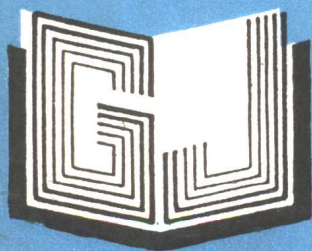


983174

高等学校教材



# 水资源系统分析与规划

成都科学技术大学 张永平  
武汉水利电力大学 陈惠源  
合编



高等学校教材

---

# 水资源系统分析与规划

成都科学技术大学 张永平  
武汉水利电力大学 陈惠源 合编

水利电力出版社

(京)新登字 115 号

高等学校教材  
水资源系统分析与规划  
成都科学技术大学 张永平 合编  
武汉水利电力大学 陈惠源

水利电力出版社出版

(北京三里河路 6 号)

新华书店北京发行所发行·各地新华书店经售

北京市朝阳区小红门印刷厂印刷

787×1092 毫米 16 开本 8.5 印张 187 千字

1995 年 9 月第一版 1995 年 9 月北京第一次印刷

印数 0001—1000 册

ISBN 7-120-02219-9/TV·879

定价 5.00 元

## 内 容 提 要

本书为高等学校“水资源规划及利用”专业本科教材。主要内容有：水资源规划学科的发展史，有关基本概念，防洪、水力发电、给水等水资源系统分析，以及风险分析等。重点介绍了该学科的基本方法及其应用。对于从事防洪、发电、给水、灌溉、环境等综合利用规划与管理的研究及实际工作人员，也有参考价值。

## 前 言

《水资源系统分析与规划》是由高等学校水利水电类专业教学委员会 1988 年第一次全体委员会（南京，1988 年 6 月）确定，经水利部批准的“水资源规划及利用”专业本科教材。主要内容包括：水资源规划学科的发展史，有关基本概念，防洪、水力发电、给水等水资源系统分析，以及风险分析等。重点介绍了该学科的基本方法及其应用。该课程的先修课主要包括概率论及数理统计，数学规划，水文学，以及水资源开发利用等。

本教材是在参考国内外有关文献资料的基础上，结合作者的教学经验编写出来的。作者尽量作到深入浅出，注重概念正确及方法实用，而不追求面面俱到或包罗万象。编写本教材的基本宗旨在于使学生从概念上和方法上掌握水资源系统规划的要领，从而有能力根据工作需要迅速查到相应的参考文献，并用于解决实际问题。本教材的不少部分还可以供研究生及科研、生产单位的有关技术人员学习、参考。

作者衷心希望同行专家们的批评指正，也欢迎初学者提出宝贵意见，以便更臻完善。在此要感谢本书主审人叶秉如教授及责任编辑，从书稿交出到最后审定、出版，他们花费了大量的心血。

陈惠源完成本教材第三、四、五、六共 4 章的编写，这些章集中了水资源系统规划主要方面的具体方法。张水平编写了其余部分并负责全书统稿。

# 目 录

## 前 言

第一章 绪论 .....	1
第一节 水资源规划的发展史 .....	1
第二节 水资源规划的基本术语及定义 .....	2
第三节 水资源规划的一般过程 .....	3
第四节 水和水资源的区别 .....	4
第二章 水资源规划中的一些工程概念及经济概念 .....	6
第一节 规划区域 .....	6
第二节 水利设施及其计划安排 .....	6
第三节 工程项目分析的一般原则 .....	7
第四节 关于经济分析与财务分析 .....	8
第五节 与折减率有关的计算问题 .....	9
第三章 防洪系统分析及规划 .....	12
第一节 我国防洪问题概述 .....	12
第二节 防洪系统组成及其作用分析 .....	16
第三节 防洪规划中的经济分析 .....	20
第四节 防洪系统规划模型 .....	24
第四章 水电能源开发的系统分析 .....	36
第一节 概述 .....	36
第二节 水电站群联合调节方式及其动能指标计算 .....	39
第三节 水电站群参数选择 .....	49
第五章 供水问题系统分析 .....	65
第一节 概述 .....	65
第二节 我国水资源供需关系分析 .....	66
第三节 地下水资源开发利用简介 .....	71
第四节 地表水与地下水联合运用灌溉供水系统模拟模型 .....	75
第五节 多水源综合供水系统规划模型 .....	82
第六节 城市供水系统分析 .....	88
第六章 水资源系统综合规划 .....	94
第一节 水资源系统规划概述 .....	94
第二节 水资源系统规划模型简介 .....	103
第三节 多目标决策的基本原理和方法 .....	105
第四节 流域规划筛选模型 .....	110
第五节 开发程序模型 .....	117

第七章 水资源规划中的不确定性及风险分析 .....	123
第一节 概述 .....	123
第二节 关于风险分析的计算 .....	124
第三节 考虑不确定性和风险分析的必要性及存在的问题 .....	126
参考文献 .....	128

# 第一章 绪 论

这一章的内容主要是涉及水资源规划作为一门学科的历史发展进程，特别是把水资源系统当作一个客体，进行系统分析的历史过程。读者可从中汲取对水资源问题进行规划及对水资源系统进行系统分析的基本思想与观念。从而可以明确这一学科的研究对象与范围，也可以初步形成用系统分析方法处理水资源问题必要性与可能性的基本观念。同时这一章也要叙述这一学科当代发展的概貌，以便使读者高瞻远瞩，对未来学科发展方向获得一个初步的了解，从而逐步形成自己的独立判断，借助以下各章的学习，进一步明确在这一学科领域中自己的主攻方向，力争在建立和发展这一学科大厦的征途中有所建树。

虽然水资源问题对人类社会的存在与发展至关重要，但作为一门学科的出现也才是最近 50 年来的事。随着全球性人口增长，城市与交通、国土与能源等一系列问题的尖锐化出现，水资源规划已成为或正在成为人类最关心的问题之一。如果全球有限的水资源不能充分发挥它在经济、环境及社会方面最大作用的话，水资源有可能很快成为人类生存的最大资源问题。水资源规划已经越来越显示出它在国土规划、城市规划、交通规划、农业规划及工业规划中的重要和关键地位。

## 第一节 水资源规划的发展史

水文学本来是一门属于地学范畴的自然科学，但人类的历史告诉我们，水文学发展的动力在于人类与自然作斗争时对知识的需要。因此，人类一旦开始干预自然水体（无论出于防灾还是兴利的目的）水文学就作为水资源开发利用的基础学科而发展起来了。从这个意义上讲，水资源规划的历史也可以包括水文学的发展过程。但是，水资源规划毕竟不属于自然科学，而是属于技术领域的问题，甚至于在很大程度上是与社会、经济、环境范畴紧密相连的一种技术决策类型的学科。它与人类对自然水体的干预密切相关。所以，在研究它的历史时，可以从人类利用自然水体开始。美国土木工程师协会（ASCE）曾在 1979 年和 1980 年 3 月号的水资源规划及利用学报分册上，用“美国水资源规划：1776—1976”为标题刊登了一系列文章，介绍了 200 年间美国在水资源规划各方面的发展过程，特别介绍了这一学科的发展史。

水资源规划的方法从比较简单发展到相对比较复杂，那是近 50 年来的事。因为大约从本世纪 30 年代或 40 年代开始，人类才比较有系统地研究了社会供水规划问题。首先对人口增长与工业发展的需水估计开始，研究地表水和地下水源；然后考虑工程措施、调水及水处理问题等等。这就必然要涉及工程设计及经验判断，作出种种概算与估计，来说明供水的社会效益。于是，水资源经济分析也必然由此应运而生，既有工程效益的估算，也有关于土地、水道及水权方面的问题需要处理。这样，使规划的面越来越大，逐步形成了综



合利用及多目标的水资源规划，这是工程项目得以兴建的必要前提。水资源规划的现代发展，已经跨越了单一工程项目的界限，而走向流域内多个工程项目的统一规划，同时满足多方面需要的问题。其中包括工程措施，也包括非工程措施的内容。

规划要求的不断增多，内容的不断复杂，必然带来计算方法上的改进，必然要从简单运算发展到使用计算机、采用系统分析方法和程序化处理的结果。不仅如此，在计算内涵上从单纯定量化计算发展到考虑非定量因素的计算。例如，渔业及野生动物，水上运动，环境美学，历史文物的价值，生态平衡要求，水质保护及改善，以及土地利用问题等等。可以说，水资源规划所涉及的社会、环境、经济、自然生物等方面无所不包，因此，现代水资源学正以高度发展的科学技术来武装自己，构成了一门崭新的学科。同时，这一学科的实际应用必然涉及各行各业专家和科技人员的共同努力。否则，实际问题的解决是不可能的。

## 第二节 水资源规划的基本术语及定义

水资源规划是水资源学中的一个主要内容。它与水资源工程的建筑施工或者工程项目的具体设计，以至于单项工程的规划具有不同的涵义。它也不同于实时运行中的水资源管理及调度工作，虽然在水资源规划中有时还要把管理与调度的设想或方案考虑进去。它是一个系统规划的问题，也就是把水资源所涉及的各个方面当成一个系统，按系统分析的思想方法去处理规划问题。因此，人们一谈到水资源规划，不言而喻，指的是一个相当大范围的系统分析与规划问题。其中包括各种可能的计算手段，特别是数学规划及定量优化或方案模拟分析的计算方法。当然，常常由于实际问题过于复杂，除了计算定量的问题外，有时还不得不采用经验判断或定性分析的某些处理，例如对比或比拟方法等。为了使读者对水资源规划基本原理有正确的理解，在这一节里，首先提出几个基本术语及其定义，以便在以下章节里可以简单地直接使用，而不致概念混淆。

### 一、工程项目

工程项目除包括工程设施（如建筑物，设备，材料等）外，还包括其他非工程措施，即对水的控制、利用，以及对水的限制（节约或减少供应等）。因此，在水资源规划的意义上讲，工程项目除具有“硬件”外，还有许多“软件”。

### 二、规划

规划应包括以下几方面的活动内容，即对工程项目的定义，建模及分析，以及工程项目实施过程中的设计、施工及运行方面的分析计算。规划与设计的区别在于后者指详细的工程细部研究，如对建筑物、设备或工程项目其他部件的专项研究及设计图纸。

### 三、参与规划工作的人员

一个大型规划常常是一个庞大的系统工程，而大型规划工作本身也是一个庞大的系统工程。因此规划工作涉及的人员，除工程师以外，还有经济师，自然资源规划人员，生态学研究人员，社会学家，以及社会科学专家。环境影响方面的估计，常常成为规划方案能否实施的主要因素。因此在水资源规划工作中，必须要有环境方面的科技人员参与，共商水资源规划方案实施的可行性，提出环境影响评价，否则规划方案是难以获得批准的。

因此,规划人员并不是指具有一种专业的人员,而是指具有多方面专业知识的人员,或者由几个方面的专业人员共同组成的队伍,包括:工程建设,城市规划,经济学,社会学,法学及生物学等等。因为一项成功的规划通常需要基于以上学科知识的综合运用,方可达到。

#### 四、水资源开发利用的目的

水资源规划的最终目的是开发和运用水资源,以利于人类与社会生存。但是,水资源规划的技术方法则用以决定采用什么样的措施来满足人类社会对水的需求,促使水资源开发得当而有利于自然水体及国土资源的保护。那么满足人类社会对水的需求,也就成为水资源开发利用的目的了。

水资源开发利用的目的及其功能主要有:

- 1) 为城市、农村、工业及热电站冷却的供水;
- 2) 为农田灌溉的需水;
- 3) 为了洪水控制及洪灾的防治;
- 4) 为了水力发电;
- 5) 为了航运;
- 6) 为了改善水质的用水;
- 7) 为了水上运动及娱乐;
- 8) 为了渔业的用水;
- 9) 为了排水、排沙,地下灌水防陷等的用水;
- 10) 环境保护及美学要求;
- 11) 建筑群体、历史文物、生物及地理方面的要求;
- 12) 生态系统的要求;
- 13) 地区经济发展(如旅游业)的要求;
- 14) 为提高生活标准而提出的要求,等等。

总之,开发利用水资源的目的是多种多样的,因此必须考虑水资源的综合利用(Multi-purpose)问题,尽可能发挥它的多种功能而适当调整各种目的之间存在的相互矛盾,以便使各种功能的发挥各得其所。

#### 五、水资源开发利用的目标

水资源开发利用的技术效应已如上节所述。但同时还要考虑其他非技术效应的影响,例如经济的,财务的,环境的,社会的,法律的及组织机构的影响。因此,从更广泛的意义上讲,水资源开发利用还要满足技术效应以外的多种目标。换言之,人们在考虑水资源规划时要注意到技术上的净效益,即技术经济效益的正负两方面;同时还要注意到环境质量,地区经济开发,以及其他社会效益的目标。在各种目标意义下的规划结果可能常常不同,这就需要采用某种协调去获得最后提出的规划方案——多目标规划(Multiobjective Planning)。

### 第三节 水资源规划的一般过程

虽然不可能有典型的水资源规划程序,但总的来说,水资源规划的程序大体上可按

述步骤进行：

(1) 目标的建立 有关大的方针政策及必要的限制条件要首先明确。

(2) 课题识别及分析 包括资料收集，需水及供水关系的拟定，水利及土地利用的情况，以及水资源开发利用的现状及总体可能性。这一步属于基本情况的整理。

(3) 成果识别及影响评价 包括工程措施及非工程措施的成果识别，环境影响的初步评价。这一步属于原则上的判断。

(4) 方案的建立与分析比较 包括方案比较的标准及方法，各种方案工程措施及非工程措施系统的建立，环境影响的详尽评价。

(5) 成果方案的推荐 提出优先考虑的方案及实施进程。

(6) 实施 若有必要，应提出实施此方案的单位。

(7) 实际操作与运行。

最后两个步骤属于施工及管理方面的问题。

原则上，水资源规划的组织者要会同所有涉及此规划的单位参与工作，还应包括所有有权干预的政府部门及社会团体。这种参与工作的性质既要有正式的名义，也要有非正式的协作方式，以便使各种渠道获得的信息及建议有助于明确目标，有助于识别及分析问题，有助于判断成果的合理性，有助于最后提出可以被各方面接受的可行方案。

此外，还必须知道，整个规划过程常常会来回变动已经考虑过的步骤。这是因为某一方面的工作结果会促使其他方面工作的相应变动。这种效应称之为“反馈效应”，既有向前推进的反馈，也有向后推进的反馈，要视具体情况而定。甚至在方案得到最后实施或运行时，还会不断提出更新的系统规划要求。

规划的具体方法可以是十分简单的，也可以是相当复杂的。可以是完全经验式的判断，也可以是纯粹数学规划的优化计算。这取决于工程项目的性质，规划单位的正式要求，以及可能的财力、物力、规划工作人员的能力和兴趣等等。不过，原则上讲，主要应取决于工程项目的具体内容，该简则简，该繁则繁。既不可过简，也不应画蛇添足搞形式主义。

#### 第四节 水和水资源的区别

从水文学的观点出发，地球上存在的水具有各种形态，也有各种相互关系及动态变化。但是自然界存在的水，并不是任何时候，任何情况都是可以利用的，更不是一律都可以算是“水资源”。水资源的概念十分复杂，绝不能单纯用“水量”来计算。因为水资源的功能是多方面的，而且不可公度，更何况自然界存在的水因时、因地、因环境而不断发生变化，采用时间平均或空间平均的概念去衡量水资源，去评价水资源的多少、贫富是缺乏理论根据的。有兴趣的读者可以参阅有关文献作出自己的判断。但是从全球水量平衡的角度，至少人们可以得出结论：自然水是有限的，可以被人类利用的水源更是其中的一小部分，从量的狭隘意义上来说，这是水资源“量”的极限。读者可以从图 1-1 上得到基本的认识。

图 1-1 中所示的百分数并不意味着可以利用的比例。因为许多地下水是不能动用的，或者开采是不经济的。而地表水是流动的，平均来说整个地球表面水体每年更新 30 次。总体

上讲，可以利用的淡水足以为全球人类所使用。可惜的是时间及空间的分布不尽人意；人口密度的分布与可利用水源的分布又不甚协调。人们常常集居在缺乏可利用水源的地区，是因为气候的原因或者传统文化的习惯势力所致。由于政治、社会及经济条件的制约，按水源的多少来分配人类集居的密度实际上是不可能的。农业的发展常常首先考虑的是土地资源，然后才想到缺水而提出灌溉。某些经济发达的地区经常处于低谷河滩，这就必然提出防洪减灾的问题。水资源开发利用就是要规划

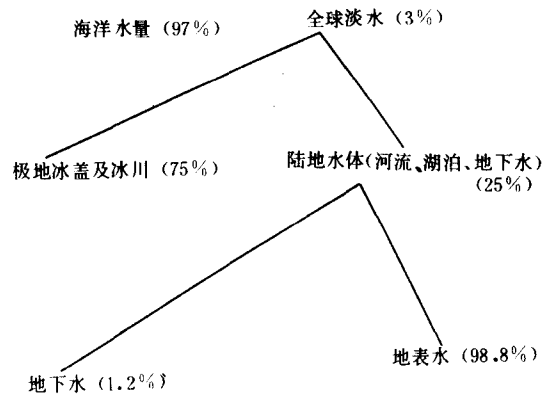


图 1-1 全球水量分布 (时间平均)

者想方设法找到最合理的方案与措施来满足需水，防止或减少洪涝灾害。因此，要根据“自然水”与“社会水”两方面的情况，以及工程措施与非工程措施的可能性，才可能对水资源作出正确的估计与评价。水文学或物理学意义上的“水”，并不就是水资源学中的“水资源”，这一点是明确的。所谓“社会水”是指实际存在的或人们预估要发生的社会对水的要求，这种要求可以比自然来水大，也可以比自然来水小；它是不以自然水客体为转移的，是人类主观意识上反映出来的，属于精神领域意义上的客观需要。例如，城市生活供水需求的发展变化预测，防洪除涝规模标准的考虑等等，无不与某种精神状态（也是一种客体）有关。

## 第二章 水资源规划中的一些 工程概念及经济概念

水资源规划离不开工程，也离不开经济。因此，在涉及具体项目的规划前，有必要明确一下有关的工程概念与经济概念，这是规划方法的基础。其中特别重要的是关于工程项目比较和经济分析的基本概念，以及经济分析与财务分析的区别，投资及年费用、利率、等效计算等等都是本章要阐明的问题。

### 第一节 规划区域

通常人们用“流域”这个水文概念来规定所规划的区域。除了地表径流以外，地下水的流域也要框定，而且这个流域常常与地面的不相一致。从水量平衡的角度来看，也可以在一个大流域中再划分出几个小流域。当然，必要时，规划区域可以突破流域的概念而采用行政区划的原则加以框定。因为从行政区域的意义上来看，某些要求是统一的，例如下水道的设计，供水系统及水处理系统的设计都是有统一要求的，因此就有所谓“服务区”概念的产生。又如电力系统中，输电范围及输电设备常常有政府或地区的统一要求，而不受流域的限制。

总之，在进行水资源规划前，必须先明确规划所研究的地区范围。

### 第二节 水利设施及其计划安排

水资源规划中有关水利设施的工程特性必须在规划前加以确定。除此之外，还有环境、政治、经济、财务、社会、法律、机构等问题也需要事先明确，以便落实这些因素是否对规划产生影响。不过首先要明确的是水利工程设施问题。

(1) 城市及工业用水和热电站冷却用水设备 现在与将来城市及工业用水的情况；热电站总用水量及其消耗的部分；供水的替代方案，例如，不同供水地区，工程安排的变化，可供用水的水质及水量、价格的变化，输水系统的可变方案等等。

(2) 农业排灌 按灌溉可能性对农田的分类；当前灌溉的程度；不同作物的销售市场前景及数量设计；作物的需水特性，不同的水源方案；供水、灌溉及排水工程的安排及其投资、年费用等等。

(3) 防洪工程 洪泛区的框定；洪水及洪灾的历史记载，当前洪灾的可能性；未来因人口及工业发展而带来的洪灾损失；现在与将来的防洪方案；闸、坝、堤防、水库等设施的考虑；治河工程及护岸工程的安排计划，以及当地有关工程措施及非工程措施的方案等。

(4) 水力发电 现在与将来电力系统中电力、电量平衡的情况；电力系统中负荷组成

的变化；个别电站发展的可能性；抽水蓄能电站的抽水及发电的关系等等。

此外，航运，水质管理，水上运动，渔业及野生动物，以及流域内历史文物的各种设施及其发展要求等，都要一一调查清楚并罗列成册。

### 第三节 工程项目分析的一般原则

在众多的工程项目方案中进行选择，并对其中之一进行最优化的参数（工程规模）选择，这是工程项目分析的基本目的和重要任务。一切分析的最终成果都将落实到参数优化问题。至于综合利用各用户间的投资分摊，以及同一用户不同收益单位之间的投资分摊都属此根本问题的内涵。此外，通过工程项目分析还可以作出各项子工程的投资计划，或者也可以对收益作出估算，甚至还可以估算当投资计划受阻时收益的减少。

一般财务会计上的概念与用在工程项目研究中的经济概念常常有可能是不同的。规划人员和经济分析工作人员所感兴趣的是在以下意义上来估计未来收效的，即物质数量、收益及费用；而收益与费用的价值可能以货币计算。此外，财会人员通常对过去的费用记录有兴趣，而不是估计未来。但是，由财会人员提供的信息对估计工程项目的费用是非常有用的。领导机构必须批准分析人员在以下方面所作的假定，即分析的时间界限，利率，折旧计算方法及对不同项目所受影响的考虑。具体来讲有以下几项分析。

#### 一、方案分析

大部分分析过程要求进行方案比较，包括两个及两个以上的方案比较；决定工程项目规模大小的参数比较；某一项目的一个因素的参数比较（如在大坝高度一定情况下，发电站装机容量的比较）；以及要不要修建工程项目的比较。

#### 二、有形价值分析

对于一般商业问题而言，方案的选择主要取决于财务上的费用、收益及其他方面的收入。而对于公共事业项目来说，财务及经济分析是两者皆备的；对于经济分析，重点在于研究真正收入的价值，不论针对有益的或有害的影响都按此计算，而不是只计算货币所反映的收益或产出。

#### 三、费用已定时的比较

这种情况下，两个或两个以上方案都具有实际上等价的费用，问题就在于收益的比较。当有关当局预算已定时，追求的目标是单位货币的产出最大。

#### 四、收益已定时的比较

这种情况下，两个或两个以上方案都具有实际上等价的收益，问题就归结为费用的比较。例如，排污后的水质要求已定，问题的比较就集中在费用方面，或者是用投资作比较，或者用寿命期内各期投资的折算等价年费用或现值。某些方案的费用可能直接与材料或工作量有关，例如相同材料构成的大坝，这时比较的内容可能就不必是货币形式的费用，而可以是材料的数量。

#### 五、收益与费用可变时的比较

当方案之间都具有可变的收益与费用时，比较应按以下几种原则（之一）进行。

1) 按已经规定好的利率作现值计算, 即  $P(B - C)$ ; 其中  $B, C$  分别是指收益与费用, 因此  $(B - C)$  表示净收益;  $P(B - C)$  指净收益的现值。

2) 平均年内净收益  $(B - C)$ , 即在已规定利率条件下与均匀投资等价的当量; 这里考虑了净收益的时间价值, 并以年平均计算。

3) 收益与费用的比 (也称益本比)。

4) 内部回收率, 即收益与费用现值之比。这里也考虑了时间价值问题。

总之, 这是一些可用来比较方案优劣的不同指标。可按具体情况选用。

#### 六、在现值或年平均基础上的比较

收益及费用均按现值或年平均数量计算, 如果收益与费用各年不同, 那么在一定的分析时期内, 比较的步骤应为: 将所有收益和费用的“时间流”都变成现值进行比较; 或者把现值变为全分析时期内的等价均匀年值后进行比较。

关于现值的概念, 应该在水资源规划计算中作为一项基本原则性的考虑方式。当采用其他方法进行计算后, 如有疑虑, 则都应按此重算, 便可得出肯定的结论。因为其他指标或方法, 都是派生的, 因此在某些特定情况下有实用意义, 但理论上未必都能成立。

#### 七、利率

通常都采用年平均利率的形式, 因此带有折减率的意义。不仅可用于现值计算进行比较, 而且还可以用于决定“未来价值”(即折算到未来某计算时刻的价值)。及相当的年平均价值。

#### 八、分析时期

分析时期的长短至少要等于修建工程借款的支付时期, 而不超过工程的经济寿命。假如分析时期为 100 年 (对于大坝来说), 而设备的分析期为 20 年 (对于发电机来说), 那么这就等于说设备在 100 年中更新 4 次。

#### 九、市场价格

计算价值时, 有时会直接用到市场价格, 这在财务分析时是必需要考虑的。但对于经济分析来说, 市场价格是真实价值的一个优良估计值。但也可以采用所谓模拟价值的办法用市场价格与真实价值之差来调整计算。这种模拟价值也称为“影子价格”或经济计算价格。

#### 十、其他有关因素

除经济与财务分析之外, 规划者还应考虑到其他因素。其中包括不确定性因素, 敏感性因素, 以及多目标、综合利用及各单位协作的种种因素。实际上, 这些因素通常在不同程度上决定了方案的取舍。例如, 基于水库防洪方案对于未来可能产生的综合利用效果将远远超过于用堤防、挡水墙及河道整治, 而使水库防洪方案常处于优先考虑的地位; 但是同时由水库带来的淹没及生态问题, 又会使水库防洪方案处于劣势。这就有必要作具体分析。风险分析及敏感性分析是现代工程方案比较中正在兴起的分析内容, 对于方案及其大小规模的取舍带来重要的决策作用。

### 第四节 关于经济分析与财务分析

财务分析是各种工程项目都需要进行的工作, 其内容主要包括:

- 1) 在货币要求方面，作出工程项目的投资及年费用的估计；
- 2) 作出各年投入的费用，包括分期投资及运行费用的时间表；
- 3) 作出国内外投资的估算，尤其要注意按外汇投入的估算；
- 4) 作出工程投资的财务计划，其中包括资金来源及各种贷款的偿还计划；
- 5) 作出全部费用，水费等收益及所需各种补贴的估计，按年度分列，并从施工完毕到偿还全部贷款完毕以至更长时间之内的各项投入；
- 6) 按其他有关财务方面的要求文件进行相应的计算。

至于经济分析是属于公共事业工程项目所必须进行的工作。经济分析的目标是针对各项费用及收益的真实价值来进行的；经济上的可行性意味着经折算后的建设收益加上运行收益将超过整个工程寿命期内的费用。而诸如益本比，净收益，及内部回收率等指标都是经济可行性的反映。

关于收益的具体内容，常常会因具体工程对象的不同而有所变化。例如对于城市居民、工业及热电站供水工程来说，最低的收益度量可以是在没有此供水工程情况下采用其他替代方案解决水质或水量问题所需的费用。又如对水电站来说，收益可以是发出相同电力与电量的火电站所需的费用。而对于灌溉工程来说，收益可以是由于增加供水而扩大的农田作物收入。对防洪工程来说，收益就是由工程保护地区免遭洪灾所带来的收入。对于航运，收益则为由于通航所节省下来的商品的运输费。对于水上运动，则是由此所带来的收益及参加水上运动的人们在此投入的开销。由此可见，在计算收益时，要作具体分析。除此之外，还要考虑所谓额外增益或额外费用。例如由于防洪水库或水电站的修建，可以使下游水处理工程费用得以减少；反之，在枯水季节蓄水，上游兴修的水库会使下游水处理工程费用增加等等。总之，诸如此类的额外增益或费用在财务分析时不加考虑，但却必须包括在经济分析的内容之中。

## 第五节 与折减率有关的计算问题

折减率的考虑是由于货币价值时间流所引起的。在计算中应该采用什么数值作为折减率，那是另外一个值得讨论的问题。它因时、因地、因情况的不同而有所不同，显然与货币流通及金融市场的具体情况有关，需另加分析。

在这些计算中要用的符号意义如下：

$i$ ——单位时间内的利率；

$n$ ——计算时段的单位数量；

$P$ ——货币现值；

$F$ ——计算时期（ $n$ 个单位）末的未来货币价值；

$A$ ——在计算时期  $n$  个单位内，与  $P$  或  $F$  等价的、利率为  $i$  的时段末均匀支出或收入的数值。

因此，当已知  $P$  求  $F$  时

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



当已知  $F$  求  $P$  时

$$P = F \left[ \frac{1}{(1+i)^n} \right] \quad (2-2)$$

当已知  $F$  求  $A$  时

$$A = F \left[ \frac{i}{(1+i)^n - 1} \right] \quad (2-3)$$

当已知  $P$  求  $A$  时

$$A = P \left[ \frac{i(1+i)^n}{(1+i)^n - 1} \right] \quad (2-4)$$

**【例 2-1】** 若有 100 万元借 25 年，年利 7%；到 25 年期满后本息之和应为

$$\begin{aligned} F &= 100(1 + 0.07)^{25} \\ &= 100 \times 5.4274 \\ &= 543 \text{ 万元} \end{aligned}$$

**【例 2-2】** 若 30 万元的总投入按分期投入：第一年初、第三年初和第五年初分别投入 10 万元。10 年期满后，相当的未来总价值为

$$\begin{aligned} F &= F_1 + F_2 + F_3 \\ &= 10(1 + 0.07)^{10} + 10(1 + 0.07)^8 + 10(1 + 0.07)^6 \\ &= 10 \times 2.5937 + 10 \times 2.1436 + 10 \times 1.7716 \\ &= 65.089 \text{ 万元} \end{aligned}$$

**【例 2-3】** 若 25 年后要投入的总值为 100 万元，现在应为此而准备的货币总值为

$$\begin{aligned} P &= 100 \times \left[ \frac{1}{(1 + 0.07)^{25}} \right] \\ &= 100 \times 0.1842 \\ &= 18.42 \text{ 万元} \end{aligned}$$

**【例 2-4】** 若年利率均为 0.07，30 万元分 3 次投入：第一年初、第四年初及第十年末分别投入 10 万元，则相当的总现值应为

$$\begin{aligned} P &= P_1 + P_2 + P_3 \\ &= 10 \times 1.0 + 10 \times 0.7513 + 10 \times 0.3855 \\ &= 21.368 \text{ 万元} \end{aligned}$$

**【例 2-5】** 若在 25 年内估计要投入的相当于期末的未来价值为 100 万元，在利率为 10% 的情况下，相当于每年年末均匀投入的价值为

$$\begin{aligned} A &= 100 \times \left[ \frac{0.1}{(1 + 0.1)^{25} - 1} \right] \\ &= 100 \times 0.0102 \\ &= 1.02 \text{ 万元} \end{aligned}$$

**【例 2-6】** 若投资现值为 10 万元，则在 7% 年利率下，相当于 10 年内每年年末均匀支付为

$$A = 10 \times \left[ \frac{0.07(1 + 0.07)^{10}}{(1 + 0.07)^{10} - 1} \right]$$