

论不确定性分析在水利工程经济评价中的应用

赵洋

新疆伊犁州水利电力勘测设计研究院有限公司

DOI:10.32629/hwr.v10i6.7046

[摘要] 水利工程具有建设周期长、投资规模大、影响因素复杂、公益性强等特点,在项目前期经济评价过程中所使用的投资、效益以及水文等相关主要参数都是预测数,必然带有不确定性,对评价结果准确性及项目投资决策合理性产生重要影响。不确定性分析是水利工程经济评价必不可少的重要组成部分,也是避免项目投资风险、提高前期方案比选质量的有效措施。本文根据《水利建设项目经济评价规范》SL72-2013的规定,介绍了水利工程前期经济评价中不确定性分析的基本概念及其作用,总结归纳了前期评价阶段的主要不确定因素,详细说明了几种常用方法的应用特点,并针对不同类型水利工程的特点提出相应的改进意见,为开展水利工程前期可行性研究阶段的经济评价工作提供借鉴参考。

[关键词] 不确定性分析; 水利工程; 经济评价; 前期决策; 敏感因素; 风险防控

中图分类号: TV 文献标识码: A

On the Application of Uncertainty Analysis in the Economic Evaluation of Water Resources Projects

Yang Zhao

Xinjiang Ili Prefecture Water Resources and Electric Power Survey and Design Research Institute Co., Ltd.

[Abstract] Water conservancy projects are characterized by long construction periods, large investment scales, complex influencing factors, and a strong public interest component. The key parameters used in the preliminary economic evaluation of such projects—including investment, benefits, and hydrological data—are all estimates and are inevitably subject to uncertainty, which significantly affects the accuracy of the evaluation results and the soundness of investment decisions. Uncertainty analysis is an essential component of the economic evaluation of water conservancy projects, and it is also an effective measure for mitigating project investment risks and improving the quality of preliminary scheme comparisons. Based on the provisions of the *Specifications for Economic Evaluation of Water Conservancy Construction Projects* (SL72-2013), this paper introduces the basic concepts and functions of uncertainty analysis in the preliminary economic evaluation of water conservancy projects. It summarizes the main sources of uncertainty during the preliminary evaluation stage, provides a detailed explanation of the application characteristics of several commonly used methods, and offers corresponding recommendations for improvement tailored to the characteristics of different types of water conservancy projects. The paper aims to serve as a reference for conducting economic evaluations during the preliminary feasibility study phase of water conservancy projects.

[Key words] uncertainty analysis; water conservancy projects; economic evaluation; preliminary decision-making; sensitive factors; risk prevention and control

引言

依据《水利建设项目经济评价规范》SL72-2013的要求,经济评价是水利工程项目建议书、可行性研究阶段必不可少的重要组成部分,也是项目立项审批以及投资决策的重要法律依据,在整个过程中主要是基于对项目的整个生命周期的成本与收益进行估算的基础上计算出经济内部收益率、财务内部收益率等

一系列主要的评估指标从而判断该项目是否具备良好的经济效益以及财务上的可操作性。因此,在水利工程前期进行合理的不确定性分析并准确找出各种不确定性因素及其影响程度,有助于提高项目的决策水平并降低投资风险。

1 不确定性分析在水利工程前期经济评价中的核心内涵与应用价值

1.1 核心内涵

水利工程经济评价不确定性分析是在水利工程项目前期可行性研究及投资决策过程中,对经济评价模型中各种预测参数所固有的不确定性进行科学合理的定量和定性分析,找出影响项目经济效益的主要因素,计算出这些参数变化范围给项目经济合理性、财务可行性带来的影响大小,预见该项目面临的风险以及抵御风险的能力,从而为项目的投资决策、方案比选以及风险管理提供数据支持的一种分析活动。它是水利工程经济评价的重要一环,在所有工程建设领域中,水利工程的不确定性尤为明显:一方面由于水利工程与自然水文循环紧密相连,降雨量、径流量、洪水等水文要素都具有很大的偶然性,决定了水利工程效益的基本边界;另一方面因为水利工程的投入巨大、工期较长,从筹建到建成一般需要几年甚至更长时间,在此期间内投资、成本、价格等因素的变化会产生叠加效应;再者水利工程往往同时具备公共性和经营性,其效益由多个部分组成,防洪、环保等社会效益不易用数值表示,也增加了不确定性分析难度。

1.2 核心应用价值

不确定性分析贯穿整个水利工程建设前期经济评估过程,在项目投资决策初期起到重要作用,主要体现在三个方面:一是把好项目立项关。通过对不确定性进行分析可以预见各种因素变化给项目带来的影响,确定项目的经济合理性和可行性边界值,防止因为过分相信确定性的预测而造成错误立项问题发生,从源头上避免投资失误;二是提高前期设计比选论证质量。在项目可行性研究过程中对多个方案进行比较时,利用不确定性分析可计算出各方案所能承担的风险程度,在保证相同效益的情况下选择抗风险能力强、经济效益稳定的方案,从而提升前期设计方案的质量;三是建立项目全生命周期风险防控机制。根据不确定性分析结论可以在早期做出该项目的主要敏感因素以及高危环节,及时制定相应的防范措施和对策,为以后项目建设施工及运营管理指明方向,从一开始就降低整个工程项目的整体风险水平。

2 水利工程前期经济评价中的核心不确定因素

2.1 水文与自然条件的不确定性

水文及自然条件是水利工程经济分析中最基本、最重要的不确定性因素,对工程效益计算范围以及投资估算的基本假设起决定作用,在前期评估时,灌溉、供水、发电项目效益计算以设计保证率对应的来水量、需水量为依据,防洪、治涝项目效益计算是以设计洪水频率和洪水灾害损失为基础进行的,但是降雨、径流、洪水等水文要素本身具有随机性,根据以往水文资料预测得到的数据与真实情况之间必然会有一定差距,从而造成工程项目效益计算出现偏差;另外,在前期勘探过程中所获取到的各种工程地质参数也并非一成不变,例如坝基岩石强度、库区渗漏情况、边坡稳定性等问题都会给前期的投资估算带来很大影响,也是引起投资估算误差的主要原因。

2.2 投资估算的不确定性

投资估算是水利工程经济分析的重要依据,在一定程度上

决定了项目的各项评价指标数值大小。根据《水利工程设计概(估)算编制规定》,水利工程总投资包括建筑工程、机电设备及安装工程、金属结构设备及安装工程、施工临时工程、独立费用、预备费以及建设期融资利息等部分,涉及水工、机电、金属结构、造价、移民、环评等多个方面内容,而并非仅仅针对土建建筑工程而言。由于建筑材料、机电设备、金属结构价格变化、征地移民安置补偿标准提高、勘察设计、监理、环评水保等相关独立费用政策变化等因素都会造成前期投资估算偏差;此外,前期设计深度不够造成的工程量漏算或者错算也会加剧投资估算不确定性,是水利工程前期经济分析中最常见风险因素。

2.3 运营成本与效益测算的不确定性

对项目全生命周期运营成本及效益分析是经济评估主要内容,也是不确定性所在。在前期评价时,年运行费用(包括维修养护费、材料费、人工费、水资源费、管理费等)都是以现有水平为基础进行估算,在长达几十年的服务期内,人工成本、材料价格以及收费标准都会发生变化,从而影响到对运行费用估计的准确性;从效益上看,对于经营性供水、发电项目而言,其收益受到水价、电价、供水量以及发电量的影响较大,而对于准公益性或者公益性的防洪、治涝、生态修复等功能来说,则很难用市场价值来衡量,只能采取等效替代法或损失减免法来进行估计,因此具有很大的不确定性,很容易造成评价结果与真实情况不符的问题发生。

2.4 技术参数与设计的不确定性

前期可研阶段的技术方案选择以及设计参数确定是进行经济评价的基础,在此之前如果存在较大的不确定性,则会对整个项目的投资及效益范围造成影响。水利工程前期设计中的坝型选择、输水线路比选、装机容量确定、工程规模论证等核心技术问题的选择都会给投资金额以及效益带来不同程度的影响;此外,由于前期勘察设计工作不到位或者技术标准发生变化或者设计方案进行优化调整等原因也会引起工程量的变化从而改变投资和效益水平,最终导致对经济评价结论产生一定的不确定性。

2.5 政策与社会环境的不确定性

水利工程建设大多数具有较强的公益性,受国家政策和社 会环境影响较大,在前期经济评价中不能忽略相关法律法规及政策的变化。例如:水资源管理制度改革、环境保护法等相关法律法规制度变化;水利工程财政补助、税收减免以及价格调控等方面的政策变化;区域经济发展规划、城市建设用水需求预测、农业生产结构变动所引起的需水量、效益规模的变化;土地征用、移民安置过程中涉及的社会问题等都会给工程的投资、成本、收益带来不同程度的影响从而改变项目的经济效益分析结果。

3 水利工程前期经济评价中不确定性分析的规范方法与应用要点

3.1 盈亏平衡分析

盈亏平衡分析主要用于经营性和准公益性水利项目财务评

价,在计算出项目的盈亏平衡点之后,可以了解其成本和收入之间的关系以及对产出物数量变动的承受能力和抵御风险的能力。在前期评估阶段,盈亏平衡分析是以设计方案所确定的生产规模为基础,以年销售收入、年总成本费用以及年税金附加费等为基本数据进行测算产量、产能利用率、价格等一系列关键盈亏平衡值,从而把握住项目盈利门槛,是前期工作的重要参考依据。此方法简单明了,能够迅速识别出项目所能承受最低限度的风险水平,一般用作不确定性分析的一种方式。

3.2 敏感性分析

敏感性分析是水利工程经济评价中最常用的一种不确定性分析方法,分为单因素敏感性和多因素敏感性两种类型,主要是计算各种不确定因素在一定范围内变动的情况下,对项目内部收益率、财务内部收益率以及投资回收期等主要评估指标产生的影响大小,在此基础上找出对项目评价结果起决定作用的主要敏感因素并确定其临界值。而在前期评价过程中要根据不同的项目特点选择相应的敏感因素一般有固定资产投资、效益规模、产品价格、建设工期、年运行费等内容,合理设置各因素的变化范围,正确计算出各因素的敏感度系数及临界点,以便更好地进行项目的管理与控制工作。

3.3 概率分析

概率分析又叫风险分析,是在对各种不确定因素的概率分布进行研究的基础上,计算出项目的评价指标的概率分布情况,从而对项目达到目标利润的可能性以及所承担的风险程度做出数量上的估计,在前期评估中需要结合实际的历史资料、行业经验和专家意见来确定各个主要不确定性因素的概率分布形式及其参数值,利用蒙特卡洛模拟法或者解析的方法求得项目的经济净现值、财务净现值的期望值及相应的累积概率,进而从数量上衡量该项目的风险等级。这种方法可以全面地度量整个工程的风险程度,弥补盈亏平衡分析和敏感性分析的缺陷,为大型工程的投资决策提供更加充分的数量依据。

4 不确定性分析在水利工程经济评价中应用的优化策略

4.1 严格遵循规范要求,锚定前期评价核心定位

依据《水利建设项目经济评价规范》《建设项目经济评价方法与参数》等国家有关标准进行工作,以项目前期投资决策为主要目的,在项目建议书、可行性研究阶段均需进行不确定性分析,避免出现只注重确定性分析而忽视不确定性分析、只重视后期运营管理而忽略前期风险预测的现象,使分析工作真正起到为项目立项提供参考的作用。

4.2 结合项目类型精准识别,实现全专业全覆盖

对于不同类型、不同性质的水利工程,有针对性地找出影响最大的不确定性因素,在所有专业上做到全方位无死角。例如防洪工程关注洪水发生频率以及造成的灾害损失估计值的不确定;灌溉工程关注降雨径流及农作物种植结构变化带来的不确定性;供水工程关注水价政策和用水需求预测的不确定性等。并且突破土建专业的限制,涉及机电设备安装调试、金

属构件制作加工、征地移民安置补偿、环境保护与水土保持等相关专业领域的不确定性因素也全部纳入其中,保证了因素查找不疏漏。

4.3 规范方法组合应用,强化数据支撑与参数管控

依据项目的大小以及重要性选择适当的组合使用各种分析方法,一般中小型项目主要进行盈亏平衡分析及单因素敏感性分析即可满足要求;而大型重要的水利工程还需要增加多因素敏感性和概率分析等内容来避免出现方法误用或者过程不规范的情况发生。同时要建立健全的水利工程建设经济效益评估数据库,收集同类工程的历史资料 and 行业指标,在此基础上结合具体情况合理确定各项参数的变化幅度,从根本上提高计算水平。

4.4 健全风险前置管控,加强专业能力建设

以不确定性分析为基础,在前期决策时同步制定相应的风险防范方案,确定主要敏感因素控制范围以及对策措施,把研究成果作为项目投资决策硬性要求。同时加大对水利工程建设经济评估人员培训力度,提高他们对工程经济评估、造价控制等方面的能力水平,增加水文水资源、水工设计、政策法规等知识的学习,使他们具备更多实践经验,真正使不确定性分析符合工程建设实际情况,起到为项目提供支持的作用。

5 结论

不确定性分析是水利工程前期经济评估法定必要组成部分,也是提高工程项目投资决策水平、防范投资风险以及改进设计方案的有效途径。由于水利工程本身具有自然属性、工程特性和公益性等特点,在前期进行经济分析时会受到很多不确定因素影响,这直接影响到最终得出结论准确性以及整个项目成败。因此在实际工作中要严格按照国家相关法律法规要求开展工作,明确好项目前期投资决策主要目标,准确找出所有涉及专业领域不确定性因素,并合理采用各种分析方法对这些不确定性因素进行综合处理,从而实现对项目整体风险程度精确衡量并提前做好相应预防措施,这样才能充分发挥不确定性分析对决策支持作用,从根本上保证水利工程项目的经济合理性及抗风险能力,促进水利工程优质建设和长远发展。

参考文献

- [1]纪俊双.水利工程经济评价中河道生态工程效益指标类型探析[J].河北水利,2025,(07):25-26.
- [2]陈韻俊,罗林峰.对水利工程国民经济及财务评价的几点思考[J].浙江水利科技,2024,52(06):30-33.
- [3]张慕森.试论水利工程经济评价方法[J].建筑经济,2024,45(S1):115-118.
- [4]王晓露.供水工程的成本效益分析与标准化优化策略研究[J].大众标准化,2024,(11):71-72+75.

作者简介:

赵洋(1988—),女,回族,新疆维吾尔自治区伊犁哈萨克自治州伊宁市人,中级职称,大学本科,主要研究水利工程造价,经济评价,咨询等方面。