全国矿政管理系列教材

矿山建设项目可行性研究及经济评价

李万亨 主编

T.457

地质出版社

99
F407.157
6
2

全国矿政管理系列教材

矿山建设项目可行性研究与经济评价

李万亨　主编

地质出版社

·北　京·

3 0035 3271 4

目　　录

前　言

第一章　矿山建设项目可行性研究概论 …… 1

第一节　我国可行性研究发展现状及工作程序 …… 1

第二节　矿山建设项目可行性研究的概念和任务 …… 3

第三节　矿山建设项目周期和可行性研究阶段 …… 4

第四节　矿山建设项目可行性研究各阶段工作的目的和要求 …… 7

第五节　矿山建设项目可行性研究的基本内容和报告格式 …… 9

第二章　矿产品市场调查、供需分析和需求预测 …… 13

第一节　矿产品市场概述 …… 13

第二节　矿产品市场调查 …… 17

第三节　矿产品市场供应与需求分析 …… 19

第四节　矿产品市场供需预测 …… 23

第五节　矿产品市场预测结果及综合分析 …… 32

第三章　矿山建设和矿山生产技术条件的分析研究 …… 36

第一节　矿产资源条件分析研究 …… 36

第二节　矿山外部建设条件分析研究 …… 37

第三节　矿床开采技术条件分析研究 …… 39

第四节　选矿技术条件分析研究 …… 42

第五节　环境保护措施方案分析研究 …… 44

第六节　矿山企业组织机构和劳动组织、劳动定员的分析研究 …… 47

第七节　矿山企业生产计划的进度安排 …… 50

第四章　矿山建设项目经济评价的重要因素（参数） …… 52

第一节　矿产品价格和销售收入 …… 52

第二节　建设投资和资金筹措 …… 53

第三节　生产成本及折旧费 …… 55

第四节　利率和贴现率 …… 58

第五节　税金 …… 58

第六节　工业指标 …… 59

第七节　采矿技术经济指标（参数） …… 60

第八节　选矿技术经济指标（参数） …… 61

第九节　生产规模和产品方案 …… 64

第五章　矿山建设项目经济评价的方法和指标 …… 66

第一节　经济评价的概念和目标 …… 66

第二节　企业（财务）经济评价方法 …… 67

第三节　国民经济评价方法和指标 …… 83
第四节　不确定性分析 …… 90
第五节　综合评价 …… 94
第六章　经济评价的应用与扩展 …… 97
第一节　改扩建项目的经济评价 …… 97
第二节　补偿贸易项目的经济评价 …… 98
第三节　中外合资经营项目的经济评价 …… 100
附：矿山建设项目可行性研究经济评价案例 …… 113
——某新建铁矿山可行性研究经济评价 …… 113
附表 …… 124
主要参考文献 …… 130

第一章　矿山建设项目可行性研究概论

随着科学技术的高速发展，为了更多更好地满足人类对资源日益增长的需要，一方面要努力寻找开发新的自然资源，另一方面要研究已开发资源的合理分配和有效利用。

当前，工业发达国家由于大量消耗自然资源，面临的主要问题是资源短缺；而发展中国家面临的突出问题是生活水平太低，他们的人口占全世界的三分之二，使用的资源却占不到四分之一，也就是说平均消费的资源不到发达国家的六分之一，这一事实直接影响到世界政治经济局势的稳定。为了稳定而有效地发展各国经济，特别是对于发展中国家，在有限的资源条件下，如何尽快缩小与发达国家之间的差距，迅速发展本国经济，提高人民生活水平，这确是一项极为迫切的任务。

为此，很多国家都在制订发展规划，进行经济建设，当开始兴办企业，着手新的基建工程时，如何减少浪费、提高经济效益是一个非常重要的问题。可行性研究为解决这一问题提供了可能，它是在规划设计中，以技术经济分析等方法，进行各种预测分析，即在既定的范围内进行有效的合理选择，以最适当地利用宝贵的人力、资源和资金，来达到社会目标和经济的高速发展。因此，各国都在开展这项新的应用性研究工作。

第一节　我国可行性研究发展现状及工作程序

一、我国可行性研究发展现状

可行性研究是在本世纪前叶，随着社会生产技术和经济、管理科学的发展而产生的。它最早是在30年代美国开发田纳西河流域时，开始试行并获得成功的；第二次世界大战以后，由于科学技术进步和经济发展的需要，西方国家普遍采用了这一方法，广泛应用到建设领域。特别是步人60年代以后，由于吸收了社会生产技术的最新成果，运用了最新的经济学理论和方法、现代管理科学原理等，可行性研究不断得到充实和完善，逐步形成一整套系统的科学研究方法。可见，可行性研究是综合运用多种现代科学技术成果，保证工程项目建设获得最佳社会和经济效益的一门综合性应用科学。它的基本任务是对提出的投资建设项目的各方面，进行详细的调查研究，并对下阶段是终止或继续，提出论证。现今这一学科研究方法已经从开发建设项目发展到生产管理、科学试验和对自然与社会改造等各个领域。联合国工业发展组织（简称UNIDO）在1978、1980年编写了《工业可行性研究手册》和《工业项目评价手册》等著作，用以指导有关国家开展可行性研究工作时参考。

我国在第一个五年计划期间，在工程建设项目上进行了技术经济分析，尽管比较粗略，但还是取得了一定效果。后来一段时间，由于经济上左倾思想危害，以致造成巨大的浪费和损失。党的十一届三中全会以后，才开始有所转变。1979年开始学习和引进国外的可行性研究，对重大建设项目如宝钢、石油化工引进装置、核电站、山西煤炭开发等多次组织专家进行可行性论证。在矿山建设可行性研究方面，冶金部于1979年10月在鞍山矿山设

计院召开了可行性研究经济计算方法交流会。1981 年国家计委明确规定:“把可行性研究作为建设前期工作中一个重要技术经济论证阶段，纳入基本建设程序”。1982 年 12 月，国务院技术经济研究中心在北京召开了“建设和改造项目经济评价研讨会”，会议探讨了国内外项目经济评价的理论和方法，交流了实践经验及研究成果，提出了开展经济评价工作的具体建议，促进了我国项目评价方法的逐步统一。1983 年国家计委以计资（1983）116 号文颁发了《关于建设项目进行可行性研究的试行管理办法》，进一步明确了可行性研究是建设程序中的重要组成部分，以及它的编制程序、内容和评审方法，把可行性研究作为编制和审批项目设计任务书的基础和依据。1986 年国务院在国发（1986）74 号文件中规定，项目建议书批准后可以开展前期工作，进行可行性研究；编报大中型项目设计任务书时必须附可行性研究报告，而且必须达到规定的深度。为了适应我国经济体制改革不断深化的需要，改进建设项目的投资管理，做好项目前期工作的研究，加强投资决策的科学化、民主化，国家计委于 1987 年 9 月颁发了《建设项目的经济评价方法和参数》和《关于建设项目经济评价工作的暂行规定》，要求各个投资主体、各种投资来源、各种投资方式兴办的大中型基建项目，均按相应的评价参数进行经济评价。如果评价内容和质量达不到规定要求，各级审批、设计、施工、投资等部门均不得受理。因此，国家计划经济部门，各投资银行以及投资公司、工程咨询公司，各企业、社会集团或私人投资者都应熟悉、掌握和运用可行性研究，必须对建设项目进行认真的技术经济分析论证和经济评价后，再进行投资决策。

二、工程建设项目程序

根据我国 40 余年投资管理和经济体制改革的建设经验，投资项目的设计必须遵循下列程序。

1. 编制和报批项目建议书

项目建议书（或称委托书）是由企事业单位、部门等（委托单位）根据国民经济和社会发展长远规划，国家的产业政策和行业地区的发展规划，以及国家有关投资建设方针政策编报的大中型和限额以上的新建和大型扩建项目书，在上报项目建议书时，需附初步可行性研究报告。项目建议书获得批准即为立项。

2. 编制和报批详细可行性研究报告

项目立项后要进行可行性研究，编制可行性研究报告，为决策提供依据。可行性研究报告获批准后即为项目决策。

3. 编制和报批初步设计文件

由有资格的设计单位根据批准的可行性研究报告的内容，按照国家规定的技术经济政策和有关设计规范、建设标准、定额，编制初步设计。初步设计文件要满足施工图设计、施工准备、土地征用、项目材料和设备订货的要求。投资方要与有关协作单位和建设单位签订合同。

4. 施工准备和报批开工报告

初步设计批准后，可进行施工图设计和施工准备。施工准备就绪后，由建设单位上报开工报告。开工报告包括以前批准的文件、“三通一平”情况、年度计划投资和物资落实情况、施工设计文件（包括工程预算）、由银行签发的建设资金落实文件、与施工单位签订的施工协议等。开工报告经批准后，方能开工建设。

5. 竣工验收，交付使用

建设项目按设计文件要求全部建成，经试车运行合格，应按竣工、验收报告规定的内容及时组织验收并投产使用。

6. 后评价

项目建成投产使用后，进入正常生产和使用过程，此时，可进行后评价和总结工作，编写后评价报告（也常用经济评价方法，与建设过程中的中间评价相同）。

三、工程建设项目可行性研究工作程序

根据我国现行的工程项目建设程序和1983年国家颁布的《关于建设项目进行可行性研究的试行管理办法》，可行性研究的工作程序主要有以下五个方面。

1. 建设单位提出项目建议书

工业公司或企事业单位根据国民经济和社会发展长远规划、经济建设方针、任务和政策，结合资源情况、建设布局等条件，在调查研究、收集资料、踏勘建设地点、初步分析投资效果的基础上提出项目建议书。

2. 项目筹建单位委托可行性研究工作

当项目建议书经有关部门审定批准后（立项），即可纳入前期工作计划和贷款计划，筹建单位可委托有资格的设计、咨询单位编制拟建项目的可行性研究报告，委托方式大多由建设单位采用签订合同方式委托给设计单位。

3. 设计单位进行可行性研究工作

设计咨询单位接到任务后，在获得有关项目的背景和指示文件，掌握设计目标、要求和研究内容后，首先要组织筹划具体工作计划、措施、质量和进度要求，成立可行性研究工作项目组。然后，组织收集、查阅自然经济和社会等资料，并进行实地踏勘，必要时还需进行专题调查、试验和研究，主要是分析市场和资源调查两个方面，论证分析项目建设的必要性。再后，是建立几种可供选择的技术方案和建设方案，从中选择出最优或次优方案。最后，在选定与本项目经济评价有关的基础数据和指标的基础上，对所选的最佳建设方案进行财务评价、国民经济评价和敏感性分析，并进一步提出资金筹集建议，制定项目实施总进度计划。在全面完成以上研究工作以后，即可编制可行性研究报告，为项目决策者提供科学依据。

4. 可行性研究报告的预审和复审

报告提出单位首先应向预审单位提供必要的资料、情况和数据等。预审主持单位在广泛听取各方面意见后，提出预审意见。当发现报告中有原则性错误或所依据的基础材料或社会环境有重大变化时，应对可行性研究报告进行修改和复审。

5. 可行性研究报告的审批

按照国家规定，大中型建设项目的可行性研究报告，应由各主管部门或省、市、自治区负责预审，报国家计委审批。重大项目由国家计委会同有关部门预审，报国务院审批。小型项目按隶属关系由各主管部、委或省、市、自治区负责审批。

第二节　矿山建设项目可行性研究的概念和任务

矿山建设项目可行性研究是在矿山建设投资决策前，对拟建项目进行全面技术经济分析论证的科学方法和工作阶段，包括对拟建项目有关的社会、经济和技术等方面情况，进

行深入细致的调查研究，对各种可能拟定的技术方案和建设方案进行认真的技术经济分析和比较论证，从中选出投资少、效益好、产品销路广的最佳建设和生产方案，对项目建成后的经济效益进行科学的预测和评价。在此基础上，综合研究项目的技术先进性和适用性、经济合理性和有效性，以及建设可能性和可行性。依此确定该项目是否应该投资和如何投资，或者就此中止投资，还是继续投资使之进入开发建设的下一阶段等结论性意见，为项目投资决策提供可靠的科学依据，作为开展下一步工作的基础。

通过可行性研究确定的技术经济最佳方案，可使矿山企业领导明确该项目是否值得投资建设；可使部门领导明确该项目是否值得支持和批准；可使银行和资金提供者明确该项目能否按期偿还资金。这种在矿山建设前期所进行的全面、系统的综合研究，其目的主要是为了避免和减少矿山建设项目决策的失误，加强投资决策的科学性和客观性，提高矿山建设投资的综合效益。

可行性研究的任务就是根据国民经济长期规划和地区规划、行业规划的要求，对拟建矿山建设项目（包括新建或改建、扩建项目）进行投资方案规划、采选生产技术论证、组织机构分析和社会与经济效果预测，以合理地利用人力、资源和资金为目的。经过多方案计算、分析、论证和评价，为项目决策提供可靠的依据和建议。因此，可行性研究是保证矿山建设项目以最少的投资消耗，取得最佳社会经济效益的科学手段，也是实现项目在技术上先进、经济上合理和建议上可行的科学方法。在我国，在项目投资管理中推行可行性研究，是促进经济建设各部门、各地区、各企事业单位尊重客观实际，按照经济规律办事，提高投资社会经济效果的最基本的有效措施；也是提供给国家、地方和大中型企业、合资与外资企业、有实力的乡镇企业的领导和经济管理人员，对矿山建设项目进行合理决策的最重要的科学依据。

第三节　矿山建设项目周期和可行性研究阶段

矿山建设项目和一般建设项目一样，从设想、开发建设直到竣工投产的全过程称为“项目进展周期”或“项目周期”。项目周期必须经过项目设想、初选、准备和拟定、评估和审批、实施和监督、投产经营、项目评价总结等七个阶段。

一、工程建设项目周期

可分为三个时期，即投资前期、投资时期和生产时期。

1. 投资前期（建设前期）

主要是开拓投资项目，对项目进行规划、研究和做出投资决策的时期。这个时期从工作性质来说，包括初步选择产品及技术方案、编制投资规划、进行项目可行性研究和筹措资金活动。从可行性研究角度出发可分别称之为：投资机会研究、初步可行性研究、（详细）可行性研究和项目评价与决策（审批）。它们分别相当于上述七个阶段的前四个阶段。

2. 投资时期

主要指项目实施与监督阶段。项目经评审并批准后即进入实施阶段，直到竣工投产为止。其内容包括建立项目执行管理机构、进行项目招标投标、签订各种合同、组织设计施工及试车运转工作。在本阶段中，必须对项目的成本、时间和质量进行严密监督和有效控

制，保证一切活动都要按预定的计划和目标进行。

3. 生产时期

包括项目投产与经营和项目评价总结两个阶段。项目经过试车运转达到设计生产能力并通过验收交付使用后，即进入投产与经营阶段。企业经过一段时间的生产经营后，应评估项目的实际成就是否达到了预先设计和期望目标，并进行总结评价，编写出项目“后评价”报告，为企业投资者改进今后项目规划设计和投资管理工作参考。

工程建设项目前期（投资前期）的四个阶段工作简述如下：

（1）投资机会研究。应根据国民经济发展长远规划或行业、地区规划、市场调查研究和需求预测以及自然资源情况，提出建设项目投资的设想，明确规定项目的经济、社会和时间目标，编制项目建议书，作为国家对投资项目的初步选择提供决策依据。项目建议书获得批准即为立项。

（2）初步可行性研究。对投资规模大、工艺技术比较复杂的建设项目，在项目建议书经国家计划部门审定批准后，为了进一步判明建设项目的生命力，应对拟建项目的各种技术和建设方案，按投资少、收益高和风险低的要求判定是否有可能和必要继续进行下一步详细可行性研究，否则应立即停止工作。本阶段是项目初选阶段，研究结果应编写“初步可行性研究报告”，做出是否投资的初步决定。

（3）（详细）可行性研究。以其所处的社会、经济、技术、体制和政治因素为基础进行全面深入的技术经济分析和比选工作。通过对投资总体建设方案进行企业财务和国民经济效益的分析和评价，对投资进行多方案优选，确定最佳建设方案。最后，根据研究结果，对拟建投资项目提出肯定或否定的结论性意见，并编制可行性研究报告。

（4）项目评估和决策。项目评估的目的是使所选择的工程要能够合理利用国家资源和社会基础设施、兴建那些对国家和社会贡献大的项目。项目评估是由投资决策部门负责组织或授权建设银行、工程咨询公司或有关专家，对可行性研究报告进行全面审核和评价。其内容包括报告中反映的各项情况是否属实，各项指标计算是否正确，项目的经济和社会效益如何，项目取舍的最终投资决策是否正确，最后写出项目评估报告，提出项目评估结论，作为上级审批决策项目的重要依据。

可行性研究阶段是专指建设前期（即投资决策前时期），可行性研究工作的四个阶段即前面所述的机会研究阶段、初步可行性研究阶段、详细可行性研究阶段和项目评估的决策阶段。由于基础资料的占有程度和研究深度与可靠程度要求不同，各阶段的研究性质、工作目标、工作要求及内容、工作时间及费用各不相同。一般来说，各阶段的研究内容由浅到深，投资和成本估算的精度要求由粗到细，研究工作量由小到大，研究目标和作用逐步提高，研究工作时间和费用也逐渐增加。这种循序渐进的工作程序，既符合调查研究的客观规律，又能达到节省人力、时间和费用，从而取得良好的经济效益的目的。如果在每一个前面的阶段经过研究以后得出否定的结论，则应立即停止工作，不再转入下一阶段，以免造成浪费。如果认为可以转入下一阶段的工作，又可根据项目的规模、性质、要求和复杂程度的不同，进行适当调整与精简。比如对于小型规模和技术工艺成熟或不复杂的工程项目，也可直接做详细可行性研究。有的项目经过初步可行性研究，认为有把握，就可以据以直接做出投资决策。建设项目周期和阶段的全过程见图 1--1。

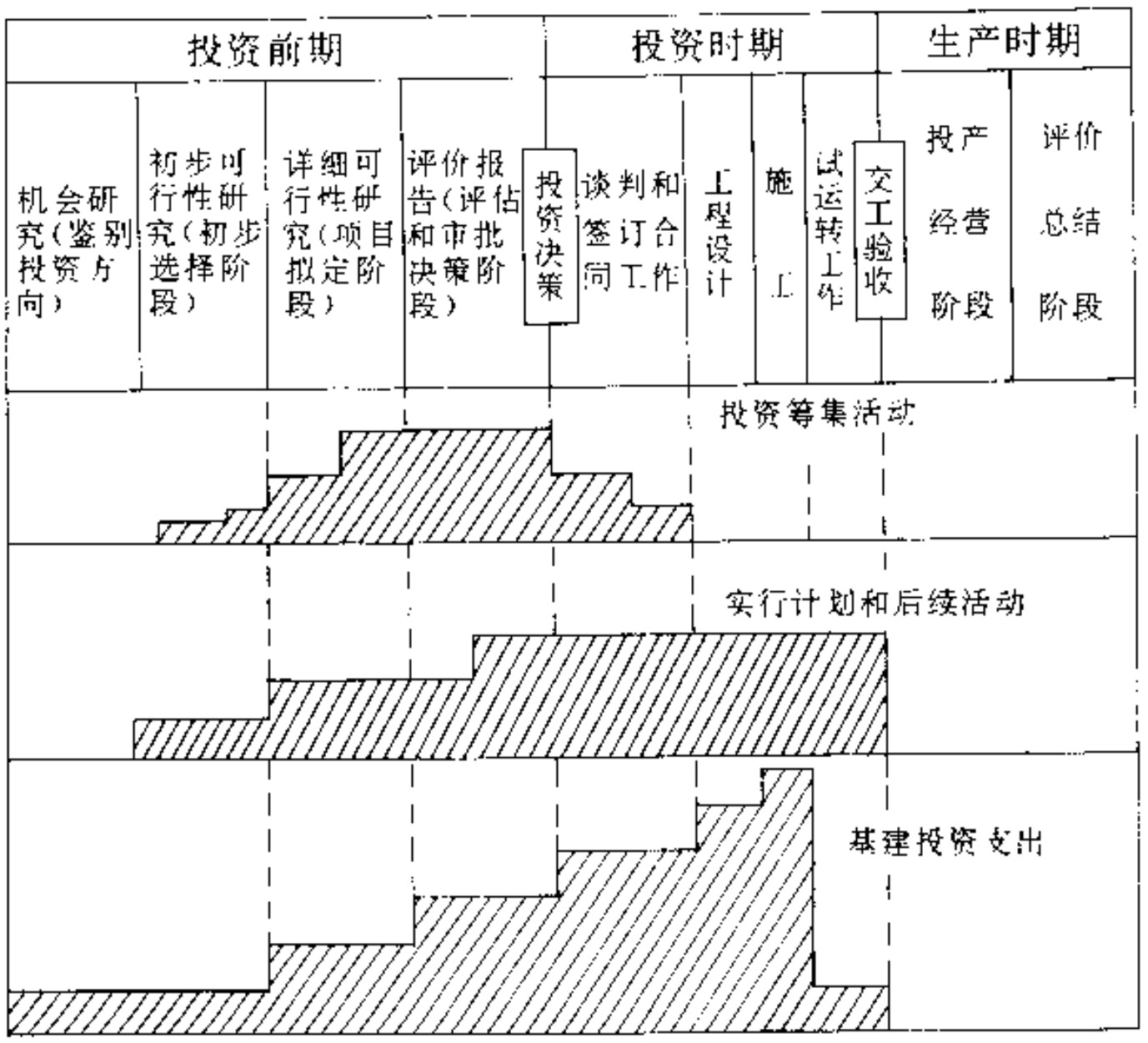


图 1　1　工程项目进展周期和阶段示意图

据联合国工业开发组织《工业可行性研究手册》，纽约，1978

二、矿山建设项目可行性研究阶段

矿山建设项目可行性研究阶段是指矿山建设投资前期亦即矿山基建投资决策前的各个工作阶段。我国矿山建设前期的矿产地质勘查工作，一般划分为普查、详查、勘探三个阶段。为了合理开发利用矿产资源，全面完成矿产地质勘查工作各阶段的任务，避免矿产勘查和矿山建设投资失误，提高矿产开发的社会、经济效益，各个阶段在对矿床进行地质评价的基础上，同时还要根据矿床开发的技术和经济条件，进行矿床技术经济评价。矿床技术经济评价大致相当于矿山建设可行性研究。故过去有人曾称之为“地质勘探可行性研究”。三个地质勘查阶段均需进行相应的矿床技术经济评价，即普查阶段进行的概略的矿床技术经济评价，详查阶段进行的初步的矿床技术经济评价，勘探阶段进行的详细的矿床技术经济评价。它们大致可与工程建设项目可行性研究的机会研究、初步可行性研究和可行性研究阶段相对比，但由于我国在管理体制上的特殊性，在全国储委、国家计委、国家经委联合颁发的储发[1987]136号文件中明确规定：详细技术经济评价工作一般是由矿产勘查单位负责完成，它与由工业部门负责完成的“矿山建设可行性研究”还不等同，它主要是为“矿山建设可行性研究”和确定设计任务书提供依据。也就是说详细矿床技术经济评价完成之后，还要以此为依据，进行矿山建设可行性研究，显然文件中所说的矿山建设可行性研究，实际就是工程项目投资前期的详细可行性研究阶段。此外，在整个矿山建设可行性研究阶段划分中，当然也应该包括最后的评估和决策阶段，详见图 1—2。此外还应包括厂址选择报告，供水、供电调查报告，环境影响评价报告和自然灾害资料文件等。

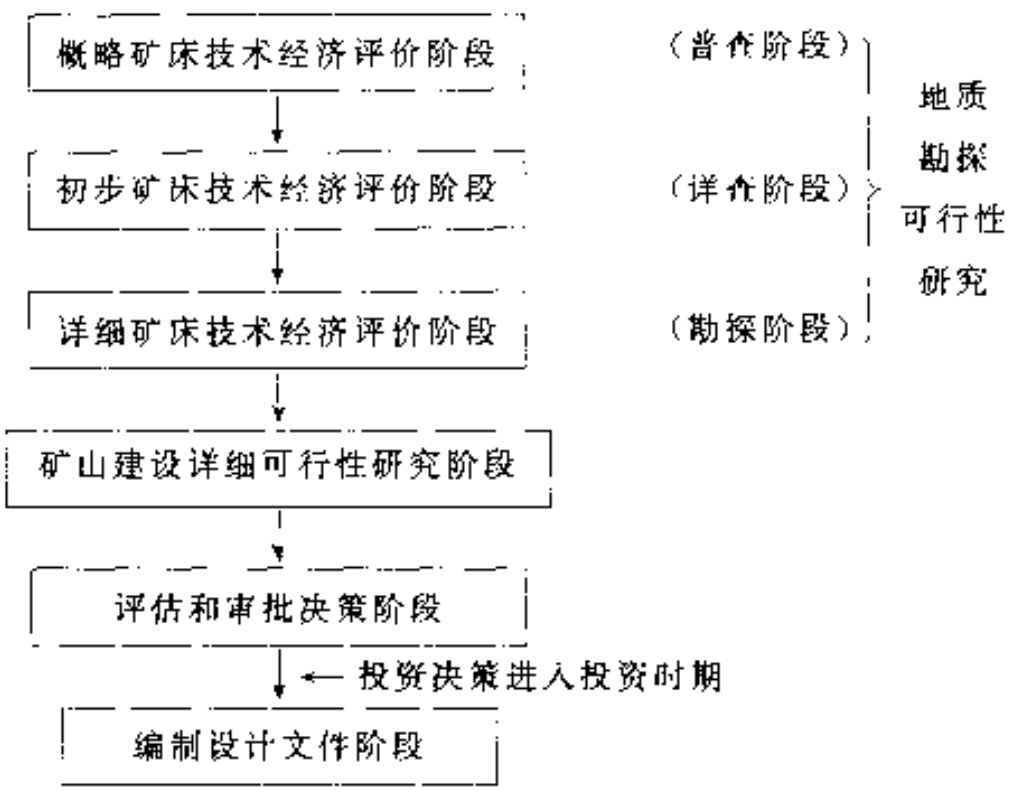


图 1—2　我国矿山建设可行性研究阶段划分示意图

矿床技术经济评价和详细可行性研究的区别。

（1）研究任务不同。前者研究任务是为矿山建设可行性研究和确定设计任务书提供依据，后者是进行全面深入的技术经济论证，多方案优选（如果否定要提出充分理由），为项目决策提供可靠的依据。

（2）基础资料和依据不同。前者缺乏详细的设计资料和论证材料作为基础，基本依据是国家的长远规划和行业、地区规划、产业政策、有关的自然资源条件和生产布局状况、有关批文以及初步市场预测资料。后者除了详细矿床技术经济评价作为依据外，还有经过详细调研后掌握的数据和资料。

（3）内容繁简和深度不同。前者工作内容较粗略和简约，如生产工艺技术方面，只是初步设想方案和基本规定；而后者则要确定生产工艺流程和主要设备选型。在经济评价时，前者一般多做静态评价，后者要做动态评价。

（4）投资估算的精度要求不同。前者总投资一般类比估算与实际差距较大（误差在±20%），后者对各项投资（包括固定资产投资、流动资金、建设期贷款利息）和物价因素影响等应进行详细、切实、精确的计算（误差±10%）。

（5）上报研究成果内容不同。前者主要是详细矿床技术经济评价报告，有关部门批准的工业指标，并附市场初步调查报告、地质勘探报告等；后者除以上各种相应报告外，还应包括厂址选择报告，供水、供电调查报告，环境影响评价报告和自然灾害资料文件等。

第四节　矿山建设项目可行性研究各阶段工作的目的和要求

矿山建设项目的不同阶段，具有不同的目的和要求。

1. 普查阶段（或矿床概略技术经济评价阶段）

其目的在于判定已找到矿床具有工业意义的可行性。这种评价一般花费不多，在未来

开发中，即使有一定的经济效益，但由于工作程度低和不确定因素较多，许多参数是靠推测和假设求得的，所以也是不可靠的，不落实的。

2. 详查阶段（或矿床初步技术经济评价阶段）

矿床经过详查以后，对矿量和矿床开采技术、矿石选冶试验等方面，取得了比较可靠的资料（其中有些资料如选矿、销售等还是假设的），以此为基础，进行矿床开发经济效益的初步评价。

3. 勘探阶段（或详细矿床技术经济评价阶段）

矿床经过勘探以后，在详细分析矿产资源形势、市场条件、产品方向与前景，并根据矿山总体规划的具体要求，以及未来矿山设计、建设与生产经营的具体条件的基础上，结合矿床具体技术、经济条件，采用符合矿区实际情况的参数和标准，计算矿床未来开发的经济效益，并进行详细综合评价。

4. 详细可行性研究阶段

通过对矿山建设项目进行技术经济分析和多方案优选，提出结论性意见，作为投资决策的基础和依据。在详细可行性研究报告中，首先必须明确表明是否能够满足投资者的经济要求，其次可以作为向银行贷款的依据。最后，还要为该项工程是否上马做出确定性结论，以便作为进一步工程设计和施工图的基础。

5. 评估和决策阶段

对最终可行性研究报告进行评估和全面审核，分析判断项目社会和经济效益以及可靠性和真实性，提出项目评估报告，对项目投资做出最终决策。

矿山建设前期各研究工作阶段的研究工作性质、研究工作目的、研究工作要求和研究工作内容等见表 1—1。

表 1　1　矿山建设项目可行性研究阶段划分、研究工作性质、目的、要求和内容一览表

矿产勘查阶段	普　查	详　查	勘　探		
研究阶段	概略矿床技术经济评价	初步矿床技术经济评价	详细矿床技术经济评价	详细可行性研究	评估和决策
研究工作性质	项目设想	项目初步选择	项目进一步选择	项目准备和拟定	项目评估
研究工作目的	判定已找到的矿床是否具有工业意义，是否值得进入详查工作，鉴别投资方向和目标，选择项目，寻找投资机会，提出项目投资建议	决策是否进入勘探工作并对项目进行初步评价，做专题辅助研究，广泛分析筛选方案，鉴定项目的选择依据和标准，确定项目可行性研究	对矿体开发利用时拟建矿山投入产出的总效益进行评价，为矿山建设可行性研究和确定设计任务书提供依据	对项目进行深入细致的技术经济论证，重点对项目进行财务效益和经济效益分析，多方案选优，提出结论性意见，确定投资可行性和选择依据标准	综合分析各种效益，对可行性研究报告进行评估和全面审核，分析判断项目可行性的可靠性和真实性，对项目做出最终决策

续表

矿产勘查阶段	普　查	详　查	勘　探		
研究工作要求	对矿床未来的可能性及其对国民经济建设的意义做出定性概略评价，编制项目建议书，为初步选择项目提供依据，批准后列入建设前期工作计划	对矿床未来工业开发价值进行初步的综合评价，为今后可否进行勘探工作提出建议，编制初步可行性报告，判定有无必要进行下一步详细可行性研究。作为国家对投资项目的初步决策	对矿床未来工业开发价值进行进一步的综合评价，为矿床的合理开发利用和建设方案提出意见和建议，编制进一步可行性报告，并判明建设项目的生命力	编制可行性研究报告，作为项目投资决策的基础和重要依据	提出项目评估报告，为投资决策者提供最后决策依据，决定项目取舍和选择最佳投资方案
研究工作内容	由于本阶段勘查工作程度低，不确定因素较多，因此只能在收集分析该矿产资源总的形势和供需状况的基础上，以本阶段相适应的矿产开采及矿石加工选冶资料，以及未来矿山建设的一般技术经济条件做设想性的定性概略评价	在收集分析该矿产资源形势，国内外供需现状与发展，国家对该矿产开发政策和中长期规划等资料的基础上，以本阶段工作程度相适应的矿产开采和矿石加工选冶实验资料，考虑矿床开采的内外部条件，并以矿山扩大指标为基础进行矿床开发的企业经济效益评价，必要时增做国民经济效益评价以及初步综合评价	在详细分析所收集的分析该矿产资源形势、市场条件、产品方向与前景的基础上，结合矿床具体技术经济条件，计算矿产工业开发的企业经济效益，必要时增算国民经济效益，对矿山未来开发经济效益有明显的影响因素要进行详细分析并进行详细综合评价	着重对各种可能的技术方案和投资总体建设方案进行技术经济分析和多方案比选，确定一个最佳方案，或者提出一个不可行的意见，或者调整各种参数，提出可行方案，得出最后结论	全面审核可行性研究报告中反映的情况是否属实，各种指标计算是否正确，分析和判断其社会和经济效益，以及可靠性、真实性、客观性，对项目取舍、最终投资做出决策，写出评估报告

第五节　矿山建设项目可行性研究的基本内容和报告格式

可行性研究是在对项目进行深入细致的技术经济论证的基础上，经多方案优选提出项目投资最后决策的结论性意见。其内容应能满足编制和审批可行性研究报告的要求。现将其基本内容加以综合，根据国家规定应包括以下几方面。

1. 总论

综述项目概况，可行性研究的主要结论和存在的问题与建议，阐明对推荐方案过去的

争论问题和不同意见的观点，对项目的主要技术经济指标列表说明，项目的背景、投资环境、项目投资的必要性和经济意义，提出项目调查研究的主要依据、工作范围和要求，项目的历史发展概况，项目建议书及有关审批文件。

2. 矿产品的市场供需预测

调查国内外市场近期需求情况，国内现有矿山企业生产能力的估计，销售预测、价格分析、产品竞争能力、进入国际市场的前景，建设项目的生产规模、产品方案的技术经济比较。

3. 矿产资源、燃料和公用设施情况

经过全国矿产资源储量委员会正式批准的矿产储量、保有储量和质量，开采利用情况，技术经济状况和发展趋势，所需燃料、辅助材料的种类、数量、质量及其来源和供应的可能性，所需动力（水、电、气）、公用设施的数量、供应条件，外部协作条件以及签订协议和合同的情况。

4. 建设条件

包括矿区的自然条件和社会条件。如地理位置、气象、水文、地形条件、地震、洪水等情况和社会经济现状，交通运输及水、电、气、热的现状和发展趋势，以及矿区面积、占地范围、总体布置方案、建设条件、地价、拆迁和其它工程费用情况。

5. 采矿选矿生产技术条件

矿床的开采方式和方法（包括矿床开采方法、矿床开拓方式、采矿方法），必须和运输、通风、排水、供水供电等系统结合起来，才能形成一个完整的开采系统。基建工程量和主要设备、主要技术经济指标的比较论证。根据服务年内生产计划的安排，计算每年采出的矿石量和质量（品位），以及首采地区的选择、论证。根据矿石选矿试验结果确定矿石的选矿加工处理方法和工艺流程及其应用于工业的可能性，主要选矿设备处理的矿石量及精矿的产量和质量（品位），以及各种选矿指标是否达到先进水平的论证。生产辅助设施和生活福利设施，包括道路、运输、动力、供水、燃料与通讯、厂房、办公室、职工住宅以及各种建筑物和设备。通过矿山建设总平面图，把采矿、选厂工业场地、废石和尾矿堆积场地，矿山内部和外部运输方式、供水、供电、尾矿输送等线路布置，生产辅助和生活福利设施场地布置等表示出来。

此外，还应进行项目工程设计方案研究，如总图和交通运输设计多方案优选，厂内外主体工程和生产辅助工程的方案比较论证，采用技术和工艺方案的选择论证，主要设备选型方案和工艺比较论证等。

6. 环境保护与劳动安全

矿区环境现状调查，“三废”的种类、成分和数量，对环境影响的预测，治理方案的选择和回收利用情况，对环境影响的评价，劳动保护与安全卫生，矿区规划、防震、防洪、防灾、文物保护等要求，以及应采取的相应措施方案。

7. 生产组织、劳动定员和人员培训

矿山企业生产管理体制、机构设置方案的选择论证，技术人员和管理人员的素质和数量要求，劳动定员的配备方案，人员培训的规划和费用估算。

8. 建设工期预计

实施计划和进度要求，建设前期工作安排，根据矿山设计、设备制造、工程施工、安

装、试生产所需时间与进度要求和指定的建设工期，选择整个建设项目的实施方案和总进度，并用网络图来表述最佳实施计划方案的选择。

9. 权利、所有权的法律事项

矿产所有权和探矿权、采矿权、地租或矿区使用费，矿山地产、地面权（如土地、水源和道路使用权等）的取得，施工和生产的开业执照和许可证，雇用本地和国外职工的规定，税金、货币兑换与财政事务的法律特点，公司的组成和企业合伙人之间的协议等等。

10. 财政与税金事项

企业组织形式（如有限公司、合股公司或合伙公司），资金筹措和偿付债务的条款，外汇兑换和再转兑外汇权，税制（单一的还是多重的），折旧年限与税率，对采矿权的特许税金及其交涉程序，可分配利润的批准和分摊。

11. 投资估算与资金筹措

包括各项基建费用、流动资金和项目总投资的估算，项目资金来源和筹措方式与贷款计划，企业生产成本估算。

12. 经济效益和社会效益的分析与评价

项目财务评价、国民经济评价和不确定性分析，叙述项目给地区或部门经济发展带来的效果，根据具体情况、抓住特点进行深入分析。比如，对环境保护和生态平衡的影响，对提高地区或部门科技水平的影响，对提供就业机会的影响，对资源利用和远景发展的影响，对提高人民物质文化生活及社会福利和社会进步的影响等。

13. 评价结论

矿山建设方案的综合分析评价与方案选择。运用各种数据，从技术、经济、社会、财务等各方面论述项目的可行性，推荐最佳方案，提出决策参考，指出项目存在的问题、结论性意见和改进建议。

综上所述，项目可行性研究的内容可概括为三大部分，首先是产品的市场调查和供需预测研究，这是项目成立的重要依据。因为产品方案和建设规模及企业的经济效益很大程度上都是根据市场供需预测来确定的，所以市场调查和供需预测是项目可行性研究的前提，其主要任务是说明项目建议的必要性。第二是技术方案和建设条件，包括资源、技术、设备和生产组织等，这是可行性研究的技术基础，它决定了建设项目在技术上的可行性。第三是经济效益和社会效益的分析和评价，这是决定项目投资决策的关键，它是项目可行性研究的核心部分，要说明项目在经济上的合理性。总之，可行性研究就是从这三大方面对建设项目进行优化研究，为项目投资决策提供科学依据。

上述是新建项目可行性研究的主要内容，对于改造扩建项目的可行性研究，还应增加对原有固定资产的利用和企业现有概况的说明。可行性研究的内容应随建设项目的性质、任务、规模及工程复杂程度的不同而有所区别，并各有侧重，深度、广度也不尽一致。对于中、小型项目或经济、技术条件不太复杂、协作关系比较简单的，初步可行性研究与可行性研究可以合并为一个阶段。对于合资项目应根据《中外合资经营项目经济评价方法》要求编制可行性研究报告。

可行性研究报告目录格式（新建项目）为：

第一章　总论。包括项目及其承办关系、研究工作依据、项目概况、结论与建议。

第二章　项目背景和发展概况。包括项目提出的背景、投资环境、建设的必要性、项

第二章　矿产品市场调查、供需分析和需求预测

在技术先进、经济合理和市场需要三者之间，市场需要是前提。如果矿山建成投产后，生产出来的矿产品不符合市场需要，生产越多，则造成的浪费越大。因此，矿山建设项目可行性研究一般从矿产品市场研究入手，它主要包括矿产品市场调查、供需分析和需求预测等内容。

第一节　矿产品市场概述

市场是一种以商品交换为内容的经济联合形式，属于商品经济的范畴。随着生产的社会化和商品经济的发展，市场的概念已从“在一定空间上、地区内商品交换场所和交换关系的总和”，发展为“整个商品流通领域（商品—货币—商品），或商品供需关系的总和。”因此，矿产品市场可理解为各种矿产品（这里是专指矿产资源经过开采或者采选后，脱离自然状态的产品，通过地质勘查工作取得的有关矿产资源或矿产储量资料等，可以出售给有关生产单位或矿业公司开采的称为矿产资源市场，它不包括在本书的矿产品市场范围之内）整个流通领域或供需关系的总和。

市场是社会生产力在一定发展阶段的产物，它既是生产发展的结果，又是生产发展的条件。

矿产品市场是物资市场的一种，它是根据矿产品提取阶段或质量的不同而划分的，比如铜市场可分为铜矿石（仅限于富矿石）、铜精矿市场、粗铜市场（铜的冶炼产品）和电解铜市场四类。不过，实际上遇到的矿产品市场，都是指矿产品的标准质量，即对世界贸易具有重大作用的那种矿产品市场。仍以铜为例，现在指的就是电解铜市场（含铜量不小于99.9%），而市场上进行贸易的，则是同等质量的替代物。当然，随着时间的推移，矿产品市场也会不断改变。

一、矿产品市场的作用

1. 矿产品市场是实现社会再生产的纽带

通过矿产品市场，矿山企业出售产品，实现自己的生产目的；消费者能购买到自己需要的矿产品，实现社会的分配和再分配。可见，矿产品市场是联接社会生产、分配、交换、消费的纽带，通过错综复杂的矿产品市场，使社会再生产周而复始地运行，活跃着整个社会的经济生活。

2. 矿产品市场是社会生产发展的调节器

矿产品的供应与需求，随着矿山生产按比例发展而协调一致地发展，反之，矿山生产的基本比例失调，就会出现全局性的矿产品供过于求或供不应求的现象。因此，矿产品市场功能自发地调节矿产品的生产和消费、供应与需求的关系，使两者更好地结合起来，协

调发展。当某种矿产品供不应求时，价格便会上升，使消费者需求减少，价格下降，于是又刺激生产和供应的增加；反之，当某种矿产品供过于求，价格就会下降，便能刺激消费的增加，价格上升，同时也会使生产和供应减少。这种自动调节产销和供需的功能有利于调整产品结构、产业结构和经济结构，使国民经济协调平衡发展，它也反映了社会经济发展的速度和趋势。

3. 矿产品市场是促进社会经济发展和生产技术进步的重要条件

在商品经济体制下，矿产品在市场的交换过程中竞争是必然的，通过矿产品市场才能鉴别和证实矿产品的质量好坏和技术水平的高低，只有生产技术先进、质量好、价格又低的矿产品在矿产品市场上才有竞争力，而质量差、价格又高的矿产品就要被淘汰，这样能促使投资者、生产者面向矿产品市场，从而促进社会经济的发展和生产技术进步。

二、矿产品市场的特点

矿产品市场与其它商品市场相比具有以下特点：

（1）从矿产品供应来看，由于地质勘查和矿山开发建设工作具有探索性和长周期性，因此，矿产品的短期供应能力受矿山和选厂的生产设计能力所制约；矿产品的中期供应能力受新建和扩建矿山和选厂的生产设计能力和开采远景储量所制约；矿产品的长期供应能力则多受新矿床的发现和矿石技术加工水平的提高等因素所制约。

（2）从矿产品需求来看，矿产品的消费量主要取决于在某特定时期内实际用于最终产品的数量，因此在一定程度上它是社会经济发展总趋势的函数；此外，总需求还与未来代用原料的应用和再生资源的利用、国家战略储备以及未来新技术工艺的研究等因素有密切关系。

（3）从经营特点和购买方式来看，由于矿产品生产的长期性、销售对象的专一性，因此，买方大多是企业集团或大的制造商，这就造成矿产品市场经营和购买方式多以长期贸易活动为主，现货交易为辅。

（4）从矿产品的价格来看，矿产资源的价值一般取决于其自身的自然丰度和外部建设条件的影响。由于矿产资源千差万别，其勘查和开采成本高低不一，相差悬殊，故矿产资源价格一般是以供销双方协商定价的形式进行确定的。

当矿产品进行现货交易时，一般根据当时市场的供需状况定价，在短期内缺乏灵活性；当进行长期定货时，则按开采投入产出的经济效益和市场供需预测定价，并根据“规模经济效益”原则，确定未来总供货量的供货价格，以后则根据市场变化情况再逐年确定矿产品价格。

三、矿产品市场变化的影响因素

1. 长期和永久性变化的影响因素

（1）新的大型矿产资源的发现；

（2）储量耗减；

（3）矿石开采和加工技术的进步；

（4）环境污染因素；

（5）新型材料和代用品的开发；

（6）新产品市场的开发（如综合利用和尾矿的开发利用）。

2. 短期和暂时性变化的影响因素

(1) 政治动乱或工人罢工；

(2) 生产库存和消费库存的变化；

(3) 矿山减产；

(4) 政府战略储备；

(5) 经济周期；

(6) 国际贸易。

当然，这些影响因素的变化往往是相互重叠的，实际看到的都是综合作用的结果。

四、矿产品市场的种类

由于矿产品种类繁多，用途各异，交换形式多样，因此，矿产品市场可细分为以下5种。

1. 金属矿产品市场

包括铁、锰、铬、铜、铅、锌、铝、钨、锡、钼、汞、锑、镍及其它稀有、稀土元素等矿产。这些矿产品有的可以单独形成单矿种市场，有的可以参加到总的矿产品市场或其它综合性交易市场中去参加交换或出售。

2. 能源矿产品市场

主要为石油、天然气和煤炭。随着核电技术的发展，目前核燃料也逐步进入能源市场，这些能源矿产品有的常常单独形成统一的单矿种市场，如世界石油市场的“欧佩克”集团就几乎垄断了整个石油的出口市场。

3. 建筑材料市场

包括大理岩、花岗岩等建筑石料，以及石英砂、长石、石灰岩、石墨、石膏、珍珠岩、膨润土、硅藻土、砾石、细砂、粘土、石棉等建筑原料矿产品，它们常构成一个庞大的建筑材料市场。

4. 化工和非金属矿产品市场

包括硫、磷、钾、食盐、碱、明矾石、芒硝、硼矿、镁盐等矿产品，对一些主要的矿产品或其加工产品，常形成单独的矿产品市场，但大多数化工矿产品是在化工原料公司或化工商店中进行交换的。

5. 其它矿产品市场

如宝石、玉石、彩石、玛瑙、水晶等特种非金属矿物原料，它们大多数是珠宝市场中的矿产品。

五、矿产品市场的开拓、销售和竞争

1. 矿产品市场的开拓

矿山企业为了提高矿产品的社会占有率和企业经济效益，必须根据企业内部条件和外部环境选择最有利的目标市场，并占有目标市场，这就是所谓的市场开拓。随着科学技术的进步，人们在市场需要经济合理、技术可行的条件下，可以不断开拓出新的矿产品市场，从而达到提高企业经济效益的目的。例如对矿石中伴生组分和尾矿的综合利用，近年来有了很大进展。

为了开拓矿产品市场，矿山企业首先应该进行矿产品市场调查、收集、整理和分析各种矿产品市场的销售情报资料，预测其潜在销售量和市场前景，然后，采取积极的促销策略和促销方式，以提高销售增长率和市场占有率。

2. 矿产品市场的销售

目前，我国矿产品的主要销售形式有以下三种类型。

(1) 分配调拨形式。是指国家统配矿山企业为了保证统配任务的完成，根据国家计划，把生产的全部矿产品如煤、铁精矿、铜精矿、锌精矿、氧化铝等，交给国家统一调拨给各冶炼企业，由供需双方签订销售合同，进行销售。

(2) 地方分成形式。是指原属地方管理的矿山企业，在收归中央管理以后，在完成统配生产的矿产品中，按规定比例返回给地方矿产品，这种形式又称上级企业提成形式，其提成比例一般铜、铅、锌、锡金属为3%，氧化铝为1%。

(3) 直接销售形式。是根据历史水平，在核实用途的基础上，以最终产品形式由矿山企业直接销售给用户。如煤、油和钨、钼精矿等矿产品，除用来提取金属直接销售以外，还向钢铁、化工、纺织等行业供应。目前，大部分直接销售形式采用签订“定点定量”合同的方式，但这些是我国出口换汇的主要矿产品，国内销售在很大程度上受国际市场销售的影响。

以上三种销售形式，分配调拨和地方分成两种销售，都是上级下达指标，销售量是固定不变的，只有直接销售形式才有促进销售的策略问题。促销策略主要有沟通信息，引导和增加需求，突出矿产品特点以及巩固和扩大市场占有率等四个方面。通过这四个方面来促使更多的消费者，养成对本矿产品的“偏爱”习惯，以稳定和扩大对本企业矿产品的销售。

关于促销方式问题，由于矿山企业的特点，消费者多为专门用户，所以一般宜采用推销员促销方式，向用户和潜在用户宣传本企业矿产品的种类、质量、技术性能以及能为用户提高质量、降低成本、增加利润的情况等。并应做到信守合同、及时供货，以创造良好的商业信誉。此外，根据矿产品的性质、规格、质量和应用范围，以及运输和供应点等，还可采取其它的促销方式，如对我国钨、锡、稀土及非金属、建材等大数量的重要矿产品，也可采用广告形式和参加展览会、国际博览会等方式。

3. 矿产品市场的竞争

国内矿产品市场虽然没有一般消费品市场发育得那么完善，但矿产品只要通过市场机制进行交换，竞争就必然存在。为了提高矿产品的竞争能力，矿山企业要积极采用生产效率高、生产成本低，适合矿床的现代采选技术条件和现代工艺流程，注意寻找和开采规模大、埋藏浅、品位高、形态规整、矿石选冶性能好、矿山建设外部条件优越的矿床，从而减少开发矿床的投资，降低矿产品的生产成本，使销售价格下降。

关于矿产品市场的竞争内容和手段，与一般商品市场一样，关键是保质、保量、低价、品种新和交货及时、服务质量高等，同时，还应做好合理地综合开发利用矿产资源，积极开发新产品，扩大销售，提高企业经济效益。

世界矿产品市场的结构供需不仅局限于供需双方的数目、规模和地位，而且取决于双方具有的自由竞争程度和确定价格的能力。据此，可分为多头垄断、寡头垄断和独家垄断的矿产品市场。

矿产品的世界贸易主要集中在石油、天然气和金属上，这是因为这些矿产品只有很少数国家能做到自给自足。目前，世界上可区分为主要依赖进口矿产品的消费国和主要出口剩余矿产品的生产国，这种势头将越来越明显。工业发达国家自本世纪以来，相继建立起石油和采矿公司，其经营活动不断得到扩展，于是出现了国际康采恩（寡头垄断和独家垄

断），并垄断了市场大权，使竞争和价格受到很大限制。

近几年来，一些超级国际石油协会和主要采矿协会的联合，更加强了康采恩的市场地位。国际石油团体纷纷搞石油炼制（指原油加工和生产石油产品），这样一来势必影响到其它能源、其它原料和化学工业。几家大采矿公司除了从事矿产品加工外，还从事金属加工工业。当然，不论按销售额还是按利润来讲，石油康采恩至少要比采矿公司（金属）大100倍。此外，国有化政策改变所有制以及大型新矿床的发现和开发利用，都是改变矿产品市场结构（供需）的因素。

在世界上由于矿产品市场具有地质条件复杂、供给弹性小（自然条件和市场结构方面的原因）、集中程度高、价格波动范围广等特征，市场参加者就谋求达成国际级协议，以便对市场事务施加影响，最高是在铜、铅、锌、锡、铝、镍等行业开始的。第二次世界大战前大型企业自发组织起来，1945年以后还出现了政府间缔结的条件和协定，其组织形式有：

（1）生产者联合会。采取企业家协会或政府协议形式为会员提供情况办理公务，或谈判中代表彼此利益。

（2）生产者卡特尔（或称同业者联盟）。调整或限制市场供方的竞争，以影响价格。

（3）国际研究会。为生产国与消费国的共同论坛。

（4）国际原料协定。是在生产国与消费国之间缔结的影响市场的条约式协定。

有时，一个市场可以经历几个不同的组织形式。

第二节　矿产品市场调查

矿产品市场调查是获取矿产品市场信息的一种重要手段，是进行矿产品市场分析和预测的基础。它通过收集和整理反映矿产品市场状况的历史、现状以及发展变化的资料，为项目可行性研究提供进行矿产品市场预测以及矿产品营销方针等方面的科学依据。

一、矿产品市场调查的类型

按调查的性质、目的以及调查的内容不同可分为不同的类型。

根据矿产品市场调查性质和目的不同，可分为：

（1）探索性调查。主要目的是为了发现问题，查明问题产生的原因，找出问题的关键，探讨解决问题的方法。如某种矿产品的销售突然发生变化，要通过调查，弄清原因，探索矿产品的潜在市场和开拓新市场的可能性。

（2）实际资料调查。主要是收集和整理矿产品市场的事实资料，如矿产品市场的潜在需求、市场占有率、消费行为、竞争、产品方案等。

（3）因果关系调查。是指当某种矿产品销售情况发生变化，而引起另一种矿产品销售的变化，或者当矿产品市场政策发生变化，而引起某些矿产品产销的变化。例如职工工资收入增加了，会引起金首饰的需求量增加等。

根据矿产品市场调查内容的不同，可分为：

（1）需求和供给调查。需求方面包括矿产品消费者、潜在需要及其它情况，供给方面包括矿产品可供量、销售渠道、销售组织及促销活动等。

（2）数量和质量调查。包括矿产品产量、产值、利润、销售量、销售额和销售利润、以及矿产品质量指标、均匀性及其它商用性能等。

(3) 国内和国外矿产品市场调查。

(4) 静态和动态矿产品市场调查。静态市场调查是现实矿产品市场的真实写照，服务于短期预测；动态市场调查是研究矿产品市场的发展动向和趋势，服务于长期预测。

二、矿产品市场调查的内容

1. 外部环境调查

包括社会经济环境、政治、文化、自然地理等方面。

(1) 社会经济环境。包括工农业生产水平、科学技术发展水平、自然资源和能源、国民生产总值和国民收入净增值、基本建设投资规模、人口数量和构成及分布、收入与消费结构、对外贸易发展状况和市场物价等。

(2) 自然地理环境。包括地理位置、气候和其它重要的自然条件以及交通运输状况等。

(3) 政治文化环境。包括政府的有关经济政策，如工业生产政策、外贸政策、银行信贷与税收政策等；政府的有关法令和规章制度，如工商法、环境保护法、矿产品检验法等各种法令和条例等；涉外项目还包括国际间的关系等；居民的受教育程度、文化素质和水平有时也很重要。

2. 专题调查

根据矿山建设可行性研究的需要，为了达到某一特定目的而选定专题进行调查，其内容主要有以下几个方面。

(1) 矿产品生产供应调查。过去几年生产和销售情况、新技术新工艺、矿产品发展趋势、进出口情况、影响因素等。

(2) 矿产品消费需求调查。矿产品市场需求总量和潜在需求等，矿产品用户的数量、规模、地理分布；消费者购买力大小及对口供应户等。

(3) 矿产品价格调查。影响矿产品价格变动的因素，供求情况的变化，价格变动对销售的影响，各种矿产品的差价，比价等专题研究。

(4) 矿产品市场竞争调查。生产同类矿产品矿山企业的规模、数量，各主要矿山企业的市场占有率及其发展变化趋向，各矿山企业生产出来的矿产品的类型与售价，消费者对各种矿产品的偏爱、价格水平、意见和要求等。

(5) 替代产品的研制、性能及价格等问题。

(6) 销售渠道和推销策略的研究和制定。

三、矿产品市场调查的方法

1. 直接调查法

这种调查方法就是将调查的内容，通过走访、电话、函件通讯等形式向被调查者询问以获得所需要的资料。

2. 间接调查法

这是一种经常使用的调查方法。通过分析矿产品与用户之间的内在联系，了解矿产品市场需求与发展趋势。比如，要想调查珠宝金店今后的销售情况，可以通过调查居民收入水平及宝石原料的供应情况，估算出金首饰的需求情况。矿山企业通过这种方法了解到这一发展趋势，就可以抓住时机，为生产和销售作好准备。

搞好间接调查要注意有关信息和资料的收集，如国家机关公布的国民经济或地方经济的发展计划、统计资料、政策、法令、条例、规定等；公开刊物刊载的新闻报道、市场信

息、调查报告等；情报咨询机构提供的市场情报、信息，以及矿山企业本身积累的有关资料等。

3. 其它方法

如抽样调查法、实验调查法等，在矿产品市场调查中使用较少。

第三节　矿产品市场供应与需求分析

矿产品市场状况实际就是指矿产品供应、需求和价格诸因素之间的关系。分析和预测它们之间的关系，可为政府制定矿产品贸易和国际商品协议提供依据，同时也可被采矿公司用来制定矿产品销售策略。

一、矿产品市场供应分析

矿产品供应过程亦即矿业生产过程，就是把矿产从地质资源转变为可销售矿产品的一系列多阶段活动。如果矿产资源的自然赋存条件较好，市场需求条件又有利，则可循序渐进地从地质勘查，到矿山设计建设，到矿山开采选矿等，从而生产出矿产品以满足矿产品市场的需要。矿产品市场需求的变化，矿产储量耗减，采选加工技术的进步等都会使矿产品的供应具有动态性。通常“显在供应量”是指现有矿山企业的现有产量，“潜在供应量”是指对现有矿山企业进行挖潜、革新和改造后所能增加的最大产量，以及新建矿山项目的生产能力等；显在和潜在供应量之和即为社会最大供应量。

矿产品供应过程具有以下特点：

（1）从普查找矿发现矿床开始，到矿山企业生产出矿产品，是一项多阶段性、长周期性和不确定性、风险性的生产过程。

（2）矿山企业属资金密集型企业，矿山开发利用所需投资大，而且要有较好的地区经济基础（如交通、通讯和其它福利设施等）。

（3）矿产伴生组分的综合开发利用，以及再生资源和补充资源的利用具有重要意义。矿山企业往往实行纵向联合，即组成联合企业，这样不仅可以满足后续生产所需的矿产品，而且还可使矿产品供应少受市场价格的影响。

（4）由于矿产资源的不可再生性，矿床开发利用时，要处理好矿产开发利用经济效益极大化与充分利用矿产资源之间的矛盾，以及矿产开发与环境保护之间的关系等。

（5）由于矿产品国际贸易及政治社会影响的逐步扩大，各国政府常以法律、税收、储备和价格等手段鼓励或限制矿业生产，并且积极制定有关矿业政策，以确保投资活动最大限度地满足经济和社会需求。

二、矿产品市场需求分析

矿产品的消费量是指特定时间内实际用于最终产品的数量。矿产品的消费量在一定程度上是国民生产总值、人口数、人均国民生产总值、经济周期等总经济趋势的函数，它通常是以复利率增长，故用平均年增长率表示。

预测矿产品消费量常常使用“最终使用分析方法”，该法首先是根据有关经济指标预测某种矿产品现有的和可能的各种最终产品使用的增长情况。然后，根据增长情况及其在未来原料市场中所处的地位，预测该种矿产品在每种矿产品使用中的消费量及其总和。如果预测的周期较长，还应该考虑代用品的作用以及新的最终使用的可能性等因素。当然，在

这些方面的预测是比较困难的。为了制定矿产品的供应计划，除了把预测出来的矿产品消费量看作是直接（原始）需求之外，还必须考虑对外贸易、再生（二次）资源利用、政府储备和必要的库存量等方面的需求情况。此外，根据消费者的实际需求量和有待开发的未来需求量也可分为显在需求和潜在需求，它们的总和即为社会总需求量。

在矿山建设可行性研究过程中，根据国内外市场供需情况的调查研究和预测的矿产品未来社会需求量，与项目可能满足的供给量，通过综合分析以便对整体市场的结构和趋势，做出科学的估量和判断，为项目投资决策提供可靠的依据。

影响矿产品需求的因素很多，除矿山企业本身的营销因素外，主要是市场环境方面的因素，包括社会经济、政治、法律和文化思想因素等。总的来说，随着生产和科学技术的发展，人类对矿产品的需求一直在不断地增加。比如，近百年来，铁、煤、铜等重要矿产的产量大约增加了100倍；近35年来，矿物原料的产量竟超过了人类过去整个历史的产量。因此，社会对矿产品需求量的增加，扩大了矿产品市场，而矿产品市场的需求对矿产开发起着决定性的作用。根据有效需求，研究矿产品在市场上的占有份额，制定销售方案、生产计划，确定合理的生产规模，是进行矿山建设可行性研究和矿山编制生产计划和修改、调整计划的主要依据。

进入80年代以来，世界主要矿产资源需求形势特点可概括如下：

（1）对能源矿产的需求今后仍将继续增加，但能源结构在近期内不会有重大改变。

（2）农业矿产需求主要在发展中国家，非传统农业矿产资源的开发急待开拓。

（3）铁矿石和某些合金钢元素需求下降，特殊钢和不锈钢元素前途乐观。

（4）多数有色金属需求停滞或下降，轻金属前途光明。

（5）贵金属需求量将继续有较大增长，但资源仍然比较紧张。

（6）某些稀散元素是发展高技术工业的战略资源，需求增长迅速。

（7）建材原料发展迅速，应特别重视再生资源和新材料的应用。

（8）非金属矿产开发利用的深度和广度有了很大发展，特种非金属尤应重视。

三、矿产品价格分析

矿产品价格反映着特定时刻需求和供应状况的综合影响，在市场经济条件下，矿产品长期价格趋势是矿石长期成本的函数，矿石的长期成本取决于采出矿石的品位和吨矿石的生产成本，由于采矿和矿石加工技术的进步，矿石的生产成本呈下降趋势（以不变货币表示）；但同时，由于矿山不断开采，矿产储量不断耗减，因此，采出的矿石的品位也在不断下降，两者相抵销，又会使长期成本提高。故在近20年来，从货币面值上来看，世界上大多数矿产品的实际价格仍呈上升趋势，但如减去通货膨胀等因素的影响，从总体上看还是下降的。此外，还有一个重要原因就是随着社会经济的发展对矿产品需求猛增，增加了人们从事矿业开发的热情，使世界矿产资源的储量和产量有了大幅度增长。另外，因为矿产品属初级工业品，世界工业发展国家都力图压制初级矿产品价格以获取超额利润。

矿产品的市场价格除了整体上呈下降趋势以外，也受市场的供应能力和需求程度的影响。由于供需状况在短期内属无规律变化，故矿产品的短期价格具有严重波动的特点（其波动周期通常持续一年以上时间）。这是因为：

（1）矿山建设投资决策时预测的市场条件与矿产品销售时的实际市场条件往往大不相同，因此，最初的投资决策可能与长达十年或更长一些时间以后的实际需求量不一致，这

种市场的不确定性是导致矿产品价格长期无规律变化的重要因素。

(2) 由于消费者常受不确定性条件下的市场心理所驱使，往往在价格下跌、需求减少时，不是建立库存，而是用完库存。相反，在价格上涨、供应紧缺时却建立库存，这样做的结果不是用低于长期价格趋势所显示的价格购买原料，同时，还会增加短期价格的不稳定性，使市场状况更加趋于波动。

(3) 通常对矿产品的需求，起初是呈上升趋势，但当与其密切相关的某些消费品的需求，从一个水平上升到另一水平的时候，对矿产品的需求有时却下降了，这就是矿产品投资需求的波动性，往往会超过某些消费品销售情况的波动。这种现象在生铁、贱金属和烟煤等矿产方面，由于它们与工业市场的关系极为密切，所以表现得极为明显，对于石油和水泥原料的影响就比较轻微。

四、矿产品价格的职能、种类和定价策略

价格包括生产成本、销售费用、税金和利润等四个要素，这表明在商品定价销售时，不仅要使生产成本得到补偿，企业得到盈利，而且国家也能有一定的积累。

1. 矿产品价格的职能

(1) 可以用来保护先进，鞭策后进，调节国民经济各部门和各矿业生产部门的比例，促进矿业生产和采选技术的发展；

(2) 可以影响矿产品的供需关系，变动社会财富的比例，以调整部门、地区、国家、集体和个人之间的经济关系；

(3) 可以引导矿山生产活动的投资方向。

2. 矿产品价格的种类

在国际上，不同的市场形式形成不同的价格，矿产品价格一般可分为以下四种：

(1) 交易所价格。是在交易所根据当时供需数量形成的价格。如伦敦、纽约等地交易所的价格，又称自由价格。

(2) 议定价格。是由买卖双方协商的价格。

(3) 垄断价格。是由垄断生产者单方面规定的价格。

(4) 调节价格。是受卡特尔组织或矿产品协定所调节的价格。

此外还有矿山的出厂价格和长期贸易合同的期货价格。

在国内，目前有国家统一规定的国家调拨价格、最高限制（定）价格，一些地方集体企业和个体采矿者销售矿产品的议定价格，一些大中型联合企业内部实行的内部结算价格等等。

3. 矿产品定价策略

矿山企业在确定矿产品价格时，必须考虑本企业的生产经营特点、市场对矿产品的需求情况、同行之间的竞争情况、货币价格的变动情况、本企业矿产品在市场上的地位、矿产品的性质和质量、矿产品销售费用的高低，以及国家的政策、法律、法规等因素。使所定价格比较合理，既能使矿产品尽快销售出去，不出现积压，又能获得比较多的收益，提高自己的矿产品在市场上的占有率。当本企业矿产品的质量高、信誉好，而产量又不多，且供不应求时，可采取提高价格的办法，来保证供应，提高效益。

矿产品定价常采取以下策略：

(1) 低价策略。当矿山开发出新产品时，虽然市场需求量大，而自己生产量又很小，在

格；当市场需求大于供应时，市场价格就会高于均衡价格。

实际上，很难准确绘出供应曲线和需求曲线，因为在不确定性条件下，它们是随时间而变化的，市场调查人员的任务就是设法估计出上述关系，预测它们未来的变化情况，用以指导生产与销售，为国家和企业谋取最佳经济效益。

然而，当前我国正在逐步推行社会主义市场经济，对某些实行指令性计划的矿产品，如果长期供需不协调，国家在一定范围内还要进行限价和宏观调控，因此，在国内市场上，某些矿产品价格常常具有相对稳定性，当然在制定计划价格时，也必须认真考虑价值规律的作用，对实行市场调节的矿产品，矿山企业只有在完成国家计划任务的前提下，才允许其自销，在价格上也可以灵活处置。

第四节　矿产品市场供需预测

矿产品市场供需预测就是对拟建矿山生产的矿产品的未来供应和需求情况以及发展趋势进行预测。目的是使矿山建成投产后所生产的矿产品能适销对路。只有当矿产品市场供需分析结果确认矿产品在市场上有销路，而且在未来相当长的时期内，矿产品市场需求量大于供应能力的情况下，才值得考虑矿山投资建设和进行其它各项可行性研究。

如果某种矿产品目前的供应能力已经超过需求，而且在一定时期内需求量也不会有较大的增长，或者该种矿产品目前需求量虽然超过供应量，但生产该种矿产品的现有矿山企业增产潜力较大，在建和拟建矿山所能增加的供应能力较大，能够满足未来对矿产品的需求。无论属于以上哪种情况，生产这种矿产品的矿山，暂时都不能考虑投资建设。

在矿产品市场需求和供需预测中，供应情况可通过生产该种矿产品的矿山企业现有生产能力和新建拟建中的生产能力大体估算出来。因此，一般的矿产品市场预测主要是对矿产品的需求量（包括可销售量和价格）进行预测。

一、矿产品市场需求预测的一般程序和分类

矿产品市场需求预测是根据现在和过去市场需求的规律性，推断未来市场需求情况和发展趋势。

1. 一般预测程序

首先是确定预测目标，制定工作计划；

其后是通过矿产品市场调查，收集信息资料，经过整理概括、分析研究，运用科学方法建立起反映市场运动规律的模型；

然后，按数学模型测算未来一定时期内矿产品需求量的变化情况和发展趋势；

最后，对预测结果进行误差分析和评价，选择最佳的预测方案，从而为制定国民经济和有关部门长远规划和矿山建设投资决策、矿山企业经营决策、地质勘查工作部署提供可靠的依据。

2. 矿产品市场需求预测的分类

按经济活动范围，可分为宏观和微观预测；

按空间层次不同，可分为国际市场预测和国内市场预测；

按预测时间长短不同，可分为近期预测和长期预测。

但在矿山建设项目可行性研究中，经常进行的是潜在需求量预测（即近期内可能的最

大需求量）和市场发展趋势预测（即今后一定时期内需求量变化趋势）。

二、矿产品需求市场预测方法

矿产品市场潜在需求量预测是对近期内矿产品市场最大需求量的推测。进行市场潜量预测，需要对社会购买力、生产规模以及矿产品储备情况等进行必要的调查研究。

1. 需求量近似值法

此法是调查分析矿产品当前实际需求量的近似值。可从调查过去和现在的市场情况入手，预测某一年的消耗量。按下式计算：

$$Y = P + (I - E) + (S_0 - S_c) \qquad (2—1)$$

式中：Y——近似的年消耗量（即需求量近似值）；

P——当年的生产量（或实际销售量）；

I——当年的进口量；

E——当年的出口量；

S_0——年初库存量；

S_c——年末库存量。

运用该公式测算时，还应分析进出口限制因素、价格因素，以及其它经济政策等特殊因素对需求量的影响。

2. 国民收入消费比重法

对某种矿产品在国际市场上的潜在需求量预测，常采用这种方法。该法是按一个国家（或地区）的人口总数和人均国民收入中用于消费某种矿产品的比重，来预测矿产品的市场需求量。据此即可估算出各国（或地区）该种矿产品市场的大小，计算公式如下：

某国（或地区）矿产品潜在需求量＝人口总数×人均国民收入×消费比重　　(2--2)

3. 弹性系数预测法（相关产品需求量预测）

设某一经济预测模型为 $y=f(x_1, x_2, x_3, \cdots\cdots, x_n)$，可定义为两种变量之间存在着密切的正或负相关关系，因此，可以根据相关自变量的需求量来预测某种因变量的潜在需求量。

所谓弹性系数就是两个相关变量的变化率之比，可按下式计算弹性系数：

$$\text{弹性系数 } E_i = \frac{\text{关联(因)变量增长率}}{\text{关联(自)变量增长率}} = \frac{\Delta y}{y} \Big/ \frac{\Delta x_i}{x_i} \qquad (2\text{--}3)$$

$$(i = 1,2,3\cdots n)$$

比如，决定矿产品消费水平的自变量是矿产品价格，当某种矿产品价格变化时，需求量便相应发生变化，首先确定需求价格弹性系数（E_p），$E_p>1$，弹性大，反应灵敏，$E_p\leqslant 1$，弹性小，反应不灵敏。

$$E_p = \frac{Q_t - Q_0}{Q_0} \Big/ \frac{P_t - P_0}{P_0} \qquad (2—4)$$

式中：P_t，P_0—— 分别为预测期和基准期的价格；

Q_t，Q_0—— 分别为预测期和基准期的需求量。

由于需求量与价格因素成反比关系，因此在已知矿产品价格变化的条件下，乘上需求价格弹性系数的倒数，即可预测矿产品的潜在需求量。

如果知道了两个有内在联系因素之间的弹性系数，就可以由一个因素的未来发展状况

来预测另一因素的未来发展状况。

4. 产品消耗（费）系数预测法

矿山建成后向矿产品市场提供矿产品，国民经济各个部门耗用该矿产品的定额指标，称为消耗（费）系数（C_t）

$$C_t = \frac{S_t}{GNP_t} \tag{2—5}$$

式中：C_t——t 年某种矿产品的消耗（费）系数；

S_t——t 年某种矿产品国民经济各个部门的消耗（费）量（需求量）；

GNP_t——t 年国民经济各个生产部门规划的产量。

上式可见，C_t 随时间而变化，如果有较多的历史资料，可以建立以时间为自变量求 C_t 的回归方程，再用该方程式预测未来某年的 C_t 值，再进一步通过 C_t 值预测某年该矿产品的需求量。

因此，国民经济各个部门的未来生产规划产量乘上消耗系数，即为该部门对该种矿产品的需求量，汇总各部门的需求量，即为预测矿产品的总需求量，可用下式表示：

$$\text{总需求量} = \sum_{i}^{n} \text{生产规模 } i \times \text{消耗系数 } i, \tag{2—6}$$

式中：i——国民经济的 i 部门。

三、市场发展趋势预测方法

市场发展趋势就是对某种矿产品今后一定时期内需求量变化趋势的预测，由于矿山生产寿命一般长达 10 年，甚至 20 年以上，因而在预测矿产品市场发展趋势时，一般都要进行 10～20 年的长期预测。预测的基本步骤是：

（1）收集当前该矿产品的实际需求量和价格；

（2）调查以往影响需求量的主要因素及变化规律（如购买力水平、生产能力、科学技术等）；

（3）预测这些影响需求量的因素在今后的发展趋势；

（4）运用合适的预测方法对今后矿产品的需求量和价格进行科学预测，由此决定矿产品长期的经营方向和发展规模。

主要的预测方法有以下几种：

1. 直观法（或称经验推断法）

此法主要根据熟悉未来市场需求情况的人的判断和推测，即靠人的经验和综合分析能力进行预测。使用较多的是用户需要直接调查法，就是直接调查和分析用户对矿产品需求情况，参照市场的未来变化趋势，预测矿产品在某一时期的销售量。另一种方法是专家意见法（或称德尔菲法），这种方法不是以专家会议的方式，而是组成专家调查组来进行预测，经过反复征询意见以后，所要预测的问题即渐趋一致，这种意见或判断即可作为预测的基础。

德尔菲法具有匿名性、反馈性和统计性等特点。由于在矿产品市场发展趋势预测中，既有定量因素，又有难以定量因素，特别是对后者，通过专家打分等办法，使之能进行定量统计。因此，德尔菲法是一种可供选择的手段。

采用德尔菲法可进行：

（1）时间预测。即预测某事件将发生的时间，比如根据科学发展和采选加工技术水平的提高，我国宁乡式铁矿，何时方能开发利用；

（2）比例预测。即对行业结构、产品产量和品种构成比例等问题的预测，比如在一定矿产勘查条件下，可能获得的各矿种探明储量比例的预测，如果结果表明某些矿种储量比例失调则应对勘查规划和投资比例进行调整。

（3）择优选择。即在若干可供选择的方案中选择最佳方案，比如对不同勘查设计方案的选优。

（4）排序预测。比如某地区有几个矿床都可供开采，但目前资金有限，那么究竟先开采哪个矿床，对今后该地区经济发展有利。

德尔菲法一般实施步骤为：①首先由组织预测的单位选择各有关部门有代表性的专家参与；②提出预测主题，意见要明确并附背景材料，再由专家提出若干预测事件；③进行若干预测轮的轮间反馈沟通，一般要进行三轮预测和反馈的沟通；④进行预测结果的数据处理，常用评分和评级的平均值和变异系数或协调系数两类指标表示。

用评分和评级的平均值，很难表示专家意见的一致性即协调程度，变异系数常用以表示某个方案专家意见的协调程度，协调系数常用来表示对所有方案的协调程度。

变异系数可用下式表示：

$$V_j = \frac{S_j}{\bar{x}} \tag{2—7}$$

式中：V_j——j 方案的变异系数；

S_j——j 方案的标准差；

$\bar{x}$——各方案评分的算术平均值。

上式中：

$$S_j = \sqrt{S_j^2} = \sqrt{\frac{1}{n-1}\sum_{j=1}^{n}(x_j - \bar{x})^2} \tag{2—8}$$

式中：S_j^2——j 方案的方差；

n——方案数；

x_j——某方案的评分。

由以上公式可见，变异系数低的方案，协调程度高，即意见一致。

协调系数可用下式计算：

A. 先计算专家对各方案的等级和

$$Z_j = \Sigma R_{ij} \tag{2—9}$$

式中：Z_j——j 方案的等级和，常以自然数（1，2，3…级）表示；

R_{ij}——i 专家对 j 方案的评价等级。

B. 计算全部方案的等级和平均值（$\overline{M}$）

$$\overline{M} = \frac{1}{n}\Sigma Z_j \tag{2—10}$$

式中代号同前。

C. 计算各方案等级和与全部方案等级和算术平均值的离差平方和（Σd_j^2）

$$\Sigma d_j^2 = \Sigma(Z_j - \overline{M})^2 \tag{2—11}$$

D. 计算所有专家对全部方案的协调系数（W）

$$W = \frac{12}{m^2(n^3 - n)}\Sigma d_j^2 \qquad (2—12)$$

式中：m——参加评分的专家人数；

n——参加评分的方案数。

由以上公式可见，W 越小表示所有专家对全部方案的协调程度越高，即意见更一致。

2. 投入产出法（或称部门联系平衡法）

它的基本思路是国民经济的任何部门都不是孤立的，它们相互联系、相互依存，每一个部门既是商品的生产者，又是商品的消费者，国民经济生产和消费的总计划，就是要求每一个部门生产的商品等于所有其它部门（包括本部门）消费该商品的总和。例如，煤炭部门要求冶金、电力、机械、轻工、农业等部门供给它钢材、动力、设备、生活和食用品等；而上述各部门又都要消耗煤炭，对煤炭部门而言，各部门都要消耗煤炭，亦即要求有煤炭的投入，而煤炭部门为保证各部门投入的需要，就必须供给相应的煤炭产出。显然，这里投入与产出必须相平衡。为了清楚地表示每一产品的消耗去向（投入）和生产来源（产出），即各部门之间相互需求联系，可以用一类似矩阵的表格表示出来，即投入产出表，见表 2—1。

表 2—1　投入产出表

产品消耗去向 j / 消耗构成 i			中间产品（生产消耗）							最终产品（其它消耗）	
			煤炭	冶金	电力	机械	轻工	…	农业	商品量	总产量（或总产值）
			1	2	3	4	5	…	n	y_i	x_i
生产部门（物质消耗）	煤炭	1	x_{11}	x_{12}	x_{13}	x_{14}	x_{15}	…	x_{1n}	y_1	x_1
	冶金	2	x_{21}	x_{22}	x_{23}	x_{24}	x_{25}	…	x_{2n}	y_2	x_2
	电力	3	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
	机械	4	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
	轻工	5	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
	农业	n	x_{n1}	x_{n2}	x_{n3}	x_{n4}	x_{n5}	…	x_{nn}	y_n	x_n
新创造价值	工资		V_1	V_2	V_3	V_4	V_5	…	V_n		
	纯入		M_1	M_2	M_3	M_4	M_5	…	M_n		
	税金		N_1	N_2	N_3	N_4	N_5	…	N_n		
总产量（或总产值）			x_1	x_2	x_3	x_4	x_5	…	x_n		

表中各部门的横行部分，表示该生产部门产品的消耗去向（x_{ij}表示第 j 部门消耗第 i 部门的生产产品的价值），纵列部分则表示该部门生产的消耗构成情况。显然，就价值形态而言，各产品的消耗与产出是相等的。即：

$$x_i = \sum_{j=1}^{n} x_{ij} + y_i \qquad (2—13)$$

$$\left.\begin{aligned} x_1 &= x_{11} + x_{12} + \cdots + x_{1n} + y_1 \\ x_2 &= x_{21} + x_{22} + \cdots + x_{2n} + y_2 \\ &\vdots \quad \vdots \quad \vdots \quad \vdots \quad \vdots \quad \vdots \quad \vdots \\ x_n &= x_{n1} + x_{n2} + \cdots + x_{nn} + y_n \end{aligned}\right\} \qquad (2—14)$$

因为第 j 部门生产单位产品所需消耗第 i 部门的数量（x_{ij}），就是第 j 部门对第 i 部门产品的直接消耗系数（a_{ij}）.

显然：

$$a_{ij}=\frac{x_{ij}}{x_j} \qquad (2—15)$$

所以 $x_{ij}=a_{ij}\,x_j$代入前式（2—14），则

$$\left.\begin{aligned} x_1 &= a_{11}x_1 + a_{12}x_2 + \cdots + a_{1n}x_n + y_1 \\ x_2 &= a_{21}x_1 + a_{22}x_2 + \cdots + a_{2n}x_n + y_2 \\ &\vdots \quad \vdots \quad \vdots \quad \vdots \quad \vdots \quad \vdots \\ x_n &= a_{n1}x_1 + a_{n2}x_2 + \cdots + a_{nn}x_n + y_n \end{aligned}\right. \qquad (2—16)$$

I 为单位矩阵

$$I=\begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & \cdots & 0 \\ 0 & 1 & 0 & \cdots & 0 \\ 0 & 0 & 1 & \cdots & 0 \\ \cdots & \cdots & \cdots & & \\ 0 & 0 & 0 & \cdots & 1 \end{bmatrix}$$

令 $X=\begin{bmatrix} x_1 \\ x_2 \\ \vdots \\ x_n \end{bmatrix}$；$Y=\begin{bmatrix} y_1 \\ y_2 \\ \vdots \\ y_n \end{bmatrix}$；$A=\begin{bmatrix} a_{11} & a_{12}\cdots a_{1n} \\ a_{21} & a_{22}\cdots a_{2n} \\ \cdots & \cdots\ \cdots \\ a_{n1} & a_{n2}\cdots a_{nn} \end{bmatrix}$

则：$X=Ax+Y$ (2—17)

或：$Y=(I-A)\,X$ (2—18)

$X=(I-A)^{-1}Y$ (2- 19)

式中：I 为单位矩阵。

由前式（2—18）（2—19）可以看出，如果一定时期内各部门间的产品消耗系数不变（即 A 不变），那么只要知道了各部门的生产计划 X，即可预测社会将可生产的各种最终产品的数量 Y；反之，若未来应该提供的各种最终产品消耗量 Y 已经确定，那么，未来各部门应该生产的本部门产品数量 X，也就可以预测。这就是投入产出法预测的基本原理。一般地说，社会生产部门和产品种类极其繁多，预测需借助计算机进行。

3. 历史引伸法（或称外推法、时间序列分析法）

此法是利用需求量的历史资料和数据，按时间顺序排列来预测未来矿产品的需求量。使用这种方法的前题是假设未来的趋势和过去的趋势相类似，属于这类方法常用的有以下 6 种。

（1）移动平均数法

其具体作法是用前期（三或四年）的实际销售量的平均值，作为下期的销售量。随着预测时间每往后推移一年，就要舍弃上次求平均数时所用的最早一年的资料，这种方法不

仅可以平滑资料中各年销售量的随机波动，而且可以从平均数的变化中看出销售量增减的趋势。

(2) 指数平滑法（又称加权移动平均法）

当用于销售预测时，其形式为：

$$F_T = aD_{T-1} + a(1-a)D_{T-2} + a(1-a)^2D_{T-3} + \cdots\cdots + a(1-a)^{n-1}D_{T-n} + a(1-a)^nD_{T-(n+1)} \quad (2-20)$$

式中：F_T——下一年销售预测值；

D_{T-1}——本年的实际销售量；

D_{T-2}——前一年的实际销售量；

a——平滑系数，$0 \leqslant a \leqslant 1$。

a 值可通过过去各年的实际数，用 n 个不同 a 进行测算（如 $a=0.2$，0.4，0.6 等）。选择各年预测数与实际数的平均误差最小的 a。

在计算时，实际是分别以 a，$a(1-a)$，$a(1-a)^2$…对过去各年的实际销售量进行了加权，权数反映了各期销售量的不同影响，近年因影响较大，故权数也较大，反之，远年权数较小，由于权数呈指数形式，故名指数平滑法。

(3) 经济指标预测法

经济指标是经济状况的反映，各种有关经济现象的变化，在时间顺序上往往是有一定规律的，这种规律可从各种经济指标体现出来。例如，石油价格的提高先于化工材料的上涨，棉花的生产先于棉布产量的提高等等。经济指标可以分为先导指标、同步指标和滞后指标。经济指标预测法就是通过分析这些经济指标的变化，预测经济的发展。

例如：某省 1986 到 1989 年矿山基建投资与矿产品产值如表 2—2 所示，试预测该省 1990 年矿产品产值。

表 2—2 某省 1986～1989 年基建投资与矿产品产值表 单位：万元

年	1986	1987	1988	1989
矿山基建投资	2000	1500	3000	2500
矿产品产值	10000	1500	1000	2000

从图 2—2 中可以看出，1986～1987 年基建投资降低，1987～1988 年矿产品产值也降低；以此类推，说明基建投资是矿产品产值的先导指标，进一步分析，可知基建投资的最低点，恰是矿产品产值的峰值，其先导期为 1 年，以 $t+1$ 期的矿产品产值与 t 期的基建投资相比，分别求出比值，$\frac{1500}{2000}=0.75$；$\frac{1000}{1500}=0.67$；$\frac{2000}{3000}=0.67$；上述比值的算术平均值为 0.697，即矿产品产值大约是上一年基建投资的 0.697 倍，于是得出 1990 年的矿产品产值为 $2500\times0.697=1742.5$ 万元。

(4) 趋势预测法（回归分析法）

此法适用于长期预测，该法是分析过去各年实际资料的数据，从中寻求这些数据演变规律的一种数理统计方法。如果研究的是一个变量对另一个变量所产生的影响称为一元线性回归分析法；如果研究两个或两个以上变量对另一个变量所产生的影响则称为二元或多

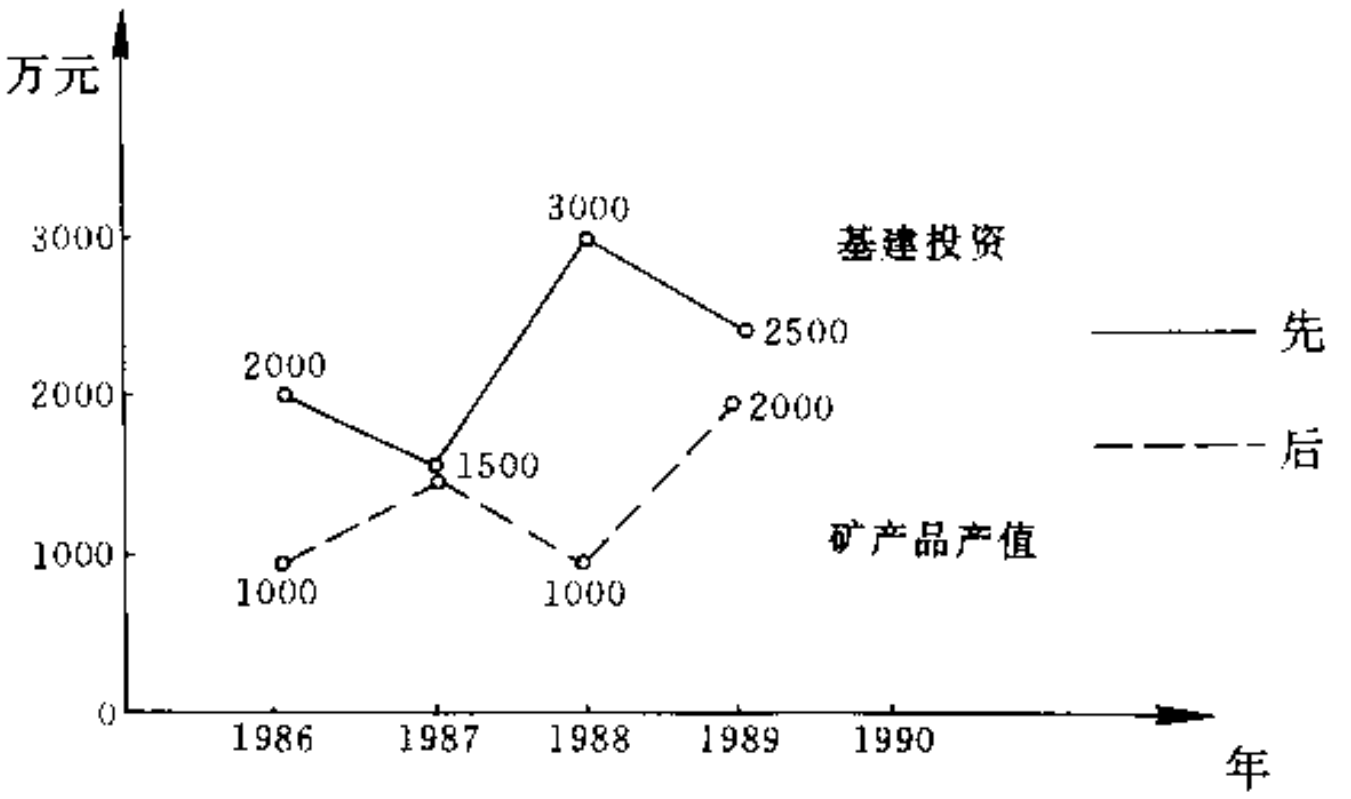


图 2—2　某省 1986～1989 年基建投资和矿产品产值关系图

元回归分析法。据此测定今后各年的数据。

①一元线性回归预测。如果过去各年数据的增减量符合等差级数，则按直线方程式（$y=a+bx$）来预测其基本趋势。首先，用最小二乘法从过去若干年实际需求量中找出一条有倾向性的趋势直线（回归直线），该线最能代表实际资料的变动趋势，故可作预测之用，延长此回归直线，即可预测出未来时期的需求量。

用最小二乘法推导出来的这条直线的标准方程式如下：

$$\Sigma y = na + b\Sigma x \tag{2—21}$$

$$\Sigma(xy) = a\Sigma x + b\Sigma x^2 \tag{2—22}$$

式中：n ——已掌握数据的年数；

x_i——各年的代号（如－2 年，－1 年，0 年，＋1 年，＋2 年等）；

y_i——各年需求量；

Σx_i——各年代号的总和；

Σy_i——各年需求量的总和。

设已掌握资料的各年的中间年份定为 0 年，则 $\Sigma x=0$；代入 2—21，2—22 公式，求得 $a=\bar{y}-b\bar{x}$；$b=\dfrac{\Sigma x_i y_i-\bar{y}\Sigma x_i}{\Sigma x_i^2-\bar{x}\Sigma x_i}$。参数 a，b 一经确定，回归方程的形式也就完全确定，只要知道 x 的未来值，即可求 y 的预测值，见图 2—3。

图 2—3　一元线性回归直线图

②非线性回归预测。如果过去各年的增减量符合等比级数，则其基本趋势可用二次曲线方程式（2—3）表示，

$$y = a + bx + cx^2 \tag{2—23}$$

使用此法时，必须掌握过去较长时期的数据。

用最小二乘法推导出来的这条曲线的标准方程式为：

$$\Sigma y = na + b\Sigma x + c\Sigma x^2 \tag{2—24}$$

$$\Sigma(xy) = a\Sigma x + b\Sigma x^2 + c\Sigma x^3 \tag{2—25}$$

$$\Sigma(x^2y) = a\Sigma x^2 + b\Sigma x^3 + c\Sigma x^4 \tag{2—26}$$

式中各符号与前公式中含义一致，见图 2—4。

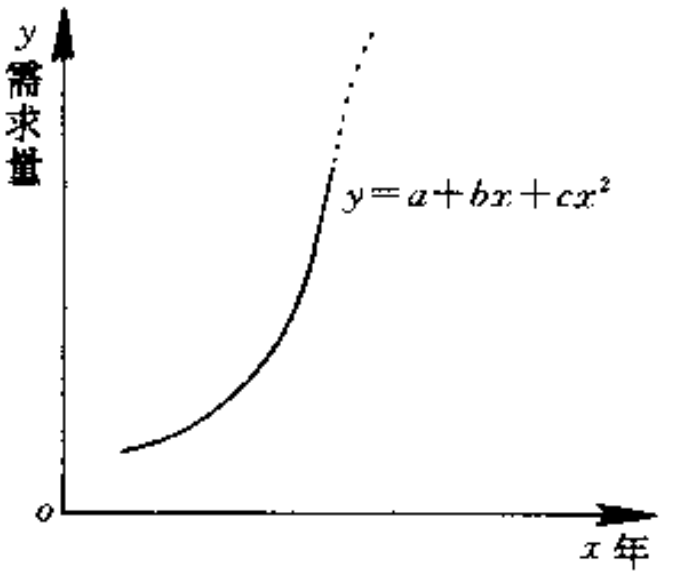


图 2—4　二次非线性回归曲线图

(5) 产品寿命周期分析法

市场上任何产品的需求，都有其发生发展和衰亡的过程，这个过程称为产品寿命周期。对产品寿命周期内的产品销售量的发展趋势进行预测，是研究市场发展趋势（长期预测）的重要方法。

大多数产品的寿命周期，可分为投产期、成长期、成熟期和衰退期四个阶段。可按过去各年的销售量或企业获得的利润，按时间顺序排列成图（见图 2—5），根据图上的曲线观察其发展趋势，判断这一产品处在哪一阶段？确定应否再安排生产项目，这种方法称为销售或利润趋势分析法。从理论上讲，各个阶段的特点为：

投产期。新产品试销，销售量不大，增长缓慢，利润少甚至亏损。

成长期。成批生产，销售迅速增长，利润亦随之上升。

成熟期。大批生产，销售量和利润达最高峰，后期由于需求饱和，销售量和利润开始下降。

衰退期。产品老化，消费者转向购买其它产品，销售量和利润急剧下降并出现亏损。

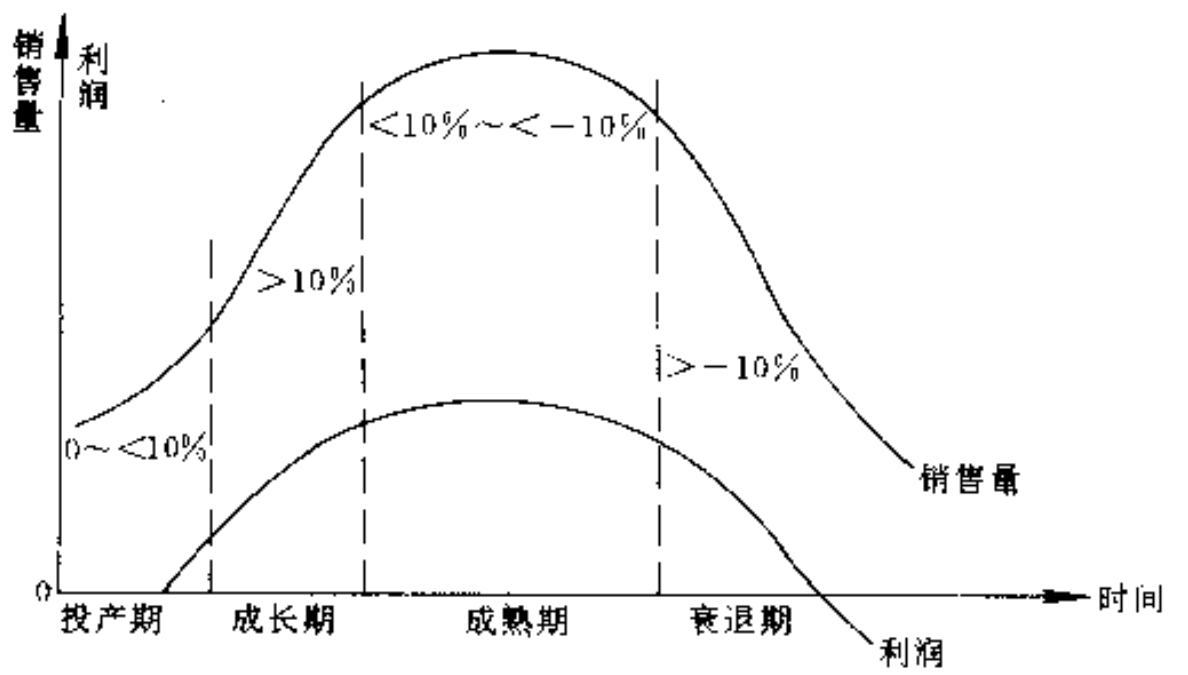


图 2　5　产品寿命周期示意图

判断产品所处寿命周期阶段，可采用销售增长率法（销售增加量/时间增加量）。

设 Δy 表示纵坐标上商品销售量变化的增量，Δt 表示横坐标上时间变化的增量（一般以年为单位），则 $\Delta y/\Delta t$ 就是销售增长率。一般情况下，当

$0<\Delta y/\Delta t<10\%$ 属投产期；

$\Delta y/\Delta t>10\%$ 属成长期；

$\Delta y/\Delta t<10\%$，$\Delta y/\Delta t<-10\%$属成熟期；

$\Delta y/\Delta t>-10\%$属衰退期。

另一种判断产品所处寿命周期阶段的方法是人口平均产品普及率法（即社会拥有量法），即（历年生产累计量＋历年进口累计量－历年出口累计量）÷人口总数。

普及率越高，需求量越低。

（6）矿产资源总量类比法

它的基本思路是，地质条件类似的区域，埋藏有相近数量的矿产资源，其单位区域内的矿产资源的潜在价值也是相近的。这样，如果已知调查程度较高的某区域内的各种矿产资源的单位区域数量或价值，就可用以预测类似地质条件而尚未进行勘查的区域内的各种矿产资源总量或其潜在价值。由于地球上不同地区间不可能有地质条件完全相同的区域，所以这种方法预测结论精度很低。但只要注意结合实际资料分析，并借助其它预测手段，对于估计总体资源潜力和确定勘查方向，进行长远区域规划有一定的参考价值。

上面介绍的几类矿产品市场发展趋势预测方法，其中回归预测法和投入产出法较为精确，但计算量一般较大；而矿产资源总量类比法虽较简便，但精度不高，且受到用途不广的限制（只能用于矿产品需求预测）；目前在实际工作中矿产品寿命期分析法、德尔菲法和时间序列分析法使用比较广泛。因此建议应该根据实际需要，来选择不同的有效方法，同时，注意多种方法的联合使用。最后，应该注意的是预测的精度，往往在很大程度上不是取决方法的选择，而是预测者的实践经验和知识水平。

第五节　矿产品市场预测结果及综合分析

一、矿产品市场预测结果

应包括以下内容：

①对矿山建设项目在生产经营期内，国内市场和国际市场（指出口矿产品）上竞争能力的评价；

②对矿产品经济寿命进行分析；

③计算下列数据

a. 国内需求量＝国内产量用于国内总消费量（指直接需求）＋未满足的需求量（包括贮备、库存、再生资源等）；

b. 市场总需求量＝国内需求量－出口量；

c. 市场总供应量＝国内现有生产能力＋在建生产能力＋拟开工项目生产能力＋进口量；

d. 总需求不足额＝市场总需求量--市场总供应量。

根据总需求不足额（即潜在需求量）论述矿山建设项目生产规模的选择与矿产品市场需求的适应程度。

④将矿产品调查和预测结果的数据资料汇总填列“矿产品需求量与供应量预测表”（表2—3）或矿产品市场供需调查预测表（表2—4）和“有关国家（地区）产量与需求量资料表（表2—5）。

表 2-3　矿产品需求量与供应量预测表

年　份	矿产品名称	需求情况				供应情况			总需求超过总供应量
		国内总消费量	未满足需求量	出口量	总需求量	生产量	进口量	总供应量	
		1	2	3	4=1+2+3	5	6	7=5+6	8=4-7
××年实际									
××年实际									
××年预测									
××年预测									

表 2-4　矿产品市场供需调查预测表　　单位：千吨/年

指　　标	目前情况	项目投产时情况	项目投产五年后情况	项目投产十年后情况
国内销售	1000	—	—	—
未满足的需求	200		—	
国内需求	1200	1400	2200	3000
出口	0	0	200	400
总需求量	1200	1400	2400	3400
国内现有生产能力①	700	1000	1900	2500
进口	400	200	0	0
总供应量	1100	1200	1900	2500
总需求超过②总供应量	100	200	500	900
本项目产量	0	100	150	150

注：①包括目前未利用但可以利用的潜在生产能力，但不包括本项目的矿产品。

②未考虑库存变动。

表 2-5　有关国家（地区）产量与需求量资料表

调查结果 / 国家（地区） / 年份	矿产品名称	××年		××年		…	××年	
		生产能力	需求量	生产能力	需求量	…	生产能力	需求量
合　计								

注：有出口矿产品的矿山建设项目需编列本表。

如果不同时期预测的总需求量都超过总供应量，则说明矿产品长期处于“短线”，该项目有较可靠的市场；如果两者大致相等，则需要进一步调查预测，查明该项目的矿产品是否确有市场，在肯定确有市场以后，还需进一步分析是否还有生产同类矿产品的矿山准备上马？内外销的可能性和比重如何？有出口任务的项目，还要调查有无潜在竞争对手？出口对象国的限制性措施等。

二、矿产品市场预测结果的综合分析

矿产品市场活动的现在和未来、主体和环境（客体）等都是一个运动着的整体，因此，必须用系统观点、整体观点、综合观点来认识矿产品市场在时间上、空间上的变化发展规律。为了得出规律性的认识，通常采用回归分析法、统计图表法和指标分析法等。

矿产品市场调查和预测系统是属于整个社会经济系统中的一个子系统，它是一个发展变化的动态系统，其核心是矿产品的市场需求量和生产能力（供应量）的预测，并剖析供需平衡关系，矿产品需求量和生产能力（供应量）预测是相互制约、相互影响的，二者组成结构紧密的系统，如图 2—6 所示。

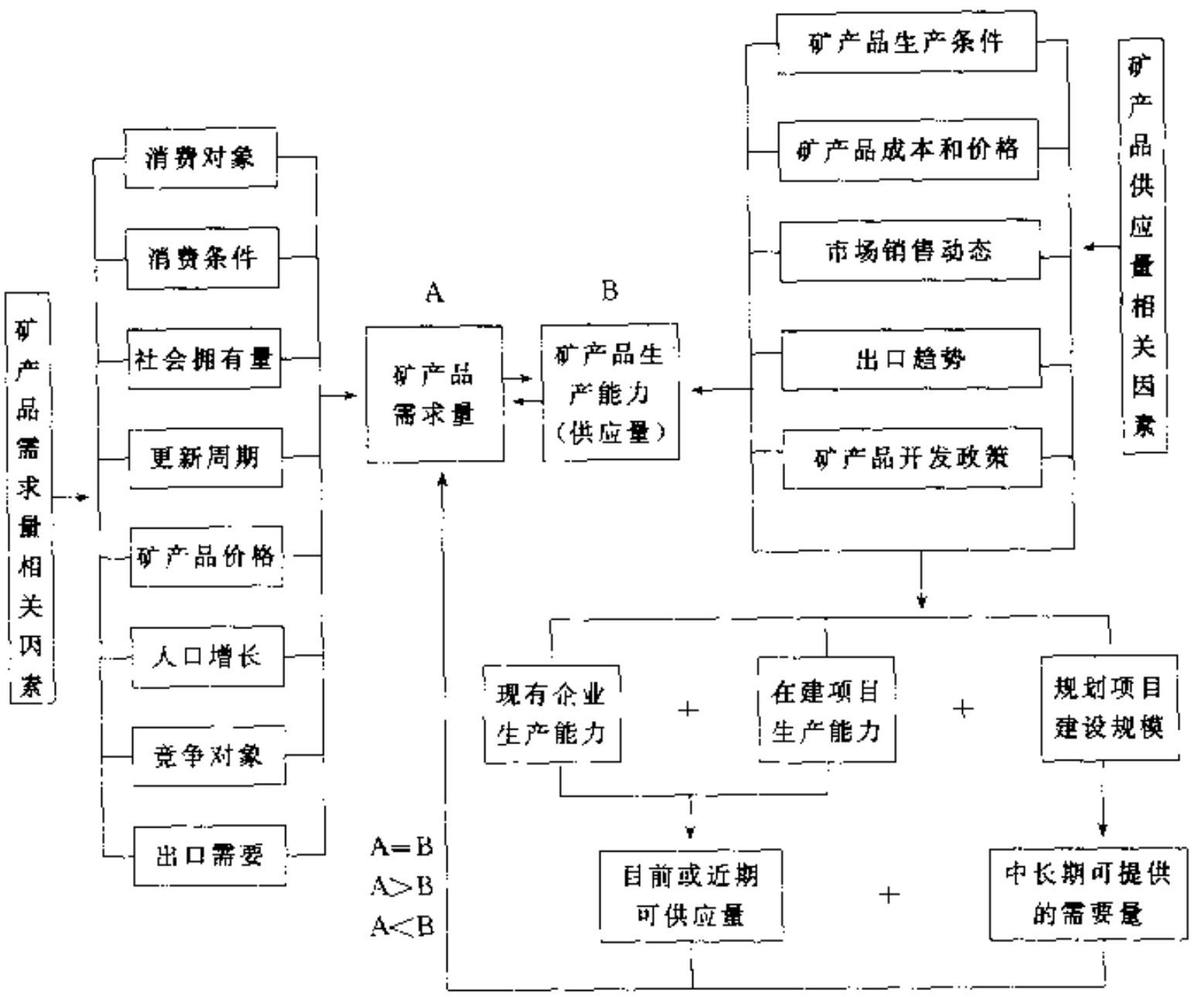


图 2-6　矿产品需求量和生产能力(供应量)预测关联图

当 A＝B 时，表明生产能力（供应量）能满足需求，两者平衡，不需投资新建或扩建生产规模；

当 A＞B 时，表明需求量＞生产能力（供应量），矿产品供不应求，需要投资新建和扩建项目，以扩大矿产品的生产规模；

当 A＜B 时，表明需求量＜生产能力（供应量），矿产品供大于求，将出现滞销，因此不需要新建这类项目。

应该提到的是，对于复杂的预测课题，有时要采用不同的方法和模型进行对比。如果结论相近，说明结论是可靠的，否则，还必须开展进一步的分析和论证，找出原因，并确定哪种结论更可靠，有时还必须将不同方面（如供应和需求，宏观和微观，当前和长远等）的结论联系在一起，进行综合分析和论证。

第三章　矿山建设和矿山生产技术条件的分析研究

矿山建设和矿山生产技术条件是矿山建设可行性研究的重要内容，它主要从矿产资源、矿山建设条件、技术、设备、生产组织等技术基础性问题方面，论证矿山建设项目的技术可行性。其主要内容包括矿产资源条件分析研究、矿山建设条件分析研究、采选技术条件分析研究、环境保护措施方案研究、矿山企业组织机构和劳动定员研究，以及矿山建设生产计划和进度安排等。

第一节　矿产资源条件分析研究

矿产资源条件分析包括矿产储量和矿床地质条件、矿体地质特征、地质勘探工作、矿产储量计算等的分析研究。

一、矿产储量和矿床地质条件分析研究

矿产储量是可行性研究的对象和基础，是决定生产规模的依据。因此，在进行矿山建设可行性研究时，必须要有经有关部门批准的矿产储量、品位和地质勘探总结报告。但是地质勘探工作，对矿产储量的认识和掌握只能达到一定程度，从详细普查后的初步可行性研究开始，经过勘探工作和详细可行性研究以后，在矿山建设和生产的全过程中，还要进一步揭露矿体，从而使人们对矿产储量的认识逐步深化和提高，逐渐接近实际。

矿床地质条件包括成矿地质条件、矿床控制因素、矿化规律、矿床成因等方面。

二、矿体地质特征分析研究

就是在成矿地质条件研究的基础上，研究矿体多维空间的变化性和变化程度，也就是研究矿体外部特征要素（包括形态、产状、厚度、规模、空间位置和构造破坏等）和矿体的内部结构要素（包括矿石物理化学性质、矿石物质组成、化学成分、矿石自然类型、工业类型、工业品级的种类及比例和分布规律等）以及其它标志变化的规律。其目的在于了解和掌握矿体各种标志参数的变化性质和变化程度。矿体外部特征决定着井田分布、开采方式、采矿方法、运输方式、开采深度、开采顺序、开采坑道和运输巷道的布置和长度等等；矿体内部特征直接影响矿石的质量和利用，是决定产品方案、选矿加工流程、工艺复杂程度、矿产品质量、价格、利润的重要因素。其变化程度常用平均值、变化系数、均方差来表示。但由于未能很好地与空间坐标联系，故近年来常利用“变异函数”来表征。研究矿体变化规律应以总体变化为重点，抓住那些主要的、有一定规模的、对矿床开采有影响的主要矿体进行重点分析，同时，注意研究它们与成矿地质条件的关系。

有色金属矿床常伴生多种有益组分，加强综合开发利用不仅能提高矿床开发的经济价值，而且对矿石工业类型的划分也具有重要意义；但回收这些伴生组分也会引起矿石工艺加工处理的复杂化，使生产成本提高。因此，必须进行平衡分析工作，即综合回收元素或

金属的收入，必须等于或大于为回收这些元素或金属的费用。也就是说，进行综合开发利用研究除了分析赋存状态、分布规律、品位高低与主组分的关系等以外，还要分析研究技术加工的可能性和经济效果。一般伴生组分，只有在加工过程中与主组分一起富集时，才具有综合利用价值，赋存在围岩或其它矿物中的伴生组分是无法回收利用的。某些共生矿物，有的呈单矿物与主矿物联生，有的嵌布在主要矿物晶体之中，这就要研究哪种矿物在选矿过程中可以随主矿物富集在精矿中，哪种在冶炼过程中可回收利用。同时，还要进行物相分析，了解其赋存形态，计算在各种形态下各种矿物、围岩的含量比和相关系数，以便正确评价其综合利用的可能性及可能的回收率。

三、地勘工作分析研究

包括勘探方法、勘探手段、勘探工程质量、矿体控制程度的分析研究，同时，还包括对地勘工作进展情况和存在问题的了解。由于要考虑矿床开采方法和开拓方式等，因此要对矿体分布范围、矿体边界轮廓、矿体形态、产状及其内部结构进行控制。

有色金属矿床的矿体往往成群成带分布，一个矿区往往有多个矿体存在，这就要求在工作中抓住主要矿体进行勘探和分析，特别要注意分析研究那些影响露天矿开采境界圈定、地下开拓系统布置和开采顺序、影响生产规模的矿体，评价其控制程度，注意矿体边界的控制。

对矿体分布范围大、矿体比较多、矿产储量丰富的矿床，应选择矿体品位比较高，开采和建设条件比较好的地段或矿体为先期开采地段，进行可行性研究。

矿石工业类型的划分，主要是根据自然类型、分布规律、比例关系等地质因素，更主要的是分析采选的可能性，必要时要进行试验研究工作。

四、矿产储量计算分析研究

包括矿体圈定原则、圈定方法、储量计算参数的确定和储量计算方法等问题的分析研究。

第二节　矿山外部建设条件分析研究

矿山外部建设条件包括交通运输条件、供水、供电及矿区自然经济条件等四个方面。

一、交通运输条件分析研究

主要考虑矿产品运出和原材料运入的运输条件及其距离。目前，我国绝大多数矿山是公路运输，少数大型矿山修建了专用铁路或水运码头，这是因为公路建设投资少，建设速度快而且易于实施的缘故，此外还和矿山企业生产出来的矿产品少和矿山建设需要原材料不多有一定关系。当然公路运输费用比较高，致使矿产品成本增大，也是实际情况。因此，在分析研究矿山建设条件时，必须统一考虑矿山生产的产品、产量、运输方式、建设投资和建设难易程度等因素，而且还要充分利用已有的交通运输条件。这样，就得首先对现有的交通运输条件进行调查研究，分析其是否能满足矿山建设和生产上的要求，发现问题，提出改建或新建的具体意见。

对现有的交通运输条件的调查研究内容比较广泛。例如对公路运输问题的调查，首先要了解矿区附近的公路和桥梁的载荷能力及质量。公路的运输情况包括每天通过的车辆数，

以及本矿山的运输能力等，必要时还要进行沿路踏勘，以便收集和了解实际情况。如果需要新建公路时，必须进行路线选择和勘测工作，作为矿山建设方案中的专题进行研究。

矿山外部交通运输条件的分析研究，必须结合矿山内部各个区段，特别是矿山到选矿厂或加工厂的运输方式统一考虑，而矿山企业内部运输方式的确定又与矿山建设总平面布置有关。这样，矿山建设总平面布置、矿山内部和外部交通运输条件的分析研究，就构成了矿山交通运输条件的分析研究。

二、矿山供水条件分析研究

可分为工业用水和生活用水，而且以选矿厂的工业用水为主。矿山工业用水与矿山建设生产规模和矿石工艺、加工方法有关。一般有色金属的浮选工艺加工处理，工业用水为生产规模的3～5倍，即单位矿石用水量在3～5吨/日左右，而重选工艺加工处理的矿石，单位矿石用水量大于20吨/日。矿山生活用水是按人员计算的，相对较少，但对水的质量要求比较严格，水中对人体有害的微量元素绝对不允许超标。

分析研究矿山供水条件的内容，除了要调查研究矿区附近是否有供水源地（主要河流），水源地的水质、水量及距矿区的距离、标高差、供水线路等以外，还要收集供水河流的最大、最小流量，洪水期和枯水期的水位标高，农业用水等，并且要收集多年的历史资料，以便论证矿山用水的可能性和可靠程度。

三、矿山供电条件分析研究

目前，我国矿山建设，除了少数矿山自建电厂外，绝大部分利用已建设供电网络供电。因此必须收集和了解供电的可能性、供电电源、电压、输电情况等，同时还要考虑矿区引用输电线路和变电所的建设问题。矿山生产用电是根据矿山建设规划条件的用电设备的安装容量估算的，必须考虑负荷的变化。在初步可行性研究时，由于编制矿山建设规划所依据的资料精确度不高，是概略的，对采矿、选厂、供水、尾矿处理等用电设备还不可能在初期阶段就详细确定，因此也就不可能获得各工程的用电量的详细资料，故只能估算不同生产规模的用电负荷。比如有色金属采选矿山企业，中等生产规模的全矿用电设备安装容量大约为6～8千瓦/吨。

四、矿区自然经济条件分析研究

这项研究在矿山建设中起着重要的作用。矿区自然经济条件的调查范围很广，包括区域内工农业发展情况、劳动力状况、服务设施、天文气象资料、矿区地形地貌等，这些条件的调查和分析也都包括在矿山企业设计总平面布置中。

总平面布置除了交通运输、供水供电等矿区自然经济条件以外，还包括各种工业场地的选择和布置。如采矿工业场地（如井、坑口位置和废石堆积场地的确定）、选矿工业场地、其它辅助性工程（如机修厂、变电所等）、尾矿池和生活及管理区等的选择、布置和联系等。这些工业场地的选择是根据矿体的分布和开采范围、矿区地形地貌、矿山建设生产规模、矿山建设条件等统一考虑的。比如，选矿工业场地的选择不但要考虑和采矿工业场地、供水、供电、矿山内外部交通运输、尾矿场地的关系，而且要结合矿区地形地貌、地价和拆迁费用和少占用农田等因素统一考虑，经常要选择几个厂址进行方案对比，最后选择最佳方案。

第三节　矿床开采技术条件分析研究

对矿床开采技术方面做出推断，除了要掌握地质勘探工作中所获得的资料外，有必要掌握国内同类矿山生产的技术资料，有时还要进行必要的实地调查观测，采用对比方法，做出评价结论。当发现某些问题难以做出结论时，可以进行试验研究，以便做出切合实际的判断。

矿床开采技术条件包括确定矿床开采方法、布置开拓工程、掘进井巷工程、决定支护和决定露天采矿边坡角等，是保证矿山安全、正常生产的重要组成部分。

矿床开采技术条件的内容很广，包括矿体埋藏条件（如矿床地质构造、矿体空间位置和覆盖岩层的性质和厚度、地形）、矿体（层）及其顶底板岩石的稳固性、矿石和围岩的物理力学性质、开采时对人体有害的物质成分以及水文地质条件等。

关于矿床和矿体外部特征因素已在矿产资源条件分析研究中加以介绍，此处不再重复。

一、矿体埋藏条件分析研究

埋藏深度（覆盖岩层厚度）和矿区地形等是决定开采方式的重要因素。

矿床开采的方式可以分为矿床开采方法、矿床地下开采开拓方式和地下开采方法三大部分。此外，包括运输、通风、排水、供水、供风、供电等系统，组成一个完整的开采系统，只有通过这一完整的生产系统，才能将埋藏于地下的矿产资源开采出来为人们所利用，到这时矿产资源才具有工业价值。

1. 矿床开采方法

分为露天开采、地下开采和露天 地下联合开采。矿床开采方法是根据矿床地质条件（主要是矿体分布、形态、产状、埋藏条件等）和规模大小，通过技术经济分析而确定的。简单地说，矿体规模比较大，直接出露地表或埋藏于浅部的矿体，因为需要剥离的废石少，宜采用露天开采；反之，宜采用地下开采。总之，这是一项重要工作，必须认真分析各种影响因素才能确定下来。

从矿山生产来说，露天开采具有矿产资源利用率高、采矿贫化率低、采出矿石品位高、生产能力大、劳动条件好、机械化程度高和劳动生产率高、坑木材料消耗少等优点，但它也具有设备多、占用土地面积大等缺点，而且受矿体埋藏条件的限制。地下开采显然与露天开采相反，有采矿回收率低、贫化率大、生产成本高、劳动条件较差等缺点，但地下开采适应性大，无论矿体规模大小，埋藏条件如何都可使用。正因为如此，目前国内有色、贵金属矿床多数采用地下开采。随着科学技术的不断进步和生产组织的不断完善，采用露天开采方法的矿山将越来越多。据统计，美国和加拿大，用露天开采的铁矿占总开采量的90%，英国为85.9%，原苏联为80%。露天开采时，剥离的废石量（土石量）和采出矿石量的比值，称为剥采比或剥离系数，也就是采出单位矿石量需要剥离的废石量。它是影响开采技术复杂程度和成本高低的主要因素。常采用的剥采比有平均剥采比、分层剥采比、境界剥采比和经济剥采比。

经济剥采比又称极限剥采比，它是衡量露天开采经济效益的主要指标，如果该矿床实际计算出来的平均剥采比小于根据类似矿山所确定的经济剥采比，则认为露天开采在经济

上是合理的，大于这一比值，露天开采在经济上就不合理了。确定经济剥采比的原则是露天开采费用应低于或等于地下开采费用。其计算公式如下：

$$\eta_{经} = \frac{a - b}{c} \tag{3—1}$$

式中：$\eta_{经}$ ——经济剥采比；

a——地下开采 1 米^3 矿石的成本（元/米^3）；

b ——露天开采 1 米^3 矿石的成本（不包括剥离废石的费用）（元/米^3）；

c——露天开采 1 米^3 废石的成本。

地形结合矿体的形态、产状及空间分布情况，除了影响开采方法的选择外，还影响未来矿山企业的工业场地、废石场地、尾矿坝以及有关厂房、永久性建筑设施的配置等。

2. 矿床地下开拓方式

可分为竖井开拓、斜井开拓、平硐开拓（见图 3-- 1、图 3—2、图 3 -3）以及由它们组成的平硐—竖井、平硐 斜井、平硐—盲井等联合开拓。

平硐指的是与地面相贯通的主平巷，根据用途不同可分为开拓运输平巷、采准平巷、通

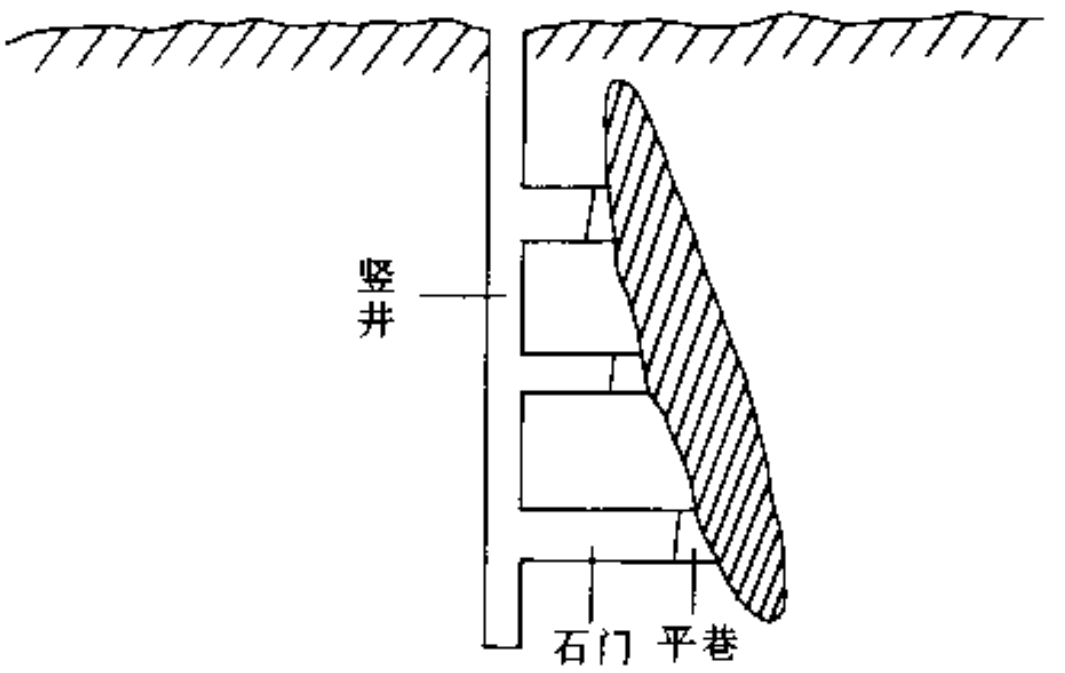


图 3—1 竖井开拓

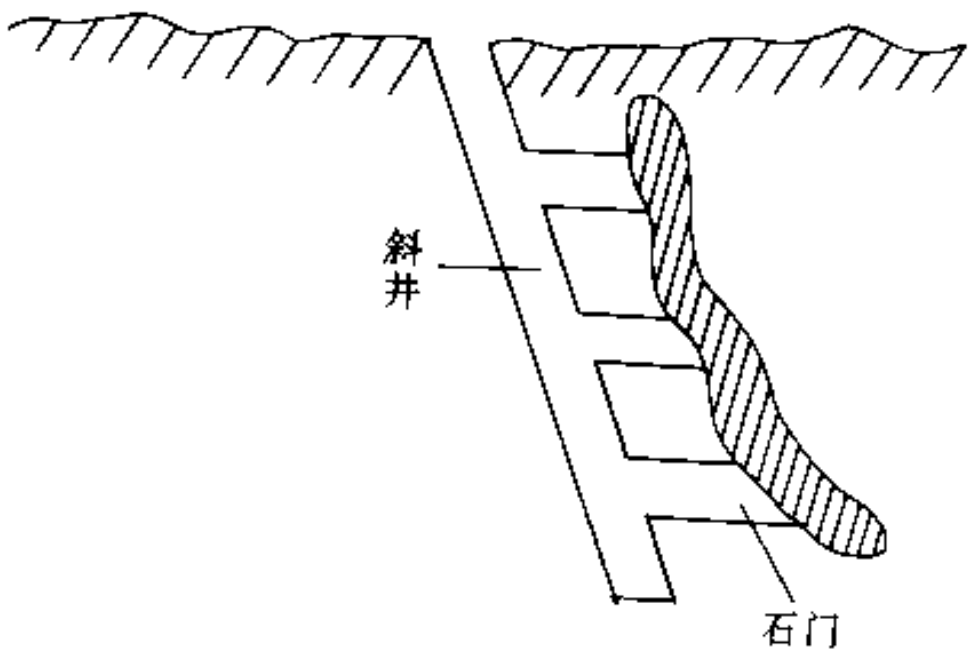


图 3 2 斜井开拓

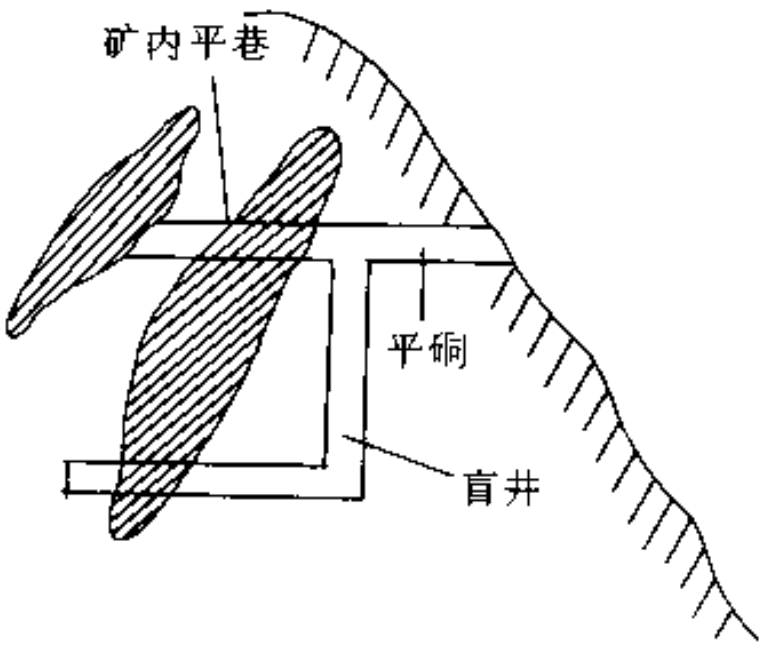


图 3 3 平硐—盲井开拓

风平巷、生产探矿平巷等。

地下开拓方式的组成，应包括主要井巷工程的形式、位置的选择，中段高度的确定，运输、通风、排水平巷的布置，溜矿井和通风井的选择等。简单说，地下开拓就是由地表开拓至矿体的所有井巷工程组成的综合工程。它是矿床开采期间矿石提升、运输、通风、排水等系统是否合理的关键，同时也关系着人员上下和生产安全等。因此，选择矿床开拓方式必须根据矿床地质条件、矿产储量大小、地表地形、生产规模、工业场地和采矿工艺等进行多方案比较，选择最佳开拓方式。

3. 地下开采方法

可分为空场采矿法、留矿采矿法、崩落采矿法、充填采矿法四类，而且各类中又可分成几种采矿方法。例如空场采矿法中可分为全面采场法、分段采矿法、阶段矿房采矿法；留矿采矿法中可分为浅孔或深孔留矿采矿法；崩落采矿法中可分为有底柱或无底柱分段崩落法、分段崩落采矿法等；充填采矿法中可分为水、砂充填采矿法，胶结充填采矿法和尾矿充填采矿法。所有这些方法都是根据矿体的产状、厚度、矿体与围岩的稳固性、矿床水文地质条件、矿石品位的高低和价值大小、选矿加工技术要求、地表是否允许陷落、矿山生产规模、生产管理和安全、主要材料和设备供应、基建投资等因素确定的。选择采矿方法最基本的要求是安全、矿块开采强度大、经济效益好、贫化损失少等。

一般来说在各种采矿方法的适用条件中，矿体产状、厚度和围岩的稳固性起着主导作用，最好是通过方案比较选择回采率高、劳动生产率高、基建投资少、生产成本低、能满足生产规模要求而又安全的采矿方法。在矿山建设可行性研究中经常是通过选定的采矿方法进而确定有关技术经济指标，这样就可以进行经济效益的计算了。

二、露天开采边坡工程地质条件分析研究

此项分析研究一般是在地质勘查期间所提供的矿床地质构造和岩性等资料的基础上进行专门的边坡工程地质勘察和边坡稳固性研究，提出既经济又安全的边坡角。影响边坡稳固性的因素很多，不仅是岩块的极限抗压强度，而更重要的是各种地质不连续面（如断层、软弱夹层、不整合面、岩石类型界面、岩脉、节理、层理、劈理、片理等）和岩石的抗剪强度、地下水和地震力（包括天然地震和人工爆破所引起的地震力）等。

三、矿体（层）及其顶、底板岩石的稳固性分析研究

在露天开采矿床中要特别注意顶、底板岩石的稳固性，已在上节中论述，本节主要介绍坑内开采矿床应研究的问题。

矿石、岩石的稳固性是指矿石、岩石在空间允许暴露面积的大小和暴露时间的长短，一般需要通过地下坑道才能予以测定。主要研究矿床地质构造，如褶皱、断裂、挤压破碎带、节理、裂隙的产状、规模、数量、发育程度及其对矿体（层）顶底板的破坏程度。矿体及其顶、底板岩石的物质成分、结构构造、风化蚀变程度、风化带、蚀变带的分布和深度、各种软弱夹层的岩性、厚度及其变化规律等。矿体中的粉尘率、老硐、溶洞、泥石流、滑坡、塌陷、地面沉降及其分布范围等对水文地质、工程地质条件的影响。对岩溶或断裂发育的矿区，要研究并预测由于矿床疏干可能引起的岩溶塌陷情况、地面沉陷程度，在可能情况下圈定其界限。

四、对人体有害的物质成分的分析研究

常见的有游离 SiO_2、放射性元素、CO、CO_2、H_2S、天然气、瓦斯、地热等（如四川某

铁矿，矿体下部300米的石灰岩中含有天然气层，致使顶底板围岩中存在大量天然气，严重影响矿床开采）。因此，在地质勘查时，就应查明有害组分的种类、赋存层位和状态。有天然气和瓦斯的矿床，应查明气的来源、气压大小、吸附条件、分布和活动规律，并确定瓦斯的等级和类型。有自燃性的矿产（如硫铁矿、自然硫矿）或矿层顶底板为高碳泥岩时，应查明其自燃性。处于地震区或地热异常区的矿床则应提供有关地震和地热水温条件。

五、矿石和围岩的物理力学性质分析研究

矿石和围岩的物理力学性质一般包括矿石密度，矿石和岩石的体重，矿石的湿度、孔隙度，含水性矿体顶、底板岩石的抗拉、抗压、抗剪强度、变形参数（硬度），矿石和岩石的松散系数（碎胀），矿石块度，矿石和岩石的安息角和表面摩擦角等。它们决定着矿井崩落和加固的方法，对于确定开采时的支护方式、支柱密度、爆破效率、运输量、露天采场的边坡角、地下开采的回采方法、机械设备的选择、劳动生产率、材料消耗及采矿成本等都有较大影响。如体重、湿度测定不准确，将会影响装运、提升设备的选定。松散系数测定不准确将会影响矿车、吊车、矿仓等的容积和运输量等。抗压强度资料不可靠将影响凿岩设备的选择和采矿场的生产效率等。

六、矿床水文地质条件分析研究

矿床水文地质条件也是影响矿床开采的重要因素，从工业利用方面考虑可以分为简单和复杂两类。矿床水文地质条件简单的矿床是指在生产过程中无需采取特殊处理措施，用正常的排水方式即可以处理地下水的矿山，也就是说矿坑涌水量不大，用少量的抽水试验即可以查明水文地质条件的矿床。对这类矿床主要是分析研究矿坑充水因素和预测充水量等。矿床水文地质条件复杂的矿床，是指在开采前必须采取预先疏干才能保证安全生产的矿山。就是顶底板岩层含水丰富、联通性好，矿床地质构造比较发育，矿坑涌水因素复杂，涌水量较大的矿床。对这类矿床除了在地质勘探工作中进行水文地质工作外，还要进行专门的水文地质勘探，或通过放（抽）水试验，预测矿坑涌水量等，取得明确的地下水可以疏干处理的结论后，才能进行可行性研究。

无论矿床水文地质条件简单或复杂，通过分析研究必须掌握矿区地层或构造的含水性及分布情况、地下水位标高、渗透性影响范围、地表水体（河流、湖塘）及地下水含水层或构造的水力联系，矿体开采对水文地质条件的影响、老窿条件及含水情况等，并预测矿坑涌水量，以作为矿床开采建设规划的依据。

第四节　选矿技术条件分析研究

选矿技术条件的分析研究是对矿石选矿性能进行分析和评价，它是决定矿床能否开发利用的主要因素，也是决定未来矿山生产的产品方案的依据。为此，除了要进行矿石的物理和化学性质、矿石类型、品位变化研究以外，还要研究通过化验测试和鉴定手段，反映矿石加工工艺特性的选矿试验资料。

一、选矿加工处理方法和工艺流程分析研究

以有色金属、贵金属矿床为例，开采出来的矿石，除极少数以外，绝大多数都必须经过选矿加工处理，才能获得有用的精矿产品。

有色金属的选矿加工处理方法，根据矿石的性质不同，可分重选、浮选两大类，有些

情况下采用重选、浮选联合流程处理矿石。对于某些带磁性或电性的矿物，也可用磁选、电选。黄金可采用混汞法和氰化法等化学方法进行矿石加工，获得含金精矿。一般说来，单一的硫化矿石多用浮选工艺流程处理；单一的氧化或硅酸盐矿物则多用重选方法处理；而对两者共生的多金属矿床，则多用重浮联合流程处理，分别获得各种精矿产品。

重选和浮选工艺流程是不同的。浮选是将磨细的单体分离细粒矿物，根据矿物表面物理化学性质的差异在矿浆中加入浮选药剂，将有用的矿物与脉石分开，获得精矿产品。

重选是利用破碎后的矿石，由于有用矿物与脉石矿物的密度不同，在介质中产生不同的运动而使其分离，达到获得精矿产品的目的。因为浮选采用的是破碎→磨矿→浮选→精矿处理等工艺流程，重选则采用的是破碎→淘汰→磨矿→摇床→精矿处理工艺，因此，其加工流程、厂房配置等都不一样。但从矿石的选矿加工处理过程分析，它们大致都可以划分为碎矿（包括粗碎、中碎和细碎）、磨矿、选别、精矿处理四个程序。如果根据矿石性质的不同、有用矿物价值的大小，以及矿石的选矿难易程度可细分成很多矿石加工处理的工艺流程。例如二段破碎、三段磨矿、二次初选、三次扫选、三次精选等，构成多方案选矿工艺流程。总之，为了充分回收矿产资源，获得工业要求的精矿，可以采用各种各样的选矿工艺流程，以便达到选别的目的。

矿石的选矿加工处理方法和工艺流程是根据矿石的选矿试验报告确定的。评价选矿试验报告，主要是看其是否解决了选矿方法、工艺流程和选别指标等问题。也就是说报告中推荐的加工工艺流程应用于工业的可能性，获得的精矿产品是否符合工业要求，选别指标是否达到先进水平。

二、选矿试验程度分析研究

矿石的选矿试验一般分为可选性试验、实验室流程试验、实验室扩大连续试验、半工业和工业性试验五类。有色和贵金属矿床除了矿石类型复杂的新发现的矿床类型要依次进行以上五类试验以外，一般只做前二、三类试验，即可评价其工业利用的可能性。对于矿石类型简单、可选性能良好、国内已有类似矿山可以借鉴的矿床，可以凭借可选性试验资料，作为可行性研究的基础。可选性试验报告，必须要有原矿性质的鉴定、选矿方法、工艺流程、选矿指标、综合回收利用可能性及矿产品质量等内容。而且在试验和取样方面，应具有代表性。所谓取样代表性，就是要代表将来采出矿石的工业类型、矿石性质、矿石物质组成、有用组分的含量等。当采取各类矿石的混合试料时，应根据未来采矿的可能性，按储量比例进行组合试料。考虑到在采矿时会混入一定的围岩，引起矿石贫化，因此试料中应包括部分围岩，使试料的品位与将来采出的矿石品位相当。首采地段的矿石性质只能作为首采地段采样的依据。

矿石选矿试验虽然试验的深度要求有所不同，但总的要求应是做出合理的、正确的工业利用可能性的评价。也就是说通过分析研究已获得的资料，对矿石选矿加工处理方法、工艺流程、综合回收、选别指标（指精矿质量、选矿回收率、尾矿品位）等做出决定，尽管在数量上可能有误差，但其原则必须是正确的，从而为下一步矿山建设方案的拟订打下基础。

三、有用和有害组分查定的分析研究

为了进行冶炼加工处理获得金属产品，必须对精矿产品的物质组成、化学成分、主要有用组分含量、伴生组分含量（特别是稀有元素和贵重金属），以及有害组分进行查定。对

达不到国家规定质量标准的精矿，必须再次进行试验才能做出评价。精矿中有益和有害杂质的概念，有的是相对的，例如铅精矿中铜的含量大于1.5%，视为有害杂质，但超过该规定并且在冶炼过程中可以回收，则有害变为有益。湖南铅锌矿就是如此，原矿中铜的含量很低，不存在综合利用问题，但选矿处理后，铜富集在铅精矿中，品位高达4%，可以说是铅精矿中的有害杂质，但由于在冶炼中可以回收，所以成为有益金属。

四、综合利用伴生有用矿物和元素的分析研究

有用伴生矿物是指在选矿工艺过程中可以获得单独精矿产品的矿物。有用伴生元素是指在精矿产品中富集的元素，这是因为目前选矿工艺只能回收伴生矿物成精矿产品，不能把伴生元素富集成精矿产品。

(1) 研究矿石中伴生有用矿物和元素的赋存状态与主要矿物的关系；

(2) 研究矿石中伴生有用矿物和元素的含量及其变化规律以及储量大小；

(3) 研究综合利用伴生有用矿物在技术上的可能性，有用伴生元素的富集情况；

(4) 研究综合回收有用矿物的经济合理性，亦即综合回收伴生有用矿物的价值，必须大于或等于其增加的生产费用。

在选矿技术条件分析研究中，除了上面提到的选矿方法、选别指标、综合利用以外，厂址选择、选矿设备计算、供水、供电、尾矿排出，原矿和精矿的运输等也很重要，在初步可行性研究中，常用扩大指标表征。比如主要厂房占地面积扩大指标，不同类型矿石的选矿生产指标，不同选矿方法和矿石类型的生产用水、用电指标，详见有关选矿手册。

此外，由于选矿和采矿的作业时间不同，往往在矿山建设规模上并不完全一致，这会导致出现不协调的现象。这就要求在设备的选择上留有余地，同时还要考虑与其它专业的关系。

地下开采的矿山建设轮廓应包括，矿山生产规模、采矿、选矿、总图运输、供电、供水、尾矿、辅助设备、生活和土建、主要设备、基建劳动定额和企业组成等方面，它们共同形成一个完整的矿山建设规划方案。同时，每项工作都可以采取多种方法和手段，因此它们组成一项多方案复杂工程，必须对多方案优化选择出一个最佳方案，也就是说只有首先分析研究好这个总体方案，才能保证可行性研究的经济合理性问题。

第五节　环境保护措施方案分析研究

一、环境污染的概念及导致环境污染的来源

环境污染是指由于人类的社会经济活动对自然界造成破坏，恶化人类生活环境的现象。

危害自然环境的主要因素有废水、废气、废渣、粉尘、垃圾、放射性物质以及噪音等，其中危害最大的是废水、废气、废渣，简称“三废污染”。它们是污染环境的主要来源，在矿山建设和生产过程中产生的污水、废渣和有毒气体，它们直接对空气、土壤和水质等自然环境产生污染。除此以外，有害或易燃的投入物料和项目的产出物如农药（砒霜）等，也是主要的污染源。

二、环境影响评价和环境保护的可行性研究

为了加强环境保护，国家规定在项目可行性研究时，必须对拟建矿山采用的生产技术

和建设方案进行环境影响评价。环境影响评价必须由取得评价资格证书的单位负责，并与可行性研究同时进行。同时在可行性研究过程中，必须向负责编制环境影响报告书的单位，提供有关项目排污情况及保护措施等资料，以配合评价工作。环境影响报告书经批准后，方可审批项目可行性研究报告。

环境影响报告书，应包括以下内容：

(1) 总论

(2) 建设项目概论

项目的规模、建设性质、废水、废气、废渣、粉尘、放射性废物种类、采空区和地表复垦计划、排放量和排放方式、噪声、震动数值，废弃物的回收利用以及污染物处理方案、设施和主要工艺原则等。

(3) 矿山建设项目周围地区的环境状况调查。

(4) 矿山建设项目对周围地区和环境的近期和远期影响分析与预测。

(5) 环境影响经济损益简要分析。

(6) 环境监测制度建议。

(7) 结论。

(8) 存在问题与建议。

在可行性研究报告中，环境保护论述的主要内容，应包括：

(1) 矿山建设地区的环境现状；

(2) 主要污染源和主要污染物；

(3) 矿产开发利用可能引起的生态变化；

(4) 采用的环境保护标准；

(5) 控制污染和生态变化的初步方案；

(6) 环境保护投资估算；

(7) 环境影响评价的结论或环境影响分析；

(8) 存在问题及建议。

在编制可行性研究报告时，应按照具体项目的不同特点和不同建设条件，参照上列内容要求，做必需的调查研究和分析论证，向环保部门提供研究结果和主要数据。

三、“三废”治理和综合利用分析研究

在矿山建设可行性研究过程中，应遵守国家环境保护委员会颁发的《建设项目环境保护管理办法》，以及所在地有关环境保护法规，为矿山建设项目提出经济有效的环保措施建议。还应遵守劳动部门颁发的《关于生产建设工程项目职工安全卫生监察暂行规定》以及消防部门有关消防方面的法律和规范，为矿山建设项目的劳动安全，研究必要的防护方案和措施。

对“三废”的治理，一般采用化学处理法、生物化学处理法、物理处理法、焚烧处理法、堆存处理或综合利用（变害为利）等措施。对废水一般采取三个级别的处理，一级处理是采用物理和化学方法，将废水中部分污染物去除，或转化为非污染物；二级处理是微生物处理，采用生化方法把废水中有害成分去除，即去除大部分有机物和固体悬浮物；三级处理是使用物理化学或生物化学方法，使水质达到排放标准。

对于因矿产资源的开发利用和污染物排放可能引起的生态变化（如土壤污染、土地沙

漠化、水产资源减少、水源枯竭等），亦应采取保护措施。

综合利用治理污染源是环境保护的最根本途径，如对废弃物中所含有害物质或余能的利用、制成副产品回收，在生产中循环使用等，这必须从项目设计方案入手，可采取下列预防措施：

（1）选择合理的燃料结构、改善燃烧方式，加强废渣和废水的综合利用，防止排放污染；

（2）推广无害工艺，组织密闭生产，消烟除尘，防止有害气体对大气的污染；

（3）采取先进工艺设备、减少噪音干扰环境；

（4）对污水进行净化处理，循环使用，防止污染水源。

在可行性研究报告中，有关环境保护的措施，其内容应叙述有关综合利用和回收工艺的技术方案、设施规模与工艺路线的选择。编制环保设施的主要设备表，并将其纳入项目生产设备表内，还要列出环保设施费用估算额，说明其占总投资的比例等。

治理污染是个相对的概念，虽然治理污染的方法很多，但严格说不可能完全绝对地消除污染，因为提高消除污染程度，需要花费大量资金，这从经济上来看，是不合算的，所以只要把污染控制在不对环境造成危害的程度，为此需要制定环境保护的各项标准。如制定工业“三废”的排放标准和环境质量标准等，作为对拟建项目环境保护评价的依据。企业的污染治理，必须达到环境保护标准的要求。

四、环境保护措施的评价

首先从矿山建设实际出发，收集项目所在地有关地形、水系、风速、风向、农业生产和城市规划等基础材料。根据项目设计中污染物的排放情况，估计对空气、水流、土壤和动植物等自然环境的影响及可能产生的环境污染程度。然后，为消除和减轻其影响，使其达到国家环境质量标准要求，对采取的环境保护措施要进行分析评价。分析评价应包括以下内容：

（1）分析防止污染和其它公害的设施与治理工程项目，是否做到与主体工程同时设计、同时施工和同时投产。

（2）通过各项环保措施的实施，有害物质的排放是否遵守国家规定的标准要求？经检测“三废”治理后能否达到有关标准要求？能否保证环境的应有质量？只有确定经治理后的污染不会危害环境，才能同意矿山进行建设。

（3）“三废”治理工程所需投资资金来源是否落实？并需分析在资金使用上、时间安排上，能否保证“三废”治理工程与主体工程实行“三同时”的要求。

（4）“三废”治理措施在技术上是否可靠合理。

（5）“三废”治理的经济性问题，即分析治理“三废”所需投资与不治理所造成的经济损失之间的比例关系。治理标准既要符合排放物污染不致危害环境的要求，又要考虑治理投资的经济效益问题。同时，对于“三废”污染环境、危害人体健康和对文物破坏等非经济损失，也应充分考虑进去，不能只从经济效益上考虑。为此就得采取其它特殊措施，做出比较切合实际的分析和评价。

第六节　矿山企业组织机构和劳动组织、劳动定员的分析研究

矿山企业生产与其它工业企业生产比较有许多特点，其中企业生产线长、工种多、占用劳动力多是其显著特点。尤其是地下采矿的矿山企业，由于生产者互不见面，而又需紧密配合，这就给生产系统的监督和指导带来许多困难。

一、组织机构分析研究

矿山企业的生产结构，按生产特征可分为基本生产、辅助生产、附属生产、非生产事业、非工业生产和自营基建等部分。基本生产包括掘进、采矿、选矿等工区和车间；辅助生产包括机修、动力设备等车间；附属生产包括采石、伐木、水泥预制、砖瓦车间；非生产事业（或称生活、文化、福利事业）包括学校、医院、宿舍、食堂、幼儿园等；非工业生产指大修理工段、附属农场和副业等；自营基建部门指井建队、建筑安装队和土木工程队等。

矿山企业组织机构，是在矿长（经理）领导下，设置若干副矿长分别负责矿山企业的生产技术、劳动工资及人事、财务供销以及计划、质量检验、办公室、运输和生活等方面的工作。详见图 3—4。

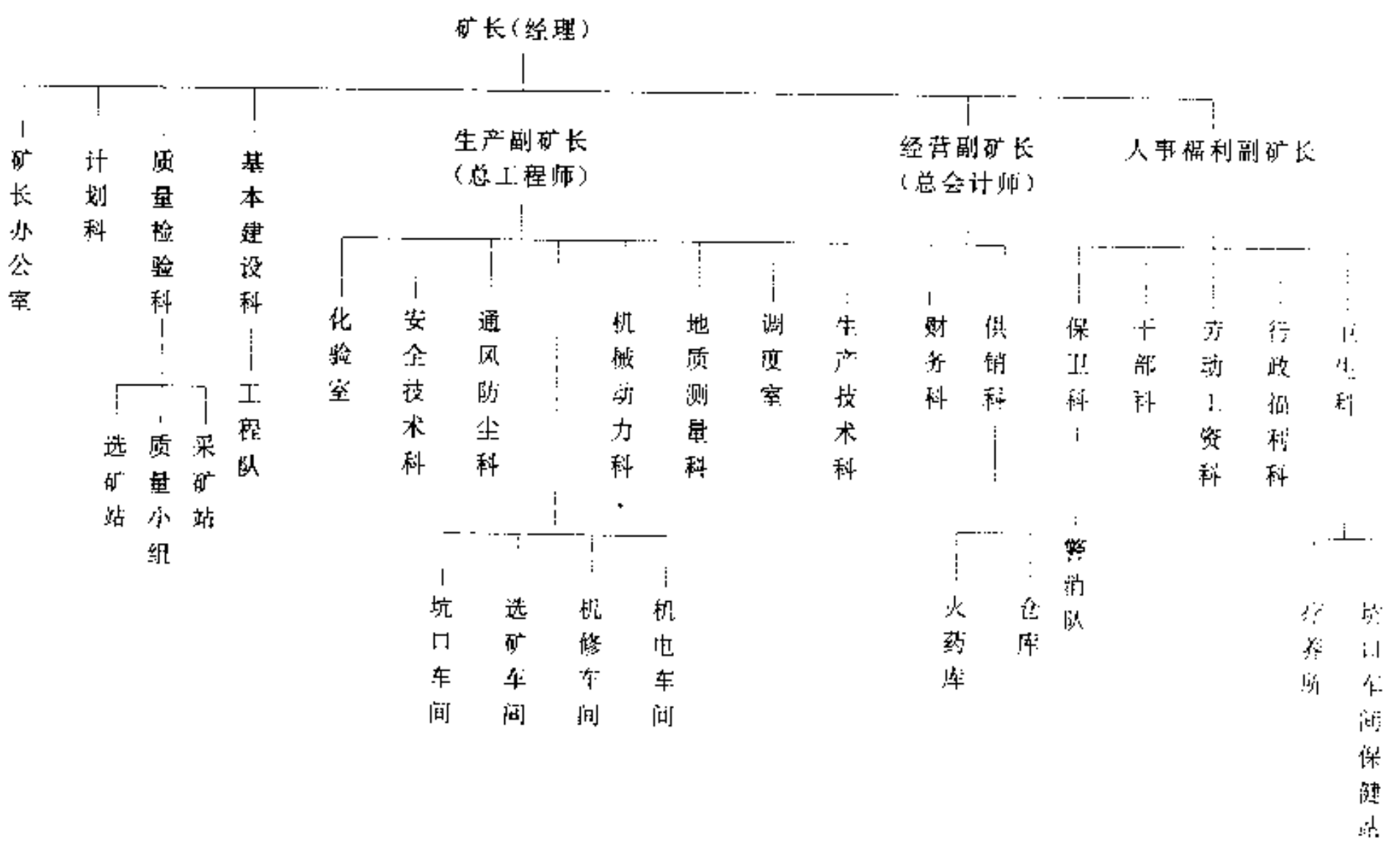


图 3—4　矿山企业组织机构图

二、劳动组织和劳动定员的分析研究

现以矿山企业的矿井劳动组织为例，说明如下。矿井生产的主要环节是掘进和回采，组

成掘进和回采工作的主要作业是凿岩、爆破、通风、装岩、运输，辅助作业是架设临时支架、铺设临时轨道、排水等。

生产劳动组织的任务，在于把不同工种的工人合理地组织在一起，使其既协调，又能充分利用工时，按劳动定额，高标准地完成各项生产任务。因此，矿井生产劳动组织必须注意到各工序在时间上的连续性。我国矿山企业的掘进和回采工作，多以综合队形式组织进行生产。综合队由各工种组成，在工作中凿岩、爆破、通风、装运、支护和铺轨仍由各工种分别承担其工作，但是工作转换或工作量不满时，要兼做其它工作，全队在生产中有分工又有协作。这种形式适用于工作地点的工作量不大，按专业分工工作量不足，比如，小断面掘进。另一种形式可称为专业队，其特点与综合队相反。

关于劳动定员的确定，现举例说明如下。

例如，某矿体平均厚度 4.5 米，矿体倾角 55°～65°，矿石体重 2.7 吨/米^3，采用浅孔留矿法，矿房长度 23 米，一次采高 2 米，炮眼距离 3 米，炮眼利用率 0.9，回采率 0.98，贫化率 0.09，试确定各工序工作量，并按定额确定出勤劳动定员数。

（1）先确定回采工序及其进行顺序，按条件决定上向式凿岩机、浅孔爆破落矿，其工序为凿岩、装药、爆破、通风、部分（1/3）放矿，平整采矿场及处理顶部浮石。

（2）确定各工序工作量，按定额确定出勤劳动定员数。

按矿体地质条件，每班在回采工作面钻凿三排炮眼（共 12 个），爆破排距 1.4 米，炮眼布置见图 3--5，考虑回采损失和贫化，每班采矿工作量如下：

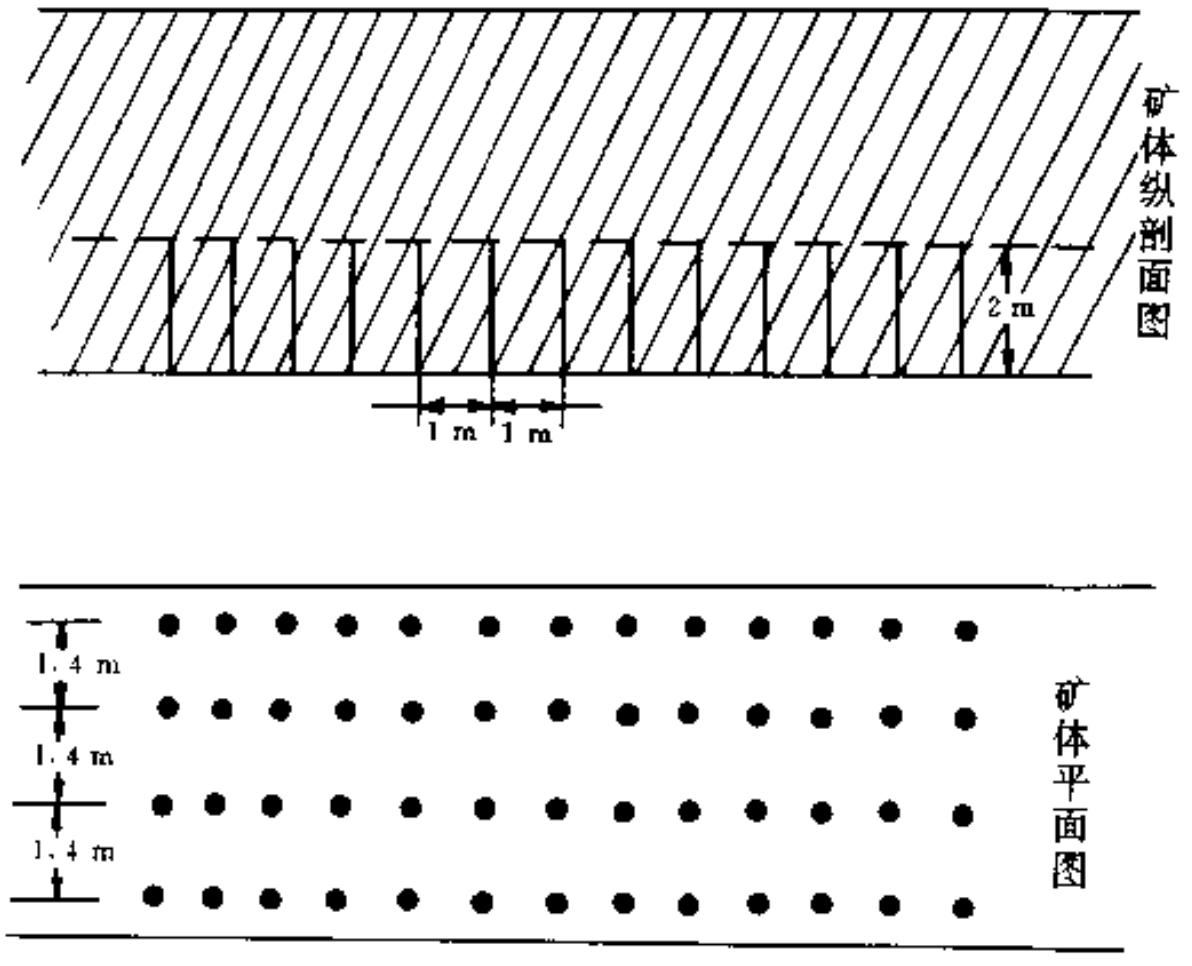


图 3 5 炮眼布置图

每一循环产量：

$$=4.5\times3\times2\times2.7\times\left|\frac{0.98}{1-0.09}\right|$$

$=78.5$（吨）

每一循环凿岩工作量：

$$=3\times4\times\frac{2}{0.9}=27\text{（米）}$$

每一循环放矿量：

$$=78.5\times\frac{1}{3}=26\text{（吨）}$$

每一循环平整采矿场和处理浮石，根据具体条件估计，根据每一循环工作量，按定额应配备人员数如表 3—1。

表 3—1　循环出勤人员数目

工序名称	循环工作量	按定额所需人数	实际组织人数
凿　岩	27m	2.1	2
装药爆破	12 个炮眼	1	1
通　风		—	
部分放矿	26t	1.2	1
平场、处理浮石	—	1	1
合　计		5.3	5

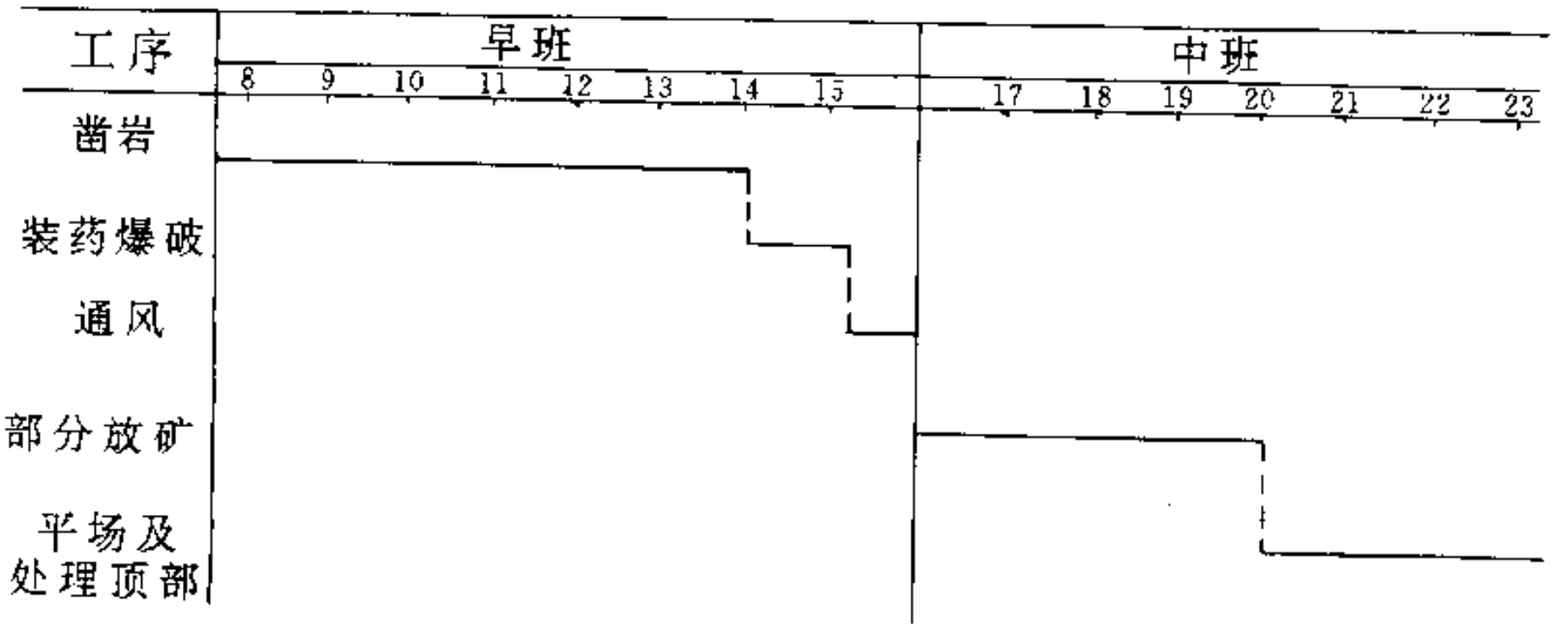


图 3—6　采矿场循环图表

本例按昼夜三班在两个采矿场组织生产，配备两台凿岩机，凿岩与装药爆破由 3 人合作。早班在第一采场凿岩爆破，放炮以后通风；中班在第一采场放矿平场；晚班在第一采场又凿岩爆破。第二采场，早班放矿平场，中班凿岩爆破，晚班又放矿平场。放矿与平场二人合作，放完矿以后共同平场（见图 3—6）。

现将全部技术经济指标列表如表 3—2。

表 3　2　技术经济指标

技术经济指标	单　位	数　量
矿房长度	m	23
矿体平均厚度	m	4.5
矿体倾角	°	55°--65°
矿石体重	t m^3	2.7
循环落矿量	t	78.5
循环放矿量	t	26
月循环数	个	37
月计划采矿量	t	2904
昼夜出勤人数	人	
采矿工作面在册人数	人	
单位炸药消耗量	kg/t	
单位雷管消耗量	个/t	

第七节　矿山企业生产计划的进度安排

矿山企业的生产计划，可分为长远生产计划（3～5 年）和年度生产计划。长远生产计划根据生产勘探和回采的发展，编制矿产储量表（其中包括矿产储量的数量、品位、开采技术条件和利用情况），探采逐年的进度计划以及在此期间相应的设备更新和技术改造等，每年采出的矿石量和品位。最理想的办法是按中段划分矿块，计算块矿储量，然后根据矿山生产规模计算出同时生产的矿块数和采准、切割工程量，再按定额计算时间，据此安排生产计划。这样做固然较好，但工作量太大，而且勘探程度也不允许。因此，现实可行的办法是按中段储量计算其生产服务年限（T_i），安排生产计划。

$$T_i = \frac{Q_i K_{回}}{D(1 - K_i)} \qquad (3 \cdot 2)$$

式中：Q_i——第一，第二，……第 n 中段矿石储量（$i=1, 2\cdots\cdots, n$）（吨）；

D —— 矿山生产规模（吨/年）；

$K_{回}$——采矿回采率（%）；

K_i —— 采矿贫化率（%）。

其出矿品位（$C_{采}$）可按下式求出：

$$C_{采} = C_i(1 - K_i) \qquad (3—3)$$

式中：C_i——第一，第二，……第 n 中段矿石储量的平均品位（$i=1, 2, \cdots\cdots, n$）（%）；

这样就以计算出来的 T_i 和 $C_{采}$，安排生产计划。

在矿山开采生产计划的安排工作中，首先遇到的是首采地段的选择问题。这个问题的解决不但涉及到矿床开采的经济效果，而且会影响到地质勘查的经济效果，故在生产计划安排中应加以研究。

首采地段可以是一个矿体，也可以是矿体的端部或上部，必须根据矿床的具体条件、矿

床的开采顺序、矿山建设的生产规模和方式而定。一般是按矿床开采顺序，将矿体的上部或端部作为首采地段。但为了尽快偿还基建投资，及早达到生产规模，按矿床从上到下或前进式，或后退式开采顺序，大多选择矿体品位高、储量集中、开采条件好、矿石加工技术性能好的地段或矿体作为首先开采地段。有时，也可以选择矿体中部作为首采地段，这样虽然与矿床由上到下的开采顺序不符，但通过技术经济比较，确认其经济效益好，而且可以采取某些措施，又不致影响和破坏上部矿体回采时，也可以作为首采地段。

年度生产计划主要是规定计划期内每年的矿石数量和质量（原矿和精矿的品位和质量等）、矿石产值、掘进工作量、三级保有矿量、回采工作量、掘进和回采的循环作业时间安排等。以年度生产计划为依据，按照有关规程与定额，做出相应的劳动工资计划、物资供应计划、矿产品成本计划、财务计划、科研和技术措施计划等。编制年度计划时，应先查定矿山生产能力，然后再编制采矿工作计划、掘进工作计划、三级矿量计划、出矿和贮矿计划等，年度生产计划的落实，就是把生产计划做到能够指挥季、月、旬、日的作业安排。

第四章　矿山建设项目经济评价的重要因素（参数）

影响矿山建设项目经济评价的因素（参数）很多，除了前面已经介绍过的矿产资源因素、矿山外部建设因素、矿床采选技术因素和环境保护因素等以外，还有最重要的，也是决定矿床是否具有经济价值，未来能否被开采利用的关键因素。

这些因素（参数）包括矿产品价格、建设资金、生产成本、利息率、收益率、税金等经济因素（参数）；还包括工业指标、生产规模和采选技术经济参数等。

第一节　矿产品价格和销售收入

在影响矿山经济效益的因素中销售收入的变动往往比费用更敏感，而销售收入又受品位、生产能力、金属回收率和矿产品价格所控制。对于矿产品价格的估计是非常困难的，因它随时间而变化，而且与供需关系有关。

马克思主义认为商品价格就是价值的货币表现，而产品价值包括已消耗的生产资料价值（如原材料、燃料及固定资产折旧），劳动者直接为自己劳动所创造的价值（如工资），以及劳动者为社会或自己国家的劳动所创造的价值（如税金、利润等）。这就是产品定价的基本原则。

一般说来，矿产品的价格是由凝聚在矿产品中的社会必要劳动量决定的，但矿产品是由矿产资源经过开发加工而获得的。由于矿产资源是一种不可再生的自然资源，它的开发工作遵循“报酬递减规律”。同时，矿床在自然界的分布及其自然丰度，又存在较大的差异，这将直接影响到人们对矿产资源开发利用所投入的劳动量。另外，人类对矿产资源的需求量是在不断地增长，这就迫使人类不得不对劣等矿产资源进行开发利用。为了保证开发利用劣等矿产资源的矿山企业也能获得合理的收益，在对矿产品进行定价时，就应该按开发利用劣等矿产资源矿山企业的社会平均先进劳动消耗定额，而不是按全部矿产资源矿山企业的社会平均先进劳动消耗定额来加以确定。对于优等矿产资源在开发利用中获得的超额利润，国家可作为税金（或租金）加以回收。同时，由于矿业生产活动受到资源状况经常变动的影响，其生产活动常具有一定的冒险性，因此，在对矿产品进行定价时，应保证矿山企业有高于其它行业的资金利润率。

对矿产品的定价方法，基本上有两种。

（1）收支平衡定价法

这种方法主要用于企业内部结算价格和国家调拨价格以及市场潜力和矿山企业生产潜力都很大的矿产品价格。对于协商议定价格，采用这种定价方法，矿山企业在生产初期将无利可获，主要依靠以后产销量的扩大，降低生产成本而获利。但这种价格易被用户接受，有助于占领市场和扩大市场，而且可以有效地阻止竞争者向自己的市场渗透。

定价公式为：

$$Z_{B.E} = \frac{S_F}{D_0} + S_V \qquad (4-1)$$

式中：$Z_{B.E}$——矿产品收支平衡价格（元/年）；

S_F——按劣等矿产资源确定的固定总成本（元/年）；

D_0——目标产销量（吨/年）；

S_V——按劣等矿产资源确定的每吨矿产品变动成本（元/吨）。

（2）利润加成本定价法

这是最常用的方法，定价公式为：

$$Z = \frac{S_T + P_T}{D_T} \qquad (4-2)$$

式中：Z——矿产品的销售价格（元/吨）；

S_T——按劣等矿产资源确定的总成本（元）；

P_T——矿产品期望利润（元）；

D_T——矿产品预计销售量（吨）。

矿产品期望利润 P_T 应按劣等矿产资源矿山企业平均先进成本利润率（也可按资金利润率、投资报酬率）来确定矿产品的价格。

$$P_T = S_T E \qquad (4-3)$$

式中：E——劣等矿产资源矿山企业平均先进成本利润率（%）。

将 P_T 代入前式

则

$$Z = \frac{S_T + S_T E}{D_T} \qquad (4-4)$$

式中：$S_T E$——利润总额。

此法的优点是价格制定比较容易，接近“利润价格”；缺点是不能考虑在不同价格条件下的需求量变化情况，解决这个问题可采用投资报酬定价法。

第二节　建设投资和资金筹措

建设投资包括固定资产投资、流动资金和固定资产借款利息（资本化利息）三个部分。由于固定资产投资在基建投资中所占比例最大，所以有时也专指基建投资。

一、固定资产投资

固定资产投资是指花费在工程建设上的全部活劳动和物化劳动的总和。其中绝大部分用于建设场地的准备、主要生产设施、辅助性生产设备和矿山生产外部条件的建设，包括建设场地的开拓、平整和排水的费用，原有建筑的拆迁和重建费用，以及破坏环境的赔偿；包括采矿基建、采准工程的费用，露采的初期剥离费用，选厂厂房和通往选厂的运输线的建设费用，生产设备装卸设施、堆矿场和仓库的建设费用；包括排水、通风、安全技术、工业卫生、机修车间和生活服务设施的建设费用；包括矿山的铁路、公路、车辆和电话、供电工程（专用电站、输电线、配电所等）、供排水工程等费用。它们构成矿山企业的固定资产，将通过折旧形式转移到产品中去。小部分用于施工管理、职工培训、勘测设计、地质

勘探、矿石技术加工试验、矿山建设可行性研究等费用，这部分不形成固定资产。

固定资产投资与矿床的特点、产出条件、矿山企业生产规模、矿床开采和技术加工方法、经济自然地理等因素有关，其估算的准确程度（精度）取决于工作的深度和广度，以及资料占有程度，常用的方法有以下几种。

1. 扩大指标法

扩大指标即单位产量固定资产投资额，所谓扩大指标法就是将扩大指标与拟建矿山企业的年生产能力的乘积作为拟建矿山企业固定资产投资的方法，其计算公式如下：

$$J = J_u D \tag{4—5}$$

式中：J——拟建矿山企业基建投资（元）；

J_u——扩大指标（元/吨）；

D——拟建矿山企业年生产能力（吨/年）。

扩大指标是根据大量设计和实际投资指标的统计分析确定的。实际应用时，要尽量选取与拟建矿山地质条件类似、开采方法与选矿方法相似、生产能力相近的矿山的实际指标来估算固定资产投资。

2. 生产规模指标法（又称 0.6 指数法）

生产规模指数法的实质是利用已知企业的投资指标来概略地估算同类型，但不同规模企业的投资额，其计算公式为：

$$J = \left(\frac{D}{D_0}\right)^n J_0 \tag{4—6}$$

式中：J——拟建矿山企业的固定资产投资（元）；

D——拟建矿山企业的生产能力（元）；

D_0——类似已建矿山企业的年生产能力（吨/年）；

J_0——类似已建矿山企业的固定资产投资（元）；

n—— 投资指数，通常取 0.6～0.8，若用增加设备能力来增加企业年生产能力时，n 取 0.6～0.7；若用增加设备的数量来扩大企业生产能力时，n 取0.8～1.0。

3. 分项工程累加法

根据矿山建设的全部图纸、工程和设备清单及重要工作量，计算单项工程和设备项目的直接费用，各种间接费用、以及不可预见费用等，然后累计求和。

二、流动资金

流动资金是垫支在劳动对象上的工资及其它支出等要素方面的资金。即矿山企业经营过程中作为周转用的资金，它在周转中表现为生产储备资金（包括原材料、低值易耗品、燃料等占用的资金）、未完工产品资金、成品资金、货币资金与结算资金（包括发出商品应收款额、银行存款、现金等）等占用形态。它的价值周转是一次全部转移到产品中去，并从产品销售收入中一次全部得到回收，它只经过一个生产周期就可以完成一次从垫支出去到全部收回的循环，其价值周转方式具有流动性，故称为流动资金。

流动资金额多采用以下几项扩大指标：

（1）按流动资金占固定资产资金率计算，如有色金属矿山采选企业流动资金约占固定资产金额的 15%～20%；又如化学矿山定额流动资金约为固定资产金额的 10%～25%。

（2）按流动资金占年经营费资金率计算，如黑色冶金矿山定额流动资金约占年经营费

的 50%左右。

三、固定资产贷款利息

矿山企业基建期间因不生产产品，无力偿还应支付的贷款利息，不得不另行借贷，以偿还基建期间所发生的利息，故又称资本化利息。

下面用比例法说明矿山企业采矿总投资（不包括资本化利息）的估算过程。

设：设备及采购费 x 万元；

设备安装费 $y=ax$ 万元（$a=0.43$）；

工地建筑费 $z=by$（露天 $b=0.1\sim0.3$，坑内 $b=0.2\sim0.6$）；

附属设施费 $U=cy$（扩建 $c=0\sim0.25$，新建 $c=0.25\sim1$）。

则①矿山企业采矿实体部分 $V=x+y+z+U$，

施工费 $W=dv$（简单的 $d=0.2\sim0.35$，复杂的 $d=0.35\sim0.6$），

其它费 $P=ev$（$e=0.3$），

规模因素费 $K=fv$（$f=0\sim15$）；

②矿山企业所需固定资产投资 $L=V+W+P+K$；

③流动资金及其它费 $M=I_{\cdot}g$（$g=0.15\sim0.25$）；

④矿山企业所需总投资 $I=L+M$。

此外，也有以设备的价值（交货价）或安装设备总价为基础，乘以综合性经验系数来确定基建投资（该系数为 2.16～4.74，视劳动对象不同而异）。

资金筹措包括资金筹集和资金运用，我国建设资金的来源主要靠国家内部积累，但在一定条件下，也可把国外借贷的资金作为补充来源。国内资金来源的渠道有财政拨款、银行贷款和企业自筹资金等，国外资金来源主要有政府贷款、出口信贷及补偿贸易和合资经营、国际金融市场及自由外汇等。

资金运用的合理性主要表现在对贷款数额的认真估算、年度用款计划和贷款占用时间等方面，在满足项目用款需要的前提下，要尽量削减贷款数量，合理安排年度用款计划，减少贷款占用时间。

第三节　生产成本及折旧费

矿产品成本是反映矿山企业生产活动劳动消耗的综合性指标，是评价矿山企业经济效益不可缺少的指标。矿产品的成本除与矿山企业的生产经营水平有关外，还与矿床地质条件和开采技术条件以及矿山企业的技术经济参数有很大的关系。

矿山生产成本是指矿山企业为生产和销售矿产品而支付的一切费用。它包括已耗费的生产资料的价值，如原材料及辅助材料、燃料、动力费，工资及附加费，固定资产折旧费，销售矿产品的开支，如保管费、运输费、销售费等，上级公司的行政管理费等。矿产品生产成本的组成内容如图 4—1 所示。

一、生产成本估算

生产成本主要是根据过去的统计资料和经验预估确定的，常用的估算方法有以下两种。

1. 扩大指标法

就是根据单位成本扩大指标或类似矿山的实际单位成本直接选取，要尽量选取与被评价矿床的地质特征、矿山生产能力、开采方法、开拓方式、采矿方法、选矿加工工艺、装备水平等相类似的矿山。

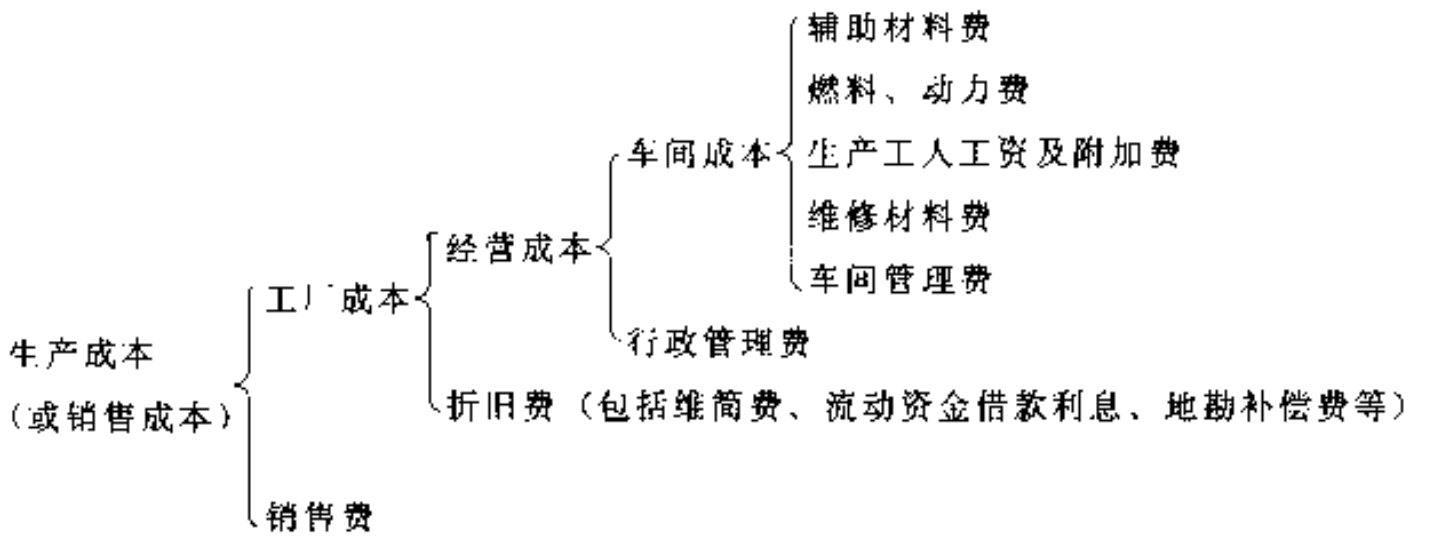


图 4-1 常用的矿产品成本组成内容图

矿产品种类不同，成本估算也不同。

(1) 原矿成本的估算，可按下式计算：

$$S_1 = e(1 + \eta) + d \tag{4—7}$$

式中：S_1——露天采矿成本（元/吨）；

e 矿岩生产经营成本（元/吨）；当采用机车运输时，e 的取值范围是 1～1.2 元/吨；采用汽车运输时，e 的取值范围是 1.3～1.4（元/吨）；

η——剥采比（吨/吨）；

d——维简费（元/吨）；按规定取值，铁矿石为 2.35 元/吨；有色金属矿石为 4.50（元/吨）。

如果按照不同的剥采比（在 0.5～4 范围内），可参照以下经验公式计算露天采矿成本。

当生产规模较大，或为山坡露天时

$$\text{铁矿山 } S_1 = 3.55 + 1.2\eta$$

$$\text{有色金属矿山 } S_1 = 5.7 + 1.2\eta$$

当生产规模较小，或为深凹露天时

$$\text{铁矿山 } S_1 = 3.75 - 1.4\eta$$

$$\text{有色金属矿山 } S_1 = 5.9 + 1.4\eta$$

坑内采矿成本的影响因素较多，一般采用扩大指标法估算。

(2) 精矿成本的估算。当采矿成本与选矿加工费用确定以后，可按照下式计算精矿的成本。

$$S_j = (S_m + S_d)q \tag{4—8}$$

式中：S_j——精矿成本（元/吨）；

S_m——采矿成本（元/吨）；

S_d——一吨矿石选矿加工费用（元/吨）；

q——选矿比，即生产一吨精矿所需要的矿石量，它是入选原矿量与选出精矿量的比值。

选矿加工费用可按矿石性质、加工方法及生产规模等，以相应地质勘查阶段的选矿试

验结果为依据逐项计算，如条件不具备，可采用扩大指标。

2. 分项成本累加法

该法是按照成本构成逐项进行估算，然后累加求和。采矿成本通常包括辅助材料费、燃料及动力费、生产工人工资及工资附加费、大修理费及维修费、折旧费或维简费、行政（企业）管理费、地勘工作补偿费等。

二、折旧费

为了更新原有的固定资产，必须采取某种方式，将原有的固定资产的价值，在其使用期间转作生产成本，从产品的收入中及时提取并积累起来，以保证生产的顺利进行。这种为了更换生产性资产留出的准备资金就叫折旧费。由此可见，折旧的经济意义表现在，从生产费用角度看，折旧费是一项生产费用，要正确地计入产品的成本中；从资金回收角度看，折旧费又是一项资金回收收入，即从固定资产转变为流动资金的回收收入，要据之提存折旧资金，保证固定资产的再生产。

采取什么折旧方法计算折旧费，关系到产品成本和企业盈利的计算，常用的折旧方法有以下三种，前两种方法比较简单且未考虑资金时间价值。

1. 直线折旧法

直线折旧法是在固定资产的有效寿命期限内，逐年平均分摊固定资产总额减去残值后的余额。其计算公式如下：

$$DE = \frac{B - L}{N} \tag{4-9}$$

式中：DE—— 年折旧费；

B——固定资产原值；

L——固定资产在 N 年有效寿命期末估计的残值；

N——固定资产的有效寿命期。

2. 单位产量折旧法

其计算公式如下：

$$DE = \frac{J}{D_T} D \tag{4-10}$$

式中：DE——年折旧费；

J —— 固定资产投资额；

D_T——历年总产量；

D——年产量。

3. 连本付息折旧法

如果偿还基建投资的折旧费，需要连本付息，而且每年偿还的数额是相等的话，则可采用以下公式计算折旧费。

$$DE = J \frac{i(1+i)^T}{(1+i)^T - 1} \tag{4-11}$$

式中：DE——年折旧费；

J——固定资产投资额；

i ——贷款年利率；

T——偿还贷款年限。

目前，我国基建投资已经改由银行贷款，要求将来连本付息偿还贷款，因此采用连本付息折旧公式，具有现实意义。这个公式就是国外常用的设备折旧费计算公式，J 可视为设备投资，DE 为每年应偿付的折旧费。使用这个公式的优点是可以引起对设备积压的重视，因为积压时间越长，折旧费用越高。

第四节　利率和贴现率

一、利率（或称为利息率）

它是在一定时期内所付利息额与所借的资金额（即本金）的比值，付息周期通常以年为单位。在国外，利率的高低首先取决于社会平均利润率，并随之而波动，利率一般略低于社会平均利润率。其次，受金融市场上借贷资本供求状况的影响，供大于求，则利率下降，求大于供，求则利率上升。此外，物价稳定的程度、借出资金承担风险的大小以及政治动向等，都会使利率上下浮动。在我国，利率是国家重要的宏观调控手段，利率的高低主要由国家根据国内外的经济、政治形势，以及借贷资金的供求关系，由国家统一规定。

二、贴现率

它是一定时期的贴现利息与期票票面金额的比率。贴现率通常由利率、社会劳动生产率的增长率和通货膨胀率三个分量所组成。贴现率与前两者成正相关关系，与通货膨胀率成负相关关系。一般情况下，社会劳动生产率的增长率总是大于通货膨胀率，因此，贴现率往往要高于利率。在西方国家，贴现率的取值主要取决于投资的社会平均利润，它反映了企业管理水平，以及积累与分配的关系，一般取值 15%。在我国，贴现率是根据国民经济平均增长速度而确定的，它是劳动生产率增长的百分数（相当于年利润增值百分数）。目前我国贷款利率较低，劳动生产率增长的百分数和企业经营利润总的说来也不算高，通货膨胀率还相当严重，在这样情况下不宜订得太高，以免使矿山企业造成亏损过大，而又不得不进行开发的被动局面，故贴现率取值一般在 10%～12%左右比较合适。

在通货膨胀严重的国家进行经济评价计算时，常以美元（而不用所在国家的货币）作为固定的价值单位，这样可以避开通货膨胀问题。然而，当前由于美元贬值 10%以上，因此，它也难以当作固定的价值单位，关于这个问题目前还没有好的办法来解决。

第五节　税　　金

目前国家对矿业开征的工商统一税与可行性研究有关的有以下几种。

一、增值税

按《中华人民共和国增值税暂行条例》规定，在中华人民共和国境内销售货物或者提供加工、修理、修配劳务以及进口货物的单位和个人，为增值税的纳税义务人。

法规规定增值税的税率分为三种情况：一是对大多数销售或者进口货物，或者提供加工、修理、修配劳务的，税率为 17%；二是法规规定有五类销售或者进口的货物，税率为 13%；三是纳税人出口货物，税率为零。

法规规定中外合作油（气）田开采的原油、天然气，按实物征收增值税，税率为 5%，在计征增值税时，不抵扣进额税额。固体矿产品（包括煤、金属、非金属矿产品）增值税

率为13%。

$$\text{应纳增值税额}=\text{当期销项税额}-\text{当期进项税额}$$
$$=\text{当期销售额}\times\text{税率}-\text{当期买价}\times\text{扣除率} \qquad (4\text{-}12)$$

二、所得税

按企业年度销售利润征收的一种税，其计算公式为：

$$\text{所得税额}=\text{应纳税所得额}\times\text{税率}$$
$$=(\text{销售收入}-\text{成本}-\text{产品税}-\text{单项留利}-\text{准许扣还的贷款})\times\text{税率} \qquad (4\text{—}13)$$

式中“单项留利”包括治理“三废”产品盈利净额；提前还清基本建设借款应留给企业的利润；其它经国务院或财政部批准专项留用的利润。

“准许扣还的贷款”是指国家安排的基本建设拨改贷项目投产后实现的利润，用于归还基建贷款的部分，企业用专项贷款项目投产后，用新增利润归还专项贷款的部分，以及分给联营单位的利润。

对于大中型国营企业，采用55%税率计算税金；

对于小型企业所得税额，按下式计算：

$$\text{所得税额}=\text{应纳税所得额}\times\text{税率}-\text{速算扣除额} \qquad (4\text{-}14)$$

小型企业适用八级超额累进税率，其税率和速算扣除额见有关文件。

三、资源税和资源补偿费

在我国资源税暂行条例和矿产资源补偿费征收管理规定中明文规定，开采矿产资源必须按照国家有关规定缴纳资源税和资源补偿费。

征收资源税的目的是为了调节收入和合理利用我国的矿产资源。石油、天然气和煤炭资源税是最早开始征收的税种，目前已经覆盖所有矿种，它是按应税产品实际产量（销售）定额征收。

资源补偿费应按照矿产品销售收入的一定比例计征，企业缴纳的矿产资源补偿费列入管理费用。其计算公式如下：

$$\text{矿产资源补偿费金额}=\text{矿产品销售收入}\times\text{补偿费率}\times\text{开采回采率系数} \qquad (4\text{—}15)$$

第六节　工业指标

工业指标是指在当前技术经济条件下，矿床达到利用所规定的综合标准，也是矿山企业对矿产质量和开采条件所提出的要求，它能保证合理地圈定矿体、计算储量，正确进行可行性研究和经济评价，促进矿产资源的合理利用以及确定最优的矿床开采方案，从而取得最大的经济效益。

工业指标通常包括边界品位、最低工业品位、最低可采厚度、夹石剔除厚度、含矿系数和米百分率等。这些参数的变化，往往会影响矿床经济评价的改变；如品位指标的变化，会导致矿体厚度、矿石平均品位和储量的改变，进而影响到开采方法、生产规模和矿床开发利用的经济效果，所以品位指标确定是否正确，既关系到矿产资源的合理利用，又关系到矿床开发利用的经济价值和经济效益。故在进行矿山建设可行性研究经济评价时，务必选择好合理的品位指标。

关于各种工业指标的确定方法是地质技术经济研究的重要内容，已在其它有关教科书中详细加以介绍，这里限于篇幅就不再赘言了。

第七节　采矿技术经济指标（参数）

采矿常用的技术经济指标（参数）有以下几种。

1. 采掘总量

包括矿山采矿、掘进（包括地质探矿、生产探矿、矿山开拓、采准、切割等工程）、作业的工作总量。

地下开采矿山：采掘总量(t)＝采矿量(t)＋掘进量(t)＋其它采掘量(t)　　(4—16)

露天开采矿山：采掘总量(t)＝采矿量(t)＋剥离量(t)＋其它采掘量(t)　　(4—17)

2. 采矿量

是指已完成最后生产过程，从采场掌子面爆破下来的，包括不能分采而连带崩落的围岩在内的矿石量。

3. 采出矿石量（Q'）

是指自掌子面爆破下来，并运出坑口的原矿数量。地下开采的采出矿石量包括采矿量和其它采出的矿石量。

4. 采矿损失率（K_l）和回采率（K_m）

是指在采矿过程中损失矿石量（或金属量）占该采场或采区内矿石储量（或金属储量）的百分比。

$$\text{采矿损失率}(K_l)=\frac{Q(\text{矿石储量})-Q'(\text{采出矿石量})}{Q(\text{矿石储量})}$$

$$=\frac{Q_l(\text{损失矿石量})}{Q} \qquad (4-18)$$

故，
$$\text{采矿回采率}(K_m)=1-K_l=\frac{Q'(\text{采出矿石量})}{Q(\text{矿石储量})} \qquad (4—19)$$

5. 采矿贫化率（K_f）

矿石在开采过程中，由于废石的混入，致使矿石品位降低，其降低程度以百分数表示，即为贫化率。

$$\text{采矿贫化率}(K_f)=\frac{Q_f(\text{采下废石量})}{Q'(\text{采出矿石量})} \qquad (4—20)$$

在采矿过程中，如果地测人员可以进入采场内工作，可采用采场测量和地质编录，通过直接作图，利用上式求出贫化率。如无法进入采场工作，可利用采样化验的品位，按下式计算求出贫化率（K_f），即采下矿石下降的品位（贫化后），与原矿石储量（贫化前）品位之比。

$$K_f=\frac{C-C'}{C}=(1-\frac{C'}{C}) \qquad (4-21)$$

式中：C——矿石储量品位；

C'——采出矿石品位。

当围岩含矿化时，

$$K_f = \frac{C - C'}{C - C_w} \tag{4—22}$$

式中：C_w——围岩品位。

6. 采矿品位

是指采下矿石中所含金属量的百分比。采下矿石量中的金属量，应根据各个采场采样化验的原矿品位用平均法计算。

7. 采出矿石品位（C'）

是指采出矿石中所含的金属量的百分比。可用下式计算：

$$C' = C(1 - K_f) \tag{4—23}$$

当围岩含矿化时，则

$$C' = C - K_f(C - C_w)$$

$$= C(1 - K_f) + K_f C_w \tag{4—24}$$

以上几种采矿技术经济指标，根据矿床开采技术条件的不同，可以有各种不同的计算方法，这里介绍的仅仅是常用的一般方法。

第八节　选矿技术经济指标（参数）

1. 原矿品位（C_m）

即入选矿石品位，也就是采出矿石品位。它与矿石储量品位（C）的关系是：

$$C_m = C(1 - K_f) \tag{4—25}$$

C_m 是反映原矿质量的指标。

2. 精矿品位（C_d）

它是反映精矿产品质量的指标，为了冶炼和销售，国家对精矿质量提出要求，几种常见精矿的国家规定的产品质量标准（最低数）如表 4-1 所示。

表 4-1　我国几种常见的精矿产品质量标准

名　称	本元素含量（%）	杂质允许含量
铜精矿	>12	<Pb，8%；<Zn，10%
铅精矿	>40	<Cu，3%；<Zn，9%
锌精矿	>40	<Cu，2%；<Pb，3%；<Fe，16%
钨精矿	>65（WO_3）	<Sn，0.4%；As，0.2%；S，0.8%
锡精矿	>55	<As，0.5%；Bi，0.15%；Sb，0.4%；Fe，9%
钼精矿	>45	<SiO_2，6%；As，0.25%；Sn，0.15%；P，0.15%；Cu，1.5%；Pb，1.5%
铋精矿	>15	<Pb，6%；SiO_2，5%；WO_3，4%
朱砂	96（HgS）	<Ce，0.4%
硫精矿	>30	<As，3.0%；F，3.0%

一般精矿产品质量符合上表要求的，才能称为合格精矿。精矿品位越高越好，当然价格也高；但提高精矿品位，选矿回收率往往会下降，因而影响矿产资源的利用。

3. 尾矿品位（C_w）

它是废弃矿石中的品位，是反映选矿过程中有用组分损失情况的指标。

4. 选矿比（q）

是指处理原矿量与获得精矿量的比例，亦即获得单位精矿所需的原矿量，它是反映矿石质量的指标，通常用倍数表示。

5. 富集比（α）

是指原矿通过选矿后，有用组分富集到精矿中的比例，它是评价矿石选矿性能和作业优质的指标，一般来说富集比越大，表示矿石易选和选矿作业效率高，可用公式表示

$$\alpha = \text{精矿品位}(C_d) / \text{原矿品位}(C_m) \tag{4—26}$$

6. 选矿产出率（即选矿产率）（δ）

指采出矿石量通过选矿处理后，获得精矿数量的百分率，也就是精矿量与采出量之比（或选矿比 q 的倒数）

$$\delta\left(\frac{\text{精矿量}}{\text{采出矿石量}}\right) = \frac{C_m \cdot K_d}{C_d} \tag{4—27}$$

式中，K_d 为选矿回收率，其它代号与前公式相同。

7. 选矿回收率（K_d）

指精矿中金属质量与采下（入选）矿石中金属质量之比，它反映选矿过程中金属的回收程度。

故实际选矿回收率

$$(K_d) = \frac{\text{精矿中金属质量}}{\text{采出矿石中金属的质量}} = \frac{\text{精矿量} \times \text{精矿品位}}{\text{原矿量} \times \text{原矿品位}} \tag{4—28}$$

或由前式得出理论回收率

$$K_d = \frac{C_d \cdot \delta}{C_m} \times 100\%$$

或

$$K_d = \frac{C_d(C_m - C_w)}{C_m(C_d - C_w)} \times 100\% \tag{4—29}$$

式中：C_m——采下（入选）矿石品位（%）；

C_d——精矿品位（%）；

C_w——尾矿品位（%）。

若 $K_d=100\%$，则说明分子分母相等，$C_w=0$ 这种情况实际不可能。若 $K_d<100\%$，则说明 $C_w>0$。

理论回收率是用来检验实际回收率的精确程度、技术管理水平高低、评价试验报告质量等的指标。

8. 金属平衡

就是选矿工艺过程中各阶段所获得的（包括尾矿在内）各种产品的金属量总和必须等于原矿金属量，它是选矿工艺流程设计的一项重要的计算工作。

原矿金属量＝各种精矿金属量＋中矿金属量＋尾矿金属量 (4—30)

以上选矿工艺过程中，常用的各项指标是相互关联的，也是可以互算的。

例如，某铅、锌共生矿石经选矿后获得铅精矿和锌精矿，而且两种产品中都含有铅和锌如表 4—2，则其选矿回收率应按下列公式推算。

表 4—2　某铅锌共生矿石中的铅锌品位

矿　样	矿产产量	品　位	
		Pb	Zn
原矿	1	C_{mPb}	C_{mZn}
铅精矿	Q_{dPb}	C_{dPb}	C_{dPb}^{Zn}
锌精矿	Q_{dZn}	C_{dZn}^{Zn}	C_{dZn}^{Pb}
尾　矿	Q_w	C_{wPb}	C_{wZn}

①按平衡关系，Pb 的平衡式为：

$$C_{mPb}=Q_{dPb}C_{dPb}^{Pb}+Q_{dZn}C_{dZn}^{Pb}+(1-Q_{dPb}-Q_{dZn})C_{wPb}$$

$$=Q_{dPb}C_{dPb}^{Pb}+Q_{dZn}C_{dZn}^{Pb}+C_{wPb}-Q_{dPb}C_{wPb}-Q_{dZn}C_{wPb}$$

$$C_{mPb}-C_{wPb}=Q_{dPb}(C_{dPb}^{Pb}-C_{wPb})+Q_{dZn}(C_{dZn}^{Pb}-C_{wPb})$$

$$\therefore Q_{dPb}=\frac{(C_{mPb}-C_{wPb})-Q_{dZn}(C_{dZn}^{Pb}-C_{wPb})}{C_{dPb}^{Pb}-C_{wPb}}$$

②同理，Zn 的平衡式为：

$$Q_{dZn}=\frac{(C_{mZn}-C_{wPb})-Q_{dPb}(C_{dPb}^{Zn}-C_{wZn})}{C_{dZn}^{Zn}-C_{wZn}}$$

设用 $A=C_{mPb}-C_{wPb}$；$A_1=C_{dPb}^{Pb}-C_{wPb}$；$A_2=C_{dZn}^{Pb}-C_{wPb}$

$B=C_{mZn}-C_{wZn}$；$B_1=C_{dZn}^{Zn}-C_{wZn}$；$B_2=C_{dPb}^{Zn}-C_{wZn}$

则 $Q_{dPb}=\frac{A-Q_{dZn}B_2}{A_1}$；$Q_{dZn}=\frac{B-Q_{dPb}B_2}{B_1}$

③若将 Q_{dZn} 代入 Q_{dPb}

化简后：$Q_{dPb}=\frac{AB_1-A_2B}{A_1B-A_2B_2}$；

又将 Q_{dPb} 代入 Q_{dZn}

化简后：$C_{dZn}=\frac{A_1B-AB_2}{A_1B_1-A_2B_2}$；

④按 $K_d=\delta\frac{C_d}{C_m}$；

则 $K_{dPb}=\frac{Q_{dPb}C_{dPb}^{Pb}}{C_{mPb}}$；$K_{dZn}=\frac{Q_{dZn}C_{dZn}^{Zn}}{C_{mZn}}$；

$K'_{dPb}=\frac{Q_{dZn}C_{dZn}^{Pb}}{C_{mPb}}$；$K'_{dZn}=\frac{Q_{dPb}C_{dPb}^{Zn}}{C_{mZn}}$；

式中：K_{dPb}、K_{dZn} 为铅精矿和锌精矿中铅和锌的回收率，K'_{dPb}、K'_{dZn} 为锌精矿中铅和铅精矿中锌的回收率。如果计算总回收率则为 $(K_{dPb}+K'_{dPb})$ 和 $(K_{dZn}+K'_{dZn})$。

上面推导的理论回收率过程，实际就是计算金属平衡的过程，如果将 Q_d 用 δ（产出率）代替，则上列诸式即为产率的计算式，这样，根据 $\delta_{Pb}+\delta_{Zn}=1$ 的原理，就更容易理解 $Q_{dPb}+Q_{dZn}=1$ 了。

以上几项指标也可用来检验、评价选矿试验报告。

第九节　生产规模和产品方案

一、生产规模（*D*）

它是决定矿山整体建设规模和生产面貌的重要问题。

生产规模确定得正确与否，直接影响到矿山的建设和生产及其经济效益，因此，确定生产规模必须进行深入细致的调查研究、广泛收集资料，进行技术经济比较，使确定的生产规模既能满足国家对该矿山建设的要求，又符合矿床客观地质条件与矿产资源的规模大小。目前，对大型矿山生产规模的确定，有的主张“由小到大”，分期建设，这样基建投资小，时间短，达产时间快，可以提早为国家创造财富；有的则主张根据矿床地质条件，确定合理的建设规模，矿山一次建成，虽然投资较大，建设时间较长，投产较慢，但总的收益大，又可避免边生产边基建的复杂局面。总之，矿山生产规模的确定受多种因素的制约，因此，必须通过不同建设方案的生产规模加以比较，方能选择出综合效益最佳的生产规模。

确定生产规模的方法很多，概括起来有以下几种：

（1）根据国家对矿山建设要求确定生产规模；

（2）根据年采掘下降速度确定地下采矿的生产规模；

（3）根据矿山工程延深速度确定露天采矿的生产规模；

（4）根据合理的生产服务年限确定生产规模；

（5）根据经济效益最佳确定生产规模。

以上五种确定生产规模的方法，可参阅有关教科书。

（6）根据矿块布置的多少，确定生产规模。

现将这种方法介绍如下：

$$D = D_{\Delta} + D_{K}\frac{L}{S}K_1K_2 \qquad (4—31)$$

式中：D_K——矿块生产能力（吨/日），即采用某种采矿方法的采场，每天运出采落矿石的能力；

D_Δ——采准切割的副产矿石（吨/日）；

K_1——矿体开采长度利用系数（%），即可以布置的矿块长度的百分数（0.7～0.9）；

K_2——日采矿块利用系数（%），即可以回采出矿块的百分数；

L——矿体沿走向长度（米）；

S——矿块平均长度（米）。

国内各种采矿方法的平均出矿产量，按一台凿岩机生产计算的扩大指标如表4—3。

矿山建设生产规模的确定是一项重要的工作，一般用几种方法相互验证，并且多用方案比较法确定。今后，随着科学技术的发展，矿山生产规模的确定也在不断发展，但必须考虑满足国家需要，矿床开采技术上的可能性和经济上的合理性，符合矿床地质条件和充分利用矿产资源等原则。

露天矿只要生产设备已经确定，效率定额一般是能够达到的，而大多数地下矿则比较困难。

表 4—3　各种采矿方法平均产量表

采矿方法	矿体厚度 m	平均产量 t/d	日采矿块利用系数 K_2
房柱法	2～10	120～100	0.6～0.8
分段法	＞5	140～180	0.3～0.35
分段房柱法	＞15	200～300	0.3～0.45
深孔留矿法	＞10	250～300	
浅孔留矿法	1～3	30～100	0.3～0.5
留矿法	＞3	100～150	
分段崩落法	＞5	350～400	0.33～0.5，0.2～0.25
长壁陷落法	2～4	150～200	0.5～0.7
水砂充填法	＞2	80～120	
尾矿充填法	＞20	300～400	0.33～0.5
胶结充填法	＞20	100～150	

二、产品方案

矿山建设生产的产品方案，对有色金属一般多为矿床所含的主要有用组分的精矿产品，例如，铜矿生产的是铜精矿产品，但有时因矿石选矿性能复杂，可生产混合精矿，所以说有色金属矿山的产品方案，是何种金属矿床就生产何种组分的精矿产品。有时由于某些矿床的矿石性质复杂，受选矿条件的限制，或者为了收回伴生元素也有只生产中间产品的，然后送往精选厂再加工处理生产精矿产品，在这种情况下的产品方案就是中间产品了。

第五章　矿山建设项目经济评价的方法和指标

第一节　经济评价的概念和目标

建设项目经济评价是项目可行性研究的核心和重要组成部分，也是项目和方案选择的依据之一。

建设项目经济评价就是根据国民经济发展战略和行业、地区发展规划要求，在完成市场需求预测、厂址选择、生产技术方案选择等工程技术研究的基础上，计算项目投入费用和产出效益，经多方案比较，对拟建项目的经济合理性进行分析论证，进而做出全面经济分析和评价。

建设项目经济评价贯穿于整个可行性研究的全过程，也反映了项目研究的最终成果。经济评价，首先是对各种可供选择的技术方案和建设条件进行技术经济分析和评价，筛选出最佳经济方案，它贯穿于可行性研究全过程。另外，还要对项目的总体建设方案，进行综合经济分析和评价，从项目的整体上，最终获得最佳经济效益，即不仅要从项目内在的经济因素进行企业经济分析，而且还必须从部门经济、国民经济因素进行国民经济评价，最后，综合这些因素进行综合评价。某些工业发达国家有的将项目经济评价具体化分为企业经济评价、国民经济评价和社会评价三个层次。

投资项目企业经济评价的目的是企业财务收益最大，而国民经济评价的目的是要求取得最大的国家利益，两者应该很好地统一起来。在社会主义经济制度条件下，投资项目的取舍主要取决于国民经济效益，同时，使企业获得应有的效益，这就要求在给企业放权搞活讲求企业经济效益的同时，还要注意宏观调控问题，即使投资项目的设想拟定、选择和执行，更加有效地服务于国家未来的政治、经济和社会目标，如经济增长目标、社会分配目标、劳动就业目标、优先发展目标、结构优化目标，以及政治和军事目标等。所以投资项目经济评价也可以视为实现国家目标的科学手段和重要工作。

由于各国的国情不同，项目评价的政治、经济、社会目标也不同。然而，项目经济评价的价值标准，将根据不同的国家目标而改变，比如，在某个时期，有的国家注重经济增长目标，而另外国家则追求收入与分配的社会公平目标，还有的则努力使部门间经济结构优化或地区间的经济平衡发展。这样，同一个投资项目从不同的角度考虑，就很可能得出不同的价值判断，因此，必须根据某个时期某个国家的特定目标来评价投资项目的合理性，而某一投资项目不能同时适用于不同国家或不同时期的要求，一个特定项目经济评价只能适用于某一特定的时间和地点。

在西方经济发达国家大多数是私人投资项目，故一般只需进行企业财务评价，市场价格为项目投入和产出提供了有效的评价基础，而项目经济评价的目的是取得最大的商业利

润。对少量政府投资的公共项目，才选用社会费用效益分析，评价的目的是要获得最大的社会福利。

社会主义国家是以全民所有制的国有企业作为国家经济主体，随着我国经济体制改革的深化和社会主义市场经济发展的需要，投资项目经济评价显得更为重要。但在实际运用时，某些价值的度量问题遇到很多困难，如公共项目的效益和成本的合理度量，这不仅涉及项目本身的投入产出，而且还包括项目外的间接的社会经济影响，这些影响有的可以用货币度量，有的间接影响因素是没有市场价格的，因而也无法度量。因此，必须解决这些价值度量问题。另外，社会主义国家的商品价格主要是由政府主管部门根据全国范围内的供求关系和政府的方针政策决定的，大多商品的市场价格不能反映其实际社会价值，由此可见，项目评价与总的国家价格体系是紧密联系的。

在发展中国家，大多数是以国家计划和政府投资来促进国民经济发展。这些国家市场范围狭小，致使从市场价格出发的有关社会价值的推论，不能反映项目的实际情况。所以在不同的国家里，现存的市场价格和特定的社会价值是互不相同的，这样就造成某些关键数据的缺乏和不充分，因此，应根据本国国情，即符合国家的社会经济制度和项目所处的投资环境，除研究国民经济增长目标外，还应充分考虑社会的、文化的、制度的和其它非经济因素的目标，进行历史发展和社会变革的定性分析，即社会评价。

第二节　企业（财务）经济评价方法

企业经济评价（或称财务评价）是从企业的角度出发，在现时矿产品价格和财经政策的基础上，对矿山建设项目未来开发利用的经济效益，在财务上进行评价，实际上就是对企业进行盈利性分析，因此计算出来的经济效益是微观的、近期的和局部的。

企业经济评价的方法可分为静态评价法和动态评价法两种，评价时常用的指标和指标体系如图 5－1 所示。

一、静态评价方法和指标

静态评价法是在矿山整个服务周期内不考虑时间因素对资金价值的影响，计算可能获得经济效益的一种评价方法，故又称为不计时评价法，该法计算简便，多用于中小型矿床或大型矿床的概略技术经济评价。静态评价法常用下述指标。

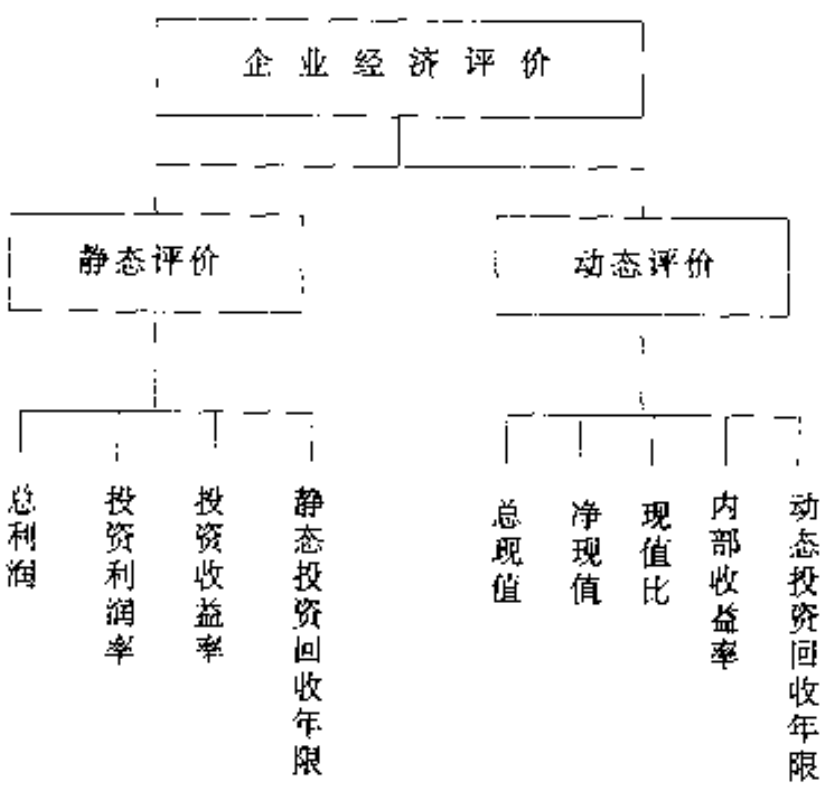


图 5－1　企业经济评价指标体系图

（一）总利润额

所谓总利润额就是总收入（矿产品价格×产量）或总提取价值，扣除生产总成本和税金之后的余额。可用公式表示：

总利润额＝总收入（或总提取价值）－总成本－税金

＝（矿产品价格×产量）－（经营成本＋基建投资额）－（总收入×有关税率）

税金应包括资源税、矿产资源补偿费、增值税和所得税等，但当我们进行概略或初步矿床技术经济评价时，税金可忽略不计。

1. 一吨矿石的总利润

对同一个矿山来讲，如果生产的产品不同，则一吨矿石的利润也不相同。因此，计算公式也就不同。

（1）产品是原矿时，一吨矿石的利润可按下式计算：

$$P_p = Z_p - (S_e + S_m) \tag{5—1}$$

式中：P_p——一吨矿石的利润（元）；

Z_p——一吨矿石的价格（元）；

S_e——一吨矿石应偿还的地质勘探费（元）；

S_m——一吨矿石的开采成本，（元）。

（2）产品是精矿粉时，一吨矿石的利润可按下式计算：

$$P_p = Z_p - (S_e + S_m + S_d) \tag{5—2}$$

式中：S_d——一吨矿石的选矿成本（元）；

Z_p——产品是精矿粉时，一吨矿石的提取价格（元）。

如果已知一吨精矿的价格，则 Z_p 可按下式求得：

$$Z_p = Z_d \frac{CK_d(1 - K_f)}{C_d}$$

令

$$\frac{CK_d(1 - K_f)}{C_d} = \delta$$

则

$$Z_p = Z_d\delta$$

代入（5—2）式得：

$$P_p = Z_d \frac{CK_d(1 - K_f)}{C_d} - (S_e + S_m + S_d)$$

$$= Z_d\delta - (S_e + S_m + S_d) \tag{5—3}$$

式中：Z_d——一吨精矿的价格（元）；

C——矿石储量的平均品位（%）；

C_d——精矿粉的平均品位（%）；

K_d——选矿回收率（%）；

K_f——采矿贫化率（%）；

δ——由一吨矿石生产的精矿量，称为“选矿产率”或“精矿产率”，即为选矿比的倒数。

当然，也可先把一吨矿石的探、采、选成本换算成一吨精矿粉的成本，然后再求一吨精矿粉的利润，即：

$$P_d = Z_d - (S_e + S_m + S_d)q$$

$$= Z_d - (S_e + S_m + S_d) \frac{C_d}{CK_d(1 - K_f)} \tag{5—4}$$

式中：P_d——一吨精矿粉的利润（元）；

q——选矿比，即选一吨精矿粉所需要的矿石量数。

（3）产品是金属时，一吨矿石的利润可按下式计算：

$$P_p = Z_p - (S_e + S_m + S_d + S_s) \tag{5—5}$$

式中：Z_p——产品是金属时，一吨矿石的提取价格（元）；

S_s——一吨矿石的冶炼成本（元）。

如果已知一吨金属的价格，则 Z_p 可按下式计算：

$$Z_p = Z_s \frac{CK_dK_s(1-K_f)}{C_s}$$

代入（5—5）式得：

$$P_0 = Z_s \frac{CK_dK_s(1-K_f)}{C_s} - (S_e + S_m + S_d + S_s) \tag{5—6}$$

式中：Z_s——一吨金属的价格（元）；

K_s——冶炼回收率（%）；

C_s——冶炼产品的金属含量（%）。

当然，也可先把一吨矿石的探、采、选、冶成本换算成一吨金属的成本，然后再计算一吨金属的利润（P_s），即

$$P_s = Z_s - (S_e + S_m + S_d + S_s)\frac{C_s}{CK_dK_s(1-K_f)} \tag{5—7}$$

2. 矿山企业的年总利润

（1）按原矿计算

$$P_{py} = P_pD \tag{5—8}$$

式中：P_{py}——矿山企业生产原矿的年利润（元）；

D——采矿企业原矿年产量（吨）。

（2）按精矿计算

$$P_{dy} = P_dD_d \tag{5—9}$$

式中：P_{dy}——矿山企业生产精矿的年利润（元）；

D_d——选矿企业精矿年产量（吨）。

（3）按金属计算

$$P_{sy} = P_sD_s \tag{5—10}$$

式中：P_{sy}——矿山企业生产金属的年利润（元）；

D_s——冶炼企业金属年产量（吨）。

3. 整个矿床的总利润额

（1）如果产品是原矿，总利润额按下式计算

$$P = P_pQ' = [Z_p - (S_e + S_m)]Q\frac{K_m}{(1-K_f)} \tag{5—11}$$

式中：P——整个矿床采出矿量的总利润额（元）；

Q'——矿床的采出矿量（吨）；

Q——矿床的地质储量（吨）。

或按下式计算：

$$P = P_pD_1 + P_pD_2 + \cdots\cdots + P_pD_n = P_0\sum_{i=1}^{n}D_i$$

式中：D_i——矿山企业全采期间各年原矿产量（吨），$i=1$，2，3，……，n。

（2）如果产品是精矿粉，总利润按下式计算

$$P=\left[Z_d\frac{CK_d(1-K_f)}{C_d}-(S_e+S_m+S_d)\right]Q\frac{K_m}{1-K_f} \qquad (5-12)$$

（3）如果产品是金属，总利润按下式计算

$$P=\left[Z_s\frac{CK_dK_s(1-K_f)}{C_s}-(S_e+S_m+S_d+S_s)\right]Q\frac{K_m}{1-K_f} \qquad (5-13)$$

如果 $P>0$，则说明一吨矿石的价值大于一吨矿石的勘查、开采和加工成本，开发该矿床有利可图。反之，若 $P<0$，说明开发该矿床要亏损。

（5—11）、（5—12）和（5—13）式即为计算矿床总利润的主要公式。从公式可见，矿床的总利润主要与矿石储量平均品位（C）、储量（Q）、开采费用（S）有关。矿石储量平均品位（C）和储量（Q）是矿石品位指标的函数；开采费用（S）是矿山企业生产能力（D）的函数。因此，为了获得矿床开发利润的最大值，必须确定矿石最佳品位指标和矿山最佳生产能力（D_0）。

在矿山生产寿命期间，当各年的总收入（或总价值）、总成本不相等时，整个矿床的总利润额可按表 5—1 计算。

表 5—1　总利润表　　单位：

序号	项目 \ 年份	矿山生产期间								合计
		1	2	3	4	5	6	7	…n	
（一）	产品收入									
（二）	总成本									
（三）	产品税金									
（四）	利润额 （一）—（二）—（三）									
（五）	资源税									
（六）	营业外支出等									
（七）	总利润额 （四）—（五）—（六）									

（二）投资利润率

投资利润率系指矿山企业年净利润额与矿床勘查和矿山建设总投资额之比值，它表示单位投资所创造的利润，是衡量投资利润水平的主要指标之一。计算公式如下：

$$PR=\frac{P_r}{J}\times 100\% \qquad (5-14)$$

式中：PR—— 投资利润率；

P_r——矿山企业年净利润（元）；

J——矿床勘查和矿山建设投资总额（元）。

（三）静态投资收益率

在国外，除净利润外，把留给企业的折旧费也作为企业的收益，故静态投资收益率按下

式计算：

$$RR = \frac{P_t + DE}{J} \times 100\% \tag{5-15}$$

式中：RR —— 静态投资收益率；

DE——年基本折旧费(留给企业的部分)。

静态投资收益率反映项目投资支出所能取得的盈利水平，即单位投资能获得的收益，投资收益率越大，投资的经济效益越好。但是投资收益率究竟应该多大，才算经济合理，应该确定一个定额标准。这个标准称为标准(或目标)投资收益率。若进行矿山评价，经计算后投资收益率大于或等于标准投资收益率，则矿床勘查开发的投资经济效益好，就认为该矿床在经济上是可取的。否则，投资经济效益就不好，该矿山在经济上是不可取的。标准投资收益率应按不同部门和行业分别确定，应考虑投资的构成比例，成本构成比例，技术发展水平和银行贷款利率大小等。此外，产品价格，生产规模，投资能力等也会直接或间接地影响投资收益率。总之，应在综合分析上述各种因素的基础上，制定出能反映部门技术经济特点，反映和国家投资政策，反映企业实际已经达到的投资收益率和先进水平的标准投资收益率，作为本部门技术经济分析的评价标准。目前我国的标准投资收益率尚处于探讨之中，缺乏统一标准。有人建议我国的标准投资收益率可暂定为 0.1～0.15。1979 年国务院颁发的"基建贷款试行条例"规定部门或企业的投资收益率至少应大于 6%～8%，这个标准比国外的标准要低得多。据国外的经验，一般地说，工业部门的静态投资收益率应当不低于 0.15～0.30。

(四) 静态投资回收期

静态投资回收期亦称投资返本期，它是静态投资收益率的倒数，它表示每年的净收入能偿还全部原始投资所需的年限，即

$$T' = \frac{1}{RR} = \frac{J}{P_t + DE} \tag{5—16}$$

式中：T'—— 投资回收期(年)。

投资回收期也是反映投资经济效益的指标之一，投资回收期越短，投资经济效益越好，否则就不好。当评价项目投资回收期比标准投资回收期短，就认为该项目投资经济效益好，在经济上是可取的，否则就不可取。目前国家对矿山评价中标准投资回收期尚无统一规定。根据我国部分建设和生产比较正常的金属矿山的投资效益分析，投资回收期约为 8～10 年。国家规定重工业企业的投资回收期不应超过 15 年。矿山经济评价时可参照执行。

例：某矿山企业原始投资 $J=2000$ 万元，投产后的年产值是 600 万元，年经营成本是 350 万元，不计税金，试用静态投资收益率和投资回收期计算该企业投资经济效益。

解：已知，$J=2000$ 万元，$P_t=600-350=250$ 万元

代入公式(5—15)及(5--16)得：

静态投资收益率：
$$RR=\frac{250}{2000}=12.5\%$$

介于暂定标准投资收益率 10%与 15%之间。

静态投资回收期：
$$T'=\frac{2000}{250}=8(年)$$

小于金属矿山的基准投资回收期 8～10 年，所以该矿山企业的投资经济效果是比较好的。

投资回收期概念明确，计算简单。它主要考虑的是项目的偿还能力。对于预测未来以采

取对策，并从资金周转的角度来研究问题是有用的。

由于这类方法不反映资金的时间价值，没有考虑投资回收期以后的收益，没有衡量拟建项目的收益率，所以对项目优选来说，不是可靠的依据，可作为一种辅助指标。

由于目前企业基建投资和流动资金贷款，都要计算利息，根据企业贷款的具体情况和财务条件，按矿山建设和生产年份顺序进行投入-产出分析，测算各年资金盈余或短缺，计算各年平均投资收益率和基建投资的投资回收期，以便进行偿还能力分析，于是提出了财务平衡表（或称分析表）法，如表 5—2。

表 5—2　企业财务分析表　　单位：

项　　目	合计	建设年份	生产年份
		1 2 3 …p	1 2 3 4 5 ……n
一、资金流入			
（一）建设资金			
1. 地质勘查费			
2. 基建贷款			
3. 资本化利息			
小计			
（二）流动资金			
二、计算利润			
（一）产品销售收入			
（二）产品经营成本			
（三）销售税金			
（四）实现利润（净收益）			
（五）建设资金利息			
（六）流动资金利息			
（七）净利润			
三、偿还贷款			
（一）偿还贷款			
（二）结欠建设资金贷款			
（三）结欠流动资金贷款			
（四）年末结欠贷款			
四、上交利税			
（一）上交所得税			
（二）调节税			
五、企业留利（盈余资金）			

二、动态评价方法和指标

动态经济评价是静态经济评价的发展。动态经济评价中引进了资金的时间价值原理，即评价时考虑了时间因素对资金价值的影响，故动态评价法又称为计时评价法。动态评价法可使不同时间的费用及其产生的经济效益具有可比基础。我国自 1979 年以来，基建投资从财政拨款改为银行贷款，按照 1982 年的规定，贷款按复利计息。可见动态评价法在矿床经济评价中，尤其对一些大中型矿床的经济评价就显得更为必要。

动态评价的实质就是按一定的贴现率，将矿山企业各年获得的利润折算到评价时的现

值(以下若无特殊注明，皆折算到矿山企业投产之时)，以此为基础，评价矿山开发的经济价值和经济效益。因此，也有把动态评价法称为贴现法。

在介绍动态评价法之前，我们先研究一下两个进行资金时间价值换算的基本公式。

已知现值 PV，求 n 年后的本利和 FV。为清楚起见，我们把一定周期内将要发生的实际支出(流出)和资金和收入(流入)的资金的结果综合绘在时间坐标图上(图 5—2)。

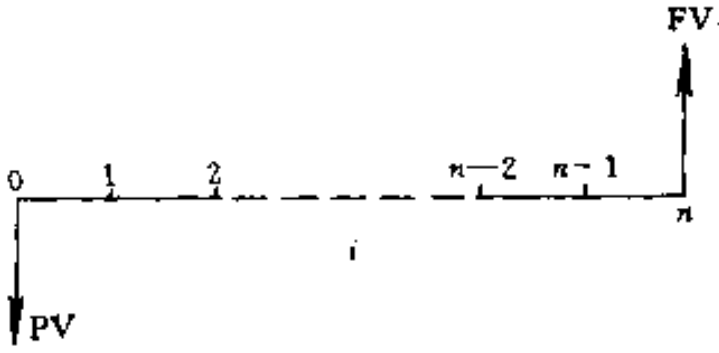


图 5—2　已知一次支付现值，求一次支付未来值的现金流量图

计算公式如下：

$$FV = PV(1 + i)^n \tag{5-17}$$

式中：FV——n 年后资金的未来值，或本利和；

PV——资金的现值；

i——年利率；

n——计息周期数；

$(1+i)^n$——叫作一次支付复利系数，其数值可从有关的相应复利表中查得。

例：某拟建矿山从银行一次借款 1000 万元，银行贷款年利率为 6%，按复利计算，规定十年后偿还全部投资和利息，问十年末应偿还的总金额是多少万元？

解：据公式(5--17)可得：

$$FV = PV(1 + i)^n = 1000(1 + 0.06)^{10} = 1000 \times 1.9708$$
$$= 1791 \text{ 万元}$$

十年末应偿还的总金额是 1791 万元。

如果以年利率 i，经 n 年后积累可得资金额 FV，现在应向银行借投资贷款多少？或者是若干年后的一定产出，能够偿还现在的多少投入？这个问题恰好与前一问题相反，前一问题是已知 PV 求 FV，这一问题是已知 FV 求 PV，是一次支付现值的问题，其现金流量如图 5—3 所示。

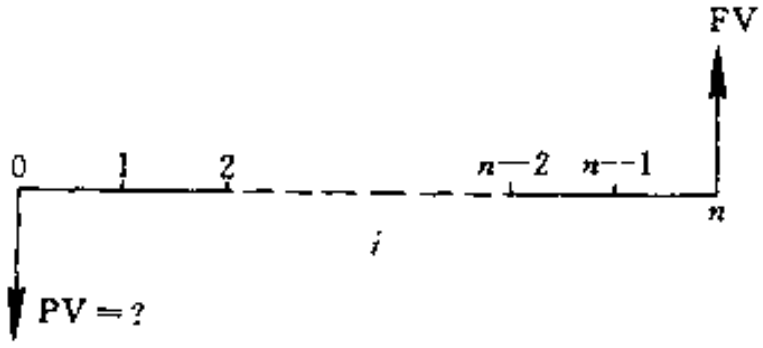


图 5--3　已知一次支付未来值，求一次支付现值的现金流量图

计算公式如下：

$$PV = FV\left[\frac{1}{(1+i)^n}\right] \tag{5—18}$$

式中$\left[\frac{1}{(1+i)^n}\right]$称作一次支付现值系数，从普通复利表可查得。

矿山经济评价中计时评价的计算公式虽然较多，但多导源于以上两个基本公式。

（一）总现值法(PV)

该法的实质是把矿山企业各年的开采期望利润 A，逐一贴现成投产之日或某一规定时间的现值，然后将各分年现值累计相加获得总现值。应用这个方法时，一般是按矿山开采每年获得的实际(或实现)利润，而不是按净利润来贴现计算。所以总现值应包括企业建设投资贴现利润和储量价值贴现利润两部分。其现金流量如图 5—4 所示。

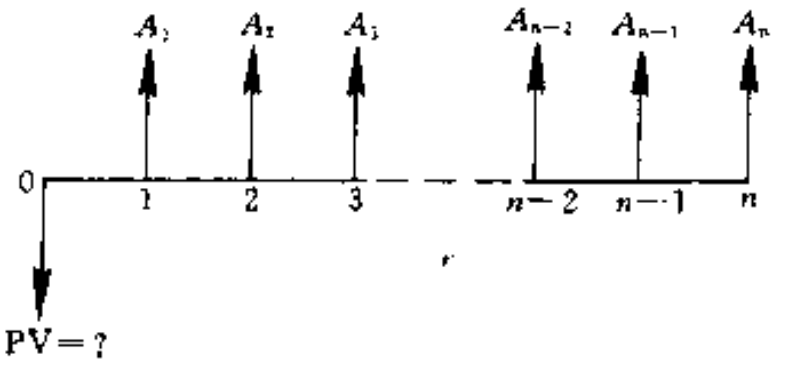


图 5—4　等额多次支付，已知 A 求 PV 的现金流量图

计算总现值的公式如下：

$$\begin{aligned} PV &= PV_1 + PV_2 + PV_3 + \cdots\cdots + PV_n \\ &= \frac{A_1}{(1+r)^1} + \frac{A_2}{(1+r)^2} + \frac{A_3}{(1+r)^3} + \cdots\cdots + \frac{A_n}{(1+r)^n} \end{aligned}$$

式中：PV——总现值(或总利润现值)；

$PV_1, PV_2, PV_3, \cdots\cdots, PV_n$ ——分别为矿山企业第 $1,2,3,\cdots\cdots,n$ 年的利润现值；

$A_1, A_2, A_3, \cdots\cdots, A_n$ ——分别为矿山企业第 $1,2,3,\cdots\cdots,n$ 年的分年开采期望利润；

r——为贴现率。

上式可简化成：

$$PV = \sum_{t=1}^{n} A_t \cdot \frac{1}{(1+r)^t} \tag{5—19}$$

式中：A_t——矿山企业第 t 年的开采期望利润；

t——开采年份，$t=1,2,3,\cdots\cdots,n$。

矿山企业的利润一般按年度计算，如果开采过程中，每年获得的利润为一常量，即每年获得的利润额相等($A_1=A_2=A_3=\cdots\cdots A_n=A$)，则可用等比数列前 n 项式求和的公式，推导出以下总现值的计算公式：

$$PV = A\left[\frac{(1+r)^n - 1}{r(1+r)^n}\right] \tag{5—20}$$

该式即为谟尔基勒公式。式中$\left[\frac{(1+r)^n-1}{r(1+r)^n}\right]$叫做等额多次支付现值系数，其值可查复利表求得。

例：某矿山若建成投产后，20 年内每年可获得利润 500 万元，贴现率为 10%，开采期间

每年获得的期望利润都贴现成投产时的总现值是多少万元？最后一年的贴现利润是多少？

解：据公式(5—20)可得总现值

$$PV = A\left[\frac{(1+r)^n - 1}{r(1+r)^n}\right] = 500 \times \frac{(1+0.1)^{20} - 1}{0.1 \times (1+0.1)^{20}}$$

$$= 500 \times 8.513564 = 4256.8(\text{万元})$$

据公式(5—18)可得第 20 年的贴现利润

$$PV_{20} = \frac{500}{(1+0.1)^{20}} = 74(\text{万元})$$

20 年间每年获得的期望利润都贴现到投产时的总现值是 4256.8 万元。第 20 年的贴现利润是 74 万元。

如果不考虑时间因素，则 20 年的期望总利润额为 500×20＝10000 万元。

总现值法在西方国家已广泛用于矿床勘查和矿山开发的技术经济评价。然而，它也是以贴现总利润极大化作为评价和选择最佳工程方案的标准。但是，往往会出现这样的情况，即矿山企业的基建投资额不同，而其开采所得的总现值却可能相同。因此，仅仅用总现值就无法从几个可能的投资方案中作出正确的选择。

（二）净现值法(NPV 法)

净现值法是目前西方国家广泛采用的一种动态经济评价的方法。

矿床开采所得的总收入在扣除国家税金和生产费用之后的实际利润，原则上应按储量的货币价值和矿山企业原始投资额的比例，分别属于储量所有者和矿山企业经营者所有，在他们之间应按相同的利润率分配。

可见，矿山开采所得的实际利润应等于储量价值的利润与企业建设投资所得的利润之和。其关系式表示如下：

实际利润额＝矿床储量价值利润额＋基本建设投资及其利润额

移项得：

矿床储量价值利润额＝实际利润额－基本建设投资及其利润额

然后按统一的贴现率分别折算到某一基准时间，则得：

矿床储量价值利润的现值＝实际利润的现值－基本建设投资的现值

上式中，矿床储量价值的现值就是矿床的净现值(NPV)。实际利润的现值就是总现值(PV)，基本建设投资的现值为(*J*)。上述关系式可用如下公式表示：

$$NPV = PV - J \tag{5—21}$$

(5—19)公式为计算总现值(PV)的公式。现在，关键是如何计算 *J*？从总现值(PV)中减去 *J*，就可以求出净现值(NPV)了。

设矿山企业基建周期为 *P* 年，每年投资额如果不相等，分别为 $J_{p-1}, J_{p-2}, J_{p-3} \cdots\cdots J_2, J_1, J_0$，且为年末贷款，利率为 *i*，试求基建完成后的计息投资总额。其现金流量如图 5—5 所示。

$$J = J_{p-1}(1+i)^{p-1} + J_{p-2}(1+i)^{p-2} + \cdots\cdots + J_2(1+i)^2 + J_1(1+i)^1 + J_0(1+i)^0$$

可简化成：

$$J = \sum_{t=0}^{p-1} J_t(1+i)^t \tag{5—22}$$

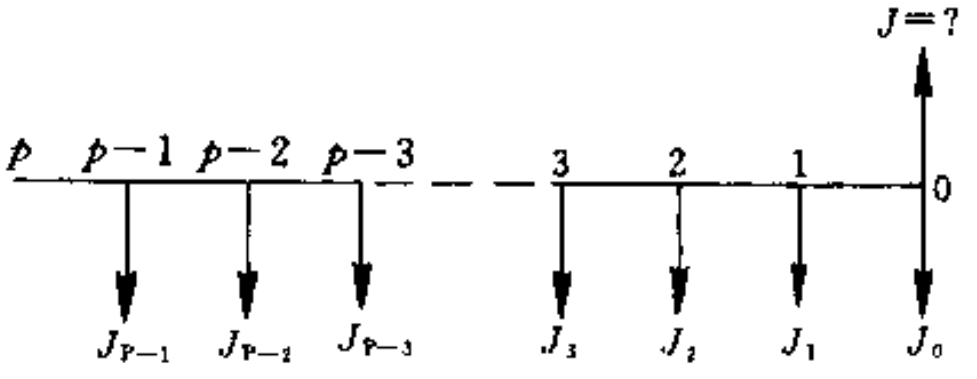


图 5—5　等额多次支付，已知 J_t 求 J 的现金流量图

式中：J_t——第 t 年的投资额；

t——投资年份，$t=p-1,p-2,\cdots 2,1,0$；

p——矿山基建周期；

i——年利率。

在进行经济评价时，对基建投资的具体分配尚不清楚，通常假定每年投资额相等，即 $J_0=J_1=J_2=\cdots\cdots J_{p-1}=J_t$，且为每年年末投资，即

$$J=J_t(1+i)^{p-1}+J_t(1+i)^{p-2}+\cdots\cdots+J_t(1+i)^1+J_t(1+i)^0$$

$$=J_t[(1+i)^{p-1}+(1+i)^{p-2}+\cdots\cdots+(1+i)^1+1]$$

式中 $[(1+i)^{p-1},(1+i)^{p-2},\cdots\cdots(1+i)^2,(1+i)^1,1]$为等比级数，其公比为$(1+i)$。根据等比级数求和公式，它等于$\dfrac{1-(1+i)^p}{1-(1+i)}$，化简后为$\dfrac{(1+i)^p-1}{i}$，所以

$$J=J_t\left[\frac{(1+i)^p-1}{i}\right] \tag{5-23}$$

式中 $\left[\dfrac{(1+i)^p-1}{i}\right]$ 叫做等额多次支付复利系数。其数值可从相应的复利表中查得。

例，银行每年年末向某拟建矿山贷款 1000 万元，贷款年利率为 6%，连续贷款 4 年，第四年后的总投资额(连本带息)是多少？

解：据公式(5-23)得

$$J=1000\times\left[\frac{(1+0.06)^4-1}{0.06}\right]=1000\times 4.375$$

$$=4375(\text{万元})$$

四年后计息投资总额为 4375 万元。

若由年末贷款改为年初贷款，则公式(5—22)应改为

$$J=J_t(1+i)\frac{(1+i)^p-1}{i} \tag{5—24}$$

仍以上例说明：

$$J=1000\times(1+0.06)\times\frac{(1+0.06)^4-1}{0.06}$$

$$=4627.5(\text{万元})$$

由上可见，年末贷款与年初贷款的计息投资总额是不相同的。

将前述计算 PV 的公式(5—19)和计算 J 的公式(5—22)代入(5—21)得：

$$\text{NPV}=\sum_{t=1}^{n}A_t(1+i)^{-t}-\sum_{t=0}^{p-1}J_t(1+i)^t \tag{5-25}$$

如果年利润为常量，则 PV 值按(5—20)计算；如果基建周期为 p 年，每年年末等额贷款为 J_t，贷款年利率为 i，则 J 值按(5—23)计算，于是

$$\mathrm{NPV} = A\left[\frac{(1+r)^n - 1}{r(1+r)^n}\right] - J_t\left[\frac{(1+i)^p - 1}{i}\right] \tag{5—26}$$

如果基建时间较长，则以基建开始时为贴现的基准时间，此时计算净现值的公式，则为：

$$\mathrm{NPV} = \sum_{t=1}^{n+p} A_t(1+r)^{-t} - \sum_{t=1}^{p} A_t(1+r)^{-t} - \sum_{t=1}^{p} J_t(1+r)^{-t} \tag{5—27}$$

式中右端第一项为整个开采和基建期间 $n+p$ 年里的贴现利润总额，但基建时期并没有利润发生，故应从中扣除该时期的贴现利润额，即式中第二项。第三项为整个基建时期的贴现投资额。

由上可见，如果评价矿床预期的净现值大于零，说明该矿床通过开发后能取得大于基准收益率的良好经济效益，即有超额利润。证明评价矿床在经济上是可取的。若有两个评价矿床供投资决策，则应选择净现值大的为较优方案，应优先转入进一步勘查工作或矿山开发。

矿床经济评价时，多采用表格形式计算净现值。

例：某评价矿床基建三年，且为年末贷款开采 20 年，历年的净现金流量见表 5—3，假定基准收益率为 10%，以投产之日为贴现基准时间，则其净现值为＋4185 万元，经济效益较好，开发该矿床在经济上是可取的。

（三）现值比法(PVR 法)

为了考虑基建投资额对矿山经济评价值的影响，在总现值法的基础上，又提出了“现值比法”。该法的计算公式如下：

$$\mathrm{PVR} = \frac{\sum_{t=1}^{n} A_t(1+r)^{-t}}{\sum_{t=1}^{p} J_t(1+i)^t} \tag{5—28}$$

式中：PVR——现值比，分子是矿山全采期间总利润的现值，分母是矿山基建期间总投资的现值；

A_t——矿山企业第 t 年的期望利润；

n——矿山企业服务年限，$t=1,2,3\cdots\cdots n$；

r——贴现率；

J_t——矿山企业第 t 年基建投资；

p——矿山企业基建周期，$t=1,2,3,\cdots\cdots p$；

i——贷款利息率。

(四)净现值比法(NPVR 法)

净现值比是净现值与全部投资额现值和的比值，其含义是单位投资的现值所“创造”的净现值收益。即：

$$\mathrm{NPVR} = \frac{\mathrm{NPV}}{J} \tag{5—29}$$

表 5—3　净现值计算表

单位:万元

年份		现金流入			现金流出			净现金流量	贴现系数	净现值
		总收入	经营成本	合　计	固定资产投资	流动资金	合　计			
建设期	0				1400			−1400	1.210	−1694
	1				2000			−2000	1.100	−2200
	2				1000			−1000	1.000	−1000
生产期	1	1700	1250	450		250	−250	200	0.9091	182
	2	2000	1584	416		200	−200	216	0.8264	179
	3	2909	1584	1325		350	−350	975	0.7513	733
	4	2909	1584	1325				1325	0.6830	905
	5	2909	1584	1325				1325	0.6209	823
	6	2909	1584	1325				1325	0.5645	748
	7	2909	1584	1325				1325	0.5132	680
	8	2909	1584	1325				1325	0.4665	618
	9	2909	1584	1325				1325	0.4241	562
	10	2909	1584	1325				1325	0.3855	511
	11	2909	1584	1325				1325	0.3505	464
	12	2909	1584	1325				1325	0.3186	422
	13	2909	1584	1325				1325	0.2897	384
	14	2909	1584	1325				1325	0.2633	349
	15	2909	1584	1325				1325	0.2394	317
	16	2909	1584	1325				1325	0.2176	288
	17	2909	1584	1325				1325	0.1978	262
	18	2909	1584	1325				1325	0.1799	238
	19	2909	1584	1325				1325	0.1635	217
	20	2909	1584	1325				1325	0.1486	197
合　计										4185

式中:NPVR——净现值比;

NPV——净现值(为正或负);

J——投资的现值和。

净现值指数大,说明单位投资现值取得的净现值大,经济效益好,反之则表示经济效益差。若净现值比为负数,则表示投资项目的经济效益不好。

由于净现值比没有一个衡量尺度,故在矿山经济评价中多作为不同矿床的比较和方案选优时的指标。

例:经计算,甲矿床净现值为 4200 万元,投资额现值为 21000 万元,乙矿床净现值为

3500 万元，投资额现值为 15000 万元，开发哪一个矿床经济效益好？

解：据净现值指数公式计算

$$NPVR(甲)=\frac{4200}{21000}=0.20$$

$$NPVR(乙)=\frac{3500}{15000}=0.23$$

由于 NPVR(乙)＞NPVR(甲)，故开发乙矿床经济效益较好。

（五）内部收益率法(IRR 法)

所谓内部收益率法就是求出这样一个收益率，它使矿床评价期内逐年现金流入现值之和等于逐年现金流出的现值之和。即累计净现值等于零时的收益率。其现金流量如图 5－6。

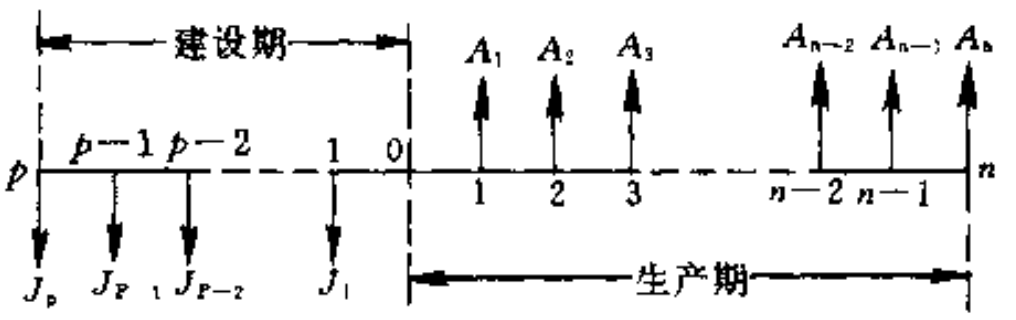


图 5—6　现金流量图

生产期的现金流入现值＝建设期投资现金流出的现值，即

$$A_1\frac{1}{(1+r)^1}+A_2\frac{1}{(1+r)^2}+\cdots\cdots+A_n\frac{1}{(1+r)^n}$$
$$=J_1(1+i)^1+J_2(1+i)^2+\cdots\cdots+J_p(1+i)^p$$

式中：$A_1,A_2,\cdots\cdots A_n$——矿山企业生产期逐年现金流入；

$J_1,J_2,\cdots\cdots J_p$——矿山企业建设期逐年现金流出；

p——矿山企业建设周期；

n——矿山企业生产周期；

i——为贷款利息率；

r——所要求的投资收益率。

如果建设期每年投资额相等，均为 J_t；生产期每年收益相等，均为 A，则

$$A\frac{(1+r)^n-1}{i(1+r)^n}=J_t(1+i)\frac{(1+i)^p-1}{i}$$

移项得：

$$A\frac{(1+r)^n-1}{r(1+r)^n}-J_t(1+i)\frac{(1+i)^p-1}{i}=0$$

当 A、J、i、n 及 p 等已知时，则可求出 r，即为内部收益率。在实际工作中，内部收益率(IRR)可用计算机或专用小型计算器计算。也可用内插法计算。内插法求解 r(IRR)时，必须先进行试算，即选定 r_1 和 r_2 两个贴现率代入上式的左端，分别计算净现值，一个使 NPV(r_1)为正值，另一个使 NPV(r_2)为负值，说明内部收益率在这两个贴现率之间。然后用内插法求出 r，如图 5－7 所示。

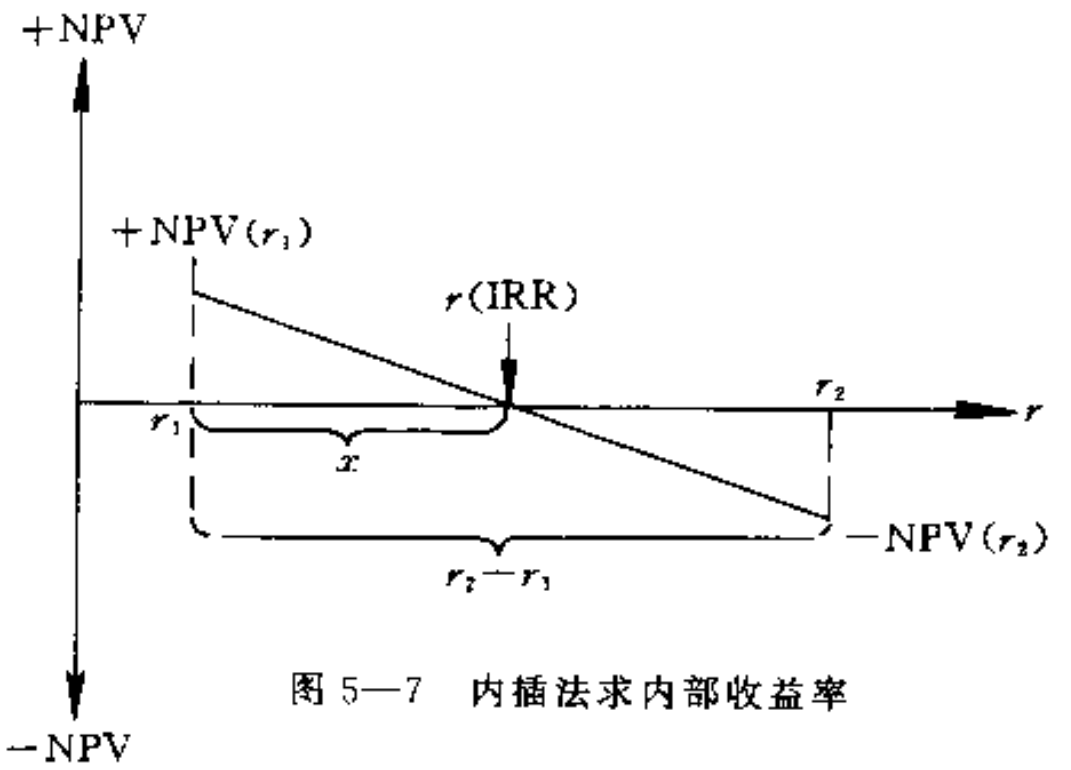


图 5—7　内插法求内部收益率

$$\because X/(r_2 - r_1) = \frac{|\mathrm{NPV}(r_1)|}{|\mathrm{NPV}(r_1)| + |\mathrm{NPV}(r_2)|}$$

$$\therefore X = \frac{|\mathrm{NPV}(r_1)|}{|\mathrm{NPV}(r_1)| + |\mathrm{NPV}(r_2)|}(r_2 - r_1)$$

于是

$$i(\mathrm{IRR}) = r_1 + \frac{|\mathrm{NPV}(r_1)|}{|\mathrm{NPV}(r_1)| + |\mathrm{NPV}(r_2)|}(r_2 - r_1) \qquad (5—30)$$

该式即为内部收益率(IRR)的内插计算公式

式中：r_1——较低的贴现率；

r_2——较高的贴现率；

$|\mathrm{NPV}(r_1)|$——贴现率为 r_1 时净现值之和的绝对值；

$|\mathrm{NPV}(r_2)|$——贴现率为 r_2 时净现值之和的绝对值。

内部收益率是矿山经济评价的一个重要指标。计算出投资收益率后，应将其和基准收益率相比较，大于基准收益率者，经济效益较好，是可取的。否则经济效益不好，是不可取的。目前我国还没有规定统一的基准收益率指标。近几年有人建议在国家未颁布基准收益率以前，可暂时采用下列指标：

黑色金属矿山基准收益率采用 8%～10%；

有色金属矿山基准收益率采用 8%～12%；

贵金属矿山基准收益率采用 10%～15%；

化工矿山基准收益率采用 7%～10%。

例：某铜矿床经济评价计算其净现金流量如表 5—4。假定年末贷款，求其内部投资收益率。

解：列表(表 5—4)计算得：

$$r_1 = 0.13 \text{ 时}, \mathrm{NPV}(r_1) = 341$$

$$r_2 = 0.14 \text{ 时}, \mathrm{NPV}(r_2) = -286$$

用公式(5—30)得

表 5—4　内部收益率计算表　　单位：万元

年　度		净现金流量	贴现率为 13%时的贴现系数	净现值	贴现率为 14%时的贴现系数	净现值
(1)		(2)	(3)	(4)=(2)×(3)	(5)	(6)=(2)×(5)
建设期	0	−1500	1.2769	−1915	1.2996	1949
	1	−3000	1.13	−3390	1.14	−3420
	2	−2500	1.000	−2500	1.000	−2500
生产期	1	100	0.8850	86	0.8772	88
	2	300	0.7832	235	0.7695	231
	3	1200	0.6931	832	0.6750	810
	4	1500	0.6133	920	0.5921	888
	5	1500	0.5428	814	0.5194	779
	6	1500	0.4803	720	0.4556	683
	7	1500	0.4251	638	0.3996	599
	8	1500	0.3762	564	0.3506	526
	9	1500	0.3329	499	0.3075	461
	10	1500	0.2946	442	0.2697	405
	11	1500	0.2607	391	0.2366	355
	12	1500	0.2307	346	0.2076	311
	13	1500	0.2042	306	0.1821	273
	14	1500	0.1807	271	0.1597	240
	15	1500	0.1599	240	0.1410	212
	16	1500	0.1415	212	0.1229	184
	17	1500	0.1255	188	0.1078	162
	18	1500	0.1103	165	0.0946	142
	19	1500	0.0981	147	0.083	125
	20	1500	0.0868	130	0.0728	109
合　计				341		−286

$$IRR = 13\% + \frac{341}{341+286}(14\%-13\%)$$

$$= 13\% + 0.5\% = 13.5\%$$

内部收益率为 13.5%，大于有色金属矿的暂定的基准收益率 8%～12%，说明该矿床开发后的经济效益较好，是可取的。

（六）动态投资回收期法

动态投资回收期是在考虑投资利息的情况下，回收全部投资所需的时间。假设原始投资为 J，投产后的年收益为 A，年利率为 i，投资回收期为 T，其计算公式可由资金回收公式导出。

矿山经济评价时常遇到这样的问题，即现在获得银行投资贷款 J 元，预计利息率为 i，

希望在今后 t 年内还清本息，平均每年应偿还的资金额 J_t 是多少。此时的现金流量图如图5—8所示。

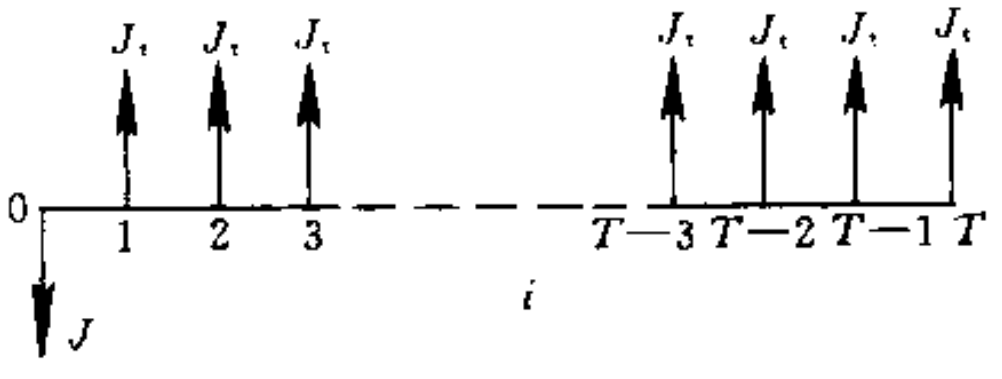


图 5—8　已知 J，求 J_t 的现金流量图

计算公式为：

$$J_t = J\left[\frac{i(1+i)^T}{(1+i)^T-1}\right] \tag{5--31}$$

式中 $\left[\frac{i(1+i)^T}{(1+i)^T-1}\right]$ 叫做等额多次支付资金回收系数，或简称资金回收系数，其数值可由相应的复利表查得。

例：某矿山截至投产时已向银行借贷基建投资总额(连本带利)为 379.1 万元，预计利率为 10%，若分五年还清本利。试问每年需要偿还的金额是多少？

解：据公式(5--31)得：

$$J_t = 379.1 \times \left[\frac{0.1(1+0.1)^5}{(1+0.1)^5-1}\right] = 379.1 \times 0.2638$$

$$= 100(\text{万元})$$

该矿山每年应偿还本利 100 万元。

公式(5—31)也是国外常用的考虑时间因素的设备折旧费计算公式。式中 J 可视为设备投资，J_t 为每年的折旧费用。使用这个公式会引起对设备积压现象的重视，因积压时间越长，折旧费用越高。

在(5—31)公式中，假设每年偿还的资金额 J_t，即为矿山投产后的年收益 A，则

$$A = J\left[\frac{i(1+i)^T}{(1+i)^T-1}\right]$$

经移项整理得：

$$A[(1+i)^T-1] = Ji(1+i)^T$$

$$(1+i)^T = \frac{1}{1-\frac{Ji}{A}}$$

两边取对数得：

$$\lg(1+i)^T = \lg\frac{1}{\left(1-\frac{Ji}{A}\right)}$$

$$T\lg(1+i) = \lg 1 - \lg\left(1-\frac{Ji}{A}\right)$$

故

$$T\lg(1+i) = -\lg\left(1-\frac{Ji}{A}\right)$$

则
$$T = \frac{-\lg\left(1 - \frac{Ji}{A}\right)}{\lg(1+i)} \tag{5—32}$$

公式(5—32)便是动态投资回收期(T)的计算公式。

例:某拟建矿山投资总额 7500 万元,预计投产后每年获净利润 1000 万元,假定银行贷款利率为 0.10,试用动态和静态分析法计算该企业的投资回收期。

解:如果考虑时间因素,则

$$T = \frac{-\lg\left(1 - \frac{Ji}{A}\right)}{\lg(1+i)} = \frac{-\lg\left(1 - \frac{7500 \times 0.10}{1000}\right)}{\lg(1+0.10)}$$

$$= \frac{-(-0.60206)}{0.04139} = 14.5(\text{年})$$

如果不考虑时间因素,则静态投资回收期 T 为

$$T' = \frac{J}{P} = \frac{7500}{1000} = 7.5(\text{年})$$

第三节　国民经济评价方法和指标

一、国民经济评价概述

国民经济评价和第二节介绍的企业经济评价是矿山建设项目经济评价的两个组成部分。企业经济评价立足于企业本身利益的立场,来分析研究矿山建设投资给企业带来的经济效益,并根据效益的大小来决定建设项目的取舍。其主要目标集中在矿山建设投资给企业所带来的经济效益,它很少考虑投资所产生的国民经济效益和社会效益。故又称之为微观经济评价。

国民经济评价是根据国民经济长远发展目标和社会需求来衡量矿山建设项目对国家经济发展战略目标和对社会福利的实际贡献,它是从国民经济的全局出发即立足于国家、社会的立场上来考察和研究投资给国民经济做出的贡献大小,并根据对社会的贡献大小对项目进行评价和取舍。国民经济评价既考虑其直接效益,又兼顾其产生的间接效益或相关效益,不仅要计算本部门的经济效益,还要计算有关相关部门和使用部门的经济效益。国民经济评价是宏观的、长远的和全局的经济评价,也就是对建设项目投资进行国家盈利性分析。

在进行矿山建设项目经济评价时,特别是大中型项目,为了满足不同层次的要求,不仅要进行企业经济评价,而且还要进行国民经济评价,做到既要重视微观经济效益,又要兼顾宏观经济效益。在一般情况下,两者的经济效益是一致的,当两者不一致发生矛盾时则应强调微观服从宏观,局部服从整体,企业目标服从社会目标,只有这样才有可能全面实现企业经济效益。

二、国民经济评价方法和指标

当前,国民经济评价有两类方法和指标体系,一种是扩大范围的国民经济评价方法和指标体系,另一类是全面的国民经济评价方法和指标体系。

(一) 扩大范围的国民经济评价

社会主义企业的生产是创造使用价值的生产。产品的使用价值往往在本企业,甚至在本部门都是难以完整地衡量出来。所以,不能单从一个企业或一个部门的角度进行计算。只有

把国民经济各相关部门有机地联系起来，才能揭示社会生产的所得与所费的真实对比情况。

扩大范围的国民经济评价就是在企业经济评价的基础上，把评价范围加以扩大，在评价项目本身的投资和经济效益的同时，还要考虑受到该项目影响的相关部门的投资、成本和经济效益。相关部门是指有经常的、直接的和主要的关系部门，如原材料、能源和交通运输部门，既要考虑与项目本身有横向联系的相关部门，又要考虑有纵向联系的相关部门。例如，评价铝土矿山时，横向相关部门系指辅助原料熔剂灰岩部门、煤炭部门、电力部门和交通运输部门等；纵向相关部门系指勘探、选矿、冶炼，甚至加工等部门。具体评价时，可采用分部门计算，然后汇总的办法。该方法自50年代从苏联引进以来，在矿山设计部门得到了普遍应用。由于相关部门的投资、成本和经济效益的计算方法和评价的指标等与本部门的企业经济评价基本相同，故对其不再论述。

（二）全面的国民经济评价

是当前西方国家普遍采用，我国正在探索研究之中的一种评价方法。它同企业经济评价一样，以投资项目本身作为评价对象，只是站在更高的层次，从国民经济的角度出发，利用调整价格、调整汇率等修正过的经济参数计算国民经济的全部指标或一部分指标。

由于现行市场价格受财政、经济、社会和行政政策等某些因素的影响，不能反映其真正的社会费用，所以在国民经济评价时，要对价格进行适当调整，调整后的价格称为调整价格。国外也有用影子价格的。但是国内现行产品价格存在不少不合理的因素，要对所有产品和投入品的价格都进行调整还是比较困难的，通常只调整对经济评价影响较大，明显不合理的价格。价格调整应以相应产品的国际市场实际价格为基础。调整的基本原则见表5—5。

表5—5　国民经济评价中的资源价格调整表

产出投入项目	价格调整
可供出口的产品	国际市场离岸价格
代替进行的产品	国际市场到岸价格
向外供应的能源、动力（水、电、气等）	按国际市场能源价格和能源质量换算的价格

全面的国民经济评价以国家净收益和国民收入净增值为基础，通常采用下述评价指标：

国民经济评价
- 主要指标——国民收入净增值、国家收益率等
- 辅助指标
  - 就业效果
  - 分配效果
  - 净外汇效果
  - 国际竞争能力
- 其他社会效果——如文化、技术发展、环境保护等。

全面的国民经济评价也有静态评价方法和动态评价方法之分。

1. 国民收入净增值（VA）

国民收入是国民经济发展的重要指标。它是社会主义国家全部物质生产部门的劳动者在一定时期（通常是一年）内所创造出来的价值。即国民收入$(V+M)$。其中包括劳动者的原始收入(V)和生产单位的纯收入(M)。社会主义国民收入经过分配和再分配，最后归结为积累基金和消费基金两大部分。这两种基金直接或间接都是增进劳动者的福利的。所以说国

民收入又是表示可用于社会主义扩大再生产和改善人民生活的总能力，因此，国民收入净值可以作为国民经济评价的主要指标和综合指标。

从国家角度衡量投资项目对国民经济的贡献就是国家净收益加工资。其表达式为：

$$\sum_{t=0}^{n} VA_t = \sum_{t=0}^{n} P_t + \sum_{t=0}^{n} W_t \tag{5--33}$$

式中：VA_t——第 t 年国民收入净增值；

P_t——第 t 年国家净收益；

W_t——第 t 年的工资额包括工资及附加费；

t——评价期的年份，$t=0,1,2,3,\cdots,n$。

国家净收益(P)是用调整价格和调整汇率计算的矿山企业服务年限内的产出与投入之差。国家净收益(或称社会收益)，包括税金、净利润和国内贷款利息等。其表达式如下：

$$\sum_{t=0}^{n} P_t = \sum_{t=0}^{n} [PO_t - (MI_t + J_t + W_t + RP_t)] \tag{5—34}$$

式中：P_t——第 t 年国家净收益(元)；

PO_t——第 t 年的社会全部产出价值(即社会总产值)(元)；

MI_t——第 t 年(不包括折旧流动资金利息、工资和职工福利基金)的投入价值(元)；

J_t——第 t 年的投资(包括建设期贷款利息)(元)；

W_t——第 t 年的工资额(元)；

RP_t——第 t 年流入国外的资金，包括贷款利息、国外股本及利息、外籍人员工资等(元)；

t——评价期内年份，$t=0,1,2,3,\cdots,n$。

故(5—33)可写成：

$$\sum_{t=0}^{n} VA_t = \sum_{t=0}^{n} [PO_t - (MI_t + J_t + RP_t)] \tag{5—35}$$

该式即为按生产法计算国民收入净增值的一般表达式。

此外，国民收入净增值也可按分配法计算，国民收入净增值等于矿山寿命期内劳动者的工资报酬和产品销售利润及所支付的销售税金、利息、保险费等，其计算公式可表示为：

$$\sum_{t=0}^{n} VA_t = \sum_{t=0}^{n} W_t + \sum_{t=0}^{n} (\text{产品销售利润} + \text{销售税金} + \text{流动资金利息}) \tag{5—36}$$

表 5—6 是国家净收益和国民收入净增值计算表，表中项目仅为一般内容，实际评价时可酌情增减。

国民收入净增值分析包括绝对效益分析和相对效益分析两种。前者叫筛选评价，后者叫排队评价。进行国民收入净增值的绝对效果分析时，若国民收入净增值的现值之和大于零，即：

$$\sum_{t=0}^{n} [PO_t - (MI_t + J_t + RP_t)]a_t > 0 \tag{5—37}$$

式中：a_t——社会贴现率为 r 时的贴现系数。$a_t = \dfrac{1}{(1+r)^t}$

说明投资项目达到了要求的社会贴现率。项目建成后对国民经济发展有贡献，项目可以成立。若小于零，说明投资项目达不到要求的社会贴现率，不能对国民经济的发展作出应有贡

表 5—6　国家净收益和国民收入净增值计算表　　单位：

项　　目	建设期				生产期				
	0	1	2	3	4	5	6	…n	合计
一、产出价值(PO)									
1. 销售收入									
2. 回收固定资产残值									
3. 回收流动资金									
4. 其它收入									
二、投入价值(MI＋J＋W＋RP)									
1. 固定资产投资(J)									
(1)外资部分									
(2)国内部分									
2. 流动资金(MI)									
(1)外资部分									
(2)国内部分									
3. 生产成本									
(1)进口原料部分(MI)									
(2)国内部分(包括工资及附加费)(W)									
(3)其他(RP)									
流入国外资金(指国外贷款利息、寄出国外工资)									
三、国家净收益 P									
四、工资及附加费 W									
五、国民收入净增值 VA									

献。在一般情况下，项目不能成立。但是，判别一个投资项目是否可行，还得用是否有国家净收益(社会盈余)来决定，只有在国民收入净增值大于工资的现值时，才表明项目基本上可以通过，即：

$$\sum_{t=0}^{n}[\mathrm{PO}_t-(\mathrm{MI}_t+J_t+\mathrm{RP}_t)]a_t>\sum_{t=0}^{n}W_t a_t$$

说明项目建成后，国家除支付工资外，还有盈余，是可取的；若国民收入净增值小于工资现值。说明项目建成后，国家不但得不到净收益，而且连工资都支付不出，是不可取的。

国民收入净增值的相对效益分析就是按下式计算投资效果系数：

$$E_C=\frac{\mathrm{PVA}}{PJ}\qquad(5—38)$$

式中：E_C——投资效果系数；

PVA——国民收入净增值的现值；

PJ——总投资的现值。

若 E_C 大，说明单位投资的现值所取得的国民收入净增值的现值大，投资效益好。在资金有限的情况下，E_C 可作为多方案择优决策的一个重要指标。

2. 国家收益率(或称社会收益率)

国家收益率是按调整价格和调整汇率计算的国家净收益(社会盈余)的现值和等于零时

的贴现率。即

$$\sum_{t=0}^{n}[PO_t-(MI_t+J_t+W_t+RP_t)]\frac{1}{(1+r)^t}=0 \qquad (5—39)$$

时的贴现率 r。式中符号同(5—34)式。

国家收益率(或社会收益率)可采用内插法计算,计算如表 5—7 所示。如果评价项目的国家收益率大于社会基准收益率,说明评价项目的国民经济效益好,可以接受。

表 5—7　国家收益率计算表　　单位:万元

年份	国家净收益	贴现系数	国家净收益现金	贴现系数(r_n=15%)	国家净收益现值
0	−1500	1.000	−1500	1.000	−1500
1	−2000	0.877	−1654	0.870	−1740
2	−2000	0.769	−1538	0.756	−1512
3	800	0.675	540	0.658	526
4	900	0.592	533	0.572	515
5	1000	0.519	519	0.497	497
6	1000	0.456	456	0.432	432
7	1000	0.400	400	0.376	376
8	1000	0.251	351	0.327	327
9	1500	0.308	462	0.284	426
10	1500	0.270	405	0.247	371
11	1500	0.237	356	0.215	323
12	1500	0.208	312	0.187	281
13	1500	0.182	273	0.163	245
14	1500	0.160	240	0.141	212
合计			155		−221

$$国家收益率=14\%+\frac{155}{155+221}(15\%-14\%)=14.41\%$$

3. 就业效果

就业效果系指单位投资所创造的就业机会,一般用每万元投资带来的就业人数来表示,其表达式为:

$$就业效果=\frac{项目增加的职工人数}{总投资}(人数/万元) \qquad (5—40)$$

在劳动力资源充足的前提下应尽可能的以单位投资带来的较高的就业机会为佳。就业效果好的,说明通过矿床的勘查和开发,对就业的贡献大。属于劳动密集型矿山;就业效果差的,说明通过矿床的勘查和开发,对就业的贡献不大,属于资金密集型矿山。就业效果对于人口众多的我国来说,无疑是个较重要的评价指标。

4. 分配效果

分配效果是指社会、企业和职工所得的收益在国民收入净增值中所占的比差,用百分数表示。主要包括以下几个部分:

$$\text{职工收入分配效果} = \frac{\text{工资收入} + \text{福利费}}{\text{项目国民收入年净增值}} \tag{5—41}$$

$$\text{企业(或部门)收入分配效果} = \frac{\text{净利润} + \text{股息} + \text{租金} + \text{附加福利费}}{\text{项目国民收入年净增值}} \tag{5—42}$$

$$\text{国家(包括地区)收入分配效果} = \frac{\text{税金} + \text{利息} + \text{保险费} + \text{租金}}{\text{项目国民收入年净增值}} \tag{5—43}$$

$$\text{不参加分配的增值} = \frac{\text{扩建基金} + \text{设备基金} + \text{社会福利基金}}{\text{项目国民收入年净增值}} \tag{5—44}$$

上述四种分配效果指标的总和应等于1。

我国是一个以公有制为基础的社会主义市场经济国家。社会盈余全由中央进行分配，故评价时，一般可以不考察这个指标。

5. 净外汇效果

净外汇效果指标对涉外项目来说是一个很重要的指标，当评价项目与外资、外贸有关，矿产品可供出口或可减少进口量时，就要计算净外汇效果，在目前我国外汇比较紧张的情况下，这个指标的重要性是不言而喻的。净外汇效果系指外汇流入与流出的差额的现值，即净外汇流量的现值。外汇流入包括出口产品的销售收入；可以取代进口所节约的外汇价值；外汇贷款和国家股本等。外汇流出包括购买国外设备、材料、专利权等外汇支出；以及支付外籍人员的工资；偿付国外贷款的本金和利息、股本与红利等。净外汇效果的数学表达式为：

$$P(\mathrm{FE}) = \sum_{t=0}^{n} (\mathrm{FI}_t - \mathrm{FO}_t) a_t \tag{5—45}$$

式中：$P(\mathrm{FE})$——净外汇效果，即项目寿命期间净外汇流量的现值；

FI_t——第 t 年的外汇流入，$t=0,1,2,\cdots,n$；

FO_t——第 t 年的外汇流出，$t=0,1,2,\cdots,n$；

a_t——第 t 年对应社会贴现率的贴现系数。

净外汇效果的计算分析可按表5—8的格式进行。

表5—8　净外汇效果计算表　　单位：

年份	外汇流入			外汇流出			净外汇流量	贴现系数	净外汇效果
	出口	取代进口	合计	本金偿付	利息偿付	合计			
(1)	(2)	(3)	(4)=(1)+(2)	(5)	(6)	(7)=(5)+(6)	(8)=(4)−(7)	(9)	(10)=(8)×(9)
0									
1									
2									
…									
…									
n									

如果净外汇效果是正值，即 $P(\mathrm{FE})>0$，说明在既定的社会贴现率条件下，投资项目的外汇流入大于外汇流出，为国家创造了外汇收入，且 $P(\mathrm{FE})$ 越大越好。如果净外汇效果是负值，即 $P(\mathrm{FE})<0$，说明投资项目的外汇流入小于外汇流出，减少了国家外汇收入，投资效果不好。

6. 换汇率和创汇率

换汇率是指出口产品的年矿山完全成本（人民币）同换回外汇（美元）的比例，也就是说用100元人民币的矿产品可以换回多少美元的外汇，可用下式表示：

$$\text{换汇率} = \frac{\text{年外汇销售收入(美元)}}{\text{年矿山完全成本(元)}} \times 100\% \tag{5—46}$$

其中，年外汇销售收入＝出口产品销售价格（离岸价格）×出口产品年销售量；

年矿山完全成本（年销售成本）＝年矿山生产成本＋（年销售费用＋年管理费用）。

我国现行贸易外汇内部结算价格为1美元＝5.28元人民币。

故兑换率$=\frac{1\text{美元}}{5.28\text{元}}\approx 0.189$美元/元

创汇率可按下式计算：

$$\text{创汇率} = \frac{\text{年外汇销售收入}}{\text{原进口支付外汇额}} \times 100\% \tag{5—47}$$

式中：原进口支付外汇额＝原进口产品价格（到岸价格）×原进口产品数量。

7. 国际竞争能力

国际竞争能力是分析矿床勘探开发之后，矿产品在国际市场上有无竞争能力，进而判断能否出口的一种辅助指标。它是出口产品的净外汇收入现值与该出口产品的国内资源投入现值之比。其表达式如下：

$$IC = \frac{\sum_{t=0}^{n}(FI_t - FO_t)a_t}{\sum_{t=0}^{n}DR_t \cdot a_t} \tag{5—48}$$

式中：IC——国际竞争能力指标；

FI_t——第t年出口产品的外汇流入；

FO_t——第t年为出口产品所摊付的外汇流出；

DR_t——第t年为出口产品所用的国内资源投入值；

a_t——第t年对应社会贴现率的贴现系数。

国内资源投入值＝国内国家投资＋国内物料投入费用＋国内工资总额。

国际竞争能力可按表5—9的形式进行计算。

国际竞争能力指标是衡量产品能否出口和国际竞争能力大小的标准。如果IC＞1，说明产品可以出口，IC越大，说明竞争能力越强，竞争能力强就意谓着该项产品在国际市场上即使适当降价，也能保持一定的利润，能承受较大的风险。如果IC＜1，说明产品不能出口，IC越小，竞争能力就越弱。

8. 其它社会效果

其它社会效果是指矿床的勘查和开发过程中，对国家和地方的文化、技术、环境及经济发展的贡献。例如对发展我国科学技术、培养人才，改变社会面貌，改善工业布局，人口结构的影响；对社会基础结构包括交通运输，给水供电、住宅及公共设施等的影响；对环境条件与生态平衡的影响；凡是能用数值表示的都要作定量分析。无法用数值表示的则应作定性分析。

扩大范围的国民经济评价和全面的国民经济评价都力图用较完善的方法全面考虑评价对象的经济效益，前者着重考虑评价项目对相关部门的影响，计算比较简单，其不足是只

表 5—9　国际竞争能力计算表　　单位：

项　　目	年　份					合计
	0	1	2	3	……n	
一、净外汇收入						
1. 外汇流入						
2. 外汇流出						
3. 净外汇流量						
4. 贴现系数						
5. 净外汇流量现值						
二、国内资源投入						
1. 基建投资						
2. 流动资金						
3. 生产费用						
4. 销售费用						
5. 流动资金费用						
6. 固定资产残值						
7. 其它						
8. 国内资源投入净值						
9. 贴现系数						
10. 国内资源投入净现值						

$$IC=\frac{\text{净外汇流量总现值}}{\text{国内资源投入总净现值}}$$

考虑了关系较密切的相关部门的投资和效益，而没有考虑受评价项目所影响的全部相关部门，也没有考虑价格等不合理的经济因素；后者着重考虑社会、政治、经济等方面的影响，修正某些不合理的经济参数，运用较能反映客观情况的新数据进行计算和评价，其不足是没有考虑相关部门的投资和效益，经济参数的修正比较复杂等。鉴于上述情况，在评价时，可根据具体情况，同时采用两种国民经济评价方法，或以一种方法为主，另一种方法为辅，在使用中不断改进、不断完善。

第四节　不确定性分析

一、不确定性分析的必要性

不确定性分析是研究技术方案中不确定因素（参数）对经济效益影响程度而进行的一种经济分析方法。

在矿山技术经济评价中，由于评价所依赖的大部分数据。例如，产品销售价格、产量、成本和投资等都是预测和估算的数字，都具有不确定性，加之影响矿山经济评价的某些地质资料和数据。例如矿产储量和矿石品位等，大都是根据抽样观察获得的结果推断确定的，使得矿山建设项目不确定性的程度比其他工程项目更高。这些因素的不确定性，将使评价结果也不可避免地存在不确定性。使矿山开发决策具有较大的潜在风险，容易造成决策上的失误。为了尽量查明和减少不确定性因素评价的影响，使评价结果更好地为决策服务，就必须进行不确定性分析。

不确定性分析通常包括盈亏平衡点分析、敏感性分析和概率分析。

二、盈亏平衡点分析

盈亏平衡点是企业盈亏的分界点，在盈亏平衡点上，企业的收入与支出相等。众所周

知，影响盈利大小的直接因素主要有三个，即单位产品销售价格、成本和产品数量。盈亏平衡点分析就是通过改变售价、成本和产量等因素，引起盈亏平衡点移动的方法来分析其不确定性。采用这种方法可以确定企业在某一生产能力水平时的盈利情况。当它们的关系均为线性关系时，叫线性盈亏平衡点分析，现对其介绍如下：

成本费用根据其与产量变化的关系不同，可分为固定成本和单位可变成本两部分，前者不随产量的变化而变化，如设备的折旧费、企业管理费等，而后者且随产量的变化而变化，如原材料和工人的工资等。

销售收入的多少取决于产量和单位产品的销售价格，其数学表达式如下：

$$Y = ZX \tag{5—49}$$

式中：Y——销售收入（元）；

Z——单位产品销售价格（元/吨）；

X——销售量，产品无积压时即为生产量；

生产成本用下式表示：

$$S = VX + F \tag{5—50}$$

式中：S——总成本（元）；

V——单位产品可变成本（元）；

F——固定成本（元）。

当收支平衡，即 $Y=S$ 时，据公式（5—49）和（5—50），则有

$$ZX = VX + F \tag{5—51}$$

此时的生产量，单位产品销售价格和销售收入就分别是盈亏平衡产量、盈亏平衡销售价和盈亏单位平衡销售收入，由方程（5—51）和（5—49）可得

$$X_0 = \frac{F}{Z_0 - V} \tag{5—52}$$

$$Z_0 = \frac{VX_0 + F}{X_0} = V + \frac{F}{X_0} \tag{5—53}$$

$$Y_0 = Z_0 + X_0 \tag{5—54}$$

式中：X_0——盈亏平衡点产量；

Z_0——不盈不亏的单位产品销售价；

Y_0——盈亏平衡点销售收入。

此外，若已知设计生产能力为 X，盈亏平衡点产量为 X_0，则可预测不致亏本时的最低生产能力利用率 η，计算公式如下：

$$\eta = \frac{X_0}{X} \times 100\% = \frac{F}{Z - V} \cdot \frac{1}{X} \times 100\%$$

$$= \frac{F}{(Z - V)X} \times 100\% \tag{5—55}$$

例：某矿山设计生产能力为 500 万吨。单位产品销售价格 $Z=20$ 元/吨。其成本费用是：固定费用 $F=1500$ 万元，单位产品可变费用 $V=15$ 元/吨。试对该矿山作盈亏平衡分析。

解：

据公式（5—52）求盈亏平衡产量

$$X_0 = \frac{F}{Z - V} = \frac{1500}{20 - 15} = 300(\text{万吨})$$

该矿山盈亏平均产量为300万吨，若产量大于300万吨。矿山有盈利，小于300万吨，则出现亏损。

据公式（5—53）求盈亏平衡销售价格

$$Z_0 = V + \frac{F}{Z_0} = 15 + \frac{1500}{300} = 20(\text{元 / 吨})$$

据公式（5—54）求盈亏平衡销售额：

$$Y_0 = Z_0 X_0 = 20 \times 300 = 6000(\text{万元})$$

该矿山只有当年销售收入超过6000万元时，才能盈利，否则就会出现亏损。

据公式（5—55）求盈亏平衡生产能力用率

$$\eta = \frac{X_0}{X} \times 100\% = \frac{3000}{500} \times 100\% = 60\%$$

该矿企业的产量不能小于设计生产能力的60%，否则就会出现亏损。

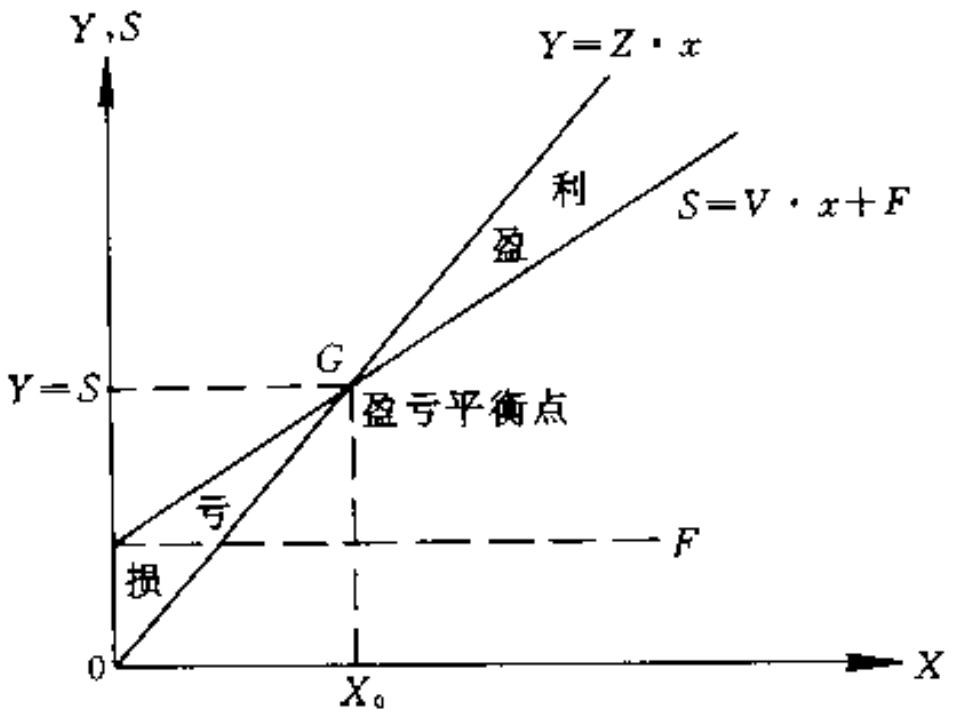


图5—9 盈亏平衡点分析图

盈亏平衡点分析也可用图解形式表示，如图5—9所示。以销售量（产量）为横坐标，以金额为纵坐标，生产总成本中的固定费用为一水平直线，表示它不受产量变化的影响。可变费用$V \cdot X$呈一斜线，表示它随产量变化而变化。销售收入在单位产品销售价格不变时呈直线变化。生产成本与销售收入两条直线的交点即为盈亏平衡点，此时的生产成本等于销售收入。该点对应的产量X_0即为盈亏平衡产量，当产量低于X_0时，销售收入低于生产成本，两者之差表示为亏损。当产量高于X_0时，销售收入高于生产成本，两者之差表现为盈利。

三、敏感性分析

影响矿山经济效益指标的不确定因素很多，而且每个因素的影响程度不尽相同，有的使经济效益降低，有的则使经济效益提高。所谓敏感性分析就是研究对经济评价起作用的各个因素，在它们发生变化的时候，对矿山开发经济效益的影响如何，也就是研究反映矿山经济效益的指标（例如投资收益率、投资返本期或净现值等）如何随其影响因素（例如储量、品位、售价、成本和投资等）的不同给定值而变化的规律。敏感性的强弱，是指经济效益指标对其影响因素的敏感程度大小，如果某种影响因素不太大的变化，却使经济效益指标发生较大的变化，则说明该指标对这种因素敏感性强，灵敏度大。因此，敏感性分析也称敏感度分析或灵敏度分析。

敏感性分析是矿山经济评价中常用的一种研究不确定性的方法。通过敏感性分析，可以掌握每个因素的变化与经济效益的关系，了解相互变化的规律和数量关系，找出影响矿山经济价值和经济效益的有利因系和不利因系，以及影响矿山开发经济生命力的最关键因素，从而为决策者和经营者提供科学依据。

影响矿床经济效益和因素很多，实际评价时，是不是对每个因素都要进行敏感性分析呢？一般来说，凡是被认为关键性的因素，我们都应对其进行敏感性分析。所谓关键性因素就是具有高度不确定性，而且当它一发生变化变会引起经济效益指标较大变化的因素。分析时往往更侧重于对不利因素及其程度的分析。

实际应用时，常常作敏感性分析图来表示各种因素的影响程度，也有的称其为蜘蛛网图。

下面通过实际例子说明敏感性分析的方法和步骤。

例：某矿山年生产能力 85 万吨，销售收入为 20236 万元，销售成本为 1178.93 万元，销售收入的 6.5%作为上交税金，扣除税金后的利润为 7136.73 万元。矿山建设总投资为 67219.6 万元，投资利润率为 10.6%。但由于销售收入、成本、生产能力利用程度，基建投资等的增减变化，投资利润率也随之发生变化，试对其进行敏感性分析。

解：

该矿山基本参数如下：

矿山规模	85 万吨/年
销售收入	20236 万元
销售成本	11783.93 万元
税金	1315.34 万元
扣税后的利润	7136.73 万元
总投资	67319.67 万元
投资利润率	10.6%

销售收入、销售成本、矿山生产能力的利用和投资，都会因市场情况的变化和原料价格的波动而变化，它们对其他指标带来的影响，列表分别计算如表 5—10。

表 5—10　敏感性分析表

序号	项　目	单位	基本方案	销售收入		销售成本		生产能力		投　资	
				+10%	−10%	+10%	−10%	+10%	−10%	+10%	−10%
①	生产能力	万吨/年	85	85	85	85	85	93.5	76.5	85	85
②	销售收入	万元	20236	22259.5	18212.4	20236	20236	22260	18216	20236	20236
③	销售成本	万元	1178.93	11783.93	11783.94	12962.32	10605.94	12962.55	10607.63	11783.93	11783.93
④	税金②×6.5%	万元	1315.34	1446.87	1183.81	1315.34	1315.34	1446.9	1184.04	1315.34	1315.34
⑤	利润②—③ −④	万元	7136.73	9028.8	5244.60	5958.34	8314.72	7850.55	6424.33	7136.73	7136.73
⑥	总投资	万元	67319.67	67319.67	67319.67	67319.67	67319.67	67319.67	67319.67	74040.7	60598.02
⑦	投资利润率⑤/⑥	%	10.6	13.41	7.79	8.85	12.75	11.66	9.54	9.64	11.78

据上述计算结果，将销售收入、销售成本、生产能力和投资的变化对投资利润率的影响绘制成敏感性分析图，如图 5—10。需指出的是，上述各参数至少要变化两次才能得到一条曲线，即在基本情况的上下各有一变化值。

从表 5—10 及图 5—10 可以看出，投资利润率对销售收入、销售成本、生产能力利用程度和投资的敏感程度是不相同的，其中以销售收入对投资利润率的影响最大，表现为曲

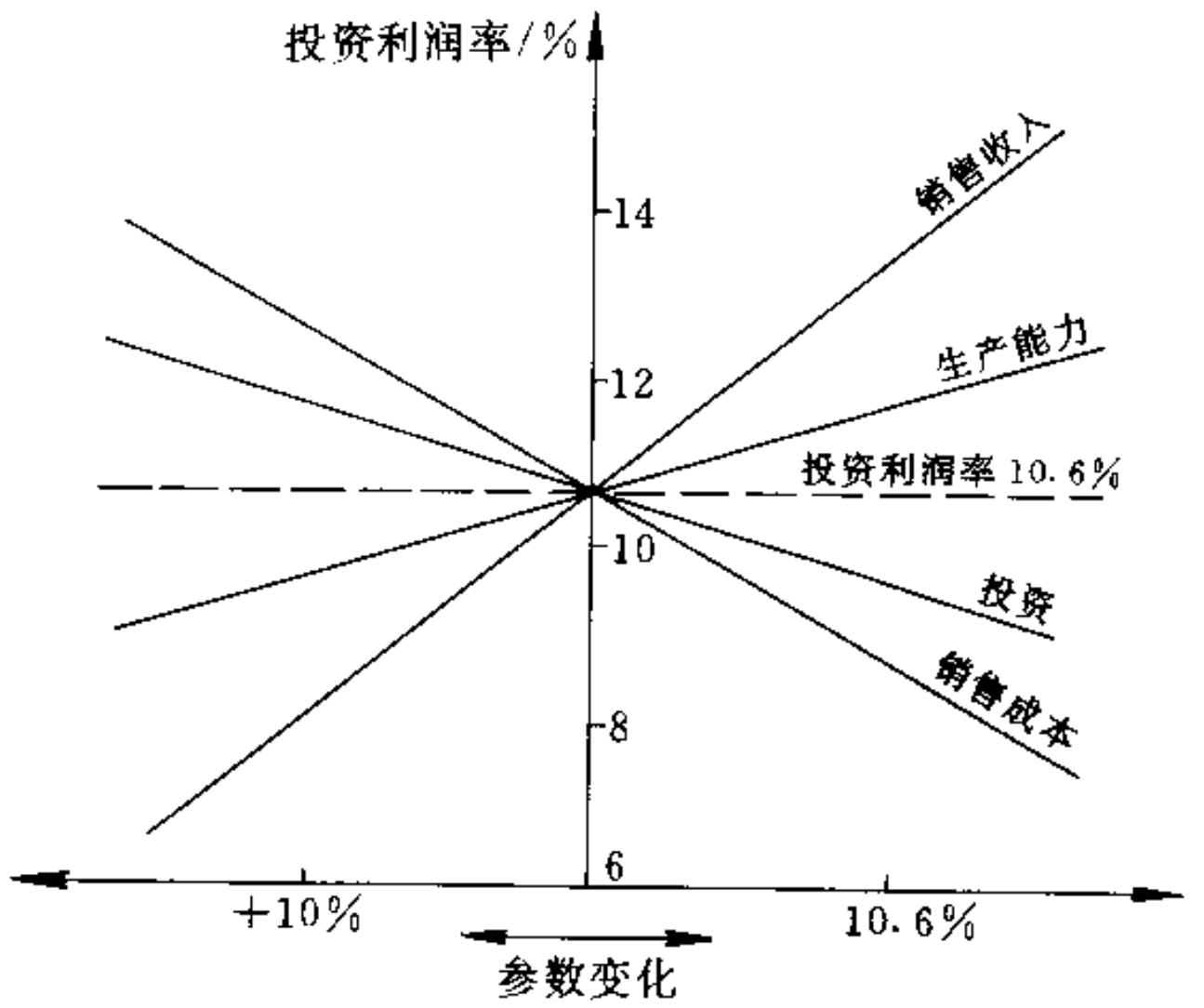


图 5—10　敏感性分析图

线的梯度最陡，销售收入增减 10%，引起投资利润率上下波动 5.62%。

四、概率分析

敏感性分析是一种实用的不确定性分析方法，但它对不定因素造成的风险难以作出定量的分析。而对风险的定量分析则有赖于不定因素的概率分析。概率分析又称风险分析，它可以定量地预测投资方案经济效益成功或失败的可能性。概率分析常用的有分析法、模拟法和期望值法等。这些方法在目前我国的技术经济分析工作中尚未普遍使用，而且由于篇幅原因在这里就不作介绍了。

第五节　综 合 评 价

一、企业经济评价与国民经济评价的关系

由于我国矿山建设项目经济评价的原则是既要最大限度地满足国民经济的发展和人民群众物质文化生活的需要，又要考虑矿山企业有利可得。所以，对于任何一个矿山建设的项目，尤其是大中型矿山建设项目都必须进行企业经济评价和国民经济评价。只有在企业经济评价和国民经济评价的基础上，才能对矿山建设投资作出正确的决策。那种只讲企业（微观）经济效益，不讲国民（宏观）经济效益，或者是只讲国民经济效益，不讲企业经济效益的做法都是不正确的。因为不讲国民经济效益，就不能保证整个国民经济体系的最优效果的实现，不利于国家和全体人民的利益；不讲企业经济效益，就不能调动广大企业职工的积极性，不但企业的经济效益实现不了，而且国民经济效益的实现也将是一句空话。

正常情况下，企业经济效益和国民经济效益是统一的，即企业经济效益好（或不好），国民经济效益也好（或不好）。但是，也会出现企业经济效益和国民经济效益发生矛盾的情况。比如有的项目企业经济评价认为不可行，而国民经济评价认为可行，像国内急缺矿产

的评价，就可能出现这种情况。尽管某些急缺矿产的地质条件，开采和加工技术条件不太理想，会影响矿山企业的经济效益，甚至亏损，是不可取的，但从国民经济全局出发，是我国的急需矿产应该作出肯定的评价，这时就要采取必要的措施如改变有关补贴和税收政策，或调整价格等，使企业经济评价也可行。从而最后对其作出肯定的评价。相反，有的项目，企业经济评价认为可行，而国民经济认为不可行，这时应立即停止勘查工作，待环境变化后再重新评价。

二、综合评价方法

综合评价是在企业经济评价和国民经济评价的基础上，从技术、经济、政治、社会、国防、环保、资源等各个方面对评价对象进行全面系统的综合分析和论证，从而做出最后决策，这就是传统的所谓论证分析的方法。

在评价若干个矿山建设项目，如果其中有一个项目，不论是国民经济评价，还是企业经济评价各项指标都好，承担的风险也小，毫无疑问这个项目应优先投入开发建设。但是，在更多的情况下，往往遇到各项指标不平衡的情况。即有的指标好，有的指标不好；或者评价若干个项目时，有的项目某些指标很好，有的项目却是另外一些指标很好，此时必须对各项指标进行综合分析、综合论证。抓住影响评价结论的主要指标以便做出结论。除此而外，也可以采用评分法、判断矿山开发的总体综合效益。选择其中综合效益最大的矿山项目优先开发建设。常用的评分法有以下几种。

（一）加法评分法

首先将各矿山综合评价的项目或内容，按实现程度分成若干等级，分别确定各等级的评分标准，然后根据各矿山对评价项目的满足程度按标准打分，最后汇总各矿山得分总数或平均分数。视总分多少或平均分数高低确定矿山综合效益的优劣。计算公式如下：

$$U_{(加)} = \sum_{j=1}^{n} U_j$$

或

$$\overline{U}_{(加)} = \frac{1}{n}\sum_{j=1}^{n} U_j \qquad (5\text{—}56)$$

式中：$U_{(加)}$、$\overline{U}_{(加)}$——矿山得分总数和平均得分数；

U_j——第 j 项评价内容的得分数，$j=1$，2，3，…，n。

（二）连乘评分法

将各个矿山每项评分内容得分数的连乘积或连乘积开方后的根值作为区分矿床综合经济效益优劣的标准，计算公式如下：

$$U_{(乘)} = U_1 \cdot U_2 \cdot \cdots\cdots \cdot U_n$$

$$\overline{U}_{(乘)} = \sqrt[n]{U_1 \cdot U_2 \cdot \cdots\cdots \cdot U_n} \qquad (5\text{—}57)$$

（三）加乘混合评分法

加乘混合评分法是加法评分法与连乘评分法的结合。计算公式如下：

$$U_{(加乘)} = \overline{U}_{(加)} + \overline{U}_{(乘)}$$

或者

$$U_{(加乘)} = \frac{1}{n}\sum_{j=1}^{n} U_j + \sqrt[n]{U_1 \cdot U_2 \cdot \cdots\cdots \cdot U_n} \qquad (5\text{—}58)$$

第六章　经济评价的应用与扩展

第一节　改扩建项目的经济评价

一、改扩建项目经济评价的概念

老矿山改建、扩建、恢复、迁建项目（简称改扩建项目）与新建项目相比具有一定的特殊性。一是改扩建的效益可能表现为增加产量、提高质量、降低能耗、合理利用资源、提高技术装备水平、改善劳动条件或减轻劳动强度、保护环境和综合利用等；二是其费用成本，不仅包括新增投资，还应包括由于改扩建带来的停产或减产损失及原有固定资产拆除费等。所有效益与费用原则上均应反映在项目的经济评价中，都应通过经济评价来检验。

二、改扩建项目经济评价的特点

改扩建老矿山是国家发展矿业极为重要的一个方面，它在经济上具有许多特点。

（1）可以少占用或不占用日益珍贵的土地资源；

（2）可以充分利用现有厂房、公共设施、外部运输等的潜力，从而节省基建投资；

（3）可以不增加或少增加，甚至减少熟练劳动力；

（4）可以缩短基建时间，并利用成熟的生产管理经验，使企业提前达产；

（5）在我国现行制度下，可以调动企业自筹资金的积极性。

当然，改扩建项目也存在一些缺点，比如，施工比较复杂可能会影响正常生产，或难以全盘自动化等，但在国家资金短缺、企业现有设备大都已经老化或工艺落后，而潜力却又很大的情况下，改扩建是必不可少的。

三、改扩建项目经济评价方法

改扩建项目的经济评价方法原则上还是采用成本—效益的方法，即通过对比改扩建与不改扩建相对应的增量效益和增量费用成本，从而计算增量部分的评价指标。必要时，也可计算改扩建后的评价指标。

增量效益的计算有以下几种情况。

（1）可以与老矿山原有效益分开计算的（如扩建独立车间等），其增量效益为改扩建部分新增效益；

（2）与老矿山原有效益难以分开计算的，可分别计算改扩建与不改扩建时的总效益，两者之差即为增量效益；

（3）不增加产量，只降低生产成本的技术改造项目，其增量效益为成本节约额；

（4）不增加产量，只提高产品质量的技术改造项目，其增量效益应体现在因产品价格随质量提高而增加的销售收入中。

由上可见，无论计算哪种情况（第一种除外）的增量效益都必须首先要计算三套数据，即改扩建项目情况下将来的效益，不改扩建项目情况下将来的效益，以及两者之间的递增

差别。显然，如果只计算第--套和第二套数据是不行的，因为它不能反映增量效益。只有第一套、第二套对比，而且优于第二套（即有正增量效益）才值得改扩建。但要注意第一和第二套数据时间上的不同，改扩后的效益是将来的，不改扩前是现在的。因此，只有当以下三种情况都符合时，项目才能得到通过。

（1）改扩建后的指标满足要求；

（2）递增投资的指标满足要求；

（3）改扩建后的指标与不改扩建的指标之比大于1。

四、改扩建项目经济评价的计算

1. 改扩建后的计算

其计算过程是将原有的加上新增加的。

（1）产出值。现时运转水平的产出值加上由于现代化而引起的另外的产出值。此外，改扩时停产或减产所造成的损失等，也应计算在内。

（2）物料投入值。现时运转水平的物料投入值加上由于现代化而引起的，另外的物料投人值。

（3）资本值（投资）。一般是按固定资产折旧值计算，但固定资产折旧值并不代表固定资产现时的真正价值。所以，最好还是用重新估算的现有固定资产的市场价值（即帐面价值），并以此作为评价用的“已有投资”。将拆除的固定资产产值包括在内，并计算拆除费用与残值；再加上现代化的新投资，即为资本值。

（4）遣返付款值。在现时运转水平下流向海外的付款值，加上由于现代化而引起的另外的遣返付款值。

（5）工资。在现时运转水平下劳动力的工资值，加上由于现代化新劳动力的工资值。然而，可能会出现由于现代化削减劳动力，尽管平均工资可能提高，但其工资总额或许还会减少。

2. 不改扩建的计算

不改扩建的计算，如果将来没有多大变化，则全部采用现值，如果将来有较大变化，则计算用未来值。无论将来有无变化，投资都是采用重新估算的市场价值或折旧值，再根据原来的主要机器设备能够正常工作的时间，确定出相适应的合理的寿命年值。

3. 递增投资效果的计算

递增投资效果都是按新增加的部分计算，但改扩时停工或减产造成的损失，反映在产出值中是一个负数。计算用的寿命年限为改扩建以后的。工资值也可能是个负数。

第二节　补偿贸易项目的经济评价

一、补偿贸易项目经济评价的概念

补偿贸易是我国利用外资、引用先进设备和技术或者利用国外出口信贷购买技术和设备以返销产品方式分期偿还价款或贷款本息的贸易方式。

补偿贸易的偿还方式有两种类型，一种是用企业全部或部分产品（在国际市场上折价）偿还贷款，其中可分为用企业的直接产品和用其它产品或劳务偿还，另一种是用企业经营所得利润折为实物偿还，其中可分为用企业的全部利润和用企业增产产品利润折实物

偿还。

偿还期限目前国际上有5年、10年、20年之分，取决于所建企业的偿还能力，一般以产品作价等额偿还为主，如投产初期达不到设计规模，偿还期要拖长，否则亦可不等额偿还。

二、补偿贸易项目经济评价方法

为了避开换汇率（外汇兑换率）所造成的不确定因素的干扰，将引进的设备和技术以美元计价，估算出总价款；而企业以产品在国际市场的价格折算成美元偿还外汇贷款。

补偿贸易经济评价的指标有贷款偿还期、投资收益率及补偿能力等。

三、补偿贸易项目经济评价的计算

一般第一步计算外汇贷款偿还期；第二步计算扣除偿还外债产品后，国内贷款偿还期及投资收益率；第三步进行补偿能力的计算。

在进行上述经济评价指标计算之前，必须先进行项目的投资估算与资金筹措及产品成本等基础数据的计算。

1. 国外贷款偿还期的计算

(1) 外汇贷款总额的计算：一般根据设备报价估算投资，计算增值并计算资本化利息。

外汇贷款总额（$）＝增值后的价款＋资本化利息　　(6—1)

(2) 按等额偿还求出每年应均匀偿付的本利和（A）

$$A（\$）=\mathrm{PV}\left[\frac{r\ (1+r)^n}{(1+r)^n-1}\right] \qquad (6—2)$$

式中：PV——价款总额（现值）；

r——贴现率；

n——偿还年限。

(3) 每年应偿付产品的数量（以吨表示）

用前式求出的每年应均匀偿付的本利和，除以补偿产品在国际市价的价格（以美元计），即可得出每年补偿产品的数量。

2. 国内贷款偿还期及投资收益率的计算

(1) 偿还期内每年剩余的内销产品数量

偿还期内每年剩余的内销产品数量＝每年总产量－每年补偿产品的数量　(6—3)

(2) 偿还期内每年内销产品销售收入及内外销总成本

偿还期内每年内销产品销售收入＝偿还期内每年内销产品数量×内销产品价格　(6--4)

偿还期内每年内外销总成本＝偿还期内每年内销产品数量×内销单位产品成本＋偿还期内每年外销产品数量×外销单位产品成本　(6—5)

(3) 偿清贷款后销售收入及成本

偿清贷款后销售收入＝偿清贷款后内销产品数量×内销产品价格　(6—6)

偿清贷款后成本＝偿清贷款后内销产品数量×内销产品单位成本　(6—7)

按以上数据计算扣除补偿产品后的财务平衡表及贴现法计算表，以求得国内贷款偿还期及投资收益率。在以上两种表的计算中，均不出现外汇本金和利息，因在计算中已经扣

除。

从财务平衡表中求出的国内贷款偿还期是扣除补偿产品后内销产品的销售收入减去内外销产品生产总成本及支付国内贷款本息税金等项费用后，进行收支平衡得出。如国内贷款偿还期小于外汇贷款偿还期，则全部投资偿还期即为外汇贷款偿还期；若国内贷款偿还期大于外汇贷款偿还期，则全部投资偿还期，即为国内贷款偿还期；若有地方或企业自筹资金，则全部投资偿还期应以最后偿还全部投资为限。企业要以全部投资偿还期来评价经济效益的好坏，不能单看国外贷款偿还期。

根据财务平衡表上数据，采用现金流量贴现的方法计算其国内投资收益率。就是求得净现值等于零的贴现率，即为投资收益率。若投资收益率大于本部门的基准收益率或银行贷款的利率，则表明经济效果较好。

3. 补偿能力的计算

$$\text{补偿能力}=\frac{\text{盈余产品量}+\text{补偿产品量}}{\text{补偿产品量}} \tag{6—8}$$

式中：盈余产品量＝利润总额÷产品销售单价

当补偿能力＝1 时，表明刚够偿还，无利可图；

当补偿能力＝2 时，表明有双倍的偿还能力。

式中盈余产品是扣除成本偿清国内资金本息后净剩的产品。

第三节　中外合资经营项目的经济评价

为适应国内中外合资经营矿山企业项目经济评价的需要，应以国家发布的有关中外合资经营企业的各项法规为依据。中外合资经营项目在合资各方共同确认的项目建议书、可行性研究和项目评估报告中均需进行财务评价。中方合资者向国内领导部门报送可行性研究报告时，尚需报送项目的国民经济评价（本教材从略）。

一、合资经营项目经济评价的基本原则

（1）坚持平等互利原则，确保中外双方权益。

（2）企业要合理使用资金，讲求经济效益，保证具有偿还能力。

（3）合营企业应优先考虑产品在国际市场有竞争能力，充分利用现有企业进行技术改造或改建、扩建，引进我国急需的新技术、新设备等。

（4）有利于出口创外汇，有利于环境保护。

（5）为外国经营者创造良好的投资环境，提供必要的便利条件。

二、合资经营的方式及有关参数的说明

合资经营有两种方式，一种是合资经营（即股权式经营），一种是合作经营（即契约式合营）。合资经营企业是具有法人地位的有限公司，合作经营企业则可以是具有法人地位的实体，也可以是不具法人地位，各自独立负责的其他组织形式。

经济评价指标的可行程度取决于投资、建设进度、生产成本、销售收入以及各种税费等参数的准确性。现将其有关规定说明于后。

1. 投资比例

合资经营企业按中外双方共同商定的投资比例，共同投资、共同经营、共担风险、共

负盈亏。根据《中华人民共和国中外合资经营企业法》第四条规定，在合资经营企业的注册资本中，外国合营者的投资比例一般不低于25%。合作经营企业的投资比例由中外双方商定。

2. 投资内容

中外双方都可用现金（人民币和外币）、机器、设备、建筑物、构筑物等实物和无形的场地使用权，工业和知识产权，专有技术特许权，资源勘探、设计、试验等作为各自的投资。中方的投资还包括自然资源、劳动力和劳动服务等。

以建筑物、构筑物、机器、设备、工业生产权、专有技术等作为投资时，其作价由合营各方参照国际市场价格，按照公平合理的原则协商确定，或聘请双方同意的第三者评定。

外国投资者作为投资的机器、设备或其它实物，必须是：为合营企业生产所必不可少者；中国尚不能生产供应或供应不足者；其作价不高于同类机器、设备或其它实物当时国际市场价格者。

外国投资者作为投资的工业产权或专有技术，必须符合下列条件之一：

（1）能生产中国所急需的新产品；

（2）能显著改进中国现有产品的性能及质量，提高产品在国际市场的竞争能力；

（3）能提高生产效率，节约材料、燃料、动力。

外国投资者以工业产权或专有技术作为投资，应提交该工业产权或专有技术的详细材料，包括其技术特性、实用价值、作价的计算根据，与中国投资者签订的作价协议等有关文件，作为合营合同的附件，报对外经济贸易部或其委托的审批机构审批。

合营各方应于合营企业合同规定的期限内交清各自的出资额。

3. 利润分配

合资经营企业遵照《中华人民共和国中外合资经营企业法》第七条规定合营企业获得的毛利润，按中华人民共和国税法规定缴纳合营企业所得税后，扣除合营企业章程规定的储备基金、职工奖励及福利基金、企业发展基金，净利润根据合营各方注册资本的比例进行分配。合作经营企业可按产品分成，收入分成或利润分成的方式分配。需中外双方协商在合同中加以规定。

4. 合同期限

以从事的行业来规定，一般为：重工业20年，轻工业10～15年。

5. 资源开发费

目前国家尚无规定，其计算系按出厂销售收入的X%（费率）计（如某露天煤矿同外方谈判费率为5%）进入每年成本。

6. 土地使用费

如果场地使用权未作为中方合营者投资的一部分，则合营企业应向中国政府缴纳场地使用费，生产时期逐年占用的土地仍交土地使用费进成本，其标准可根据用地的地理、经济条件和基础设施情况由各地区确定。土地使用费应按合同规定的用地时间开始时按年缴纳。在合同有限期内，土地使用费如有调增，应自调增年度起按新的费率标准缴纳。

矿山土地使用费参考指标，冶金矿山、煤矿每年每平方米费用一美元。

7. 合营企业的期限

必须照顾到合营各方的共同利益，根据不同行业和项目的具体情况协商决定。合营期

限应由合营各方在合营协议、合同、章程中规定。合营期限始于发给营业执照日起。合营期限一般为：重工业 20 年，轻工业 10～15 年，延长合同期限的需经中国政府批准。

8. 工商统一税

按照国家的规定执行。

9. 工商统一税的减税、免税

对合营企业的外国合营者作为资本投资进口的设备需经过批准手续，对备品备件、原材料等均可以按税法规定申请减征或免征工商统一税。

10. 所得税

（1）合资经营的企业（即股权式）系按《中方合资经营企业所得税法》规定，对企业的纯利润征收所得税，税率为 30%，另外按照所得税额征收 10%的地方所得税，合并计算税率为 33%。外国合营者如果把分得的利润汇往国外，要按汇出额征收 10%的所得税，不汇出的不征税。

税收的优惠规定，为鼓励外国资本到国内投资，从事生产经营，对合营企业征收的所得税，还作了一些减税或者免税的优惠规定。即：可以从开始获得盈利的年度算起，第一年免征所得税，第二年、第三年减半征税；对在边远、交通不便地区投资大、周期长、利润低的企业，经申请批准，还可以在头三年减免期满后的十年内，再给予减税 15%～30%的优待；外国合营者将分得的利润，在中国内再投资，期限不少于五年的，可以退还已纳税款的 40%；企业在经营年度发生亏损，可以用以后年度的利润弥补，但最长不能超过 5 年。

（2）合作经营企业（即契约式）中外双方协商或自行决定的不具有法人地位、各自独立负责的其他组织形式按《外国企业所得税法》规定，采用超额累进税率计税办法，按企业所得额的大小，分订五级税率，如下：

全年所得额不超过 25 万元，税率为 20%；

全年所得额超过 25～50 万元的部分，税率为 25%；

全年所得额超过 50～75 万元的部分，税率为 30%；

全年所得额超过 75～100 万元的部分，税率为 35%；

全年所得额超过 100 万元的部分，税率为 40%。

企业在按照上列税率缴纳所得税的同时，要按应纳税的所得额缴纳 10%的地方所得税。

税收的优惠规定：为了鼓励外国企业在中国投资经营的积极性，税法中规定了一些减税、免税措施，如对从事农业、林业等利润低的企业，从开始获利的年度起，免征所得税和地方所得税一年，减免征收两年，免税期满后，经财政部批准，还可以在以后十年内继续减征 15%～30%的所得税。

税额的计算：系按销售额减销售成本，减销售费用，减（或加）营业外损益，即等于应课税的所得额，据以计算纳税。

11. 关税

凡准许进出中华人民共和国国境之货物，均应按照《中华人民共和国海关进出口税则暂行实施条例》，由海关征收进口税或出口税。

为鼓励出口，一般出口货物不征收出口税，进口设备税率最低为 7.5%；最高为 20%

(如汽车、吊车等)。

12. 固定资产保险费

按中华人民共和国人民保险总公司规定计算。矿山固定资产保险费率为0.5%(固定资产总值的5%)。

13. 个人所得税

按《中华人民共和国个人所得税法》规定计算。其税率按照收入的不同划分为两类:工资、薪水等有经常稳定的收入来源的按月征收,实行超额累进税率。最低月收入在1500元以内的,税率为5%。最高月收入在12000元以上的,税率为45%。

所得税的计算,个人所得的收入,在计算征税时要扣除本人及被赡养家属的生计费用和必要的开支。为简化计算手续,采取定额或定率计算扣除的办法。对工资、薪金收入采用定额扣除800元,就其超过部分计算征税。对劳动报酬等所得采取定率扣除20%(收入在4000元以下的,按8000元扣除),就其余部分计算征税。利息、股息、红利收入,不予扣除费用。

14. 工资

合营企业的工资待遇要体现按劳分配的原则。各类人员的工资标准、工资形式、奖励、津贴等制度,均在订立劳动合同时加以规定。中方高级职员和外籍高级职员的工资水平,原则上实行同工同酬。

根据《中华人民共和国中外合资经营企业劳动管理规定》(一九八〇年七月二十六日国务院公布实施)中的第八条规定“合营企业职工的工资水平,按照所在地区同行业的国营企业职工实得工资的120%~150%确定”。第十条规定“合营企业提取的职工奖励和福利基金,必须用于对职工的奖励和集体福利,不得挪作他用。”第十一条规定“合营企业必须按照国营企业标准,支付中方职工劳动保险、医疗费用以及国家对职工的各项补贴”。第十二条规定“合营企业外籍职工的雇用及解雇辞职、报酬、福利和社会保险等事项,都应当在雇用合同中规定。”

15. 价格

凡引进外资、设备、技术及合营产品外销等与外币有关的一切经济业务,人民币与外币的换汇率一律按官方汇率计算,不计外贸加成。

16. 合营企业所需要的材料、燃料、配套件等

根据《中华人民共和国中外合资经营企业法》第九条规定,应尽先在中国购买,也可由合营企业自筹外汇,直接在国际市场上购买。

17. 固定资产及其折旧

根据《中华人民共和国中外合资经营企业所得税法施行细则》第十条规定“合营企业在用的固定资产,应当按期逐年计算折旧费。合营企业的固定资产,是指使用年限在一年以上的房屋、建筑物、机器、运输工具和其它生产设备等。但单位价值在500元以下,使用期限较短的物品,可以按实际使用数列为费用”。第十一条规定“固定资产的计价,应当以原价为准。作为投资的固定资产,以投资时各方议定的价格作为原价。购进的固定资产,以进价加运费、安装费和使用前所发生的有关费用作为原价。自制、自建的固定资产,以制造、建造过程中所发生的实际支出作为原价”。第十二条规定“固定资产的折旧,应当先估计残值,从固定资产原价中减除,残值以原价的10%为原则;对于需要少留或不留残值

的应当报经当地税务机关批准。固定资产的折旧，一般应当采用直线法平均计算。”

第十三条规定“各类固定资产计算折旧的年限如下：

(1) 房屋、建筑物，最短年限为 20 年；

(2) 火车、轮船、机器设备和其它生产设备，最短年限为 10 年；

(3) 电子设备和火车、轮船以外的运输工具，最短年限为 5 年。

合资经营企业的固定资产，由于特殊原因，需要加速折旧或改变折旧方法的，由企业提出申请，经当地税务机关审核后，逐级转报中华人民共和国财政部批准。”

第十四条规定“固定资产在使用过程中，因技术改造而增加价值的，所发生的支出，不得列为费用。固定资产折旧足额后仍可继续使用的，不再计算折旧。”

根据上述的有关法令及规定等，在中外合资经营建设项目的可行性研究经济计算中，按企业经济评价及国民经济评价方法进行具体计算。这些方法不在此详述。

三、合资经营的财务评价指标及其计算

财务评价是合资项目经济评价的重要组成部分，它是在国家现行财税制度和价格体系的基础上考察项目的盈利性、借款偿还、外汇平衡等财务状况。其指标的计算方法详见第五章有关公式并应编制下列基本报表。

1. 财务现金流量表

一般应按全部投资、自有资金、中方合营者及外方合营者编制财务现金流量表，并计算财务内部收益率、财务净现值和投资回收期等指标。

(1) 全部投资财务现金流量表。反映项目设定全部投资均使用自有资金时的盈利状况。当全部投资财务内部收益率大于或等于基准收益率或综合贷款利率时，表示该项目值得进一步研究（参见表 6—1）。

(2) 自有资金财务现金流量表。反映合资项目在使用借款条件下偿还项目借款本息后自有资金的盈利能力。自有资金财务内部收益率大于基准收益率或综合贷款利率是项目可行的必要条件（参见表 6—2）。

(3) 中外合营各方的财务现金流量表。反映合营各方投入资本的可盈利性。合营各方可将各自的财务内部收益率同合营对方及本行业的财务基准收益率相比较，寻求平等互利的投资方案并据以判断是否参加投资（中方合营者财务现金流量表见表 6—3，外方合营者财务现金流量表见表 6—4）。

2. 利润表及财务平衡表

综合反映项目的建设资金筹集使用，销售收入、税金缴纳、利润分配及资金余缺等情况，分析获利能力和财务可行性，并为选择资金筹措方案和编制资产负债表提供数据（利润表见表 6—5，财务平衡表见表 6—6）。

3. 外汇平衡表

反映项目的外汇平衡能力，据以确定合营项目产品的出口计划和价格水平，实现外汇收支平衡（外汇平衡表见表 6—7）。

4. 资产负债表

综合反映项目各年末的资产、负债和资本的增减变化情况及相互间的对应关系，以检查企业资产负债、资本结构是否合理，是否有较强的还债能力，据以计算负债与资本比率，流动比率及速动比率（资产负债表见表 6—8）。

（1）负债与资本比率，是反映项目面临财务风险程度的指标

$$\text{负债与资本比率}=\text{负债合计}/\text{资本合计} \tag{6—9}$$

（2）流动比率，是反映项目偿付流动负债能力的指标

$$\text{流动比率}=\text{流动资产}/\text{流动负债} \tag{6—10}$$

（3）速动比率，是反映项目快速偿付流动负债能力的指标

$$\text{速动比率}=(\text{流动资产}-\text{存货})/\text{流动负债} \tag{6—11}$$

表 6—1　财务现金流量表　（全部投资）　　单位：万元

序　号	项　　目	建设起点	建　设　期		投　产　期		达到设计能力生产期			合　　计
			1	2	3	4	5	……	n	
1·	现金流入									
1·1	产品销售收入									
1·2	回收固定资产余值									
1·3	回收流动资金									
1·4	其　　他									
	小　　计									
2·	现金流出									
2·1	建设投资（含更新投资）									
2·2	流动资金									
2·3	经营成本									
2·4	工商统一税									
2·5	所得税									
2·6	职工奖励及福利基金									
2·7	其　　他									
	小　　计									
3·	净现金流量									
4·	累计净现金流量									

计算指标：

财务内部收益率：

财务净现值（ic＝　%）

投资回收期：

注："2·2 流动资金"为当年增加额部分。

表 6-2　财务现金流量表　（自有资金）　单位：万元

序号	项目	建设起点	建设期		投产期		达到设计能力生产期			合计
			1	2	3	4	5	……	n	
1·	现金流入									
1·1	产品销售收入									
1·2	回收固定资产余值									
1·3	回收流动资金									
1·4	其　　他									
	小　　计									
2·	现金流出									
2·1	建设投资中自有资金（含更新投资）									
2·2	流动资金中自有资金									
2·3	经营成本									
2·4	建设投资借款本金偿还									
2·5	流动资金借款本金偿还									
2·6	借款利息偿还（含流动资金利息）									
2·7	工商统一税									
2·8	所得税									
2·9	职工奖励及福利基金									
1·10	其　　他									
	小　　计									
3·	净现金流量									
4·	累计净现金流量									

计算指标：

财务内部收益率：

财务净现值（ic＝　%）

投资回收期：

表 6—3　财务现金流量表　（中方合营者）　单位：万元

序　号	项　　目	建设起点	建　设　期		投　产　期		达到设计能力生产期			合　　计
			1	2	3	4	5	……	n	
1·	现金流入									
1·1	股利									
1·2	资产清理分配									
1·2·1	回收固定资产余值									
1·2·2	回收还借款后余留折旧基金									
1·2·3	回收流动资金									
1·2·4	回收余留储备基金和发展基金									
1·3	租赁费收入									
1·4	其　　他									
	小　　计									
2·	现金流出									
2·1	建设投资									
2·2	流动资金									
2·3	租赁给合资企业的固定资产价值									
2·4	其　　他									
	小　　计									
3·	净现金流量									
4·	累计净现金流量									

计算指标：

财务内部收益率：

财务净现值（ic＝　%）

投资回收期：

注：各项现金流入和流出均指中方合营者部分。

表 6—4　财务现金流量表　（外方合营者）　单位：万元

序　号	项　　目	建设起点	建　设　期		投　产　期		达到设计能力生产期			合　　计
			1	2	3	4	5	……	n	
1·	现金流入									
1·1	股利									
1·2	技术转让收入									
1·3	资产清理分配									
1·3·1	回收固定资产余值									
1·3·2	回收还借款后余留折旧基金									
1·3·3	回收流动资金									
1·3·4	回收余留储备基金和发展基金									
1·4	其　　他									
	小　　计									
2·	现金流出									
2·1	建设投资									
2·2	流动资金									
2·3	对派出人员津贴									
2·4	股利汇出税									
2·5	其他所得税									
2·6	其　　他									
	小　　计									
3·	净现金流量									
4·	累计净现金流量									

计算指标：

财务内部收益率：

财务净现值（ic＝　%）

投资回收期：

注：①各项现金流入和流出均指外方合营者部分；

②其他所得税指扣缴的技术转让费等所得税。

表 6—5 利 润 表

单位：人民币：万元
外　币：10 千（　）

序号	项目	投产期						达到设计能力生产期									合计		
		3			4			5			……			n					
		人民币	外币	小计	人民币	外币	小计	人民币	外币	小计	人民币	外币	小计	人民币	外币	小计	人民币	外币	小计
1·	产品销售收入																		
2·	工商统一税																		
3·	总成本																		
4·	销售利润（1-2-3）																		
5·	所得税																		
6·	税后利润（4—5）																		
7·	职工奖励及福利基金																		
8·	储备基金																		
9·	企业发展基金																		
10·	可供分配利润（6—7—8—9）																		
11·	股利分配																		
	其中：中方股利																		
	外方股利																		
12·	年末未分配利润																		
	其中：偿还借款																		

注：小计栏采用记帐货币单位。

表 6--6 财务平衡表

单位：人民币：万元
外　币：10千（　　）

序号	项目	建设起点			建设期 1			建设期 2			投产期 3			投产期 4			达到设计能力生产期 5			……			达到设计能力生产期 n			合计		
		人民币	外币	小计	人民币	外币	小计	人民币	外币	小计	人民币	外币	小计	人民币	外币	小计	人民币	外币	小计	人民币	外币	小计	人民币	外币	小计	人民币	外币	小计
1·	资金来源																											
1·1	销售利润																											
1·2	折旧费																											
1·3	摊销费																											
1·4	建设投资借款																											
1·5	流动资金借款																											
1·6	建设投资中自有资金																											
1·7	流动资金中自有资金																											
1·8	回收固定资产余值																											
1·9	回收流动资金中自有资金																											
	小　计																											
2·	资金运用																											
2·1	建设投资（含更新投资）																											
2·2	流动资金																											
2·3	所得税																											
2·4	奖励和福利基金																											
2·5	偿还建设投资借款																											
2·6	偿还流动资金借款																											
2·7	外方股利																											
2·8	中方股利																											
2·9	盈余资金																											
	小　计																											

注：1. 若不需对人民币、外币均进行平衡研究时，可用计帐货币单一币种计算本表。

2. 盈余资金应包括未使用的折旧、摊销、储备和发展基金，扣除偿还借款金额后的未分配利润，以及在建设期筹措而未使用的流动资金等。若不使用“盈余资金”栏目，则需将有关内容逐个列出。

表 6—7　外 汇 平 衡 表　　单位：10 千（　）

序　号	项　　目	建设起点	建　设　期		投　产　期		达到设计能力生产期			合　　计
			1	2	3	4	5	……	n	
1·	外汇来源									
1·1	外销收入									
1·2	建设投资借款									
1·3	流动资金借款									
1·4	自有资金									
1·5	其　　他									
	小　　计									
2·	外汇运用									
2·1	建设投资（含更新投资）									
2·2	流动资金									
2·3	生产用原材料、零配件									
2·4	技术转让费									
2·5	外方人员工资、旅费等									
2·6	偿还建设投资借款本金									
2·7	偿还流动资金借款本金									
2·8	偿还借款生产期利息									
2·9	股　　利									
2·10	合营终止外方清算收入									
2·11	其　　他									
	小　　计									
3·	外汇结余									
	累计外汇结余									

注：1. 本表内容可按项目实际情况适当调整。

2. 当财务平衡表采用外币、人民币分列格式时，可不编制本表。

表 6—8　资 产 负 债 表

单位：万元

序　号	项　　目	建　设　期		投　产　期		达到设计能力生产期		
		1	2	3	4	5	……	n
1·	资产（1·1+1·2+1·3）							
1·1	流动资产							
1·1·1	流动资产需用额							
1·1·2	银行存款							
1·2	固定资产净值							
1·3	无形资产及其他资产净值							
2	负债及资本合计（2·1+2·2+2·3）							
2·1	流动负债							
2·1·1	应付帐款							
2·1·2	流动资金借款							
2·1·3	其　　他							
2·2	建设投资借款							
	负债合计（2·1+2·2）							
2·3	资　　本							
2·3·1	中方投资							
2·3·2	外方投资							
2·3·3	储备基金							
2·3·4	企业发展基金							
2·3·5	未分配利润							
	资本合计							

计算指标：1. 负债与资本比率＝负债合计：资本合计。

2. 流动比率＝流动资产：流动负债。

3. 速动比率＝（流动资产－存货）：流动负债。

附：

矿山建设项目可行性研究经济评价案例

——某新建铁矿山可行性研究经济评价[1]

一、概述

某铁矿为新建大型采选联合企业，其采矿为露天开采。矿石地质储量为1.5亿吨，平均含铁品位34.45%。金属矿物主要为磁铁矿，其次是假象赤铁矿和少量褐铁矿等。

露天采矿场内的矿石量1.34亿吨，岩石量2.2亿吨，平均剥采比为1.63吨/吨，开采年限40年。

本矿属于高山露天矿，采用平峒溜井开拓。采场的矿石用汽车运至溜井上口卸车，经溜井至下部，然后粗破碎，再经设置在平峒里的胶带运输机运至选矿厂。

选矿厂位于露天采场的东部。根据铁矿石特性，选矿采用的工艺为磁选方法，工艺流程为三段破碎，三段球磨，磁选。

二、基本数据

（一）生产规模及产品方案

根据矿山赋存条件及其经济规模，矿山设计规模为年开采铁矿石400万吨。选矿与矿山相配套，依据选矿试验，选矿的铁精矿产率为39.5%。据此，选矿设计规模为年产含铁67%的铁精矿158万吨。

项目的最终产品是铁精矿，铁矿石属项目的中间产品。

（二）项目进度安排

项目建设期为4年，第5年投产。第5年至第7年为投产期，第8年到第24年为达到设计能力158万吨的生产期。年生产负荷见表1。

表1　项目逐年生产负荷表

项　　目	第1～4年	第5年	第6年	第7年	第8～24年
生产负荷/%	0	29.85	56.43	81.44	100
精矿量/万吨		47.16	89.16	128.68	158

（三）资金筹措

项目的固定资产投资27036万元，全部使用建设银行贷款（拨改贷），根据规定，年利率为3.6%。

根据矿山特点，生产期间的采矿运输距离不断变化，运输设备也要相应增加，由此而

---

[1] 节选自《建设项目经济评价方法与参数》一书中的案例（一），鞍山黑色冶金矿山设计研究院艾彦方等，1978，中国计划出版社。

增加的投资已包括在上述固定资产投资中。

项目的流动资金按计算年（剥采比最大的第十五年）经营成本的35%计算，流动资金占用总额为2019.56万元。其中70%由工商银行贷款，年利率为7.92%；其余30%由所属的钢铁厂自筹，财务评价中不再考虑这部分自筹流动资金的利息。

投资使用计划见表2。

表2　投资使用计划表　　单位：万元

项目 / 年份		固定资产投资			流动资金增加额	合计
		采矿	选矿	合计		
1		2	3	4	5	6
建设期	1	2385.94		2385.94		2385.94
	2	3579.45		3579.45		3579.45
	3	3579.45	9135	12714.45		12714.45
	4	1148.1	6090	7238.1		7238.1
投产期	5	163		163	1273.95	1436.95
	6	11.79		11.79	282.51	294.3
	7	259.41		259.41	265.83	525.24
达产期	8				197.27	197.27
	9～17	683.86		683.86		683.86
	18～24					
合计		11811	15225	27036	2019.56	29055.56

（四）职工定员及工资

采矿及选矿均为三班制连续生产，全年工作330天。按此考虑，项目职工定员为3080人，其中生产工人2527人，管理及服务人员553人。工资及提取的职工福利基金按平均每人每月100元计算。

三、财务评价

（一）税金

产品税率3%。城市维护建设税为产品税的5%。教育费附加为产品税的1%。所得税率为55%。

（二）产品成本

由于各年的剥岩量及运距不同，各年的产品成本均有变化。矿石开采部分根据国家规定，按产量提取维简费，故成本中所列基本折旧仅按选矿固定资产及其建设期利息提取。项目生产期定为20年，基本折旧率为5%，净残值为零。

$$\text{年基本折旧费}=\frac{\text{固定资产投资}\times\text{固定资产形成率}+\text{建设期利息}-\text{净残值}}{\text{折旧年限}}$$

$$=\frac{15225\times85\%+1471.45}{20}=720.64\ (\text{万元})$$

维简费按每吨原矿石提取5.7元，精矿产率为39.5%，折合每吨精矿提取维简费为

14.43 元。

项目计算年的产品成本为 56.21 元/吨，经营成本为 36.52 元/吨。

（三）产品价格

项目最终产品是铁精矿，含铁品位 67%，该品位铁精矿的国内调拨价格为 76.00 元/吨。

（四）销售利润

根据第二步利改税规定，铁矿的资源税暂不征收。本项目也不发生技术转让费和营业外支出。产品利润总额计算见表 3。

表 3　利　润　表　　单位：万元

序号	项目＼年份	投产期			达到设计能力生产期	合计
		5	6	7	8～24	
	生产负荷（%）	29.85	56.43	81.44	100	
（一）	产品销售收入	3584.39	6776.11	9779.32	12008	224275.82
（二）	总成本	5111.66	6540.55	7885.06	8662.70～9346.70	171247.17
	其中：维简费	680.52	1286.58	1856.85	2279.94	42582.93
	基本折旧	720.64	720.64	720.64	720.64	14412.8
	流动资金利息	70.63	86.29	101.03	111.96	2091.1
（三）	销售税金	113.99	215.47	310.98	381.85	7131.89
	其中：产品税	107.53	203.28	293.38	360.24	6728.27
	城市维护建设税	5.38	10.16	14.67	18.01	336.38
	教育费附加	1.08	2.03	2.93	3.6	67.24
（四）	技术转让费					
（五）	销售利润	−1641.26	20.09	1583.28	2963.45～2279.45	45896.76
（六）	资源税					
（七）	营业外净支出					
（八）	利润总额	−1641.26	20.09	1583.28	2963.45～2279.45	45896.76

（五）财务现金流量表计算

全部投资现金流量表是以投资（包括流动资金）视为自有，不考虑利息计算的。表中所列经营成本是从生产成本中扣除折旧、维简费和流动资金利息得出的。

财务现金流量表计算见附表 1。

从表中可以看出：

$$\text{全部投资回收期}=11+\frac{4411.77}{4636.96}=11.95\text{（年）}$$

财务内部收益率＝10.23%

（六）财务平衡表计算

财务平衡表是以项目将会出现的具体财务条件为基点，预测项目在计算期内各年的资金盈余及短缺情况，考察固定资产投资借款的清偿能力。

能源交通建设基金，从折旧和维简费中各提取15%。

还款期间企业留利按规定为：

企业基金占工资总额的5%；

奖励基金占标准工资的11%；

新产品试制基金占利润的2%。

按此规定，还款期间企业留利平均为101万元。

在投产的初期，由于支出大于收入，需从工商银行借用短期贷款，年利率为9.36%。

财务平衡表计算见附表2。

由表中可以看出：

1. 固定资产投资借款偿还期为14.83年（包括建设期4年在内）。固定资产投资借款一直发生到第十七年，但从表中可知，第十五年的盈余资金已足以还清全部固定资产投资借款。第十五年以后发生的固定资产投资借款，分别用下一年的利润偿还。

2. 项目在其计算期内除上交所得税12858.73万元外，还可获得盈余资金11191.50万元。

（七）辅助指标计算

1. 投资利润率

$$\text{投资利润率}=\frac{\text{年平均利润总额}}{\text{总投资}}\times 100\%$$

$$=\frac{2294.84}{27036+1471.45+2019.56}\times 100\%$$

$$=7.52\%$$

$$\text{总投资}=\text{固定资产投资}+\text{建设期利息}+\text{流动资金}$$

2. 投资利税率

$$\text{投资利税率}=\frac{\text{年平均利税总额}}{\text{总投资}}\times 100\%$$

$$=\frac{2294.84+356.60}{27036+1471.45+2019.56}\times 100\%$$

$$=8.69\%$$

3. 外汇净现值

本项目产品系直接替代澳大利亚进口矿，含铁品位62%的澳大利亚粉矿到岸价为25.74美元/吨，每吨本项目产品（含铁品位67%）可代替澳大利亚进口矿（含铁品位62%）1.08吨。按此计算，在项目计算期内共可节约外汇净现值27919.71万美元。计算见表4。

（八）不确定性分析

1. 敏感性分析

在产品价格、可变成本、固定资产投资和产品产量等因素增、减10%的情况下，所引起的财务内部收益率的变化见表5及图1。

2. 盈亏平衡分析

表 4　节约外汇净现值计算表

项目 \ 年份	1～4	5	6	7	8～24	合　计
代替进口矿石量 万吨		50.93	96.29	138.97	170.64	3187.07
外汇节约额 万美元		1310.94	2478.50	3577.09	4392.27	82035.12
折现系数 (i=8%)		0.6806	0.6302	0.5835	5.3226	
净现值 万美元		892.23	1561.95	2087.23	23378.30	27919.71

注：表中 8%为中国银行外汇贷款平均利率。

表 5　主要经济因素变动下的财务内部收益率

项　目	变动幅度 %	内部收益率 %
产品价格	−10	6.98
	+10	13.22
可变成本	−10	11.35
	+10	8.76
固定资产投资	−10	11.22
	+10	9.11
产品产量	−10	8.98
	+10	11.21
基本方案		10.23

$$\text{BEP（生产能力利用率）}=\frac{\text{固定总成本}}{\text{销售收入}-\text{可变总成本}-\text{销售税金}}\times 100\%$$

$$=\frac{3564.48}{12008-5316.7-381.85}\times 100\%$$

$$=56.49\%$$

盈亏平衡图见图 2。

四、国民经济评价

本项目的最终产品是铁精矿，为国内增加钢铁产量提供原料。我国铁矿山开采条件差，品位低，且供不应求，几年来均有大量进口矿在国内使用。建设本项目可以减少所属钢铁厂从澳大利亚进口矿石的数量。故此，对本项目进行国民经济评价鉴别在经济上是否合理是非常必要的。

（一）计算参数

（1）社会折现率 is 为 10%；

（2）影子汇率为 4.00 元人民币/美元；

（3）国内铁路货运费用的调价系数为 2.41；

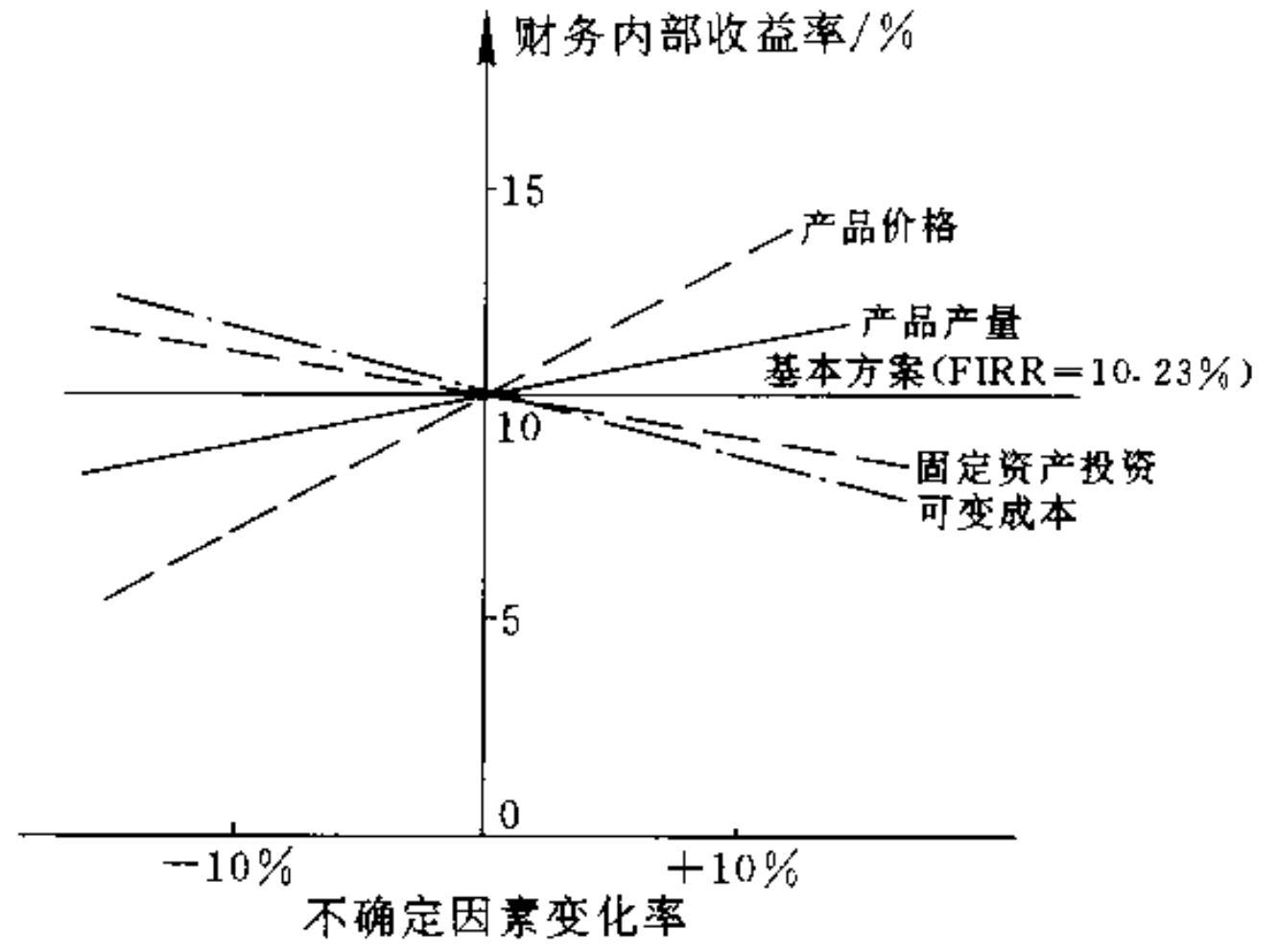


图 1　敏感性分析图

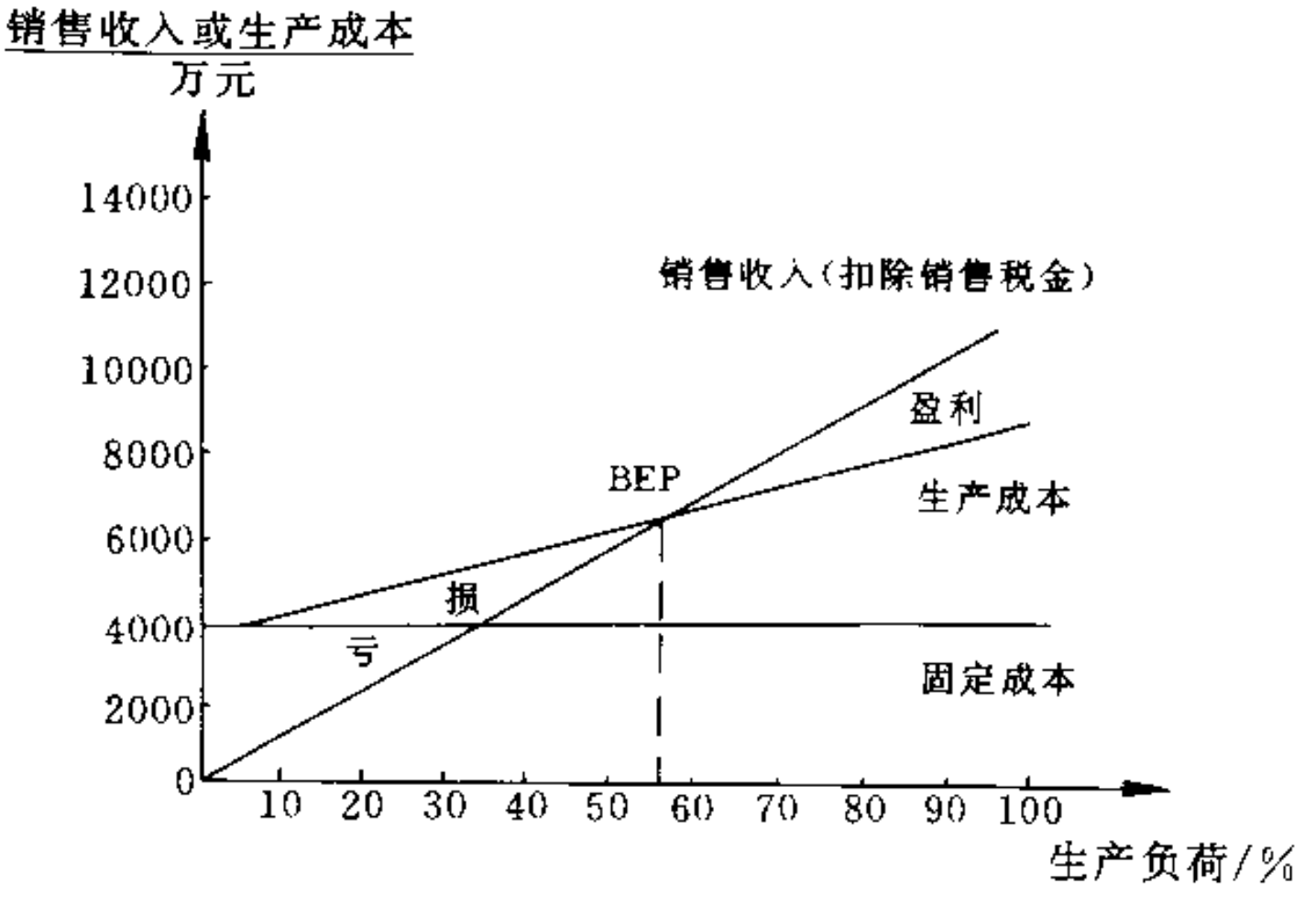


图 2　盈亏平衡图

(4) 贸易费率为 6%;

(5) 电的分解成本为 0.154 元/度。

(二) 效益部分的价格调整

我国目前进口的铁矿主要是富矿块和富矿粉，由于本项目产品是铁精矿，故按代替品位为 62%的澳大利亚铁矿粉处理。按品位折算，每吨含铁品位 67%的铁精矿可代替含铁品位 62%的铁矿粉 1.08 吨。本项目每年可产铁精矿 158 万吨。共可代替 170.64 万吨澳大利

亚铁矿粉。

品位62%的澳大利亚粉矿到岸价为25.74美元/吨，折算成人民币为102.96元/吨。由港口到用户的运输距离1500公里，每吨粉矿的铁路运费为44.83元。

矿山到用户的运输距离146公里，每吨铁精矿运费为15.18元。

项目产品铁精矿供应给用户不经过生产资料流通部门，故不考虑贸易费用。

设项目产出物的出厂影子价格为X，根据产出物代替进口考虑，得出如下计算式：

$$〔1.06\times CIF+L_1〕\ 1.08=X+L_2$$

$$\begin{aligned}X &= 〔1.06\times CIF+L_1〕\ 1.08-L_2\\ &= 〔1.06\times 102.96+44.83〕\times 1.08-15.18\\ &=151.11\text{（元/吨）}\end{aligned}$$

CIF为到岸价；

L_1为由口岸到用户的铁路运费；

L_2为由项目到用户的铁路运费。

（三）费用部分的价格调整

1. 固定资产投资费用调整

固定资产投资费用调整有三材费用、重型矿山机械和通用机械。三材投资调整见表6。

表6　三材价格调整

材料名称	消耗量	现行价格（到厂价格）元	到岸价或分解成本元	铁路运输元	贸易费用	影子价格（到厂价格）元	费用增加额万元
钢　材	15797/吨	728	1170	54.47		1224.47	784.27
水　泥	50709/吨	100	100	17.35	6	123.35	118.41
木　材	5361/米^3	320	360	54.47		414.47	50.65
合　计							953.33

注：钢材、木材为包括贸易费的到岸价；水泥为分解成本。

本项目重型矿山机械投资为6316.83万元（不包括铁路运费），其价格换算系数为1.22，调整后重型矿山机械投资为7706.53万元。贸易费用为462.39万元。铁路（1355公里）运费增加额为33.47万元。重型矿山机械调增额为1885.56万元。

通用机械投资为1111.4万元（不包括铁路运费），价格换算系数为1.02，调整后通用机械投资1133.63万元。贸易费用68.02万元。铁路（700公里）运费增加额3.58万元。通用机械调增额为93.83万元。

调整后固定资产投资增加额：

$$953.33+1885.56+93.83=2932.72\text{ 万元}$$

其中建设期增加投资2653.12万元，生产期增加投资279.60万元。建设期投资增加按比例摊入各年，生产期投资增加额按实际增加额摊入各年。据此，得出调整后的固定资产投资分配如下：

第1年　　2624.72万元

第 2 年	3950.89 万元
第 3 年	14014.48 万元
第 4 年	7980.97 万元
第 5～7 年	537.93 万元
第 8～17 年	859.73 万元
合　　计	29968.72 万元

2. 物料投人费用调整

根据国民经济评价对物料投入费用调整的原则，将如下几类对项目影响较大的材料进行调整，即乳化油浆状炸药、钢球、衬板和电。

（1）乳化油浆状炸药

该种炸药视为非贸易货物，需对财务成本进行分解，以求得其影子价格。调查得到的基本数据如下：

生产每吨该种炸药占用固定资产原值 32 元，占用流动资金 240 元。其财务单位成本为 755.27 元/吨。

通过资金回收费用计算和流动资金利息调整、当地供应硝酸铵价格、外购硝酸钠和硫磺粉价格、电力和影子工资等项、炸药成本调高额总计 38.49 元/吨，即调整后乳化油浆状炸药影子价格为 793.76 元/吨。

（2）钢球

钢球属非外贸货物，需对其财务成本进行分解。钢球生产可通过现有企业挖潜增加产量，故只需对其可变成本进行分解。钢球生产财务成本为 906.48 元/吨，其可变部分为 832.9 元/吨。

通过外购普通炭钢、外购焦炭和电力等项，钢球可变成本调高额总计为 507.81 元/吨。

钢球生产企业距项目 146 公里，则铁路运费为 17.35 元/吨。

调整后钢球到项目的影子价格为 1358.06 元/吨。

（3）衬板

衬板属非外贸货物，应对其财务成本进行分解，衬板可通过现有企业在不增加固定资产投资的情况下扩大产量，故只分解其财务成本中的可变部分，财务成本为 1983.3 元/吨。衬板财务成本中可变部分为 1446.12 元/吨。

通过生铁、锰铁进口外贸货物和电力等项衬板可变成本调高额总计为 611.15 元/吨。

衬板生产企业距项目 146 公里，其运输费用 17.35 元/吨。

调整后衬板到项目的影子价格为 2074.62 元/吨。

（4）电费

企业财务评价所用电力价格为 0.085 元/度，国民经济评价所用电力的分解成本为 0.154 元/度。调整后的电费为 12.01 元/吨。

其它费用不做调整。据此，得出计算年的经营费用见表 7。

3. 流动资金

国民经济评价中流动资金按调整后的经营成本的 35%计算，调整后的流动资金增加额如下：

第 5 年	1411.22 万元

第 6 年	426.57 万元
第 7 年	368.44 万元
第 8 年	273.42 万元
合　计	2479.65 万元

表 7　国民经济评价经营成本调整表

序号	项　　目	单位	年　耗　量	财务评价		国民经济评价	
				现行价格 元	年经营成本 万元	影子价格 元	年经营成本 万元
一	辅助材料						
1	乳化油浆状炸药	吨	1819.53	755.27	137.42	793.76	144.43
2	钢球	吨	9179.8	930	853.72	1358.06	1246.67
3	衬板	吨	1101.26	2760	303.95	2074.62	228.47
4	不予调整部分				567.22		567.22
二	电	度	12319.26	0.085	1047.14	0.154	1897.17
三	大修理基金				611.46		645.14
四	维修费				1055.44		1161.14
五	不予调整部分				1194.48		1194.48
六	合　　计				5770.83		7084.72
	单位经营成本				36.52		44.84

注：本表为计算年经营成本调整表。

（四）国民经济评价指标计算

对费用及效益调整后的全部投资经济现金流量计算表见附表 3。

计算得出，经济内部收益率 EIRR 为 27.66%；经济净现值 ENPV 为 52513.49 万元。

（五）敏感性分析

产品价格、可变成本、产品产量和固定资产投资各经济因素在增减 10%的情况下，所引起的内部收益率的变化、见表 8 及图 3。

表 8　主要经济因素变动情况下的内部收益率

项　　目	变动幅度/%	内部收益率/%
产品价格	−10	24.43
	+10	30.96
可变成本	−10	28.62
	+10	26.55
产品产量	−10	25.95
	+10	29.54
固定资产投资	−10	29.69
	+10	26.16
基本方案		27.66

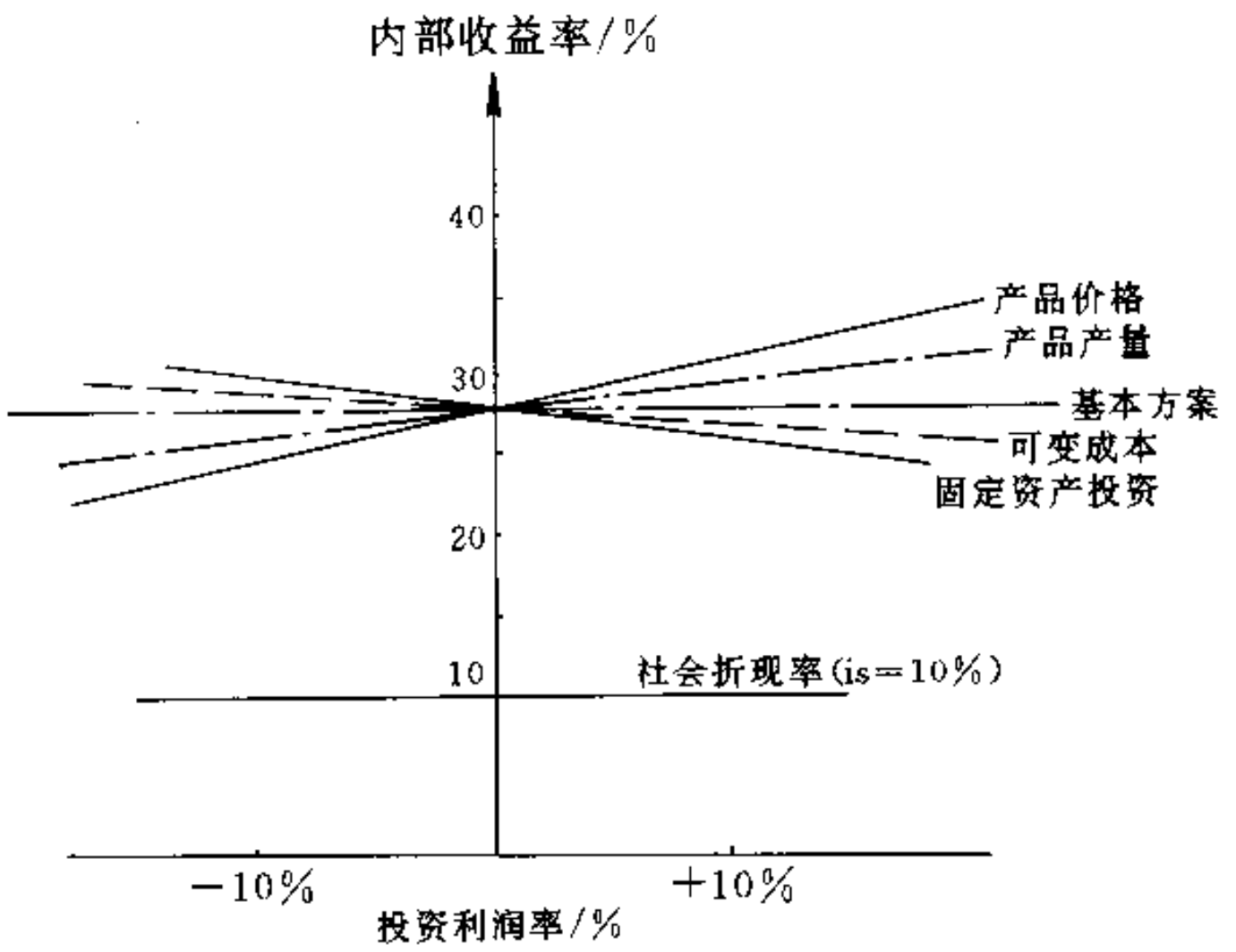


图 3　敏感性分析图

五、评价结论

从财务评价可以看出，财务内部收益率为 10.23%。贷款偿还期 14.83 年（包括建设期四年），显得过长，其经济效果一般。但是该项目产品系直接代替进口，可以节约外汇，在项目计算期内，共可节约外汇现值 27919.71 万美元（按 8%折算）。

在国民经济评价中，通过对效益及主要费用的调整，计算出的经济内部收益率为 27.66%，按社会折现率 10%计算的经济净现值为 52513.49 万元，计算的节约外汇现值为 22125.47 万美元。由此看来，其社会效益是好的。

在经济敏感性分析中，产品价格、产量、可变成本和固定资产投资在正负 10%的变动范围内，其经济内部收益率均在 25%以上，远高于社会折现率。故此，这几种因素在一定

表 9　经济外汇流量表

项目 \ 年份	1～4	5	6	7	8～24	合　计
代替进口矿石量 万吨		50.93	96.29	138.97	170.64	3187.07
外汇节约额 万美元		1310.94	2478.50	3577.09	4392.27	82035.12
折现系数 is=10%		0.6209	0.5645	0.5132	4.1151	
净现值 万美元		813.96	1399.11	1837.76	18074.64	22125.47

范围内变动都不会影响项目在经济上的可行性。

综上所述，虽然财务评价经济效果一般，但国民经济评价的效果是好的，尤其是可以节约国家外汇，见表9。故此认为，项目在经济上是可行的。对于财务上的一些问题如贷款偿还期过长等，建议采取优惠措施加以调整，以使项目本身具有财务生存能力。

附表 1　财务现金流量计算表

单位：万元

序号	项　目	建设期				投产期			达到设计能力生产期			
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
	生产负荷(%)					29.85	56.43	81.44	100	100	100	100
(一)	现金流入											
	1. 产品销售收入					3584.39	6776.11	9779.32	12008	12008	12008	12008
	2. 回收固定资产余值											
	3. 回收流动资金											
	流入小计					3584.39	6776.11	9779.32	12008	12008	12008	12008
(二)	现金流出											
	1. 固定资产投资	2385.94	3579.45	12714.45	7238.10	163.00	11.79	259.41		178.60	36.86	119.90
	2. 流动资金					1273.95	282.51	265.83	197.27			
	3. 经营成本					3639.87	4447.04	5206.54	5550.16	5570.16	5578.16	5598.16
	4. 销售税金					113.99	215.47	310.98	381.85	381.85	381.85	381.85
	5. 更新改造资金					238.20	341.23	438.17	1275.25	1275.25	1275.25	1275.25
	流出小计	2385.94	3579.45	12714.45	7238.10	5429.01	5298.04	6480.93	7404.53	7405.86	7272.12	7375.16
(二)	净现金流量	−2385.94	−3579.45	−12714.45	−7238.10	−1844.62	1478.07	3298.39	4603.47	4602.14	4735.88	4632.84
(四)	累计净现金流量	−2385.94	−5965.39	−18679.84	−25917.94	−27762.56	−26284.49	−22986.10	−18382.63	−13780.49	9044.61	−4411.77
(五)	内部收益率计算											
	折现系数(is−8%)	0.926	0.857	0.794	0.735	0.681	0.630	0.583	0.540	0.500	0.463	0.429
	净现值	2209.29	−3067.59	10095.27	5320.00	−1256.19	931.18	1922.96	2485.87	2301.07	2192.71	1987.49
	折现系数(is=12%)	0.893	0.797	0.712	0.636	0.567	0.507	0.452	0.404	0.361	0.322	0.287
	净现值	2130.64	2852.82	−9052.69	4603.43	−1045.90	749.38	1490.87	1859.80	1661.37	1524.95	1329.63

续表

序号	项　目	达到设计能力生产期													
		12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	合　计
	生产负荷(%)	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	
(一)	现金流入														
	1. 产品销售收入	12008	12008	12008	12008	12008	12008	12008	12008	12008	12008	12008	12008	12008	224275.82
	2. 回收固定资产余值														
	3. 回收流动资金													2019.56	2019.56
	流入小计	12008	12008	12008	12008	12008	12008	12008	12008	12008	12008	12008	12008	14027.56	226295.38
(二)	现金流出														
	1. 固定资产投资	99.78	70.70	28.80	65.43	38.44	45.35								27036.00
	2. 流动资金														2019.56
	3. 经营成本	5614.16	5658.16	5762.16	5770.16	5726.16	5742.16	5722.16	5738.16	6098.16	6058.16	6178.16	6198.16	6234.16	112090.17
	4. 销售税金	381.85	381.85	381.85	381.85	381.85	381.85	381.85	381.85	381.85	381.85	381.85	381.85	381.85	7131.89
	5. 更新改造资金	1275.25	1275.25	1275.25	1275.25	1937.95	1937.95	1937.95	1937.95	1937.95	1937.95	1937.95	1937.95	1937.95	28661.15
	流出小计	7371.04	7385.96	7448.06	7492.69	8084.40	8107.31	8041.96	8057.96	8417.96	8377.96	8497.96	8517.96	8553.96	176938.77
(三)	净现金流量	4636.96	4622.04	4559.94	4515.31	3923.60	3900.69	3966.04	3950.04	3590.04	3630.04	3510.04	3490.04	5473.6	49356.61
(四)	累计净现金流量	225.19	4847.23	9407.17	13922.48	17846.08	21746.77	25712.81	29662.85	33252.89	36882.93	40392.97	43883.01	49356.61	
(五)	内部收益率计算														
	折现系数(is=8%)	0.397	0.368	0.340	0.315	0.292	0.270	0.250	0.232	0.215	0.199	0.184	0.170	0.158	
	净现值	1840.87	1700.91	1550.38	1422.32	1145.59	1053.19	991.51	916.41	771.86	722.38	645.85	593.31	864.83	4092.45
	折现系数(is=12%)	0.257	0.229	0.205	0.183	0.163	0.146	0.130	0.116	0.104	0.093	0.083	0.074	0.066	
	净现值	1191.70	1058.45	934.79	826.30	639.55	569.50	515.59	458.20	373.36	337.59	291.33	258.26	361.26	3253.60

$$\text{财务内部收益率}=8\%+\frac{4092.45}{4092.45+3253.60}\times 4\%=10.23\%$$

附表 2　财务平衡表

单位：万元

序号	项　　目	建　设　期				投　产　期			达到设计能力生产期				
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
	生产负荷(%)					29.85	56.43	81.44	100	100	100	100	100
(一)	资金来源												
	1. 利润总额					-1641.26	20.09	1583.28	2963.45	2943.45	2935.45	2915.45	2899.45
	2. 折旧及更新费					1401.16	2007.22	2577.49	3000.58	3000.58	3000.58	3000.58	3000.58
	其中：用于归还贷款的折旧更新					952.79	1364.91	1752.69	1275.25	1275.25	1275.25	1275.25	1275.25
	3. 固定资产投资借款	2428.89	3731.32	13165.08	8064.10	163	11.79	259.41		178.60	36.86	119.90	99.78
	4. 流动资金借款					891.77	197.76	186.08	138.09				
	5. 企业自有流动资金					382.18	84.75	79.75	59.18				
	6. 回收自有流动资金												
	7. 短期贷款借款					1778.42							
	来源小计	2428.89	3731.32	13165.08	8064.10	2975.27	2321.61	4686.01	6161.3	6122.63	5972.89	6035.93	5999.81
(二)	资金运用												
	1. 固定资产投资	2385.94	3579.45	12714.45	7238.10	163	11.79	259.41		178.60	36.86	119.90	99.78
	2. 流动资金					1273.95	282.51	265.83	197.27				
	3. 更新改造资金					238.20	341.23	438.17	1275.25	1275.25	1275.25	1275.25	1275.25
	4. 还款期间企业留利					101	101	101	101	101	101	101	101
	5. 企业留用的折旧												
	6. 能源交通基金					210.17	301.08	386.63	450.08	450.08	450.08	450.08	450.08
	7. 固定资产投资借款利息偿还	42.95	151.87	450.63	826.00	988.95	992.10	969.72	907.40	794.74	679.09	558.80	435.92
	8. 固定资产投资本金偿还							549.21	3230.30	3322.96	3430.61	3530.9	3637.78
	9. 短期贷款利息偿还						152.80	76.72					
	10. 短期贷款本金偿还						139.10	1639.32					
	11. 所得税												
	12. 盈余资金												
	运用小计	2428.29	3731.32	13165.08	8064.10	2975.27	2321.61	4686.01	6161.3	6122.63	5972.89	6035.93	5999.81

续表

序号	项　　目	达到设计能力生产期												
		13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	合　计
	生产负荷(%)	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	
(一)	资金来源													
	1. 利润总额	2855.45	2751.45	2743.45	2787.45	2771.45	2791.45	2775.45	2415.45	2455.45	2335.45	2315.45	2279.45	45896.76
	2. 折旧及更新费	3000.58	3000.58	3000.58	3000.58	3000.58	3000.58	3000.58	3000.58	3000.58	3000.58	3000.58	3000.58	56995.73
	其中:用于归还贷款的折旧更新	1275.25	1275.25	1275.25										14272.39
	3. 固定资产投资借款	70.70	28.80	65.43	38.44	45.35								28507.45
	4. 流动资金借款													1413.70
	5. 企业自有流动资金													605.86
	6. 回收自有流动资金												605.86	605.86
	7. 短期贷款借款													1778.42
	来源小计	5926.73	5780.83	5809.46	5826.47	5817.38	5792.03	5776.03	5416.03	5456.03	5336.03	5316.03	5885.89	135803.78
(二)	资金运用													
	1. 固定资产投资	70.70	28.80	65.43	38.44	45.35								27036.00
	2. 流动资金													2019.56
	3. 更新改造资金	1275.25	1275.25	1275.25	1937.95	1937.95	1937.95	1937.95	1937.95	1937.95	1937.95	1937.95	1937.95	28661.15
	4. 还款期间企业留利	101	101	101										1111.00
	5. 企业留用的折旧				612.55	612.55	612.55	612.55	612.55	612.55	612.55	612.55	612.55	5512.95
	6. 能源交通基金	450.08	450.08	450.08	450.08	450.08	450.08	450.08	450.08	450.08	450.08	450.08	450.08	8549.24
	7. 固定资产投资借款利息偿还	308.81	178.51	58.57	1.87	1.51	0.82							8348.26
	8. 固定资产投资本金偿还	3720.89	3747.19	3188.39	65.43	38.44	45.35							28507.45
	9. 短期贷款利息偿还													229.52
	10. 短期贷款本金偿还													1778.42
	11. 所得税				1496.08	1502.33	1509.90	1526.50	1328.50	1350.50	1284.50	1273.50	1586.92	12858.73
	12. 盈余资金			670.74	1224.07	1229.17	1235.38	1248.95	1086.95	1104.95	1050.95	1041.95	1298.39	11191.50
	运用小计	5926.73	5780.83	5809.46	5826.47	5817.38	5792.03	5776.03	5416.03	5456.03	5336.03	5316.03	5885.89	135803.78

$$\text{借款偿还期} = 14 + \frac{58.57 + 3188.39}{58.57 + 3188.39 + 670.74} = 14.83(\text{年})$$

注:黑色冶金矿山的维简费,一般不用于偿还贷款,本案例是按还款计算的。

附表 3　经济现金流量表

单位：万元

序　号	项　　目	建　设　期				投　产　期			达到设计能力生产期				
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
	生产负荷(%)					29.85	56.43	81.44	100	100	100	100	100
(一)	现金流入												
	1. 产品销售收入					7126.80	13427.88	19444.11	23875.38	23875.38	23875.38	23875.38	23875.38
	2. 回收固定资产余值												
	3. 回收流动资金												
	流入合计					7126.80	13427.88	19444.11	23875.38	23875.38	23875.38	23875.38	23875.38
(二)	现金流出												
	1. 固定资产投资	2624.72	3950.89	14014.48	7980.97	206.03	14.52	317.38		223.42	43.12	154.75	120.36
	2. 流动资金					1411.22	426.57	368.44	273.42				
	3. 经营成本					4032.06	5250.83	6303.52	6864.47	6884.50	6892.51	6912.53	6928.55
	4. 更新改造资金					238.20	341.23	438.17	1275.25	1275.25	1275.25	1275.25	1275.25
	流出合计	2624.72	3950.89	14014.48	7980.97	5887.51	6033.15	7427.51	8413.14	8383.17	8210.88	8342.53	8324.16
(三)	净现金流量	−2624.72	−3950.89	−14014.48	−7980.97	1239.29	7394.73	12016.60	15462.24	15492.21	15664.50	15532.85	15551.22
	累计净现金流量	−2624.72	−6575.61	−20590.09	−28571.06	−27331.77	−19937.04	−7920.44	7541.80	23034.01	38698.51	54231.36	69782.58
(四)	净现值(i=10%)	−2385.87	−3263.44	−10524.87	−5451.00	769.60	4170.63	6164.52	7220.87	6568.70	6046.50	5436.50	4960.84
(五)	内部收益率计算												
	净现值(i=28%)	−2049.91	2410.04	−6684.91	−2976.90	360.63	1678.60	2138.95	2174.27	1673.16	1331.48	1025.17	808.66
	净现值(i=27%)	−2065.65	−2449.55	6839.07	3064.69	375.50	1759.95	2259.12	2288.41	1797.10	1441.13	1118.37	886.42

续表

序号	项　目	达到设计能力生产期												
		13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	合　计
	生产负荷(%)	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	
(一)	现金流入													
	1. 产品销售收入	23875.38	23875.38	23875.38	23875.38	23875.38	23875.38	23875.38	23875.38	23875.38	23875.38	23875.38	23875.38	445880.25
	2. 回收固定资产余值													
	3. 回收流动资金												2479.65	2479.65
	流入合计	23875.38	23875.38	23875.38	23875.38	23875.38	23875.38	23875.38	23875.38	23875.38	23875.38	23875.38	26355.03	448359.90
(二)	现金流出													
	1. 固定资产投资	85.97	34.38	85.97	51.58	60.18								29968.72
	2. 流动资金													2479.65
	3. 经营成本	6972.59	7094.83	7081.72	7010.87	7056.69	7036.67	7052.68	7413.09	7373.04	7493.18	7513.20	7549.24	136749.57
	4. 更新改造资金	1275.25	1275.25	1275.25	1937.95	1937.95	1937.95	1937.95	1937.95	1937.95	1937.95	1937.95	1937.95	28661.15
	流出合计	8333.81	8404.46	8445.94	9030.20	9054.82	8974.62	8990.63	9351.04	9310.99	9431.13	9451.15	9487.19	197859.09
(三)	净现金流量	15541.57	15470.92	15429.44	14845.18	14820.56	14900.76	14884.75	14524.34	14564.39	14444.25	14424.23	16867.84	250500.81
	累计净现金流量	85324.15	100795.07	116224.51	131069.69	145890.25	160791.01	175675.76	190200.10	204764.49	219208.74	233632.97	250500.81	
(四)	净现值(i=10%)	4507.06	4068.86	3687.64	3236.25	2934.47	2682.14	2441.10	2164.13	1966.19	1776.64	1615.51	1720.52	52513.49
(五)	内部收益率计算													
	净现值(i=28%)	621.66	495.07	385.74	282.06	222.31	178.81	133.96	101.67	87.39	57.78	43.27	50.60	−270.52
	净现值(i=27%)	699.37	541.48	432.02	326.59	251.95	208.61	163.73	116.19	101.95	72.22	57.70	50.60	529.45

$$\text{经济内部收益率}=27\%+\frac{529.45}{529.45-270.52}\times 1\%=27.66\%$$

主要参考文献

[1] 联合国工业发展组织，《工业项目评价手册》，化学工业部化工设计公司，1981。

[2] 《项目估价实用指南》，中国对外翻译出版公司，1982。

[3] 国务院技术经济研究中心，《可行性研究及经济评价》，山西人民出版社，1984。

[4] 国家计划委员会，《建设项目经济评价方法与参数》，中国计划出版社，1987。

[5] B. W. 麦肯齐，《矿产经济学》，冶金部秦皇岛黑色冶金矿山设计研究院情报室，1987。

[6] 陈于恒、孙建明，《矿产经济学》，中国矿业大学出版社，1989。

[7] W. 高赫特，《地质经济学与矿物原料政策》，中国地质大学出版社，1990。

[8] 孙锦、陈庆寿，《矿管干部培训教材汇编》（修订版）中册，第九篇，中国地质大学出版社，1991。

[9] 陈希廉、张玉衡，《矿产经济学》，中国国际广播出版社，1992。

[10] 矿山地质手册编委会，《矿山地质手册》，第二篇，“矿山地质经济”，冶金工业出版社，1995。

[11] 李万亨、杨昌明等，《矿产资源经济学》，中国地质大学出版社，1995。

[General Information]
书名=矿山建设项目可行性研究及经济评价
作者=
页数=130
SS号=10765332
出版日期=