

# 玉瓦水电站工程质量管理

张倚铭, 阎士勤

(中国电建集团成都勘测设计研究院有限公司, 四川 成都 610072)

**摘要:**玉瓦水电站的建设模式为设计-采购-施工(EPC)总承包模式。在质量管理方面有其特点并取得了良好的效果。建立了完善的质量管理体系,保证了质量管理工作的高效运转;注重发挥设计的龙头作用,通过设计方案的优化和调整化解质量风险;特别注重原材料和施工过程质量控制,切实保证了工程质量。

**关键词:**玉瓦水电站;总承包;质量管理;设计优化;过程控制

中图分类号:TV7;TV523;TV51

文献标识码: B

文章编号:1001-2184(2017)增1-0006-02

## 1 概述

玉瓦水电站的建设模式为设计-采购-施工(EPC)总承包模式。

根据建设单位的委托,玉瓦水电站所属河流规划报告及玉瓦水电站可行性研究报告亦均由总承包单位承担,总承包单位实际承担了该项目从项目前期规划、勘察设计到采购、施工全过程的工作。

工程建设全过程的负责使得总承包单位能够在更加宏观的角度对工程建设的质量管理作出整体规划,能够从工程建设的各个阶段和环节对工程建设的质量管理作出合理、有效的部署。

## 2 玉瓦水电站质量管理采取的有效措施

### 2.1 建立完善的质量管理体系

总承包单位在工程实施前就制定了“诚信负责,科学管理,以人为本,追求卓越”的质量管理方针,建立了由各参建单位负责人参与的质量管理领导小组,全面负责玉瓦水电站总承包项目的质量管理工作。总承包项目部制定了玉瓦水电站总承包项目质量计划及覆盖各个方面的质量管理办法,切实保证了项目设计、材料及设备采购、现场施工、试验检测、现场验收、质量奖惩等工作正常进行;同时,设计、监理、施工分包单位等分别建立了各自的质量管理机构,施工分包单位还编制了直接指导施工的作业指导书。

完善的质量管理体系以及体系的良好运转使得玉瓦水电站的质量管理始终处于可控状态。

### 2.2 强化质量意识

收稿日期:2017-04-25

总承包单位严格按照国家质量管理相关法律法规和规程规范开展各项质量管理工作,通过宣传教育、月例会、周例会和每月质量大检查及质量整改等方式不断加强参建单位各级人员的质量意识并积极落实国家“质量月”活动等,在工程现场形成了浓厚的质量管理氛围,将“质量是效益、质量是企业生命”的理念深刻植入参建各方各级人员的意识中。

### 2.3 注重发挥设计的龙头作用

总承包单位结合现场实际情况,以有利于工程推进和保证工程质量为原则,利用设计单位自身具有的优势和多年技术经验的积累,先后开展了多项设计优化,如首部枢纽防渗方式由垂直防渗墙调整为水平铺盖、绕纳沟管桥由预制预应力钢筋混凝土桥调整为现浇混凝土箱形梁桥、压力管道斜井调整为竖井、压力管道下平段洞口由大开挖进洞调整为覆盖层强支护进洞等,不仅使项目施工质量得到了更加有效的控制,同时亦减小了安全风险等。

### 2.4 严格审查施工方案并作好技术交底工作

对施工分包单位报送的施工组织设计、施工技术措施方案、安全专项措施方案等组织召开审查会进行详细的评审,并在工程实施前组织向施工分包单位进行设计技术交底,施工分包单位项目技术负责人再向作业班组进行书面技术交底。

严格的方案审查和技术交底保证了对施工过程的有效控制,为工程质量打下了坚实的基础。

### 2.5 狠抓施工质量管理

#### 2.5.1 加强大宗物资和设备的采购管理

玉瓦水电站工程中所用的钢筋、水泥、金属结构和机电设备等均由总承包单位负责采购。总承包单位在集团集中采购中心平台范围内进行招标采购,对重要设备采取了监理驻厂监造以严格控制制造过程,对一般设备采取不定期派员前往厂家检查制造情况的方式严把产品质量关。材料和设备的合格是保证工程质量的第一道关口。对于进场的材料和设备,严格按照规程、规范要求进行检查和验收,只有检查合格的材料方可用于工程。

#### 2.5.2 引水隧洞开挖成型质量的控制

玉瓦水电站引水隧洞开挖断面较小,其中Ⅲ类围岩开挖断面为 $4.2\text{ m}\times 5.1\text{ m}$ ,Ⅳ类围岩开挖断面为 $4.8\text{ m}\times 5.5\text{ m}$ ,Ⅴ类围岩开挖断面为 $5\text{ m}\times 5.7\text{ m}$ 。隧洞开挖方式采用全断面光面爆破施工。

引水隧洞中的大多数洞段地下水丰富,多为陡倾角、岩层与洞轴线夹角较小的薄层岩体,光面爆破施工质量控制难度非常大。根据围岩情况,对爆破参数进行了动态调整并严格控制循环进尺、爆破孔布置、孔深以及装药,Ⅲ类围岩一般循环进尺为 $1.5\sim 2\text{ m}$ 左右、掌子面布孔65个左右,Ⅳ、Ⅴ类围岩循环进尺为 $0.5\sim 1.2\text{ m}$ 左右、掌子面布孔75个左右,周边孔间距为 $30\sim 40\text{ cm}$ 左右,周边孔采用间隔装药、导爆索起爆方式,切实保证了开挖成型质量。

#### 2.5.3 引水隧洞喷锚支护施工质量的控制

玉瓦水电站Ⅲ类围岩洞段的永久支护方式为喷锚支护,喷锚支护的施工质量是引水隧洞安全运行的关键。为加强对Ⅲ类围岩洞段喷锚支护施工质量的控制,一方面对支护参数进行了加强,主要采用了锚杆间用直径 $22\text{ mm}$ 的钢筋连接、加大了喷混凝土厚度、增加了直径为 $16\sim 20\text{ mm}$ 钢筋网等措施;另一方面,在施工过程中加强了现场施工管控,严格控制锚杆所注浆液的稠度,以保证注浆饱满。

严格控制钢筋网的搭接及其与锚杆的连接,以保证钢筋网的整体性;严格控制喷混凝土原材料、配合比及施喷作业过程和喷层厚度等。

#### 2.5.4 混凝土施工质量的控制

混凝土施工质量的控制首先在于确定混凝土施工配合比。混凝土施工作业前,采用不同配合比进行了多次试拌,不断调整水泥、骨料及水的用

量以满足工程对混凝土坍落度、和易性及混凝土强度的要求;经多次试验,采用由引水隧洞开挖渣料加工的砂石骨料拌制混凝土,需要增加水泥用量才能满足强度要求。施工过程中定期测量粗、细骨料的含水率,对配合比进行动态调整,确保了拌和混凝土的质量。

混凝土施工过程中,采用混凝土搅拌车运输混凝土,不同部位采用吊车入仓或混凝土泵入仓。开仓前,严格检查清基和仓面准备情况,对洞内富水部位还要检查抽排水设施是否就位,确保干地施工;闸首和厂房浇筑过程中采用插入式振捣器振捣,洞内钢模台车衬砌混凝土采用附着式振捣器振捣;总承包和监理人员采用全过程旁站及巡视检查等手段管控混凝土浇筑过程。源头和过程的控制保证了混凝土的施工质量。

#### 2.5.5 灌浆质量控制

该工程主要涉及隧洞回填灌浆和固结灌浆。灌浆作业开始前,严格审查各标灌浆施工方案,并按照所批准的方案执行;两个标在灌浆之初,分别进行了生产性试验并对灌浆工艺和灌浆参数进行了总结。

由于引水隧洞灌浆时间较紧,部分洞段采用回填灌浆紧跟混凝土衬砌作业面的方式,在混凝土强度达到70%后进行,固结灌浆在回填灌浆结束7d后进行。主要采用拌和楼集中制浆、搅拌车运输浆液至作业面的方式送浆,搅拌车运输的均为 $0.5:1$ 的浆液,对于所需要的其他浓度的浆液在作业面进行稀释。对于富水洞段,多次加密灌浆孔进行灌浆,以确保工程质量,同时在个别洞段局部增设排水孔,安装单向回止阀,防止放空检查时外水压力过大对结构造成伤害。混凝土衬砌完成一个半月左右灌浆作业全部结束。灌浆实施过程中,全部采用灌浆自动记录仪记录数据。经压水试验检测,灌浆质量全部合格。

#### 2.5.6 加强试验检测工作

两个施工分包单位分别建立了规范的试验室。项目部对施工分包单位的试验室资质等级、试验仪器及设备的校验、试验人员执业资格、规章制度的建立和执行等进行了严格的审查。对于工程材料、成品、半成品的取样和试验进行了见证,对闸首和厂房等关键部位部分试样在分包单位试

(下转第12页)

析见表3。

通过与同类围岩钻爆法开挖单价进行比较后

表3 单价分析表

工、料、机	细目	单价 / 元 · 台班 <sup>-1</sup>	备注
人工费	司机	150	市场价
	修理工	120	市场价
材料费	铣挖刀	240	实际测算值
	耗油费	500	实际测算值
机械费	挖机	1 500	市场价
合计/元 · 台班 <sup>-1</sup>		2 510	开挖单价为 95.32 元/ m <sup>3</sup>

注：(1)铣挖刀磨耗率为0.03个/m<sup>3</sup>，市场单价约为300元/个；(2)平均每台班油料使用约80L。

可以看出：

高，其经济效益远在1 269.94元/m之上。

(1)在V类围岩开挖掘进中，从开挖单价看，使用铣挖机进行开挖成本较低，更具有市场优势。

#### 4.4 经验总结

(2)使用铣挖机减少了对围岩的超挖，从而减少了超填，以每延米减少超挖2 m<sup>3</sup>计，则减少了2 m<sup>3</sup>喷混凝土回填，节约材料费用为634.97(喷混凝土合同清单单价) × 2 = 1 269.94(元)，加之隧洞超挖量过大后，支护人工、机械等费用增

(1)铣挖法对软岩(岩石抗压强度 < 15 MPa)的开挖效率较高，对岩石抗压强度大于15 MPa的较软岩、硬岩开挖比较吃力，在软硬结合的岩层里通常需结合钻爆法进行施工，且在硬岩中铣挖刀磨耗量(表4)较大，经济性较差。

(2)在铣挖过程中，由于通风带无法靠的太

表4 铣挖刀磨耗量表

项 目	岩 石 种 类						
	盐矿	页岩	石灰岩	白云石	砂石	花岗岩	混凝土
磨耗率 / 个 · 100 m <sup>-3</sup>	0.2~1	0.5~2	0.5~5	2~6	2~6	10~100	10~30

近，其所产生的粉尘、温度较高且不易消散。开挖过程中产生的粉尘使能见度降低，往往会让操作手看不清目标而暂停施工，在影响人体健康的同时降低了开挖效率。连续铣挖过程中，铣挖头因连续摩擦产生的温度很高，往往超过液压系统正常的工作温度，使液压系统出现故障乃至停工从而降低了开挖效率。

法开挖的手段过于单一，在硬岩、软硬结合岩层中使用铣挖机开挖功效较低，成本较高，宜采用铣挖与钻爆结合的方法或钻爆法以及其他掘进设备进行开挖掘进。在今后的施工中，应注意积累铣挖机应用经验，提高铣挖机在实际开挖过程中的适应性，进一步完善在不同类型围岩中的施工工艺，以期获得良好的施工效果。

### 5 结 语

铣挖机在玉瓦水电站软岩洞段隧洞开挖中取得的成效明显，开挖安全性较高，隧洞成型较好，减少了超挖量，因此，利用铣挖机在软岩中开挖隧洞不失为一种较好的开挖方法。但单独采用铣挖

#### 作者简介：

李 科(1982-)，男，四川仁寿人，高级工程师，注册一级建造师，从事水利水电工程施工技术与项目管理工作；  
周孝华(1989-)，男，四川自贡人，工程师，从事水电工程施工技术与项目管理工作。(责任编辑：李燕辉)

(上接第7页)

验室交叉进行试验，以增加试验的可靠度。

### 3 结 语

玉瓦水电站总承包项目在质量管理过程中建立了完善的质量管理体系，注重利用自身的技术优势，发挥设计的龙头作用并特别注重施工过程精细化管理和过程控制，切实保证了工程质量。工程已经历了首部蓄水和输水系统充水及放空检

查，检查结果表明闸首坝体运行正常、坝体和坝后无渗水，引水隧洞喷锚段、复合衬砌段和混凝土衬砌段围岩稳定、结构完整，满足设计和规程规范要求。

#### 作者简介：

张倚铭(1982-)，男，重庆酉阳人，工程师，硕士，从事工程总承包技术与管理工作；  
阎士勤(1966-)，男，河南郸城人，教授级高级工程师，硕士，从事水利水电工程设计和工程管理工作。(责任编辑：李燕辉)