老挝南立1-2水电站面板堆石坝面板混凝土施工技术

胡清焱, 邓 斌, 王 抗, 李 锐
(中国水利水电第十工程局有限公司 老挝公司,四川 成都 610072)

摘 要:滑模用于面板混凝土浇筑能够保证面板混凝土质量、加快施工速度,具有造价低、工期短、效率高等优点。介绍了南立1-2水电站面板堆石坝混凝土施工技术,可为类似工程提供借鉴。

关键词:滑模施工;面板混凝土施工技术;面板防裂控制措施;南立1-2水电站
中图分类号:TV7;TV52;TV544 **文献标识码**: B **文章编号**:1001-2184(2018)05-0023-03

1 概 述

南立1-2水电站位于老挝人民民主共和国中部湄公河左岸一级支流南俄河的支流南立河上,坝址距老挝首都万象公路里程约132 km。工程以发电为主,枢纽采用集中布置方式,电站正常蓄水位高程305 m,相应库容9.03×10^8 m^3,死水位高程285 m,死库容3.62×10^8 m^3,校核洪水位高程305.53 m,总库容9.23×10^8 m^3,水库为多年调节,调节库容为5.41×10^8 m^3;总装机容量为2×50 MW,工程等别为一等大(1)型。

工程永久建筑物为:混凝土面板堆石坝、溢洪洞、泄洪(兼导流)洞、引水发电系统、2座黏土心墙堆石坝(副坝)、发电厂房工程等。

该水电站大坝为混凝土面板堆石坝,布置于主河床,坝顶高程311 m,上游由混凝土面板、趾板、防浪墙及各分缝止水系统、防渗帷幕形成密闭防渗系统。

面板面积为29 968.3 m^2,顶部高程为308.2 m,面板为钢筋混凝土结构,上游坡比为1∶1.4。面板最大厚度为65 cm,随坝体增高逐渐减薄,最小厚度为30 cm。面板混凝土为C25F100W12,面板宽度为12 m,共计28块。

面板混凝土分三期施工,高程209~242 m为一期面板、高程242~287 m为二期面板、高程287~308.2 m为三期面板。

2 面板混凝土施工的准备工作

对于一座面板混凝土堆石坝,面板是其最关键的部位,也是设计和施工最重视的部位。由于面板堆石坝施工项目较多,施工工序较复杂,面板混凝土各部位施工前的各项准备工作一定要充分,具体步骤如下。

2.1 施工材料的准备

面板混凝土所需的主要材料为:沥青材料、聚氨脂泡沫填充剂、沥青漆、面板底部止水材料、聚乙烯泡沫板、无轨滑模、侧模加工材料、溜槽、供水供电系统材料、面板混凝土养护系统材料、外加剂等。混凝土浇筑以前,所有的材料必须全部运至现场库房,防止因材料不足而导致面板混凝土在浇筑过程中中断,进而影响面板混凝土质量及工程进度。

2.2 施工机械设备的准备

用于面板混凝土施工的无轨滑模、侧模、卷扬机、手动葫芦、止水加工设备、混凝土运输及振捣设备等施工机械设备需提前准备并完成。

3 面板混凝土施工工艺流程及施工方法

混凝土面板滑模施工的主要工艺流程为:挤压边墙表面处理(不平整处理)→缝间止水下部沥青砂垫层施工→垂直缝施工→乳化沥青喷护施工→铜止水安装→钢筋施工→侧模安装→滑模就位→清仓验收→混凝土浇筑→抹面养护。

3.1 挤压边墙的处理

南立1-2水电站面板堆石坝上游采用C5挤压边墙护坡,对浇筑后与设计值误差超过-5~+8 cm范围的挤压边墙混凝土进行削除或砂浆找平。挤压边墙层间缝隙用M5砂浆找平,避免挤压边墙出现不平整,面板混凝土与挤压边墙面不能有效脱空而导致面板混凝土产生裂缝。

收稿日期:2018-08-08

www.powerco.com

3.2　周边缝施工

测量放线→周边缝下挤压边墙挖除→F 型铜止水保护罩拆除→底部特殊垫层料挖除→周边缝铜止水检查及修复→铜止水聚氨脂泡沫剂填充→沥青砂垫层施工。

3.2.1　周边缝的检修与清理

对于周边缝部位的挤压边墙混凝土和特殊垫层料采用人工挖除,然后进行 F 型铜止水钢保护罩拆除、铜止水清洗及焊接施工。

3.2.2　周边缝底部止水和缝间聚乙烯泡沫板施工

周边缝检修清理完成后,将 φ20 氯丁橡胶棒塞入 F 型止水铜片铜鼻子内,采用聚氨酯泡沫填充剂填充后用胶带进行封闭,以阻止水泥浆流入。

沥青砂回填。沥青针入度为 50 ~ 60,配合比为 1∶10,沥青和砂需同时加热,沥青温度约 140 ℃,砂温度约 160 ℃。沥青砂在加热过程中由人工拌和。采用台车运料至各工作面进行填筑、人工分层捣实。

3.3　垂直缝施工

测量放线→挤压边墙混凝土找平→板间垂直缝下水泥砂浆垫层→铺土工织物(止水铜片下)→安装 W1 型铜止水→复合止水板安装。

在板间垂直缝下,测量放线放出面板分隔线与基础面高程,先掏一条深度为 2 ~ 5 cm 的条带,采用 M5 水泥砂浆抹平。砂浆顶面高度与设计坡面齐平,最大高差不大于 5 cm,宽度为 60 cm。垂直缝找平后先喷涂一层 1 ~ 2 mm 厚的浮化沥青,然后安装土工织物和铜止水。

3.4　挤压边墙混凝土表面乳化沥青的施工

在挤压边墙混凝土表面喷涂厚度约 1 ~ 2 mm 的乳化沥青,以均匀覆盖挤压边墙混凝土表面且不流淌即可,使面板混凝土与挤压边墙混凝土达到脱空的目的。

3.5　钢筋施工

钢筋采用钢筋台车垂直运输,一期面板在高程 275 m、二、三期面板在高程 308.2 m 处安装了 8 t 卷扬机作为台车牵引设备。钢筋安装前,先在挤压边墙混凝土面上设 φ14 插筋作架立架,伸出顶层钢筋 2 ~ 3 cm。插筋伸入挤压边墙 15 ~ 20 cm,混凝土浇筑至该部位时,割断架立筋,以避免坝体在沉降过程中面板不能自由伸缩而引起面板混凝土出现裂缝现象。

3.6　模板施工

3.6.1　侧　模

侧模以长度为 1.5 m 为一个单元的拼接形式,并随着向上接长而变换模板高度。侧模采用木模板,在靠混凝土面采用 2 mm 厚的钢板制作。顶部采用 5 cm × 5 cm 角钢支架,支架上设有丝杆,支架丝杆间孔距为 75 cm,可进行小范围内的水平向调节。安装时,在距垂直缝位置以外 0.62 m 部位打一排 φ25 插筋,$L = 0.6$ m,锚入垂层混凝土 0.3 m。在锚杆上面采用 φ48 钢管制作成上下可调式连接杆。

3.6.2　滑　模

为方便南立 1-2 水电站面板混凝土施工,制作了两套无轨滑模,滑模长度为 13 m,宽度为 1.2 m。滑模设有操作平台、抹面平台、穿卷扬机牵引钢丝绳系统。采用混凝土预制块做为卷扬机配重。

滑模采用吊车将其吊至轨道上。滑模两端的卷扬机钢丝绳随模板的滑升而收短,使其保持受力状态以确保施工安全。滑模在直段施工时,直接放在侧模或已浇筑好的混凝土面上,不单独安装轨道。在斜三角块部位,滑模采用 φ32 钢筋焊接一排简易的轨道。在趾板上,采用原拉模筋焊接手动葫芦作挂勾支点,三角块混凝土上升至侧模时,10 t 手动葫芦起导向作用。

3.7　溜　槽

每块面板混凝土采用两条溜槽控制下料,溜槽采用 1.5 mm 厚的铁皮制作成宽 30 cm × 高 40 cm 的 U 型槽,每节长度为 2 m,采用 φ12 钢筋加固并设挂钩,下一块溜槽直接挂在上一块溜槽的上面,上接集斗,下距滑模前缘约 0.8 ~ 1.5 m,溜槽端部设挡板,以避免混凝土在下料时骨料分离。

3.8　混凝土浇筑

滑模混凝土浇筑按分层浇筑程序进行浇筑,每一浇筑层厚度为 25 ~ 30 cm,卸料在距模板上口约 80 cm 范围内,均匀布料,以使模板受力均衡。模板滑升前,清除模板前沿超填的混凝土以减轻滑升阻力。滑升时,两端提升平稳、匀速,每浇完一层混凝土滑升一次,最大滑升高度不超过一层混凝土的高度。

严格控制模板的上升速度,在混凝土初凝前

www.powerfoo.com

进行模板上升,模板的上升速度不宜太慢,避免混凝土在出模时强度过大、容易造成混凝土粘结模板或混凝土被拉裂。南立 1-2 水电站大坝面板混凝土平均滑升速度为 3 m/h。滑模提升时必须消除混凝土上托力对模板的影响,模板每小时内滑动一次,滑升时压平模板前的混凝土料,以消除混凝土上托力。

面板滑模施工时,连续上升,中途不间断。在分期分缝连接处,先铺筑一层 M30 的水泥浆,厚 2 ~3 cm,铺设均匀。

混凝土振捣采用 φ50 插入式振捣器振捣。在靠近两边止水铜片位置一定要避免其与止水铜片碰撞,但要保证止水铜片周围混凝土振捣密实。模板脱模后,及时采用人工进行抹面,以减少混凝土面细微裂缝的产生并保证混凝土面平整、光滑。滑模施工情况见图 1。

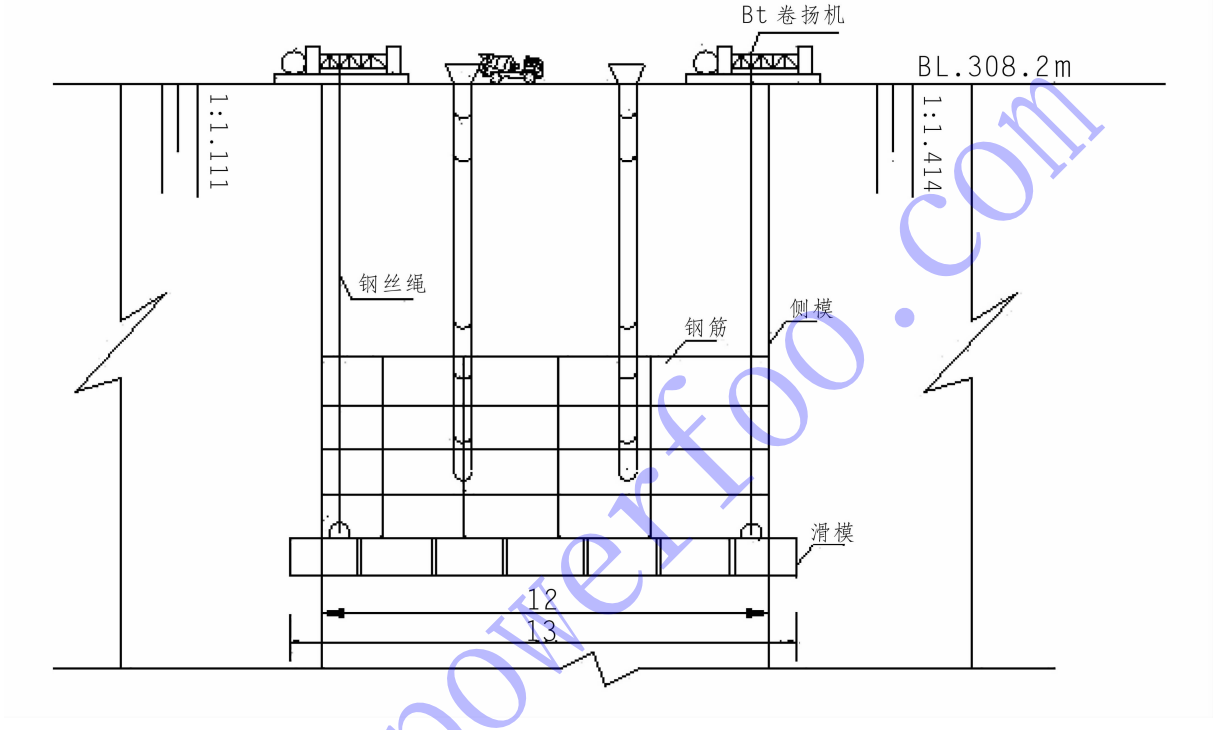

图 1　滑模施工立视图

3.9　混凝土养护及保护

由于混凝土面板厚度较薄,受温度变化和干缩的影响较大,因此,及时做好脱模后的混凝土的养护工作极为重要。刚脱模的混凝土因无强度,不能进行洒水养护,需在滑模后拖一块长 15 m 的彩条布进行保护,防止其表面水分蒸发过快而产生干缩裂缝。混凝土初凝后,混凝土面板采用人工不间断喷水养护,并用麻袋全面覆盖以达到保温保湿的目的,防止裂缝的发生。在每块面板施工完成后,采用 PVC 管制作的花管喷水养护。

4　面板混凝土采用的防裂措施

混凝土自身干缩性裂缝的控制:要确保混凝土抗裂能力并减小导致裂缝的破坏力,就是要确保混凝土的抗拉强度和极限拉伸值,主要采用了以下几种措施:①因南立 1-2 水电站所在地区限制,气温较高,混凝土浇筑主要在夜间进行;②控制混凝土的水灰比,控制砂石骨料的吸水率与含泥量;③混凝土内掺粉煤灰,以减少水泥水化热温升,掺加微纤维、引气剂等外加剂,提高混凝土的早期防裂、抗拉强度;④加强混凝土拌和、振捣的工序质量控制;⑤尽量减少面板混凝土架立钢筋,架立钢筋在混凝土浇筑到该部位时,必须进行割除;⑥对原材料的质量要作严格的施工控制,配合比的控制需依据现场取料并及时检测,在现场对含水率、砂石用量进行调整;⑦严格施工质量管理,保证混凝土浇筑质量;⑧严格按施工工艺要求进行施工,浇筑混凝土时滑模的滑行速度亦至关重要;⑨面板分三期进行浇筑,既满足了大坝沉降时间要求,同时又满足了施工进度要求。

(下转第 51 页)

www.powerfoo.com

4.5　钢绳网的安装

将钢绳网在钢柱之间铺开，再用起吊钢绳穿过钢绳网上缘网孔将同一跨内两张绳网同时吊起，绳网的一端固定在其中一根钢柱的顶端，另一端绕过另一根钢柱暂时固定在基座挂座。收紧起吊绳使钢绳网与上支撑绳水平并用绳卡将绳网与上支撑绳锁扣在一起。为确保缝合绳网时的安全，将绳网与下支撑绳也用绳卡锁扣在一起，然后抽出起吊绳。按照相同的方法将全部钢绳网挂到上支撑绳上，同时将其调整就位。

4.6　钢绳网络的缝合

将缝合绳从防护结构的一端开始，先将缝合绳中点固定在每一张网的上缘中点处支撑绳上，从中点开始用缝合绳分别向左右两端逐步将网与支撑绳绕在一起，直到与另一张网交界的位置再顺着网面由上而下将相邻两张网缝合在一起，最后用绳卡将缝合绳与钢绳网固定住，绳卡应设置在离缝合绳末端 0.5 m 的地方，并保证左右侧的缝合绳端头重合 1 m。

4.7　格栅的安装

为封闭下支撑绳与地面间的缝隙，在钢绳网的内侧铺设格栅，每张格栅间重叠约 10 cm。格栅上缘覆盖住钢绳网下缘，覆盖宽度不小于 50 cm，并用铁丝将格栅固定到网上，铁丝绑扎间距不大于 1 m。格栅下缘沿边坡向上敷设 50 cm 左右并采用土钉将格栅底部压住。

5　主动柔性防护网的安装

主动柔性防护网网内按 4.5 m 间距布置系统锚杆，网周边按 3 m 间距布置钢绳锚杆。锚杆规格为 φ25，$L \geqslant 2$ m，采用 M20 水泥砂浆灌注，优先选用粒径不大于 3 mm 的中细砂。先安装纵横向支撑绳并张拉收紧，两端用绳卡与锚杆外露环套固定连接，再从上向下铺挂格栅网，同时从上向下铺设钢绳网并缝合。格栅网间需重叠适当宽度并用铁丝绑扎固定，钢绳网和格栅网间亦采用铁丝绑扎固定。

6　结　语

采用被动与主动柔性防护网相结合的防护方式，在较短时间内将阴坪水电站后边坡危石控制在可控范围内，在“5.12 大地震”中仅有一处被动防护网被一个体积超过 3 m^3 的巨石洞穿，其余落石均被有效地拦截，达到了设计防护效果，最大程度地减小了损失。

作者简介：

李　俊(1979-)，女，四川威远人，工程师，从事水利水电工程施工技术及管理工作；

田　赟(1981-)，男，湖北恩施人，经济师，从事水利水电工程造价及合同管理工作；

袁　赟(1985-)，男，湖北宜昌人，工程师，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，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)

(上接第 25 页)

5　结　语

老挝南立 1-2 水电站于 2009 年 12 月 14 日下闸蓄水，大坝已安全运行 9 a，坝体最大沉降量为 0.299%，最大渗流量为 12 L/s。与类似工程相比，其最大沉降量和渗透量较小，实际情况表明：在施工过程中采用的施工工艺合理，特别是面板滑模的使用对保证面板质量发挥了重要的作用。

作者简介：

胡清焱(1972-)，男，四川蓬溪人，高级工程师，学士，从事水利水电工程施工技术与管理工作；

邓　斌(1980-)，男，四川威远人，工程师，从事水利水电工程施工技术与管理工作；

王　抗(1974-)，男，四川资阳人，工程师，从事水利水电工程施工技术与管理工作；

李　锐(1977-)，男，四川盐边人，高级工程师，从事水利水电工程施工技术与管理工作.

(责任编辑：李燕辉)

四川拟对电力企业进行补贴 火电厂最高补 1 377 万元

四川省经信委日前发布了《关于利用 2016 年直购电及富余电偏差资金对电力企业进行补贴相关数据公示》，国网四川省电力公司提供了各相关水电企业 2016 年实际执行市场电量和各相关燃煤火电企业 2018 年 7－8 月份实际上网电量及拟补贴资金，其中拟补贴资金排名前三位的分别是：方山电厂、广安三期、金堂电厂。方山电厂 7、8 月份合计上网电量 61 821.27 万千瓦时，拟补贴资金 1 377.743 万元。

www.powerfoo.com