

市政道路桥梁工程的常见病害与施工处理技术分析

陈惠军

长沙宁乡市住房和城乡建设局

摘要：市政道路桥梁工程应用安全，是确保其功能得到充分发挥的关键。本文通过分析地基沉降、路面裂缝以及钢筋锈蚀等病害的特点和危害，提出相应的施工处理建议，如通过优化路基结构设计、地基处理技术以及桥台软基填筑技术，有效处理地基沉降问题；通过路面压实、路桥连接处处理以及针对裂缝类型的处理，解决路面裂缝问题；通过提高混凝土密度、涂刷化学保护层以及喷砂法等方式，延缓钢筋锈蚀速度，旨在助力提高市政道路桥梁工程的施工质量，延长其使用寿命。

关键词：市政道路桥梁工程；常见病害；施工处理技术

【DOI】10.12254/j.issn.2096-6539.2024.16.071

引言

在城市化浪潮的推动下，市政道路桥梁工程作为城市脉络的重要组成部分，其质量和安全性的保障已成为刻不容缓的课题。桥梁与道路，如同城市的血脉，承载着城市的繁荣与发展，其健康状况直接关系到城市的运行效率和市民的生活品质。但在城市建设与发展的过程中，市政道路桥梁工程常常遭遇各种病害的侵袭。地基沉降、路面裂缝、钢筋锈蚀等问题如同隐形的杀手，悄无声息地侵蚀着工程的坚固与美观。这些病害不仅使工程的使用性能大打折扣，更在无形中威胁着行车的安全，给安全出行埋下隐患。因此，对市政道路桥梁工程常见病害及其施工处理技术进行深入研究，已经成为一项紧迫而重要的任务。

一、市政道路桥梁工程的常见病害

（一）地基沉降

地基沉降是市政道路桥梁工程中最为常见的病害之一，具有显著的影响和潜在的危害。地基沉降的主要特点表现为地基在承受上部结构传递的荷载后，由于土壤压实不足、地基承载力不足或地质条件变化等多种原因，发生固结的土体体积减小、密度增加、形成固结的土体，最终导致地基表面下沉。这种沉降是永久性的，含水率和总压力均不变。此外，地基沉降还可能表现为地基的总沉降量大于其容许沉降值，导致上部结构产生开裂、倾斜等附加变形，对市民出行安全造成严重的威胁。

（二）路面裂缝

路面裂缝是市政道路桥梁工程中常见的病害，其形态和成因各异。根据裂缝的成因和形态，可以将其主要分为三种类型：荷载裂缝、收缩裂缝和温度裂缝。

路面裂缝的存在会破坏路面的完整性，影响路面的美观性和行车舒适性。裂缝为水分和空气提供了侵入路面的通道，加剧了路面的水损害和老化进程。水分和空

气进入路面结构后，会腐蚀路面材料，降低其强度和耐久性，缩短路面的使用寿命。此外，裂缝还可能引起路面的错台、碎裂等更严重的病害，对行车安全构成威胁。

（三）钢筋锈蚀

钢筋锈蚀是市政道路桥梁工程中一种常见的耐久性問題，对桥梁的长期安全运营构成严重威胁。钢筋锈蚀的主要特点表现为，由于混凝土保护层开裂、剥落、碳化或氯离子侵蚀等原因，导致钢筋暴露于空气或潮湿环境中，与水分和氧气发生化学反应，生成氧化铁等锈蚀产物。这种化学反应是一个持续的过程，随着时间的推移，锈蚀会逐渐加剧，钢筋的有效截面积会逐渐减小，承载力逐渐下降，对道路、桥梁工程整体的使用安全造成威胁。

二、市政道路桥梁工程常见病害的施工处理技术分析

（一）地基沉降的处理

1. 路基结构设计优化

针对地基沉降问题，应从路基结构设计入手进行优化。设计前进行详细的地质勘察，包括土层分布、地下水位、土壤类型及其物理力学性质等。基于这些数据，可以进行更有针对性地设计。如在软土地区，可能需要采用桩基或地下连续墙等特殊基础形式，桩的深度和直径应根据地质报告和计算确定，如常见的灌注桩直径为0.8m—1.2m，桩长可达20m甚至更深。

根据预测的交通量和车辆轴重，计算路基的设计荷载。在设计中，路基顶面的弯沉值是一个重要指标，反映了路基在荷载作用下的变形能力。根据不同的道路等级和交通量，弯沉值有不同的设计标准，如高速公路设计弯沉值通常在20~30（0.01mm）之间。基于路基使用寿命（15~20年）要求，可以计算出路基的累积变形和耐久性要求。

常见的路基断面形式包括填方、挖方和半填半挖等。在选择时，应考虑地质、地形和施工条件等因素。如在山区可能更多采用挖方或半填半挖的形式，以减少对自然环境的破坏。填筑材料应具有良好的力学性能和稳定性，如砂砾石、碎石土等。填筑时的压实度也是一个关键参数，压实度直接影响到路基的密实度和承载能力。一般来说，对于高等级的道路，其压实度应达到95%以上。

加筋土、土工格栅等新型材料和技术可以显著提高路基的稳定性和承载能力。如加筋土技术通过在土体中加入拉筋材料，形成复合土体，可以增强土体的抗剪强度和整体性。

对于软土、滑坡、泥石流等不良地质路段，应采用

特殊的处理方法，如桩基加固、支挡结构、排水措施等，以确保路基的稳定性和安全性。如在软土地区采用桩基加固时，桩的布置间距和深度应根据地质情况和计算结果进行确定，通常桩间距在2—3m之间，桩长根据软土层厚度和承载能力进行设计。

2. 地基处理技术优化

地基处理技术是解决地基沉降问题的关键手段之一。根据地质条件和工程要求，可以选择不同的地基处理方法。常用的地基处理方法包括注浆加固、桩基加固、换填法等。

①注浆加固是通过向地基中注入浆液，填充土体中的孔隙和裂缝，提高土体的密实度和强度。常用的有水泥浆、水泥砂浆，其配比根据土体的性质和工程需求确定。对于一般的土体加固，水泥浆的水灰比通常在0.5:1—1:1之间。注浆时的压力根据土体的密实度和注浆深度进行调整，一般在0.2MPa—0.5MPa之间。注浆孔间距通常在1.0m—1.5m之间，深度则根据地基的沉降情况和加固需求确定，一般在5m—20m之间。

②桩基加固是通过在地基中打入桩体，将荷载传递到深层土体中，提高地基的承载能力。桩基可以选择钢筋混凝土桩、预应力混凝土桩、钢管桩等。应根据荷载大小和地质条件选择桩型，如钢筋混凝土桩的直径通常在0.6m—1.2m之间，长度则根据地质勘探数据确定。桩的间距根据桩的直径和承载能力计算得出，通常在2m至4m之间。每根桩的承载能力根据桩的直径、长度和土体的性质计算得出，一般在几百吨至数千吨之间。

③换填法是将软弱土层挖除，换填强度较高、稳定性较好的材料，如砂石、碎石等。换填法适用于处理浅层软弱地基，换填的深度根据软弱土层的厚度和性质确定，一般在0.5m—3m之间。常用的换填材料有砂石、碎石等，其粒径和级配根据工程需求和土体的性质选择。对于一般的换填工程，碎石的粒径通常在20mm—50mm之间。换填后的材料需要进行压实处理，压实度根据材料的性质和工程需求确定，通常要达到90%或者95%。

3. 桥台软基填筑技术

桥台软基填筑技术是处理桥台地基沉降的有效手段之一。在进行桥台填筑时，应合理选择填筑材料，控制好填筑速度和压实度。填筑材料可以选择透水性较好的砂石料或碎石土等，如级配良好的碎石，其最大粒径一般不超过200mm，以确保填筑体的稳定性和密实性。应采取分层填筑、分层压实的施工方法，确保每一层的密实度达到设计要求。填筑速度应适中，避免因过快导致压实不足。每层填筑厚度控制在300mm—500mm之间，便于压实。压实度根据设计要求，对于高等级公路或重要桥梁，通常要求达到95%以上的压实度。

在填筑过程中，还应加强排水措施的设置，防止水分对填筑体的侵蚀和软化作用。对于软基较厚的桥台地段，可在填筑前进行预压加载。预压荷载的大小和时间根据地质勘察数据和设计要求确定，一般预压荷载为设计荷载的50%—100%，预压时间可持续数周至数月，以确保软基土体提前固结沉降。

除了上述内容外，还可以进一步探讨地基沉降的监测方法、治理技术以及预防措施等方面的内容。如采用沉降观测、地质雷达探测等方法对地基沉降进行监测和评估。

(二) 路面裂缝的处理

1. 路桥连接处处理

路桥连接处是路面裂缝的易发区域之一。在处理路桥连接处时，应先确保桥台和路基的沉降差异得到有效控制。为确保桥台和路基的沉降差异在允许范围内，可以设置搭板。搭板的长度通常根据路桥连接处的沉降差异和交通量来确定，一般长度在4m—8m之间。此外，渐变式沉降设计也是一种有效方法，通过逐渐过渡沉降差异，减少对路面的冲击。可以设置横向和纵向排水沟，其尺寸和位置应根据现场情况和排水需求来确定，以确保连接处保持干燥，防止水分侵蚀。

2. 针对裂缝类型处理

针对不同类型的裂缝，应采取相应的处理措施。

荷载裂缝处理：

①根据《公路工程技术标准》(JTG B01)及地方标准，评估路面的承载能力要求，并据此确定加固措施。

②对于路面厚度不足的情况，可以按照标准规定增加路面的结构厚度，确保满足设计荷载要求。通常，沥青路面的厚度增加范围可能在20—50mm之间，具体取决于设计计算和实地条件。

③如果需要加铺钢筋网，钢筋网的规格、网格大小和铺设间距应符合公路桥梁加固设计规范的要求。一般来说，钢筋网的直径不小于6mm，网格尺寸不大于150mm×150mm，并与原有路面材料紧密结合^[1]。

收缩裂缝预防：

①优化混凝土配合比时，可以参照《公路工程水泥及水泥混凝土试验规程》(JTG E30)中的建议，确保水灰比、骨料级配等满足耐久性和收缩性能要求。

②使用外加剂时，应选择合适的类型和掺量。如减水剂的掺量一般不超过胶凝材料总重量的2%—3%，缓凝剂的掺量根据施工需要和环境温度进行调整。

③加强混凝土的养护工作，通常混凝土浇筑后的初凝时间应不小于45分钟，终凝时间不超过10小时，并保持足够的湿润状态进行养护^[2]。

(三) 钢筋锈蚀的处理

在施工过程中，应严格控制混凝土质量、浇筑和振捣工艺等环节，确保混凝土密实性和保护层厚度符合要求。对于已经出现锈蚀的钢筋，可以采取除锈、防锈涂层等修复技术进行治理和修复。还可以采用阴极保护、电化学修复等新型技术对钢筋进行长期保护和维修。

1. 适当提高混凝土密度

混凝土作为钢筋的主要保护层，其密度对于防止钢筋锈蚀起着至关重要的作用。在施工过程中，为了确保混凝土的密实度，应严格按照设计要求的配合比进行搅拌。对于高性能混凝土或防水混凝土，其水灰比一般应控制在0.4以下，同时需要添加高效减水剂以减少混凝

土的用水量,提高其工作性能和密实度^[3]。

防水剂的添加也是提高混凝土抗渗性能的重要手段。根据《混凝土外加剂应用技术规范》(GB50119)规定,防水剂的掺量应根据混凝土的抗渗等级和使用环境进行确定,一般掺量在混凝土总量的2%—5%之间。

对于处于潮湿环境或水下部分的桥梁结构,应按照《混凝土结构耐久性设计规范》中的要求,选择适当的抗渗等级,如P8、P10等,并采用相应的防水混凝土进行浇筑。这些高性能混凝土中,除了添加防水剂外,还可能包括硅灰、粉煤灰等掺合料,以进一步提高混凝土的密实度和耐久性。

2. 钢筋表面涂刷化学保护层

为了隔绝钢筋与空气、水分的接触,可以在钢筋表面涂刷化学保护层。常用的化学保护层材料包括环氧树脂、聚氨酯等高分子材料。这些材料具有良好的附着力和耐腐蚀性,能在钢筋表面形成一层致密的保护膜,有效防止水分和氧气侵入钢筋表面,从而延缓钢筋的锈蚀速度。在涂刷化学保护层时,应确保钢筋表面清洁、干燥,涂刷均匀且厚度符合要求。

3. 喷砂法延缓钢筋腐蚀速度

对于已经出现锈蚀的钢筋,可以采用喷砂法等物理方法进行清除。喷砂法是利用高速喷射的砂粒冲击钢筋表面,将锈蚀层剥离的一种方法。一般来说,对于喷砂除锈,应达到Sa2.5级,即钢材表面应无可见的油脂、污垢、氧化皮、铁锈和油漆涂层等附着物,任何残留的痕迹应仅是点状或条纹状的轻微色斑^[4]。

在喷砂处理过程中,砂粒的选择也是非常重要的。根据《喷砂房用磨料技术条件》(JB/T 9185)的规定,磨料的粒度和硬度应适中,以确保既能有效清除锈蚀层,又不会对钢筋表面造成过度的损伤。常用的砂粒包括石英砂、钢砂等,其粒度一般选择在0.5—1.5mm之间。

喷砂设备的选择和使用也需要符合相关标准。例如,喷砂嘴的直径、喷射压力、喷射距离以及喷射角度等参数都需要根据钢筋的直径和锈蚀程度进行调整。一般来说,喷射压力应控制在0.5—0.7MPa之间,喷射距离在100—300mm之间,以确保砂粒能够均匀且有力地冲击钢筋表面。

在喷砂处理后,为了防止钢筋再次锈蚀,应及时进行防锈处理。可以选择涂刷防锈漆或化学保护层等材料来保护钢筋表面^[5]。这些防锈材料应具有良好的附着力和耐腐蚀性,能够有效地隔绝钢筋与空气、水分的接触。

(四) 钢筋锈蚀的处理

1. 阴极保护、电化学修复

阴极保护和电化学修复都基于电化学原理,通过改变钢筋的电化学状态来达到防锈蚀的目的。阴极保护是通过向钢筋施加足够的直流电流,使其成为电化学电池的阴极,抑制钢筋的锈蚀反应^[6]。根据混凝土结构耐久性修复与防护相关技术规定,阴极保护系统的设计应

满足保护电流密度、保护电位和保护期限的要求。通常情况下,保护电流密度应根据钢筋的直径、锈蚀程度和环境条件等因素进行确定,一般控制在10—20mA/m²之间。保护电位则应控制在相对于饱和硫酸铜参比电极的-0.8V至-1.2V之间,以确保钢筋得到有效的保护。

在阴极保护系统的施工过程中,应使用专业的施工设备和材料,如恒电位仪、阳极材料(如镁合金、锌合金等)和连接线等。阳极的布置应均匀且与被保护的钢筋保持一定的距离,以确保电流分布均匀。连接线应采用耐腐蚀、导电性能好的材料,并进行良好的绝缘处理。

电化学修复则是利用电化学原理,通过向钢筋施加特定的电流或电压,加速锈蚀产物的溶解和去除,达到修复钢筋表面的目的。根据钢筋的材质、锈蚀程度和环境条件等因素设计,修复电流密度一般需控制在5—10A/dm²之间,修复时间则根据锈蚀程度和修复效果进行确定。

此外,还应注意定期巡检、维护,降低钢筋锈蚀可能,或者及时发现、及时采取措施有效处理,避免锈蚀程度越来越大,影响钢筋使用。

结束语

综上所述,市政道路桥梁工程病害处理涉及路基、地基、桥台、路面及钢筋防护等多方面技术。优化结构设计、地基处理、桥台填筑可解决沉降问题;加强路面压实、路桥连接及裂缝处理可预防裂缝;提高混凝土密度、涂刷保护层及物理清锈可延缓钢筋锈蚀。这些技术将提升施工质量、延长使用寿命,为城市发展提供基础设施保障。实际施工中,需结合现场情况,规范使用技术,甚至组合应用,确保有效处理病害,保障使用安全,延长寿命,节约资源,助力城市可持续发展。

参考文献

- [1]薛琳琳.市政道路桥梁工程的常见病害与施工处理技术[J].建材与装饰,2023,19(26):139-141.
- [2]马建生,张威,陈旭东,等.简述市政道路桥梁工程的常见病害与施工处理技术[J].建筑与预算,2021(10):92-94.
- [3]刘萍.市政道路桥梁工程的常见病害与施工处理技术探讨[J].砖瓦世界,2022(18):118-120.
- [4]寇帅帅.浅析市政道路桥梁工程的常见病害与施工处理技术[J].建筑与预算,2021(4):83-85.
- [5]朱其彬.探究市政道路桥梁工程的常见病害与施工处理技术[J].建筑·建材·装饰,2020(9):92-93.
- [6]张兰兰.市政道路桥梁工程中的常见病害与施工处理方法[J].新材料新装饰,2020,2(16):149-150.

作者简介:陈惠军,1975.11,男,湖南宁乡,汉,本科,高级工程师,现主要从事的工作:市政(公路、建筑)工程质量安全监督和技术等管理。