

公路工程路基施工技术质量控制措施研究

董茹艳

新疆塔建三五九建工有限责任公司, 新疆 阿拉尔 843300

[摘要]公路路基是公路工程的基础结构, 公路路基施工质量的好坏直接影响到公路的承载能力、使用寿命和行车安全。路基施工技术繁杂, 包含土方开挖和填筑、压实、软基处理、排水防护等诸多环节, 质量把控难度大。围绕公路工程路基施工技术质量控制措施进行研究, 对路基施工质量控制的重要性进行系统的分析, 梳理路基土方开挖与填筑、压实施工、软土地基处理、排水与边坡防护等主要施工技术。从原材料质量、施工工艺和操作、施工管理和人员四个角度出发, 对路基施工质量的影响因素进行分析。在此基础上提出填筑和压实施工工艺控制、软基处理和排水系统质量控制、施工机械配置和过程监控等具体的措施。公路路基施工质量对路基强度、稳定起着重要的作用, 对施工过程中出现的问题进行分析并提出技术处理措施, 为路基施工提供一定的参考。研究成果可以为公路工程路基施工质量控制提供依据。

[关键词]公路工程; 路基施工; 施工技术; 质量控制

DOI: 10.64635/ja.2026.1274

中图分类号: U416.1

文献标识码: A

Research on Quality Control Measures for Subgrade Construction Technology in Highway Engineering

Dong Ruyan

Xinjiang Tajian 359 Construction Engineering Co., Ltd., Alar, Xinjiang 843300, China

Abstract: Highway subgrade is the fundamental structure of highway engineering, and the construction quality of the subgrade directly affects the bearing capacity, service life, and traffic safety of highways. Subgrade construction involves complex technologies, including earthwork excavation and filling, compaction, soft foundation treatment, drainage, and slope protection, making quality control difficult. This paper focuses on quality control measures for subgrade construction technology in highway engineering, systematically analyzes the importance of subgrade construction quality control, and reviews the main construction technologies, including subgrade earthwork excavation and filling, compaction construction, soft soil foundation treatment, drainage, and slope protection. From the perspectives of raw material quality, construction technology and operation, construction management, and personnel factors, the influencing factors of subgrade construction quality are analyzed. On this basis, specific measures are proposed, including process control for filling and compaction construction, quality control of soft foundation treatment and drainage systems, construction machinery allocation, and process monitoring. The construction quality of highway subgrade plays an important role in ensuring subgrade strength and stability. By analyzing problems arising during construction and proposing technical treatment measures, this study provides a reference for subgrade construction. The research findings can provide a basis for quality control in highway subgrade construction.

Keywords: highway engineering; subgrade construction; construction technology; quality control

引言

我国公路建设规模不断增大, 路基工程质量问题也逐渐引起人们的重视。路基受路面荷载和自然环境的双重影响, 质量缺陷一般都具有隐蔽性、累积性, 一旦出现病害就会严重地影响到公路的使用性能。公路路基工程的施工质量好坏直接关系到公路使用寿命、安全性, 优质的施工

质量可以保证公路耐久性、稳定性, 还可以降低维护成本、减少交通事故的发生。因此, 对路基施工技术质量控制措施进行研究, 对提高公路工程质量水平有重大意义。

1 公路路基施工质量控制的重要性

路基是公路工程的基础承载结构, 质量直接影响到路整体性能。从受力角度来说, 路基要承受路面结构自重

和车辆荷载的反复作用,所以要具有足够的强度和刚度;从使用性能角度来说,路基的均匀性影响路面的平整度和行车舒适性;从耐久性角度来说,路基的稳定性关系到公路的使用寿命。公路工程实施过程中路基质量影响着公路承载能力、行车舒适度以及工程使用寿命等各方面情况,因此实际进行公路建设时必须高度重视相关内容。路基施工质量控制的重要性具体表现在以下几个方面。第一,路基质量决定公路的整体稳定性。路基不均匀沉降会造成路面开裂、错台等病害,严重的会危及行车安全。填筑和压实质量控制不到位,路堤在运营期出现沉降变形,会大大增加养护维修费用。第二,路基施工具有很强的隐蔽性。路基填筑分层施工,每一层压实质量、含水率控制、填料均匀性等指标一旦不合格,被上层覆盖后无法补救。因此路基施工要实行全过程的质量控制。第三,路基工程投资大、返工成本高。公路工程路基土石方工程量大,如果出现质量问题需要返工处理,不但会造成经济损失,还会延误工期。路基施工质量控制加强有明显的经济效益。

2 公路工程路基施工主要技术分析

2.1 路基土方开挖与填筑技术

路基土方开挖、填筑属于路基施工的基本工序。开挖施工要根据地质条件及边坡高度来选定合适的开挖坡率,采取自上而下的分层开挖方法,坚持分级开挖、分级加固的原则,防止出现超挖或欠挖的情况。填筑施工采用分层填筑、分层压实的方式,每层填筑厚度控制在30cm左右,填料粒径不大于层厚的2/3。下承层顶面应平整坚实,有设计规定的路拱,无局部松散、软弱。路基填筑时要严格控制填料含水率,使其接近最佳含水率,从而得到最好的压实效果。

2.2 路基压实施工技术

压实是提高路基强度、稳定性的主要方法。利用压实机械的碾压作用,使土颗粒重新排列,排出孔隙中的空气、水分,提高土体密实度、抗剪强度。压实时混合料含水量控制在最佳含水量 $\pm 2\%$ 以内,碾压分先轻后重、先慢后快两步,直线段由两侧路肩向中心碾压,曲线段由内向外,后轮重叠1/2轮宽。压实机械的选择要根据填料种类和压实厚度来定,振动压路机适合于砂砾石填料,凸块碾适合于黏性土填料。碾压作业应按先轻后重、先慢后快、先边后中原则进行,保证全宽度范围内压实均匀。压实度检测采用灌砂法或者环刀法,检测频率及标准应满足设计和规范要求。

2.3 软土地基处理技术

软土含水率高、高压缩性、低强度,填筑路堤在软土地基上容易产生沉降和失稳。常用的软基处理方法有换填法、排水固结法、复合地基法等。软土路基施工要解决可能出现的路基盆形沉降、失稳、路桥沉降差等路基问题,路堤填筑前应排除地表水,保持基地干燥。换填法适合于浅层软土,用砂砾、碎石等透水性材料置换软土层;排水固结法用塑料排水板或者砂井加速软土的排水固结;复合地基法有水泥搅拌桩、碎石桩等,通过桩体和桩间土共同承担荷载来提高地基承载力。塑料排水板施工时插设距离尺寸误差不能超过15cm,露出砂砾石垫层上部的长度不得少于20cm,路堤填筑完成后预压时间应大于6个月。

2.4 排水与边坡防护技术

路基排水系统分为地表排水和地下排水。地表排水设施有边沟、截水沟、排水沟等,用以拦截和排除路基范围内地表径流。地下排水设施有盲沟、渗沟等,用来降低地下水位、排除路基体内积水。排水设施施工应保证沟槽断面尺寸准确、砌筑砂浆饱满、沟底纵坡平顺。边坡防护分为植物防护和工程防护两种,植物防护用植草、铺草皮等方式,工程防护有浆砌片石护坡、拱形骨架护坡、喷锚支护等。边坡防护施工应在边坡修整成型后立即进行,防止雨水冲刷造成边坡失稳。另外在强降雨多发或者山区地段施工时还要结合现场地质条件设置急流槽、跌水井、边坡监测设施等,随时掌握边坡变形、排水运行情况。对高边坡地区可以采用生态防护和工程加固相结合的方式,使边坡整体稳定并具有较好的长期耐久性。

3 路基施工质量影响因素分析

3.1 原材料质量因素

原材料为路基工程质量打下基础。路基填料质量好坏直接关系到压实效果及路基强度,填料粒径、级配、含水率、液限、塑性指数等指标都必须符合规范要求。道路工程原材料质量控制是保证工程质量的第一道防线,必须建立严格的材料准入制度,对水泥、沥青、骨料等主要材料实行全过程跟踪管理^[1]。路基工程中不合格的填料主要是超粒径颗粒含量过多,压实困难;有机质含量过高,填料强度不够;含水率偏离最佳含水率,影响压实效果。砂砾、碎石等透水性材料的含泥量过高,会使它的排水性能变差。因此应该严格执行填料进场检验制度,严禁不合格的材料用于路基填筑。

3.2 施工工艺与操作因素

施工工艺是否合理,直接关系到路基施工质量的好坏。

路基填筑的松铺厚度控制不好，会造成压实度不均匀，厚层处压实度不够。路基施工主要控制压实度、平整度，用试验段确定最佳机械组合及碾压参数，分层填筑时严格检查每层厚度及含水量。压实工艺参数选择不合理，碾压速度过快、碾压遍数不够会造成压实效果达不到设计要求。接缝处新旧路基结合部位容易出现差异沉降。软基处理施工中，碎石桩成桩质量、塑料排水板打设深度及垂直度等均属于影响处理效果的重要工艺参数。施工操作人员技能水平影响工艺参数执行质量，操作不规范会造成质量缺陷。

3.3 施工管理与人员因素

施工管理水平是保证路基施工质量的保证。质量管理体系不健全、质量责任落实不到位、质量检查验收流于形式都会造成质量控制失效^[2]。施工人员的专业技能和责任意识直接决定工程质量的好坏，要建立多层次人才体系，操作工必须持证上岗。施工现场管理上施工组织设计不合理，工序衔接不畅，进度与质量之间矛盾的解决方法不当，都会影响施工质量。质量检测人员业务素质低，造成检测数据不准确，不能真实地反映施工质量。质量意识薄弱、赶工期忽视质量等现象时有发生，加强施工管理、开展人员培训是提高路基施工质量的重要手段。

4 路基施工技术质量控制措施

4.1 填筑与压实施工工艺控制措施

填筑和压实是路基施工的主要工序，质量控制好坏直接影响到路基的强度和稳定性。施工单位应掌握技术要点，采取相应的措施并加强质量控制，对关键因素特别是含水量、层厚、压实度等进行精确控制，从而达到预期的目的，保证路基质量稳定可靠。具体的措施有以下几点。首先，用试验段施工来确定最佳施工参数。在路基正式施工之前选择有代表性的路段做试验段填筑，确定松铺厚度、碾压机械组合、碾压速度、碾压遍数等工艺参数。松铺厚度按填料种类及压实机械性能而定，一般为 25~40cm。其次严格控制填料含水率。填料摊铺前需检测天然含水率，含水率与最佳含水率相差±2%以上时，需采用洒水湿润或翻松晾晒的方法进行调整。洒水焖料使混合料的水量接近最佳值，焖料时间一般为 12~24 小时。含水率控制不好会影响压实效果，含水率过高容易产生软弹现象，含水率过低又很难压实。规范碾压作业工艺。碾压按照先轻后重、先慢后快、先边后中的原则进行。直线段由两侧向中心碾压，曲线段由内侧向外侧碾压，碾压轮迹重叠 1/3~1/2 轮宽。压路机碾压速度控制在 2~4km/h 之间，碾压遍数根据试验段确定的参数执行，一般不少于 6 遍。严禁压路

机在已经碾压过的或者正在碾压的路段上调头、急刹车，碾压过程中如发现有弹簧、松散、起皮等现象应及时处理。

表 1 路基填筑与压实施工质量控制关键参数

控制项目	控制指标	检测方法	控制标准
松铺厚度	填筑层厚度	水准测量	25~40cm，不超过规范要求
填料粒径	最大颗粒直径	筛分试验	不超过层厚 2/3，≤15cm
含水率	与最佳含水率偏差	烘干法	最佳含水率±2%范围内
碾压速度	压路机行进速度	现场测定	2~4km/h
碾压遍数	压实作业次数	现场记录	根据试验段确定，一般 6~8 遍
压实度	干密度与最大干密度比值	灌砂法/环刀法	路床≥96%，路堤≥93~94%

最后加强接缝及边缘处的处理。路基填筑分段施工时，接头处应留设台阶，台阶宽度不小于 2m，内倾坡度为 2%~4%。路基边缘处压实困难，用加宽超填法，超填宽度不小于 50cm，路基成型后削坡整修。

4.2 软基处理与排水系统质量控制措施

软基处理属于路基施工的技术难题，其质量好坏直接影响到路基整体稳定。软土、沼泽地基应根据软土淤泥的物理力学性质、埋层深度、路堤高度等因素分别采用置换土、抛石挤淤、超载预压、塑料排水板、碎石桩等措施，各种措施可以配合使用。对于浅层软土（厚度小于 3m），采用换填法处理，换填材料为级配良好的砂砾石，换填深度要穿透软土层进入持力层不小于 50cm。对于深层软土，用排水固结法或者复合地基法进行处理。塑料排水板施工时要保证打设深度达到设计要求，垂直度偏差不大于 1.5%，排水板不得出现扭结、断裂。碎石桩施工控制桩径、桩长、密实度，成桩后检测桩体连续性、桩间土挤密效果。排水系统质量控制方面，路基施工应先做好临时排水系统，地表水应拦截引离防止渗透，地下水应采用渗沟、盲沟等排水措施^[3]。边沟、排水沟施工时沟底纵坡平顺，坡度不小于 0.3%，沟壁砌筑砂浆饱满，勾缝密实。盲沟施工过程中控制反滤层的设置质量，防止细颗粒土堵塞排水通道。路基排水系统要同桥涵排水互相衔接，构成一个完整的排水网络。

4.3 施工机械配置与过程监控措施

施工机械的合理配置是保证路基施工质量的前提。路基填筑及压实施工时，按工程规模、填料种类及施工进度要求，恰当安排挖掘机、推土机、平地机、压路机等机械设备。使用高精度仪器进行点位放样，质量管理人员全程

旁站监督,重点控制关键指标,保证各项参数符合设计和规范要求。压实机械的选择要和填料类型相适应,砂砾石填料宜用振动压路机,黏性土填料宜用凸块碾或羊足碾。机械设备应定期做检查、保养,保证技术状态良好。过程监控属于质量控制的保证措施。建立施工质量检测体系,按照规定的检测频率和方法对每道工序进行质量检验。压实度检测用灌砂法,每200m每层不少于2处;路基高程检测每20m一个断面。采用全过程质量管理思想,把质量控制从施工阶段向前延伸到设计交底环节,向后延伸到运营维护阶段,推行PDCA循环管理的方法。利用信息化管理手段,对压实遍数、碾压轨迹等重要参数实施实时监控并加以记录,从而达成质量过程的可追溯目的。对检测出的不合格部位要及时标识,并进行返工处理,未经验收合格的不得进入下一道工序。

5 结语

公路路基施工质量控制是项系统工程,它存在于施工的全过程之中。对路基施工质量控制的重要性、主要施工技术、影响因素和控制措施做了系统的分析,得到如下结论。第一,路基施工质量控制对于公路工程整体质量起决

定性的作用,应该从原材料、施工工艺、施工管理等各个方面建立质量控制体系。第二,填筑与压实是路基施工的关键部分,经过试验段确定最佳施工参数,控制填料含水率和压实工艺,可以提高路基压实质量。第三,软基处理应根据软土厚度及性质选用合适的处理措施,排水系统施工要保证排水畅通,两者共同发挥作用以达到路基稳定的目的。施工机械的合理配置、过程控制措施的有效实施是质量控制的重要保证,应该加强质量检测、信息化管理手段的使用。

【参考文献】

- [1]苏振东.交通工程中公路路基工程施工质量控制研究[J].中国储运,2024(12):182-183.
- [2]李洁.公路工程路基施工质量控制技术研究[J].汽车周刊,2025(5):226-228.
- [3]姚玉楠.公路路基路面施工质量的影响因素及控制措施[J].工程技术研究,2024,9(1):131-133.

作者简介:董茹艳(1999.05—),毕业院校:塔里木大学,所学专业:给排水科学与工程,当前就职于新疆塔建三五九建工有限责任公司,职称级别:助理职称。