

道路桥梁路基处理技术

杜贞国 赵明帅

山东省路桥集团有限公司 山东 济南 250100

摘要: 本文围绕道路桥梁路基处理技术展开研究, 阐述路基的功能、类型及面临的地质环境问题, 重点介绍换填垫层、夯实加固、排水固结、挤密桩加固等核心处理技术的原理、工艺及质量控制要点, 分析路基常见病害成因, 提出针对性预防与治理措施, 强调施工全流程质量管控的重要性, 为道路桥梁路基工程施工提供实用技术参考, 助力提升路基稳定性、承载能力, 延长工程服役年限, 保障通行安全。

关键词: 道路桥梁; 路基; 处理技术

引言: 路基作为道路桥梁工程的“承重基石”, 直接决定工程整体质量与使用寿命, 其稳定性、承载能力和抗变形能力是工程安全运行的核心保障。随着交通荷载增大, 软土、湿陷性黄土等特殊地质及降水、冻融等环境因素, 易引发路基沉陷、开裂等病害。因此, 深入研究路基处理技术, 优化施工工艺, 强化质量管控, 解决路基施工中的技术难题, 对推动道路桥梁工程高质量发展、保障通行安全具有重要现实意义。

1 道路桥梁路基工程概述

1.1 路基的功能与核心要求

(1) 路基是道路桥梁工程的基础, 核心承载作用是支撑路面、桥梁下部结构, 将车辆荷载及自身重量均匀传递至下部土层, 保障上部结构稳定, 是整个工程的“承重基石”, 直接决定工程整体承载效能。(2) 路基需满足三大核心要求: 稳定性需抵御自然因素侵蚀, 避免边坡坍塌、路基滑移; 承载能力需满足设计荷载标准, 不发生过量沉降; 抗变形能力需减少后期沉降、开裂, 保障路面平整。(3) 路基质量直接关道路桥梁使用寿命, 质量不达标会引发路面破损、桥梁沉降等病害, 增加养护成本, 缩短工程服役年限, 因此路基施工质量是工程质量控制的关键环节^[1]。

1.2 道路桥梁路基的常见类型与特点

(1) 填方路基由填料分层碾压而成, 结构特点是整体性强、承载力可控, 适用于地形低洼路段, 施工关键是控制填料质量、碾压密实度, 避免后期沉降。(2) 挖方路基需开挖原有土层形成, 开挖要求遵循“分层开挖、逐级防护”, 重点做好边坡防护, 控制开挖坡度, 防范边坡坍塌, 保障路基整体稳定性。(3) 半填半挖路基受力不均, 衔接处易出现沉降差, 受力特性复杂, 衔接处理难点是做好填挖结合部的碾压、排水, 减少不均匀沉降。

1.3 路基工程面临的常见地质与环境问题

(1) 软土、湿陷性黄土等特殊地质会降低路基承载力, 软土易导致路基沉降, 湿陷性黄土遇水易下沉, 均需提前处理才能保障路基稳定。(2) 降水会冲刷路基, 导致土体软化, 冻融循环会破坏路基结构, 二者均易引发路基沉陷、开裂、边坡滑塌等病害, 影响路基正常使用。(3) 路基病害会加剧上部结构破损, 影响通行安全, 增加养护成本, 因此做好地质勘察和环境防控, 及时处置病害, 对保障路基工程质量至关重要。

2 道路桥梁路基处理核心技术及应用

2.1 换填垫层处理技术

(1) 换填垫层技术原理是挖除路基下部软弱土层, 替换为强度高、稳定性好的垫层材料, 通过垫层扩散荷载, 降低软弱土层受力, 提升路基承载力。适用范围主要为软弱土层厚度较浅(通常小于3米)的路基, 如淤泥、淤泥质土、素填土等路段; 材料要求选用级配良好的砂石、灰土、素混凝土等, 需具备良好的压实性、抗水性和稳定性, 严禁使用杂质含量高、强度不足的材料。(2) 换填施工工艺主要分为三步: 首先进行软弱土层开挖, 遵循“分层开挖、分段施工”原则, 避免开挖过深导致边坡坍塌, 开挖坡度根据土层性质合理控制; 其次进行垫层铺设, 垫层材料需分层铺设, 每层厚度控制在20-30cm, 铺设后及时平整; 最后进行碾压夯实, 采用压路机分层碾压, 碾压速度、压实度需符合设计要求, 确保垫层密实, 无松散、空洞现象^[2]。(3) 质量控制要点核心是控制垫层材料质量、铺设厚度和压实度, 压实度需达到设计标准(通常不低于95%), 同时做好开挖边坡防护和排水措施, 防止雨水冲刷。应用案例: 某市政道路路基存在浅层淤泥层, 采用砂石垫层换填处理, 换填厚度1.5米, 经检测路基承载力提升30%, 投入使用后未出现沉降、开裂等病害。

2.2 夯实加固处理技术

(1) 重锤夯实技术原理是利用重锤自由下落的冲击力, 夯实路基土层, 减少土体孔隙率, 提升密实度和承载力; 适用条件为地下水位较低、土层为砂土、粉土、素填土的路基。强夯技术原理与重锤夯实类似, 但锤重更大、落距更高, 冲击力更强, 适用范围更广, 可用于处理深层软弱土层、杂填土等路基, 尤其适用于大面积路基加固。(2) 夯实施工参数设计需根据路基土层性质、设计承载力确定, 包括锤重、落距、夯点布置、夯击次数等; 施工流程为清理场地→平整路基→布置夯点→夯击作业→平整夯实面; 操作规范要求夯击时保持锤位准确, 避免偏锤, 夯击次数需达到设计要求, 相邻夯点间距合理, 防止漏夯、重夯。(3) 夯实效果检测方法主要有轻型动力触探、静力触探等, 检测路基密实度和承载力是否符合设计标准; 常见问题包括夯击后路基局部沉降不均、表层松散, 解决措施为调整夯击参数、增加补夯次数, 表层松散部位可铺设薄层砂石后二次碾压^[3]。

2.3 排水固结处理技术

(1) 核心原理是通过设置排水设施, 排出软土地基中的孔隙水, 加速土体固结, 减少路基后期沉降, 提升地基承载力; 适用地质条件以软土地基为主, 包括淤泥、淤泥质土、冲填土等, 尤其适用于软土层厚度较大、沉降要求严格的道路桥梁路基。(2) 常用排水设施为排水板和砂井: 排水板施工工艺为定位→插入套管→放入排水板→拔出套管→剪断排水板, 确保排水板插入深度符合设计要求, 排列均匀; 砂井施工工艺为钻孔→清孔→填入砂料→夯实, 砂料选用级配良好的中粗砂, 钻孔垂直度、砂井直径需严格控制, 避免砂井堵塞。(3) 排水固结过程中需进行沉降观测, 设置沉降观测点, 定期记录沉降数据, 根据沉降速率调整施工进度; 工期控制需结合土体固结速度, 合理安排排水设施施工和后续路基填筑, 避免工期过长或固结不充分导致路基沉降超标。

2.4 挤密桩加固处理技术

(1) 挤密桩加固原理是通过机械成孔, 将砂、碎石等材料填入孔中, 挤压周围土层, 减少土体孔隙率, 形成复合地基, 提升路基承载力; 适用范围包括砂土、粉土、素填土、杂填土等路基, 尤其适用于处理松散土层和承载力不足的路基, 砂桩适用于渗透性较强的土层, 碎石桩适用于软弱土层。(2) 施工工艺为定位放线→机械成孔→清孔→填料→夯实, 桩体布置采用梅花形或正方形, 间距根据土层性质和设计要求确定; 参数控制核心是桩径、桩长、填料密实度, 桩径通常为30-50cm, 桩

长根据路基加固深度确定, 填料需分层填入并夯实, 确保桩体密实^[4]。(3) 加固后路基承载力检测方法主要有静载试验、动力触探试验, 检测桩体承载力和复合地基承载力, 确保符合设计标准; 同时检测桩体完整性, 避免出现断桩、缩颈等问题, 确保加固效果稳定。

3 道路桥梁路基处理施工质量控制

3.1 施工前质量控制要点

(1) 地质勘察需全面覆盖路基施工区域, 重点查明土层分布、厚度、承载力及特殊地质(软土、湿陷性黄土等)情况, 勘察数据需真实准确; 勘察报告需重点应用于施工方案编制、处理技术选择及参数设计, 明确针对性防控措施, 避免因勘察疏漏导致施工质量隐患。(2) 施工材料需严格执行检验与验收标准, 进场前对砂石、填料、排水材料等进行抽样检测, 核查材料强度、级配、抗水性等指标, 不合格材料严禁进场; 验收时需留存检测报告, 建立材料台账, 确保材料质量可追溯, 从源头把控路基施工基础。(3) 施工方案需结合地质条件、设计要求编制, 明确施工流程、技术参数、质量标准及安全措施; 方案需经专业审核合格后方可实施, 施工前向现场作业人员进行全面技术交底, 明确各岗位职责、操作规范及质量控制重点, 确保施工人员准确掌握施工要求。

3.2 施工过程质量控制

(1) 路基开挖、回填需严格执行分层控制, 开挖分层厚度根据土层性质和施工机械确定, 避免超挖、欠挖; 回填需分层填料、分层碾压, 碾压速度、压实度需符合设计要求, 碾压后及时检测, 不合格部位需重新碾压, 确保路基密实度达标。(2) 核心处理技术的施工参数需动态调整, 根据现场地质条件、施工反馈及检测数据, 及时优化换填厚度、夯击参数、排水设施布置等, 避免参数固定导致的质量问题, 确保处理技术适配现场实际情况, 保障加固效果。(3) 施工过程中需开展常态化现场监测, 重点监测路基沉降、边坡稳定性及施工参数执行情况, 建立监测台账, 及时分析监测数据; 发现沉降异常、边坡滑移等问题, 立即停工排查, 采取针对性处理措施, 避免问题扩大, 确保施工过程质量可控^[5]。

3.3 施工后质量检测与验收

(1) 路基承载力采用静载试验、动力触探等方法检测, 压实度采用环刀法、灌砂法检测, 检测频率和标准需符合规范要求, 承载力、压实度需达到设计标准, 否则需进行返工处理, 确保路基承载性能达标。(2) 制定路基沉降、变形长期观测方案, 合理布置观测点, 定期开展观测, 观测周期需满足设计要求, 重点记录路基后

期沉降量和沉降速率,及时分析观测数据,预判路基稳定性,发现异常及时采取加固措施。(3)严格执行质量验收流程,施工单位自检合格后提交验收申请,监理单位复核、抽检,合格后组织竣工验收;对验收中发现的不合格项,明确整改责任人、整改措施及整改期限,整改完成后重新检测验收,直至符合质量标准,确保路基工程质量达标交付。

4 道路桥梁路基处理常见病害及防治措施

4.1 路基常见病害类型及成因分析

(1)路基沉陷分为均匀沉陷和不均匀沉陷:均匀沉陷主要因填料压实度不足、荷载长期作用导致土体压缩变形,或软土地基未充分固结;不均匀沉陷多由填挖衔接处理不当、填料不均匀、局部地质条件差异大引发,会导致路面平整度下降,甚至破损。(2)路基开裂、滑坡的诱发因素涉及多方面:地质因素为软弱土层、岩层倾角过大,土体稳定性差;施工因素为开挖坡度不合理、碾压不密实、填挖结合部处理不到位;环境因素为降水冲刷、冻融循环,导致土体强度下降,诱发开裂或滑坡,严重时会影响道路桥梁通行安全。(3)路基冻胀、翻浆的形成需满足两个核心条件:一是气温低于 0°C 且持续时间长,土体中的水分冻结形成冰体;二是路基排水不畅,地下水或地表水积聚。其危害是导致路基鼓胀、路面开裂,融化后土体软化,出现翻浆现象,降低路基承载力,影响行车舒适性和安全性。

4.2 路基病害的预防措施

(1)基于地质条件优化针对性处理方案,施工前全面勘察地质,对软土、湿陷性黄土等特殊地质,提前采用换填、排水固结等技术处理;根据土层性质选择合适的填料和处理工艺,从源头减少病害隐患。(2)强化施工过程病害预防管控,严格控制填料质量和压实度,规范开挖、回填、碾压等工序;做好边坡防护和排水设施施工,避免雨水冲刷和地下水积聚;对核心施工参数动态调整,确保施工质量符合规范。(3)加强日常养护中的病害排查,定期对路基、边坡、排水设施进行检查,及时清理排水通道,修补微小开裂;针对季节性特点,提前做好冻胀、雨季滑坡的防控准备,做到早发现、早处理,防止病害扩大。

4.3 路基病害的治理技术

(1)针对沉陷、开裂路基,轻度沉陷可采用分层回填优质填料并充分碾压加固,重度沉陷需挖除不合格土层,换填强度高、稳定性好的填料并夯实;开裂路基需先清理裂缝内的杂物,注入密封材料封闭裂缝,再铺设土工格栅进行加固,增强路基整体性,防止裂缝进一步扩展。(2)滑坡路基重点采用抗滑处理措施,常用抗滑桩、挡土墙等结构,抗滑桩需深入路基下方稳定土层,通过自身承载力阻挡土体滑移;挡土墙可有效加固边坡、限制土体变形,结合边坡绿化和排水设施,形成综合抗滑体系,提升滑坡路基的稳定性。(3)冻胀、翻浆路基重点做好排水和保温处理,增设排水盲沟、渗沟等设施,及时排出路基内部积水,降低土体含水量;在路基表层铺设保温层(如聚苯板、保温土工布),减少气温变化对土体的影响,抑制冻胀现象;翻浆严重路段需挖除软化土层,换填渗透性好的砂石填料,彻底解决积水问题,恢复路基承载力。

结束语

道路桥梁路基处理是一项系统性工程,需结合地质条件、设计要求,科学选用换填、夯实、排水固结等核心技术,严格控制施工前、施工中、施工后全流程质量。合理防控路基病害,可有效提升路基稳定性与承载能力,减少养护成本。未来需持续优化处理技术,融入智能化监测手段,推动技术创新,为道路桥梁路基工程的安全、稳定、长效运行提供更坚实的技术支撑,助力交通基础设施高质量发展。

参考文献

- [1]元均成.道路桥梁施工中软土路基处理技术[J].汽车周刊,2026,29(2):123-125.
- [2]陈杰华.桥梁施工中软土路基的处理措施及施工技术[J].居业,2022,31(4):23-25.
- [3]龙兰.桥梁施工中软土路基的处理措施及施工技术[J].企业科技与发展,2022,18(3):107-109.
- [4]陆子彬.简谈市政路桥施工中防水路基面的施工技术[J].城市建设理论研究(电子版),2023,41(10):76-78.
- [5]陈文龙.道路桥梁施工中防水路基面的施工技术运用[J].居业,2022,36(2):55-59.