

# 公路桥梁结构病害与加固分析

李翔

宁夏公路管理中心石嘴山分中心 宁夏 石嘴山 753000

**摘要:** 公路桥梁结构病害与加固分析是确保交通设施安全与持久运行的关键环节。深入探讨了公路桥梁常见的结构病害类型,包括裂缝、钢筋锈蚀、地基沉降等,并分析其成因,如设计缺陷、施工不当、材料老化等。本文详细阐述了多种加固措施,如裂缝修补技术、碳纤维加固法、粘贴钢板加固法等,旨在提高结构的承载能力和稳定性。通过实施这些加固措施,可有效预防和处理结构病害,确保公路桥梁的安全运行,为社会的持续发展和人们的出行安全提供有力保障。

**关键词:** 公路桥梁; 结构病害; 加固施工

## 引言

随着我国社会经济的快速发展,公路桥梁施工行业也呈现出蓬勃发展的态势。然而,当前桥梁改造加固市场却存在不安全因素,这对桥梁的安全性和稳定性构成了严重威胁。因此,提升设计与施工人员的专业水平,成为整顿市场的关键。普通桥梁诊断与加固设计知识的普及也至关重要,它能帮助相关人员更好地识别和处理桥梁结构病害,确保公路桥梁的安全运行。为此,我们必须从结构病害与加固方法入手,采取有效措施,提升桥梁建设的质量与安全性。

### 1 公路桥梁结构的重要性

公路桥梁作为交通网络的重要组成部分,其结构的安全与稳定直接关系到交通的畅通与人民生命财产的安全,在现代化建设中,公路桥梁结构的重要性愈发凸显,它不仅是连接城市与乡村、地区与地区的纽带,更是推动经济发展的重要力量。(1) 结构的安全稳定性。公路是车辆和行人通行的通道,桥梁则是跨越河流、湖泊等自然障碍物的关键设施。如果公路桥梁结构存在安全隐患,不仅会影响车辆的行驶速度,甚至可能引发交通事故,给人们的出行带来极大的不便,因此,确保公路桥梁结构的安全稳定,是保障交通畅通、减少交通事故发生的重要前提。(2) 结构的质量。在公路桥梁的建设过程中,如果忽视了结构的安全性,可能会导致桥梁坍塌、公路塌陷等严重后果。这些事故不仅会造成巨大的经济损失,更会给人们的生命安全带来严重威胁,所以,在公路桥梁的设计和施工过程中,必须严格遵循相关规范和标准,确保结构的质量和安全性。(3) 可持续发展。随着科技的进步和经济的发展,人们对公路桥梁结构的要求也越来越高。先进的结构设计、优质的材料选择以及精细的施工工艺,都是提高公路桥梁结构性

能、延长使用寿命的关键因素,并且,不断提升公路桥梁结构的技术水平和创新能力,对于推动交通事业的持续发展具有重要意义<sup>[1]</sup>。此外,公路桥梁结构的建设也对推动区域经济发展具有积极作用,优质的公路桥梁结构能够提高交通效率,降低物流成本,促进人员和物资的流通,这对于加快区域经济发展、优化产业布局、提升城市竞争力等方面都具有积极的推动作用。

### 2 公路桥梁结构通病类型与形成原因

公路桥梁结构在长期使用过程中,由于受到多种因素的影响,往往会出现一些通病问题。这些问题不仅影响着公路桥梁的正常使用,还可能对人们的生命财产安全构成威胁。在公路桥梁结构中,裂缝是一种常见的通病。裂缝的出现可能是由于设计不合理、施工质量控制不严、材料性能不达标等多种因素导致的。例如,在设计阶段,如果未能充分考虑结构的受力特点和荷载分布,就可能导致结构在使用过程中产生应力集中和变形过大,从而引发裂缝。在施工阶段,如果混凝土浇筑、振捣等工艺操作不当,或者混凝土养护不到位,也可能导致裂缝的产生。此外,随着使用时间的增长,材料的老化、腐蚀等因素也可能导致裂缝的扩展和加剧。除了裂缝外,钢筋锈蚀也是公路桥梁结构中的一个常见问题。钢筋锈蚀主要是由于混凝土碳化、氯离子侵蚀等原因导致的。当混凝土中的氢氧化钙与空气中的二氧化碳反应,生成碳酸钙时,混凝土的碱度降低,钢筋表面的钝化膜被破坏,从而使钢筋容易发生锈蚀。氯离子则能通过混凝土的渗透作用到达钢筋表面,破坏钢筋的钝化膜,加速钢筋的锈蚀过程。钢筋锈蚀不仅会降低钢筋的截面面积和力学性能,还会导致混凝土的开裂和剥落,严重影响结构的安全性。地基不均匀沉降主要是由于地质条件复杂、勘察资料不准确、基础处理不当等原因导

致的<sup>[2]</sup>。当地基的承载力不足或存在软弱下卧层时,结构在荷载作用下会产生不均匀沉降,导致结构出现变形和开裂。地基不均匀沉降不仅会影响结构的使用性能,还可能对结构的整体稳定性造成威胁。

### 3 公路桥梁结构加固措施

#### 3.1 碳纤维加固法

##### 3.1.1 碳纤维加固法原理

碳纤维加固法的原理基于复合材料力学和粘结技术,碳纤维材料具有优异的力学性能,其抗拉强度远高于传统的钢筋材料,且重量轻、耐腐蚀。通过特定的粘结剂,将碳纤维片材粘贴于结构表面,形成一个新的复合体系,这个复合体系能够共同受力,显著提高结构的承载能力、抗裂性能和抗震性能。在碳纤维加固过程中,粘结剂的选择至关重要,它不仅确保碳纤维片材与结构表面之间的紧密贴合,还要能够承受结构在受力过程中产生的剪切力和剥离力。常用的粘结剂有环氧树脂等,它们具有良好的粘结性能和耐久性。

##### 3.1.2 碳纤维加固法实施方法

(1) 结构检测与评估。在实施碳纤维加固法之前,需要对既有结构进行全面的检测与评估,这包括对结构的损伤情况、承载能力、变形情况进行详细的分析和评估,以确定加固的范围和方式。并且,还需了解结构的材料性质、受力状态等信息,为加固设计提供依据。(2) 表面处理。对结构表面进行清理和打磨,去除油污、锈蚀等杂质,确保表面平整、干燥、无灰尘,对于混凝土结构的表面,还需进行糙化处理,以提高碳纤维片材与混凝土之间的粘结力。(3) 碳纤维片材裁剪与预浸。根据设计要求,对碳纤维片材进行裁剪和预浸处理,预浸处理是将碳纤维片材浸泡在粘结剂中,使其充分浸润,以提高粘贴效果,在裁剪过程中,需注意保持碳纤维片材的纤维方向一致,以确保加固效果的均匀性。(4) 粘贴碳纤维片材。在结构表面涂抹粘结剂,然后将碳纤维片材按照设计要求粘贴于结构表面,在粘贴过程中,需控制粘贴压力和温度,确保碳纤维片材与结构表面之间无气泡、无空鼓,而且,还应注意碳纤维片材的搭接长度和粘贴方向,以满足设计要求。(5) 养护与固化。粘贴完成后,对碳纤维片材进行养护和固化,养护期间需保持施工环境的温度、湿度稳定,避免阳光直射和雨水冲刷。固化时间根据粘结剂的种类和环境条件而定,一般需要数小时至数天不等,在固化过程中,需定期检查碳纤维片材的粘贴情况,如有松动或起翘现象,应及时进行处理。

#### 3.2 粘贴钢板加固法

##### 3.2.1 粘贴钢板加固法原理

粘贴钢板加固法的核心在于利用钢板与结构之间的黏结力,实现钢板与结构的共同受力,当结构受到外力作用时,钢板能够有效地分担部分荷载,从而减轻结构的受力状况。而且,钢板的刚度较大,能够有效地提高结构的整体刚度,改善结构的受力性能。在粘贴钢板加固过程中,黏结剂的选择和使用至关重要,优质的黏结剂应具有良好的黏结性能、耐久性和抗老化性能,以确保钢板与结构之间的黏结牢固可靠。同时,施工过程中的温度、湿度等环境因素也会影响黏结剂的性能,因此需要在适宜的环境条件下进行施工。

##### 3.2.2 粘贴钢板加固法实施方法

(1) 结构评估与准备。在实施粘贴钢板加固法之前,需要对既有结构进行全面的检测与评估,这包括对结构的损伤情况、承载能力、变形情况进行详细的分析和评估,以确定加固的范围和方式,并且,还需要对结构的受力部位进行精确评估,确定钢板粘贴的位置和数量。在准备阶段,需要对钢板进行预处理,这包括钢板的切割、打磨、除锈等工序,以确保钢板表面的平整度和清洁度,并需准备适量的黏结剂和其他辅助材料。(2) 钢板粘贴。在粘贴钢板时,首先需要在结构表面涂抹一层均匀的黏结剂,然后,将预处理好的钢板按照设计要求粘贴于结构表面,在粘贴过程中,需使用专用工具对钢板进行压实,以确保钢板与结构之间的黏结紧密无缝<sup>[3]</sup>。在粘贴完成后,还需对钢板进行养护,这包括控制施工环境的温度、湿度等条件,以确保黏结剂的固化效果,还需避免在钢板粘贴区域施加过大的外力,以免影响加固效果。

##### 3.2.3 粘贴钢板加固法的优缺点

粘贴钢板加固法具有施工简便、效果显著等优点,然而,它也存在一些需要注意的问题,例如,钢板的防腐处理至关重要,否则会影响其加固效果和使用寿命。此外,粘贴质量的控制也是关键,若黏结不牢固或存在空鼓等问题,可能导致加固失效,对此,在施工过程中需严格控制各个环节的质量,确保加固工程的安全性和有效性。

#### 3.3 裂缝修补技术

##### 3.3.1 裂缝修补技术的原理

裂缝修补技术的核心原理在于通过特定的修补材料和方法,将裂缝进行封闭或填充,以恢复结构的完整性和承载能力,根据裂缝的类型、位置和严重程度,可以选择不同的修补技术。常见的裂缝修补技术包括表面封闭法、注浆法和开槽填补法等,这些技术各有其特点,

但基本原理都是通过修补材料与裂缝的紧密结合,达到封闭裂缝、防止进一步损伤的目的。

### 3.3.2 裂缝修补技术的实施方法

(1) 表面封闭法。表面封闭法适用于小裂缝处理,先清理裂缝表面,去除油污尘埃,选用合适的修补材料,如环氧树脂或聚合物砂浆,均匀涂抹于裂缝表面,注意控制厚度与均匀度,确保材料与裂缝紧密结合。待修补材料固化后,裂缝表面形成坚固封闭层,有效防止裂缝扩展,提高结构安全性。此方法简便高效,适用于裂缝宽度较小的场合。(2) 注浆法。注浆法适用于大宽度或深度裂缝,设置注浆孔于裂缝两端,其位置和数量依裂缝形态而定,利用注浆设备,将环氧树脂或水泥砂浆等修补材料注入裂缝内。注浆时,需控制压力和速度,确保材料充分填充,待修补材料固化,裂缝即被完全封闭,有效提升结构稳定性,此方法效果显著,适用于处理较大裂缝。(3) 开槽填补法。开槽填补法适用于裂缝宽且浅的情况,在裂缝处精确开槽,槽口尺寸依据裂缝和修补材料性能而定,保持槽口平整清洁。接着,选用适配的修补材料填充槽口,确保材料与槽口紧密无间,避免空鼓和气泡。待修补材料固化后,槽口即被完全填补,裂缝得到有效修复,此法精确高效,适用于特定裂缝情况,确保结构稳固安全。

### 3.3.3 注意事项

实施裂缝修补技术时,需先掌握裂缝成因和性质,选择适宜的修补技术和材料,施工中,严格控制质量和进度,保证修补效果。修补完成后,进行质量检查和验收,确保裂缝得到有效修复。整个过程中,注重细节和精准操作,以保障结构的稳固和安全。

## 3.4 外部预应力加固法

### 3.4.1 外部预应力加固法的原理

外部预应力加固法的核心原理在于利用预应力原理,通过外部预应力筋或预应力束对结构施加预压力,从而改善结构的受力性能。具体来说,当预应力筋或预应力束被张拉并锚固在结构上时,它们会在结构中产生一定的预压应力,这种预压应力与结构在正常使用过程中可能产生的拉应力相互抵消,从而有效减少结构的变形和裂缝的产生<sup>[4]</sup>。并且,预应力还能够提高结构的整体刚度和稳定性,使其在面对极端荷载时表现出更好的性能。

### 3.4.2 外部预应力加固法的实施方法

(1) 准备工作:首先,对需要进行加固的结构进行全面检测,了解结构的损伤程度、受力状态等基本情况。然后,根据检测结果,确定加固的范围和位置,制定详细的加固方案。(2) 预应力筋或预应力束的安装:根据加固方案,在结构外部安装预应力筋或预应力束。安装过程中,需要确保预应力筋或预应力束的位置准确、固定牢固,并避免对结构造成损伤。(3) 张拉与锚固:使用专门的张拉设备对预应力筋或预应力束进行张拉,使其达到设计要求的预应力值。然后,通过锚具将预应力筋或预应力束固定在结构上,确保预应力能够稳定地作用于结构上。(4) 监测与调整:在加固完成后,对结构进行监测,观察加固效果是否达到预期,如果发现加固效果不理想或存在其他问题,需要及时调整和处理。

### 3.4.3 外部预应力加固法的优势与局限性

外部预应力加固法具有显著的优势,如提高结构的承载能力和稳定性、减少变形和裂缝的产生等。然而,该方法也存在一定的局限性,如施工难度较大、对施工人员和设备要求较高、成本较高等。因此,在选择是否采用外部预应力加固法时,需要综合考虑结构的实际情况、加固目标以及经济成本等因素。

## 结语

公路桥梁结构病害与加固分析是保障交通设施安全稳定运行的重要一环。通过深入剖析病害成因,我们能够更有针对性地采取加固措施,提升结构的承载能力和稳定性。同时,随着科技的不断进步,新型加固技术和材料的应用也将为公路桥梁结构加固提供更多可能性。未来,我们将继续加强研究与实践,不断探索更加高效、环保的加固方法,为构建安全、便捷、高效的交通网络贡献力量。

## 参考文献

- [1]李志鹏.公路桥梁结构病害与加固技术分析[J].交通世界,2022(Z1):106-107.
- [2]王建文.公路桥梁结构病害与加固措施分析[J].住宅与房地产,2021(33):221-222.
- [3]朱雁.公路桥梁结构病害分析与维修加固技术[J].建材与装饰,2020(35):79-81
- [4]蒋越群.公路桥梁的常见结构病害及加固技术分析[J].低碳世界,2020(16):121-126