

水利工程环境地质勘察探究

王艳龙

河北省水利水电勘测设计研究院集团有限公司 天津 300220

摘要：本文深入探讨了水利工程环境地质勘察的重要性、主要内容、方法及技术。通过分析地质条件、水文地质、岩土力学性质以及地质灾害评估等关键方面，旨在为水利工程建设提供科学、全面的地质依据，确保工程的安全性、稳定性和可持续性。文章结合了现代地质勘察技术与方法，为水利工程环境地质勘察的实践提供了理论指导与技术支持。

关键词：水利工程；环境地质勘察；地质条件；水文地质；岩土力学；地质灾害评估

引言

水利工程作为国家基础设施建设的重要组成部分，其安全性与稳定性直接关系到国民经济的发展和人民生命财产的安全。环境地质勘察作为水利工程前期工作的关键环节，对于识别工程区域的地质风险、优化工程设计方案、降低建设成本及运营风险具有重要意义。因此，本文将对水利工程环境地质勘察进行全面而深入的探究。

1 水利工程环境地质勘察概述

1.1 水利工程环境地质勘察的定义和目的



图1 某水利工程的勘察现场

水利工程环境地质勘察，作为水利工程建设不可或缺的前置环节，其内涵丰富且专业性强。具体而言，它是指在水利工程项目启动之前，对工程拟建区域的地质环境进行全面、深入且系统的调查、勘探、测试与综合分析；这一过程不仅涉及对地表地质特征的详尽考察，还深入到地下地质结构的探测，旨在全方位揭示该区域的地质条件及其对工程建设的潜在影响。其核心目的在于，通过科学的方法和手段，精确查明工程区域的地质结构特征、岩性分布规律、水文地质条件以及岩土体的力学性质，同时评估潜在的地质灾害风险^[1]。这些信息对

于工程的选址决策、设计方案优化、施工过程中的风险控制以及长期运营管理的安全保障均至关重要；它们为工程师提供了坚实的地质基础数据，确保了工程在复杂多变的地质环境中能够保持高度的安全性、稳定性和经济性，从而有效规避地质灾害风险，降低建设成本，延长工程使用寿命，最终保障水利工程的顺利建设和高效运行（如图1所示）。

1.2 水利工程环境地质勘察的主要内容

水利工程环境地质勘察是确保工程安全、稳定与可持续性的关键环节，（1）地质条件勘察是水利工程环境地质勘察的基础，它旨在全面揭示工程区域的地质特征，为工程设计提供基础数据，这一环节主要包括地层结构、岩性分布、地质构造、断裂带以及节理裂隙的调查与分析。地层结构与岩性分布：通过地质钻探、剖面测量等手段，查明工程区域内地层的层序、厚度、岩性及其空间分布规律。这些信息对于判断地基的稳定性、选择适宜的建筑材料以及预测潜在的地质问题至关重要。地质构造：地质构造是地壳运动的产物，对水利工程的稳定性有直接影响。勘察时需详细调查区域内的褶皱、断层、节理等构造特征，分析其对工程稳定性的影响，特别是要注意活动构造带可能带来的地震风险。断裂带与节理裂隙：断裂带和节理裂隙是地壳中的薄弱部位，易成为地下水、气体及有害物质的运移通道，也是工程稳定性的潜在威胁。勘察时需查明其分布、规模、产状及充填情况，评估其对工程安全的影响。（2）水文地质勘察是水利工程环境地质勘察的重要组成部分，它关注地下水的分布、动态变化、水质及水量，评估地下水对工程的影响。地下水分布与动态变化：通过地下水位观测、抽水试验等手段，查明地下水的埋藏条件、补给来源、排泄途径及其动态变化规律。这些信息对于预测地下水对工程基础、边坡稳定及渗漏问题的影响至关

重要。水质分析：对地下水进行水质分析，了解其主要化学成分、有害物质含量及水质类别，评估地下水对工程材料、混凝土结构等的腐蚀性，以及是否满足工程用水的水质要求。水量评估：通过水文地质计算，评估地下水的水量及其对工程施工和运营期间的水资源需求、排水设计等的满足程度。（3）岩土力学性质勘察是水利工程环境地质勘察的关键环节，它通过试验测试获取岩土体的物理力学参数，为工程设计提供科学依据。物理性质测试：包括密度、含水量、孔隙比等物理参数的测定，这些参数反映了岩土体的基本物理状态，是计算其力学性质的基础。力学性质试验：通过抗压强度、抗剪强度、变形特性等力学试验，获取岩土体的强度指标和变形参数。这些数据对于判断岩土体的承载能力、稳定性及变形特性至关重要，直接影响工程的设计方案和安全系数。原位测试技术：如静力触探、标准贯入试验等，可在不扰动岩土体原始状态的情况下，直接测试其力学性质，提高勘察结果的准确性和可靠性。（4）地质灾害评估是水利工程环境地质勘察中不可或缺的一部分，它旨在识别工程区域可能存在的地质灾害类型，评估其发生概率、危害程度及影响范围。地质灾害类型识别：根据工程区域的地质条件、气候特征及人类活动情况，识别可能存在的地质灾害类型，如滑坡、泥石流、崩塌、地震等。发生概率评估：结合历史灾害记录、地质构造特征、降雨条件等因素，采用统计分析、专家系统等方法，评估各类地质灾害的发生概率。危害程度及影响范围评估：通过模拟计算、现场调查等手段，评估地质灾害一旦发生可能造成的危害程度，包括人员伤亡、财产损失及环境影响等，并确定其影响范围，为制定防灾减灾措施提供依据^[2]。

2 水利工程环境地质勘察的方法和技术

2.1 地质勘察方法

地质勘察作为水利工程环境地质勘察的核心，其准确性和可靠性直接关乎整个工程的安危。在这一过程中，钻探、取样和试验技术，以及遥感与GIS技术的融合应用，成为了确保勘察质量的关键。（1）钻探技术，作为深入地下探索的“眼睛”，能够揭示不同深度的岩土层特征。以某大型水利工程为例，勘察团队共钻设了120个钻孔，平均孔深达到50米，最深钻孔甚至达到了100米。这些钻孔不仅帮助团队准确识别了地层结构，还通过取样技术获取了宝贵的岩土样品。取样时，团队严格遵循规范，确保每份样品都具有代表性，避免了因取样不当带来的误差。（2）取样后的样品被送往实验室，进行了包括密度、抗压强度、抗剪强度等在内的多项物理

力学性质测试。数据显示，岩土体的密度平均值为 $2.7\text{g}/\text{cm}^3$ ，抗压强度平均达到 30MPa ，抗剪强度则根据岩土类型有所不同，但均满足工程设计要求。（3）与此同时，遥感与GIS技术的引入，为地质勘察插上了“翅膀”。通过卫星遥感技术，团队获取了工程区域的高分辨率影像，清晰展现了地形地貌、植被覆盖等特征。结合GIS技术，团队将遥感数据、地质图件、钻探数据等多元信息整合，构建了地质空间数据库。通过空间分析，团队发现地层与构造的交切关系复杂，但岩土体的空间分布却呈现出一定的规律性。这一发现为工程的选址和设计提供了重要依据（如表1所示）。

表1 地质勘察方法的应用

勘察方法	应用内容	数据/效果
钻探技术	揭示地下岩土层特征	120个钻孔，平均孔深50米，最深100米
取样与试验	获取代表性样品，测定物理力学性质	密度 $2.7\text{g}/\text{cm}^3$ ，抗压强度 30MPa ，抗剪强度满足要求
遥感技术	获取地表信息，识别地质构造，判断岩土体类型及分布	高分辨率影像，清晰展现地形地貌
GIS技术	整合多元信息，构建地质空间数据库，进行空间分析	揭示地层与构造关系，指导工程选址和设计

图表直观展示了地质勘察方法的应用内容和效果，为水利工程的科学决策提供了有力支撑。

2.2 水文地质勘察方法

水文地质勘察在水利工程环境地质勘察中占据着举足轻重的地位，它为我们深入了解地下水的分布、运动规律及其对工程建设可能产生的影响提供了科学依据。

（1）地下水位观测与分析是水文地质勘察的基石。为了准确掌握地下水的动态特征，我们需要在工程区域内合理布设地下水位观测井，并进行长期、连续的水位观测。通过记录和分析地下水位随时间的波动情况，我们可以揭示地下水的补给来源、排泄途径以及其与地表水、降水等因素的相互关系，为后续的水文地质分析奠定坚实基础。（2）抽水试验与渗透试验是获取地下水水文地质参数的有效途径。抽水试验通过模拟地下水开采过程中的水位变化，可以直观地反映出地下水的渗透性、储水能力等特性。而渗透试验则通过测定水在岩土体中的渗透速度，来评估岩土体的透水性能。这两项试验的结果，如渗透系数、水位降深等参数，对于评价地下水的开采潜力、预测地下水位变化以及设计合理的工程排水系统具有至关重要的意义。（3）水文地质模型的建立与应用为水文地质勘察提供了强大的工具。借助先进的数值模拟技术，我们可以根据地质勘察资料和地下

水位观测数据,构建出精确的水文地质模型。这个模型能够模拟地下水的流动过程,预测在不同条件下地下水位的动态变化,从而帮助我们评估地下水对工程安全性的影响,为工程的选址、设计及施工提供科学指导^[3]。

2.3 岩土力学性质勘察方法

岩土力学性质勘察直接关系到工程地基的稳定性、承载力以及变形特性。(1)室内试验是获取岩土体物理力学参数的重要手段。通过将现场取回的岩土样品送至实验室,我们可以利用先进的测试设备,对样品进行一系列的物理和力学试验;这些试验包括但不限于抗压强度试验、抗剪强度试验、变形模量测试等。通过这些试验,我们可以直接获取岩土体的各项物理力学参数,为后续的工程设计和施工提供科学依据。(2)室内试验虽然精确,但受限于样品取样和运输过程中的可能扰动,其结果可能无法完全反映岩土体在自然环境中的真实状态。因而,原位测试技术显得尤为重要;原位测试是在岩土体所处位置直接进行的测试,能够更真实地反映岩土体的力学性质。常见的原位测试方法包括静力触探试验、标准贯入试验、波速测试等。这些方法能够直接获取岩土体的现场力学参数,与室内试验结果相互验证,提高勘察的准确性。(3)岩土参数的反分析方法也是一种有效的勘察手段。这种方法利用工程监测数据,如沉降观测、应力监测等,反推岩土体的物理力学参数;通过与实际勘察结果进行对比,我们可以验证和修正勘察结果,进一步提高勘察的精度和可靠性。反分析方法的应用,不仅为岩土力学性质的勘察提供了新的视角,也为工程监测和施工管理提供了有力的支持^[4]。

2.4 地质灾害评估方法

在水利工程环境地质勘察中,地质灾害评估旨在全面识别工程区域内潜在的地质灾害风险,为工程的安全建设和运营提供科学依据。(1)我们需要根据工程区域的地质条件,系统识别可能存在的地质灾害类型。这些灾害类型通常包括滑坡、泥石流、崩塌等,它们各自具有独特的成因机制和表现形式。例如,滑坡多发生在坡度较陡、岩土体结构松散的区域,而泥石流则往往与强

降雨和陡峭的山坡地形密切相关。通过深入分析这些地质灾害的特点,我们可以更加准确地把握其发生规律,为后续的评估工作奠定基础。(2)在识别了潜在的地质灾害类型后,接下来需要建立地质灾害评估模型。这一模型应综合考虑地质、地貌、气象等多种因素,以全面反映地质灾害的发生机制。地质因素包括岩土体的性质、结构、断裂带分布等;地貌因素则涉及地形坡度、沟谷形态等;气象因素则主要考虑降雨量、降雨强度等。通过这些多源数据融入评估模型,我们可以更加准确地预测地质灾害的发生概率、危害程度及影响范围。(3)在地质灾害评估过程中,我们还需要运用多种预测方法。这些方法包括但不限于统计分析、专家系统、数值模拟等。统计分析方法可以通过对历史地质灾害数据的挖掘,揭示灾害发生的规律;专家系统则利用专家的知识 and 经验,对地质灾害进行定性和定量的评估;数值模拟方法则通过构建地质灾害的物理模型,模拟灾害的发生过程,从而预测其可能的影响^[5]。

结语

水利工程环境地质勘察是确保工程安全性、稳定性和可持续性的重要基础。通过全面、系统的勘察工作,可以揭示工程区域的地质风险,为工程设计、施工和运营提供科学的地质依据。随着地质勘察技术的不断进步和创新,水利工程环境地质勘察将更加精准、高效,为水利工程的建设和发展提供有力保障。

参考文献

- [1]贾建伟.水利水电工程地质勘察与建筑岩土工程勘察比较分析[J].科技创新与应用,2020(01):232-233.
- [2]李能芬.工程地质勘察中水文地质问题的危害探讨[J].,甘肃科技,2020(12):34-35,91.
- [3]赵青.地质勘查中水文地质问题分析及灾害防治[J].水利规划与设计,2021(07):57-59.
- [4]覃迪斌.关于水利工程建设岩土工程勘察问题研究[J].商品与质量,2020(29):351-352.
- [5]胡奇.基于环境保护下水工环地质勘察工作研究[J].中国金属通报,2020(03):247+249.