

# 公路桥梁施工中预制拼装技术的质量控制与效率提升

孙启磊

乌兰察布市金桥公路工程有限公司 内蒙古 乌兰察布 012000

**摘 要：**公路桥梁预制拼装技术凭借工厂化预制与现场拼装模式，有效提升施工效率与质量，契合绿色施工理念。文章围绕该技术，从预制构件制作、运输存放、现场拼装等环节阐述质量控制要点，通过优化施工组织管理、推进技术创新、加强人员培训等策略提升效率。同时展望新型材料与预制技术、智能监测预警系统的应用前景，为公路桥梁建设提供技术参考与实践指导。

**关键词：**公路桥梁施工；预制拼装技术；质量控制；效率提升

## 1 公路桥梁预制拼装技术简述

公路桥梁预制拼装技术是一种将桥梁结构的各个组成部分，如梁、板、墩柱、盖梁等，在工厂或预制场预先制作成构件，然后运输到施工现场进行拼装的施工技术。该技术打破了传统桥梁现场浇筑施工的模式，具有显著的优势和重要的应用价值。从技术优势来看，预制拼装技术极大地提高了施工效率。在工厂环境下进行构件预制，不受现场天气、场地等因素的限制，能够实现标准化、流水线生产，大大缩短了施工周期<sup>[1]</sup>。由于工厂预制的精度高，质量更容易得到控制，减少因施工误差导致的质量问题，提高桥梁的整体质量和耐久性。预制拼装技术还能减少施工现场的噪音、粉尘等污染，降低对周边环境的影响，符合绿色施工的理念。公路桥梁预制拼装技术的发展历程也是不断创新和完善的过程。早期，预制拼装技术主要应用于一些小型桥梁和简单结构，随着材料科学、机械制造技术和施工工艺的不断进步，其应用范围逐渐扩大到大型、复杂的公路桥梁工程中。如今，在国内外众多重大桥梁建设项目中，预制拼装技术都得到了广泛应用，并取得了良好的效果，成为现代公路桥梁建设的重要发展方向之一。在工程实践中，预制拼装技术展现出强大的生命力。例如，在一些城市快速路和高速公路桥梁建设中，采用预制拼装技术能够在短时间内完成桥梁建设，减少对交通的影响；在跨越河流、山谷等复杂地形的桥梁建设中，预制拼装技术也能有效克服现场施工的困难，保证工程的顺利进行。

## 2 预制拼装技术在公路桥梁施工中的应用

### 2.1 上部结构（如梁、板）的预制拼装

在公路桥梁上部结构中，梁、板是主要的受力构件，其预制拼装技术的应用十分广泛且成熟。常见的预制梁类型有预应力混凝土梁、钢-混凝土组合梁等。对于预应力混凝土梁，在预制过程中，通过在梁内设置预应

力钢筋或钢绞线，对混凝土施加预压应力，以提高梁的承载能力和抗裂性能。预制时，首先要精确制作模板，保证梁的尺寸精度；然后进行钢筋绑扎和预应力管道的安装，确保位置准确。在混凝土浇筑过程中，要控制好浇筑速度和振捣质量，防止出现蜂窝、麻面等缺陷。待混凝土达到一定强度后，进行预应力张拉和孔道压浆作业。运输和安装阶段，采用大型运输设备将预制梁运至施工现场，使用架桥机等专用设备进行架设。架桥机的选型和操作至关重要，需要根据梁的重量、跨度等参数合理选择，并严格按照操作规程进行作业，以保证梁体的平稳架设和准确就位。相邻梁体之间通过湿接缝或其他连接方式进行连接，使各梁体形成整体共同受力。钢-混凝土组合梁则结合了钢材和混凝土的优点，具有自重轻、强度高、施工速度快等特点。在预制过程中，钢梁部分在工厂加工成型，混凝土桥面板在预制场制作。运输到现场后，先安装钢梁，再通过剪力连接件将混凝土桥面板与钢梁连接起来，形成组合梁结构。这种结构形式在大跨度桥梁和城市高架桥中应用越来越广泛。

### 2.2 下部结构（如墩柱、盖梁）的预制拼装探索

公路桥梁下部结构的预制拼装技术近年来也得到了不断的探索和发展。墩柱作为桥梁下部的主要承重构件，其预制拼装技术的应用可以有效提高施工效率和质量。预制墩柱一般采用钢筋混凝土结构，在预制场制作时，要精确控制墩柱的垂直度、尺寸和预埋件的位置。为了保证墩柱与基础以及上部结构的连接可靠性，通常在墩柱底部设置预埋钢板或预留钢筋，与基础进行连接；在墩柱顶部设置连接构造，与盖梁或上部梁体连接<sup>[2]</sup>。运输过程中，要做好墩柱的保护工作，防止碰撞损坏。现场安装时，采用起重机等设备将墩柱吊装就位，并通过测量仪器进行精确调整，确保墩柱的垂直度和位置符合设计要求。然后通过灌浆或其他连接方式将墩柱与基础牢

固连接。盖梁的预制拼装相对较为复杂,因为盖梁需要承受上部梁体传递的荷载,并将其分散到墩柱上。在预制盖梁时,要考虑与墩柱的连接方式以及预应力的施加等因素。一种常见的做法是在盖梁两端设置预留孔洞,与墩柱顶部的预留钢筋进行连接,然后通过浇筑混凝土或灌浆的方式形成整体连接。在运输和安装过程中,要根据盖梁的重量和尺寸选择合适的运输设备和吊装设备,并采取有效的加固措施,保证盖梁在运输和安装过程中的稳定性和安全性。

### 3 公路桥梁预制拼装技术质量控制要点

#### 3.1 预制构件制作质量控制

预制构件制作质量是保证公路桥梁预制拼装技术成功应用的基础。在原材料控制方面,要严格把关水泥、砂石、钢材等原材料的质量,确保其各项性能指标符合设计和规范要求。对于预应力钢筋、钢绞线等关键材料,要进行严格的力学性能检测和外观检查。模具制作和使用也至关重要,模具应具有足够的强度、刚度和稳定性,能够保证预制构件的尺寸精度和表面质量。在使用过程中,要定期对模具进行检查和维护,及时修复或更换磨损、变形的模具部件。钢筋加工和安装要严格按照设计图纸进行,保证钢筋的规格、数量、间距和连接方式符合要求。钢筋的焊接或绑扎质量直接影响构件的承载能力,要加强对焊接或绑扎工艺的控制,确保焊接接头或绑扎点牢固可靠。混凝土浇筑是预制构件制作的关键环节,要根据构件的特点和施工条件合理选择混凝土配合比,控制好混凝土的坍落度、和易性等性能指标。在浇筑过程中,要采用合适的浇筑方法和振捣方式,确保混凝土密实,避免出现空洞、蜂窝等缺陷。同时要做好混凝土的养护工作,根据环境温度和湿度条件,采用适当的养护措施,如覆盖保湿、洒水养护或蒸汽养护等,保证混凝土强度的正常增长。

#### 3.2 构件运输与存放质量控制

构件运输过程中,要根据构件的类型、尺寸和重量选择合适的运输设备和运输方式。对于大型预制梁、墩柱等构件,一般采用专用的平板拖车进行运输,并在运输车上设置可靠的支撑和固定装置,防止构件在运输过程中发生晃动、碰撞和变形。在运输路线的选择上,要尽量避开路况较差、限高限宽的路段,确保运输安全。构件存放场地应平整、坚实,具有良好的排水性能。存放时,要根据构件的类型和受力特点合理设置存放支架或垫块,防止构件因受力不均而产生裂缝或变形。对于预制梁,一般采用两点支撑存放,支撑点的位置应符合设计要求;对于墩柱等竖向构件,要采取直立存放的方

式,并做好支撑和固定工作。同时要对存放的构件进行定期检查,及时发现和处理构件的损坏、变形等问题。

#### 3.3 现场拼装质量控制

现场拼装是将预制构件组合成完整桥梁结构的关键步骤。在拼装前,要对构件的尺寸、外观质量和连接部位进行全面检查,确保构件符合设计和规范要求。对于不符合要求的构件,要及时进行修复或更换。连接部位的处理是现场拼装质量控制的重点。不同类型的构件连接方式不同,如梁体之间的湿接缝连接、墩柱与基础之间的灌浆连接等。在进行湿接缝连接时,要清理干净接缝处的杂物和浮浆,保证新旧混凝土的良好结合;在灌浆连接中,要严格控制灌浆材料的配合比和灌浆压力,确保灌浆饱满、密实。同时加强对连接部位钢筋的焊接或绑扎质量控制,保证连接的可靠性<sup>[3]</sup>。在拼装过程中,要采用精确的测量仪器和测量方法,对构件的位置、高程和垂直度等进行实时监测和调整,确保拼装精度符合设计要求。对于大型桥梁结构,还可以采用三维激光扫描等先进技术进行测量和监测,提高拼装质量和效率。

#### 3.4 质量检测与验收

质量检测与验收是保证公路桥梁预制拼装工程质量的重要环节。在施工过程中,要按照相关规范和标准的要求,对预制构件制作、运输、存放和现场拼装等各个环节进行质量检测。检测内容包括构件的尺寸偏差、外观质量、混凝土强度、钢筋保护层厚度、预应力施加效果等。对于重要的构件和关键部位,要采用无损检测、超声波检测等先进的检测技术进行内部质量检测,确保构件内部无缺陷。在工程完工后,要按照验收程序进行全面的验收工作,验收合格后方可交付使用。验收过程中,要严格按照设计文件和相关规范的要求,对桥梁的结构性能、使用功能等进行检查和测试,确保桥梁工程质量符合要求。

### 4 公路桥梁预制拼装技术效率提升策略

#### 4.1 施工组织与管理优化

合理的施工组织与管理是提高公路桥梁预制拼装技术效率的关键。在施工前,要根据工程特点和现场条件,制定详细的施工组织设计和进度计划。明确各施工阶段的任务和时间节点,合理安排施工顺序和资源配置。建立科学的施工管理体系,加强对施工过程的协调和控制。通过信息化管理手段,实时掌握施工进度、质量和安全等情况,及时发现和解决施工中出现的問題。加强与设计单位、监理单位和供应商等相关单位的沟通与协作,确保施工过程的顺利进行。例如,与设计单位保持密切联系,及时解决设计变更等问题;与供应商协

调好预制构件的供应时间和质量,避免因构件供应不及时或质量问题影响施工进度。

#### 4.2 技术创新与应用

不断推进技术创新是提升公路桥梁预制拼装技术效率的重要途径。研发和应用新型预制工艺和设备,如自动化预制生产线、智能张拉设备等,可以提高预制构件的生产效率和质量。自动化预制生产线能够实现钢筋加工、混凝土浇筑、养护等工序的自动化操作,减少人工干预,提高生产效率和精度;智能张拉设备可以精确控制预应力的施加,保证预应力的准确性和稳定性。在拼装技术方面,探索和应用新的连接技术和方法,如快速连接技术、装配式连接技术等,能够缩短现场拼装时间,提高施工效率。同时利用BIM(建筑信息模型)技术进行施工模拟和优化,提前发现施工中可能出现的问题,优化施工方案,减少施工过程中的返工和浪费,提高施工效率和质量。

#### 4.3 人员培训与技能提升

施工人员的素质和技能水平直接影响公路桥梁预制拼装技术的应用效果和施工效率。加强对施工人员的培训,提高其专业知识和操作技能。培训内容包括预制构件制作工艺、现场拼装技术、施工安全规范等方面。通过理论教学和实际操作相结合的方式,使施工人员熟练掌握各项施工技术和操作要点。鼓励施工人员进行技术创新和经验交流,激发其工作积极性和创造性。建立健全激励机制,对在施工过程中表现优秀、提出创新建议的施工人员给予奖励,提高施工人员的工作热情 and 责任感,从而提升整体施工效率和质量。

### 5 预制拼装施工质量控制与效率提升的未来展望

#### 5.1 新型材料与预制技术的研发

未来,随着材料科学的不断发展,新型材料将在公路桥梁预制拼装技术中得到更广泛的应用。例如,高性能混凝土、纤维增强复合材料等具有高强度、高耐久性、轻质等特点的材料,将进一步提高预制构件的性能和质量。高性能混凝土可以减少构件的裂缝,提高其抗渗性和抗冻性;纤维增强复合材料可以增强构件的韧性和抗冲击能力。预制技术也将不断创新和发展。3D打印技术在预制构件制作中的应用有望得到突破,通过3D打

印可以实现复杂形状构件的快速制作,提高预制构件的设计自由度和生产效率。另外,模块化预制技术将得到进一步推广,通过将桥梁结构分解为标准化的模块进行预制和拼装,能够进一步提高施工效率和质量,降低施工成本。

#### 5.2 智能监测与预警系统的应用

智能监测与预警系统将成为未来公路桥梁预制拼装施工质量控制和效率提升的重要手段<sup>[4]</sup>。利用传感器技术、物联网技术和大数据分析技术,对预制构件制作、运输、存放和现场拼装等全过程进行实时监测。通过在构件内部和关键部位安装应力、应变、位移等传感器,实时采集构件的力学性能和工作状态数据,并将数据传输到监控中心进行分析和处理。一旦发现构件出现异常情况,如应力超限、变形过大等,智能监测与预警系统能够及时发出警报,并提供相应的处理建议,以便施工人员及时采取措施进行处理,保证施工质量和安全。通过对大量监测数据的分析和挖掘,还可以为预制拼装技术的优化和改进提供数据支持,进一步提高施工效率和质量。

#### 结束语

公路桥梁预制拼装技术在质量控制与效率提升方面已取得显著成果,但随着桥梁建设需求不断升级,仍需持续探索创新。未来,新型材料和预制技术的研发应用、智能监测与预警系统的普及,将进一步推动预制拼装技术的发展,使其在公路桥梁建设中发挥更大作用,助力行业向更高效、更智能、更绿色的方向迈进。

#### 参考文献

- [1]程凯丽.钢筋混凝土预制构件施工质量控制研究[J].城市建筑,2023,20(22):198-200.
- [2]邵明路.装配式混凝土框架结构预制构件拼装节点设计方法[J].工程建设与设计,2020,(14):48-49.
- [3]刘玟君.城市轨道交通地下车站内部结构PC预制拼装技术分析[J].运输经理世界,2023,(24):7-9.
- [4]姜文星,胡新朋,余鲸,等.大盾构隧道内部结构预制构件设计与施工技术研究[J].现代城市轨道交通,2022,(09):57-62.