

# 水利勘察中岩体性质与工程安全性的关系研究

李春生

哈密托实水利水电勘测设计有限责任公司

DOI:10.12238/hwr.v8i3.5273

**[摘要]** 本研究旨在深入探讨水利勘察中岩体力学性质与工程安全性的关系。通过概述岩体的基本力学性质及其分类与评价方法,从而为理解岩体的力学行为提供基础。接着,通过阐述工程安全性的评估标准、影响因素及评估方法,明确了工程安全性评估的重要性。在此基础上,本研究详细分析了岩体力学性质如何影响工程的安全性,并通过典型案例进一步验证了这种关系。此外,本研究还探讨了岩体力学性质在工程勘察、设计、施工和监测中的应用,为工程实践提供了指导。最后,本文介绍了现场进行岩体力学试验的方法。本研究不仅为水利工程领域提供了有关岩体力学性质与工程安全性关系的深入理解,还为未来的研究和实践提供了有价值的参考。

**[关键词]** 水利勘察; 岩体力学性质; 工程设计; 勘察的难点与重点

**中图分类号:** TB21 **文献标识码:** A

## Research on the relationship between rock mass properties and engineering safety in hydraulic survey

Chunsheng Li

Hami Toshi Water Resources and Hydropower Survey and Design Co., Ltd

**[Abstract]** The purpose of this study is to explore the relationship between the mechanical properties of rock mass and engineering safety in hydraulic exploration. By summarizing the basic mechanical properties of rock mass and its classification and evaluation methods, this study provides a basis for understanding the mechanical behavior of rock mass. Then, by expounding the evaluation criteria, influencing factors and evaluation methods of engineering safety, this study clarifies the importance of engineering safety assessment. On this basis, this study analyzes in detail how the mechanical properties of rock mass affect the safety of the project, and further verifies this relationship through typical case analysis. In addition, this study also discusses the application of rock mass physics in engineering investigation, design, construction and monitoring, which provides guidance for engineering practice. Finally, this paper introduces the method of on-site rock mass mechanical testing. This study not only provides an in-depth understanding of the relationship between rock mass mechanical properties and engineering safety in the field of hydraulic engineering, but also provides a valuable reference for future research and practice.

**[Key words]** water conservancy survey; mechanical properties of rock mass; Design; Difficulties and key points of investigation

### 引言

水利工程作为国民经济发展的基础设施,其安全性对于保障人民生命财产安全、促进经济社会可持续发展具有重大意义。在水利工程的勘察、设计、施工和运营过程中,岩体力学性质是决定工程安全性的关键因素之一。岩体的强度、变形、稳定性等力学性质不仅直接影响工程结构的安全,还与地质灾害的发生和发展密切相关。因此,深入研究岩体力学性质与工程安全性的关系,对于提高水利工程的安全性、预防地质灾害具有

重要的理论和实践价值。

### 1 岩体力学性质概述

岩体,作为地球表面及内部广泛分布的自然体,是构成地壳的基本物质之一。在水利工程中,岩体的力学性质对工程的稳定性、安全性及经济性具有决定性的影响。

岩体力学性质,简而言之,是指岩体在外力作用下所表现出的变形和破坏特性。这些性质主要受到岩体的物质组成、结构构造、赋存环境及应力历史等多重因素的共同影响。其中,岩体

的物质组成,如矿物成分、颗粒大小、胶结物类型等,决定了其基本的物理和力学特性<sup>[1]</sup>。结构构造,包括岩体的层理、节理、断层等,对岩体的力学响应和破坏模式具有显著的控制作用。赋存环境,如温度、湿度、地下水等,会直接影响岩体的力学性能和长期稳定性。而应力历史,则反映了岩体在过去的地质作用中所经历的应力变化和变形过程,对岩体的当前力学状态具有重要影响。

岩体力学性质的测定,是水利工程勘察中的一项重要工作。通过现场原位测试和室内岩石力学试验,可以获取岩体的弹性模量、泊松比、抗压强度、抗剪强度、变形模量等关键力学参数。这些参数不仅为工程设计提供了必要的输入条件,也是评估工程安全性、优化设计方案的重要依据<sup>[2]</sup>。

## 2 水对岩体的影响及相应的处理措施

### 2.1 水对岩体的影响

**形态改变:**持续的水流冲刷可以逐渐改变岩体的形态,使其变得更加平滑或形成特定的冲刷模式。

**结构损伤:**冲刷过程中,水流携带的颗粒会对岩体表面产生撞击和磨损,导致岩体的结构损伤,甚至可能引起岩体的破坏。

**渗透性变化:**可能导致岩体内部的裂缝和孔隙增多,进而改变岩体的渗透性,影响地下水流动和地表水体的渗透。

**稳定性下降:**可能削弱岩体力学性质,使其稳定性下降,增加滑坡、泥石流等自然灾害的风险。

### 2.2 相应的处理措施

**防护措施:**在易受冲刷的区域,如河岸、坡脚等,可以建设防护工程,如护岸、挡墙等,以阻挡水流对岩体的直接冲刷。

**植被覆盖:**通过种植适宜的植被,可以增加地表的粗糙度,减缓水流速度,减少冲刷作用。同时,植被的根系也能起到固定岩体的作用。

**支护衬砌:**对稳定性较差的岩体,受水影响较大的软弱结构面采用相应的支护形式以增加岩体的整体性。

**监测与预警:**建立监测系统,定期对可能出现危险的结构面进行监测,及时发现和处理潜在的安全隐患。同时,建立预警系统,对可能出现的冲刷破坏进行预警,以便及时采取应对措施。

**科学研究与技术创新:**加强水对岩体影响的基础研究和技术创新,开发更加有效的防护和治理措施,提高岩体的稳定性。

## 3 工程安全性评估

工程安全性评估是水利工程建设与管理中至关重要的一环,它旨在全面分析、预测和评价工程结构在设计和使用过程中的安全性能。安全性评估不仅关系到工程的稳定运行和经济效益,更直接关系到人民群众的生命财产安全和社会稳定。因此,科学、合理、全面地开展工程安全性评估工作,对于确保水利工程安全、促进水利事业发展具有重要意义。

工程安全性评估的首要任务是明确安全性的定义与标准。评估标准的制定还需要充分考虑工程所在地的地质、气候、环境等因素,确保评估结果的科学性和实用性<sup>[3]</sup>。

在评估方法上,工程安全性评估通常采用多种手段相结合

的方式进行。例如,有限元分析、极限平衡分析等数值计算方法可以帮助我们深入了解工程结构在不同工况下的应力、应变、位移等分布情况,为评估提供定量依据。

## 4 岩体力学性质与工程安全性的关系

岩体力学性质与工程安全性之间存在着密切而复杂的关系。这种关系不仅体现在岩体的基本力学特性对工程结构稳定性的直接影响上,还体现在岩体的非均质性、时效性和不确定性对工程安全性评估的挑战上。

岩体的基本力学性质,如强度、变形特性、稳定性等,直接决定了工程结构的承载能力、变形控制和稳定性。例如,岩体的抗压强度、抗剪强度等力学参数是评估工程结构安全性的重要依据。当岩体力学性质较差时,工程结构可能面临承载能力不足、变形过大甚至失稳破坏的风险,严重威胁工程的安全性<sup>[4]</sup>。

岩体的非均质性是岩体力学性质与工程安全性关系中的另一个重要方面。由于岩体在形成和演化过程中经历了复杂的地质作用,导致其内部存在大量的节理、断层、裂隙等不连续面。这些不连续面的存在不仅降低了岩体的整体强度,还可能成为工程结构失稳破坏的潜在诱因。因此,在工程安全性评估中,必须充分考虑岩体的非均质性,采取适当的措施来确保工程的安全性。

岩体力学性质的时效性也是影响工程安全性的重要因素。由于水、温度、应力等环境因素的作用,岩体的力学性质可能随时间发生变化。例如,岩石的长期蠕变、风化作用等都可能导致工程结构的变形和破坏。因此,在工程安全性评估中,需要充分考虑岩体力学性质的时效性,采取适当的监测和维护措施来确保工程的安全性。

## 5 水利勘察中岩体勘察的重点和难点

### 5.1 重点

**界面划分:**这是岩体勘察中的核心问题。它涉及到岩土体和岩石风化程度的界面划分,地质构造和软弱结构面的判定,以及不良地质体的地质界面等。这些界面的准确划分对于理解岩体的整体结构、稳定性和渗透性具有重要意义。

**地质形态:**了解岩体的地质形态是另一个重点。这包括不明地下物体、空洞及其分布形态、埋藏位置和埋藏深度的确定。这些信息对于评估岩体的稳定性和渗透性至关重要。

**岩土参数:**岩土设计参数(如承载力、变形指标等)的确定也是岩体勘察的关键。特别是对于那些难以取到原状岩土样和进行室内外试验的岩土层,如粗颗粒土、残积土和风化岩等,其参数的确定更具挑战性。

### 5.2 难点

**综合分析能力:**一部分勘察技术人员缺乏对勘察各专业的野外和室内原始资料的整理、分析、利用的能力。这导致他们难以辨别真伪、去伪存真、补充印证和归纳总结,从而影响到勘察的目的性和所提供的资料的准确性。

**地质界面判定:**由于岩体结构的复杂性和多变性,准确判定各种地质界面往往非常困难。这需要勘察人员具备丰富的经验

和专业知识,同时还需要借助先进的勘察技术和设备。

**地下水影响:**地下水对岩体的稳定性和渗透性有重要影响。然而,由于地下水的流动性和不确定性,准确评估其对岩体的影响是一项艰巨的任务。此外,水位上升或下降的频率不断升高也可能导致岩土的不均匀膨胀和收缩,从而增加岩土的膨胀系数和收缩系数,对岩体的稳定性产生不利影响。

## 6 岩体力学性质在水利工程勘察中的应用

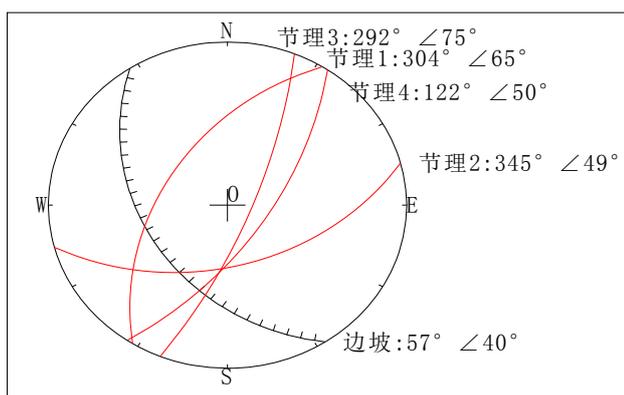
工程勘察是水利工程建设中不可或缺的一环,其主要目的是深入了解工程场地的地质条件,为工程设计和施工提供准确、可靠的地质资料。而岩体力学性质作为工程勘察的重要内容之一,其在工程勘察中的应用具有广泛而重要的意义。

岩体力学性质的调查与分析是工程勘察的基础工作之一。通过对工程场地岩体的岩石类型、结构构造、风化程度、节理裂隙发育情况进行详细的调查和分析,可以初步评估岩体的力学性质及其对工程的影响。这些基础资料为后续的工程设计和施工提供了重要的参考依据。

岩体力学性质在工程勘察中对于工程选址和布局具有重要的指导作用。在选择工程场地时,需要充分考虑岩体的稳定性、承载能力等因素,避免选择地质条件复杂、岩体力学性质较差的区域。同时,在工程布局时,也需要根据岩体的力学性质进行合理的结构布置和支撑设计,确保工程结构的安全性和稳定性。

岩体力学性质在工程勘察中对于工程设计和施工方案的制定具有直接的影响。例如,在水利工程中,需要根据岩体的力学性质确定坝体的类型、高度、厚度等参数,以及选择适当的施工方法和施工顺序。同时,在工程施工过程中,也需要根据岩体力学性质的实际情况进行施工监测和调整,确保工程的安全性和质量。

具体案例如下:



岸坡赤平投影图

某水利工程,左岸坡岩体主要以镶嵌-次块状结构为主,坝址区左岸坡边坡 $33\sim 50.0^\circ$ ,由下图可知主要节理2、节理3及节

理4的交线与边坡倾向相似,但倾角小于坡角,对岩体的稳定性有影响,节理2与节理1的交线与边坡倾向相同,但倾角小于坡角,边坡稳定性差,边坡存在边坡稳定问题,建议开挖时候进行相应的支护。

## 7 现场进行岩体力学试验的方法

**表面承压板法:**该方法是在岩体表面放置承压板,通过施加荷载来测定岩体的变形和强度参数。**钻孔孔底承压板法:**通过在岩体钻孔中放置承压板,并在承压板上施加荷载,测定岩体的变形和强度参数。**水压法:**利用水压对岩体进行加载,通过观测岩体的变形和破坏情况,来确定岩体的力学性质。**径向液压枕法:**该方法通过在岩体钻孔中放置径向液压枕,利用液压枕的径向扩张来测定岩体的变形和强度参数。**钻孔径向加压法:**通过在岩体钻孔中施加径向压力,测定岩体的变形和强度参数。**直剪试验:**该方法是在岩体上直接进行剪切试验,通过施加剪切力来测定岩体的抗剪强度参数。

这些试验方法的实质都是对岩体施加一定的荷载,并测定相应的变形,然后根据弹性理论公式计算岩体的变形参数。在大型水利水电工程中,对于软弱岩体,还需要考虑在外力作用下的长期强度,可能需要进行直剪蠕变试验。

## 8 结论

本文系统探讨了岩体力学性质与水利工程安全性的关系,以及岩体力学性质在工程勘察中的应用。通过深入分析和综合研究,可以得出以下结论:

岩体力学性质对水利工程安全性具有决定性影响,其强度、稳定性、变形特性等直接关系到工程结构的承载能力、变形控制和稳定性。

工程勘察中,岩体力学性质的调查与分析是基础工作,对于工程选址、布局、设计和施工方案的制定具有重要影响。

提高工程安全性的措施与建议包括加强岩体力学性质的勘察与研究、优化工程设计、采用先进的施工技术和方法、加强工程监测与维护、提高工程管理水平、加强风险评估与应急管理以及促进科技创新与应用。

## [参考文献]

- [1]黄子炎.岩体工程地质力学在水利水电工程勘察中的应用[J].绿色环保建材,2017,(11):207.
- [2]朱建业.岩体工程地质力学在水电水利工程勘察中的应用[J].工程地质学报,2014,22(04):667-676.
- [3]吴运航.试论水利勘察设计的要点与对策[J].黑龙江科学,2013,(12):272.
- [4]韩建,陈剑冰.浅析水利勘察设计的要点与策略[J].河南科技,2013,(12):65.