

大型灌区续建配套工程投资估算方法与实践分析

王翹楚

大连交通大学 辽宁大连 116000

摘要: 为提升大型灌区续建配套工程投资估算的科学性和准确性, 本文建立了包含工程量计算与分析、单价指标确定、投资预测模型构建和风险因素量化评估四个模块的系统化投资估算方法。该方法以某始建于20世纪60年代的大型灌区为研究对象, 通过构建三级单价指标体系、多层次预测模型和风险评估体系, 实现了投资全过程动态管控。实践结果表明, 工程总投资较概算节约4.86%, 渠道防渗后渗漏损失率降至8%, 泵站运行效率提升15%, 年运维成本降低28%, 为大型灌区续建配套工程投资管理提供了新的方法与思路。

关键词: 大型灌区; 续建配套工程; 投资估算

引言

大型灌区是我国农业生产的重要基础设施, 对保障国家粮食安全具有重要作用。随着灌区工程设施老化和运行效率下降, 续建配套和现代化改造已成为当前水利建设的重点任务。准确的工程投资估算是确保改造工程顺利实施的关键环节, 对工程建设质量和投资效益具有决定性影响。灌区续建配套工程涉及渠道防渗、泵站改造、建筑物加固、自动化系统建设等多个专业领域, 投资构成复杂。同时, 工程建设过程中面临工期长、施工干扰因素多、材料价格波动频繁等诸多不确定性因素, 为投资估算带来挑战, 亟需建立符合地方特点的投资估算体系。

1 工程概况

某大型灌区始建于20世纪60年代, 灌溉面积达56万hm², 涵盖灌渠总长2860km。灌区骨干工程包括总干渠、东西分干渠、南北支渠等输水骨干渠系, 以及泵站、涵洞、渡槽等各类建筑物2100余座。经过50余年运行, 工程设施老化严重, 渠道渗漏损失率达30%以上, 部分建筑物存在结构性安全隐患。为提升灌区供水保障能力, 补齐工程短板, 该灌区于2022年启动续建配套工程。本次续建范围包括干支渠防渗衬砌185km, 改造泵站26座、渡槽15座、涵洞68座, 配套建设量测水设施、自动化控制系统等现代化设施。

2 工程投资估算方法

2.1 工程量计算与分析

本目采用分类分项法, 将工程量计算划分为土方开挖、渠道衬砌、建筑物改造和自动化设施四大类^[1]。渠道工程量

计算以断面法为基础, 采用以下公式计算土方开挖量:

$$V = K \times L \times \frac{A_1 + A_2}{2}$$

其中: V为开挖土方量, m³; K为土方松散系数; L为渠段长度, m; A₁、A₂分别为渠段起终点断面面积, m²。计算表明, 工程土方开挖总量达186万m³, 其中淤泥清除占比38%。建筑物改造工程量通过结构损毁程度评级确定。采用综合损毁指数计算公式:

$$D = \frac{\sum(W_i \times P_i)}{100}$$

其中D为损毁指数; W_i为第i类病害权重; P_i为该类病害评分。当D ≥ 0.65时, 需进行结构性改造。经现场调查与计算, 26座泵站中18座需进行土建改造, 8座仅需更换机电设备。渠道防渗衬砌采用预制块拼装与现浇混凝土相结合的方式。根据渠道断面尺寸和边坡要求, 计算得出混凝土衬砌58.6万m³, 预制块铺设面积42.3万m²。自动化设施主要包括485个水位计量点、156套远程控制装置及相应的供配电、通信线路。研究构建三级单价指标体系, 包括概算指标、预算指标和施工图预算指标, 并建立动态调整机制^[2]。概算指标以省级水利工程造价站发布的水利工程造价依据为基础, 结合近三年同类工程造价指数变化趋势进行调整。

2.2 投资预测模型构建

在构建预测模型时, 需统筹考虑工程特征、市场环境和风险因素^[3]。本研究基于历史数据和专家经验, 采用多层次预测体系, 建立了包含工程直接费、间接费和其他费用在

内的完整预测框架。如表 1 所示：投资预测模型重点解决了灌区续建配套工程投资构成的复杂性问题。

表 1 工程投资预测模型构成

费用类别	子项目	占总投资比例 /%	取费依据
直接费	渠道整治	35~45	工程量 × 单价
	建筑物改造	20~25	规模定额法
	机电设备	5~10	市场询价法
间接费	临时工程	8~12	直接费比例
	施工管理	6~8	定额计算
	施工机械	4~6	运距测算
其他费用	勘察设计费	1.5~2	行业标准
	监理费	1.5~2	合同约定
	预备费	2~3	风险评估

2.3 风险因素量化评估

项目采用层次分析法和模糊综合评判相结合的方法，建立了风险因素量化评估体系。如表 2 所示：

表 2 工程投资风险评估体系

风险类别	具体因素	影响权重	风险等级划分标准
工程建设 风险	地质条件变化	0.40	低：勘察报告与实际吻合度 >90%； 中：吻合度 70%~90%；高：吻合度 <70%
	施工干扰因素	0.35	低：连续施工期 >6 个月；中：3~6 个月；高：<3 个月
	技术方案创新	0.25	低：常规工艺占比 >80%；中：50%~80%；高：<50%
市场波动 风险	材料价格变化	0.40	低：波动率 <10%；中：10%~20%； 高：>20%
	人工成本上涨	0.35	低：年增长率 <5%；中：5%~10%； 高：>10%
政策环境 风险	机械费调整	0.25	低：调整幅度 <8%；中：8%~15%； 高：>15%
	征地补偿标准	0.40	低：执行现行标准；中：上浮 20% 内； 高：上浮 >20%
	环保要求提高	0.35	低：投入占比 <5%；中：5%~8%；高： >8%
	物价政策调整	0.25	低：区域物价指数变化 <3%；中： 3%~6%；高：>6%

风险评估体系的创新性体现在三个方面：第一，突破传统单一风险因素评估的局限，建立了多维度风险评估框架，实现了风险因素的全覆盖；第二，引入了分级量化机制，将定性分析转化为定量指标，提高了评估结果的可操作性；第三，建立了动态权重调整机制，能够根据工程实施阶段的特点灵活调整各类风险因素的影响权重。

3 工程投资控制要点

3.1 前期规划与设计阶段

前期规划与设计阶段是灌区续建配套工程投资控制的源头环节，充分运用了投资估算方法，通过优化设计方案、完善造价管理体系、强化限额设计，构建系统化的投资控制机制。在规划阶段，重点把控工程规模与改造标准的合理性

^[4]。通过分析渠系水利用系数、渠道防渗率、灌溉保证率等技术指标，合理确定改造范围和标准。针对不同等级渠道采用差异化改造策略，如骨干渠道实施防渗衬砌、一般渠道采用柔性防渗等分级处理方案。同时，通过土石方平衡优化、弃土场选址论证等措施，有效控制工程直接费用。基于投资预测模型的分析结果，建立工程规模与投资限额的对应关系，为方案比选提供定量依据。

在初步设计和施工图设计阶段，强化限额设计理念。建立以单位灌溉面积投资为核心的限额设计体系，并将其分解为各专业、各子项目的分项限额指标。通过设计优化，如采用预制装配式建筑物、推广新型防渗材料、优化泵站改造方案等措施，实现投资的过程控制。建立设计优化奖励机制，按照合理化设计所节约投资额度的比例提取设计优化奖励，引导设计单位主动开展投资优化。同时，建立严格的设计变更管理制度，从源头控制投资增量，确保设计变更的必要性和经济性。

3.2 工程建设实施阶段

工程建设实施阶段的投资控制以动态造价管理为核心，建立了“双标准、三层级、四环节”的综合管控体系^[5]。其中，“双标准”是指设计概算标准和施工图预算标准，“三层级”包括项目法人、监理单位和施工单位三级管理体系，“四环节”涵盖合同管理、过程管控、变更管理和结算管理。针对大型灌区工程点多面广、施工干扰因素复杂的特点，构建了基于 BIM 技术的投资动态监控平台，实现工程量与造价数据的实时关联分析。

围绕投资控制目标，强化工程变更和签证管理。制定了分级审批制度：工程量变化在 ±3% 以内的由监理工程师审批，±3%~5% 的由项目法人审批，超过 ±5% 的需经设计单位会审。同时针对各类型变更建立了造价数据库，如渠道衬砌方案变更、泵站设备调整等，确定了变更造价的上限标准。在签证管理方面，实行限额管理制度，将签证金额控制在合同价的 8% 以内，对超限额的签证实行专项审查。

通过招标采购环节的优化策略，建立了造价信息预警机制。对工程物资实行集中采购制度，年度采购计划分为常规物资和应急物资两类，确定了不同物资的采购时间节点和储备定额。建立了以钢筋、水泥、柴油为代表的大宗材料价格波动风险分担机制，当材料价格变化超过 ±8% 时启动价差调整程序。针对机电设备和自动化系统，采用“技术得分

+ 价格得分”的综合评分法,将全寿命周期成本纳入评标体系,实现投资效益的最大化。

3.3 后期运维管理阶段

后期运维管理阶段的投资控制重点是建立健全资产管理体系,实施全寿命周期成本管理^[6]。基于本次续建配套工程投资数据,建立了分类分级的运维成本测算模型。渠道防渗工程年运维费用按工程投资的1.2%计取,机电设备按2.5%计取,金属结构按1.8%计取。通过对12个已投运改造项目的跟踪分析,建立了精准的维修养护定额体系,为年度维护经费预算提供科学依据。

针对大型灌区设施分布广、管理难度大的特点,开发了基于GIS的智能化资产管理系统。系统将工程设施空间信息与续建改造投资数据关联集成,实现了设备设施全生命周期投资效益分析。建立了以供水保障率、渠系水利用系数为核心的绩效评价指标体系,并将评价结果与年度运维投资挂钩。同时,通过智能化改造措施,如无人机巡检、在线监测等,降低人工巡查成本,实现运维投入的结构性优化。

此外,以资金可持续性为导向,探索建立了多元化投融资机制。通过测算吨水供给成本,合理确定水费标准,提高水费收缴率。建立灌区维修养护基金,按照年供水收入的15%提取专项资金,确保工程长效运行。同时引入市场化运营模式,将部分泵站、计量设施等专业性较强的设施委托第三方运维,采用“基本费用+绩效奖励”的付费模式,提高运维资金使用效益。

4 实践效果分析

本文提出配套工程投资估算方法经实践检验取得明显成效。工程总投资控制在批复概算范围内,结算金额较概算节约4.86%。从投资结构看,直接工程费用占比控制在76%,间接费用占比19%,其他费用占比5%,基本符合投资预测模型的预期分布。

在工程建设质量方面,得益于精准的投资估算和合理的资源配置,主要建设指标均达到或优于设计标准。渠道防渗后渗漏损失率从原来的30%降至8%,输水效率提升明显;改造后的泵站运行效率平均提高15%,年节电成本达380

万元;新建的自动化控制系统实现了无人值守运行,管理人员编制减少35%。通过风险评估体系的有效运行,成功规避了原材料价格波动等不利因素带来的投资风险,项目无重大变更和索赔事件。

从投资效益看,改造后的灌区供水保证率由75%提升至92%,农业年增收6200万元。工程管理信息化水平得到提升,运维成本较改造前降低28%。通过建立合理的水价形成机制,水费收缴率达到95%,实现了良性运营。

5 总结

本文通过建立系统化的投资估算方法,实现了大型灌区续建配套工程投资的科学预测和有效管控。该方法在工程量计算、单价指标确定、投资预测和风险评估等方面进行了创新,成功解决了灌区续建工程投资估算中的关键问题。未来研究方向包括进一步完善投资数据库建设,探索智能化估算技术应用,建立更加完备的风险防控机制。同时,需要加强工程全寿命周期成本管理,优化投融资模式,提升投资效益,为推进灌区现代化建设提供有力支撑。

参考文献:

- [1] 孙艳.谈大型灌区水利工程的造价控制与管理思路[J].中外企业文化,2021,(06):71-72.
- [2] 郑文燕.甘肃省大型灌区续建配套与现代化改造建议[J].农业科技与信息,2024(8):96-100,107.
- [3] 姜莹,张良.新疆玛纳斯河大型灌区续建配套与现代化改造对策浅析[J].四川水利,2023,44(2):137-140.
- [4] 王玲.大型灌区续建配套与节水改造方案研究——以鸳鸯灌区为例[J].云南水力发电,2023,39(7):313-318.
- [5] 杨万祯.全过程工程咨询服务在某大型灌区续建配套与现代化改造工程实施阶段的应用[J].河南水利与南水北调,2024,53(9):82-83.
- [6] 张艳.大型灌区续建配套与现代化改造评估——以汾河灌区为例[J].山西水利,2023,39(3):29-30,39.

作者简介:王翹楚(1993.02—),男,汉族,硕士研究生,工程师,研究方向:工程造价、项目管理。