

土木工程施工中的质量控制及技术措施探析

畅海洋

(陕西省咸阳路桥工程公司, 陕西 咸阳 712000)

摘要 桥梁工程施工质量与结构安全、耐久服役及全寿命成本紧密相关,是项目的核心。随着跨江跨海、装配式与钢-混组合等桥型日益增多,工序之间的耦合性增强,各类隐藏风险凸显且风险传播链条长,事后采取纠偏措施难以保障质量稳定。本文围绕质量体系构建、过程控制、关键桥梁工序技术以及风险治理这四个方面展开,结合实际工程案例,提出以标准化为主线,强化线形控制、节点验收与信息化管理,形成闭环管理机制,以期提升桥梁实体质量水平提供有益参考。

关键词 桥梁工程; 施工质量控制; 质量管理体系

中图分类号: TU712

文献标志码: A

DOI: 10.3969/j.issn.2097-3365.2026.06.030

0 引言

桥梁工程施工涉及基础下部、上部结构及桥面系附属设施等多专业工序协同,质量管控贯穿图纸会审、材料进场、关键工序实施、隐蔽验收至成桥检测全过程。与普通房建相比,桥梁具备线性长、受力体系敏感状况明显、常跨越水域或者既有交通线路、外部荷载和环境作用突出等情况,人员技能状况、材料的起伏变动、设备状态好坏、施工方式以及风浪和温度等环境要素皆会影响到施工质量,不管是哪个环节的偏差,经体系传递后都易被放大,导致线形超限、预应力偏离标准、焊缝有缺陷、支座伸缩缝有故障、渗漏及耐久性下降等问题。当前工程建造更注重安全持久与快速实施,质量控制已从契合验收标准变为过程可把控、风险预先控制、数据可追溯,探求桥梁施工质量管理与技术举措,明确关键工序控制点与通病防治策略,对提升成桥品质、降低返工及运维成本意义重大。本文结合典型施工场景提出全过程质量控制思路,为现场管理提供参考。

1 桥梁工程施工质量控制的基本原则与总体思路

桥梁工程施工质量控制应坚持预防为主、过程控制、责任清晰与数据支撑的原则。应在开展施工组织设计与专项方案阶段,识别线形控制、预应力张拉、钢结构焊接、支座安装、挂篮/支架体系稳定、涉水作业等质量风险,通过方案比选、试验段实施和样板先行工作降低缺陷概率;应把质量管理的关口前移至材料、测量放样、工序与关键节点,杜绝依赖事后开

展检查与返工,需搭建从项目经理、总工直至测量、试验、质检及班组的链条,落实自检、互检、专检以及旁站操作,以实测实量、无损检测、线形复核和资料归档来完成量化追溯。并用信息化平台实现测控数据实时联动闭合与预警。

总体上以专项方案牵引,将质量目标分解至分部工程与关键工序,实行首件认定与节点验收,强化隐蔽工程与工序交接,并以通病治理形成标准化工法与控制点清单,构建计划—执行—检查—改进闭环,实现成桥线形受控、结构耐久可靠、功能与观感稳定的目标^[1]。

2 施工质量控制体系构建与过程管理要点

2.1 质量管理体系与责任链条的建立

施工质量控制的基础是体系化管理。桥梁项目应以质量目标为导向搭建组织架构与职责分工,对挂篮、支架、吊装、交通导改等高风险工序实行专项负责人制,分包单位纳入统一质量考核与奖惩等。明确由项目经理承担总责,技术负责人统筹把控施工方案、线形及关键工艺,质量负责人把控检验验收,跟进问题闭环,测量、试验、钢结构/预应力等专业工程师承担分项过程的管控工作,班组长落实作业质量然后开展自检。体系运行要靠制度给予支撑,涉及图纸会审与技术交底、材料进场检验和复试、检验批与分项工程验收、隐蔽工程与关键节点的验收、无损检测和张拉压浆记录、质量问题整改复验等相关内容。为增进执行一致性,需把关键工序控制点罗列出清单,界定旁站环节、

作者简介: 畅海洋(1994-),男,本科,助理工程师,研究方向: 土木工程。

需要测量的数据、影像留存与资料归档的要求,减少由人员更替或经验差异引起的波动。

2.2 材料、设备与计量控制的源头治理

材料与设备是桥梁工程质量的源头因素,源头失控往往导致后续工序难以补救^[2]。材料管控需落实供应商准入、型式检验与样品确认机制,对于像钢筋、预应力钢绞线及锚具、钢板及焊材、支座与伸缩装置、防水层材料、灌浆料和外加剂这类关键材料,采取合格证、出厂检验跟进场复验配合的控制办法,禁止凭借经验取代复试结果,就商品混凝土与高性能混凝土而言,需重点审查配合比、坍落度、含气量、入模温度以及运输时长,必要时借助试拌与试浇进行验证。就设备而言,需强化挂篮、支架、塔吊/架桥机、张拉千斤顶、压浆设备、焊接与检测仪器等关键装备的状态管理及计量校准,保证参数精准、性能平稳。计量控制贯穿项目的全流程,尤其是在测量放样作业、支架预压实施、梁段标高与线形状态、预应力张拉力和伸长量的设定、索力与焊缝尺寸的要求等方面,通过复核与复测将偏差控制在允许范围内。

2.3 工序控制、样板引路与实测实量的闭环管理

工序控制是桥梁施工质量形成的核心环节。应坚持首件认可与样板引路,在0号块、首跨梁段、首件焊缝、首道张拉压浆、首个支座与伸缩缝安装等关键工序启动前制作工艺样板或试验段,明确质量标准、施工参数与验收边界,形成统一作业尺度。工序实施阶段得落实“三检”以及工序交接,若上一道工序未验收合格,不能进入下一道,尤其在涉及钢筋隐蔽、预埋件、波纹管定位、支架预压、索导管与锚固区等部位时,需要在隐蔽前把检查记录做好,而且留存影像资料形成档案。实测实量与检测应覆盖诸如线形、标高、轴线、预应力伸长量、压浆饱满度、焊缝探伤、混凝土强度和外观缺陷等关键指标,用抽测频次和合格率去评定工序稳定性,及时识别偏差走向并进行矫正。质量问题处理需形成闭环,囊括记录、查找问题根源、实施整改、复查核验和经验归纳反馈,防止同样问题在不同墩台或梁段重复出现。

3 关键分部分项工程质量控制技术措施

3.1 基础与下部工程质量控制技术措施

基础与下部结构是桥梁受力传递的根基,质量控制应突出勘察成果核验、施工参数控制、施工监测与隐蔽验收。基坑开挖与围堰施工时,一定要严格控制开挖标高、支护体系及降排水工况,涉水基础需留意

冲刷、涌砂以及水下混凝土离析风险,加强水位、变形等各项监测工作,基底验槽需各方一起联合,查看持力层、承载力和软弱夹层情形,对超挖、遭受扰动或局部软弱的区域,进行换填、注浆加固或垫层处理然后记录。桩基工程需把控成孔垂直度、孔径大小、沉渣厚度以及护筒稳定性,钢筋笼制作与定位需符合保护层及接头要求,水下灌注必须保证导管的埋入深度、连续性和首盘用料方量,杜绝缩颈、断桩、夹泥等缺陷出现,按规范标准开展低应变、声测等检测。承台、墩身及盖梁施工需保障模板刚度、轴线标高和钢筋间距,混凝土分层振捣密实并及时养护;预埋件、支座垫石与锚栓孔定位需复测复核,确保上部结构安装条件准确。通过下部结构全过程控制,可为成桥线形与耐久性提供可靠基础^[3]。

3.2 上部结构混凝土与钢结构件质量控制技术措施

上部结构质量控制应围绕线形与连接展开,重点把控钢筋、预应力、模板支架以及钢结构焊接装配等要素。钢筋工程得严格开展复试与加工事项,绑扎定位需契合间距、锚固和保护层要求,在梁端、横隔板、锚固区等钢筋集中的部位,需防范出现漏筋与位移情形。进行现浇梁的施工或者采用悬臂施工的时候,应恰当控制支架基础、立杆间距及节点连接,按照方案开展预压工作并复核沉降,要对模板的轴线、标高和截面尺寸开展测量复核,防止出现胀模跑模以及线形偏差。预应力施工要掌握好波纹管位置及通畅性,张拉执行控制应力与伸长量双管齐下控制,锚具安装应做到可靠,张拉顺序与分级加载要与工艺相符合,压浆时应控制好水灰比、浆体的流动度及稳压时间,保证达到饱满紧实。预制梁与装配施工需开展构件出厂检验、落实吊装方案、达成落梁精度要求,梁端对位、湿接缝与封锚混凝土需按既定的时序完成,合龙段浇筑时需兼顾温度以及线形的调整。加强混凝土温控与养护,减少早期开裂,并对支座垫石与预埋件进行复测,确保就位准确。钢结构桥梁重点控制母材、焊材与工艺评定,焊缝无损检测合格后方可涂装,高强螺栓连接确保摩擦面处理与扭矩复核。通过关键节点强化验收,上部结构安全性与成桥线形可同步提升^[4]。

3.3 桥面系与附属工程施工质量控制技术措施

桥面系与附属工程直接关系行车舒适性、耐久性与后期养护,通病集中且返工代价高,应强调材料匹配、工艺稳定与细部节点控制。开始桥面铺装工作前,得完成梁面凿毛清理与标高复核工作,泄水孔、预埋件以及防撞护栏钢筋应定位精准,实施混凝土或沥青

层摊铺时,需控制好厚度、平整度与压实度,杜绝离析、车辙以及早期裂缝的出现。做防水层施工要严格把控基层的含水率跟温度条件,卷材搭接、收头与附加层要按照样板的要求施工,杜绝出现破损、漏铺现象。伸缩装置以及支座安装要把测量复核作为前提,支座垫石的强度与平整度需达到标准,灌浆得充实,顶升更换施工预留空间应恰当,要进行伸缩缝槽口尺寸、锚固钢筋及焊接质量的检查,浇注料配比及养护要达成要求,保障伸缩顺畅且无渗液。排水系统应保证坡度与通畅,泄水管与落水口密封可靠,护栏、栏杆与附属构件焊缝、涂装与防腐层厚度应抽检,保证最终交付的功能与观感。

3.4 防水与耐久性工程质量控制技术措施

防水与耐久性决定桥梁全寿命服役表现与运维成本,质量控制需突出环境适应性与关键节点精准管控^[5]。对处于水域、盐雾及重载通行环境的桥位,需加强控制等级并预留一定裕度,桥面防水体系要跟铺装类型相契合,施工前需落实梁面凿毛、清洁工,干燥度符合标准;卷材或涂膜防水需控制底涂、搭接宽度、收头密封和附加层设置的相关参数,转角、泄水孔、伸缩缝两侧以及护栏根部等相关位置要强化处理,不得出现空鼓、破损及漏铺的情况。排水系统需同纵横坡协同开展校核,保证泄水孔间距恰当,管道连接与密封稳固可靠,雨后巡查要对落水口堵塞与渗漏迹象进行检查,伸缩装置是渗水及病害发生概率较高的部位,需对槽口尺寸、锚固钢筋、焊接质量和浇注料配比进行全过程检验,施工做完后进行通行试验及渗水观察。就耐久性控制而言,应依照所在地区的氯盐浓度、冻融现象、干湿循环以及疲劳荷载水平,适宜挑选混凝土强度等级、抗渗抗冻指标及保护层厚度,强力控制水胶比、外加剂的掺入量与养护制度,降低早期出现开裂以及渗透通道形成的概率,对预应力体系,要把孔道清洁、压浆密实与封锚质量重视起来,预防钢绞线出现锈蚀及应力腐蚀状况。钢结构桥梁需控制涂装体系、膜厚与施工环境,关键部位可采用密封、除湿或阴极保护等措施,并加强高强螺栓连接面与焊缝处防腐。

4 案例分析:某桥梁工程项目施工质量控制实例

该市跨河桥梁项目跨径大,涉水桩基与连续梁悬臂施工并行,叠加通行导改与汛期水位波动,质量风险高度集中。项目刚开始动工就分解桥线形、混凝土耐久等核心质量目标,出台专项方案,划出质量红线,严格执行试验段及首件通过制度。围堰与桩基施工强

化对测量复核与成孔记录的把控,严格控制垂直度、沉渣厚度等关键参数,按既定规范开展检测;承台墩身把重点放在钢筋定位、模板刚度与分层振捣上,保证预埋件与支座垫石精度达标;上部结构悬臂现浇实施全程开展线形监控,张拉采用应力与伸长量双重控制,依照规范对压浆开展检验且留存记录;桥面系把防水层这类关键节点放进旁站清单,实地实测铺装参数,完成雨后渗水缺陷的闭环解决。项目采取多管齐下的质量管理措施:一方面提前规划现场实验室布局,建立混凝土温控养护专项台账,针对不同季节特点实施差异化养护方案,并设置裂缝监测点进行全过程跟踪;另一方面加强安全文明施工管理,将临边防护、成品保护及交通导改巡查纳入月度考核体系。在资料管理方面,实现测控数据、检验批等工程资料实时归档,并定期组织质量评审与问题复盘。通过“标准化施工流程+线形精准测控+关键工序旁站+验收闭环管理”四位一体的管控模式,项目成功将线形偏差和渗漏风险控制在规范范围内,显著降低了返工率,确保了工程交付质量,为同类桥梁工程提供了可借鉴的质量管理经验。

5 结束语

桥梁工程施工质量控制是一项复杂的系统工程,需要建立完善的质量管理体系,并针对关键工序制定专项技术措施。在质量控制过程中,应当遵循“预防为主、过程控制、数据支撑、持续改进”的原则,通过实施样板引路、关键节点旁站监督等制度,对质量通病部位开展专项治理,从而确保工程质量稳定可靠,同时实现降本增效。未来应当积极推进标准化施工工艺与信息化监测技术的深度融合,构建全过程质量管控体系,保障桥梁工程全寿命周期的质量可靠。

参考文献:

- [1] 金根. 土木工程施工中的质量控制措施[J]. 中国高新科技, 2020(13):98-99.
- [2] 李杰. 浅谈土木工程施工中的材料选择及质量控制措施[J]. 居舍, 2020(12):18.
- [3] 张双仁. 分析土木工程施工中质量控制的重要性及措施[J]. 现代物业(中旬刊), 2020(03):170-171.
- [4] 钱奕斌. 土木工程施工中质量控制的重要性与措施分析[J]. 工程建设与设计, 2019(23):276-278.
- [5] 金康, 赵翔. 土木工程施工中的材料选择及质量控制措施[J]. 农家参谋, 2018(05):192.