

岩溶地区施工阶段桩基基底勘察策略及处理措施

席 宁

河南省中工设计研究院集团股份有限公司 四川 成都 610000

摘 要：岩溶地区施工阶段桩基基底勘察策略及处理措施至关重要。勘察阶段需采用地质雷达、钻孔取芯等多种技术手段，精确探测岩溶洞穴、土洞等地质缺陷，评估其对桩基稳定性的影响。处理措施则依据勘察结果，采取钻孔灌浆、开挖换填、桩基加固等多种方法，确保桩基基底稳定，提高承载力。本文详细阐述勘察策略及处理措施，为岩溶地区桩基施工提供科学依据和技术支持。

关键词：岩溶地区；桩基基底勘察；处理措施

引言：岩溶地区以其独特的地质构造和复杂的岩溶发育特征，给桩基施工带来了诸多挑战。为确保桩基的稳定性和承载力，施工阶段前的基底勘察显得尤为重要。本文旨在探讨岩溶地区施工阶段桩基基底的勘察策略及处理措施，通过综合运用多种勘察技术和处理方法，为岩溶地区桩基施工提供科学依据和技术指导，以期在保证工程质量的同时，提高施工效率和安全性。

1 桩基在岩溶地区工程中的关键地位

桩基在岩溶地区工程中占据着至关重要的地位。岩溶地区的地质条件复杂，土质石质薄弱，脆性高，且常伴随溶洞、土洞、裂隙、暗河等不良地质条件。这些特点使得岩溶地区的工程建设面临着严重的地质灾害威胁，如地面变形、地基塌陷等，确保工程的安全和稳定性成为岩溶地区施工的首要任务。桩基作为一种承载能力高、适用范围广的基础形式，通过承台将多根桩的顶部联结成整体，共同承受动静荷载。在岩溶地区，桩基能够穿越软弱的高压缩性土层或水，将荷载传递到更硬、更密实或压缩性较小的地基持力层上，从而有效避免地质灾害的发生。岩溶地区的地下水丰富，且连通性好，这给施工带来了额外的挑战。桩基的施工过程不受地下水的影响，能够确保施工的安全和顺利进行。同时，桩基还能有效防止基坑和洞室涌水等问题的发生，为工程的顺利推进提供有力保障。桩基在岩溶地区工程中具有不可替代的关键地位。它不仅能够提高工程的承载能力和稳定性，还能有效应对岩溶地区复杂的地质条件，确保施工的安全和顺利进行。

2 岩溶地区地质特征及其对桩基施工的影响

2.1 岩溶地质特征

岩溶地区的地质特征主要表现为地层的复杂性和不均匀性。这些地区常存在石灰岩、白云岩等可溶性岩石，经过长期的地质作用，形成了溶洞、土洞、裂隙、

暗河等复杂的地质构造^[1]。这些地质构造往往具有空间分布不均、形态各异、连通性复杂等特点，使得岩溶地区的地质条件极为复杂，岩溶地区的地下水系统也极为发达，地下水丰富且连通性好，进一步增加了地质条件的复杂性。

2.2 对桩基施工的影响

岩溶地区的地质特征对桩基施工产生了显著的影响，由于地层复杂性和不均匀性，桩基在施工过程中可能遇到溶洞、土洞等不良地质条件，导致桩身难以稳定，甚至可能出现桩身倾斜、断裂等问题。岩溶地区的地下水丰富，且连通性好，施工过程中容易出现涌水、漏水等问题，给施工带来极大的困难，由于岩溶地区的特殊性，桩基的设计和施工需要充分考虑地质条件的影响，进行详细的勘察和试验，以确保桩基的承载能力和稳定性。

3 成都至宜宾高速公路四公乡大桥岩溶地段桩基基底勘察策略及桩基基底处理措施

3.1 工程简介

四公乡大桥位于成宜高速汪洋互通主线，桥址位于仁寿县四公乡，地形起伏不大，丘包浑圆且独立，高差相对较小。桥梁中心桩号：K53+582，桥跨布置：7x30m 预应力砼T梁全桥，桥梁全长33.9m。本桥共设桩基础11根，墩台22个。

工程区出露地层主要为第四系全新统残坡积层（Q4el+dl）和人工堆积层（Q4ml）粉质粘土及侏罗系中下统自流井组（J1-2z）泥岩、砂岩、灰岩。施工过程中5#-9#墩均发现有漏浆或钻头掉落现象，现场对相应位置进行补充物探+钻探，以探明溶洞大小及指导基桩变更设计。

3.2 勘察目的与原则

在岩溶地区进行桩基基底勘察目的在于确保桥梁工

程的安全性和稳定性。由于岩溶地区地质条件复杂,岩体的强度和承载力可能因岩溶的存在而被削弱,这对建设在上面的桥梁构成严重的安全威胁。因此,勘察工作需关注多方面因素,以确保基础工程的质量和建筑物的安全。

勘察目的:通过勘察查明岩溶地区的地质结构,评估岩溶发育对场地安全和地基稳定性的影响,预测可能的地质灾害风险,为桩基础设计提供必要的地质参数和建议,根据勘察结果指导桩基施工,确保施工过程中的安全和效率,同时减少对环境的影响。

勘察原则:针对性原则:勘察工作应根据岩溶地区的具体地质条件和建筑物的特点进行,确保勘察结果的准确性和适用性。安全性原则:确保勘察工作本身的安全,同时通过勘察结果确保建筑物基础工程的安全。经济性原则:在保证勘察质量和安全的前提下,合理安排勘察工作,提高工作效率,降低成本。环保性原则:勘察工作应尽量减少对环境的影响,遵守相关法律法规,保护生态环境。

3.3 勘察方法与技术

地质调查与测绘是岩溶地区桩基基底勘察的基础工作。通过现场踏勘、地质剖面测量、地质点布设与观测等手段,了解场地的地形地貌、地层岩性、地质构造、岩溶发育情况等基本信息。钻探是获取深层地质资料的重要手段,在岩溶地区,钻探应特别注意岩溶洞穴、土洞等的探测。通过钻探,可以获取岩芯样品,进行岩石力学试验和土层物理力学性质测试,为桩基设计提供参数。地球物理勘探方法如电法勘探、地震勘探、重力勘探等,在岩溶地区桩基基底勘察中具有重要作用。这些方法可以探测地下介质的物理性质差异,揭示岩溶洞穴、断层、裂隙等地质构造的分布情况。岩溶地区的地下水系统发达,对桩基施工和稳定性具有重要影响。因此,应进行地下水观测与监测,了解地下水的动态特征、水位变化、水质情况等,为桩基设计和施工提供水文地质资料^[2]。

3.4 勘察内容要求

地质条件分析:详细分析场地的地层岩性、地质构造、岩溶发育情况等,揭示岩溶洞穴、土洞等的分布特征、规模、形态等。土层物理力学性质测试;对钻探获取的岩芯样品进行物理力学性质测试,包括密度、含水量、孔隙比、压缩模量、抗剪强度等指标,为桩基设计提供参数。地下水动态特征分析;分析地下水的动态特征,包括水位变化、水质情况、流速流向等,评估地下水对桩基施工和稳定性的影响。地质灾害风险评估;根

据地质条件分析,评估场地潜在的地质灾害风险,如地面塌陷、滑坡、泥石流等,为施工过程中的风险防控提供依据。勘察报告编制;将勘察成果整理成勘察报告,详细记录勘察过程、方法、结果和分析评价,提出桩基设计和施工的建议。

3.5 勘察成果分析与评价

地质条件综合评价:根据勘察结果,对场地的地质条件进行综合评价,包括地层稳定性、岩溶发育程度、地下水条件等。桩基承载力评估;根据土层物理力学性质测试结果和地质条件分析,评估桩基的承载力,确定合理的桩径、桩长和桩型。施工风险分析;根据地质灾害风险评估结果,分析施工过程中的潜在风险,提出相应的风险防控措施。勘察成果应用建议;根据勘察成果,提出桩基设计、施工和监测的具体建议,确保桩基的承载力、稳定性和安全性满足工程要求。勘察质量评估;对勘察过程、方法、结果和分析评价进行质量评估,确保勘察成果的准确性和可靠性。对于勘察过程中发现的问题和不足之处,应及时进行整改和完善。岩溶地区桩基基底勘察是一项复杂而重要的工作。通过科学的勘察方法和技术手段,全面了解工程场地的地质条件,为桩基设计提供准确可靠的地质资料,确保桩基的承载力、稳定性和安全性满足工程要求。

本次补充勘察据物探显示和钻孔验证可知,四公乡大桥岩溶较发育,主要分布在5#-9#号墩,尤其是8、9号墩较严重。8、9号墩发育多层溶洞,主要发育深度在13.0~27.0m范围内,发育标高范围大概在444.0~458.0m,推测8、9号墩之间仍存在溶洞,且部分已贯通。因此,建议部分桩孔需采用钢护筒进行浇筑施工。

3.6 岩溶地区桩基基底处理措施

3.6.1 钻孔灌浆法

钻孔灌浆法是一种在岩溶地区桩基基底处理中常用的方法,其核心在于通过钻孔向岩溶洞穴或土洞中灌注水泥浆或其他化学灌浆材料,以达到填充空洞、增强地基承载力和改善地基稳定性的目的。这种方法具有施工灵活、适应性强、成本相对较低等优点。施工流程;(1)钻孔定位:根据勘察结果,确定岩溶洞穴或土洞的位置和规模,然后按照设计要求进行钻孔定位。(2)钻孔施工:使用专业的钻孔设备,按照预定的深度和孔径进行钻孔。在钻孔过程中,需密切注意地质条件的变化,及时调整钻孔参数。(3)清孔验孔:钻孔完成后,需进行清孔操作,清除孔内的泥沙和碎屑,还需进行验孔,确保钻孔的深度、孔径和倾斜度等满足设计要求^[3]。(4)灌浆材料制备:根据岩溶洞穴或土洞的性质和工程

要求,选择合适的灌浆材料,并进行制备。常见的灌浆材料包括水泥浆、水泥砂浆、化学灌浆材料等。(5)灌浆施工:将制备好的灌浆材料通过钻孔灌注到岩溶洞穴或土洞中。灌浆过程中需控制灌浆压力和灌浆速度,确保灌浆材料能够充分填充空洞并达到预期的加固效果。

(6)灌浆效果检测:灌浆完成后,需进行灌浆效果检测,包括浆液扩散范围、空洞填充程度、地基承载力提升情况等。检测方法可采用钻孔取芯、声波测试、雷达探测等。在灌浆过程中,需密切注意灌浆压力和灌浆速度的变化,防止因压力过大或速度过快而导致浆液流失或地基抬升。灌浆材料的选择和制备需根据岩溶洞穴或土洞的性质和工程要求进行,确保灌浆材料能够与地基材料形成良好的结合。灌浆完成后,需进行充分的养护,确保灌浆材料能够充分固化并达到预期的加固效果。

3.6.2 开挖换填法

岩溶地区开挖换填法是一种地基处理方法,适用于处理浅层溶洞、溶槽、溶沟等地质问题。这种方法通过挖除软弱土层或岩石地基中的软弱杂物,然后填充级配碎石、毛石混凝土或素混凝土等材料,以增强地基的强度和整体性。

3.6.3 结构跨越法

结构跨越法是一种通过建造跨越岩溶洞穴或土洞的结构物来避免地基失稳或地面塌陷的方法。这种方法适用于岩溶洞穴或土洞规模较大、分布较广且难以进行开挖换填或钻孔灌浆处理的情况。根据岩溶洞穴或土洞的位置、规模和性质,以及工程要求和地基条件,进行结构设计。设计内容包括结构形式、跨度、高度、材料选择等。在岩溶洞穴或土洞的两侧或上方建造基础,如桩基、扩大基础等。基础施工需确保基础的稳定性和承载力满足设计要求。在基础上建造跨越岩溶洞穴或土洞的结构物,如桥梁、隧道、涵洞等。结构建造需按照设计要求进行,确保结构的安全性、稳定性和耐久性^[4]。结构建造完成后,需进行质量检测与验收,包括结构尺寸、形状、材料质量、承载力等。检测方法可采用现场试验、实验室试验等。在进行结构设计时,需充分考虑岩溶洞穴或土洞的性质和规模,以及工程要求和地基条件,确保结构的安全性和稳定性。基础施工和结构建造需按照设计要求进行,严格控制施工质量,确保结构的质量满足设计要求。在结构使用过程中,需进行定期维护和检查,及时发现和处理潜在的安全隐患。

3.6.4 桩基加固法

桩基加固法是一种通过增加桩基数量、改变桩基形式或提高桩基承载力来增强地基稳定性的方法。这种方法适用于岩溶地区桩基承载力不足或地基稳定性较差的情况。桩基设计与选型;根据工程要求和地基条件,进行桩基设计与选型。设计内容包括桩基数量、桩径、桩长、桩型等。桩基施工;按照设计要求进行桩基施工。施工过程中需严格控制施工质量,确保桩基的承载力、稳定性和耐久性满足设计要求。桩基检测与验收;桩基施工完成后,需进行桩基检测与验收,包括桩基承载力检测、桩身完整性检测等。检测方法可采用静载试验、低应变检测等。加固措施实施;根据检测结果和工程要求,实施相应的加固措施。加固措施可包括增加桩基数量、改变桩基形式、提高桩基承载力等。加固效果检测;加固措施实施完成后,需进行加固效果检测,确保加固后的桩基承载力、稳定性和耐久性满足设计要求。在进行桩基设计与选型时,需充分考虑工程要求和地基条件,确保桩基的承载力、稳定性和耐久性满足设计要求。桩基施工过程中需严格控制施工质量,确保桩基的施工质量满足设计要求。在实施加固措施时,需根据检测结果和工程要求选择合适的加固方法,并严格控制加固施工的质量。在加固效果检测过程中,需采用科学、准确、可靠的检测方法,确保检测结果的准确性和可靠性。同时还需根据检测结果及时调整加固措施,确保加固后的桩基满足设计要求。

结束语

岩溶地区桩基基底勘察与处理是确保工程安全、稳定的关键环节。通过科学的勘察策略,能够准确掌握地质条件,为施工提供可靠依据。同时采取针对性的处理措施,能够有效解决岩溶地区桩基施工中的难题,确保工程质量。未来,随着技术的不断进步,岩溶地区桩基施工将更加安全、高效。

参考文献

- [1]李红.公路工程岩溶地区桩基施工中存在的问题及对策分析[J].建筑技术开发,2020,47(05):149-151.
- [2]付崇民.干作业法成孔灌注桩施工过程中对岩溶处理的技术分析[J].现代物业(中旬刊),2019(11):217-218.
- [3]黄智国.岩溶地区桩基施工中的溶洞地基处理分析[J].西部资源,2019,23(4):31-32.
- [4]李江龙.试论岩溶地基岩土工程勘察与地基处理[J].工程建设与设计,2019,401(03):73-75.