

# 太平驿水电站地下厂房的快速施工

杜亚玲

(中国水利水电第十工程局, 四川都江堰, 611830)

**摘要** 太平驿水电站地下厂房由28个洞室群组成, 具有尺寸大、洞室交叉多、锚喷量大和设置岩壁吊车梁等特点。地下工程实际开挖工期22.5个月, 完成洞(明)挖、锚喷和 $2 \times 125$  t桥吊, 比合同工期提前近2个月; 59 d完成了钢管安装816 t, 比合同工期提前了2个月; 尾水工程比合同工期提前1年; 工程开工至首台机投产仅用了39个月。工程质量优良, 施工中无重大安全事故。通过这一大型而复杂的地下厂房施工, 提高了技术、管理水平, 锻炼了队伍, 提高了企业综合实力。

**关键词** 太平驿水电站 地下厂房 快速施工

## 1 概述

太平驿水电站设计水头108 m, 引用流量 $250 \text{ m}^3/\text{s}$ , 装有4台混流式立轴水轮发电机组, 单机容量65 MW, 总装机260 MW, 保证出力105 MW, 多年平均年发电量17.2亿 $\text{kW} \cdot \text{h}$ 。厂址位于岷江左岸213国道997 km里程附近, 上距汶川县城48 km, 下至成都市99 km。

由中国水利水电第十工程局中标承建的电站厂区枢纽(调压井以下)工程, 除开关站、变电站外全部布置在水平埋深120~150 m、垂直埋深170~240 m的山体内。主要由一组纵横交错、上下重叠的地下洞室群组成。岩体为闪长岩、网状花岗闪长岩。岩质坚硬, 岩体微裂隙发育, 部分岩脉受构造挤压破碎, 以I、II类围岩为主。

### 1.1 地下厂房组成及特点

该地下厂房由高压管道主、支洞, 主、副厂房, 主变室, 排风洞, 主变排风洞, 出线洞, 10 kV 配电装置尾闸室, 母线洞, 电缆洞, 通风洞, 交通洞, 尾水连接洞, 尾水主、支洞等28个洞室组成。其主要特点有:

(1) 交叉洞室多: 与主副厂房交叉洞室17个; 与10 kV 配电装置尾闸室交叉洞室15个; 与主变室交叉的洞室7个。纵横、上下洞室交叉口35个。

(2) 洞室尺寸大: 主副厂房长度110.7 m、跨度19.7 m、最大高度41.945 m, 主变室、配电装置尾闸室与交通洞正交的四岔口最大跨度18.8 m、高度15.1 m。

(3) 顶拱、边墙以锚喷支护为主: 除四岔口、高压管道和大部分尾水洞段为混凝土衬砌外, 其余地下洞室的顶拱和边墙均采用锚喷混凝土(其中85%为挂网喷混凝土)作为永久支护。

(4) 设置了岩壁吊车梁: 主厂房、安装间及尾闸室均设置了岩壁吊车梁。

### 1.2 地下厂房主要工程量

(1) 土建部分: 覆盖层开挖及石方明挖 $3.1 \text{ 万 m}^3$ , 石方洞挖 $22 \text{ 万 m}^3$ , 喷混凝土 $6200 \text{ m}^3$ , 锚杆3.1万根, 混凝土浇筑 $6.5 \text{ 万 m}^3$ 。

(2) 金属结构制安: 高压管道主、支管816 t, 尾水闸门槽5套, 尾水闸门3道。

(3) 机电安装: 65 MW 水轮发电机组4台及其相应的电、水、油、气设施。

合同工期要求: 1991年8月1日开工, 1994年12月20日第1台机组发电, 1995年2月20日、5月20日、8月20日分别为第2、3、4台组发电时间, 1995年12月20日工程总竣工。

## 2 地下厂房的施工实绩

(1) 自开工至1993年6月15日计22.5个月, 共完成明挖 $3.1 \text{ 万 m}^3$ 、洞挖 $22 \text{ 万 m}^3$ 的开挖工程; 完成了地下洞室群的所有顶拱及边墙锚喷工作; 完成了主厂房、安装间内一对岩壁吊车梁的施工; 完成了 $2 \times 125$  t的桥式起重机的安装调试并投入使用。有效工期提前2个月以上。

(2) 较计划工期提前2个月, 仅用59 d完成了大管径钢管、岔管及大型空间弯管在46°斜坡上自下而上的分节、组合、安装, 计重816 t。

(3) 较原合同计划提前1年完成尾水洞工程(含尾水出口闸门安装), 为1994年2台机组相继发电打下了基础。

(4) 地下厂房混凝土浇筑超计划、保质量、缩短了工期, 为安装创造了条件。土建施工队伍于1994年3月18日及5月30日, 较合同计划各提前近2

个月时间,将1、2号主机间混凝土浇至发电机层,为安装提交工作面。

(5)1号发电机组于1994年10月29日正式充水启动成功,1994年11月4日正式进入72h带负荷试运行。从开工至第1台机组正式投产发电,总计为39个月零7天。2号发电机组于1994年12月28日首次手动开机成功,30日正式进入72h带负荷试运行。实现了1年2台机提前发电的追加目标。1、2号机组分别较合同工期提前46d投产发电。3号机组发电机主要部件转子支架迟至1995年3月11日才运达施工现场,4月28日发电机转子即吊入机坑,5月12日3号机组正式充水启动。1号机转子入机坑至充水启动用了34d;2号机转子入机坑充水启动仅用18d;3号机转子入机坑至充水启动仅仅14d。创造了安装史上的新纪录。

(6)安全、质量双创优。在地下厂房近23个月的开挖施工中,无论是在高达百米以上高坡下开挖削坡挂口,还是在洞室群的22万 $m^3$ 洞挖之中,均无1人死亡,创造了“无血洞挖工程”。几年之中,入场的近百台机械设备及运输车辆,未发生过一起重大设备事故或车祸,未发生过一起火灾事故。重伤事故频率平均控制在8‰之内。施工质量方面,洞室群开挖边顶拱爆破半孔留痕率均达80%以上,岩壁吊车梁岩台开挖,爆破后半孔留痕率达91%。开挖工程的施工合格率为100%,优良率达90%。喷混凝土及混凝土浇筑在施工方及监理工程师的双重把关、严格要求之下,经“单元工程质量评定标准”检验,合格率为100%、优良率达86%。金属结构制安及机电安装合格率为100%、优良率为91%。

### 3 主要的做法和体会

(1)抓住机遇,组建灵活高效的施工管理体系。水电十局结束指令性任务已生存了多年,在市场竞争的激烈拼搏中做了努力的探索,逐步积累了一些在新形势下施工管理的教训和经验。太平驿水电站这一“家门口”工程的即将兴建,无疑是一次促使企业转换经营机制,加快局内改革步伐,增强十局生机和活力的良好机遇。十局党政领导决定抓住这一机遇,在相继中得大小4个标(首部人工砂石生产标、导流洞含引渠工程标、金属结构制作标和厂区枢纽工程标)之后,即在全局上下进行了总动员,要把“家门口”工程建成“窗口工程”、“争气工程”、“信誉工程”。按照项目法施工管理的思路,选定了项目负责人。抽调了有经验、懂管理,事业心责任感强的各

类专业干部,配备总工、总经,设立三部、二室、一站,定员30余人组建成立了局太平驿电站工程指挥部,实行指挥长负责制,全权代表局行使对所属工程的指挥、协调及经营管理权;并同时成立了指挥部党工委,负责整个项目的思想政治工作,发挥、保证其监督作用。十局太平驿电站工程指挥部组建后就及时制订了各部门各系统的各项规章和指挥部的各项管理制度。虽然几年之中因工作需要指挥长曾几度易人,但指挥部各部、室人员相对稳定,规章制度从不因人而异;只是随着不同施工阶段的不同矛盾及特殊问题的出现,逐步补充和完善。入场施工队伍(厂区高峰施工期场内达6支子项目队伍)看到指挥部政策具有一贯性和严肃性,制度严明,政策透明,服务、协调认真负责,指挥到现场的态度开明,决策及时,从而对局指挥部信赖放心,使指挥部能够做到令能行、禁能止,形成了较强的凝聚力和灵活高效的施工管理体系。

(2)优化组合,选择强将精兵的施工队伍。厂区工程施工队伍的选定:由曾担负过渔子溪二级电站厂区工程、天全禁门关电站工程、郫县三道堰取水工程、理县甘堡电站、下庄电站扩建工程的号称“常胜之师”的一分局二工区担负地下厂房土建施工;由闻名全国、并承担过多项国际工程的十局安装分局承担金属结构制作及厂区枢纽机电和金属结构安装工程;开关站、变电站、人行桥土建工程及部分尾水洞工程,小块切割给二分局施工;由四分局承担厂区工程砂石骨料的生产供应;由局内专业的灌浆队伍承担厂区灌浆工作。各支队伍均配备了施工经验丰富且年富力强的人员担任子项目经理,组织挑选骨干人员轻装上一线,改变了过去“一窝端”的作法,保证了施工队伍精兵强将到前线。

(3)科技领先,促进工程的优质快速施工。在地下厂房开挖中,我们采用了新奥法施工,光面爆破,锚喷混凝土支护适时跟进,促进了洞室开挖的轮廓尺寸,减少了围岩的扰动变形;预裂爆破与深孔梯段爆破的结合,中间拉槽领先,两侧保护层随后的开挖方法,有效地控制了爆破裂隙,保证了岩壁吊车梁岩台的开挖质量;水泥裹沙喷混凝土,确保了洞室顶拱及边墙的锚喷永久支护的施工质量;高压斜管混凝土施工悬空支模的成功,保证了斜管安装与混凝土浇筑上、下两个工作面的充分利用,使两个压力斜管施工这一关键工作面得以提前完工;压力钢管异形管段(弯管、岔管段)采用计算机计算下料,确保了钢管的制作质量;岩壁吊车梁采用“走出去、请进来”的学习态度,成立“攻关组”慎重对待,终于得以快速、

优质地建成,使桥式起重机能提前安装并投入使用,为机组安装提前发电奠定了基础;电气盘车装置在机组安装过程中的具体应用,保证了发电机定子、转子的干燥质量,先进的电气盘车工艺,提高了机组盘车质量,缩短了直线工期,为提前发电争得了时间;“瞬凝堵漏”工艺在地下厂房的成功应用,改善了洞室群潮湿的工作生产环境;多臂钻、独臂钻、爬罐、进口侧翻等快速开挖设备在地下厂房的合理配套使用,加快了开挖速度,保证了开挖质量;因洞挖轮廓控制好,我方提出的主变室顶拱由原设计混凝土衬砌改为喷锚永久支护等多项合理化建议的实施,减少了工序干扰,为电站建设赢得了关键工期和经济效益。科技成果、科技进步、新工艺、新技术在太平驿电站地下厂房的推广应用,促进了地下厂房工程的优质快速施工,真正发挥了其“第一生产力”的作用。

(4) 强化目标管理,调动子项目积极性。岩壁吊车梁的提前形成,桥式起重机得以提前安装投入使用,使地下厂房各个工作面的工作有了转机。我们及时抓住这一时机,将年计划目标及季度目标细分为各单项工程各工作面的月形象进度加产值的月目标。结合业主大目标激励方案的推行,我们将其分解为月小目标并将非大目标范围内的各工作面视其进展需要列为内部月目标,综合质量、安全、服从指挥部协调诸因素,分别核分,开展劳动竞赛,辅以物质鼓励。每月末检查、考核当月目标完成情况,核定得分得奖金额,同时布置、划定次月小目标及核分情

况。每周一次生产会及每天一次现场会上及时了解进展情况和需要解决的问题并及时决策。机电安装高峰时期,我们将月目标划小为旬目标,实行每旬末检查并布置下旬目标,使我们的子项目领导团体、班组长乃至每一个职工,都能及时清楚地了解各自范围的工作应达到的面貌、已完成的情况、差距有多大?质量、安全能否得满分?奖金额有多少。强化目标管理后,各子项目得分的高低从另一方面也反映出各自的管理水平和领导成员的综合素质的高低,从而调动了各子项目的积极性,激发了集体荣誉感。

(5) 团结协作,共创1年双机发电奇迹。四川华能太平驿电站的业主由一批懂技术、会管理的精明人士组成。抓住提前发电这一关键目标,竭力帮助、支持、理解各进场施工队伍,排除重重障碍,克服发电机组部件严重的质量缺陷、运输艰难、设计变动量大以及自然灾害威胁多等困难,在内行专家们组成的监理工程师的精诚协作下,推行“四位一体”,发扬团结协作精神,深入工地现场,协调解决具体问题,做了大量深入细致的工作,施工、业主、设计、监理四方齐心协力,竭尽全力,奋力拼搏,终于创造1年发电2台机,2台机均分别提前50d发电的奇迹。

作者简介

杜亚玲 女 中国水利水电第十工程局总工办主任 高级工程师  
曾任十局太平驿电站工程项目指挥部 指挥长

(收稿日期:1998-06-11)

## 四川省水电学会与省电力局联合举办

### 1998年水电科技夏令营

1998年7月5日至11日,四川省水力发电工程学会与省电力工业局联合主办了1998年水电科技夏令营。省水电学会科普专委会具体承办了此次青少年夏令营。7月6日,夏令营举行开幕式。省学会副理事长兼秘书长樊天龙、省电力局科技处杨纯龙处长等一行参加了开幕式,鼓励来自成都市西北中学、十二中、龚嘴电厂子弟校的30名营员,希望他们珍惜这次机会,了解水电工作者的工作、生活和取得的成就,加强对科学技术知识的掌握,注意安全,预祝夏令营活动圆满成功。

本次夏令营营长、原成都水电校党委书记、省水电学会科普专委会主任委员袁辅中向来自三所学校的30名高一、二年级优秀学生组成的营员宣布了夏令营的纪律和日程安排,到会的成都水电校团委书记、成都西北中学副校长等也在会上讲了话,开幕式后,全体营员与来宾合影留念。

准军事化管理的夏令营按预定日程参观了成都水电校水工模型、校庆展览,四川省调度局,进行了三次水电知识的

科普讲座,参观了宝珠寺水电站并游览了白龙湖,同宝珠寺电厂职工进行了联欢,营员们无不赞叹水电工人创造出的巨大财富,体会到科学知识的重要性。夏令营期间,营员们还游览了广元的名胜古迹,受到了一次很好的爱国主义教育。在完成了预定计划后安全返回成都的营员们,于11日上午进行了知识竞赛,评选出一、二、三等奖共计7名,评选出了优秀营员和优秀小队。在接着举行的闭营仪式上,袁营长做了精辟地总结,感受颇深。樊天龙秘书长代表学会也发表了热情洋溢地讲话,到会的领导向智力竞赛获奖者,优秀营员等颁奖。营员们也向辅导老师和学会赠送了纪念品,气氛十分热烈。闭营式后,营员、老师合影留念,增进了友谊,他们载歌载舞,感谢水电学会给予他们的这一次机会,感谢老师们对他们的关怀和照顾。营员们非常珍惜这次来之不易的机会,遵守纪律,服从指挥,注意安全。并用已经学到的科学知识,解决了旅途中遇到的实际问题。此次夏令营举办的非常成功。  
(国家电力公司成都院 李燕辉)

## ABSTRACT

### System Science and Technology

#### —Reviews on History and Tentative Plan for Future Reform in Our Bureau

Ma Shimian

(Chinese 10<sup>th</sup> Construction Bureau of Water Conservancy and Hydropower Engineering, Dujiangyan, Sichuan, 611830)

**Abstract** The paper describes great changes occurred with system reform and development of science and technology in the 10<sup>th</sup> Bureau. The views and suggestions are presented in relation to property right, improvement of internal structure, reform of three systems and prosperity of the Bureau by means of science and education.

**Key words** the 10<sup>th</sup> construction bureau, history, reform, tentative plan

#### Application of Tunneling Machine in Irrigation Project for Water Diversion from Datonghe to Qinwangchuan

Xue Jihong

(Chinese 10<sup>th</sup> construction Bureau of Water Conservancy and Hydropower Engineering, Dujiangyan, Sichuan, 611830)

**Abstract** Main parts, backup, auxiliary facilities and construction organizations for tunneling machine used in irrigation project for water diversion from Datonghe to Qinwangchuan are introduced. The problems of the tunneling machine in construction and improvement in construction method are summarized. Rapid construction rates will be achieved by using tunneling machine in long tunnel at hydropower project.

**Key words** double shield, tunnel boring machine, backup, construction technique, construction organizations, construction method

#### Application of RCC for Dam Construction at Huatan Hydropower Station

Liu Qiang

(Chinese 10<sup>th</sup> construction Bureau of Water Conservancy and Hydropower Engineering, Dujiangyan, Sichuan, 611830)

**Abstract** RCC technique for dam construction is playing an important role with its unique advantages. The paper gives a description in detail on RCC raw material test, mix design, intermediate test and selection of various construction methods and parameters in construction of the Huatan RCC dam.

**Key words** RCC, mix design, Vc value, compactness, quality

#### Damage Analysis on Material for Hydraulic Metal Structures

Nai Deyuan

(Chinese 10<sup>th</sup> construction Bureau of Water Conservancy and Hydropower Engineering, Dujiangyan, Sichuan, 611830)

**Abstract** Damage ratio of material for hydraulic metal structures during manufacture is analyzed according to practical experience. The proposed damage ratio is provided for the reference to manufactory.

**Key words** penstock, gate, damage ratio of steel

#### Rapid Construction for Underground Powerhouse at Taipingyi Hydropower Station

Du Yaling

(Chinese 10<sup>th</sup> construction Bureau of Water Conservancy and Hydropower Engineering, Dujiangyan, Sichuan, 611830)

**Abstract** The underground powerhouse at the Taipingyi hydropower station is consisted of 28 caverns with large size, many cavern intersections, large amount of rock bolts and shotcrete and crane beams on rock wall. The actual construction period for underground project (22.5 months) meets that specified in the Contract two months ahead of time, in which tunnel excavation, open cut, rock bolts, shotcrete were completed and 2 x 125t overhead cranes were installed. 816t penstock installation was completed in 59 days. Construction period for tailrace tunnel meets that specified in the Contract one year ahead of time. The project is excellent. No serious accident happened during construction. For the 10<sup>th</sup> Bureau, the internal mechanism reform is deepened, technology and management is improved by construction of such large and complex underground powerhouse.

**Key words** Taipingyi hydropower station, underground powerhouse, rapid construction