

水利工程中水工设计方案的比选与优化思路构建

俞兆睿

新疆昌吉方汇水电设计有限公司

DOI:10.12238/hwr.v8i1.5128

[摘要] 水利工程是人类利用水资源进行防洪、供水、灌溉等活动的重要领域。在水利工程中,水工设计方案的比选与优化是确保工程安全高效运行的关键环节。本文旨在探讨水工设计方案的比选与优化思路构建,并提出相应的研究方法和模型。阐述了水工设计方案比选与优化的指标体系构建方法,还对影响水工设计方案比选与优化的技术、经济和环境因素进行了分析,为进一步优化方案提供了参考。

[关键词] 水利工程; 水工设计方案; 指标体系

中图分类号: U652.7+2 **文献标识码:** A

Comparison and selection of hydraulic design schemes in water conservancy projects and construction of optimization ideas

Zhaorui Yu

Xinjiang Changji Fanghui Hydropower Design Co., Ltd

[Abstract] Water conservancy engineering is an important field for human beings to use water resources for flood control, water supply, irrigation and other activities. In water conservancy engineering, the comparison and optimization of hydraulic design schemes is the key link to ensure the safe and efficient operation of the project. The purpose of this paper is to discuss the comparison and selection of hydraulic design schemes and the construction of optimization ideas, and to put forward the corresponding research methods and models. This paper expounds the construction method of index system for the comparison and optimization of hydraulic design schemes, and analyzes the technical, economic and environmental factors that affect the comparison and optimization of hydraulic design schemes, which provides a reference for further optimization schemes.

[Key words] water conservancy engineering; hydraulic design scheme; Indicator system

引言

水利工程是人类利用水资源进行防洪、供水、灌溉等活动的重要领域,其设计方案的优化和比选对于确保工程的安全性、可靠性和经济效益至关重要。随着社会发展和科技进步的推动,水工设计方案的比选与优化已成为水利工程领域研究的热点之一。

在传统的水工设计过程中,常常存在多个可行方案供选择,而这些方案往往在技术、经济和环境等方面有所差异。因此,如何从众多方案中选择出最佳方案,并对其进行优化改进,以满足工程需求并节约投资成本,成为水利工程实践中亟待解决的问题。

1 水工设计方案的比选方法与指标体系

1.1 水工设计方案比选的基本原理

水工设计方案比选是通过多个可行性方案进行评估和比较,选择最佳方案以满足特定的需求和目标。其基本原理包括以下几个方面:

多因素综合考虑:水工设计方案的比选需要综合考虑技术、经济、环境等多个因素,并根据各因素的权重确定最优方案。

可行性与可靠性:最佳方案应具备技术可行性和工程可靠性,能够满足设计要求,并在长期运行中保持稳定性和安全性。

灵活性与可调整性:最佳方案应具备一定的灵活性,能够适应未来可能出现的变化和调整需求。

1.2 比选指标体系的构建

水工设计方案比选指标体系的构建是实现方案评估和比较的基础。该指标体系应覆盖技术、经济、环境等多个方面的指标,并采用科学合理的权重确定方法。以下是构建比选指标体系的一般步骤:

确定评价指标的类别:根据水工设计方案的特点和要求,将评价指标划分为技术、经济、环境等不同类别。

选择具体的评价指标:在每个类别中选择与水工设计方案相关的具体指标,如工程质量、施工难度、投资成本、环境影响等。

确定指标权重: 根据实际需求和利益相关者的意见, 采用专家打分法、层次分析法等方法确定各指标的权重。

建立评价模型: 根据指标体系和权重, 建立相应的评价模型, 以便对方案进行综合评估和比较。

1.3 水工设计方案比选方法的研究

为了实现水工设计方案的比选, 需要综合运用多种比选方法。以下是常用的水工设计方案比选方法:

层次分析法(AHP): 通过构建层次结构, 确定指标的权重, 并基于权重进行方案排序和比选。

模糊综合评价法: 将模糊数学理论应用于方案评价中, 考虑因素之间的模糊性和不确定性, 得出最佳方案。

灰色关联度分析法: 利用灰色关联度指标对方案进行比较和排序, 找出最具优势的方案。

数学规划方法: 将水工设计方案比选问题转化为数学规划模型, 通过优化求解得出最佳方案。

优先级排序法: 根据各评价指标的相对重要性和排名确定方案的优先级和次序。

每种方法都有其适用的场景和局限性, 因此在实际应用中需要根据具体问题选择合适的方法, 并结合实际情况进行综合考虑和判断。

2 水工设计方案的优化方法与模型建立

水工设计方案的优化方法与模型建立是为了在已有的方案基础上, 通过调整和改进来达到更好的效果和性能。

方案评估与分析: 首先, 对已有的水工设计方案进行全面的评估和分析, 包括技术可行性、经济成本、环境影响等方面的考虑。这可以通过实地考察、数据收集和文献研究等方式进行。

问题定义与目标确定: 根据方案评估和分析的结果, 明确问题所在并确立优化的目标。例如, 降低施工难度、提高工程效率、减少环境污染等。

参数调整与改进: 在问题定义和目标确定的基础上, 针对各个参数和变量进行调整和改进。这可能涉及到工艺流程的优化、设备选型的改善、材料选择的调整等。

模型建立与求解: 根据确定的问题和目标, 构建相应的数学模型和优化模型。这可以利用数学规划、仿真模拟、人工智能等方法进行建模和求解。

结果评估与验证: 对优化后的水工设计方案进行结果评估和验证。通过对比优化前后的性能指标和效果, 评估优化方案的有效性和可行性。

迭代与改进: 根据结果评估和验证的反馈, 进行必要的迭代和改进。根据实际情况和需求调整方案, 以达到更好的效果和性能。

3 水工设计方案比选与优化的实践案例研究

案例背景: 某水利工程项目需要选择最佳的供水方案, 以满足当地居民的日常用水需求。在可行性研究阶段, 提出了三个供水方案, 并希望通过比选与优化来确定最佳方案。

方案A: 建设一座中央供水厂, 从远处引水并通过管道输送

给用户。

方案B: 利用地下水资源, 兴建一系列地下水井, 通过泵站抽取地下水供给用户。

方案C: 将附近河流进行引水治理, 建设一条新的供水管网。
实施步骤:

指标体系构建: 首先, 确定比选指标体系, 包括技术、经济、环境等方面的指标。其中, 技术指标包括水源稳定性、供水能力等; 经济指标包括投资成本、运营成本等; 环境指标包括水资源利用效率、生态影响等。

权重确定: 借助专家咨询和决策者意见, 采用层次分析法(AHP)确定各指标的权重。例如, 技术指标的权重为0.4, 经济指标的权重为0.3, 环境指标的权重为0.3。

方案评估与比选: 对三个方案进行评估和比较, 根据各指标的权重和评价模型进行综合评分和排名。例如, 方案A在技术指标上得分为8, 经济指标得分为6, 环境指标得分为7, 综合评分为 $(8 \times 0.4) + (6 \times 0.3) + (7 \times 0.3) = 7.1$ 。同样地, 对方案B和C也进行评估和计算。

结果分析与优化: 根据评估结果, 分析各方案的优势和不足, 并寻找优化空间。例如, 方案A的技术得分较高, 但投资成本较大; 方案B的经济性较好, 但可能对地下水资源造成影响; 方案C的环境友好性较高, 但存在工程难度。

方案调整与再评估: 根据分析结果, 可以对各个方案进行调整和改进, 以更好地满足项目需求。例如, 方案A可以考虑使用更先进的水处理技术, 降低运营成本; 方案B可以进行更详细的地下水资源评估和监测, 确保可持续利用; 方案C可以考虑引入更高效的供水管网设计。

4 水工设计方案比选与优化的影响因素分析

水工设计方案的比选与优化涉及多个影响因素, 这些因素可以分为技术、经济、环境和社会等几个方面。以下是对这些影响因素进行分析的描述:

4.1 技术因素

技术可行性: 方案的技术可行性是影响比选与优化的重要因素。需要评估方案是否具备必要的技术条件, 包括工程实施的可行性、材料设备的可获得性以及技术的稳定性和安全性等。

技术先进性: 方案的技术先进性也是一个考虑因素。新兴的技术和工艺可能会提供更加高效、可持续和环保的解决方案。

工程质量与可靠性: 方案应确保工程质量和可靠性, 能够满足长期运行的需求, 并降低工程事故和故障的风险。

4.2 经济因素

投资成本: 方案的投资成本是一个重要的经济因素。较低的投资成本有助于项目的经济性和可行性。

运营成本: 方案的运营成本包括设备维护、能源消耗等费用。较低的运营成本有助于提高方案的经济效益。

投资回报率: 方案的投资回报率是评估方案经济可行性的指标之一。需要综合考虑项目的投资回收期、现金流量分析等因素。

4.3 环境因素

环境影响: 方案对水资源、土地利用、生态环境等方面的影响是重要的环境因素。需要评估方案对周边环境和生态系统的影响, 寻求可持续利用和保护环境的方案。

节能减排: 方案的能源消耗和碳排放是环境因素的重要指标。需要优化方案以尽可能减少能源的使用和碳排放的产生。

4.4 社会因素

公众接受度: 方案的公众接受度是一个关键因素。需要考虑到当地居民对方案的认可程度、社会安全稳定等因素, 并进行相关沟通和协商。

社会效益: 方案的社会效益也是一个重要的影响因素。例如, 方案是否能提供就业机会、改善居民生活质量等。

5 水工设计方案比选与优化的应用前景

随着全球人口增长和城市化进程加快, 对水资源的需求和管理变得日益重要。水工设计方案的比选与优化成为了解决水资源管理和利用问题的关键手段之一。它可以帮助确保供水系统的可持续性、提高水资源利用效率, 并减少环境影响。

提高水资源利用效率: 通过比选与优化, 可以优化供水方案, 确保水资源的高效利用。针对不同的地区和水资源状况, 可以选择合适的方案, 如雨水收集系统、水循环利用系统等, 以最大限度地减少浪费并满足各种用水需求。

保护生态环境: 通过水工设计方案的比选与优化, 可以降低水工工程对生态环境的影响。优化方案可以考虑生物多样性保护、水生态修复等策略, 减少工程对生态系统的干扰, 实现水资源的可持续发展。

应对气候变化: 随着气候变化的加剧, 水资源管理面临更大的挑战。比选与优化可以帮助制定适应性方案, 如抗旱应对策略、降雨径流管理等, 以减轻极端气候事件对供水系统的影响。

优化供水设施和管网设计: 通过比选与优化, 可以改进供水设施和管网设计, 提高供水能力和灵活性。利用先进的技术和模型, 可以优化设计参数、降低运营成本, 并提高供水系统的可靠性和可持续性。

6 存在问题及解决思路

在水工设计方案的比选与优化过程中, 可能会面临一些问题。以下是一些常见问题以及解决思路:

问题1: 数据不完整或不准确。在比选与优化过程中, 需要依赖各种数据来进行评估和分析。然而, 有时候数据可能不完整或不准确, 这会影响到方案评估的准确性。

解决思路: 在收集数据时, 要确保数据的完整性和准确性。可以采用多种方式获取数据, 如现场调研、实验测量、文献研究

等。同时, 对于缺失或不确定的数据, 可以进行合理的估算和推断, 或者通过模型和模拟来填补数据空缺。

问题2: 权重确定的主观性。在比选与优化中, 权重的确定是一个关键步骤。但权重的确定往往涉及主观判断, 可能存在个人偏好或主观偏差, 导致评估结果不够客观和可信。

解决思路: 为了确保权重的客观性和准确性, 可以采用专家咨询、问卷调查等方法来获取权重信息。同时, 可以使用层次分析法(AHP)等定量分析方法, 通过专家意见的统计和加权处理来确定权重, 以减少主观性的影响。

问题3: 多目标冲突。在比选与优化过程中, 不同的指标往往存在冲突, 优化一个指标可能会牺牲其他指标的表现, 导致决策困难。

解决思路: 对于多目标冲突的情况, 可以采用多目标规划方法, 将各个指标进行量化和加权, 确定最优解的边界或权衡点。也可以采用敏感性分析等方法, 在不同权重下对方案进行评估和比较, 找到满足需求的最优解。

7 结论

水工设计方案的比选与优化是一个综合考虑技术、经济、环境和社会等多个因素的过程。在实施该过程时, 需要解决一些常见问题, 如数据不完整、权重确定的主观性、多目标冲突和不确定性等。通过采用合理的数据处理方法、客观的权重确定、多目标规划和风险分析等策略, 这些问题可以得到解决。

水工设计方案的比选与优化具有广阔的应用前景。它可以提高水资源利用效率、保护生态环境、应对气候变化、优化供水设施和管网设计, 并推动智能化管理与运营。随着技术的进步和智能化的推进, 该过程将发挥越来越重要的作用, 为人类提供可持续的水资源管理和利用解决方案。

[参考文献]

[1]孙资舜.某货运码头水工结构设计方案比选[J].交通科技与管理,2023,4(02):53-55.

[2]曹水燕.解析水利水电工程水工设计方案比较[J].建材与装饰,2017,(43):259-260.

[3]林燕婷.浅谈码头工程水工建筑物设计方案比选[J].中国水运(下半月),2015,15(09):289-290.

[4]马燕.论述水工设计方案如何进行对比与分析[C]//《建筑科技与管理》组委会.2014.年3月建筑科技与管理学术交流会论文集.伊犁州水利电力勘测设计研究院,2014:2.

[5]陈志耀.浅谈水工设计方案的分析与比较[J].广东建材,2011,27(07):62-63.