

S H U I L I S H U I D I A N S H I G O N G

水利水电施工

总第112期



《中文科技期刊数据库》收录期刊



《中国知识资源总库》全文网络出版期刊

2009·第1期

中国水利水电第三工程局有限公司

专辑



全国水利水电施工技术信息网



中国水利水电建设集团公司

主办

中国水利水电第三工程局有限公司（以下简称公司）组建于20世纪50年代，属中国水利水电建设集团公司成员企业，是集科研、设计、开发、采购、施工、监理、咨询为一体的特级大型骨干企业。企业资质等级：水利水电工程施工总承包特级，公路工程施工总承包贰级，房屋建筑工程施工总承包贰级，市政公用工程施工总承包贰级，土石方专业承包壹级，钢结构工程专业承包壹级，试验室壹级，测绘甲级，工程监理乙级，工程设计乙级。

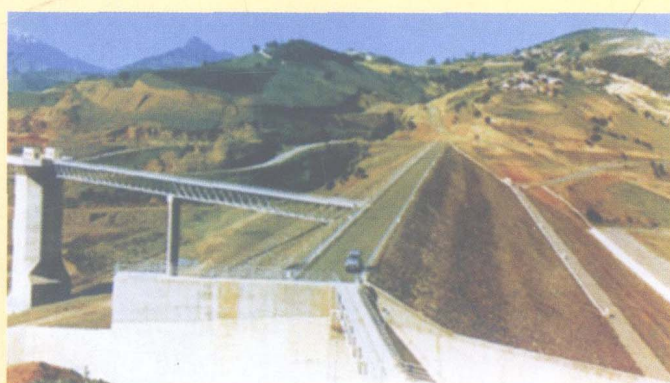


公司下辖4个区域综合施工分局、4个专业施工分局以及勘测设计研究院、机电设备公司、物资贸易公司、监理公司等。现有员工13000余名，其中专业技术和管理人员近3000名，具有副高级以上职称687名。企业总资产15.62亿元，拥有各类施工机械设备8600台（套），能独立承担国内外各类大中型水利水电工程及各类型工业、能源、交通、民用等工程项目的总承包和施工承包。

五十余年来三局人转战黄河、长江，足迹遍布祖国24个省（市、自治区），在祖国的大江大河上先后承建、参建



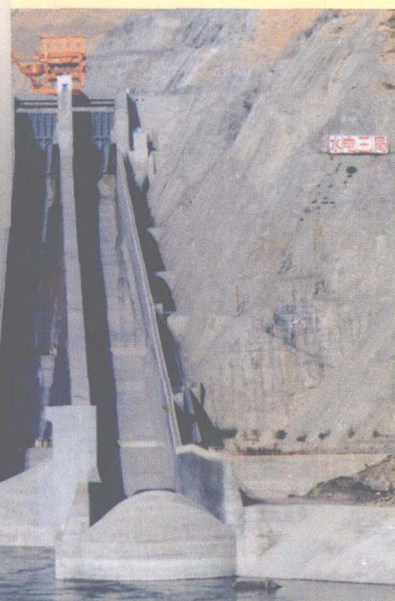
黄河沙坡头水利枢纽工程荣获“大禹奖”



阿尔及利亚布库尔丹水库枢纽工程



建设中的三峡水电站厂房



青海公伯峡水电站荣获“鲁班奖”

了100余座大、中型水利水电工程；参与了北非、中东、东南亚等10余项国外工程项目的施工；同时，还参加了机场、高速公路、工民建、京九铁路、京沪高速铁路等诸多非水电项目建设，创出了一批优秀的代表性工程。在高边坡及厂坝基础开挖、混凝土重力坝、碾压混凝土坝、地下厂房、大坡度超长斜井、草土及土石围堰、高强度压力钢管制作安装、PCCP管安装以及高寒地带混凝土抗冻抗渗等方面创出了自己的品牌。

公司一贯重视新技术、新工艺的开发和运用，施工手段和管理方法不断更新，有多项技术在同行业中保持领先水平，数十项工程荣获国家、省部级和建设单位的奖项：云南大朝山水电站、青海公伯峡水电站荣获“鲁班奖”；石泉水电站获国家优质工程银奖；小峡水电站获得全国电力优质工程奖；沙坡头水利枢纽获“大禹奖”等。

自1991年以来，公司连年被陕西省评为“重合同守信用企业”；2001年被国家工商总局评为全国首批“重合同守信用企业”；2000年后连续被中国建设银行和中信实业银行评定为AAA级信用等级；2005年获“陕西省经济领跑企业”，并获得“质量管理体系”、“职业健康安全管理体系”和“环境管理体系”认证证书；2006年荣获“全国五一劳动奖状”。



黄河大峡水电站工程



青海拉西瓦水电站进水口工程



南水北调中线水源丹江口大坝加高工程



云南景洪水电站工程



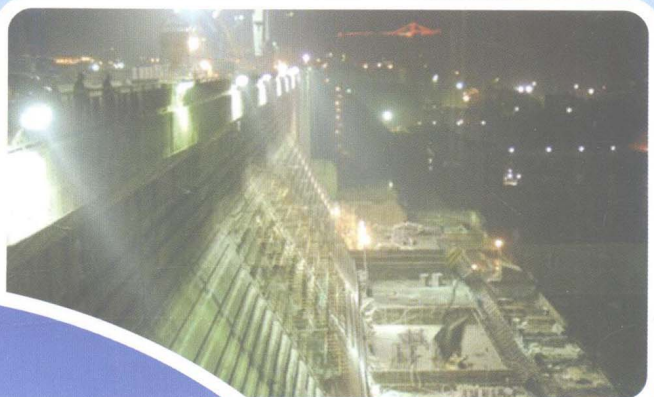
金沙江向家坝左岸300m以上边坡开挖支护工程

地址：陕西省西安市二环北路东段609号

邮编：710016

电话：86178686

网址：<http://www.cteb.com>



1

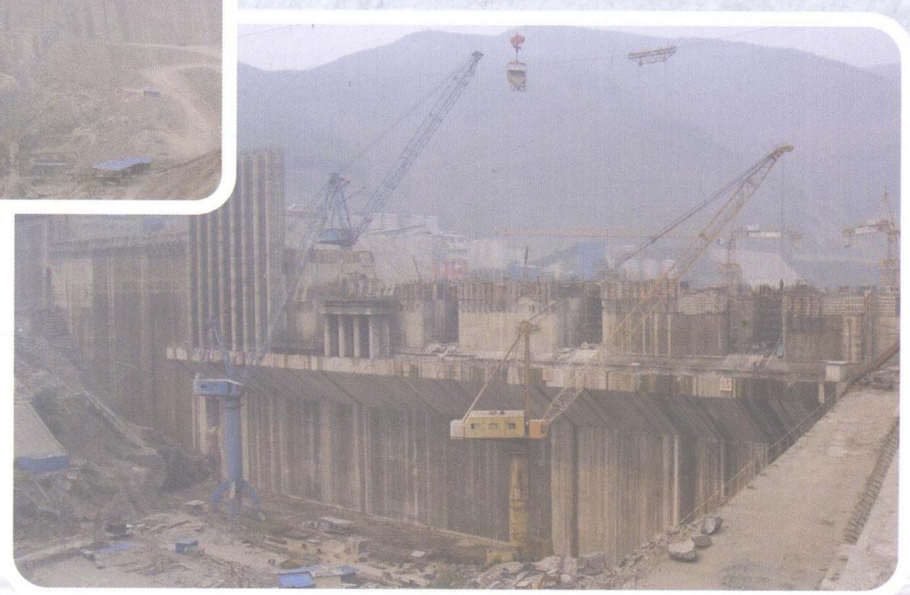


2

1、2 丹江口大坝加高工程夜景
3、4 云南景洪水电站施工现场



3



4

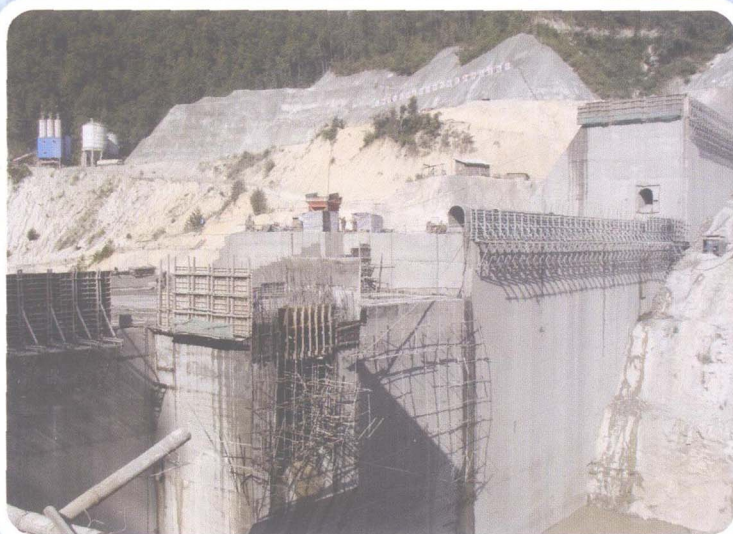
1



2



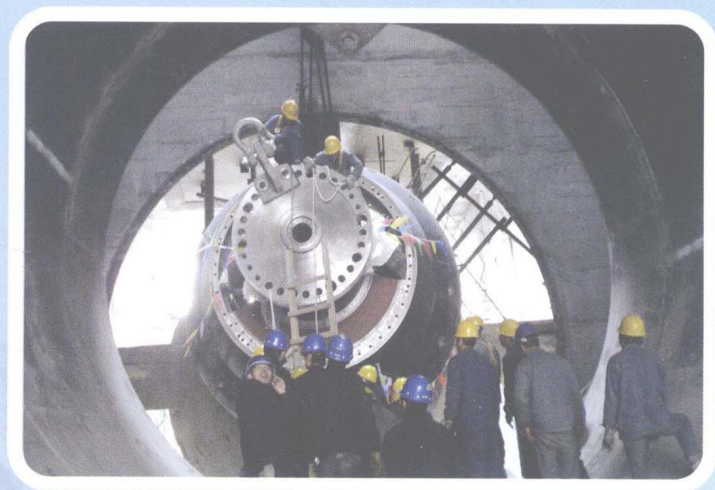
3



- 1、2 拉西瓦水电站进水塔拦污栅墩（高103.4m）及拦污栅轨一次滑模施工
- 3 云南弄另碾压混凝土大坝
- 4 向家坝水电站左岸大面积开挖护坡工程

4





1 黄河炳灵水电站尾水管安装

2 黄河炳灵水电站主轴组装

3、4 西龙池电站790MPa高强压力钢管安装



1



2



3



4

- 1 黄河小浪底水利枢纽3号导流洞工程
- 2 山西万家寨引黄工程连接段PCCP管输水工程
- 3 西安市长安区三水厂工程
- 4 双江口水电站100m级混凝土预制拱桥

水利水电施工

S H U I L I S H U I D I A N S H I G O N G

2009 · 第 1 期

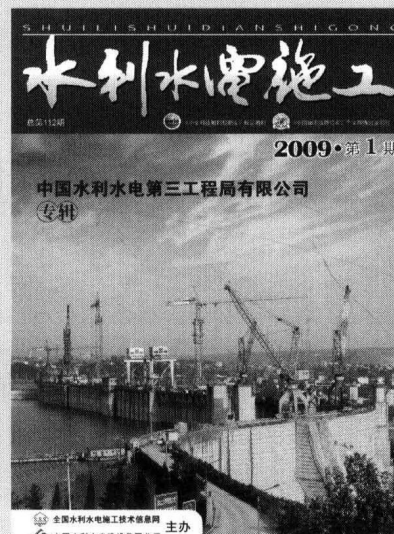
《中文科技期刊数据库》收录期刊 《中国知识资源总库》全文网络出版期刊

目 次

深化技术创新 全面提高水电三局科技工作水平	王鹏禹	1
改革开放三十年 科技兴局结硕果	李国欣	3
丹江口水库大坝加高新老混凝土结合面键槽切割施工	李东锋 焦继轩	5
丹江口水库大坝右岸加高工程新老混凝土结合面施工期安全监测	李 磊 岳 鹏	7
拉西瓦水电站进水口滑模施工技术	许建军 王兆胜 李 志	12
西龙池抽水蓄能电站超长斜井的测量方法	皮高华	16
京沪高速铁路精密工程测量控制网复测设计要点	刘文锋	19
小湾水电站双曲拱坝混凝土配合比试验研究及应用	李道军 陆 剑	23
小湾水电站右岸高边坡开挖支护施工技术	张国栋	28
双江口水电站绰斯甲河大桥预制拱箱快速吊装施工技术	刘斌洲 贾高峰	31
乌金峡水电站二期围堰高喷防渗墙施工难点及对策	陈进心 廖 勇 负双基 陈传军	34
皂市水库金家沟堆积体抗滑桩预应力锚固技术的应用与研究	邓德彬 范志林	37
株洲航电枢纽工程 7 号风化槽基础处理	陈进心	41
景洪水电站双掺料水工混凝土施工应用技术研究	谢凯军 李建平 王 永 赵仁安	44
MgO 低热微膨胀混凝土在蜀河水电站工程中的应用	毛志红 焦继轩	48
超高水头保压浇筑蜗壳二期混凝土施工技术研究	赵 刚 刘加华 张永东	52
大型弧形闸门制造焊接技术与质量控制	张 民	56
锚杆无损检测在官地水电站左岸导流洞中的应用	刘敏静	61
预制钢筋混凝土模板在大型悬臂结构中的应用	葛云鹏 王 磊 尚立明	64
化学灌浆在钢衬接触灌浆施工中的工艺控制	李建伟	69
控制风电机组塔架组装中法兰焊接变形的工艺措施	张 民 邹振忠	71
20t 平移式缆机溜钩事故分析与处理	张徐章 薄应斌	74
自制固定式缆机的应用探讨	张徐章 沈 钧	77
起重机械安全评价研究	孙细安	79
浅谈对国外工程项目施工的一点认识	焦继轩	82
水利水电工程施工合同索赔的矩阵分析	王保麟	84

试论水电工程项目施工管理和成本控制

..... 张国栋	90
“调价公式法”在水电施工合同管理中的特殊应用及思考	
..... 郑亚飞	92
水电施工项目内部经济承包方式探讨	
..... 王亚菊	96
浅谈水利水电工程结算中的几个问题	
..... 李谦风	99



封面图片:丹江口大坝加高工程施工

主管单位:
中国水利水电建设集团公司
主办单位:
全国水利水电施工技术信息网
中国水利水电建设集团公司

编 审 委 员 会

顾 问:	马洪琪	张超然	付元初	梅锦煜
主 任 委 员:	孙洪水			
副 主 任 委 员:	冉贤厚	宗敦峰	郭光文	
委 员:	夏仲平	孙志禹	吴国如	郑桂斌
	楚跃先	李 伟	常满祥	王鹏禹
	席 浩	吴高见	厉建平	但 东
	涂怀健	王琳瑞	陈 茂	钟彦祥
	李秋生	杨 涛	和孙文	何小雄
	刘永祥	肖恩尚	赵春秀	缪昌文
	刘家平	杨伟国	周世明	常焕生
	龚长清	衡富安	马如琪	朱镜芳
	夏可风	马军领		

图书在版编目 (CIP) 数据

水利水电施工.2009年第1期/全国水利水电施工技术信息网编.—北京:中国电力出版社,2009.2
ISBN 978-7-5083-8404-7

I. 水… II. 全… III. ①水利工程—工程施工—文集
②水力发电工程—工程施工—文集 IV. TV5-53

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2009)第 015825 号

编 辑:《水利水电施工》编辑部
主 编:宗敦峰
副 主 编:楚跃先
责任编辑:康明华 杨伟国 韩世韬
出 版:中国电力出版社
印 刷:北京博图彩色印刷有限公司
定 价:8.00 元



深化技术创新 全面提高 水电三局科技工作水平

中国水利水电第三工程局有限公司总工程师 王鹏禹

近几年，在集团公司的正确领导下，水电三局领导高度重视科技工作的发展，为市场开发提供了技术支持，保证了在建项目的良好履约。同时培养了大批技术骨干，完成了大批科研项目，获得了多项集团公司级以上科技进步奖，产生了大批优秀论文。这本专集仅是近两年论文的一次集中展示。借此机会，我对多年来支持和帮助中国水利水电第三工程局有限公司（以下简称公司）科技工作的领导、专家和同仁表示衷心的感谢。下面介绍公司今后科技工作的一些设想，希望得到大家的批评指正。

1 进一步完善技术创新体系

1.1 建立以企业技术中心为主体的技术创新体系

适应公司区域化、专业化管理和国际业务优先的新型生产经营模式，建立技术创新体系，完善技术创新有效模式，统筹创新资源，完善创新机制，落实资金保障是公司今后科技工作的中心任务。取得省级企业技术中心认定，逐步建立以企业技术中心为主体的技术创新体系，尽快建立起以设计研究院和大型施工项目为主体的技术创新模式。

设计研究院通过对全公司测量人员的整合工作，做大做强公司的测量总队。测量总队作为设计研究院的实体之一，除保证全公司在建项目的测量工作外，还应提高公司的测量技术水平和工作质量，对外承揽专业测量任务，不断壮大设计研究院的力量。同时加强设计研究院的设计队伍建设，提高设计研究人员的设计能力和技术水平。通过上述措施，逐步将设计研究院打造成全公司的技术中心，使公司的省级企业技术中心落地生根，实体化，成为全公司集科研、设计、咨询、试验、测量于一体的技术中心，成为公司技术攻关、科研工作和带有全局性的大的技术开发工作的中心。

按照区域化、专业化管理模式，建立“公司—区域（专业）分局—项目部”三级科技管理模式。由公司负责制定科技工作的整体战略及管理办法、制定项目立项、实施指导、鉴定及结题评审、重大项目的施工组织设计评审、公司级专业总工的评聘和管理工作。区域（专业）分局应根据区域内项目的特点，制定自己的科技工作重点和目标，负责科研项目的申报、立项项目的实施监督、一般项目的施工组织设计审批、分局级专业总工的评聘和管理工作、建立分局级人才库。大型施工项目有技术创新的需要，施工中遇到的很多难点需要技术创新解决，这是今后技术创新的落脚点和关键，应充分发挥区域（专业）分局技术分中心在公司技术创新中的作用。

1.2 完善科技工作管理办法，进一步推动科技工作制度化、规范化、标准化

- (1) 加强科技管理工作的制度化建设。
- (2) 通过制度建设，进一步规范公司科技工作的每一个环节，达到标准化管理的目的。
- (3) 完成《在建项目施工组织设计编制评审指导意见》、《科研经费收支管理办法》、《专业总工程师

评聘管理办法》编写,修订《科技工作年度考核办法》等不适合新管理模式的相关文件。

1.3 积极参与集团公司、行业协会组织的各项工作,扩大我公司的对外影响力和核心竞争力

(1) 认真组织完成《水电水利工程场内交通施工技术规程》的编写。

(2) 积极参加、认真组织由全国水利水电施工技术信息网组织的《水电水利工程施工技术全书》的编写工作,公司作为《混凝土工程》篇的主编单位之一,全公司上下高度重视,精心组织,挑选能力强、有责任心、勤于写作的同志参与。

(3) 认真组织工法的编写工作,逐步构建相对完整的工法体系,推动公司施工水平的提高。

(4) 积极参加行业学会、协会工作,扩大我公司知名度。

2 加大技术创新的力度

以培育公司品牌优势、提高核心竞争力为出发点,科学确定技术创新的战略目标和实施方案,尤其是在科研项目、论文发表(专、增刊形式)上要侧重考虑彰显公司优势的施工领域,如抽水蓄能电站的输水系统和机组安装、PCCP的施工、碾压混凝土施工、试验与研究等方面。要在科技工作安排上切实提高技术创新的适用性、贡献度和带动力。

2.1 提高技术创新的带动力

要充分发挥技术在公司发展中的带动作用,巩固和发展现有的技术优势,不断加快在核心技术领域、关键技术领域的研发和技术改造与推广,不断提高原始创新、集成创新和引进消化吸收再创新能力,培育和形成公司的技术优势,使技术创新成为公司可持续发展的动力。

2.2 提高技术创新的适用性

公司的技术创新要面向施工项目,要以解决施工中遇到的重点难点问题为出发点,加强有针对性的先进适用的施工技术的开发和应用,重点开发高面板堆石坝、高碾压混凝土坝、大型地面厂房、大型实验室,扩大技术积累,使技术创新适应公司发展的需要。

2.3 提高技术创新的贡献度

要不断提高技术创新产出与投入的比例,提高技术创新对公司综合效益的回报率,要在科研项目立项时把有限的资源投入到产出和回报比较大的关键项目上。要加快技术成果转化,加大转化力度,加快转化速度,改变过去重开发、轻转化、转化率低、周期长的状况。确保技术成果尽快形成生产力和竞争力,提高技术成果对企业价值的贡献度。要加大技术引进和推广力度,近几年集团公司已完成了一大批科研项目,我们要学会借鉴,善于借鉴,不搞重复立项、重复研究,减少资源投入。要虚心学习兄弟单位的先进技术,要增加内部技术交流工作,加强先进技术的辐射能力。

3 强化施工组织设计编制和施工方案的落实

项目要实现精细化管理,技术方案的作用将进一步突出,我们要认真落实施工组织设计的编制工作,加强施工方案的评审工作,强化经评审合理、先进的施工方案的落实。要按照“以技术为先导、以方案为主导”的原则,向方案要进度,向方案要安全,向方案要质量,向方案要效益,切实将施工方案的优化贯穿于施工组织的全过程中,实现施工要素和资源的优化合理配置。在新的区域管理模式下,各区域(专业)分局应集中部分优秀的专业技术人才,建立自己的人才库,形成施工方案评审队伍和评审体系,及时对分局内各项的施工方案进行调整优化、评审批复。公司也将尽快建立以公司级专业总工程师组成的专家团队,配合各区域分局解决重大技术难题和大型、特大型项目施工方案的评审工作。

4 高度重视人才的培养使用

通过评聘公司级专业总工程师和分局级专业总工程师,建立分级人才库,把能力强、责任心强的人才从具体项目中释放出来,让他们到各项目巡回指导。哪个项目有难题,需调整施工方案,他们就到哪个项目去。利用他们的知识、经验和智慧,最大限度发挥他们的作用。

加大高端人才引进,解决高端人才的待遇问题,以逐步提升公司技术中心的实力,带动全公司科技水平的提高。

改革开放三十年 科技兴局结硕果

——中国水利水电第三工程局有限公司科技进步三十年回眸

中国水利水电第三工程局有限公司 李国欣

改革开放的三十年，是水电三局坚持科学发展观，实现大发展大跨越的三十年，在改革开放的大潮中，水电三局摆脱了计划经济体制的束缚，提出了“科技兴局”的发展战略，依靠科技创新和技术优势，积极参与市场竞争，先后承建、参建国内外水电站近百座，参与大型非水电项目施工 80 余项，在取得一系列的科研成果的同时，承建的项目也多次荣登国家及省部级优质工程的名册，谱写了企业科学发展的新篇章。

1978 年，以党的十一届三中全会为起点，中国从经济体制的改革入手，形成了内部改革、对外开放的全方位改革开放格局。1980 年 3 月召开的中国科协第二次全国代表大会，是科技工作进入发展新阶段的里程碑。这一年，水电三局在安康召开了首届科学技术大会，提出了发展科学技术、服务工程建设理念。20 世纪 80 年代初至 90 年代中期，在石泉、安康水电站施工中，水电三局紧紧围绕“科学技术是第一生产力”的主题，通过增强自主创新能力，积极开展“四新”推广，立足于技术革新和设备改造，在巩固提高原有专业技术水平的基础上，攻克了一系列技术难关，在安康水电站施工中应用潜孔钻进行大规模预裂爆破，采用了预应力锚索和滑模施工工艺，这些技术工艺通过不断的完善和改进，至今仍然在边坡开挖、大型水利建筑工程、桥梁道路等工程中得到广泛应用；自行研制了多功能整体悬臂大型钢模板、反循环钻、潜孔钻除尘装置等新材料、新设备，大大降低了劳动强度，提高了生产力；成功研制了混凝土资料微机管理系统、大坝观测资料计算机处理系统等，取得了显著的经济效益和社会效益。70 年代建成的安康 128m 高的重力坝和石门 98.7m 高的双曲拱坝，在当时有较高的科技含量。水电三局多位专家参加了《水利水电工程施工手册》的编写。

进入 90 年代，通过多年的基础积累和技术攻关，水电三局在大坝混凝土浇筑、大坝地基基础处理、特殊地质化学灌浆、高坝边坡开挖、预应力锚索、碾压混凝土等方面形成了系统的施工工艺。水电三局有多位技术专家参与国家和行业水利水电工程规范的编写，为水电三局赢得了荣誉。

这个时期，水电三局承建的石泉水电站被评为电力部优质工程，汉中石门水电站获电力部优质工程，承建的安康水电站被评为建设部优质工程，承建的黄河大峡水电站被评为优质工程。安康水电站坝基复杂地基化灌处理技术研究、化学灌浆泵研制、工程掺用粉煤灰降低混凝土水化热节约水泥等科技成果分别获得电力工业部科学技术进步奖。这个时期，水电三局的技术创新和科技成果转化工作取得长足进步，科技创新的能力和水平得到了提升。

进入 21 世纪，水电三局科技工作逐步走上了正轨，水电三局在市场竞争中也赢得了一席之地，承建了黄河小浪底水利枢纽工程、三峡右岸厂坝工程、长江大堤隐蔽加固工程、合徐合安高速公路工程等项目。水电三局科技工作人员立足在建项目，紧紧围绕生产经营，站在国际水电施工技术发展的前沿，针对大型、特大型水利水电工程关键技术展开科技攻关工作，取得了一系列科研成果。在小浪底工程施

工中,成功攻克了特殊地质条件下洞群开挖的技术难题,3号导流洞被评为优质工程。在三峡工程施工中,成功运用了水平光面爆破工艺和预应力锚固工艺,开挖出的左岸七墩六槽得到坝工界泰斗张光斗先生的赞誉。在长江大堤隐蔽工程施工中,成功应用了防渗墙技术、截渗墙技术和土工膜技术,承建的同马大堤、荆南大堤、黄冈大堤得到了长江水利委员会专家的好评。

从客观上讲,这一阶段的水电三局还处于市场化转型时期,一方面要闯市场、求生存,一方面要抓改革,保稳定。科技工作曾一度面临人力资源短缺、经费投入不足的困难。虽然取得了不少的业绩,但科技工作并未形成强势作用。自2005年以后,水电三局制定了科技工作的方针和指导思想,把科技工作摆在十分重要的位置,通过科技人员的不懈努力,科技工作得到了全局上下前所未有的重视和发展。实现了立项、中间检查、鉴定、验收、结题与国家标准进行接轨,将立项项目与行业前沿技术及重大“四新”推广项目相结合,提高科研项目的立项门槛,完善科研项目合同管理、科技经费统征统支和年终结算三项措施,保证经费投入。科技工作的标准化、制度化、规范化建设取得了长足的进步。

这些措施有力推动了全局科技创新的积极性,激发了科技人员的工作热情。2005年以来,水电三局科研力量不断增强,所获得的科技成果从少变多,一年比一年丰富。2006年2项科研成果分获集团公司特等奖、三等奖;获得电力行业一等奖1项,创国家级同行业企业新纪录7项。同时5篇论文获集团公司优秀论文,有7篇论文在《中国水力发电年鉴》发表。2007年,水电三局获得了国家和省部级优秀工程奖7项;获得行业科技进步奖1项,集团公司科技进步一、二、三等奖各1项;创企业世界新纪录2项,创全国新纪录6项;承担了1项电力行业标准的主编任务、5项电力行业规范的参编任务;编制了6项电力行业工法,全部获集团公司工法,其中5项获国家级工法。2008年获省部级科技进步二、三等奖各1项;获集团公司科技进步二等奖3项、三等奖2项。

为了使科研成果转化为生产力,实现无缝链接,水电三局依托向家坝、拉西瓦、景洪、西龙池、丹江口等一批具有相当规模和施工技术难度较大的水电建设项目,为科技工作构建了广阔的平台。在此期间,完成技术革新改造、“四新”推广、合理化建议26项,取得经济效益2906.18万元;优化施工组织设计21项,取得经济效益6832.35万元;优化施工方案27项,取得经济效益2796.26万元。同时,一批新技术、新工艺、新材料、新设备得到了应用。水电三局承建的各项目也竞开“科技花”,南水北调中级渠首工程丹江口大坝加高项目,完成了新老混凝土结合等八大技术难题的研究和施工,解决了关键性的技术难题,取得了突破性的成果;水电三局独家创造的大型PCCP隧洞安装工艺,在南水北调北京段工程中又刷新了全国的新纪录,进一步巩固扩大了市场的影响力;全国最高水头、最大压力的西龙池无支墩蜗壳打压浇筑二期混凝土及机组安装调试科研项目,攻克了关键性技术难关。这些科研项目,不仅解决了施工中的技术难点,也为逐步培育企业核心竞争力奠定了基础。

这个阶段,水电三局承建、参建的项目获得多项国家省部级表彰和荣誉。参与承建的公伯峡水电站获得2007年度中国建筑工程鲁班奖、“江河源”杯优质工程奖和中国电力优质工程奖;承建的小峡水电站获得2006年度中国电力优质工程奖,并获得甘肃省建设工程“飞天金奖”;参建的黄河沙坡头水利枢纽工程荣获2007年中国水利工程优质工程奖大禹奖。这些国家级大奖不仅展示了水电三局的实力,也提升了水电三局的知名度。科技真正成了水电三局前行的推进器。

随着水电三局科技工作的深入开展,在2008年召开的科技工作会上,水电三局又制定了新的发展目标:以取得科研成果为目的,建立健全科技管理体系建设,加大科研经费投入,培养科技人才队伍,全面推进科研管理的制度化、规范化、标准化。按照这一思路,水电三局积极整合科技资源,参与行业技术管理,大力推进技术创新工作,在“新设备、新材料、新工艺、新技术”上推动科技成果的转化、吸收,使之转化为效益。重点打造“PCCP长隧道安装”“790MPa级高强钢压力钢管现场自动焊”“三局实验室”“三局电站厂房”“大倾角超长斜井高精度开挖”“混凝土老坝改造加高消缺”的行业施工品牌。

三十年弹指一挥间,成绩属于过去。展望前景,三局人正满怀信心,攀登科技新高峰!

丹江口水库大坝加高新老混凝土结合面键槽切割施工

李东锋 焦继轩/(中国水利水电第三工程局有限公司)

【摘要】 丹江口水库大坝加高工程是在原坝的基础上进行下游贴坡混凝土和坝顶加高混凝土施工。为改善新老混凝土结合面黏结情况和传递受力情况,需要在老坝体混凝土面上切割出键槽。实际施工中采用了大功率液压圆盘锯切割加钻孔静力膨胀相结合的施工工艺,保证了键槽切割的施工质量和施工进度,又降低了施工成本。

【关键词】 丹江口大坝 加高工程 盘锯 静态爆破 键槽切割

1 引言

丹江口水库大坝加高工程是南水北调中线水源工程的重要组成部分之一,位于湖北省丹江口市。丹江口水利枢纽由两岸土石坝、混凝土坝、升船机、电站厂房等建筑物组成。初期工程于1973年建成,正常蓄水位157m,坝顶高程162m。大坝加高后水库正常蓄水位170m,总库容339.1亿 m^3 ,加高工程主要是在原混凝土坝的基础上进行下游贴坡(加厚)和坝顶加高14.6m,工程为I等工程。丹江口大坝加高工程是在原枢纽正常运行条件下的大坝加高,特殊技术问题多,新老混凝土的结合是工程的技术重点和难点。施工中需要重点解决新老混凝土结合面,以利于新老坝体结合成整体。其中在老混凝土面设置键槽就是保证良好传力的措施之一。

2 新老混凝土结合面新增键槽设计

丹江口水库大坝加高工程要求新老混凝土结合缝面能传递压应力、剪应力和有限的拉应力。通过大量仿真计算分析与原型监测结果分析,大坝加高后新老混凝土结合面工作状态结论基本一致,结合面键槽对传递压应力、剪应力和有限的拉应力起了其他结构措施不可替代的作用,为尽可能减少新老混凝土结合面脱开程度,必须在初期工程下游坝坡面没有预留键槽部位人工增设新键槽。

新老混凝土结合面新增键槽按水平布置,排距1.5m,断面为不等边三角形,键槽长边投影70cm,短边

投影40cm,深30cm(见图1)。

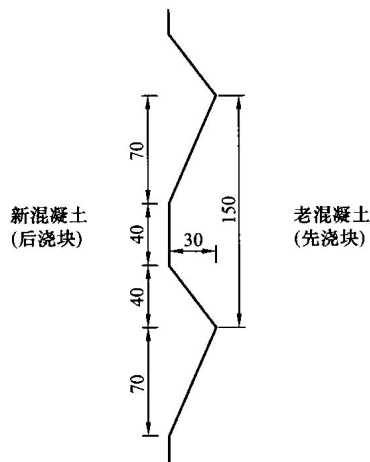


图1 人工键槽设计图(单位:cm)

3 新增键槽施工特点

丹江口大坝加高工程新老混凝土结合面新增键槽施工具有以下特点:

(1) 南水北调中线丹江口大坝加高工程施工期间,因为原枢纽都在正常运行,所以新增键槽施工不能对大坝造成冲击、不能损伤大坝主体结构,因此只能采用静力法割除混凝土。

(2) 新增键槽的部位位于老坝体下游斜坡面和直立面上,基本上全部为高空作业,施工难度很大。

(3) 键槽切割深度大,尺寸精度要求高;键槽切割工

程量大,因混凝土浇筑工期紧张,键槽切割需要在贴坡混凝土浇筑的间歇期进行施工,需要协调解决好键槽切割施工同老混凝土面凿毛、混凝土备仓浇筑等施工作业的关系,减少相互间的干扰,施工难度大,技术要求高。

4 一般施工方法及其不足

由于大坝加高施工期大坝还在正常运行,设计要求在新增人工键槽施工时不得对大坝产生震动冲击和对结构造成损伤,只能采用人工或机械静力切割法形成键槽。

4.1 人工凿除法

人工凿除法是通过人工使用风镐将键槽混凝土从坝体凿除分离。该方法的不足之处是:工效太低;键槽成形尺寸不能满足设计要求;无法满足大规模施工的需要。

4.2 钻排孔法

钻排孔法是采用金刚石钻孔机械设备按键槽长短边的角度进行套接钻排孔,逐孔将键槽混凝土同坝体混凝土分离形成键槽。该方法的不足之处是:向上钻孔无法对机具进行冷却,对机具损耗大而且钻孔速度慢,工效太低;需要大量的人工和设备,无法满足大规模施工的需要。

4.3 钻孔静力膨胀切割法

采用机械设备按键槽长短边的角度进行钻排孔,在孔内填装该静力膨胀剂进行静力破碎分离。该方法的不足之处是:静力膨胀切割钻孔方向要求应尽可能做到与临空面平行,否则难以控制切割轮廓,施工不便,键槽长边需向上钻孔,无法填充静态破碎剂。要做到很好控制保留轮廓,工效低而成本较高。

4.4 大功率圆盘锯切割法

大功率圆盘锯切割法是采用大功率液压圆盘锯驱动直径为800~1600mm的金刚石锯片按照键槽两条边的角度对混凝土进行切割后,最大的切割深度为700~800mm,通过切割直接将键槽混凝土同坝体混凝土分离形成键槽。该方法的不足之处是:键槽两个边都采用切割,用于切割的设备和金刚石锯片投入较多,由于大型金刚石锯片和切割设备价格昂贵,键槽施工成本太高;切割设备需要两次安装,单条键槽施工时间较长,且切割形成的键槽面由于锯片高速消磨形成的面为光滑面,在浇筑混凝土前还需对键槽面做打毛处理,费工费时。

5 新增键槽快速施工方法

通过对各种施工方法的比较和现场工艺试验,施工中研究出了既能满足控制成本又能提高施工效率的施工工艺,即采用大功率液压圆盘锯切割加钻孔静力膨胀相结合的施工工艺。键槽下部面采用HILTI公司生产的D-LP32/DS-TS32钻石墙锯或德国布朗公司WS-450H型全液压大功率液压圆盘锯切割,上部键槽面采用钻孔后灌注静态爆破剂(又称无声破碎剂),通过静力膨胀将

键槽混凝土同坝体混凝土分离后形成键槽(见图2)。其施工方法由四个步骤组成:

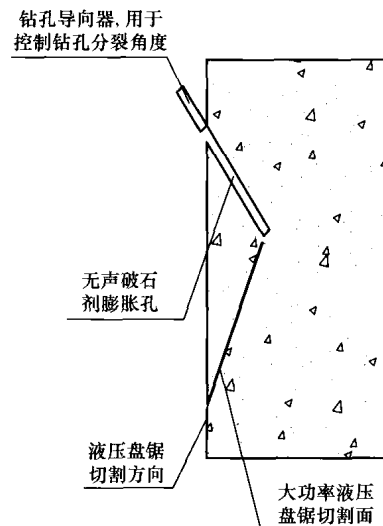


图2 施工方案示意图

5.1 安装支架和轨道

由于键槽的两个面同老混凝土面存在一定的夹角,为了保证该角度尺寸,一方面设计专用支架,用于安装大功率液压圆盘锯行走轨道;另一方面设计快速钻孔定位器,定位器可快速地安装在专用支架上,来控制上部键槽面的钻孔角度。根据不同键槽的设计角度,制作定位器控制的角度范围为 $20^{\circ}\sim 90^{\circ}$ 夹角。

5.2 用液压盘锯对键槽下部面进行切割

安装大功率液压盘锯对混凝土进行切割,根据切割深度,分别采用直径800~1600mm几种规格的金刚石锯片逐步切割至需要的深度,将键槽下部同坝体混凝土分离。

5.3 钻静态爆破剂孔

在支架上安装快速钻孔定位器,用手风钻通过定位器钻孔,钻孔深度同键槽上边长度。

5.4 灌注静态爆破剂膨胀分离键槽混凝土形成键槽

将配置好的静态爆破剂,灌注到钻好的孔中。通过静态爆破剂反应膨胀将键槽混凝土同坝体混凝土分离,即可形成键槽。

施工工艺流程图见图3。

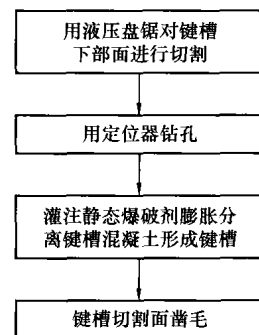


图3 施工工艺流程图

(下转第15页)

丹江口水库大坝右岸加高工程新老混凝土结合面施工期安全监测

李 磊 岳 鹏/(中国水利水电第三工程局有限公司)

【摘 要】 南水北调中线丹江口水库大坝加高工程是在原老坝基础上进行的加宽加高施工,新老混凝土的结合问题是人们非常关注的问题。为了解新老混凝土结合面的状况并验证新老混凝土的整体性,在丹江口水库大坝右岸加高工程施工中安装了相关的安全监测仪器,对新老混凝土结合面变形情况进行了跟踪监测,取得了较好的监测效果。

【关键词】 安全监测仪器 新老混凝土结合面 监测

1 工程概况

丹江口水库大坝加高工程是南水北调中线水源工程的重要组成部分之一,位于湖北省丹江口市汉江干流与支流丹江的汇合处下游约 800m,控制流域面积 95 200km²。丹江口水利枢纽由两岸土石坝、混凝土坝、升船机、电站厂房等建筑物组成,初期工程于 1973 年建成,正常蓄水位 157m,坝顶高程 162m。河床坝段高程 100m 以下坝体已按大坝加高后正常蓄水位 170m 建成。丹江口水利枢纽大坝加高工程为 I 等工程。大坝、电站厂房及其引水建筑物和通航建筑物的挡水部分等主要建筑物均为 1 级建筑物。升船机通航等级为五级,其主要建筑物为 2 级建筑物,次要建筑物为 3 级建筑物。

大坝加高后水库正常蓄水位 170m,校核洪水位 174.35m,总库容 339.1 亿 m³。大坝加高后水库主要任务是防洪、供水、发电和航运。供水主要任务是为向华北跨流域供水和本流域灌溉用水提供水源。电站装机容量 900MW,通航建筑物可通过 300t 级驳船。大坝加高前、后水库主要特征指标见表 1。

2 新老混凝土的结合是本工程的重点和关键问题之一

丹江口水库大坝是我国 20 世纪 50 年代自行设计、自行施工、具有防洪、发电、灌溉、航运等综合利用的

表 1 丹江口水库主要特征指标表

名 称	单 位	初期工程	大坝加高工程
坝顶高程	m	162.00	176.60
正常蓄水位	m	157.00	170.00
相应库容	亿 m ³	174.50	290.50
死水位	m	140.00	150.00
相应库容	亿 m ³	76.50	126.90
极限消落水位	m	139.00	145.00

水利工程。运行三十余年来,曾经历过多次特大洪水的严峻考验,工程运转正常,完全达到了设计指标。就本工程而言,主要是在老混凝土面上进行大面积的贴坡加高施工,因此新老混凝土的结合是该工程的重点和关键问题之一,通过对长期的监测资料分析反映新老混凝土结合状况,对研究和总结新老混凝土结合的工程措施具有重要意义。

3 安全监测仪器在新老混凝土结合缝中的布置和施工

在南水北调中线丹江口水库大坝右岸加高工程的施工过程中,新老混凝土的结合是人们非常关注的问题,新老混凝土的龄期不同,弹性模量不同,如何才能及时了解混凝土结合面的变形情况?目前最好的方法是在事先设计监测坝段的新老混凝土结合部位中布置测缝计和

锚杆应力计等安全监测仪器。通过监测数据来反映新老混凝土内部结合面的变形情况,例如水电三局设计院在正在实施的丹江口大坝右岸加高工程安全监测项目中,共安装埋设了 180 余支电阻式温度计、60 余支光纤光栅温度计、40 余支测缝计、20 余支锚杆应力计等共计 350 余支安全监测仪器,用以监测整个大坝的内力结构变形和新老混凝土结合面变形监测,而在整个新老混凝土结合部位共安装布置测缝计和锚杆应力计 60 余支。占到缝面监测仪器总数的 90% 左右。由此可见安全监测仪器在丹江口大坝新老混凝土结合面施工中的重要性。

针对不同的安全监测施工项目,有针对性地重点加强监测,掌握水工建筑的安全性能状态,防止新老混凝土温差加大,避免裂缝的产生。针对丹江口工程的特点,已经专门有针对性地在新老混凝土结合部位安装布置了安全监测仪器,目前已经取得了较好的监测效果。

3.1 安全监测仪器在新老混凝土结合面的设计布置

根据丹江口大坝右岸混凝土坝安全监测施工布置图纸的要求,针对丹江口大坝加高工程的特点,设计选取

右 1 号、右联 7 号、深孔 10 号坝段为大坝加高后混凝土结构内力主要监测坝段,而新老混凝土结合缝监测、混凝土内部温度监测更是丹江口大坝右岸混凝土坝安全监测工程的重要监测内容。

(1) 右 1 号坝段的监测仪器布置情况:设计在右 1 号坝段选取 2 个监测断面,为 I-I 和 II-II 重点监测断面, I-I 断面主要在新老混凝土结合部位布置了 3 套测缝计和 20 余支电阻式温度计及其他内力监测仪器。II-II 监测断面则主要布置了 11 层共 66 支光纤温度计,用于施工期混凝土温度控制监测。

(2) 深孔 10 号坝段的监测仪器布置情况:在深孔 10 号坝段选取 2 个监测断面,为 I-I 和 II-II 重点监测断面。I-I 断面主要在深孔 10 号坝段新老混凝土结合部位布置了 6 套测缝计和 40 余支电阻式温度计及其他内力监测仪器。II-II 监测断面则主要布置了 5 层共 45 支电阻式温度计,用于施工期混凝土温度控制监测。

(3) 右联 7 号坝段的监测仪器布置情况:在右联 7 号坝段选取 1 个 I-I 监测断面,主要布置了 7 套测缝计和 20 余支电阻式温度计及其他内力监测仪器,如图 1 所示。

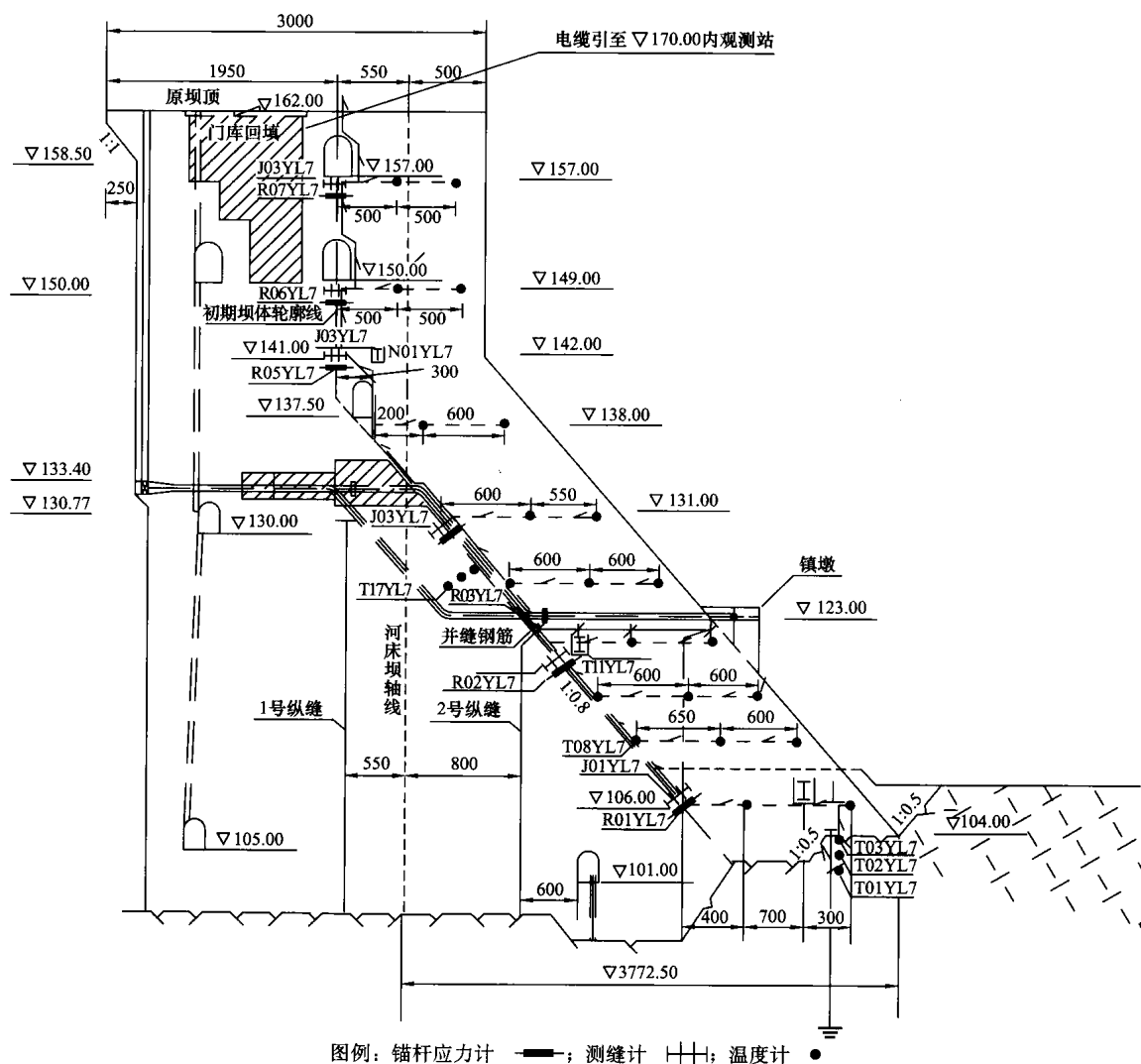


图 1 右联 7 号坝段高程 162m 以下监测仪器布置示意图 (高程单位: m, 尺寸单位: cm)