

装配式桥梁接缝连接质量控制要点探析

冯佳兵

湖北交投建设集团有限公司 湖北 武汉 430000

【摘要】：装配式桥梁作为现代桥梁建设的重要发展方向，其接缝连接质量直接影响结构的整体受力性能与耐久性。针对当前工程实践中普遍存在的接缝开裂、错台、渗水和连接强度不足等问题，本文从施工工艺、材料匹配、构造细节与检测评定等方面对接缝连接的质量控制要点进行系统分析。结合装配式施工特点，提出适用于不同接缝类型的控制措施，强调工厂预制精度、现场安装偏差管理、连接界面处理、灌浆材料性能控制以及全过程质量检测的重要性。研究内容旨在提升接缝连接的可靠性与耐久水平，为装配式桥梁的工程应用提供可实施的技术参考，促进结构的安全性及长期服役性能提升。

【关键词】：装配式桥梁；接缝连接；质量控制；灌浆材料；耐久性

DOI:10.12417/2811-0528.26.03.083

引言

装配式桥梁因其施工速度快、现场作业量小和质量可控性强，已成为我国交通基础设施建设的重要方向。作为连接预制构件的关键部位，接缝的质量直接关系到桥梁的整体性能与服役寿命。在实际工程中接缝往往成为最易产生病害的薄弱环节，表现为连接不密实、界面处理不足及力学性能衰减等问题。随着装配式技术的快速推广，对接缝连接的质量控制提出了更高要求。本研究围绕接缝连接的关键影响因素展开分析，探讨施工工艺、材料性能与检测技术对质量控制的作用机理，旨在为工程实践提供科学依据，推动装配式桥梁建造技术的规范化与高品质发展。

1 装配式桥梁接缝连接的工程表现与发展背景

随着预制化、标准化和机械化施工水平的提高，桥梁构件的制造精度和表面质量得到了显著改善，但接缝区域因涉及材料过渡、界面处理和荷载传递等多重因素，仍然是结构性能最易受到干扰的区域之一。近年来装配式桥梁在干线公路、市政道路及高架体系中得到广泛应用，大量工程实践表明，接缝连接的质量水平成为判断工程优劣的重要指标。接缝构造类型从传统的湿接缝逐步拓展到灌浆套筒、键槽连接、预应力连接等多种形式，技术体系不断完善，但对施工过程的敏感性依然突出，材料选择、安装偏差与界面处理工艺均会影响最终性能。

装配式桥梁在承载体系、抗震性能和耐久性方面取得了较多工程成果，接缝的设计理念也呈现出更强的结构整体性导向。构件尺寸的不断增大和运输安装条件的优化，使得桥梁装配化的规模效应逐渐显现，但随之而来的是对接缝连接可靠性的更高要求^[1]。接缝不仅承担错台控制、剪力传递和位移协调等功能，还需要在长期服役中抵抗温度变化、干湿循环、车流荷载与材料收缩等作用，因此其构造设计与质量控制过程更加精细。工程界逐渐认识到，高可靠性的接缝连接是保证装配式

桥梁整体受力协调、减少病害发生并延长结构寿命的重要基础。

伴随装配式施工体系的升级，接缝连接技术呈现标准化流程、高性能材料应用以及智能化检测手段融合的趋势。预制构件安装误差控制体系逐步完善，接缝界面处理的规范化程度不断提高，现场灌浆材料的流动性、膨胀性和强度稳定性得到显著提升。在此背景下，接缝质量的工程表现更加依赖系统性的工艺管理与全过程监测。装配式桥梁的发展推动了接缝连接技术从依赖经验向依靠数据与标准演进，使其在现代化桥梁工程中的战略地位更加突出。

2 接缝连接质量影响因素的系统剖析

接缝连接质量受多重因素共同作用，其控制难点体现于材料属性、构造设计、加工精度与施工工艺之间的耦合关系。预制构件的生产精度是影响接缝状态的源头条件，尺寸偏差、界面平整度和预留槽口的成型质量都会改变连接构造的受力环境。构件在运输和吊装过程中受到振动、挤压与温度变化影响，局部位置可能产生微小变形，使得现场拼装后的缝宽、缝高和构件相对位置存在偏差。这类安装误差会直接干扰剪力键、连接钢筋及灌浆层的有效受力面积，使连接区域出现应力集中现象，从而降低整体连接性能的可靠性。

材料性能的稳定性是接缝连接质量控制的另一关键点。湿接缝或灌浆连接常依赖高性能灌浆材料，其流动度、凝结时间、抗压强度、膨胀率和后期收缩特性对连接密实度和粘结性能影响显著。若灌浆过程中出现离析、泌水或未饱满填充，将在界面产生微空隙，导致剪应力传递不连续，长期服役中易发展成为渗水、开裂或钢筋腐蚀源。此外，预制构件界面处理不当也会减弱材料间的粘结能力，光滑界面、施工污染或湿度控制不足等因素均会导致粘结破坏模式占主导地位，削弱连接区的整体抗力。

施工组织与工序管理对接缝质量影响同样显著。装配式桥梁往往对安装顺序、构件就位速度、模板封堵工艺以及灌浆设备性能具有较高要求。若封堵不严,会造成浆体流失或局部空腔;若灌浆压力、速率或持续时间控制不当,则可能形成夹杂或未密实区域^[2]。此外,施工现场环境条件,如温度变化、风速、湿度与振动,也会对灌浆材料的成型质量造成影响。监测手段不足或质量检测环节滞后,使得部分隐蔽缺陷无法在施工阶段及时暴露,影响结构服役阶段的稳定性。接缝连接的耐久性还受长期荷载作用和材料渐进损伤影响。反复车辆荷载会引起接缝区域的微裂纹扩展,界面材料在疲劳作用下发生刚度衰减,若构件之间的位移协调性能不足,易导致错台、开裂等病害不断累积。干湿循环和温度作用会加剧材料收缩和膨胀差异,使得界面应力呈持续变化状态,进一步弱化连接整体性。

3 基于工程实践的连接优化技术研究

随着装配式桥梁构造体系不断完善,连接设计更加注重受力路径明确、构造可靠性高和界面协同作用充分。采用复合型受力构造成为一种较为成熟的优化方向,通过剪力键、凸台槽口与钢筋连接的共同作用,提高接缝区域的抗剪、抗弯与抗拉能力,使荷载在构件之间更平稳、连续地传递。部分工程还引入预应力作用,以改善接缝的压应力状态,减少拉应力影响,为提升连接密实度和抑制变形提供保障。

在材料技术方面,高性能灌浆料的应用显著改善了连接界面的结合能力。通过调整颗粒级配、提高流动性和增强早期强度,使灌浆材料能够迅速填充复杂缝隙并形成高密实度界面。工程实践表明,膨胀补偿型和微收缩型材料有助于减少界面空

隙,保证后期粘结稳定性。对于湿接缝形式,通过提高界面粗糙度、采用机械凿毛、增设锚固构造等措施,可进一步强化构件之间的协同受力能力,提高整体延性和抗疲劳性能^[3]。施工工艺的优化同样在工程中发挥了关键作用。精细化安装技术可有效减少构件就位误差,提升接缝宽度与高程控制精度,使灌浆或混凝土填充更加均匀。高压灌浆、二次补浆和全封闭灌注等技术在应用中表现出良好的饱满度控制能力,有助于减少隐蔽空腔。部分工程项目采用智能化监测设备,对压力、流量和温度进行实时记录,为施工过程控制提供数据依据,并有效降低了施工质量波动带来的风险。超声检测、雷达成像和界面强度测试等手段的融合,使隐蔽缺陷能够在早期被识别,为后续补强提供技术基础。

结合工程实践可见优化后的接缝连接技术使结构在受力均匀性、变形协调性与长期服役性能方面均得到显著改善。通过对构造体系、材料性能与施工工艺的协同提升,装配式桥梁接缝连接的整体可靠性不断增强,为推广应用提供了坚实的技术支撑。

4 结语

接缝连接质量关系到装配式桥梁的整体性能与长期服役安全,通过系统梳理工程表现、影响因素与技术路径,可见结构可靠性与耐久性取决于设计、材料与施工的协同提升。优化后的连接体系在受力传递、界面密实度和变形协调方面表现更为稳定,工程应用逐渐形成成熟的技术体系。随着新材料与智能化监测手段的进一步发展,接缝连接质量控制将呈现更高精度与更强适应性,为装配式桥梁建设提供持续支撑。

参考文献:

- [1] 张东生.装配式桥梁节点连接方式对结构性能的影响[J].时代汽车,2025,(17):184-186.
- [2] 李青林.全装配式胶接缝组合桥梁桥面板接缝抗剪性能研究[D].重庆交通大学,2024.
- [3] 黄展赫,吕荣,林福宽.装配式桥梁结构研究综述[J].公路,2025,70(05):170-177.