



□ 站内搜索 □

请输入查询的字符串:

==> 综合查询 <==

标题查询 内容查询

查询

重写

行业动态

政策法规

救捞技术

学会活动

水下技术

海工技术

综合技术



学会文章

自动滚屏 (右键暂停)

## 龚嘴水电站10#冲沙底孔封水面的修复处理

发布时间: 2004-10-13 9:46:54 被浏览数: 3201 次

湖北省华中水下工程有限公司 王跃

摘要: 文章介绍了龚嘴水电站大坝封水面修复工程, 如在大坝水下42—58m深度范围内对坝面实施钻孔、埋设锚杆、立钢模、堵缝、浇筑PBM水下砼以及拆除钢模箱体出水等多项工序的施工活动。其中, 钻孔及埋设φ50锚杆50个, 加工及吊装钢模架重约14吨, 其整体外形尺寸高16.2m×宽9.9m, 浇筑水下PBM砼6.5m<sup>3</sup>, 拆除连接螺栓101个。工程累计潜水作业近400人次, 总下潜时间420小时。

关键词: 大坝 修补 钻孔 潜水 水下砼

### 1、工程概况

龚嘴水电站位于长江支流大渡河中下游的四川省乐山市沙湾区与峨边县交界处, 1978年12月建成投产, 设计总装机7×10万KW, 年发电量34.18亿KW·h, 是目前四川省仅次于二滩水电站的第二大水电站。龚嘴水电站大坝为混凝土重力坝, 坝顶全长447m, 坝顶高程530.5m。大坝布置有3个泄洪冲沙底孔, 10#冲沙底孔是其中之一。该冲沙底孔靠近右岸, 孔口宽9m, 高15.027m, 孔口左侧、右侧和底坎进口处均为半径为2m的圆弧曲线; 顶部为长半轴9m, 短半轴3m的椭圆弧曲线。底部圆弧起弧点高程为470m, 顶部圆弧曲线起弧点高程为485.027m。经过近30年的运行, 上述大坝冲沙底孔检修闸门底坝冲刷破坏严重, 最大冲刷深度达到0.5m; 若不及时修复则势必影响水电站安全运行。

本次10#冲沙底孔封水面的修复, 自2003年11月至2004年元月, 对上游喇叭口进口冲蚀严重的大坝墙面进行水下PBM砼浇筑找平, 以满足浮体封堵止水橡胶挡水及实施检修门段的旱地修补作业。封水面的设计尺寸: 上部和下部宽9.9m×高0.6m, 左部和右部宽0.4m×高16.2m。

封水面修复工程是在大坝水下42—58m深度范围内对坝面实施钻孔、埋设锚杆、立钢模、堵缝、浇筑PBM水下砼以及拆除钢模箱体出水等多项工序的施工活动。其中, 钻孔及埋设φ50锚杆50个, 加工及吊装钢模架重约14吨, 其整体外形尺寸高16.2m×宽9.9m, 浇筑水下PBM砼6.5m<sup>3</sup>, 拆除连接螺栓101个。该工程累计潜水作业近400人次, 总下潜时间420小时。

从目前国内现有施工技术能力来看, 对于大面积水工结构修复, 尤其在较大水深条件下(接近60m)成功实施上述修复工程作业, 尚未有先例。因此, 龚嘴水电站10#冲沙底孔封水面的修复是一项技术含量高、施工难度大, 现场作业条件极为复杂的具有科研性质的试点工程, 它不仅是整个10#底孔检修门段修补工程的关键工序, 而且是其被称之为“卡脖子”的工程。

### 2、一期工程简要回顾

一期工程是指2002年12月至2003年3月枯水季施工期对10#底孔封水面的修复。该期工程对封水面底部9.9m×高0.6m一次性浇筑PBM水下砼约2m<sup>3</sup>; 而在对封水面左、右两部浇筑PBM水下砼至一半高度

时，发生钢模整体滑动，底部已初凝的PBM砗和钢模一起与大坝脱开，左、右两部新浇筑PBM砗也随之漏掉。

钢模滑动的原因可归结为：

受施工条件及设备的限制，仅在大坝封水面共埋 $\phi 20 \times 200$ 长锚杆5个， $\phi 6 \times 40$ 长射钉52个；显然，锚杆数量不足，射钉作用不大，致使整个锚固效果很差。

又由于钢模架在水平方向用6根 $\phi 10$ 钢绳与检修门槽横梁后拉固定，当浇筑PBM砗至一定高度时，砗表面张力超过钢绳的拉力，致使钢绳发生变形：

砗表面张力按下式计算为：

$$F = 1/2 \gamma h^2 a \\ = 1/2 \times 1.2 \times 8.0^2 \times 0.4 = 15.36(t)$$

而6根钢绳拉力之和约为 $12t < F$

一期工程总体来说没能达到以预想的结果，但却在封水面修复的钢模加工、堵漏、浇筑PBM水下砗等工序上积累了成熟的技术和经验。

### 3、本次工程的施工概述

本次工程我们对施工组织设计进行了修改和完善，主要包括：封水面钻孔36个，孔径 $\phi 50$ ，孔深350；钢模架挑耳钻孔16个，孔径 $\phi 50$ ，孔深500。把钢模架重新下料加工，将钢模随形部分与箱型梁部分用 $\phi 16$ 螺栓连接，箱型梁内增设隔板。整个钢模架撑杆成“米”字形结构。

#### 3.1 水下钻孔

封水面左、右两侧的钻孔纵向轴线出的控制，是一项细致的工作，若处理不当，不仅将会出现出模的现象，而且更重要的是耽误工期大事。我们采取的预控措施是：以左、右两侧靠近上部的2个定位锚杆为基准，各在此锚杆上悬挂一根15m长的测绳，测绳下端配锤砗约10kg；这样，左右两侧的钻孔即可沿测绳对位，事实证明纵向偏差小于2cm，上下两部的钻孔横向轴线，则是依据测量平台控制，它能满足使用要求。

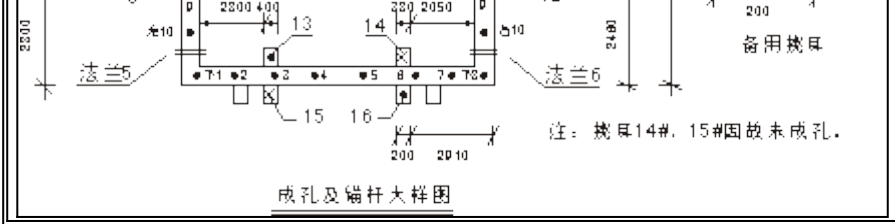
在实施封水面钻孔过程中及全部完成后，对整个封水面的孔位进行了水下测量，测量数据显示，孔位均在封水面内，事实上，我们所做的上述工作是十分必要的，它为确保封水面锚杆都处在钢模随形板内起到有力的保证。

水下钻孔除利用液压钻机系统之外，主要靠合理选择，使用测量样架作为工作平台。测量样架为钢桁架结构，长10.5m，宽1.0m，高0.6m，自重约3吨，通过在测量样架平面上安装钻机滑架，使液压钻机能够在测量平台上横向移动；又通过升降测量平台使液压钻机在竖向移动，从而，保证了在钻孔过程中准确找孔位，提高了潜水员的劳动效率，也减轻了其水下劳动强度。

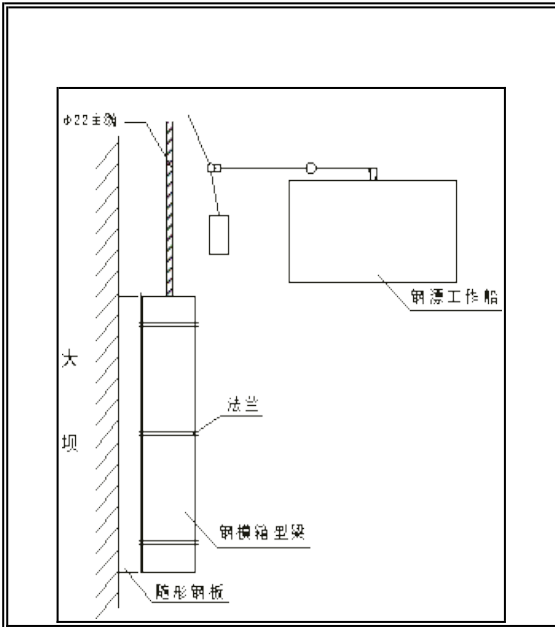
挑耳的钻孔，是在钢模架下水就位并用钢绳悬吊及向大坝下游水平方向后拉相对固定情况下对准挑耳预留孔的陪打，为确保在屡迁坝体钢筋情况下，能够在挑耳上打成一孔，因此，我们在挑耳的制作时，采取“双挑耳”，即每个挑耳不远处，都有一个备用挑耳，并且，每个主挑耳上都有3道孔槽，每个备用挑耳有2道孔槽。事实证明，上述考虑是十分有效的，提高了成孔的保证系数。

所有水下钻孔，除了采取措施让钻机自动钻进之外，还利用水下电视进行监控，它能有效地代替潜水员在水下的作用，节省了潜水员的水下作业时间，提高了工效。





挑耳钻孔，遇到的麻烦比封水面大得多，箱型梁有6对法兰，使测量平台与钢模架的上下移动受到影响，我们采取的办法是：左、右两根测量平台的吊缆，在水面1—2m处各用一根 $\phi 14$ 钢丝绳和定滑轮使之拉向坝前上游方向，让测量平台离开钢模架看面约0.3—0.4m，这样，测量平台就可以自如升降不受法兰影响。如图所示

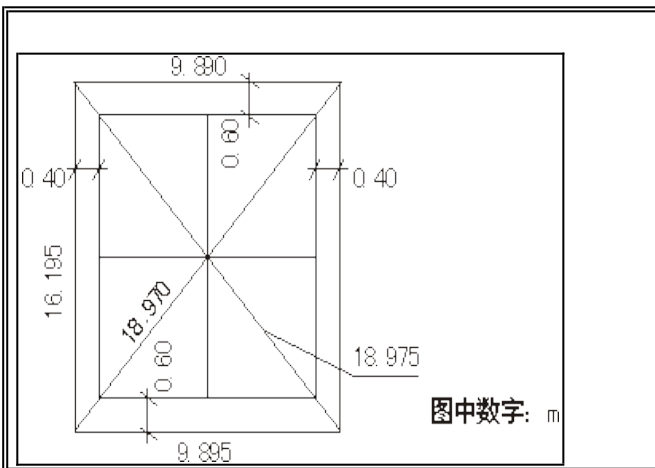


### 3.2 钢模架加工、吊装

本期修复工程，重新购用钢板、型钢、螺栓等各项材料进行加工。

随形钢板的下料也完全是按照上期使用满足要求的钢模随形实体测量所得出的数据，同时在加工时，我们决定把整个随形钢板数据都减去30mm。这样，可以减少一定数量的砼浇注。

拼装形成的钢模架的外形测量数据符合技术要求，详见下图所示。



12月22日，完成堵缝棉条的加工，并对堵缝压板的位置进行切割、焊接调整，以确保堵缝棉条和压板螺杆均匀受力。最后，将堵缝棉条用玻璃丝带绑扎固定在随形钢板的外侧，为减少水下作业的困难拆除箱梁与随形底板连接螺栓的数量，将其从200个减为101个。

### 3.3 锚杆加工与埋设

锚杆选用螺纹钢 $\Phi 36$ ，根据每孔实际成孔深度现场下料，并在锚杆外端限位作好标记，以供潜水员在水下识别。

锚固材料采用国家电力公司华东勘测设计研究院科研实验厂生产的HK—983树脂锚固剂。

12月21日完成封水面内的锚杆埋设，2004年元月10日完成钢模架挑耳的锚杆埋设。

### 3.4 水下堵缝

12月31日，钢模架经过3天近十次的水下与大坝的“磨合”，最后确定出其位置并 完成钢绳水平张拉固定，为掌握情况，由潜水员下水逐一探摸检查随形与坝面间隙，获得左侧内外两边的随形缝间隙很大这一重要情况，普遍在8cm左右，最大有10cm，右边稍好，但也在6cm左右，底部缝最小，上部次之。

这就给其后的堵塞棉条工作带来相当大的艰难，也极大地增加了水下工程量，更重要的是它使我们感受到无形的压力，8~10cm的缝能否有效封堵完好，满足浇注PBM砼的需要也将变得更为复杂起来！

整个堵塞缝隙的工作实际上分两种路径，其一是让底部的缝先堵塞好，并作了充分的水下检查工作，确认无误。在此情况下，先浇注底部的PBM砼。

其二是左右两侧的缝通过实际摸索，边堵塞一段长度，一般2m以内，再浇注一小段约 0.5m高的PBM砼，这样直至顶部。

对于左、右两侧的缝，除原有棉条外，再并排增加一根相应粗细的棉条，让压板螺丝收紧至最大限度。这样，可以完全把间隙堵死，对于局部10cm的间隙，采取的另一种堵塞加固措施是在增加的棉条这外，再在棉条与坝体这间打进一段木楔，保证棉条不致被浇注时PBM砼挤脱。

整个堵缝工作比上期艰苦，且比预计的情况坏得多。我们想了许多办法和措施，渡过了又一道难关。

### 3.5 水下浇注PBM砼

水下浇注PBM砼，于2004年元月10日完成了骨料、金刚砂的晒干、称重及打包等各项准备工作。金刚砂和525#水泥每包重56.5kg。

本次水下浇注PBM砼现场共做3次试验，配合比为：金刚砂61%，水泥16%，PBM树脂A+B23%，引发剂占A+B的2.5%，促进剂占A+B的2.5%。

其中第一次在元月3日6:45开始配拌。金刚砂3.05kg，525#水泥0.8kg,A1.05kg，B0.105kg，引发剂25ml，促进剂33ml。12:00已发现样品初凝。

第二次在元月27日16:20开始配拌。金刚砂5.49kg,525#水泥1.44kg，A1.89kg，B0.19kg，引发剂45ml，促进剂56ml。并搅拌好装试合10cm×10cm×10cm一组，效果较好，初凝5小时。7天试验强度为40.5Mpa，大于技术要求C20。

经过试验及向国电华东院专家咨询，我们确定出本次修复工程浇注水下PBM砼的施工配合比。每盘为：金刚砂61%，44.85kg；水泥16%，11.66kg；A+B23%，16.72；引发剂占A+B的2.5%，263ml；促进剂占A+B的2.5%,475ml。

PBM砼浇注采取2根Φ80PV导管，每根导管下端绑铁件配重，上端安放有一个口径Φ300的漏斗，导管从下至上有水下电视、电缆连接出水，监控器终端在钢漂工作船上。PBM树脂材料、骨料临时集中堆放在钢漂工作船的两个舱位，拌和现场上方用彩条布搭盖，每次拌和之前甲板上用干砂铲刮干净。

封水面浇注量按随形数据计算的结果如下：

#### a、底部

浇注量  $0.351 \times 0.6 \times 9.9 = 2.085\text{m}^3$

#### b、上部

浇注量  $0.206 \times 0.6 \times 9.9 = 1.224\text{m}^3$

#### c、左侧

浇注量  $0.20 \times 0.4 \times 15 = 1.202\text{m}^3$

#### d、右侧

浇注量  $0.173 \times 0.4 \times 15 = 1.041\text{m}^3$

若考虑左、右两侧加大的缝隙导致厚度增加及搅拌料损，则可能达到的浇注量为：

$(2.085 + 1.224 + 1.202 \times 135\% + 1.041 \times 125\%) \times 103\% = 6.42\text{m}^3$

受随形间隙增大的影响，为确保底部浇注的一次成功，我们要求施工人员不怕麻烦，认真检查处理好堵塞的情况，并选派有经验的潜水员下水探摸，同时也依靠水下电视的监控作用，让水上施工人员充分了解和掌握可靠资料，为底部浇注的实施打下坚实的基础。

元月14日上午10:05，底部浇注正式开盘，至18:00完成底部浇注。

元月15日至26日完成左、右两部和上部的浇注，整个封水面PBM砼浇注完工。

### 3.6 水下拆模及起吊

在浇筑完成前的潜水检查中，我们发现底部箱梁顶面散落有厚约2—5cm，长度1.5m的PBM砼已经凝固，并有2个连接螺栓被嵌住。当时，施工人员采取压砂袋的办法阻止了熟料的进一步落下，避免粘结更多的连接螺栓。

元月24日我们加工钢凿让潜水员带下水，对上述2个与砼粘住的螺栓进行了处理，并开始拆除底部的9个螺栓。

元月27日—28日，拆除左、右两侧、内外及上部的连接螺栓，共拆除全部101个螺栓。

元月29日起吊钢模的箱型梁构件出水、上坝存放。随后，我们安排潜水员带水下摄像检查封水面的外表情况，结果很是理想，完全符合技术要求。并得到了甲方有关技术人员和质监工程师的肯定。

### 4、结束语

本期10#冲沙底孔封水面修复工程历经90个作业天的艰苦施工，终于取得了圆满交工。2004年2月1日，浮体封堵门封堵成功，通过检修门段抽干水以后看出，封水面仅有左侧上角有点滴状渗水，整个封堵效果十分理想。10#冲沙底孔封水面修复工程的成功实施，是水电大坝工程界的一件幸事，它为今后类似的工程积累了许多有价值的施工经验和新工艺、新技术。对施工单位而言，能够通过总结其中的经验和教训，并最终取得该项工程的胜利，分享其中的科技成果，也是对我们最大的肯定和回报。

## Repairing #10 embankment water-closing side in Gongzui Hydraulic power station

Wang Yue

Hubei Huazhong Underwater Engineering Co., Ltd

Abstract: In this paper, it introduces repairing and treatment of the water-closing side of Gongzui hydraulic power station. In range of 42-58m depth underwater of the embankment, to complete engineering procedure to the water-closing side such as drilling, embedding anchor arm, standing steel die, caulking, casting PBM underwater concrete and striking die cast outside of water and etc., among which it is drilling and embedding 50 anchor arm of  $\Phi 50$ , processing, lifting die carrier with weight approx. 40 ton and overall dimension height 16.2m x width 9.9m, casting underwater PBM concrete  $6.5\text{m}^3$  and dismounting 101 connecting bolts. In the engineering, the total diving works is approx. 400 person-time, and the total diving time is approx. 420 hours.



Key words: embankment, repairing, drilling, diving, underwater concrete

---

上两条同类新闻:

- 水库大坝补强加固中的水下工程典型一例
- 关于水下目标的三级探测和水下观察

---

|  打印本页 |  关闭窗口

Copyright: China Salvage Association

版权所有: 中国航海学会救助打捞专业委员会 网站设计维护: 友情链接: