

# 矿产资源规划中供需形势分析的方法论

芮夕捷<sup>1</sup>, 白 华<sup>2</sup>

(1 长安大学 经济与管理学院, 陕西 西安 710064

2 长安大学 政治与行政学院, 陕西 西安 710064)

**摘 要:** 运用经济学和灰色系统理论, 探讨了矿产资源规划中供需形势分析的方法论。研究表明, 矿产资源需求受社会系统中众多因素的影响, 且影响的方式具有灰色特征, 故需求预测可合理地运用灰色系统模型; 矿产资源供给虽然也受许多社会因素的影响, 影响方式也具灰色特征, 但是矿产资源规划中的供给预测不能运用灰色系统模型, 因为它所依据的系统特征数据序列恰恰是矿产资源规划的结果; 矿产资源的供给预测可用基于供给函数分析的经验法或剔除新增采矿权对系统特征数据序列所作贡献的灰色系统预测法。

**关键词:** 矿产资源; 供需形势; 灰色系统预测模型; 方法论

**中图分类号:** F062 1

**文献标志码:** A

**文章编号:** 1671-6248(2010)04-0117-06

矿产资源规划要服从于矿产资源战略, 是对矿产资源战略的目标和意图的体现, 同时又是矿产资源政策制定的重要依据。矿产资源规划本质上是基于矿产资源国家所有制的矿产资源有效率开发利用的制度安排。作为一种产权制度安排形式, 矿产资源规划是对一定区域内的矿产资源进行合理开发和保护的总体部署, 使矿业活动存在交易费用条件下有效开发利用资源的制度安排<sup>[1]</sup>。“矿产资源规划的核心就是协调矿产资源开发利用和人口增长、社会经济发展、环境保护的相互关系, 达到变资源优势为经济优势的目的, 从宏观上指导矿业生产力布局 and 协调经济发展与人口、资源、环境的相互关系。”<sup>[2]</sup>

有效率开发利用矿产资源的首要条件是, 按照区域经济与社会发展对矿产资源提出的要求和区域矿产资源开发利用现状, 部署矿产资源的调查评价和勘查, 开发利用和保护。因此, 区域矿产资源供需形势分析是矿产资源规划的起点和基础, 也是矿产

资源规划所要协调的各种关系中的重大关系之一, 即矿产资源开发利用和人口增长、社会经济的关系。

矿产资源供需形势分析即分析区域社会经济发展对矿产资源的需求, 区域矿产资源开发能力对矿产资源需求的供给保障能力。在矿产资源规划期内, 现行矿产资源的供给总是无法保障矿产资源需求得到满足的。供给对需求的无保障性是由规划期内需求的动态增长和供给的静态增长之间的巨大差距所导致的不均衡性, 这种不均衡性也正是矿产资源规划必要性的所在。

目前矿产资源规划正处于一个从传统规划方法向现代规划方法的过渡时期。李树元在《陕西省矿产资源对 2010 年国民经济保证程度论证报告》中认为, 传统规划虽然在体系方面较为全面地体现了矿产资源规划的目的: 有效率地开发利用矿产资源, 但在规划时都采用经验估计方法, 矿产资源供需形势

收稿日期: 2010-11-07

作者简介: 芮夕捷 (1960-), 男, 江苏宜兴人, 教授。

分析极为典型地体现了这种方法论特点。按照国土资源部的要求,目前全国各地完成的第二轮矿产资源总体规划在供需形势分析中都采用了一些定量模型对矿产资源供给和需求进行了分析与预测。其中,选用灰色系统预测模型对矿产资源供需形势分析运用得较为广泛。实际上,灰色系统预测模型用于矿产资源供需预测具有较好的理论基础。但从灰色系统预测模型的运用看,仍有不少问题需要进行较为深入的理论分析。在矿产资源供给、需求研究中,有的没有以矿产资源需求影响因素和供给影响因素分析作为运用模型的基础<sup>[36]</sup>,有的则对矿产资源规划中矿产资源需求的动态分析法与供给的静态分析法不作区别<sup>[7]</sup>。因此,本文从上述角度进行分析,提出规划中供需形势分析的新方法。

## 一、矿产资源需求的影响因素分析

国民经济与社会发展对矿产资源需求具有重要决定作用的因素为:经济增长及其速度、产业结构及其调整、产业政策、社会的工业化程度以及进程、经济增长集约化程度、技术进步及技术经济政策、人口数量增加以及城市化发展等。经济总量越大、增长速度越快,经济社会发展对矿产资源的需求就越大。从产业结构看,第一产业发达的农业社会对矿产资源的依赖程度较低,因为其经济活动的水平较低,所需要的生产工具不仅数量少,而且也相对简单。当一个国家的经济发展到第二产业占有较大比重时,该国经济也就处于工业化时期。工业化时期的经济是一个高度依赖矿产资源投入的经济,是矿产资源使用强度最高的经济。尤其是工业化程度发展到人均GDP超过1000美元时,经济对矿产资源的依赖程度极高,矿产资源使用强度进入一个最大的时期。随着经济的进一步发展,当第三产业占有较大比重时,其经济对矿产资源的依赖程度就开始逐步下降。另外,社会的经济对矿产资源需求的程度,也分不同的阶段。工业化初期,社会经济发展对矿产资源需求相对较弱;在工业化发展处于较高水平时,人均矿产资源消费量就较大;当处于发达的工业阶段时,经济对矿产资源的需求将减弱,人均矿产资源消费量也随之降低。关于亚洲主要国家经济发展与矿产资源的人均消费水平之间的关系见图1<sup>①</sup>。

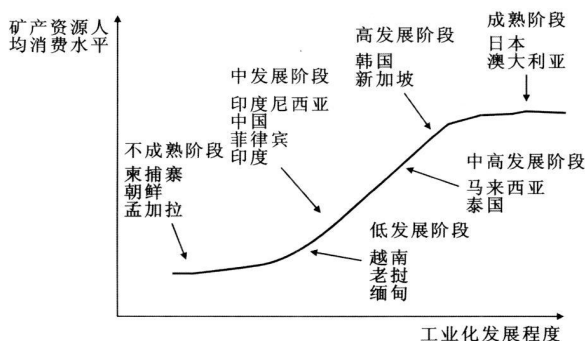


图1 亚洲主要国家经济发展阶段与矿产资源人均消费水平关系

从经济增长方式看,经济增长的集约化程度越高,经济对矿产资源的依赖程度就越小。经济增长方式的根本性转变与资源的市场化配置程度密切相关。一个经济体系越是更多地依靠市场的资源配置作用,其经济的集约化程度就越高。因此,随着市场经济不断深入发展,矿产资源的使用强度也较小。

技术经济政策对矿产资源使用强度的影响在于它以政策的形式鼓励企业使用某种合理的技术,淘汰不合理技术的使用。一般而言,技术经济政策主要是基于技术进步、促进经济集约化发展、出于环境保护和可持续发展的考虑,它们往往直接或间接地影响着矿产资源的使用强度。近年来对矿产资源使用强度有影响的技术经济政策主要有:促进技术进步的技改政策、促进环境保护的政策以及促进节约能源的政策等。当前节能减排政策对于人们的消费方式和企业的生产方式,从而对于矿产资源的使用强度都有极为重要的影响。

人口增长对矿产资源需求的影响表现为:即使矿产资源人均消费水平不变,人口规模越大,矿产资源的需求也越大。城市化本质上是人们生活方式的变化,当农业人口不断转化为城市人口时,这部分人对矿产资源的人均消费强度在提高,从而增加了对矿产资源的需求。

## 二、矿产资源规划中需求的灰色系统预测

如果使用  $g$  表示经济总量、 $v$  表示经济增长及

① 资料来源于陈毓川院士在“第七届全国矿床会议”上所作“矿产资源可持续供应问题及对策”的报告。

其速度、 $s$ 表示产业结构及其变化、 $d$ 表示产业政策、 $e$ 表示工业化进程、 $m$ 表示经济增长集约化程度、 $p_i$ 表示技术进步、 $p_e$ 表示技术经济政策、 $s_p$ 表示人口数量增加、 $u$ 表示城市化发展,则国民经济与社会发展对矿产资源需求 $Q_D$ 就可用如下函数关系计量:

$$Q_D = f(g, v, s, d, e, m, p_e, p_e, s_p, u, \dots) \quad (1)$$

其中,大部分的变量,如经济总量、经济增长速度、产业结构、城市化程度等都是随着时间的变化而变化的,因此矿产资源需求也是随着时间的推移而不断变化。如果能够明确各作用因素是对矿产资源需求产生影响的具体方式,则可以根据模型(1)对矿产资源需求进行准确预测。但是各因素对矿产资源需求影响的程度和方式是难以精确得知的,故很难运用模型(1)严格预测矿产资源的需求。另外,不同矿产的影响因素也不完全一样。譬如,金属矿产资源还存在回收利用等问题,这也会对矿产资源需求产生影响,因此很难详尽其影响因素。

故要完全以模型(1)为基础对各种矿产资源的需求进行预测是不现实的,但这种分析是进行矿产资源需求预测的必要基础。社会系统是一个复杂的大系统,矿产资源是支持国民经济与社会发展的基础性投入。分析影响矿产资源需求的因素本质上是对社会大系统中与矿产资源需求相关因素及其相互作用的分析。这种分析的作用一是它可以定性地确定矿产资源需求的发展趋势,从而为定性甚至经验性定量预测奠定基础;二是这种分析虽然使系统内部各要素之间相互作用的信息不能完全确定(白色系统),但也使系统成为非黑箱的灰色系统,从而可能使灰色系统理论对矿产资源需求的预测成为有效。

灰色系统有多个不同的预测模型:GM(1,1)、GM(1,N)、GM(Q,N)、GM(2,1)、DGM(1,1)和Verhulst等。其中,模型GM(2,1)、DGM(1,1)和Verhulst一般用于“非单调的摆动发展序列或有饱和的S形序列”<sup>[8]</sup>。各种问题的研究中,模型GM(1,1)较多地用于各种产量或需求的预测<sup>[9-10]</sup>。矿产资源需求的预测也较为普遍地运用模型GM(1,1),但是GM(1,1)用于需求预测的基础并没有得到阐明,从而容易引起预测的科学性问题。

灰色系统预测模型GM(1,1)是根据原始的系统特征数据序列做一次累加生成累加数列,并对累加生成数列建立预测模型的白化形式的微分方程:

$$\frac{dX^{(1)}}{dt} + aX^{(1)} = b \quad (2)$$

式中: $X^{(1)}$ 为一次累加生成的数据序列, $X^{(1)}(t) = \{x^{(1)}(1), x^{(1)}(2), \dots, x^{(1)}(n)\}$ ;  $t$ 为时间;  $a, b$ 为待定的参数,可利用最小二乘法求出。

将参数 $a, b$ 值代入并求解微分方程(2),可以得到GM(1,1)预测模型(或时间响应函数)为

$$\hat{x}^{(1)}(k+1) = (x^{(0)}(1) - \frac{b}{a})e^{-ak} + \frac{b}{a} \quad (3)$$

式中: $\hat{x}^{(1)}(k+1)$ 为第 $(k+1)$ 期的预测量;  $e$ 为自然常数;  $k$ 为 $t$ 的离散时点;  $x^{(0)}(1)$ 为初始值。

利用模型(3)就可以对矿产资源需求或产量进行预测。要使预测具有科学性,就必须明确模型(3)使用的前提条件。在模型(3)中,所有对矿产资源需求有影响的因素都不出现,只有逐年的矿产资源需求数据——系统特征数据序列。这一点恰恰是模型(3)的基本思想:社会系统中所有对矿产资源需求产生影响的作用因素,它们的具体作用或影响都体现在矿产资源逐年的变化中。因此从理论上讲,模型(3)运用的前提条件是:整个社会系统是一个平稳均衡系统。也就是说,社会系统中对矿产资源需求产生影响的作用因素以及作用力度与方向保持不变。事实上,模型(3)所要求的前提条件在中国现阶段的许多地区都是基本成立的。中国经济高速发展的宏观环境没有发生根本性的变化,工业化的深入发展对矿产资源消费需求快速增长的形势没有变化。因此可以合理地假定在今后的一段时期内,各种影响矿产资源需求的因素,如经济增长及其速度、产业结构及其发展、工业化进程、经济增长方式的转变、技术进步及技术经济政策、人口规模和城市化发展等,仍保持原有的作用方向和影响效应。

但问题是,有的地区GDP的增长速度不同于前期的增速。对这种地区,运用模型(3)对矿产资源规划中有关矿产资源需求进行预测,其前提条件就不复成立。对于非平稳均衡的社会系统(如区域GDP的增长速度突然调整等),矿产资源需求的预测仍可运用灰色系统预测模型,不过不再是模型GM(1,1),而必须使用带驱动项的模型GM(1,N),其白化方程的形式为

$$\frac{dX^{(1)}}{dt} + aX^{(1)} = \sum_{i=2}^N b_i x_i^{(1)} \quad (4)$$

相应的时间响应函数(即预测模型)为

$$\hat{x}_1^{(1)}(k+1) = [\hat{x}_1^{(1)}(0) - \frac{1}{a} \sum_{i=2}^N b_i \hat{x}_i^{(1)}(k+1) + 1] e^{ak} + \frac{1}{a} \sum_{i=2}^N b_i \hat{x}_i^{(1)}(k+1) \quad (5)$$

式中:  $\hat{x}^{(1)}(k+1)$  为驱动项模型下第  $(k+1)$  期的预测量;  $\hat{x}^{(1)}(0)$  为初始值;  $\hat{x}^{(1)}(k+1)$  为原数据;  $b_i$  为参数。

### 三、矿产资源供给的影响因素分析

影响矿产资源供给的主要因素有: 矿业权的变化、矿产品的市场价格、矿产品的生产成本、矿业的技术进步、矿业组织结构及矿产资源开发的技术经济条件等。如果使用  $r$  表示采矿权的变化、 $p$  为矿产品价格、 $c$  为成本、 $p_1$  为技术进步、 $\alpha$  表示矿业组织结构、 $c_e$  表示技术经济条件, 则矿产资源的供给函数  $Q_s$  可表示为

$$Q_s = g(\tau, p, c, p_1, \alpha, c_e, \dots) \quad (6)$$

式中:  $\tau, p, c, p_1, \alpha, c_e$  等都是时间的函数, 因此矿产资源供给也是随时间的变化而变化的。

矿业权包括探矿权与采矿权, 对矿产资源供给产生重要影响的是采矿权。采矿权变化有区域内登记的采矿权数量增加或减少、区域采矿权整合所致的采矿权变化、在国土资源部门管制下采矿权正常的市场流转所产生的变化等形式。在一定时期内, 通过增设新的采矿权是迅速提高矿产资源供给能力的重要途径。采矿权整合或由市场流转所引起的采矿权的合并也都会引发矿产品生产力和技术(尤其是作为软技术的管理)水平的提高, 从而提高矿产资源的供给能力。

矿产品是矿山企业的产出, 作为追求利润最大化的企业, 其矿产品的生产首先受到市场价格因素的影响。一般而言, 市场价格超高, 利润则越大, 企业就会倾向于增加其产出量。其次, 在市场价格一定的条件下, 矿山企业的生产成本则是影响其产出量的主要因素。企业的生产成本越低, 企业就会越倾向于增加其产量。

矿产资源开发的技术经济条件和矿业的技术进步等因素对矿产资源供给能力的影响是通过影响生产成本起作用的。矿产的品位是与矿产资源开发的成本直接相关。矿产资源所处地理位置的交通便利

程度、矿产品的运输距离、设备的安装、先进技术的可采用性等因素, 也是影响矿山企业生产的固定成本的重要因素。矿业的技术进步意味着生产成本更低, 矿产企业的矿产品在市场上更有竞争力。

矿业组织结构是指特定矿种生产的企业数量及规模分布, 一般用产业的集中度来度量。在矿产品全球竞争的情况下, 一个地区生产某种特定矿产品的企业规划越大, 则其生产由于规模经济和范围经济因素的影响而使生产成本更低, 从而使其矿产品在市场上更具有竞争力。实际上, 矿山企业在规模很小的情况下, 不仅私人成本高, 而且还有较高的社会成本。大矿小开不仅浪费资源, 同时也会有更多的负面环境影响。

### 四、矿产资源规划中供给的预测模型

正如前述, 灰色系统预测模型用于各种产量的预测。在非规划性地预测产量供给能力的情形下, 这是极为有效的预测方法, 因为产量的供给系统符合灰色系统的概念标准。但是仍须指出, 运用灰色系统预测模型时, 应当根据供给系统的不同条件或状况决定选用模型(3)或(5)。对于规划性的产量供给能力预测, 就必须谨慎使用灰色系统模型。

标准的矿产资源规划期限应为 5 年, 否则它就无法与区域国民经济与社会发展的计划保持一致。矿产资源规划意味着在确保矿产资源开发利用有效的原则下, 根据规划期内矿产资源供需缺口安排与设置新的采矿权以提高矿产资源的供给能力, 实现矿产资源的供需均衡。这充分表明, 规划期内矿产资源供给是指没有新增设采矿权情况下的矿产资源供给水平的预测。实际上, 根据供需缺口恰好是在规划期内新增设采矿权的依据。然而在运用灰色系统预测模型 GM(1, 1) 或 GM(1, N) 时, 所选取表征的系统特征数据序列都包含了前一个规划期内新增设的采矿权对矿产资源供给水平的贡献。根据这种数据序列对矿产资源供给水平所作出的预测, 实际上要么是假定规划期内新增设的采矿权对矿产资源供给水平的贡献与上一个规划期大致保持一致(采用模型 GM(1, 1)), 要么是假定规划期内新增设的采矿权对矿产资源供给水平的贡献有一定的提高或降低(采用模型 GM(1, N))。这 2 种情形都与矿产

资源规划的理念相悖, 矿产资源规划就是要在规划期内有效率地增设采矿权, 实现矿产资源的开发利用与保护。运用灰色系统理论进行矿产资源供给水平的预测, 本质上是将矿产资源规划所要规划的内容放到了规划的依据中, 这是违反矿产资源规划本身的逻辑。

从经济学的视角看, 新增设采矿权就相当于矿山所在的产业有新的进入者。矿产资源规划就是要在规划期内没有新进入者条件下预测矿产资源产业的产量供给水平, 属于一种静态分析或预测。预测方法可以采用经验法或者静态灰色系统理论法。所谓经验法是指根据国土资源管理部门一线管理人员或矿山工作人员的经验, 结合其他相关数据经验性地估算不增设新采矿权的情况下未来年份矿产供给水平。通过经验估算对矿产资源供给水平进行预测方法, 本质上包含了社会系统中除新增采矿权对矿产资源供给影响外的其他因素与作用对矿产资源供给水平的作用与贡献。如果在前期表征系统特征数据序列中剔除新增采矿权的贡献, 并运用灰色系统预测模型对矿产供给水平进行预测, 所得矿产资源供给水平为静态增长序列。从静态增长序列可以求得矿产资源供给增长率, 再结合供给水平, 即可对矿产资源未来供给水平进行预测, 并用于作为矿产资源规划基础的供需形势分析。

总之, 矿产资源规划中有关矿产资源供给的预测必须是规划期内不新增任何采矿权条件下矿产资源的逐年供给水平, 否则就是不符合矿产资源规划逻辑的供给预测, 从而不能用于矿产资源规划的供给预测。在此前提下, 可以运用经验法或剔除新增采矿权贡献的系统特征数据序列的灰色系统预测法对矿产资源供给进行预测, 也可以创新地运用其他方法进行预测。从方法论视角看, 剔除新增采矿权贡献的系统特征数据序列的灰色系统预测法有其充分的理论基础。

## 五、结 语

在矿产资源的传统规划中, 供需形势分析不仅缺少相关的需求函数和供给函数的完整定性分析, 更谈不上运用预测模型进行定量化预测。传统的矿产资源供需预测只是一种简单的经验推测, 从方法

论视角看极其缺乏理论依据。在学术界不懈努力下, 矿产资源供需形势分析已经从传统的简单经验预测方法正逐步过渡到定量方法分析与预测。针对这种状况, 本文较为系统地探讨了矿产资源规划中影响矿产资源需求与供给的各种因素以及它们对矿产资源需求与供给的影响方式, 建立了矿产资源规划中的需求函数与供给函数。在此基础上, 本文进一步探讨了运用灰色系统理论对矿产资源需求与供给进行预测的突出优势及运用各种灰色系统预测模型的理论依据。

本文所探讨的供需分析方法只限于矿产资源规划中供需分析法。尤其对矿产资源供给的分析与预测, 是严格限于矿产资源规划而言的。本文探讨的矿产资源是指已经开采出来的原矿矿产品, 实即投入国民经济与社会发展所需要的矿产资源(矿产品)。为确保矿产品的可持续开发与利用, 还必须有足够的自然形态的矿产资源可供开采。

### 参考文献:

- [1] 成金华. 中国矿产经济学研究现状和前景展望[J]. 理论月刊, 2005, 27(5): 5-9
- [2] 姜德义, 李林, 任松. 矿产资源规划的若干问题研究[J]. 重庆大学学报: 社会科学版, 2004, 10(4): 3-6
- [3] 李亮. 灰色GM(1,1)和神经网络组合的能源预测模型[J]. 能源研究与利用, 2005, 17(1): 10-13
- [4] 孙国文, 尹光志. 基于灰色系统理论的重庆市煤炭消费需求预测[J]. 重庆大学学报: 自然科学版, 2006, 29(7): 142-145
- [5] 张岐山. 能源需求的灰色预测方法[J]. 中国管理科学, 2002, 10(Z1): 352-354
- [6] 曹文虎, 侯运炳, 薛黎明, 等. 青海省能源矿产需求预测研究[J]. 金属矿山, 2004, 39(7): 8-11, 15
- [7] 薛东剑, 何政伟, 李发斌, 等. 数学模型在矿产资源供需分析中的应用[J]. 中国矿业, 2008, 17(11): 31-34
- [8] 刘思峰, 党耀国, 方志耕, 等. 灰色系统理论及其应用[M]. 3版. 北京: 科学出版社, 2004
- [9] 董明, 张珂. 全球镍产品供给与需求的灰色预测方法及其应用[J]. 科技情报开发与经济, 2008, 18(26): 85-87
- [10] 黄卫平. 广西水资源供需灰色系统预测模型研究[J]. 广西水利水电, 2005, 33(2): 5-9, 24

## Methodology for analyzing supply and demand situation in mineral resources planning

RU IXI<sup>1</sup>, BAI Hua<sup>2</sup>

(1 School of Economics and Management, Chang'an University, Xi'an 710064, Shaanxi, China)

(2 School of Politics and Administration, Chang'an University, Xi'an 710064, Shaanxi, China)

**Abstract** The thesis studies the methodology for analyzing supply and demand situation in mineral resources planning with the help of economics and grey system theory. The study reveals that the demands of mineral resources are affected by many factors in social system, and its ways are of grey system characteristics. Therefore, the demands of mineral resources can be rightly predicted through the models of grey system. The supplies of mineral resources are also affected by a lot of factors in social system, and the ways are also of grey system characteristics. But the supply predictions in mineral resources planning cannot be made with the model of grey system because datum sequence of system characteristics is the foundation of supply prediction, which was the result of mineral resources planning. However, the supply predictions of mineral resources can be made by empirical method based on the analysis of supply function or by prediction method of grey system based on datum sequence of system characteristics, which can get rid of the contribution of newly-increased rights for exploitation.

**Key words** mineral resource; supply and demand situation; prediction model of grey system; methodology

---

(上接第 106 页)

## Relationship between organization and individuals of Follett

LIPeiting

(School of Philosophy, Renmin University of China, Beijing 100872, China)

**Abstract** The author analyzes the relationship between organization and individuals of Follett from a psychological perspective. The result shows that the exposition for organizational characteristics of "holistic" and "body" can enable organizations to become the attribution of individual existence. It not only is a breakthrough in traditional organizational positioning, also is a new psychology, which will be a useful innovation on the organizational functions.

**Key words** Follett; organization; individual; ontology-existence