

文章编号: 0451-0712(2006)11-0062-04

中图分类号: U445.463

文献标识码: B

湛江海湾大桥索塔液压自爬模施工技术

汪 溯

(广东省长大公路工程有限公司 广州市 510620)

摘 要: 以湛江海湾大桥上塔柱施工为例,介绍了中上塔柱液压自爬模的施工工艺。

关键词: 湛江海湾大桥; 液压自爬模; 架体; 操作平台; 导轨

1 工程概况

湛江海湾大桥位于粤西的湛江地区,起于湛江市坡头区,于湛江市平乐渡口上游 1.3 km 处跨越麻斜海湾;湛江海湾大桥桥梁全长 3 981.17 m,主桥斜拉桥全长 840.0 m,跨径组成为 60 m+120 m+480 m+120 m+60 m,为双塔双索面混合梁斜拉桥。大桥采用国内首创的火炬形索塔,索塔高 155.11 m。下塔柱为直线形两面收分,中、上塔柱为曲线形四面收分。为平衡斜拉索的水平分力,上塔柱斜拉索锚固区设置环向预应力束。

索塔施工是控制全桥工期的关键工程,也是施

工和技术的难点。根据工程的实际情况,索塔下塔柱采用常规的满堂支架施工,横梁采用墩旁牛腿加落地支架施工;中上塔柱采用国内先进的液压自爬模施工。液压自爬模施工具有劳动强度低、施工进度快、施工质量易于保证的优点。

2 中上塔柱施工

湛江海湾大桥中上塔柱高 107.58 m,整个中上塔柱共分为 25 个节段,其中标准节段 22 节,非标准节段 3 节,标准节段高 4.5 m。液压自爬模体系包括液压爬架、模板、操作平台系统,其功能集自动爬升、

收稿日期: 2006-06-18

(3)在边跨布置辅助墩以增加体系刚度,减少塔梁内力,降低尾索应力幅,使边中跨比不必拘于 0.4 左右而可突破 0.5,简化了边跨主梁设计,使立面上舒展对称的美学期望得以实现,同时辅助墩的设立可提前结束主梁悬浇施工中的双悬臂阶段,对大桥施工期的抗风是有利的。

(4)对于双向受力结构的单索面斜拉桥来说,大悬臂单箱三室的准三角形断面的横向几何构形与其横向荷载内力分布的配合较好,抗扭刚度满足要求,对应 6 m 一道准三角形横隔板减轻了自重,连同底板的缩窄,总体上比梯形断面降低了约 5% 的恒载,提高了经济性,而且抗风性能优越,有利于强风地区的施工和运营安全。

(5)单索面准三角形宽主梁,是国内首次在箱内按受力需要同时配设体内和体外预应力束,可提高窄底板的预应力束配设效率,并首次采用牵索挂篮悬浇施工。

(6)主桥采用综合调索法确定成桥状态的恒载内力,在合龙后进行调索,以优化、调整主梁根部及跨中梁的内力。本桥以自适应法进行施工控制。

(7)主桥除常规计算分析外,还做了全桥的施工及使用过程的块体单元仿真分析,牵索挂篮也一并进行了仿真模拟,全面了解了各构件的应力分布及内力传递,得到了主梁顺桥向恒载及活载的应力集中系数,指导了平面简化设计计算。

参考文献:

- [1] 广东省公路勘察规划设计院. 高赞大桥初步设计[Z]. 2004.
- [2] 广东省公路勘察规划设计院. 高赞大桥施工图设计[Z]. 2004.
- [3] 华南理工大学城市建设研究中心. 高赞大桥有限元仿真分析报告[R]. 2005.
- [4] 华南理工大学城市建设研究中心. 高赞大桥抗风、抗震和稳定性初步分析报告[R]. 2004.

模板安装、钢筋绑扎、混凝土浇注、预应力束张拉和管道压浆于一体。施工用平台,可为施工人员提供一个良好的操作环境,能有效地保证塔柱混凝土的施工质量。液压自爬模结构如图 1 所示。

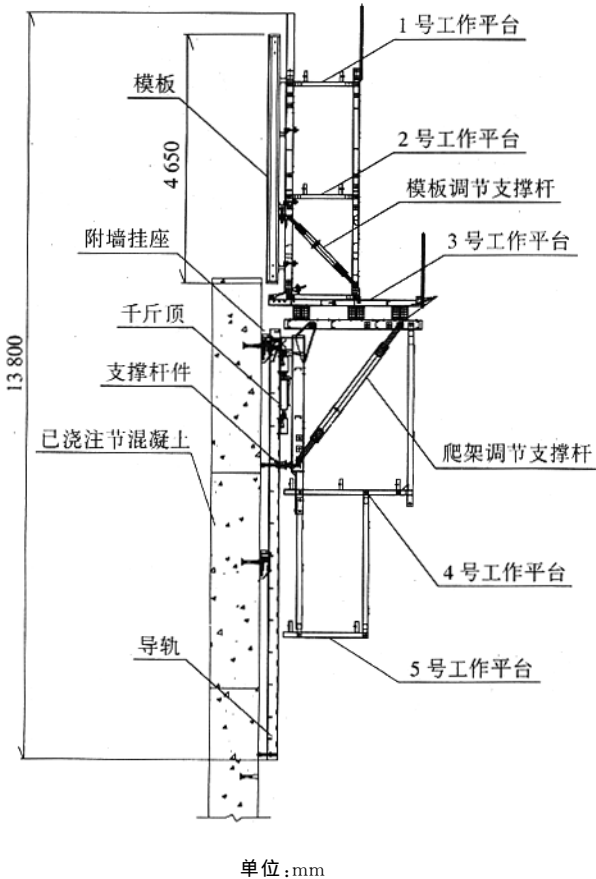


图 1 液压自爬模整体构造

2.1 模板

2.1.1 外模

在本套液压自爬模体系中,外模板高度为 4.65 m,浇注时下包 10 cm,上挑 5 cm,模板面板采用芬兰进口的维萨板(厚 21 mm),20 cm 高木工字梁,横背楞(2 根[14 槽钢]),竖背楞(2 根[14 槽钢])以及背楞连接件,如图 2 所示。外模与 1 号、2 号平台连为一体,以增强模板的刚度,在模板的背面设有调节的螺杆,在 3 号平台和模板的底部设有滑道,便于模板做水平向的移动。塔柱模板采用的大块模板,脱模后利用滑道将整块外模水平移动 50 cm,表面清理后并重新涂抹脱模剂。

2.1.2 内模

内模采用组合钢模,高 4.8 m,由标准的小块钢模(1.0 m×1.0 m)组拼而成;加劲楞采用双[10 槽钢和 2 根[16 槽钢]。

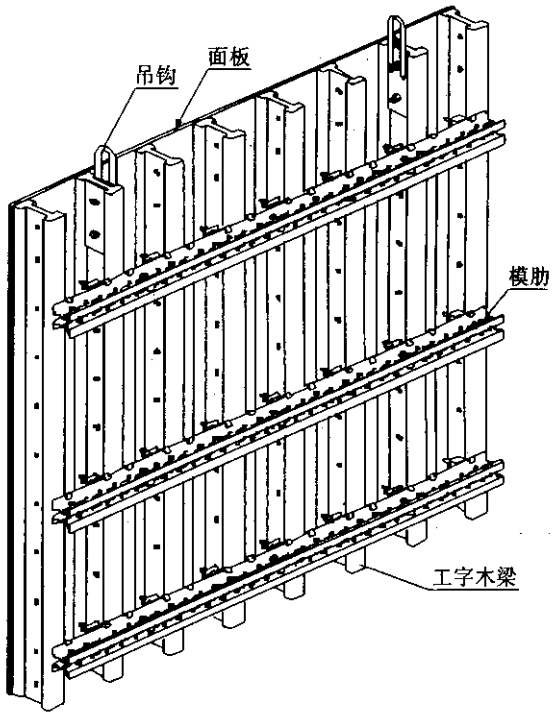


图 2 模板

2.2 液压爬升系统

液压自爬模板体系的爬升系统主要包括:预埋件、导轨和液压系统。

2.2.1 预埋件部分

液压自爬模体系的预埋件总成包括:埋件板、高强螺杆、爬锥、受力螺栓和埋件支座等。

埋件板与高强螺杆连接,能使埋件具有很好的抗拉效果,同时也起到省料和节省空间的作用,因为其体积小,免去了在支模时埋件碰钢筋的问题。

埋件板大小、拉杆长度及直径需按抗剪和抗拉设计计算确定。爬锥和安装螺栓用于埋件板和高强螺杆的定位,混凝土浇注前,爬锥通过安装螺栓固定在面板上。

受力螺栓是锚定总成部件中的主要受力部件,要求经过调质处理(达到 RC25—30),并且经过探伤,确定无热处理裂纹和其他原始裂纹后,才允许使用。

埋件支座连接导轨和主梁,它受到施工荷载、重力荷载、风荷载等的联合作用,具有抗垂直力、水平力和弯矩的作用。

2.2.2 导轨

导轨是整个爬模系统的爬升轨道,它由 2 根[20 槽钢及 1 组梯档(梯档数量依浇注高度而定)组焊而成,梯档间距为 300 mm,供上下轮的棘爪将载荷传

递到导轨,进而传递到埋件系统上,整个导轨长度为 9.0 m。

2.2.3 液压爬升系统

液压爬升系统包括:液压泵、千斤顶、上轭和下轭 4 部分。每榀爬架配置 1 个液压千斤顶,千斤顶的最大行程为 50 cm,最大顶升力为 20 t。上、下轭是爬架与导轨之间进行力传递的重要部件,改变轭的棘爪方向,可实现提升爬架或导轨的功能转换,见图 3 所示。

2.3 液压爬架架体及工作平台

每榀爬架都由 2[10 槽钢作为主桁架,各杆件之间采用螺栓栓接,以方便拆卸和周转使用。中塔柱施工过程中,每塔肢采用 11 榀爬架,而上塔柱将中塔柱的两肢合为一体,采用 20 榀爬架,见图 4 所示。

本套液压自爬模系统中共设置了 5 层工作平台(见图 1),1 号、2 号平台主要用于劲性骨架的安装、

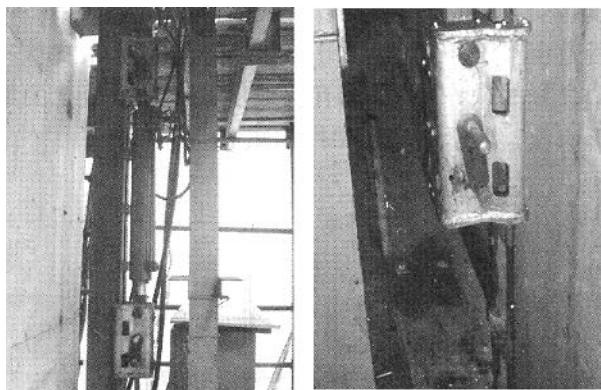


图 3 液压系统的上、下轭

钢筋的绑扎、混凝土的浇注,为一般的承重平台;3 号平台为主承重平台,用于调整模板、堆放施工用物品;4 号平台为爬架的提升操作平台,用于安装液压起重设备;5 号平台主要用于人员的上下电梯、拆卸爬架预埋件,锚固区塔柱的张拉、压浆、封锚等的工作平台。

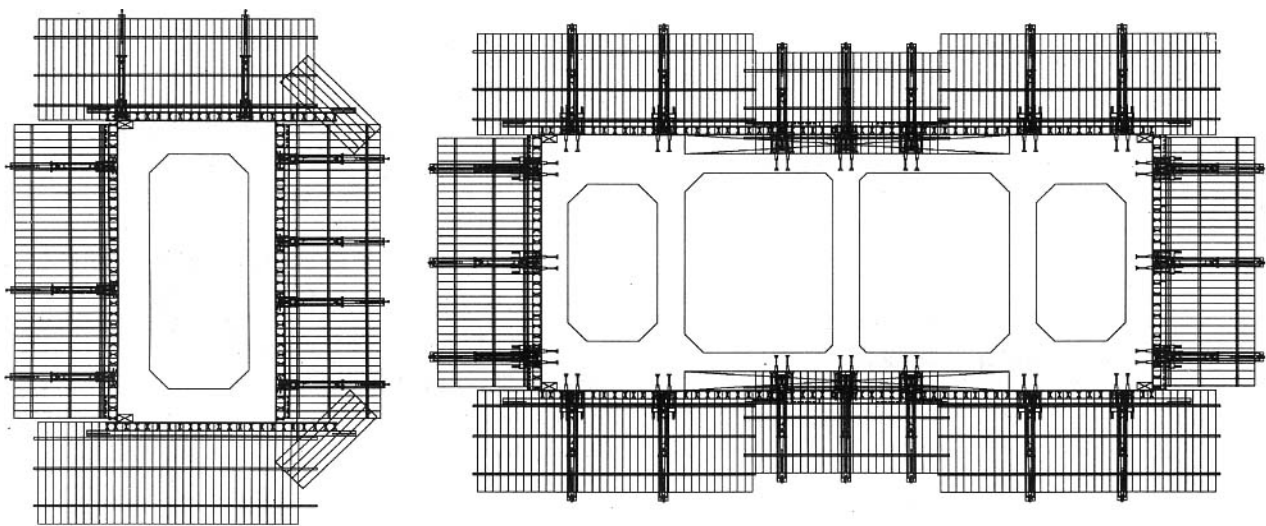


图 4 中上塔柱截面爬架布置示意

各个工作平台用[10 槽钢组拼而成,走道采用 5 cm 厚的木板,平台栏杆采用直径为 4.8 cm 的钢管,同时各榀爬架之间用直径为 4.8 cm 的钢管交叉平连,增加单面爬架的整体刚度和稳定性;栏杆的外侧挂张安全网,同一层平台相互连通,栏杆以内的空间不留空隙,上下平台之间设置楼梯,相邻两层平台的楼梯位置错开,确保安全。

2.4 工艺流程

2.4.1 工艺原理

自爬模的顶升是通过液压油缸对导轨和爬架交替顶升来实现的。导轨和爬模架互不关联,二者之间

可进行相对运动。当爬模架工作时,导轨和爬模架都支撑在埋件支座上,两者之间无相对运动。退模后立即在退模留下的爬锥上安装受力螺栓、挂座体及埋件支座,调整上下轭棘爪方向来顶升导轨,待导轨顶升到位,就位于该埋件支座上后,操作人员立即转到下平台拆除导轨提升后露出的位于下平台处的埋件支座、爬锥等。在解除爬模架上所有拉结之后就可以开始顶升爬模架,这时候导轨保持不动,调整上下棘爪方向后启动油缸,爬模架就相对于导轨运动,通过导轨和爬模架这种交替附墙,互为提升对方,爬模架即可沿着墙体上的预留爬锥逐层提升。

2.4.2 模板的安装与拆卸

钢筋绑扎完之后,一般做法是先将内模提升到位,再将外模提升到位。中上塔柱为 4 个收分截面,在每个侧面的模板上下缘标出模板的中心点,模板的中心点要与劲性骨架的中心点重合(也就是塔柱的中心线重合),在每节劲性骨架的角都设有当前节段塔柱外缘线形控制点,可作为外模收分的控制点。为防止混凝土浇注过程漏浆,在模板的接缝处粘贴 5 mm 厚的双面胶。内模为组合钢模,根据截面的变化,倒角处钢模分段加工,内模的直面焊接有可以活动的操作平台,待内模提升到位后恢复平台。

浇注完混凝土 24 h 后便可脱模,将模板上对拉杆拆除,旋转模板的调节支撑杆,使模板与混凝土面脱离,用扭矩扳手将外模整体向外侧移动 50 cm 便可;内模则利用受拉葫芦拆卸,吊挂在劲性骨架上。

2.4.3 导轨提升

外模外移 50 cm,便可安装附墙板和附墙挂座。检查确认无误后,开始提升导轨,拆除导轨与附墙挂座的钢销,将千斤顶上轭和下轭的转向开关同时转向上位,启动油泵,将导轨提升,千斤顶每次行程为 40 cm,到位后回程 10 cm,这样导轨每次的行程为 30 cm,正好挂在梯档上,千斤顶连续工作,自动提升导轨至上端的附墙挂座上,导轨提升到位后,使用钢销将导轨与附墙挂座栓接在一起。

2.4.4 爬架提升

将提升千斤顶的上轭和下轭的转向开关同时转向下位,启动油泵后,爬架与附墙挂座脱离后,完全附在导轨上,千斤顶顶升,带动爬架上升,每次顶升与导轨的梯档同位,千斤顶回油时,上轭自锁装置与导轨的梯挡自动锁紧,千斤顶回油带动下轭的自锁装置提升,单个行程回油结束后,千斤顶再次进油,下轭的自锁装置与导轨锁紧,上轭自锁装置松开,带动爬架提升,如此反复操作,爬架提升至标高后,将爬架上的保险销与附墙销接,爬架提升完成。

爬架提升时由 1 人操作油泵,塔肢的四面均需派人观察,在实际的操作中,爬架的 4 个面可同步提升,也可分面分步提升,千斤顶的一个行程时间控制在 1~2 min,一个爬升节段为 60~90 min。爬架提升到位后,安装下一节段爬架提升所需的预埋件,先合外模,再合内模。

2.4.5 混凝土浇注与养生

混凝土由现场拌和站集中拌和,混凝土运输车运输,混凝土输送泵泵送浇注,输送泵管附着在塔身

上,泵送混凝土要求和易性好、流动性强,塌落度控制 16~18 cm,初凝时间控制 9 h 以内,混凝土的浇注时间控制在 4~6 h。混凝土浇注完毕后,表面蓄水养生;拆模后塔柱四周采用专用的混凝土养生剂养生,以保证塔身的外观质量。

2.4.6 预应力施工

在上塔柱施工中,为平衡斜拉索产生的水平分力,上塔柱锚固区设置有环向预应力束。环向预应力束与劲性骨架一同安装,在爬架的 4、5 号操作平台上进行预应力束的张拉、压浆、封锚、装修等工作,其中 5 号平台具有一定的调节范围。

2.4.7 劲性骨架、钢筋、预埋件安装

中塔柱施工中,劲性骨架为单面安装,最后在现场合为一个整体。上塔柱考虑到预应力施工,劲性骨架设计成一个整体,整体安装。劲性骨架由型钢加工而成。钢筋在加工场下料制作,现场绑扎,主筋采用墩粗直螺纹接长,其他钢筋用铁丝绑扎。中上塔柱的预埋件种类多,有永久的和临时施工用的,预埋件安装需符合设计和规范要求。

2.4.8 注意事项

(1)导轨和爬架提升时,千斤顶和操作开关箱控制开关分别编号,在提升时,千斤顶应做到同步,提升过程中每一次提升结束后,检查千斤顶的上下轭的自锁装置是否回归到位,发现异常及时叫停。

(2)爬模外模采用的是木模,周转次数多,需认真仔细保护。严禁在模板架上堆放重物,模板架主平台设计荷载为 3 kN/m²,上平台及吊平台为 0.75 kN/m²,注意及时清理平台上的杂物。

(3)高空作业时,应注意防火、防漏电、防高空坠物,设专人定期和不定期对爬模装置进行维修保养,保证万无一失。

(4)爬架提升应安排在白天进行,当遇到雷雨和风力达到 7 级以上时,不得进行作业。

3 结语

湛江海湾大桥中上塔柱采用液压自爬模施工,大大节约了人工,提高了工作效率,中塔柱每节段施工周期为 4 d,上塔柱为 7 d,爬架和模板的提升不需要占用塔吊和其他设备。同时一套液压自爬模价格为 80 万元左右,工程完工后只需更换外模面板便可,其余部分可重复利用,大大降低了施工成本。湛江海湾大桥主塔液压自爬模施工的成功经验,可为国内同类型的桥梁施工提供一些借鉴。