

矿产资源可持续力及其系统构建

余 敬¹, 姚书振²

(1. 中国地质大学管理学院, 湖北武汉 430074; 2. 中国地质大学资源学院, 湖北武汉 430074)

摘要: 以可持续发展理论与系统论为基石, 在前人矿产资源承载力、竞争力研究的基础上, 提出了融数量维、质量维和时空维, 强调发展、代际公平和协调于一体的矿产资源可持续力新概念, 并围绕可持续力将资源、经济、社会、环境和智力等要素系统化, 采用“聚焦法”构建出以“发展力”和“协调力”为两大支撑功能的矿产资源可持续力系统。

关键词: 矿产资源; 可持续力; 矿产资源可持续力系统。

中图分类号: F407.1 **文献标识码:** A

文章编号: 1000-2383(2002)01-0085-05

作者简介: 余敬(1963—), 女, 副教授, 在读博士, 1985年毕业于武汉地质学院探工系, 现主要从事资源经济学、企业管理学的教学与研究。

矿产资源是指由地质作用形成的, 具有利用价值的, 呈固态、液态和气态的自然资源。矿产资源是人类生存与社会可持续发展的重要物质基础。尽管一些发达国家已进入知识经济发展阶段, 但据统计, 目前世界上 95% 以上的能源、80% 以上的工业原料、70% 以上的农业生产资料均来自矿产资源^[1]。可见, 矿产资源的丰度、质量和储量, 将成为决定一个国家经济实力和潜力的重要标志之一, 矿产资源可持续性对一个国家的经济可持续发展具有举足轻重的作用。然而, 矿产资源是一种不可再生的自然资源, 其消耗具有不可逆性。它会随着人类的开采利用而逐渐减少直到耗竭。据预测, 以目前的消耗速度, 世界上石油、铜、锰、金、铝、锌、硫等重要矿产仅够用 20~40 a; 煤、天然气、铁也将在 120~330 a 内耗竭。对我国国民经济建设具有重要作用的矿产资源约有 40 种, 其中 15 种不能满足经济建设的需要^[2]。从长远来看, 矿产资源的不可再生性、稀缺性和有限性使其与可再生资源相比, 难以持续利用^[3], 而一个国家的经济发展对矿产资源具有高度依赖性, 那么如何使不可再生的矿产资源持续利用到经济的可替代资源出现之时, 对矿产资源可持续发展的水平、能力和动态趋势的研究则是最为急迫的重

中之重。另据经济学家们的研究发现, 在人均 GNP 处于 1 000~2 000 美元时对矿产资源的使用强度最大, 这实际上相当于工业化中期阶段。而我国在今后 20~30 a 内正处于工业化中期阶段, 对矿产资源的使用强度和人口均将进入高峰期, 因而对矿产资源的需求强度将愈来愈大, 供求矛盾将更为突出。由此可见, 矿产资源的可持续性不仅是关系到国计民生的根本依托, 而且也是国家经济安全的战略保障和人类社会可持续生存与发展的重要基础。因此, 研究矿产资源可持续发展能力具有重要的现实意义和深远的历史意义。

1 矿产资源可持续力的概念

1.1 从资源的承载力、竞争力到可持续力

有关资源可持续性的经济学研究始于古典经济学的土地承载力。1972 年罗马俱乐部发表《The Limits to Growth》(即《增长的极限》)之后, 承载力的研究在全球范围内形成了热点, 研究的重点主要是环境承载力, 而将资源视为环境的组成部分。与资源承载力研究有关的经济学理论有资源稀缺论、效率利用论、增长极限论、能力建设论、绿色发展论等。

关于矿产资源承载力的研究, 中国国土资源经济研究院的研究者们提出了矿产资源承载力的概念。王玉平等^[1]通过国内外资料分析, 提出了矿产资

源经济承载力的概念,即在一个可预见的时期内,在当时的科学技术、自然环境和社会经济条件下,矿产资源可支持的经济总量。他们构建出现有矿产资源经济承载力、预测矿产资源经济承载力、现有矿产资源经济平衡和预测矿产资源经济平衡等矿产资源承载力指标以及矿产资源承载力模型。通过测算我国 37 种主要矿产资源对经济总规模的承载能力,为我国矿产资源勘查和开发提供了重要的决策依据。他们在“我国矿产资源与可持续发展研究”课题成果中,基于“物质生产—人口生产—环境生产”三大生产分类理论,将矿产资源承载力进一步分成对物质生产的承载力、对人口生产的承载力和对环境生产的承载力,并提出了矿产资源承载力的指标体系。他们认为,矿产资源承载力是指在一个可预见的时期内,在当时的科学技术水平和自然条件允许的条件下,矿产资源的经济可采储量对社会经济发展的支持能力。

在我国著名的地质学家赵鹏大院士主持的国家计划委员会项目“我国中西部重要成矿区(带)——西南‘三江’地区主要矿产资源竞争力评价研究”中,课题研究者首先提出了将资源优势在一定时期内转化为经济优势的能力定义为资源竞争力。余瑞祥^[4]指出,资源竞争力是资源存量转化为货币收入流量的能力。资源优势、需求态势、区域环境是影响资源竞争力的 3 个非常重要的因素。王志宏^[5]进一步论述了矿产资源竞争力的影响因素,并建立了矿产资源竞争力评价指标体系和模糊综合评价模型。他强调只有同时具备资源优势和经济优势的矿产资源,才是具有竞争力的矿产资源。矿产资源竞争力一方面是由其资源优势所表现出来的竞争能力,另一方面又受市场环境、投资环境、生态环境等因素的影响所表现出来的竞争能力。矿产资源竞争力是由其内在素质和外部环境影响的综合体现^[5]。

然而,这些概念的提出比较偏重经济方面。从矿产资源竞争力来看,矿产资源竞争力侧重矿产资源的开发评价,即侧重评估一个地区或矿区能否将资源优势转化为经济优势,评估的对象是矿产资源开采、加工、利用条件。但是,竞争力强,并不意味着矿产资源可持续利用程度就高。从矿产资源承载力来看,虽然研究者们按叶文虎教授的三大生产理论,从矿产资源与经济、人口和环境关系上设计出 15 个动态性指标,体现了一定的可持续发展思想,但其更突出了承载力的经济功能,对环境承载力的

界定未能区分矿产资源自身的可持续利用与矿产资源对环境的影响,反映矿产资源自身可持续利用指标的地位也不够突出。类似的观点还有阎军印^[6]将物理学中电场理论与地质矿产经济学有机结合而提出的“资源经济势”概念,用以表达不同地区或同一地区不同资源在未来一定的市场需求形势下开发利用的综合经济优势的大小,或对开发投资吸引程度的大小^[6]。然而,资源经济势所强调的是社会经济活动对不同资源的需求强烈程度,并不能反映资源的可持续利用程度(可持续性)。

矿产资源可持续性作为人类社会可持续发展的重要保证,反映的是矿产资源可持续发展的状态、水平和能力。它不仅涉及矿产资源的经济可持续性,而且还涉及矿产资源的可持续性和环境可持续性。它强调发展、公平与协调,强调矿产资源可持续利用的代际性、人与矿的协调性、矿产资源分配的公平性以及矿产资源的动态发展性。因此,本文基于可持续发展的思想,从系统学角度提出了矿产资源可持续力的概念,以期更全面地刻画出矿产资源可持续性的本质。

1.2 矿产资源可持续力的概念与内涵

矿产资源可持续力(mineral resources sustainable power,简称 MRSP)是指在人类与矿产资源协调发展的过程中,矿产资源在时间(代内与代际间)和空间(区际间)上合理配置,使人类对矿产资源的开发利用的质量和数量不被降低而有所提高,从而满足人类社会发展的需要的能力。它强调人与矿的协调性、代内与代际间不同人、不同区域之间在矿产资源分配上的公平性、以及矿产资源动态发展能力等。它是矿产资源作为基本生产要素在质和量上对社会进步、经济发展和环境保护的支持或保证能力。它既是矿产资源可持续发展的目标,也反映了矿产资源可持续的勘查、开发、利用和保护的过程。它是由矿产资源、经济、社会(含人口)、环境和智力所构成的反映矿产资源可持续发展状态、水平、趋势和能力的复杂系统。

矿产资源可持续力是一个发展的概念,而非仅仅限于增长的内涵。这种发展可被定义为:“发展=增长+…”^[7]。增长偏重于数量的变化,而发展则是数量和质量(能力)变化并举,且更看重质量(能力)的变化。矿产资源可持续力既应反映矿产资源禀赋、结构方面的总量特征,更要反映矿产资源可持续利用的水平和能力。这是矿产资源可持续力内涵的精

髓,也是建立矿产资源可持续力系统的基础。

矿产资源可持续力是一个代际的概念。从时间维度上看,涉及代际间不同人所需矿产资源的状况与结构;从空间维度上看,涉及不同区域从勘查、开发利用、到保护全过程矿产资源的发展水平和趋势,它是一个强调代际与区际矿产资源公平分配的概念。

矿产资源可持续力是一个协调的概念。矿产资源与经济、社会、环境、智力构成了一个复杂的矿产资源可持续力巨系统。它是矿产资源、经济发展、社会进步、生态环境、智力水平和有序程度的总体反映。这种协调是时间过程和空间分布的耦合,是发展数量和发展质量的综合,是当代与后代对矿产资源的共建共享^[8]。

可见,矿产资源可持续力是一个涉及数量维、质量维和时空维、强调发展、代际公平和协调的系统概念。

2 矿产资源可持续力系统构建

可持续发展追求的是“人与自然”、“人与人”之间的协调发展^[9]。矿产资源作为“自然—经济—社会”复杂巨系统中的一个组成要素,它与整个社会大系统中的其他要素相互联系、相互作用,且为了实现可持续发展功能而结合成一个有机整体。因此,研究矿产资源可持续力,需要运用系统的观点进行研究。

2.1 矿产资源可持续力的系统学分析

所谓系统是指由相互联系、相互作用的若干要素结合而成的具有特定功能的且处于一定环境之中的有机整体。系统的要素、联系、功能和环境反映了系统的内涵。矿产资源可持续力作为研究对象,本身是一个特定的系统。它是指由矿产资源、经济、社会(含人口)、环境和智力所构成的反映矿产资源可持续发展状态、水平、趋势和能力的复杂系统,而并非仅仅指其中各个孤立的子要素。它是一个反映矿产资源可持续发展水平和能力的整体,与其内部各个部分,以及各个部分的相互关系、关系的变化及其结果和转化的统一体。矿产资源可持续力系统的功能由系统内矿产资源、经济、社会、环境和智力各子系统间的网络结构决定。

2.2 矿产资源可持续力模型建造

按照系统的观点,矿产资源可持续力作为一个系统,对内表现为系统内部的状态和结构,对外则表

现为一定的功能,结构决定功能,功能反作用于结构。因此,MRSP的大小取决于矿产资源可持续力系统的功能,这种功能由矿产资源、经济、社会(含人口)、环境和智力所构成的复杂系统内部各个组成部分的状态和结构、以及各组成部分相互联系相互作用状况决定。其模型 M_1 可表示为:

$$M_1 = f(MR, Ec, S, En, I, C),$$

可见,矿产资源可持续力 MRSP 是矿产资源禀赋和结构(MR)、经济发展水平(Ec)、社会发展和生活质量(S)、环境质量(En)、智力水平(I)以及矿产资源、经济、社会、环境、智力间协调力(C)的函数。

从矿产资源子系统来看,由于矿产资源可持续替代资源的存在,使得矿产资源可持续力由现有矿产资源与替代资源的可持续力共同决定。矿产资源可持续力除了受制于现有矿产资源禀赋、结构与利用效率外,还受到替代资源增加量、结构和利用效率的影响,以及科技进步、市场机制与其他生产要素等对其贡献力的影响,这些均将成为构建矿产资源可持续力系统中系统协调性的依据。其模型 M_2 可表示为:

$$M_2 = f(mr, nmr, nfmr, ast, k, l, m, g, c),$$

其中:mr表示现有的矿产资源;nmr表示非矿产资源;nfmr表示新发现和探明的矿产资源;ast表示科技进步;k表示资金;l表示劳动力;m表示市场机制;g表示政府职能,mr, nmr, nfmr, ast, k, l, m, g为矿产资源子系统状态参量;c是一个结构参量,用以表示mr, nmr, nfmr, ast, k, l, m, g之间的协调度。矿产资源可持续力的增强取决于矿产资源可持续力系统内各要素的量的增加和利用效率的提高以及结构变化。

2.3 矿产资源可持续力系统构建

2.3.1 矿产资源可持续力系统要素结构 从可持续发展的角度来看,矿产资源可持续力系统是一个十分复杂的时空交互影响的多层巨系统,它是由矿产资源、经济、社会、环境和智力等要素相互作用和相互联系组合成的统一整体。在矿产资源可持续力(MRSP)系统运行过程中(图1),经济子系统处于核心和支配地位,其他子系统与经济子系统之间存在着较强的相互联系和相互作用^[10]。矿产资源系统通过资源禀赋状态和资源结构不断调整和优化,对经济系统的经济发展提供支撑作用,而经济发展又加剧了资源的消耗;通过矿产资源的勘查开发利用,矿产资源系统在为经济系统提供物质保障的同时,也

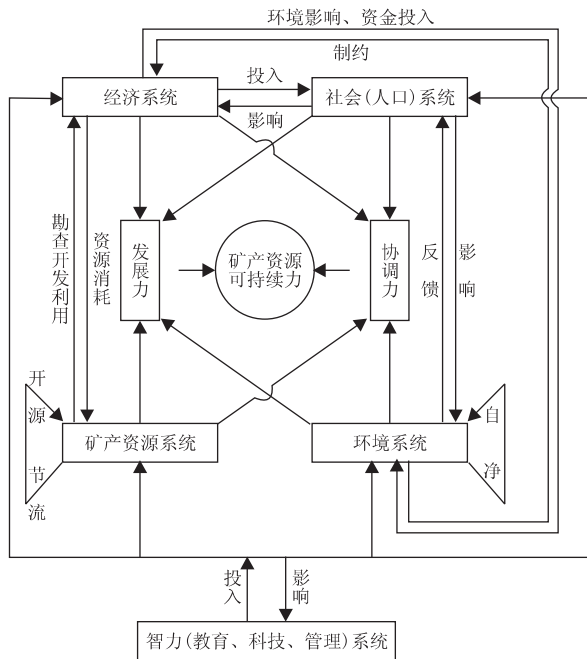


图 1 矿产资源可持续力(MRSP)系统运行示意

Fig. 1 Sketch of system operation of mineral resources sustainable power

给环境系统造成环境污染,环境恶化会影响到矿产资源的开发,环境系统环境治理资金的投入依赖于经济系统运行的效益,同时环境治理的效果又制约着经济系统未来的发展;社会系统中人口素质的提高会减少环境污染,而人口急剧膨胀等因素又会加剧环境污染,环境系统中的环境效应又会反馈给社会系统,从而直接影响人们的生活质量;社会系统中社会各项事业的发展 and 人们生活质量的提高,同样依赖于经济发展的水平,而社会因素(如人口的数量和质量等)又反过来会对经济发展施加影响,进而影响到矿产资源的可持续性。智力系统作为矿产资源可持续力巨系统中的限制因子,它通过教育能力、科技竞争力和管理能力等来影响矿产资源的可持续利用、经济和社会系统的运行、环境污染的治理与生态维护,而矿产资源、经济、社会和环境系统运行效果又会反过来制约智力系统中教育能力、科技竞争力和管理能力等的提高。矿产资源作为经济发展的重要物质基础,其禀赋与结构直接制约着经济发展的水平,经济系统的核心地位需要矿产资源系统的强大支撑,矿产资源系统与经济、社会、环境、智力系统间构成了动态的制约体系。因此,对矿产资源可持续力的评价,不仅应评价矿产资源、经济、社会、环境和智力各系统内部的状态与结构,而且还应评价矿产

资源可持续利用与经济、社会系统运行、环境污染治理与维护以及智力支持这几大系统要素之间的协调性和相互支持性。

2.3.2 矿产资源可持续力系统功能结构 系统的功能取决于系统内部要素的结构和状态,因此,矿产资源可持续力系统的功能,不仅决定于系统内部各个组成部分自身的状况,而且还决定于各个组成部分间相互联系相互作用的协调性。根据系统论和可持续发展理论,我们采用筛选聚焦法,从资源、社会、经济、生态环境、智力这 5 个方面构建出矿产资源发展力,来反映矿产资源可持续力系统内部的要素结构和状态,同时按多元(在此指资源、经济、社会、生态环境、智力)论的协同观设立协调力,用以反映矿产资源自身的协调(即资源的利用效率、各种资源之间如可再生资源与不可再生资源间转化效率等)、矿产资源与人之间的协调、矿产资源与环境间的协调、与社会、经济发展间的协调、与科技等生产要素之间的转化、以及与制度和管理等存量之间的协调状况。也就是说,作为反映矿产资源可持续发展状态、水平和能力的矿产资源可持续力系统功能,由矿产资源可持续力系统的发展力和协调力来体现(图 1)。

综上所述,通过对矿产资源可持续力系统分析,可形成以下认识:(1)矿产资源可持续力是一个特定的系统,而并非仅仅指其中的资源、经济、社会、环境、智力各个孤立的子要素;(2)矿产资源可持续力系统的要素结构由矿产资源、经济、社会、环境和智力要素组成;(3)矿产资源可持续力系统的联系表现为:矿产资源、经济、社会、环境和智力要素间的联系、这些要素与矿产资源可持续力系统的联系、以及矿产资源可持续力系统与外部环境间的联系;(4)矿产资源可持续力系统的功能表现为发展和协调功能,这种功能通过系统整体表现;(5)矿产资源可持续力系统存在的目的在于实现矿产资源可持续发展。

参考文献:

- [1] 王玉平,卜善祥. 中国矿产资源经济承载力研究[J]. 煤炭经济研究,1998, 12: 15—18.
Wang Y P, Bu S X. Research on economic uphold power of mineral resources in China [J]. Coal Economic Research, 1998, 12: 15—18.
- [2] 王贵成. 矿产资源可持续利用评价指标初探[J]. 资源开发与市场,1999, 15(4): 197—199.
Wang G C. Preliminary probe of the evaluation target

- system on the mineral resources' continuous development and utilization [J]. Resource Development & Market, 1999, 15(4): 197-199.
- [3] 汤万金,高林,胡乃联. 资源可持续性分析[J]. 黄金, 1999, 20(5): 19-21.
Tang W J, Gao L, Hu N L. The analysis of the sustainability of resources [J]. Gold, 1999, 20(5): 19-21.
- [4] 余瑞祥. 自然资源的成本与收益[M]. 武汉:中国地质大学出版社,2000.
Yu R X. Costs and profits of natural resources [M]. Wuhan: China University of Geosciences Press, 2000.
- [5] 王志宏. 矿产资源竞争力综合评价[J]. 辽宁工程技术大学学报(自然科学版),2000,19(4): 437-440.
Wang Z H. Comprehensive assessment of mineral resources competitive power [J]. Journal of Liaoning Technical University (Natural Science), 2000, 19(4): 437-440.
- [6] 阎军印. 资源经济势——区域矿产资源经济决策的新途径[J]. 中国地质矿产经济,1998, 11: 6-9.
Yan J Y. Potential energy of resources economics — new channel of policy-making of regional mineral resources economics [J]. China Geology & Mining Economics, 1998, 11: 6-9.
- [7] 毕世杰,马春文. 发展经济学[M]. 北京:高等教育出版社,1999.
Bi S J, Ma C W. Development economics [M]. Beijing: Higher Education Press, 1999.
- [8] 中国可持续发展研究组. 2000 中国可持续发展战略报告 [M]. 北京:科学出版社,2000.
Research Group of Sustainable Development of China. Strategy report on sustainable development of China [M]. Beijing: Science Press, 2000.
- [9] Hackett S C. Environmental and natural resources economics: theory, policy, and the sustainable society [M]. Armonk, New York, London, England: Sharpe M E Inc, 1998.
- [10] 汤万金,高林,李详仪. 矿区可持续发展指标体系与评价方法研究[J]. 系统工程理论与实践,1999, 19(12): 114-119.
Tang W J, Gao L, Li X Y. Evaluation index system and evaluation method of sustainable development in mining areas [J]. Systems Engineering Theory & Practice, 1999, 19(12): 114-119.

Mineral Resources Sustainable Power and System Construction

Yu Jing¹, Yao Shuzhen²

(1. Faculty of Management, China University of Geosciences, Wuhan 430074, China; 2. Faculty of Earth Resources, China University of Geosciences, Wuhan 430074, China)

Abstract: This paper, from the findings of both mineral resources uphold power (MRUP) and mineral resources competitive power (MRCP), develops a new conception of mineral resources sustainable power (MRSP) integrating quantity, quality and time—space dimension but emphasizing development, intertemporate fairness and coordination on the basis of sustainable development and system theory. Moreover, it discusses the system composed of such factors as resources, economy, society, environment and intelligence from system science. Based on sustaining functions of development power and coordination power of MRSP system, MRSP system is also constructed with focus method.

Key words: mineral resources; sustainable power; system of mineral resources sustainable power.