

高速公路路基施工中的施工质量控制与验收

孙恒

浙江交工宏途交通建设有限公司, 浙江 杭州 311300

DOI:10.61369/SDR.2025030022

摘 要： 高速公路路基作为路面结构的基础，其施工质量直接影响公路的整体稳定性、耐久性及行车安全。本文围绕高速公路路基施工中的质量控制与验收展开研究，首先分析路基施工的特点及质量控制的重要性，随后从施工准备、关键工序、特殊路段三个维度阐述质量控制要点，并结合工程案例说明具体应用；接着系统介绍路基施工的验收标准、流程及常见问题处理方法，最后提出质量控制与验收的优化策略。旨在为高速公路路基工程的质量保障提供理论参考和实践指导。

关 键 词： 高速公路；路基施工；质量控制；验收标准；工序管理

Construction Quality Control and Acceptance in Expressway Subgrade Construction

Sun Heng

Zhejiang Provincial Hongtu Transportation Construction Co., LTD., Hangzhou, Zhejiang 311300

Abstract： As the foundation of pavement structure, the construction quality of expressway subgrade directly affects the overall stability, durability and driving safety of the highway. This article focuses on the research of quality control and acceptance in the construction of expressway subgrades. Firstly, it analyzes the characteristics of subgrade construction and the importance of quality control. Then, it elaborates on the key points of quality control from three dimensions: construction preparation, key procedures, and special sections. It also explains the specific application by combining engineering cases. Then, the acceptance standards, procedures and common problem-solving methods for subgrade construction are systematically introduced. Finally, the optimization strategies for quality control and acceptance are proposed. It aims to provide theoretical references and practical guidance for the quality assurance of expressway subgrade engineering.

Keywords： expressway; subgrade construction; quality control; acceptance criteria; process management

前言

随着我国高速公路建设事业的快速发展，路基工程作为公路结构的“承重骨架”，其质量直接决定了公路的使用寿命和运营安全。路基施工涉及土方开挖、填筑、压实、排水等多个环节，受地质条件、气候环境、材料性能等因素影响显著，若质量控制不到位，易引发路基沉降、边坡失稳、路面开裂等病害。例如：某山区高速公路因路基压实度不足，通车1年后出现约30cm的不均匀沉降，导致路面龟裂，修复成本高达千万元。因此，加强路基施工全过程的质量控制，建立科学规范的验收体系，对保障高速公路工程质量具有重要意义。本文结合实际工程案例，深入探讨路基施工的质量控制要点与验收规范，为同类工程提供借鉴。

一、高速公路路基施工的特点及质量控制的重要性

（一）路基施工的主要特点

高速公路路基施工具有以下显著特点：施工环境复杂：路基施工多在野外进行，受地形、地质、气候影响大。例如：多雨地区路基易受雨水浸泡导致含水率超标，某南方高速公路在雨季施工时，因未及时做好排水，路基填土含水率达30%（设计要求 $\leq 22\%$ ），不得不晾晒处理，延误工期10天。工序关联性强：从清表、开挖到填筑、压实，各工序环环相扣，前序质量缺陷会连锁影响后续施工。某项目路基填筑时因清表不彻底（残留30cm杂

草层），导致压实度检测合格率仅75%，需返工处理。质量隐蔽性高：路基压实度、承载力等指标需通过检测确认，表面难以直观判断。某高速公路路基验收时，表面平整度达标，但钻芯检测发现30cm深度处压实度不足，需重新碾压。

（二）质量控制的核心目标

路基施工质量控制需实现三大核心目标：强度达标：确保路基具有足够承载能力，抵抗车辆荷载与自身重力。例如：某高速公路路基设计回弹模量要求 $\geq 30\text{MPa}$ ，施工中通过控制填土级配与压实度，实测值达35MPa，满足设计要求。稳定性良好：避免路基在自然因素与荷载作用下发生滑坡、坍塌。某山区边坡路基

采用锚杆框架防护，通过控制锚杆锚固力（设计 $\geq 150\text{kN}$ ），实测值达 165kN ，确保了边坡稳定。沉降可控：将工后沉降控制在设计允许范围（一般 $\leq 30\text{cm}$ ）。某软土路基采用排水固结法处理，通过预压期监测，最终工后沉降仅 18cm ，符合设计标准。

（三）质量控制的重要性

质量控制对高速公路全生命周期具有决定性影响：保障行车安全：路基失稳可能引发路面塌陷等事故。某高速公路因路基填料含腐殖土未清除，通车3年后出现路基滑移，导致半幅路面坍塌，造成车辆损毁。降低维护成本：严格控制质量可减少后期维修。据统计，某省高速公路因路基压实度不足导致的年均维修费用超2000万元，而施工阶段加强控制可使维护成本降低60%。提升工程寿命：优质路基是公路长期稳定的基础。某运营20年的高速公路，因路基质量控制严格，至今未发生重大沉降病害，远超设计使用年限。

二、高速公路路基施工的质量控制要点

（一）施工准备阶段的质量控制

施工准备是质量控制的基础，需重点做好以下工作：勘察与设计交底：施工前需核实地质资料，明确技术要求。某项目通过补充勘察发现原设计路基范围内存在 1.5m 厚淤泥层，及时调整方案采用换填法处理，避免了后期沉降；材料检验与控制：路基填料需满足级配、含水率等要求。某项目进场填土颗粒分析显示含泥量达15%（设计 $\leq 10\%$ ），立即清退该批次材料（约 5000m^3 ），更换合格填料；施工方案优化：针对特殊路段制定专项方案。某膨胀土路基施工方案中，明确采用掺灰处理（石灰掺量6%），并通过试铺确定碾压参数（压路机吨位 20t ，碾压6遍），确保了施工质量。

（二）路基施工关键工序的质量控制

1. 场地清理与基底处理

清表处理：需清除地表杂草、腐殖土，深度不小于 30cm 。某项目清表后采用平地机刮平，检测发现局部残留 10cm 草根层，立即组织人工清除，确保基底干净；基底压实：原状土基底压实度需 $\geq 90\%$ 。某项目基底碾压后，环刀法检测发现2处压实度仅85%，采用重型压路机补压3遍后达标；特殊基底处理：软土地基需采用换填、排水等措施。某项目软基处理时，换填 30cm 碎石垫层，压实度检测达96%，满足设计要求。

2. 路基填筑与压实

分层填筑：每层厚度严格控制（一般 $\leq 30\text{cm}$ ），某项目采用挂线法控制填土厚度，超标路段返工率从15%降至3%；压实控制：根据填料类型选择压实机械，黏性土采用羊角碾，砂性土采用光轮碾。某项目砂性土路基用羊角碾碾压导致颗粒破碎，更换光轮碾后压实度达标；含水率调节：填土含水率需接近最佳含水率（ $\pm 2\%$ ）。某项目通过晾晒将含水率从25%降至20%（最佳含水率19%），压实度从88%提升至96%。

3. 路基排水系统施工

边沟与截水沟：确保尺寸与坡度达标，某项目边沟施工时发

现沟底纵坡仅0.3%（设计1%），调整后排水通畅，避免了路基积水；盲沟与渗井：反滤层材料需级配合理。某项目盲沟反滤层采用“碎石+土工布”组合，检测发现土工布搭接宽度仅 8cm （要求 $\geq 10\text{cm}$ ），返工补接后满足要求；涵洞与通道：基础沉降缝处理需严密。某项目涵洞沉降缝未设止水带，雨天出现渗漏，返工增设橡胶止水带后解决。

（三）特殊路段的质量控制

1. 高填方路基

分层厚度控制：高填方（高度 $\geq 20\text{m}$ ）每层填筑厚度减至 20cm ，某项目通过严格计量，确保每层虚铺厚度不超标，压实度合格率达98%。沉降观测：设置观测点定期监测，某高填方路基每3天观测一次，发现某区段日沉降超 5mm ，立即停止填筑，查明原因后处理。

2. 陡坡路基（坡度 $\geq 1:5$ ）

挖台阶处理：台阶宽度 $\geq 1\text{m}$ ，高度 30cm ，某项目陡坡路基未挖台阶导致填土滑移，返工开挖台阶后，结合土工格栅加筋，压实度达标。横向碾压：靠近坡脚处采用横向碾压，某项目采用 25t 压路机横向碾压4遍，解决了坡脚压实死角问题。^[1]

3. 软土路基

处理工艺控制：塑料排水板间距需 $\leq 1.5\text{m}$ ，某项目检测发现局部间距达 2m ，补打排水板后加快了固结速度。预压监测：真空预压需维持膜内真空度 $\geq 80\text{kPa}$ ，某项目因膜破损导致真空度降至 60kPa ，修补后重新预压，确保固结效果。

（四）质量控制的动态管理

实时检测反馈：每填筑3层进行一次压实度抽检，某项目检测发现第5层压实度不足，立即暂停施工，分析原因（含水率过高），晾晒后重新碾压。隐患及时整改：建立质量问题台账，某项目发现路基局部出现 2cm 裂缝，立即采用注浆填充+土工布覆盖处理，避免裂缝扩展。气候适应性调整：高温季节施工时，某项目将填土含水率提高2%（相对于最佳含水率），防止碾压过程中水分过快蒸发导致压实度不足。^[2]

三、高速公路路基施工的验收标准与流程

（一）验收的基本要求

路基验收需遵循“分层验收、整体评定”原则，满足三大要求：资料完整：包括施工记录、检测报告等，某项目因缺少3份压实度检测原始记录，验收被暂缓，补全资料后才通过。检测达标：关键指标合格率 $\geq 95\%$ ，某路基段压实度检测10点，8点达标（合格率80%），需返工处理后重验。外观合格：表面平整、无明显裂缝、排水通畅。某路基验收时发现边坡有5处冲沟（深度 10cm ），需修补达标后验收。

（二）主要验收指标及标准

1. 填筑工程关键指标

压实度：零填及路堑 $\geq 96\%$ ，下路堤 $\geq 94\%$ ，上路堤 $\geq 96\%$ 。某项目上路堤检测20点，19点达96%以上，合格率95%，符合要求。平整度：用 3m 直尺检测，偏差 $\leq 15\text{mm}$ 。某

路基表面检测发现2处偏差20mm，采用平地机精平后达标。中线偏位：允许偏差 $\leq 50\text{mm}$ 。某项目采用全站仪检测，最大偏差35mm，满足标准。

2. 排水与防护工程指标

边沟尺寸：宽度、深度偏差 $\leq 50\text{mm}$ 。某边沟实测宽度比设计小60mm，需返工拓宽。锚杆锚固力：最小值不低于设计值90%。某边坡锚杆检测10根，最小值138kN（设计150kN），符合要求（ $138 \geq 135$ ）。挡土墙强度：混凝土抗压强度 $\geq$ 设计值（如C25挡土墙实测26.5MPa）。某挡土墙试块检测强度23MPa，需查明原因并加固。^[3]

（三）验收流程与组织

验收分为“自检→监理验收→第三方检测→业主评定”四步：施工单位自检：每道工序完成后自检，某项目自检发现路基顶面高程超标（+5cm），调整后报监理验收。监理平行检测：对关键指标进行10%平行检测，某监理单位对压实度平行检测5点，与施工单位检测结果偏差 $\leq 1\%$ ，数据有效。第三方专项检测：业主委托第三方检测机构进行全面检测，某项目第三方检测发现1处路基承载力不足，要求施工单位处理。竣工验收：业主组织设计、施工、监理等单位联合验收，某项目因3项指标整改达标，顺利通过验收。

（四）验收常见问题及处理

验收中常见问题及解决方法：压实度不足：采用补充碾压或换填处理。某路基段压实度差3%，采用25t压路机补压4遍后达标。高程超标：超填部分凿除，欠填部分补填碾压。某路基高程超+8cm，人工凿除至设计标高。排水不畅：增设急流槽或加深边沟。某边坡验收发现排水坡度不足，增加3道急流槽后解决。^[4]

四、高速公路路基施工质量控制与验收的优化策略

（一）技术层面优化

引入智能化检测设备：采用无人压实监控系统，某项目通过压路机安装的GPS与传感器，实时监控碾压遍数、速度，压实度达标率提升至98%。推广新型材料应用：路基填料掺加新型固化剂，某项目在黏性土中掺入3%环保固化剂，最佳含水率区间扩大2个百分点，减少了晾晒时间。应用BIM技术管理：建立路基BIM模型，某项目通过模型模拟填筑过程，提前发现边坡坡率设

计与现场地形冲突，调整设计后避免返工。

（二）管理机制完善

实行“首件认可制”：每类工序首件施工合格后才全面铺开，某项目通过首件确定砂性土最佳碾压参数（20t压路机，碾压5遍），确保后续施工质量。建立质量追溯体系：对填料来源、压实人员等信息建档，某项目发现压实度问题后，通过追溯查明为某批次填料级配不合格，及时清退剩余材料。强化考核激励：将质量指标与班组绩效挂钩，某项目规定压实度合格率每超95%1个百分点，奖励班组5000元，合格率从88%提升至97%。^[5]

（三）验收体系升级

推行“互联网+监管”：检测数据实时上传平台，某项目通过手机APP上传压实度检测结果，监理与业主可在线查看，杜绝数据造假。增加无损检测比例：采用地质雷达检测路基内部缺陷，某项目通过雷达扫描发现2处填土空洞，提前处理避免隐患。细化分阶段验收：将路基验收分为清表、填筑、成型三阶段，某项目清表阶段验收发现树根未清除，立即处理，避免影响后续填筑。

（四）环境适应性提升

制定季节性施工方案：雨季施工采用“随挖随填、及时碾压”工艺，某项目雨季路基施工效率保持90%，质量未受影响。加强特殊地质应对：岩溶地区路基采用注浆填充，某项目对溶洞采用水泥浆注浆，检测显示填充饱满度达95%。注重生态保护验收：将边坡绿化成活率纳入验收，某项目边坡草皮成活率仅80%（要求 $\geq 90\%$ ），补种后达标。^[6]

五、结语

高速公路路基施工的质量控制与验收是保障公路工程安全耐久核心环节，需贯穿施工全过程。本文通过分析路基施工特点与质量控制重要性，明确了从施工准备到特殊路段的控制要点，系统梳理了验收标准、流程及问题处理方法，并提出技术、管理、验收等层面的优化策略。实践表明，只有严格落实质量控制措施，规范验收流程，才能确保路基强度、稳定性与沉降满足设计要求。未来，随着智能化、绿色化技术的应用，路基施工质量控制与验收将更加精准高效，为高速公路高质量发展提供坚实基础。

参考文献

- [1] 龙良辉. 高速公路改扩建工程中的路基拼接施工技术[J]. 交通世界, 2020, (11): 40-41+43.
- [2] 杜剑飞. 路基施工质量控制措施研究[J]. 交通世界, 2020, (10): 46-47.
- [3] 段丽刚. 高速公路路基施工技术与质量控制分析[J]. 交通世界, 2020, (10): 138-139.
- [4] 国家公路交通管理局. 公路交通工程质量验收规范[S]. 北京: 人民交通出版社, 2020.
- [5] 建设部. 公路工程施工质量验收规范[S]. 北京: 中国建筑工业出版社, 2016.
- [6] 张军辉, 唐雪松, 曾铃, 等. 湿热地区软基上路堤拼接差异沉降控制关键技术[J]. 中国公路学报, 2024, 37(10): 1-18.