

三峡工程左厂 11~14 号坝段水电站进水口施工技术

詹剑霞

(中国葛洲坝集团第二工程有限公司, 湖北 宜昌 443133)

摘要:三峡工程左厂 11~14 号坝段电站进水口是重要的永久建筑物, 其压力钢管直径为 12.4 m, 是目前国内最大的压力钢管。从易于调节的牵引式钢模台车、弧形角钢样架控制过流面成型质量、操作简便的“线出浆”灌浆系统、工效高质量稳定的钢筋热墩粗直螺纹连接新技术及易振捣密实的高流态混凝土等方面介绍了电站进水口的施工技术, 其中钢筋热墩粗直螺纹连接新技术为国内大型水利工程施工中首次采用。

关键词:水电站; 进水口; 施工技术; 三峡水利枢纽

中图分类号: TV732.1

文献标识码: B

文章编号: 1006-7647(2002)06-0033-03

三峡工程左厂 11~14 号坝段在 108 m 高程布置了 4 孔水电站进水口。水电站进水口顺流向分为喇叭口、渐变段、埋管段。渐变段末端与压力钢管钢衬连接。每孔电站进水口顺流向由上至下设有两道闸门, 即电站进水口检修门和快速工作门。喇叭口最大尺寸为 12.1 m × 17.22 m (宽 × 高); 渐变段中心线长 15 m, 中心线与水平线呈 3.5° 夹角, 渐变段起始断面为 9.2 m × 13.15 m (宽 × 高), 末断面为圆断面, 直径为 12.4 m。

混凝土浇筑至 106.5 m 高程时, 进入电站进水口混凝土施工, 开始安装压力钢管上斜直段。为便于安装压力钢管及外包钢筋, 在压力钢管部位高程 105.5~106.5 m 范围预留管槽, 管槽与仓面以 1:1 斜坡连接, 该处混凝土浇筑时, 斜坡面上做打毛处理。混凝土标号: R₉₀300 号, D250, S10, 级配: 一级、二级、三级; R₂₈350 号, D250, S10, 级配: 二级。

1 喇叭口模板施工

喇叭口侧墙模板分为角模、边模两种, 角模采用木定型模板, 面板上钉一层宝丽板, 边模采用定型钢模板, 模板支架采用 D22 多卡模板支架。角模用于侧墙第一仓, 侧墙第二仓以上采用边模。

顶模分为顶模 1 至顶模 4。顶模 1 左右各 1 块, 顶模 1 桁架采用钢桁架; 顶模 2 至顶模 4 采用木桁架。顶模 1 面板采用木面板, 面板上钉一层 0.5 mm 厚白铁皮; 顶模 2 至顶模 4 面板采用组合钢模板现场拼装。

顶模支撑采用渐变段钢模台车支架。顶模在混凝土达到 100% 强度后开始拆除。

2 渐变段模板施工

渐变段模板采用钢模台车方案, 台车采用有轨牵引式。模板采用 5 mm 厚钢板与钢桁架组成, 渐变段模板布置见图 1。模板分为底模、角模、边模 1、边模 2 和顶模。角模、边模 1 及边模 2 顺流向各分为 5 块, 每块长 3 m, 左右对称, 顶模顺流向分为 7 块。底模布置在 6~15 m 范围内, 分为 3 块, 左右对称, 底模采用木定型模板。混凝土初凝前, 拆除底模, 混凝土抹平收光。钢模台车支架顺流向分为 5 组, 每组

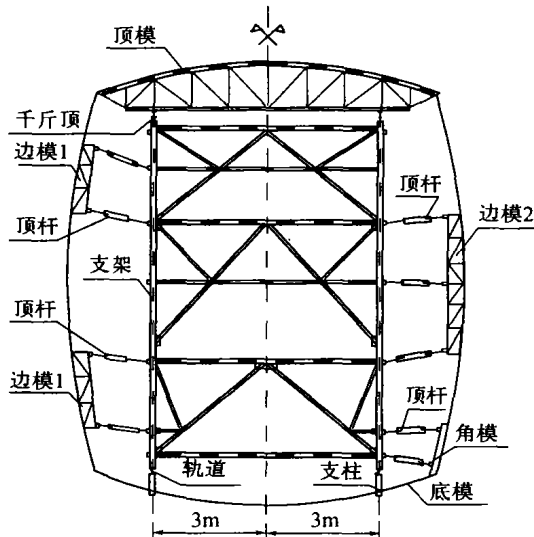


图 1 渐变段模板布置

由3片焊接组成,组与组之间由角钢通过节点板采用螺栓连接.模板支撑调节主要采用千斤顶、顶杆外支撑,模板底脚临时支撑采用预埋锚锥.角模、边模1在同一孔内周转使用.角模、边模1、边模2就位后,转动顶杆,使模板下口压紧混凝土面.模板拆除时,转动顶杆,使模板脱离混凝土面,然后由上游至下游依次拆除模板,吊出.模板、支架安装过程中,由测量队配合放样,验收.顶拱混凝土强度达到30 MPa后开始拆除顶模.首先拆除角模,然后调节顶模千斤顶,使顶模靠自重脱离混凝土面.在轨道上游布置2个5t手拉葫芦,轨道上涂抹黄油,分3批将钢模台车拖至渐变段上游,由5号顶带机将顶模台车依次拆除.

渐变段施工顺序为:渐变段第1层→台车支架下段安装→钢筋施工→底模、角模安装→第2层混凝土浇筑→角模拆除,钢筋施工,边模1安装→第3层混凝土浇筑→台车支架上段安装,边模1拆除,钢筋施工→边模2安装→第4和第5层混凝土浇筑→边模2拆除,钢筋施工→边模1左右对调安装→第6层混凝土浇筑→边模1拆除→角模、顶模安装,钢筋施工→第7和第8层混凝土浇筑→钢筋施工→第9层以上混凝土浇筑→角模、顶模及台车拆除.

3 样架施工和抹面施工

a. 样架施工.①喇叭口及渐变段底板采用挂样架人工抹面施工,样架均采用两根角钢背靠背点焊加工成型;②喇叭口顺流向布置7根样架,样架间距1.5 m;③渐变段垂直流向布置10根样架,样架间距1.5 m;④样架支撑下端采用 $\varnothing 25$ 钢筋支撑在老混凝土面上,并与仓面插筋焊接,样架支撑上端采用螺栓连接;⑤样架架设过程中,由测量队配合放样并验收,样架调节到位后,用铁丝与支撑绑扎牢固;⑥样架安装精度按 ± 2 mm控制,混凝土下料时须避开样架以免造成样架变形.

b. 抹面施工.①喇叭口、渐变段挂样架部位均需人工抹面收光;②混凝土振捣完后,首先用铁锹、木耙进行初步平整,再将刮尺贴紧样架滑动,刮除表面混凝土,形成过流面,在混凝土达到一定强度且初凝前,拆除样架及样架支撑螺杆,然后用原浆将螺栓孔填实抹平,最后由人工抹面收光;③同一截面的抹面工作同时进行,样架逐个拆除,样架留下的槽迹用原浆抹平收光.

4 压力钢管灌浆系统

引水压力钢管直径12.4 m,管周钢筋直径大、密集,不宜振捣密实,为防止钢管底部混凝土架空,需

进行回填灌浆.①压力钢管原设计在钢管壁上开孔回填灌浆,经设计人员同意,改为在钢管底部采用塑料拔管“线出浆”形式,钢管底部布置进浆管,两侧布置回浆管兼排气管,进、回浆管引入下游钢管预留槽内,钢管第一节周边布置灌浆拔管,其它仅在底部布置,灌浆管布置见图2;②灌浆施工在混凝土达到60 d龄期进行,灌浆前通风检查缝隙串通情况,以吹净空隙内污物、积水,风压按不大于灌浆压力控制;③灌浆压力不大于0.15 MPa,水泥浆液采用525号中热硅酸盐水泥配制;④灌浆时采用浓度为1:1的稀浆灌注,待回浆浓度达到1:1后,改用0.5:1的浓浆灌注,当回浆浓度达到0.5:1且灌浆压力(灌区底部压力)达到0.15 MPa,注入率小于0.4 L/min时持续灌注20 min后闭浆;⑤灌浆结束7~14 d后,采用锤击法检查灌浆质量.

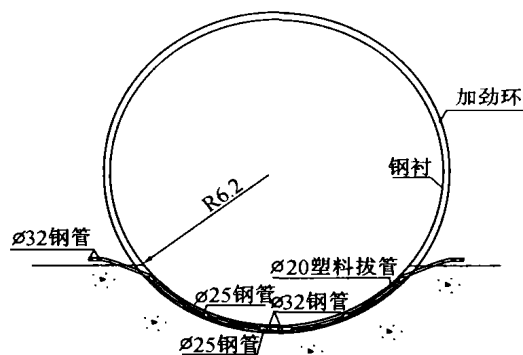


图2 灌浆管布置

5 钢筋施工和混凝土浇筑

5.1 钢筋施工

水电站进水口钢筋密集,喇叭口、渐变段及埋管段的底板顶板钢筋网多达3层,钢筋间距为15 cm左右;钢筋规格多,直径 $\varnothing 25 \sim \varnothing 40$;钢筋强度高,埋管段钢筋为 $\varnothing 40$ III级钢,钢筋加工安装较困难.

a. 钢筋配料、加工.钢筋配料以运输、吊运、安装施工方便考虑.管周环向筋按同截面接头百分率小于25%布置,其他截面按小于或等于50%布置,底部钢筋及轴向筋下料尽可能采用原材料长度,减少接头数量.钢筋制作及加工在综合厂内进行,弧形钢筋通过弯曲机加工成型,考虑到钢筋回弹因素,弯曲半径适当减少,减少幅度为原半径的10%~20%.钢筋出厂前编号标识.

b. 钢筋安装.安装顺序为:样架焊接→内环向筋→轴向筋→外环向筋.钢筋施工按先施工环向筋、后施工轴向筋,先内层,后外层,先底部,后侧向筋的顺序安装.环向筋接头主要采用帮条焊,二级钢采用结422焊条,三级钢采用结506和结507焊条,焊缝

以接头平顺、光滑、饱满无气孔为准。轴向筋接头采用热墩粗直螺纹连接,接头丝扣以牙形饱满、丝路清晰无锯齿为准,便于现场拧紧套筒,出厂时丝口带上塑料保护套,避免搬运过程中丝扣牙形受损。用扳手拧紧套筒,接头两端丝头在套筒中央位置相互顶紧,外露丝扣以一个丝扣为准。

5.2 混凝土浇筑

a. 混凝土浇筑分层。混凝土分层情况见图 3。

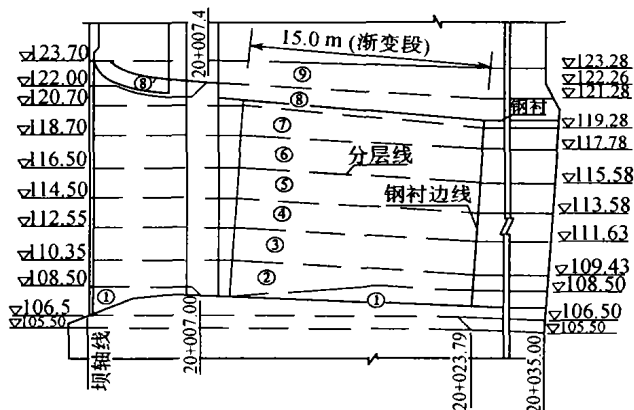


图 3 混凝土分层

b. 混凝土级配。钢筋密集区采用坍落度为 5~7 cm 的二级料,在喇叭口上游至门槽中心线以下 3 m 范围钢筋密集区浇筑一级料,管槽底部采用坍落度为 18~22 cm 的二级料,其他部位采用坍落度为 3~5 cm 的三级料。渐变段顶模加工两套,其他坝段周转使用,为便于顶模尽早拆除周转至其他坝段,将高程 118.7 m 以上周边 1 m 范围混凝土标号提高至 $R_{28}350$ 号。

c. 混凝土浇筑方法。①采用 5 号顶带机配 12 m 长皮筒入仓。混凝土坯层厚度不大于 50 cm,混凝土采用台阶法由下游往上游浇筑。②管槽部位混凝土浇筑:混凝土从管槽左侧一侧下料,先浇筑 20 cm 垫层,再浇筑 2 坯 50 cm 层厚混凝土,靠钢管侧浇成一

缓坡同预留槽 1:1 斜坡平顺相接,形成槽底混凝土下料斜面,斜面形成后,开始浇筑槽底混凝土,从一侧下料由人工手持振捣器,将混凝土拖至钢管底部,直至混凝土填满钢管底部,并且翻至钢管右侧。从右侧进入振捣及观测混凝土浇筑情况,钢管下部混凝土振捣密实后,从钢管右侧下料,钢管底部以上采用左右对称下料。

d. 混凝土振捣。配备长柄 $\varnothing 100$, $\varnothing 80$ 振捣器及 $\varnothing 50$ 软管振捣器。管槽浇筑过程中,用铁锤敲击钢管内侧,检查钢管底部混凝土的密实性。

6 结 语

a. 水电站进水口渐变段采用钢模台车方案,模板整体性好,不易变形,能多次周转使用,模板支撑调节仅需转动顶杆或千斤顶,操作方便,便于安装拆除模板。

b. 三峡工程水电站进水口钢模台车,其钢模板采用弧形钢面板和钢桁架组合的形式为国内钢模台车首创,其混凝土成型质量优于组合钢模板和传统的木桁架木面板。

c. 压力钢管底部灌浆系统采用拔管“线出浆”形式,施工方便,操作简单,避免了后期处理钢管壁上灌浆孔问题。

d. 钢筋接头采用了热墩粗直螺纹新技术,具有工效高、操作简便、质量稳定、价格低廉的优越性,该技术已在三峡工程中推广应用,收到良好的效果。

e. 左厂 11~14 号坝段水电站进水口已全部施工完毕,从混凝土施工的情况来看,混凝土表面平整光滑,较好地避免了混凝土麻面、错台、漏浆现象,混凝土体型误差满足设计要求。

(收稿日期:2001-12-04 编辑:张志琴)

·简讯·

秦山二期和岭澳核电站的首台机组已于 2002 年先后投产发电

秦山核电站二期工程位于浙江省,是继秦山核电站一期工程和大亚湾核电站投产后于 1996 年 6 月开工建设的,装机 2 台共 120 万 kW,经过 5 年多的努力,首台机组 60 万 kW 已于 2002 年 2 月 6 日并网发电,到 2002 年 6 月满功率运行。

秦山核电站二期工程首台机组胜利发电后的 20 天,位于广东省的岭澳核电站首台 90 万 kW 机组也并网发电成功。岭澳核电站也是 2 台机组,单机容量 90 万 kW,是 1997 年 5 月开工建设的,建设周期比秦山核电站二期工程又提前了 1 年。

两座核电站的相继投产,使我国核电装机容量从 210 万 kW 增加到 360 万 kW。另据报道,我国于 1998 年 6 月开工建设的秦山核电站三期工程,装机 2 台,单机容量 70 万 kW,其首台机组也可望在 2002 年年底投产发电。预计至 2002 年底,我国将拥有核电装机容量 430 万 kW,较之以往翻了一翻。

(吴冀高供稿)