

公路工程路基施工质量控制研究

杨晓龙

张家口路缘公路工程有限责任公司，河北 张家口 076250

DOI:10.61369/ERA.2026060030

摘 要： 公路工程路基施工直接影响整个道路的承重能力、结构强度以及使用安全性。对填料质量不稳定、压实度不够、排水设施不到位以及现场组织协调缺乏等问题，在施工准备、材料检查、分层铺筑、压实方式、排水保护和检查测试等方面加强质量管理，形成贯穿施工前、期间到后评估的全生命周期质量管理体系。通过对施工工艺参数进行调整，加强施工现场监控力度并严格执行标准化作业可以有效地预防路基出现沉降、开裂等问题的发生，提升其整体强度、稳定性和使用寿命，节省后期维护费用，保证公路工程长久可靠地发挥效用。

关 键 词： 公路工程；路基施工；质量控制；压实度；全过程管理

Research on Quality Control of Subgrade Construction in Highway Engineering

Yang Xiaolong

Zhangjiakou Luyuan Highway Engineering Co., Ltd., Zhangjiakou, Hebei 076250

Abstract： Subgrade construction in highway engineering directly impacts the load-bearing capacity, structural integrity, and operational safety of road systems. To address challenges such as inconsistent filler quality, insufficient compaction density, inadequate drainage facilities, and poor on-site coordination, it is essential to strengthen quality management across construction preparation, material inspection, layered paving techniques, compaction methods, drainage protection measures, and quality testing. This approach establishes a comprehensive lifecycle quality management system spanning pre-construction planning, construction phases, and post-construction evaluation. By optimizing construction process parameters, enhancing on-site monitoring, and strictly adhering to standardized procedures, potential issues like subgrade settlement and cracking can be effectively prevented. Such measures enhance structural strength, stability, and service life while reducing maintenance costs, ultimately ensuring long-term reliability of highway infrastructure.

Keywords： highway engineering; subgrade construction; quality control; compaction degree; whole-process management

引言

随着公路工程建设项目规模的不断扩大，交通荷载及运行的要求不断提升，而路基则是公路结构受力以及稳定的基石，在很大程度上决定了公路能否满足使用者的需求以及使用寿命长短。在实际工程应用过程中，填筑材料选择不当、施工压实度不稳定、排水设施缺乏等问题依旧普遍存在，极易造成由于路基沉降、开裂等原因引起的工程质量问题，进而阻碍着整个项目建设工作的顺利开展。通过对路基施工质量管理的研究不仅可以解决现阶段公路建设项目中存在的实际问题还为后面针对病害产生的原因、防控要点以及对策措施等方面进行系统的阐述打下良好的基础。

一、路基施工质量控制的基本内容

（一）路基施工质量的内涵

路基工程质量管理是对从施工前期准备到地基处理、选择筑材料、分层摊铺、机械碾压、做好排水与防护、检验测试直到竣工验收整个项目的总体控制，它的实质就是依靠技术措施、工艺方法以及管理措施相互配合来实现对路基的质量管理，在规定

的使用寿命期内达到满足承重、稳定性、变形量的要求。路基地段管理主要体现在施工完成质量合格的同时更要注重过程中各个影响因素是否可控，填层厚度一般控制在20~30cm之间；压实工作需要根据土质情况、含水状态以及压路机自重来进行调整；现场检测包括的是压实密度、弯沉值、含水量、平整度等项目。根据现行政策公路工程质量检验及路基工程施工技术标准的规定，路基工程的质量控制重点就是做到压实均匀，密度好，排水顺畅

及边坡稳固，进而达到强度，稳定性及耐久性的统一。

（二）路基施工质量控制的主要目标

路堤工程质量控制的基本方向是：结构强度可靠，沉降量适当，经久耐用。首先必须使压实度达到设计与规范规定的要求，各级公路和不同区域有不同的规定，一般上路床、下路床以及填土路堤都按规定的要求分区控制；其次要使填料干湿度接近最佳含水量，一般容许误差应在最佳含水量的 $\pm 2\%$ 附近为妥，以获得较好的压实效果；第三要使边坡边坡坡度、压实程度与防护设施相适应，避免遭到冲刷、滑塌等破坏；最后要做好边沟、截水沟、排水沟等设施，减少因地下水与地表水对路基的冲刷作用^[1]。

（三）路基施工质量控制的重要性

路基为公路结构组成的底基层，路基质量好坏决定着路面结构的使用性能、行车体验以及使用寿命长短。如果路基压实不到位或者填实不均匀，则会造成路面基层层面受到重车反复冲击而产生裂缝、车辙、沉降等病害，维修费用会大大增高。特别是在重载运输、软弱地基、高填方以及降水丰富地带的情况下更是如此。路基一旦出现早期的质量问题，在其上面的所有结构层都会进一步扩大，进而引起整条道路的通行质量和安全性下降。就工程项目而言，路基土石方工作量大、工序复杂、隐蔽性强，是公路工程中的重要组成内容及重要组成部分，若要保证整个工程质量，就必须把质量管理前置到原材料检测、试验路施工、工艺参数的选择、过程监控等具体的环节上来，从而对后面的面层结构和项目总体质量起到一定的保证作用^[2]。

二、公路工程路基施工中常见的质量问题及成因

（一）填料质量不达标问题

路基填料不合格首先是料场管理粗糙，土质差别巨大以及现场摊铺筛除不到位，使得夯实均匀性和结构强度降低很多。根据《公路路基工程施工技术规范》的相关规定，对于湿粘土使用石灰处理的情况下，石灰的最大粒径不应大于20mm，在翻拌的过程中要将填料中的块状物剔除干净，填层厚度不应超过200mm；风积沙做为填料严禁混入杂草、有机物、黏土块等有害物质，小于0.075mm 的细小颗粒不宜超过10%。如果在施工过程中没有严格按照试验数据进行控制填料级配、含水量及杂质含量等问题，就会造成局部出现低强度区域，使得后序碾压工艺无法一致，从而产生压实度不一、路槽承载力不够等一系列问题^[3]。

（二）压实不足与沉降问题

压实不到位是造成路基初期缺陷最主要的原因，产生原因主要是机械组合不当、摊铺厚度超标、测量次数少以及缝茬质量差等几方面。根据规定要求，高速公路、一级公路的上路床（0 ~ 0.30m）压实度不得低于96%，下路床（0.30 ~ 0.80m）压实度亦不得低于96%，上路堤（0.8 ~ 1.5m）不得低于94%，下路堤 > 1.5m 时不得低于93%。在施工中，对每一个碾压层面都要进行压实度检验，检测频率为1000 m² ≥ 2点，在成型后对压实度进行检验按200 m² / 层测2处实施。如果分层回填间断、搭接距离不够，规定强制性要求的接缝处分层搭接厚度不低于2m 也不能得

到保证的话，则很容易造成新老结合部产生不均匀沉降而发生路基沉降及路面裂缝以及局部冒泥等现象。

（三）排水与边坡防护不到位问题

排水及边坡保护处理不完善将会导致雨水不断渗透到路堤填筑体内造成土体强度失衡从而发生边坡流失、坍塌、差异沉降等病害，规范规定：路堤施工过程中工作段面要设2%~4%的排水横坡，严禁积水，边坡也要同时做好临时性排水工作，而截水沟则不宜小于3%，以便于地面水流迅速排出。另外，在整修完毕之后的边坡坡率必须符合设计标准，检测间隔距离是每隔200米测四个点。如果施工过程只关注填筑速度而忽略临时排水和永久排水相接的问题或者边坡保护滞后于主体构造工程，则会发生水毁病害迅速扩大的情况，尤其是在高填方段以及雨量较大时，排水不及通常会比压实不够更易引发一系列次生问题^[4]。如下图1所示。

表1 路基施工常见质量问题及关键控制指标表		
质量问题	关键控制数据	规范依据
填料不合格	石灰颗粒大小≤ 20mm；块状颗粒大于15mm 的比例小于15%；改良层厚度≤ 200mm	JTG/T 3610—2019
	上路床压实度≥ 96%；每1000m ² 每层检测不少于2点	JTG/T 3610—2019
接缝沉降	分层搭接长度≥ 2m	JTG/T 3610—2019
排水不畅	作业面排水横坡2% ~ 4%；截水沟纵坡≥ 0.3%	JTG/T 3610—2019

三、公路工程路基施工质量控制的关键措施

（一）严格控制施工前准备工作

施工准备阶段为路基工程质量管理的基础，在此之前应对沿线地质情况、水文条件以及不良地质的分布情况进行调查了解，再参照设计资料对于高填方、软土分布区、挖填交界面等特殊地段作进一步检查；另外还应拟定专门的施工方案，确定填料种类、压实施工设备配置、每层虚铺厚度、测试手段以及雨天施工措施。依据《公路路基施工技术规范》（JTG/T 3610—2019）的相关规定，正式大面积填筑之前必须先铺设试验段来确认松铺系数、碾压遍次、机械压路机走行速度、最合适的含水量范围，切忌随意采用经验值。技术交底要细化到层厚、横坡、接缝搭接及检测频次等可控性指标上，使前期准备工作从“有资料证明”变为“有指标支撑”。

（二）强化施工过程中的技术控制

工程的施工管理重点是要使填料以及含水率、层厚及压实施工方法符合规范要求的数值。路基填筑要遵循分层填筑、分层碾压的原则，在普通土方路基中每层压实厚度为20 ~ 30cm 左右，水分含量应该接近最佳含水量的水平，其允许的偏差不应超过± 2%，各区域压实度也需分别满足标准，高速公路与一二级公路中上路床（0 ~ 0.30米）、下路床（0.30 ~ 0.80米）区段的压实度必须达到96% 以上。施工现场测量方面，在同一压实层内每隔1000平方米至少进行两次测量，在完成整个路段建设后每隔200米对每个压实层次进行两次测量，出现异常分散点应及时再次碾

压或重新施工避免后期产生下沉以及非均匀性损害^[5]。

（三）加强排水、防护与检测管理

排水、防护及检查是最后一项对确保路基保持持久稳定性至关重要的控制点。在施工过程中，施工段落需有2%~4%的横向坡度以便雨水可以顺利排除出去，对于截水沟、边沟等排水设施而言，其纵坡应该不低千0.3%，防止表面积水分滞留和浸入到路基中去；当路肩成型之后便要及时进行骨架防护或者浆砌防护或者植被防护来降低冲刷及浅层滑坍的可能性。检测管理除了要压实度检测之外还要参照《公路路基路面现场测试规程》（JTG3450-2019）来进行弯沉、平整度以及几何指标的测试，弯沉指标代表着路基的整体承载能力，边坡坡度等几何项目的检测一般为每200米检测四个点。采用“排水为首、保护为辅、检查跟进”的闭合体系可以大大加强道路基层结构的整体性，稳定性以及耐久性^[6]。

四、提升路基施工质量控制效果的保障机制

（一）完善施工质量管理体系

提高路基施工质量管理成效，首先要制定涵盖施工前期准备工作、过程中的具体操作、隐蔽部位验收及竣工验收等环节的完整闭合式管理模式，各施工方要根据《公路工程质量检验评定标准》及《公路路基施工技术规范》规定，明确项目经理、技术主管、试验人员以及现场管理人员各自的责任分工，做到“人人有责、逐级把关、层层落实”，还要制定原材料入场复试制度、分段施工分层验收制度、隐蔽工程确认签字制度以及质量问题处理销号制度等。对于压实度、含水量、层厚、横坡等重要参数需进行台账式管理，压实度试验资料及相关试验报告及鉴证材料必须要同工程同期进行，杜绝出现“先施工，后补充资料”的情况发生，使质量管理有章可循，有序进行。^[7]

（二）提升施工人员专业素养

工作人员技术水平直接影响着工程质量控制手段的实施情况，在压实作业工序的实施，填料识别以及施工现场突发问题处置等方面都对相关人员的操作水平及技术鉴别能力有着较高的要求。应该制定分层次分类别的培训体系，对工程管理者要进行

规范要求、质量检验流程以及数据解析方面的教育，对工程技术人员要进行试验检测、施工参数调整以及病害预测等方面的培训，对机器手要进行压路机行驶速度、遍数控制以及搭接形式方面的指导。按照现场操作规范，压路机行走速度一般应当保持在一个科学合理的范围内，不能过快出现遗漏碾压或者走的太慢导致反反复复破坏的情况发生；技术交底的内容应该具体到松散度、最适宜湿度范围以及接缝搭接宽度等等详细指标上。以持证上岗、岗前考核、及重要工序旁站的方式可以有效地降低由于人为误操作造成的质量问题波动。

（三）推进信息化与全过程质量监督

信息化管理是增强路基施工质量管理精准度及时效性的有力措施，应当把传统的现场人工巡查和现代化信息监控结合起来，形成全链条式的、可追溯的质量监督机制。施工现场可以以试验室数据分析平台为基础，对压实度、含水量、弯沉值以及几何尺寸等多项重点指标统一登记，并实时对比分析，一旦出现偏差超标时即时提示报警，在对高填方、软土地基以及挖填交接部位，可以采用沉降测量、位移观测、成像监控等方式对路基的下沉变形变化过程实施连续式观察。根据目前的质量管理规定，试验数据要做到分段收集、分段归档、现时校对并同施工时间段、桩位坐标、责任人对应起来，使每一环节都有相应的质量可追溯记录。运用信息化、标准化及动态化的管理模式，大大增强了质量管理的时效性、精确度以及执行力^[8]。

五、结语

公路工程施工路基的质量控制在选材、施工过程、排水保护、检查验收以及管理保证各环节都需要进行严格控制，它是影响道路结构的稳定性和道路使用年限的基础。针对道路施工过程中容易发生的填料不合格、压实不到位、排水不及时、管理不到位等情况，只有做到技术和制度同时严格把控，方能有效地减少下沉、裂缝等方面的质量事故的发生概率。不断健全完善质量管理体系，提高从业人员技术水平，加强信息化监管力度，有利于提高路基施工的安全系数、可信度和耐用程度，给公路工程安全运行打下良好的基础。

参考文献

[1] 张琳政. 公路工程路基施工质量控制的关键技术研究 [J]. 运输经理世界, 2025, (03): 40-42.
[2] 刘敏. 公路工程高填方路基施工技术及其质量控制研究 [J]. 交通科技与管理, 2025, 6 (05): 64-66.
[3] 杨雪婷. 公路工程中石灰土路施工技术应用及质量控制措施 [J]. 汽车周刊, 2025, (05): 116-118.
[4] 郑娟. 公路工程高填方路基施工技术及其质量控制研究 [J]. 运输经理世界, 2025年 (第12期): 32-34.
[5] 朱珍彪. 公路工程路基施工质量控制的关键技术研究 [J]. 张江科技评论, 2025, (05): 84-86.
[6] 田俊. 公路工程项目中填石路施工技术应用研究 [J]. 时代汽车, 2025, (13): 187-189.
[7] 刘鹏. 公路工程路基施工全过程控制策略研究 [J]. 山东交通科技, 2025, (S1): 64-66.
[8] 苏勤波. 公路工程路基施工质量控制关键技术研究 [J]. 汽车周刊, 2025, (09): 115-117.