 DOI: https://doi.org/10.12349/edc.v8i2.9302

Analysis of Key Technology and Management Mechanism of Highway Subgrade Construction Quality Control

Jiayin Tan

Chongqing Beixin Rongjian Construction Engineering Co., Ltd., Chongqing, 400000, China

Abstract

As the fundamental infrastructure responsible for bearing traffic loads and ensuring structural stability,highway subgrades play a decisive role in road performance and service life through their construction quality.Against the background of the continuous expansion of highway construction scale and increasingly complex geological conditions,this paper conducts a systematic analysis of key issues in subgrade construction quality control from the dual perspectives of construction technology and management mechanisms.Focusing on core processes such as filling and compaction,soft ground treatment,and drainage and protection works,the study identifies the main technical factors affecting quality stability,and examines the supporting role of management mechanisms from aspects including construction organization,process control,and quality responsibility implementation.Through a coordinated analysis of technical measures and management approaches,the key focal points of subgrade construction quality control are clarified,providing theoretical support and practical reference for improving the overall quality level of highway subgrade engineering.

Keywords

Highway;Subgrade construction;Quality control;Key technologies;Management mechanisms

高速公路路基施工质量控制关键技术与管理机制分析

谭嘉银

重庆北新融建建设工程有限公司，中国·重庆 400000

摘　要

高速公路路基作为承载交通荷载与保障结构稳定的基础工程，其施工质量直接影响道路使用性能与服役寿命。当前高速公路建设规模持续扩大、地质条件复杂多变的现实背景，从施工技术与管理机制双重视角，对路基施工质量控制的关键问题进行系统分析。本文围绕填筑压实、软基处理、排水防护等核心环节，梳理影响质量稳定性的主要技术要素，并从施工组织、过程控制、质量责任落实等方面探讨管理机制在质量控制中的支撑作用。通过技术措施与管理手段的协同分析，明确路基施工质量控制的关键着力点，为提升高速公路路基工程整体质量水平提供理论依据与实践参考。

关键词

高速公路；路基施工；质量控制；关键技术；管理机制

1 引言

在交通基础设施体系中，高速公路路基工程具有投资规模大、施工周期长、技术要求高等特点，其施工质量不仅关系到路面结构的耐久性，也直接影响行车安全与后期养护成本。随着高速公路建设向山区、软土区及生态敏感区域不断延伸，路基施工面临的地质条件差异性和环境约束愈发突出，传统经验型控制方式已难以满足高质量建设要求。如何在复杂条件下实现路基施工质量的全过程稳定控制，成为工程实践中的重要课题。基于此，有必要从关键施工技术与系统化管理机制两个层面入手，对路基施工质量控制进行深入分析，以适应高速公路建设高标准、精细化的发展趋势。

2 高速公路路基施工质量控制的技术基础

2.1 路基工程地质条件识别与技术适配

高速公路路基施工前对工程地质条件的系统识别是质量控制的重要前提。通过地质勘察成果、原位测试与现场踏勘相结合，明确土层结构、地下水埋深、承载特性及不良地质分布情况，为施工技术选择提供依据。在此基础上，根据不同地质类型匹配相应的填筑方式、压实参数和处理措施，使施工技术与地质条件保持适应关系。地质条件识别结果还应贯穿施工全过程，作为工艺调整与质量判定的重要参考，避免因技术选用不当引发沉降、滑移等质量隐患。

2.2 路基施工材料质量控制关键技术

路基施工材料质量直接关系结构稳定性与长期使用性

【作者简介】谭嘉银（1991–），男，中国四川眉山人，本科，工程师，国家一级建造师，从事市政、公路工程研究。

能。填料选择需结合设计要求与现场条件，对颗粒级配、含水率、塑性指数等指标进行严格控制，确保材料物理力学性能满足施工需求。材料进场后应实施分批检测与动态复核，防止因来源差异导致质量波动。施工过程中，通过含水率调控、掺配优化等技术手段保持材料状态稳定，使其在压实过程中形成良好密实结构，从源头上降低路基变形风险。

2.3 路基结构形式与施工工艺匹配要求

路基结构形式的合理性决定施工工艺实施效果。不同路段在填挖高度、边坡形式及荷载条件方面存在明显差异，对施工工艺提出针对性要求。施工过程中需依据结构形式特点，合理配置分层厚度、压实机械类型及行走路线，确保各结构层受力均匀。结构形式与工艺匹配程度不足，易造成局部密实度不足或结构不协调问题。通过结构与工艺协同设计，可提升路基整体稳定性和施工质量可控水平 [1]。

3 高速公路路基施工关键工序质量控制技术分析

3.1 路基填筑分层压实控制技术

填筑分层压实是高速公路路基施工中形成质量实体的关键工序，其控制效果直接影响路基承载能力和变形特性。施工过程中，通过合理划分填筑层次，确保压实能量在各结构层内均匀发挥，形成连续稳定的路基结构。分层厚度控制与压实参数设置需要结合填料性质和施工条件综合确定，使压实作业既能满足密实度要求，又不对下承层造成不利影响。压实过程中，应通过科学安排机械行走路线和作业节奏，减少漏压和虚压现象，确保整体压实质量均衡一致。通过强化分层压实控制技术的规范实施，可有效降低路基后期沉降风险，提升结构整体稳定水平 [2]。

3.2 软弱地基处理与稳定性控制技术

在软弱地基条件下，高速公路路基施工面临承载能力不足和变形控制难度大的问题。施工中需结合地基特性合理选择处理方式，使地基力学性能满足路基结构需求。处理过程中，应注重施工顺序和加载控制，通过渐进方式促使地基强度逐步发挥，避免因加载过快引发结构失稳。稳定性控制不仅体现在处理阶段，也贯穿后续填筑施工，对路基整体质量产生持续影响。通过系统实施软弱地基处理与稳定性控制技术，可显著改善地基受力状态，减少不均匀沉降问题的发生。

3.3 路基排水与防护工程质量控制技术

排水与防护工程是保障高速公路路基长期稳定的重要组成部分，其施工质量直接影响路基耐久性能。施工过程中应结合地形条件和水文特征，合理设置排水系统，确保水体能够迅速排出，避免长期滞留对路基结构产生不利影响。防护工程施工应注重结构连续性和整体性，使其在防冲刷、防侵蚀方面形成稳定作用。通过强化排水与防护工程质量控制，可有效降低环境因素对路基结构的不利影响，提升高速公路路基工程的安全性和使用寿命 [3]。

4 高速公路路基施工过程质量检测与监测技术分析

4.1 施工过程质量检测方法与技术手段

高速公路路基施工过程中的质量检测是确保施工行为受控、质量状态可知的重要技术支撑，其核心在于通过系统化检测手段对施工质量形成过程进行实时校核。施工过程中，检测内容涵盖填料性能、结构密实程度、层间结合状态等关键指标，检测方式需要与施工节奏保持高度匹配，使质量信息能够及时反馈施工状态。通过现场取样检测与原位测试相结合的方式，对路基不同结构层的施工质量进行连续评估，有助于及时识别潜在偏差并进行调整。质量检测不再局限于竣工阶段的结果判定，而是贯穿于填筑、压实及结构成型全过程，使施工质量处于持续可控状态。通过对检测数据的综合分析，可以判断施工工艺执行效果及质量稳定程度，为施工参数优化提供依据，减少质量问题在后期集中暴露的风险。施工过程质量检测技术的系统应用，有助于推动路基施工质量控制由结果导向向过程导向转变，提升整体工程质量管理水平。

4.2 压实度与沉降变形动态监测技术

压实度与沉降变形是反映高速公路路基施工质量和结构稳定性的关键指标，其动态变化特征能够直观反映施工加载与地基响应之间的关系。施工过程中，通过对不同结构层压实效果进行持续监测，可掌握路基密实状态的演变规律，为施工工艺调整提供数据支撑。沉降变形监测则侧重于反映路基在填筑与加载过程中产生的结构响应情况，通过连续观测可识别变形发展趋势，判断结构稳定状态。动态监测技术的应用，使质量控制从静态判断转向过程跟踪，能够在变形尚未发展为质量问题之前采取控制措施。压实度与沉降监测数据的综合分析，有助于优化施工节奏与填筑高度控制，避免因施工安排不当导致不均匀沉降或结构失稳。通过动态监测技术的持续应用，可显著提升路基施工质量控制的预警能力和科学性 [4]。

4.3 信息化手段在路基质量监控中的应用

信息化技术在高速公路路基施工质量监控中的应用，为传统质量管理模式提供了重要提升路径。通过对施工参数、检测数据和监测结果的集成管理，实现质量信息的实时采集与集中分析，使施工质量状态更加透明可控。信息化平台能够对施工过程中的关键数据进行自动汇总与对比分析，为管理决策提供直观依据，减少人为判断带来的不确定性。质量信息的数字化存储和可追溯管理，有助于强化施工过程责任落实，形成完整的质量控制闭环。信息化手段还促进了施工、监理等多方之间的信息共享，使质量问题能够在更短时间内被识别和处理。随着信息化应用的深入，路基施工质量监控逐步由经验驱动转向数据驱动，为实现精细化、规范

化管理提供了坚实技术支撑，表 1 位某速公路路基施工过程质量检测与监测关键指标汇总表展示。

表 1 某高速公路路基施工过程质量检测与监测关键指标汇总表

控制对象	控制频率（次 / 阶段）	典型控制数值	合格控制要求
施工过程质量检测	1 次 / 工序	检测点 3–5 个 /1000 m²	合格率 ≥95%
路基压实度监测	1 次 / 填筑层	压实度 93%–98%	不低于设计值
沉降变形监测	1 次 / 日	累计沉降 5–20 mm	不超控制阈值
信息化质量监控	实时更新	数据上传率 100%	异常响应 ≤24 h

5 高速公路路基施工质量管理机制构建

5.1 施工组织与质量责任体系设置

高速公路路基施工质量管理机制的有效运行，依赖于科学合理的施工组织架构和清晰明确的质量责任体系。在工程实施过程中，应依据项目规模和施工特点设置分层级管理结构，将质量责任细化落实到具体岗位和作业单元。以单个标段为例，通常配置项目负责人 1 人、技术负责人 1 人、专职质量管理人员 2 至 3 人、试验检测人员不少于 2 人，形成覆盖施工全过程的质量管理网络。各岗位在质量控制中的职责需通过制度文件加以明确，使质量管理具备可执行性和可追溯性。施工组织安排应围绕关键工序展开，将填筑、压实、检测等环节纳入统一调度管理，避免因组织衔接不畅造成质量失控。通过对责任体系的量化考核，将质量指标与岗位履职情况挂钩，如将压实度合格率控制在 95% 以上、关键工序一次验收合格率保持在 90% 以上，使质量责任由原则要求转化为可量化目标，从组织层面强化路基施工质量管理的约束力。

5.2 施工质量标准化与过程管控机制

施工质量标准化是提升高速公路路基工程质量稳定性的基础性工作，其核心在于通过规范施工行为减少人为差异带来的质量波动。施工过程中应以设计文件和技术规范为依据，将填筑厚度、压实参数、检测频率等关键指标固化为操作标准，使各施工环节具备明确的执行边界。以填筑施工为例，单层铺筑厚度通常控制在 25 厘米至 30 厘米范围内，压实遍数根据填料类型控制在 6 遍至 8 遍之间，通过标准化控制确保施工质量均衡。过程管控机制强调对施工状态的持续跟踪，通过日常检查、阶段性评估等方式对质量偏差进行及时修正。施工现场质量记录应做到完整规范，如每日填筑量、检测点数量、合格率等数据需形成闭环管理，使质量状态始终处于可控区间。通过施工质量标准化与过程管控机制的协同运行，可显著提升路基施工质量的稳定性和一致性。

5.3 监理与第三方检测协同管理机制

监理与第三方检测在高速公路路基施工质量管理中承担着重要的监督与验证职能，其协同运行对提升质量管理公正性和科学性具有显著作用。施工过程中，监理单位应对关键工序实施旁站管理，对填筑、压实等环节进行全过程监督，确保施工行为符合技术要求。第三方检测机构则通过独立检测方式，对压实度、含水率等指标进行抽检验证，一般按每 1000 平方米不少于 3 个检测点的频率实施检测。监理与第三方检测之间的信息共享机制，有助于形成多层次质量监督体系，避免单一主体判断失误带来的风险。通过定期汇总检测数据，对不合格项进行统计分析，使质量问题能够被快速识别并反馈至施工环节 [5]。监理与第三方检测协同管理机制的有效实施，使高速公路路基施工质量管理更具透明度和约束力，为工程质量稳定提供制度保障。

6 结语

高速公路路基施工质量是工程安全性与耐久性的基础保障，其控制成效取决于关键技术措施与系统化管理机制的协同运行。通过对施工技术基础、关键工序控制、过程检测监测以及质量管理机制的系统分析，可以看出，质量形成并非单一环节作用结果，而是组织管理、技术执行和过程监督共同作用的综合体现。在复杂地质条件和高强度建设任务背景下，只有将质量责任落实到位、将标准化控制贯穿全过程、将风险防控纳入常态化管理，才能有效提升路基施工质量稳定水平。持续优化质量管理模式，对保障高速公路工程长期安全运行具有重要现实意义。

参考文献

[1] 邱飞.高速公路路基加宽施工质量控制研究[J].工程技术研究,2025,10(21):155-157.

[2] 盛明.高速公路软土路基拓宽施工技术要点与质量控制研究[J].交通科技与管理,2025,6(20):141-144.

[3] 黄健鸿.高速公路路基加宽施工质量控制分析[J].工程技术研究,2025,10(17):161-163.

[4] 蒲磊.高速公路路基施工及质量控制技术[J].汽车周刊,2025,(09):126-128.

[5] 刘中兰,牟昳衡.高速公路填石路基施工技术及质量控制措施分析[J].交通科技与管理,2025,6(14):85-87.