

交通工程中道路与桥梁连接处设计及施工技术研究

白海正

青海嘉业工程设计有限责任公司，青海西宁，810001；

摘要：道路与桥梁连接处是交通工程中承上启下的重要结构区域，其设计与施工质量直接影响桥梁整体安全、路面平顺性及使用寿命。本文围绕道路与桥梁连接处的设计原则、常见病害、设计优化技术及施工要点进行系统研究。得出结论，科学设计与规范施工能够显著减少沉降、裂缝、跳车及积水等病害，提高道路与桥梁连接处的耐久性和运行安全性。

关键词：道路桥梁连接处；设计优化；施工技术；接缝结构

DOI：10.69979/3029-2727.25.11.003

引言

随着交通运输的发展，道路与桥梁的安全性、舒适性和耐久性成为交通工程设计与施工的重要目标。桥梁作为跨越地形障碍的关键结构，与道路连接处往往存在刚度差异和结构薄弱区域，易引发沉降、裂缝、跳车及积水等病害。这不仅影响车辆通行舒适性，也对桥梁结构寿命产生不利影响。当前国内外在桥梁接头设计、接缝结构、过渡段施工及材料应用方面已有一定研究成果，但在系统性优化设计与施工工艺整合方面仍存在不足。因此，本文从道路与桥梁连接处的设计原则出发，结合常见病害分析，探讨设计优化技术和施工技术要点。

1 道路与桥梁连接处的设计原则

1.1 连接处在交通工程中的功能定位

道路与桥梁连接处是公路工程中极为关键的过渡性结构，它既承担着桥梁与路基之间的连接功能，又直接影响着整体交通系统的运行质量。从功能上看，连接处不仅需要实现结构上的平顺衔接，确保车辆在桥头过渡段行驶时平稳舒适，而且还应具备良好的承载力与耐久性，避免由于路基与桥台刚度差异导致的沉降差异和跳车现象。与此同时，连接处还是排水、防护等系统的重要组成部分，其设计的合理性直接关系到道路与桥梁整体使用寿命的延长。对连接处功能定位的科学认识，是后续设计与施工的基础与前提。

1.2 设计中的结构安全性与耐久性要求

在设计道路与桥梁连接处时，必须首先考虑结构安全性与耐久性，这是确保交通工程长期运行的根本保障。结构安全性主要体现在承载能力、抗震性能以及应对交通荷载和环境变化的能力上，而耐久性则涉及材料性能、

抗冻融、抗腐蚀等方面。由于连接处往往是结构受力与变形的薄弱环节，若设计不合理，极易出现裂缝、沉降或断裂等问题。因此，在设计阶段需要综合采用刚柔相济的过渡结构，选用高性能材料，并进行科学的应力分布分析，以提升结构的整体稳定性和耐用性。

1.3 行车舒适性与交通安全性考虑

除了结构层面的安全性外，行车舒适性与交通安全性同样是连接处设计的核心目标。车辆通过桥头过渡段时，若存在沉降差或伸缩缝不平顺，将直接导致跳车现象，不仅影响驾驶体验，还可能诱发交通事故。为此，设计过程中应注重路面平整度的控制，合理设置过渡段结构形式，降低刚度差对车辆运行的影响。同时，还应在伸缩缝设计上注重其耐久性与连续性，避免因损坏导致突起或空隙，威胁行车安全。交通安全性方面，还需结合道路几何线形设计、交通标志标线布设等综合措施，确保车辆在连接段的通行既平顺又安全。

1.4 适应地质条件与环境因素的设计要求

道路与桥梁连接处通常处于复杂的自然环境之中，地质条件与外部环境因素对设计具有重要影响。不同地区可能存在软土地基、湿陷性黄土或冻土等特殊地质情况，若未在设计中充分考虑，极易导致桥头沉降或不均匀变形。同时，温差变化、降雨、冰冻及腐蚀性介质等环境因素，也会对连接处的结构稳定性和耐久性产生影响。因此，设计时应因地制宜，采取相应的地基处理和排水措施，并合理设置伸缩缝及过渡段结构，以抵御外部环境带来的不利作用。近年来，绿色交通理念的提出，也要求在设计中更多考虑节能环保与可持续发展，使道路与桥梁连接处不仅能满足当前工程需要，还能适应未来环境变化与交通需求。

2 道路与桥梁连接处的常见病害分析

2.1 接缝沉降与不均匀变形

道路与桥梁连接处由于桥梁结构和路基材料刚度差异较大,常出现接缝沉降与不均匀变形问题。这类病害主要表现为桥头过渡段出现高低不平、局部凹陷或路面波动,严重影响车辆行驶平顺性。沉降的原因通常与地基承载力不足、填筑材料压实度不够或施工过程中养护不当有关。此外,不均匀沉降还可能导致桥台端部应力集中,长期作用下形成微裂缝,进一步加剧结构的劣化,成为道路与桥梁结合部的薄弱环节。

2.2 裂缝与断裂问题

裂缝和断裂是连接处最常见的结构病害之一,其形式包括纵向裂缝、横向裂缝以及局部剥落。裂缝产生的主要原因包括温度变化引起的热胀冷缩、材料收缩、交通荷载重复作用以及桥台与路基之间的刚度差异。尤其在桥梁端部和接缝处,由于应力集中明显,裂缝容易沿接缝或桥台边缘扩展。若裂缝进一步发展,可能形成贯通裂缝,导致结构局部断裂甚至桥面板受力失衡,从而降低整体结构的承载能力和耐久性。

2.3 路面跳车与平整度下降

桥头跳车现象通常与接缝沉降、伸缩缝损坏或过渡段不均匀变形密切相关。车辆在通过桥头时,如果路面高低变化明显,会产生明显的跳动感,降低行车舒适性,同时增加车辆悬挂系统和桥梁结构的疲劳损伤。平整度下降不仅影响驾驶体验,也可能诱发车辆侧滑、刹车失控等安全隐患。长期反复作用下,路面局部磨损加剧,形成坑槽、波浪或纵向不平,进一步影响道路使用寿命。

2.4 排水不畅与积水问题

排水不畅和积水是连接处易被忽视但影响严重的病害。桥头过渡段的坡度设计、排水沟布置以及沥青路面密实度不当,常导致雨水或融雪水滞留在接缝区域。长期积水不仅加速路面材料的剥蚀和孔隙扩大,还可能渗入桥台与路基之间,引起地基软化或局部沉降。此外,积水还容易形成冰层,增加冬季行车风险,导致交通安全隐患显著增加。

2.5 伸缩缝损坏与养护难题

伸缩缝作为桥梁和道路之间的重要连接设施,其损坏问题也非常普遍。常见损坏形式包括伸缩缝卡扣断裂、橡胶密封条脱落或嵌缝材料开裂。损坏原因通常与交通荷载频繁作用、材料老化、温度循环以及施工质量不足相关。伸缩缝受损后,不仅影响接缝平顺性,还可能导

致车辆跳车、路面积水渗入以及局部应力集中。同时,伸缩缝的养护难度大,周期性维护频繁,对交通运营和维修成本均造成较大影响。

3 道路与桥梁连接处设计优化技术

3.1 接缝结构形式与材料选择优化

道路与桥梁连接处的接缝设计是保证结构平顺与耐久性的关键环节。不同类型的接缝结构,如钢制伸缩缝、橡胶密封缝或复合材料缝,具有不同的适应性和承载特性。在设计优化中,应根据交通荷载强度、环境条件及桥梁结构刚度差异选择合适的接缝类型。同时,材料选择上应兼顾耐久性、弹性、耐腐蚀性和施工可行性。例如,高性能聚合物和复合材料在抗疲劳、耐磨损及防水性能上表现优异,可有效延长接缝寿命,并降低日常养护频率,从而提升整体桥头结构的长期性能。

3.2 柔性过渡结构设计

桥梁与道路的刚度差异容易引起桥头跳车和局部沉降,因此柔性过渡结构的设计优化尤为重要。柔性过渡段通过铺设弹性层或调整材料模量,实现应力缓冲和车辆冲击减弱;刚性过渡段则通过钢筋混凝土或高强材料保证结构承载力与稳定性。在设计过程中,应根据桥梁跨度、路基土质及交通流量,科学组合柔性及刚性结构,形成平顺过渡效果。

3.3 路基与桥台连接段的处理方法

路基与桥台连接段是连接处的关键薄弱点,其处理方法直接关系到结构稳定性。优化设计通常包括桥台基础加固、路基材料分层优化以及桥台与路基过渡段的土工处理。通过采用高强度填料、地基加固或预压沉降措施,可以有效减少沉降差异和应力集中。同时,合理设置桥台倒角、缓坡和过渡层,有助于改善车辆行驶平顺性,降低路面跳车和裂缝产生的风险,实现桥梁与道路的结构与功能协调。

3.4 排水系统与防水结构设计优化

排水与防水设计是保证道路与桥梁连接处长期性能的重要环节。优化排水系统包括合理布置桥头排水管道、排水沟及坡度设计,确保雨水及时排出,避免积水渗入路基和桥台。防水结构则包括防水层、密封材料及排水板的合理应用,减少水分对结构的侵蚀和冻融损害。通过排水与防水设计优化,不仅可以延长接缝和桥台结构的使用寿命,还能降低因积水导致的路面病害发生率,提高桥头段的安全性与可靠性。

3.5 新型材料与新结构的应用探索

随着交通工程技术的发展,新型材料与创新结构在桥梁连接处的应用逐渐增多。高性能混凝土、钢纤维混凝土及复合材料等,具有高强度、耐磨损和抗疲劳特性,可显著提升桥头接缝及过渡段的耐久性。同时,智能监测材料和自愈合混凝土的引入,为桥梁健康监测和结构自修复提供了技术保障。新型结构设计,如模块化接缝系统和可调节过渡板,也为桥梁与道路的平顺衔接提供了更灵活的解决方案。

4 道路与桥梁连接处的施工技术要点

4.1 基础处理与地基加固施工技术

道路与桥梁连接处施工的首要环节是基础处理与地基加固,这直接关系到桥头段的稳定性和使用寿命。在施工前,应根据地质勘察报告确定地基承载力和土质类型,对软弱地基或易沉降区域进行加固处理。常用技术包括砂石换填、预压固结、夯实加固以及桩基或地基注浆等方法,以提高地基承载能力和均匀性。在施工过程中,还需控制填筑材料的压实度与含水率,确保地基沉降可控,避免后期出现不均匀沉降引起接缝沉陷和路面跳车。地基处理的施工精度和质量控制是保证后续桥台和路基过渡段施工顺利进行的重要前提。

4.2 桥台与路基过渡段施工工艺

桥台与路基的过渡段是连接处的关键薄弱环节,施工时通常先进行桥台基础施工,保证桥台位置和标高标准,再根据设计要求铺设过渡层,采用分层压实和逐步铺筑的方法,以降低路基与桥台间的刚度差异。同时,应在过渡段设置适当的缓坡、倒角和沉降缝,以减缓车辆通过时的冲击荷载。施工过程中还需严格控制混凝土浇筑的温度与振捣质量,防止产生裂缝或蜂窝麻面。

4.3 接缝施工与伸缩缝安装技术

施工前需根据设计图纸精确定位接缝位置,并做好模板和支撑系统安装。伸缩缝安装时,应保证缝隙宽度、间距和材料填充符合设计要求,确保在温度变化和车辆荷载作用下具有足够的伸缩空间。同时,对伸缩缝钢结构或橡胶密封条的固定和焊接,需要严格控制工艺质量,防止松动、翘曲或漏水。施工完成后,应对接缝平整度、密封性和强度进行检查,确保接缝功能满足长期使用要求。

4.4 路面铺设与接缝过渡平顺性控制

路面铺设和接缝过渡段的平顺性控制,是保证行车舒适性和桥头段耐久性的核心环节。在路面铺设过程中,应严格控制沥青混凝土的摊铺厚度、压实度和温度,确保材料密实均匀,减少后期沉降和空鼓现象。对于接缝过渡段,应采用分层铺设和梯度调整的方法,实现桥梁与路基之间刚度和高度的平顺衔接。同时,施工过程中需采用专用仪器进行平整度检测,如激光整平仪或路面平整度测量仪,及时发现高低差和不平整点并进行修整,以保证车辆通过时的平稳性和安全性。

4.5 质量检测与控制方法

施工质量检测与控制是保证道路与桥梁连接处长期使用性能的最后保障。施工过程中应建立全程质量管理体系,包括地基沉降监测、混凝土强度检测、路面压实度和伸缩缝安装精度检查等。地基沉降可通过沉降板或自动监测系统实时监控,确保基础处理达到设计要求。混凝土和路面材料应进行取样检测,确保强度、密实度和耐久性符合规范。接缝和伸缩缝施工完成后,还需进行功能性测试,如伸缩性能、密封性和平顺度检查,及时发现问题并整改。通过系统化、规范化的质量控制,可有效降低桥头病害发生风险,保证道路与桥梁连接处的长期安全与稳定运行。

5 总结

交通工程中道路与桥梁连接处是道路与桥梁整体结构的重要薄弱环节,其设计与施工质量直接影响行车平顺性、结构安全性及使用寿命。通过科学的设计原则、优化的接缝结构、柔刚结合的过渡段、合理的排水与防水系统,以及新型材料与结构的应用,可以有效提高连接处的耐久性和舒适性。在施工过程中,基础加固、桥台与路基过渡段施工、接缝和伸缩缝安装、路面铺设及严格的质量控制均至关重要。此外,系统的病害分析显示沉降、裂缝、跳车、积水及伸缩缝损坏是主要问题,提示后续管理与养护的重要性。整体研究为道路与桥梁连接处提供了设计与施工的技术参考,为交通工程的安全运行和长寿命使用奠定了基础。

参考文献

- [1] 刘波旺. 交通工程中道路与桥梁连接处设计施工探析[J]. 工程建设与设计, 2024(8): 203-205.
- [2] 袁洋. 交通工程中道路与桥梁连接处设计及施工[J]. 运输经理世界, 2025(11): 106-108.