

# 市政道路桥梁工程的常见病害与施工处理技术探讨

刘艳锋

中铁投资集团有限公司 河北 石家庄 050000

**摘要:** 本文对市政道路桥梁工程中常见的病害进行深入探讨,系统分析了其发生原因及影响因素。针对裂缝、腐蚀、变形等多种病害,提出了一系列有效的施工处理技术。在裂缝处理方面,采用超声波检测技术精准定位裂缝,并应用高性能聚合物修复材料进行局部修复,以实现裂缝的闭合和强度的恢复。对于腐蚀问题,通过阴极保护、涂层防护等措施,有效延缓了金属材料的腐蚀速度,提高了桥梁的抗腐蚀性能。在处理桥梁变形方面,采用激光测距技术监测桥梁结构的位移,结合预测模型实现对变形的实时监控和及时修复。通过系统的病害分析和合理的施工处理技术,可以有效提升市政道路桥梁工程的耐久性和安全性,为城市基础设施的可持续发展提供有力支撑。

**关键词:** 市政道路桥梁; 病害; 施工处理技术; 裂缝; 腐蚀; 变形

## 1 引言

市政道路桥梁工程作为城市基础设施的重要组成部分,承载着城市交通运输的重要功能,对城市的发展和居民生活起着至关重要的支撑作用。然而,在长期的使用和自然环境的影响下,市政道路桥梁往往面临各种各样的病害问题,如裂缝、腐蚀、变形等,这些问题直接影响桥梁的安全性、耐久性和运行效能<sup>[1]</sup>。为了确保市政道路桥梁工程的正常运行,及时发现并有效处理这些病害问题成为亟待解决的工程难题。随着城市化进程的加速和人们对交通运输需求的不断增加,市政道路桥梁工程所面临的挑战也日益突显。传统的施工技术在面对复杂多变的城市环境时,往往显得力不从心。因此,对市政道路桥梁工程中常见病害的深入研究和施工处理技术的创新性探讨势在必行。本研究旨在系统分析市政道路桥梁工程中常见的病害,揭示其发生的根本原因和影响机制,以期为制定科学合理的施工处理方案提供理论支持。通过对裂缝、腐蚀、变形等病害的深入研究,结合先进的检测技术和修复材料,力求提出一套全面、可行的施工处理技术,以保障市政道路桥梁工程的稳定性和安全性。

## 2 市政道路桥梁工程病害分析

### 2.1 裂缝病害

#### 2.1.1 形成原因

裂缝是市政道路桥梁工程中常见的病害之一,其形成与多种因素密切相关。首先,桥梁结构在长期使用中受到交通荷载的作用,不同于静态荷载,交通荷载的频繁变化和集中作用容易导致结构局部的应力集中,从而促使裂缝的形成。温度变化也是裂缝形成的重要原因。在气温变化大的气候条件下,桥梁结构受到温度膨胀和

收缩的影响,引发结构的变形和应力变化,最终导致裂缝的产生。

不仅如此,材料的性能和质量也直接关系到裂缝的形成。材料的不均匀性、强度差异以及施工过程中的质量控制问题都可能成为裂缝产生的源头。例如,混凝土在固化过程中由于温湿度控制不当,易形成内部应力,从而诱发裂缝。材料的老化、疲劳和不适当的维护也会加速裂缝的扩展。

#### 2.1.2 影响因素

裂缝病害的影响因素是一个复杂而多层次的系统,需要全面考虑结构、环境和使用等多方面的因素。结构方面,桥梁的设计、施工工艺以及材料选用都直接影响裂缝的发生和发展。设计上的缺陷,如不合理的结构刚度分配或过度的预应力,可能导致结构内部应力失衡,加速裂缝的形成。施工工艺不当,如混凝土浇筑过程中的振捣不均匀,也容易形成裂缝隐患。

环境因素在裂缝形成中起着至关重要的作用。气候条件对裂缝的形成有直接的影响,例如,在极端温度条件下,结构受到的温度应力较大,裂缝易于发生。湿度的变化也是一个重要因素,因为湿度的不均匀分布可能导致结构内部的收缩差异,引发裂缝。

## 2.2 腐蚀病害

### 2.2.1 腐蚀机制

腐蚀是市政道路桥梁工程中一种常见的病害,其发生机制涉及多种因素,主要包括电化学和化学两方面。电化学腐蚀是一种通过金属表面与外部介质之间的电流和离子交换引起的腐蚀形式。当金属表面出现微小缺陷时,形成了阳极和阴极区域。在阳极区,金属氧化成阳离子,而在阴极区,氧还原为水。这一电流和离子交换

的过程导致金属表面逐渐失去原有的金属质量，形成腐蚀。化学腐蚀是一种通过外部介质中的化学物质直接侵蚀金属表面的过程。例如，在潮湿的海洋环境中，氯离子是一种常见的腐蚀介质。氯离子能够与金属表面形成氧化膜，阻止氧的进一步侵蚀，但与此同时也导致了氯化物离子的聚集，形成更为侵蚀性的物质，加速金属的腐蚀速度。在工业大气污染环境中，硫化物和酸雨等因素也可能引发化学腐蚀。

### 2.2.2 材料特性与腐蚀关系

材料的特性直接影响了腐蚀的发生和发展。金属的化学成分和晶体结构决定了其在特定环境中的腐蚀抵抗能力。为深入研究材料特性与腐蚀关系，研究选取了不同材料在具有氯化钠（NaCl）的海洋环境中的腐蚀速率数据。这些数据通过定期浸泡试样并测量其重量损失来获得<sup>[2]</sup>。所选材料包括304不锈钢、铝合金（Al-6061）、碳钢（ASTM A36）和铜（Cu）。

表1：材料特性与腐蚀关系

材料	腐蚀速率（mm/年）
304不锈钢	0.005
铝合金	0.02
碳钢	0.1
铜	0.03

通过数据可以看出304不锈钢的腐蚀速率最低，仅为0.005 mm/年，表明其在海洋环境中具有优异的抗腐蚀性。相比之下，碳钢的腐蚀速率最高，达到0.1 mm/年，显示其在海洋环境中容易受到腐蚀侵蚀。铝合金和铜的腐蚀速率相对较低，分别为0.02 mm/年和0.03 mm/年，这表明它们在海洋环境中的抗腐蚀性能相对较好，但仍然不及304不锈钢。铝合金的抗腐蚀性能明显优于碳钢，而铜的表现介于304不锈钢和碳钢之间。

因此，通过这些实验数据的对比分析，可以得出不同材料的抗腐蚀性能差异较大，其中304不锈钢在海洋环境中表现出色，而碳钢则相对较为脆弱。

## 2.3 变形病害

### 2.3.1 引起变形的因素

市政道路桥梁工程中的变形病害往往源于多种因素的综合作用。温度变化是引起结构变形的主要因素之一。在日常气温波动和季节性气候变化的影响下，桥梁结构会发生热胀冷缩，导致长度、高度和宽度的周期性变化。这种变化会引发结构的变形，尤其在长大跨度的桥梁中更为显著。交通荷载也是桥梁结构变形的重要驱动因素。不同类型的车辆和荷载造成的挠度、振动以及静载荷的集中作用都可能导致结构的变形。特别是在在桥

梁的支座、梁与墩之间等关键部位，交通荷载可能引起局部应力集中，从而导致变形病害的产生。

土壤的沉降和地基不稳定也是引起桥梁结构变形的因素之一。土壤沉降可能导致支座不平衡，进而引起结构的倾斜和变形。地基不稳定会导致结构受力不均匀，引发裂缝和变形，严重影响桥梁的承载能力和稳定性。

变形还会对桥梁的使用寿命产生负面影响。结构变形加速了桥梁的老化过程，增加了维护和修复的频率和成本。对于长期受到变形影响的桥梁，其承载能力可能逐渐减弱，限制了其使用寿命，最终可能需要进行重大维修改造。

## 3 施工处理技术探讨

### 3.1 裂缝处理技术

#### 3.1.1 超声波检测技术应用

超声波检测技术在裂缝处理中的应用，为桥梁工程提供了一种非侵入性的、高精度的检测手段。超声波能够穿透材料，检测到其中的内部缺陷和裂缝，实现对裂缝的精确定位。该技术基于超声波在不同材料中的传播速度差异，通过对反射和散射信号的分析，可以获取裂缝的深度、长度和方向等关键信息。超声波检测技术的高灵敏度使得即使是微小的裂缝也能够被准确探测，为裂缝的及早发现提供了有效手段。其具体装置如下图1所示：

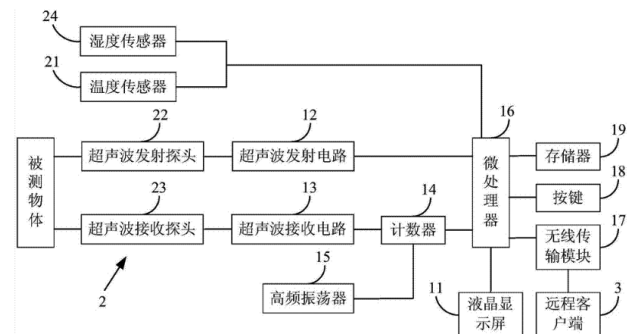


图1：超声波检测技术的装置图

超声波检测技术的应用流程包括：先通过传感器将超声波引入材料中，然后接收回波信号进行分析和处理。通过对回波信号的时延、振幅等参数的分析，可以生成裂缝的详细图像，提供了直观的裂缝检测结果<sup>[3]</sup>。这种技术的优势在于其对不同材料和结构的适用性，可广泛应用于混凝土、金属和复合材料等各类桥梁结构的裂缝检测与定位。

#### 3.1.2 高性能聚合物修复材料

高性能聚合物修复材料作为一种先进的裂缝处理技术，通过其优异的粘附性、耐腐蚀性和抗压强度，为桥梁结构的裂缝修复提供了可靠的解决方案。这类修复材

料通常是由聚合物树脂和强化纤维等组成，具有出色的抗拉强度和耐久性。

在应用中，高性能聚合物修复材料首先通过适当的工艺被填充至裂缝内，然后在固化过程中形成具有优异性能的修复层。修复层不仅填补了裂缝，还能够有效地传递和分散外部荷载，提高结构的整体强度。

### 3.2 腐蚀处理技术

#### 3.2.1 阴极保护原理

阴极保护作为一种主动防腐技术，通过施加外电流使金属结构成为电化学反应中的阴极，从而减缓或阻止金属腐蚀的过程。阴极保护的基本原理是通过外加电流将金属表面的阳极反应逆转为阴极反应，从而实现金属表面的保护。在桥梁结构中，一般采用无害的直流电源通过导电涂层或惰性阳极材料向结构表面供电，使得结构表面成为阴极，防止金属的腐蚀。

阴极保护技术的具体应用过程包括：①确定阴极保护系统的设计方案，包括电流密度、阴极保护涂层的选择等。②在结构表面安装阳极和导电涂层，确保整个系统的有效性。最后，通过外部电源施加适当电流，使结构表面始终保持在阴极状态，从而防止金属腐蚀。

#### 3.2.2 涂层防护技术

涂层防护技术是一种 passivation (钝化) 方法，通过在金属表面形成一层保护性的涂层，阻止金属与外界介质的直接接触，从而减缓或防止金属的腐蚀。在桥梁工程中，常用的涂层包括有机涂层、无机涂层和多层涂层等。一直铁路常用的涂层防护技术如图2所示：

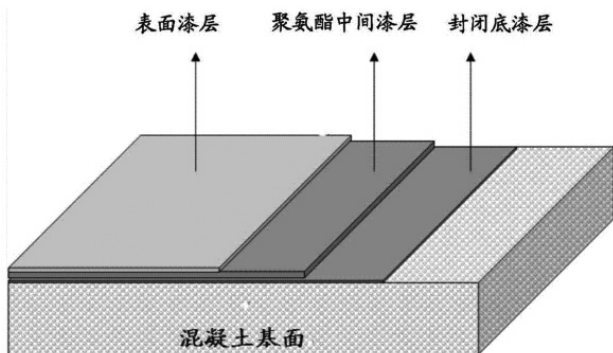


图2：涂层防护技术原理图

有机涂层通常采用聚合物树脂为基础，通过其优异的附着性和耐腐蚀性，形成一层均匀的、连续的保护

膜。这种涂层不仅能够有效防止氧气、水分等介质对金属的腐蚀，还具有一定的耐磨性和耐候性。然而，有机涂层的耐高温性能相对较差，适用范围受到一定限制。无机涂层则常采用氧化铝、氧化锌等无机物质，通过其对金属的保护作用来达到抗腐蚀的目的<sup>[4]</sup>。这类涂层具有较好的耐高温性能，适用于一些特殊环境条件下的金属结构。然而，其涂层的成本相对较高。

预测模型在变形修复中的作用体现在以下几个方面。通过对结构的全面建模，能够全面了解结构的受力状况，预测可能出现的变形和裂缝情况。模型可以通过仿真分析不同修复方案的效果，评估其对结构的影响，为选择最优修复方案提供科学依据。预测模型还能够帮助制定结构的定期检测和维护计划，以及进行风险评估，提高结构的安全性和可靠性。

### 4 结语

综上所述，市政道路桥梁工程中常见的病害包括裂缝、腐蚀和变形等，对结构稳定性和使用寿命构成潜在威胁。在裂缝处理中，超声波检测技术可实现对裂缝的精确定位，而高性能聚合物修复材料则提供了可靠的修复方案。在腐蚀处理方面，阴极保护和涂层防护技术成为有效的腐蚀防治手段，选择合适的材料和涂层方案对结构长期稳定至关重要。对于变形处理，激光测距技术以其高精度和非接触性质在变形监测中表现突出，而预测模型则为制定科学修复方案提供了可靠依据。通过这些技术的综合应用，能够及早发现并有效处理桥梁病害，提高结构的可靠性和安全性。因此，在市政道路桥梁工程中，科学合理地选择和和应用这些病害处理技术，不仅有助于延长结构使用寿命，也为城市基础设施的可持续发展奠定坚实基础。

### 参考文献

- [1]潘霖霖.市政道路桥梁工程的常见病害与施工处理技术探讨[J].汽车博览,2020:185.
- [2]萧以苏.市政道路桥梁工程的常见病害与施工处理技术探讨[J].建筑与预算,2022:3.
- [3]李义伟;冯淑先.市政道路桥梁工程的常见病害与施工处理技术探讨[J].消费导刊,2021:1(59).
- [4]任延鑫.市政道路桥梁工程的常见病害与施工处理技术探讨[J].中国房地产业,2021:1(206).