

水利工程中的工程地质问题探析

邹日柱

浙江华东岩土勘察设计院有限公司 浙江 杭州 381001

摘要：重视水利工程地质勘查工作，采用遥感、GIS、物探新技术及无人机、机器人等先进勘查技术，创新勘察方式，提升勘查效率与质量，加强水文地质勘察质量监督，确保勘查成果科学准确。通过建立地下水位监测网络，定期开展监测与分析，保障水利工程安全运行。注重地下水环境保护，促进水资源可持续利用与生态环境健康。这些措施共同为水利工程建设提供坚实的地质支撑。

关键词：水利工程；工程地质；问题；应用

1 水利工程中的地质勘察内容概述

水利工程中的地质勘察是确保工程安全、经济、可行的关键环节。它旨在全面揭示工程区域的地质条件，为工程设计、施工及后期运营提供科学依据。进行区域地质调查，了解工程所在地的地层岩性、地质构造、地震活动性等基础地质背景，评估区域稳定性。详细勘察工程场地地质条件，包括土壤类型、分布范围、物理力学性质等，特别关注软弱土层、不良地质现象（如滑坡、泥石流、岩溶等）的分布及其对工程的影响。还需进行水文地质勘察，查明地下水的类型、分布、水位变化规律及与地表水体的水力联系，评估地下水对工程建设和运行的影响，如渗透性、涌水量等。通过原位试验和室内试验，获取岩土体的工程参数，为工程设计和施工提供定量依据。结合勘察成果，进行地质评价，分析地质问题对工程安全、稳定性及经济性的影响，提出针对性的处理措施和建议，确保水利工程建设的顺利进行和长期安全运行。

2 水文地质在水利工程的重要性

水文地质在水利工程中占据着至关重要的地位。它不仅是水利工程规划与设计的基础，也是保障工程安全、稳定运行的关键因素。水文地质研究涉及地下水的赋存条件、运动规律及其与地表水体的相互作用，这些信息对于准确评估工程区域的渗透性、涌水量、地下水位变化等至关重要。在水利工程中，如水库、堤防、渠道等建设，必须充分考虑地下水的影响^[1]。地下水位的高低直接影响工程的稳定性和安全性，过高或过低的地下水位都可能导致工程基础失稳、渗漏加剧等问题。水文地质条件还关系到工程的排水、防渗设计，以及后期运行中的水位调度和水资源管理。深入了解和掌握工程区域的水文地质条件，对于合理确定工程规模、优化设计方案、预防地质灾害、保障工程效益具有重要意义。在

水利工程建设各个阶段，都需要充分重视水文地质勘察工作，确保工程建设的科学性和合理性。

3 水利工程中的工程地质勘察问题分析

3.1 地质勘察质量问题

水利工程中的工程地质勘察是确保工程安全与质量的基础性工作，然而在实际操作过程中，往往会遇到一些勘察质量问题，这些问题若不及时解决，将对工程的设计、施工及后期运营带来潜在风险。勘察深度与广度不足是常见的质量问题，部分勘察单位可能因时间紧迫、成本考虑等因素，未能按照规范要求进行全面的勘察，导致对工程区域的地质条件了解不够深入，遗漏了关键地质信息，如隐蔽的断层、软弱层等，为后续工程设计施工埋下隐患。勘察技术手段的选择与应用不当也会影响勘察质量，地质勘察涉及多种技术手段，如钻探、物探、试验等，每种手段都有其适用范围和局限性。若勘察单位未能根据工程实际情况和勘察目的合理选择技术手段，或在使用过程中操作不规范、数据处理不准确，都将降低勘察结果的可靠性和精度。勘察人员的专业素养和责任心也是影响勘察质量的重要因素，勘察工作需要专业的知识和技能，以及严谨的工作态度和责任心。若勘察人员缺乏必要的专业知识或责任心不强，可能导致勘察工作敷衍了事，无法准确反映工程区域的地质条件。

3.2 地下水水质变差

在水利工程中，工程地质勘察不仅关注岩土体的物理力学性质、地质构造等，还需特别留意地下水水质的变化问题。地下水作为水利工程的重要水源之一，其水质的优劣直接关系到工程的安全运行及周边环境的生态健康。地下水水质变差是一个复杂的环境问题，可能由多种因素引起，在水利工程地质勘察过程中，若忽视了对地下水水质的监测与分析，就可能无法及时发现水质

恶化的情况,进而对工程的长期运行造成不利影响。例如,地下水中溶解的有害物质(如重金属、有机物等)超标,可能会腐蚀工程结构材料,加速老化过程;同时这些有害物质还可能通过渗透、径流等方式进入水体,对下游水质造成污染,影响生态环境和居民生活用水安全。

3.3 动力失衡

在水利工程中,工程地质勘察是揭示工程区域地质条件、评估工程稳定性和安全性的重要环节。动力失衡问题作为工程地质勘察中的一个重要方面,往往被忽视或低估,其潜在影响却不容忽视。动力失衡主要指的是工程区域地质体内部或其与外部环境之间,由于自然或人为因素导致的力学平衡状态被打破,进而引发一系列地质灾害或工程问题的现象^[2]。在水利工程中,动力失衡可能表现为岩土体应力状态的改变、地下水位的急剧升降、地震活动的增强等,这些因素都可能对工程的稳定性造成严重影响。例如,在修建水库或大坝时,大量的水体被蓄存起来,导致库区及周边地区的地下水位发生显著变化。这种变化可能会改变岩土体的有效应力状态,引发岩土体的变形、滑坡或渗透破坏等地质灾害。

4 水利工程中的工程地质应用

4.1 工程地质在水坝设计与排水系统中的应用

4.1.1 地基稳定性评估

水坝的地基稳定性是设计的首要考虑因素。工程地质勘察通过钻探、物探、原位试验等手段,揭示坝址区域的地层岩性、地质构造、不良地质现象等,评估地基的承载力、变形特性及抗滑稳定性。对于软弱地基或存在断层、裂隙等不利地质条件的区域,需采取相应的工程处理措施,如桩基加固、换填处理、帷幕灌浆等,以确保水坝地基的稳定性和安全性。

4.1.2 渗流分析与控制

渗流是水坝工程中不可忽视的问题。工程地质勘察需查明坝址区域的水文地质条件,包括地下水的赋存状态、运移规律及与地表水体的水力联系等。基于勘察结果,进行渗流场模拟分析,预测水坝在不同工况下的渗流情况,并设计合理的排水系统。排水系统包括坝体排水、坝基排水及岸坡排水等,旨在降低坝体浸润线,减少渗流压力,提高水坝的防渗性能和抗渗稳定性。

4.1.3 坝体材料选择与结构设计

工程地质勘察还为水坝坝体材料的选择和结构设计提供依据。根据坝址区域的地质条件、材料来源及经济性等因素,综合考虑选用合适的筑坝材料,如黏土、土石混合料、混凝土等。结合地质勘察结果,进行坝体结构设计,包括坝型选择、坝体分区、坝体断面尺寸确定

等,确保坝体结构的安全合理。

4.2 工程地质在堤防及护岸工程中的应用

4.2.1 堤基稳定性分析

堤防工程的稳定性主要取决于堤基的稳定性。工程地质勘察需查明堤基的地质条件,包括地层岩性、地质构造、软弱土层分布等,评估堤基的承载力、变形特性及抗滑稳定性。对于存在不稳定因素的堤基,需采取加固措施,如基础处理、加筋土挡墙、锚固技术等,以提高堤防工程的整体稳定性。

4.2.2 护岸工程设计与施工

护岸工程的设计需充分考虑河流的水文特性、河床演变规律及沿岸地质条件。工程地质勘察揭示的沿岸地质条件,如岸坡坡度、岩土体性质、地下水位等,为护岸工程的设计提供了重要依据。根据勘察结果,可选择合适的护岸型式,如重力式护岸、斜坡式护岸、生态护岸等,并制定相应的施工方案,确保护岸工程的安全性和生态性。

4.2.3 岸坡稳定性监测与预警

岸坡稳定性是影响堤防及护岸工程安全的重要因素。工程地质勘察不仅为岸坡稳定性分析提供基础数据,还为后续的稳定监测与预警工作奠定基础。通过布设监测点、安装监测设备等手段,实时监测岸坡的变形情况、地下水位变化等参数,及时发现并预警岸坡失稳的风险,为采取应急措施提供时间保障。

4.3 工程地质在水文地质工程中的应用

4.3.1 地下水资源评价

工程地质勘察通过查明地下水的赋存条件、运移规律及水质特征等,为地下水资源的评价提供基础数据。基于勘察结果,可进行地下水资源的数量评价和质量评价,评估地下水资源的开发利用潜力和限制因素,为制定合理的水资源开发利用规划提供依据。

4.3.2 地下水污染防治

地下水污染是当前面临的重要环境问题之一。工程地质勘察在揭示地下水运移规律的基础上,可分析地下水污染物的扩散途径和范围,评估地下水污染的风险和危害程度。结合勘察结果,可制定地下水污染防治措施和治理方案,如划定保护区、建设防渗设施、实施地下水修复工程等,以保障地下水资源的安全和可持续利用^[3]。

4.3.3 地下水工程设计与施工

在水利工程中,地下水工程如井群取水、地下水回灌、地下水帷幕等的设计和施工均需依赖工程地质勘察成果。勘察结果揭示了地下水的赋存状态、水力联系及地质条件等关键信息,为地下水工程的设计提供了科学

依据。在设计过程中,需充分考虑地下水的动态变化和地质条件的影响,制定合理的工程方案和施工措施。在施工过程中,还需加强监测和质量控制工作,确保地下水工程的顺利实施和达到预期效果。

5 重视水利工程地质勘查工作,使用先进的地质勘查技术

5.1 落实勘察新方式,推动水利工程地质勘查技术创新

5.1.1 引入遥感与GIS技术

遥感技术(Remote Sensing)与地理信息系统(GIS)的结合,为水利工程地质勘查提供了全新的视角和高效手段。遥感技术能够快速获取大范围的地表信息,包括地形地貌、植被覆盖、水体分布等,而GIS则能对这些信息进行综合分析处理,形成直观的三维地质模型。这种技术的应用,不仅提高了勘查效率,还大大增强了勘查结果的准确性和可靠性。

5.1.2 应用物探新技术

物探(Geophysical Prospecting)技术在水利工程地质勘查中发挥着重要作用。近年来,随着电法勘探、地震勘探、磁法勘探等技术的不断发展和完善,物探技术的应用范围越来越广,效果也越来越好。这些新技术能够穿透地表覆盖层,探测到地下深部的地质结构、岩性分布及地下水文条件,为水利工程设计提供了宝贵的地质资料。

5.1.3 推广无人机与机器人勘查

无人机(UAV)和机器人勘查技术的兴起,为水利工程地质勘查带来了革命性的变化。无人机能够携带各种传感器,在复杂地形和难以到达的区域进行高空拍摄和监测,为勘查工作提供高清影像资料。而机器人则能在极端环境下进行钻探、取样等作业,降低了勘查人员的安全风险,提高了勘查效率和质量。

5.2 加强水文地质勘察的质量监督,确保勘查成果的科学性与准确性

5.2.1 建立完善的监督体系

应建立健全水文地质勘察质量监督体系,明确监督职责、监督内容和监督方式。通过设立专门的监督机构或委托第三方机构进行独立监督,确保监督工作的公正性和有效性。

5.2.2 强化过程控制

在水文地质勘察过程中,应加强对勘查方法、勘查设备、勘查人员及勘查记录等方面的监督和管理。确保勘查方法科学合理、勘查设备性能可靠、勘查人员资质合格、勘查记录真实完整。还应加强对勘查过程中的异常情况和问题的及时处理和反馈,确保勘查工作的顺利

进行。

5.2.3 实施成果验收与评估

在勘查工作完成后,应组织专家对勘查成果进行验收和评估。通过对比分析、现场核查等方式,对勘查成果的准确性、完整性和可靠性进行综合评价^[4]。对于存在问题的勘查成果,应及时提出整改意见并要求重新勘查或补充勘查,确保勘查成果的科学性和准确性。

5.3 加强地下水位监察,保障水利工程安全运行

5.3.1 建立地下水位监测网络

应根据水利工程的特点和需要,在关键区域建立地下水位监测网络。通过布设监测井、安装水位计等设备,实时监测地下水位的变化情况。还应建立数据传输和处理系统,将监测数据及时传输到数据中心进行处理和分析。

5.3.2 定期开展地下水位监测与分析

应定期组织专业人员对地下水位监测数据进行收集、整理和分析。通过分析地下水位的变化趋势和规律,评估其对水利工程安全性的影响程度,并制定相应的应对措施。对于发现的问题和隐患,应及时向上级部门报告并采取相应的处理措施。

5.3.3 加强地下水环境保护

在加强地下水位监察的同时,还应注重地下水环境的保护工作。通过制定和实施地下水环境保护规划、加强地下水污染防治等措施,确保地下水资源的可持续利用和生态环境的健康发展。还应加强公众对地下水环境保护的认识和意识教育,形成全社会共同关注地下水环境保护的良好氛围。

结束语

水利工程地质勘查作为确保工程安全稳定的基础性工作,其重要性不言而喻。随着科技的进步和勘查技术的不断创新,有理由相信,未来的水利工程地质勘查将更加精准高效。同时加强质量监督与环境保护,也是保障水利工程可持续发展的关键。让我们携手共进,为构建安全、高效、绿色的水利工程体系贡献力量。

参考文献

- [1]冯祯辉,曹风旭,郭万鹏.水利工程中的岩土地质勘察存在的问题[J].中国高科技,2022(11):147-148.
- [2]王鲁昌.水利工程中的岩土地质勘察存在的问题探索[J].珠江水运,2021(19):86-87.
- [3]高鸿.水利工程中的岩土地质勘察存在的问题探索[J].珠江水运,2020(19):39-40.
- [4]朱永光.市政工程施工现场管理存在的问题与对策[J].建筑与预算,2021(02):47-49.