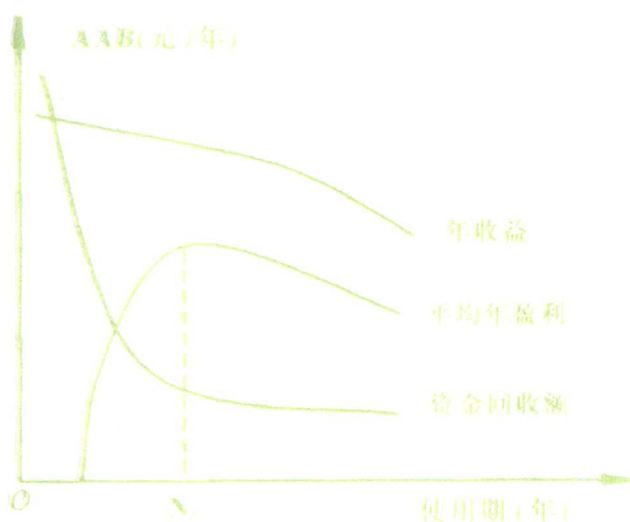


油气钻井工程经济

Oil and Gas Well Drilling Engineering Economy

于洪金 赵俊平 艾池 编著



石油工业出版社

Oil and Gas Well Drilling Engineering Economy

油 气 钻 井 工 程 经 济

于洪金 赵俊平 艾 池 编著

石 油 工 业 出 版 社

内 容 提 要

本书以研究钻井工程技术实践活动的经济效益为出发点,详细介绍了工程经济评价与分析的基本要素、基本原理与基本方法;在介绍钻井工程施工工艺过程、施工方式、生产组织形式以及钻井工程成本构成、预测与分析的基础上,从宏观与微观角度,对钻井工程投资的经济性进行了评价与分析。

本书是钻井工程技术人员、钻井工程管理人员和石油工程专业、工商管理专业师生的学习参考书。

图书在版编目 (CIP) 数据

油气钻井工程经济/于洪金等编著.

北京:石油工业出版社,2001.4

ISBN 7-5021-3344-5

I. 油…

II. ①于… ②赵… ③艾…

III. ①油气钻井-工程经济-评价

②油气钻井-工程经济-分析

IV. F407.22

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2001) 第 19487 号

石油工业出版社出版

(100011 北京安定门外安华里二区一号楼)

北京密云红光印刷厂排版印刷

新华书店北京发行所发行

*

850×1168 毫米 32 开本 7.75 印张 200 千字 印 1—1100

2001 年 4 月北京第 1 版 2001 年 4 月北京第 1 次印刷

ISBN 7-5021-3344-5/TE·2505

定价: 20.00 元

前 言

钻井是石油与天然气勘探开发不可缺少的和最直接的手段,是油田建设的基础,也是石油与天然气工业中耗资最大的专业工程和参与世界石油与天然气勘探开发市场的主要竞争手段。钻井工程是一个多部门、多环节协作的系统工程,也是一个规模大、技术复杂、投资多和风险大的技术和资金密集型工程。因此,降低钻井成本、提高钻井投资的经济效益始终是石油工业所追求的目标,同时也是石油工业界所研究的重要内容。

油气钻井工程经济就是专门研究油气钻井工程技术实践活动经济效果的学科。其主要任务就是对油气钻井工程与技术项目及其相应环节进行经济效益分析与评价;对各种备选方案进行分析、论证、评价,从而选择技术上可行、经济上合理的最佳方案。其目的就是为降低钻井成本、提高钻井投资效益服务。

2000年7月,中国石油学会石油工程分会钻井基础理论组在“油气井工程”学科体系(讨论稿)中,提出“油气井工程”学科由钻井岩石破碎力学、钻井岩石工程力学、钻井流体化学、钻井流体力学、钻井管柱力学、测试工艺学、井下自动控制工程学和钻井技术经济学8个分支学科组成。将钻井技术经济学作为“油气井工程”学科的组成部分是油气钻井工程发展的要求,是具有重要意义的。但我们认为,将钻井技术经济学改为钻井工程经济学更为合理。由于钻井工程经济学是20世纪80年代兴起的新学科,在我国尚处于探索阶段,因此,本书起名为《油气钻井工程经济》。但愿本书能为我国的钻井工程经济学学科发展做出一点贡献。

由于脱稿时间仓促,更重要的是由于水平有限,书中错误与疏漏之处在所难免,恳请读者批评指正。

编 者

2001年2月

目 录

第一章 导论	(1)
第一节 工程经济概述	(1)
第二节 油气钻井工程经济	(8)
第二章 工程经济分析的基本原理	(11)
第一节 工程经济分析的基本要素	(11)
第二节 经济效益及其评价指标体系	(25)
第三节 资金的时间价值及其等值计算	(38)
第四节 工程经济分析的一般程序	(54)
第三章 工程经济分析的基本方法	(57)
第一节 静态评价法	(57)
第二节 动态评价法	(66)
第三节 备选方案及其经济评价方法	(84)
第四节 不确定性分析方法	(104)
第五节 设备更新与租赁决策方法	(133)
第四章 油气钻井工程概述	(155)
第一节 钻井工程的概念	(155)
第二节 油气钻井工程的类型	(157)
第三节 钻井工程的工艺过程	(160)
第四节 钻井工程的施工方式	(165)
第五节 钻井工程的生产组织	(167)
第五章 油气钻井工程成本分析	(170)
第一节 油气钻井工程经济技术指标	(170)
第二节 油气钻井工程成本的构成与分类	(173)
第三节 钻井成本预测	(181)
第四节 钻井成本分析	(185)
第六章 油气钻井工程投资经济评价	(199)
第一节 投资、成本与收益估算	(199)

第二节	财务评价	(208)
第三节	不确定性分析	(211)
第四节	经济评价的基准参数与准则	(213)
第五节	钻井工程投资经济评价模型	(214)
第六节	钻井工程投资经济评价案例	(216)
第七节	生产井单井经济性评价与分析	(219)
附表	复利系数表	(222)
参考文献		(237)

第一章 导 论

第一节 工程经济概述

一、工程与经济

工程 (Engineering) 不同于科学, 工程也不同于技术。科学是人类探索自然和社会现象并取得认识的过程和结果。这里的“过程”是指研究和探索的活动, 即认识过程; “结果”是研究和探索得出的科学的理论体系, 即理论化的知识。科学本质上属于认识世界的范畴。技术是人类活动的技能和人类在改造世界的过程中采用的方法、手段。技术是根据生产实践经验和自然科学原理而形成的各种技术信息、设计和工艺方法、操作技能和相应的劳动工具及劳动的物质条件的总称。工程是人们综合应用科学的理论和技术的手段去改造客观世界的具体实践活动, 以及它所取得的实际成果。在长期的生产和生活实践中人们根据数学、物理学、化学、生物学等自然科学和经济管理等社会科学的理论, 并应用各种技术的手段, 去研究、开发、设计、制造产品或解决工艺和使用等方面的问题, 逐渐形成了门类繁多的专业工程, 如机械工程、建筑工程、水利工程、航天工程、石油工程等。目前, 人们在开展活动时愿意用“工程”冠名, 有时被随意地用到了难以想象的地步, 例如, “希望工程”、“安居工程”等。我们可以将此理解为广义工程的概念。

经济 (Economy) 一词在我国古代有“经邦济世”、“经国济民”之意义, 是治理国家、拯救庶民的意思。与现在所用的“经济”含义不同, “经济”一词在西方语言中, 原意指家庭管理。希腊科学家亚里士多德定义“经济”为谋生手段的意思。19 世

纪后半叶，日本学者借用古汉语中的“经济”一词，将英文 Economy 译成汉字“经济”，以后一直沿用。人们对经济的理解多种多样，概括起来有以下四种含义：①指生产关系、经济制度、经济基础；②国民经济的总称及其各个部门，如工业经济、农业经济；③指社会的物质生产和再生产过程，如经济效益、经济规模；④节约、节省的意思，如经济小吃、经济实惠。①和②两点是属于宏观经济的范畴，③和④两点主要属于微观经济的范畴。本书涉及的经济概念既有宏观含义又有微观含义，但更多的是指微观方面。

任何工程项目（投资项目）都伴随着对资源（材料、能量、信息）的消耗，经历研究、开发、设计、生产、建造、制造、运行、维护、销售、管理、咨询之中的某些过程。这种实践活动必将产生经济效果、社会效果以及对生态、环境的影响。如何以最少的耗费达到更优的经济效果是工程技术人员被赋予的历史使命，也是工程经济分析的最终目的。

二、工程经济学及其产生与发展

工程经济学 (Engineering Economics) 是工程与经济的交叉学科，是研究工程技术实践活动经济效果的学科。工程经济学的实质是寻求工程技术与经济效果的内在联系，揭示二者协调发展的内在规律，促使技术的先进性与经济的合理性的统一。工程经济学的对象是各种工程项目（或投资项目），包括公共项目、企业投资项目。而这些项目可以是现有（已建）项目、新建项目、扩建项目、技术引进项目、技术改造项目等。工程经济学的核心是工程项目的经济性分析。它的任务是对工程项目及其相应环节进行经济效益分析；对各种备选方案进行分析、论证、评价，从而选择技术上可行、经济上合理的最佳方案。工程经济学的目的在于培养工程技术人员经济意识，增强经济观念，运用工程经济分析的基本理论和经济效益的评价方法，从可持续发展的战略高度以市场为前提、经济为目的、技术为手段，确保工程项目有

较高的质量，并以最少的投入达到最佳的产出。工程经济学主要内容包括资金的时间价值理论、工程项目的可行性研究理论、投资项目经济评价指标体系与多方案择优理论、不确定性分析、设备更新的经济分析、生产经济、价值工程理论等。

工程经济学源于 1887 年亚瑟姆·惠灵顿（Arthur M. Wellington）的著作《铁路布局的经济理论》（The Economic Theory of Railway Location）。他首次将成本分析方法应用于铁路的最佳长度或路线的曲率选择问题，开创了工程领域的经济评价工作。在他的著作中，他将工程经济学描述为“一种少花钱多办事的艺术”。20 世纪 20 年代，戈尔德曼（O.B. Goldman）在他的《财务工程学》（Financial Engineering）中，提出了决定相对价值的复利程序，并说：“有一种奇怪而遗憾的现象，就是许多作者在他们的工程学书籍中，没有或很少考虑成本问题。实际上，工程师的最基本的责任是分析成本，以达到真正的经济性，即赢得最大可能数量的货币，获得最佳财务效率。”

1930 年，格兰特（E.L. Grant）在他的《工程经济原理》（Principles of Engineering Economy）一书中指出了古典工程经济的局限性。格兰特教授以复利计算为基础，讨论了判别因子和短期投资评价的重要性，以及资本长期投资的一般比较。他的许多贡献获得了社会承认，被称为工程经济之父。此后，工程经济学在美国得到了进一步的发展与完善，形成了相当完整的学术领域。工程经济学在世界其他国家也得到了广泛的重视及应用，如前苏联的部门经济分析，英国的业绩分析，日本的经济工程学，中国的技术经济学等都属于工程经济学的范畴。

三、工程经济分析应遵循的基本原则与方法

（一）工程经济分析的核心原则是经济效益原则

所谓工程实践活动的经济效益是指该实践活动的“产出”与“投入”的比较，一般有两种表达形式，即

经济效益 = 产出（有用劳动）÷ 投入（劳动消耗）

经济效益 = 产出（有用劳动） - 投入（劳动消耗）

比值（差值）越大，则表示经济效益越好。劳动耗费是指在生产过程中消耗的活劳动和物化劳动。活劳动消耗是指生产过程中具有一定的科学知识和生产经验并掌握一定生产技能的人的脑力和体力的消耗。物化劳动消耗包括两个方面：一方面是指原材料、燃料、动力、辅助材料等在投入生产过程中一次被消耗掉，失去原有形态，改变物理和化学的性能，转化为另一种形态和性能的使用价值；另一方面是指厂房、机器设备、技术装备等生产工具，在投入生产过程中定期循环使用，逐渐磨损或失效，这种磨损也是物化劳动消耗。有用成果是指生产过程中所创造出来的对社会有用的成果。如果有些产出毫无用处，则这些产出就不会带来任何经济效益。

对工程项目进行分析，要以经济效益为核心考察项目是否具有较好的经济效益，并选择效益好的项目先上马。也就是效益最大化是评价项目的核心宗旨。经济效益可以依不同的标准或角度划分为以下几种类型。

1. 宏观与微观经济效益

宏观经济效益是从整个国民经济角度考察的经济效益。考察工程项目对国民经济的贡献是不能忽视的环节。项目引起的社会最终产品的增减，对生态、环境的影响以及对就业、国家安定等方面的贡献都属于宏观经济效益的范畴。宏观经济效益也称为社会效益或国民经济效益。微观经济效益是指从个体（或企业）角度考察的效益。生产项目的直接投入、直接产出是微观经济效益的主要构成。利润最大化是企业追求的目标。微观效益大也是评价和选择项目的重要依据。对项目的微观分析也称为财务分析（财务评价）。

2. 直接经济效益与间接经济效益

直接经济效益是指项目自身直接产生并得到的经济效益，即生产项目系统直接创造的经济效益，如产品销售收入等。间接经济效益是指项目导致的自身之外的经济效益，即生产项目引起的

其系统之外的效益。如某企业生产项目的上马引起其他企业效益的增加；某大型钢铁基地的建成使重型机械部门的闲置生产能力得以启用，这相当于节约了费用。这些效益都是原项目的间接效益。间接效益的分析只有在对项目进行国民经济评价时才考虑。又如，某项目对资源的占用与耗费或多或少影响其他项目对资源的利用，进而减少其他项目对国民经济的贡献。这应计入对原项目进行国民经济评价的间接费用。

3. 短期经济效益与长期经济效益

短期经济效益是指短期内可以实现的经济效益，长期经济效益是指较长时间后能够实现的经济效益。

（二）工程经济分析的基本原则

1. 系统分析原则

首先将工程经济分析对象视为一个系统，明确系统的功能目的，剖析系统的要素构成、各自的特征及其相互联系，实现要素的有机结合，达到系统的整体最优化。例如，我们把企业看成一个系统，提高经济效益，促进国民经济发展是系统的整体目标。这个系统中还有许多子系统，如生产系统、财务系统、供销系统等等，企业要想提高经济效益必须首先具备优良的生产、财务、供销子系统，使之有机地结合，达到整体目标。另外，任何工程项目都是一个开放的系统，都处于社会经济大系统之中，与之有着信息和能量的交换和对社会、生态环境的影响。工程人员要坚持系统论的观点，在提高项目的经济效益的同时必须兼顾社会效益。

2. 资源最优配置原则

人类的资源是有限的，但人们的需求是递增的、无限的。如何使有限的资源为社会创造出更多、更好的产品和服务是我们的最终目的。因此生产什么、生产多少、如何生产就成为这一客观矛盾的中心问题。解决好这些问题需要工程人员对工程项目进行综合分析、合理筹划，以资源的最优配置为原则，选择那些技术上可行、经济上合理的项目上马。

3. 定性分析与定量分析相结合

在对项目进行评价时要采取定性分析与定量分析相结合的原则。首先能定量的效益与费用要尽量量化，因为只有这样才能更有说服力，才能对项目做出较准确的评价。另外，我们所考察的项目与科学技术、经济、社会、生态、文化（价值）大系统相联系，有些内容是很难（或不能）量化的，需要进行定性的分析，作为定量分析的补充。

4. 静态评价与动态评价相结合

静态与动态之分在于考虑不考虑资金的时间价值。对项目评价不考虑时间价值称为静态评价，适用于对项目的粗略评价。考虑时间价值称为动态评价，适用于对项目进行详细评价。比如在确定投资机会和对项目进行初步选择时一般只进行静态评价。为了更科学、更准确地反映项目的经济情况，必须对其进行详细评价。所以对工程项目进行评价时应静态评价与动态评价结合，并以动态评价为主。

5. 统计分析与预测分析相结合

对于未上马的工程项目而言，许多有关的经济数据是预测值。因此，预测方法在工程经济分析中是很重要的。评价结论的准确性很大程度依赖于预测，分析人员要学习和掌握不同的预测方法以便于实际工作中的应用。另一方面，工程经济分析离不开统计分析。许多模型的建立、经验数据（系数）的取得离不开统计、回归分析。掌握适当的统计方法也是十分必要的。

6. 考虑未来情况的不确定性

对项目进行评价主要基于项目未来效益的估计。然而影响未来的因素是众多的。决策者要充分考虑到项目未来的发展或变化情况，并做出相应的风险分析。

7. 正确处理微观经济效益与宏观经济效益的关系

微观经济效益是个体的、局部的，是宏观经济效益的基础。没有微观经济效益的提高，宏观经济效益的提高也是难以实现的。所谓“小河有水大河满，小河无水大河干”正是强调微观经

济的作用。企业（项目）在追求其微观效益的同时绝不能忽视其宏观经济效益，比如对国民经济的贡献、对社会安定、生态环境的影响。我们绝不能以牺牲宏观经济效益为代价而达到发展微观经济效益的目的。生态平衡逐渐被破坏，环境污染越来越严重，人类已经清醒地认识到了这一点。人类也正在积极地探索解决这些问题的途径。如，环境材料、环境协调型产品的产生，都是出于资源消耗少，给环境带来的负荷小的考虑。总之要正确处理微观经济效益与宏观经济效益的关系，在合理利用资源，保护环境与生态的前提下，以尽量少的劳动消耗，生产和提供更多、更好的符合人和社会需要的产品和服务。

8. 正确处理短期经济效益与长期经济效益的关系

任何项目上马，不能只顾眼前利益，要以发展的眼光，从长远的角度看问题，使项目具有长期的生命力，要正确处理短期（当前）经济效益与长期经济效益的关系。作为一个企业，要合理地安排人力、物力、财力资源，把握好项目的发展方向，加大技术投资力度，如 CAD（Computer Aided Design）技术、CIMS（Computer Integrated Manufacturing System）项目、丰田生产方式的引入，增强企业的竞争能力，长期保持较好的经济效果。凡是只图眼前利益，无计划地盲目生产，不注重设备的维护与保养以及设备的更新，不及时进行技术改造，其结果必然损害其长远经济效益。从广义上讲，人类为了自己的生存与发展也必须注重短期与长期的利益关系。如何保持好我们的生态与环境，如何利用好地球上有限的、不可再生的资源，是可持续发展的战略问题，也是我们的历史责任。

（三）工程经济分析的基本方法

对工程项目进行经济评价与分析时所采用的基本方法有：

1. 系统分析法

系统分析就是对一个系统内的基本问题，用系统的观点思维、推理，在确定和不确定的条件下，探求可能采取的方案，通过分析、比较，为达到预期目的选出最优方案的一种决策方法。

而系统分析法就是采用系统分析的思维方法和工作方法研究问题，就是着眼于总体，抓住主要关系，注重实现总体的优化。同时也要采用系统分析的方法，更系统、更周密地分析研究对象的各个因素，以取得更为科学的分析结果。任何正确的决策，都起源于全面系统的分析比较，从中选择出最优者，只有这样才能保证获得最佳的经济效果。

2. 方案比较法

这是工程经济分析最常用的方法。这种方法易于掌握，而且已有了一套较为成熟的、完整的程序。值得注意的是，方案比较法中的关键环节是：使各方案的比较条件等同化，把不可比因素化为可比因素，这样才能保证比较结果的准确性。

3. 效益费用对比法

贯穿工程经济分析过程始终的一项基本活动是进行效益与费用的对比，其实效益与费用的对比就是经济效益。一切技术经济活动所追求的最终目标可以说就是要有一个好的经济效益，也就是以尽可能少的消耗取得尽可能多的效益。

4. 定性分析与定量分析相结合的方法

虽然近年内计算机的发展比较迅速，许多过去只能定性分析的对象，如今已能作定量计算了。但是在工程经济研究领域中，至今还存在着大量无法量化的因素，如涉及到人类工程学、环境保护学、社会价值等方面的效益，目前还只能做定性分析。因此，定性分析与定量分析相结合应是工程经济中最常用的方法之一。

第二节 油气钻井工程经济

一、油气钻井工程的特点

油气钻井工程是进行石油与天然气资源勘探开发的主要工程。不论是在油气勘探阶段，还是在油气开发过程中，钻井工程

都具有重要的作用，因而油气钻井工程被誉为“石油工业的火车头”。油气钻井工程具有规模大、投资多和风险性大的特点。

油气钻井工程生产规模宏大、技术复杂，需要花费大量的人力、物力与财力。从单井看，每口浅井总成本几万元到几十万元；中深井每口总成本在几十万元到上百万元；超深井每口总成本几百万元到几千万元。从油田看，钻井投资占整个油田投资比重大，有时占三分之一甚至二分之一。钻井工程不仅投资大，而且风险也大。由于油、气资源深埋地下，并具有流动性，其生成、运移、聚集及保存条件十分复杂。由于油气资源分布的或然性，自然条件的多样性，开采过程的变化性，决定了在石油开发系统中，未知因素和不确定因素多。人们运用不断进步的技术手段，不断提高认识水平，虽然大大改进了对该系统的了解程度，但是又会出现技术指标的不确定性。石油勘探开发过程中所得到的地下情况资料，往往是一些点上的、局部的，所作的统计或计算常常是概率性的。这就给石油勘探与开采带来了很大的风险。据估计，世界上约有 600 个有希望的大小盆地中，约有 240 个已经部分地勘探过和进行过中等程度的勘探，但没有商业性发现。只有约 160 个盆地正在进行商业性生产。同时，政治因素对石油勘探的制约也较大，如有些国家政治上不允许外国公司介入，有的立法体制不健全，有的经常有政治危机，有的地区有边界争议。至于战争的爆发，政权的变更，国际集团的政治交易，都影响着石油勘探与开采的风险性。在经济上，石油价格的涨落，通货膨胀率的升降，利率、汇率的变化等，对石油勘探开发的风险性也有较大的影响。因此油气钻井工程具有风险性大的特点。

正因为油气钻井工程具有规模大、投资多和风险性大的特点，所以，降低钻井成本、提高钻井投资的效益始终是钻井工程与技术所追求的经济目标。因此，对油气钻井工程与技术进行经济评价与分析不仅是必要的，而且也是重要的。

二、油气钻井工程经济

油气钻井工程经济就是专门研究油气钻井工程技术实践活动经济效果的学科，是油气钻井工程与经济学相结合的边缘性学科，是工程经济学在油气钻井工程中的应用。其核心是油气钻井工程与技术项目的经济性分析；其研究的对象是各种类型的油气钻井工程与技术项目；其任务是对油气钻井工程与技术项目及其相应环节进行经济效益分析与评价；对各种备选方案进行分析、论证、评价，从而选择技术上可行、经济上合理的最佳方案。

本书的目的是要将工程经济评价与分析的基本原理与方法应用于油气钻井工程之中，为油气田钻井工程与技术项目的经济性分析提供理论依据与分析方法，为降低钻井成本、提高钻井效益服务。

第二章 工程经济分析的基本原理

第一节 工程经济分析的基本要素

对于任何一个工程项目而言,在其实施或运行过程中,都要投入一定的资本,花费一定的支出,其目的是为了获取最大的经济效益,这些都可以看成是以货币形式体现的资金流出和资金流入。在对工程方案进行经济分析时,把不同时期的实际支出资金代数和或收入资金的代数和称为现金流量,现金流入和现金流出之差称为净现金流量。现金流量是进行工程经济分析的重要基础数据。而构成企业现金流量的基本要素有投资、成本与费用、销售收入、利润和税金等经济指标。

一、投资

投资是一种特定的经济行为,即为了将来获得收益或避免风险而进行的资金投放活动。投资活动按其对象分类,可分为证券投资 and 产业投资两大类。证券投资是指投资者用积累起来的货币购买股票、债券等有偿证券,借以获得效益的行为。而本书的投资活动主要是指产业投资。产业投资是指经营某项事业或使真实资产存量增加的投资,它是为了保证项目投产和生产经营活动的正常进行而进行的投资活动,投入的资本可以是资金,也可以是人力、技术、设备、房屋、土地等。石油工业勘探开发建设项目属于产业投资,投资后形成流动资产与非流动资产。

(一) 流动资产投资

流动资产是指可以在一年内或超过一年以上的一个营业周期内变现或耗用的资产。工业企业流动资产构成如图 2-1 所示。

现在的工业企业是属于生产经营型的生产单位,只要企业开