

【经济学学术前沿书系】

RESEARCH ON EVALUATION
AND STRATEGY OF SUSTAINABLE SUPPLY
OF KEY MINERAL RESOURCES

重要矿产资源可持续供给 评价与战略研究

余敬 张京 武剑 王小琴◎著



中国重要矿产资源的可持续供给能力如何？如何科学评价并预测中国重要矿产资源的可持续供给能力？重要矿产资源的可持续供给方案是怎样的？

如何通过合理的开发利用、高效的资源配置，缓解矿产资源不可再生与资源需求日益攀升之间的矛盾，是我国面临的亟待解决的问题，也是我国社会、经济可持续发展的内在要求。因此，研究如何科学地评价、预测矿产资源可持续供给能力，具有重大的理论和实际价值。

【经济学学术前沿书系】

重要矿产资源可持续供给 评价与战略研究

余敬 张京 武剑 王小琴◎著



经济日报出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

重要矿产资源可持续供给评价与战略研究 / 余敬著

—北京: 经济日报出版社, 2015. 1

ISBN 978 - 7 - 80257 - 772 - 5

I. ①重… II. ①余… III. ①矿产资源—研究—中国
IV. ①F426. 1

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2015) 第 024704 号



作者	余敬 张京 武剑 王小琴
责任编辑	陈礼滢
责任校对	王晓梅
出版发行	经济日报出版社
地址	北京市西城区右安门内大街 65 号 (邮政编码: 100054)
电话	010 - 63567683 (编辑部) 010 - 63516959 83559665 (发行部)
网址	www.edpbook.com.cn
E - mail	edpbook@126.com
经销	全国新华书店
印刷	北京京华虎彩印刷有限公司
开本	710 × 1000 毫米 1/16
印张	14.5
字数	276 千字
版次	2015 年 3 月第一版
印次	2015 年 3 月第一次印刷
书号	ISBN 978 - 7 - 80257 - 772 - 5
定价	38.00 元

版权所有 盗版必究 印装有误 负责调换

教育部人文社会科学研究规划基金项目 (No.13YJA790143) 资助
中国地质大学 (武汉) 资源环境经济研究中心开放基金重点项目 (No.H2013003A) 资助

前 言

随着经济的全球化,全球资源的供需格局发生了巨大的变化,矿产资源尤其是重要矿产资源的可持续供给问题日益突出,已成为我国乃至全球面临的重大的资源战略问题。我国矿产资源虽然总量丰富,矿种齐全,但人均不足,且贫矿和难选矿多、富矿少,单一矿种矿少、共生伴生矿多,大宗、战略性矿产严重不足。根据《2011 中国矿产资源报告》,我国重要矿产资源的供需矛盾日益加剧,截至2010年末,能源缺口达2.6亿吨标准煤;到2020年,我国的天然气、铁矿石、铜矿、铝矿的供需缺口将分别达到15.06亿立方米、9.25亿吨、38.96万吨、272.1万吨;到2020年我国45种主要矿产中,有19种矿产将出现不同程度的短缺,其中11种为国民经济支柱性矿产(2008—2015年全国矿产资源规划)。石油和大宗战略性矿产资源安全受国际市场掌控。2010年我国石油、铁矿石、铜、铝和钾等大宗矿产对外依存度分别为54.8%、53.6%、71.0%、52.9%和52.4%。重要矿产品价格高位运行,石油和黄金价格大幅攀升,铁、铜、铝、铅、锌、镍等重要矿产品价格持续走高。因此,迫切需要从全球视角来研究我国重要矿产资源的可持续供给问题,从而提高安全保障能力。

虽然学者们都纷纷对矿产资源可持续供给问题加以研究,然而他们主要聚焦于矿产资源可持续供给的概念、影响因素、评价指标、评价与战略对策等方面的研究,较少涉及矿产资源可持续供给能力的科学预测,尤其是对模型构建、评价指标体系设计、评价与预测等方面进行综合性研究比较少。因此,本书将试图回答以下问题:中国重要矿产资源的可持续供给能力如何?如何科学评价并预测中国重要矿产资源的可持续供给能力?重要矿产资源的可持续供给方案是怎样的?

基于此,本书将综合运用层次分析、模糊综合评价、模糊神经网络等方法,在矿产资源可持续供给评价指标体系设计、系统构建、评价与预测、战略体系等方面展开探讨,对我国重要矿产资源可持续供给状态以及发展态势进行科学评价与预测,以期为我国政府掌握重要矿产资源可持续供给动态、建立战略保障体系提供科学依据。

本书共分十章。

第一章绪论。首先介绍了选题背景与研究意义,然后界定了矿产资源可持续供给、重要矿产资源的内涵,最后概述了本书的研究目标、研究内容以及研究方

法等。

第二章矿产资源可持续供给理论基础。探讨了矿产资源可持续供给研究的五大理论基础：矿产资源相关理论（安全、生态文明与节能减排）、需求供给理论、可持续发展理论、系统理论、循环经济理论。具体内容包括矿产资源安全的概念、类型、特征、影响因素及其与国家安全之间的关系；生态文明的概念、生态文明与可持续发展和循环经济的关系及矿区生态文明；节能减排的概念和我国矿业推进节能减排的意义；矿产资源需求和供给的概念及其影响因素；可持续发展的概念和基本理论；系统的概念、系统分析和系统协调；循环经济的概念、特征、原则及矿业循环经济等。这些理论为后续研究矿产资源可持续供给奠定了基础。

第三章矿产资源可持续供给研究综述。在回顾国内外矿产资源可持续供给的相关概念的基础上，从矿产资源可持续供给影响因素、矿产资源可持续供给评价、矿产资源可持续供给预测、矿产资源可持续供给战略四个方面，对国内外研究成果进行了评析，指出了研究中的不足。通过评析，为后续矿产资源可持续供给模型建立、指标体系设计、评价与预测、以及保障战略明确了方向。

第四章我国重要矿产资源开发利用现状分析。本章概述了我国矿产资源概况（禀赋与种类、特点以及重要矿产资源分布），从地质勘查投入、地质矿产勘查工作量、重要地质矿产勘查成果、重要矿产资源查明储量情况等方面详细分析了我国重要矿产资源开发现状，从矿业现状、重要矿产资源产量、难以利用的重要矿产资源、矿产资源综合利用、矿产资源开发利用技术、矿产资源开发利用法律和法规等方面分析了矿产资源利用现状，揭示了其开发利用中存在的主要问题。

第五章我国重要矿产资源可持续供给形势分析。本章在概述我国矿产资源总体供需状况的基础上，分析了我国重要矿产资源的总体形势、石油等18种重要矿产资源的供需状况、重要矿产品价格、以及重要矿产资源进出口状况，指出了我国矿产资源可持续供给面临的问题，对我国矿产资源供给形势进行了预测。

第六章矿产资源可持续供给系统解析。本章以可持续发展理论、系统论和循环经济理论为基石，提出了融矿产资源、社会经济、生态环境、政治军事、技术为一体的矿产资源可持续供给系统，阐述了矿产资源可持续供给系统的整体性、公平性、时空性、协同性和可持续性等特征，系统解析了矿产资源可持续供给的本质、可持续供给系统要素结构和功能结构、以及运行机制，为矿产资源可持续供给能力评价建立了理论框架。

第七章矿产资源可持续供给能力评价体系设计。本章首先研究确定出影响矿产资源可持续供给的关键因素，阐述了其指标设计原则，然后在吸收已有的国内

外研究成果的基础上,基于矿产资源可持续供给系统结构与功能,构建出由国内矿产资源供给、国外矿产资源获取、国内需求、国家保障四部分构成的矿产资源可持续供给能力评价指标体系。对每个指标的定义、功能与计算方法都给出了详细的释义。

第八章我国重要矿产资源可持续供给能力评价。本章首先基于矿产资源可持续供给能力的模糊性与不确定性,确定了模糊综合评价法作为评价方法,介绍了方法原理;然后基于AHP和模糊综合评价方法建立了矿产资源可持续供给能力评价模型,对权重的获取、隶属度矩阵的获取等过程以及模糊综合评价步骤作了详细的说明;最后分别对能源矿产(石油、煤炭)、金属矿产(铁、铜)、非金属矿产(磷)等重要矿产资源的可持续供给能力分别进行了评价,为重要矿产资源可持续供给能力评价提供了科学的方法指导。

第九章我国重要矿产资源可持续供给态势预测。本章基于矿产资源可持续供给系统的非线性特征,运用BP神经网络方法,建立了我国重要矿产资源可持续供给预测模型,利用2007—2011年数据训练和检验模型,分别对2012—2014年煤炭、石油、铁矿、铜矿和磷矿的可持续供给能力进行了预测,为政府矿产资源可持续发展政策的制定提供科学依据。

第十章我国重要矿产资源可持续供给战略。本章基于不同类型重要矿产资源可持续供给能力评价与预测结果,通过分析和借鉴美国的动态、开放式全球战略、日本的海外投资保障和合作开发战略、澳大利亚的引资开发本土资源战略、加拿大的国际矿业融资战略、原苏联的资源自给自足战略等世界主要国家实施的全球资源战略,确定了我国矿产资源可持续供给的指导思想、战略目标与战略重点,分类制定了我国战略性能源可持续供给战略、支柱性短缺矿产资源可持续供给战略、以及优势矿产资源可持续供给战略,提出了矿产资源可持续供给战略实施措施,为我国矿产资源可持续发展提供了有价值的参考。

国内外对矿产资源可持续供给虽有一定的研究,但多侧重于对矿产资源的供给安全与可供性方面的指标体系设计,而集模型构建、评价和预测于一体的研究很少,尤其是针对不同类型重要矿产资源供给安全与可供性展开系统的理论与实证研究的很少。本书的创新之处在于:综合运用层次分析、模糊综合评价、模糊神经网络等方法,在矿产资源可持续供给评价指标体系、模型建立、评价与预测、战略体系等方面提出全新的思路与科学的方法,对我国重要矿产资源可持续供给状态以及发展态势进行了科学的评价与预测。

本书由余敬、张京负责总体框架设计和总纂工作。前言由余敬撰写,第一章由余敬、张京撰写,第二章由郭静、余敬撰写,第三章由张龙撰写,第四章由张

倩倩撰写,第五章由王小琴撰写,第六章由张京、余敬撰写,第七章由王小琴撰写,第八章由张龙、余敬撰写,第九章由张京撰写,第十章由王小琴、武剑、殷景峰撰写。詹敏、殷景峰、冷琦琪、孙雪萌参与了资料收集与整理工作,胡翠娟参与了校对工作。

本书得以问世,特别感谢中国地质大学(武汉)资源环境经济研究中心的大力支持,以及责任编辑为本书出版付出的辛劳。本书参考和引用了国内外相关成果和文献资料,在此深表谢意。

由于目前有关矿产资源可持续供给的研究尚缺乏系统的理论框架,尤其是针对重要矿产资源可供性的评价与预测研究很少,本书在此方面作了有益的探索与研究,但难免还存在不足之处,恳请读者批评指正。

著者

2014年10月

目录

CONTENTS

前言

第一章 绪论	001
第一节 研究背景与意义	002
一、研究背景	002
二、研究意义	003
第二节 相关概念界定	004
一、矿产资源可持续供给的界定	004
二、重要矿产资源的界定	005
第三节 本书简介	005
一、研究目标与内容	005
二、研究方法与技术路线	007
第二章 矿产资源可持续供给理论基础	009
第一节 矿产资源相关理论	010
一、矿产资源安全理论	011
二、矿产资源与生态文明	018
三、矿产资源与节能减排	023
第二节 可持续发展理论	025
一、可持续发展的定义和内涵	025
二、可持续发展的目标	027
三、可持续发展的基本理论	027
第三节 系统理论	029
一、系统的概念与特征	029
二、系统分析	030
三、系统协调	030

第四节 循环经济理论	031
一、循环经济的概念.....	032
二、循环经济的特征.....	033
三、矿业循环经济.....	034
第五节 需求供给理论	036
一、矿产资源需求理论.....	036
二、矿产资源供给理论.....	038
第三章 矿产资源可持续供给研究综述	041
第一节 矿产资源可持续供给的相关概念	042
第二节 矿产资源可持续供给影响因素	044
一、国外研究.....	045
二、国内研究.....	046
三、评析.....	047
第三节 矿产资源可持续供给评价	048
一、国外研究.....	048
二、国内研究.....	050
三、评析.....	052
第四节 矿产资源可持续供给预测	053
一、国外研究.....	053
二、国内研究.....	054
三、评析.....	055
第五节 矿产资源可持续供给战略	055
第六节 现有研究评述	058
第四章 我国重要矿产资源开发利用现状分析	061
第一节 我国矿产资源概况	062
一、我国矿产资源种类及重要矿产资源的分布.....	062
二、我国矿产资源的特点.....	066
第二节 我国重要矿产资源开发现状	067
一、我国矿产资源地质勘查概况.....	067
二、我国重要矿产资源查明储量情况.....	071
第三节 我国重要矿产资源利用现状	075
一、我国矿业现状.....	075

二、我国重要矿产资源产量·····	076
三、我国难以利用的重要矿产资源状况·····	079
四、我国矿产资源综合利用现状·····	080
五、我国矿产资源开发利用技术现状·····	081
六、我国矿产资源开发利用法律和法规现状·····	083
第四节 我国矿产资源开发利用的主要问题·····	084
一、选冶工艺技术落后, 资源利用率低·····	084
二、我国矿产资源开发利用法律法规不健全·····	085
三、资源开发利用中的生态环境问题·····	086
第五章 我国重要矿产资源可持续供给形势分析·····	091
第一节 我国矿产资源总体供需状况·····	092
第二节 我国重要矿产资源供需状况·····	094
一、总体形势·····	094
二、供需状况·····	096
第三节 我国重要矿产品价格·····	099
第四节 我国重要矿产资源进出口状况·····	100
一、进出口政策·····	100
二、总体形势·····	101
三、重要矿产资源进出口状况·····	102
四、我国矿产品进出口贸易特点·····	111
第五节 我国矿产资源可持续供给面临的问题·····	114
第六节 我国矿产资源供给形势预测·····	115
一、矿产资源需求增长趋势预测·····	115
二、矿产资源供给形势预测·····	117
第六章 矿产资源可持续供给系统解析·····	119
第一节 矿产资源可持续供给系统内涵与特征·····	120
一、矿产资源可持续供给系统内涵·····	120
二、矿产资源可持续供给系统特征·····	121
第二节 矿产资源可持续供给系统结构与功能·····	123
一、要素结构·····	123
二、系统功能·····	127
第三节 矿产资源可持续供给系统运行机制·····	128

一、运行动力	128
二、运行机制	129
第七章 矿产资源可持续供给能力评价体系设计	133
第一节 影响矿产资源可持续供给的关键因素确定	134
一、矿产资源供给影响因素	135
二、矿产资源需求影响因素	137
三、国家保障因素	137
第二节 矿产资源可持续供给能力指标设计原则	139
一、系统性原则（整合性原则）	139
二、科学性原则	139
三、明确性原则	139
四、时空性原则（代际与区际原则）	139
五、可操作性原则	140
六、动态性原则	140
七、可比性原则	140
第三节 矿产资源可持续供给能力评价体系构架	140
第四节 矿产资源可持续供给能力评价指标体系	141
一、国内矿产资源供给指标	142
二、国外矿产资源获取指标	143
三、国内需求指标	144
四、国家保障指标	144
第八章 我国重要矿产资源可持续供给能力评价	149
第一节 评价方法的确定	150
第二节 模糊综合评价方法介绍	151
一、基本原理	151
二、主要步骤	151
第三节 矿产资源可持续供给能力评价模型的建立	153
第四节 重要矿产资源可持续供给能力评价	158
一、确定评价因素权重	158
二、能源矿产资源可持续供给能力评价	165
三、金属矿产资源可持续供给能力评价	169
四、非金属矿产资源可持续供给能力评价	174

	五、评价结果分析	176
第九章	我国重要矿产资源可持续供给态势预测	179
	第一节 预测方法的确定	180
	第二节 BP 神经网络模型介绍	181
	一、BP 神经网络的结构和模型	181
	二、BP 神经网络的基本原理	183
	三、BP 神经网络的优劣势	184
	四、BP 神经网络预测的基本步骤	185
	第三节 重要矿产资源可持续供给能力预测	186
	一、重要矿产资源可持续供给能力 BP 预测模型构建	186
	二、数据及标准化	187
	三、网络训练	188
	四、预测	194
第十章	我国重要矿产资源可持续供给战略	195
	第一节 战略目标和战略重点	196
	一、指导思想	196
	二、战略目标	197
	三、战略重点	198
	第二节 世界主要国家矿产资源可持续供给战略	199
	一、美国的动态、开放式全球战略	200
	二、日本的海外投资保障和合作开发战略	201
	三、澳大利亚的引资开发本土资源战略	203
	四、加拿大的国际矿业融资战略	204
	五、原苏联的资源自给自足战略	204
	第三节 我国矿产资源可持续供给战略体系	205
	一、战略性能源可持续供给战略	205
	二、支柱性短缺矿产资源可持续供给战略	206
	三、优势矿产资源可持续供给战略	207
	第四节 我国矿产资源可持续供给战略实施措施	207
	参考文献	214

第一章 绪 论

第一节 研究背景与意义

一、研究背景

矿产资源是不可再生资源,具有稀缺性,储量有限,由于受科技发展水平、成本等因素的限制,矿产资源的替代性资源的开发和推广使用难度大,进程缓慢。矿产资源作为工农业的“粮食”和“血液”,是我国国民经济和社会发展的物质基础和重要保障。据统计,我国超过 95% 的一次能源、80% 以上的工业原料、大部分农业生产资料都来源于矿产资源,1/3 的农业用水和饮用水取自属于矿产资源范畴的地下水。我国矿业及矿产品加工业产值在全国 GDP 中所占比重达 30% 以上,而且还支撑了约 90% 的其他产业的发展(汪云甲,2003;张吉军,2005)^{[1][2]}。然而随着全球人口的增长和经济的不断发展,人类社会对矿产资源的需求量持续攀升,矿产资源的稀缺性和人类社会不断增长的矿产资源需求之间形成了尖锐的矛盾。

随着经济的全球化,全球资源的供需格局发生了巨大的变化,矿产资源尤其是重要矿产资源的可持续供给问题突出,已成为我国乃至全球面临的重大的资源战略问题。我国矿产资源虽然总量丰富,但人均不足,且贫矿多、富矿少,单一矿种矿少、共生伴生矿多,大宗、战略性矿产严重不足。根据《2011 中国矿产资源报告》,我国重要矿产资源的供需矛盾日益加剧,截止到 2010 年末,能源缺口达 2.5 亿吨标准煤,到 2020 年,我国的天然气、铁矿石、铜矿、铝矿的供需缺口将分别达到 15.06 亿立方米、9.25 亿吨、38.96 万吨、272.1 万吨;到 2020 年我国 45 种主要矿产中,将有 19 种矿产将出现不同程度的短缺,其中 11 种为国民经济支柱性矿产(2008—2015 年全国矿产资源规划)。石油和大宗战略性矿产资源安全受国际市场掌控。2010 年我国石油、铁矿石、铜、铝和钾等大宗矿

产对外依存度分别为 54.8%、53.6%、71.0%、52.9% 和 52.4%。重要矿产品价格高位运行,石油和黄金价格大幅攀升,铁、铜、铝、铅、锌、镍等重要矿产品价格持续走高。一些重要矿产储采比下降,2010 年重要矿产储采比为:石油 16 年、铁矿 51 年、铜矿 38 年、铅矿 15 年、锌矿 18 年、金矿 12 年。因此,迫切需要从全球视角下来研究我国重要矿产资源的可持续供给问题,提高安全保障能力。

虽然学者们纷纷对矿产资源可持续供给问题加以研究,但他们主要聚焦于矿产资源可持续供给的概念、影响因素、评价指标、评价与战略对策的研究,较少涉及矿产资源可持续供给能力的科学预测,尤其是对模型构建、评价指标体系设计、评价与预测等方面进行综合性研究比较少。因此,本书将试图回答以下问题:中国重要矿产资源的可持续供给能力如何?如何科学评价并预测中国重要矿产资源的可持续供给能力?重要矿产资源的可持续供给方案是怎样的?

基于此,本书将综合运用层次分析、模糊综合评价、模糊神经网络等方法,在矿产资源可持续供给评价指标体系设计、系统构建、评价与预测、战略体系等方面展开探讨,对我国重要矿产资源可持续供给状态以及发展态势进行科学评价与预测,以期为我国政府掌握重要矿产资源可持续供给动态、建立其战略保障体系提供科学依据。

二、研究意义

如何通过合理的开发利用、高效的资源配置,缓解矿产资源不可再生与资源需求日益攀升之间的矛盾,是我国面临的亟待解决的问题,也是我国社会、经济可持续发展的内在要求。因此,研究如何科学的评价、预测矿产资源可持续供给能力,具有重大的理论和实际价值。

一方面,本研究从系统科学、可持续发展、循环经济的视角,构建了融资源禀赋、技术支持、社会支持、市场供需和政治保障于一体的矿产资源可持续供给系统,设计了全面的评价指标体系、构建了评价模型和预测模型,本研究将丰富和发展矿产资源可持续供给理论,为相关研究提供理论框架和方法指导,具有重要的理论价值。

另一方面,本研究基于不同类型重要矿产资源可持续供给能力的模糊综合评价和模糊神经网络预测结果,提出的我国重要矿产资源可持续供给战略方案,为政府制定资源战略和政策、保障资源安全、实现资源可持续利用提供了决策支持,具有重要的实践意义。

第二节 相关概念界定

一、矿产资源可持续供给的界定

从20世纪70年代出现的“矿产资源可供性”概念开始,学者们从不同的视角强调了该概念不同的侧重点。他们分别从资源禀赋、经济安全、市场竞争力等角度,强调了矿产品的供应能力、供求状况、为社会可提供的矿产储量与矿产品采出量,他们从关注矿产地质条件到更多关注市场调节作用,从关注国内到关注国内国际两个市场转变。强调矿产资源可供性是在一定的技术、市场和自然条件下,矿产资源对社会经济发展的供应能力。

本书认为矿产资源可持续供给是指在一定的技术、市场和自然条件下,通过科技、管理、经济、政策等手段和途径,确保矿产资源的储量和质量在一定时空范围内,对社会经济发展持续供给的能力。即既满足当代人对矿产资源的需求,又不对子孙后代的需求产生严重损害的能力。

其内涵可概括为:

(1) 矿产资源可持续供给是一个复杂的体系,涉及到矿产资源禀赋、技术、国内外供给与需求、经济、政治、运输、军事、政策与制度等方面。因此对矿产资源可持续供给能力的研究,必须从国内矿产资源供给、国外矿产资源获取、国内矿产资源需求、国家保障等方面来加以探讨。

(2) 矿产资源可持续供给实质是一种供需均衡状态,是充分利用“两种资源、两种市场”,充分考虑技术进步和市场变化的影响,实现矿产资源代际分配合理,经济、社会和生态综合效益最佳的发展方式,涉及到矿产资源的开发利用、保护及管理整个过程。

(3) 矿产资源可持续供给是一个动态的系统,在时间上和空间上是变化的。矿产资源可持续供给能力受资源禀赋条件、社会经济发展、地质勘查技术、矿产品供需形势、国家政治军事等因素的影响而不断变化。

(4) 要实现矿产资源可持续供给,需要凭借一系列手段与途径来实现,包括提高矿产资源开发利用的技术手段,调节资源价格、税费,调控“两个市场”的经济手段,鼓励节能减排的政策手段,完善资源制度的管理手段以及寻求新型替代资源的科研手段。