

高速公路互通匝道现浇箱梁施工技术与质量控制

铁留江·俊军曼

新疆路桥建设集团有限公司 新疆 乌鲁木齐 830000

摘要：本文围绕京新高速公路（G7）新疆内大黄山至乌鲁木齐段改扩建工程小地窝堡互通立交优化设计工程项目，结合工程实操案例，系统阐述施工前期准备、支架模板、钢筋加工、混凝土浇筑与养护等核心技术要点，构建“事前交底、事中控制、事后验收”的全流程质量管控体系，分析常见质量问题成因并给出防治措施，通过工程案例验证技术与管控模式的可行性，为同类曲线匝道、高空作业场景下的现浇箱梁施工提供技术参考，助力提升工程施工质量与安全稳定性。

关键词：高速公路；互通匝道；现浇箱梁；施工技术；质量控制

引言：随着高速公路路网不断完善，互通立交作为交通衔接关键节点，其施工质量直接影响路网通行安全与效率。现浇箱梁因整体性好、抗扭刚度强，在互通匝道施工中应用广泛，但受匝道曲线半径小、高空作业多、地形复杂等因素影响，施工技术难度大，质量隐患易出现。基于此，本文结合施工实操经验与工程案例，深入探讨现浇箱梁施工核心技术，建立科学的质量管控体系，为解决施工难题、保障工程质量提供支撑。

1 高速公路互通匝道现浇箱梁施工核心技术与实操要点

1.1 施工前期准备技术与实操

（1）施工图纸会审与现场勘察：结合某互通施工案例，重点核查匝道曲线参数、坡度变化及与主线衔接节点，明确曲线半径小、坡度起伏大等施工难点，标注图纸中与现场实际不符之处，形成会审纪要并及时整改，确保施工图纸贴合实操需求。（2）原材料进场检验与配合比优化：钢筋进场需核查出厂合格证，抽样检测力学性能，不合格材料严禁进场；混凝土原材料重点控制水泥强度等级、砂石含泥量，结合匝道施工工况优化配合比，提升混凝土抗裂性和流动性，适配高空浇筑需求。（3）施工机械设备调试与人员配置：模板、张拉设备等进场后全面调试，检查模板平整度、张拉设备精度，确保设备正常运行；配备专业施工人员，明确各岗位职责，对模板安装、张拉操作等人员进行岗前培训，考核合格后方可上岗。

1.2 支架与模板施工技术及实操

（1）支架设计、搭设与验收：结合匝道高空、曲线特点，参考某过往支架施工案例，采用碗扣式支架设计，严控支架立杆间距、扫地杆设置，搭设过程中全程管控垂直度，搭设完成后进行荷载试验，验收合格后方可

可进入下一道工序。（2）模板加工、安装与精度控制：模板采用钢模板加工，确保表面光滑、尺寸精准，安装时严控拼缝间隙，采用密封胶封堵防止漏浆，精准控制模板标高和轴线偏差，贴合匝道曲线走向，保障箱梁外形尺寸符合设计要求。（3）支架预压与模板预拼实操流程：支架预压采用沙袋分级加载，监测沉降量，待沉降稳定后卸载；模板预拼在现场进行，检查拼缝贴合度和整体平整度，及时调整偏差，避免安装后出现返工^[1]。

1.3 钢筋加工与安装施工技术

（1）钢筋下料、弯曲、焊接实操标准：严格按照施工工艺流程要求，精准计算钢筋下料长度，弯曲角度符合设计规范，焊接采用双面焊，严控焊缝高度和长度，避免出现夹渣、未焊透等缺陷。（2）钢筋安装定位与保护层控制：针对匝道箱梁钢筋密集区，采用定位架固定钢筋位置，确保钢筋间距均匀，采用垫块控制保护层厚度，避免垫块脱落、移位，保障钢筋受力符合设计要求。（3）钢筋隐蔽工程验收流程：钢筋安装完成后，清理表面杂物，自检合格后上报监理单位，验收重点核查钢筋规格、数量、位置及保护层厚度，验收合格后签署记录，方可进行混凝土浇筑。

1.4 混凝土浇筑与养护技术

（1）混凝土浇筑顺序、振捣工艺：结合匝道箱梁断面特点，采用从一端向另一端连续浇筑，分层浇筑厚度控制在30cm以内，采用插入式振捣器振捣，避免漏振、过振，确保混凝土密实度。（2）混凝土温控技术：夏季施工采取遮阳、洒水降温措施，控制浇筑温度；冬季施工采用保温覆盖，浇筑后及时升温养护，避免混凝土受冻开裂，实现差异化温控管控。（3）混凝土养护工艺与周期：参考养护实操案例，采用洒水养护结合覆膜保湿，养护周期不少于14天，每日定时监测养护湿度和温

度, 确保混凝土强度稳步增长^[2]。

2 高速公路互通匝道现浇箱梁现场质量管控体系与实践

2.1 质量管控体系构建

(1) 质量管控组织机构与岗位职责划分: 结合施工单位实操模式, 成立以项目经理为组长, 技术负责人、质量负责人为副组长, 施工班组、质检人员、监理代表为成员的质量管控小组, 明确各级岗位职责。项目经理统筹整体质量管控工作, 技术负责人负责技术指导与方案优化, 质量负责人牵头现场质量检查与验收, 施工班组落实岗位质量责任, 质检人员负责全程抽检, 确保质量管控责任层层落实、全员参与。(2) 核心工序质量管控流程与标准: 贴合正高评审实践成果要求, 建立“事前交底、事中控制、事后验收”的全流程管控体系, 明确支架搭设、钢筋安装、混凝土浇筑、预应力施工等核心工序的管控标准。每道工序施工前, 技术人员向施工班组进行详细技术交底; 施工过程中, 质检人员全程旁站监督, 严格执行工艺标准; 工序完成后, 按规范要求进行自检、互检、专检, 验收合格后方可进入下一道工序, 确保每道工序质量达标^[3]。(3) 质量管控考核与责任追究机制: 制定贴合施工单位实际的质量考核细则, 将质量管控成效与施工班组、个人绩效挂钩, 定期开展质量考核, 对质量达标、表现优秀的班组和个人予以表彰, 对质量不合格、违规操作的予以处罚。建立责任追究机制, 明确质量问题的责任主体, 对因违规操作、管理失职导致的质量隐患或质量问题, 严肃追究相关人员责任, 形成“奖优罚劣、权责对等”的管控氛围。

2.2 各施工环节质量管控实操

(1) 支架与模板质量隐患排查与管控: 结合某过往互通匝道施工案例, 针对支架立杆间距超标、扫地杆缺失、模板拼缝不严、标高偏差过大等常见问题, 建立常态化排查机制。施工过程中每日排查支架稳定性, 定期检查模板拼缝、平整度及标高, 对排查出的隐患立即整改, 如对拼缝不严的模板重新封堵、对沉降超标的支架进行加固, 整改完成后验收合格, 方可继续施工, 杜绝支架坍塌、模板变形等质量安全隐患。(2) 钢筋与混凝土施工质量抽检与管控: 钢筋施工中, 定期抽检钢筋规格、间距、焊接质量及保护层厚度, 每批次钢筋抽样检测力学性能, 对不合格钢筋坚决清退, 对焊接质量不达标的部位及时返工。混凝土施工中, 严格控制原材料进场检验, 抽检混凝土坍落度、配合比执行情况, 浇筑过程中全程监测振捣质量, 浇筑完成后抽检混凝土强度, 确保钢筋与混凝土施工质量符合设计及规范要求^[4]。

(3) 预应力施工质量管控: 张拉施工前, 调试张拉设备, 核查钢绞线规格、长度, 严格按设计张拉顺序、张拉应力及持荷时间操作, 全程监测张拉数据, 避免超张拉、欠张拉。压浆施工采用真空辅助压浆工艺, 确保压浆饱满、无空洞, 压浆前检查压浆管道通畅性, 压浆后及时封堵管道, 做好压浆记录, 杜绝预应力施工隐患, 保障箱梁结构承载力。

2.3 常见质量问题防治与处理

(1) 现浇箱梁裂缝、蜂窝麻面等常见问题成因分析: 结合某施工案例, 箱梁裂缝主要成因包括混凝土配合比不合理、温控措施不到位、养护不及时、预应力张拉不当; 蜂窝麻面主要因模板拼缝漏浆、混凝土振捣不密实、原材料级配不佳导致, 明确各类问题的核心成因, 为防治与处理提供依据。(2) 质量问题现场应急处理流程与实操方法: 建立质量问题应急处理小组, 明确应急处理流程。发现裂缝后, 根据裂缝宽度、深度, 采用表面封闭、压力注浆等方法处理; 出现蜂窝麻面时, 清理缺陷部位, 采用高一等级细石混凝土修补, 修补后进行养护。处理过程中做好记录, 确保处理流程规范、效果达标^[5]。(3) 质量问题预防措施与长效管控机制: 针对各类常见质量问题, 制定针对性预防措施, 优化混凝土配合比、强化温控与养护、规范施工操作。建立长效管控机制, 定期开展质量复盘, 总结施工中的质量管控经验与不足, 完善管控流程和标准, 加强施工人员培训, 提升质量管控意识和实操水平, 从源头减少质量问题发生。

3 工程案例分

3.1 工程概况

(1) 工程基本信息: 本工程为乌鲁木齐小地窝堡互通立交改造工程, 是乌鲁木齐地窝堡机场四期改扩建工程重要组成部分, 地处重点交通枢纽, 贴合区域交通规划及改扩建工期要求。工程含7条匝道(其中F匝道完全利用、B匝道部分改建利用), 新增3条现浇箱梁匝道(A、D、E匝道桥), 总长度1306.5m, 箱梁均采用预应力混凝土现浇形式。施工区域临近既有乌昌快速路(城市快速路)及辅道(二级公路), 交通疏导难度大, 且受机场规划红线限制, 地形条件复杂, 对施工精度和安全管控提出极高要求。(2) 匝道现浇箱梁设计参数与施工难点: 现浇箱梁对应匝道设计时速40-60km/h, 混凝土设计强度C50, 预应力钢绞线采用高强度低松弛型, 符合相关规范要求。施工难点主要有: 匝道最小曲线半径仅150m(E匝道), 梁体线形控制难度大; 高空作业占比高, 支架稳定性要求严苛; 既有道路车流量大, 施工

与交通疏导协调难度高；需兼顾机场规划及既有道路正常通行，工期紧张，需优化施工流程以保障节点目标落地。（3）施工部署与核心技术选用依据：采用“分区施工、平行作业”原则，划分专业班组负责3条匝道箱梁施工，同步推进支架搭设、钢筋加工、混凝土浇筑等工序。结合过往施工经验、规范标准及设计要求，选用碗扣式支架搭设、真空辅助压浆、混凝土温控养护等核心技术，保障施工质量与效率，契合项目施工核心要求。

3.2 现浇箱梁施工技术实操应用

（1）支架模板施工、钢筋混凝土施工实操过程：支架采用碗扣式支架，结合匝道曲线特点搭设，严控立杆间距，设置扫地杆和剪刀撑，搭设完成后进行沙袋预压，沉降稳定后卸载。模板采用定制钢模板，预拼后安装，严控拼缝和标高，采用密封胶封堵拼缝。钢筋加工严格按设计尺寸下料、弯曲、焊接，采用定位架固定安装，确保间距和保护层厚度达标；混凝土采用分层连续浇筑，插入式振捣器振捣，浇筑后及时覆盖保湿，契合路面及桥梁混凝土施工规范。（2）预应力施工关键技术应用与实操控制：预应力施工采用真空辅助压浆技术，张拉前调试设备，按“对称张拉、分级加载”原则操作，严控张拉应力，持荷规定时间后锚固，全程监测张拉数据。压浆前清理管道，确保通畅，严控压浆压力，确保压浆饱满，压浆后及时封堵管道，做好全过程记录，符合桥梁预应力施工技术标准。（3）施工过程中的技术优化与创新：针对曲线匝道线形控制难点，优化支架搭设方案，采用可调顶托精准调整标高，结合全站仪实时监测，将线形偏差控制在规范允许范围内；针对高空作业安全隐患，创新采用防护网与操作平台结合的防护措施，降低安全风险；优化混凝土配合比，减少裂缝产生，提升混凝土抗裂性，结合项目积雪冰冻地区特点优化施工工艺，相关优化成果已纳入施工工艺标准。

3.3 现场质量管控实践与成效

（1）质量管控体系在本案例中的应用实施：严格落实质量管控体系，成立现场质量管控小组，明确各级岗位职责，对支架搭设、钢筋安装、混凝土浇筑等核心工序实行旁站监督。执行“三检制”，每道工序经自检、

互检、专检合格后方可进入下一道工序，定期开展质量考核，压实管控责任，贴合公路工程质量管控规范。

（2）质量检测结果与数据分析：工程完工后，委托第三方检测机构抽检箱梁外观、尺寸、混凝土强度、预应力孔道压浆密实度等指标，检测合格率100%。其中，混凝土强度平均值远超C50设计要求，箱梁线形偏差控制在规范允许范围，预应力孔道压浆无空洞，各项指标均符合《公路桥涵设计通用规范》及工程设计要求。（3）案例施工经验总结与推广价值：本案例总结了曲线匝道现浇箱梁支架搭设、线形控制、预应力施工等实操经验，优化高空作业防护及混凝土裂缝防控技术，解决临近既有公路施工交通疏导难题。其施工技术与质量管控模式，贴合高速互通改造工程需求，可推广应用于同类机场周边、临近既有道路的互通匝道现浇箱梁工程，为后续工程提供技术参考，助力提升公路互通施工核心竞争力。

结束语

高速公路互通匝道现浇箱梁施工是一项系统性工程，需将技术管控与质量管控贯穿施工全过程。本文梳理的核心施工技术、质量管控体系及常见问题防治措施，经工程案例验证具有较强的实操性。后续施工中，需结合工程实际优化技术方案，强化全员质量意识，严格落实各环节管控要求，持续总结施工经验、创新技术方法，不断提升现浇箱梁施工质量，为高速公路互通立交工程高质量建设奠定坚实基础。

参考文献

- [1]刘飞.高速公路大跨径匝道桥叠合钢箱梁施工工艺探讨[J].黑龙江交通科技,2020,43(4):126-129.
- [2]李昌荣.复杂交通状况下互通匝道钢箱梁桥施工技术研究[J].工程建设与设计,2023,21(13):256-258.
- [3]彭惠芝.市政工程匝道桥钢箱梁施工技术探究[J].中国室内装饰装修天地,2023,11(24):175-177.
- [4]沈冰.城市互通立交匝道桥梁结构设计研究[J].工程技术研究,2022,4(23):180-181.
- [5]栾旭光.论城市互通立交匝道桥梁结构有关设计[J].城市建设理论研究(电子版),2021,9(25):43-47.