

高架桥梁基础工程在复杂地质条件下的 施工技术与稳定性研究

吴小亮

宁波市建设集团股份有限公司 浙江 宁波 315000

摘要: 高架桥梁基础工程在复杂地质条件下,面临着诸多技术挑战与稳定性问题。本文深入探讨了针对不同地质条件的施工技术,如采用桩基、扩大基础及沉井等,以增强基础的承载力与稳定性。通过地质勘察、数值模拟及现场监测等手段,对桥梁基础的稳定性进行了系统研究。研究表明,合理的施工技术与加固措施能显著提升高架桥梁在复杂地质条件下的稳定性与安全性。

关键词: 高架桥梁基础工程;复杂地质条件;稳定性研究

引言:随着交通网络的不断发展,高架桥梁在复杂地质条件下的建设日益增多。复杂的地质条件给高架桥梁基础工程的施工带来了诸多难题,如地基承载力不足、基础沉降、不均匀沉降等。因此对高架桥梁基础工程的施工技术与稳定性进行深入研究,对于确保桥梁的安全运营与延长使用寿命具有重要意义。

1 复杂地质条件下高架桥梁基础工程概述

1.1 高架桥梁基础工程特点

高架桥梁基础工程具有显著的特点。高架桥一般由支撑的塔或支柱支撑,桥墩高度较高,通常使用钢筋混凝土排架或单柱双柱式钢筋混凝土桥墩。高架桥的基础工程主要采用桩基础,这有助于减小震动向远距离的传播,并确保桥梁结构的稳定性。高架桥的结构形式必须根据周边环境,按照桥梁美学的理念,采用合理的线形和高宽比,特别是在人口密集区,可能会采用槽型梁以降低列车运行时的噪声影响。因此,高架桥梁基础工程不仅注重结构强度与稳定性,还强调与周边环境的协调统一。

1.2 复杂地质条件分类与影响

复杂地质条件对高架桥梁基础工程有着重要影响。地质条件复杂程度可以根据地质灾害发育情况、地貌类型、地质构造、岩性岩相变化、岩土工程地质性质以及人类工程活动强度等因素进行分类。通常分为复杂、中等复杂和简单三类,但每一类中可能包含多种具体的地质现象,如崩塌、滑坡、泥石流、地面塌陷、地裂缝和地面沉降等^[1]。在复杂地质条件下,高架桥梁基础工程面临诸多挑战。例如,在岩溶地质条件下,由于溶蚀、冲蚀和潜蚀作用形成的地下暗河、廊道以及大型溶洞等,给桩基施工带来很大的不确定因素。这些地质特

征可能导致施工过程中的塌孔、漏浆等问题,严重影响施工质量和安全。

2 复杂地质条件下高架桥梁基础工程施工技术

2.1 前期勘察与规划

在复杂地质条件下进行高架桥梁基础工程施工,前期勘察与规划是确保工程顺利进行的基础。地质勘察是前期工作的重中之重,通过地质钻探、物探等手段,详细了解施工区域的地质结构、岩性分布、断层及节理发育情况,以及地下水位的动态变化。这些信息对于评估地基承载力、判断桩基施工的难易程度以及可能遇到的地质灾害风险至关重要。还需对潜在的不良地质现象,如岩溶、滑坡、泥石流等进行专项勘察,制定相应的防范和处理措施。地形测量则是为了获取施工区域的地形地貌数据,包括高程、坡度、地形起伏等。这些数据对于桥梁线形的选择、桥墩位置的确定以及施工平台的搭建具有指导意义。还需进行施工区域的交通、水文、气象等环境因素的调查,以便合理安排施工计划,确保施工期间的安全与效率。环境评估旨在评估施工活动对周边生态环境的影响,并提出相应的保护措施。这包括对施工噪音、扬尘、废水排放等环境问题的预测与控制,以及对施工区域内植被、野生动物等生态资源的保护方案。施工方案的制定应综合考虑地质勘察、地形测量以及环境评估的结果。方案应明确施工顺序、施工方法、机械设备选型、人员组织以及安全措施等。特别是在复杂地质条件下,施工方案应充分预见可能遇到的地质灾害风险,并制定相应的应急预案。

2.2 桩基施工技术

在复杂地质条件下,桩基施工面临诸多挑战,如溶洞处理、软弱土层加固等,采用科学合理的桩基施工技

术至关重要。对于溶洞地质,施工前需逐桩探明溶洞情况,确定溶洞的位置、大小、形态以及填充情况。根据溶洞的具体情况,采取相应的处理措施。对于封闭的、较小的溶洞,可采用注浆措施进行加固;对于较大的溶洞,则需采用钢护筒跟进、压浆填充等方法进行处理。在溶洞处理过程中,应严格控制注浆压力、注浆量以及注浆速度,确保注浆效果。在软弱土层中施工桩基时,需采用合适的加固措施以提高地基承载力,常用的加固方法包括深层搅拌桩、高压喷射注浆桩等。这些方法通过在地基中注入固化剂或浆液,与土体发生化学反应或物理作用,形成具有一定强度的复合地基。在加固过程中,应严格控制施工质量,确保加固效果满足设计要求。桩基施工过程中还需注意施工机械的选择与操作,根据地质条件和桩基类型,选择合适的钻机和钻孔工艺。在钻孔过程中,应严格控制钻孔深度、孔径以及孔斜等指标,确保成孔质量。

2.3 地基处理技术

地基处理是高架桥梁基础工程中的关键环节之一。换填垫层法是一种常用的地基处理方法,该方法通过挖除地表软弱土层,换填强度较高、稳定性较好的材料(如砂石、碎石等),以提高地基承载力并减少沉降量。换填垫层法适用于浅层软弱地基及不均匀地基的处理。强夯法则是利用重锤自由下落产生的冲击能来夯实地基土,提高土的强度和压缩模量。该方法适用于处理碎石土、砂土、低饱和度的粉土与粘性土等地基^[2]。在强夯过程中,应严格控制夯击能、夯击次数以及夯点间距等指标,确保夯击效果。振冲法是通过振动和冲水作用使土体颗粒重新排列并加密,从而提高地基承载力。该方法适用于处理砂土、粉土等地基。在振冲过程中,应选择合适的振冲器型号和振冲参数,并根据地基土的实际情况调整振冲深度和加密范围。还可采用水泥土搅拌法、高压喷射注浆法等地基处理方法。这些方法通过在地基中注入固化剂或浆液,与土体发生化学反应或物理作用,形成具有一定强度的复合地基。

2.4 特殊环境下的施工技术

在特殊环境下进行高架桥梁基础工程施工时,需采用针对性的施工技术以确保施工质量和安全。在水下施工中,需采用钢管桩栈桥及作业平台或驳船、浮吊等设备进行钻孔灌注桩施工。同时加强水下测量与定位工作,确保桩位的准确性,还需采取合适的防水措施以防止泥浆和水流对施工质量的影响。在高海拔施工中,需加强施工人员的健康监测和安全防护工作,同时选择合适的机械设备和施工方法以适应高海拔环境。还需注意

施工材料的储存与运输问题,确保施工材料的质量和供应。复杂地形施工则包括山区、丘陵等地形条件下的施工。在这些地形条件下,需采用爆破、隧道开挖等特殊施工工艺以克服地形限制。还需加强施工过程中的安全防护工作,确保施工人员的安全还需注意施工对周边环境的影响,并采取相应的保护措施以减少施工对生态环境的破坏。

3 复杂地质条件下高架桥梁基础的稳定性分析

3.1 地层分布对稳定性的影响

在复杂地质条件下,地层分布对高架桥梁基础的稳定性具有显著影响。地层分布的不同,直接决定桥梁基础所处的地质环境,进而影响了基础的承载力和稳定性。当地层分布中存在软弱夹层或不良地质体时,如泥岩、页岩等软弱岩层,这些地层的强度和稳定性较差,容易导致基础沉降或不均匀沉降。软弱夹层的存在还可能引发滑动面或潜在滑动体的形成,对桥梁基础的稳定性构成严重威胁。地层中的断层、节理等构造发育也会破坏岩体的完整性,降低地基的承载力,增加基础失稳的风险。相反,当地层分布以坚硬岩层为主时,如花岗岩、石灰岩等,这些地层的强度和稳定性较高,有利于桥梁基础的稳定。坚硬岩层不仅具有较高的承载力,还能有效抵抗外部荷载和地质应力的作用,确保桥梁基础的长期稳定性。

3.2 岩土性质与稳定性关系

岩土性质是影响高架桥梁基础稳定性的关键因素之一。岩土性质的不同,决定了岩土体的力学特性和抗变形能力,进而影响了桥梁基础的稳定性和安全性。岩土体的强度和刚度是影响其稳定性的重要指标,岩土强度越高,抵抗外部荷载和地质应力的能力越强,基础的稳定性越好。岩土体的刚度决定了其抵抗变形的能力,刚度越大,变形越小,基础的稳定性也越高。岩土体的渗透性和吸水性也会影响其稳定性,渗透性强的岩土体容易受地下水的影响,导致基础沉降或不均匀沉降。而吸水性强度的岩土体在吸水后会发​​生体积膨胀或软化,降低其强度和稳定性。岩土体的抗剪强度也是影响基础稳定性的重要因素,抗剪强度决定了岩土体抵抗剪切破坏的能力,抗剪强度越高,基础越不容易发生滑动或倾斜^[3]。

4 高架桥梁基础工程在复杂地质条件下增强稳定性的措施

4.1 桥台底部支撑装置的设计与安装

在复杂地质条件下,高架桥梁基础工程的稳定性面临诸多挑战。为了确保桥台结构的稳固性,设计与安装合适的桥台底部支撑装置显得尤为重要。设计时,需充

分考虑地质勘察结果,了解地基的承载力、变形特性以及潜在的地质灾害风险。基于这些信息,选择合适的支撑装置类型,如扩大基础、桩基或沉井等。扩大基础适用于地基承载力相对较高的区域,通过增加基础底面积来提高稳定性;桩基则适用于软弱地层,通过深入稳定岩层来提高承载力;沉井则适用于深厚软土或水下施工环境。安装过程中,需严格控制施工质量,对于扩大基础,应确保基础的开挖、浇筑和回填等工序符合设计要求;对于桩基,应严格控制钻孔深度、孔径、注浆压力等关键参数;对于沉井,则需关注沉井的下沉速度、姿态调整以及封底质量等。还应考虑桥台与支撑装置之间的连接方式,采用合适的连接件和锚固系统,确保桥台与支撑装置之间的紧密连接和协同工作,进一步提高桥台的稳定性。

4.2 护栏的强化与稳定性提升策略

在复杂地质条件下,护栏的设计和施工需更加谨慎。强化护栏的稳定性,首先要从材料选择入手,采用高强度、耐腐蚀的材料,如不锈钢、合金钢等,提高护栏的承载能力和耐久性。护栏的截面形状和尺寸也应根据桥梁的跨度、交通流量以及地质条件进行合理设计,以确保护栏在受到冲击时能够保持良好的稳定性和韧性。在施工过程中,应注重护栏与桥梁主体结构的连接,采用可靠的连接件和锚固系统,确保护栏与桥梁主体之间的紧密连接和协同工作。还需加强护栏基础的施工质量控制,确保护栏基础稳定、牢固,能够承受来自车辆和地质条件的各种荷载。为了进一步提升护栏的稳定性,还可以考虑采用一些先进的加固技术。如增设横向支撑、加强护栏与桥梁主体之间的连接节点等,这些措施能够显著提高护栏的抗倾覆能力和承载能力,为行车安全提供更加可靠的保障。

4.3 耐候防腐涂料的应用与结构保护

在复杂地质条件下,高架桥梁基础工程长期暴露在自然环境中,容易受到风雨侵蚀、温度变化以及地质应力的影响。耐候防腐涂料具有优异的耐候性和防腐性

能,它们能够有效抵抗紫外线、水分、盐分等自然因素的侵蚀,减缓桥梁结构的腐蚀速度。这些涂料还具有良好的附着力和耐久性,能够长期保持桥梁表面的美观和整洁^[4]。在应用耐候防腐涂料时,需根据桥梁的材质、使用环境以及涂料性能进行合理选择。对于钢结构桥梁,应选择具有优异附着力和防腐性能的涂料;对于混凝土桥梁,则需选择能够渗透混凝土表面并形成保护层的涂料。还需注意涂料的施工方法和质量控制,确保涂料能够均匀、牢固地附着在桥梁表面上。除了应用耐候防腐涂料外,还可以结合其他结构保护措施来提高桥梁的稳定性。如采用防水层、隔热层等附加保护措施,进一步减缓桥梁结构的腐蚀和老化速度。这些措施能够共同作用于桥梁结构,提高其整体稳定性和耐久性。

结束语

高架桥梁基础工程在复杂地质条件下的施工技术与稳定性研究是一项复杂而重要的任务。通过本文的研究,深入了解了不同地质条件下高架桥梁基础的施工技术及其稳定性影响因素,并提出了相应的加固措施。未来,将继续深化这一领域的研究,不断探索更加高效、可靠的施工技术与稳定性提升方法,为高架桥梁的安全运营提供有力保障。

参考文献

- [1]向曾哲.城市立交桥设计实践经验探析[J].交通世界,2021,No.581(23):137-138.DOI:10.16248/j.cnki.11-3723/u.2021.23.056.
- [2]孙广远.城市立交桥设计建设探究[J].城市建设理论(电子版),2020,No.329(11):35.DOI:10.19569/j.cnki.cn119313/tu.202011030.
- [3]杨亦丁.城市立交桥设计问题探讨[J].智能城市,2020,6(07):48-49.DOI:10.19301/j.cnki.zncs.2020.07.023.
- [4]王涛.对于复杂水文地质条件下的桥梁基础施工分析[J].建材发展导向(上),2020,18(2):218.DOI:10.3969/j.issn.1672-1675.2020.02.207.