

公路路基施工技术要点分析及质量控制

● 楚启明



[摘要] 本文详细阐述了公路路基施工的技术要点和质量控制措施。从路基工程设计规范及标准出发,深入分析了土石方工程、路基压实技术、路基排水工程以及路基稳定性处理技术等关键环节的技术细节,并结合实际案例,探讨了不同土质条件下的施工方法和参数选择。此外,本文还系统地介绍了公路路基施工质量控制体系的建立、施工过程质量控制、质量事故的预防与处理以及质量检测与验收等方面的内容,旨在提高公路路基工程的施工质量和安全水平,确保工程的长期稳定性和耐久性。

[关键词] 公路路基;施工技术;质量控制

公路路基工程是公路建设的基础,其质量直接影响公路的整体安全性和使用寿命。然而,路基施工并非简单的土方堆砌,而是涉及地质勘探、土力学分析、工程力学计算、施工工艺选择、质量检测等多个复杂环节的系统工程。一个高质量的路基工程,需要在设计阶段充分考虑地质条件、气候因素、交通荷载等影响因素,并严格按照相关标准进行施工和管理。本文将深入探讨公路路基施工的技术要点和质量控制方法,为工程实践提供参考。

公路路基工程设计规范及标准

公路路基工程的设计,绝非简单的“修条路”那么简单,它需要遵循《公路路基设计规范》以及其他一系列相关标准。这些规范和标准对路基的各个方面都做了极其细致的规定,涵盖地质勘探、土方计算、路基填筑、排水系统设计以及边坡防护等方面,在进行公路路基工程设计时都必须严格遵守。规范中对路基土的各项指标,如粒径组成、塑限、液限、含水率等,都有着严格的规定,并附带相应的试验方法和判定标准(如表1)。

公路路基施工技术要点分析

(一)路基土石方工程

准确计算土石方工程量是编制施工方案和控制工程成本的基础。通常采用数字化地形测量技术,结合工程设计图纸,利用专业软件进行精确计算。计算结果需考虑土方体积的膨胀系数和压实系数,以确保工程量计算的准确性。例如,对于黏性土,其开挖后体积会膨胀,而填筑后体积会压实,需要根据土的类型和压实度进行相应的调整(如表2)。

表1 部分关键指标及对应的规范值

指标名称	规范值范围(示例)	单位	备注
最大粒径	40~60	mm	根据路基填料类型及路段等级而定
液限	25~35	%	控制路基土的塑性指数
塑限	15~25	%	控制路基土的塑性指数
最佳含水率	18~22	%	确保路基土最佳压实效果
干密度	1.8~2.0	g/cm ³	影响路基的承载能力和稳定性
击实度	≥95	%	反映路基土压实质量
地基承载力	≥100	kPa	确保路基能够承受上部结构的荷载
路基压实度检测点间距	≤50	m	保证压实质量的均匀性

表2 不同土类在不同压实度下的膨胀系数和压实系数

土类	压实度(%)	膨胀系数	压实系数
砂土	90	1.05	0.95
粉砂土	95	1.10	0.90
黏土	98	1.15	0.87

基于精确的工程量计算,需要编制详细的施工方案,包括开挖方案、运输方案、填筑方案、排水方案、质量控制方案以及安全保障方案等。施工方案应考虑地形地貌、土质条件、施工机械的选择、环境保护等因素,并制定相应的应急预案。

土石方开挖技术的选择取决于土质条件和开挖深度。对于软土,通常采用挖掘机配合推土机进行开挖;对于硬石,则需要采用爆破或破碎机进行开挖。开挖过程中需严

格控制开挖深度和坡度，防止发生塌方事故。

土方倒运通常采用环保自卸汽车运输的方式，运输中需确保运输车辆的通行安全，并采取有效的降尘、降噪措施。选择合适的运输方式能够有效降低运输成本，缩短工期，提高经济效益。

路基填筑质量直接影响路基的稳定性和耐久性。填筑过程中，首先，填料的质量必须符合规范要求，例如，不得含有腐殖质、有机物等有害杂质；其次，含水量必须控制在最佳范围内，过高会导致压实困难，易产生“弹簧”现象，而过低则会影响压实效果。

(二)路基压实技术

不同的土质具有不同的物理力学性质，因此需要选择合适的压实参数，这样才能达到最佳压实效果。表3列出了几种常见土质的压实参数参考值。这些参数并非绝对值，需要根据现场土质试验结果进行调整。例如，对于含碎石较多的砂土，最佳含水率可能略低，而最大干密度可能略高。实际施工中，应进行现场试验确定最佳含水率和最大干密度，并根据规范要求确定压实度。

表4 路基排水工程技术要点

排水设施类型	施工技术要点	注意事项
表面排水	纵向排水沟、横向排水沟、边沟的开挖应符合设计图纸要求，沟底坡度应满足排水要求，沟槽回填应密实，防止沉降和渗漏。采用透水性良好的材料回填，例如碎石或卵石	沟槽开挖深度和宽度应准确，避免过深或过浅造成排水不畅或浪费材料。定期清理沟槽内的淤泥和杂物，确保排水通畅
地下排水	暗沟、渗沟、盲沟的施工应保证沟槽的稳定性，防止坍塌。应根据土质和水量选择合适的管材材质和规格，例如塑料排水管、陶土排水管等。接头应密封良好，防止渗漏	施工过程中应注意保护已铺设的管材，避免损坏。回填应选择透水性良好的材料，并进行分层夯实

(四)路基稳定性处理技术

1.软土地基处理技术

对于软弱地基，常用的处理方法包括换填法、排水固结法和灰土桩法等。换填法是指将软弱土挖除，换填为强度较高的材料；排水固结法则是通过设置排水设施，加速软土中孔隙水的排出，从而提高地基的承载力；灰土桩法则是在软土地基中打入灰土桩，形成一个承载力较高的复合地基。例如，在淤泥地基上，采用换填法时，需严格控制换填材料的粒径和含水率，确保其具有足够的密实度和强度；在高压缩性黏土地区，排水固结法需要精确计算预压时间和沉降量，以确保工程进度和质量；而对于饱和软土，灰土桩的施工深度和间距需要根据地基的承载力要求进行设计。

2.膨胀土路基处理技术

膨胀土具有显著的胀缩特性，路基施工中需要采取特殊的处理措施，例如采用深层搅拌法、石灰桩法等，以改善膨胀土的工程特性。深层搅拌法是将水泥或石灰等稳定剂与原状土进行搅拌，提高土体的强度和抗变形能力；石灰桩法则是将石灰浆注入土中，形成石灰土桩，增强地基的承载

压实机械的选择应根据土质、压实度要求和施工条件等因素综合考虑。常用的压实机械包括振动压路机、静压压路机等。振动压路机适用于压实砂土、粉土等透水性较好的土料；静压压路机适用于压实粘性土。操作人员应熟练掌握各种压实机械的操作规程，并根据实际情况调整压实遍数和压实速度，确保达到规定的压实度。在压实粘性土时，应控制碾压速度，避免出现过压或欠压的情况。

表3 常见土质的压实参数参考值

土类	最佳含水率(%)	最大干密度(g/cm ³)	压实度(%)	备注
砂土	10~15	1.8~2.0	≥95	根据具体土质情况调整
粉土	15~20	1.6~1.8	≥95	需进行含水率控制
粘土	20~25	1.5~1.7	≥98	需考虑土的塑性指数
淤泥	25~30	1.4~1.6	≥95	需进行特殊处理

(三)路基排水工程

有效的路基排水系统是确保路基长期稳定和防止路面病害的关键。路基排水工程涵盖多种排水设施的施工，其技术要点见表4。

力，并减少膨胀土的胀缩变形。施工中，需要根据膨胀土的特性选择合适的处理方法和参数，并进行严格的质量控制，以确保路基的稳定性。

Q 公路路基施工质量控制

(一)质量控制体系的建立

建立质量控制体系，具体应包含明确的质量目标、技术标准、检验方法，以及责任分工等方面。在项目进场，就需要制定详细的质量控制计划和目标。例如，路基压实度目标值需根据设计规范和当地土质条件确定，并明确规定采用何种检测方法(如核子密度仪或环刀法)以及相应的允许偏差范围(见表5)。

(二)施工过程质量控制

施工过程质量控制，是公路路基施工质量控制的核心。它强调对每个关键工序进行实时监控和管理，确保施工过程始终符合设计要求和规范标准。这些关键工序包括：(1)开挖，这需要精确控制开挖深度和坡度，避免超挖或欠挖。(2)填筑，需要选择合适的填料，并进行分层填筑和压实，

确保填料的密实度和稳定性。(3)压实,使用合适的压实机械和压实参数,达到规定的压实度,防止路基沉降。(4)排水,设计和施工有效的排水系统,防止路基水浸和冻胀。

针对这些关键工序的质量控制,需要制定详细的施工方案,明确质量标准和检验方法,并配备相应的检测设备和人员。

表 5 公路路基施工质量控制指标及其控制标准

质量指标	单位	标准值/允许偏差范围	检测方法	责任部门
路基压实度	%	$\geq 95\%/\pm 2\%$	核子密度仪/环刀法	试验室
路基含水率	%	符合规范要求	烘干法	试验室
路基沉降量	mm	$\leq$ 规范允许值	水准测量	试验室
路基横坡	%	符合设计图纸要求	水准仪/经纬仪	试验室
土石方工程量	m ³	符合工程量清单要求	量测及计算	工程部
材料质量(例如土料)	—	符合规范及设计要求	试验室检测	物资设备部/试验室

质量检验方法与标准涵盖各种检测手段,具体包括:(1)土工试验(如密度试验、含水率试验、击实试验等),以确保填料的质量;(2)路基沉降观测,以监测路基的稳定性;(3)对排水系统功能的检查,以确保其有效性。这些检验方法和标准必须严格遵守相关标准和规范,对检查结果进行详细记录并存档。

(三)质量事故的预防与处理

在路基施工过程中,可能出现诸如路基沉降过大、路基边坡坍塌、路基压实度不足等质量事故。预防这些事故需从设计、材料选择、施工工艺等多个方面入手。例如,在设计阶段,需要根据地质条件选择合适的路基类型和结构;在材料选择方面,必须严格按照规范选用合格的土料,并进行必要的试验检测;在施工过程中,要严格控制施工工艺参数,例如压实度、含水率等,并进行实时监控,及时发现和处理潜在问题。一旦发生质量事故,需要立即采取有效的应急措施,例如对沉降路基进行加固处理,对坍塌边坡进行修复。同时,展开详细的调查分析,找出事故原因,制定相应的整改措施,防止类似事故再次发生,并做好事故记录和报告工作。

(四)质量检测与验收

路基施工质量的检测与验收贯穿于整个施工过程,具体包括对原材料的检测、对施工过程的监控以及对最终工程的验收。原材料检测包括对土料物理、力学性能的测试,例如密度、含水率、强度等;施工过程监控包括对压实度、平整度、边坡坡度等指标的实时检测,并记录相关数据;最终工程验收则需要进行检测,包括几何尺寸、强度、稳定性等,并根据规范和合同要求进行综合评定。只有通过所有检测和验收,才能确保路基工程的质量符合要求,最终

交付合格工程。验收过程中,需严格按照规范规程进行,并做好详细的验收记录,为后续的维护和管理提供依据。

Q 结束语

公路路基施工技术要点分析及质量控制是一个系统工程,需要在设计、施工、管理等各个环节严格执行规范和标准,并采用先进的技术和手段。只有通过全过程的严格质量控制,才能确保公路路基工程的质量,保证公路的长期稳定和安全可靠运行。未来,随着技术的不断发展,更先进的施工技术和检测手段将被应用于公路路基建设中,进一步提高工程质量和效率。本文仅供参考,实际施工中应根据具体情况进行调整和完善。

参考文献

[1]黄杰.论公路工程高填方路基施工技术要点及质量控制[J].江西建材,2022(07):138-140.

[2]范鹏程.高速公路路基施工技术及其质量控制分析[J].运输经理世界,2022(24):22-24.

[3]范晨阳.高填方路基施工技术要点及质量控制分析[J].运输经理世界,2022(03):14-16.

[4]郭建鑫,韩立达.浅谈公路路基施工管理要点及管理对策[J].城市建设理论研究(电子版),2015,5(34):3131-3132.

[5]汪建.绿色建筑与绿色施工现状及展望[J].绿色环保建材,2018(12):162,165.

作者简介:

楚启明(1992—),男,汉族,安徽合肥人,本科,工程师,蓝海建设集团有限公司,研究方向:道路与桥梁施工技术。