预制箱梁架设精准施工工艺优化策略分析

杨材明

（四川川交路桥有限责任公司，四川 德阳 618000）

摘 要 预制箱梁架设作为桥梁工程施工的关键环节，其施工精度直接影响桥梁整体线形与结构安全。传统架设工艺普遍存在定位偏差大、落梁精度低、施工效率不高等问题，难以满足现代桥梁工程高标准要求。本文结合实际工程案例，从前期准备、过程控制、质量安全管控三个维度，系统提出预制箱梁架设精准施工工艺优化实操方案。通过引入信息化监测技术与精细化管理手段，有效提升箱梁架设精度与施工效率，以期为同类工程提供有益参考。

关键词 预制箱梁；架设施工；架桥机定位；箱梁起吊；箱梁落梁

中图分类号：U445.4 **文献标志码**：A **DOI**：10.3969/j.issn.2097-3365.2026.27.019

0 引言

随着我国交通基础设施建设的快速发展，预制箱梁因具有结构性能稳定、施工速度快、质量易于控制等优点，在高速公路、铁路桥梁工程中得到广泛应用。预制箱梁架设施工涉及多道工序，任何一个环节出现偏差都可能导致桥梁线形不符合设计要求，甚至引发安全事故[1]。传统施工工艺依赖人工经验判断，难以实现毫米级精度控制，且施工过程中存在较多不确定因素。因此，优化预制箱梁架设精准施工工艺，对提升桥梁工程施工质量与安全水平具有重要意义。

1 预制箱梁架设施工前期准备工作优化

1.1 梁场与架桥机选型匹配优化

梁场选址和布置关系到预制箱梁的生产效率和运输方便程度，架桥机选型决定箱梁架设能力及精度。梁场规划时要结合桥梁线路走向、箱梁数量及重量、运输距离等条件来确定梁场的位置和规模。梁场应设在地势平坦、交通方便的地方，与桥梁线路保持直线连接，不得有箱梁运输时急转弯、陡坡等现象[2]。

架桥机选型要依据箱梁跨度、重量、架设高度和桥梁结构形式来综合考虑。跨度为 30 m、重约 120 t 的预制箱梁可以采用双导梁架桥机，大跨度、大重量的预制箱梁应采用步履式架桥机。架桥机额定起重量应大于箱梁最大重量的 1.25 倍，保证施工安全。架桥机应装有高精度的定位系统和调平系统，给精准架设提供设备支持。

梁场和架桥机匹配时，梁场提梁机、运梁车和架桥机的工作参数要互相配合。提梁机的起升高度要符合箱梁装车的要求，运梁车的承载能力要和箱梁重量相匹配，运梁车的行驶速度要和架桥机的架设速度相适应，防止出现窝工的情况。

1.2 预制箱梁出厂验收与运输管控优化

预制箱梁出厂验收是保证箱梁架设质量的第一道防线，必须严格按照设计要求和有关规范执行。验收内容主要是箱梁的几何尺寸、外观质量、混凝土强度、预应力张拉情况等。箱梁几何尺寸验收尤其重要，主要检查箱梁长度、宽度、高度、梁端垂直度、支座预埋板位置及平整度。

从表 1 可知，预制箱梁几何尺寸的允许偏差必须满足规范的要求。对超过允许偏差的箱梁应及时处理，处理合格后方可出厂。同时要建立预制箱梁出厂验收台账，对每片箱梁的验收情况进行详细记载，可以追溯。

表 1 预制箱梁几何尺寸允许偏差

检查项目	允许偏差（mm）	检查方法
梁长	+10，-5	用钢尺量测梁两端及中部
梁宽	±10	用钢尺量测梁两端及中部
梁高	+10，-5	用钢尺量测梁两端及跨中
梁端垂直度	≤5	用吊线和钢尺量测
支座预埋板位置	±5	用钢尺量测纵横两个方向
支座预埋板平整度	≤2	用 2 m 靠尺和塞尺量测

作者简介：杨材明（1981-），男，本科，工程师，研究方向：工程管理。

2 预制箱梁架设过程精准控制工艺优化

2.1 架桥机定位与调平工艺优化

架桥机定位与调平是预制箱梁架设的首要工序，其精度直接影响后续箱梁的架设质量。传统架桥机定位主要依靠人工测量，不仅效率低，而且精度难以保证。优化后的架桥机定位工艺采用全站仪与GPS定位系统相结合的方式，可实现架桥机的快速精准定位[3]。

在桥梁墩台上设置永久性测量控制点，控制点的坐标应经过严格复核。然后，利用全站仪测量架桥机前支腿、中支腿和后支腿的位置，通过调整架桥机的行走机构，将架桥机调整到设计位置。架桥机的纵向定位偏差应控制在±10 mm以内，横向定位偏差应控制在±5 mm以内。

架桥机调平应采用液压调平系统，通过调整各支腿的高度，使架桥机主梁保持水平。调平过程中，应在架桥机主梁的两端及中部设置水准点，用水准仪实时监测主梁的水平度。架桥机主梁的纵向水平度应控制在1/1 000以内，横向水平度应控制在1/500以内。调平完成后，应将各支腿的液压锁锁定，防止架桥机在架设过程中发生倾斜。

2.2 箱梁起吊与横移精准控制优化

箱梁起吊、横移是预制箱梁架设过程中最容易发生安全事故的工序，也是影响架设精度的关键工序。优化后的箱梁起吊工艺采用四点起吊法，起吊点应设在箱梁设计吊点处，不得随意改变吊点位置。起吊前要检查钢丝绳、吊钩、滑轮等起重设备的完好情况，保证起重设备安全可靠。

起吊时同时启动四个起吊千斤顶，使箱梁平稳上升。箱梁上升时应保证箱梁水平，箱梁两端高差不应大于20 mm。当箱梁上升到盖梁顶面以上约50 cm时，停止起吊，检查箱梁的稳定性及起重设备运行情况，确认无误后，方可进行横移作业[4]。

箱梁横移用电动葫芦牵引，横移速度不大于0.5 m/min。横移时应在箱梁两端设专人监护，防止箱梁与架桥机、其他物体相撞。同时利用全站仪对箱梁横向位置进行实时监测，及时调整横移速度和方向，保证箱梁横移到设计位置上方。箱梁横移的横向偏差不大于±5 mm。

2.3 箱梁落梁与对位工艺优化

箱梁落梁和对位属于预制箱梁架设精度控制的关键环节，直接影响到箱梁最终的位置及标高。传统的落梁工艺大多依靠人工观察和指挥来完成，容易造成对位偏差大、落梁不平稳等状况。经过改进的落梁、对位工艺采用信息化监测技术与人工辅助相结合的方法，可以保证箱梁的精确落梁和对位。

落梁前应在盖梁上标出箱梁的中心线和支座中心线，在箱梁两端标出箱梁的中心线。落梁时缓慢下降四个起吊千斤顶，使箱梁平稳下落。当箱梁距离支座顶面约10 cm时，停止落梁，用全站仪测量箱梁中心线与支座中心线的偏差，通过微调架桥机横移机构和起吊千斤顶，使箱梁调整到设计位置。

如表2所示，预制箱梁架设允许偏差应严格控制在规范要求范围内。对位完成后，继续缓慢落梁，使箱梁平稳落在支座上。落梁完成后，应立即检查箱梁的标高、中心线位置以及支座的受力情况，确认无误后，方可解除起吊钢丝绳。

表2 预制箱梁架设允许偏差

检查项目	允许偏差（mm）	检查方法
箱梁中心线位置	±5	用全站仪量测
箱梁顶面标高	±5	用水准仪量测
相邻箱梁顶面高差	≤3	用水准仪量测
支座中心偏位	≤3	用钢尺量测
支座倾斜度	≤1/1 500	用水平尺量测

2.4 临时支座安装与标高调整优化

对于连续梁桥，在预制箱梁架设时需要设置临时支座，待箱梁体系转换完成后，再拆除临时支座。临时支座安装质量及标高精度对箱梁线形、体系转换起着决定性的作用。改进后的临时支座安装工艺采用预制混凝土临时支座，强度高、稳定性好、拆除方便。

临时支座的尺寸应根据箱梁重量和支座反力来设计，临时支座的抗压强度应大于箱梁最大支座反力的1.5倍。临时支座安装前，在盖梁上标出临时支座位置，用水泥砂浆将盖梁顶面找平。临时支座安装时，要保证临时支座的中心线与设计位置一致，临时支座的顶面标高要按照设计标高精确调整。

临时支座标高调整应使用钢板垫片，垫片厚度根据实际情况加工，垫片数量不宜超过3层。调整后应将垫片和临时支座焊接牢固，防止垫片在箱梁架设过程中移动。临时支座顶面标高偏差不得超过±2 mm，同一墩台上临时支座顶面高差不得大于2 mm。

3 预制箱梁架设质量通病防治与安全管控优化

3.1 常见质量通病成因与防治措施

预制箱梁架设过程中常见的质量通病有箱梁定位偏差大、支座脱空、箱梁顶面线形不顺、梁端裂缝等。质量通病不仅会影响桥梁外观质量，还会降低桥梁结构安全性和使用寿命。

箱梁定位偏差大，主要是由架桥机定位不准、落

梁对位不到位、测量误差大等原因造成的。防治措施有使用高精度测量仪器和定位系统来提高架桥机的定位精度，加强落梁对位过程的监测和控制，保证箱梁对位准确，定期对测量仪器进行校验，减小测量误差[5]。

支座脱空主要是由支座预埋板不平整、临时支座标高不一致、落梁不平稳等造成的。防治措施有如下几项：严格控制支座预埋板的平整度，对不平整的预埋板进行打磨处理；准确调整临时支座的标高，保证同一墩台上临时支座顶面高差不大于 2 mm；落梁时要保持箱梁平稳，防止箱梁倾斜。

箱梁顶面线形不顺主要是由箱梁预制误差大、临时支座标高调整不准确、箱梁架设顺序不合理等原因造成的。防治措施有三个：一是加强预制箱梁质量控制，严格控制箱梁几何尺寸；二是准确调节临时支座标高，保证箱梁顶面标高符合设计要求；三是合理安排箱梁架设顺序，从一端到另一端依次架设。

梁端裂缝主要是由箱梁起吊和落梁时受力不均、运输过程中颠簸过大、梁端混凝土强度不够等原因引起的。防治措施有：采用四点起吊法，保证箱梁起吊、落梁时受力均匀，加强箱梁运输过程中的控制，防止箱梁剧烈颠簸，严格控制箱梁混凝土强度，待混凝土强度达到设计强度的 100% 后方可进行起吊、运输。

3.2 架设过程安全风险识别与管控

预制箱梁架设属于高空作业和起重作业，存在较大安全风险。常见安全风险有架桥机倾覆、箱梁坠落、高处坠落等。为了保证施工安全，必须对架设过程中存在的安全风险进行全方位的识别，并采取相应的控制措施。

架桥机倾覆主要是由架桥机基础不牢固、支腿受力不均、架桥机超载、大风天气作业等原因造成的。管控措施有：架桥机安装前对基础进行处理，保证基础有足够的承载能力；架桥机调平时使各支腿受力均匀；严禁架桥机超载作业；当风力大于 6 级时应停止架桥作业并固定好架桥机。

高处坠落是由作业人员没有系好安全带、作业平台防护不严、上下通道不牢固等原因造成的。管控措施为作业人员进入施工现场必须戴安全帽，高空作业时必须系安全带；作业平台应设防护栏杆和挡脚板，防护栏杆高度不应小于 1.2 m；上下通道应使用钢梯，设扶手，保证通道牢固可靠。

3.3 施工过程信息化监测系统应用

随着信息技术的迅猛发展，信息化监测系统在桥梁工程施工中被越来越多地使用。预制箱梁架设施工中引入信息化监测系统，可以对施工过程进行实时监测和控制，从而提高施工精度和安全水平。

信息化监测系统是由传感器、数据采集器、数据传输设备、数据处理中心和显示终端等组成的系统。在架桥机、箱梁、临时支座等重要位置设置传感器，可以实时采集架桥机的位置、水平度、应力、箱梁的位置、标高、变形、临时支座的压力等数据。数据经数据传输设备及时传送到数据处理中心，之后再经由处理过程在显示终端上清晰呈现出来。

施工管理人员可以借助显示终端随时了解施工状况，发现施工过程中出现的问题并及时采取相应的措施加以解决。信息化监测系统可以对施工数据进行存储和分析，给以后的施工提供数据支持和经验借鉴。通过对箱梁架设过程中变形数据的分析可以对箱梁的预制参数、架设工艺进行优化，从而提高箱梁架设质量。

4 结束语

本文从前期准备、过程控制、质量安全管控三个方面系统地提出了预制箱梁架设精准施工工艺优化实操方案。通过优化梁场与架桥机选型匹配、预制箱梁出厂验收与运输管控、架桥机定位与调平、箱梁起吊与横移、箱梁落梁与对位、临时支座安装与标高调整等工序，有效提升了预制箱梁架设的精度与效率。同时，通过采取有效的质量通病防治措施、安全风险管控措施、施工人员技能培训与考核体系以及信息化监测系统应用，保障了预制箱梁架设施工的质量与安全。未来，随着建筑工业化与信息化的深度融合，预制箱梁架设施工将朝着更加智能化、自动化的方向发展。可进一步研究基于人工智能的预制箱梁架设自动控制系统，实现箱梁架设的无人化作业，进一步提高施工效率与精度，降低施工安全风险。

参考文献：

[1] 史杰，田梦康．步履式架桥机在上跨营业线箱梁架设施工中的应用 [J]. 价值工程 ,2025,44(34):108-110.
[2] 吴仍武．预制箱梁钢筋工程智能优化技术与实践 [J]. 智能城市 ,2025,11(11):144-148.
[3] 宋敬杰．预应力混凝土箱梁预制施工技术 [J]. 交通世界 (建养．机械),2013(06):290-291.
[4] 汪军辉．特定条件下的市政桥梁混凝土箱梁施工方法 [J]. 水泥 ,2025(09):98-100.
[5] 陈观友．预制拼装技术在桥梁施工中的应用研究 [J]. 现代工程科技 ,2025,04(23):33-36.