿山不同阶段所面临的 REES 问题是不一样的,资源从未探明到探明,从丰富到枯竭;环境从污染到环境恶化,从经营期治理到闭坑后土地复垦;经济状况从资金借贷到还本付息,从经营良好到经营恶化;社会问题从征地移民到完工风险,从社会参与到矿业后萧条.(4)可调控性. REES 构型重点是从 REES 问题多反馈回路的相互作用中去寻找调控的可能性,其中对系统行为变化敏感的参数或关系便可成为调控的作用点.

### 1.3 REES 构型的基本方法与步骤

(1)REES 系统的分析.第一步建立因果分析图,如图1所示;第二步明确问题层次,寻找关键因素.

(2)REES 系统模型化.实际上分为3个层次,如图2所示.

(3)REES 系统优化. REES 系统具有高阶次、非线性、多目标、因素众多等特征,对整个 REES 系统可采取局部优化支持下,同时利用智能化系统模拟方法.

表 1 REES 构型关系矩阵

Table 1 Relationship matrix of REES structure-model

使动因子	受动因子				外部系统“源”
	资源	环境	经济	社会	
资源	资源结构	资源→环境	资源→经济	资源→社会	资源→外部系统
环境	环境→资源	环境结构	环境→经济	环境→社会	环境→外部系统
经济	经济→资源	经济→环境	经济结构	经济→社会	经济→外部系统
社会	社会→资源	社会→环境	社会→经济	社会结构	社会→外部系统
外部系统“源”	外部系统→资源	外部系统→环境	外部系统→经济	外部系统→社会	外部系统结构

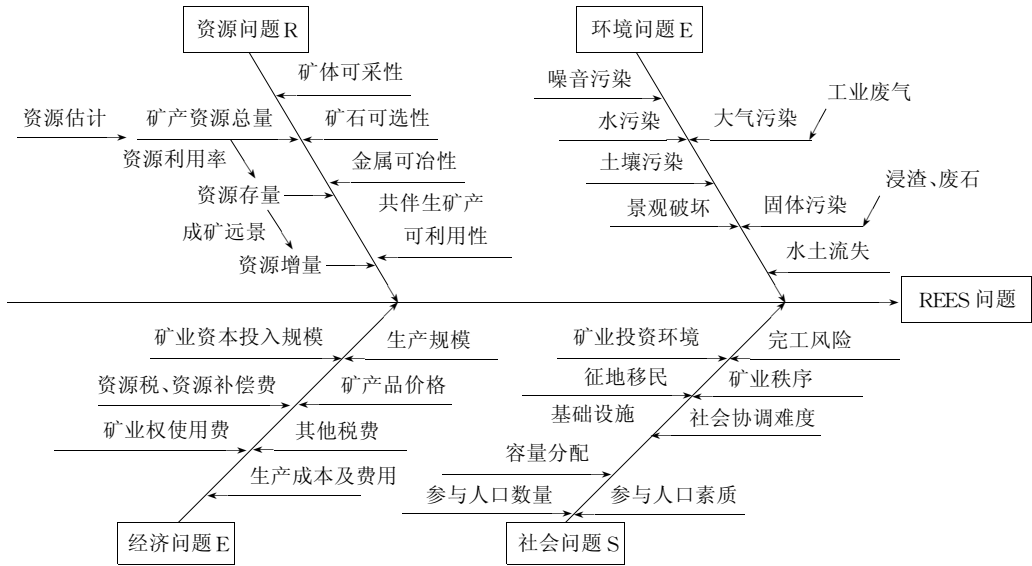


图 1 REES 系统因果分析示意

Fig. 1 Sketch map of causality analysis for REES system

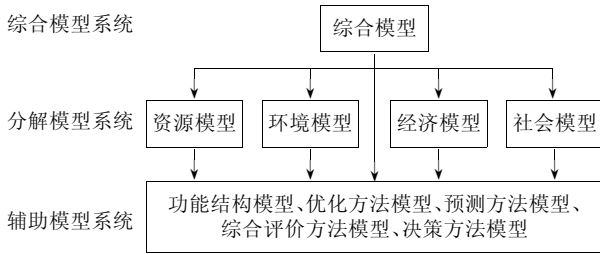


图 2 REES 系统模型化示意

Fig. 2 Sketch map of REES model system

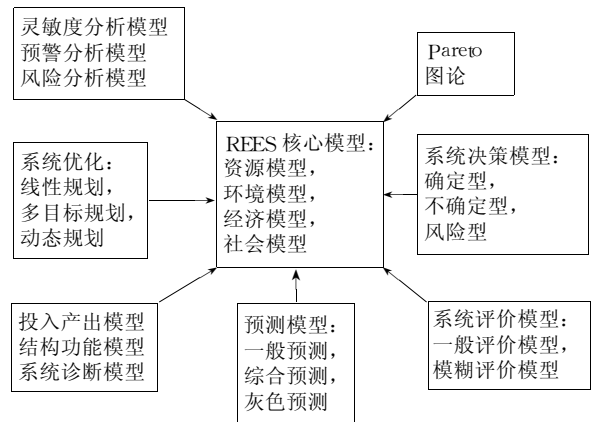


图 3 REES 集成化模型系统示意

Fig. 3 Sketch map of integrated model of REES system

(4)REES 系统综合评价. REES 系统的综合评价是一个多目标、多层次的优化判别过程, 必须借助一套科学的、综合性的指标体系.

1.4 REES 集成化模型系统及主要模型特点

(1)REES 集成化模型系统. REES 属于复杂的动态系统工程问题, 必须借助集成化设计思想, 如图 3 所示.

(2)主要模型特点. ①核心模型的总体框架如图 4 所示. ②资源模型的基本思路可以总结为两类: 一

类是基于自然资源的储量与开发的数量关系上建立模型; 另一类是把自然资源做为资源性资产, 从“资本量”的增减角度建立模型. 上述两类模型可以分别称为“实物量帐户模型”、“资本量帐户模型”. ③环境模型包括微观环境评价与预测模型和宏观环境制约



图 4 REES 系统核心模型示意

Fig. 4 Sketch map of key model of REES system

结构由总体专家系统(general expert system, 简称 GES)和专业专家系统(special expert system)构成. 笔者认为, REES 系统是典型的复杂大系统, 利用 MES 原理构造多级专家系统的设计方案是极为理想的, 如图 5 所示.



图 5 REES 评价多级专家系统的设计方案示意

Fig. 5 Sketch map of design programme of multilevel expert system for REES evaluation

模型两大类. 可持续发展观点体现了资源开发与环境保护间有理性、有节制和有远见的制衡管理机制. ④经济模型是一个非常庞大而复杂的体系, 包括微观成本-效益模型和宏观经济增长与发展理论等大量模型, 对矿业发展较为有关的模型主要有诺克斯循环累积因果模型、罗森斯坦-罗丹资本推进模型、柯布-道格拉斯生产函数模型、梅多斯零度增长模型、罗默知识积累模型等. ⑤社会模型. 目前的矿业投资项目的社会评价模型绝大多数为非形式模型(文字、图表), 因此需加强社会模型的定量化研究.

### 1.5 REES 决策支持系统构思

决策支持系统(decision support system, 即 DSS)是指综合利用各种数据、信息、知识, 特别是模型技术, 辅助各级决策者解决半结构化和非结构化问题的人机交互系统.

针对复杂大系统, 近年来有学者提出多级专家系统(multilevel expert system, 简称 MES), 其基本

## 2 基于 REES 构型的非传统矿业评价体系的构建

### 2.1 非传统矿产资源

非传统矿产资源理论是赵鹏大<sup>①</sup>作为完整的理论体系提出的, 非传统矿产资源(nontraditional mineral resources)是指受目前技术、经济及环境因素的限制而尚未被有效地认识、发现、勘查和开发的矿产资源. 其研究范畴包括以下内容:(1)非传统矿产, 包括新类型、新深度、新领域、新工艺和新用途矿产.(2)矿产研究的非传统理论及方法, 包括成矿、找矿、采矿、选矿、冶炼和勘查开发评价方面的新理论、新技术和新方法, 如非传统成矿预测理论.(3)非传统矿业, 包括洁净环保型、集约型、高附加值型、高新技术型、后矿业经济型、综合服务型矿业等.(4)非传统矿业经济, 包括矿产资源全球化战略、知识型资源经济、资源开发与生态保护、战略资源与国家安全, 两种资源及两个市场(国际资源及资本、国内资源及资本).

### 2.2 基于 REES 构型的非传统矿业评价体系研究

基于 REES 构型的非传统矿业评价体系, 就是

<sup>①</sup>赵鹏大. 非传统矿产资源学术讨论会文集. 武汉, 1998.

表 2 非传统矿业评价与传统矿业经济评价的区别  
Table 2 Difference of nontraditional and traditional mining evaluation

	矿产资源	勘查	开发	开发模式	评价对象
传统评价	1. 资源类型较少; 2. 资源来源单一; 3. 储备总量少; 4. 后备资源贫乏.	1. 勘查周期长; 2. 技术水平低; 3. 资源增量少.	1. 技术水平低; 2. 资源耗竭多; 3. 资源存量递减; 4. 环境负面影响大; 5. 开发寿命短, 持续性差; 6. 矿业开发中社会问题棘手; 7. 后矿业萧条.	粗放	1. 单一矿山; 2. 限定矿山寿命期内; 3. 单一范围即只强调经济评价; 4. 单一资本来源(国内); 5. 单一资本方式(借贷); 6. 不考虑资源资本价值与耗竭补偿.
非传统评价	1. 资源类型增多; 2. 资源来源两种(国内、国外); 3. 储备总量多; 4. 后备资源丰富.	1. 勘查周期短; 2. 技术水平高; 3. 资源增量多.	1. 技术水平高; 2. 资源耗竭少; 3. 尾矿成为人工矿床, 资源存量递减滞缓; 4. 负面环境影响减少; 5. 开发寿命长, 持续性强; 6. 矿业开发中社会问题协调; 7. 后矿业繁荣.	1. 集约; 2. 环保; 3. 高附加值.	1. 单一矿山与区域资源配置优化结合; 2. 可持续意义上竞争力评价; 3. 资源-环境-经济-社会多方位评价; 4. 两种资本来源(国内、国外); 5. 多种资本运作方式(多种金融市场手段); 6. 考虑资源资本价值与耗竭补偿.

将 REES 构型做为基本分析系统, 将其与非传统矿业评价体系融合, 建立相应的评价范围、理论、指标、方法与技术体系.

(1) 非传统范围. 传统的矿业开发中以经济评价为主, 而非传统的矿业开发评价应该是资源-环境-经济-社会因素的联合评价, 是对矿业发展的资源约束-环境约束-经济约束-社会约束的综合分析, 是对矿业开发中资源风险-环境风险-经济风险-社会风险的耦合规律. 矿业项目的竞争力评价是关键, 而这种竞争力评价必须是基于资源-环境-经济-社会系统即 REES 构型基础上的竞争力评价, 它不是基于某一时段的竞争力评价, 而是矿业项目可持续性意义上的竞争力评价, 不是针对个别矿山的可持续性竞争力评价, 而是针对某一区域甚至是矿业城市范围的资源优化配置基础上的可持续性竞争力评价. 因此说, 这是自然因素评价与非自然因素评价、经济因素与非经济因素评价、传统评价与非传统评价的集成化评价.

(2) 非传统评价理论. 如同传统的矿业经济学理论有其自身的理论支持, 非传统的矿业评价体系也有其自身的理论基础. 笔者认为, 除马克思的劳动价值理论及传统的经济评价理论外, 可持续发展理论是其重要理论基础. 其中, 资源环境价值理论和代际均衡理论在矿产资源开发领域内有重要的应用价值.

当前国际上运行着两种国民经济核算体系, 即物质产品平衡表体系(MPS)和国民帐户体系(SNA), 两者都表现为对资源不标价、不核算、无折旧, 对不可再生资源没有制定合适的折耗率. 在这样的资源价值观的基础上, 使传统的矿业经济评价失真, 使社会经济目标发生偏离, 从而造成人们对资源的不合理利用.

自然资源环境的利用不仅只是对已经凝结在其

中的人类社会劳动的占用, 也包括对后代人利益的损害. 资源与环境的不合理利用从而导致资源与环境的破坏, 从横向上可能牺牲或抑制相邻地区的发展, 从纵向上会牺牲后代的发展. 人们要恢复被破坏了的资源与环境, 就必须投入大量的社会劳动以恢复资源环境的功能. 资源环境的利用, 不仅应该支付已经凝结在自然资源中现在及过去投入的社会劳动所创造的那部分价值, 而且也应该支付对未来投入的社会劳动所创造的价值价值的占用. 这也是过去应用劳动价值理论所忽视的重要方面.

例如传统的矿产资源的最优开采模型, 未考虑到矿产资源资产价值、未考虑到应该支付的对未来环境治理的投入, 故笔者将其修正, 可用下式表示:

$$H = P \cdot Y_t - C(Y_t, X_t) - W \cdot Y_t - PE_t$$

$$(H \rightarrow \max, X_t \rightarrow \max, PE_t \rightarrow \min)$$

式中:  $H$  为净效益现值;  $P$  为矿产资源的单位价格;  $Y_t$  为  $t$  时间内矿产资源的开采量;  $X_t$  为  $t$  时间内的黄金矿产资源的可开采量(存量);  $C(Y_t, X_t)$  为  $t$  时间内资源开采成本;  $W$  为矿产资源可开采量变化内单位矿产资源资产租金或使用费;  $PE_t$  为未来环境治理费用负担额度. 目标函数  $H$  最大, 同时要求两个约束条件, 即资源存量最大, 未来环境治理费用最小.

可以说, 可持续发展理论将会成为非传统矿业评价理论的重要支柱之一. 由资源耗竭增量、污染物积累增量、劳动力人口增量换取经济增量的传统矿业发展模式必须逐步过渡到由资本增量、知识增量换取经济增量的非传统矿业发展模式道路上来.

(3) 非传统评价指标. 必须设立一套完善的多样性的指标体系, 才能反映 REES 问题的复杂性, 例如资源利用指标、环境污染指标、经济效益指标、社会协调指标、可持续性指标、竞争力指标及其综合指标等.

(4)非传统评价方法.非传统矿业问题的复杂性,决定了它不是用传统的经济评价方法所能完全解决的,因此评价方法及技术上的完善与提高是必要的.

基于 REES 构型的非传统矿业评价体系主要特点表现为:①全程性.它考虑了矿业勘查、开发、后矿业的全部问题,不仅考虑当代人的需求,还考虑下一代人的需求;②全方位.它是资源-环境-经济-社会及其外部系统的全方位评价;③动态性.它考虑了随时间因素变化不断出现新的非传统矿产资源,新的采选冶技术进步对评价因素的影响;④综合性.REES

构型基础上的非传统矿业评价并不是对有关资源、环境、经济、社会 4 个子系统的评价结果的简单叠加,而是在此基础上的综合研究,是具有完整意义的全新评价体系.

非传统矿业评价与传统矿业经济评价的若干区别见表 2.

参考文献:

[1] 王黎明.区域可持续发展——基于人地关系地域系统的视角[M].北京:中国经济出版社,1998.

## REES STRUCTURAL MODEL-BASED NONTRADITIONAL MINING EVALUATION SYSTEM

Yang Hongqing Zhao Pengda Li Wanheng

(Department of Geology and Mineral Resources, China University of Geosciences, Beijing 100083, China)

**Abstract:** The REES structural model is a theoretical model for the resources-environment-economy-society evaluation system. The nontraditional mining evaluation system is the application of the nontraditional mineral resources theory to the mining evaluation. The REES structural model-based nontraditional mining evaluation can be defined as the integrated evaluation in terms of the sustainable development on the basis of the REES structural model.

**Key words:** REES structural model; nontraditional mining evaluation; sustainable development.

\*\*\*\*\*

### 《地球科学——中国地质大学学报》 2000 年 第 25 卷 第 2 期 要目预告

大别-苏鲁构造带三叠纪碰撞缝合线的位置.....	索书田等
大别山北部石榴二辉麻粒岩变质结构和水活度及其演化特征.....	苏文等
粒度韧性剪切带岩石变形的影响.....	樊光明等
湖南省柿竹园矽卡岩矿床中石榴石特征.....	尹京武等
大兴安岭中生代两类流纹岩成因的地球化学研究.....	葛文春等
拼合的准噶尔盆地基底火山岩 Sr-Nd 同位素证据.....	郑建平
地质样品中 40 个微量、痕量、超痕量元素的 ICP-MS 分析研究.....	胡圣虹等
地下水水质参数在抽水过程中的不稳定性及其水化学模拟.....	贾国东等
水文地质单元内水化学类型形成某些机制问题的探讨.....	李旭东等