

可折叠式无轨滑模技术在溧阳抽水蓄能电站 上水库面板混凝土施工中的应用

刘新星, 刘聪, 段炜

(中国水利水电第五工程局有限公司, 四川 成都 610066)

摘要:江苏溧阳抽水蓄能电站上水库副坝和库岸为混凝土面板,最大斜坡长度为93 m,并且存在大量上下大小或相邻块呈折线型布置的异形混凝土面板块。该工程异形混凝土面板块采用可折叠式无轨滑模施工,简便、灵活,既可高效组织施工,又取得了很好的经济和社会效益。介绍了溧阳抽水蓄能电站库周异形块面板施工采用的可折叠式无轨滑模施工方案、施工过程中的操作流程,可供相关类似工程参考、借鉴。

关键词:混凝土面板;可折叠式无轨滑模;溧阳抽水蓄能电站

中图分类号:TV7;TV52;TV743;TV53+6

文献标识码: B

文章编号:1001-2184(2017)03-0001-03

1 工程概述

溧阳抽水蓄能电站上水库库盆工程副坝和库岸上游面均为钢筋混凝土面板,浇筑范围为高程247.7 m至291.5 m,面板最长93 m,面板均为40 cm等厚。其中1#副坝面板为31块,2#副坝面板为10块,库岸面板为92块,合计133块,总面积约10万m²,混凝土总量约4万m³。

面板宽度从3.7~17 m不等,等宽的面板宽度有12.848 m、10.513 m、12 m、11.683 m、10.06 m几种,但在拐弯段面板均为上宽下窄的梯形结构,最大变化块底宽5.9 m,顶宽17 m,且在拐弯段相邻块不在同一水平线上,为折线形,具体情况见图1。

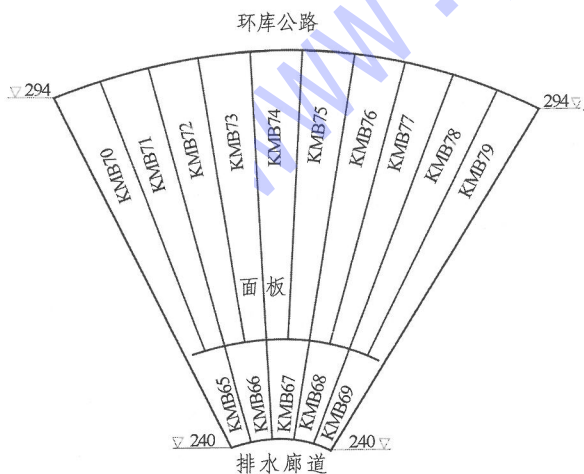


图1 拐弯段面板平面布置图

上述折线形异形面板块无法采用常规无轨滑模施工方法施工。按以往面板与趾板相接的三角形面板块的施工经验,可以采用定点旋转滑模、盲区扣模的方法施工,但该方法在本工程施工时遇到了以下问题:一是操作太复杂,施工速度慢;二是因该工程面板上下宽度变化大,加之相邻面板为折线形,定点的位置较高,旋转滑模施工的盲区面积大,扣模工程量大且面板混凝土施工质量难以得到保证。

因此,针对该施工难点,项目部从进度、质量及经济多方面考虑,最终决定采用可折叠式无轨滑模进行施工。

2 可折叠式无轨滑模系统

2.1 模体设计

2.1.1 滑模

根据工程特点,可折叠式无轨滑模设计方案为:滑模体分主模和两侧行走系统两个部分。其中主模由中间标准块和两侧折叠块组成。标准块分6 m和10 m两种,根据所浇筑面板块的最大宽度选用,两侧折叠块(单侧)为1 m或4 m,主模两侧行走系统(单侧)为1.135 m,有效长度为18 m,总长度为20.27 m;总宽1.4 m。滑模模体三维结构见图2。其特点在于标准块与可折叠块之间采用插销(图3)连接,可以上下活动,不需要两侧折叠块时采用手拉葫芦可将折叠块拉起,需要时放下,然后将连接处的螺栓拧紧即可。主模体底部(与混凝土面接触部位)采用12 mm厚钢板,

收稿日期:2017-04-23

钢板背面采用 I45a 工字钢做骨架,主模剖面见图 4。滑模前部焊接振捣平台,后部挂接两个水平抹面平台,顶部搭设帆布防雨棚。

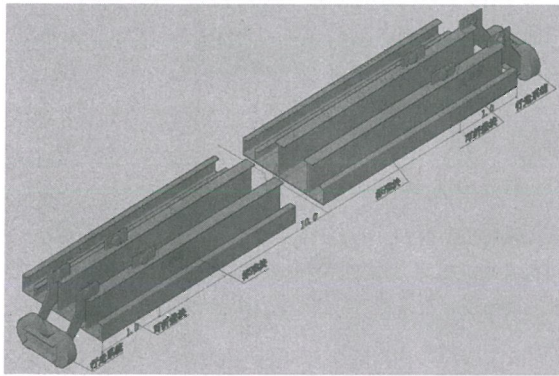


图2 可折叠式无轨滑模结构图

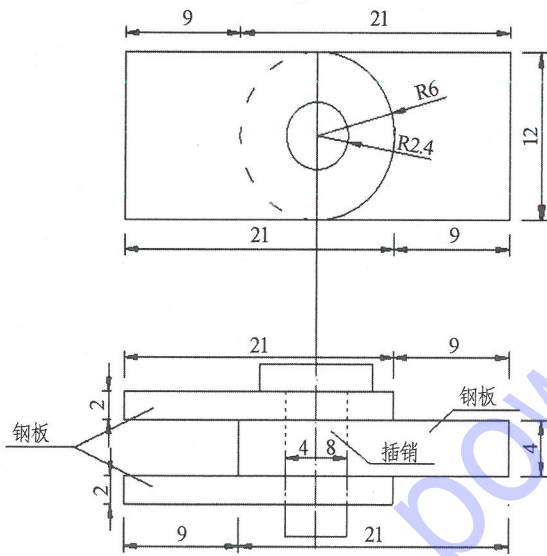


图3 插销活动连接结构图(单位:mm)

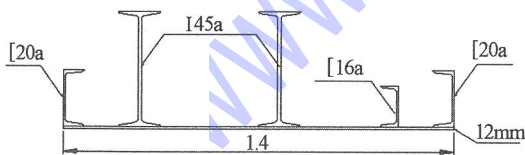


图4 主模剖面图(单位:m)

2.1.2 侧模

侧模由两部分组成,分别为模体和三角支撑系统,模体采用干松木加工制作而成,木模上缘安装 $\angle 50\text{ mm} \times 50\text{ mm} \times 5\text{ mm}$ 角钢作为滑模与侧模之间的保护。对于侧模底部下缘内侧,将其加工成 $60\text{ mm} \times 15\text{ mm}$ (高 \times 宽) 槽口,作为侧模与“W1”型铜止水之间的安装槽口。侧模宽度为 60 mm 。侧模支撑三角架加工材料为 $\angle 50\text{ mm} \times 50$

$\text{mm} \times 5\text{ mm}$ 角;固定螺栓要求采用 8.8 级的 M10 螺栓(带垫片)。在侧模调整好位置后,用 $\phi 25$ 钢筋穿过支持三角架上的钢钎孔将侧模予以固定。面板侧模制作与安装情况见图 5。

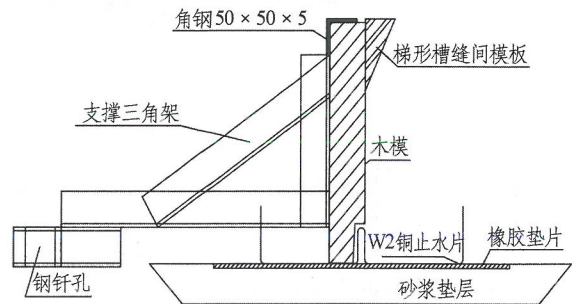


图5 面板侧模的制作与安装示意图

面板顶部 291.5 m 高程部位的坝顶缝需设堵头,堵头模板高 27.2 cm ,由 6 cm 宽方木制成。堵头模板采用 $\phi 12$ 拉筋配合, $\phi 48$ 水平向双背管及蝶形扣件固定, $\phi 12$ 拉筋焊接于面板顺坡向钢筋上。由于堵头模底部有“W5”型铜止水,堵头模板底部加工成一个 $55\text{ mm} \times 15\text{ mm}$ (高 \times 宽) 槽口,作为堵头模底部与“W5”型铜止水之间的安装槽口。主坝面板堵头模板制作与安装情况见图 6。

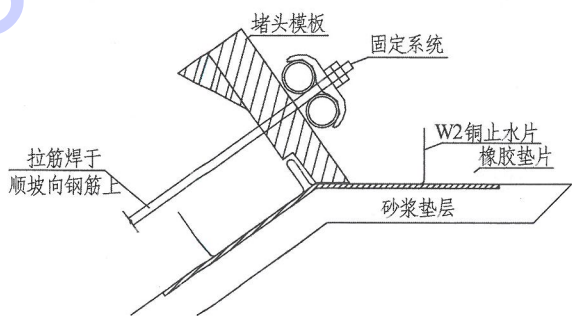


图6 面板堵头模板制作与安装示意图

2.2 提升系统设计

滑模提升系统为布设在坝顶的 2 台 10 t 卷扬机,卷扬机锚固采用压重锚固法,每台卷扬机配 3 块 $2\text{ m} \times 1.1\text{ m} \times 1\text{ m}$ 的混凝土墩,卷扬机与滑模连接钢丝绳的股数为 6 股,直径为 21.5 mm ,与滑模连接点布置在主模上。

3 上下不等宽梯形折线部位的施工方法

3.1 上下宽度不一致的面板混凝土浇筑方法

根据深阳抽水蓄能电站上水库混凝土面板的设计图纸,本标段负责施工的 134 块面板中的 55 块属于上宽下窄型面板,其中 1#副坝的第 17 和

第18块面板较为典型,底部宽6.2 m,顶部宽17.1 m。按照以往的施工经验,该类型面板施工采用的老式无轨滑模长度最少为18 m,施工时,下部18 m长模板仅中间6 m架在侧模之上,提升时,必须两台卷扬机同时提升、完全同步,一有先后就会发生倾覆而造成人员伤亡,进而影响混凝土浇筑质量。因此,在这种情况下,需采用标准块10 m和可折叠块4 m的可折叠无轨滑模进行施工。具体施工时,在窄边先利用手拉葫芦将两侧折叠块吊起,此时模板的直线长度仅为12 m(折叠块不按90°叠起),使无轨滑模的稳定性得到了极大地加强,增加了其施工的安全系数。在滑模提升到一定高度、面板宽度接近10 m时,将两侧折叠块放下,用螺栓固定,然后继续提升其至面板浇筑结束。

3.2 拐弯段相邻呈折线形布置的面板混凝土浇筑方法

拐弯段面板呈折线形布置,且均为上宽下窄型面板(图1)。施工时,采用可折叠式无轨滑模的具体施工方法为:

(1)在浇筑此类型仓位时,应采用从拐弯段的中间往两边浇筑(图5),先浇筑第67块面板,然后再进行第66和68块面板浇筑。

(2)受结构限制,实际施工中,在浇筑第67块面板时,会同时将第74块面板浇筑完。开始时,先将可折叠式无轨滑模安装在第67块面板底部,此时,先将可折叠块叠起,操作步骤与普通上宽、下窄面板浇筑方法一致。

(3)在第67块面板浇筑完成后、开始浇筑相邻块面板时(以第66块为例),首先确保标准块加一侧的折叠块的长度满足该仓面板的最大宽度要求。然后在施工时,先将两侧折叠块叠起,在浇筑提升至面板宽度变化与标准块宽度趋近一致时,只将第65块面板侧的折叠块放下,对于另一已经浇筑完成的面板一侧的折叠块不放,直至该仓面板浇筑结束。在浇筑过程中,需要注意一点:未放下折叠块的那一端折叠块需一直压在已经浇筑完成的混凝土面板之上。

4 施工质量控制要点

(1)面板混凝土浇筑必须保持连续性。如因特殊原因中止浇筑且超过允许间歇时间,则应按施工缝处理。超过允许间歇时间的混凝土拌和物

应按废料处理,严禁加水强行入仓。

(2)混凝土浇筑时,应及时振捣密实并注意止水片(带)附近混凝土的密实,避免止水片(带)产生变形和变位。

(3)混凝土入仓必须均匀布料,每层布料厚度应为250~300 mm。止水片周围混凝土应辅以人工布料,严禁分离。入仓的混凝土应随平随浇,不得堆积。振捣时应规范操作,严禁漏振,防止过振与欠振。

(4)浇筑过程中,应及时清除粘在模板、钢筋上的混凝土。每次滑升前必须清除前沿超填混凝土。

(5)对脱模后的混凝土表面必须及时进行修整和压面。对接缝两侧各50 cm内的混凝土表面应及时整平,用2 m长直尺检查,不平整度不超过5 mm。

(6)在立模中严格测量放线,侧模立完及滑模就位后,分别严格校模。模板的拼装要做到严密、不漏浆,模板要有足够的支撑强度,以保证在混凝土浇筑时不变形、不移位,在施工过程中应安排专人看护、检查。为避免模板变形,应随时检查模板及支撑系统,若发现松动、变形等问题,立即解决。

(7)滑模每次上滑距离为20 cm左右,平均滑升速度为1.5~2.5 m/h,最大滑升速度不宜超过2.5 m/h,仓面混凝土塌落度控制在3~5 cm。

5 结语

标准的无轨滑模在水利水电工程的混凝土面板施工中运用较多,面板大多为标准块施工,采用标准的无轨滑模施工难度小。但溧阳抽水蓄能电站的上水库库岸、副坝面板异形较多,占全部面板数的70%,如果全部采用标准无轨滑模施工,投入太大且拐弯段无法施工。通过采用可折叠式无轨滑模施工,有效地解决了上述问题,通过实践证实:(1)采用折叠式无轨滑模浇筑的拐弯段15块面板的平整度外观质量均得到了有效控制,15个混凝土单元中有14个被评为优良,优良率为93.3%;(2)采用折叠式无轨滑模浇筑的施工进度亦有保证,平均每仓浇筑时间与同长度的标准仓浇筑时间一致,每仓滑升的平均速度达到2.2~2.3 m/h。目前溧阳抽水蓄能电站上水库工程已通过

(下转第12页)

了可靠依据,为整流锥支撑体系的安全运行提供了数据支持。监测数据表明:(1)整流锥钢衬板上的监测点沉降量与钢桁架上的监测点沉降量基本相符,说明施工过程中盘扣架基本无变形;(2)1.5 m厚锥板浇筑前后各测点的应力和位移数值变化并不明显,说明1 m厚锥板承受了1.5 m厚锥板的大部分荷载,同预期值基本一致;(3)整流锥钢衬板和钢桁架最大沉降量为12 mm,钢桁架平台在整个施工过程的变形监测结果与计算分析结果基本相符,且满足支撑体系竖向变形不超过跨度1/1 000的变形控制要求。

6 结 语

溧阳抽水蓄能电站上水库进/出口水塔整流锥由于其悬空高、跨度大、集中荷载重、工程体量大、结构复杂等特点,导致其施工难度十分巨大。通过精心设计支撑体系、准确建模和分析计算、精心施工、适时监测等科学的方法和措施,快速、高效地完成了整流锥施工任务。经过总结,笔者有以下几点体会:(1)类似工程施工采用底承式预应力锚索吊拉钢桁架平台的支撑体系是适宜的;



(上接第3页)

蓄水验收,面板混凝土质量得到了业主、设计及监理单位的一致好评。

参考文献:

[1] DL/T5128-2009,混凝土面板堆石坝施工规范[S].
 [2] DL/T5400-2007,水工建筑物滑动模板施工技术规范[S].



(上接第7页)

溧阳抽水蓄能电站根据上水库库底土工膜防渗体系的特点,针对大面积土工膜施工中的分区规划、与周边结构建筑物连接施工、施工期的土工膜保护、质量控制等各方面采取了切实可行的施工技术,共完成25.4万m²的防渗土工膜铺设,共157个单元工程,合格率为100%,优良率为95.5%。在上水库蓄水至正常蓄水位后,整个库区的渗漏量基本保持在10 L/s以内,不足库容的万0.04‰。所取得的经验在其它类似工程施工时可以参考借鉴。

参考文献:

(2)重大、复杂的支撑体系设计时,需建立符合实际受力状态的分析模型,确定相关参数;(3)在类似重大、复杂的支撑体系施工过程中,应严格按照施工详图施工,确保支撑体系施工质量符合设计要求;(4)采用科学的监控技术,适时了解支撑体系的受力情况,为施工的顺利进行提供科学的依据,对复杂、关键结构部位的施工是必要的;(5)对于荷载大、结构体量大的悬空结构,采用分层浇筑时,其底层结构和其支撑对于上层结构的荷载分担情况值得研究,可为施工分层和采取合适的支撑结构提供理论依据。

作者简介:

刘 聪(1972-),男,重庆云阳人,项目总工程师,高级工程师,从事水利水电工程施工技术与管理工作;
 刘新星(1987-),男,湖南益阳人,项目副总工程师,工程师,学士,从事水利水电工程施工技术与管理工作;
 刘军国(1986-),男,甘肃武威人,项目质量部主任,助理工程师,学士,从事水利水电工程施工技术与管理工作。

(责任编辑:李燕辉)

作者简介:

刘新星(1987-),男,湖南益阳人,项目副总工程师,工程师,学士,从事水利水电工程施工技术与管理工作;
 刘 聪(1972-),男,重庆云阳人,项目总工程师,高级工程师,从事水利水电工程施工技术与管理工作;
 段 炜(1991-),男,陕西礼泉人,项目副主任,助理工程师,学士,从事水利水电工程施工技术与管理工作。

(责任编辑:李燕辉)

[1] 李岳军.抽水蓄能电站水库土工膜防渗技术的研究和应用[J].水力发电,2006.32(3):67-69;
 [2] 孙晓博.泰安抽水蓄能电站上水库库底土工膜防渗工程质量控制[J].水利水电技术,2010,41(1):58-60.

作者简介:

刘新星(1987-),男,湖南益阳人,项目副总工程师,工程师,学士,从事水利水电工程施工技术与管理工作;
 刘 聪(1973-),男,重庆云阳人,项目总工程师,高级工程师,从事水利水电工程施工技术与管理工作;
 韩敬泽(1969-),男,湖北宜昌,工程师,学士,从事水利水电工程施工技术与管理工作。

(责任编辑:李燕辉)