

小型水利工程的地质勘察技术要点分析

武峰飞

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: 小型水利工程地质勘察意义重大,其目的在于精准查明工程场区及周边地质条件,为工程全生命周期提供支撑。勘察遵循阶段性、针对性、经济性与可靠性平衡、地质与工程分析结合等原则。各阶段勘察任务要点明确,规划阶段提供基础资料,设计阶段给出精准参数,施工阶段解决实际问题。主要勘察技术方法涵盖测绘调查、物探勘探、原位测试与室内试验。同时,针对水文地质条件、不良地质作用、岩土体工程地质特性等关键问题开展勘察与评价,为小型水利工程安全稳定建设与运行提供科学依据。

关键词: 小型水利工程;地质勘察;勘探技术;要点分析

引言:小型水利工程在区域水资源调配、灌溉、防洪等方面发挥着关键作用,其建设质量与地质条件紧密相关。地质勘察作为工程前期重要工作,能精准查明工程场区及周边地质状况,为工程全生命周期提供支撑。从规划阶段提供选点选型依据,到设计阶段给出精准参数,再到施工阶段解决实际问题,每个环节都离不开科学勘察。同时,合理运用勘察技术方法,针对水文地质、不良地质作用、岩土体特性等关键问题深入勘察评价,是保障小型水利工程安全稳定建设与运行的关键所在^[1]。

1 地质勘察的目的与基本原则

1.1 地质勘察的目的

小型水利工程地质勘察工作,核心目的在于精准且全面地查明工程场区及其周边建筑物的地质条件。其涵盖范围广泛,包括地形地貌的起伏形态、地层岩性的种类与分布、地质构造的产状与规模、水文地质条件中地下水的赋存与运动规律,以及不良地质作用的类型与特征等。通过开展系统、细致的勘察工作,能够获取高度准确且可靠的地质资料。这些资料在工程规划阶段,可作为科学依据,助力确定合理的工程选址;在设计阶段,能提供基础参数,确保设计方案紧密贴合地质实际情况,保障工程结构安全稳固;在施工阶段,可指导施工人员充分了解地质条件,选用适宜的施工方法与工艺;在工程运行期间,能为监测与维护工作提供参考,提前识别并预防可能出现的问题,从而保障工程长期稳定地运行。

1.2 地质勘察的基本原则

一是坚持阶段性原则。勘察工作要与工程设计阶段紧密适配,按初步勘察、详细勘察等阶段分步推进。随着设计深入,不断细化勘察内容,逐步提高勘察精度,为各阶段工作提供相应精度的地质资料。二是坚持针对

性原则。紧密围绕工程类型,如水库、塘坝、引水渠、泵站等,结合其设计需求,明确勘察重点。不同工程对地质条件的要求不同,勘察工作需有的放矢。三是坚持经济性与可靠性平衡原则。在保证满足勘察精度要求的基础上,综合考量勘察手段的效率与成本,选用适宜的勘察方法,避免过度勘察造成资源浪费。四是坚持地质分析与工程分析相结合原则。不仅要详细描述地质现象,更要深入分析其对工程的影响程度,评估工程可能面临的地质风险,并提出切实可行的处理建议,为工程决策提供有力支撑。

2 各阶段勘察的任务与要点

2.1 规划阶段勘察

规划阶段勘察作为小型水利工程地质勘察的起始环节,核心目标是为工程的选点、选型以及初步方案的比选提供基础性的地质概要资料。(1)在这一阶段,主要任务是广泛搜集区域已有的各类地质资料,并开展现场踏勘工作。通过这些举措,全面了解区域地质构造的稳定性,明确库区或者线路区的基本地质状况,掌握主要不良地质现象的分布范围与特征。(2)重点针对建坝(闸)址、库区、渠线等关键地段展开评估。着重分析这些地段的成库条件是否满足要求,判断发生渗漏的可能性大小,评估边坡的稳定性状况。针对评估过程中发现的重大地质问题,明确其是否会影响工程方案的可行性,并提出可能影响方案成立的重大地质问题清单,为后续勘察工作指明方向,给出下一阶段勘察的具体建议^[2]。

2.2 设计阶段勘察

设计阶段勘察是在规划方案确定之后开展的关键工作,其核心目的是为小型水利工程中具体建筑物的设计提供详尽、精准的地质参数。(1)在此阶段,需运用多种勘察手段,全面且细致地查明工程场地的地层岩性,

明确各岩土层的分布、厚度及特征；摸清地质构造情况，包括断层、褶皱等构造的产状、规模及性质；了解物理地质现象，如崩塌、滑坡、泥石流等的发育状况；掌握水文地质条件，确定地下水的类型、水位、补给排泄条件等；同时，精确测定岩土体的物理力学性质。

(2) 针对坝基、坝肩、渠坡、隧洞围岩、厂房地基等关键部位，要实施重点勘察。通过试验分析，确定岩土体的渗透性、承载力、抗剪强度等关键指标，并依据勘察结果，提出科学合理的地基处理方案与边坡防护建议，保障建筑物设计的安全性及合理性。

2.3 施工阶段勘察

施工阶段勘察是小型水利工程地质勘察工作在施工环节的重要延伸，主要承担着检验与校核前期勘察成果，以及解决施工过程中实际遇到的具体地质问题的关键任务。在施工进程中，需开展基坑验槽工作，详细记录基坑的地质情况，进行精准的地质编录，以此验证前期勘察所获取的地层岩性、地质构造等成果的准确性。当施工过程中新揭露出软弱夹层、断层、溶洞等地质缺陷时，要迅速组织补充勘察与测试。通过现场试验、原位测试等手段，进一步明确这些地质缺陷的规模、性质及其对工程的影响程度。基于补充勘察与测试的结果，及时提出变更设计或者调整施工措施的地质建议，为施工方案的优化提供科学依据，从而切实保障施工过程的安全有序进行以及工程最终的质量达标^[3]。

3 主要勘察技术的应用要点

3.1 工程地质测绘与调查

工程地质测绘与调查作为小型水利工程地质勘察中最为基础且经济高效的方法，需贯穿于规划、设计、施工等各个勘察阶段。在开展此项工作前，要依据工程的规模、重要性以及地质条件的复杂程度，精准明确测绘范围与精度要求。测绘过程中，需着重查明地形地貌特征，详细记录不同地貌单元的形态、规模和分布；精准识别地层岩性露头，确定各岩土层的岩性、厚度、产状及空间变化规律；仔细寻找地质构造迹线，如断层、褶皱等，分析其性质、规模及对工程的影响；全面调查物理地质现象，包括滑坡、崩塌、泥石流等的分布位置、规模大小、形成机制和发展趋势。同时，对水文地质点，如泉、井、渗漏点等，要进行详细调查，了解其水位、流量、水质及动态变化特征。在整个测绘与调查过程中，务必做好详细记录，并按照规定要求进行测绘填图，为后续的勘察分析提供准确、全面的基础资料。

3.2 工程物探与勘探

在小型水利工程地质勘察中，工程物探与勘探是获

取地下地质信息、查明工程地质条件的关键技术手段。

(1) 物探方法具有快速、高效的特点，常用的有电法、地震法、地质雷达等。电法通过测量地下介质的电性差异，可快速探测覆盖层厚度、基岩面起伏情况，还能识别地下水位等信息；地震法利用地震波在地下介质中的传播特性，能有效查明断层破碎带的位置和规模；地质雷达则凭借其高分辨率，在探测岩溶发育区、地下洞穴等方面具有独特优势。物探成果可为后续勘探点的合理布置提供科学依据，提高勘察工作的针对性和效率。

(2) 勘探工作主要包括钻探和坑（槽）探。钻探是获取深部地质资料的主要途径，钻孔的孔位、孔深、孔径必须严格满足设计要求，以确保获取全面、准确的地质信息。同时，要保证岩芯采取率，为岩土层的鉴定和分类提供可靠样本。坑（槽）探具有直观性强的优点，能够直接观察和描述地质现象，适用于对工程重要部位及地质条件复杂地段的详细揭露，为工程设计和施工提供直观的地质依据^[4]。

3.3 原位测试与室内试验

在小型水利工程地质勘察里，原位测试与室内试验是精准获取岩土体工程性质参数、为工程设计与施工提供定量依据的关键环节。(1) 原位测试方法多样，像标准贯入试验、动力触探、静力触探等，能在岩土体处于天然状态时直接测定其工程性质，最大程度减少取样运输等过程对岩土体原始状态的扰动，获取的数据更具真实性和可靠性。其中，压水（注水）试验是获取岩体透水率的关键手段，通过向钻孔中注水并测定压力与流量关系，能准确了解岩体的渗透特性，对评估水库渗漏、坝基防渗等具有重要意义。(2) 室内试验则是对现场采取的岩土样进行全面测试，涵盖物理性质、力学性质和水理性质等方面。为保证试验结果准确，要高度重视试样的代表性，确保所取试样能真实反映工程场地的岩土体特征。同时，要根据岩土体类型和工程需求，合理选择试验方法，并紧密结合工程实际工况进行分析，为工程的稳定性评价、地基处理设计等提供科学合理的参数支持。

4 关键地质问题的勘察与评价

4.1 水文地质条件勘察

在小型水利工程中，水文地质条件勘察是至关重要的一环，其成果直接影响工程的规划、设计、施工及运行安全。(1) 勘察工作需全面且细致，首要任务是精确查明含水层与隔水层的分布情况，明确各含水层的岩性、厚度、富水性以及隔水层的隔水性能，为后续的水文地质分析提供基础。同时，要掌握地下水位的动态变

化规律,包括季节性变化、年际变化等,以评估其对工程的影响。此外,准确测定岩土体的渗透性参数,了解地下水在不同岩土层中的渗透能力,这对于分析渗漏问题至关重要。还需分析地下水化学性质,判断其对混凝土的腐蚀性,为工程材料的选用提供依据。(2)在评价环节,要重点针对坝基、坝肩、库岸、渠底等关键部位,评估其渗漏问题的可能性及严重程度,提出相应的防渗处理建议。同时,对于基坑开挖工程,要预测可能产生的涌水、渗透稳定问题,制定合理的排水与支护方案,确保施工安全顺利进行。

4.2 不良地质作用调查

在小型水利工程地质勘察中,对场区及附近可能存在的不良地质作用开展专门调查是保障工程安全的关键环节。不良地质作用涵盖滑坡、崩塌、泥石流、岩溶、渗透变形等多种类型,每一种都可能对工程施工与运行安全构成严重威胁。(1)调查工作需全面且深入,运用地质测绘、物探、勘探等多种技术手段,精确查明不良地质作用的分布范围,明确其影响区域;准确测定其规模大小,包括长度、宽度、厚度等参数;深入分析其成因机制,如滑坡可能是由地形坡度、岩土体性质、降水等因素共同作用引发;科学评估其稳定状态,判断当前是否处于稳定、基本稳定或不稳定状态;合理预测其发展趋势,考虑未来可能的变化情况。(2)基于上述调查成果,全面评估不良地质作用对工程施工和运行安全的危害程度,从工程选址、设计、施工到运行维护等各个阶段,提出针对性的防治对策建议,如采取支护、排水、加固等工程措施,确保小型水利工程在安全可靠的环境下建设与运营^[5]。

4.3 岩土体工程地质特性评价

在小型水利工程地质勘察工作中,精准评价岩土体工程地质特性是保障工程安全与稳定的关键步骤。这一评价工作需建立在全面、准确的勘察与试验数据基础之上。(1)针对建筑地基,涵盖坝基、边坡、洞室等关键部位,要开展多维度分析。从稳定性方面,综合考量岩土体的结构特征、地质构造作用以及外力影响因素,

判断其在各种工况下是否会发生失稳破坏;对于变形特性,通过试验测定岩土体的压缩性、弹性模量等参数,预测其在荷载作用下的变形量;承载能力评价则依据岩土体的物理力学性质指标,确定其能够承受的最大荷载。(2)依据评价结果,科学划分工程地质岩组,明确不同岩组的分布范围与工程特性。同时,按照相关标准评定岩体质量等级,为工程设计提供直观参考。在此基础上,提供设计所需的地质参数建议值,如岩土体的抗剪强度指标、渗透系数等。此外,针对勘察中发现的工程地质缺陷,如软弱夹层、断层破碎带等,提出切实可行的地基处理方案,如换填、加固等,或给出合理的结构措施建议,确保小型工程在复杂地质条件下能够安全可靠地建设和运行。

结束语

小型水利工程地质勘察工作贯穿工程全生命周期,从规划、设计到施工与运行,每个阶段都不可或缺。通过明确勘察目的与原则,分阶段精准落实勘察任务,合理运用工程地质测绘、物探勘探、原位测试与室内试验等技术方法,全面且深入地查明地质条件。同时,针对水文地质、不良地质作用及岩土体工程地质特性等关键问题开展细致勘察与科学评价。这一系列工作为小型水利工程提供了坚实的地质依据,有助于保障工程选址合理、设计安全、施工顺利以及长期稳定运行,推动小型水利事业高质量发展。

参考文献

- [1]苏承建.水利工程中的岩土地质勘察探索[J].华北自然资源,2020(05):25-26.
- [2]黄会妙.水利工程中工程地质和水文地质勘测方法研究[J].水利科技与经济,2024,30(02):45-50.
- [3]黎春霖.水工环地质环境勘察中的技术应用及关键点分析[J].西部探矿工程,2023,35(09):27-28.
- [4]孙玉龙,栾东进.水利工程环境地质勘察技术的应用分析[J].科技资讯,2021,19(14):76-78.
- [5]田树斌.水利工程地质勘察要点和降水处理技术[J].建材与装饰,2020(11):294-295.