



高等学校教材

工程经济学

武汉水利电力大学 郑伯坤 编



3.7

98
F403.7
31

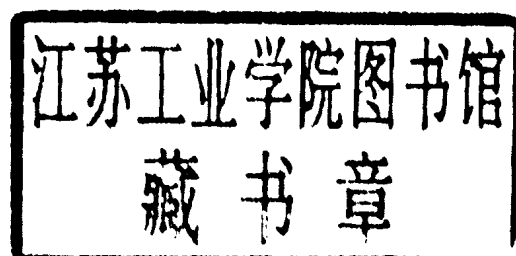
2

高等学校教材

工程经济学

武汉水利电力大学 郑伯坤 编

XAH/124



中国水利水电出版社

内 容 提 要

本书介绍了国内外对水资源开发工程进行经济评价时所使用的的基本理论和计算方法，并配置了适当数量的实例。全书共分十章。包括：基本建设程序与工程经济问题；工程项目的费用；工程项目的经济效益；等效资金的折算方法；工程经济中的价格问题；工程方案经济计算的基本方法；工程方案的财务分析；工程方案的综合评价与决策；不确定性与风险分析；价值分析。

本书也可供从事工程规划设计、投资决策和项目评估等工作的技术经济人员参考。

图书在版编目 (CIP) 数据

工程经济学/郑伯坤编. —北京：中国水利水电出版社，1997
高等学校教材

ISBN 7-80124-516-4

I. 工… II. 郑… III. 工程经济学-高等学校-教材 IV. F40

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (97) 第 18971 号

书 名	高等学校教材 工程经济学
作 者	武汉水利电力大学 郑伯坤 编
出 版	中国水利水电出版社 (北京市三里河路 6 号 100044)
发 行	新华书店北京发行所
经 售	全国各地新华书店
排 版	北京市金剑照排厂
印 刷	北京市朝阳区小红门印刷厂
规 格	787×1092 毫米 16 开本 10.5 印张 240 千字
版 次	1998 年 5 月第一版 1998 年 5 月北京第一次印刷
印 数	0001—2000 册
定 价	10.50 元

前 言

工程经济学是一门技术基础课程，必须对基本概念、理论和计算方法进行全面深入的讲解。同时，它也与许多专业性课程有着密切的联系，在工程项目经济评价和决策中起着十分重要的作用。

目前在我国，虽然在工程经济评价中，以价值理论为依据、按市场经济价值规律进行计算的方法，已完全被工程界所接受，但在具体的工程规划设计中，工程的评价和决策仍受到许多非经济因素的影响。而在水资源开发工程中，经济改革尚处在初试阶段，更深入的改革有待于今后进一步展开。

工程经济学涉及的内容十分广泛，本书首先讲述了工程投资费用和经济效益的分析计算；其次，考虑工程经济中的时间价值观念，对资金在各种情况下的等效折算方法进行了详细的介绍；第三，介绍了目前国内外主要的经济计算方法及其应用，并对经济计算中的价格问题进行了讨论；第四，在财务分析中，对产品成本、税金和利润等方面作了讲解；第五，在综合经济评价和决策中，对社会、环境和生态等无形效益进行了较全面的分析；最后，对水资源工程风险经济进行了分析。在有关章节中，例举了一些实例，以利于初学者加深对基本理论的理解，对计算方法的应用。

本书是根据编者长期从事水资源工程经济课程的教学实践经验，并在广泛参阅了国内外水资源工程经济的教科书、文献和资料的基础上编写而成的。

根据水利部 1990～1995 年水利水电类高等院校本科专业教材出版规划，本书主要读者对象为水资源、水文和农水专业师生。本教材授课时间为 50 小时，没有安排习题或作业时间，各院校在使用时可适当考虑。

本书初定由华北水利水电学院朱厚生教授主编，他对大纲起草做了许多工作；全书由河海大学周之豪教授审阅，提了许多宝贵的意见。在此对他们表示感谢。

由于编者的水平有限，书中缺点和错误在所难免，望广大读者指教。

编 者

1997 年 5 月

目 录

前 言

第一章 基本建设程序与工程经济问题	1
第一节 基本建设程序	1
第二节 基本建设阶段的经济工作	2
第三节 技术措施、技术政策的工程经济问题	3
第四节 工程项目方案的比较与选择	5
第二章 工程项目的费用	7
第一节 工程项目的前期费用	7
第二节 工程投资	8
第三节 工程造价	11
第四节 固定资产及其折旧	11
第五节 大修折旧	19
第六节 工程残值	20
第七节 工程年运行费	21
第八节 设备更新费	22
第九节 工程费用流程图	22
第三章 工程项目的经济效益	24
第一节 工程项目建设的目的和要求	24
第二节 工程类别与工程效益	25
第三节 工程项目的经济效益	26
第四节 工程经济效益流程图	32
第五节 工程效益费用综合流程图	33
第四章 等效资金的折算方法	35
第一节 概述	35
第二节 利率、折算(或贴现)率	36
第三节 基准年(点)及经济计算期	38
第四节 单利和复利计算	40
第五节 多次等额资金的折算	45
第六节 等差额 G 与终值 F_c 的关系	49
第七节 等比级数的计算方法	52
第八节 复杂资金流程的计算	53
第九节 复利计算表的应用	56
第五章 工程经济中的价格问题	60

第一节	价值观念	60
第二节	价格及其形成	62
第三节	影子价格	72
第四节	通货膨胀和通货紧缩	73
第五节	价格可比原理	74
第六章	工程方案经济计算的基本方法	75
第一节	工程方案(或项目)的经济分析	75
第二节	替代方案	79
第三节	经济评价的指标体系	82
第四节	经济计算的基本方法	85
第五节	工程规模比较的分析方法	94
第七章	工程方案的财务分析	97
第一节	工程贷款的还本付息	97
第二节	工程产品税金	98
第三节	工程产品成本分析	99
第四节	工程利润	101
第五节	工程方案财务分析	102
第六节	综合性工程的费用分摊	106
第八章	工程方案的综合评价与决策	112
第一节	概述	112
第二节	工程项目的社会效益	112
第三节	工程项目的环境效益	114
第四节	无形效益的评价	117
第五节	工程方案的综合评价与决策	118
第九章	不确定性与风险分析	121
第一节	概述	121
第二节	确定性经济分析	121
第三节	敏感度经济分析	124
第四节	经济风险分析	130
第十章	价值分析	139
第一节	价值分析的意义	139
第二节	价值分析的目的和对象	140
第三节	价值分析的方法和步骤	142
附录一	综合利用水利枢纽工程投资分摊计算实例	145
附录二	普通复利表	148
附录三	二位随机数表	160
参考文献		161

第一章 基本建设程序与工程经济问题

第一节 基本建设程序

国家经济发展要求进行大规模的基本建设，每年都需要投入大量的财力、物力和人力。基本建设涉及的范围很广，所有列入国家和地方的大中型建设工程项目，例如，农田水利、交通、能源以及各类厂矿企业等基础工程，都属于基本建设之列。

基本建设工程是依据不同时期经济的发展规模而提出的需要建设的相应项目。它反过来对经济的加速发展又起到促进作用。如交通建设为大量的商品和物资交流提供了方便的运输条件，从而加快了该地区的经济发展。所以铁路、公路等交通比较发达的城镇和沿海地区，经济一般要比交通不发达的山区发达。

由于基本建设工程的规模一般比较大，它的建设需要有较长的周期。以长江三峡综合利用水利枢纽工程为例，大量的土石方开挖量和混凝土浇灌，要求投入大量的资金，由于三峡工程的技术复杂，需要长达 10 多年的时间才能完成。同样，许多铁路，矿山建设，在地下工程方面也有相类似的情况。

基本建设过程中，国家和地方提出需要建设的基础工程可能很多，由于受到政府财力和物力等条件的限制，往往不可能全部得到满足。所以，在一个时期内，能够建设的基础工程总是受到一定的限制。建设工程项目的多少，它们的建设顺序怎样安排，以及建设规模的大小，这都要进行全面的分析研究，才能决定。其中首先应该考虑的是对经济发展的迫切性，一般总是把那些发展经济最急需的基础工程项目，列为优先建设的对象，而对有些近期还不紧迫，或可暂缓的建设工程定为缓建项目。这样就要求对经济发展计划进行较长的预测，根据在未来一定时期内经济发展的规模和速度来合理地安排基建工程项目。

同时，还必须研究实施基建工程项目的可行性，它也可能牵涉到很多因素：有经济的和技术的，也有自然和资源条件的，还有环境和社会方面的等，对这些因素都需要进行不同程度的分析研究。例如，随着经济的发展和生活的现代化，需要大力开发电能，以提供更多的电能。但是，开发电能需要具备能源资源条件，建设热电工程要有燃料——煤炭或石油；建设水电工程项目，要具备可供开发的水能资源。对于这些因素，在工程项目开发之前，都要进行充分研究，并得出切实可行的结论。除了这些自然条件和资源的制约外，对技术的掌握和应用，能够提供设备的能力和物资供应的条件，环境影响的允许程度及其可行性，社会接受能力等都需进行必要的研究。

在基本建设中，为使工程项目的建设能反映实际经济发展的需求，要在各种重大的技术、经济、环境和社会等问题的决策上，尽可能地避免出现较大的失误。对基本建设项目，从酝酿提出，到规划设计直到最后建成投产，所经历的各阶段，都规定了较严格的工作顺序和要求，人们把这些称为基本建设程序。无论是领导还是主管基本建设的有关部门还是从事规划设计和施工人员，都必须遵守共同的基本建设程序。根据国家在这方面制订的有关文件资料，基本建设工程项目的建设程序一般可划分为下列 8 个阶段。

(1) 根据国民经济和社会发展的长远规划, 结合行业和地区发展规划的要求, 提出项目建议书, 向国家计委推荐基建项目。

(2) 对基建项目进行勘测、规划等, 作出各种建设方案的可行性研究报告。

(3) 编制设计任务书, 对建设项目进行方案比较和决策。

(4) 对选定方案进行初步设计, 并提出工程的投资概算。

(5) 初步设计方案经审查批准后, 列入国家年度基本建设计划。

(6) 作好施工前的各项准备工作, 提出施工组织设计。

(7) 精心组织施工, 保证工程进度, 并积极做好生产前的准备工作。

(8) 保质按期完成工程项目的建设, 经过投产试运行阶段, 并对工程验收合格后, 才能最后交付使用单位正式投入运行。

第二节 基本建设阶段的经济工作

基本建设工作的开展, 必须适应国家经济发展的需要。经济发展计划, 一般可以分远景规划、五年计划和年度计划。远景规划考虑的时间比较长, 可能长达 10~30 年, 它主要提出在经济发展中总体目标所要达到的水平, 以及各部门要实践的主要指标。例如, 我国在 1980 年提出, 到 2000 年要达到小康生活水平的目标。这是需要实现的总体经济指标, 各部门需根据总体经济的要求制订出的相应发展计划。由于这种计划指标仅是一种规划性质的, 对基本建设来说, 并没有具体地落实到工程项目, 但是作为要实现的远景目标, 各部门在进行基本建设规模的规划时, 都必须以此为依据。经济发展的五年计划, 对需要进行的基本建设工程项目, 都要具体地落实下来, 也就是说, 在执行五年计划中, 基本建设应该有哪些项目、各部门对这些项目的布局、工程项目规模、开工建设和投产时间以及达到的生产规模都已有明确的安排。年度执行计划, 则对于基本建设工程项目都已处在具体的实施阶段, 其中有的可能正在建设中, 而另一些可能即将建成投入运行。

为适应经济发展不同阶段的需要, 基本建设工程项目在不同阶段要达到的目的和要求也有所不同。对于远景经济计划提出的目标, 基本建设也要作出相应的规划。在这个阶段主要是探明可能开发的资源, 在开发中应采取的方针政策。该阶段经济问题主要体现在对国家资源合理的配制和各部门的统一协调计划。例如, 经济发展对远景用电量提出指标, 则首先要确定采用什么方针政策来解决电力问题。因为可以用作电力能源的资源可能是各种各样的, 既可利用煤炭作燃料建立热电厂, 也可利用水能资源建设水力发电站, 也可建设核电站等。建造哪一类电厂最经济合理, 则取决于各地区所具备的能源资源条件。我国西南地区水能资源丰富, 应大力发展水电; 相反, 华北地区煤炭资源十分丰富, 就适合大力发展火电。

推荐基本建设项目, 必须要在掌握资源储量和分布的基础上, 通过全面规划, 制订出开发方案, 进而列出可能开发的工程项目。资源利用的全面规划方案, 除了要考虑到国家有关的方针政策之外, 主要要通过方案的经济比较来确定。因为在最初选定基本建设的开发项目时, 可供选择的项目很多, 不在这些项目之间进行具体的比较, 就不容易表现出不同项目的优缺点。因为这是属于初选项目阶段, 所以考虑经济问题比较粗略。在技术条件

可能实现的情况下，经济指标优越，往往是选择项目的决定性因素。例如，国家已经掌握了许多具有开采价值的煤炭资源，由于需要和资金等条件的限制，不可能同时对所有的煤炭资源均进行开发，只能根据计划，进行分阶段的开发利用，那些在经济指标上优越的矿区，必将优先被开发。

许多资源具有综合利用的经济价值，这种资源的开发必须最大限度地满足各部门综合利用的要求，使其充分发挥出最大的经济效益。最典型的是水资源的开发利用，这需要考虑到许多部门的综合利用要求；同时大江大河的影响范围很广，从上游，到中游，最后进入下游，各河段间都有各自的特殊自然特性和经济特性。一条河流的水资源的开发一般都采用梯级开发方案进行。由各类工程项目可组成许多梯级方案，最后需要经过经济比较论证来选定。在实施的过程中不可能所有的项目同时建设，为此，还必须定出梯级工程的开发程序。一般的情况是，那些经济效益较大，经济指标优越，又能满足经济发展要求的工程，都将获得优先的考虑。

基本建设工程项目进入经济可行性研究阶段时，需要对开发项目的经济可行性进行深入研究。因为规划阶段的计划属于远景计划，具体要求还不是十分明确，所使用的资料比较简化粗糙，随着时间的推移，掌握资料的数量和精度都可能不断地增加和提高，尤其是经济方面的资料，经过一段时间以后，由于受到物价调整和通货膨胀的影响，将会有很大的变化。为此需要对推荐的工程项目，按照已经变化了的情况，进行可行性经济研究分析，其目的是要通过投入产出的投资费用与经济效益的比较，论证经济上的有利程度。另一方面还要求与能达到同时目标的替代方案项目进行相互之间的经济比较，以证明在实现同一目标时，该工程项目在经济上最有利。

工程项目在初步设计阶段，它的经济效益的研究非常关键。在该阶段，由于通过以前各阶段的资料收集和积累，已掌握了大量的实际可靠资料，为精确地进行经济效益分析研究准备了客观的条件。初步设计阶段就是通过经济计算分析和比较，来选择出工程项目的最终规模大小，并提出工程的预算投资额，依此来开展工程资金的筹集。因为，只要初步设计获得审查通过，工程项目就可以开工兴建。

基本建设工程项目进入技术设计和施工组织设计阶段时，如果初步设计阶段确定的工程方案没有重大的变化，则这时的经济工作主要是根据当时可能发生的某些情况变化(如物价变动和某些资料变动等)，作些补充和修改性的计算。该阶段主要的任务是进行细部结构和施工组织程序的设计。在经济方面则要求按当时的市场物价水平进行财务经济计算。

综上所述，在基本建设工程项目实施的各个阶段，都要求进行大量的经济分析计算工作。虽然在基本建设实施的各个阶段中，对经济分析计算的深入程度有所不同，但对工程项目(或方案)和规模的选择都起着十分重要的作用。

第三节 技术措施、技术政策的工程经济问题

基本建设工程项目的实施，需要采取各种各样的技术措施，在有些情况下，为了达到某种经济目标，可以采用不同的技术措施。如解决某个地区的洪灾问题，可以采用工程技术措施，也可以采用非工程措施，还可以采用两种互相结合的措施。在工程技术措施中还

可以采取多种不同的技术措施——修建水库或建造堤防，或两者结合。总之，为达到同一个防洪目标，可以采用许多不同的技术措施。

技术措施的应用，主要取决于技术和经济条件两个方面。在某些特殊情况下，还应考虑到对环境的影响和社会的要求。仍以防洪为例，在河流下游，由于受到地形和地质自然条件的限制，一般不具备修建大型水库的条件，这就是说在技术上是允许的，所以下游防洪大多采用修建堤防的技术措施。但是，在很多情况下，技术条件并不受到限制，这时经济条件就成为方案决策的重要因素。如果上游两地都具有修建水库的技术条件，可用以解决下游地区的防洪问题时，这时选择哪一个，就完全取决于两个水库中的经济条件。这类问题在工程项目的选择中是普遍存在的，类似于工程方案的经济比较选择。在水资源开发利用中，各部门的要求都可以通过不同的技术措施来达到。一个防洪发电的综合利用工程项目，也可以分别用单目标工程项目来替代，水力发电也可以用火力发电工程代替，采用自流引水或建造泵站措施，同样能达到农业灌溉的目的，最终选择哪种措施，起关键作用的往往是经济条件。

在采用某些技术措施时，可能造成环境影响和社会问题。例如，建设一个大型水库，可能引起大量的淹没而损失许多农业耕地，同时要求安置大量的城镇和农村移民。一方面在淹没区域引起环境变化，可能产生严重的后果；另一方面移民安置不当时，会造成诸多的社会问题。这时除了要考虑经济因素之外，更要对环境和社会影响进行全面深入的研究，作出妥善的处理和安排。

技术措施也可理解为对某种技术问题的处理。在许多情况下，利用自然的环境和条件不能适应基本建设工程的要求，这时对于某些问题必须进行技术处理。例如，在水利工程建设中，常遇到坝基处有沙砾层或岩石裂缝、破碎等，水库蓄水后，会产生大量的坝基渗漏，有可能使水库的蓄水大量损失，还可能威胁大坝建筑物的安全。为了解决坝基渗漏问题，必须对这种渗漏基础进行技术处理，以减少水量损失，增大大坝建筑物的安全程度。采取任何一种技术措施，都与经济有密切的联系。因为，任何一种技术措施的应用，都必须增加额外的资金支出，从而要增加工程项目的总投资；另外，在处理某种技术问题时，往往有可能采取多种技术措施来实施，这在它们之间也存在着经济比较选择问题，人们总是乐于选择那种既能达到相同技术效果而又最经济的技术措施。

基本建设工程中所遇到的各种各样的大量具体问题，都可以通过技术和经济的途径来解决。但是，除了要解决技术和经济问题外，尚有一些重大决策问题，仅靠技术和经济条件是难以解决的，它还牵涉到许多有关的原则、方针和政策，这就是在基本建设中必须贯彻的技术政策问题。技术政策是把方针政策与技术经济相结合，对基本建设工程提出的统一要求。方针政策是指导，技术经济工作是基础，不遵循已定的方针政策，技术经济工作就会出现很大的盲目性；相反，不以坚实的技术经济工作为基础，方针政策就难以得到切实的贯彻执行。基本建设工程中的技术政策，是通过政府的法令、法规以及各部门的技术规范、规程来体现和贯彻执行的。

技术政策在资源开发利用、总体规划及重大工程项目的规划设计中，体现得最为突出。这方面如水资源的多目标开发或综合利用规划、能源资源的开发、投资费用分摊的政策、水库移民方针的实施等，都带有许多原则、方针政策性的问题，它们不可能完全靠利用技术

和经济的手段来解决。实际上,更好地贯彻已制订的技术政策,同样是为了取得更大的经济效益或实现长远效益。

水资源多目标综合利用开发是客观存在和实际的需要,它牵涉到不同目标和许多部门之间的错综复杂的非经济因素,不可能完全依靠经济手段来解决。例如,在经济与环境目标之间,难以找到统一方法对目标进行量化,并相互比较;防洪部门发生严重洪水灾害时,对洪泛地区广大人民造成的严重生命威胁和给社会带来极其不利的影响,也无法与发电或供水等部门产生的经济效益进行比较。

在许多具有综合利用性质的基本建设工程中,投资费用如何合理地在不同部门或单位之间分摊,就必须依靠立法才能进行,否则,无论理论原理和计算方法多么充分和正确,在实际工程建设中都不可能得以具体实施。我国建国以来在建设的许多水利水电工程项目中,都具有防洪、发电、灌溉和航运等综合利用功能。到目前为止,由于缺乏这方面的立法,建设所需投资都不能在各部门之间进行合理的分摊。在计划经济体制向社会主义市场经济体制进行转变的今天,商品生产必须遵循经济价值规律,投资费用应当与经济效益相联系,这个问题就显得非常突出。

对于一个具体的工程项目,在确定它的规模大小时,还会遇到不少的技术政策问题。以三峡水利枢纽工程为例,突出表现在防洪、发电、航运等关系上。建设高坝方案具有很大的经济效益和优越的经济指标,但由于高坝方案造成大范围的水库淹没,造成大面积的耕地损失,又需要进行大量的移民安置,在我国人多耕地少的情况下,移民安置就成了一个突出的困难问题;如果采用建筑低坝方案,则水能资源不能充分利用,中下游地区的防洪问题不能得到合理解决。最后,通过权衡各种因素的利害关系,确定采用目前的适中方案。

第四节 工程项目方案的比较与选择

一个工程项目,要满足一定时期经济发展的需求,事实上,往往有很多的方案可供选择,可以对某种资源进行不同地点和不同形式的开发,也可以采用具有同等功能的替代方案。工程项目方案选择可能有这样两种情况:一种是对工程项目的生产规模有一定要求,这时主要的任务就是要从各种可能的方案中,通过比较选择出经济上最好的方案;另一种是对工程项目的规模并没有限制,此时则要考虑在资源获得充分利用的同时,又能满足经济上最有利的要求。在大多数情况下,工程项目及其规模都是要同时考虑的,通过比较定出最后的方案。

为了使各种不同工程项目具有可比较性,在工程项目比较时必须遵守一定的基本原则,大致可包括这样几个方面:即所有提供比较的方案,在实施后都要能够满足经济发展的要求;方案在实施时,技术上应当是安全可靠的;方案在经济上的投资额应该在国家和地方实际能承受的范围内;它的经济、财务效益要符合有关规范或规程规定的要求;方案所需要的各种设备和材料,应是国家在建设期内能够提供的,或可以从国外引进;工程项目对环境生态产生的不利影响,应能够加以控制,不超出环保部门规定的要求范围;方案对社会引起的问题要能得到妥善的处理等。在考虑到这样一些原则的条件下,对于参加比较的各种工程项目方案,可以采用经济比较和综合分析论证的方法,选择出最佳的工程

项目。

工程项目方案比较的方法和步骤一般如下。

- (1) 根据经济发展规划的要求，参照上面讲述的原则，列出可供比较的各种工程方案。
- (2) 收集基本资料。一般包括：自然条件(如地形、地质、水文和气象等)、经济计算数据，以及有关设备、材料和劳力等。
- (3) 对各方案进行工程特征值和经济计算，定出相应的数值和经济效益。
- (4) 对各方案进行经济比较，按照经济的优劣进行方案排序，从中选择出经济最佳的工程项目方案。
- (5) 在已确定方案的经济效益、经济指标的基础上，结合环境评价、社会影响等综合分析，对选定工程方案作出全面评价和论证结论。

一般在选择工程项目时必然涉及到规模大小，所以在项目经济比较时，都要同时考虑规模的大小。不过项目经济比较时，由于方案较多，要求进行的经济计算工作量很大，故一般都用较为简化的计算方法，这样做在对各方案进行比较时，精度完全可以达到要求。工程项目选定后，为了确定资源是否确实可得到充分利用，可对工程规模进行最终的校核性选择。这时除了缩小各规模之间的差距，能使更多的方案参与比较外，在确定工程未来的运用条件时，应尽可能地反映出它的真实状况。同时在计算中，应用比较精确的方法，使用资料力求接近实际要求。通过最后的工程规模经济效益计算和比较，一定能选择出最有利的工程规模方案，既能获得最大的经济效益，又能达到最充分利用资源的目的。

第二章 工程项目的费用

第一节 工程项目的前期费用

在前面的基建程序中已经指出，水资源开发利用的程序一般包括：勘测规划、方案的可行性研究、初步和技术设计、施工建设期和运行期五个阶段。但从工程项目的经济特性来划分，可以较明显地划分为三个阶段：即工程开工前的准备阶段、从开工至建成的施工建设阶段以及建成后的运行阶段。在这一节中我们着重讲述工程开工以前的准备阶段所必须投入的费用，或称前期费用。其他两部分的费用将在以下各节中分别讨论。

任何一项大中型水资源工程项目，在没有获得国家有关部门的批准之前，国家都不会对该项目进行基建投资。然而，一个工程项目在完成国家审批建设之前，需要做大量的准备工作，在野外勘测和原始资料收集整理以及初期分析研究中，都需要耗费相应的费用。有关这些费用的计算，目前尚无明确的规定，一般只是按照需要完成的任务，由负责单位作出年度财政计划，报上级主管部门审批，主管单位则根据国家财政状况和实际需要确定费用的多少。

各类工程项目的前期工作复杂程度不同，因此，前期所需要的费用也可能相差很大，比较简单的工程，要求的前期工作不多，相应所耗费的费用也较少；相反，有些工程项目前期要做大量的工作，相应地要求投入较多的前期费用。例如一个纺织厂，只要选定了厂址，前期费用主要是设计费，用于其他的费用不多。而一个矿石开采工程项目的前期费用就要求很大，因为，从矿产的勘探到开采之前，对机器设备、物资、劳力以及交通道路的建设等都必须先行投入较多的费用。

水资源工程建设，在前期的勘测、规划及选择开发项目的过程中，要做大量的前期准备工作。为了选择出一个水资源开发工程项目，必须首先要进行流域总体规划，定出流域梯级开发方案。方案的比较选择，需要通过初步的经济比较，这就要多方收集和整理原始资料。如地形、地质、水文、泥沙以及淹没等，为了获得这些资料，相应的投入往往很大。

在工程项目没有通过审查和批准兴建之前，它不可能被列入国家的基建项目，也就不能获得基建投资拨款。在很长的一段时间内，工程前期所需要的资金，都由主管部门或单位根据每年的计划列出需要开展前期工作的工程项目，在事业费中适当增加一定数量的资金，作为相应工程项目的前期费用。这样往往因经费不足或没有明确的目标，使得工程的前期工作有时延误，不能按期完成预期的任务。

随着国家经济改革开放的深入发展，工程项目的资金由无偿拨款改为有偿使用。在前期费用方面也进行了相应的改革，其中作为国家基础建设的资金，从国家计划中直接拨款，例如，资源普查、钻探、地质矿产勘测等。另外，对工程项目的规划设计、野外勘测等所需要的费用，先由国家填支，到该工程列入基本建设项目时，再将它的前期费用计入工程总投资，作为工程项目投资的一部分。

第二节 工 程 投 资

工程项目投资是指一项工程从开工建设(包括开工前的施工准备阶段)直到建成完全投产的全过程中,所耗费的一切物资、材料、机械设备、道路交通、通讯设施、水电供应、临时性和永久性生活设施以及劳动力等能以货币表示的总价值。工程投资是一个非常重要的经济指标,它直接决定工程能否实施。在同类型的工程中,可以实施的工程往往有很多,但是在一定的建设时期内,由于实际的需要,以及财力、物力和劳力等条件的限制,能够被选定进行建设的工程项目总是有限的。在从众多的工程中选择有限的工程项目时,首先总是选择那些既能满足经济发展需要,又具有最佳经济指标的工程。

在国家的经济建设中,各部门建设的工程项目是多种多样的,如重工业、轻工业、交通运输业、水利和水电能源工程等。由于各种类型工程的功能要求、所处的自然条件和周围环境以及工程规模大小和技术复杂程度的不同,各项工程之间的投资差额可能相差很大。在计算投资时,有的工程项目比较简单,而有些则很复杂。例如,一座现代化的宾馆,虽然在房屋建设中它要求的投资较多,结构也比较复杂,可能需要几千万元,甚至上亿元的投资。但是,它比起需要投资几十亿元甚至几百亿元的一项大型综合利用的水利枢纽工程来,它的投资就显得很小。即使是在同类性质的不同型式的项目中,工程投资也会有很大的差别。以能源工程为例,一个同样规模的火电站与水电站,它们的投资就存在着很大的差别。

由此可见,工程投资的大小可能受到许多因素的影响,除了与工程规模直接有关外,还与一些客观的自然条件和技术复杂程度等有密切的关系。虽然各类工程项目之间的投资可能有很大差别,计算时的复杂程度也不一样。但是,对任何一项工程投资计算的方法和步骤,还是有着共同要求的。下面对工程项目投资计算的方法和步骤进行介绍。

在工程项目建设的各个阶段,都要进行投资计算,由于各阶段对工程项目所要求的工作深度不同,掌握的原始资料精确程度不一样,所以,计算出来的投资数额可能相差甚大。工程规划阶段着重于方案选择,该阶段的经济工作做得比较粗略,除一些基本资料外,许多工程数据大多是采用简化的计算方法估算出来的,这对各比较方案不会造成很大影响,可以较少的工作量,从大量的方案中选择出最优的工程项目。到可行性研究阶段,重点已从方案比较转移到工程项目的规模优化,这时对工程投资计算要求尽可能掌握较多的原始资料,根据工程规模,并考虑到建设可能发生的各种变化因素,以及可能采用的施工方案。该阶段的工程项目投资,是批准工程项目的主要经济依据。

通过工程项目审批,被确定为建设项目之后,工程项目就可以开始进行初步设计。工程初步设计阶段的投资计算非常关键,因为初步设计一旦被审查通过,工程就可以开工兴建。该阶段对工程项目的投资,必须进行较为详细的逐项计算,编制出工程项目的投资预算表,它是国家对工程项目投资拨款的依据。当工程项目进入最后的技施设计阶段,如果工程项目的方案没有发生重大变化,这时投资一般不会有较大的变化,工程投资可以不必进行修改。只有在工程项目基本方案发生重大的变化情况下,有可能引起投资较大的变化,才必须对原来的投资作相应的修改。

下面以水电工程为例，介绍投资计算方法和步骤。

一、基本资料

在对工程项目进行投资计算之前，首先要广泛地收集有关投资计算的原始资料。既要收集过去同类型工程的资料，以供比较参考；更要收集现有工程的实际资料，这些资料一般包括：各种钢筋、钢板、木材、水泥、钢筋混凝土、开采土石方的单位价格；启闭机、吊车以及水轮发电机组设备的价格；各种施工机械——汽车、推土机、起重机等的价格；各类房屋建筑标准以及各类施工人员和管理人员的工资水平等。

二、工程投资计算

一项工程的投资，是由许多部分组成的，在实际计算中，只能对那些主要的建筑物和基本设备作比较详细的计算，而对那些辅助性的建筑物和次要的设施部分，都采用分类计算的方法。水电工程的投资，可利用下列一般的公式计算，即

$$K_{HT} = K_{HC} + K_{HR} + K_{HS} + K_{HE} + K_{HF} + K_{HM} \quad (2-1)$$

式中 K_{HT} ——水电工程的总投资；

K_{HC} ——水电工程的土建部分投资；

K_{HR} ——水电工程的水库部分投资；

K_{HS} ——水电工程的金属结构及起重设备投资；

K_{HE} ——水电工程的机电设备投资；

K_{HF} ——水电工程的辅助工程投资；

K_{HM} ——水电工程的其他投资。

水电工程中的土建部分投资主要包括：水工建筑物——大坝(溢流坝和非溢流坝)、溢洪道、各类引水建筑物以及水电站厂房等。对这些建筑物都可以根据设计图纸的结构，求出它们的工程量，然后乘以相应的工程单价，就能够计算出它们的投资。

水库工程费用也是主要的投资部分，其中包括：水库库底部分的清理、水库淹没区移民的搬迁和新区的开发建设、护岸工程建筑物以及对可能受到浸没影响的地区的处理。按照现在采用的开发性移民方针的要求，需要对移民工程作出全面的规划设计，然后能依此估算出所需要的投资额。

金属结构及起重机械设备的投资，指溢洪设施上的各种控制闸门、拦污设备以及相应的起重设备，它们大多是根据金属结构设计，由厂家专门承制，其价值完全决定于工厂制造的标准价格，可以通过协商或谈判来决定。

机电设备由水轮机、发电机组，施工时需要的各种机器设备，如各种型号的汽车、拖拉机、推土机等组成，对于这部分机械设备所需要的投资，可以通过市场采购的价格来计算，根据确定的施工方案、需要的机械种类和数量即可确定。对于某些特殊设备，需要进行专门研制或从国外引进，对这部分投资要作专门计算。

辅助工程一般有：施工围堰、砂石采集设备和运输系统、混凝土拌和楼和运输系统、机械修配厂、工程需要的对外交通建设、水电供应系统以及生活和娱乐设施等。这些都可按照实际需要的规划设计进行估算。

工程中的其他部分，一般要占到工程投资的5%~15%，主要从两方面进行考虑：一方面是在工程建设过程中有些难以预计的额外支出，如工程原设计的某些部分需临时进行修

改，在工程中也难免出现各种工伤事故，处理时要求进行必要的赔偿和补助等；另一方面，有些消耗性材料、物资以及燃料等，难以事先作精确估计，无法一一详细列出。

以上各部分的投资分别计算出来之后，相加就可以获得工程的总投资。表 2-1 为我国某水电工程投资分类计算结果。

表 2-1 某水电工程的投资计算表

序号	项 目	投资(百万元)	序号	项 目	投资(百万元)
1	混凝土溢流坝	54.8	8	闸门及输水管	14.1
2	混凝土非溢流坝	29.4	9	各种起重设备	8.3
3	水库工程	4.3	10	升压变电站	20.2
4	水库费	150.5	11	辅助生产建设	31.8
5	厂房工程	17.3	12	其他	30.7
6	水力机械设备	42.1			
7	电力设备	46.6	总计		450.1

水电工程项目的投资，应包括前期费用和开工前的先期投资，如对外交通——铁路和公路建设费用。因为水利水电工程，大多位于河流中上游高山、边远地区，在修建工程之前，一般很少有现代化交通设施。工程需要运输大量的物资和大型机械设备。另外，施工场地和生活区的照明用电、供水系统、医疗卫生和娱乐设施等费用都应列入工程项目的总投资内。

另外，与工程项目有密切联系的配套工程投资，虽然不能算作工程项目的直接投资，但是，为了充分发挥工程效益，配套工程投资是不可缺少的，在进行不同方案的经济比较时，必须加以考虑。例如，一座煤矿的矿井建设投资，作为煤炭开采工程项目，按设计煤炭年产量进行矿井设计建设，所投入的全部资金即为该煤矿工程的投资。但是，煤矿开采地与使用煤炭的各类用户之间，往往需要通过长距离的运输，才能实现煤炭的使用价值。这就需要进行相应的铁路、公路和港口码头等设施建设，如果没有这些工程与矿井相配套，开采出来的煤炭就难以达到使用的目的。

正是由于上述原因，在进行工程项目的方案经济比较时，在某种情况下，配套工程的投资必须进行计算，假如建设一项发电工程，当建设水电站时，通常因电站到用户之间的距离较远，利用高压系统进行长距离输电是不可缺少的手段，这可看作必须的水电配套工程投资；相反，当建设火电站时，由于不受自然条件的限制，可以选择在用电中心地区建站，不过运输发电所使用的燃料，如上面所述，要进行相应的运输系统配套工程建设。这样在进行两方案的经济比较时，必须将电站本身加上各自相应的配套工程投资，进行综合经济比较，才能真正地体现出工程项目的经济性。

三、影响工程项目投资的主要因素

事实上，一项工程的确切投资，只有在工程建成以后，通过对工程整个建设期的财务核算，才能确切地得出工程投资额。所以，我们在工程规划设计的各阶段，对工程投资所作的估算或预算，都只是预测性的计算。这种预测性投资计算与最终财务核算的接近程度，将受到许多因素的影响。一般说来，随着工程设计阶段的深入，两个数字也就越来越接近。实践证明，只要对工程投资计算采取实事求是的科学态度，完全可能使预测性的投资变化，

控制在规定允许的范围之内。

对于一项工程预测的投资计算，能否做到与工程实际投资相符合，主要取决于下列三个方面。

(1) 工程建设的总体施工方案要正确。我国已建的水电工程表明，只要按科学方法组织施工，大多能得到较好的结果。只要严格按基建程序办事，通过各级部门审批，正确地制订施工方案是完全可以保证的。

(2) 全面地收集和掌握基本资料，可以提高工程投资计算的精度。使用的原始资料是否能满足相应设计阶段对计算精度的要求，是进行投资计算的关键。在今天所采用的计算方法和手段都已能达到很高精度的要求。

(3) 物价的调整和通货膨胀对投资的影响。因为一项大型水电工程的建设期，从准备开工到建成往往需要相当长的时间，特别是大型综合水利枢纽工程建设，一般至少需要8~10年，有的甚至更长。在这样长的时间内，与工程建设有关的各种建筑材料、机械、设备以及劳力等价格必然有很大变化，并可能发生通货膨胀，这些对工程投资肯定会产生影响。至于物价在将来可能进行何种程度的变化，以及通货膨胀何时会发生、程度如何，则要受到不同时期社会和经济的许多因素的影响，对此往往难以预计。在工程实践过程中，克服物价变化和通货膨胀产生影响的办法，只能是根据不同时期的市场价格变化，及时的调整投资，同时在投资计算中留有一定的余地。

第三节 工 程 造 价

上面已经详细地介绍了工程投资，对工程造价只要作简要的叙述就能明了。工程造价是指从工程建设的总投资中，减去应核销的支出费用(如职工培训费、施工单位转移费和劳保支出等)和可能回收的部分投资。这部分投资是指工程完成后，在施工过程中尚有部分物资、机械设备、生产和生活资料等，虽然在施工期曾经使用过，而且已有不同程度的损坏，但仍有一定的使用价值，还可折价处理或有偿转让给运行管理单位，从中回收部分资金。

第四节 固 定 资 产 及 其 折 旧

一、固定资产的形成

在上节中，我们已经介绍了工程项目的投资与造价的关系，它们与固定资产的形成具有十分密切的关系。固定资产是工程建成后，该工程能够移交给运行管理单位的各种建筑物、设施、机械设备、机器装备、生活设施以及房屋建筑物等所有实物所形成的价值，一般也称资产原值。

工程总投资按耗费的性质可以将其分为两大类。

一类为生产资料的投资，它是形成工程固定资产的主要物质基础，工程的经济效益完全依靠这些来产生。这部分占工程总投资比例的大小，则完全取决于工程的类型和性质。例如水资源开发中的水力发电工程，有大坝、溢流建筑物、引水建筑、发电厂房和水轮发电机组、高压变电站以及管理和生活设施等，都属于该项工程的固定资产。