

# 达克曲克水电站竖井无支架翻模施工技术

唐洪应, 曾金, 田燕龙

(中国水利水电第十工程局有限公司, 四川 成都 610072)

**摘要:**滑模技术在建筑行业的应用越来越成熟,但滑模施工前期准备工作时间长,连续不间断施工,人员、设备集中投入大,施工强度高,模体一次性摊销,投资大。达克曲克水电站调压井工程采用无支架定型组合钢模板进行混凝土衬砌施工,既节约了成本、灵活施工,又能满足设计及施工质量要求。

**关键词:**达克曲克水电站;竖井;无支架;翻模;施工技术

**中图分类号:**TV7;TV52

**文献标识码:** B

**文章编号:**1001-2184(2016)05-0061-03

## 1 概述

达克曲克水电站位于玉龙喀什河与布亚河汇合口下游29 km的河段上,是和田河水电规划中的第四级电站,采用混合式开发。达克曲克水电站调压井的型式为阻抗式,由上室、上室连接段和竖井组成。竖井最大高度57 m,井壁衬砌混凝土厚度1.5 m(C25钢筋混凝土),浇筑成型后直径15 m,阻抗孔面积为8 m<sup>2</sup>。调压井上室采用城门洞型,上室采用80 cm厚C25钢筋混凝土衬砌,衬砌后断面尺寸为8 m×12.7 m。

## 2 工程特点分析

(1)竖井高度大,最大高度为57 m,调压井上室、发电引水洞与竖井同时施工,三个工作面立体交叉影响大,施工过程中安全隐患大,施工难度高。

(2)竖井与上室连接段处包含中墩、中隔板及顶板结构建筑物,形成一个缺口,施工时模板需要在此处断开,模板立模难度大,支撑强度要求高。

(3)调压井平台场地狭窄,三面环山且竖井口平台仅有2.5 m宽,无法满足车辆通行,施工材料运输及混凝土入仓较为困难。

## 3 施工方案的选择

调压井施工通常采用小钢模板、无支架翻模以及滑模三种施工方法。笔者综合对比分析了三种施工方案:

**方案一:**脚手架加组合小钢模板:竖井搭设满堂脚手架作为施工平台,组合小钢模板混凝土衬

砌施工,模板安装工程量为2 096 m<sup>2</sup>,脚手架工程量为8 300 m<sup>3</sup>。模板现场施工费、脚手架搭设模板与架管租赁费用总计为35.5万元。

**方案二:**滑模施工。滑模在乌鲁木齐市制作运输至工地安装。滑模制作成本、现场施工费、拆除费及运输费总计为43.6万元。

**方案三:**无支架翻模施工。翻模在乌鲁木齐市制作运输至工地安装。翻模制作成本、现场施工费、运输费总计为26.5万元。

经综合比较得知:滑模施工预算最高,工艺要求严格,且在上室连接部位有一缺口(8 m×12.7 m),需要对滑模进行改造,重新支撑加固,改造工程量较大,装拆不便,耗费时间长;组合小钢模板施工预算居中,同时,组合小钢模板施工质量不易控制,脚手架工程量较大,工期无法保证。经综合比较后最终选择了无支架翻模施工,其施工预算最少,利用模板自身组装的角钢支撑作为施工操作平台,既节约了施工成本,施工过程中又灵活方便,能够保证工期要求。

## 4 翻模的构造

翻模主要由钢模面板、纵横向背楞、支架连接板、操作平台、吊孔等组成,模板外径为15 m。

钢模面板:2 980 mm(长)×2 250 mm(高)×6 mm(厚度),2 117 mm(长)×2 250 mm×6 mm(厚度),每一层组合模板由15块通用模板2 980 mm(长)×2 250 mm(高)和一块楔模2 117 mm(长)×2 250 mm(高)组成,共计三层,模板与模板靠螺栓连接,楔模与左右两边模板制作成楔形接口,以方便模板的拆除。由于楔模与通用模

收稿日期:2016-08-15

板结构的差别主要在长度以及楔形接口处,故笔者未画楔模示意图。翻模结构见图1~3。

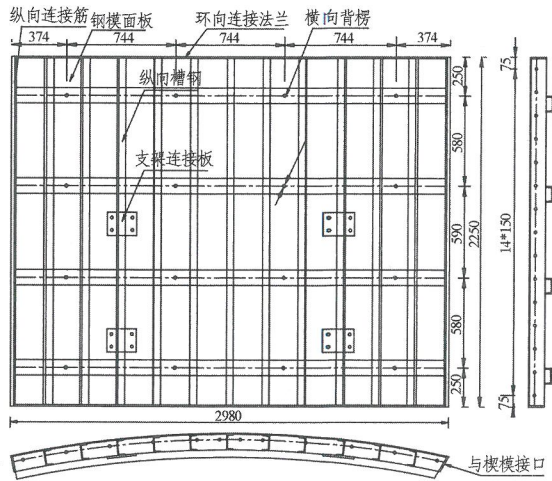


图1 通用弧形模板示意图(单位尺寸:mm)

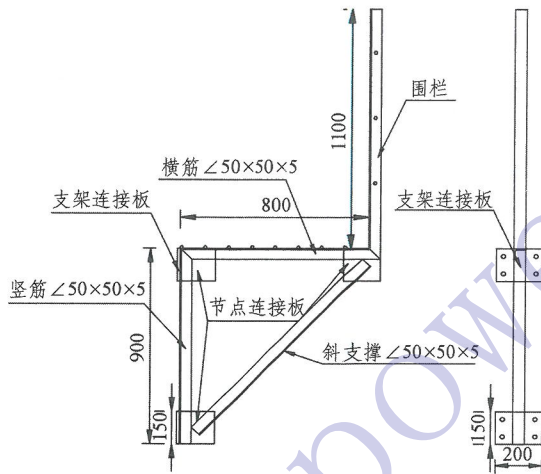


图2 操作平台示意图(单位尺寸:mm)

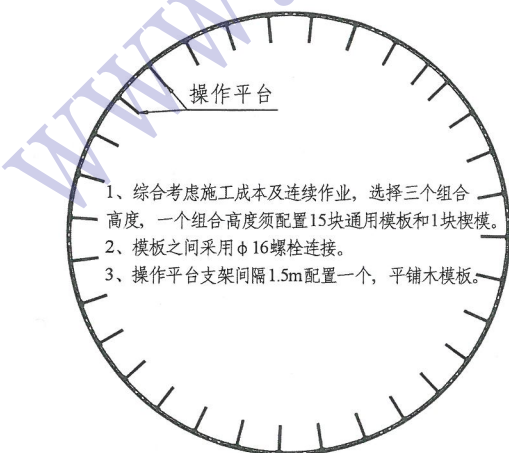


图3 无支架翻模平面布置图

纵横向背楞:纵横向背楞均采用[10槽钢,用于固定和支撑钢模面板,纵向背楞紧贴钢模背面。

支架连接板、操作平台与吊孔:支撑连接板由11.5mm厚钢板组成,主要用于模板与操作平台的连接;操作平台由角钢组成,作为施工人员钢筋安装和混凝土浇筑的施工平台;吊孔安装于模板顶部外侧,用于吊装模板。

### 5 翻模施工

首先,在施工现场将操作平台与钢模组装完成,然后用塔吊将模板吊装于指定位置,然后由拉模筋进行定位,依次进行其它模板的组装,左、右两侧模板由螺栓连接,最后安装楔形模板;模板拆除与安装顺序相反,即先拆除楔形模板,再依次拆除其它模板。安装完一层模板后进行第二层模板的组立,上下两层模板同样依靠螺栓连接。

调压井模板采用三层组合高度钢模板交替翻模使用,每层模板高度为2.25m。当混凝土强度达到10MPa时即可进行翻模施工。模板采用内拉加固,每块模板布设9根拉模筋,外部采用螺栓连接,每层模板由15块通用模板和1块楔模组成,将楔形模板端口制作成楔形接口,主要考虑的是拆除模板方便,提高翻升效率。模板翻升安装利用井口平台塔吊进行,由专人负责指挥。

鉴于模板无外部支撑,作业施工时仅依靠模板背面的角钢和木模板作为操作平台,模板安装和拆除是施工重点,因此,支模与拆模统一由一个作业班组执行作业,这样实施有利于在支撑时即考虑到拆模的方便与安全;拆模时,人员熟知拆模的关键点位,对拆模进度、安全、模板及配件的保护均有好处。

调压井上室与竖井连接处存在中墩、中隔板以及顶板,模板需要在此处断开,故此部位采用组合小钢模板。整体浇筑时模板承受混凝土侧压力,主要依靠拉模筋以及模板背枋形成整体受力,断开后模板主要依靠拉模筋受力,因此,浇筑此段混凝土时应放缓浇筑进度,四周均匀下料。

竖井模板拆除亦为竖井混凝土衬砌工程中遇到的一个难点。尽管最后一块模板接口采用楔形接口,但受井圈混凝土侧向压力作用,使得整个井

圈模板形成坚固整体,楔形接口模板不易拆除,经多次摸索,在楔形模板上安装了液压千斤顶,采用手动液压泵解决了这一难题。拆除第一块模板后,其余模板按照常规拆除方式进行拆除,实现了模板的快速翻升。

## 6 混凝土施工

**混凝土拌和与运输:**混凝土拌和采用 HZS60 型拌和站,配料采用电子自动计量系统。混凝土由 10 m<sup>3</sup> 混凝土搅拌运输车接料运至浇筑现场。

**混凝土入仓:**沿井口四周布置三套  $\phi 200$  溜管,溜管通过钢筋与竖井系统锚杆进行加固。进料斗采用脚手架搭设简易溜槽接进溜管,针对溜管无法覆盖井圈的部位,在溜管底部布设溜筒及缓冲板。

**入仓质量控制:**高空混凝土作业应严格控制混凝土坍落度,将坍落度控制在  $12 \pm 2$  cm,根据现场入仓实际情况可以具体调整,既要保证混凝土不发生离析现象,又要保证混凝土和易性满足施工要求;尽量保持连续、均衡下料,防止溜管堵塞、骨料分离;混凝土入仓后严格控制分层浇筑,分层厚度不超过 50 cm。

**混凝土振捣:**混凝土浇筑高度不得超过 1.5 m,超过时必须加溜管或缓冲设施等。振捣上一层时应插入下层 5 ~ 10 cm,以使两层混凝土结合牢固,使用插入式振捣器应快插慢拔,插点应均匀排列,做到均匀振实,施工中加强振捣,保证混凝土的密实性,避免出现过振、漏振等现象。振捣时,振捣棒不能触及拉模筋和模板。

浇筑混凝土应连续进行,如必须间歇,其间歇时间应尽量缩短并应在下层混凝土初凝之前将次层混凝土浇筑完毕。间歇时间过长遇到混凝土初凝时应按施工缝处理。混凝土浇筑完成后,应加强混凝土的养护工作。

## 7 施工时采取的安全防护措施

由于是高空竖井施工且其施工面狭窄,经常会遇到几个工序同时作业,故施工过程中存在一定的高处坠落风险。在施工过程中,每位工作人员除应佩系安全带并严格按照要求系带牢固、高挂低用、正确佩戴安全帽外,所有工作人员还应加强防护意识,相互照应,严格按操作规程施工并安排专人监护;施工临时用电设施应设置接地装置,现场配置专业电工经常检查用电线路;竖井交通利用钢筋爬梯作为上下人行交通通道,在井筒壁上打锚筋安装钢筋爬梯,并在爬梯外围设防护栏、加设安全闭目网,爬梯每 10 m 高设置一个休息平台,以保证施工人员上下通行安全。

## 8 结 语

达克曲克水电站竖井施工过程中采用的无支架翻模安装、拆卸灵活方便,并且模板能够利用已经完成的衬砌段自成系统,减少了脚手架的搭拆工程量,保证了施工进度。经统计,竖井翻模平均翻升速度为 1 m/d,满足进度要求,混凝土外观质量好且无施工安全事故发生,可靠性高,得到了业主和监理工程师的一致好评。

随着施工技术水平的不断发展、相关技术的日益成熟,可以将液压装置应用于翻模上,从而不依靠外部吊装而利用自设的传动装置,必将大大提高施工效率。可以相信:无支架翻模技术在中小型工程中将会有越来越多的应用。

### 作者简介:

唐洪应(1982-),男,湖北恩施人,工程师,学士,从事水利水电工程施工技术与管理工作;

曾 金(1984-),男,湖北武汉人,工程师,学士,从事水利水电工程施工技术与管理工作;

田燕龙(1987-),男,河南开封人,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)

## 2016 年水电工程施工技术交流会在西宁召开

2016 年 7 月 14 ~ 16 日,2016 年水电工程施工技术交流会在西宁召开。来自青海、广东、湖南、四川、云南、广西水力发电工程学会的 60 余名代表出席了会议。青海省水电学会副秘书长刘艳霞主持技术交流会,介绍了来自各省区的学会领导并讲话。12 名代表先后在交流会上做学术报告,介绍了所在单位采用的相关施工技术,受到与会代表热烈欢迎。在学术交流后,会议举行了简短的闭幕式,来自各省区学会的领导先后在会上发言,祝贺会议的成功举行。四川省水电学会副理事长兼秘书长伍康定出席会议并在闭幕式上讲话。学术交流会后,与会代表实地考察了李家峡水电站。在完成了预定的议程后,会议圆满结束。