

# 公路桥梁养护与加固关键技术研究

裴奇方

临沂市公路事业发展中心兰陵县中心

**摘要：**公路桥梁作为交通基础设施的重要组成部分，对社会经济发展具有重要意义，随着使用年限的增长以及自然因素和人为因素的影响，公路桥梁普遍存在着养护与加固需求的问题。针对这一问题，研究公路桥梁养护与加固的关键技术，对于保障公路桥梁的安全可靠运营，延长其使用寿命，具有重要的实际意义和应用价值。本文旨在深入探讨公路桥梁养护与加固的关键技术，为保障公路桥梁运营安全提供有力的技术支持和实践指导，促进我国公路交通建设的可持续发展。

**关键词：**公路桥梁；养护；加固；关键技术

【DOI】10.12254/j.issn.2096-6539.2024.03.061

**引言：**公路桥梁的维护和加固工作是一个既复杂又至关重要的技术挑战，它需要根据桥梁的种类、结构设计和损坏的严重程度来采纳合适的策略。由于我国经济水平还相对落后，许多地区仍处于传统的“以修为主”的维修模式之中，因此对现有公路桥梁进行科学有效地养护和加固就显得尤为重要。伴随着科技的不断发展和工程实践的持续进步，许多创新的材料、技术和方法已经在桥梁的养护和加固工程中得到了广泛的应用。例如，碳纤维增强复合材料（CFRP）在桥梁结构加固中的使用，以及基于健康监测的桥梁养护决策系统等。

## 一、公路桥梁的重要性 and 作用

公路桥梁是交通建设中的重要组成部分，它们在连接城乡、促进经济发展、保障人民生命财产安全等方面发挥着至关重要的作用。首先，公路桥梁是交通枢纽，它们使得车辆和行人能够安全、快速地通过河流、峡谷等自然障碍，提高了交通效率，缓解了交通压力。其次，公路桥梁的建设可以促进区域经济的发展，因为它们可以使物资和人员更快地流通，提高地区的整体竞争力。此外，公路桥梁还可以提高人民的生活质量，因为它们可以缩短行程时间，减少交通费用，使人们更加便捷地到达目的地。最后，公路桥梁还可以保障人民的生命财产安全，因为它们可以避免因渡河而产生的危险，提高行车的安全性。总之，公路桥梁在我们的生活中扮演着非常重要的角色，它们是社会经济发展的重要支撑，也是我们生活中不可或缺的一部分。

## 二、公路桥梁的常见问题及成因

公路桥梁作为交通基础设施的重要组成部分，经常面临着各种问题和挑战。这些问题主要可以分为两大类：结构性问题和功能性问题。结构性问题主要涉及桥梁的结构安全和稳定性，而功能性问题则更多地涉及桥梁的使用功能和性能。

### （一）结构性问题

#### 1. 桥梁开裂

桥梁开裂是最常见的一种结构性问题。裂缝可以出现在桥梁的各个部位，包括桥面、桥墩、梁体等。这些裂缝的产生可能是由于桥梁施工质量控制不严格、桥梁承受的荷载超过设计范围、结构老化等。当裂缝达到一定宽度和深度时，就会对桥梁的结构安全产生严重影响。

#### 2. 桥梁结构变形

桥梁结构变形可能是由于地基不均匀沉降、超载、车辆冲击等因素引起的。当变形达到一定限度时，就会影响桥梁的正常使用，甚至会引发安全事故。

#### 3. 桥梁连接部位损伤

桥梁连接部位损伤可能是由于连接件松动、脱落、断裂等因素引起的。连接部位的损伤不仅会影响桥梁的使用性能，还会对桥梁的结构安全产生影响。

### （二）功能性问题

#### 1. 桥面铺装损坏

桥面铺装损坏是最常见的一种功能性问题。这种损坏可能是由于车辆超载、施工质量控制不严、桥面排水不畅、自然环境等因素引起的。桥面铺装的损坏不仅会影响桥梁的使用性能，还会对桥梁的结构安全产生影响。

#### 2. 伸缩装置失效

这主要是由于设计不当、施工不当或材料问题引起的。例如，设计时没有考虑到车辆的超载问题，或者施工时没有按照规范操作，导致装置的质量不符合要求。此外，材料的老化、磨损或疲劳也会导致伸缩装置失效。

#### 3. 桥头跳车

这是由于桥台与路堤之间存在高度差，导致车辆在通过桥头时产生跳跃。桥头跳车不仅会影响车辆的行驶安全，还会对桥梁和道路造成额外的冲击力，加速桥梁和道路的损坏。造成桥头跳车的原因包括设计不当、施工不当、地基沉降等。

### 三、公路桥梁工程的加固关键技术

桥梁加固是对桥梁构件采取的补强、更换或调整内力等使其满足使用要求的工程措施。

#### （一）上部结构加固加固技术

##### 1. 套拱肋加锚喷法加固技术

石拱桥的套拱肋加锚喷法加固是一种在原有石拱的外侧进行加固的关键技术。这种加固方法主要是通过石拱的外侧进行钻孔，并注入特殊材料来增强桥梁的结构强度和稳定性。同时，在拱顶位置也进行加固，以支撑并加强现有的石拱桥体。首先，在套拱肋加固过程中，工程师会在石拱的外侧进行钻孔，这些钻孔的位置和密度会根据桥梁的具体情况进行合理的设计和布置。

钻孔的目的是为了注入特殊的加固材料，例如高强度的聚合物、纤维混凝土等，来提高石拱的强度和稳定性。接下来，在拱顶位置进行加固是为了有效地承担桥梁荷载，并增强石拱的受力性能。通常，工程师会采用加设协助拱的方法，在石拱上方建造一道新的拱形结构，以支撑并加强原有的石拱桥体。这样的操作使得整个桥梁能够更好地分担荷载，提高桥梁的承载能力。通过套拱助加锚喷法加固，石拱桥的荷载承载能力得到了有效提升。这种加固方法不仅能够增加桥梁的整体强度，还能够优化桥梁的受力和抗震性能。此外，这种加固方法还具有施工周期短、成本相对较低等优点，适用于石拱桥体的改造和加固工程。总之，石拱桥的套拱助加锚喷法加固通过在原有石拱的外侧钻孔后注入特殊材料，并在拱顶加固，提高了桥梁的荷载承载能力。这种加固方法为石拱桥的改造和加固提供了一种有效可行的方案，使得桥梁能够更加安全可靠地服务于交通运输。

### 2. 钢筋混凝土拱桥锚喷加固技术

钢筋混凝土拱桥锚喷加固是一种常用的桥梁加固技术，通过在拱桥结构表面喷涂钢筋混凝土材料，以增加桥梁的强度和刚度，从而提高其整体的抗震性能。首先，在进行锚喷加固前，需要对拱桥的结构进行详细的检测和评估，确定加固的必要性和适用方案。一旦确定进行加固，首先对拱桥表面进行清理和处理，确保良好的结构黏结性。接下来，钢筋混凝土材料被喷涂在拱桥表面，形成一层增强层。这层增强层可以提供额外的强度和刚度，有效地增加了桥梁的承载能力。喷涂的材料通常是优质混凝土，其中掺入了足够的钢筋以增强桥梁的抗拉强度和抗弯能力。这种加固技术具有许多优点。首先，它可以在不影响交通的情况下进行施工，减少了对桥梁使用的干扰。其次，喷涂的材料能够很好地与原有结构牢固地黏结在一起，形成一体化的加固层。此外，钢筋混凝土材料具有优异的抗震性能，能够有效地提高桥梁的整体稳定性和抗震能力。但也需注意，钢筋混凝土拱桥锚喷加固需要严格控制施工质量，确保喷涂材料的厚度和均匀性，以及与原有结构的牢固黏结。此外，加固后的桥梁还需要经过全面的安全评估和检测，以确保施工质量和加固效果符合设计要求。总而言之，钢筋混凝土拱桥锚喷加固技术是一种有效的桥梁加固方案，能够提高桥梁的强度、刚度和抗震性能。通过合理的施工和严格的质量控制，可以保证桥梁的长期使用安全和可靠性。

### 3. 纤维复合材料加固技术

纤维复合材料加固法是一种常用的公路桥梁加固技术，通过使用高强度纤维复合材料对桥梁结构进行包裹和加固，以提高桥梁的强度和稳定性。纤维复合材料由纤维和基体材料组成，其中纤维通常采用碳纤维、玻璃纤维或有机纤维，基体材料一般为环氧树脂等。这种材料具有高强度、高刚度、轻质、持久耐久和良好的耐腐蚀等特点，因而非常适合用于加固桥梁结构。在纤维复合材料加固桥梁时，首先需要评估和

设计，确定加固方式和材料使用。然后，在需要加固的位置进行表面处理，清除旧油漆、锈蚀等，保证纤维复合材料与结构表面良好的粘接。接下来，将纤维复合材料与环氧树脂混合，得到黏性固化材料。将该材料涂覆在结构表面，并贴上预先设计的纤维布或纤维带，保证材料与结构的结合强度。之后，进行预定的固化过程，让材料与结构牢固黏结，并达到设计要求的强度。通过纤维复合材料加固法，可以在不改变原有桥梁结构的情况下，增加桥梁的承载能力、提高抗震性能和抗裂能力。相比传统的加固方法，纤维复合材料加固具有施工便捷、施工周期短、造价较低的优势。此外，纤维复合材料还可以避免传统加固材料如钢材的腐蚀问题，延长桥梁的使用寿命。综上所述，纤维复合材料加固法是一种高效且可靠的公路桥梁加固技术，其所具备的优势能够有效提升桥梁结构的稳定性和安全性，为公路交通提供可靠保障。

桥梁上部结构加固方法还有梁板底部粘贴钢板加固法、壁可法修补裂缝、增设纵梁加固法、体外预应力加固法等。

## (二) 下部结构加固技术

### 1. 扩大基础加固技术

扩大基础加固法是公路桥梁工程中常用的一种加固技术，通过加宽和加固桥梁的基础，可以有效提高桥梁的稳定性和荷载承载能力。首先，扩大基础加固法主要通过加宽桥墩的基础底座来增加其承载面积。在桥梁设计和施工过程中，可能会出现荷载超过原设计容量的情况，因此通过在原基础底座四周进行土方开挖和加宽，可以扩大桥墩的基础面积，使其能够更好地承担荷载。同时，在加宽的基础上进行加固，如利用高强度混凝土进行封闭，可以提高基础的强度和稳定性。其次，扩大基础加固法还可以增加桥梁与地基之间的接触面积，进一步提高了桥梁的稳定性。桥梁的基础通常是通过桩基或者直接与地基接触来承受荷载并向地基传递。通过扩大基础的底座面积，使桥梁与地基之间的接触面积增大，可以有效地分散荷载，减少了地基的承载压力，增加了桥梁与地基之间的摩擦力，进而提高了桥梁的稳定性和安全性。此外，扩大基础加固法还可以降低桥梁结构的变形，提高整体刚度。在原有基础的加固过程中，可以利用钢筋混凝土等材料对基础进行加固，使其具有更高的刚度，从而有效降低桥梁在荷载作用下的变形，提高了桥梁的运行安全性。综上所述，扩大基础加固法是一种常用且有效的公路桥梁加固技术，通过加宽和加固桥梁的基础，不仅可以增加桥墩的承载面积和稳定性，还可以改善桥梁与地基之间的接触条件，从而提高整体的荷载承载能力和稳定性，确保桥梁的安全运行。

### 2. 高压注浆加固技术

高压注浆加固是一种常用的桥梁工程加固技术，通过高压注入浆液来填充桩基间的空隙，以提高桩基的承载能力和稳定性。这项技术通常在桥梁施工或使用过程中出现桩基空隙或破损时使用。空隙的存在可能会导

致桩基的不稳定性或荷载承载能力下降，因此需要及时修复和加固。实施高压注浆加固的步骤一般包括以下几个阶段：首先，工程师会在桩基间的空隙或破损位置进行认真的勘察和评估。通过探测设备和解体分析，确定空隙的大小、位置和形状，以及是否需要额外加固。其次，需要选择合适的浆液材料。常用的浆液材料包括水泥浆、聚合物浆液或聚合物水泥混合浆液等。根据具体的情况，选用适宜的浆液材料和配比，以保证加固效果。然后，采用高压注浆设备进行注浆施工。工程人员通过高压泵将浆液注入预定位置，填充空隙。注浆的压力一般较高，可以确保浆液充分渗透到空隙中，并将其充实，提高桩基的稳定性。最后，待注浆完全固化后，进行必要的测试和监测。工程人员可以使用各种现代化的测试设备对桥梁进行负荷测试和振动测试，以确保加固效果，保证桥梁的安全使用。高压注浆加固技术能够有效填补桩基间的空隙，提高桩基的强度和稳定性。通过这种方法，可以修复破损和虚弱的桩基，确保桥梁在使用过程中具有良好的承载能力，同时延长桥梁的使用寿命。

## 四、公路桥梁工程的养护关键技术

### （一）桥梁的检测评估

应按规定对使用中的桥梁进行定期检测评估，及时掌握桥梁的基本状况，并采取相应的养护措施。桥梁的检查与检测主要分为经常性检查、定期检测以及因特殊情况触发的检测。经常性检查的周期不超过一个月，由桥梁养护技术人员负责实施，主要用于检查桥区的违章行为、交通事故以及特别严重的桥梁病害。定期检测的周期一般不超过3年，根据结构的重要性和复杂程度设置，定期检测重点检测桥梁的结构病害，由养护单位的总工负责实施。因特殊情况触发的检测是指发现桥梁重大病害、地震、火灾、洪水等灾害后，为确定桥梁的技术状态进行的检测，由具有相应检测实力的专业研究机构实施。

### （二）梁体结构的养护

梁体结构是桥梁的重要组成部分，对于混凝土梁体和钢结构梁体，它们的养护方法有所不同。对于混凝土梁体，裂缝和青筋暴露是需要注意的主要问题。裂缝会影响梁体的承载能力和耐久性，因此需要定期检查并采取相应的措施。青筋暴露则可能是由于施工过程中的问题或者长期使用导致的，需要加以修复和养护，以防止进一步的损害。对于钢结构梁体，需要关注的是油漆层剥落和锈蚀问题。油漆层剥落可能是由于材料质量或施工工艺问题引起的，需要及时修复以防止锈蚀。锈蚀是钢结构常见的问题，锈蚀会导致钢材强度下降，严重影响桥梁的安全。因此，需要定期进行防锈处理和涂装保护。总之，梁体结构的养护工作需要针对不同材料和问题进行有针对性的处理，以确保桥梁的安全和稳定。

### （三）地基的养护

地基下沉是地基容易出现的严重问题，不仅会对桥梁造成潜在的威胁，还会对车辆行驶安全造成影响。因

此，需要定期对地基进行检查，及时发现并解决存在的问题。在养护过程中，需要关注地基的沉降量是否符合规范要求，如果发现地基下沉超出允许范围，需要及时采取措施进行加固处理。同时，还需要检查地基是否存在其他缺陷，如裂缝、滑移等，并针对不同的问题采取相应的养护措施。另外，在桥梁使用过程中，还需要注意车辆荷载对地基的影响。如果地基受到过大的荷载冲击，可能会对地基造成损害，因此需要加强对车辆超载的管理，以减少对地基的损害。总之，地基的养护工作需要定期进行检查和维修，及时发现并解决存在的问题，以确保桥梁的安全和稳定性。

### （四）桥面的养护

桥面的主要构成原料是沥青或水泥混凝土，它们的稳定性较强，但在长期的使用过程中，因为日晒雨淋，沥青路面极易产生车辙、裂缝等问题。这些问题的出现会影响桥面的承载能力和使用性能，因此需要及时进行检查和养护。在养护过程中，需要定期检查桥面是否存在裂缝、车辙等病害，如果发现这些问题，需要及时修复。对于沥青混凝土桥面，可以采用热补、冷补、防水涂层等方法进行修复；对于水泥混凝土桥面，可以采用水泥砂浆、防水涂层等方法进行修复。同时，还需要对桥面的排水系统进行检查和维修，确保桥面排水畅通，防止积水对桥面造成损害。

### 结束语

总体而言，公路桥梁的维护和加固工作是一个既长期又具有挑战性的任务，这需要我们不断地投入资源和精力来进行深入的研究和实际应用。希望本文能对我国当前公路桥梁养护与维修工作中存在的问题提出一些解决措施。我们热切期望与各个领域的学术专家和从业者携手合作，以共同促进公路桥梁维护和加固技术的进步，从而为构建更加安全和可靠的公路桥梁网络做出有意义的贡献。

### 参考文献

- [1] 陈琨. 粘贴碳纤维布加固法在高速公路桥梁维修加固中的应用[J]. 交通世界, 2021(36): 61-62, 79.
- [2] 迪丽萨尔·迪力夏提. 箱梁现状承载能力验算及加固维修设计研究[J]. 西部交通科技, 2021(10): 100-102, 150.
- [3] 罗玮. 基于计划行为和多属性效用理论的PC桥梁可持续加固策略[D]. 北京: 北京交通大学, 2021.
- [4] 王志翔. G30线嘉安段、瓜星段118桥等十座桥梁维修加固及预防性养护施工技术[J]. 中华建设, 2021(8): 148-149.
- [5] 张洪旭. 桥梁裂缝维修加固中的碳纤维加固施工技术[J]. 工程技术研究, 2021, 6(12): 94-95.
- [6] 王奎涛. 不中断交通下桥梁空心板铰缝渗水维修加固施工技术研究[J]. 交通世界, 2021(9): 31-32.
- [7] 孙晓红. 既有钢筋混凝土桥梁状态评定与维修加固方案研究[J]. 工程与建设, 2020, 34(6): 1169-1172.