

广州从化大桥工程吊杆锚固节点设计研究

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: 广州从化大桥工程主桥为单跨 136 m 的下承式钢管混凝土空间拱梁组合体系桥,属于非常规结构,吊杆与拱肋、吊杆与主梁的节点锚固设计是整个设计方案的关键控制点之一。为了得到合理的吊杆锚固设计方案,保证结构受力安全,给出了针对从化大桥的各种可能的节点连接方案,并对其优缺点逐一进行了分析评价,最后给出了该桥采用的方案。

关键词: 吊杆锚固节点设计;钢管混凝土空间组合拱;预应力混凝土箱梁

中图分类号: U448.22+5

文献标志码: B

文章编号: 1009-7716(2021)09-0083-03

1 工程概况

从化大桥是广州从化区流溪河上的一座跨河大桥,桥宽 40 m,主桥设计为单跨 136 m 的下承式无推力空间拱梁组合体系桥,主梁为预应力混凝土鱼腹式箱梁,顺桥向拱圈为 3 根钢管通过横撑、斜撑组合而成的倒三角形,拱肋结构造型独特、新颖美观,呈现“新月临江,流溪映月”的建筑美学创意,建成后将成为从化的新名片。

主桥总体布置如图 1 和图 2 所示,主拱肋位于竖直平面内,理论跨径 136 m,理论矢高 26.2 m,理论矢跨比 $f/L=1/5.19$,2 根副拱肋为由主拱肋竖直平面分别向两侧旋转 16.8° 而成,副拱肋中心线理论跨径 130.138 m,理论矢高 31.7 m,理论矢跨比 $f/L=1/4.105$,三根主、副拱肋在拱脚处汇集并集中锚固于主梁^[1]。该桥具有明显的空间受力特性,构造和受力均较为复杂,吊杆与拱肋、吊杆与主梁的节点锚固设计是整个设计方案的关键控制点之一。本文结合主桥总体设计,提出各种可能的吊杆锚固方案,并分析评价其优劣性,得到综合较优的设计方案。

2 吊杆锚固设计研究

2.1 吊杆总体布置

根据主桥总体设计方案,吊杆索体采用 PES (FD) 系列新型低应力防腐拉索,顺桥向间距为 6 m,主拱肋共设置 19 根竖吊杆,副拱肋共设置 13 对斜吊杆,形成空间索面,吊杆两端分别锚固于混凝土主

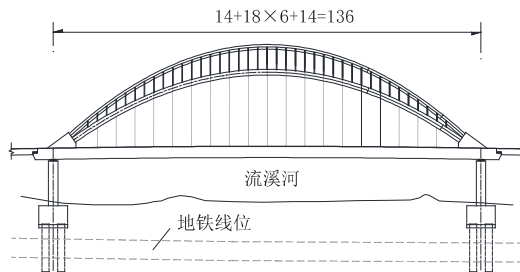


图 1 主桥立面布置(单位:m)

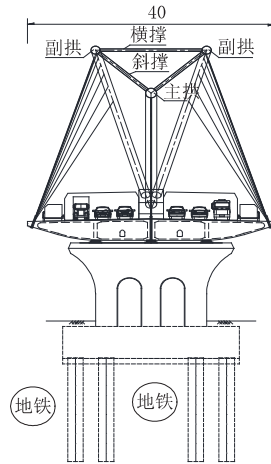


图 2 主桥横断面(单位:m)

梁和钢管混凝土拱肋。为了方便吊杆张拉和后期养护,将主梁侧设为吊杆张拉端,拱肋侧设为吊杆固定端。

2.1 吊杆与拱肋的锚固节点设计

从化大桥主拱肋、副拱肋均采用单圆管截面,管内填充 C50 微膨胀混凝土,设计过程中吊杆与拱肋的锚固连接考虑以下三种方案:

(1) 方案一:拱底销铰式连接

吊杆并不直接锚固于拱肋钢管上,而是通过销轴将焊于拱肋钢管底端的节点板与吊杆端部的叉耳连接起来,形成铰接,节点构造如图 3 所示。

收稿日期: 2021-02-05

作者简介: 粟洪(1984—),男,硕士,高级工程师,从事桥梁设计工作。

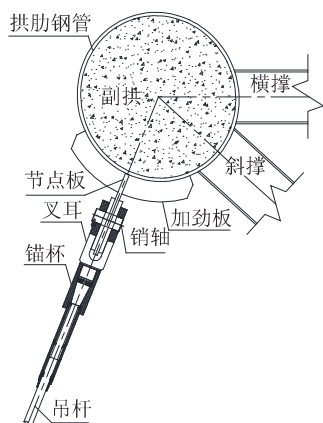


图3 拱底销铰式连接

优点:采用该方案,吊杆无需穿过拱肋,对拱肋截面不会产生削弱,拱肋整体受力性能好。

缺点:这种连接方案属于受拉式连接,连接件受拉,在各种活载作用下连接处的抗疲劳性能相对较差。拱肋在与节点板和加劲板的连接位置,钢管受到垂直壁厚方向的较大吊杆集中拉力,产生“扯头皮”现象,容易导致板材的层状撕裂,因此,拱肋钢管一般需要采用Z向性能优异、造价更高的Z向钢板制作才能保证钢板局部应力满足设计和规范要求。

(2)方案二:吊杆锚于拱肋内部

在拱肋钢管内设置一个钢锚箱,形成上锚窝,用以放置锚头,再预埋一根管穿过拱肋,吊杆从预埋管中穿过,为了防止吊杆处锚下混凝土局部应力过大,采用锚下螺旋筋加强^[2],节点构造如图4所示。

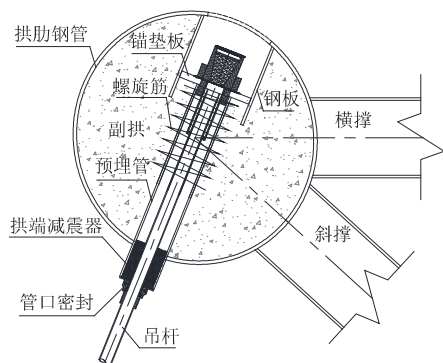


图4 吊杆锚固于拱肋内部

优点:这种连接方案属于承压式连接,拱肋和连接件均受压,构造简单,锚头无外露较美观。

缺点:将较大的吊杆锚头置于拱肋内,锚头对拱肋的外观不会产生影响,但对拱肋的横断面会产生较大的削弱;拱内钢锚箱的存在也会给拱肋钢管内吊杆附近的混凝土泵送施工带来困难,且影响该位置管内混凝土的填充密实度。另外,吊杆锚固于拱肋内部也不利于后期吊杆锚头的检查、养护与吊杆的更换。

(3)方案三:吊杆锚于拱肋顶面

吊杆通过预埋管穿过拱肋后锚固于拱肋钢管顶面,锚垫板与拱顶之间通过设置垫块调平,外露锚头设置保护罩防腐,节点构造如图5所示。调平垫块可以采用无缝钢管并在管内灌填干硬性环氧砂浆形成,需要注意的是由于拱肋的曲率是变化的,因此,每根吊杆处无缝钢管的尺寸都是不一样的,为了保证焊接质量,其与拱肋相连的端部位置应采用相贯线切割机加工成型,坡口尺寸应由焊接工艺试验评定确认。

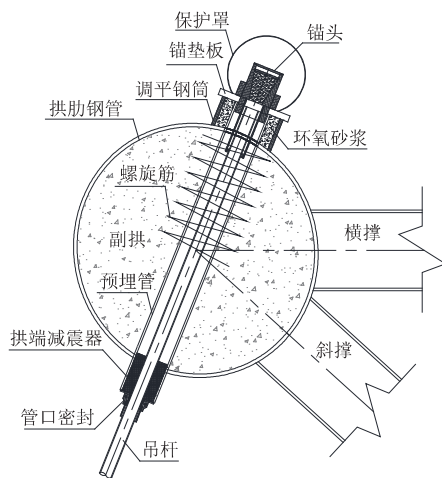


图5 吊杆锚固于拱肋顶面

优点:与锚固于拱肋内部一样,这种连接方案也属于承压式连接,拱肋和连接件均受压,构造简单。

缺点:吊杆需穿过拱肋,对拱肋的横断面同样会产生一定的削弱,但由于锚头外露,拱肋截面削弱相对会小很多。美中不足的是锚头外露会对拱肋的远景效果产生较大的影响。

2.2 吊杆与主梁的锚固节点设计

从化大桥主桥主梁为预应力混凝土鱼腹式箱梁,设计过程中吊杆与主梁的锚固连接考虑以下两种方案:

(1)方案一:锚固于梁底

吊杆锚固区布置在梁底,在锚垫板与梁底之间设置楔形块调平,外露锚头设置保护罩防腐,保护罩内注入油脂或其他防护材料进行封锚处理^[3],混凝土主梁内设置锚下螺旋筋加强,节点构造如图6所示。

优点:这种连接方案属承压式连接,混凝土主梁与连接件均受压,构造简单。

缺点:锚头外露对主梁断面削弱相对较小,但不利于景观。

(2)方案二:梁顶销铰式连接

吊杆锚固区布置在梁顶,但吊杆并不直接锚于

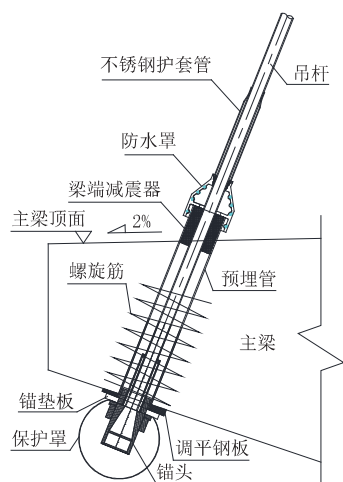


图6 梁底锚固

梁上,而是通过销轴将梁顶节点板与吊杆的叉耳连接起来形成铰接,混凝土主梁与节点板则通过剪力钉或PBL剪力键连接,节点构造如图7所示。

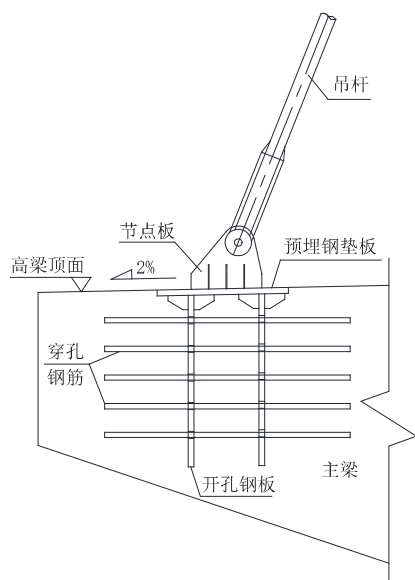


图7 梁顶销铰式连接

优点:采用梁顶锚固,对主梁截面无削弱,吊杆可在桥面直接张拉无需搭设支架或桥检车,后期运营检查维护也方便。

缺点:这种连接方案属于受拉式连接,连接件受拉,构造较复杂。由于钢混结合部结构受力很复杂,因此,在混凝土梁中实际应用很少,多用于钢梁。

2.3 方案选择与优化

上述设计方案各有优缺点,本次设计在最终确

定吊杆与拱肋、主梁的锚固节点结构方案时,主要考虑以下几个因素:(1)确保连接牢固可靠;(2)能简捷地把吊杆力传递到全截面;(3)构造简单,便于施工、检查和维护;(4)对桥梁景观的影响。

综合考虑上述几个方面并经过仿真分析,从化大桥主桥吊杆与拱肋、主梁的锚固节点方案选择为:吊杆上端锚固于拱肋钢管顶面(方案三),下端锚固于主梁梁底(方案一),均设计为承压式连接,使构造简单;吊杆两端锚头均设计为外露式,使其对拱肋、主梁截面的削弱相对较小。

为了降低锚头外露对桥梁景观产生的不利影响,最终设计方案进一步将常规的圆柱形锚具防护罩优化为球冠形,如图8所示,通过把外露的锚头寓意成一颗颗荔枝,赋予其一定的文化内涵,与从化荔枝之乡的特色相呼应,从而巧妙地解决了桥梁的局部景观问题。

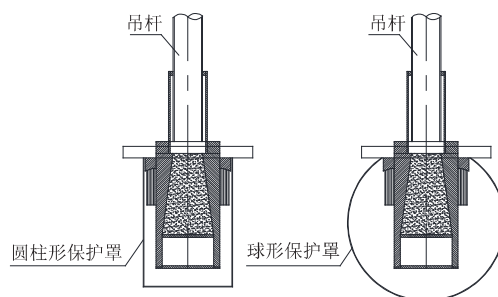


图8 外露锚头保护罩

3 结语

广州从化大桥主桥设计为空间异形组合拱桥,吊杆与拱肋、吊杆与主梁的节点锚固方案为其关键性设计节点,本文从“安全、适用、经济、美观”的角度,结合主桥总体设计对该节点方案进行了全面深入的研究,最终得到了一种综合较优的设计方案,既保证了结构局部受力安全可靠,又满足了其作为当地地标性建筑的高景观要求,可以为今后类似工程设计提供参考。

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(第二版)[M].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].