

# 古城水电站仿汉阙门楼施工技术

李明, 石桥, 仵凌丰

(中国水利水电第十工程局有限公司 一分局, 四川 都江堰 611830)

**摘要:**介绍了仿汉阙门楼的施工工艺流程、施工要点,并与常规混凝土浇筑进行了优缺点的对比。严谨的施工工艺及免除混凝土的装修费用为工程的最大亮点,值得类似工程借鉴。

**关键词:**仿汉阙;施工工艺;风格;古城水电站

**中图分类号:**TV7;TV52;TV54

**文献标识码:** B

**文章编号:**1001-2184(2017)02-0106-03

## 1 工程概述

古城水电站仿汉阙门楼位于涪江古城水电站进场大门外侧约50 m,其外观尺寸为14.83 m(长)×4 m(宽)×15 m(高)。整个仿汉阙门楼呈三层布置,中间为进场大门,内设监控室、食住及卫生间,外部为清水镜面混凝土上设置仿汉阙条纹,该类施工技术在国内尚属首例。

## 2 施工规划及操作要点

### 2.1 混凝土的分层分块

该工程对混凝土外观要求很高,计划混凝土浇筑大体上为每3 m一层,自下而上,先底板、后边墙、最后板梁。

混凝土分层分块情况见图1。

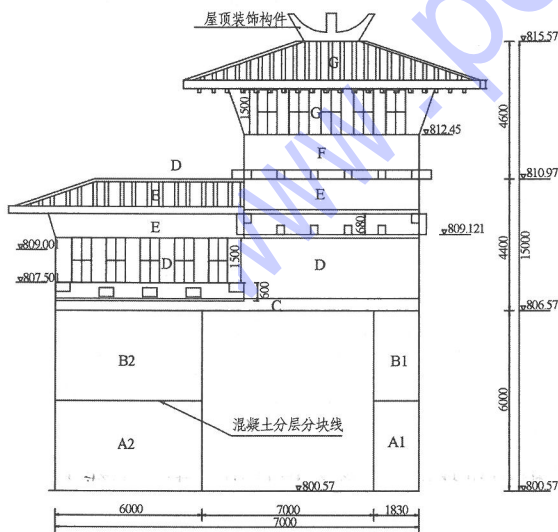


图1 仿汉阙门楼结构混凝土分层分块示意图

### 2.2 施工工艺流程

收稿日期:2017-01-10

具体施工工艺见图2。

### 2.3 施工要点

#### 2.3.1 主要结构及施工特点

由中国水电十局承建的古城水电站仿汉阙门楼是集餐饮、住宿等为一体的多功用建筑结构。其外观尺寸为14.83 m(长)×4 m(宽)×15 m(高),结构较为复杂,中柱、梁均位于剪力墙、板内,具有钢筋较密、混凝土较薄等特点,模板从拼接到安装直至混凝土入仓振捣均为重点控制环节,施工难度较大。施工时需精细化把控每个小环节,全员全程监控,避免产生“连锁效应”。

#### 2.3.2 混凝土施工工艺

##### 2.3.2.1 剪力墙混凝土施工

(1)模板的选型及制作。

模板根据建筑物的外观形状进行整块拼接,尽量避免“一面多模”,模体的高度以3 m左右为宜。

该工程采用1 830 mm×915 mm×15 mm的混凝土建筑清水木模板,木模板从正规大厂家购买,购置时需仔细检查模板的外观尺寸,特别是其厚度是否达到15 mm(只有模板厚度一致方能保证模体的平整度)。模板需事先锯开检查其内部层间胶结是否紧密,有无空洞或不致密的现象,层数最好不低于11层,经水浸泡后有无鼓包或边角翘起的现象,如模板未能达到上述要求,在混凝土浇筑期间因其内部高热且湿度较大的情况下极易造成模板鼓包及边角起翘的现象,直接影响混凝土的外观表面平整度并因此而使模板成为一次性使用品而造成一定程度上的经济损失。

木方采用正规木材厂加工的、由俄罗斯进口

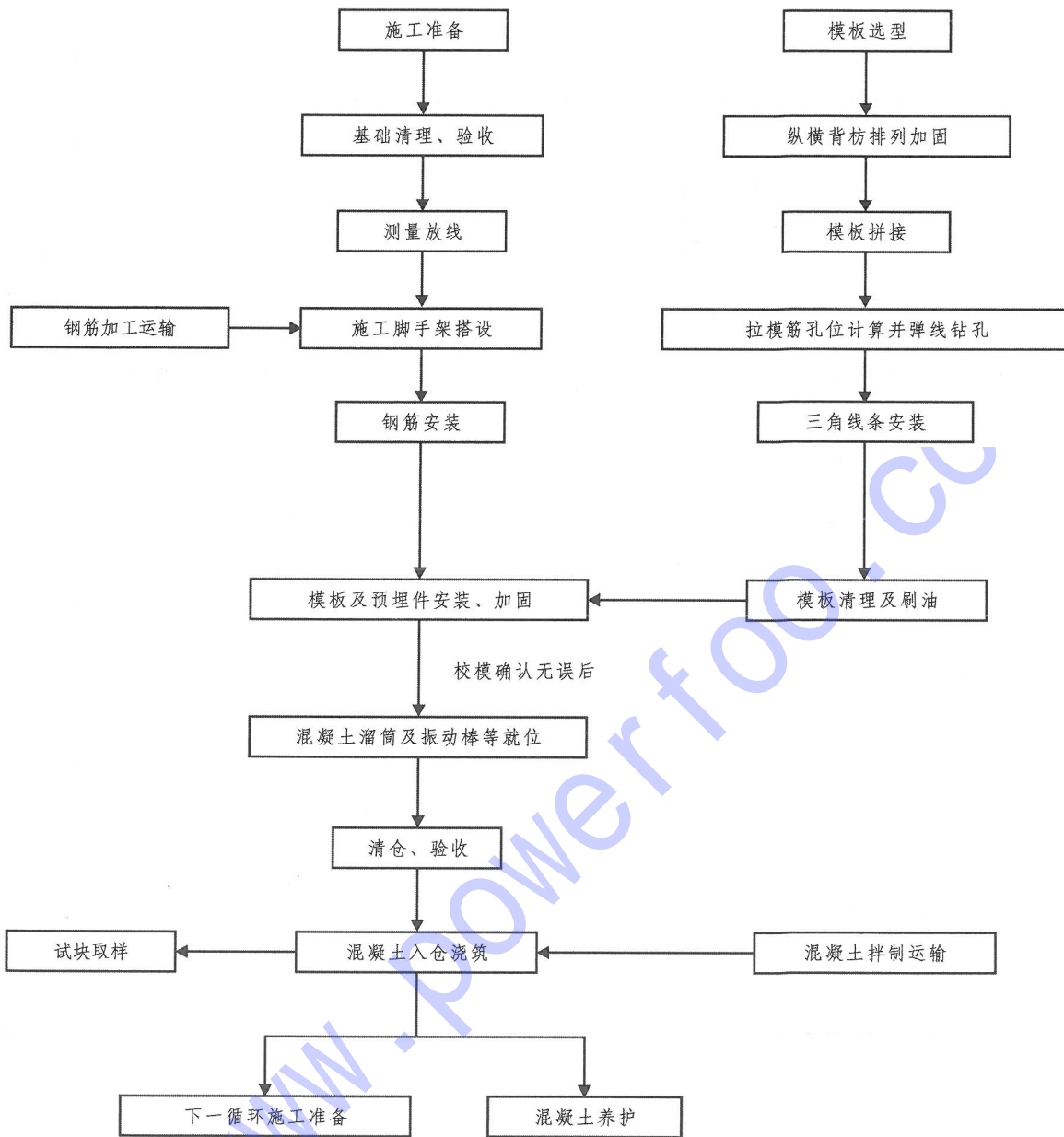


图2 仿汉阙门楼结构混凝土施工工艺流程图

的木方,尺寸为5 cm×10 cm×3 m。在使用前进行弹线及刨光处理,其平整度将直接影响到混凝土外观表面的平整度。在模体选型完后,根据模体的尺寸均匀摆放木方,将纵背枋间距控制在20 cm以内,四边用木方锁紧。为保证混凝土浇筑期间模体均匀受力,木方的摆放需做到横平竖直,将模体四边的木方按照尺寸摆好,经长短边及对角线检测无误、将每根纵背枋的位置事先计算好后,用铅笔在其相应位置上做好记号后方可进行纵背

枋的摆放及固定,纵横背枋之间需保证最少采用2颗钉子进行连接,且锚固长度需达到5 cm以上。当背枋骨架固定完成后,再进行模板的固定及拼接。

模板拼接时,需将木板长边置于水平线上,如遇模板竖向拼缝处衔接不平顺、存在微小缝隙时,需在缝隙内涂一层汽车用原子灰并辅以固化剂,腻子固化后用砂纸将腻子打磨平顺,腻子应避免与模体表面接触,以免在混凝土浇筑过程中脱落

而使混凝土的外观面光洁及平整度不能达到预期的要求。木板与木方应固定牢靠,以免吊运整块模体时产生变形,模体吊运时应匀速上升,缓缓下降,避免钢筋、钢管及其它尖锐物体损伤模体及三角线条。

拉模筋采用 $\phi 14$ 高强度全丝螺杆,拉模筋钻孔杜绝使用冲击钻开孔(其钻孔时易造成模板的损伤),应使用开孔器开孔。拉模筋孔位需仔细计算并弹墨线后方可钻孔。由于木背枋净间距仅有15 cm,加上钢筋净距14 cm,因此,对拉模筋孔位需慎重考虑,不但要避开木方和钢筋,同时还要避开三角线条的位置。拉模筋进行对穿时,需对锚入混凝土内的部位进行套管处理,套管采用 $\phi 16$ 的PVC管。

三角线条采用尺寸规格一致的线条,水平方向上的三角线条一定要固定于模板接缝线上,这样实施,可以在美化混凝土外观表面的同时起到止浆的效果。

该工程模板脱模剂全部采用色拉油。当模板拼接、三角线条固定及拉模筋钻孔完成后,对模体进行清理完后在模体表面薄薄涂上一层色拉油,时间控制在模体安装前1 h左右。

#### (2) 模板及预埋件的安装加固。

背枋所用的木方应刨光,钢管选用外径 $\phi 48$ 、壁厚3.2 mm的钢管,钢材强度等级为Q235-A。螺帽采用3 cm高的高强度螺帽,蝴蝶扣采用高强度加厚的单扣。拉模筋不得穿木方而过,落地支撑应埋入土体内,将拉模筋间排距控制在60 cm左右。模板紧固采用内衬外拉的方式:内部采用自制的、同所浇筑部位同标号的混凝土条(截面尺寸为3 cm $\times$ 3 cm,养护达到凝期后方可使用,内衬条间排距控制在45~50 cm为宜),混凝土条应牢固且平整地绑扎于钢筋之上,避免浇筑时混凝土未受力或偏心受力而起不到应有的效果;外部采用 $\phi 14$ 全丝螺杆对穿固定,紧至设计结构线并贴至混凝土条上即可,避免因过度用力而导致模体损伤。模体内衬外拉紧固完毕应采用顶托与脚手架固定。因在墙面拐角处设有暗柱,加固较为困难,应在钢管背枋出头处采用高强度的受拉件进行紧固。预埋件应用铁丝紧固于钢筋上,避免下料时产生位移或偏差,如需在模板上开孔,应用开孔器开孔。

#### (3) 混凝土的入仓及振捣。

由于该工程剪力墙厚度仅为30 cm,且布设有双层钢筋网,项目部采用吊车吊运0.3 m<sup>3</sup>的混凝土卧罐,其下部设有由 $\phi 200$ 的蛇形管制成的溜筒辅助入仓。考虑到仓面高度为3 m,混凝土下落后易产生骨料离析现象,溜筒应紧挨着老混凝土面或埋入新浇筑的混凝土内,待溜筒内混凝土灌满时缓慢提升,铺料需均匀并保证铺料高差小于(等于)20 cm。混凝土应采用一级配且将塌落度控制在8~10 cm为宜。混凝土振捣是整个施工环节中的重中之重,应配备具有丰富经验的混凝土浇筑工浇筑;振捣应确保每个部位均振捣到位,避免漏振及过振,配备专门人员全程进行监控。在振捣上一层时,应插入下层中5 cm左右,以消除两层之间的接缝;同时,在振捣上层混凝土时,要在下层混凝土初凝之前进行。

#### (4) 混凝土的养护。

由于天气较为炎热,养护期以不低于14 d为宜,派专人每天润水四遍,混凝土外覆塑料薄膜。由于该工程混凝土施工分层高度为3 m,加之墙体厚度较薄,混凝土养护不易到位,故模板应尽快拆除。墙体模板应在12 h后、混凝土强度能保证其表面棱角不因拆模而受损坏时拆除。该工程跨度为4 m,根据规范要求,楼板及屋面板应在混凝土强度不低于75%设计强度后方可拆除。考虑到施工缝需设在三角线条中部时方能保证混凝土的外观质量,因此,在施工上一层时其下层模板不宜过早拆除。墙体的养护存在较大的困难,若养护不到位,易造成模体脱色,因此,应保持模体温度不宜过高,养护时不仅在混凝土顶面上洒水,更应对侧面的模体进行洒水降温处理。模板拆除后,应在墙角等尖锐部位采用角钢包边,避免在脚手架等拆除过程中因不小心碰撞而造成墙体损伤。

#### 2.3.2.2 屋顶面板及异形部位混凝土施工

该工程屋顶面板倾角为 $15^{\circ}39'5''$ ,倾斜度较大,屋顶高度为1.6 m,混凝土不分层一次性进行浇筑,混凝土塌落度不宜过大,应将其控制在6~7左右为宜。混凝土浇筑主要采用点振法施工。对于剪力墙外的挑檐及装饰混凝土块的浇筑,采用与墙板同步上升的方式,先不封顶模,待该部位

(下转第112页)

下一孔灌注,盾体底部出现漏浆情况时结束灌浆施工。TBM 盾体右侧空腔、塌方体灌注采用  $\varphi 32$  自进式锚杆作灌浆导管进行灌注;TBM 刀盘前端、右侧空腔、塌方体灌注造孔区采用  $\varphi 32$  自进式锚杆作灌浆导管进行灌注,局部外露非造孔区直接采用  $\varphi 48$  花管作灌浆导管进行灌注。

### 5 预防卡机的措施

为了今后不致再次卡机或尽可能减少卡机机率,笔者建议采取以下预防措施:

(1)加强对超前地质预报数据进行分析、统计、验证工作,以真正实现超前地质预报系统的超前指导意义;

(2)目前已经在该 TBM 刀盘上安装了高 2~5 cm 的扩挖边刀及扩挖铲牙,扩大了 TBM 开挖直径。根据目前监测到的围岩收敛速度情况,建议后期再将刀盘扩挖直径进一步加大,以此来应对岩石收敛变形造成的 TBM 护盾卡阻问题。加强对围岩收敛变形数据的统计、分析,掌握围岩收敛变形规律,合理安排掘进班次,选择更加合理的掘进参数;

(3)在 TBM 掘进、停机以及检修过程中,根据围岩收敛变形情况,择机向前盾、撑靴盾和尾

(上接第 108 页)

浇筑至顶部后进行收光处理后再封顶模,这样实施可以避免混凝土内气泡无法排出而造成的混凝土顶面出现坑洼现象。

### 3 结语

仿汉阙门楼施工在国内尚属首例。其混凝土施工工艺不同于以往混凝土结构的施工,与常规混凝土结构相比其具有以下优点:

(1)将常规人工组立小钢模或定制大钢模改为用清水模板及木方组成的整体模进行吊装及加固,模体的拼接及木背枋的加固均严格按照事前设计好的尺寸进行下料及加固,拉模筋孔位的布置也需事先设计好,从而避免了模板重复使用造成的浪费;

(2)三角线条的采用完美地解决了传统混凝土施工方法中混凝土层间结合处漏浆的现象,同时还避免了上下层混凝土的错台现象;

(3)由于仿汉阙混凝土结构施工时混凝土的

盾注入膨润土或油脂,以减小护盾与岩壁的摩擦系数;

(4)在今后的管片设计时,管片径向按间排距 3 m 左右预埋钢套管,以方便在需要的时候开展锚杆施工和监测、科研等工作;

(5)利用超前地质钻孔,在掘进前对盾体顶部前方  $120^\circ$  范围、6 m 深度方向进行预爆破,形成一个与洞壁有一定厚度的人工破碎带,使原有集中的应力得以释放或部分释放,从而尽量避免因高应力导致的收敛而造成卡机现象的再次发生;

(6)考虑到后续项目的洞顶埋深更大,需要分析可能遇到的最大地应力、围岩最大收敛变形与变形速率,确定合理的 TBM 开挖直径和扩挖方案,避免 TBM 卡机和护盾变形。

### 6 结语

西藏某隧道 TBM 成功脱困处理取得的高应力条件下 TBM 施工的宝贵经验,可为今后类似高应力隧洞预爆破、提前释放部分应力、降低高地应力带来的一系列不良后果起到抛砖引玉的作用。

#### 作者简介:

徐应中(1973-),男,四川巴中人,高级工程师,从事水电工程施工技术与管理工作。(责任编辑:李燕辉)

外观质量得到了良好的控制,省却了以往在浇筑完混凝土结构后还需对混凝土的外观进行设计及装修的费用。外观装修的设计及施工费用较高,且装修后的外观结构一般保质期较短,需进行二次乃至三次装修设计及施工。而仿汉阙结构的施工由于各个工序的施工非常严谨,虽然施工过程中投入的人力、材料较多,但施工中增加的人力、材料所带来的费用的增加远远低于多次装修所需的设计及施工费用。同时,严谨的混凝土施工过程控制也将是今后混凝土建筑市场的趋势。

#### 参考文献:

[1] 翦伯赞. 秦汉史[M]. 北京:北京大学出版社,1983.

#### 作者简介:

李明(1975-),男,四川自贡人,工程师,从事水利水电工程施工技术与管理工作;

石桥(1981-),男,湖北宜昌人,助理工程师,学士,从事水利水电工程施工技术与管理工作;

仵凌丰(1986-),男,河南南阳人,助理工程师,从事水利水电工程施工技术与管理工作。(责任编辑:李燕辉)