

道路工程路基施工技术要点

黄 鸿

中国水利水电第十六工程局有限公司 福建 福州 350000

摘 要：道路工程路基施工技术要点涵盖施工前准备、关键工艺与质量控制。施工前需完成地质勘察、材料检验及施工组织设计。关键技术包括土方路基分层填筑压实，控制含水量与松铺厚度；石方路基采用爆破或分层填筑，确保级配合理；软土地基需换填、排水固结或复合地基处理。施工过程应加强动态监测，严格检验压实度、弯沉值等指标，同时完善排水系统，注重边坡防护与生态保护，确保路基长期稳定性。

关键词：道路工程；路基施工；技术要点

引言：路基作为道路工程的核心承重结构，是路面铺设与车辆通行的基础支撑，其施工质量直接决定道路的使用寿命、行车安全性与舒适性。随着我国交通建设向复杂地质区域延伸，以及重载交通需求的持续增长，路基面临着承载力不足、沉降不均、边坡失稳等多重技术挑战。尤其在软土、膨胀土等特殊地质路段，若施工技术把控不当，易引发路面开裂、凹陷等病害，不仅增加后期维修成本，还可能危及通行安全。

本文将紧密结合诏安工业园区基础设施项目（一期）—富硒食品产业园配套道路（华林北路）工程实例，深入剖析道路工程路基施工的关键技术要点，包括土石方路基施工、软土地基处理、路基排水等方面，并提出全面的质量控制与检测措施，旨在为类似道路工程路基施工提供极具价值的参考与借鉴，推动道路工程建设质量的提升。

1 道路工程路基施工基础理论

1.1 路基的功能与要求

（1）路基需满足三大核心性能要求：承载力是基础，需支撑路面与车辆荷载，避免出现过大变形，通常要求路基顶面回弹模量不低于30MPa；稳定性涵盖纵向、横向及边坡稳定，防止因土体滑移引发路基坍塌；耐久性需抵抗自然环境侵蚀，如雨水冲刷、温度变化等，确保长期使用性能稳定，减少后期维修成本。

1.2 路基的常见病害类型

路基在建设及运营过程中，易因地质条件、施工工艺、环境因素引发各类病害，主要可分为三类：

一是沉降，表现为路基顶面均匀或不均匀下沉，导致路面平整度下降，严重时出现凹陷、车辙，影响行车舒适性。均匀沉降多因填料压实不足，后期土体固结压缩引发；不均匀沉降则常与软土地基处理不彻底、填料粒径差异过大有关。

二是裂缝，包括纵向裂缝、横向裂缝与网状裂缝。纵向裂缝多产生于路基顶面边缘或中央，源于填料含水量波动、分层碾压搭接不足；横向裂缝多因路基收缩或地基不均匀沉降引发，常见于季节性冻土区或膨胀土路段；网状裂缝则多由填料级配不良、压实度不足，受车辆荷载反复作用形成。

三是边坡失稳，表现为边坡坍塌、滑坡，对道路安全威胁最大，可能导致交通中断。其成因主要包括：雨水下渗使土体含水量升高、强度降低；边坡坡度过陡超出土体稳定极限；填料为软质岩或松散土，抗剪性能差^[1]。

深入分析病害成因，可归纳为三大类因素：地质因素（软土地基、膨胀土、风化岩等特殊土质）是内在隐患；水文因素（雨水下渗、地下水位上升）是直接诱因；施工因素（填料劣质、压实不足、分层厚度超标）是关键人为影响，三者叠加易加剧病害发生风险。

1.3 施工前的准备工作

（1）地质勘察与试验检测需全面细致：通过钻探、物探等方式，查明施工区域土层分布、地下水位、地基承载力等地质参数，绘制地质剖面图；同时对拟用填筑材料取样，开展颗粒分析、含水量、压实度等试验，确定最佳填料类型与施工参数，为后续施工提供依据。（2）施工方案设计与材料选择需科学合理：方案设计需结合地质条件与道路等级，明确填筑工艺、压实机械选型、特殊土质处理方法等，绘制施工平面图与进度计划；材料选择优先选用级配良好的砾类土、砂类土，避免使用腐殖土、淤泥等劣质土，确保材料性能符合路基施工要求，保障施工质量。

2 道路工程路基施工关键技术要点

2.1 土石方路基施工技术

（1）填筑材料需严格遵循级配要求，优先选用粒径均匀、粗细搭配合理的砾类土、砂类土，避免使用粒径

超过10cm的块石或杂质含量超5%的土料。含水量控制是核心,需通过试验确定最佳含水量(通常比最佳含水量高1%-2%),若含水量过高,需采用翻晒、掺灰等方式降低;含水量过低则洒水湿润,确保填料在压实过程中达到最佳密实度,减少后期沉降。土石混填路堤的石料强度大于20MPa时,石料粒径不得超过层厚的2/3,超过的石料及时清除;石料为软质岩(强度小于15MPa)时,石料最大粒径不得超过层厚,超过的石料及时打碎。土石路堤分层填筑,分层压实,分层松铺厚度不大于40cm。路床顶面以下80cm范围内分层填筑符合路床要求的土,最大粒径不大于10cm。

(2) 分层填筑需按“水平分层、纵向分段、阶梯搭接”原则进行,每层填筑厚度根据压实机械类型确定,压路机碾压时每层厚度不超过30cm,小型夯实机械则控制在15cm以内。机械选择需匹配工程规模,大型项目优先选用20t以上重型振动压路机,小型区域搭配小型夯实机;压实度控制需分层检测,路基顶面压实度不低于95%,基层以下各层按设计要求逐步降低,未达标区域需重新碾压直至合格^[2]。压实应遵循“先轻后重、先静后振、先低后高、先慢后快”的原则,确保压实效果均匀。压实过程中应控制压实速度和遍数,避免出现漏压、欠压或过压现象。对于路基边缘和压实设备难以到达的部位,应采用小型压实设备进行补充压实,确保压实质量。

路基压实度标准

填挖类型	路床顶面以下深度 (cm)	路基压实度(%) (重型击实标准)		
		主干路	次干路	支路
填方	0~80	≥95	≥94	≥92
	80~150	≥93	≥92	≥91
	>150	≥92	≥91	≥90
零填及挖方	0~30	≥95	≥94	≥92
	30~80	≥93	--	--
地基表层		≥90	≥85	≥85

(3) 特殊土质处理需针对性施策:膨胀土施工前需进行改良,可掺入3%-5%的石灰或水泥,降低土体膨胀性,同时采用封闭边坡、设置排水系统等措施,减少雨水渗透;湿陷性黄土需消除湿陷性,常用强夯法(单点击夯能不低于2000kN·m)或灰土挤密桩法,施工后需检测湿陷系数,确保小于0.015,避免后期遇水沉降。

(4) 接头处理:在道路工程路基施工中,接头处理是确保路基整体性和稳定性的重要环节。当遇到不同地面自然横坡时,需采取不同的路堤填筑方式。当地面自然横坡缓于1:5时,路堤与地基之间的摩擦力能够满足稳定性要求,因此可以直接填筑路堤。这种情况下,施工相对简单,只需按照正常的填筑工艺进行操作,确保填筑材料的质量和压实度即可。当地面自然横坡在1:5~1:1.25之间时,路堤在自重和车辆荷载的作用下,容易沿地面

横坡方向产生滑动。为了增强路堤与地基之间的连接,提高路基的稳定性,基底应挖台阶。台阶的宽度不小于2m,这是为了保证台阶有足够的宽度来提供摩擦力和支撑力。台阶应设4%内倾横坡,这样可以使雨水迅速排出,避免积水渗入路基,影响路基的稳定性。在分段填筑路堤时,为了保证相邻两段路堤之间的连接牢固,需采取合理的接头处理方法。如果两段路堤能够在同一时间填筑,应同时进行施工,并使分层相互交迭衔接,衔接长度不得小于2.0m。这样可以确保相邻两段路堤在填筑过程中形成一个整体,提高路基的整体性和稳定性。如果两段路堤不能在同一时间填筑,先填地段应作成高度不大于1.0m,宽度不小于1.5m的台阶。这样在后续填筑时,后填地段可以与先填地段的台阶紧密结合,形成良好的连接。通过设置台阶,可以增加两段路堤之间的摩擦力和咬合力,有效防止接头处出现裂缝、沉降等病害,确保路基的施工质量。

2.2 软土地基处理技术

(1) 换填法适用于软土及淤泥质土厚度小于3m的区域,采用片石、级配砂石、灰土等材料替换原软土,换填深度需超出软土层0.5m以上,分层压实度不低于95%;排水固结法通过设置塑料排水板(间距1.5~2m,深度穿透软土层),加速土体排水固结,施工周期需根据固结度确定,通常不小于3个月;复合地基法中CFG桩(水泥粉煤灰碎石桩)应用广泛,桩径通常为50~60cm,桩间距1.2~1.5m,桩顶设置30cm厚褥垫层,处理后地基承载力需提高30%以上。(2) 沉降观测需设置观测点,间距50~100m,观测频率为施工期每3天1次,竣工后每月1次,直至沉降稳定(连续3个月沉降量小于5mm)。动态调整需根据观测数据进行,若沉降速率超过5mm/天,需放缓填筑速度或增加排水措施;若沉降量超出设计值,需补充CFG桩或增加换填深度,确保路基最终沉降量符合规范要求(高速公路不超过30cm)。

2.3 路基排水

(1) 地面排水系统需形成完整体系:路基施工期间往往会遇到多雨季节,雨水渗入路基后通过晾晒等方法无法短时间满足要求,因此根据实际情况路基两侧需设置边沟,断面形式采用梯形,沟深与沟宽不小于60cm,纵坡不小于0.3%,确保排水顺畅;截水沟设置在路基上方边坡以外,距离边坡顶不小于5m,断面尺寸根据汇水量确定,沟底铺设防渗土工膜,防止雨水下渗冲刷边坡;排水沟需连接边沟与截水沟,将水引入天然排水系统,转弯处半径不小于10m,避免水流不畅。(2) 地下排水适用于地下水位较高区域:盲沟设置在路基两侧或底部,

采用碎石填充, 粒径2-5cm, 外包土工布防止泥土堵塞, 沟深不小于1m, 纵坡不小于0.5%; 渗井适用于地下水位埋藏较深区域, 井径1-1.5m, 井内填充级配碎石, 底部穿透隔水层, 将地下水引入深层透水层, 井口设置盖板防止杂物落入^[4]。

3 道路工程路基施工质量控制与检测

3.1 质量管理体系

(1) “三检制”是质量管控的核心流程: 自检由施工班组在每道工序完成后执行, 重点检查填料规格、填筑厚度等基础指标, 填写自检记录, 不合格项需立即整改; 互检由相邻班组交叉检查, 聚焦工序衔接处质量, 如分层压实的搭接区域, 避免自检遗漏; 专检由项目质量部门专业人员开展, 采用抽样检测方式, 对压实度、路基标高关键指标进行核验, 检测频率不低于每1000m²1点, 合格后方可进入下道工序, 三者形成闭环管理, 杜绝质量隐患。(2) 施工过程动态监控需结合技术手段与人工巡查: 通过布设GPS定位系统, 实时监测路基填筑范围与标高, 确保符合设计轮廓; 在高填方、软土地基路段安装沉降观测仪, 每3天采集1次数据, 绘制沉降曲线; 同时安排质检员每2小时现场巡查, 重点排查填料离析、碾压盲区等问题, 发现异常立即叫停施工, 分析原因并调整工艺, 实现“实时监测、及时纠偏”的管控目标。

3.2 关键指标检测方法

(1) 压实度检测常用两种方法: 灌砂法适用于各类土质, 需先标定砂的密度, 在检测点开挖直径15-20cm、深度与填筑层厚一致的试坑, 收集坑内土体称重, 再填入标准砂并计算体积, 最终得出压实度, 该方法精度高, 但操作耗时; 核子密度仪法操作便捷, 将仪器置于检测面, 通过接收土体中核素辐射量计算密度与压实度, 检测时间仅需5分钟, 适用于快速抽检, 但需定期用灌砂法校准, 确保误差不超过1%。(2) 弯沉值检测采用贝克曼梁法: 检测前需将路基顶面平整, 在测点处放置承载板, 用标准车(后轴重100kN)缓慢行驶至承载板上方, 记录贝克曼梁百分表读数, 计算回弹弯沉值, 若超标需重新碾压或改良地基。(3) 含水量检测采用酒精燃烧法或烘干法: 酒精燃烧法取50g土样, 加入酒精燃烧3次, 通过减重计算含水量, 适用于现场快速检测; 烘干法将土样在105℃烘箱中烘干至恒重, 计算含水量, 精度更高, 用于试验数据标定; 颗粒分析试验采用筛分法, 将土样通过不同孔径筛网, 称重各筛层土粒质量, 确定颗粒级配

曲线, 判断是否符合填筑要求^[5]。

3.3 常见质量问题预防

(1) 沉降超标控制需从源头入手: 填筑前需对软土地基进行换填或加固处理, 确保地基承载力达标; 分层填筑时严格控制厚度(不超过30cm), 采用重型压路机碾压(碾压次数不少于6遍), 保证压实度符合设计要求; 施工后定期开展沉降观测, 若沉降速率超过5mm/天, 需放缓填筑进度或增设排水设施, 避免后期沉降超标。(2) 裂缝防治需兼顾工艺与材料: 填筑时控制填料含水量在最佳含水量±2%范围内, 避免因干缩或湿胀产生裂缝; 分层碾压时确保相邻段落搭接宽度不小于50cm, 防止纵向裂缝; 对膨胀土等特殊土质, 掺入3%-5%石灰改良, 降低土体收缩性, 同时在路基顶面铺设土工格栅, 增强整体性, 减少裂缝产生。(3) 雨季施工保护需强化排水与防护: 施工前完善地面排水系统, 确保边沟、截水沟畅通, 避免雨水淤积; 填筑时采用“随挖随填、随压随盖”方式, 每日收工前将路基顶面压实并做成2%-3%横坡, 防止雨水下渗; 对已填筑路段, 若遇暴雨, 需覆盖防水土工布, 雨后及时检查路基边坡, 对局部滑塌区域采用沙袋反压或灰土回填处理, 保障施工质量。

结束语

道路工程路基施工是保障道路整体质量与安全运行的关键环节。通过科学的地质勘察、规范的填筑压实工艺、针对性的特殊土质处理及完善的排水防护体系, 可有效提升路基的承载力、稳定性与耐久性。施工中需强化动态监测与全过程质量控制, 严格把控压实度、含水量等核心指标, 同时注重生态保护与技术创新。未来, 随着新材料、新工艺的应用, 路基施工技术将向智能化、绿色化方向发展, 为构建高品质道路工程提供坚实支撑。

参考文献

- [1]康忠明.道路桥梁工程中沉降段路基路面施工技术探讨[J].石材,2023(4):42-44.
- [2]杨增福.道路桥梁工程中沉降段路基路面施工技术[J].交通世界,2022(15):104-105.
- [3]赵晓磊.道路工程路基施工技术要点[J].工程建设与设计,2024,(03):199-201.
- [4]卓彬.市政道路工程路基施工技术要点及应用[J].工程技术研究,2022,7(16):89-91.
- [5]何春锋.市政道路工程路基土方工程施工技术要点[J].居舍,2020,(08):68.