

嘉兴市快速路环线工程关键技术探讨

孙杰

杭州萧宏建设环境集团有限公司 浙江杭州 310000

摘要: 本文以嘉兴市快速路环线工程为例, 探讨快速路环线工程关键技术。分析工程建设所遇到的难题, 提出嘉兴市快速路环线工程技术如何解决难题。嘉兴市快速路环线工程运用了地基基础和地下空间工程技术、钢筋与混凝土技术等先进关键技术, 给予相关人员参考。

关键词: 嘉兴市快速路; 关键技术; BIM 技术

Discussion on key technologies of Jiaxing Expressway Loop Project

Jie Sun

Hangzhou Xiaohong Construction Environment Group Co., Ltd., Hangzhou 310000, Zhejiang, China

Abstract: Taking the Jiaxing Ring Expressway project as an example, this paper explores the key technologies of the expressway ring project, analyzes the challenges encountered in the construction process, and proposes how the Jiaxing Ring Expressway project addresses these challenges. Advanced technologies such as foundation and underground space engineering, as well as steel reinforcement and concrete technologies, are applied in the Jiaxing Ring Expressway project, providing reference for relevant personnel.

Keywords: Jiaxing Expressway; key technologies; BIM technology

一、工程概况

1.1 地基与基础分部

1.1.1 钻孔灌注桩

高架桥、匝道桥及地面桥按承载力不同分 $\Phi 100\text{cm}$ 、 $\Phi 120\text{cm}$ 两种桩径, 高架桥 1050 根, 地面桥 92 根, 采用 30 水下砼^[1]。

1.1.2 承台(桥台)

高架桥及地面桥共有承台(桥台) 189 座, 规格共 14 座, 采用 C35 混凝土^[2]。

1.2 墩台分部

高架桥、匝道桥涉及 8 种不同类型立柱, 总计 191 根立柱, 采用 C40 混凝土。

1.3 盖梁分部

主线盖梁采用预应力钢筋混凝土结构, 8.5 米宽匝道盖梁及地面桥盖梁采用普通钢筋砼结构, 高架桥盖梁共 92 榀, 地面桥盖梁共 12 榀。高架桥采用双柱接盖梁, 局部加宽段采用双柱接盖梁+单侧辅墩盖梁或双侧辅墩盖梁形

式, 匝道桥标准段采用独柱接盖梁, 盖梁型号种类 40 种, 盖梁最大长度为 49.1m, 距地面最大高度为 18.97m。

1.4 支座分部

预制小箱梁、组合梁、地面桥梁采用圆形板式橡胶支座, 钢箱梁个别采用复合曲面摩擦摆减隔震支座^[3]。

1.5 桥跨承重结构分部

高架桥及匝道桥采用预制小箱梁结构, 跨径有 25m、26m、29m、30m、32m、35m、40m, 共 565 片; 高架桥(跨由拳路路口) P12~P15, 1#匝道桥第 1、2 孔, 2#匝道第 9、10 孔, 3#匝道, 4#匝道第 4~11 孔采用钢混叠合梁, 共 21 跨, 跨径为 35~70m, 钢混叠合梁分节段工厂加工, 现场组拼焊接。



图 1 工程总体设计图

二、工程规模

嘉兴市市区快速路环线工程（一期）土建 1 标，属于快速路环线工程（一期）的起点标段，工程包含六个部分：道路工程、高架桥工程、地面桥梁工程、排水工程、驳岸工程、保通工程。工程沿环线顺时针北起广益路，沿三环东路向南转至长水路，西至南江路，主线范围为 K0+505~K2+132，长 1627m；地面辅道范围为 K0+000~K2+132，长 2132m；07 省道地面辅道改造长约 0.6km。本标段工程采用“主线高架+地面辅道”建设形式，共布置 2 座互通立交（广益路立交、三环东路立交），立交匝道均按照远期预留；同步实施 4 条平行匝道：广益路南侧平行匝道（1#、2#匝道）、三环东路定向匝道（3#、4#匝道）。地面道路包括排水管道、路基、路基防护，以及驳岸、箱涵和保通等项目^[4]。

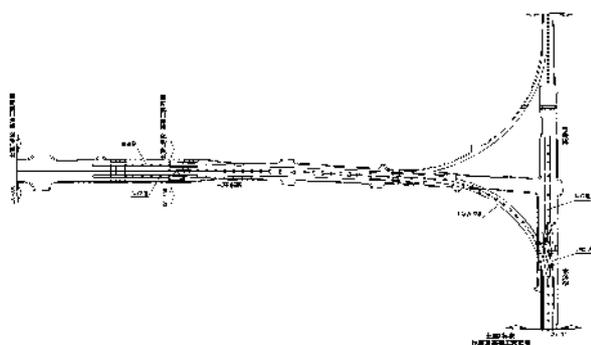


图 2 土建 1 标平面示意图

三、工程难点

3.1 临时交通组织难度大

工程三环东路（广益路~长水路）段是海盐、平湖方向进出嘉兴城的交通要道，施工期间必须双向四车道保通，施工期间需按工程进展情况分时分段调整交通疏导设施，对施工物料运输及机械设备操作都带来很大的限制，作业空间狭小更是限制了施工进度。为此，施工单位在完成第二阶段（共四阶段）的施工后，为工程顺利推进，利用 BIM 建模技术模拟工况，积极与市治堵办、交警等主管部门沟通，争取临时开通了亚欧路作为进出城通道，对三环东路进行全封闭施工，切实推进了工程进度。

3.2 高桥墩施工难度大

工程高架桥立柱、盖梁结构高大，最高的 P41 墩立柱达 20.112m，钢筋安装及砼浇筑难度大，危险系数高。

为确保施工质量和安全，施工单位成立了 QC 课题小组，研制了高架桥墩柱专用组合式施工操作平台（QC 成果获省一等奖、国家二等奖），施工人员可在全封闭全包围的安全平台（梯笼式）中进行施工，提高了钢筋、模板等工序的操作精度，间接提高了立柱的钢筋安装准确性，提高了模板定位精度，确保了施工人员的安全。同时，为了保证工程立柱上设计的“禾”字复杂造型，所有立柱均采用定制组合式钢模板，造型直接采用钢模制作，严控加工细节质量，确保成品外观和线性达到了设计效果。高架桥盖梁设计规格多样，高度大，投影涵盖整幅地面道路，若采用传统的满堂式支模架，必须每个盖梁搭设支架和门洞，工作量大，周转材料占用空间多，用时也较长。为此，经方案论证和优选，工程盖梁支模架采用了大直径钢管柱+工字钢横梁+贝雷梁+工字钢分配小梁+槽钢或木模平台的组合支架体系，并在大直径钢管柱与工字钢横梁之间采用新型的楔形升降块（钢制），大大加快了盖梁支模架的搭拆速度和稳定性。

3.3 组合梁现浇部分施工难度大

工程 21 跨组合梁梁体采用钢箱梁，桥面焊接高强栓钉，现浇桥面板钢筋混凝土结构。由于钢箱梁底面下挂，离地高度变化大，且如 3#、4#匝道投影涵盖长水路全路幅，或跨由拳路、三环东路路口。若搭设满堂支架，材料吊装

又受已经安装的钢结构严重制约,对保通道路造成重大影响,施工难度非常大。为此,在经多次方案必选和优化后,工程组合梁现浇桥面板采用了上支下挂的吊模体系施工。此方案经实践检验,体系稳定,施工速度快,大大节省施工资源和时间。

四、工程关键技术

4.1 成桩技术

工程高架桥及地面桥基础桩基采用钻孔灌注桩,桩径有 $\Phi 1000\text{mm}$ 、 $\Phi 1200\text{mm}$ 两种,桩数共计 1141 根。钻孔灌注桩大部分采用旋挖机成孔工艺(成孔能力强、速度快),少部分采用反循环钻机成孔工艺。钻孔灌注桩桩位控制采用十字交叉法,钢套筒预定位;钻孔过程中经常性取出地层土质样品与地勘报告核对,分析后及时调整泥浆比重,确保孔壁稳定、成孔桩径和垂直度等。钻孔灌注桩钢筋笼采用数控滚焊机分节成型,运至现场后主筋采用直螺纹套筒连接,过程中严控连接丝口质量和连接质量。水下混凝土灌注时严控导管埋深和拆管速度,抓好混凝土供货连续性。多方面采取了质量管控措施和先进工艺后,工程钻孔灌注桩的成桩质量优良。1141 根钻孔灌注桩 100%进行超声波检测, I 类桩占比率达到 98.2%,未发现 III 类桩。

4.2 钢筋加工

工程建成 2 条钢筋智能加工生产线(棚式钢筋加工厂),占地约 5000 m^2 。配置数控弯曲机、数控滚筒机、数控自动弯箍机、数控切断机等智能设备。钻孔灌注桩在加工厂滚筒机分节加工成型现场连接;承台钢筋在加工厂数控及弯曲加工现场焊接;立柱钢筋在加工厂胎架上分解制作,用卡槽进行钢筋定位,分节制作完成后运至现场竖向连接;盖梁骨架在加工厂分段制作,现场拼装;小箱梁钢筋均在带定位卡槽胎架上安装,而后骨架和面板筋整体采用门吊移入钢模内进行连接。工程钢筋加工设备先进、数控下料准确、半成品加工尺寸精确,成品安装连接质量好,钢筋的加工、安装质量控制成效显著。

4.3 钢模浇筑混凝土构件

工程高架桥的承台、立柱、盖梁及小箱梁的设计规格尺寸及其复杂多样,但施工单位为了打造精品工程,所有

主体工程结构 100%采用钢模板,钢模表面采用 BT-20 新型脱模剂,有效解决了钢模板存放易生锈,砼表面有气泡、表面易污染,脱模清模困难等难题,成品结构线形直顺,表面平整光亮,观感质量好。

4.4 钢结构焊缝涂装技术

工程组合梁钢结构部分约 4422T,分 10 联 21 跨,每联接深化设计方案分 10~35 个节段加工,而后在厂内胎架上进行预拼装。钢箱梁在焊接前,我们按厂内设备、施焊人员、焊缝类型等条件进行试焊,再进行焊接工艺专家评审,评定合格后再大面积施工。工程钢箱梁的焊缝按设计及规范要求采用射线、磁粉及超声波 3 种检测手段,检测合格率 100%。焊缝焊波均匀且饱满,无裂纹、未熔合、夹渣、焊瘤、咬边、烧穿、弧坑等缺陷,焊缝质量优良。钢箱梁部分设计进行涂装,涂装设计为喷砂除锈+车间底漆+Sa3 级二次喷砂处理+一底三面漆,设计涂层保护年限为长效性。工程钢箱梁涂装均匀细腻,各项指标检测合格率 100%,外表清爽整洁,提升了工程整体形象。

4.5 路基填筑质量

工程三环东路路基设计采用公路标准,机动车道路基填筑厚度达 1200mm,非机动车道及辅道填筑厚度达 800mm。施工中施工单位分层摊铺、整平、碾压,分层厚度不大于 30cm,逐层填筑,严控填料含水率和压实度。成活一层,检测一层,每层合格方能填筑下一层。成活后的路基按规范频率进行弯沉和回弹模量检测,检测合格率 100%。

4.6 工程特色明显,整体形象好

工程高架桥墩柱迎车方向,设计造型为抽象的“禾”字,四角以圆弧柔和过渡,造型刚中带柔,墩柱阵列给人以印象深刻的视觉冲击力。高架桥盖梁造型未抽象的“红船”型,简单大气又很好的彰显了嘉兴的红船的“领航”精神。长水路段的主线高架桥与 3#、4#高架桥,在立面与平面的斜角交叉形成了一道城市高架桥特有的优美腰线,这条腰线已经成为嘉兴东南门户上一道使人印象深刻的视觉风景与城市名片。

五、工程项目新技术应用

工程将《建筑业 10 项新技术》(2017 版)中 8 大项

17 小项新技术应用到了工程的施工中。

六、BIM 技术应用

6.1 BIM 建模

工程 BIM 模型主要包括地形、道路、桥梁、地道、管线、标志标线、附属设施等。在方案阶段完成了环线总体设计,全长 28.67km,模型精度为 LOD100~LOD200,属于轻量化模型,表达设计者的设计意图和部分细节。一期深化设计,长约 15.2km,模型精度为 LOD300,构件参数、拆分、尺寸、细节等更加精细。

6.2 BIM 方案设计

项目从方案设计阶段开始使用高性价比、高效率的倾斜摄影技术,一周左右时间完成了环线约 10km²的地形数据采集工作。道路设计人员使用自主开发的三维正向设计软件 SMEDI-RDBIM 中的地形模块生成三维网格模型,随后进行三维中心线设计,通过软件实时交互功能相继完成路段、交叉口、挡土墙、边坡等道路实体设计。桥梁设计人员根据桥梁构件库进行桥梁结构的快速布墩布跨,批量化修改结构类型、创建防撞墙及铺装。地道设计人员进行地道专业的参数化快速化设计,尤其是地道变宽段,可根据设计边线自动拟合,建模效率大幅度提高。管线设计人员可以根据地勘资料完成现状管线的一键建模,还可以根据设计数据进行设计管线的分段交互设计。

①交通仿真:在完成方案设计之后,为了保证设计方案的合理性,通过自主开发的 VISSIM 交通仿真一体化平台快速提取 BIM 模型信息叠加交通流量,可以自动生成车辆路径,选择仿真结果输出形式,完成设计方案的多维度交通评价。

②AE 实景视频:工程体量大,常规将倾斜摄影场景模型与设计模型叠加展示的方法费时费力,创新采用 AE 视频处理技术,提取倾斜摄影的飞行路径,将 BIM 模型导入 3dsMax 中参照飞行路径处理。然后通过 AE 视频处理技术得到设计方案在实景中展示的视频,创新性地实现了 BIM 模型和实景场地视频融合,它具有展示性优、速度快、对硬件要求不高的优点。

③虚拟现实:基于 BIM 模型,借助虚拟现实技术,可以直观展示设计方案,清晰表达设计理念,在交互式的模拟环境沉浸体验,为工程设计提供了全新的思路^[5]。

七、结语

嘉兴市快速路环线工程关键技术的成桩技术先进,出来的成品质量好。钢筋的加工技术精确,尺寸安装精准准确,钢模建筑混凝土构件好,工程运用了 BIM 技术,提高了工程的精确度,减少工程建造成本,提高工程质量。

参考文献:

- [1]王恰时,青舟,杨喆. BIM 协同设计管理平台研发与应用[J]. 高速铁路技术, 2022, 13(2):47-52.
- [2]赵喜春. 倾斜摄影测量技术在地籍测绘领域应用探讨[J]. 测绘与空间地理信息, 2021, 44(6):172-174.
- [3]袁胜强,刘钊. 城市道路工程 BIM 标准体系框架研究[C]//中国图学会 BIM 专业委员会. 第三届全国 BIM 学术会议论文集. 北京:中国建筑工业出版社, 2017:97-103.
- [4]孔祥平. BIM 技术在大型越江隧道工程中的应用实践[J]. 中国市政工程, 2017(1):11-13, 90.
- [5]王继全. 全预制装配式桥梁方案研究[J]. 城市道桥与防洪, 2018, 4(4):75-77.