

道路桥梁结构的加固

钱卫明

浙江顺腾建设有限公司 浙江 嘉兴 314000

摘要：随着交通事业的不断发展，道路桥梁作为交通运输的关键基础设施，其结构安全至关重要。然而，当前诸多道路桥梁面临着诸如混凝土开裂、剥落，钢筋锈蚀以及支座老化等常见病害，这主要源于交通超载、施工质量欠佳和设计缺陷等因素。为保障其正常使用与安全性能，多种加固方法应运而生，像增大截面加固法、外粘钢加固法等。本文旨在分析道路桥梁结构现状及病害原因，并详细介绍各类加固方法，以期对相关加固工程提供有益参考。

关键词：道路桥梁；结构；加固

引言：道路桥梁结构在现代交通网络中扮演着举足轻重的角色，它是连接各地、保障物资运输与人流通畅的重要纽带。但近年来，在长期的使用过程中，大量道路桥梁出现了不同程度的结构问题。从混凝土表面的开裂、剥落，到内部钢筋的锈蚀，再到桥梁支座老化、钢板锈蚀等情况屡见不鲜。这些病害不仅影响了道路桥梁的正常使用功能，还对交通安全构成了潜在威胁。因此，深入分析道路桥梁结构现状，探寻有效的加固方法显得极为迫切，本文就此展开探讨。

1 道路桥梁结构的重要性

道路桥梁作为交通基础设施的关键组成部分，在现代社会的经济发展、区域交流以及民众生活中发挥着不可替代的重要作用。第一，从经济层面来看，它们构成了物流运输的动脉系统。高效且稳固的道路桥梁能够确保各类货物顺畅、快捷地流通，极大地降低了运输成本与时间成本。无论是原材料的输送，还是成品的配送，都依赖于此。例如，大型工业企业依靠便捷的交通网络将产品运往各地市场，促进了商业活动的繁荣，带动了相关产业的协同发展，为国家和地区的经济增长注入强劲动力。第二，在区域交流方面，道路桥梁打破了地理界限，加强了城市与乡村、不同地区之间的联系。它促进了人员的往来、文化的传播与信息的交流，有利于资源的优化配置与区域的均衡发展。比如，城市周边的乡村地区借助道路桥梁与城市相连，农产品得以进城，城市的技术与资金也能下乡，缩小了城乡差距^[1]。

2 道路桥梁结构现状分析

2.1 道路桥梁结构常见病害

2.1.1 混凝土开裂、剥落、钢筋锈蚀等

混凝土开裂、剥落与钢筋锈蚀是道路桥梁结构极为常见且危害严重的病害。混凝土开裂的形式多样，有因收缩应力产生的收缩裂缝，其裂缝宽度较细但分布相对

广泛；还有因受力不均导致的受力裂缝，这类裂缝往往较为宽大且深度较深。裂缝的出现破坏了混凝土的整体性，使得外界的水分、氯离子等有害物质更易侵入。随着时间推移，混凝土在侵蚀作用下逐渐剥落，不仅影响结构外观，更削弱了结构的承载能力。而钢筋锈蚀多是由于混凝土碳化或氯离子侵蚀，破坏了钢筋表面的钝化膜。锈蚀后的钢筋体积膨胀，进一步加剧混凝土的开裂与剥落，形成恶性循环。

2.1.2 桥梁支座老化、钢板锈蚀等

桥梁支座在桥梁结构中起着关键的传力与缓冲作用，但随着使用年限的增长，容易出现老化现象。支座的橡胶部件会因长期受紫外线照射、温度变化以及受力疲劳等因素影响，发生橡胶老化、硬化、开裂甚至破碎。这会导致支座的变形能力丧失，无法有效缓冲车辆行驶产生的冲击力与振动，进而影响桥梁上部结构的受力分布。同时，对于一些采用钢板构造的支座或桥梁附属钢板结构，钢板锈蚀问题也不容忽视。钢板在潮湿环境、雨水冲刷以及除冰盐等化学物质侵蚀下，表面的防护层逐渐失效，发生锈蚀。锈蚀不仅使钢板的截面面积减小，降低其承载能力，还会导致钢板表面不平整，影响支座的平整度与传力均匀性，严重时可能引发支座失效，危及整个桥梁结构的稳定性与安全性。

2.2 病害原因分析

2.2.1 交通量超载、车辆荷载过大

在当今社会快速发展的背景下，交通流量呈现出迅猛增长的态势，车辆超载现象也愈发严重，这给道路桥梁结构带来了巨大的压力。许多货车为了追求更高的运输效益，严重超出车辆的核定载重限制。长期承受这种远超设计荷载的压力，道路桥梁的路面、梁体、桥墩等结构部件会逐渐产生疲劳损伤。例如，频繁的超重车辆行驶会使桥梁的梁体发生过度挠曲变形，导致混凝土

内部微裂缝不断扩展延伸,钢筋的受力也超出其设计范围,从而加速了钢筋的疲劳断裂进程。同时,过大的车辆荷载还会对道路路面产生严重的剪切破坏,使路面出现车辙、坑槽等病害,并且这种持续的超重冲击会削弱道路桥梁结构的整体稳定性,大幅降低其安全储备,显著缩短了道路桥梁的使用寿命,增加了结构突然失效的风险。

2.2.2 施工质量不达标,材料性能不佳

施工质量与材料性能对于道路桥梁结构的耐久性和安全性起着决定性作用,然而当前施工过程中存在诸多问题导致质量不达标。在施工环节,部分施工队伍技术水平有限,施工工艺粗糙,如混凝土浇筑过程中振捣不密实,使得混凝土内部存在大量空隙,严重影响其强度和抗渗性。在钢筋加工与安装时,钢筋的间距、锚固长度等不符合设计要求,降低了结构的承载能力。再者,材料方面也存在不少隐患,一些施工单位为了降低成本,选用质量低劣的建筑材料。例如,使用强度不达标的水泥,导致混凝土强度不足;或者采用含杂质较多、锈蚀严重的钢筋,其与混凝土的粘结力差,且自身容易发生锈蚀,进而引发混凝土开裂、剥落等一系列病害,从根本上损害了道路桥梁结构的质量,为其日后的安全使用埋下了巨大的隐患。

2.2.3 桥梁设计缺陷,结构整体性不足

桥梁设计的合理性与完善性是确保桥梁结构安全稳定运行的首要前提,但一些桥梁在设计过程中存在明显缺陷。部分设计人员在设计时对当地的地质条件勘察不够深入全面,未能准确掌握地基的承载能力、土层分布等关键信息,从而导致基础设计不合理,如基础尺寸过小或埋深不足,在桥梁运营过程中容易出现基础沉降、滑移等问题。此外,在桥梁结构体系设计方面,存在结构整体性考虑不周的情况。例如,对于一些多跨连续梁桥,在梁体与桥墩的连接部位设计不够坚固,未能形成有效的力传递机制,在车辆荷载和环境因素作用下,容易在连接部位产生应力集中现象,导致混凝土开裂、钢筋疲劳等病害^[2]。

3 道路桥梁结构加固方法

3.1 增大截面加固法

增大截面加固法是道路桥梁加固领域中应用广泛且原理较为直观的一种方法,其主要是通过原结构构件上增加混凝土或钢筋混凝土的截面面积,以此提高结构的承载能力与刚度。

第一,在具体实施过程中,针对不同的结构部位和受力特点,有着多样的增大截面形式。例如对于梁式桥

的梁体,常见的是在梁底或梁侧增设混凝土层。施工时,需先对原结构表面进行凿毛、清洗等预处理,以确保新旧混凝土能良好粘结。新增的钢筋与原结构钢筋通过焊接、绑扎等连接方式形成整体骨架,随后浇筑混凝土并精心养护。第二,该方法的显著优势在于能够有效提升结构的力学性能,增强结构的耐久性与稳定性,对于承受较大荷载或出现较大结构损伤的道路桥梁具有良好的修复与加固效果。同时,其所用材料与传统道路桥梁施工材料相似,技术人员较为熟悉,施工质量便于控制。不过,它也并非毫无弊端,由于增加了结构自重,可能对原基础及下部结构产生额外的承载压力,在设计与施工时需要进行详细的结构验算与基础评估。

3.2 外粘钢加固法

外粘钢加固法是一种高效的道路桥梁结构加固技术,该方法利用特制的结构胶粘剂将钢板牢固地粘贴在混凝土构件的表面,借助钢板优良的抗拉、抗压性能与原结构协同工作,从而显著提升结构的承载能力、刚度以及抗裂性能。第一,在实际应用中,首先需依据被加固结构的受力状况与病害特征,精确定位钢板的粘贴位置、尺寸与厚度。例如,对于梁体受弯承载力不足的情况,通常在梁的底面或侧面粘贴钢板。粘贴前,要对混凝土表面进行细致的打磨、清洗与平整处理,确保其干燥、洁净且粗糙度适宜,以增强粘结效果。同时,对钢板也需进行除锈、除油污等预处理。粘贴时,严格按照结构胶的使用说明均匀涂抹,将钢板紧密贴合在混凝土表面,并采用适当的加压方式确保粘贴密实,无气泡或空鼓现象。第二,外粘钢加固法具有众多优点,如施工简便快捷,对原结构的损伤极小,能有效减少对桥梁正常使用的影响,可显著提高加固效率,缩短施工周期。而且,钢板具有较高的强度和良好的变形能力,加固效果显著,能较好地适应各种复杂的受力工况。不过,该方法对胶粘剂的性能要求极高,若胶粘剂质量不佳或施工工艺不当,可能导致钢板与混凝土之间的粘结失效,影响加固效果。

3.3 预应力加固法

预应力加固法是道路桥梁结构加固中一种极具针对性与高效性的方法,其基本原理是在原结构外部施加预应力,通过预应力筋产生的反向作用力来改善结构的受力状态,有效抵消部分恒载和活载产生的内力,从而提升结构的承载能力、减小变形并增强抗裂性能。第一,在实施过程中,首先要根据桥梁的结构形式与受力特点精心设计预应力筋的布置方案,常见的有直线形、折线形或曲线形布置。预应力筋通常采用高强度钢丝或钢绞

线,通过专门的锚固装置固定在原结构上。然后利用张拉设备对预应力筋进行张拉,使其产生预定的预应力值。例如,在梁式桥加固中,可在梁底或梁侧布置预应力筋,张拉后能显著提高梁的抗弯能力。第二,预应力加固法的优势明显,它能够充分发挥预应力筋的高强度特性,以较小的截面面积实现较大的加固效果,有效减轻结构自重增加带来的不利影响。同时,可根据结构的实际受力需求灵活调整预应力大小与分布,对结构的变形控制效果卓越。然而,该方法对施工技术与设备要求较高,施工过程中预应力的施加精度较难把控,一旦出现偏差可能影响加固效果甚至危及结构安全。

3.4 增加横截面加固法

增加横截面加固法是道路桥梁加固中较为直接且有效的手段之一,其核心在于通过增加结构构件的横截面尺寸,来提升结构的承载能力、刚度以及稳定性。第一,在实际操作时,针对不同的道路桥梁结构部位有不同的实施方式。对于梁体结构,可能会在梁的底部、顶部或侧面增加混凝土的浇筑厚度,或者同时在多个面进行扩展。例如在一些钢筋混凝土简支梁桥中,如果梁体的抗弯能力不足,可在梁底增加一定宽度和厚度的混凝土层,并相应地配置钢筋以增强其受力性能。在施工过程中,需要先对原结构表面进行处理,如凿毛,以增强新旧混凝土之间的粘结力,然后按照设计要求绑扎新增钢筋,最后进行混凝土的浇筑与养护。第二,这种加固方法的优点显著,它能够显著提高结构的承载能力,对于因承载能力不足而产生病害的桥梁能起到很好的修复作用。同时,其所用材料和施工工艺与传统的道路桥梁建设有一定相似性,施工人员相对容易掌握,工程质量较易控制。然而,该方法也存在一些局限性,如会使结构自重明显增加,这可能对原结构的基础以及下部结构产生更大的压力,需要对基础进行重新评估和加固设计。

3.5 粘贴FRP加固法

粘贴FRP(Fiber Reinforced Polymer, 纤维增强复合

材料)加固法是道路桥梁结构加固领域的新兴技术。FRP材料主要由纤维和树脂基体组成,具有轻质、高强、耐腐蚀等卓越特性。第一,该加固方法通过结构胶粘剂将FRP材料(如碳纤维布或板)紧密粘贴于混凝土或钢结构表面,借助FRP的高强度轴向抗拉性能,与原结构协同受力,从而有效提高结构的承载能力与刚度,显著改善结构的受力状况并抑制裂缝开展。例如,在梁式桥加固中,将碳纤维布粘贴于梁的受拉区,可有效弥补原结构抗拉能力的不足。第二,其优势众多,首先是重量轻,几乎不增加原结构自重,对原基础及下部结构影响极小。其次,FRP材料强度高,加固效果显著,能适应多种复杂结构形状与受力条件,施工便捷灵活,可在不中断交通或仅短暂限制交通的情况下进行施工,大大降低了对交通运营的干扰。再者,其耐腐蚀性强,能有效抵抗环境侵蚀,延长结构使用寿命^[3]。

结束语

道路桥梁结构加固对于保障交通网络的安全与畅通意义非凡。通过对常见病害的深入剖析以及多种加固方法的探讨,可知科学合理的加固措施能够有效延长道路桥梁的使用寿命,提升其承载能力与耐久性。然而,随着交通需求的持续增长与环境变化的日益复杂,加固技术仍需不断创新与完善。未来应进一步加强新型材料与工艺的研发应用,注重加固设计的精准性与前瞻性,同时强化施工质量管控与后期维护监测,以确保道路桥梁在现代化建设中持续稳定地发挥关键作用。

参考文献

- [1] 犹文芳.道路桥梁结构加固分析[J].黑龙江交通科技,2019,08:84-85.
- [2] 杨予,潘金龙.道路桥梁加固[J].特种结构,2019,05:90-93+114.
- [3] 王颖玮,张志金.对道路桥梁结构加固方法的分析与研究[J].科技创新与应用,2019,06:211.