

The construction technology of roadbed in new highway project is analyzed

Zhengdong Li

Shanxi Chengda Highway Survey and Design Effective Company, Taiyuan, Shanxi, China

Abstract

Roadbed construction constitutes the most fundamental and critical phase in highway engineering, serving as the cornerstone for ensuring project quality. Without a stable roadbed foundation, pavement durability cannot be guaranteed. This study examines construction techniques through case studies of new and renovated highway projects, analyzing key aspects including material selection, fill methods, slope configuration, excavation procedures, and protective measures. By optimizing these construction processes, we demonstrate how to enhance engineering quality and extend service life. The research aims to provide theoretical references for practical engineering practices, thereby contributing to the sustainable development of highway infrastructure.

Keywords

new reconstruction highway engineering; roadbed construction; construction technology

试析新改建公路工程路基施工工艺

李政东

山西诚达公路勘察设计院有限公司, 中国 · 山西 太原 030000

摘要

公路工程路基施工是整个公路建设最基础、最关键的环节,是保障公路工程质量的关键。路基施工作为公路的基石,没有稳定的路基,公路路面也无法长久。本文以新改建公路项目为例,结合公路情况从路基填料、路基填筑、路基边坡形式选择、挖方路段施工、路基防护方面分析施工工艺的应用。通过优化路基施工工艺,可确保公路工程质量的提升,提高公路使用寿命。希望本文的研究可以为相关工程的施工提供些许理论参考,从而为公路工程事业的可持续发展提供助力。

关键词

新改建公路工程;路基施工;施工工艺

1 引言

随着公路工程信息化建设进程的加快,智能化建造技术得到广泛应用,同时特殊路基处理技术也得到不断地创新。比如湖北省出台的《城市道路软弱土地基处理技术规程》(T/WHCIA 1008-2025)明确勘察、设计、施工全流程要求,针对湿地、冻土等地质制定差异化工法,例如某农村公路采用“双层沥青+双稳层”技术重铺软弱路基,配套桥板涵管,有效提高地基的承载力。不仅如此,公路工程路基施工中绿色低碳工艺得到广泛推广,《涉路施工安全评价技术规范》明确要求施工方案中要包含环保措施评估,山东也出台了《高速公路路基超厚度施工技术规范》(DB37/T 4814-2025)要求超厚填筑减少分层扰动。总体而言,我国公路工程路基施工呈现“智能监测普及化、绿色工艺标准化、政策适配精准化”三大趋势,只有不断优化施工工艺,才可保障

路基施工质量。

2 工程概况

以某地区 G214 国道某路段到机场段的新改建公路工程为例,位于西藏昌都市卡若区,起点为卡若镇、终点为邦达草原,全长 98.5km,地形特征为西北高、东南低,穿越澜沧江板边构造带延伸区,最大高差 840m。地质构造褶皱断裂发育,主要断层包括邦达断裂、卡诺逆冲断层。第四系覆盖层厚度约 3~8m,以崩坡积碎石土、冰水沉积粉砂为主,基岩为侏罗系板岩夹砂岩(J2b)、强风化层厚 5~15m,节理密集带占比 30%。气候水文特点见表 1。施工难点为:施工段 80% 位于海拔 3500m 以上,机械降效 25%;年均冻融循环次数 > 50 次,容易引发翻浆;断裂带影响区占路线长度 42%,路基沉降控制难度较大。

【作者简介】李政东(1995-),男,中国河北邯郸人,本科,工程师,从事公路工程研究。

表 1 气候水文特点

参数	数值	影响
年均气温	-6.7℃ (1 月) ~ 15.2℃ (7 月)	冻深 70cm, 冻胀风险较高
降水 / 积雪	雨季 (5 ~ 9 月) 占年降水量 85%	最大积雪深度 110mm
地下水	冰雪融水 + 基岩裂隙水	路基软化、边坡渗流

3 新改建公路工程评估

3.1 路基断面与填挖方边坡设计分析

高填方段采用阶梯式断面, 每 8m 设 2m 宽平台, 以分散构造带不均匀沉降应力为技术支撑; 深挖方段采用上缓下陡方案, 上部 1:1.5, 下部 1:0.75, 以适应侏罗系板强风化层稳定性为技术支撑; 断裂带穿越段, 采用全幅钢筋混凝土格构筏板, 以抵抗断层错动变形为技术支撑。创新点在于: 冻土区填方边坡, 坡率放缓到 1:1.75, 抵消冻胀造成的土地膨胀力; 节理密集挖方区: 采用预裂爆破 + 机械破碎组合工艺, 减少岩体扰动, 保持边坡原生结构强度。同时, 进行填

挖方平衡优化, 利用侏罗系板岩弃渣 (占比 72%) 破碎为 ≤10cm 级配碎石, 用于路基填筑, 减少外运弃方 23 万 m³。挖方段表土剥离后立刻覆盖保温毡, 防止冻层暴露退化导致热熔滑塌^[1]。

3.2 路基防护体系

路基抗冻胀防护结构见表 2。采用澜沧江河道卵石砌筑骨架, 减少外购材料运输能耗, 利用喷播混合草种 + 生态纤维毯覆盖, 可快速在 30 天内成坪。根据试验结果: 聚氨酯保温板使路基年冻胀量从 32mm 降至 18mm, 拱形骨架在 50 年一遇暴雨下可减少坡面冲刷量 83%。

表 2 抗冻胀防护结构

防护类型	构造细节	作用机理
阴坡保温层	30cm 聚氨酯板 + 50cm 砂砾隔断层	阻断冷能下传, 冻深减少 40%
阳坡抗冲刷	拱形骨架 (C25 混凝土) 内植耐寒披碱草	草根固土 + 骨架抗冲 ≥3.5m/s
断裂带加固	格构梁锚索 (预应力 100kN, 间距 3m × 3m)	约束岩体位移

3.3 路基排水系统协同设计

立体排水网络架构为: 坡顶截水沟 → 边坡急流槽 → 路肩排水沟 → 透水盲沟 → 澜沧江支流。防冻设计为排水沟底埋深 > 冻深 (≥1.2m), 沟壁采用波纹 PVC 管, 抗冻胀变形能力优于混凝土; 急流槽每 10m 设混凝土消力坎, 流速从 6.2m/s 下降到 2.1m/s。冻融期排水: 盲沟内填煤渣滤层 (孔隙率 40%), 避免孔隙被冰层覆盖; 断裂带导水: 沿着 F₁ 断层面布设集水井 + 自动泵站, 防止地下水软化路基。

至 20cm)。③压实控制。断裂带采用 25t 凸块碾 (激振力 450kN) 提升嵌锁力; 冻土区选择午后高温时段 (地表 > 5℃) 施工。④保温养护。终压后立即覆盖复合土工膜 (两布一膜), 阻隔冷空气侵入。

(3) 特殊工况应对技术。①格栅加筋技术。断裂层 200m 范围中铺设双轨涤纶格栅; 格栅上下分别填 20cm 碎石构建“夹心层”, 分散断层错动应力。②强夯置换工艺。夯点间距为 2.5m × 2.5m, 夯锤直径为 1.2m; 置换深度为 6m, 使用粒径 60mm 的级配碎石。

4 结合案例分析路基施工工艺

4.1 路基填料

(1) 材料选择。优先选用本地材料: 在隧道及路堑开挖板岩弃渣, 用于路基下部填筑, 通过破碎筛分 (≤10cm) 后 CBR 值 > 8.0; 在澜沧江阶地取冰水沉积粉砂, 用于路床改良基层, 掺入水泥固化后渗透系数 ≤10⁻⁶cm/s; 河道卵石取自支流河滩, 用于排水盲沟反滤层, 河道卵石的天然级配良好。填料改良技术分析: ①粉砂土强度较低, 可进行水泥固化处理, 水泥掺量为 5%, 最佳含水率控制在 9%, CBR 值从 3.2 提高到 8.5。②冻胀敏感性较高, 掺入聚苯乙烯颗粒, 体积比为 30%, 冻胀率降低 62%。③裂隙水侵蚀, 膨润土防水毯包边, 搭接宽度 ≥30cm, 渗透系数 ≤5 × 10⁻¹¹cm/s^[2]。

4.2 路基填筑要求

(1) 分层控制要求。板岩碎石土最大虚铺厚度为 40cm, 采用 25 吨凸块碾, 对于断裂带虚铺厚度要减至 30cm, 加格栅提高强度; 水泥固化粉砂土虚铺厚度为 30cm, 采用 20 吨光轮压路机进行压实, 冻土区需要在午后进行施工; EPS 改良土虚铺厚度为 25cm, 采用 18 吨振动压路机, 注意施工要避开雨雪天气, 防止 EPS 颗粒上浮。工艺要点为: 冻土区采用“薄层快压”, 2 小时内完成压实覆盖保温膜; 陡坡段从低到高阶梯推进, 每级台阶宽度 > 2m, 放置溜滑^[3]。

(2) 路基填料施工工艺。该公路工程位于高寒地区, 施工流程为: 填料预处理 → 分层填筑 → 压实控制 → 保温养护。①预处理。板岩弃渣破碎后喷洒盐水 (浓度 5%) 防冻结结块。②分层填筑。每层虚铺厚度 ≤30cm (冻土区减

(2) 压实标准设计。路床压实度要求为 ≥96%, 采用灌砂法和北斗压实监控进行检测, 断裂带 200m 内提高 98%; 下路堤压实度要求 ≥94%, 采用沉降差法进行检测, 加筋区格栅张拉应力 ≥5kN/m²; 边坡压实度要求 ≥90%, 采用环刀法进行检测, 拱形骨架基础压实要 ≥93%。断裂带特殊工艺为采用强夯置换 (3000kN · m 夯机能), 置换深度为 6m;

冻土区终压后立刻覆盖两布一膜复合土工布,保温72小时。

4.3 路基边坡形式选择

冻融翻浆防治技术。采用阶梯式换填工艺进行基床换填强化,在冻深2.5m范围内进行分层换填:表层0.8m采用透水性级配碎石(粒径5~40mm,含泥量<5%);中层0.7m,砂砾石隔断层(渗透系数 $> 5 \times 10^{-3} \text{cm/s}$);地层1.0,石灰稳定土(掺灰量8%)。通过沿线崩坡积碎石土筛选后作为换填骨料,降低远距运输成本。

断裂带路基沉降控制。沉降控制示意图见图1。桩板结

构参数:钻孔桩直径为1.2m、持力层深入基岩 $> 8\text{m}$,桩帽尺寸 $2.5 \times 2.5\text{m}$;EPS缓冲层密度为 30kg/m^3 ,压缩强度 $> 150\text{kPa}$,铺设厚度为30cm。安装FBG光纤传感器实时监测差异沉降^[4]。

高边坡防护体系。采用结构-生态复合防护,坡度 $> 1:1$,采用格构锚杆,关键技术为预应力锚杆+植生混凝土;坡度在 $1:1.5 \sim 1:2$,采用三维网植草,采用抗UV生态膜+本地耐寒草种;坡度 $< 1:2$,采用骨架护坡,关键技术为混凝土框格。

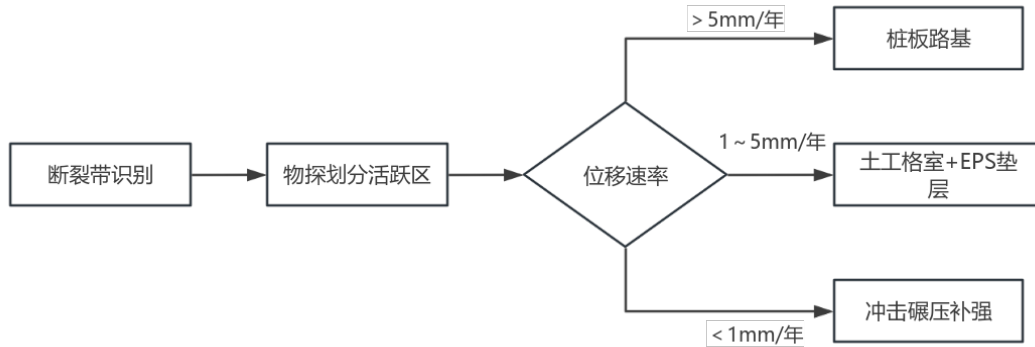


图1 断裂带路基沉降控制示意图

4.4 路基防护技术

(1) 填方路段。冻胀防控核心结构为:保温隔断层采用30cm聚氨酯板+50cm砂砾层,可阻断冷能下传;EPS改良填料,路床顶面以下1m掺入EPS颗粒,降低冻胀敏感性;格栅加筋体,断裂带铺设双向涤纶格栅,有利于分散断裂应力。保温隔断层使路基年冻胀量从30mm下降到18mm, EPS改良区冻融循环50次后依然保持融沉系数 ≤ 0.03 。采用生态边坡防护技术,阴坡采用拱形骨架(C25混凝土,肋厚30cm)内植耐寒披碱草,成活率 $> 90\%$;阳坡采用蜂巢格室(高度10cm)填种植土+草灌混播(披碱草:砂生槐为6:4)。骨架砌体采用澜沧江河卵石(粒径15~25cm),节省外购石材运费35%;格室填充剥离腐殖土(厚度20cm),缩短植被恢复周期到45天^[5]。

(2) 挖方路段。构造带岩坡加固技术为:①节理密集岩体地质风险。采用系统锚杆($\phi 25\text{mm}$,长度4m)+挂网喷混凝土(厚度12cm),抗拔力 $\geq 150\text{kN}$ 。②断层破碎带。采用预应力锚索(300kN,间距 $3\text{m} \times 3\text{m}$),锁定荷载270kN。③强风化层。采用格构梁+植生袋,梁截面为 $40\text{cm} \times 40\text{cm}$ 。重点要控制爆破操作,预裂爆破使坡面平整

度误差 $\leq 10\text{cm}$;采用GNSS监测位移 $> 3\text{mm}$ 时启动补充注浆。

4 结语

公路路基施工工艺正经历从传统经验驱动向智能化、绿色化转型的关键阶段,政策引导与技术标准更新是主要驱动力。公路工程的路基施工是工程关键节点,只有路基施工质量得到保障,才可以提高路面耐久度和承载力,确保公路工程达到规范的使用年限,甚至延长公路施工寿命。

参考文献

- [1] 王少平.新建公路工程路基施工技术研究[J].科学技术创新,2020(15):98-99.
- [2] 王少平.新建公路工程路基施工技术研究[J].内蒙古公路与运输,2020(4):9-12+33.
- [3] 张明.公路工程施工中填石路基施工技术探析[J].中文科技期刊数据库(全文版)工程技术,2024(2):0052-0055.
- [4] 戴勇.公路工程中填石路基施工技术的应用[J].中文科技期刊数据库(文摘版)工程技术,2024(2):0009-0011.
- [5] 郑远航.新建公路工程路基施工技术研究[J].中文科技期刊数据库(文摘版)工程技术,2020(11):00213-00214.