



普通高等教育“十二五”规划教材

水利工程经济

蔡守华 主编



中国水利水电出版社
www.waterpub.com.cn



普通高等教育“十二五”规划教材

水利工程经济

蔡守华 主编



中国水利水电出版社
www.waterpub.com.cn

内 容 提 要

本书根据水利工程类专业的培养要求,系统介绍了工程经济学的基本理论及其在水利工程经济分析中的实际应用。主要内容包括资金的时间价值与等值计算、经济效果评价方法、不确定性分析与风险分析、财务分析、经济费用效益分析、设备更新及改扩建项目经济分析、价值工程、建设项目后评价、Excel 在工程经济分析中应用,以及水利工程效益计算、综合利用水利工程投资费用分摊等。各章配有丰富的选择题、简答题及计算题,并提供参考答案。

本书可作为普通高等院校水利水电工程、农业水利工程、水文与水资源工程、水务工程等专业的教材,也可作为相关技术人员及管理人士的参考书。

图书在版编目(CIP)数据

水利工程经济 / 蔡守华主编. — 北京: 中国水利水电出版社, 2013. 12
普通高等教育“十二五”规划教材
ISBN 978-7-5170-1610-6

I. ①水… II. ①蔡… III. ①水利工程—工程经济学
—高等学校—教材 IV. ①F407.937

中国版本图书馆CIP数据核字(2013)第319662号

书 名	普通高等教育“十二五”规划教材 水利工程经济
作 者	蔡守华 主编
出版发行	中国水利水电出版社 (北京市海淀区玉渊潭南路1号D座 100038) 网址: www.waterpub.com.cn E-mail: sales@waterpub.com.cn 电话: (010) 68367658 (发行部)
经 售	北京科水图书销售中心(零售) 电话: (010) 88383994、63202643、68545874 全国各地新华书店和相关出版物销售网点
排 版	北京时代澄宇科技有限公司
印 刷	北京嘉恒彩色印刷有限责任公司
规 格	184mm×260mm 16开本 15.5印张 368千字
版 次	2013年12月第1版 2013年12月第1次印刷
印 数	0001—3000册
定 价	32.00元

凡购买我社图书,如有缺页、倒页、脱页的,本社发行部负责调换

版权所有·侵权必究

前言

水利工程经济对于水利工程建设和管理具有重要作用。工程项目建设前需要进行经济评价，竣工后需要进行后评价。在正常运行期，需要研究如何降低运行成本，提高工程效益。为了及时将工程经济分析发展成果引入到水利工程经济教学中，并进一步优化教学内容，编写了这本教材。

本书具有以下特色：①既系统介绍了工程经济学的基本理论，又与各类水利工程经济实际问题（如综合利用水利工程投资费用分摊、水利工程效益计算、水利工程供水价格核算等）有机结合；②尽可能反映《建设项目经济评价方法与参数》（第三版）和《水利建设项目经济评价规范》（SL 72—2013）的新要求，同时也体现编者对本课程基本理论的理解和认识；③反映水利院校本课程教学大纲的教学要求，也兼顾到水利注册工程师、造价工程师及监理工程师等考试大纲的要求；④介绍了 Excel 在经济评价、方案比较、不确定性分析及风险分析中的应用，大大提高经济分析计算的工作效率；⑤例题、案例、习题丰富，习题中选择题和计算题均提供了参考答案，对部分难题还给出了解答提示，便于教学和自学；⑥书中所有例题、案例及计算题习题均提供 Excel 电子计算表格（可到本书出版社网站下载），这些电子计算表格对一些复杂案例的理解以及进行实际项目的经济分析均具有较大的参考价值。

本书第一章、第三章、第四章、第六章、第五章第七节、各章习题及答案由扬州大学蔡守华编写，第二章由河北工程大学杜新艳编写，第五章第一节～第六节由扬州大学仇锦先编写，第七章由河北工程大学刘新侠、杜新艳编写，第八章由南昌工程学院兰盈盈编写，第九章由南昌工程学院肖丽英编写，全书由蔡守华主编并统稿。

由于编者水平所限，书中难免有疏漏和错误之处，望读者批评指正。

编者

2013 年 12 月

目录 /

前言

第一章 绪论	1
第一节 水利工程经济的性质与研究对象	1
第二节 水利工程经济的研究内容	2
第三节 水利工程经济发展回顾	4
第四节 学习水利工程经济的必要性	5
习题	6
第二章 资金的时间价值与等值计算	7
第一节 资金的时间价值	7
第二节 现金流量图与现金流量表	13
第三节 资金等值计算公式	15
第四节 Excel 在资金等值计算中的应用	24
习题	26
第三章 经济效果评价方法	29
第一节 经济评价方法	29
第二节 方案比较方法	41
第三节 Excel 在经济效果评价中的应用	53
习题	57
第四章 不确定性分析与风险分析	60
第一节 敏感性分析	60
第二节 盈亏平衡分析	64
第三节 风险分析	69
第四节 Excel 在不确定性分析及风险分析中的应用	75
习题	83
第五章 财务分析	85
第一节 项目总投资构成及投资估算	85
第二节 资金来源与融资方式	88
第三节 综合利用水利建设项目投资费用分摊	90
第四节 总成本费用、营业收入、税金及利润	93
第五节 水利工程供水价格核算	101
第六节 财务分析报表及财务分析指标	105

第七节 案例：某工程项目财务分析	115
习题	125
第六章 经济费用效益分析	128
第一节 经济费用效益分析概述	128
第二节 影子价格的概念和确定方法	131
第三节 水利工程经济费用计算	135
第四节 水利工程经济效益计算	137
第五节 经济费用效益分析基本报表与评价指标	151
第六节 费用效果分析	154
第七节 案例：某灌溉工程项目经济费用效益分析	156
习题	161
第七章 设备更新及改扩建项目经济分析	165
第一节 设备磨损及补偿方式	165
第二节 设备大修理的经济分析	167
第三节 设备更新的经济分析	171
第四节 改扩建项目经济评价	177
习题	181
第八章 价值工程	184
第一节 价值工程概述	184
第二节 对象的选择与信息资料收集	187
第三节 功能分析	190
第四节 方案创新与评价	197
习题	199
第九章 建设项目后评价	202
第一节 建设项目后评价概述	202
第二节 建设项目后评价的内容与程序	205
第三节 建设项目后评价的主要指标	207
第四节 建设项目后评价的方法	211
习题	216
附录	217
附录 A 习题答案	217
附录 B 水利工程固定资产分类折旧年限表	221
附录 C 水利建设项目财务评价成本测算方法、费率与参数	223
附录 D 标准正态分布表	228
附录 E 复利因子表	229
参考文献	242

第一章 绪 论

第一节 水利工程经济的性质与研究对象

一、水利工程经济的性质

水利工程经济是一门运用工程经济学基本原理，结合水利工程实际，对水利工程进行经济评价、方案比较及其他技术经济分析，以达到资源（包括自然资源、资金和劳动等）合理利用的交叉学科。工程经济学本身也是一门交叉学科，它是工程学与经济学结合而形成的交叉学科。工程经济学以一般的工程项目为对象，运用一系列定量的经济分析方法，研究工程技术实践活动的经济效果，实现资源的有效利用。工程经济学原理可与各类具体工程结合，形成各类工程经济交叉学科，如交通工程经济、建筑工程经济等。水利工程经济是工程经济与水利工程相结合而形成的一门交叉学科，是工程经济学基本原理在水利工程项目经济分析中的应用。

二、水利工程经济研究对象

水利工程经济的研究对象是水利工程项目。工程项目可大可小，大到一个水利枢纽建设，小到一台排灌机械的更新，都可视为工程项目。近年来，“工程”一词的外延逐步扩大，泛指由一群人为达到某种目的，在一个较长时间周期内进行协作活动的过程。因此，某单项工程建设、由多个工程项目组成的项目群、设备更新与改造、新技术开发及推广应用等，都可视为工程项目。

由于资金、能源、原材料、劳动力及自然资源的有限性，选择了某一项目必然会影响或放弃其他项目的实施；另外，对于某一项目的各个方案，例如某大坝建设项目的高、中、低三个坝高方案，选择了一个方案必然放弃其他各方案。因此，工程项目或工程项目的各方案都可称为替代方案。水利工程经济分析的主要任务就是评价这些替代方案的经济效果，或者对各替代方案进行经济比较，筛选经济效果最好的方案。

在水利工程经济分析中，一般根据所计算出的经济评价指标，判断某工程项目经济效果的优劣，或对某一项目的各方案进行经济比较。经济评价指标是工程项目经济效果的定量表示，这些评价指标的计算将在后面详细介绍。这里首先需要说明的是：

(1) 经济效果可用效益（或收入）与费用（或支出）之比或效益与费用之差表示。两者之比或之差越大，经济效果越好。

(2) 经济效益和经济效果是两个不同的概念，经济效益大不等于经济效果好，因为经济效果不是决定于经济效益，而是决定于经济效益和经济费用之比较。

水利工程经济的研究对象可进一步细化，由此水利工程经济还可派生出一些分支学科，如灌排工程经济、水电工程经济、防洪工程经济和水利施工经济等。

第二节 水利工程经济的研究内容

水利工程经济的研究内容包括水利工程投资估算与费用分摊、资金筹措、效益估算、经济评价、设备更新经济分析、方案比较、不确定性分析和风险分析、价值工程、项目后评价等许多内容。下面简要介绍几项主要内容，以便对本课程有一个初步的了解。

一、拟建水利工程项目经济评价

对拟建水利工程项目进行经济评价是水利工程经济最基本的内容。任何一个国家，特别是发展中国家，都面临着一个基本的经济问题，即如何把有限的资源合理地分配到不同的用途中去。这里的资源泛指劳动力、资金、土地及其他自然资源等。把一种资源用于某一方面，就会减少其他方面对这种资源的使用量。实现一个目标，可能以牺牲另一目标为代价。因此，有必要根据项目经济效果的优劣取舍项目，引导和促进各类资源的合理配置。

建设项目经济评价包括财务评价和国民经济评价。财务评价采用财务分析方法在国家现行财税制度和价格体系的前提下，从项目的财务主体和投资者利益的角度出发，计算项目范围内的财务效益和费用，分析项目的盈利能力、清偿能力和财务生存能力，评价项目在财务上的可行性。国民经济评价采用经济效益分析方法，在合理配置社会资源的前提下，从国民经济整体利益的角度出发，计算项目的效益与费用，分析项目的经济效果和对社会的影响，评价项目在宏观经济上的合理性。

理想的情形是：项目在财务上可行，在宏观经济上合理，即对于投资者和国家都具有良好的经济效果。国民经济评价结论与财务评价结论也可能不一致，一个对投资者有益的项目，对国家不一定有益；一个对国家有益的项目，对投资者不一定有很好的经济效果。

在工程项目决策时，财务评价和国民经济评价结论均可行，则项目应予接受；若国民经济评价结论不可行，一般应予否定；若国民经济评价结论可行，财务评价结论不可行，应重新研究改进工程方案，或向有关部门提出有关经济优惠措施的建议，使工程项目具有财务上的生存能力。

防洪、治涝等公益性水利工程项目，主要依靠政府投资，且属非经营性项目，以国民经济评价为主，在财务评价方面只需进行财务生存能力分析。对于灌溉、村镇供水等项目，特别是依靠社会融资的项目，具有稳定的财务收入，国民经济评价与财务评价应该并重。

二、改扩建项目经济评价

目前我国大多数水利工程是在 20 世纪 50~70 年代兴建的。由于当时在规划、设计上缺少论证，施工质量方面问题也较多，因此遗留下来的隐患较多。再加上工程的自然老化、人为损坏等原因，致使部分工程不能正常运行，工程效益不能正常发挥，甚至逐年下降，这些工程急需进行改造。为了充分利用有限的资金，提高投资的经济效果，为水利工程改扩建决策提供科学的依据，需要做好改扩建项目的经济评价。

改扩建项目与拟建项目经济评价的原理基本相同，不同的是改扩建项目采用有无对比法估算项目的费用和效益，即对有无该项目做比较，增加了多少费用和效益。实质上，两类项目的费用和效益都是增量费用和效益，只不过拟建项目是在零的基础上的增量，是特殊的增量，而改扩建项目是在原有项目基础上的增量。

三、设备更新经济分析

从发达国家经济发展的经验中可以看出,落后的生产设备是经济发展的严重障碍。水利工程中包含排灌机械、闸门启闭机、变电设备、水力发电机组等许多机械设备和电气设备,这些设备均需要适时更新。如果不重视技术改造和设备更新,存在设备役龄过长、设备质量差、超负荷运行等方面的问题,会导致工程陷于高耗费、低效益状态。设备更新可以提高运行效率,促进技术进步。但不是在任何条件下更新设备都是有利的,应该根据设备磨损的客观规律和设备在使用过程中其费用变化的规律,对设备更新进行必要的经济分析,以确定经济合理的设备更新方案。

四、工程方案比较

一个水利工程项目往往有多种可行方案,如何从中选择最优方案,是一个优秀的工程设计人员必须考虑的问题。与经济评价相对应,方案比较也有两种层次:一是从宏观经济,即国民经济整体利益的角度进行方案比较;二是从项目财务的角度进行方案比较。以社会效益为主的水利工程项目,如防洪工程项目,主要从国民经济整体利益角度进行方案比较,但也需要关注项目的财务生存能力。对于具有财务收入的水利工程项目,如灌溉工程、供水工程、水电工程等,应同时重视从国家经济整体利益角度和财务角度进行方案比较。

五、不确定性分析和风险分析

经济评价中采用的基础数据(如投资、使用寿命、产品价格、建设工期等),大部分来自预测和估算,因而带有一定程度的不确定性。为了给项目投资决策提供更可靠和全面的依据,项目评价人员除了要计算和分析基本方案的经济评价指标外,还需要进行不确定性分析和风险分析。不确定性分析就是分析不确定因素发生变化对经济评价指标的影响,包括敏感性分析和盈亏平衡分析;风险分析则是在已知不确定因素发生变化的概率的情况下,分析项目经济评价指标的期望值以及评价指标符合要求的概率的大小,从而对风险大小作出判断。

六、价值工程

价值工程,也称价值分析,是指以产品或系统的功能分析为核心,以提高产品或系统的价值为目的,力求以最低的成本实现产品或系统必要功能的一项创造性活动。在产品或系统形成的各个阶段都可以应用价值工程提高产品或系统的价值。对于大型产品或工程系统,一旦投产,产品或系统的价值就基本决定了,这时再改进原来的产品或系统就会造成很大的浪费,因此应用价值工程的重点在产品或系统的设计阶段。在这一阶段应用价值工程改进或优选设计方案,可以取得较好的经济效果。

七、项目后评价

项目建成并投入运行若干年后,对工程规划、勘测、设计、施工、运行状况进行系统的调查,按现行后评价规范及相关的规定,进行全面的過程评价、经济评价、影响评价及目标实现程度评价,并提出有关建议和措施的一系列工作,称为项目后评价。项目经济后评价是建设项目后评价的核心内容,反映项目是否达到了预期的经济效益。建设项目后评价有以下两个目的:①评价已建工程实际发挥的经济效果,从中总结经验,汲取教训,有利于今后更好地做好建设项目决策和工程建设工作;②分析已建工程实际运行中存在的问题,为及时采取补救措施提供依据,改善运行管理,提高经济效益。

新中国成立以来,我国修建了大量的水利工程,在防洪、灌溉、发电、城镇供水、航运等方面发挥了巨大的作用。大部分工程决策是正确的,效益是显著的。但由于当时历史条件的限制,有些工程兴建前未做经济评价,有些工程虽做了经济评价,但方法不够科学,考虑的因素不够全面。因此有必要对这些已建水利工程做认真的后评价工作。通过后评价发现问题所在,总结规划设计中的经验教训,也为工程的改造及运行管理提供依据。

水利建设项目不同阶段的经济评价内容及经济分析方法技术体系如图 1-1 所示。



图 1-1 水利建设项目不同阶段的经济评价内容及经济分析方法

第三节 水利工程经济发展回顾

朴素的水利工程经济概念可追溯至古代。例如《史记》中记述,公元前 246 年,韩国派遣水工郑国劝说其西邻秦国动用大量国力去修建大型灌渠,以免东征韩国。在兴修过程中秦国发现其阴谋,但经分析利害,决定继续修建。渠成之后,“溉泽卤之地四万余顷,收皆亩一钟,于是关中为沃野,无凶年,秦以富强,卒并诸侯”。这说明当时人们已经认识到,修建大型渠道虽消耗大量人力物力,但可从中获取更为可观的经济效益和社会效益。

1887 年,美国工程师威林顿(Arthur M. Wellington)通过铁路选线分析,开始了现代工程经济学的研究,编写了《铁路定线的经济理论》(The Economic Theory of Locating Railways);1915 年,菲什(J. C. Fish)首次提出资金时间价值的概念;1930 年,格兰特(E. L. Grant)编写了《工程经济学原理》(Principle of Engineering Economics),这是第一本系统论述工程经济问题的经典著作;1936 年,美国国会通过《防洪法案》,规定政府修建的防洪和河道整治工程,应保证所取得的效益大于费用;1959 年,美国联邦河流域委员会效益和费用分会提出了《河流流域工程经济分析的建议方法》。之后又陆续出版了一系列工程经济著作。如 1967 年德伽莫(E. P. Degarmo)出版了《工程经济》,1970 年格兰特(E. L. Grant)和艾尔森(W. G. Ireson)出版了《工程经济原理》,1971 年詹姆斯(L. D. James)和李(R. R. Lee)出版了《水资源规划经济学》,1977 年怀特(J. A. White)等出版了《工程经济分析原理》。其中《水资源规划经济学》已译成中文出版。1982 年,里格斯(J. L. Riggs)出版了《工程经济学》,系统地阐明了货币的时间价值、时间的货币价值、货币管理、经营决策和风险与不确定性等内容,把工程经济学理论又向前推进了一大步。总之,西方的工程经济分析方法建立在资金时间价值原理的基础

上,并且已形成了完善的理论体系。苏联在水利经济方面的研究工作也开始较早。如祖济科(Зузык)编著的《水利经济学》多次修订再版,该书也于1985年译成中文出版。苏联水利工程经济分析的特点是主要按国家的需要决定工程兴建与否,只对满足这些需要的不同的工程方案进行相对比较,当较大投资方案所需增加的投资额,能被所增加的每年的净效益在规定的抵偿年内偿还时,就被认为是可行的。后在1969年和1980年作了一些改革,主要变动是考虑资金的时间价值;重视对单个方案进行经济评价,当其总投资能被每年的净收益在规定的时间内偿还,便认为是可行的。

中国在20世纪40年代,引用美国的效益费用比较方法进行过水电建设方案的经济比较;50年代以后,采用苏联的抵偿年限法进行水利工程方案的经济比较。但在50年代末期至70年代中期,我国水利经济工作受到“左”的干扰,片面强调政治,忽视必要的经济分析与评价工作,以致有些工程投资大,效益低,工期长,甚至得不偿失。水利工程经济的研究工作也陷于停顿状态。1979年实行经济改革后,开始吸收世界各国合理有益的理论和方法,并结合中国的实际情况,开展了水利工程经济研究及其他水利经济问题的研究,探索建立具有自己特色的水利工程经济科体系。1985年1月,水利电力部颁布了《水利经济计算规范》和《小水电经济评价暂行条例》。1987年9月,国家计划委员会颁布了《关于建设项目经济评价工作的暂行规定》和《建设项目经济评价方法与参数》,对水利工程建设项目的经济评价具有指导意义。1993年国家计委、建设部又颁布了《建设项目经济评价方法与参数》(第二版)。1994年3月,水利部颁布了《水利建设项目经济评价规范》。1995年6月,水利部又颁布了《小水电建设项目经济评价规程》。2006年7月,国家发展和改革委员会和建设部颁布了《建设项目经济评价方法与参数》(第三版)。2010年8月国家能源局发布了《水电建设项目经济评价规范》。2013年11月水利部发布了新的《水利建设项目经济评价规范》。

我国对已建工程后评价研究起步较晚,到20世纪80年代中后期才开始引起重视。2008年11月,国家发展和改革委员会发布了《中央政府投资项目后评价管理办法(试行)》,明确规定中央政府投资项目应当在项目建设完成并投入使用或运营一定时间后,对照项目可行性研究报告及审批文件的主要内容,与项目建成后所达到的实际效果进行对比分析,找出差距及原因,总结经验教训,提出相应对策建议,以不断提高投资决策水平和投资效益。2010年10月,水利部发布了《水利建设项目后评价报告编制规范》。

目前水利工程经济分析理论已广泛地应用于工程项目的决策和设计方案比较选择,对水利建设发挥了重要作用。但是水利工程经济理论还没有完善,例如在灌溉效益、供水效益的计算方面还存在着明显的主观人为性,降低了评价结论的可信度。因此,还需要在水利建设项目经济评价实践中不断研究、完善和发展。

第四节 学习水利工程经济的必要性

作为一个工科院校的学生,理所当然应学好本专业的工程技术。但仅学好工程技术是不够的,还必须要有经济头脑。一个工程项目决策者如果不懂工程经济,往往会作出错误的决策,不利于资源的高效利用,造成人力、物力和财力的浪费。一个工程设计人员如果

不懂工程经济, 不进行方案比较, 就很难提出优化方案。

兴建水利工程的目的是为了发展经济, 因此评价水利工程的根本标准是其经济效果。灌溉是为了发展经济, 开发水电是为了发展经济, 防洪也是为了发展经济。值得注意的是, 在建设中不能盲目地追求高标准, 经济效果并不取决于技术的先进与落后。采用先进的技术一般能取得较高的生产效率(反映完成某件工作的快慢), 但是由于建设投入较大, 运行管理技术要求高, 不一定能取得较好的经济效果。能够说明生产效率与经济效果关系的一个典型例子是“邮局该不该引进自动分拣机?”在大城市, 一个日处理大量信件의邮局, 引进自动分拣机具有明显的经济效果; 但是如果在乡村小镇, 一个日处理数十封信件的邮局, 也引进自动分拣机, 则不具有好的经济效果。更需要注意的是, 先进的技术若应用不当, 可能导致生产效率和经济效果都不佳的结果。例如, 太阳能发电是一种先进的技术, 但在一个光热资源不丰富的地区建设太阳能发电站, 就不会有高的生产效率, 也不会有好的经济效果。在水利建设中也是如此, 不切实际地在水利工程中应用先进的自动化控制技术不一定能取得好的经济效果。在水资源较丰沛的地区, 对一般的大田作物采用先进的喷灌微灌, 或者对灌溉渠道进行高标准防渗衬砌也不一定具有好的经济效果。先进的工程技术必须为发展经济服务, 发展经济是工程技术的目的与归宿。因此技术与经济具有不可割裂的关系, 如果不能正确地处理技术与经济的关系, 盲目地去应用工程技术, 会对经济建设造成不利影响。

随着社会的发展, 要求兴建的工程越来越多, 使资源、能源、资金等显得相对匮乏, 因而更需要进行科学的经济决策, 优先建设经济效果较好的工程项目。同时, 随着技术的进步和社会的发展, 需要兴建许多大型工程, 这些大型工程涉及的领域和影响因素更广, 难以直观地判断工程的经济合理性, 必须采用工程经济学的基本理论与方法进行分析论证, 从而为工程项目的科学决策提供依据。可见, 学习和掌握工程经济知识, 是经济建设的需要, 是时代发展的要求。

当前, 对工程项目进行经济分析与评价, 已成为工程项目实施过程中一个必不可少的环节。一个项目本来具有较好的经济效果, 只因为经济评价失误而错误地被放弃, 或者是本来经济效果很差的项目, 因为经济评价失误而错误地被采纳, 都是要避免的。因此, 掌握工程经济分析理论显得越来越重要。一个优秀的工程师既要精通本行业的工程技术, 又要具有经济头脑, 掌握必要的工程经济理论、工程经济分析方法和技能。

习 题

1. 简述水利工程经济的性质与研究对象。
2. 简述水利工程经济的主要研究内容。
3. 什么是经济费用效益分析和财务分析? 如何根据两者评价结果取舍项目?
4. 什么是建设项目后评价? 进行建设项目后评价有何意义?
5. 简述学习水利工程经济的必要性。

第二章 资金的时间价值与等值计算

第一节 资金的时间价值

一、资金时间价值的基本概念

所谓资金的时间价值，是指一定数量的资金在生产或流通中可以增加新的价值，即资金的价值可以随时间不断地发生变化。把资金投入生产，可以获取一定数量的利润，而且当利润率一定时，资金周转越快，取得的利润越多；把资金存入银行，则可以获得一定数量的利息。这里利润和利息体现了资金的增值，表明资金具有时间价值。

资金具有时间价值，但必须以投入生产或流通为前提。静止的资金是不会增值的。例如，某人有一笔资金，不用于生产，也不投入流通（如存入银行），而让它闲置在那里，这样一年后，这笔资金不会有任何增值。资金的增值是因为资金在流通过程中同劳动者的生产活动相结合，由劳动者创造出更多的价值。将资金投入生产或流通是资金增值的必要条件，但不是充分条件。资金要增值必须要投入生产或流通，但资金投入生产或流通并不一定都能增值。有时因为对资金的投入或使用不当，会出现亏损或破产等现象。

学习了资金时间价值原理后，就要自觉地应用到企业管理和水利工程建设中去。对于企业来说，要看准市场，加速资金周转，避免产品积压；对于水利工程建设，要使规划设计合理，一旦上马应争取尽早竣工，尽早发挥工程效益，规划设计不当会影响效益的发挥，拖延工期，设备闲置，资金积压，也会造成浪费。

下面举例说明如何运用资金时间价值原理来解决具体问题。

【例 2-1】 某项目有 A、B 两个方案，投资相同，均为 100 万元，建设期均为 1 年，第二年开始发挥效益，使用寿命均为 5 年，各年净效益见表 2-1。试问应选择哪一个方案？

表 2-1

A、B 两方案投资与收益情况

单位：万元

建设期时间（年）	1	2	3	4	5	6
A 方案	-100	10	20	30	40	50
B 方案	-100	50	40	30	20	10

解：B 方案可以较快地收回资金，然后再投入生产或流通，从而可产生比 A 方案更大的增值，所以应选择 B 方案。

可见,了解资金的时间价值,并在投资决策和经济分析中加以应用,对合理利用资金有着重要的现实意义。

对于实际建设方案,投资及各年的效益要复杂得多,一般不可能直观地进行判断。若例 2-1 中 A 方案投资为 70 万元,各年效益不变。这时直观判断就无能为力了,需要应用后面将要介绍的经济分析方法才能判断方案的优劣。当然,这些经济分析方法的最根本的理论基础仍然是资金的时间价值原理。

二、利息与利率

(一) 利息和利率的概念

资金具有时间价值,因此占用资金应付出一定的代价,反之,放弃使用资金应得到一定的补偿。利息就是占用资金所付的代价或放弃使用资金所得的报酬。利息通常根据利率来计算。

利率是指经过一个计息周期,所获利息额与借贷金额(即本金)之比,一般以百分数表示。计息周期是计算利息的时间单位,我国银行存、贷款的计息周期多为月或年。若计息周期为月,则利率称为月利率;若计息周期为年,则利率称为年利率。在工程经济分析中,一般以年为计息周期。

(二) 单利和复利

利息的计算有单利计息和复利计息两种。

1. 单利

单利计息指在计算利息时只考虑本金,而不考虑已经获得的利息,即利息不再生息。

若本金为 P , 年利率为 i , 则各年所得利息及各年年末本利和如下

第一年年末获利息 Pi , 年末本利和 $F = P + Pi = P(1+i)$

第二年年末获利息 Pi , 年末本利和 $F = P + 2Pi = P(1+2i)$

第三年年末获利息 Pi , 年末本利和 $F = P + 3Pi = P(1+3i)$

...

第 n 年年末获利息 Pi , 年末本利和 $F = P + nPi = P(1+ni)$

因此,单利计息本利和计算公式为

$$F = P(1+ni) \quad (2-1)$$

式中 F ——第 n 个计息周期末的本利和;

P ——本金;

i ——利率;

n ——计息周期数。

【例 2-2】 某人将 5000 元存入银行,存期为 3 年,年利率为 5%,按单利计息到期后可获本利和多少?

解: $F = P(1+ni) = 5000 \times (1+3 \times 5\%) = 5750$ (元)

到期后可获本利和为 5750 元。

2. 复利

复利计息指不仅考虑本金生息,而且考虑已获利息生息。即把已获利息加到本金中去,以上期末的本利和作为计算本期利息的本金。

若本金为 P ，年利率为 i ，按复利计息，各年利息及年末本利和如下

第一年年末获利息 Pi ，年末本利和 $F=P+Pi=P(1+i)$

第二年末获利息 $P(1+i)i$ ，年末本利和 $F=P(1+i)^2$

第三年年末获利息 $P(1+i)^2i$ ，年末本利和 $F=P(1+i)^3$

... ..

第 n 年年末获利息 $P(1+i)^{n-1}i$ ，年末本利和 $F=P(1+i)^n$

因此，复利计息本利和公式为

$$F=P(1+i)^n \quad (2-2)$$

【例 2-3】 某单位贷款 200 万元，期限 6 年，年利率为 8%，试问按单利计息和复利计息，到期后偿还本利和分别为多少？

解：按单利计息 $F=200 \times (1+6 \times 8\%) = 296.00$ (万元)

按复利计息 $F=200 \times (1+8\%)^6 = 317.37$ (万元)

按单利和复利计息，到期后应还本利和分别为 296.00 万元和 317.37 万元。复利计息考虑了利息生息，因此计算得的本利和大于按单利计息计算得的本利和。

单利计息计算比较简单，但单利计息只考虑了本金的时间价值，没有考虑已获利息的时间价值。复利计息不但考虑了本金的时间价值，也考虑了利息的时间价值，因此复利计息比单利计息更为科学。若利率较低，时间较短，本金不大，单利计息与复利计息计算结果差别不大；但若利率较高，时间较长，本金较大，两者会有较明显的区别。在工程经济分析中，若无特殊说明，均采用复利计息。

目前，我国城乡居民存、贷款均为单利计息，国家基本建设贷款按复利计息，向国外借贷款一律按复利计息。

(三) 名义利率和实际利率

在利息计算中，一般采用年利率，但如果银行有效计息周期小于一年，如季度或月，这时往往需要将季度利率或月利率换算为年利率。若称季度利率或月利率称为周期利率，记为 i_0 ，年内计息周期数为 m ，则有如下两种年利率表示方法。

1. 名义利率

名义利率是不考虑年内各计息周期期间复利效果的年利率，计算公式为

$$i_{\text{名}} = mi_0 \quad (2-3)$$

若已知名义利率和年内计息周期数，也可利用上式计算周期利率。

2. 实际利率

实际利率是考虑年内各计息周期期间复利效果的年利率。设本金为 P ，则

$$P(1+i_0)^m = P(1+i_{\text{实}})$$

因而可得实际利率计算公式

$$i_{\text{实}} = (1+i_0)^m - 1 \quad (2-4)$$

若已知名义利率和年内计息周期数，则式 (2-4) 可表示为

$$i_{\text{实}} = \left(1 + \frac{i_{\text{名}}}{m}\right)^m - 1 \quad (2-5)$$

对于某一给定的名义利率，当计息周期为 1 年时，名义利率和实际利率在数值上相同；当计息周期短于一年时，实际利率大于名义利率。在工程经济分析中，一般应采用实际利率。

【例 2-4】 若有本金 $P=10000$ 元，月利率为 0.5% ，问（1）名义利率和实际利率分别为多少？（2）若按单利计息，两年后本利和为多少？（3）若按复利计息，两年后本利和为多少？

解：（1）名义利率和实际利率分别为

$$i_{\text{名}} = 0.5\% \times 12 = 6\%$$

$$i_{\text{实}} = (1 + 0.5\%)^{12} - 1 = 6.168\%$$

（2）若按单利计息，两年后本利和为

$$F = 10000 \times (1 + 24 \times 0.5\%) = 11200 \text{ (元)}$$

或

$$F = 10000 \times (1 + 2 \times 6\%) = 11200 \text{ (元)}$$

（3）若按复利计息，两年后本利和为

$$F = 10000 (1 + 0.5\%)^{24} = 11272 \text{ (元)}$$

或

$$F = 10000 (1 + 6.168\%)^2 = 11272 \text{ (元)}$$

【例 2-5】 现需贷款建设某项目，有两个方案可供选择：第一方案名义利率为 16% ，每年计息一次；第二方案名义利率为 15% ，每月计息一次。问应选择哪个贷款方案？

解：方案一：实际利率 $i_1 = 16\%$

方案二：实际利率 $i_2 = \left(1 + \frac{15\%}{12}\right)^{12} - 1 = 16.08\%$

因 $i_1 < i_2$ ，故应选择第一种贷款方案。

（四）连续利率

在名义利率给定的情况下，计息周期 m 趋向于无穷大时的实际利率称为实际连续利率，简称连续利率。连续利率计算公式可由式（2-5）导出：

$$\begin{aligned} \lim_{m \rightarrow \infty} i_{\text{实}} &= \lim_{m \rightarrow \infty} \left(1 + \frac{i_{\text{名}}}{m}\right)^m - 1 \\ &= \lim_{m \rightarrow \infty} \left[\left(1 + \frac{1}{\frac{m}{i_{\text{名}}}}\right)^{\frac{m}{i_{\text{名}}}} \right]^{i_{\text{名}}} - 1 \\ &= e^{i_{\text{名}}} - 1 \end{aligned}$$

因此，连续利率 $i_{\text{连}}$ 的计算公式为

$$i_{\text{连}} = e^{i_{\text{名}}} - 1 \quad (2-6)$$

式中 e ——自然对数的底，其值为 $2.7182818\cdots$

表 2-2 列出了不同名义利率，在各种计息周期（年、半年、季、月、周、日）情况下的实际利率以及计息周期数趋向于无穷大时的实际连续利率。

一般情况下，经济活动非常接近于连续复利的情况，就是说经济活动在一年内总是或较倾向于平均分配，而不是集中某一点。但在工程经济分析中，为简化计算，一般假设工程投资和收入均发生在年末，因此多采用年实际利率。

表 2-2 各种名义利率在不同计息周期情况下的实际利率和连续利率

$i_{\text{名}} (\%)$	$i_{\text{实}} (\%)$						$i_{\text{连}} (\%)$
	$m=1$	$m=2$	$m=4$	$m=12$	$m=52$	$m=365$	$m \rightarrow \infty$
5	5	5.063	5.095	5.116	5.124	5.126	5.127
6	6	6.090	6.136	6.168	6.180	6.183	6.184
7	7	7.123	7.186	7.229	7.246	7.247	7.251
8	8	8.160	8.243	8.300	8.322	8.328	8.329
9	9	9.203	9.308	9.381	9.409	9.417	9.417
10	10	10.250	10.381	10.471	10.506	10.516	10.517
12	12	12.360	12.551	12.683	12.734	12.745	12.750
15	15	15.563	15.865	16.076	16.158	16.177	16.183
18	18	18.810	19.252	19.562	19.684	19.714	19.722
20	20	21.000	21.551	21.939	22.093	22.132	22.140

三、基准折现率

1. 基准折现率的概念

与在银行存款不同，在建设项目评价中，通常把建设项目未来的各年投资费用和效益等折算成现值，该计算过程称为折现计算，折现计算中采用的利率，称为折现率。

正如银行有一个规定的存贷款利率一样，对于建设项目，投资者也有一个可以接受的最小折现率，称为基准折现率。基准折现率是经济评价中的一个重要参数，它反映投资者对资金时间价值的估量，同时又反映投资者对项目盈利能力的最低要求。在经济费用效益分析中，基准折现率表现为社会折现率，在财务分析中，基准折现率表现为财务基准收益率。

社会折现率是从国民经济角度对资金时间价值的估量，它是经济费用效益分析中的一个重要参数，一般用 i_s 表示。

财务基准收益率是某行业或某投资者对资金时间价值的估量，也是投资者从财务分析角度所能接受的最小的投资收益率，一般用 i_c 表示。在国外工程经济学教科书中，财务基准收益率通常称为最小希望收益率（Minimum Attractive Rate Of Return, MARR）。

2. 基准折现率的确定

确定财务基准收益率需考虑资金成本、资金机会成本、投资风险、通货膨胀及投资者所希望的附加收益。确定基准收益率的基础是资金成本和机会成本，投资风险和通货膨胀也是应该考虑的影响因素。

资金成本是为取得资金使用权所支付的费用，主要包括筹资费和资金的使用费（利息）。投资的机会成本是指投资者将有限的资金用于拟实施技术方案而放弃的其他投资机会所能获得的最大收益。如果筹措资金有多种渠道，各种资金的资金成本各不相同，则应