

公路桥梁工程预制箱梁施工技术

朱文科

新疆生产建设兵团交通建设有限公司 新疆 石河子 832017

摘要：公路桥梁工程中，预制箱梁施工技术应用广泛。该技术具备结构性能优越、施工效率高、质量可控性强以及环保节能等诸多优势。本文详细阐述公路桥梁工程预制箱梁的关键施工技术，涵盖钢筋绑扎、模板安装、混凝土浇筑、预应力张拉等环节。同时，探讨其技术创新方向，包括智能化监控系统应用、新型连接技术研发、工艺微改进以及数字化协同管理平台构建。旨在为公路桥梁预制箱梁施工提供全面技术参考，推动施工技术的不断进步与发展。

关键词：公路桥梁；预制箱梁；施工技术

引言：在公路桥梁建设领域，随着交通流量日益增大与桥梁跨度不断增加，对桥梁结构的质量与性能要求愈发严苛。预制箱梁施工技术凭借自身独特优势，成为公路桥梁工程中备受青睐的施工方式。其不仅能够有效提升桥梁结构性能，满足复杂交通环境需求，还能凭借高效施工流程缩短工期，降低施工成本。同时，在质量控制与环保节能方面也表现突出。深入研究公路桥梁工程预制箱梁施工技术，对于保障桥梁工程质量、推动公路桥梁建设事业可持续发展具有重要意义。

1 公路桥梁工程预制箱梁施工技术特点与优势

1.1 结构性能优越

公路桥梁工程中，预制箱梁具备出色的结构性能。其箱形截面设计合理，能有效抵抗弯矩与扭矩，增强桥梁整体稳定性与承载能力。内部中空结构减轻了梁体自重，降低对下部结构的荷载要求，使桥梁跨越能力得以提升。同时，预制箱梁在工厂标准化生产，构件尺寸精准、钢筋布置合理，进一步保障了结构的均匀性与完整性，能承受复杂交通荷载与自然环境作用，为公路桥梁长期安全运行提供坚实结构支撑。

1.2 施工效率高

预制箱梁施工极大提升了公路桥梁工程的建设效率。在工厂内集中预制，可同步开展多片箱梁生产，不受现场天气、场地等条件限制，实现规模化、流水化作业。运输至现场后，采用专业吊装设备，能快速完成架设安装，大幅缩短施工周期。相比现场浇筑，减少了模板安装、混凝土养护等繁琐工序的时间消耗，使工程能更快投入使用，有效缓解交通压力，满足快速化建设的时代需求。

1.3 质量可控性强

预制箱梁施工的质量可控性优势显著。工厂化生产环境稳定，从原材料采购、检验到构件加工、成型，全

程遵循严格的质量标准和规范流程。先进的生产设备与工艺确保了钢筋绑扎、混凝土浇筑等环节的精准度，减少人为因素干扰。同时，可进行全方位的质量检测，如强度测试、尺寸校验等，及时发现并处理质量问题。相比现场施工，质量波动小，成品质量稳定性高，为公路桥梁工程质量提供了可靠保障^[1]。

1.4 环保节能优势

预制箱梁施工具有明显的环保节能优势。在工厂集中生产，能有效控制施工噪音、粉尘等污染物的排放，减少对周边环境的干扰。集中搅拌混凝土等材料，提高了资源利用率，降低了材料浪费。同时，预制箱梁的轻量化设计减少了建筑材料的使用量，降低了能源消耗。此外，现场施工时间缩短，减少了施工机械的使用时长，进一步节约了能源，符合绿色施工理念，推动公路桥梁工程向可持续发展方向迈进。

2 公路桥梁工程预制箱梁的关键施工技术

2.1 钢筋绑扎及波纹管定位

在公路桥梁工程预制箱梁施工中，钢筋绑扎与波纹管定位是保障结构安全与预应力效果的核心步骤。钢筋绑扎要精准规范。施工人员需严格依据设计图纸，精确控制钢筋的规格、数量与间距。主筋连接时，优先选用焊接方式，确保连接牢固、质量可靠，杜绝出现松动或连接不紧密的情况。箍筋绑扎应紧密贴合主筋，形成稳固的钢筋骨架，增强箱梁的整体受力性能。同时，要注意钢筋的保护层厚度，通过设置合适的垫块来保证，防止钢筋外露导致锈蚀，影响结构耐久性。波纹管定位务必精确。波纹管作为预应力筋的通道，其位置准确性直接关系到预应力的施加效果。根据设计坐标，采用可靠的固定措施，如钢筋支架，将波纹管牢固固定，防止在混凝土浇筑过程中发生移位或上浮。定位过程中，要使用专业测量仪器进行多次复核，确保波纹管轴线与设计

要求完全吻合。钢筋绑扎与波纹管定位需协同作业。在钢筋绑扎过程中,要为波纹管的安装预留出充足空间,避免相互碰撞干扰。波纹管定位完成后,再次检查钢筋骨架,确保无变形、移位等情况,保证二者配合紧密,共同为预制箱梁的质量与性能奠定坚实基础。

2.2 模板安装及验收

在公路桥梁工程预制箱梁施工中,模板安装及验收是确保箱梁成型质量的关键环节。模板选型与设计要科学合理。根据箱梁的尺寸、形状以及施工要求,选择合适的模板类型,如钢模板,其强度高、刚性好,能保证箱梁的外观平整度。设计时要充分考虑模板的拼接方式、加固措施,确保在混凝土浇筑过程中模板不变形、不漏浆。安装前,对模板进行全面检查,清理表面杂物并涂抹脱模剂,保证脱模效果和箱梁表面质量。模板安装要精准规范。按照设计位置进行安装,利用水准仪、全站仪等仪器精确测量,保证模板的垂直度和平整度。模板拼接处要紧密无缝,采用螺栓或卡具牢固连接,防止混凝土浇筑时出现漏浆现象。同时,设置足够的支撑和拉杆,增强模板的整体稳定性,抵抗混凝土侧压力。模板验收要严格细致。安装完成后,组织专业人员进行验收,检查模板的尺寸偏差、平整度、垂直度等是否符合规范要求。对模板的拼接缝、加固措施进行重点检查,确保无质量隐患。只有验收合格的模板,才能进行下一道工序,从而保障预制箱梁的施工质量。

2.3 混凝土浇筑及养护

在公路桥梁工程预制箱梁施工中,混凝土浇筑及养护是决定箱梁内在质量与外观品质的重要工序。浇筑前的准备工作要充分。对模板、钢筋及预埋件等进行全面检查,确保其位置准确、固定牢固,避免在浇筑过程中出现移位。同时,检查混凝土输送设备、振捣设备等是否运行正常,保证浇筑工作能连续、顺畅进行。混凝土浇筑过程要科学合理。采用分层浇筑的方式,控制好每层的浇筑厚度,一般不超过30cm,以确保混凝土能够充分振捣密实。使用插入式振捣器时,要做到快插慢拔,避免出现漏振或过振现象,防止混凝土内部产生空洞或离析。在浇筑箱梁顶部时,要进行二次抹面,顶面平糙兼备保证箱梁顶面平整度。混凝土养护工作要细致到位。浇筑完成后,及时覆盖塑料薄膜或土工布,进行保湿养护,防止混凝土表面水分过快蒸发而产生裂缝。根据环境温度和湿度,合理确定养护时间和洒水次数,确保混凝土始终处于湿润状态,促进其强度增长和耐久性提升。

2.4 预应力张拉与孔道压浆

公路桥梁工程预制箱梁施工中,预应力张拉与孔道压浆是保障结构安全与耐久的核心环节。预应力张拉前,要对张拉设备进行全面检查与精准标定,确保千斤顶、油表等性能良好且匹配。依据设计要求,确定合理的张拉顺序,多采用对称张拉方式,防止箱梁因受力不均产生侧向变形。操作时,严格以应力控制为主,同时密切关注钢绞线的伸长量,将其作为校核指标。若实际伸长量与理论值偏差超出允许范围,需立即停止张拉,查明原因并调整。张拉过程中,安排专人观察箱梁关键部位,如端部、跨中等,防止出现裂缝等异常情况。完成预应力张拉后,需及时进行孔道压浆。选用合适的水泥浆,严格控制水胶比,保证浆体具有良好的流动性和强度。采用真空辅助压浆工艺,先抽真空使孔道内形成负压,再压入水泥浆,能有效排出孔道内空气,提高压浆密实度。压过程中,要控制好压浆压力和速度,确保水泥浆均匀充满整个孔道。施工完成后,通过无损检测等技术对预应力值和孔道压浆质量进行检测,确保预应力有效施加、孔道压浆饱满,为预制箱梁的长期稳定使用奠定基础^[2]。

2.5 箱梁封端及成品标识

在公路桥梁工程预制箱梁施工中,箱梁封端与成品标识工作虽处于收尾阶段,但对箱梁整体质量把控与后续管理使用意义重大。箱梁封端是防止内部预应力体系遭受外界侵蚀的关键步骤。封端前,需将端部混凝土表面凿毛处理,保证新老混凝土良好结合。清理端部杂物、积水,确保封端区域干净整洁。选用与箱梁同标号的混凝土进行封端作业,严格控制混凝土配合比与坍落度,保证封端混凝土强度与箱梁主体一致。浇筑过程中,采用小型振捣棒充分振捣密实,避免出现蜂窝、麻面等缺陷。浇筑完成后,及时进行养护,覆盖塑料薄膜并洒水保湿,防止封端混凝土因失水过快而产生裂缝,影响其耐久性。成品标识则为箱梁的后续吊装、存放及使用提供了重要信息依据。在箱梁显著位置,清晰标注箱梁编号、规格尺寸、生产日期、张拉日期、使用部位等关键信息。标识方式可采用喷漆或粘贴牢固的标识牌,确保标识在运输、存放过程中不易损坏、脱落。通过准确的成品标识,能实现箱梁的精准管理与追溯,提高施工效率,保障公路桥梁工程建设质量。

3 公路桥梁工程预制箱梁施工技术的创新

3.1 智能化监控系统的应用

在公路桥梁工程预制箱梁施工中,智能化监控系统发挥着关键作用。该系统依托多种高精度传感器,如应力传感器、应变传感器、温度传感器等,全方位采集

箱梁预制过程中的关键数据。在模板安装环节,传感器实时监测模板的位移与变形,确保其位置精准、固定牢固,避免浇筑时移位影响箱梁尺寸精度。混凝土浇筑时,通过在混凝土内部和表面布置的传感器,实时反馈温度、湿度及应力变化。一旦数据异常,系统立即发出警报,施工人员可及时调整振捣参数或养护措施,防止混凝土开裂。同时,利用无线传输技术,数据能快速上传至监控中心,借助专业软件分析,为施工决策提供科学依据。智能化监控系统实现了对箱梁预制全过程的动态、精准把控,有效提升了施工质量和效率。

3.2 新型连接技术的研发

在公路桥梁工程预制箱梁施工中,传统连接方式存在施工周期长、连接质量不稳定等弊端,研发新型连接技术刻不容缓。一种新型湿接缝连接技术,通过优化混凝土配合比、添加高性能外加剂,提升了湿接缝混凝土的早期强度与耐久性。浇筑时采用特殊工艺,确保混凝土充分填充接缝,减少气泡和空洞,让接缝与预制箱梁本体紧密结合,增强整体结构稳定性。此外,还有一种预制悬拼箱梁节段的胶结技术。该技术运用专门的胶结材料,将预制好的悬拼箱梁节段精准胶结在一起。这种胶结材料具备高强度、耐久性好等特性,能快速固化,使相邻节段紧密相连。施工时,通过精确的定位和胶结操作,不仅能实现快速施工,有效缩短工期,还能保证连接的精度与质量,大幅提升桥梁的承载能力和抗震性能,为公路桥梁建设提供了更为可靠、高效的连接解决方案^[3]。

3.3 工艺微改进与微改微创

在公路桥梁工程预制箱梁施工中,工艺微改进与微改微创是提升施工效率、保障工程质量的有效途径。工艺微改进着眼于施工细节的优化。在钢筋绑扎环节,通过改良绑扎工具,使其更贴合钢筋形状,能提高绑扎速度与牢固度;在混凝土振捣方面,对振捣棒的频率和振幅进行精准调整,可减少混凝土内部气泡,提升密实度。微改微创则注重对现有工艺的小范围创新调整。对模板拼接方式进行微调,采用更便捷的卡扣式连接,能缩短模板安装与拆卸时间;针对预应力张拉过程中的应力控制,研发小型辅助装置,可更精准地调节张拉力,避免超张拉或欠张拉情况发生。这些看似微小的改进,

积少成多后能显著提升施工效率、降低成本,同时增强预制箱梁的结构性能与耐久性,推动预制箱梁施工技术不断向精细化、高效化发展。

3.4 数字化协同管理平台的构建

在公路桥梁工程预制箱梁施工中,构建数字化协同管理平台是提升项目管理水平、实现高效施工的关键举措。该平台整合了施工过程中的各类信息,涵盖设计图纸、施工进度、质量检测、物资供应等多个环节。通过云计算和大数据技术,对海量数据进行实时采集、存储与分析,为项目管理者提供全面、准确的数据支持。借助数字化协同管理平台,各部门之间可实现信息实时共享与协同工作。设计部门能及时将图纸变更信息传达给施工部门,避免因信息不畅导致的施工错误;物资管理部门可根据施工进度精准安排物资供应,减少库存积压。同时,平台具备可视化功能,能以直观的图表和模型展示施工状态,便于管理者及时发现潜在问题并做出科学决策,有效提升预制箱梁施工的管理效率和工程质量^[4]。

结束语

公路桥梁工程预制箱梁施工技术,历经多年发展与实践,已形成一套成熟且完善的体系。从前期精细的模板制作、钢筋绑扎,到关键的混凝土浇筑、预应力张拉与孔道压浆,再到创新应用的智能化监控、新型连接技术等,每一步都凝聚着行业的智慧与努力。这些技术不仅保障了预制箱梁的高质量生产,更提升了施工效率与安全性。未来,随着科技的不断进步,我们期待更多新技术、新工艺融入其中,推动预制箱梁施工技术持续革新,为公路桥梁建设提供更坚实的技术支撑,助力交通基础设施迈向更高水平。

参考文献

- [1]刘郑.公路桥梁工程预制梁施工技术及管理[J].交通世界,2021,(16):155-156.
- [2]贺传宇.预制梁结构施工技术要点解析[J].四川建材,2021,47(04):92+94
- [3]张振涛,林梦捷.预制梁结构施工工艺技术分析[J].交通世界,2020,(32):147-148+151.
- [4]罗蒙.桥梁工程建设中预制梁施工技术[J].交通世界,2020,(30):27-28.