

桥梁施工中大跨径连续桥梁施工技术的应用分析

温元昊

山东高速路桥国际工程有限公司

DOI:10.32629/etd.v6i9.20496

[摘要] 随着交通基础设施建设的快速推进,大跨径连续桥梁因适配复杂地形、满足大流量通行需求,已成为跨江跨海、山区通道建设的核心选型。为提升桥梁施工质量与服役可靠性,本文结合其结构特点,分析悬臂浇筑、支架现浇、预应力张拉等核心施工技术的工程应用要点,通过精准管控施工形变与应力,优化施工工艺,实现桥梁结构稳定性、耐久性与经济性的协同提升,为同类桥梁工程施工提供实践参考。

[关键词] 桥梁施工; 大跨径; 连续桥梁施工技术; 应用

中图分类号: TU997 **文献标识码:** A

Analysis of the Application of Long-Span Continuous Bridge Construction Technology in Bridge Construction

Yuanhao Wen

Shandong High-Speed Road & Bridge International Engineering Co., Ltd.

[Abstract] With the rapid advancement of transportation infrastructure construction, large-span continuous bridges have become the core choice for cross-river, cross-sea, and mountainous passage projects due to their adaptability to complex terrains and ability to meet high traffic demands. To enhance construction quality and service reliability, this paper analyzes the key engineering applications of core construction techniques such as cantilever casting, formwork pouring, and prestressing tensioning, based on their structural characteristics. By precisely controlling construction deformation and stress, optimizing construction processes, and achieving synergistic improvements in structural stability, durability, and cost-effectiveness, it provides practical reference for similar bridge construction projects.

[Key words] bridge construction; long-span; continuous bridge construction technology; application

引言

当前我国交通网络不断向偏远山区、江河湖海延伸,桥梁工程面临的施工环境愈发复杂,对桥梁跨度、承载能力及服役寿命提出更高要求。大跨径连续桥梁凭借整体刚度大、行车平顺性好、适应性强的优势,在各类重大交通工程中广泛应用。其施工技术的科学应用,不仅能有效解决大跨度跨越难题,降低复杂地形对施工的制约,还能提升工程建设效率与质量,对完善交通网络、促进区域经济发展具有重要现实意义。

1 大跨径连续桥梁施工技术的核心特点

1.1 超静定受力体系完善,整体结构稳定性突出

在大跨径连续桥梁施工建设中,超静定受力体系作为其核心结构支撑,凭借多跨连续衔接的设计优势形成了完善的受力传导路径,能够将桥梁承受的竖向荷载、水平荷载及温度应力均匀分散至各个桥跨与墩台结构^[1]。该体系通常采用3-5跨连续布置,单跨跨径可达40-120m,主梁截面选用箱型截面

且高度控制在2.5-6m,墩台采用钢筋混凝土重力式结构,基础埋深不低于15m,有效提升了结构抗倾覆与抗沉降能力,如表1所示。超静定体系可通过自身结构冗余性抵消施工及服役过程中出现的局部应力集中,即便单一跨径出现轻微受力异常,其余跨径也能通过受力重分布维持整体平衡,大幅降低结构开裂与变形风险,确保桥梁在长期服役中始终保持良好的整体稳定性。结构稳定性可通过简单受力平衡公式初步验算,即竖向荷载平衡公式:

$$\sum F_y = 0$$

式中 $\sum F_y$ 为桥梁所有竖向力的代数和,通过该公式可快速判断竖向荷载是否均匀传递,保障结构基础受力平衡。

1.2 施工形变可控性强,线型与应力管控精度高

表1 整体结构参数表

| 结构参数 | 参数范围 | 作用说明 |
|----------|---------|--------------------|
| 连续跨数 | 3-5跨 | 形成完善受力传力路径,提升整体稳定性 |
| 单跨跨径 | 40-120m | 适配不同跨度需求,满足复杂跨越场景 |
| 主梁箱型截面高度 | 2.5-6m | 增强主梁刚度,抵御荷载变形 |
| 墩台基础埋深 | 不低于15m | 提升抗倾覆、抗沉降能力 |

大跨径连续桥梁因跨径大、主梁自重及施工荷载分布不均,施工过程中的形变控制成为保障工程质量的关键,其施工技术通过精准的前期计算与实时监测实现了形变与应力的高效管控^[2]。施工前需通过专业软件模拟主梁浇筑过程中的形变趋势,预设预拱度值控制在5-20mm,施工过程中采用智能监测设备对主梁挠度、轴线偏差及应力变化进行实时采集,监测频率为每2小时1次,挠度控制精度可达到±2mm,轴线偏差不得超过3mm。应力管控方面,针对主梁不同截面设置应力传感器,实时监测截面应力变化,确保主梁最大拉应力不超过140MPa、最大压应力不超过250MPa,通过动态调整施工节奏,有效避免线型偏差与应力超标问题,保障桥梁成型后线型流畅、受力均匀。

1.3 服役性能优越,工程耐久性与经济性兼顾

大跨径连续桥梁在设计阶段充分考虑长期服役需求,通过选用高性能建筑材料与科学的结构设计,实现了服役性能、耐久性与经济性的有机统一。主梁采用C50-C60高强度混凝土浇筑,配合直径16-25mm的HRB400E级钢筋,混凝土抗冻等级达到F300、抗渗等级不低于P8,有效抵御雨雪、腐蚀等自然环境侵蚀,延长桥梁服役寿命至100年以上。结构设计上取消多余伸缩缝,减少车辆通过过程中的冲击荷载对桥梁结构的损耗,降低后期维护成本,单跨桥梁年维护费用可控制在5-8万元。同时,简洁的连续结构设计减少了施工工序与材料用量,相较于同类大跨径桥梁,施工周期缩短15-20天,材料损耗降低约300-500m³,在保障服役性能的基础上兼顾了工程经济性。

2 大跨径连续桥梁核心施工技术的工程应用

2.1 悬臂浇筑施工技术的应用

悬臂浇筑施工技术是大跨径连续桥梁主梁施工中适配性极强的核心技术,尤其适用于跨江、跨谷等无法搭设满堂支架的复杂场景,其核心是通过分段浇筑、逐段延伸的方式完成主梁施工,全程兼顾施工安全性与结构成型精度^[3]。施工前需先完成墩顶0号块浇筑,0号块长度控制在8-12米,采用劲性骨架支撑,骨架采用HN型钢拼接而成,截面尺寸为400mm×200mm,浇筑时选用C55高强度混凝土,坍落度控制在160-180mm,振捣采用插入式振捣器,振捣频率为2800r/min,确保混凝土密实度。0号块养护达到设计强度75%后,安装悬臂挂篮,挂篮采用菱形挂篮,自重控制在80-100t,额定承载力不低于150t,挂篮行走采用液压驱动系统,行走速度为0.5m/h,行走过程中需同步监测挂篮轴线偏差。每段悬臂浇筑长度控制在3-5米,每段浇筑完成后养护7-10天,养护

期间环境温度保持在15-25℃,养护洒水频率为每3小时1次,待混凝土强度达到设计强度90%后,进行预应力张拉作业,张拉采用两端对称张拉方式,张拉控制应力为1395MPa,张拉速率控制在0.5MPa/s,张拉完成后及时进行孔道压浆,压浆压力控制在0.5-0.7MPa,确保孔道密实,保障主梁受力连续性,如表2所示。例如某跨江大跨径连续桥梁工程(85m+130m+85m三跨连续箱梁,主跨单跨跨径130m)采用上述悬臂浇筑技术进行主梁施工。施工过程中严格按照表2所列参数进行0号块浇筑、挂篮行走及分段浇筑管控,并借助智能监测系统实时调整预拱度。最终,全桥合龙精度达8mm,主梁线型偏差全程控制在2mm以内,预应力张拉合格率达100%。竣工检测显示,桥梁结构自振频率与设计值偏差小于3%,各项应力指标均处于弹性工作范围内,结构稳定性与耐久性完全满足设计及百年服役要求。该实例充分验证了本文所述技术参数管控体系的实践有效性。

表2 施工环节及关键参数标准

| 施工环节 | 关键参数 | 参数标准 |
|-------|----------------|-----------------------------|
| 0号块浇筑 | 长度/混凝土强度/坍落度 | 8-12m/C55/160-180mm |
| 劲性骨架 | 型钢类型/截面尺寸 | HN型钢/400mm×200mm |
| 挂篮安装 | 挂篮类型/自重/额定承载力 | 菱形挂篮/80-100t/不低于150t |
| 分段浇筑 | 浇筑长度/养护时间/环境温度 | 3-5m/7-10天/15-25℃ |
| 预应力张拉 | 控制应力/张拉速率/压浆压力 | 1395MPa/0.5MPa/s/0.5-0.7MPa |

2.2 支架现浇施工技术的应用

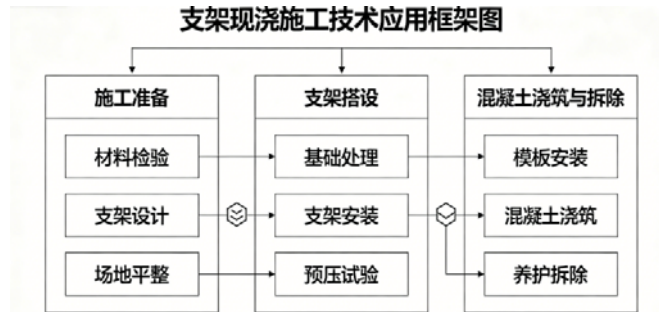


图1 支架现浇施工技术的应用

施工前期需对施工区域地基进行处理,采用换填垫层法,换填材料选用级配砂石,换填厚度为1.2-1.5米,换填后采用重型压路机碾压,碾压次数为6-8遍,碾压压实度达到2.3g/cm³以上,地基承载力检测值不低于250kPa^[4]。支架采用碗扣式满堂支架,支架立杆间距为1.2m×1.2m,横杆步距为1.5m,立杆底部设置可调底座,底座调节高度范围为0-300mm,支架顶部设置顶托与分配梁,分配梁采用16号工字钢,间距为600mm。支架搭设完成后进行预压作业,预压荷载为设计荷载的1.2倍,预压时间不少于72小时,预压过程中实时监测支架沉降量,沉降量控制在5mm以内,预压合格后卸载并调整支架高程,高程偏差控制在±3mm。主梁模板采用钢模板,模板厚度为12mm,模板拼装缝隙控制在2mm以内,拼装完成后涂刷脱模剂,脱模剂选用水性脱模剂,涂刷厚度

为0.3-0.5mm。混凝土浇筑采用分层浇筑方式,分层厚度为300mm,浇筑顺序从跨中向两端推进,振捣采用附着式振捣器与插入式振捣器配合使用,附着式振捣器频率为3000r/min,确保混凝土浇筑无蜂窝、麻面,浇筑完成后覆盖土工布洒水养护,如图1所示。

2.3 预应力张拉施工技术的应用

表3 预应力张拉施工技术的应用

| 施工环节 | 关键参数 | 参数标准 |
|------|-----------------|-------------------------|
| 材料检测 | 钢绞线直径/抗拉强度/锚具硬度 | 15.2mm/1860MPa/HRC32-38 |
| 孔道清理 | 孔道与钢绞线束直径差 | 10-15mm |
| 预张拉 | 预张拉应力/持荷时间 | 控制应力10%/5分钟 |
| 正式张拉 | 控制应力/持荷时间/伸长量偏差 | 1395MPa/5分钟/±6mm以内 |
| 孔道压浆 | 水泥浆等级/水胶比/检测方法 | C50/0.35-0.40/超声波检测法 |

预应力张拉施工技术是大跨径连续桥梁施工中控制主梁应力、提升结构刚度与耐久性的关键工序,贯穿主梁施工全过程,其施工质量直接决定桥梁长期服役性能,需严格把控每一个施工细节与参数标准。张拉施工前需对预应力筋、锚具、夹具进行全面检测,预应力筋选用高强度低松弛钢绞线,直径为15.2mm,抗拉强度标准值为1860MPa,锚具采用OVM15-12型锚具,锚具硬度检测值为HRC32-38,夹具夹持力不低于钢绞线抗拉强度的95%。钢绞线穿束前需对孔道进行清理,采用高压气流吹净孔道内杂物与积水,孔道直径比钢绞线束直径大10-15mm,确保钢绞线顺利穿束且无摩擦损伤。张拉作业采用智能张拉设备,张拉方式根据主梁截面特点选用两端对称张拉或一端张拉,张拉前先进行预张拉,预张拉应力为控制应力的10%,持荷时间为5分钟,目的是消除钢绞线松弛与孔道摩擦影响。正式张拉时,张拉应力

分阶段提升,先升至控制应力的50%,持荷3分钟,再升至80%,持荷3分钟,最后升至100%控制应力,控制应力为1395MPa,持荷5分钟后锁定锚具。张拉过程中实时监测钢绞线伸长量,伸长量偏差控制在±6mm以内,若偏差超出范围,立即停止张拉,排查孔道摩擦、锚具锚固等问题并处理后,再继续施工,检测合格率需达到100%,如表3所示。

3 结束语

大跨径连续桥梁施工技术的合理应用,是保障桥梁工程质量、提升结构服役性能的关键,其核心施工技术的优化与落地,有效解决了复杂环境下大跨度桥梁施工的诸多难题,推动了桥梁建设行业的稳步发展。随着建筑材料与施工设备的不断升级,未来需进一步加强施工技术的创新研发,结合智能化手段提升施工管控精度,优化工艺细节,推动大跨径连续桥梁施工向更高效、更安全、更绿色的方向发展,更好适配交通基础设施高质量建设的需求。

[参考文献]

- [1]陈君强.桥梁施工中大跨径连续桥梁施工技术分析[J].散装水泥,2026,(03):68-70.
- [2]严小俊.公路工程施工中大跨径桥梁施工关键技术及应用突破[J].新发现,2025,(22):52-54.
- [3]何昌军.桥梁工程施工中的大跨径连续桥梁施工技术探究[J].建材发展导向,2025,23(18):127-129.
- [4]唐树华.桥梁工程中大跨径连续桥梁施工技术分析[J].汽车周刊,2025,(09):68-70.

作者简介:

温元昊(1999—),男,汉族,山东省菏泽市人,本科,现有职称:助理工程师、工作方向:交通工程。身份证号码:372929199910040916。