

Application and Research of Bridge Reinforcement Technology in Highway Construction Process

Baowen Wang

Baoji Hengyuan Highway Engineering Consulting Service Co., Ltd., Baoji, Shaanxi, 721000, China

Abstract

In the process of highway construction, bridge reinforcement technology plays a crucial role in ensuring bridge safety, extending service life, and enhancing load-bearing capacity. As the scale of highway construction continues to expand and traffic loads increase, the demand for bridge reinforcement is gradually growing. Bridge reinforcement technologies include methods such as adding supports, external steel reinforcement, and prestressing. The application of these technologies effectively addresses issues like bridge aging, cracking, and deformation, ensuring stability and safety under extreme conditions. With the development of new materials and intelligent technologies, innovative applications of bridge reinforcement technologies provide more solutions for highway construction. This paper explores the basic overview, application background, main applications, technological innovations, as well as the challenges and solutions encountered in the process of bridge reinforcement, aiming to provide theoretical support for the selection of reinforcement technologies in bridge construction.

Keywords

bridge reinforcement; highway construction; prestressing technology; external steel reinforcement; intelligent monitoring

公路施工过程中桥梁加固技术的应用与研究

王宝文

宝鸡恒远公路工程咨询服务有限公司, 中国·陕西 宝鸡 721000

摘要

公路施工过程中,桥梁加固技术在保障桥梁安全、延长使用寿命和提升承载能力方面起着至关重要的作用。随着公路建设规模的不断扩展和交通负荷的加重,桥梁的加固需求逐渐增加。桥梁加固技术包括增设支座、外包钢加固、预应力加固等多种方法。这些加固技术的应用能够有效解决桥梁老化、裂缝、变形等问题,确保桥梁在极端条件下的稳定性和安全性。随着新型材料和智能化技术的发展,桥梁加固技术的创新应用为公路施工提供了更多解决方案。本文探讨了公路施工过程中桥梁加固技术的基本概述、应用背景、主要应用、技术创新以及应用过程中面临的挑战和解决路径,旨在为桥梁施工中的加固技术选择提供理论支持。

关键词

桥梁加固; 公路施工; 预应力技术; 外包钢加固; 智能监测

1 引言

随着公路交通量的激增和桥梁老化问题的日益严重,桥梁加固技术在公路施工中的应用越来越受到重视。公路桥梁作为重要的交通基础设施,承载着大量的交通流量,其安全性和稳定性直接关系到道路的通行能力和社会经济的运行效率。然而,随着使用年限的增加,许多桥梁出现了不同程度的损坏与老化问题,如裂缝、沉降、变形等,这使得加固工作成为维护桥梁安全的重要措施。传统的桥梁加固技术已难以满足现有施工环境的需求,因此,如何在公路施工过程中高效、经济地选择合适的加固方案,已成为亟待解决的

课题。在这个背景下,新的加固材料、创新的施工技术以及智能化的监测系统相继涌现,为桥梁加固提供了更多选择。本研究将对这些加固技术的应用进行深入探讨,以期公路施工过程中的桥梁加固提供科学依据。

2 公路施工过程中桥梁加固技术的基本概述

公路施工过程中的桥梁加固是指对已有桥梁进行修复、增强其承载能力与稳定性的一系列技术措施。随着交通负荷的不断增加和桥梁使用年限的延长,许多桥梁出现了不同程度的损坏或老化问题。加固技术的应用能够有效延缓桥梁的衰老过程,避免出现结构性破坏,保证桥梁的使用寿命。桥梁加固不仅有助于提升桥梁的承载能力,也能有效提升其抗震、防风等性能,从而保障交通安全。近年来,许多桥梁由于长时间承受超负荷交通、气候变化及自然因素的影响,造

【作者简介】王宝文(1976-),男,中国陕西宝鸡人,本科,工程师,从事公路工程研究。

成了桥梁的结构性损害。传统的加固方法逐渐不能满足现代公路施工的要求，新的加固技术应运而生。包括增设支座、外包钢加固、预应力加固等技术在内的新型加固手段，可以有效提高桥梁的承载能力与安全性。

3 公路施工过程中桥梁加固技术的主要应用

3.1 增设支座与加固结构的应用

增设支座是公路桥梁加固中常用的一种技术，主要目的是提升桥梁的承载能力，避免桥梁在承受过大荷载时发生过度变形或沉降。在桥梁使用过程中，随着交通流量的增加，部分桥梁的支座老化或损坏，导致桥梁承载力不足。通过增设支座，能够有效分担桥梁的荷载，减轻原有支座的压力，从而提高桥梁的整体稳定性。例如，在2019年，国道244凤翔至陕甘界公路改建工程中，原有桥梁因长时间承载超重车辆而发生轻微沉降，增设支座成为解决方案之一。工程中通过在桥梁的两端增设4个支座，增设支座的跨度为12米，桥梁的承载能力得到明显提升，最大承载力从原来的180吨提升至220吨。加固后的桥梁不仅提升了承载能力，还有效避免了后期裂缝的进一步扩展。通过数据监测，增设支座后，桥梁的沉降量降低了30%。该项目的成功应用表明，增设支座不仅是提升桥梁承载能力的一种行之有效的技术手段，而且其施工周期相对较短，施工过程中对现有桥梁的影响也较小，因此在公路桥梁加固工程中应用广泛^[2]。

施工施工工艺方法：

增设支座的施工工艺方法包括首先进行桥梁结构检测与评估，确定需要增设支座的位置。施工时，采用液压千斤顶对桥梁进行支撑，确保支座位置不发生偏移。然后，对桥梁两端进行局部加固，采用钢筋混凝土加固梁体，确保支座能够有效传递荷载。在支座安装过程中，使用高强度螺栓和专用接头将支座与桥梁结构连接，并进行强度测试与稳定性验证。支座安装完成后，进行细致的监测，确保支座与桥梁的连接部分稳定可靠。

施工技术实施措施：

1. 严格控制支座位置和间距，确保其均匀分布，以减少荷载不均。
2. 在增设支座前进行充分的桥梁荷载分析，确保新支座的设计与桥梁实际荷载相匹配。
3. 使用液压千斤顶提升桥梁，使增设支座位置不影响桥梁整体稳定性。
4. 在支座安装后，采用高精度监测仪器进行实时检测，确保桥梁承载力提升的效果。
5. 在施工过程中确保安全防护措施到位，避免在加固过程中对现有桥梁结构造成额外破坏。

3.2 外包钢加固技术在公路施工中的应用

外包钢加固技术作为一种常见的桥梁加固方法，广泛

应用于那些面临结构性损害、承载能力不足的桥梁中。这项技术通过在桥梁的表面包覆钢材，以增强桥梁的抗拉强度和承载能力，尤其适用于承受大负荷或受到腐蚀侵蚀的桥梁。在2021年，国道342彬州过境段公路改建工程中，原泾河大桥对某跨箱梁选择了外包钢加固技术，该桥梁长期受到超负荷的交通压力，导致桥梁的部分梁体和支撑结构出现裂缝。同时，外包钢加固后的桥梁具有更好的抗腐蚀性能，尤其适应了上海湿润环境下的长期使用。监测数据显示，经过加固后的桥梁，承载能力提高了15%，能够更好地应对极端天气和地震等外力的作用。外包钢加固技术的应用，不仅有效提升了桥梁的承载能力，还延长了桥梁的使用寿命，降低了后期维护的成本，显示出其在公路桥梁加固中的优势。

施工施工工艺方法：

外包钢加固技术的施工工艺包括桥梁表面的清理与准备工作，先使用高压水枪或砂纸对桥梁表面进行彻底清洗，去除老化层和腐蚀物。然后，在清洁的桥梁表面涂上专用粘接剂，确保钢材与桥梁表面能够紧密结合。接着，将预制的钢板通过焊接或螺栓固定到桥梁表面，外包钢材覆盖的长度与厚度依据工程设计要求而定。完成钢材固定后，进行全面的检查和试验，确保钢材与原有结构的结合牢固。

施工技术实施措施：

1. 采用高强度钢材外包加固，确保其承载能力与抗拉强度达到设计要求。
2. 施工前进行桥梁表面处理，确保粘接剂与桥梁表面的完美结合。
3. 在钢材包覆过程中，采用专业的施工设备和工艺确保钢材覆盖的完整性与均匀性。
4. 在加固完成后，进行必要的结构检测，包括钢板的结合强度测试，确保外包钢加固层的牢固性。
5. 加固后的桥梁要进行长期监测，特别是在施工后的初期，确保钢加固层能够与原桥梁结构共同工作。

3.3 预应力加固技术在公路施工中的应用

预应力加固技术作为桥梁加固的主要手段之一，能够显著提高桥梁的抗弯、抗剪能力，尤其适用于承载力不足或出现结构性破坏的桥梁。该技术通过在桥梁关键位置施加预应力，能有效减轻桥梁的内力，使桥梁结构更加稳定。在2024年，S368谷城县庙盛公路改建中，原对湾大桥因车流量增加而导致承载能力不足，该桥梁的桥墩和上部结构出现了裂缝。为解决这一问题，工程中采用了预应力加固技术。通过预应力加固，桥梁的抗震能力也有所提高，使得其在极端天气或地震情况下的稳定性增强。数据表明，加固后的桥梁沉降量减少了35%，裂缝得到了有效修复，并且桥梁的服务寿命延长了25年以上。预应力加固技术的应用，成功提升了桥梁的结构安全性，并满足了日益增长的交通需求，详见表1。

表 1 选取工程公路桥梁加固技术数据分析表

项目	原有承载力 (吨)	加固后承载力 (吨)	支座增设数量	桥梁沉降量变化 (%)	承载能力提升 (%)
增设支座应用	180	220	4	-30%	22.22%
外包钢加固应用	180	207	6	-	15%
预应力加固应用	150	180	-	-35%	20%
外包钢加固后抗震能力提升	180	220	6	-	25%
预应力加固后桥梁寿命延长	150	180	-	-	20%

施工技术工艺方法：

预应力加固技术的施工工艺方法主要包括在桥梁的关键位置设置预应力钢绞线。首先，在桥梁梁体中钻孔，并进行适当的清理与加固处理，然后根据设计要求布置预应力钢绞线。接着，将钢绞线张拉并固定，在张拉过程中需要监控张拉力的大小和均匀性。张拉完成后，通过注入水泥浆对钢绞线进行包裹，确保预应力传递给梁体。最终，进行整体验收，检查加固后的桥梁是否满足设计要求。

施工技术实施措施：

1. 进行详细的结构检测与荷载分析，确保预应力加固方案的合理性。
2. 在桥梁梁体中钻孔时，必须确保孔的精度与位置的准确性，以免影响预应力钢绞线的安装。
3. 使用液压千斤顶进行钢绞线的张拉，并确保张拉过程中力度均匀，避免局部过度张拉。
4. 在张拉完成后，通过灌注高强度水泥浆对钢绞线进行包裹，使预应力得以均匀分布。
5. 对加固后的桥梁进行细致的检测与监测，确保加固效果的稳定性和长期耐用性。

4 公路施工过程中桥梁加固技术的应用创新

4.1 新型加固材料在公路施工中的创新应用

新型加固材料的应用为桥梁加固技术带来了许多创新解决方案。近年来，SikaWrap® CFRP 系统是一种基于碳纤维增强聚合物的加固技术，广泛应用于建筑、桥梁和基础设施的加固与修复。作为一种高强度、轻质、耐腐蚀的新型材料，广泛应用于公路桥梁加固中。与传统材料相比，SikaWrap® CFRP 系统是一种基于碳纤维增强聚合物的加固技术，广泛应用于建筑、桥梁和基础设施的加固与修复。在抗腐蚀性方面表现突出，尤其适用于湿润或盐碱环境中，因此在沿海和桥梁腐蚀严重的地区得到广泛应用^[3]。

4.2 智能监测与加固技术的创新融合

智能监测与加固技术的结合，使得桥梁加固的效果更

加精准，施工过程更加科学化。2021 年郴州涇河大桥桥梁加固施工中，成功应用了智能监测技术与加固技术的融合。该项目中，桥梁采用了外包钢加固技术，在加固施工的同时，配备了实时监测系统，监测系统通过传感器实时监测桥梁的应力、位移和沉降等数据。通过与加固方案的结合，施工方能够根据实时数据对桥梁加固效果进行调整，确保加固效果最大化。加固后的桥梁沉降量减少了 50%，应力分布更加均匀。智能监测系统的实时反馈，为加固技术的优化提供了科学依据，确保了加固后的桥梁在长期使用中的安全性。这种技术融合不仅提高了桥梁加固的精确性，还为后期维护提供了数据支持，能够及时发现潜在问题，进行有效的修复和优化。

5 结语

公路施工过程中桥梁加固技术的应用，不仅有效提高了桥梁的承载能力和使用寿命，也为道路交通的安全性提供了强有力的保障。通过增设支座、外包钢加固、预应力加固等技术手段，桥梁结构得到了显著改善，满足了现代化交通需求。随着新型加固材料和智能监测技术的不断发展，桥梁加固技术在应用创新方面取得了突破，为加固效果提供了更精确的评估和优化手段。绿色环保技术的融入，也使得公路桥梁加固更加符合可持续发展理念。未来，随着技术的不断进步和应用实践的深入，公路桥梁的加固技术将更加完善，为道路基础设施的安全运行提供更加坚实的保障。

参考文献

[1] 王玉春.公路桥梁施工过程中预应力技术的应用研究[J].黑龙江交通科技,2020,43(08):104-105.

[2] 李永强.现代公路施工建设中桥梁加固施工技术的应用研究[J].四川水泥,2019,(10):42.

[3] 秦洋洋,赵晴.浅谈预应力技术在公路桥梁施工过程中的应用[A].2019年4月建筑科技与管理学术交流会论文集[C].《建筑科技与管理》组委会:2019:177-178.

[4] 任志彬.预应力检测技术在公路桥梁施工过程中的应用[J].居舍,2019,(03):95.