

DOI:10.16799/j.cnki.esdqyfh.2021.10.038

广州从化大桥工程主桥施工关键技术设计

粟 洪

(广州市市政工程设计研究总院有限公司, 广东 广州 510060)

摘 要: 广州从化大桥主桥为单跨 136 m 下承式拱梁组合桥, 由 1 根主拱肋与旁侧 2 根副拱肋组成倒三角钢管混凝土空间组合拱。为确保桥梁结构的施工安全与成桥质量, 从梁拱施工顺序、钢管拱肋制作安装、管内混凝土灌注、系梁预应力钢束张拉、吊杆安装与张拉等方面对主桥施工关键技术进行了设计研究。

关键词: 空间组合拱; 钢管混凝土; 拱梁组合桥; 施工关键技术

中图分类号: U445.4

文献标志码: B

文章编号: 1009-7716(2021)10-0145-02

1 工程概况^[1]

广州从化大桥(见图 1)全长 466 m, 桥跨布置为 $2 \times 30 \text{ m} + 3 \times 35 \text{ m} + 1 \times 136 \text{ m} + 3 \times 35 \text{ m} + 2 \times 30 \text{ m}$, 其中主桥为单跨 136 m 的下承式拱梁组合桥, 设计为无推力结构, 主梁为鱼腹式混凝土箱梁, 拱圈为由 1 根主拱肋与旁侧 2 根副拱肋组成的倒三角钢管混凝土空间组合拱(见图 2), 造型独特, 拱肋结构美观新颖, 设计施工难度较大。

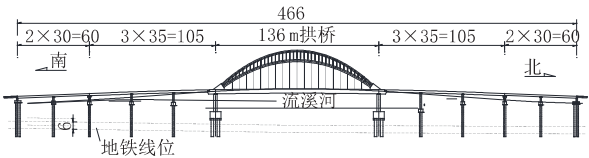


图 1 广州从化大桥总体布置(单位:m)

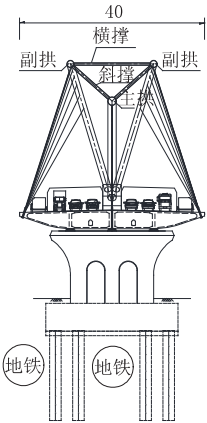


图 2 主桥横断面(单位:m)

桥位处于流溪河中上游。流溪河为老年期河流, 河谷呈“U”型, 主要以沉积作用为主, 低蚀、侧蚀作用均不明显。流溪河枯水期水深多为 1~2 m, 部分

地段可见河床出露, 洪水期水流湍急。桥区航道为规划Ⅲ级航道, 单孔双向通航净宽 20 m。从化大桥与广州地铁 14 号线同步建设, 两者线位在平面位置上存在重叠, 桥梁桩基设计为横跨隧道结构, 隧道与桥梁桩基最小水平净距按 2 m 控制, 两者相互交叉施工, 通过合理安排工序, 保证结构安全。

2 主桥施工关键技术研究

2.1 梁拱施工顺序

从化大桥主桥设计为下承式拱梁组合桥, 通过系梁抵抗拱的推力, 外部为无推力结构, 桥墩设计时不考虑其抗推能力。对于拱梁组合桥, 上部结构施工时首先需要考虑的是拱与梁的施工顺序, 施工方案选择“先梁后拱”还是“先拱后梁”。在无推力拱梁组合桥中, 系梁和拱圈是相互牵连相互依赖的, 拱圈若无系梁抵抗其推力则无法维持其拱形, 系梁若不通过吊杆吊在拱肋上则无法独立跨越, 所以不论采用“先梁后拱”方案还是“先拱后梁”方案, 在施工中都必须采取相应的措施来满足结构上的要求。

若采用“先梁后拱”方案, 可以物尽其用, 施工过程中由系梁承担拱的推力, 无需设置临时抗推措施。此时, 系梁一般采用有支架施工方法, 因为系梁自身仅有较小的跨越能力, 若采用无支架施工方法, 则系梁的施工弯曲应力将大大超过成桥弯曲应力, 这是不合理的, 也违背了系梁主要承担拱圈推力的设计意图。本项目桥位处水深约 1~2 m 且不通航, 可以通过在水中施工临时墩及钢平台, 然后在钢平台上搭设支架浇筑混凝土系梁并张拉系梁预应力钢束, 最后在桥面上拱肋分段处搭设临时墩来拼装拱肋, 安装并张拉吊杆。

收稿日期: 2021-05-05

作者简介: 粟洪(1984—), 男, 硕士, 高级工程师, 从事桥梁设计工作。

为了保证地铁施工安全,地铁方要求支架桩桩底置于地铁结构底以下不少于6 m。受地铁影响,支架桩长达28 m,且大部分位于中风化岩层中,无法施打钢管桩,只能采用钻孔灌注桩,使得水中搭设钢平台施工周期较长,造价较高。

若采用“先拱后梁”方案,拱圈一般采用无支架吊装或转体施工方法,拱圈完成后利用吊杆逐段拼装预制系梁成桥,不用设置水中支架,桥梁上部结构施工对地铁隧道盾构施工不产生影响。不过在安装拱肋时需要在拱脚处将主梁与主墩进行临时固接,且两主墩间需设置临时拉索替代系梁作用,用来临时抵抗拱的推力。施工过程中,拱的推力逐渐加大,替代系梁作用的临时拉索的张力也需随之增加,以便与拱的推力平衡。临时张力过大或过小都是不合适的,因张力若与拱推力不平衡,差值将作用到桥墩上,增加桥墩的负担。因此,施工中需不断测量墩顶的水平位移,不断地调整临时拉索的张力,给施工安排和施工控制都带来不少的麻烦和困难。

综合考虑上述因素影响后,最终决定采用“先梁后拱”的施工方案,该方案方便施工,施工控制难度较低。

“先梁后拱”施工方案示意图见图3。

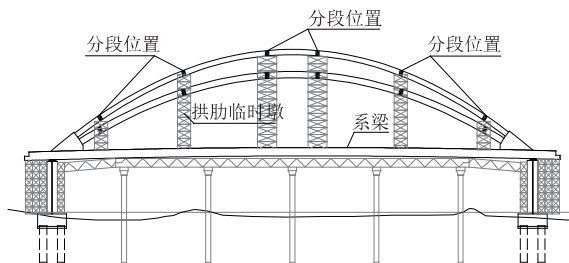


图3 “先梁后拱”施工方案示意图

2.2 钢管拱肋制作安装

2.2.1 钢管拱肋制作

拱肋钢管应采用直缝焊接管,避免采用螺旋焊接管,以减少拱肋制作时与其他焊缝的交叉。直缝焊接管卷管方向应与板材轧制方向一致。

当钢管拱肋采用弧形钢管拼接时,每节弧形钢管的轴线不应出现S形;当采用以折代曲法制作时,应避免分段直线代替曲线产生较大的受力误差,分段长度应符合式(1)的要求,且相邻管节长度不应过于悬殊,见图4^[2]。

$$\theta \leq 0.04d/L \quad (1)$$

式中: θ 为折角,圆弧拱时 $\theta=L/R$,其中 L 为分段长度,m; R 为拱的曲率半径,m; d 为钢管直径,m。

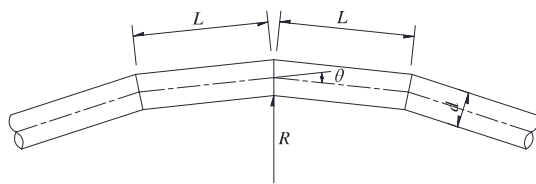


图4 钢管拱肋制作“以折代曲”示意图

出厂前各钢管拱肋节段应在胎架上进行预拼装,胎架应满足至少3个相邻吊装节段按1:1放样的要求,节段组拼时应考虑相关误差修正。

2.2.2 钢管拱肋安装

拱肋安装顺序为先主拱肋后副拱肋,对称安装,横斜撑同步跟进安装,防止侧倾。先将所有拱肋节段全部吊装到预定位置,进行校正后将接头法兰盘栓接在一起,形成多铰体系;再通过螺栓调节各控制节点的位置,使拼装后拱肋线形达到预期目标值;最后从拱顶位置对称往两侧依次焊接各拱肋接头,完成拱肋合拢。

拱肋架设安装线形控制的难点在副拱肋,其外倾角达 16.8° ,施工时拱平面外变形的控制是关键。各施工阶段必须采取临时固定措施,防止拱肋实际轴线偏离设计轴线,尽量避免产生拱肋附加内力,对拱的强度和稳定产生不利影响。

2.3 管内混凝土灌注

因钢管拱肋为封闭结构,管内无法进行振捣且存在相当大的高差,故应灌注自密实混凝土,并添加适量微膨胀剂以减少其收缩;同时采用泵送顶升浇灌法施工,混凝土含气量应小于2.5%。

拱顶排浆管不应插入拱肋钢管内,否则会造成排浆管附近的拱肋管内气泡、浮浆不易排出而导致混凝土与钢管壁脱空。

单根钢管混凝土拱肋应从拱脚往拱顶一次性连续对称浇注完成。先灌注主拱管内混凝土,待管内混凝土的强度达到混凝土28d强度的80%后,再同时对称灌注2根副拱管内混凝土。灌注完成后应将钢管的所有开孔封闭,防止管内水分蒸发。

混凝土灌注完成后应采用超声波检测管内混凝土填充密实度,发现异常时应进行钻孔复验,并根据孔洞大小压注环氧树脂或无收缩水泥浆,补强浆液的强度不应低于管内混凝土的设计强度^[3]。

2.4 系梁预应力钢束张拉

系梁预应力钢绞线的张拉顺序与批次应根据实际施工加载程序确定,综合考虑施工过程中和成桥后的系梁、拱肋应力状态,分阶段分批次张拉,不宜

(下转第149页)

线段,标准 3 m 贝雷无法满足跨径组合要求,故提前定制 2 m 的异性贝雷,并在方案设计图上,设置好平面布置及组合形式,在搭设时,提前在承重梁上做好标记,严格按照设计图纸的布置形式进行搭设,贝雷梁上设置横向型钢,并用骑马螺栓将贝雷架固定在型钢上,提高贝雷架的整体稳定性。吊装过程中,由专人指挥,梁两端同时起吊。

(5)纵向贝雷梁上设置横向的型钢,其上再设置盘扣式满堂支架,横向型钢的布置间距满足其上部盘扣支架立杆纵、横向间距的要求,盘扣上下设置顶托和底托,满足调节支架纵、横坡的要求。

(6)盘扣支架顶托上设置型钢分配梁和模板系统,盘扣上部分配梁的布置间距在进行盘扣搭设时,已经确定且满足要求,现浇箱梁模板均采用木模板,模板由 16 mm 胶合板、80 mm × 80 mm 方木组成,均采

用汽车吊吊装,人工配合完成。

5 结 语

通过工程的实践证明,在现浇箱梁的施工中,结合现场实际情况,分别设置钢管 + 贝雷 + 盘扣支架组合体系、抱箍 + 贝雷 + 盘扣支架组合体系相组合,可安全、高效的保证施工质量,并节约了大量的人力和材料的投入,具有明显的经济效益,并为同类匝道桥现浇梁施工提供基础性资料和参照,具有一定的借鉴和指导意义。

参考资料:

- [1] 黄冠群.贝雷梁 + 托架 + 支撑作为现浇箱梁支架的施工技术[J].城市建设理论研究(电子版),2012(9):1-4.
- [2] 毛昌庆,彭鹏,陈平.山区高速公路匝道桥双抱箍支撑支架施工技术[J].施工技术,2018,47(2):96-98.

(上接第 146 页)

整体一次张拉到位,以避免施工应力超出设计规范要求。

2.5 吊杆安装与张拉

拱肋与系梁通过吊杆连接在一起,施工时可以通过吊杆的二次张拉或设置不同的吊杆张拉力来调节外荷载在拱肋和主梁之间的分配比例。当拱圈呈裸拱状态时,由于还没有安装吊杆,单由裸拱自重产生的压力线与设计计算中计及吊杆力的拱压力线偏差较远,拱内会产生一定的弯矩,此时可以在拱圈落架前,先行张拉一部分吊杆,以改善裸拱的受力状态;主梁落架后,也可通过吊杆的二次张拉,调节各吊杆力。至于先行安装哪几根吊杆以及张拉多少吨位,应结合施工方案通过具体计算确定。

3 结 语

广州从化大桥主桥从景观的角度出发,在设计中采用了空间组合拱桥这一异形拱桥方案,施工控制难度比常规拱桥更高。其中梁拱施工顺序、钢管拱肋制作与安装、管内混凝土灌注、系梁预应力钢束张拉、吊杆安装与张拉等都是控制从化大桥施工成败的关键工序。本文所作的探讨、提出的建议和要求,可以为大桥的顺利施工提供帮助与参考。

参考文献:

- [1] 广州市市政工程设计研究总院.从化大桥工程施工图设计[Z].广州:广州市市政工程设计研究总院,2015.
- [2] 陈宝春.钢管混凝土拱桥[M].2 版.北京:人民交通出版社,2007.
- [3] GB 50923—2013,钢管混凝土拱桥技术规范[S].