

大跨度连续箱梁支架现浇施工关键技术分析

熊 喆

浙江临南建设有限公司 浙江 温州 325000

摘 要：本文围绕箱梁钢筋体系施工工艺展开阐述，该钢筋体系包含主体主筋、箍筋、分布筋与锚下加强钢筋四类构件。施工阶段采用工厂化集中加工模式，钢筋进场后转运至封闭标准化加工场统一下料、弯折及成型，依托首件验收制度严控钢筋加工精度，成型钢筋分区堆放并落实防锈防潮防护措施。现场安装遵循底板、腹板、顶板的既定施工顺序分层绑扎，重点管控钢筋间距、保护层厚度、搭接长度等关键指标，于预应力锚固区域增设加强钢筋优化局部受力。钢筋施工完成后开展全面质量排查与杂物清理，从原材料加工、现场绑扎、特殊部位补强到完工验收全流程实施质量管控，有效规避加工偏差、保护层不达标、应力集中等质量缺陷，保障箱梁钢筋骨架施工质量与结构受力安全。

关键词：大跨度桥梁；连续箱梁；支架现浇；施工技术

引言：预应力箱梁作为桥梁工程主要承重构件，钢筋骨架是传递结构荷载、保障箱梁整体刚度与耐久性的核心受力体系，钢筋加工及安装施工质量直接决定桥梁结构运营安全与使用寿命。箱梁钢筋构件类型繁杂、布设密度大，锚下等关键部位受力条件复杂，常规零散化加工、无序化绑扎极易产生尺寸偏差、保护层失效、局部应力集中等质量通病。为实现钢筋施工标准化、精细化管理，本工程采用集中工厂化钢筋加工工艺，从原材料进场、集中加工存储、现场分层有序绑扎、关键区域配筋补强及完工质量验收全链条制定管控措施。通过规范工序流程、严控核心技术参数、落实首件验收与成品防护，系统性规避各类施工隐患，为后续预应力张拉、混凝土浇筑施工筑牢质量基础。

1 支架现浇施工核心原理与施工特性

大跨度连续箱梁支架现浇施工的核心原理为通过搭设满堂临时支架承重体系，将箱梁自重荷载、施工动态荷载均匀传导至地基基础，为钢筋绑扎、模板安装、混凝土浇筑、结构养护及预应力施工提供稳定的作业与承重平台。在箱梁混凝土强度、弹性模量达到结构设计标准，且完成预应力张拉、孔道压浆施工后，分步拆除临时支架体系，使箱梁结构自主承担受力，形成完整的桥梁承重结构。该工艺的核心控制核心是保障支架体系的承载力、整体刚度与结构稳定性，精准控制施工全过程的结构变形，确保箱梁线型、尺寸、受力状态完全符合结构设计要求^[1]。

结合大跨度箱梁结构特点，支架现浇施工具备四项

核心特性。一是结构整体性优异，整体现浇成型模式无分段施工接缝，有效提升箱梁整体受力性能与防水抗渗能力；二是施工可控性强，固定作业平台可精准把控模板、钢筋、混凝土施工精度，结构成型质量稳定性高；三是支架受力工况复杂，箱梁截面荷载分布不均，支架需持续承受静态恒载与动态施工活载，易产生弹性变形与不均匀沉降；四是线型控制难度高，混凝土徐变、预应力收缩、支架沉降等多重变形因素叠加，对箱梁成型线型的精准度控制要求极高。

2 支架体系搭设关键技术

2.1 地基处理技术

地基是支架荷载传导的基础载体，地基承载力不足、土体密实度不均均是引发支架沉降、箱梁变形开裂的主要诱因。施工前需全面清理支架搭设区域场地，彻底清除表层杂物、松散土层、淤泥质土及软弱夹层，保证基底土体整体密实、受力均匀。（1）常规原状土地基采用分层碾压处理方式，单层碾压厚度控制在 20 至 30cm，碾压完成后检测地基压实度，确保压实度满足支架承载受力标准。对于承载力偏弱的局部区域，采用碎石、砂砾料换填加固工艺，换填材料分层铺设、分层碾压夯实，有效提升地基整体承载力与抗沉降性能。（2）地基加固完成后，需在表层设置垫层结构并完善场地排水体系。通过浇筑薄层混凝土垫层或铺设钢板的方式，分散支架立杆局部压力，避免应力集中造成地基破损、塌陷。同时对场地设置合理排水坡度，周边布设贯通排水沟，杜绝雨水积水浸泡软化地基，从源头规避地基不

均匀沉降问题,保障支架受力基础稳定^[2]。

2.2 支架搭设工艺控制

大跨度连续箱梁现浇施工普遍采用盘扣式、碗扣式满堂支架,该类支架杆件连接紧密、整体刚度大、抗侧移性能优异,可适配大荷载、大跨度的施工承重需求。(1) 支架搭设前需结合箱梁跨度、截面尺寸、整体荷载参数开展专项受力验算,精准确立立杆间距、横杆步距、剪刀撑布设形式等核心参数,确定最优搭设方案。根据箱梁结构荷载分布差异,差异化布设立杆间距,腹板、横梁等重载区域加密立杆,提升局部承载力,顶板、翼缘板等轻载区域合理放宽间距,优化施工经济性。(2) 支架搭设严格遵循分层、对称、均匀的施工原则,由场地中心向两侧对称搭设,保障支架整体受力均衡。搭设过程中精准控制立杆垂直度与横杆水平度,确保所有杆件卡扣锁紧到位,无虚接、松动、偏移现象。按照结构受力要求布设纵横向贯通剪刀撑与水平剪刀撑,强化支架整体刚度与抗扭曲、抗侧移能力,杜绝施工过程中支架失稳、变形问题。支架顶部配置可调顶托、底部配置可调底座,用于精准调节支架高度,匹配箱梁设计线型与标高参数。

2.3 支架预压施工技术

支架搭设完成后必须开展整体预压作业,目的是消除支架杆件间隙、地基塑性沉降及支架自身弹性变形,精准获取支架沉降变形参数,为模板标高调整、预拱度设置提供精准数据支撑。(1) 预压荷载取值为箱梁总自重荷载的1.1至1.2倍,采用沙袋、水箱等均质重物均匀堆载,堆载范围全覆盖箱梁投影区域,重载区域针对性加密堆载,确保堆载荷载分布与实际施工荷载完全匹配。(2) 预压阶段在支架全域布设多点沉降观测点位,定时观测、记录沉降数据,持续观测至沉降数据稳定,即连续观测周期内无明显沉降差值。预压稳定后采用分级卸载方式作业,结合实测沉降数据区分弹性变形与非弹性变形数值,以此为依据精准设置模板预拱度,抵消支架后续施工产生的变形量,保障箱梁成型后线型平顺,无局部下沉、起拱异常等质量缺陷。

3 模板与钢筋施工关键技术

3.1 模板安装技术控制

大跨度连续箱梁模板包含底模、侧模、内模及翼缘模板,优先选用高强度钢模板或覆膜胶合板,该类模板刚度充足、表面平整度高、不易变形,可满足高精度成型需求。(1) 模板安装前需完成打磨清理,彻底去除表面铁锈、杂物、毛刺,均匀涂刷薄层脱模剂,保证

涂刷均匀无堆积、无漏涂,避免影响混凝土外观成型质量。(2) 底模安装需结合支架预压沉降数据与预拱度参数精准调平、调坡,严格控制模板标高与整体平整度,杜绝高低错落、局部凸起凹陷问题。侧模安装保证垂直规整,通过对拉螺栓与支架体系刚性加固,精准控制模板垂直度与箱梁截面尺寸,防止混凝土浇筑过程中出现涨模、跑模变形。内模精准定位后牢固固定,有效规避浇筑过程中内模偏移、上浮问题,保障箱梁内部空腔尺寸、腹板厚度达标。所有模板拼接缝隙粘贴密封胶条,彻底封堵缝隙,杜绝混凝土漏浆引发的蜂窝、麻面、空洞等质量缺陷^[3]。

3.2 钢筋加工与安装技术

箱梁钢筋体系主要由主体主筋、箍筋、分布筋及锚下加强钢筋组成,所有进场钢筋统一转运至封闭的标准化加工区域集中开展作业,严格依照结构设计文件标注的尺寸参数完成下料、弯折、成型全流程工序,全程执行首件验收制度,保障成品钢筋的规格、尺寸、形态精准统一,消除个体加工偏差。(1) 加工成型的不同品类钢筋分类分区规整堆放,配套做好防潮、防锈、防污染的专项防护措施,避免钢筋表面出现锈蚀、沾染油污等影响力学性能的问题,全程保障钢筋的材料性能完好。钢筋安装作业严格遵循先底板、后腹板、再顶板的标准施工顺序,分层、分区域有序开展绑扎作业,避免交叉工序对已完成结构造成扰动。施工过程中严格管控钢筋间距、保护层厚度、搭接长度等核心技术参数,采用专用高强度垫块固定钢筋骨架的保护层位置,确保保护层厚度均匀达标。(2) 在预应力管道、锚垫板布设的特殊区域加密布设加强钢筋,优化锚下局部受力结构,避免运营阶段出现应力集中引发的结构损伤。钢筋绑扎作业全部完成后,及时清理钢筋骨架内部残留的杂物,全面排查漏绑、松动、间距偏差等质量隐患,保障钢筋骨架的整体稳定性与施工规范性。

3.3 预应力管道预埋技术

预应力管道预埋精度直接影响钢绞线穿束、张拉及压浆施工质量,是连续箱梁施工的关键隐蔽工序。(1) 施工选用完整性良好的金属或塑料波纹管,杜绝破损、开裂、漏孔管道投入使用。严格按照设计坐标精准定位管道布设位置,采用专用定位钢筋将管道牢固固定于钢筋骨架,均匀设置定位间距,保障管道整体线型平顺,无偏移、弯折、上浮等问题。(2) 管道接头采用专用套接构件连接,对接缝隙做好密封封堵处理,防止混凝土浆液渗入管道内部造成堵管。锚垫板与管道轴线保持垂直,紧密贴合模板固定牢固,

杜绝倾斜、缝隙、松动问题。管道预埋施工完成后全程做好防护处理,混凝土浇筑前再次复核管道坐标、线型及密封状态,彻底规避堵管、偏位等质量隐患,保障后续预应力施工顺利开展^[4]。

4 混凝土浇筑与预应力施工关键技术

4.1 混凝土浇筑施工技术

大跨度连续箱梁采用泵送混凝土施工,施工前严格把控混凝土配合比、坍落度与整体和易性,确保混凝土强度、密实度、流动性满足箱梁施工需求。(1)混凝土浇筑采用分层、分段、对称的施工方式,严格遵循先底板、后腹板、最后顶板的浇筑顺序,合理控制单层浇筑厚度,避免单次浇筑过厚导致振捣不密实、混凝土沉降开裂等问题。(2)浇筑过程中采用插入式振捣器与平板振捣器联合振捣作业,振捣遵循快插慢拔的标准化原则,重点强化腹板、锚下、钢筋密集交接区域的振捣施工,杜绝漏振、过振现象,有效规避蜂窝、空洞、裂缝等结构缺陷。混凝土浇筑保持全程连续作业,避免产生施工冷缝,若出现短暂施工间歇,需在下层混凝土初凝前完成上层混凝土浇筑搭接。浇筑全过程实时监测模板、支架的变形状态,发现异常立即暂停施工并及时处置。浇筑完成后及时对箱梁顶面进行精细化收面、拉毛处理,保障顶面平整度,提升后续铺装层的结合性能。

4.2 混凝土养护技术

混凝土养护是防控箱梁干缩裂缝、温度裂缝,保障混凝土强度稳步增长、提升结构耐久性的关键工序。(1)混凝土初凝完成后,立即开展全覆盖养护作业,采用土工布覆盖结合洒水保湿的养护方式,保证箱梁底板、腹板、顶板全域持续保持湿润状态。结合环境温度动态调整养护频次,高温环境增加洒水频次,避免表层水分快速蒸发引发干缩裂缝;低温环境强化保温覆盖,减小混凝土内外温差,防控温度应力裂缝。(2)严格保障养护时长,确保混凝土强度与弹性模量稳步达到设计标准。养护期间禁止荷载堆放、人员踩踏及支架扰动作业,维持混凝土固化环境稳定。通过精细化养护管控,有效提升混凝土密实度与结构耐久性,最大限度减少结构性、表面性裂缝产生,保障箱梁整体施工质量。

4.3 预应力张拉与压浆技术

待箱梁混凝土强度、弹性模量完全达到设计要求

后,方可开展预应力张拉作业。张拉施工前清理锚垫板、管道端口杂物,检查钢绞线外观与规格性能,确认张拉设备状态完好后启动施工。(1)采用两端对称同步张拉工艺,遵循分级加载、匀速张拉、稳压持荷的施工原则,以张拉应力为主要控制指标、伸长量为校核指标,双向精准把控张拉质量,确保预应力施加均匀精准,杜绝超张拉、欠张拉问题,保障箱梁预应力受力体系均衡稳定。(2)张拉施工验收合格后,及时开展孔道压浆作业,采用真空辅助压浆工艺,提升压浆饱满度与密实度,彻底消除孔道空洞、积水隐患,防止钢绞线锈蚀失效,保障预应力体系长期稳定受力。压浆完成后及时开展封锚作业,修整锚头混凝土结构,保证锚区混凝土密实规整,完成箱梁预应力体系整体施工^[5]。

结束语

综上,本次箱梁钢筋施工通过标准化集中加工、规范化现场绑扎、关键部位配筋补强及全过程质量验收的管控模式,完成主筋、箍筋、分布筋及锚下加强钢筋的精细化施工。依托封闭加工区作业、首件验收制度有效消除钢筋加工尺寸偏差,配套防潮防锈防护措施保留钢筋原有力学性能;严格遵循分层施工顺序开展绑扎作业,借助专用垫块精准控制保护层厚度,通过锚下加密配筋优化局部受力状态,从源头防范应力集中导致的结构病害。完工后的隐患排查与杂物清理,进一步稳固钢筋骨架整体受力性能。整套施工管控体系既规范了现场施工工序,又全方位规避钢筋施工常见质量缺陷,切实提升箱梁钢筋工程施工精度与结构可靠性,为桥梁主体结构长期安全稳定运营提供坚实技术保障。

参考文献

- [1] 高欢,申建伟.大跨度桥梁满堂支架搭设及箱梁现浇施工关键技术探析[J].中国科技期刊数据库工业A,2026(6):126-129.
- [2] 高永东.大跨度预应力混凝土箱梁预制施工关键技术及质量控制分析[J].全面腐蚀控制,2026,40(4):389-391.
- [3] 邓勇军,段成,唐崇峰.大跨度现浇窄箱梁承插型盘扣式支架设计与施工技术[J].四川水泥,2026(2):176-178.
- [4] 王凯.市政桥梁大跨径现浇箱梁施工关键技术及质量控制研究[J].中国建筑金属结构,2026,25(7):92-94.
- [5] 王鹏洁.大跨径市政连续现浇箱梁混凝土浇筑顺序优化及裂缝防控措施[J].陕西建筑,2026(4):142-146.