

液压爬模在桥梁主塔施工中的应用

王 红 力 ， 段 妙 珊

(中国水利水电第七工程局有限公司 第一分局,四川 彭山 620806)

摘 要: 液压爬模是高耸建筑混凝土浇筑的首选模板,其自带液压爬升系统,随结构混凝土持续浇筑而升高,且液压爬模利用可循环爬锥挂座系统与混凝土结构牢靠结合,无需多余的支撑即能保持稳定,形成混凝土浇筑仓号,是高耸结构物混凝土浇筑设备中的“神器”。介绍了液压爬模在桥梁主塔施工中的应用。

关键词: 液压爬模;组成;安装;爬升

中图分类号: U445;U444;U442 **文献标识码:** B **文章编号:** 1001-2184(2019)05-0071-03

Application of Hydraulic Climbing Formwork in Construction of Bridge Main Tower

WANG Hongli, DUAN Miaoshan

(First Branch of Sinohydro Bureau 7 Co., LTD, Pengshan, Sichuan, 620806)

Abstract: Hydraulic climbing formwork is the preferred formwork for concrete casting in high-rise buildings. Its own hydraulic climbing system rises with the continuous casting of structural concrete; moreover, it is firmly combined with concrete structure by using of cyclic climbing cone pedestal system, which can maintain stability without extra support and also form concrete casting blocks. Therefore, it is the "magic weapon" as concrete casting equipment of high-rise structures. The application of hydraulic climbing formwork in the construction of bridge main tower is introduced.

Key words: hydraulic climbing formwork; component; installation; climbing

1 概 述

某大桥位于金堂县沱江上游,为双塔双索面斜拉桥,主桥长 860 m,主跨跨越江心岛,跨度为 430 m,边跨分别跨越毗河、北河。桥面宽度为 38 m。主塔为“钻石型”混凝土结构,总高度为 137.5 m,其中桥面以上塔柱高 121.4 m,桥面以下高 16.1 m。斜拉索采用钢锚梁为主的锚固方式,下塔柱采用内凹的箱式结构将其连为整体,下塔柱高度为 12 m,中塔柱高度为 72.5 m,倾角为 77.6°,上塔柱高 53 m。由于桥塔较高,该桥主塔混凝土浇筑计划采用液压爬模进行施工,单次爬升高度为 6 m(图 1)。

2 液压爬模的组成

液压爬模的爬升系统主要由锚锭总成、导轨、液压爬升系统和操作平台组成。

(1)锚锭总成: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组成埋件,具有足够的抗拉强度。受力螺栓是锚

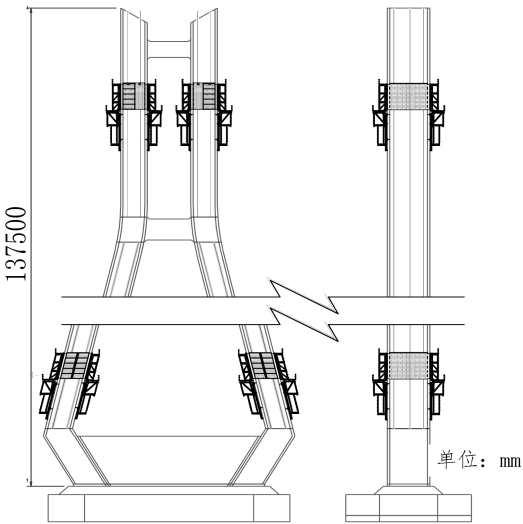


图 1 主塔液压爬模施工示意图

锭总成部件中的主要受力部件,埋件支座是导轨、主梁和墙体之间的传力构件,其受到施工活荷载、重力荷载、风荷载等的联合作用,具有较强的抗垂直力、水平力和弯矩作用。

收稿日期:2019-08-05

(2)导 轨:导轨是爬模爬升的轨道,爬模的液压系统通过上下换向盒支撑在导轨梯挡上,实现沿导轨的交替爬升。

(3)液压爬升系统:包含供油系统、电气控制系统、油缸以及配套附件等。供油系统提供压力油,为液压缸往复运动提供动力。电气控制系统为液压系统提供电源及操作控制功能并配备有独立的电控箱、集中泵站等配套附件。

(4)操作平台:根据爬模施工需要,单套爬模共设 6 层平台,自上而下分别为:施工平台、模板操作平台 1、模板操作平台 2、模板后移平台、液压油缸操作平台以及吊平台。

3 液压爬模的受力计算

(1)荷载计算。荷载的取值参照施工手册和技术指南确定:①梁体钢筋混凝土的容重:25 kN/m³,混凝土结构的最大高度为 6 m。②内倾侧架体自重为 12 t。③施工荷载:共计 7 kN/m²,含人员 1.5 kN/m²、施工机具 1.5 kN/m²、浇筑振捣荷载 2 kN/m,浇筑冲击荷载 2 kN/m。

(2)荷载的组合方式与设计理论。根据爬模的设计原理,对于 6 m 高度的混凝土浇筑范围,其混凝土侧压力主要由拉杆和背楞支撑。爬模支架仅作为操作平台,提供工人上下的通道,爬模爬升时的提升装置主要承受自身的重力、混凝土侧倾时混凝土自重的竖向分力以及部分动荷载。爬架荷载的计算如下:

$$N_{1\text{合力}} = 1.2 \times (25 \times 6 \times 8.8 \times 0.6 + 120) + 1.4 \times 7 = 1\ 104.2(\text{kN})$$

根据塔柱倾斜的角度,其竖向分力和水平分力为:

$$N_{3\text{剪力}} = 1\ 104.2 \times \cos 12.4^\circ = 1\ 078.44(\text{kN})$$
$$N_{2\text{拉力}} = 1\ 104.2 \times \sin 12.4^\circ = 237.11(\text{kN})$$

(3)受力构件计算。竖向力通过承重插销传递至承载螺栓上,具体情况见图 2、3。

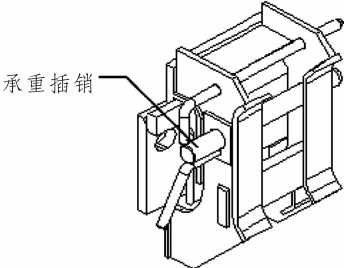


图 2 爬模承重插销示意图

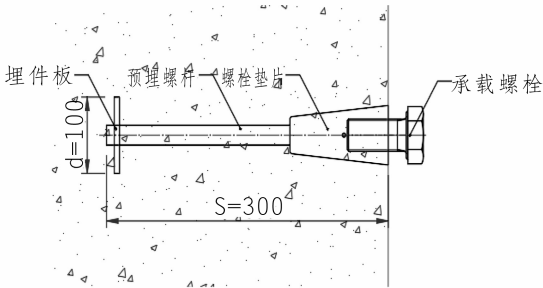


图 3 爬模受力爬锥图

承重插销抗剪力计算:承重插销采用 45 # 钢,直径 40 mm,内倾面共有 3 个承重插销,单个承重插销受列的竖向剪力为: $N_3/3=1\ 078.44/3=359.5(\text{kN})$,则有:

$$t = 4\ N/3\ A = 359.5 \times 4 \times 103 / (3 \times 2 \times 3.14 \times 40^2 / 4) = 191\ \text{MPa} < [250]\ \text{MPa}.$$
安全系数: $250/191=1.3$,满足要求。

承载螺栓抗剪力计算:承载螺栓采用 40Cr 钢,直径 42 mm,内倾面共有 6 个承载螺栓,单个承载螺栓受到的竖向剪力为: $N_3/6=1\ 078.44/6=180(\text{kN})$,则有:

$$t = 4\ N/3\ A = 180 \times 4 \times 103 / (3 \times 3.14 \times 42^2 / 4) = 173\ \text{MPa} < [212]\ \text{MPa}.$$
安全系数: $212/173=1.22$,满足要求。

(4)三角承重支架的计算。横桥向内倾侧爬模三角架受力最大,该三角架采用直径 160 mm,壁厚 4 mm 的钢管,其最大受力为斜撑杆,故 $N_4=1\ 104.2 \times \sin 12.4^\circ=237.11(\text{kN})$ 。

杆件的计算长度 $L=3\ 400\ \text{mm}$, $\lambda=l/i=3\ 400/55=61.8$,查表得 $\varphi=0.8$, $A=1\ 960\ \text{mm}^2$ 。

故: $\sigma=N/\varphi A=237.11 \times 1\ 000 / (0.8 \times 1\ 960) = 151.22\ \text{MPa} < [205]\ \text{MPa}.$ 安全系数: $205/151=1.36$,满足要求。

(5)导轨的计算。导轨采用双拼[20b 槽钢,跨度为 3 m,仅在爬模爬升时受力,承受架体及模板自重,其中内倾侧模板及架体重量为 15 t(主要包括架体 12 t,模板 2.5 t,以及其它人员、机具等),为其最大重量,分别由 3 榀导轨支撑。

故: $q=15/3=50(\text{kN})$ 。

强度计算: $M=0.125 \times 50 \times 32=56.25(\text{kN} \cdot \text{m})$

$$\sigma=M/W=56.25 \times 106 / (191 \times 2 \times 1\ 000) = 147.25\ \text{MPa} < [205]\ \text{MPa}.$$
安全系数: $205/147=$

1.4,满足要求。

刚度计算: $\Delta L=qH_3/48EI=50\times1\,000\times30\,003/(48\times2.05\times105\times1914\times104\times2)=3.58\text{ (mm)}<[5]\text{ (mm)}$,满足要求。

4 液压爬模的安装

第一步:埋件固定于模板。在模板就位前,用 M42×60 的螺栓穿过模板面板上的孔(φ45),将埋件固定在模板上。对于特殊定位尺寸,埋件通过定位螺栓与面板固定在一起,随模板一起吊装。

第二步:受力螺栓的安装。混凝土浇筑后,卸下 M42×60 螺栓,模板后移,将受力螺栓 M42×75 拧入爬锥之中。

第三步:模板支架就位。将模板吊装就位,支架卡在支座和受力螺栓上,插上安全销。

第四步:埋件的取出。操作人员用套筒扳手和爬锥卸具将受力螺栓和爬锥取出,以备周转时使用,接着用砂浆抹平卸去爬锥后留下的孔洞。

第五步:平台架体的安装。先安装下平台架体,然后安装上平台架体。在进行下平台架体安装的同时将油缸安装在主迎头下口处;在进行上平台架体安装时,应注意连接模板的竖向主背楞上的孔朝向外侧,以便于调节丝杆的安装。

5 液压爬模的爬升及拆除

(1)爬 升。液压爬模爬升的流程为:混凝土浇筑完成→绑扎钢筋→拆模后移→安装附墙装置→提升导轨→爬升架体→模板清理、刷脱模剂→将预埋件固定在模板上→合模→浇筑混凝土。

液压自爬模爬升的具体步骤为:第一步:下层混凝土浇筑完成,绑扎上一层钢筋。第二步:混凝

土达到强度后拆模,调整斜撑使模板后倾脱离墙面,后移模板。第三步:将附墙装置安装在埋件系统上。第四步:提升导轨至上一层附墙装置上。第五步:爬升架体至预定位置,插入承重插销及安全销;清理模板,刷脱模剂,将预埋件固定在模板上。第六步:合模,浇筑混凝土。

(2)拆 除。爬模的拆除利用现有塔吊配合爬模进行。爬模拆除前,应先清除爬模上的混凝土块、扣件、活动杆件等杂物,拆除后,及时将结构周围搭设防护栏杆。

6 结 语

液压爬模面板采用整体式爬升,每节爬升高度可达 6 m,每节施工时间为 7~10 d,浇筑效率较高,机械化程度高,能有效保证混凝土的外观质量,可广泛应用于剪力墙、桥梁主塔、筒体等高耸构筑物施工中。

参考文献:

[1] 江正荣,朱国梁.简明施工计算手册[M].北京:中国建筑工业出版社,2016.
[2] JGJ195—2010, 液压爬升模板工程技术规程[S].
[3] 周水兴,何兆益,等.路桥施工计算手册[M].北京:北京人民交通出版社,2001.
[4] 单辉祖.材料力学教程[M].北京:国防工业出版社,2016.
[5] GB 5009—2012, 建筑结构荷载规范[S].

作者简介:

王红力(1986-),男,陕西洋县人,工程师,从事市政工程施工技术与管理工作;
段妙珊(1986-),女,陕西渭南人,工程师,从事水利工程施工技术与管理工作。

(责任编辑:李燕辉)

(上接第 67 页)

5 结 语

笔者通过对气泡混合轻质土的原材料选用、配合比选择、施工方法和工艺及质量控制要点进行分析,总结了天保湾大桥引桥桥面路基填筑施工采用的气泡混合轻质土对减小桥面永久荷载起到的重要作用,可供类似工程参考。

参考文献:

[1] CJJ T 177—2012, 气泡混合轻质土填筑工程技术规程[S].
[2] GB/T4131—2014, 水泥的命名、定义和术语[S].

[3] 林泽彬.浅谈气泡混合轻质土在道路工程上的应用[J].黑龙江科技信息,2010,14(7):200—204.
[4] 廖纪明.现浇气泡混合轻质土在桥梁减跨施工中的应用[J].建筑施工,2013,35(5):442—448.
[5] 井维恒,胡守文,李文斌.气泡混合轻质土施工技术 in 改扩建工程中的应用[J].公路,57(12):183—186.

作者简介:

林晓旭(1986-),女,四川资中人,工程师,学士,从事水电与市政工程施工技术与管理工作;
钟 波(1977-),男,四川仁寿人,工程师,从事水电与市政工程施工技术与管理工作。