

桥梁工程施工中的大跨径连续桥梁施工技术研究

赵明

中铁电气化局集团有限公司

摘要:现阶段城市发展进程不断加快,桥梁工程数量增多,建设规模进一步扩大。大跨径连续桥梁是应用范围较广的新型施工技术之一,在具体应用过程中需要依照桥梁工程建设要求,制定切实可行的大跨径连续桥梁施工技术方案。针对以上背景,本文结合工程案例,首先提出大跨径连续桥梁工程施工技术特征,阐述大跨径连续桥梁施工流程,制定大跨径连续桥梁工程施工管控对策,以供参考。

关键词:桥梁工程;大跨径连续桥梁;施工技术

【DOI】10.12254/j.issn.2096-6539.2023.21.051

前言

我国大跨径连续桥梁施工技术现已具备世界领先水平,在桥梁施工与运营过程中能够最大限度保护周边环境,节约社会成本。为充分发挥出大跨径连续桥梁施工技术应用期间的积极作用,需要结合桥梁具体施工要求,开展结构强度、刚度及稳定性的计算工作,优化大跨径连续桥梁工程施工流程,实现建设精品桥梁工程目标。

一、工程概况

本文以福州市新建城区北向第二通道桥梁上跨铁路工程为例。桥梁工程全长966.346米,包含三环辅路主线桥。梁体由系杆拱桥、预制箱梁与下部结构组成。桥梁的被交道机动车道净空大于等于5.0米、桥下铁路净空大于等于8.5米,具备大跨径连续桥梁特征。

工程施工环境较为复杂,制约因素较多。桥梁上下部结构存在器具或物品掉落铁路的隐患。既有铁路的接触网为高压线,存在用电安全隐患。桥梁桩基施工设备对人员造成伤害,在没有加强操作管理的情况下,也容易引发安全事故。

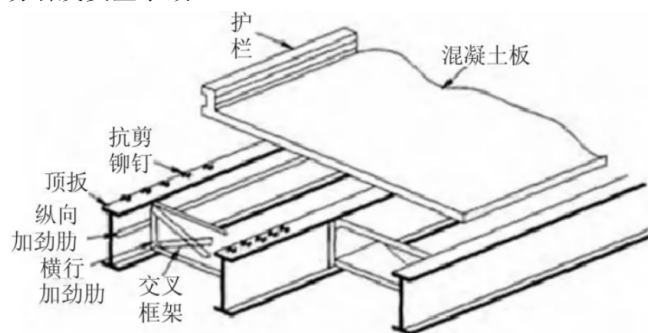


图1 大跨径连续桥梁结构

二、大跨径连续桥梁工程施工特征

(一) 大跨径连续桥梁施工优点

大跨径连续桥梁是以连接结构为主的桥梁,通过将桥墩与梁体结合在一起,能够使桥梁整体与下部结构共同受力,缩短整体桥梁的顶部弯负距,保障桥梁整体结构的安全性及稳定性。

(二) 大跨径连续桥梁施工难点

第一,施工地形较为复杂,基础处理难度较大。在大跨径连续桥梁工程施工过程中,施工工作经常会受到当地地质水文等因素影响,后续支架施工难度更大。在土质较为松软、坡度较高的情况下使用大跨径连续桥梁施工技术,还需要对基础结构进行前期处理,保障基础结构稳定;

第二,支架搭设需考虑的因素较多。部分大跨径连续桥梁施工需要穿越河流,在搭设支架过程中如河水较深,实际搭设期间的安全隐患更多。

三、大跨径连续桥梁施工流程

(一) 施工内容

案例工程中的主桥墩台中心距离100米,计算跨度为90米,矢高22.5米,拱曲线为二次抛物线。

主拱由两片拱肋组成,每片包括钢管、腹板,属于哑铃型断面。在主拱肋钢管中浇筑C50微膨胀混凝土。在拱角处到第1根吊杆间的拱肋腹腔中灌入C50混凝土,其余腹腔中不填筑混凝土。

两拱肋内的中间距离为16.5米,有三道横撑,横撑钢管内也不得填充混凝土。吊杆使用成品锁以及冷铸墩头锚,吊杆的纵向间距为4.0米。

系梁为预应力混凝土箱梁,宽度为1.8米,高度为2.0米。横梁采用预应力混凝土现浇T形梁。拱脚固结点为三向预应力混凝土结构,配备有劲性钢骨架。桥梁支座为球型钢支座,包括固定支座与滑动支座,桥墩处还设有160型的伸缩装置。

在系杆拱桥施工前,首先建设人工挖孔桩,对既有铁路进行安全防护。在钢管混凝土系杆拱桥桥梁部位使用支架施工,遵循先梁后拱的施工顺序。在钢管拱斜处使用多段支架拼装施工技术,脚架上方搭设支架,使用汽车吊分段运输,确保吊装到位。两片拱肋也需要分别吊装,拱脚与拱顶应对称安装。在拱肋吊装完毕后开始节段焊接。

(二) 支架搭设

使用膺架法搭设支架。为在满足交通通行要求,采用贝雷梁支架。对桥梁上部作用荷载以及地基的承载力进行计算,浇筑垫梁与C20混凝土基础。

主梁使用单层的32排贝雷纵梁,上下部设置加强弦杆。在贝雷梁处铺设槽钢以及方木,现浇支架需要使用汽车吊配合开展。

支架架搭设完毕后,为抵消支架、桁架与地基的非弹性力,需要测量出支架与地基的弹性变形值,依照梁体重量,使用预制混凝土块在支架上堆载预压,开展沉降观测工作。

观测环节需要顺桥每5米处测量一断面,断面处还需要等距布置4点,用红油漆标注,设置点位标号。结合观测数据计算出以及与支架的弹性变形值与预拱度。

墩顶与跨中部位要按照抛物线或直线进行比例分配。



图2 支架搭设

（三）模板支撑

切实保障系杆施工质量水平，梁板底模、侧模与内模需要使用优质的竹胶板。箱梁底模下部使用10×15厘米的落叶松木，间距为30厘米。系模侧膜与内膜使用10×15厘米的方木作肋。模板的刚度与强度需要符合设计要求。在使用木模板时的模板接缝处还应当加海绵条，保障接缝严密，不会漏浆。

（四）钢筋与钢绞线加工安装

钢筋需要在加工场地直接加工，用汽车吊吊运到模板上绑扎。钢筋加工原装工作需要严格遵照设计图纸要求，纵向主筋的接头处要在施工现场进行单面搭接，搭接长度不得小于±2厘米，接头距离不得小于1.3倍的搭接长度。同一焊面的焊接接头处需要错开位置，按照要求错开钢筋接头。

钢绞线施工期间需要进行参数及下料，为保障钢绞线施工质量，需要在使用前对钢绞线各项性能进行重新验核。依据设计图纸标记施工位置及穿孔位置，已经施工完毕的钢绞线，可以使用橡胶垫等材料固定，避免施工环节出现钢绞线缠绕问题，导致市政桥梁施工工作受到不利影响。

钢绞线下料时需使用砂轮切割，禁止使用电焊或气焊。较长的钢绞线应使用专用设备下料并打盘，根本上提升实际施工效率。通常情况下，钢绞线为一端张拉，下料时逐根组装。各种类型的钢绞线需要按照图纸不同规格要求编号堆放。钢绞线挤压模具挤压前，在钢绞线断头处还需要安装挤压弹簧以及挤压套，挤压套外侧涂抹润滑油，确保钢绞线、挤压模以及活塞杆处于同一轴心线上。挤压模具应精准，钢绞线端头需露出成形后的挤压模具外端，挤压后的模具直径差不得超过0.3厘米，挤压模具需要与锚固板稳固连接。

钢绞线与配件运输、吊装环节需要避免碰撞挤压，人工搬运应当保护措施。钢绞线、模具及配件在铺装使用前在要依照规格分类标识，平整地摆放在干燥位置。放置区域下部设置垫木，露天放置时还需要铺设塑料布，避免钢绞线被雨水侵蚀。

（五）混凝土施工

混凝土为商品混凝土。首先将混凝土注入到模具中，使用插入式振捣装置振捣。量体的截面体应采用钢筋分段浇筑手段，在梁段内一次浇筑成型，而后再跨中

合龙。为避免出现收缩、徐变等影响，在混凝土浇筑前还需要在前段结合面进行凿毛处理，标注断面时需要按照底板、腹板以及顶板的顺序浇筑。在振捣结束后应当使用土工布覆盖混凝土表面开展洒水养护，养护时间不得少于7天。

（六）张拉与灌浆

桥梁系梁预应力张拉需要按照设计要求分两次开展。第1批张拉为N 1、N4 N7；第2批张拉为N2、N3、N5、N6，张拉完毕后进行压浆处理。

在灌浆前还需要检查配套设施、注浆管道以及阀门运行期间的可靠性。注入泵的水泥浆需提前进行筛滤，滤网孔直径不得大于5毫米，输浆管连接的出浆孔径不得小于10毫米。

在注浆前还需要加强注浆材料管控力度。灌浆水泥应当采用普通硅酸盐水泥，水泥浆的标准程度需要超过30MPa。水泥浆的水灰比应当控制在0.40~0.45之间，搅拌三小时后的水泥浆泌水率应当控制在2%范围之内，流动值大于200毫米。

由现场试验室开展水泥原材料试验、强度试验工作，试配需要在灌浆前7天进行水泥浆在自调制完毕并灌入孔道期间的延续时间不得超过30分钟。

灌浆前还需要切割外露钢绞线，钢绞线外露在夹片外的长度应当大于等于30厘米。灌浆需要使用专用灌浆泵及搅拌机，前期调整灌浆机具，确保灌浆孔道润湿清洁。灌浆工作需要缓慢均匀开展，不得出现中断问题。

灌浆机的出浆口应当与灌浆口相互连接，保障密封状态。开启灌浆泵注入压力水泥浆，注意检查排气孔状态，在浆液流出关闭排气孔。灌浆期间的灌浆压力值需要控制在0.5~0.7MPa。在超过灌浆压力的情况下需要立即停机检查。灌浆完成后的三小时需要使用漏斗对排气孔进行补浆处理。

每个台班灌浆环节需要制作立方体水泥试块，在养护28天后交给实验室检测试块强度，要求强度不得小于30MPa。

灌浆工作需要一次完成，在发现孔道阻塞或者灌浆中断情况下需要及时冲洗孔道，立即重新灌浆。

在室外温度低于5℃的情况下需要使用抗冻保温措施，避免浆液冻胀导致混凝土沿孔道边出现裂缝。灌浆环节需要填写灌浆记录，标明灌浆日期、水泥品种，确保各环节均能够得到严格质量控制。

四、大跨径连续桥梁施工管理对策

（一）优化大跨径连续桥梁工程安全管控流程

针对大跨径连续桥梁工程施工期间的各类安全隐患问题制定安全隐患排查体系，致力于建立高素质施工团队，将因人为问题造成的安全问题控制在最低范围内。要求在服务工程建设过程中还需要严格遵循安全第一原则，树立起良好工程形象。

在工程安全管理过程中联合施工现场勘查内容，结合勘察获得的地质及水文资料，做好工程施工风险分析工作，评估施工风险等级，及时解决施工技术中存在的不合理问题，确保施工安全。

施工安全管理环节还应当与施工监督管理相互协

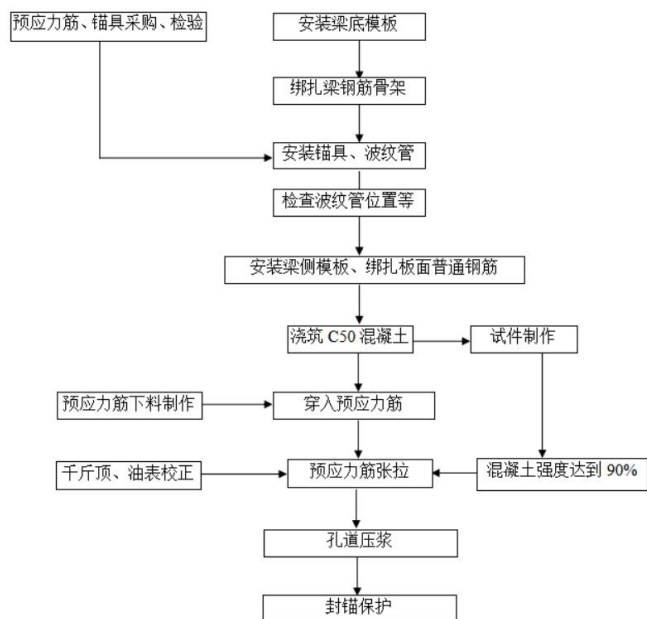


图3 预应力施工流程

调，避免过于重视施工进度忽视安全管理工作问题出现。合理划分工程施工周期，做好施工安全检验工作。对工程施工环节安全隐患进行定期或不定期检验。明确安全管控期间各部门应当肩负起的职责，将安全管控工作实施效果与工作人员实际利益密切结合在一起，确保工程管理工作有序实施。

(二) 创新大跨径连续桥梁工程安全管控模式

社会经济及科技技术的快速发展使大跨径连续桥梁工程安全控制工作也逐渐趋向于信息化、现代化，在安全管控过程中融入功能完善的信息系统，进一步扩大安全管控覆盖面积，存在于工程中的细小安全隐患问题均能够被及时发现。

为增强施工环节各部门的密切配合水平，还需借助信息化交流平台、工程施工数据库等，从根本上提升各类施工信息的公开及共享水平，使工程施工过程中存在的各类安全隐患均能够得到各参与单位高度重视，联合制定出切实可行的隐患治理对策。

对技术管理环节进行创新管控，要求管理人员与施工人员具备较强的专业技能，确保工作人员能够适应大跨径连续桥梁工程现代化发展，正确操作先进施工工艺，切实保障工程整体管理水平。

注重施工技术环节的创新管理工作，在安全隐患管理过程中采用垂直管理方式，由项目经理、施工工程师重要人员建立安全隐患管理机构、在各区段组建安全隐患管理小组，合理分配各小组成员安全管控职责。

针对施工现场存在的安全隐患问题，还应当建立其技术专家组顾问专家组，由业内专业人员对工程施工期间的安全隐患进行排查，制定安全管控方案，做好安全隐患划分工作，给予安全管理工作充足的技术支持。

(三) 制定施工管理制度

在大跨径连续桥梁工程实施过程中的施工质量管理水平会影响到工程经济效益及安全效益。因此在设定工

程施工质量管控目标过程中，应当结合工程具体建设要求，确保制定出的施工质量管控标准能够在实现最终工程设计目标中发挥出重要作用。

在大跨径连续桥梁工程施工工作开展期间，施工质量管理水平也与工程经济效益及安全效率存在密切关联，需结合工程施工特征及施工环节存在的各项问题，对施工管理机制进行不断优化，确保施工质量管理能够始终处于规范化实施状态。

为切实提升施工质量管理效果在施工质量管理过程中还需要进一步优化质量管理标准，协调质量管理、安全管理及成本管控工作之间的关系^[4]。要求施工单位应当针对施工期间存在的质量问题组织专项研讨会，联合设计单位及监理单位对施工技术方案进行不断优化，为保障工程各环节施工工作顺利开展，奠定坚实基础。

项目负责人员需要组织实施关于施工技术、施工人员等现场检查与评估工作，结合大跨径连续桥梁工程施工管理内容，重点检查所有数据及原始记录的完整性，判断工程施工是否符合验收标准，砂浆及混凝土试块强度是否满足设计规范要求。在砂浆、混凝土试块等强度和设计标准的情况下需要及时发出整改通知，明确整改内容、整改地点与整改要求，编制整改报告。

总结

总而言之，为进一步提升大跨径连续桥梁工程施工工作质量管理及安全控制水平，切实保障工程建设全过程经济效益，需要加强施工各环节安全管理与质量控制力度，合理划分工程各参与单位质量及安全管理职责。针对工程施工期间的质量问题及安全管理存在问题开展追责处理，增强各部门的质量管理与安全控制工作的参与积极性，促进工程质量管理及安全控制工作顺利开展。

参考文献

- [1] 李现飞. 桥梁工程中跨径连续桥梁施工技术分析[J]. 运输经理世界, 2023 (06): 117-119.
- [2] 吴峰, 李钢. 桥梁工程中跨径连续桥梁施工技术[J]. 散装水泥, 2022 (06): 173-175.
- [3] 张伟莹. 桥梁工程施工中的大跨径连续桥梁施工技术研究[J]. 江苏科技信息, 2022, 39 (18): 43-45.
- [4] 何芳. 桥梁工程建设中的大跨径连续桥梁施工技术探析[J]. 运输经理世界, 2020 (12): 51-52.
- [5] 刘浩, 孙雪娇. 桥梁工程项目中的大跨径连续桥梁施工技术[J]. 四川建材, 2019, 45 (11): 116-117.
- [6] 郑文超, 张伟. 桥梁工程施工中的大跨径连续桥梁施工技术研究[J]. 黑龙江交通科技, 2019, 42 (10): 127-128.
- [7] 周宇萌, 何旺旺. 大跨径连续桥梁施工技术在桥梁工程中的应用[J]. 交通世界, 2019 (16): 120-121.
- [8] 马彦阳. 桥梁工程施工中大跨径连续桥梁施工技术研究[J]. 工程技术研究, 2018 (14): 45-46.
- [9] 李伟. 桥梁工程施工中的大跨径连续桥梁施工技术[J]. 工程建设与设计, 2018 (18): 168-169.
- [10] 解永峰. 桥梁工程中跨径连续桥梁施工技术应用分析[J]. 山西建筑, 2018, 44 (24): 166-167.