

水利勘察中的水文地质条件分析与评价

孟令智 李涛 田伟

天津市水务规划勘测设计有限公司 天津 300000

摘要: 水利勘察是水利工程前期工作的重要环节,其中水文地质条件的分析与评价对于确保工程安全、优化工程设计和提高工程效益具有至关重要的意义。本文通过对水利勘察中水文地质条件的分析方法、评价指标及实践应用的探讨,旨在为水利工程建设提供科学的理论依据和技术支持。

关键词: 水利勘察;水文地质条件;分析;评价

引言

随着水利工程建设规模的不断扩大,对水利勘察的要求也日益提高。水文地质条件作为水利勘察的核心内容,其分析与评价的准确性直接关系到工程的稳定性和经济效益。因此,本文旨在深入探讨水利勘察中水文地质条件分析与评价的方法和技术,以期为实际工程建设提供有益的参考。

1 水利勘察中的水文地质条件分析

1.1 自然地理条件分析

自然地理条件是水利勘察中不可或缺的一环,其对于理解和评估水文地质条件具有至关重要的作用。自然地理条件主要由地形地貌、气象水文等多个复杂因素构成,它们共同影响着地下水的动态特征和分布模式。首先,地形地貌对地下水的流向和汇集起着决定性的影响。在不同地形条件下,地下水的流动路径和速度都会有所不同。例如,在山区,地下水往往会沿着山坡向下流动,形成山泉或溪流;而在平原地区,地下水则可能呈水平状或近似水平状流动。此外,地形的起伏也会影响地下水的汇集。在低洼地区,地下水容易积聚,形成湖泊或湿地;而在高地,地下水则更容易流失。其次,气象水文条件对地下水的补给来源和变化规律具有重要影响。降雨量、降雨频率以及蒸发量等气象因素都会直接影响地下水的补给量。在雨季,大量的降雨会通过地表渗透补给地下水,使地下水位上升;而在旱季,蒸发作用增强,地下水位则可能下降。同时,地表水体的分布和流动也会影响地下水的变化。例如,河流、湖泊等水体附近,地下水与地表水的交互作用会更加明显^[1]。因此,在水利勘察中,对自然地理条件的详细调查至关重要。勘察人员需要通过实地考察、测量和遥感技术等多种手段,准确获取区域的地形起伏、水系分布以及气候条件等信息。这些信息不仅为后续的水文地质分析提供了基础数据,还有助于更准确地预测和评估地下水资源

的分布、储量和质量。

1.2 地下水层分析

地下水层分析是水利勘察中水文地质条件评估的核心环节,特别关注隔水层和含水层的具体埋藏条件以及水位变化的幅度。这些分析对于理解地下水资源的分布、动态特征及其与地表水的交互关系具有重要意义。在地下水层分析中,首要任务是明确含水层和隔水层的界限及其物理特性。含水层是地下水储存和运移的主要场所,其厚度、分布及埋深直接影响到地下水的储量和可开采性。通过钻探技术,可以直观地揭示含水层的岩性、结构和厚度,同时采集水样进行水质分析。而物探方法,如电阻率法、地震勘探等,则能在较大范围内快速探测含水层的分布和连续性。除了含水层,隔水层也是分析的重点。隔水层能有效阻隔地下水的垂直流动,对保护地下水资源、防止污染扩散具有关键作用。勘察人员需详细划分隔水层的类型和范围,评估其阻隔性能,为地下水资源的合理开发和保护提供依据。在分析地下水层时,水位变化幅度是一个不可忽视的指标。地下水位受降雨、蒸发、人为开采等多种因素影响,其变化直接反映了地下水系统的动态平衡状态。通过长期监测地下水位,可以掌握其季节性和年际变化规律,为水资源管理和防灾减灾提供数据支持。此外,地下水渗流状态的分析也是关键一环。渗流状态决定了地下水流动的速度和方向,对地下水的开采和利用具有重要影响。通过示踪试验、流速测量等手段,可以定量评估地下水的渗流特性,为优化井网布局、提高开采效率提供科学依据。

1.3 地下水位分析

地下水位分析在水利勘察中占据着举足轻重的地位,因为地下水位的动态变化直接关系到水利工程的稳定性与安全性。在进行地下水位分析时,必须综合考虑多个方面,包括历年来的变化趋势、与地表水的补排关

系以及补给排泄条件等,这些都是影响地下水位的 key 因素。首先,对历年地下水位变化趋势的深入分析至关重要。通过收集并整理长系列的地下水位观测数据,可以揭示其季节性、年际甚至更长时间尺度的变化规律。例如,在雨季,地下水位通常会上升,而在旱季则可能下降。这种周期性变化对于评估水利工程的长期稳定性具有重要意义。此外,长期趋势分析还能帮助识别地下水位的异常变化,从而及时预警潜在的环境问题或工程隐患。其次,地下水位与地表水的补排关系也是一个重要的分析角度。地表水体,如河流、湖泊等,与地下水系统之间存在着复杂的水力联系。在丰水期,地表水可能通过渗透作用补给地下水,导致地下水位上升;而在枯水期,地下水则可能向地表水体排泄,以保持水系统的动态平衡。理解这种补排关系有助于预测水利工程在不同水文条件下的响应。最后,补给排泄条件的分析同样不可忽视。地下水的补给来源可能包括降雨入渗、河流入渗、灌溉回归水等,而排泄方式则可能包括蒸发、植物蒸腾、人工开采等。这些补给排泄条件直接影响着地下水位的动态变化^[2]。例如,在降雨量丰富的地区,地下水的补给量可能较大,导致地下水位较高;而在干旱地区或人工开采量较大的地区,地下水位则可能较低。因此,在水利工程设计和施工中,必须充分考虑这些补给排泄条件对地下水水位的影响。

2 水文地质条件评价

2.1 评价指标构建

在水利勘察中对水文地质条件进行评价时,评价指标的构建显得尤为重要。为确保评价的精准与全面,评价指标需要被细化和具体化。首先,针对地下水质量,应选取关键的水质参数,如pH值、电导率、重金属含量、有机物污染指标等,这些能够直接反映地下水的纯净度和适用性。其次,在水量评价方面,除了考虑地下水的静储量,还需评估其动态补给能力和开采潜力,这可以通过长期监测井的水位恢复数据以及区域水文地质条件综合分析得出。再者,地下水位的变化趋势和波动范围是评价其稳定性的关键指标,需要结合历史数据和实时监测数据进行分析。同时,地下水的流动特性,如流速、流向等,也应纳入评价体系,因为它们直接关系到地下水的循环更新能力和污染物的迁移扩散情况。最后,地质结构、岩层渗透性以及断裂构造等地质因素也不容忽视,它们对地下水的赋存和运移有着重要影响。构建一个细致且全面的评价指标体系,能够更准确地反映水文地质条件的真实状况,为水利工程建设和水资源管理提供科学的决策依据。

2.2 评价方法选择

2.2.1 模糊综合评价法:

模糊综合评价法是一种基于模糊数学原理的综合评价方法,它在水文地质条件评价中展现出了独特的优势。该方法能够处理评价过程中存在的模糊性和不确定性,从而得出更为客观、准确的评价结果。在水文地质条件评价中,许多指标往往难以用精确数值来衡量,例如地下水质量的优劣、含水层的富水性等。这些指标的评价通常涉及多个因素,且各因素之间的关系复杂,难以用传统的精确数学方法进行处理。而模糊综合评价法正是为了解决这类问题而诞生的。具体来说,模糊综合评价法首先通过构建模糊评价矩阵,将各评价指标的实测值转化为对应的隶属度。这一步骤的关键在于选择合适的隶属函数,以确保评价结果的客观性和准确性。接下来,根据各评价指标的重要性,确定它们的权重。权重的确定可以通过专家打分、层次分析法等方法进行,以确保权重的科学性和合理性。在得到模糊评价矩阵和权重向量后,通过模糊合成运算,将各评价指标的隶属度和权重进行综合考虑,得出最终的评价结果。这一结果是一个模糊集合,反映了评价对象在各方面指标上的综合表现。模糊综合评价法的优点在于它能够处理评价过程中的模糊性和不确定性,使得评价结果更加符合实际情况。同时,该方法还能够综合考虑多个因素,避免单一因素评价的片面性。此外,模糊综合评价法还具有较好的灵活性和可扩展性,可以根据实际需要调整评价指标和权重,以适应不同的评价场景。然而,模糊综合评价法也存在一定的局限性。例如,隶属函数和权重的选择对评价结果具有较大影响,需要谨慎确定。此外,该方法在处理复杂问题时可能存在一定的主观性,需要结合其他方法进行综合分析。

2.2.2 层次分析法(AHP)

层次分析法(AHP)是一种结构化的决策方法,特别适用于处理复杂的多目标决策问题。在水文地质条件评价中,层次分析法能够帮助勘察人员综合考虑多个影响因素,通过定性与定量相结合的分析,得出更为科学、全面的评价结果。层次分析法的基本思路是将复杂问题分解为多个层次,每个层次包含若干个因素或指标。在水文地质条件评价中,通常可以将评价体系分为三个层次:目标层、准则层和指标层。目标层是评价的总目标,即水文地质条件综合评价;准则层是评价的主要方面,如地下水质量、水量、地质环境等;指标层则是具体可量化的评价指标,如pH值、溶解氧含量、渗透系数等。实施层次分析法的

步骤如下：（1）建立层次结构模型：根据评价目标，构建清晰的目标层、准则层和指标层。这一步骤是层次分析法的基础，确保评价体系的完整性和逻辑性。（2）构造判断矩阵：针对每一层次中的因素，进行两两比较，判断它们之间的相对重要性。这种比较通常基于专家经验或历史数据，通过赋予不同的标度值来表示因素之间的相对重要性。（3）层次单排序及一致性检验：根据判断矩阵，计算各因素的权重值，并进行一致性检验。这一步骤旨在确保判断矩阵的合理性，避免出现逻辑矛盾或权重分配不均的情况。（4）层次总排序及一致性检验：在完成各层次的单排序后，进行总排序，以确定各因素对总目标的综合权重。同样，也需要对总排序结果进行一致性检验。层次分析法的优点在于其系统性和逻辑性，能够将复杂问题分解为多个简单问题进行处理^[3]。同时，该方法结合了定性与定量分析，既考虑了专家的主观判断，又通过数学计算确保了评价的客观性和准确性。然而，层次分析法也存在一定局限性，如受主观因素影响较大，且当因素众多时，判断矩阵的构建和一致性检验可能变得复杂。

2.2.3 灰色系统理论评价法

灰色系统理论评价法是一种有效的水文地质条件评价方法，它基于灰色系统理论，专门用于处理那些信息不完全或不确切的情况。在水文地质勘察中，由于各种因素的影响，往往难以获取完整和精确的数据，这就需要一种能够处理这种“灰色”信息的评价方法。灰色系统理论评价法的核心思想是利用已知的部分信息来推测未知的信息，从而对整个系统进行全面的评价。它不需要大量的样本数据和典型的分布规律，就能对不完全的信息进行有效的处理和分析。这种方法特别适用于水文地质条件评价，因为在实际勘察中，很多时候我们只能获取到部分或者不完全的水文地质数据。在具体应用中，灰色系统理论评价法首先会对已知的数据进行处理，提取出有效的信息。然后，通过建立灰色模型，对未知的部分进行预测和推断。这个模型能够综合考虑多种因素，包括地下水的流向、流速、水位变化等，从而得出一个全面的评价结果。此外，灰色系统理论评价法

还可以对评价结果进行优度排序，即根据评价指标的重要性和实际数据情况，对各指标进行排序，以确定哪些因素对水文地质条件的影响最大。这有助于我们在实际的水利工程建设中，优先考虑那些重要的影响因素，确保工程的顺利进行。

3 实践应用与前景展望

水文地质条件分析与评价在水利工程建设中占据举足轻重的地位。科学的分析与评价不仅能够为工程设计环节提供坚实的数据支撑，还能助力优化工程布局，从而显著降低潜在的工程风险。在实际应用中，精准的水文地质数据已成为确保工程安全、提升工程效益的关键因素^[4]。展望未来，随着科技的不断革新和勘察技术的持续进步，水文地质条件分析与评价将迎来更高的精度和效率。例如，借助先进的遥感技术、大数据分析以及人工智能算法，未来的水文地质勘察将能够更快速地获取和处理数据，为水利工程建设提供更为强大的技术后盾。这不仅将加速工程进度，还将进一步提升工程质量，确保水利工程能够更好地服务于社会和经济的发展。

结语

本文通过对水利勘察中水文地质条件的分析与评价进行深入研究，强调了其在水利工程建设中的重要性。准确的水文地质条件分析与评价不仅有助于确保工程安全稳定，还能提高工程的经济效益和社会效益。因此，在水利勘察过程中，应充分重视水文地质条件的分析与评价工作，为水利工程建设提供坚实的理论基础和实践指导。

参考文献

- [1]王立玲.水利工程勘察中水文地质问题的研究[J].四川水泥,2022,(03):64-65+68.
- [2]张伟,叶洋.水利工程勘察中的水文地质问题分析[J].工程建设与设计,2019,(24):113-114.
- [3]陈成林.水利水电工程的水文地质勘察策略[J].西部资源,2020,(05):118-120.
- [4]宋艳艳.水利工程勘察中的水文地质问题研究[J].长江技术经济,2021,5(S1):100-102.