

Research on Optimization Method of Water Conservancy Engineering Site Selection Based on Geological Survey

Liang Zhang

Jiangsu Engineering Survey and Research Institute Co., Ltd., Yangzhou, Jiangsu, 225000, China

Abstract

With the advancement of geological survey techniques, optimization methods for hydraulic engineering site selection based on geological surveys provide engineers with powerful tools, assisting them in making more scientific and accurate site selections. This paper elaborates on the fundamental principles and methods of geological surveys, traditional methods of hydraulic engineering site selection, optimization methods based on geological surveys, evaluation of optimization methods' effectiveness, existing challenges, and future research directions. The research results indicate that compared to traditional site selection methods, the optimization methods based on geological surveys are more scientific and precise.

Keywords

geological survey; hydraulic engineering; site selection optimization; optimization algorithms; effectiveness evaluation

基于地质勘察的水利工程选址优化方法研究

张良

江苏省工程勘测研究院有限责任公司, 中国·江苏扬州 225000

摘要

随着地质勘察技术的发展, 基于地质勘察的水利工程选址优化方法为工程师提供了强大的工具, 帮助他们更为科学和准确地进行选址。论文详细介绍了地质勘察的基本原理和方法、水利工程选址的传统方法、基于地质勘察的选址优化方法、优化方法的效果评估、存在的问题与未来研究方向。研究结果表明, 与传统的选址方法相比, 基于地质勘察的选址优化方法更为科学和准确。

关键词

地质勘察; 水利工程; 选址优化; 优化算法; 效果评估

1 引言

水利工程作为人类文明和社会发展的重要支柱, 始终在历史的长河中发挥着不可替代的作用。从古老的灌溉系统到现代的大坝、水库, 水利工程为人类提供了饮用水、农业灌溉、发电等多种生活和产业所需。论文旨在探讨基于地质勘察的水利工程选址优化方法, 通过对现有的研究进行总结和分析, 提出新的思路和方法, 并通过实际案例进行验证。

2 地质勘察的基本原理与方法

地质勘察是一种系统性的、旨在获取地下地质信息的技术活动。它通过对地下岩层、土壤、水文地质等进行探测、测试和分析, 为工程建设提供必要的地质数据和建议。常用的地质勘察技术包括以下几种:

钻探: 是最常用的地质勘察方法之一, 通过钻孔获取地下岩层和土壤的样品, 然后进行实验室分析。

地震反射法: 利用地震波在地下的反射特性, 获取地下岩层的信息。这种方法在深层地质勘察中特别有效。

电磁法: 通过测量地下的电磁特性, 推断岩层和土壤的性质和分布。

声波测井: 利用声波在井中的传播特性, 获取井壁岩层的信息。

地质测量: 通过地表的观测和测量, 获取地下岩层的倾斜、断裂等信息。

3 水利工程选址的传统方法

水利工程的选址是确保工程成功的关键步骤。传统的选址方法主要基于经验、地形、地貌和水文地质等因素进行。

3.1 基于经验的选址方法

经验选址是最古老的方法, 主要依赖于工程师或地质学家的经验和直觉。工程规模较小, 风险可控。当地已有类似的成功工程案例。缺乏详细的地质和水文数据。尽管经验

【作者简介】张良(1996-), 男, 中国江苏扬州人, 硕士, 助理工程师, 从事地质工程、水文与水资源工程研究。

选址在某些情况下很有效，但它也存在一定的风险，特别是在地质条件复杂或未知的地区。

3.2 基于地形和地貌的选址方法

地形和地貌是水利工程选址的重要参考因素。通过对地形和地貌的观察和分析，可以初步判断一个地点是否适合建设水利工程。常见的方法包括以下几种：

地形分析：通过对地形图的分析，确定地点的高程、坡度和地形特征。

地貌观察：通过实地考察，观察地貌特征，如河谷、山脉、平原等。

地质地貌图解析：结合地质地貌图，分析地点的地质结构和地貌特征。

3.3 基于水文地质的选址方法

水文地质是水利工程选址的另一个重要因素。通过对地下水、河流和湖泊的研究，可以确定一个地点的水资源和水文条件。常见的方法包括以下几种：

地下水研究：通过钻探和水文测井，研究地下水的深度、流量和质量。

河流分析：通过对河流的观测和测量，确定河流的流量、流速和河床性质。

湖泊研究：通过对湖泊的观测和测量，确定湖泊的面积、深度和水质。

4 基于地质勘察的选址优化方法

4.1 地质数据与水利工程选址的关联性分析

地质数据是水利工程选址的重要依据。与传统的选址方法相比，基于地质勘察的数据可以为工程师提供更为详细和准确的地下信息。

岩层性质与工程稳定性：岩层的性质，如岩石类型、硬度、裂缝分布等，直接影响工程的稳定性。例如，软岩或多裂缝的岩层可能不适合建设大坝，因为它们可能导致坝体的变形或渗漏。

土壤性质与工程基础：土壤的性质，如土壤类型、密度、含水量等，决定了工程的基础设计。例如，松软的土壤可能需要加固或更深的基础，以确保工程的稳定性。

水文地质与水资源：地下水的深度、流量和质量是水利工程的重要水源。通过地质勘察，可以确定地点的水文地质条件，从而更为准确地评估其水资源潜力。

地质结构与工程安全：地质结构，如断裂带、褶皱、地震带等，直接影响工程的安全性。在断裂带或地震带附近的地点可能需要特殊的设计和施工方法，以确保工程的安全。

地质历史与工程风险：通过对地质历史的研究，可以了解地点过去的地质事件，如地震、滑坡、洪水等。这些信息可以为工程师提供宝贵的参考，帮助他们评估工程的风险。

4.2 地质勘察数据的处理与模型构建

随着地质勘察技术的不断进步，我们可以获取到大量的地质数据。然而，这些原始数据往往是零散的、不规整的，

需要经过一系列的处理才能为水利工程选址提供有用的信息。

4.2.1 数据预处理

数据清洗：去除无效、重复或错误的的数据，确保数据的质量和准确性。

数据转换：将数据转换为统一的格式和单位，便于后续分析和处理。

数据插值：对于数据缺失的区域，可以使用插值方法估算其值，以得到完整的数据集。

4.2.2 数据分析

统计分析：对数据进行统计分析，如均值、方差、频率分布等，以了解数据的基本特性。

关联性分析：分析不同地质参数之间的关联性，如岩层性质与地下水流量的关系。

趋势分析：分析数据的变化趋势，如地下水位的季节性变化。

4.2.3 地质模型构建

二维模型：基于地质剖面图，构建二维的地质模型，展示岩层和土壤的分布、性质和结构。

三维模型：利用三维建模软件，构建立体的地质模型。例如，地质勘察 BIM 模型将场地的地貌与地质结构进行可视化，为工程师在水利工程选址中提供更为直观的参考及方向。

数值模拟：基于数学模型和计算机技术，模拟地下的物理和化学过程，如地下水的流动、岩层的应力分布等。GMS、COMSOL、TOUGH2 等数值模拟软件中的流固耦合模型已经在水利工程领域得到了广泛运用，龙文华等人就基于 GMS 实现了对水库坝基渗漏的地段及渗漏的流量进行了有效预测，为将来类似水库坝基选址提供了数据支撑；COMSOL 模拟软件中甚至可以添加岩层裂隙大小及分布等参数，进一步提高模型的准确性。

风险评估模型：结合地质数据和工程参数，评估工程建设风险，如地震、滑坡的可能性。

4.3 优化算法的选择与应用

在水利工程选址中，优化算法的应用是为了在多个可能的选址中找到最佳的位置，确保工程的经济性、安全性和可持续性。以下将详细介绍常用的优化算法及其在水利工程选址中的应用。

4.3.1 线性规划

线性规划是一种求解线性目标函数在一组线性约束条件下的最优解的方法。在水利工程选址中，可以使用线性规划来确定最佳的建设位置、规模和设计参数，以最大化或最小化某一目标，如成本、效益或风险。

4.3.2 遗传算法

遗传算法是一种模拟自然选择和遗传机制的搜索算法。它可以处理复杂的非线性问题，并在大数据集上表现出色。在水利工程选址中，遗传算法可以用来寻找最佳的选址组合，考虑多个因素和约束。

4.3.3 粒子群优化

粒子群优化是一种模拟鸟群觅食行为的算法。它通过多个“粒子”在解空间中搜索，找到最佳解。在水利工程选址中，粒子群优化可以用来优化地质模型参数，提高模型的准确性。

5 优化方法的效果评估

在引入基于地质勘察的选址优化方法后，评估其效果的重要性不言而喻。本章将详细介绍优化方法的效果评估技术和步骤。

5.1 评估指标的选择

选择合适的评估指标是效果评估的关键。常用的评估指标包括以下几种：

安全性指标：如地震风险、滑坡风险、渗漏风险等。

经济性指标：如建设成本、运营成本、预期收益等。

环境和社会指标：如环境影响、移民问题、文化遗产保护等。

5.2 传统方法与优化方法的对比分析

为了评估优化方法的效果，我们需要将其与传统的选址方法进行对比。这可以通过以下几个步骤实现：

数据收集：收集传统方法和优化方法的选址结果和相关数据。

数据分析：使用统计和分析工具，对比两种方法的选址效果。

效果评估：基于评估指标，对比两种方法的选址效果，确定优化方法的优势和不足。

5.3 实际工程案例的效果评估

通过实际工程案例进行效果评估是最直观的方法。以下是一个简化的案例分析：

在某水库工程中，传统的选址方法选择了A地点，而基于地质勘察的优化方法选择了B地点。通过对比分析，发现B地点的地质条件更稳定，建设成本更低，而且对环境的影响也更小。因此，可以认为优化方法在这个案例中取得了更好的效果。

总之，优化方法的效果评估是确保水利工程选址成功的关键环节。只有通过严格的评估，我们才能确保所采用的方法真正达到了预期的效果。

6 存在的问题与未来研究方向

尽管基于地质勘察的水利工程选址优化方法在许多实际应用中取得了良好的效果，但仍然存在问题和挑战。同时，随着技术的发展和社会需求的变化，未来的研究方向也呈现出新的趋势。

6.1 当前方法的局限性

数据质量问题：地质勘察数据的质量直接影响选址优化的结果。在某些地区，由于技术、经济或其他原因，获取的数据可能不够详细或准确。

计算复杂性：某些优化算法在处理大规模或复杂的地

质数据时，计算复杂性较高，需要更强大的计算资源。

模型不确定性：所有的地质模型都是基于一定的假设和简化而建立的，这可能导致模型的不确定性和误差。

6.2 技术发展对选址优化方法的影响

大数据与人工智能：随着大数据技术和人工智能的发展，未来的选址优化方法可能会更加智能和自动化，能够处理更大规模的数据并提供更准确的结果。

远程传感与物联网：这些技术可以实时获取和传输地质数据，为选址优化提供更为实时和动态的数据支持。

6.3 未来研究的重点与方向

多源数据融合：结合地质勘察数据、遥感数据、社会经济数据等，进行多源数据融合，提高选址的准确性和全面性。

跨学科研究：结合地质学、水文学、经济学、社会学等多个学科的研究，进行跨学科的选址优化研究。

可持续性研究：考虑环境、社会和经济的可持续性，进行更为全面和深入的选址优化研究。

7 结论

水利工程的选址是确保工程成功的关键环节。随着地质勘察技术的发展，基于地质勘察的选址优化方法为工程师提供了强大的工具，帮助他们更为科学和准确地进行选址。论文详细介绍了地质勘察的基本原理和方法、水利工程选址的传统方法、基于地质勘察的选址优化方法、优化方法的效果评估、存在的问题与未来研究方向。

主要结论如下：

①地质勘察为水利工程选址提供了详细和准确的地下信息，是工程选址的重要依据。②与传统的选址方法相比，基于地质勘察的选址优化方法更为科学和准确，可以更好地考虑地质条件、水资源、成本和环境等多个因素。③优化算法在水利工程选址中发挥着重要作用。通过合理选择和应用优化算法，可以更为科学和准确地进行选址。④尽管基于地质勘察的选址优化方法取得了良好的效果，但仍然存在一些问题和挑战，如数据质量、计算复杂性、模型不确定性等。

随着技术的发展和社会需求的变化，未来的研究方向将更加注重新数据融合、跨学科研究和可持续性研究。

总之，基于地质勘察的水利工程选址优化方法为工程师提供了有力的支持，帮助他们更为科学和准确地进行选址。

参考文献

- [1] 龙文华,邱慧玲.基于GMS的水库坝基渗漏三维数值模拟分析[J].山西建筑,2023,49(18):185-188.
- [2] 傅伟建.水利工程智慧化运行管理方式的探索与分析[J].水电站机电技术,2022(8).
- [3] 张瑞涛,宋亚路,夏琼.水利工程运行管理数字化改革实践与探索[J].水电站机电技术,2022(8).