

公路桥梁基础工程施工技术探讨

李灵春

山西省吕梁公路建设有限公司 山西吕梁 033000

摘要: 本论文对公路桥梁基础工程施工技术进行全方位深度探讨。系统解析桩基、沉井、地基处理等常见施工技术的原理、特性与适用场景;深入阐述施工前准备、过程质量把控、安全管理等技术要点,细化不同地质条件下的应对措施;全面剖析复杂地质、技术协调管理、环境保护等施工难点及针对性解决策略;同时前瞻性探究智能化、绿色化、标准化等创新发展趋势。旨在为公路桥梁基础工程施工提供详尽技术指引,推动施工技术革新,保障工程质量安全,助力交通建设事业迈向新高度。

关键词: 公路桥梁;基础工程;施工技术;技术要点;应对策略;发展趋势

引言

在现代化交通基础设施体系中,公路桥梁作为连接区域经济、促进资源流通的关键枢纽,其建设质量直接关系到交通运输的安全性及高效性。基础工程作为公路桥梁的根基,承担着将上部结构荷载稳固传递至地基的核心任务,是保障桥梁整体稳定性与耐久性的关键环节。施工技术的先进程度与合理应用,不仅影响基础工程的施工质量、建设周期和成本投入,更对公路桥梁在服役期内的安全运行和后期维护成本产生深远影响。深入研究公路桥梁基础工程施工技术,全面梳理其应用要点、难点,并探索未来发展趋势,对提升我国公路桥梁建设水平、推动交通事业可持续高质量发展具有重大的理论价值与现实意义。

一、公路桥梁基础工程常见施工技术

(一) 桩基施工技术

桩基施工技术凭借其强大的承载能力和广泛的适用性,成为公路桥梁基础工程中应用最为广泛的技术之一。该技术通过将桩体嵌入地基土层或岩层,依靠桩侧摩擦力与桩端承载力,实现对桥梁上部结构荷载的有效传递。从施工方式划分,桩基主要分为预制桩和灌注桩。预制桩在工厂环境下进行标准化生产,能够严格把控桩身的尺寸精度、材料质量和混凝土强度,保障桩体质量的均匀性和稳定性。在施工现场,预制桩可采用锤击法、静压法等方式进行沉桩作业,施工速度快,且对周边环境的振动和噪音影响相对可控,适用于地质条件相对较好、对施工进度要求较高的项目。灌注桩则依据施工现场的

实际地质状况,采用钻孔、挖孔等成孔方式,随后在孔内灌注混凝土形成桩体。其显著优势在于能够灵活调整桩长、桩径,可根据持力层的深度和特性进行精准设计,尤其适用于地质条件复杂、持力层较深或存在地下障碍物的场地,能够有效满足不同工程的特殊需求。

(二) 沉井施工技术

沉井施工技术是一种独特且有效的基础施工方法,通过构建井筒结构,利用自身重力或辅助措施使其下沉至设计标高,最终形成稳固的基础。施工初期,先在地面浇筑钢筋混凝土或砌体井筒,井筒作为施工过程中的围护结构和最终基础的组成部分。在井筒形成后,通过井内挖土,使井筒底部土体逐渐被移除,打破井筒受力平衡,促使其在自身重力作用下逐步下沉。在下沉过程中,施工人员需密切关注挖土速度和均匀性,通过精准控制挖土部位和深度,确保沉井垂直下沉,避免出现倾斜、偏移等问题,以实现沉井的精准就位。沉井基础具有整体性强、稳定性高、承载能力大等突出特点,特别适用于大型桥梁工程,尤其是在深水、软土等复杂地质环境下,能够有效克服基础施工难题,为桥梁上部结构提供坚实可靠的支撑,保障桥梁的安全稳定运行。

(三) 地基处理技术

地基处理技术旨在改善地基土的物理力学性能,提高地基的承载力、稳定性和抗变形能力,以满足公路桥梁基础工程的建设需求。常见的地基处理方法包括换填法、强夯法和排水固结法等。换填法是将地基中的软弱土层或不良土层挖除,替换为强度较高、压缩性较低的材料,如砂石、灰土、素土等,通过换填材料的力学性

能改善地基的整体强度和稳定性,适用于浅层软弱地基处理。强夯法利用重锤从一定高度自由下落产生的强大冲击力,对地基土进行夯击,使土体颗粒重新排列、密实,有效提高地基土的密实度和强度,增强地基的承载能力,常用于处理砂土、粉土、碎石土等各类地基。排水固结法通过在地基中设置排水体,如砂井、塑料排水板等,加速地基土中孔隙水的排出,促使土体在自重应力和附加应力作用下逐渐固结沉降,从而提高地基的强度和稳定性,尤其适用于处理饱和软黏土地基。不同的地基处理方法具有各自的特点和适用范围,需根据具体的地质条件、工程要求和经济成本等因素综合考虑,合理选择地基处理方案,以达到最佳的处理效果。

二、公路桥梁基础工程施工技术要点

(一) 施工前的准备工作

施工前的充分准备是公路桥梁基础工程顺利开展的重要前提。首先,必须开展全面且详细的地质勘察工作,综合运用钻探、物探、原位测试等多种技术手段,获取准确、详尽的地质资料。这些资料涵盖土层分布、岩土物理力学性质、地下水位变化规律、地质构造等关键信息,为施工技术方案的选择和设计提供坚实的数据支撑。其次,组织设计、施工、监理等相关专业人员对施工图纸进行会审,深入理解设计意图,仔细核对图纸中的各项技术参数和细节,及时发现并解决图纸中存在的矛盾、错误和遗漏问题。同时,做好技术交底工作,向施工人员详细讲解施工工艺、技术要求、质量标准和安全注意事项,确保施工人员对施工过程有清晰、准确的认识。此外,还需精心筹备施工所需的各类机械设备和建筑材料。对机械设备进行全面的调试和维护,确保其性能良好、运行稳定,满足施工要求;对建筑材料进行严格的质量检验,从原材料的采购源头把控质量,确保材料的规格、性能符合设计和规范要求,为工程施工质量奠定坚实基础。针对不同的地质条件,还需制定相应的特殊准备措施,如在软土地基施工前,提前规划排水方案和地基加固措施;在岩溶地区施工前,详细勘察溶洞分布情况,制定溶洞处理预案,以应对复杂地质带来的挑战。

(二) 施工过程中的质量控制

施工过程中的质量控制是确保公路桥梁基础工程质量达标的核心环节。在施工过程中,必须严格遵循国家相关规范、标准和设计要求,对每一道施工工序进行精细化管理和严格把控。对于桩基施工,要重点控制桩位偏差、垂直度、桩长、桩径、混凝土强度等关键参数。

在成孔过程中,确保孔位准确,控制钻孔垂直度,防止出现斜孔、塌孔等问题;在混凝土灌注环节,严格控制混凝土的配合比、灌注速度和充盈系数,保证成桩质量。沉井施工时,需实时监测沉井的下沉速度、下沉方向和倾斜度,建立动态监测体系,一旦发现下沉异常,及时分析原因并采取纠偏措施,防止沉井出现过大倾斜或偏移。地基处理过程中,要严格控制处理范围、处理深度和处理效果,通过载荷试验、静力触探等检测手段,对处理后的地基承载力和变形特性进行检测评估,确保地基处理达到设计要求。

(三) 施工安全管理

公路桥梁基础工程施工现场环境复杂,存在诸多安全风险,如高空作业、深基坑施工、大型机械设备操作、临时用电等,因此施工安全管理至关重要。施工单位应建立健全完善的安全管理制度体系,明确各级管理人员和施工人员的安全职责,形成全员参与、全过程管理的安全管理格局。加强对施工人员的安全教育培训,通过定期组织安全知识讲座、安全操作技能培训、安全事故案例分析以及应急演练等活动,提高施工人员的安全意识和自我保护能力,使其掌握正确的安全操作方法和应急处置技能。在施工现场合理设置各类安全警示标志和防护设施,如安全帽、安全网、防护栏、警示灯、安全通道等,为施工人员提供可靠的安全保障。对施工机械设备进行定期检查、维护和保养,建立设备安全管理档案,记录设备的使用、维修、检测等情况,及时发现并排除设备故障和安全隐患,确保机械设备安全稳定运行。

三、公路桥梁基础工程施工技术应用难点与应对策略

(一) 复杂地质条件带来的施工难题

在公路桥梁基础工程建设中,复杂地质条件是常见且棘手的施工难题。软土地基具有含水量高、孔隙比大、压缩性强、抗剪强度低等特性,在荷载作用下极易产生过大沉降和不均匀沉降,严重影响公路桥梁的结构安全和使用性能。岩溶地区存在溶洞、溶沟、溶槽、裂隙等复杂地质缺陷,可能导致基础失稳、塌陷,增加基础施工的难度和风险。冻土地区受季节性冻融循环影响,土体在冻结时体积膨胀产生冻胀力,融化时强度降低产生融沉变形,对基础结构造成破坏。针对这些复杂地质条件,需深入研究地质特性,结合工程实际需求,综合运用多种处理技术和基础形式。在软土地基处理中,可采用复合地基处理技术,如水泥土搅拌桩、CFG桩等,通

过桩土共同作用提高地基承载力；在岩溶地区，可采用注浆加固、嵌岩桩、跨越溶洞等技术，对溶洞进行填充、加固或避让，确保基础稳定；在冻土地区，可采取保温隔热、地基置换、设置通风管路等措施，降低冻融循环对基础的影响，保证基础工程在复杂地质条件下的稳定性和安全性。

（二）施工技术协调与管理难题

公路桥梁基础工程施工涉及多种施工技术和多个施工环节，技术协调与管理难度较大。不同施工技术之间存在交叉作业，各施工队伍技术水平参差不齐，施工进度计划不合理，沟通协调机制不完善等因素，容易导致技术衔接不畅、工序交叉干扰、施工进度延误等问题。例如，桩基施工与地基处理施工可能存在时间和空间上的冲突，若协调不当，会影响施工效率和工程质量。为解决这些难题，施工单位应加强施工组织管理，制定科学合理、详细可行的施工进度计划，明确各施工队伍的工作任务、时间节点和施工顺序，合理安排施工资源。

（三）环境保护与施工的矛盾

随着环保意识的不断增强和环保法规的日益严格，公路桥梁基础工程施工中的环境保护问题受到越来越多的关注。施工过程中产生的噪音、粉尘、废水、废弃物等污染物，以及大规模土方开挖、地基处理等施工活动，会对周边生态环境、居民生活和动植物生存造成不利影响。例如，施工噪音会干扰周边居民的正常生活和休息，粉尘污染会影响空气质量，施工废水排放可能导致水体污染，土方开挖和植被破坏会破坏生态平衡，引发水土流失等问题。为实现绿色施工，施工单位应树立环保施工理念，将环境保护贯穿于施工全过程。在施工方案设计阶段充分考虑环境保护因素，采用环保型施工工艺和设备，如低噪音施工机械、防尘降尘设备、污水处理设备等。制定完善的环境保护措施，对施工废弃物进行分类收集、处理和回收利用，实现废水达标排放，采取有效的防尘、降噪措施，减少对周边环境的污染。

四、公路桥梁基础工程施工技术的创新与发展趋势

（一）智能化施工技术的应用

随着信息技术、物联网技术、大数据技术和人工智能技术的快速发展，智能化施工技术在公路桥梁基础工程中的应用日益广泛且深入。智能监测系统能够实时、精准地采集施工过程中的各类数据，如桩基的沉降、位

移、应力，沉井的下沉速度、倾斜度，地基的变形、孔隙水压力等，并通过数据分析和处理，及时发现施工异常情况，发出预警信息，为施工决策提供科学依据。自动化施工设备如智能钻孔机、自动混凝土浇筑机器人、无人驾驶碾压设备等，能够实现施工过程的自动化操作，提高施工精度和效率，减少人为因素对施工质量的影响。

（二）绿色施工技术的发展

绿色施工已成为公路桥梁基础工程施工技术发展的必然趋势。在材料应用方面，不断研发和推广新型环保建筑材料，如再生骨料混凝土、生态型注浆材料、环保型防水材料等，这些材料能够有效减少对自然资源的消耗，降低生产和使用过程中的环境污染。在施工工艺方面，积极采用节能降耗、低碳环保的施工方法，如太阳能供电的施工设备、雨水回收利用系统、装配式施工技术，减少施工过程中的能源消耗和碳排放。同时，加强施工过程中的生态保护和环境修复，通过采用生态护坡、植被混凝土等技术，减少水土流失；运用生物修复技术，对施工破坏的生态环境进行修复，实现公路桥梁建设与生态环境的和谐共生。

结束语

公路桥梁基础工程施工技术作为公路桥梁建设的核心支撑，在保障工程质量、安全和推动交通事业发展中发挥着关键作用。通过对常见施工技术的系统分析、施工技术要点的深入阐述、应用难点及应对策略的全面探讨，以及对创新发展趋势的前瞻性研究，为公路桥梁基础工程施工提供了全面而深入的技术指导。在未来的公路桥梁建设中，面对不断变化的工程需求和日益复杂的施工环境，施工单位应积极顺应技术发展潮流，持续创新和应用新技术、新工艺、新方法，加强施工管理和环境保护，不断提升公路桥梁基础工程施工技术水平。

参考文献

- [1] 敬子文. 高速公路桥梁工程中关键施工技术研究[J]. 科学技术创新, 2025, (07): 112-115.
- [2] 杨爽. 高速公路桥梁工程关键施工技术及施工方案优化研究[J]. 工程建设与设计, 2025, (04): 127-129.
- [3] 周晶. 公路桥梁工程箱梁的施工技术[J]. 居业, 2025, (02): 55-57.