

# 岩溶地基岩土工程勘察方法及处治措施研究

彭会敏

武汉市昌厦基础工程有限责任公司 湖北 武汉 430000

**摘要:** 本文深入探讨岩溶地基岩土工程勘察方法及处治措施。阐述了岩溶形成基本原理,详细介绍了地质调查、地球物理勘探、钻探等勘察方法及其优缺点。分析了注浆加固、桩基处理、填堵法等处治措施,并对其应用效果进行了研究。旨在为岩溶地区工程建设提供科学的勘察与处治方案,确保工程安全稳定。

**关键词:** 岩溶地基; 岩土勘察; 处治措施

引言: 随着工程建设的不断推进,岩溶地区的工程建设需求日益增加。然而,岩溶地基的复杂性给岩土工程带来诸多挑战。岩溶的形成机制特殊,其地基勘察和处治难度较大。目前,对于岩溶地基的岩土工程勘察方法和处治措施仍需深入研究。本文将围绕岩溶地基的勘察方法与处治措施展开探讨,以解决实际工程中的难题。

## 1 岩溶形成基本原理

岩溶的形成是一个复杂的地质过程,主要基于天然存在的可溶性岩石以及大量的水体共同作用。可溶性岩石是岩溶形成的基础物质。常见的可溶性岩石有石膏、石灰岩、白云岩等。当这些岩石受到含有碳酸钙的流水长期冲刷时,会逐渐被溶蚀。大多数可溶性岩石属于碳酸盐岩、硫酸盐岩以及卤化盐岩类等,其成分复杂。在流水侵蚀下,随着时间的推移,这些岩石会发生化学变化和沉积作用,进而形成多种岩溶地貌,如裂隙、石芽、石沟、石林、溶洞、钟乳石等。

然而,仅有可溶性岩石并不足以形成岩溶地区,还需要大量的水体。一方面,岩溶地区的形成既要求有可溶性岩石,又要求岩石的数量达到一定水平。如果岩石数量不足,在流水冲刷下只会产生水土流失效应,而无法形成岩溶地貌。另一方面,大量的流水水体是促成岩溶地区形成的关键条件。当大量可溶性岩石周边存在大量流水水体时,水体对岩石会产生溶蚀和动力侵蚀两种作用。如果流水水体来源于降雨,那么很可能属于含有二氧化硫的水体,其中含有大量碳酸。这种水体在冲刷过程中,会不断扩张可溶性岩石地带的孔隙,使其不断增多和扩张。长期如此,就会逐渐形成溶洞、暗河等典型的岩溶地区。总之,岩溶的形成是可溶性岩石与大量水体相互作用的结果,这两种条件缺一不可。只有在两者共同作用下,经过漫长的地质时间,才能形成丰富多彩的岩溶地貌景观。

## 2 岩溶地基岩土工程勘察方法

### 2.1 地质调查

地质调查是岩溶地基岩土工程勘察的基础工作,通过对勘察区域的地形地貌、地层岩性、地质构造、地下水等进行详细的调查,了解岩溶的发育情况和分布规律。地质调查可以采用野外实地调查、资料收集、遥感解译等方法。野外实地调查可以直接观察岩溶的形态特征和分布情况,收集第一手资料;资料收集可以查阅历史地质资料、工程勘察报告等,了解勘察区域的地质背景;遥感解译可以快速获取大面积的地质信息,为地质调查提供宏观的指导。

### 2.2 地球物理勘探

地球物理勘探是利用地球物理场的变化来探测地下地质情况的方法,具有快速、高效、无损等优点<sup>[1]</sup>。在岩溶地基岩土工程勘察中,常用的地球物理勘探方法有电阻率法、高密度电法、地质雷达法、浅层地震法等。电阻率法是通过测量地下岩石的电阻率来推断地下地质情况的方法,适用于探测溶洞、溶蚀裂隙等岩溶形态;高密度电法是一种高精度的电阻率法,可以提供更加详细的地下地质信息;地质雷达法是利用高频电磁波来探测地下地质情况的方法,适用于探测浅层岩溶形态;浅层地震法是利用地震波的传播特性来探测地下地质情况的方法,适用于探测深部岩溶形态。

### 2.3 钻探

通过钻探可以获取地下岩土体的物理力学性质和岩溶的发育情况。在岩溶地基岩土工程勘察中,钻探可以采用冲击钻探和回转钻探等方法。冲击钻探适用于钻进坚硬的岩石地层,利用冲击力将钻头打入地下。这种方法在遇到坚硬的石灰岩、白云岩等可溶性岩石时较为有效。回转钻探则适用于钻进松软的土层和岩石地层,通过旋转钻头来切削地层。在钻探过程中,应根据不同的地质情况选择合适的钻探方法和钻探设备,以确保钻探

质量和效率。例如，在遇到溶洞时，需要采取特殊的钻探技术，如套管跟进等，以防止钻孔坍塌。同时要做好钻探记录和岩芯描述，详细记录钻孔的深度、地层情况、岩溶发育情况等信息，为后续的分析评价提供依据。

#### 2.4 钻孔声波

用单孔声波物探手段测试岩体弹性纵波速度，并在同一岩体取样测定岩石纵波速度，以计算岩体完整性指标。这种方法可以有效地评估岩溶地区岩体的质量和稳定性。通过测量声波在岩体中的传播速度，可以了解岩体的内部结构和完整性。如果岩体中存在溶洞、溶蚀裂隙等缺陷，声波的传播速度会受到影响，从而可以推断出岩溶的发育程度。

#### 2.5 水位观测

为了解地下水动态的基本特征和地下水埋藏的基本条件，对每孔进行初见、终孔、稳定水位观测。地下水在岩溶地区的形成和发展中起着关键作用。通过水位观测，可以了解地下水的水位变化、流向以及与岩溶发育的关系。初见水位是指在钻孔过程中首次见到地下水的水位，终孔水位是钻孔完成后的水位，稳定水位则是经过一段时间后地下水达到相对稳定状态的水位。

### 3 岩溶地基岩土工程勘察方法的优缺点分析

#### 3.1 地质调查的优缺点

地质调查在岩溶地基岩土工程勘察中具有重要基础作用。其优点在于能够通过野外实地调查直接观察岩溶的形态特征和分布情况，收集到直观且真实的第一手资料，对岩溶地貌有最直接的认知。同时，通过资料收集可以了解勘察区域的地质背景，为后续勘察工作提供历史参考，避免走弯路。遥感解译还能快速获取大面积地质信息，为勘察提供宏观指导，帮助确定重点勘察区域。然而，地质调查也存在一定的缺点。它只能提供宏观的地质信息，对于地下岩溶的具体形态和发育情况了解有限。比如，对于深埋地下的溶洞和复杂的溶蚀裂隙，仅靠地质调查难以准确掌握其规模和走向。并且，地质调查的结果受勘察人员的经验和主观判断影响较大，不同的人可能会得出不同的结论。

#### 3.2 地球物理勘探的优缺点

地球物理勘探在岩溶地基勘察中具有独特优势。其优点首先是快速高效，能够在较短时间内对大面积区域进行探测，为工程前期规划提供及时的地质信息。而且具有无损的特点，不会对地质环境造成破坏。电阻率法、高密度电法、地质雷达法和浅层地震法等不同方法可以针对不同深度和类型的岩溶形态进行探测，适用范围广<sup>[2]</sup>。但地球物理勘探也有不足之处。其结果的解释存

在一定的多解性，需要结合钻探等其他方法进行验证。例如，电阻率法可能会因为地下介质的复杂性而导致对岩溶形态的判断不准确。同时地球物理勘探的成本较高，操作复杂，需要专业的技术人员进行数据采集和分析。

#### 3.3 钻探的优缺点

钻探是岩土工程勘察中最直接有效的方法之一。优点在于可以直接获取地下岩土体的物理力学性质和岩溶的发育情况，为工程设计和施工提供准确的依据。通过对岩芯的观察和分析，可以详细了解岩溶的形态、大小和填充物等情况。然而，钻探也有明显的缺点。成本较高，操作复杂，效率相对较低。尤其是在岩溶地区，可能会遇到卡钻、掉钻等问题，增加勘察难度和成本。而且钻探只能获取有限的点上信息，难以全面了解岩溶的分布规律和形态特征。

### 4 岩溶地基的处治措施

#### 4.1 注浆加固

注浆加固是一种应对岩溶地基的重要方法。通过向岩溶地基中注入水泥浆、化学浆液等材料，可以有效地填充溶洞和溶蚀裂隙。这样一来，岩土体的整体性得到增强，强度和稳定性也随之提高。在实际操作中，注浆加固具有一定的优势。首先，其施工过程相对灵活。可以根据不同的地质情况和溶洞规模，调整注浆材料的种类和配比，以达到最佳的填充效果。其次，注浆加固的成本在一定程度上较为可控。虽然需要采购注浆材料和使用专业设备，但与其他一些大型的处治措施相比，其费用相对较低。此外，注浆加固能够在较短的时间内完成，对工程进度的影响较小。

然而，注浆加固也并非完美无缺。其中一个主要问题是注浆效果难以完全保证。由于岩溶地质的复杂性，溶洞和溶蚀裂隙的分布往往不规则，浆液的扩散可能受到多种因素的影响，难以准确预测其填充范围<sup>[3]</sup>。有时候，可能会出现部分区域未被充分填充的情况，从而影响处治效果。为了解决这个问题，需要进行严格的质量控制。在注浆前，要对地质情况进行详细的勘察和分析，确定合适的注浆方案。在注浆过程中，要密切监测注浆压力、流量等参数，确保浆液能够顺利地注入到目标区域。同时，注浆后还需要进行检测和评估，以确定注浆效果是否达到要求。

#### 4.2 桩基处理

桩基处理是另一种常见的岩溶地基处治措施。通过在岩溶地基中设置桩基础，可以将建筑物的荷载传递到深部稳定的地层中，避开岩溶不良地质区域。

桩基处理的优点较为明显。首先，它能够提供强大

的承载能力。桩基础可以深入到稳定的地层中,依靠桩与周围土体的摩擦力和桩端的承载力,有效地支撑建筑物的重量。其次,桩基处理适用于各种复杂的地质条件,包括岩溶发育强烈的地区。无论溶洞的大小和分布如何,都可以通过合理设计桩基础来确保建筑物的稳定性。桩基处理的可靠性也较高,一旦施工完成,其稳定性和耐久性通常能够得到较好的保证。

但是,桩基处理也存在一些不足之处。一方面,其成本较高。桩基础的施工需要专业的设备和技术,而且材料费用也相对较高。特别是在岩溶地区,由于地质条件复杂,施工难度大,可能需要采用特殊的施工方法和设备,进一步增加了成本。另一方面,桩基处理的施工难度较大。在岩溶地区进行桩基施工,可能会遇到溶洞、溶蚀裂隙等不良地质情况,容易出现卡钻、塌孔等问题。这就需要施工人员具备丰富的经验和专业技能,采取有效的应对措施,确保施工的顺利进行。

#### 4.3 填堵法

填堵法作为岩溶地基的一种处治措施,具有一定的实用性。施工时,向溶洞和溶蚀裂隙中填入碎石、混凝土等材料,操作相对简便,无需复杂的技术和大型设备,能在较短时间内开展作业。成本方面,由于材料较为常见且施工过程相对简洁,整体成本较低。通过填堵岩溶通道,能有效阻止地下水的流动,减少溶蚀作用对岩土体的破坏,从而提高岩土体的强度和稳定性。

然而,填堵法也存在一些问题。填堵效果难以保证是主要缺点之一。由于溶洞和溶蚀裂隙的形态复杂多样,大小不一且可能相互连通,填入的材料难以完全填满所有空隙,可能会出现局部未填实的情况,影响处治效果。因此,必须进行严格的质量控制,如在填堵前对溶洞和裂隙进行详细勘察,确定合适的填堵材料和施工方法,填堵过程中加强监督,确保材料填充密实。同时填堵法可能对地下水环境产生影响,改变地下水的流动路径和水量,影响生态平衡,所以需要进行全面的环境评估,采取相应的保护措施。

### 5 岩溶地基处治措施的应用效果分析

#### 5.1 注浆加固的应用效果分析

注浆加固在岩溶地基处治中得到了广泛的应用,取得了较好的效果。通过注浆加固,可以有效地填充溶洞和溶蚀裂隙,提高岩土体的强度和稳定性,减少地面沉降和塌陷等地质灾害的发生。同时,注浆加固可以改善

地下水的流动条件,防止地下水对岩土体的侵蚀作用。然而,注浆加固的效果受到多种因素的影响,如注浆材料的选择、注浆压力的控制、注浆工艺的掌握等。因此在进行注浆加固时,需要进行严格的质量控制,确保注浆效果。

#### 5.2 桩基处理的应用效果分析

桩基处理是岩溶地基处治中的一种重要方法,适用于各种复杂的地质条件。通过设置桩基础,可以将建筑物的荷载传递到深部稳定的地层中,提高建筑物的稳定性和安全性。同时,桩基处理可以有效地减少地面沉降和塌陷等地质灾害的发生<sup>[4]</sup>。然而,桩基处理的成本较高,施工难度较大,需要考虑桩基础与岩溶的相互作用,确保桩基础的稳定性。因此在进行桩基处理时,需要进行详细的勘察和设计,选择合适的桩基础类型和施工方法。

#### 5.3 填堵法的应用效果分析

填堵法在岩溶地基处治中也有一定的应用,通过向溶洞和溶蚀裂隙中填入碎石、混凝土等材料,可以堵塞岩溶通道,提高岩土体的强度和稳定性。然而,填堵法的效果受到多种因素的影响,如填堵材料的选择、填堵工艺的掌握等。同时填堵法可能会对地下水环境造成一定的影响,需要进行环境评估。因此在进行填堵法处治时,需要进行严格的质量控制,确保填堵效果。

结束语:总之,岩溶地基岩土工程勘察方法与处治措施的研究至关重要。通过对岩溶形成原理的了解,采用多种勘察方法全面掌握地质情况,并根据实际选择合适的处治措施,能有效提高岩溶地区工程建设的安全性和稳定性。未来,应继续深入研究和创新,不断完善勘察方法和处治措施,为岩溶地区的工程建设提供更有力的技术支持。

#### 参考文献

- [1] 欧国华.岩溶地基岩土工程勘察及地基处理分析探讨[J].资源信息与工程,2020,32(02):90-91.
- [2] 吴刚,肖霄,卢海.岩溶地基岩土工程勘察及地基处理措施分析[J].住宅与房地产,2020.(09):216.
- [3] 付朝东.岩溶地基岩土工程勘察及地基处理分析[J].技术与市场,2020,27(02):164-166.
- [4] 李金钊,赵运平.岩溶地区岩土工程勘察中需要注意的问题及应对策略[J].中国设备工程,2020(22):203-204.