

桥巩水电站土建施工中的技术革新

张 勇

(广西水电工程局,广西 南宁 530001)

摘要 介绍桥巩水电站在混凝土施工过程中采用的多项新技术,包括新型多功能全悬臂模板、液压滑模、智能化全自动无人监控混凝土输送皮带机、现浇板梁支撑桁架。实践证明,桥巩水电站多项新技术的采用有效地加快了工程的施工进度,改善了混凝土外观,提高了工程质量,降低了工程成本。

关键词 多功能全悬臂模板 液压滑模 混凝土输送皮带机 现浇板梁支撑桁架 桥巩水电站

中图分类号 TV52 **文献标识码** B **文章编号** 1006-7647(2009)S2-0031-04

1 工程概况

桥巩水电站主体土建 I、II、IV 标工程由广西水电工程局承建,主要施工项目包括:①左岸接头重力坝、船闸、发电厂房基础开挖,泄水闸坝基础开挖,右岸保安电源厂房及右岸接头坝基础开挖。②发电厂房、泄水闸坝、保安电源厂房混凝土浇筑施工。③发电厂房、泄水闸坝、保安电源厂房基础处理。④发电厂房、泄水闸坝、保安电源厂房金属结构预埋、闸门安装。⑤开关站土建工程施工。桥巩水电站自开工以来,由于受到征地、基坑渗漏等影响,工程进度相对滞后。因此,在混凝土施工过程中,大力推广新技术,合理简化施工步骤,以加快工程施工进度。

2 新型多功能悬臂模板的应用

桥巩水电站主厂房全长 219.36 m,厂房四周边墙高程 61.00~98.00 m 段为竖直墙体。在施工过程中,为克服传统散装模板浇筑混凝土容易出现挂帘、错台、变形、蜂窝等质量通病,广西水电工程局采取自行设计和生产的新型多功能悬臂大块模板。

2.1 多功能全悬臂模板的组成

单套(单元)多功能全悬臂模板主要由面板系统、桁架系统、桁架间加固及操作平台系统、预埋件系统和方位调节系统等组成。多功能全悬臂模板尺寸为 3.00 m×3.05 m(宽×高),共由上、下 2 块面板组装而成。其中,上块面板的尺寸为 3.00 m×1.55 m(宽×高),下块面板的尺寸为 3.00 m×1.50 m

(宽×高)。单套多功能全悬臂模板组装成品后,整体(未包括操作平台)的最大尺寸为 3.00 m×6.21 m×2.25 m(宽×高×厚)。

2.2 多功能全悬臂模板的功能特点

a. 单套模板面板可以进行全方位调节,可以调进、调出混凝土立模面一定的距离,也可以调节前倾、后仰一定的倾角,还可以调节上下和左右一定的距离。

b. 采用悬臂受力结构。整体桁架系统承受面板系统传来的混凝土侧向压力,承受最大混凝土侧压力为 49 kN/m²,属悬臂受力结构。

c. 可保证清水混凝土的质量。多功能全悬臂模板面板整体刚度好,无拉筋孔,只有 2 孔锚筋(螺杆)孔,漏浆少,克服了传统散装模板浇筑混凝土出现的挂帘、错台、变形、蜂窝等质量通病。

d. 可以大片提升,提升时间短,大幅缩短了工期,并且节省了材料和人工费。此外,相对于散装模板和半悬臂模板更加安全、方便。

e. 多功能全悬臂模板的缺点是该模板组装前的零部件比较多,现场拼装比较繁琐,容易丢失部件。

2.3 多功能全悬臂模板的经济效益

a. 减轻了模板安装和拆卸难度,减少了安装人数,单块模板安装与拆除可节约人工费 15~20 元。

b. 节约了顶、拉、锚筋。多功能全悬臂大块模板不需要拉筋和顶筋,而散装模板必须有拉筋和顶筋,每块工作面可比散装模板节约钢筋 1.8~2.5 t。

c. 减少了门机的使用台班费。全悬臂大块模

作者简介 张勇(1984—),男,广西富川人,助理工程师,从事水利水电工程施工技术管理。E-mail 214567841@qq.com

板除首次就位使用门机外,其余均可使用葫芦架提升,节约了门机的使用台班,缩短了工期。根据桥巩水电站上游墩墙的使用情况,每层高 3.0 m,安模时间可节约 2~3 d。

d. 减少了材料的周转次数。可将散模、蝴蝶扣、钢管、管扣、U 形扣等材料用于其他部位。

3 混凝土输送皮带机系统的应用

桥巩水电站Ⅳ标二期泄水闸坝混凝土浇筑量达 24 万 m³。按合同工期施工计划,24 万 m³ 混凝土生产浇筑必须在 2008 年汛前完成。由于二期基坑漏水,影响混凝土生产施工达 2 个月,而混凝土生产施工必须在 2008 年 5 月底完成,因此,混凝土生产施工月计划有 3 个月施工任务超过 7 万 m³。整个Ⅳ标二期混凝土生产施工的关键是 5~10 号坝 40.00~58.40 m 高程的 7 万 m³ 碾压混凝土的施工。由于受施工环境限制,混凝土运输车辆无法直接进入碾压混凝土施工仓面,需要绕过下游的迁江大桥及迁江镇,运输距离较远,而且过迁江大桥及迁江镇存在较大的安全隐患。因此,桥巩水电站经理部决定安装 1 条从拌和楼至碾压混凝土施工仓面的碾压混凝土输送皮带机系统。

3.1 皮带机系统概况

输送皮带机系统概况:1 号拌和楼出料皮带机长 8.5 m,动力配置 7.5 kW 电动滚筒,带速 1.6 m/s;2 号拌和楼出料皮带机皮带机长 7.5 m,动力配置 7.5 kW 电动滚筒,带速 1.6 m/s;3 号皮带机长 57 m,动力配置 18 kW 电动滚筒,带速 1.6 m/s;4 号皮带机长 150 m,动力配置 45 kW 电动机变速箱,带速 1.6 m/s;5 号皮带机长 233 m,动力配置 55 kW 电动机变速箱,带速 1.6 m/s;6 号皮带机长 406 m,动力配置 75 kW 电动机变速箱,带速 1.3 m/s;7 号皮带机长 47 m,动力配置 18 kW 电动滚筒,带速 1.6 m/s;8 号皮带机长 21 m,动力配置 7.5 kW 电动滚筒,带速 1.6 m/s。输送带型号均为 B800。

3.2 皮带机的布置

混凝土输送皮带机从 1 号拌和楼出料口,沿着左岸场内公路,经过左岸接头坝、船闸、发电厂房上游桥面,到达一期泄水闸 8 号闸墩顶的真空溜槽,在真空溜槽底部再接 2 条皮带机,将混凝土直接送达仓面。共有 6 条皮带机,总长 930 m,其中最长的皮带机为布置于发电厂房上游桥面的 6 号皮带机,长度为 406 m。

3.3 皮带机运行程序

混凝土输送皮带机的运行程序为:拌合机出料→拌合机混凝土集料斗→拌和楼出料皮带机→3 号

皮带机→4 号皮带机→5 号皮带机→坝上 6 号皮带机→8 号坝高程 101.60 m 平台 6 m³ 混凝土集料斗→混凝土真空溜槽→高程 60.00 m 平台 3 m³ 缓冲过度混凝土集料斗→高程 58.00 m 7 号皮带机→8 号进仓皮带机→碾压混凝土施工仓面。

整个皮带机系统为智能化、全自动无人监控输送系统,混凝土从拌和楼出料经皮带机运输到真空溜槽共需时间 577 s。

3.4 输送能力

设计规划,坝水下高程 40.00~58.40 m 的水下 7 万 m³ 碾压混凝土必须在 2008 年 5 月底完成,按施工进度要求,混凝土输送皮带机每天必须完成 1 500 m³ 碾压混凝土输送入仓。

3.5 系统运行要求

混凝土输送皮带机系统的运行要保持连续、持续、准确、高效同步运行,杜绝一切人为操作失误,保证满足碾压混凝土施工仓面进度需求。

3.6 运行效果

4 月 5 日,智能化、全自动无人监控输送皮带机系统正式投入使用,至 5 月 16 日,Ⅳ标 5~10 号坝高程 40.00 m~58.40 m 处的碾压混凝土施工结束,历时 42 d,碾压混凝土输送皮带机系统共计输送碾压、常态混凝土 73 302.8 m³,其中常态混凝土 5 879 m³。皮带机系统生产输送和生产运行综合统计见表 1 和表 2。

表 1 皮带机系统生产输送综合统计

项目	施工计划 天数/d	混凝土 输送总 量/m ³	台班最高 计划输送 量/m ³	单位小时 最高计划 输送 量/m ³	日最高 计划浇筑 量/m ³	平均日 输送量/ m ³
计划值	50	70 000.0	800	100	2 000	1 500.0
实际值	42	73 302.8	1 062	168	2 512	1 745.3

表 2 输送皮带机生产运行综合统计

皮带机 序号	电机功率/kW	空载电流/A	满载电流/A	故障次数/次
1 号	75.0	25.0	43.0	2
2 号	55.0	20.0	35.0	2
3 号	45.0	18.0	30.0	4
4 号	18.0	15.0	22.0	2
5 号	7.5	5.0	8.0	1
6 号	7.5	5.3	8.7	0
7 号	18.0	15.0	19.0	3
8 号	7.5	5.5	18.0	2

综合统计数据(表 1、表 2)表明,输送皮带机的输送能力超过了预期计划指标,实现了系统在整个运行过程中零人员监控控制、全天候自动识别控制运行的目标。混凝土输送皮带机系统运行的可靠性和输送效率得到了大幅提高,输送能力超过了每天输送 1 500 m³ 混凝土的要求,杜绝了人为因素操作

失误影响系统正常运行的现象,提高了混凝土生产施工和输送皮带机控制技术的水平,大幅度降低系统大功率电机的运行损耗,达到了节能降耗的目的。

4 液压滑模在施工中的应用

桥巩水电站泄水闸闸墩除 2 个边墩外,还有 11 个中墩。闸墩长 24 700 mm,除 8 号闸墩宽 8 m 外,其余均宽 4 m。泄水闸 11 个闸墩全部采取滑模施工。

4.1 液压滑模的组成

整套滑模装置主要由模板系统(包括模板、围圈、提升架)、操作平台系统(包括悬挑梁、连系梁、吊脚手架、铺板等)、液压提升系统(包括液压控制台、千斤顶、支承杆、油路等)和精度控制系统等部分组成。构件之间均采用焊接形式与桁架主梁连接,具体结构形式见图 1~图 3。

4.2 滑模的操作程序

滑模的操作程序为 安装主梁提升架、围圈→安装模板,绑扎墩体钢筋→安装操作平台→安装千斤顶及液压系统→经空载试压后插入爬杆→仓面终验、混凝土浇筑、滑模滑升、安装吊脚手架、挂安全网、安装养护水管→本块施工完毕、滑模停滑转入下一块。为加快混凝土施工进度,提高滑模利用率,滑模施工采用流水施工。

4.3 滑模施工特点

滑模架为整体桁架结构,具有足够的强度、刚度和稳定性,可确保在混凝土浇筑过程中无变形、无错台,且混凝土外形美观。滑模施工的优点有:①施工速度快。利用滑模施工,平均每天可滑升 2.5 m,完成本工程单个闸墩共需 17 d,比采用常规大块模板施工提前 58 d,有效地加快了施工进度。②施工成

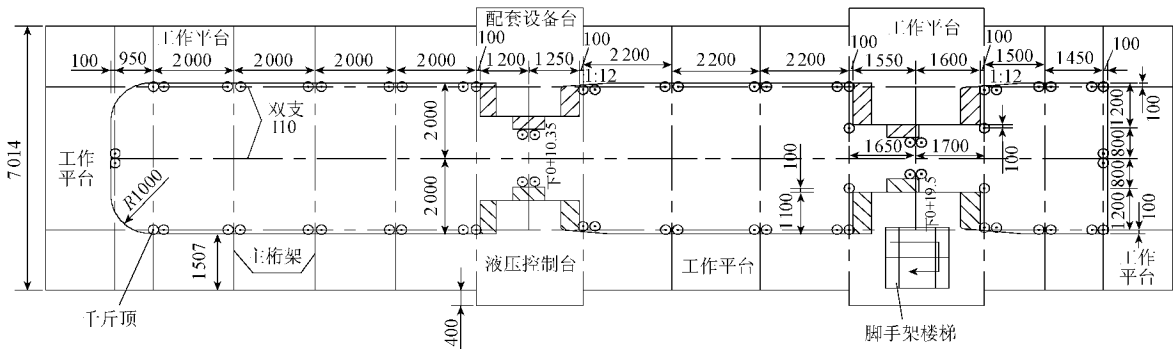


图 1 泄水闸闸墩主桁架及千斤顶平面布置(单位:mm)

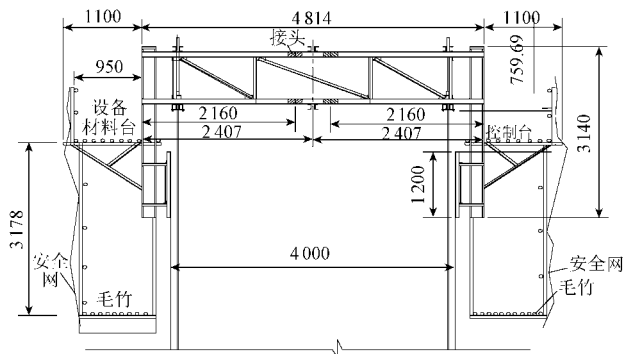


图 2 滑模主桁架结构示意图(单位:mm)

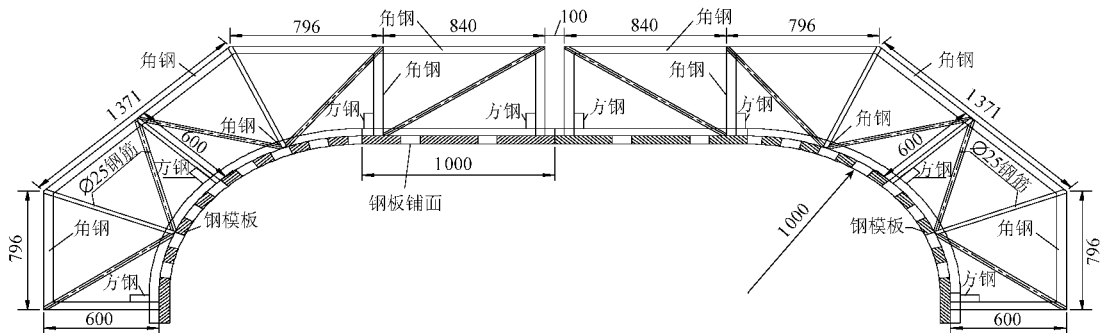


图 3 泄水闸滑模墩头模板示意图(单位:mm)

本低。滑模安装后,采取液压千斤顶提升系统一次性流水施工,不用重复安装模板,可节省拉筋及安装模板人工费。③滑模施工的缺点为液压滑模系统一次性投入费用较高,制作时间较长。在施工过程中,每个工作面、每个台班必须同时配备足够的混凝土工、钢筋工、电焊工、辅助杂工,共约 30 人,劳动强度大。

4.4 使用效果

本工程泄水闸坝 11 个闸墩使用液压滑模施工,极大地加快了工程施工进度,在保证混凝土质量的前提下,改善了闸墩混凝土的外形同时降低了施工成本。

5 现浇板梁支承桁架的应用

桥巩水电站泄水闸坝后闭机构架高程 131.20 m 平台为现浇板梁结构,最大梁高 2.6 m,宽 0.8 m,净跨长 17.4 m,单根梁质量达 90.5 t。泄水闸后闭机构架高程 131.20 m 平台共 11 跨,根据施工进度要求,最高施工强度为 3 跨同时施工。由于泄水闸坝顶高程为 101.60 m,在近 30 m 高度按照常规的满堂架支撑施工方法进行施工,消耗材料大,满堂架搭设施工工期长。因此,在满足施工总进度和各项控制性进度,以及确保质量和安全的前提下,通过优化施工方案,合理配置施工资源,泄水闸坝后闭机构架采用桁架支撑。

5.1 桁架设计结构形式

桁架设计为对称结构,高度为 2.5 m,长度为 19.6 m,上弦杆和下弦杆采用槽钢 [25 a,斜杆和竖杆采用槽钢 [20 a 和槽钢 [16 a 制作而成,单榀桁架总质量重为 3.9 t。具体见图 4。

5.2 桁架支撑布置

泄水闸后闭机构架高程 131.20 m 平台每跨采用 8 榀桁架支撑,桁架安装前,先将 2 榀桁架用 $\varnothing 48$ 排架管焊接,使其连成整体,并在构架柱高程 127.15 m 预埋工钢 I 28b 横担型钢,工钢 I 28b 与下方 D270 钢管焊接,完成后将桁架吊装于 I 28b 横担型钢上,并在各桁架底部用方刚 10 连接,使各桁架成为

整体。后闭机高程 131.20 m 板及小梁柱可通过在桁架上搭设专项模板排架支撑体系。具体见图 5、图 6。

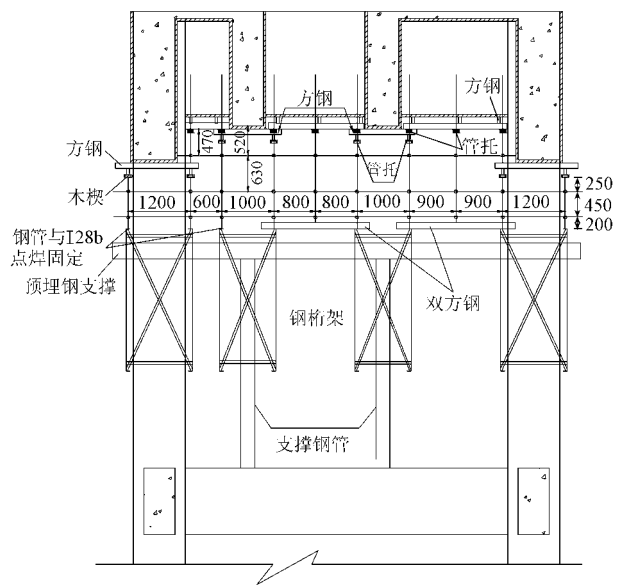


图 5 泄水闸后闭机构架钢支撑横剖面

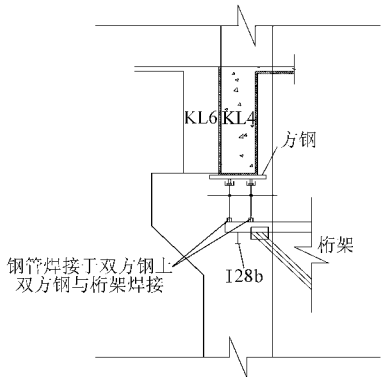


图 6 后闭机构架纵梁 KL5 支撑

5.3 应用效果

泄水闸坝后闭机构架高程 131.20 m 平台现浇板梁采用自行设计的钢桁架支撑体系与专项模板支撑体系,具有足够的强度、刚度和稳定性,确保在混凝土浇筑过程中无变形、无错台现象。同时,合理解决了常规满堂架支撑施工带来的大量材料消耗,并使施工过程更加简便,施工进度加快。

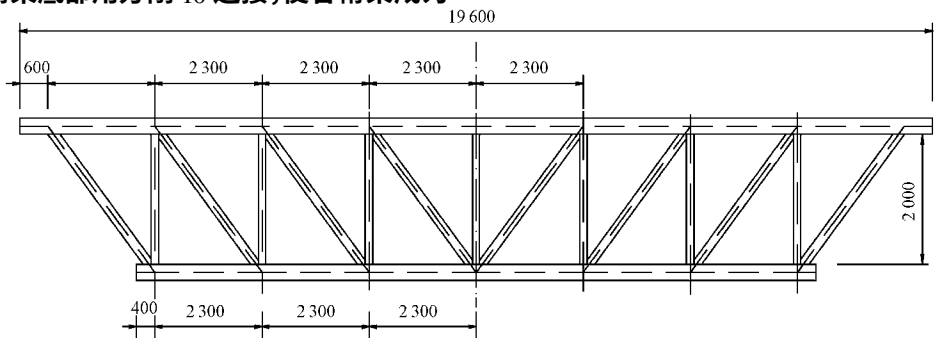


图 4 泄水闸 KL2 连系梁及高程 131.20 m 平台支撑钢桁架(单位 :mm)

(下转第 41 页)

混凝土施工的质量要求。

b. 施工过程中如遇到下大雨时,可停止混凝土的入仓,但停止混凝土入仓间隔不得超过 2 h,也就是在混凝土终凝前应尽可能地在停雨或小雨间隙时入仓浇筑 1 次,同时滑升 1 次。如无法继续进行浇筑时,要注意按规范做好仓面处理,并每隔 0.5~1.5 h 滑升 1~2 个行程,连续 4 h 以上,直到最上层混凝土初凝与模板不黏结为止。

c. 在雨天施工,脱模后的混凝土如果被雨水冲刷就会发生流淌,表面还会出现麻点,因此在抹面平整后应覆盖透明薄膜,保护初脱模的混凝土。

4.7 门槽部位的处理

门槽部位留 30~50 mm 宽门槽插筋缝,用木模补缝,局部地方的门槽模板采用木模板,门槽木模板按插筋位置钻孔,每 1.5 m 长为一截,随着滑模的上升而逐步加高。门槽插筋按设计图纸安装。

4.8 滑模施工中出现的问题及处理

滑模在施工中出现的问题有:滑模体倾斜、扭转、模体变形、混凝土表面缺陷、爬杆弯曲等,其产生的根本原因在于千斤顶不同步,荷载不均匀,混凝土浇筑不对称等。因此在施工过程中首先要把好质量关,加强观测检查工作,确保良好的运行,发现问题及时处理。

a. 纠偏。利用千斤顶自身纠正,即关闭 1/5 的千斤顶,然后滑升 1~2 个行程,再打开全部千斤顶滑升至 1~2 个行程,反复数次逐步调整至设计要求。必要时,施加一定的外力给予纠偏。所有纠偏不得操之过急,以免造成混凝土拉裂、死弯、滑模变形、爬杆弯曲等事故的发生。

b. 模板变形处理。对部分变性较小的模板,采用撑杆加压复原,变形严重时将模板拆除修复。

c. 爬杆弯曲。采用加焊钢筋或斜支撑,弯曲严重时切断爬杆,重新接长后再与下部爬杆焊接,并加

“人”字形斜支撑。

d. 混凝土缺陷。如有麻面,用水泥砂浆抹面修补。如发生塌块、裂缝和孔洞时,则先将缺陷处松散混凝土块清除干净,要清除到混凝土密实处,露出钢筋的,用高一标号并配有速凝剂的细石混凝土将孔缝填平压实后,再用砂浆抹面修平。

4.9 滑模的拆除

滑模施工浇筑至坝顶高程时,将混凝土浇至标高位置并进行收仓抹面处理,然后滑模继续上升并滑空、脱离混凝土面,待模板可逐渐提升出混凝土面后用门机进行拆模工作。拆模步骤如下:①将滑模上的配套设备拆除;②拆除液压系统的控制台,拆除供电线路、刀闸及所有附属设备,拆除供水线路;③拆除抹面平台及所有平台铺板;④拆滑模主体框架,将滑模主桁架一次吊出。

5 结 语

实践表明,等截面混凝土采用滑模施工与常规施工方法相比具有许多优点:施工速度快,有效节省了施工工期;节省材料,节省人员和机械的投入;有效地防止了交叉作业、高空坠物的安全事故发生;提高了混凝土的内在和外观质量,取消了常规立模用的拉筋,更重要的是避免了外漏拉筋处理不当影响外观质量等。这些优点对高度相对过高、等截面的混凝土建筑物(如闸墩、竖井、烟囱、导墙等)施工,优先选择滑模是可行的。

参考文献:

- [1] 王永刚,黄小萍. 液压滑动模板在水电站快速施工中的应用[J]. 企业科技与发展,2009(8):125-129.
- [2] 李军旗,陈泽衍. 公伯峡水电站旋流泄洪洞工程滑模设计与施工[J]. 水力发电,2004(8):48-50.

(收稿日期:2009-12-02 编辑:高建群)

(上接第 34 页)

6 结 语

桥巩水电站自开工以来,积极开展工艺革新活动,在混凝土施工中大力推广使用自行设计和生产的新型多功能悬臂大块模板、液压滑模、智能化全自动无人监控混凝土输送皮带机、现浇板梁支撑桁架,有效地加快了工程的施工进度,基本克服了混凝土常规施工方法出现的挂帘、错台、变形、蜂窝等质量通病,改善了混凝土的外观,提高了工程质量,降低了工程成本。

参考文献:

- [1] 常彦斌,孙利. 多功能全悬臂大块模板在桥巩水电站的应用[J]. 红水河,2008(6):63-65.
- [2] 袁海忠. 混凝土输送皮带机在漠武电站二期工程中的应用[J]. 闽江水电科技,1996(2):19-21.
- [3] 王永刚,黄小萍. 液压滑动模板在水电站快速施工中的应用[J]. 企业科技与发展,2009(4):125-129.
- [4] 李军旗,陈泽衍. 公伯峡水电站旋流泄洪洞工程滑模设计与施工[J]. 水力发电,2004(8):48-50.

(收稿日期:2009-12-01 编辑:骆超)