

新编土木工程技术丛书

清华大学土木工程系 组织编写

丛书主编 崔京浩

建设工程项目投资控制 与合同管理

卢谦 编著



中国水利水电出版社
www.waterpub.com.cn

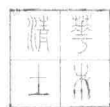
新编土木工程技术丛书

清华大学土木工程系 组织编写

丛书主编 崔京浩

建设工程项目投资控制 与合同管理

卢谦 编著



中国水利水电出版社
www.waterpub.com.cn

内 容 提 要

本书系统地阐述了建设工程项目投资控制与合同管理的主要内容,包括:建设工程项目管理绪论、建设工程投资控制中应用的建筑经济方法、建设工程项目前期的造价控制、建筑安装工程费的计价模式、国内外建设工程合同概述、FIDIC《土木工程施工合同条件》的应用及各版对比、工程施工中的索赔和争端处理、建设工程项目的风险管理、建设工程的担保和保险。

本书可供从事建设工程项目管理的工程技术和管理人员参考使用,也可作为大专院校和培训班有关课程的教材或参考书。

图书在版编目(CIP)数据

建设工程项目投资控制与合同管理 / 卢谦编著. --
北京:中国水利水电出版社, 2013. 7
(新编土木工程技术丛书)
ISBN 978-7-5170-1090-6

I. ①建… II. ①卢… III. ①基本建设投资—控制②
建筑工程—经济合同—管理 IV. ①F283②TU723.1

中国版本图书馆CIP数据核字(2013)第172911号

书 名	新编土木工程技术丛书 建设工程项目投资控制与合同管理 清华大学土木工程系 组织编写
作 者	丛书主编 崔京浩 卢谦 编著
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	中国水利水电出版社微机排版中心
印 刷	北京瑞斯通印务发展有限公司
规 格	184mm×260mm 16开本 17.25印张 409千字
版 次	2013年7月第1版 2013年7月第1次印刷
印 数	0001—3000册
定 价	35.00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

序

土木工程——一个古老而又年轻的学科。

国务院学位委员会在学科简介中为土木工程所下的定义是：“土木工程 (Civil Engineering) 是建造各类工程设施的科学技术的统称。它既指工程建设的对象，即建造在地上、地下、水中的各种工程设施，也指所应用的材料、设备和所进行的勘测、设计、施工、保养、维修等专业技术。”

英语中“civil”一词的意义是“民间的，民用的”。“Civil Engineering”一词最初是对应于军事工程 (Military Engineering) 而诞生的，它是指除了服务于战争设施以外的一切为了生活和生产所需要的民用工程设施的总称，后来这个界定就不那么明确了。随着科技的进步与发展，防护防灾工程、航天发射塔井、海上采油平台、通信线路敷设、核电站工程等也都不同程度地属于土木工程的范畴，特别是这些项目的基础性建设。土木工程是专业覆盖面和行业涉及面极广的一级学科。

相对于机械工程等传统学科而言，土木工程诞生得更早，其发展及演变历史更为古老。同时，它又是一个生命力极强的学科，它强大的生命力源于人类生活乃至生存对它的依赖，甚至可以毫不夸张地说，只要有人类存在，土木工程就有着强大的社会需求和广阔的发展空间。

土木工程是国家的基础产业和支柱产业，是开发和吸纳我国劳动力资源的一个重要平台，由于它投入大、带动的行业多，对国民经济的消长具有举足轻重的作用。改革开放后，我国国民经济持续高涨，土建行业的贡献率达到 1/3；多年来，我国固定资产的投入接近甚至超过 GDP 总量的 50%，其中绝大多数都与土建行业有关。随着城市化的发展，这一趋势还将继续呈现增长的势头。

随着技术的进步和时代的发展，土木工程不断注入新鲜血液，显示出勃勃生机。其中工程材料的发展和力学理论的发展起着最为重要的推动作用。现代土木工程早已不是传统意义上的砖、瓦、灰、砂、石，而是由新理论、新技术、新材料、新工艺、新方法武装起来的，为众多领域和行业不可或缺的一个大型综合性学科，一个古老而又年轻的学科。

综上所述，土木工程是一个历史悠久、生命力强、投入巨大、对国民经济具有拉动作用、专业覆盖面和行业涉及面极广的一级学科和大型综合性产

业，随着时代的发展和科技的进步，为它编写一套新技术丛书既是社会的召唤和需求，也是我们的责任和义务。

清华大学土木工程系是清华大学建校后成立最早的科系之一，历史悠久，实力也比较雄厚，有较强的社会影响和较广泛的社会联系，组编一套“新编土木工程技术丛书”，既是应尽的责任也是一份贡献，但面对土木工程这样一个覆盖面极广的一级学科，我们组织编写实际起两个作用：其一是组织工作，组织广大兄弟院校及科研设计施工部门的专家和学者们编写；其二是保证质量，我们有一个较为完善的专家库，必要时请专家审阅、定稿。

这套书编写的原则遵循一个“新”字。一方面，“新”体现在组织选编的书目上，当然首选那些与国家建设息息相关、内容新颖、时代感强的书，改革开放以来，国家建设部门除对传统的土木工程结构的计算设计与施工等方面有了长足的改进和发展以外，还对运行管理、经济分析、安全保障、质量监控、交通分析及现代高科技建设过程的基础性工程等方面的需求日益迫切，在书目选择上我们有意识地在这一方面有所侧重；另一方面，“新”体现在内容上，即努力反映新理论、新规范、新技术、新方法、新技术成果。

这套丛书的读者对象是比较宽泛的，除高等学校师生及土木工程技术人员以外，对建设部门管理人员也是一套很有指导意义的参考读物。特别需要指出的是，这套书的作者几乎全是高等学校的教授，职业决定了他们写书在逻辑性、条理性和可读性诸方面有其独特的优势。在组织编写时我们又强调了深入浅出、说理透彻、理论与实际并重的原则，以便大专院校作为教材或研究生的参考书予以选用。

崔京浩 于清华园

崔京浩，男，山东淄博人。清华大学结构力学研究生毕业，改革开放后赴挪威皇家科学技术委员会做博士后，从事围岩应力分析的研究。先后发表论文 180 多篇，出版 8 本专著（其中有与他人合著者），参加并组织编写巨著《中国土木工程指南》，任副主编兼编辑办公室主任，并为该书撰写绪论；主持编写由清华大学土木工程系组编的“土木工程新技术丛书”和“简明土木工程系列专辑”并任主编。先后任清华大学土木系副主任、学术委员会副主任、消防协会常务理事、中国力学学会理事、《工程力学》学报主编，享受国务院特殊津贴。

前 言

感谢广大读者的支持,《建设工程招标投标与合同管理》一书,自2001年10月问世以来,包括第二版在内,至2011年7月,已印刷14次。过去的10年是国内外建设工程招投标模式与合同管理迅速发展的10年。在新的发展与形势下,出版社与清华大学土木工程系大力支持编写此书的新版。笔者虽年迈体衰,仍奋力新编此书,以回报读者的厚爱。新版的编写在指导思想和内容安排上与以前两版相比,略有改动,谨向读者说明如下:

(1) 编写指导思想方面——鉴于当前地球环境与生态遭受到严重破坏,我国政府极其重视建设工程中的绿化建筑、低碳、环保等问题,并进行研究探讨,谋求解决和改善目前人类的处境,确保社会的可持续发展。笔者从2006年起参加了原建设部和中国科学院工程院与此有关的四项政策性科研课题,在国内许多城市做了调查研究,并对东西方哲学进行对比,开始认识到,科学技术的发展必须要以人类与自然界和谐共处为核心,而提出了整体系统论的观点。2000多年前的都江堰工程,由于李冰父子吸取群众智慧,不修大坝而一揽子解决了岷江防洪、排除沙石。引水灌溉等问题,使川西平原成为鱼米粮仓。至今仍在发挥作用,成为世界水利工程的奇迹,也是符合整体系统论观点的一个范例。近代的埃及阿斯旺大坝,我国的三门峡水坝等,由于没有从总体上考虑对自然的影响,而造成严重的后患。历史的经验值得借鉴,因此,新版中首先通过实例阐明整体系统论的观点在建设工程项目管理中的重要性。

(2) 内容安排方面——不少读者认为改版时,能否将招投标与合同管理单独成册,以便于教学安排,并建议增加进度控制、质量控制等内容以及将书名改为“建设工程项目管理”,以适应当前教学与培训的需求。笔者认为读者的上述希望和建议非常正确,经与出版社商谈后,此次改版,编为两册,即《建设工程项目招标投标和进度管理》和《建设工程项目投资控制与合同管理》。内容仍以结合实际和列举案例为主。这样安排是否恰当,敬请读者在使用中提出宝贵意见和建议。

编写过程中学习、参考和引用了陈肇元、遇平静、邸小坛、方东平、王守清、王雪青、何伯森、佟一哲、王秉桐、徐崇禄、程慧玲、马太建、江景

波、杨俊杰、林爱莲、唐连珏等专家教授著作中的部分内容，谨致以衷心的感谢。

对中国水利水电出版社的支持及卢武、阎捷和卢歆在计算机使用中的协助表示感谢。

限于笔者水平，新版中定有错误和不当之处，希望读者与专家惠予指正。

卢谦

2013年2月于清华园

《建设工程招标投标与合同管理》第二版前言

本书第一版自 2001 年 10 月问世后，在广大读者的支持下，4 年中已印刷 5 次。在此期间，我国加入了世界贸易组织（WTO），国内建设业发展和改革进一步深化，有关项目管理、施工安全、规范的强制性条款、造价管理等规范与规定相继颁布执行，特别是从 2003 年 7 月起在全国范围内开始推行《建设工程工程量清单计价规程》，逐步摆脱计划经济下的官方定额的束缚，企业要自己制定企业的定额，参加投标的竞争。这一切将使我国建设业进一步与国际惯例接轨，以迎接加入世贸后来自国内外的挑战。

鉴于以上形势，读者频繁致函作者，希望本书再版，并提出了在新版中能看到上述新形势下的有关新内容。在读者的爱护和督促下，2004 年 10 月大病初愈后，结合在国内外学习和介绍我国建设业新成就、改革新精神、宣传贯彻新文件和规范的体会，以及近年来参与改革实践的经验与教训，历时四月，完成再版书稿。再版编写精神和内容与初版相同，即理论与实际密切结合，但较偏重实用。因此加强了案例和实际问题的分析。对有些问题，提出了作者的看法，例如工程量清单综合单价的应用等。希望读者对这些不成熟、甚至是错误的看法，严加剖析，惠予指正，以便修改。在此谨预致谢忱。

编写过程中参考引用了唐连珏、张琰、雷胜强、佟一哲、何伯森、陈慧玲、马太建、王秉桐、徐崇禄、杨俊杰等同志著作中的部分内容，谨在此致以衷心的感谢。

限于作者水平，书中定有错误和不当之处，再次希望读者和专家们指正。

卢谦

2005 年 1 月于清华大学

《建设工程招标投标与合同管理》第一版前言

建国以来，我国建筑业经历了巨大的变化，施工技术水平早已跻身于世界先进行列；但由于历史原因，我国建设工程的管理，与国际水平相比仍存在差距。改革开放后，从1978年起，我国建筑企业开始进入国际承包市场，开展了国际工程承包与劳务合作经营，取得了经验，也认识到自身的不足之处，并对国内工程建设的改革起了重要的推动作用。

与此同时，国内世界银行贷款工程项目及其他等利用外资的工程项目则要求实施国际公开招标和按国际惯例进行管理，特别是“鲁布革水电站引水工程”的按国际惯例招标和项目管理的成功经验，进一步加快了我国工程建设体制改革的步伐。政府为此相继颁发和推行了有关招标投标、合同管理和建设监理的法规及条例。近年来颁行的《中华人民共和国建筑法》、《中华人民共和国招标投标法》等法规以及《建设工程施工合同》示范文本修订本等，为改善和加强招标投标及合同管理奠定了健全的基础。

目前，我国已加入世界贸易组织（WTO），我国建设业又将进入一个关键性的改革阶段。如何在国外建筑企业即将涌入国内工程承包市场的新形势下，沉着应战，化挑战为机遇，促进我国经济的发展，同时促使更多的我国建设企业能把握这一宝贵时机，走出国门，奋力开拓国际承包业务，已成为我国建设业当前面临的光荣而艰巨的任务。

为了实现这一历史性任务，我国从事建筑业的工程技术和管理人员应当更好地熟悉掌握国际承包市场的运作体制和方法，能够按照国家规定或国际惯例编制招标文件和组织招标，参加投标、争取中标，中标后管理和履行好合同，以实现预期的利润，并取得良好的信誉。在加入世贸后新形势的指引下，适用人才的培训便成为首要的任务，这也是编写本书的目的之一，即能为有关人员的学习和培训提供一本适用的资料。

根据上述我国建设业面临的新形势和新要求，本书主要阐述建设工程的招标、投标与合同管理，既介绍国内的经验和做法，又较系统地阐明国际惯用的方法，例如世界银行工程招标文件和国际咨询工程师联合会（FIDIC）合同条件的有关规定和其具体应用。对在我国推行工程担保保证和保险制度也作了简短的探讨。本书编写过程中参考和引用了唐连珏、张琰、雷胜强、何

伯森、陈慧玲、马太建、王秉桐、徐崇禄等同志著作中的部分内容，谨在此致以衷心的感谢。本书可供从事建设工程项目管理的工程技术和管理人员参考使用，也可作为大专学校有关课程的参考教材。

限于编者水平，书中定有错误和不当之处，敬希望读者和专家们指正。

卢谦

2001年10月于清华大学

目 录

序

前言

《建设工程招标投标与合同管理》第二版前言

《建设工程招标投标与合同管理》第一版前言

第一章 建设工程项目管理绪论

第一节	建设工程项目管理的定义和内涵	1
第二节	工程项目管理的特点和重点	3
第三节	项目管理的动态控制	6
第四节	项目管理在我国应用及发展简况	7

第二章 建设工程投资控制中应用的建筑经济方法

第一节	资金的时间价值	13
第二节	设备购置和租赁的技术经济分析	19
第三节	设备更新问题	25
第四节	价值工程及其应用	29

第三章 建设工程项目前期的造价控制

第一节	建设工程造价控制概述	34
第二节	投资项目的可行性研究	37
第三节	建设工程项目投资估算	47

第四章 建筑安装工程费的计价模式

第一节	建设工程定额的类别	58
第二节	施工定额	59
第三节	预算定额和单位估价表	62
第四节	建设工程设计概算	65
第五节	建设工程项目施工图预算	68
第六节	工程量清单计价	73
第七节	招标控制价和投标价的编制	81

第五章 国内外建设工程合同概述

第一节	合同的定义及合同的类型	87
-----	-------------	----

第二节	国内建设工程合同的类型与内容	89
第三节	内地建设工程合同管理案例及相关建议	124
第四节	国际工程施工合同简介	126
第五节	有关经济贸易的国际公约及惯例	128

第六章 FIDIC《土木工程施工合同条件》的应用及各版对比

第一节	FIDIC《土木工程施工合同条件》各版本简介	132
第二节	FIDIC 合同条件的内容组成	138
第三节	FIDIC 合同条件的特点	139
第四节	FIDIC 合同条件中有关期中付款的规定	140
第五节	FIDIC 施工合同条件第四版和 1999 年第一版的对比	152

第七章 工程施工中的索赔和争端处理

第一节	施工中的索赔	161
第二节	施工索赔的分析方法	171
第三节	监理工程师在索赔管理中的原则和主要任务	181
第四节	索赔管理的重要性和发展趋势	184
第五节	争端的解决	185

第八章 建设工程项目的风险管理

第一节	建设工程项目风险管理概述	191
第二节	建设项目风险管理计划	193
第三节	风险管理的措施	196
第四节	建设工程项目的风险识别	203
第五节	风险分析与评估	213
第六节	风险评估的方法	218

第九章 建设工程的担保和保险

第一节	我国工程担保和保险制度的市场背景和现状	224
第二节	建设工程担保	225
第三节	工程保险	229
第四节	建筑工程保险	232
第五节	安装工程险	240
第六节	职业责任保险	245
第七节	对建设工程担保发展的回顾与评述	249
附录	关于印发《建筑安装工程费用项目组成》的通知	256
参考文献		263

第一章 建设工程项目管理绪论

项目是人们经过深思熟虑后计划要做的一件比较复杂的大事。英语把项目称为 project，也是“想通了、想透了（pro-）再抛出去（-ject）的事”。所以，项目不同于一般的事，它有以下特征。

- (1) 具有特定的对象，并以其实现的绩效为主要目标。
- (2) 应在一定的时间内完成，有资金限制，完成后对社会有一定的使用或服务功能。
- (3) 一次性，相同的两个项目在不同的地点和环境下，其实现过程和效果不会相同。
- (4) 成果好坏的不可挽回或难以挽回性。
- (5) 完成项目所组织的机构的临时性和开放性。

建造水坝、桥梁或房屋建筑都具以上述特征，因此，建设工程属于项目范畴，但项目不仅包括建设工程，像研发一种武器、一项科研任务、登月计划等都是项目。

第二次世界大战后，科学技术发展异常迅速，项目愈趋复杂，参与项目的利益相关者愈来愈多，必须采用先进的方法和技术来管理，“项目管理”这门学科遂应运而生。为了与上述招投标教材相配合，本书主要内容是阐述建设工程项目管理的投资控制、合同管理和风险管理。

第一节 建设工程项目管理的定义和内涵

自 1949 年以来，对于建设工程项目管理（下文中简称“建设项目管理”），在认识上经历了一个不断深化的过程。新中国成立初期百废待兴，首先要抓大规模的工程建设。因而建设项目管理的重点在“新建”，对“在役建筑的保养维修”考虑较少，出了问题才去管理。在改革开放以前的计划经济时期，建设项目管理也只包括建设咱们的立项、规划、设计、施工和交付使用。基于政府各部委的分工，人们大多认为建设项目管理主要就是“建设项目的施工管理”。我国的《建筑法》也是以“建设工程的施工安装活动”为主要对象。

随着市场经济的出现和发展，人们不禁认识到，项目应当由投资的单位、法人、甚至个人依据国家的法规来管理，而且这种管理应当贯彻于项目的全寿命周期的始终。

如图 1-1 所示，建设项目全寿命周期的内涵在我国同样经立了不断深化的过程。世界银行和亚洲开发银行的贷款项目，虽然在贷款决策的评估阶段考虑到项目的使用维修，贷款协议签订后，对项目在其全寿命周期内的管理仍然局限于该项目的贷款周期。

2011 年 12 月 20 日国务院公布的《中华人民共和国招标投标法实施条例》，自 2012 年 2 月 1 日起施行。该条例第一条和第二条明确界定了工程建设项目和其内涵的定义，即：“工程建设项目是指工程以及与工程建设有关的货物、服务；其中所称工程指建设工程，包括建筑物和构筑物的新建、改建、扩建及其相关的装修、拆除、修缮等；所称与工

阶段	投资决策	设计	施工	使用（含维护、修理、改建）	拆除及废弃物处理
改革开放前	考虑比较简单			不够重视，出了问题才修理	很少考虑
世行亚行贷款项目				只在项目投资决策评估中考虑	很少考虑
全寿命管理				为贯彻全寿命管理制度，迫切需要制定相关配套法规，以明确各方的责任与义务	
整体全寿命管理				考虑人类可持续发展与环境保护	

图 1-1 我国建设项目全寿命管理内涵的发展

程建设有关的货物，是指构成工程不可分割的组成部分，且为实现工程基本功能所必需的设备、材料等；所称与工程建设有关的服务，是指为完成工程所需的勘察、设计、监理等服务”。

因此，建设工程的寿命周期向前延伸到你前期决策向后则延伸到你使用管理、维护、质量安全鉴定、直到拆除和废弃物处理。工程项目管理可定义为“对项目从论证、立项、筹资、计划、组织、实施、建成、使用、维修、直到拆除和废料处理的全寿命管理”。

在原建设部和中国科学院工程院 2005—2011 的有关建设工程管理制度科研课题的研究中，研究课题组考虑到当前人类恣意榨取、破坏自然的结果，全球生态系统遭遇严重威胁与恶化。本来为人类造福的科技发展，却使人类陷于难以摆脱的困境。以建筑业而论，目前全球房地产及相关领域造成了 70% 的温室效应。全球 40% 的二氧化碳排放量来自建筑物，而中国建筑能耗在能源耗费总量的比重已从 20 世纪 70 年代末的 10%，上升到近年来的 27% 左右，并以每年 1% 的平均速度增长。通过对东西方文化、哲学和科学技术发展的对比，启发课题组提出一个观点，即：目前分析和处理当代问题时，目标首先应当着眼于人类如何与自然动态而整体地协调，应有利于地球和人类的持续生存。因而提出应以“全寿命整体系统分析论或整体系统观（Holistic Life-Cycle System Approach）”为依据，其目标如图 1-2 所示。

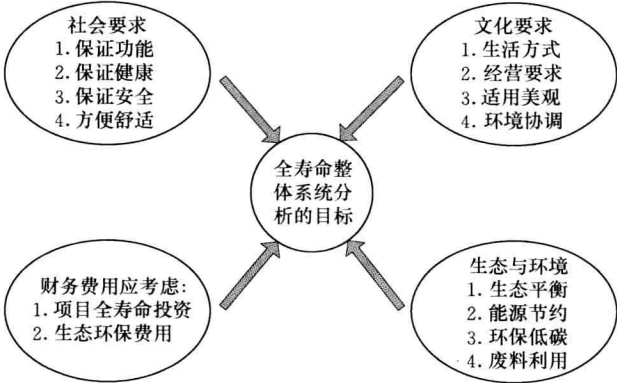


图 1-2 全寿命整体系统分析的目标（以建设工程项目为例）

第二节 工程项目管理的特点和重点

一、项目管理的特点

项目管理的特点主要有三个方面。

- (1) 管理方式。“程序化，动态化，体系化”，随着计算机应用的发展，目前已向“可视化”发展。
- (2) 管理目标。在满足环保等条件下，管理目标是“以客户为中心，使利益相关者满意”。
- (3) 管理的主导思想。依据总系统论的“以计划为中心的优化组合与动态管理”。

二、项目管理的特点

经济学者从 20 世纪 80 年代起就提醒人们要重视项目的全寿命管理。图 1-3 说明项目各阶段对项目累计费用的影响程度，图 1-4 是美国能源部对项目全寿命周期成本分布的统计结果。

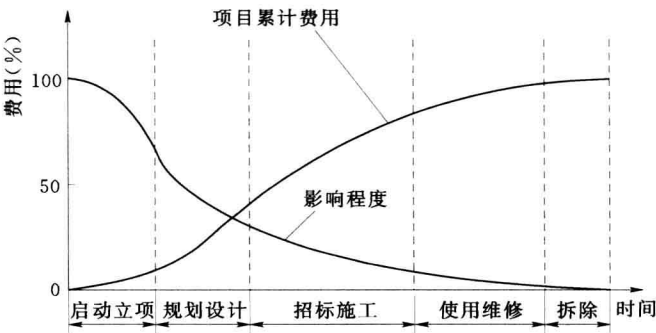


图 1-3 工程项目全寿命各阶段对项目累计费用的影响程度

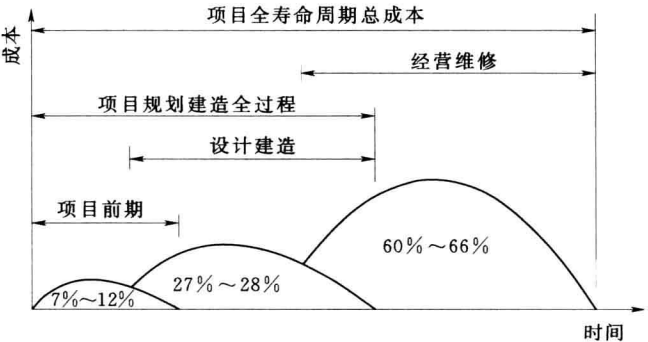


图 1-4 全寿命周期成本的分布

[资料来源：美国能源部（DOE），Life Cycle Estimaec. 1997]

由图 1-3 和图 1-4 可以看出，项目管理的各个阶段对项目累计费用和效益的影响是不同的，见表 1-1。

表 1-1 项目管理各阶段对项目累计费用和效益的影响

项目	启动立项	规划设计	招标施工	使用维修	拆除
各阶段投入比较	1	3	4	5	2
对累计费用的影响	5	4	3	2	1

注 5 表示最大，依次递减。

表 1-1 说明，启动立项阶段对总费用乃至项目的效益影响最大，甚至影响项目的成败，参见以下案例。

从下面介绍的建设工程实例中，可以看出，在项目启动立项阶段，特别是在前期可行性研究阶段中，必须整体地通过认真调查和勘察确认该项目的建设方案是否会对原来生态、居民等有负面的影响，如何保证不会出现负面影响或将其减少到最低限度，如何实现其经久而安全的建造、使用和维修等。下面介绍三个实际案例说明。

【案例 1-1】 德国某褐煤露天开采工程的规划与实施

1981 年笔者访问了西德一个露天开采的褐煤矿区，很受启发。其规划、组织与实施符合了整体系统分析的思路。结果不但挖出褐煤发电，保护了耕植土，农民最后又回到了祖祖辈辈赖以生活而又经过优化的家园，继续勤劳耕作生产。整个过程的规划及实施如图 1-5 所示。

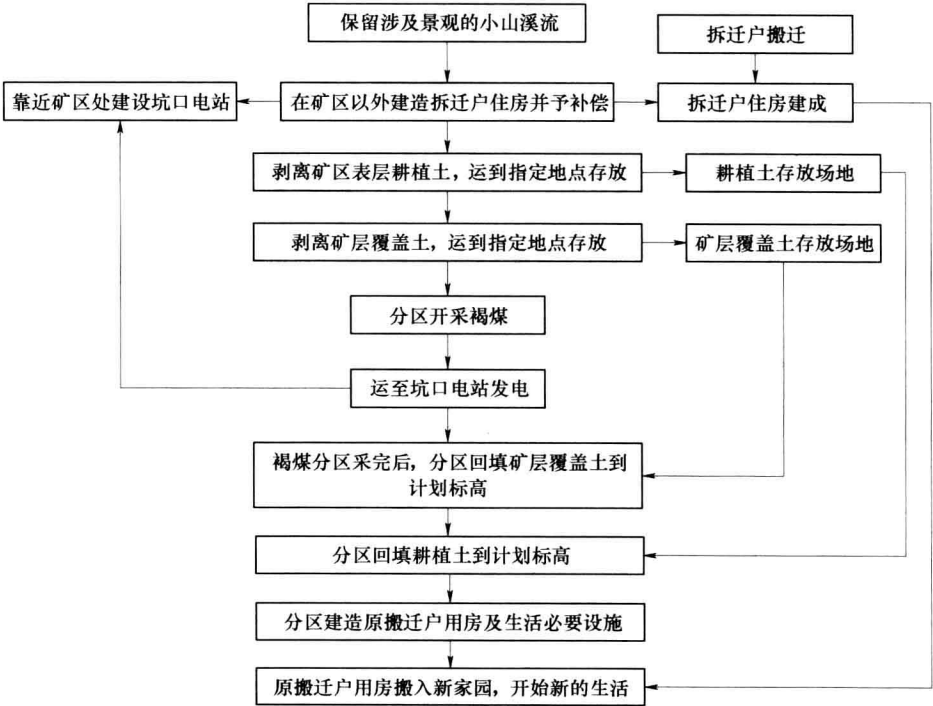


图 1-5 原西德某褐煤矿区露天开采的规划及实施流程图

【案例 1-2】 香港特别行政区从上水到落马洲铁路支线的建设

1994 年为改善深圳、香港过境交通，香港特别行政区政府计划从新界上水车站向落

马洲修建一条铁路支线。由于路线经过一片为生态保留的低洼湿地，决策时有两种备选方案。一是建桥架空通过，势必严重破坏湿地的生态。另一方案是从开挖隧道从地下通过，这样可以保全湿地，但要增加投资和拖长工期。由于香港法律健全，执法严格，且重视沿线居民意见，最终采取了开挖隧道方案，其立项到开工的过程见表 1-2。

表 1-2 我国香港特别行政区从上水到落马洲铁路支线的建设过程

年份	过 程
1994	香港政府确定建设该支线
1998	香港政府委托九广铁路公司 KCRC 提交落马洲支线方案项目建议书，该建议书采用了架桥方案
1999	香港政府 1999 年接受了 KCRC 的建议书，预计 2004 年竣工
2000	4 月 KCRC 向环保署提交环境影响评估（EIA）；10 月环保署拒绝颁发环境许可证；11 月 KCRC 对环保署的决定提出上诉
2001	1 月上诉委员会驳回了 KCRC 的上诉后，KCRC 改用开挖隧道方案，提交了环境影响评估；3 月环保署批准了该环境影响评估；6 月立法局批准了该项目建议书；12 月开始动工

修订方案采取从地下穿过该区的方案，对原来生态环境及居民居住和休闲无影响，但为此增加投资 20 亿港元，且竣工拖后了 3 年。这个案例说明：当一个国家或地区经济发展到一定水平时，应当重视环保问题，为保护人类所居住的地球做出贡献。

应当指出，基于整体系统观的全寿命管理目的在于保障人类和自然的可持续发展，有时甚至可能会增加投资，延长工期。但这正像人们花较少的钱做体格检查。如果体检发现了患有疾病就可及早医治。否则不去做体检，等到疾病发展严重，再去医治，不但花钱更多，往往无法治愈了。

【案例 1-3】 赵州桥（图 1-6）

赵州桥，又名安济桥，位于河北省赵县洺河上，它是世界上现存最早、保存最好的巨大石拱桥。建于隋朝大业（605—618）年间，是著名匠师李春建造。桥长 64.40m，跨径 37.02m，券高 7.23m，是当今世界上跨径最大、建造最早的单孔敞肩型石拱桥。因桥两端肩部各有两个小孔，不是实的，敞开的小拱在减轻桥身的重量同时，又起到减少流水冲力的作用。这在当时是世界桥梁中的首创。称为敞肩桥，这是世界造桥史的一个创举。该桥在选址、设计和施工方面有下列优点。



图 1-6 赵州桥

（1）采用圆弧拱形式，改变了我国大石桥多为半圆形拱的传统。我国古代石桥拱形大多为半圆形，这种形式比较优美、完整，但也存在两方面的缺陷：一是交通不便；二是施工不利。为此，李春和工匠们一起创造性地采用了圆弧拱形式，使石拱高度大大降低。当然圆弧形拱对两端桥基的水平推力相应增大，需要对桥基的施工提出更高的要求。

（2）桥址选择比较合理，使桥基稳固牢靠。李春经过周密勘查和比较，选择了洺河两