
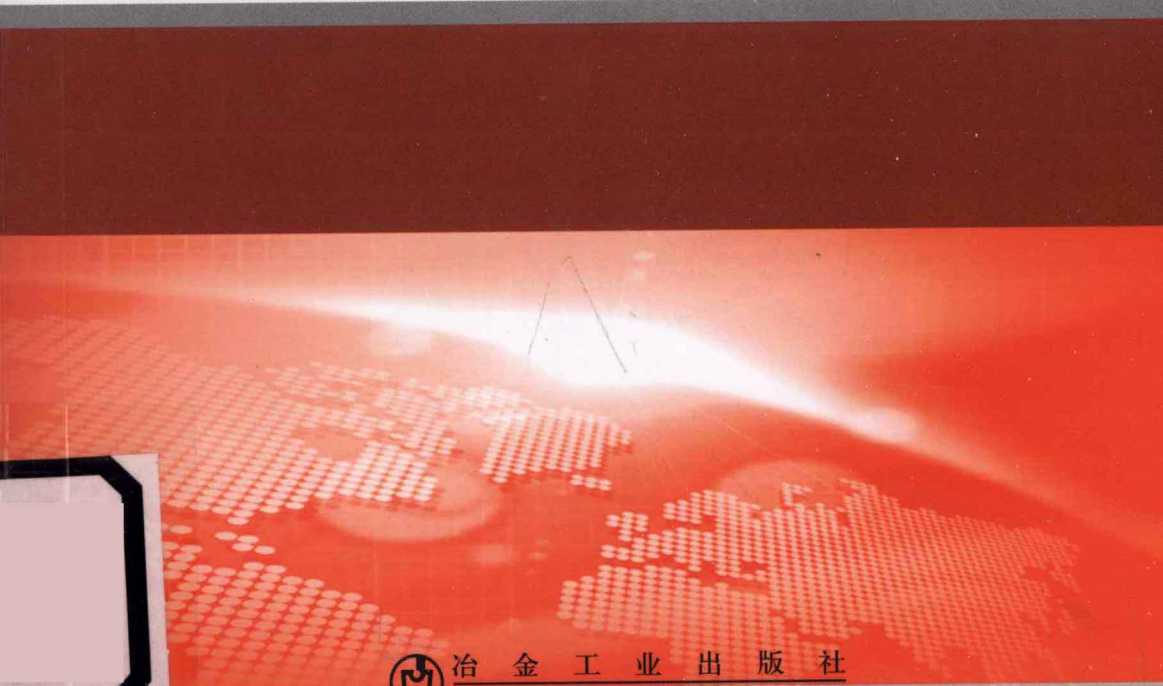




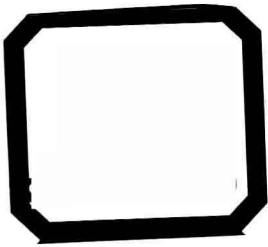
矿业投资决策

理论与方法

郑明贵 赖亮光 著



冶金工业出版社
Metallurgical Industry Press



秀学术著作出版基金资助

矿业投资决策理论与方法

郑明贵 赖亮光 著

北京

冶金工业出版社

2011

内 容 提 要

本书以矿业投资决策的理论与方法为研究主线,运用实物期权等多种方法进行综合研究,将柔性经营理念引入到矿业投资项目评价中,建立了相应的柔性决策模型,拓展了项目评价的研究范围,指出了增加项目净现金流量的途径,增强了项目的生存能力,并将研究成果系统应用于国内外两个矿业投资实例,得出传统 DCF 方法中投资项目净现值与本书中的投资项目动态净现值、改变运营规模期权(或复合期权)价值之间的简化关系,使得本书的理论成果易于被理解、接受与推广。

本书可供矿山管理人员、工程技术人员以及政府有关部门管理人员阅读,也可供高等院校矿业经济类专业的师生参考。

图书在版编目(CIP)数据

矿业投资决策理论与方法/郑明贵,赖亮光著. —北京:
冶金工业出版社, 2011. 6

ISBN 978-7-5024-5608-5

I. ①矿… II. ①郑… ②赖… III. ①矿业投资—
研究 IV. ①F407. 1

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2011)第 093199 号

出 版 人 曹胜利

地 址 北京北河沿大街嵩祝院北巷 39 号, 邮编 100009

电 话 (010)64027926 电子信箱 yjcs@cnmip.com.cn

责任编辑 廖 丹 美术编辑 彭子赫 版式设计 孙跃红

责任校对 石 静 责任印制 张祺鑫

ISBN 978-7-5024-5608-5

北京百善印刷厂印刷; 冶金工业出版社发行; 各地新华书店经销

2011 年 6 月第 1 版, 2011 年 6 月第 1 次印刷

148mm×210mm; 5.875 印张; 171 千字; 172 页

25.00 元

冶金工业出版社发行部 电话:(010)64044283 传真:(010)64027893

冶金书店 地址:北京东四西大街 46 号(100010) 电话:(010)65289081(兼传真)

(本书如有印装质量问题, 本社发行部负责退换)

前 言

矿产资源是人类社会生产最原始的劳动对象，是生产资料和生活资料的重要来源，是人们赖以生存和发展的基础。对矿产资源的合理开发与利用是人类社会赖以发展的动力和前提。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以及30%以上的工农业用水均来自于矿产资源。可见，矿产资源在人类社会和经济发展中起着基础性作用。

从世界范围来看，由于矿产资源的地质属性，其在世界各国、各地区的分布是极不均衡的，矿产资源的开发利用也是很有限的，而且其品质和开发的技术经济条件差别也很大，尤其是在经济欠发达国家。世界矿产资源丰富，大部分支柱性已探明储量的矿产储采比超过40年，铁矿、铝土矿超过100年。20世纪60年代末以来，发达资本主义国家陆续完成工业化进程，对主要矿产品的消耗量也趋于下降或稳定。与此同时，由于发展中国家尚未大规模进入工业化快速发展的矿产资源高耗费阶段，全球矿产资源供应整体上仍处于供大于求的格局中，这为我国经济合理地利用国内、周边国家乃至全球的矿产资源提供了千载难逢的好机会。

从全国范围来看，截至2004年，我国已发现矿产173种，探明有储量的矿产155种，其中金属矿产54种^[1]。我国正处于大量耗费矿产资源的工业化发展阶段，但大宗支柱性矿产无论是总量还是人均储量均与我国占世界21%人口的比例极不相称。石

油、天然气、铜、铁、铝、镍、金等占世界总储量的比例均小于5%，且资源保障年限远低于世界平均水平。主要金属矿产已探明人均储量不足世界人均值的1/4。铜和铝的人均储量只有世界平均水平的1/6和1/9。即使是较为丰富的煤炭资源，人均储量也只有世界平均值的90%。进入21世纪以来，随着国民经济的持续快速发展，对各种金属矿产资源的需求也大幅度增加，国内主要金属矿产资源已经不能满足需要，对外依存度不断上升。铁矿、铜矿、铝土矿、镍矿、金矿等都需要大量进口，钴、铬等金属矿产资源也严重短缺，而这种趋势在较长时期内将不会发生明显变化^[2]。充分利用全球矿产资源是我国经济、社会持续发展的必然选择。

在未来15~20年，伴随着印度，东南亚、南美等众多发展中国家，包括我国在内近30亿人口的全球新一轮工业化高潮的到来，对矿产资源的需求将会又一次高涨。新一轮工业化国家涉及的人口是上一轮工业化国家人口总和的4倍，对资源消耗的速度和数量将比20世纪的六七十年代更为猛烈。因此，必须从战略上高度重视。由于历史原因，我国错过了20世纪七八十年代全球资源供应的宽松时期。当前，必须紧紧抓住未来十几年这个稍纵即逝、难得的利用世界矿产资源的战略机遇期，尽最大努力开发和利用矿产资源，尤其是海外矿产资源，为我国的工业化以及更长期的现代化建设奠定雄厚的资源基础。

受传统计划经济观念影响，我国矿业企业投资，尤其是海外矿业投资经验不足。矿业投资中如果出现重大决策失误，将会严重影响我国矿业企业的发展，甚至会导致其资金链断裂。因此，

如何适当规避风险，科学决策是一个非常值得研究的课题。

本书以柔性理论为基础，提出矿业投资项目应当在传统经济评价的基础上，找出项目可行的必要条件，即实行柔性决策。这就意味着在矿业投资项目技术经济评价中，不能固守在技术方案确定之后被动地计算经济指标，而是积极地寻求最佳生产要素的组合；在风险面前不是消极地规避与放弃，而是积极地指出项目成立的条件；在项目运营期内，当面临风险时，不再遵循固定的生产经营与管理模式，而是进行柔性管理，增强矿山企业适应市场经济的能力。这样，技术经济分析与评价才能成为矿业经济与管理中最活跃的因素。因此，本书以矿业投资决策的理论与方法为研究主线，运用实物期权等多种方法进行综合研究，将柔性经营理念引入到矿业投资项目评价中，建立了相应的柔性决策模型，拓展了项目评价的研究范围，指出了增加项目净现金流量的途径，增强了项目的生存能力，并将研究成果系统应用于国内外两个矿业投资实例，得出传统 DCF 方法中投资项目净现值与本书中的投资项目动态净现值、改变运营规模期权（或复合期权）价值之间的简化关系，使得本书的理论成果易于被理解、接受与推广。

本书是国家“十一五”科技支撑计划项目“国外矿产资源开发利用风险评价技术研究”（项目编号：2006BAB08B01）的子专题“海外矿产资源开发利用的技术经济评价研究”以及江西省社科规划办 2009 年学科共建项目“基于柔性理论的矿业投资决策理论与方法研究”（项目编号：09YJ238）的成果之一。在本书的撰写过程中，得到了南昌有色冶金设计研究院采矿室、技经室各位



前 言

专家的帮助，得到了北京科技大学蔡嗣经教授、李仲学教授、胡乃联教授、徐九华教授、李克庆教授的热心指导，得到了江西理工大学科技处、学科处各位领导的大力支持与热情帮助，在此一并表示感谢！

由于作者水平有限，书中不足之处在所难免，敬请广大读者予以批评指正。

作 者

2011年4月

目 录

1 绪论	1
1.1 矿业投资概述	1
1.1.1 矿业投资相关概念	1
1.1.2 矿业投资的分类	2
1.1.3 矿业投资的特点	3
1.1.4 矿业投资决策的主要内容	5
1.2 投资决策理论基础	5
1.2.1 传统静态投资决策理论	5
1.2.2 贴现现金流量法	6
1.2.3 实物期权理论	9
1.2.4 期权博弈理论	12
1.3 实物期权理论在矿业投资决策中的应用	14
1.3.1 国外研究概况	14
1.3.2 国内研究概况	14
1.4 投资决策理论在我国的应用状况	16
1.4.1 实际应用状况	16
1.4.2 简要评述	16
1.5 柔性决策理论	17
1.5.1 柔性决策理论基础	17
1.5.2 柔性的概念及演变	18
1.5.3 柔性决策的含义	19
1.5.4 柔性决策的基本程序	20
1.5.5 柔性理论应用进展	20

1.6	本书采用的部分现代系统优化算法简介	22
1.6.1	情景分析法	22
1.6.2	人工神经网络算法	24
1.6.3	综合评价理论	26
2	矿业投资决策系统要素	29
2.1	矿业投资决策过程	29
2.1.1	矿业投资机会研究	29
2.1.2	矿业投资项目可行性研究	29
2.1.3	矿业投资项目评估	30
2.2	矿业投资决策基本要素	30
2.2.1	决策目标	30
2.2.2	决策主体	31
2.2.3	决策准则	31
2.2.4	决策方案	32
2.3	矿业投资决策风险因素	32
2.3.1	国别风险因素	32
2.3.2	法律、政策风险因素	32
2.3.3	外汇风险因素	32
2.3.4	市场风险因素	33
2.3.5	地质资源储量风险因素	34
2.3.6	矿山开采技术风险因素	34
2.3.7	环境保护风险因素	35
2.3.8	劳工风险因素	36
2.3.9	企业运营风险因素	36
2.4	投资矿种未来需求情景——以铬资源开发为例	36
2.4.1	全球铬矿资源分布	37
2.4.2	铬矿市场	38
2.4.3	我国铬矿未来需求情景	40

3 基于经济目标的矿业投资柔性决策模型	54
3.1 矿业投资实物期权种类及其价值确定.....	54
3.1.1 矿业投资实物期权种类.....	54
3.1.2 矿业投资实物期权价值的影响因素.....	55
3.1.3 矿业投资实物期权价值确定.....	56
3.2 基于实物期权的矿业投资柔性决策模型.....	58
3.2.1 矿业投资项目动态净现值及其柔性价值确定.....	58
3.2.2 矿业投资项目改变运营规模期权模型及柔性 价值确定.....	61
4 基于多目标综合评价的矿业投资决策模型	64
4.1 矿业投资多目标综合评价指标体系.....	64
4.1.1 多目标综合评价指标体系构建原则.....	64
4.1.2 多目标综合评价指标体系的构建.....	65
4.2 多因素层次模糊综合评价模型.....	71
4.2.1 评价集合的确定.....	71
4.2.2 评价指标集的确定.....	71
4.2.3 指标权重集的确定.....	71
4.2.4 模糊变换矩阵.....	72
4.2.5 模糊综合评判.....	72
4.3 矿业投资变权多目标柔性决策模型.....	73
4.3.1 变权的基本原理.....	73
4.3.2 矿业投资变权多目标柔性决策模型.....	76
5 典型海外矿业投资实例应用	79
5.1 海外矿业投资项目决策基本要素.....	79
5.1.1 决策目标.....	79

5.1.2	决策主体	80
5.1.3	决策准则	80
5.1.4	决策方案	80
5.2	项目投资环境及主要风险因素	81
5.2.1	项目背景	81
5.2.2	津巴布韦投资环境	81
5.2.3	项目主要风险因素及规避措施	83
5.3	项目地质资源概况	86
5.3.1	矿区地质条件	86
5.3.2	矿石加工性能与开采技术条件	87
5.3.3	矿区地质资源储量	87
5.4	项目规模与主要工艺方案	89
5.4.1	项目规模与产品方案	89
5.4.2	主要工艺方案	90
5.5	项目经济评价与决策	91
5.5.1	项目价值评估	91
5.5.2	投资估算	93
5.5.3	项目传统财务评价与决策	94
5.5.4	投资项目动态净现值及柔性价值	97
5.5.5	复合期权价值以及柔性价值	99
5.6	项目多目标综合评价与决策	102
5.6.1	多因素层次模糊综合评价与决策	102
5.6.2	变权综合评价与决策	105
5.7	项目结论与建议	106
5.7.1	项目结论	106
5.7.2	主要建议	107
6	典型国内矿业投资实例应用	108
6.1	钼金属市场分析	108

6.1.1	世界钼资源	108
6.1.2	世界钼生产	109
6.1.3	世界钼消费	111
6.1.4	钼价分析	112
6.2	投资项目概况	114
6.2.1	投资项目自然环境	114
6.2.2	矿区地质资源条件	115
6.2.3	项目建设、生产情况	120
6.2.4	投资项目财务状况	121
6.3	项目规模与主要工艺方案	124
6.3.1	地质资源评价	124
6.3.2	项目规模与产品方案	125
6.3.3	主要工艺方案	125
6.4	项目经济评价与决策	125
6.4.1	项目价值评估	125
6.4.2	投资估算	125
6.4.3	成本与费用估算	126
6.4.4	项目传统财务评价与决策	130
6.4.5	投资项目动态净现值及柔性价值	133
6.4.6	复合期权价值以及柔性价值	134
6.5	项目结论与建议	135
6.5.1	项目结论	135
6.5.2	主要建议	136
7	本书所用决策方法简评	137
7.1	传统财务评价	137
7.2	动态净现值和经营管理柔性价值	137
7.3	改变运营规模期权价值和复合期权柔性价值	138
7.4	多因素层次模糊综合评价模型	138

附 录	140
附录 A 某被收购项目价值评估表	140
附录 B 某被收购项目投资费用计划表	142
附录 C 某项目新增建设投资估算表	144
附录 D 某项目投资使用计划和资金筹措表	148
附录 E 某项目作业成本与总成本费用估算表	150
附录 F 某项目销售收入和税金估算表	158
附录 G 某项目利润与利润分配表	160
附录 H 某项目投资以及中方投资现金流量表	162
参考文献	166

1 绪 论

1.1 矿业投资概述

1.1.1 矿业投资相关概念

1.1.1.1 矿业

矿业是指对地壳内部或地球表面有用矿物包括金属、非金属、煤炭、石油、天然气、石材等进行勘查、开采和加工的产业。在学科上一般把矿产勘查、矿产开采和初级加工（选矿）作为矿业学科的研究范围^[3]。完整的矿山项目开发需要经过矿产勘查、矿山开采可行性研究、矿山建设设计、矿山基本建设、矿山投产经营等许多阶段。矿业生产具有自身特殊性，主要表现为：资源基础依赖性、地质条件复杂，投资周期长、额度大，开发过程中不确定因素多、风险大，矿山地址不能任意选择等。

1.1.1.2 投资、国际投资

投资是指投资主体为了获得预期的收益而投入资金，并将其转化为实物资产、金融资产或知识资产的行为或过程^[4]。投资按其行为的直接程度可分为直接投资和间接投资：直接投资是指投资者将资金直接投入投资项目，形成企业资产，直接进行或参与资产的经营管理；间接投资是指投资者不直接投资办企业，而是将货币资金用于购买证券（包括股票、债券）和提供信用所进行的投资^[5]。

国际投资是国际间发生的投资活动，亦即一国的个人、企业、政府或其他经济组织在本国境外进行的投资活动^[6]。国际直接投资是指一国投资者将资本用于他国生产或经营，并掌握控制权的投资行为^[7]。国际间接投资是个人或机构购买外国发行的股票、公司债券或政府债券，只谋求取得股息、利息或买卖该证券的差价收益，而不取得对筹资者经营活动控制权的一种投资方式。因此，国际间接投资

又称为国际证券投资^[8]。

1.1.1.3 矿业投资、海外矿业投资

矿业投资是指以一定的资金或者实物直接或者间接地从事矿产资源开发并获得预期收益的行为。如果投资的地域超出了本国国土范围,则称之为海外矿业投资。本书研究的海外矿业投资主要有两种方式。一种是从矿业权市场通过合资或独资的方式新建一矿业企业,即通过投资或合作勘探、开发海外矿山,从而建立长期稳定的供应基地。这种方式获取资源潜力大,可以较快地增加控制矿产资源份额,但是一般较难获得优质的矿产资源,并且开发周期长、操作复杂,风险较大^[9]。另一种是通过矿业资本市场收购或兼并东道国已有的矿山企业。其优点在于容易实现资源的优化配置,获取稳定的矿产资源以及目标公司的人力资源、先进生产技术及管理经验等。其缺点在于一次性投入大,对母公司资金的流动构成较大威胁,一旦资金链出现问题,势必将影响母公司、子公司的正常运营。

1.1.2 矿业投资的分类

矿业投资的分类方法主要有以下几种:

(1) 按投资主体的性质分。按投资主体的性质,矿业投资可以分为政府投资与厂商投资两大类^[3]。政府的矿业投资是国家或者地方政府基于对未来特定时期内,世界、国家或者地区范围内的矿产资源赋存、开发以及利用状况的分析与预测,为实施政府的矿业政策目标与国民经济或者地方经济发展计划,进而获得社会经济效益而进行的矿业投资。厂商的矿业投资则指厂商特别是矿业生产者,基于政府矿业政策和自身的长远发展规划,为维持其市场份额或者扩大再生产,进而获得微观经济效益而进行的矿业投资。

(2) 按投资实现后在企业再生产中的作用分。按投资后在矿业企业再生产中的作用,矿业投资可以分为简单再生产投资和扩大再生产投资。区分两者的依据是投资对矿业企业再生产中生产要素的不同作用,而不是投资对企业产品生产的不同作用。简单再生产投资的形式主要表现为技术改造投资或恢复性投资;扩大再生产投资的形式通常表现为新建、扩建投资^[10]。在矿山项目投资中,往往既有技术改

造投资，又有新增生产能力的投资。

(3) 按投资形成的价值在企业再生产过程中周转方式的不同分。按投资形成的价值在企业再生产过程中周转方式的不同，矿业投资可以分为企业固定资产投资和流动资产投资。固定资产投资是企业用于固定资产再生产的投资，是形成矿业企业生产能力的投资。流动资产投资是企业用于流动资产购置的投资，旨在形成矿业企业劳动对象和生产所需的人力等要素。由于矿业企业现实生产的三大要素具有内在的相互依存、相互适应的不可分割的属性，因此，矿山投资决策者在投资决策的过程中必须慎重处理固定资产投资和流动资产投资之间的关系，并使两者保持适当的比例。

(4) 按对矿业公司生产经营的影响程度分。按对矿业公司生产经营的影响程度，可将矿业投资分为战术性投资和战略性投资两类。只涉及矿业公司生产经营的局部，不会影响公司整个前途的投资称为战术性投资，如为降低矿产品生产成本而进行的投资；涉及矿业公司生产经营全局，可能改变公司未来面貌与命运的投资，称为战略性投资，如改变经营方向、大幅度增加新的矿产品产销的投资^[11]。

(5) 按投资的地域分。按投资的地域，矿业投资分为国内投资和海外投资（或称跨国投资、国际投资）。

1.1.3 矿业投资的特点

矿业投资具有以下特点：

(1) 矿业投资规模大。矿业是资本密集型产业，投资规模大，一项矿业投资少则耗费几百万、几千万美元（如勘探投资），多则往往需要耗费几亿乃至十几亿美元。全球最大的铁矿石生产商——巴西 Vale 公司为了增加产出，计划增加煤炭和铜矿项目的投资规模，该公司 2012 年之前的投资规模将达到 590 亿美元。2007 年，世界第二大矿业公司英美资源集团（Anglo American）耗资 12 亿美元在巴西戈亚斯州投资开发位于 Barro Alto 市的镍矿项目，该项目年生产规模可达 4 万吨，当时预计于 2010 年正式投产，届时英美公司在巴西的镍产量将增加四倍。我国宝钢集团和金川集团共同开发菲律宾镍矿项目

涉及资金 9.5 亿美元；中国铝业股份有限公司牵头开发的越南铝土矿项目，预计总投资 12 亿美元。

(2) 矿业投资周期长。矿业投资项目的开发建设周期长。一个矿业投资项目从矿产资源勘察、项目可行性研究、方案设计、初步设计、建设施工直至建成投产一般要经历 10 年以上或更长时间。这意味着从矿产资源勘察开始投资，投入资金 10 年内得不到回收。在我国，发现一座矿床，一般需要 2~5 年；矿床的圈定和评价，一般需要 2~5 年；矿山建设，大型矿山企业一般需要 3~7 年，中、小矿山企业一般需要 1~3 年。根据 B. W. 麦肯齐对加拿大 1951~1974 年 86 个金属矿山的资料，矿床的平均勘察时间是 8 年，矿山建设的平均时间是 2 年，即勘察建设周期平均为 10 年^[12]。

(3) 矿业投资风险高。矿业投资活动的对象是埋藏在地下的矿产资源，由于地质环境的多样性和复杂性，造成了矿业具有不完全等同于其他工业的特殊性质，这些特殊性质既带来了问题（矿业活动的高风险性），也创造了机会（成功的矿业投资项目具有较高的投资回报）。

矿业投资活动的高风险性主要表现在：矿石储量的动态变化性，矿产储量的可耗竭性，矿床的固定位置及物理性质，矿业项目的巨额资本需求，相当长的投产准备期及投资偿还期，矿业活动对环境的明显影响等。在进行矿业项目投资时需要对此进行专门的考虑与研究，尽可能地防范风险，取得较高的投资收益^[13]。

(4) 矿业项目投资回收期长。由于矿业投资项目规模大、周期长、风险高，导致其投资回收期一般较长。值得注意的是，国外银行和证券市场对于矿业项目的经济可行性要求一般比较严，一个大型的金属矿山项目，投资回收期一般不超过 5~7 年；如果超过 10 年，则极难取得银行贷款或股民认同，贷款的还款期也很少超过 10 年。在我国，煤炭项目一般投资回收期不应高于 10 年，大型矿山最多可放宽至 15 年，也就是说，必须在 15 年之内收回全部投资和付清本息，这样的项目才有可能获得银行支持并健康存在。矿业项目投资回收期长也给矿业投资决策者带来了不少困难与问题，并直接影响了最终的投资决策。