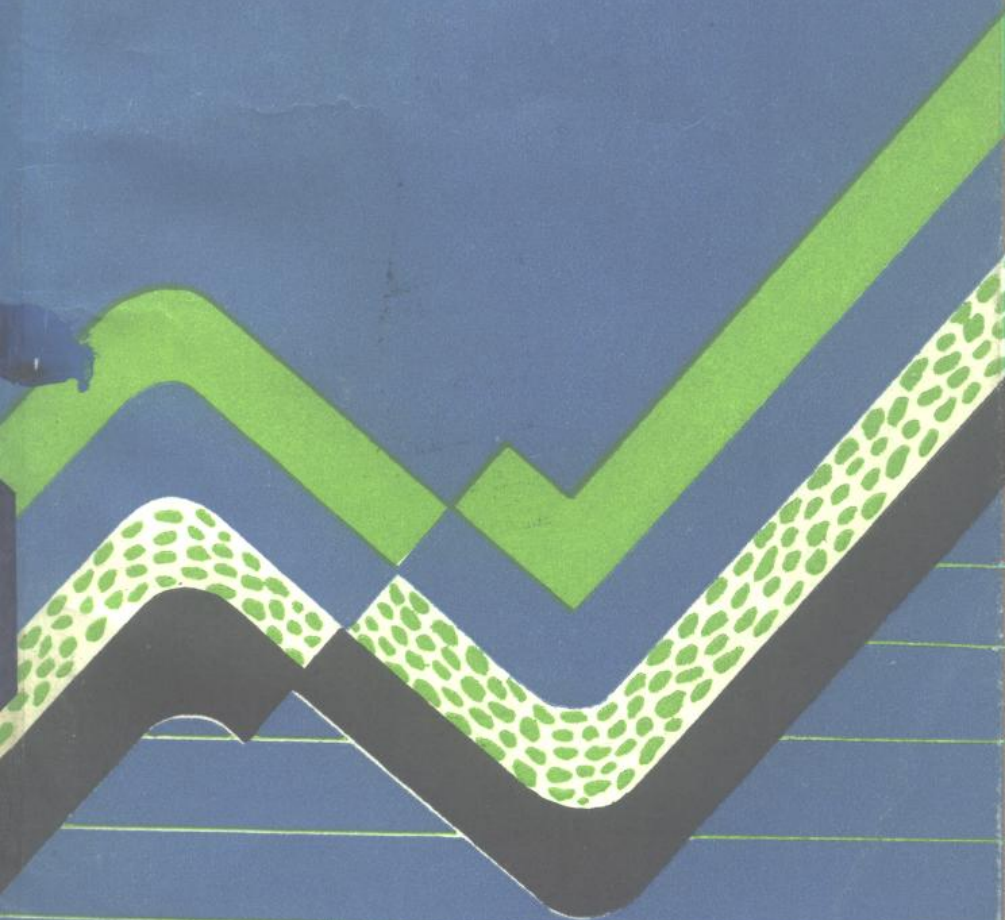


灌溉经济与最优化技术

GUAN GAI JING JI YU ZUI YOU HUA JI SHU

李寿声 编

上海交通大学出版社



灌溉经济与最优化技术

李 寿 声 编

上海交通大学出版社

内 容 简 介

本书共九章,内容包括:绪论;工程投资、年运行费、水费及效益;经济计算基本公式;经济分析方法及投资方案选择;线性规划;非线性规划;动态规划;0-1型整数规划;存贮论。书末附有有关计算用表。

本书可作为高等院校农田水利工程专业“灌溉经济”和“系统分析”课程的教材,也可作为有关生产单位的培训教材,同时也可供广大工程技术人员参考。

灌溉经济与最优化技术

上海交通大学出版社出版

(淮海中路1984弄19号)

新华书店上海发行所发行

常熟文化印刷厂印装

开本 787×1092 毫米 1/32 印张 7.5 字数 165,000

1987年9月第1版 1987年9月第1次印刷

印数: 1—1,900

标准书号 ISBN 7-313-00031-6/S 272 科技书目: 154—282

定价: 1.20 元

前 言

在合理开发利用农业水资源过程中，人们必须按照自然规律和客观经济规律办事，以求从各个方面尽可能提高已建、拟建水利工程的经济效益。因此，在灌溉工程规划、设计、施工、管理等各个阶段，人们进行经济分析计算，推广系统分析方法，作出最优决策。这对于兴修灌溉工程和管好现有灌区，促进农业生产的发展，具有十分重要的现实意义。

本书目的，在于介绍灌溉经济基本原理及系统分析方法的应用，使读者能够掌握这方面的计算方法。本书共九章：第一章，绪论；第二章，工程投资、年运行费、水费及效益；第三章，经济计算基本公式；第四章，经济分析方法及投资方案选择；第五章，线性规划；第六章，非线性规划；第七章，动态规划；第八章，0-1型整数规划；第九章，存贮论。为了便于学习这门新技术，本书在内容上力求浅显易懂，例题中尽量结合灌溉工程实际问题，所介绍的计算方法，特别是系统分析，最优化计算方法，已有通用程序能在计算机上实现。

本书可作为高等院校农田水利工程专业“灌溉经济”、“系统分析”课程的教材和教学参考书，也可作为有关生产单位作为培训教材，同时也可供广大工程技术人员参考。

由于这门学科涉及范围广泛，国内应用资料尚少，加之我们理论水平和实践经验有限，书中定会存在不少缺点和错误，

敬希读者批评指正。

编者
1986年8月

目 录

第一章 绪论	1
第一节 概述	1
第二节 灌溉工程经济计算	3
第三节 灌溉经济计算所需的基本资料	4
第二章 工程投资、年运行费、水费及效益	8
第一节 工程投资	8
第二节 年运行费	11
第三节 水费	12
第四节 灌溉效益	22
第三章 经济计算基本公式	37
第一节 货币的时间价值	37
第二节 普通复利计算公式	40
第三节 连续复利计算公式	51
第四节 附加实例	54
第四章 经济分析方法及投资方案选择	59
第一节 现值法	61
第二节 投资方案选择的平衡点法	74
第三节 灵敏度分析	77

第五章 线性规划	84
第一节 数学模型及单纯形法	84
第二节 线性规划在灌溉工程规划设计管理中的应用	103
第六章 非线性规划	126
第一节 非线性规划解法	127
第二节 非线性规划的线性化问题	138
第三节 非线性规划在灌溉规划中的应用	147
第七章 动态规划	162
第一节 动态规划的基本概念	162
第二节 用动态规划法选择灌溉输水线路	165
第三节 动态规划用于分配问题	171
第四节 灌溉水库的最优调度	177
第五节 灌溉制度设计	179
第六节 多维动态规划问题	183
第八章 整数规划	186
第一节 “0~1”型整数规划	186
第二节 “0~1”型整数规划的应用	191
第九章 存贮论	195
第一节 基本概念	195
第二节 供水充足的灌溉存贮模型	197
第三节 考虑亏水损失的灌溉存贮模型	200

主要参考文献	204
附录 A 普通复利表	205
附录 B 连续复利表	215
附录 C 现值等差因子(P/G)表及年金成本等差因子 (A/G) 表	225

第一章

绪 论

第一节 概 述

农田灌溉的发展趋向、规模、速度,以及应该采取的对策,不仅是我国今后灌溉事业发展中的新问题,而且是关系到农业战略重点和战略目标实现的一个重要问题。因此我们必须按照自然规律和客观经济规律办事,以求从各个方面尽可能地提高已建、拟建灌溉工程的经济效益。

为了便于对灌溉工程的经济分析进行探讨,先将灌溉工程简介如下。

根据作物对水分的需要,将河流、湖泊、水库中的水和地下水有计划地输送和分配到田间,以补充土壤水分不足的水利工程称为灌溉工程。灌溉工程主要包括取水枢纽,各级输水、配水渠道及相应的排水沟道、泄水沟道,各种田间工程(包括地面、地下灌溉网)以及灌溉渠系上的建筑物。

取水枢纽视不同水源和灌区位置而异。当灌区附近河流水源丰富,河流水位、流量均能满足灌溉要求时,则可采取无坝引水自流灌溉方式。如果流量能满足灌溉要求,而水位不能满足时,采用有坝引水自流灌溉方式。当河流水位、流量均不能满足灌溉用水要求时,必须在河流适当地点修建水库进行径流调节,以解决来水和用水的矛盾,并考虑水库进行综合利用。当灌区位置较高,修建其他自流引水工程困难或不经

济时,可就近采取抽水灌溉方式。

灌溉渠沟系统一般分为五级,即干、支、斗、农、毛和相应的排水沟道。由于各灌区的面积不一,地形条件不同,渠沟分级可以不同。较大灌区可以多于五级,较小的灌区也可以少于五级。干、支渠主要用于输水,斗、农渠用于配水。农渠为末级渠道,农渠以下的渠沟属田间工程。

兴修灌溉工程和管好现有工程,对于促进农业生产的发展,具有十分重要的意义。目前全国灌溉工程的规模已达7.2亿亩,预计到2000年可达8亿亩左右。在今后一个时期内,我国的灌溉农业应以提高经济效益为中心,实行内涵为主,适当外延,这就是灌溉工作者面临的主要任务,为此必须做到:

(1) 广泛开展提高现有工程经济效益的研究。灌溉事业的内涵,指管好用好现有灌溉工程设施及提高受益面积的生产能力及经济效益。由于我国已建成了大量的灌溉工程,实行内涵为主更为合理。因此必须开展这方面的研究,搞好经济分析工作。

(2) 适当外延,修建必要的灌溉工程。必须针对不同投资方案进行经济分析,采用具有较大投资回收能力的方案。

(3) 研究水价。开展对水的理论价格,水的构成成本、水费与水资源合理开发利用,水费在农业生产成本中的比重等方面的调查研究,在此基础上,确定水价计算方法。

(4) 研究灌溉工程经济基本理论及计算方法。包括灌溉工程设计标准,投资、效益计算及其合理分摊,灌溉工程技术经济指标、经济分析计算方法等。

(5) 微电脑技术及系统分析方法的应用。随着科学技术水平的不断提高,灌溉工程经济计算应逐步提高到一个新的水平。应编制计算机程序,引入系统分析方法,丰富灌溉经济

济学理论,从而提高评价成果的质量。

第二节 灌溉工程经济计算

灌溉工程经济计算包括经济分析与财务分析。经济分析是从全社会或国民经济角度,根据工程费用和取得的国民收益来分析,评价工程的经济合理性。其具体步骤是,确定研究目标(指效益最大化还是费用最小化),根据可能的投资、年运行费、工程效益,考虑货币的时间价值,采用经济分析比较方法或优化法,在若干个可行的方案中择优,最后提出合理的技术方案,确定适宜的工程规模或管理运行策略。如图 1-1 所示。

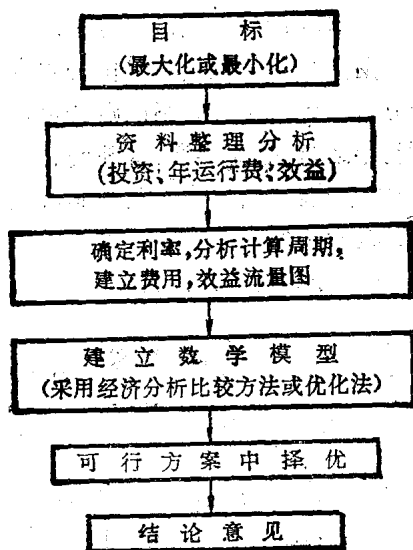


图 1-1 灌溉经济分析框图

为了提出能够反映灌溉工程实际情况的合理方案，在灌溉工程经济分析时还要求：参与分析计算的全部方案，在技术上是合理可能的，明显不合理的方案应剔除；灌溉工程的投资和效益计算必须注意工程配套情况，不遗漏、不夸大；对于综合措施的投资和效益要进行合理分摊；考虑投资和效益的时间因素；考虑灌溉效益的年际变化，资料较多时采用长系列计算。资料不足，按典型年权重，加权求其多年年平均值；合理计算农产品价格。

上述是根据货币单位来评价工程的效果的，但是仍然有不少价值难以这样定量，例如生态环境的改变和社会因素等。凡不能用货币表示的价值称为无形价值。决策者在分析经济效益同时，还应该考虑这些无形价值，说明其性质和影响范围，通过综合分析论证，最后选定最优方案。

灌溉工程的财务分析是从核算单位的角度，根据核算单位实际收支来分析、评价工程方案的财务可行性。财务分析的内容有：投资、年运行费（燃料费、管理费、大修费、工程维修费、水费）、生产成本核算、销售收入及利润、税金、贷款偿还计划、财务年净效益、投资回收年限等。属于国家和集体共同举办的灌溉工程，两部分的财务分析要分别考虑。

第三节 灌溉经济计算 所需的基本资料

灌溉经济计算所需的基本资料，除工程规划设计中所需的一般资料外，还应着重补充以下几方面的资料。

(1) 地区经济资料。包括：主要工农业产量、产值和成本；供销情况和调用费用；工农业产品和建筑材料等的价格，

如国家制定的现行价格,国际和国内市场价格;国家在粮食、农用电和其他方面的政策性补贴;地区的国民经济现状和发展计划,当地群众的经济收入和增长趋势等。

(2) 工程规划设计指标。主要包括灌溉设计标准,可供水量,增加和改善的灌溉面积,概算编制的依据和主要定额指标,现有灌溉工程情况,投资、工程量、用工等。

(3) 农业资料。指作物组成,种植比例,灌溉前后主副产品产量,种子、肥料、农药、动力、耕作、管理等项的费用成本,历史上洪、涝、旱灾的损失指标。

(4) 年运行和有关支出费用资料。包括燃料动力费、维修费、管理费以及税收、折旧等费率的规定。

(5) 有关部门关于经济分析和财务分析的规定及参考资料。

资料收集的范围,一般为工程所在地区和受益地区。所收集的资料,应系统地进行整理与分析。引用历史资料,应注意考虑不同时期中的经济发展。对有关经济数据还应考虑价格变化,尽可能地按某一年份不变的价格进行换算,使其具有可比的统一基础。

在进行经济分析时,参考现有灌溉技术经济指标,对于评定方案的优劣是十分重要的,这些指标是:

(1) 水资源利用指标。灌溉用水指标(米³/亩);渠道水利用系数 $\eta = \text{渠道末端流量}(Q_{\text{干}})/\text{渠道首端流量}(Q_{\text{毛}})$;渠系水利用系数 $\eta_{\text{系}} = \eta_{\text{干}} \cdot \eta_{\text{支}} \cdot \eta_{\text{斗}} \cdot \eta_{\text{农}}$ (各级渠道水利用系数相乘而得);田间水利用系数 $\eta_{\text{田}} = \text{净灌溉定额}/\text{毛灌溉定额}$;地下水利用指标及回归水利用指标。

(2) 工程设备利用状况指标。工程(或设备)时间利用率 = 实际作业时间/最大可能工作时间 $\times 100\%$; 工程设备完好

表 1-1

指 标 名 称	单 位	数 值	说 明
1. 水资源利用指标		120~300	
(1) 灌溉用水量			
A. 旱作	米 ³ /亩	120~300	陕西、河南、山东、河北等地资料
B. 水稻	米 ³ /亩	400~800	
(2) 渠道水利用系数		0.8~0.85	
(3) 渠系水利用系数		0.6~0.65	
(4) 田间水利用系数		>0.9	地资料
2. 单位灌溉面积投资			
(1) 大型水库	元/亩	615.6	辽宁观音图水库
(2) 扩建灌区	元/亩	94.3	
(3) 提水灌区	元/亩	32.4~85	
(4) 固定式喷灌	元/亩	300~400	
(5) 半固定式喷灌	元/亩	100~290	湖南、安徽等地资料
(6) 移动式喷灌	元/亩	40~89	
(7) 滴灌	元/亩	60~99	
(8) 井灌	元/亩	83	
3. 单位灌溉面积成本	元/亩		
(1) 冬小麦	元/亩	71.0	河北资料
(2) 玉米	元/亩	65	
(3) 水稻	元/亩	105~166	河北、辽宁资料
4. 单位流量 灌溉面积	万亩/米 ³ /秒	0.5~2.6	
			河南、四川、山东、安徽等地资料

率 = 完好工程(设备)数/实际工程(设备)数 × 100%；机电排灌站能源单耗指标

$$E_h = \frac{\text{总耗电度数(或燃料千克数)}/\text{工作总时数(小时)}}{\text{出水量(米}^3\text{/小时)} \times \text{净扬程}/1000} \cdot (\text{度/千吨米或千克/千吨米})。$$

(3) 灌溉工程技术效果指标。旱涝保收程度 = 旱涝保收面积/总耕地面积 $\times 100\%$ ；单位引水流量保灌面积 = 保灌面积/引水流量(亩/米³·秒)；单井保灌面积 = 水浇地面积/水井总眼数(亩/眼)；每匹马力浇地面积 = 提水灌溉亩数/提水装机容量(亩/千瓦)。

(4) 工程成本或造价指标。增加收益面积 = 总投资/受益面积(元/亩)；水电站装机造价 = 总投资/装机容量(元/千瓦)；单位电能投资 = 水电站投资/多年平均发电量(元/度)。

表 1-1 给出有关灌区的几种常用单位指标，供进行方案评价时参考。

第二章

工程投资、年运行费、水费及效益

工程投资、年费用和灌溉效益是进行灌溉经济计算的基本数据,其正确与否,直接影响经济分析和对方案的评价。因此,必须通过试验研究从理论上加以探讨,并结合调查、总结、分析等再确定这些数值。

第一节 工程投资

灌溉工程的投资系指灌区全部工程建设费用的总和。包括渠首枢纽工程、渠系建筑物以及各级固定渠道、田间工程和其他水利设施的建筑费用,同时还包括土地征收费、移民费、青苗赔偿费、不可预见费以及施工前的勘测、设计、试验研究费用等。在规划阶段,一般可用扩大指标进行估算。

投资的来源,就我国情况,有国家投资,省、地、县自筹资金以及集体群众投资。随着农业生产责任制的发展,我国一些中小型灌溉工程也将逐步采用银行低息贷款。国外对灌溉工程的投资,各国有所不同:如日本,国家投资 60%,地方政府投资 20%,农户负担 20% (采用 6% 左右的利息贷款, 25 年还清);美国灌溉工程的投资,无息偿还,州政府与农民签订合同修建的灌溉工程,由农民逐年从水费中偿还工程投资,并负担运行维修费用。

小型灌溉工程的投资一般是当年投资、当年完工。对于

大型灌溉工程,施工期较长,则需按年估算、分次投入。计算投资时,除了考虑施工期长短外,还应注意以下几点:

(1) 如果一个工程的投资有几种来源,无论是国家投资,还是地方政府自筹,集体群众投资,都应全部计入。集体、群众除直接投入资金外,还应包括投劳、投物等。劳务投资一般应加上编制概算采用的当地标准工资与国家补助民工生活补助费的差额。农忙和农闲的标准工资不同时应分别估算。物料投资按当地合理价格估算。

(2) 必须计及配套工程的投资。

(3) 有些投资在工程有效使用期末有残值,则应在投资中扣掉残值。投资去掉残值后称为净投资。进行灌溉工程初步设计时,可用净投资。

(4) 进行工程的财务分析时,投资可只计及有关现金支出的部分。

灌溉主体工程投资,规划阶段可按扩大指标估算,可行性研究和初步设计阶段,可参照概算编制办法计算。灌(排)干、支渠一般可参照概算编制办法计算,支渠以下的固定渠系和田间工程按扩大指标计算。如灌区范围较大,应根据自然条件分为几个区,分别采用不同指标。

以灌溉为主的工程,有时要考虑防洪、发电、航运等要求,这就涉及到各部门的受益问题,因此,对工程投资应进行合理分摊。投资分摊的原则是,主要部门负责该工程单独为该部门服务时所需的全部投资,次要部门负担增加的投资,附属部门不负担投资。灌溉工程投资分摊有如下办法:

(1) 按各部门所获得效益的比例进行分摊;

(2) 按各部门获得同等效益最优替代方案的投资比例进行分摊;