

薄壁空心墩施工技术

刘迎军¹⁾ 德万荣²⁾

(中铁十六局集团路桥工程有限公司¹⁾ 福建 366311 齐齐哈尔市道路桥梁管理处²⁾ 齐齐哈尔 161000)

摘要：结合竹圆特大桥，介绍该桥薄壁空心墩的施工工艺、施工测量方法、托盘封底的施工措施以及施工安全措施，可为今后同类工程施工提供参考。

关键词：薄壁空心墩 施工技术 测量方法 安全措施

中图分类号：TV54

文献标识码：B

文章编号：1671-8607 (2004) 01-0057-04

1 工程概况

赣州至龙岩新建单线铁路（福建段）竹圆特大桥是入闽的第一座特大桥，位于长汀县境内，是赣龙线（福建段）控制工程之一。全桥共 19 个墩、2 个台总长 664.25 米，上部结构为跨度 20~30m 的预应力混凝土后张梁，该桥 2[#]~11[#] 墩位于半径 $R=600\text{m}$ 的圆曲线上，1[#]~4[#]、18[#]、19[#]为圆端形实心桥墩，墩高 15.4~30.9 米，坡比为 31:1 和 42:1 两种；5[#]~17[#]分别为圆端形和圆形空心薄壁桥墩，墩高 38~50 米，内坡比为 65:1，外坡比为 46:1。

2 施工方案选择

该桥造价较正常投资降低 46.8%，单价较低；而且紧靠古城车站，所以施工方案既要考虑经济性，又要考虑空心墩的外观质量。经过比选，空心墩外模采用整体式钢模板，内模采用木模外贴白铁皮组合模板。为提高模板的使用周转率，模板由各桥墩依次轮流使用。由于空心墩较高，50T 以下吊车不能满足施工提升高度要求，使用特大型吊车的费用又较高，所以采用 25T 吊车和 QTZ630 型自升式塔式起重机（旋转半径 50m）作为提升设备。为提高塔式起重机的使用效率，根据塔机的臂长和最大提重限制，塔机同时负责 3 个墩的施工。

3 施工技术

3.1 模板制作要求

由于模板是保证墩柱各部尺寸和外观质量的基础，所以模板制作开始必须满足以下技术要求：

(1) 具有必需强度、刚度和稳定性，能可靠地承受施工过程中产生的各种荷载，保证结构物各部形状尺寸准确；

(2) 制作简单，拆模方便，拆卸时能尽量减少模板和杆件的损伤，以提高模板使用的周转率；

(3) 模板板面平整，接缝严密，不漏浆；

收稿日期：2003-10-20

作者简介：刘迎军（1971-），男，汉，福建省长汀古城人，工程师，研究方向铁道工程。

(4) 施工时, 操作方便, 保证安全。

3.2 钢筋的制作

由于墩柱比较高, 钢筋不可能一次焊好, 因此钢筋的制作成型, 一般都在钢筋场完成, 成型后采用分段焊接、绑扎的方法施工, 钢筋定位要上下预埋定位筋, 来保障钢筋位置的准确性。在焊接过程中, 要保证钢筋的焊接质量、绑扎质量, 钢筋制作安装要满足钢筋的技术规范要求。

3.2.1 钢筋配料

(1) 熟悉施工图, 了解工程概况, 检查图纸各编号是否齐全, 记住每一个构件中各钢筋之间的相互关系, 通晓钢筋与模板、脚手架配置等多方面的联系;

(2) 审查构件各部位尺寸是否吻合, 每一个构件中所有钢筋编号的数码是否存在重复现象, 核对各编号钢筋的直径、长度、根数是否存在施工图与材料表不相符的情况, 如果不符及时上报监理进行更正。根据施工图经严格计算确定各种钢筋的配料长度。

3.2.2 钢筋加工

为了防止钢筋锈蚀, 必要时可用抹布试擦浮锈, 陈锈采用手工或机械除锈方法必须清除干净, 保证钢筋和砧之间的啮合力。对直径粗的钢筋手工调直, $\phi 10$ 、 $\phi 8$ 采用数控调直机调直切断。钢筋弯曲成型前应根据钢筋的配料编号长度分别切断。并在工作台上根据配料表和图纸上标明的形状、尺寸, 将各弯曲点的位置标定。第一根钢筋成型后应与图纸上标明的形状尺寸进行复核, 经核实无误后再成批生产。

3.2.3 钢筋的绑扎与安装

(1) 绑扎前的准备工作。根据施工需要, 钢筋的焊接绑扎分层进行, 并按质量标准控制焊接、绑扎的尺寸, 根据每一次的焊接、绑扎的高度, 利用碗扣支架, 采用塔吊提升法架设相应的操作平台。

(2) 钢筋的焊接。根据现场的焊接设备, 采用搭接焊搭接时应先对钢筋预弯, 使两钢筋的轴线位于同一直线上, 用两点加以固定, 搭接长度要符合规范要求, 单面焊大于 $10d$, 钢筋接头同一断面按其占截面积的 50% 设置。

(3) 钢筋的绑扎操作。在薄壁空心墩主筋上划出钢筋的位置线, 用十字花扣和反十字花扣进行绑扎, 绑扎中注意调整主筋的位置, 各交叉点用铁丝绑扎结实, 必要时亦可点焊焊牢。为了确保钢筋骨架的竖直度, 骨架四角竖筋必须用垂直找正, 以免绑扎成型骨架倾斜。

3.2.4 保护层控制

为了保证保护层的厚度, 应在钢筋与模板间设置异型砂浆垫块和钢筋绑扎牢固并互相错开或在钢筋顶面用木楔做支垫, 当浇筑完混凝土后拆除木楔, 并保证混凝土拆模后表面不显示垫块痕迹。

3.3 混凝土施工

空心墩墩身混凝土标号有 C20、C25 两种混凝土, 混凝土配合比由项目部试验室根据原材料自身特点及天气情况适时调整, 并对坍落度进行控制。空心墩壁较薄 ($0.8\sim 0.5m$), 对混凝土的和易性和水灰比要求较高, 采用两台 750 型滚筒式搅拌机拌制, 夏季混凝土的坍落度控制在 $35\sim 40mm$, 冬季混凝土的坍落度控制在 $25\sim 35mm$, 并严格控制混凝土搅拌时间 $1.0\sim 1.5min$ 。

3.3.1 施工准备

在施工前应对水泥标号、品种、净重进行复验, 是否符合设计要求和标准, 校核砂、石料的含水率进行配比换算, 并做好试验调整出合适的配合比。检修搅拌设备的运转情况, 调试配料机的称

量系统,保证用料准确。检查钢筋、模板的位置和标高及垂直度,确保准确无误。

3.3.2 混凝土的拌制

混凝土的拌制就是根据混凝土的配合比,把水泥砂石和水通过搅拌的手段,变成匀质的混凝土。投料顺序是先加入石再加入水泥,最后加入砂。混凝土搅制时间以 1 min-3 min 为宜,以达到混合均匀,颜色一致。同时要保证搅拌出的混凝土的和易性和坍落度等符合规范要求。

3.3.3 混凝土的运输与浇筑

混凝土运输设备采用机动翻斗车、吊车和塔式起重机。混凝土浇筑前对模板、钢筋进行检查,模板要平整、光洁,钢筋要干净、顺直。浇筑时分层均匀对称浇筑,厚度根据浇筑速度及日常工程量而定,一般 30 cm 左右为宜,并将混凝土浇筑至模板平齐,使施工缝与模板缝在同一位置上,不允许超出模板,一般低于模板 1 mm 为宜。混凝土自由倾落度大于 2m 时均采用串筒,以防混凝土离析。

3.4 混凝土的振捣

混凝土振捣要充分、密实,振捣按操作规范要求进行,不得漏振过振和撞击模板。基础采用 70 型插入式振捣棒,墩身采用 50 型插入式振捣棒,振捣插入点的次序采用交错式、深度插入下层 5~10cm、时间每点 20~30s 和每层混凝土的厚度为振捣棒长度的 1.25 倍。

3.5 脱模及养护

脱模应该掌握好时间,过早会使混凝土发生裂纹或丧失强度,过晚会造成脱模困难,甚至使混凝土局部损伤,同时不利于模板的周转,一般当混凝土强度达到 2.5MPa 时,开始拆模。砼的养生:砼的初级养生是保证砼早期强度的重要措施,由于墩柱高,我们采用薄膜覆盖的方法,进行前期养生,后期采用自然养生。

3.6 空心墩的施工监测与控制

由于墩高限制,墩都不可能一次浇筑成型,需多次并分段浇筑完成。这样施工测量就尤其重要,通常采用在墩顶搭设平台用十字线法控制,但由于墩高超过 20m 后平台的稳定性差,给测量放样带来困难。墩内常用垂球法定位,由于在墩底实体段或基础上做的中心点经常被雨水或施工废弃物所覆盖,墩内光线较暗,测量十分不便,经过现场的多次检测、试验,不断完善,总结出四点定位垂球法来控制、检测模板和混凝土施工的偏移情况,取得了良好的效果。

所谓四点定位垂球法,即用全站仪采用坐标法在已施工完的墩身薄壁混凝土面上放出前、后、左、右四个标准点,一般是测出墩壁在四个方位的中点,在模板安装过程中,随时用该四点检校模板的安装偏移情况。

$$\Delta L = L - (\delta/2 - H/n)$$

式中, ΔL 为模板偏移误差,当 $\Delta L > 0$ 时表示模板向远离该点方向偏移 ΔL ,当 $\Delta L < 0$ 时,表示模板向靠近该点方向偏移 ΔL ; L 为所检测的模板内侧表面距离标准点的水平距离(一般用垂球吊线用钢尺实际测量); δ 为标准点处空心墩的壁厚。 H 为所检测模板距离标准点的垂直距离(即:模板一次的安装高度,一般控制在 12m 以内)。 n 为墩身的坡比,外坡比取正值,内坡比取负值。

根据偏移量的大小采取相应的校正和预防措施。测量的频率一般为每浇筑一次混凝土用该方法校核一次。该测量方法取得了良好的控制效果,墩身各部尺寸、中线、标高均符合设计和规范要求。

3.7 托盘封底的施工措施

该特大桥的空心墩均参考定型图贰桥 4067 设计,由于空心墩在托盘底要封闭空心部分,而支

撑内模用的脚手架又承受不了封闭上部托盘顶帽混凝土的重量，需要在墩壁的适当部位预埋槽钢或钢管重新布置支撑结构，预埋槽钢或钢管应根据承载的混凝土的重量来计算埋设的位置和数量。本桥圆形空心墩采用预埋 10 根脚手架钢管（托盘下 1.5m 位置预埋 6 根，托盘位置水平向预埋通长钢管 4 根）和圆端形空心墩预埋 14 根（托盘下 1.5m 位置预埋 8 根，托盘位置水平向预埋通长钢管 6 根），斜向交叉支撑。经施工检验，本设计完全满足施工要求。

4 安全措施

桥墩高空作业安全防护尤其重要。为此制定了多种应急预案和安全管理措施，确保施工人员的人身安全。利用空心墩内支撑及内模用的脚手架在墩顶搭设工作平台，四周设扶手并挂安全网，作为墩顶施工人员的作业平台；施工过程中在墩四周用角钢斜向固定于外模的法兰盘上，并悬挂安全网随墩而升高；墩身作业人员必须戴安全帽和系安全绳，以确保施工安全。

5 施工效果和建议

(1) 该特大桥施工时采用了上述监控措施，没发生任何安全质量等级事故，分项工程质量合格率 100%，优良率达到 90% 以上，受到建设单位、设计单位和监理单位的表扬，取得了良好的经济效益和社会效益。

(2) 类似的空心墩施工中，在经济条件允许的条件下，建议内外模板均采用整体式钢模板，这样不但可以加快施工进度而且使墩身的质量尤其是墩身坡比更易控制。而坡比类型较多时，建议采用滑模施工，以减少模板费用。

(责任编辑 姚媛)

参考文献：

- [1] 刘德钧.薄壁空心高墩无支架施工技术[J].科技情报开发与经济,2000,10 (2) :69~69
- [2] 侯旭东.薄壁空心墩的施工工艺及质量控制[J].山西交通科技,2000 (12) :110~111
- [3] 余恬,梁辉如.薄壁空心高墩施工技术探讨[J].铁道建筑,2003 (9) :12~13

Construction Technology of Thin-wall Hollow Pier

Liu Yingjun¹⁾ De Wanrong²⁾

(The Road and Bridge Limited Company The 16th China Railway Construction Bureau Group Fujian 366311
The Department of Road and Bridge Qiqihar City Qiqihar 161000 China)

Abstract: Connecting with the construction of Zhuyuan super long bridge, this paper introduces the construction technique, the measuring method, the construction measure for bottom seal of the tray, and the safety measure of thin-wall hollow piers. This can give a reference for the similar engineering in the future.

Key words: thin-wall hollow piers construction technology measuring methods safety measure