

岩溶地基工程地质勘察技术

董 刚¹ 秦玉鑫² 范同栋²

1. 中国电建集团西北勘测设计研究院有限公司 陕西 西安 710100

2. 青海省水利水电勘测规划设计研究院有限公司 青海 西宁 810003

摘 要：岩溶地基因其复杂性和不稳定性对工程建设提出挑战。勘察工作需通过地质测绘、物探、钻探等手段全面了解其地质结构。地质测绘提供宏观指导，物探方法快速圈定异常区域，钻探技术获取深部信息。勘察技术要点包括岩溶发育规律分析、地下水勘察及数据综合分析。勘察过程中需严格控制精度，确保安全，并注重环境保护。通过合理选择勘察方法和严格控制勘察过程，为工程设计和施工提供科学依据，确保建筑物安全性和稳定性。

关键词：岩溶地基；工程地质勘察；技术要点；分析

引言：岩溶地基作为地质工程中的特殊类型，其复杂性和不稳定性对工程建设提出了严峻挑战。为确保工程安全，必须进行详尽的岩溶地基勘察。勘察工作涉及地质测绘、物探、钻探等多种手段，旨在全面了解岩溶地基的地质结构、岩溶发育规律及地下水特征。本文将从勘察方法、技术要点及注意事项等方面进行深入探讨，为岩溶地基勘察提供科学指导，确保勘察结果的准确性和可靠性，为工程设计和施工奠定坚实基础。

1 岩溶地基概述

岩溶地基，作为地质工程领域中的一个特殊类型，其存在和特性对工程建设提出了独特的要求和挑战。岩溶地基主要分布在岩溶地区，这些地区的地层中富含可溶性岩石，如石灰岩、白云岩等。在长期的地质历史过程中，这些岩石在水的溶蚀、侵蚀等自然力的作用下，形成了丰富多样的岩溶现象，包括溶洞、溶沟、石芽、漏斗等。这些岩溶现象不仅赋予了地貌以奇特的景观，同时也对工程建设地基的稳定性构成了复杂的影响。

(1) 岩溶地基的复杂性首先体现在其地质结构的多样性上。溶洞作为岩溶地基中最为显著的特征之一，其大小、形状、分布和连通性都极为多变。有的溶洞规模宏大，可以容纳大量水体或填充物；有的则狭小曲折，难以探测和处理。溶沟和石芽则是地表岩溶作用的产物，它们使地表变得崎岖不平，增加了地基处理的难度。此外，岩溶地区还可能存在地下暗河、岩溶泉等复杂的水文地质条件，这些都对工程建设提出了更高的要求。

(2) 岩溶地基的不稳定性是另一个需要重点关注的问题。由于岩溶现象的形成和发展是一个动态过程，受到地下水流动、地质构造运动等多种因素的影响，因此岩溶地基的稳定性往往难以预测。在工程建设过程中，如果未能充分考虑到岩溶地基的不稳定性，就可能导致地

基沉降、塌陷等严重工程事故，对建筑物的安全性和使用性造成极大威胁。(3) 面对岩溶地基的复杂性和不稳定性，工程界不断探索和实践着各种有效的地基处理方法。其中，勘察和设计是地基处理的前提和基础。通过详细的地质勘察，可以了解岩溶地基的具体情况和特性，为后续的设计和施工提供科学依据。在设计阶段，需要根据勘察结果，结合工程需求和地质条件，制定出合理的地基处理方案。(4) 在具体的地基处理方法上，针对岩溶地基的特性，可以采取填充、加固、跨越等多种手段。填充方法主要是用土、石、混凝土等材料填充溶洞或溶沟，以提高地基的承载力和稳定性。加固方法则是通过注浆、锚杆等手段加固地基，增强其抗剪强度和抗压强度。跨越方法则是在溶洞或溶沟上方设置桥梁或栈道等结构，避免直接对地基进行处理^[1]。

2 勘察方法

2.1 地质测绘

地质测绘作为岩溶地基勘察的基础方法，其重要性不言而喻。它通过对岩溶地区的地形地貌、地层岩性、地质构造和岩溶发育特征等进行详细的实地调查和测绘，为后续的勘察工作提供宏观指导和基础数据。(1) 在地质测绘过程中，勘察人员需要仔细观察地表形态，识别出可能由岩溶作用形成的特殊地貌，如溶沟、石芽、漏斗等。这些地貌特征是岩溶发育的直观反映，能够为勘察人员提供关于岩溶分布和发育程度的初步线索。(2) 地层岩性的识别也是地质测绘的重要环节。不同的岩石类型对岩溶的发育有着显著的影响。例如，石灰岩、白云岩等可溶性岩石是岩溶发育的主要对象，而砂岩、泥岩等则相对不易形成岩溶。通过地层岩性的识别，勘察人员可以初步判断岩溶发育的潜在区域。(3) 地质构造的分析也是地质测绘的重要内容。断裂、褶皱

等地质构造往往控制着岩溶的发育方向和分布规律。通过地质构造的分析,勘察人员可以进一步了解岩溶地基的复杂性和不稳定性,为后续的勘察工作提供更有针对性的指导^[2]。

2.2 物探方法

物探方法在岩溶地基勘察中应用广泛,其快速、大面积探测的优点使得它成为初步圈定岩溶异常区域的有效手段。电阻率法和地震波法是两种常用的物探方法。

(1) 电阻率法利用不同地质体的电阻率差异进行探测。在岩溶地区,溶洞、溶蚀带等低电阻率异常体与周围的高电阻率岩石形成明显的电性差异。通过布置电极阵列,测量地表的电阻率分布,可以初步判断地下溶洞、溶蚀带的分布情况。(2) 地震波法则是通过分析地震波在地下介质中的传播特性来识别岩溶空洞。当地震波遇到空洞时,会发生反射、折射等现象。通过接收器捕捉这些地震波信号,并进行数据处理和分析,可以得出空洞的位置、规模和形态等信息。(3) 物探方法的应用,不仅大大提高了勘察效率,还为钻探等后续工作提供了准确的目标区域。通过物探方法的初步探测,勘察人员可以更加有针对性地布置钻孔,减少盲目性,提高勘察的准确性。

2.3 钻探技术

钻探技术是获取岩溶地基深部地质信息的直接手段。通过钻探取芯,勘察人员可以直观地观察岩芯的岩性、岩溶发育程度、溶洞充填情况等。(1) 在钻探过程中,合理布置钻孔和控制钻孔密度是至关重要的。钻孔的布置应根据地质测绘和物探结果来确定,确保全面了解岩溶地基的垂直和水平变化情况。同时,钻孔密度的控制也要根据工程需求和地质条件来灵活调整。(2) 钻探所获取的岩芯样本是分析岩石物理力学性质的重要依据。通过室内试验,可以测量岩石的密度、抗压强度、抗剪强度等物理力学参数,为工程设计和施工提供有力的支持^[3]。

3 勘察技术要点

3.1 岩溶发育规律分析

在岩溶地基勘察中,深入研究岩溶发育规律是至关重要的一步。岩溶发育规律的分析不仅有助于我们了解岩溶在空间上的分布特征,还能为工程基础的形式和位置提供科学依据。(1) 我们需要广泛收集区域地质资料,包括地质图、地质剖面图、地质报告等。这些资料为我们提供了岩溶地区的基本地质框架和演化历史,是分析岩溶发育规律的基础。(2) 现场地质测绘是获取第一手地质信息的重要手段。通过仔细观察地表形态、地

层出露情况、地质构造特征等,我们可以初步判断岩溶的发育方向和规模。例如,沿着断裂带或褶皱轴部,岩溶往往更为发育;在可溶性岩石分布区,岩溶现象也更为普遍。(3) 物探结果也是分析岩溶发育规律的重要依据。电阻率法、地震波法等物探方法能够快速、大面积地探测地下岩溶的分布情况,为我们提供关于岩溶空间位置的初步信息。(4) 在综合分析区域地质资料、现场地质测绘和物探结果的基础上,我们可以总结出岩溶在空间上的分布规律,包括岩溶发育的方向、深度、规模等。这些规律对于准确评估岩溶对工程的影响程度、合理确定工程基础的形式和位置具有重要意义。

3.2 地下水勘察

岩溶地区地下水活动频繁,对岩溶的发育和地基稳定性影响显著。因此,在勘察过程中,我们必须重点关注地下水的水位、水量、流向及水化学特征。(1) 地下水的存在可能导致溶洞顶板坍塌、地基土软化等问题,严重威胁建筑物的安全性。为了准确评估地下水的影响,我们需要进行水文地质试验,获取地下水相关参数,如渗透系数、水位变化幅度、水质指标等。(2) 水文地质试验不仅可以帮助我们了解地下水的动态变化特征,还能为工程抗浮设计和地基处理提供依据。例如,在抗浮设计中,我们需要根据地下水位的变化幅度来确定建筑物的浮力大小,从而采取相应的抗浮措施;在地基处理中,我们需要考虑地下水对地基土的影响,选择合适的处理方法来提高地基的稳定性^[4]。

3.3 勘察数据综合分析

在岩溶地基勘察中,我们需要将地质测绘、物探、钻探等多种勘察手段获取的数据进行综合分析。不同勘察方法各有优缺点,通过相互印证和补充,我们能够更准确地确定岩溶地基的地质结构。(1) 地质测绘为我们提供了宏观的地质背景和地表特征信息;物探方法能够快速、大面积地探测地下岩溶的分布情况;钻探技术则能够直接获取深部地质信息,包括岩性、岩溶发育程度、溶洞充填情况等。(2) 在综合分析过程中,我们需要充分利用各种勘察方法的优势,相互印证和补充数据。例如,我们可以利用物探方法初步确定异常区域,再通过钻探进行验证和详细了解;同时,结合地质测绘对整体地质背景的把握,我们可以全面评估岩溶地基条件,为工程设计和施工提供有力的支持。

4 勘察注意事项

4.1 勘察精度控制

岩溶地基的复杂性要求勘察工作必须具备高度的精确性。任何细微的误差都可能导致工程设计的偏差,进

而影响到建筑物的安全性和稳定性。因此,在勘察过程中,我们必须严格按照相关规范和标准操作,确保每一步都达到既定的精度要求。(1)地质测绘作为勘察的先行步骤,其准确性至关重要。勘察人员需要具备丰富的地质知识和敏锐的观察力,能够准确识别地表形态、地层出露情况以及地质构造特征。同时,测绘设备的选择和使用也必须符合规范要求,确保测量数据的准确性。

(2)物探方法在岩溶地基勘察中发挥着重要作用,但其数据的可靠性同样需要严格控制。物探设备的参数设置、测线布置以及数据采集和处理等环节都必须严格按照操作规程进行。此外,物探数据的解释也需要结合地质测绘和钻探结果进行综合分析,以确保其准确性。

(3)钻探技术是获取岩溶地基深部地质信息的直接手段,其取芯的完整性直接影响到勘察结果的可靠性。在钻探过程中,我们必须合理选择钻探设备和参数,确保钻孔的深度、倾角和孔径等满足设计要求。同时,钻探取芯的过程也需要严格控制,确保岩芯的完整性和代表性。(4)为了提高勘察结果的精度,我们还需要根据实际情况调整勘察方案。例如,在岩溶发育较为复杂的区域,我们可以适当增加地质测绘的密度和物探的测线数量;在钻探过程中,我们可以根据岩芯的情况及时调整钻孔的布置和深度。

4.2 安全保障

岩溶地区地形复杂,存在诸多安全风险。(1)勘察人员在野外作业时,必须时刻保持警惕,防范因岩溶塌陷、滑坡等地质灾害造成的人员伤亡。在进行钻探等作业时,勘察人员必须严格遵守操作规程,确保设备的安全运行。(2)在野外作业前,勘察人员需要对作业区域进行详细的踏勘和风险评估,制定切实可行的安全措施和应急预案。在作业过程中,勘察人员需要佩戴必要的防护装备,如安全帽、防护眼镜、防滑鞋等。同时,钻探设备也需要定期进行维护和检查,确保其处于良好的工作状态。(3)勘察人员还需要具备一定的自救和互救能力。在遇到突发情况时,能够迅速采取应对措施,减少人员伤亡和财产损失。

4.3 环境保护

勘察工作在为工程建设提供科学依据的同时,也必须注重环境保护。在进行地质测绘、物探和钻探等作业时,我们需要尽量减少对周边自然环境的破坏。(1)在地质测绘过程中,勘察人员需要避免对地表植被的破坏,尽量沿着已有的道路或轨迹行走。在物探作业中,我们需要合理选择测线布置方式,减少对地表的扰动。在钻探过程中,我们需要采取有效的措施防止泥浆外溢和废弃物乱丢乱放。(2)对于废弃的岩芯、泥浆等勘察废弃物,我们需要进行合理处理。岩芯可以作为地质标本进行保存或用于科研和教学;泥浆则需要经过沉淀和处理后达标排放或用于其他用途。同时,我们还需要加强对勘察人员的环保教育和管理,提高他们的环保意识和责任感^[5]。

结束语

岩溶地基的勘察工作是一项复杂而细致的任务,要求勘察人员具备丰富的地质知识、严谨的工作态度和高度责任心。通过地质测绘、物探和钻探等多种勘察手段的综合运用,我们可以更准确地了解岩溶地基的地质结构和特性,为工程设计和施工提供科学依据。同时,勘察过程中必须严格控制精度,确保安全,并注重环境保护。只有这样,我们才能有效应对岩溶地基带来的挑战,确保建筑物的安全性和稳定性。未来,我们将继续探索和实践更先进的勘察技术和方法,为岩溶地区的工程建设提供更加有力的支持。

参考文献

- [1]熊城勇.岩溶地基工程地质勘察技术[J].能源与节能,2024,(10):87-90.
- [2]陶毓玉.岩溶地基工程地质勘察技术及治理方案[J].江西建材,2023,(08):214-216.
- [3]蔡滢.岩溶地基工程地质勘察与技术处治探究[J].中国建筑金属结构,2023,22(07):34-36.
- [4]杨华富.岩溶地基岩土工程勘察及其地基处理探讨[J].散装水泥,2021(05):90-92.
- [5]张志刚,张恩重.岩溶地基岩土工程勘察及地基处理分析[J].工程建设与设计,2020(17):46-47+50.