

高速公路桥梁病害维修加固策略

张银宸¹ 田国勋² 陈友雀²

1. 宁波甬台温交通发展有限公司 浙江 宁波 315000

2. 浙江交工路桥建设有限公司 浙江 杭州 311300

摘要：高速公路桥梁作为现代交通网络的关键节点，承载着繁重的交通流量，其安全与稳定至关重要。桥梁在长期运营中易受多种因素影响产生病害，如桥面铺装破损、伸缩缝失效及上部结构横向联系问题等。针对这些病害，需采取科学合理的维修加固策略，包括桥面铺装修复、伸缩缝更换与调整、加强上部结构横向联系等，以确保桥梁的持久耐用与行车安全。本文深入探讨了高速公路桥梁病害类型、成因及相应的维修加固措施。

关键词：高速公路桥梁；病害；维修加固；策略

引言

高速公路桥梁作为连接各大城市与地区的纽带，其重要性不言而喻。然而，随着交通流量的持续增长与自然环境的不断变化，高速公路桥梁面临着日益严峻的考验。桥梁在长期运营过程中，往往会出现多种病害，这些病害不仅影响桥梁的正常使用，更对行车安全构成潜在威胁。因此，深入分析高速公路桥梁病害类型及成因，探索有效的维修加固策略，对于保障交通网络的畅通与安全具有重要意义。

1 高速公路桥梁在现代交通中的重要性

高速公路桥梁是现代交通网络的关键要素，连接各大城市，推动区域经济一体化发展，它们极大地缩短了地理距离，提升了交通效率与运输能力，是现代物流体系的基础设施。设计与建设过程中，高速公路桥梁常需跨越复杂地形，如江河、山谷及城市密集区，有效避免了大规模土地征用与生态破坏，实现了交通与环境的和谐共生。技术层面，桥梁采用高强度材料与创新设计，确保行车安全与舒适，同时能抵御极端天气如强风、暴雨及地震，保障交通畅通。智能化监控系统的应用，使桥梁管理更高效，实时监测结构状态，发现并处理安全隐患，提升安全等级。经济层面，高速公路桥梁加速了人流、物流、信息流的流动，促进沿线地区经济发展与产业升级，成为吸引投资、带动就业的重要平台，为地方经济注入活力。桥梁的便捷通行也促进了旅游业，带动周边地区文化与商业繁荣。环境友好型设计理念在桥梁建设中日益重要，采用绿色建材、实施生态恢复措施，既满足交通需求，又促进生物多样性保护，实现交通与自然环境的和谐共存。高速公路桥梁不仅是技术进步的象征，更是推动社会经济发展、促进区域合作的关键力量。它们在连接城市、提升交通效率的同时，注重

环境保护与生态恢复，展现了可持续发展的理念，是现代交通体系中不可或缺的重要组成部分。

2 高速公路桥梁病害类型及成因分析

2.1 高速公路桥梁病害类型

第一，混凝土病害。混凝土是桥梁主要建材，常见病害有：表面可能出现因振捣不密实导致的蜂窝、麻面；以及裂缝，包括因水分散失、体积收缩产生的收缩裂缝，和因环境温度变化引发的温度裂缝，这些裂缝均因应力超过混凝土抗拉强度或不同部位变形不一致而开裂。第二，钢筋锈蚀病害。钢筋是桥梁结构的重要受力部件，一旦锈蚀危害极大，当混凝土保护层因各种原因破损，外界水分和氧气侵入，与钢筋发生电化学反应，钢筋表面生成铁锈，体积膨胀，进一步胀裂混凝土保护层，降低钢筋与混凝土的粘结力，削弱桥梁承载能力。第三，支座病害。桥梁支座起着支撑上部结构、传递荷载和适应变形的作用。支座病害主要表现为支座脱空，可能是由于安装时精度不够，或后期基础沉降不均匀导致部分支座无法正常受力；还有支座老化、变形，长期承受荷载和环境侵蚀，支座材料性能下降，出现橡胶老化、钢板变形等情况，影响其正常功能。第四，伸缩缝病害。伸缩缝用于适应桥梁结构因温度变化、混凝土收缩徐变等产生的伸缩变形。常见病害有伸缩缝堵塞，杂物进入伸缩缝内，阻碍其正常伸缩；伸缩缝装置损坏，如锚固钢筋松动、型钢断裂等，影响桥梁的行车舒适性和结构安全。第五，基础病害。桥梁基础承受着整个桥梁结构的重量，基础病害后果严重。基础沉降是常见问题，可能因为地基土承载力不足，在长期荷载作用下地基土发生压缩变形；还有基础冲刷，受水流长期冲刷，基础周围土体被掏空，导致基础稳定性降低^[1]。

2.2 高速公路桥梁成因分析

第一,设计不合理。在桥梁设计阶段,如果对桥梁的受力分析不准确,选取的结构形式不恰当,可能导致桥梁在使用过程中局部应力集中。比如对桥梁的活载、恒载估算偏差,使得设计的结构构件承载能力不足,无法承受实际荷载,从而引发病害。第二,施工质量问题。施工过程是桥梁质量的关键环节。施工中若混凝土配合比不准确,水泥用量、水灰比等控制不当,会影响混凝土的强度和耐久性,容易产生裂缝等病害。钢筋加工和安装不符合规范,如钢筋间距过大、锚固长度不足,降低了钢筋混凝土结构的整体性能。第三,材料性能劣化。桥梁使用的材料随着时间推移和环境作用,性能会逐渐下降。混凝土在长期的冻融循环、化学侵蚀作用下,内部结构被破坏,强度降低。钢材在潮湿、有腐蚀性介质的环境中,容易发生锈蚀,导致力学性能改变。第四,超载运营。随着交通量的增加,尤其是一些大型超载车辆违规通行桥梁,使桥梁承受的荷载远超设计标准。长期超载作用下,桥梁结构疲劳损伤加剧,加速病害发展,如桥梁裂缝扩展、结构变形增大等。第五,养护管理不善。桥梁建成后,定期的养护管理至关重要。若未能及时对桥梁进行检查,不能及时发现初期病害并采取修复措施,病害会逐渐恶化。养护措施不当,如使用不合适的防护材料,也无法有效保护桥梁结构^[2]。

3 高速公路桥梁病害维修加固策略

3.1 桥面铺装病害维修加固

桥面铺装病害作为高速公路桥梁的常见问题,对行车舒适性与安全性有着直接且关键的影响。一旦出现坑槽病害,精确界定坑槽范围是首要且关键的步骤。借助专业的测量与定位工具,确保界定范围准确无误。使用铣刨设备将损坏部分铣刨至合适深度,这一过程需严格把控铣刨的精度,以保证边缘整齐垂直,为后续施工奠定良好基础。铣刨底面的清洁处理也至关重要,通过高压水枪冲洗、真空吸尘等方式,彻底去除杂物、灰尘和松散颗粒,从而增强新铺装层与原结构的粘结力。材料选用上,关键在适配的沥青混合料,需严控级配和油石比。按规范摊铺压实,用先进设备和工艺,确保新铺装层平整度和压实度达标,恢复桥面使用功能。桥面裂缝维修需依据裂缝宽度、深度及态势,表面窄缝常用灌缝处理,先以专业工具清缝,再用高压空气吹净,确保缝隙内部清洁干燥,为灌缝做准备。接着,选用性能优良的灌缝材料,如改性沥青或密封胶,这些材料具有良好的粘结性和柔韧性,通过专用的灌缝设备均匀注入裂缝,确保灌缝饱满且与裂缝壁紧密粘结,有效阻止水分等侵入。对于深度较大的贯穿裂缝,钻孔压浆法较为适

用。在裂缝两侧按一定间距钻孔,钻孔深度和间距需根据裂缝具体情况精确计算。插入压浆管后,通过压浆设备将高强度的水泥浆或环氧树脂浆注入裂缝,填充缝隙并增强结构整体性,提升桥梁的承载能力与耐久性。

3.2 伸缩缝病害维修加固

伸缩缝作为桥梁结构中的关键部件,其运行状态直接关系到行车的安全性与舒适性。一旦伸缩缝出现病害,不仅会引发跳车现象,破坏行车的平稳性,更会因车辆的频繁冲击,加速桥梁主体结构的损坏,缩短桥梁的使用寿命。当伸缩缝中的橡胶条出现老化、破损等问题时,及时更换刻不容缓。更换作业时,先用专业工具小心拆旧橡胶条,避免损伤周边,拆后彻底清理缝内杂物及残留密封材料。再检查伸缩缝型钢是否变形,轻度变形采用冷或热矫正,严重变形则须更换,确保伸缩缝正常运行。更换作业时,先小心用专业工具拆除旧橡胶条,避免损伤周边,随后彻底清理缝内杂物及残留密封材料。接着检查伸缩缝型钢变形情况,轻度变形可用冷或热矫正,严重变形则更换,以确保伸缩缝能够正常运行。对基层进行细致的表面处理,通过凿毛工艺增加表面粗糙度,再用高压水枪冲洗干净,以增强新老混凝土之间的粘结力。支设牢固的模板,选用高强度的补偿收缩混凝土进行浇筑,在浇筑过程中,使用专业振捣设备,确保混凝土振捣密实,避免出现空洞、蜂窝等质量缺陷。混凝土浇筑完成后,按照养护规范及时进行养护,待混凝土达到设计强度后,再对伸缩缝进行全面调试和清理工作,确保伸缩缝伸缩自如,与桥面衔接平顺,恢复桥梁的正常使用性能^[3]。

3.3 上部结构横向联系病害维修加固

上部结构横向联系对于保障桥梁整体稳定性起着关键作用,一旦出现病害,桥梁的安全性能将受到严重威胁。在众多横向联系病害中,连接螺栓的问题较为常见,当发现横向联系的连接螺栓出现松动、脱落情况时,必须立即开展紧固或更换工作。工作人员需对松动螺栓进行全面细致的逐一检查,使用扭矩扳手严格按照设计扭矩值进行操作,确保每个松动螺栓都能被精准紧固。对于那些已经损坏或丢失的螺栓,要严格按照规格、材质相同的标准来选择新螺栓进行更换,在更换过程中,需高度重视螺栓的安装位置,保证其准确无误,同时要把控好拧紧程度,使每个螺栓的拧紧程度一致,以此来确保横向联系的连接强度,维持桥梁结构的稳定性。横向联系中的型钢若出现变形、断裂等病害,也需及时处理,对于变形的型钢,要选用合适的千斤顶、顶推设备等专业工具,通过科学的操作方法对变形部位进

行校正,让型钢尽可能恢复到设计位置和形状,使其满足结构受力要求。针对断裂的型钢,首先要把断裂处清理得干干净净,去除表面的杂质、锈迹等,然后根据实际情况,采用焊接或螺栓连接的方式进行修复。但如果型钢损坏程度极其严重,已无法通过常规修复手段恢复其性能,则必须更换全新的型钢。新换型钢的材质、规格必须与原设计保持一致,在安装过程中,要确保其位置精准,与相邻构件的连接牢固可靠,从而有效增强桥梁上部结构的横向整体性,保障桥梁的安全运营。

3.4 其他维修加固方法

除上述常见病害维修加固方法外,还有一些针对特殊情况的方法。桥梁基础作为承载桥梁整体重量的关键部分,一旦出现病害,将严重威胁桥梁的安全稳定,针对基础沉降、冲刷等病害,可采用基础加固法。当基础出现轻微沉降时,压力注浆是一种行之有效的处理方式。通过专业设备将精心调配的水泥浆或其他适配的加固材料,以特定压力注入基础周围土体。这一过程能够填充土体中的孔隙,增强土体颗粒间的粘结力,从而显著提高土体的承载能力,有效限制基础进一步沉降。基础受严重冲刷时,需增设防护设施,例如设置由坚固钢丝编制、内填石块的石笼,以柔韧性和抗冲刷能力缓冲水流。混凝土防护板以其高强度和稳定性直接阻挡水流,全方位保护基础免遭水流侵蚀,也是常见手段。对于桥梁结构的耐久性问题,表面防护法发挥着重要作用。在桥梁混凝土表面涂抹防护涂料是核心操作,像环氧树脂涂料,其化学性质稳定,能与混凝土表面紧密结

合,形成坚韧的保护膜。聚氨酯涂料同样出色,具备良好的耐候性和防水性。这些保护膜能够有效阻止外界有害介质,如具有腐蚀性的氯离子、易引发锈蚀的水分等侵入混凝土内部,从而延缓混凝土的碳化进程,抑制钢筋锈蚀。对于已经锈蚀的钢筋,需采用专业的除锈设备和工艺进行彻底除锈处理,随后涂抹钢筋阻锈剂。钢筋阻锈剂能够在钢筋表面形成一层防护膜,隔绝氧气和水分,保证钢筋的力学性能,全方位延长桥梁的使用寿命^[4]。

结语

综上所述,高速公路桥梁病害的维修加固是一项系统工程,需要综合考虑桥梁的实际情况、病害类型及成因,采取针对性的维修加固措施。通过科学合理的维修加固,不仅可以有效延长桥梁的使用寿命,还能显著提升桥梁的承载能力与行车安全性。未来,随着新材料、新技术的不断涌现,高速公路桥梁维修加固技术也将得到进一步发展,为现代交通网络的持续稳定运行提供有力保障。

参考文献

- [1]倪青.高速公路桥梁病害维修加固策略[J].四川水泥,2020(6):60.
- [2]党增义.高速公路桥梁养护与维修加固施工技术[J].运输经理世界,2021(21):108-111.
- [3]李明晓,项严.高速公路桥梁养护与维修加固施工技术研究[J].汽车博览,2024(22):49-51.
- [4]徐礼清,杨里正.高速公路桥梁维护与养护策略研究[J].工程技术研究,2023,5(24):161-163.