

公路路基施工管理对公路工程建设的重要性

文 / 李 松 四川交建眉州建设有限公司

摘要：路基是公路的核心结构，其施工质量直接影响整体工程的稳定性。随着交通流量的不断增加，工程管理人员如何提高路基承载力成为当前急需解决的问题。同时，现代工程管理要求在施工过程中引入自动化控制技术，以保证施工质量可控。鉴于此，本文全面分析公路路基施工管理在工程建设中的重要性，并提出行之有效的施工管理策略，为提升公路工程整体质量提供科学依据。

关键词：公路；路基施工管理；工程建设

【DOI】10.12254/j.issn.2096-6539.2025.18.054

引言

公路工程建设中，公路路基施工管理核心任务为借助科学合理的施工工艺，保证路基具备足够的承载力。其主要内容涵盖土方填筑、压实控制等技术措施，同时涉及施工材料的选择以及施工质量的动态监控。基于此，路基施工管理人员需要结合地质条件、气候环境及交通需求，采用多种先进技术保证施工过程符合设计规范，减少工后结构病害。与此同时，路基施工人员还需关注环境影响，采取有效的水土保持措施优化排水结构，降低施工扰动，保证工程安全可靠。

一、公路路基施工管理概述

公路路基施工管理是公路工程建设的重要环节，直接影响路面使用寿命，其涵盖勘察设计、材料选择、现场施工等多个方面。管理人员可根据勘察设计图纸合理制定路基施工方案，保证路基结构稳定性符合规范要求。同时严格按照设计要求选用符合规范的土方、石料以及填料，要求材料性能稳定、强度高且耐久性好^[1]。施工组织需充分考虑施工环境以及气候条件，合理配置施工机械与人员，要求各工序紧密衔接，以提高施工效率。技术管理要求严格执行施工技术规范，采用分层填筑、分段碾压等工艺，促使路基密实度达到设计标准，并结合现场监测及时调整施工参数，避免出现不均匀沉降。质量控制贯穿施工全过程，涵盖地基处理、填料铺设、压实度检测及边坡防护等关键环节，保障路基结构稳定性符合设计规范。

二、公路路基施工管理对公路工程建设的重要性

（一）确保结构稳定，提升路基强度

公路工程建设中，合理的公路路基施工管理能够有效提高路基结构的整体稳定性，凭借科学的地基处理给予路基足够的承载能力，要求能够抵御长期荷载，减少沉降变形风险。同时，施工管理中的分层填筑技术能够提高填料的密实度，增强颗粒间的嵌锁效应，减少孔隙率以大幅提升土体抗剪强度和整体刚度^[2]。规范化排水设计还能有效控制地下水位，防止因水浸引起的地基软

化以及路基失稳等问题，提高路基抗水侵蚀能力。另外，施工现场监测可以实时掌握地基沉降、压实度等关键参数，要求施工质量满足设计要求，减少后期路基病害发生的概率。借助合理的施工组织，还能够优化施工流程，减少资源浪费，提高工程整体效益。合理施工组织还能够有效协调各项工序，减少施工工序冲突，提高整体施工效率。凭借优化机械配置并引入智能压实系统（ICS），能够进一步提升填筑质量，保证路基结构整体刚度。

（二）优化施工工艺，降低维护成本

公路路基施工工艺优化方面，合理的地基处理可增强路基整体稳定性，减少路基沉降风险，降低后期维修频次。先进的压实技术还能大幅提高填料密实度，增强路基抗变形能力，避免因路基松散或压实不足导致的结构失稳。再者，科学的排水设计能够防止雨水侵蚀，减少路基病害发生率，有效延长路基使用寿命^[3]。自动化过程监测系统则能实时掌握路基沉降、变形及稳定性变化，及时解决潜在质量问题，避免破坏结构，进一步减少后期维护投入。合理的施工组织还可有效降低机械磨损，减少对环境的不良影响，进一步降低工程总体成本。在此基础上，规范的验收制度可保障施工质量达到设计要求，减少返工现象，优化整体工程质量，为公路工程长期稳定运行提供有力保障。同时，优化施工工艺还能够有效提升路基的整体承载能力，减少不均匀沉降引发的结构变形问题。预压、换填、加固以及排水固结技术能够明显提高软土地基承载力，减少长期沉降。另外，分层填筑与智能压实技术结合，可保证土体内部结构紧密，并增强颗粒间咬合力，减少孔隙率以提高抗剪强度。

（三）保障排水通畅，减少水害影响

路基是公路结构的重要承载基础，其排水系统的设计直接影响整体结构稳定性。若排水管理不当，易致使水分滞留、地下水位升高及增大渗透压力，破坏路基结构完整性，引发沉降、滑塌等病害，甚至导致路基失稳^[4]。因此，路基施工应严格控制基底标高，保证排水坡度符合设计要求，避免积水现象，同步引入透水性良好的材

料增强排水效果,减少毛细水上升影响。还可借助边沟、截水沟、急流槽、盲沟、排水管道以及渗沟,及时排出雨水及地下水,并有效降低渗透压力。排水构造物布设可根据地质水文条件合理规划,并保证施工质量,避免渗漏及堵塞问题。施工过程中需要考虑不同季节降水量、地质变化以及冻融循环对排水系统的影响,保证排水设施长期稳定有效。施工期间加强临时排水管理,减少水害对施工进度的影响。高填方及深挖方地段,采取加固处理措施,减少水侵蚀及软化对路基强度的影响,保证整体结构长期稳定。

(四) 控制施工质量,提高工程耐久性

路基作为公路结构的基础,承载上部结构荷载,同时与地基共同承担车辆动载及自然环境变化带来的长期应力作用,其质量直接决定路面的整体性能。若路基施工质量控制不当,易产生地基沉降、路面裂缝、路基翻浆等问题,削弱结构整体稳定性并降低使用寿命,增加后期养护成本^[5]。科学合理的路基施工管理能够确保路基的稳定性,避免产生不均匀沉降,提高路基结构的整体刚度。密实度不足或填料质量不达标则会导致路基产生较大累积沉降,严重时破坏路基结构;排水性能差则会导致水侵衰减强度,致使路基软化、路面开裂甚至整体失稳。借助全面掌控填料选择、层次压实、土工试验等环节,可保证路基强度符合设计要求,大幅提高路基承载力,减小永久变形,增强抗水侵蚀能力,从而提升路基长期稳定性。对于特殊地质条件下的软弱地基,若缺乏有效处理极易导致沉降过大,甚至引发整体结构失稳,影响整体工程质量。充分认识路基施工质量对工程耐久性的影响,有助于强化对关键环节的控制,最大程度减少因施工缺陷引发的后期病害,提高工程整体使用寿命。

(五) 减少环境扰动,优化生态保护

路基施工过程涉及土石方开挖、填筑与压实作业,同时需要大规模使用机械设备,若缺乏科学管理易破坏

地表植被、水土流失,影响区域生态环境稳定性。合理控制路基施工范围,避免超挖或不必要的地貌改造,有助于减少植被覆盖率下降同时减缓土壤侵蚀速率,维持区域生物栖息地完整性。除此之外,施工过程中排放的扬尘、废水及噪声会直接威胁周围环境,长期超标排放则会致使局地生态系统退化甚至产生不可逆转的环境损害。土方作业还会扰动地下水位并引发水文环境失衡,进一步影响下游河流生态。公路路基作为生态廊道的物理屏障,其结构设计直接决定区域生态系统的连通性。若施工过程中未有效控制边坡稳固性,易诱发滑坡、泥石流及水土流失,进一步损害生态环境。最后,道路路基是人工结构,其温、湿度及渗透性与自然土壤不同,会影响周边植物根系生长,导致植被结构失衡。因此,施工管理过程中强化生态保护意识,有助于维持区域生态平衡,减少人为干预对自然环境的负面影响,提升整体生态系统的稳定性。

三、公路路基施工管理在公路工程建设中的应用

(一) 优化排水系统,提升结构稳定

公路工程建设过程中,路基施工管理人员应在施工过程中按设计要求施工纵横向排水系统,要求排水系统整体贯通,避免局部积水影响路基强度。边沟可根据路段纵坡和降雨强度合理设置,截水沟则用于拦截坡面径流,涵洞需确保排水通畅,防止堵塞导致水压集中。对于填方路段,建议采用渗排结合,利用透水材料构建排水垫层以提高地下水排泄能力,同时降低地表水渗入深度,减少路基软化风险。针对低洼或地下水位较高路段,设置碎石排水层快速排出渗透水。施工中严格控制排水沟渠断面尺寸及坡度,保证排水能力满足设计要求,并定期清理排水设施,避免因淤积影响排水效率。实际施工中,可根据不同地质条件选择多种排水结构,以增强排水效果。具体施工参数应严格按照《公路路基施工技术规范》(JTG F3610-2019)执行。

表 1: 公路路基排水系统施工参数参照

项目	技术参数	标准要求
边沟断面	U型或梯形,底宽0.3-0.5m	保证排水通畅
渗排结构	级配碎石或卵石垫层,厚度20-30cm	渗透系数 $\geq 1 \times 10^{-2}$ cm/s
排水坡度	边沟2%-5%,涵洞 $\geq 0.5\%$	保持水流稳定
截水沟设置	每隔50-100m设置	防止地表水聚集
滤水层厚度	20-40cm	防止土颗粒渗出
暗渠直径	300-600mm	保证渗透水排出

同时,施工前应进行水文调查,准确掌握地下水位、地表径流量及雨水集散情况,合理布设排水系统,提高施工方案针对性。对于软土地基或膨胀土,可设置排水板、塑料排水管或导水板,进一步提高排水效率,保证路基长期稳定。

(二) 强化压实控制,确保承载性能

公路路基施工管理人员施工前应详细勘察土质,根据不同土质确定适宜的压实设备。压实作业采用高频振动压路机、静碾以及冲击式压实设备相结合的多层级压实技术,保证密实度均匀。施工过程应实时监测压实度,利用灌砂法、核子密度仪法、环刀法等方法检测压实度,并根据《公路工程质量检验评定标准》(JTG 5220-2020)密实度要求动态调整压实标准。为实现高效压实,可利用以下技术措施:

- ①采用分层填筑,每层填筑厚度控制在20-30 cm,避免出现松散层;
- ②根据试验结果确定最佳含水量,填筑土体含水量接近最佳含水量($\pm 2\%$),颗粒之间形成最佳接触;
- ③优化碾压遍数,碾压次数不低于8次,且相邻碾压带重叠不小于1/3压路机轮宽,确保压实均匀。

压实过程应依据气候、土质及施工进度合理安排,避免雨季施工,防止土体含水量波动。为提高施工效率可引入智能压实系统(ICS),介乎实时监控压实密度、温度及速度,自动调整压实参数,智能控制压实质量。同步设置质量检验控制点分段进行检测,要求路基各部分压实效果一致。具体施工参数及要求见下表:

表2:路基压实施工参数

压实控制要点	技术要求	检测方法
分层厚度控制	20-30 cm	直尺测量
压实度控制	满足设计规范	灌砂法等
弯沉值	满足设计要求	贝克曼梁法等
含水量控制	满足试验要求	烘干法等
碾压遍数	≥ 8 次	现场记录
重叠宽度	$\geq 1/3$ 轮宽	现场观察

此外,加强施工人员技术培训,操作人员需熟练掌握压实设备的使用要领,及时处理施工过程中出现的压实质量问题,完整从材料选取到施工操作再到质量检测的全流程管理闭环,确保公路路基整体承载性达到设计要求。

(三) 加强质量监测,减少结构病害

为确保路基结构长期稳定,公路路基施工管理人员应严格控制填料质量,制定合理的取土和填筑计划,尽量选择含水量接近最佳含水量的土料。施工前进行细致的地基处理,清除表土及杂物,对清理后的地基压实,

使其压实度达到设计规范要求,对软弱土层或不良地质条件的地基进行处理,并做好填筑前的排水措施。填筑过程实时监控压实度,并精确测量路基高程,控制施工误差在规范允许范围之内。对于地下水位较高及软土易沉降区域,增加土工格栅、土工布等加筋材料以提高地基整体稳定性,同时设置边坡排水管及盲沟减少地下水渗透压力,孔隙水压力不超过40kPa。

施工后期需检测结构密封性,要求各构件连接部位无漏水、开裂现象,并利用无人机航测技术定期检测地表形变,保证路基整体稳定性,可引入BIM(建筑信息模型)技术可视化监控施工全程,并辅以传感器阵列系统实时监测土体位移、沉降速率及含水量变化,控制沉降差在30mm以内,填筑层厚度一致性误差不超过 ± 20 mm。除此之外,亦可引入RFID射频识别技术及IoT智能传感网络,实时跟踪结构应力分布,并依据监测数据建立结构病害预警模型,控制病害发生率在3%以内。整体施工完成后,需进行路基回弹模量、地基动变形模量及弯沉值测试,并要求各项指标满足《公路工程质量检验评定标准》(JTG 5220-2020)要求,最终保障路基结构长期稳定性。

结语

综上所述,公路路基施工管理作为公路工程建设的基础环节,直接影响路基的结构稳定性。管理人员借助综合应用分层填筑、精细压实以及智能化监测技术,可以大幅提升路基强度,减少结构病害,降低长期维护成本。同时,针对特殊地质条件可采取针对性加固措施,进一步提高路基整体抗变形能力。未来随着智能建造技术的不断发展,BIM、物联网(IoT)及人工智能(AI)等技术将发挥更加重要的作用,以动态监测施工全程。同时,加强生态保护意识并优化施工组织结构,将成为提升公路工程整体质量的关键方向。

参考文献

- [1] 周立森,边俊超,杨小天.高速公路路基路面的施工现场管理措施[J].云南水力发电,2024,40(12):145-147+151.
- [2] 张骁.论市政道路施工管理和安全控制[J].城市建设理论研究(电子版),2024,(34):126-128.
- [3] 马国宁.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,2024,(34):40-42.
- [4] 张新宇.关于公路工程路基施工质量控制技术探析[J].全面腐蚀控制,2024,38(11):147-150.
- [5] 牟加磊.公路路基施工技术及其质量控制措施探讨[J].四川建材,2024,50(11):127-129.

作者简介:李松(1984.10-),男,汉,四川省阆中市,本科,工程师,研究方向:道路桥梁工程管理。