

# 龚嘴电站转轮引水盖板开裂处理

刘福坤

(龚嘴水力发电总厂,四川乐山,614900)

**摘要** 以龚嘴水电站5号机组水轮机转轮减压装置引水盖板多次开裂处理为实例,以点代面分析、总结出适用于龚嘴水电站及大型混流式水轮机转轮引水盖板开裂处理的成功经验。

**关键词** 转轮 引水盖板 处理

## 1 前言

龚嘴水电站位于大渡河中下游,安装有7台100 MW的水轮发电机组。水轮机主要参数如下:

- 型号: HL220-LJ-550
- 最大水头: 55.3 m
- 额定水头: 48 m
- 最小水头: 39.7 m
- 额定流量: 241 m<sup>3</sup>/s
- 额定功率: 102.5 MW
- 额定转速: 88.2 r/min
- 转轮直径: 5 500 mm

第1台机组于1971年12月发电,1978年12月第7台机组投产。在运行至今20多年的时间里,先后发生多次水轮机转轮减压装置引水盖板开裂事故。其中,以5号机处理最具代表性,现总结如下,以利今后检修和其它同型机借鉴。

引水盖板即混流式水轮机转轮上冠减压装置的一层钢板(如图1)。

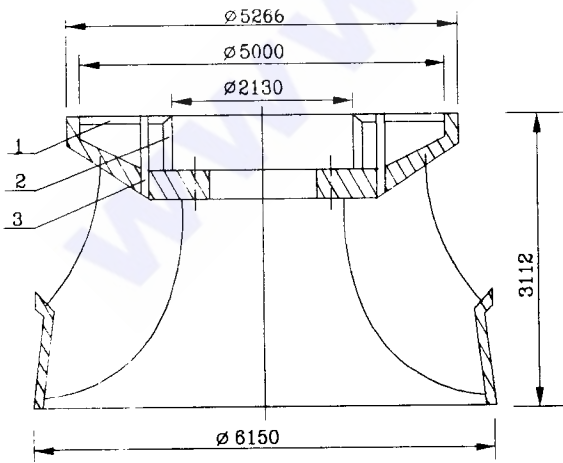


图1 龚嘴电站转轮结构(引水盖板)示意图

1. 环板 2. 立环板 3. 排水管

## 2 问题的出现及顶盖的顶起

5F在1980年9月满负荷运行中,发现水轮机水导摆度达0.70 mm。经限负荷至6.5万kW以下运行;经小修、调整水导瓦隙后,摆度减为0.25 mm。1980年12月,5F大修时才发现水导摆度增大的原因为转轮引水盖板开裂所致。大修中发现转轮引水盖板裂纹如图2。说明在安装中引水盖板一侧1440 mm(半径方向)组合缝未施焊,从而造成引水盖板产生裂纹4条,A处两盖板端部错牙5 mm,张口约5 mm,厂家施焊的内侧圆周焊缝开裂810 mm,内侧垂直组合焊缝裂开400 mm,外侧圆周焊缝裂开3600 mm。此次处理的方法为:拆除水车室所有部件,将顶盖用螺旋千斤顶顶起约390 mm高,然后进行补焊,共补焊焊缝长6250 mm。此方法工作量大,且顶起高度不够高,施焊场地狭窄,难保焊接质量。

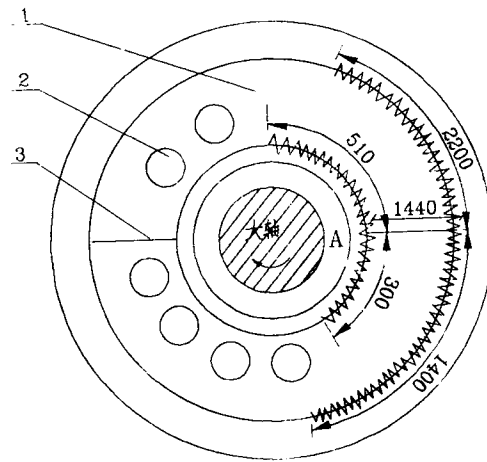


图2 1980年12月5F大修引水盖板裂纹示意图

1. 引水盖板 2. 排水管 3. 安装焊缝

图中:锯齿示意裂纹

1991年11月,5F按计划进行机组扩大性大修,经检查发现转轮引水盖板沿径向焊缝裂开:外圆焊缝裂开3 m长,内圆焊缝裂开1.2 m长,且撕

裂 4~5 cm 宽并卷边。采用的处理方法为：对转轮引水盖板裂缝在安装间重点进行了焊接处理。

1993 年 4 月 21 日 13 时许,5F 水车室于运行中发出异常金属撞击声,经在开机状态下检查,初步判断金属撞击声为转轮引水盖板开裂所致。因此,经厂研究决定 5F 停机抢修,对引水盖板再次进行处理。由于当时厂计划年度检修工作已基本结束,为了争取时间,决定不吊转子进行处理。既要保证工期短、安全可靠,又要方便处理,保证检修质量,确实是一个严重的问题。经过反复方案比较后确定:采用桥式起重机(450 t/80 t/10 t)吊顶盖,用钢丝绳通过上机架、转子、下机架的空档,两点吊起顶盖 740~800 mm 高,并且在下机架上挂两个 5 t 手拉葫芦吊顶盖另两点,以克服不平衡重量。项盖重量为 49.4 t。具体操作如下:

顶盖吊起和固定:

(1)凡影响顶盖升起高度 800 mm 以内的各部件全部拆除。如:分解接力器推拉杆联接法兰,分解水导油槽、瓦架、上下油箱。分解主轴密封装置,拔除拐臂及套筒,吊出水车室,拆除顶盖安装螺栓和定位销等。

(2)在转轮上搭设安全网。

(3)利用桥机副钩起吊顶盖,起吊高度为 750 mm。起吊过程中出现顶盖不平衡时,用 5 t 手拉葫芦调节;最后固定是在底环上,用 6 个支墩将顶盖支撑牢固。

### 3 转轮引水盖板的检查处理

顶盖顶起后,检查发现引水盖板损坏严重,焊缝开裂情况如图 3 所示。除上次扩修(1991~1992 年度)补焊过的部分基本完好外,其它部分几乎完全裂开。外侧圆周焊缝裂开 2 250 mm,内侧圆周焊缝裂开 1 650 mm,径向焊缝全部裂开,且上翘错牙 20 mm(原径向焊缝未割坡口)。

分析损坏的主要原因是:转轮引水盖板在下料配制时,焊缝处未割坡口或坡口开得很小,焊透深度不足钢板的一半,经过一定时间运转后逐步开裂。

处理引水盖板采取了如下几条措施:

(1)对径向焊缝压平,割坡口焊接。采用焊前预热,分小段焊,并用大锤边焊边锤击,焊后再加热、锤击,消除内应力。采用 507 焊条施焊。

(2)外圆裂缝补镶两块钢板。其中钢板厚度为  $\delta 16$  mm,外径为  $\Phi 5\ 000$  mm,内径为  $\Phi 4\ 700$  mm,宽度分别为 150 mm、120 mm。内圆裂纹割坡口后焊接。

(3)在保护罩上,对称加焊 200 mm $\times$ 50 mm $\times$

25 mm 的钢板共 4 块作支撑筋。

5 号机此次抢修从 1993 年 4 月 21 日停机检查,于 1993 年 5 月 8 日处理完毕并网发电,历时 17 d。处理结果见图 4。

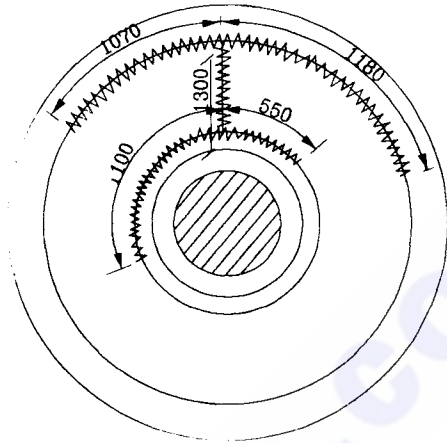


图 3 1993 年 4 月 5F 抢修引水盖板裂纹示意图

图中:锯齿示意裂纹

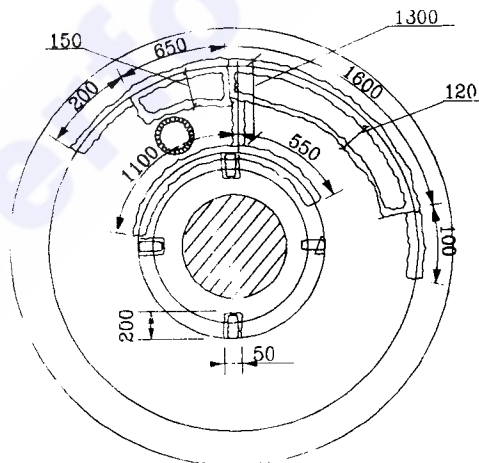


图 4 1993 年 4 月 5F 抢修引水盖板裂纹处理结果示意图

图中:示意焊口

### 4 结束语

经过 4 年多时间运行的检验,5F 引水盖板再未出现异常,说明处理是完全合理可行的。根据我厂水轮机转轮引水盖板的多次处理(其中:3F、6F、7F 等机组也先后不同程度地出现类似问题。1997 年 4 月 11 日 6F 按计划中修,作业中检查发现转轮引水盖板开裂;立即决定检修,再次在不吊发电机转子的情况下,吊起顶盖处理,结果于 4 月底前顺利完成修复任务,并网发电)。可以看出:①吊发电机转子,将顶盖及以上部件全部吊出,工期最短需 45 d。②用螺旋千斤顶在底环支墩上顶顶盖,裂纹施焊空间狭窄,焊接质量不易保证。顶顶盖时,劳动强度大,支墩倒换次数多,支墩材料准备、搬运量大,工期最短需 20 d。

(下转第 89 页)

况。因此,在审批和监督进度计划的时候,要特别注意,不能将自己的意愿强加于承包商,干预承包商正常的施工活动。在审批承包商的进度时,若工程师认为这些方案、计划不能满足合同的要求或者在技术上不可行,则不予批准,并要求承包商修改后再重新提交。即使工程师有较好的方案,也只能建议承包商采用。工程师切勿指挥承包商,要求承包商应该怎样做。只要承包商采用的方法能保证工期和质量,就不应对他横加干涉。同样,当工程项目拖期时,工程师也只能向承包商发出警告,提醒他注意并要求他采取措施加快进度,然后将加快进度的方案和方法报工程师批准。至于承包商采取什么样的具体措施,使用什么方法什么设备等,完全是承包商自己的事情。只有当工程师认为承包商的方案切实可行,满足进度要求时,才予以批准。

(2)质量和进度对业主来说都是十分重要的。正确地处理好这两者的关系,也是进度工程师和质量工程师的责任。对承包商来说,仅仅要求工程的施工满足技术规范,以便能顺利地将工程移交给业主,终止其合同责任,有时甚至会为了工程的进度或经济利益,不惜牺牲质量。工程师的责任是要在保证质量

(上接第 65 页)

③用桥机吊顶盖,并在底环上用支墩支撑牢固。此方法劳动强度小,施焊空间宽敞,焊接质量易于保证,工期最短约 17 d。因此,此方法应加以应用、推广。

(上接第 38 页)

预裂面上则留下 1/3 孔壁。齿槽底部局部建基面有 30~80 cm 厚的欠挖岩体,采用手风钻浅孔微差爆破处理。经过对新浇混凝土爆前爆后对比观测,新浇混凝土未受到损坏,完全达到预期目的。

#### 参 考 文 献

1 韦健实等. 爆破安全规程. 国家标准局出版,1986 年 12 月

的前提下,使进度按计划顺利进行。对于施工中出现的质量问题,要具体分析,灵活地运用规范,分析它对以后进度的影响以及进度反过来对质量的影响,考虑工程的整体利益,从而作出返工或维修或同意接收等不同的决定。

## 4 结 语

进度控制是每个工程施工中进行工程管理的重要组成部分,它的成功与否对工程的实施和运行都有重大意义。同时,进度控制又是一个庞大的系统工程,涉及范围广,内容多,影响进度的原因又是各种各样,甚至是不可预料的。因此,要真正有效地做好进度控制是非常困难的,这需要进度控制人员高水平的进度分析,以及各个有关部门的密切配合,只有这样,才能使工程按预计的进度施工,达到进度控制的目的。

作者简介

黎 鸣 女 电力工业部成都勘测设计研究院施工一处 高级工程师

(收稿日期:1996-06-14)

作者简介

刘福坤 男 龚嘴水力发电总厂生技处 工程师 学士

(收稿日期:1997-07-11)

2 朱传统等. 水工建筑物岩石基础开挖工程施工技术规范. 北京水利出版社,1994 年 11 月

3 吴森康等. 近代爆破理论与实践. 湖北省爆破学会出版社,1995 年 4 月

作者简介

徐成光 男 中国水利水电第七工程局勘测设计院水工科 工程师

(收稿日期:1996-11-06)

## 国家开发银行姚振炎行长谈水电

国家开发银行姚振炎行长在近期水电联谊会上指出:汪恕诚同志提出的发展水电的“3311 工程”计划宏伟,振奋人心。

过去的几年中,中央新闻媒体报道水电信息最多,说明水电发展形势很好,成绩很大。

水电在改革方面,是走在国家改革的前列,创造了不少经验,值得高兴。

水电是优质能源,水电是可持续发展的能源,水电是国家发展行业。

水电的发展要在政策上、计划和体制上一定要给予倾斜,要给水

电发展的优惠贷款。实行水电的同质、同网、同价政策,这是客观的需要。

我们国家今后还是要加大基础设施建设力度,经济要向前走,每年增长保持 8%。本世纪初美国罗斯福总统实行新经济政策,为振兴国民经济,解决就业问题,提出 TVA 工程措施后,带动了一大批产业的发展。在美国历史上发展水电是美国经济发展的新的增长点,我们可以借鉴他们的经验。

(摘自中国水力发电工程学会 1998 年第 1 期简报)

## CONTENTS.

General Situation and Prospect of Sichuan Electric Power Industry Development .....	<i>Ma Huaixin</i> (1)
Study on Hydropower Rolling Development at Dadu River .....	<i>Zhang Dengshi Dai Weiyang</i> (4)
Derivation of Mean Annual Sediment Content in Rivers Without Sediment Data in Sichuan .....	<i>Cao Jianxinag</i> (9)
Rainfall Runoff Forecast Based on Nervous Network .....	<i>Chen Ke</i> (12)
Elementary Study on Sediment Deposit at Gongzui Reservoir .....	<i>Zhang Xiangjin</i> (17)
Derivation of Design Flood at Substation Project in Very Small Basin .....	<i>Cai Xinghe</i> (20)
Fracture Geometry Properties in Fissure Effect of Clay Mass .....	<i>Hu Xiewen Wand Shiping</i> (22)
Application of Relative Approximation in Rock Quality Sequencing .....	<i>Shang Xinsheng</i> (27)
Landsliding Treatment during the Construction Period in 220 kV Step-up Substation at Longtan Hydropower Station .....	<i>Li Daipei</i> (29)
Study on Hybrid Finite Element Method for Stress Intensity Factor of Three Dimensional Interface Crack .....	<i>Tian Winye Huang Shongmei Jian Zheng</i> (31)
Raise Reaming Machine and Its Application in Chinese Hydropower Project .....	<i>Liang Haibo Ma jiming Gu Zhaoqi Liu Zhiqiang</i> (34)
Probing into Controlled Blasting in Rock Trench near Newly Placed Concrete .....	<i>Xu Chengguang</i> (37)
Discussion on Crack Grouted With Epoxy Material in the Block 6 at Baozhusi Hydropower Station .....	<i>Wang Zhengsheng</i> (39)
Construction of Roof Beam With Prestressing Steel Strand in Main Erection Bay of Powerhouse at Boazhusi Hydropower Station .....	<i>Jie Jianjun Zhao Jun</i> (42)
Brief Comment on Construction of Giant Hydropower Station ( I ) .....	<i>Deng Nianyuan</i> (48)
Effect of Asymmetric Wire Breakage on Relay Protection for Generator and Transformer at Gongzhui Hydropower Station ( II ) .....	<i>Liu Bingzhang</i> (54)
Application of 700 t Metal and Elastica Fluorite Plastic Thrust Bearing Liner made in China in Generators in Our Plant .....	<i>Lin Yunhai</i> (63)
Treatment of Capping Plate Cracking in Runner at Gongzhui Hydropower Station .....	<i>Lui Fukun</i> (64)
Review on Hydraulic Study and Application of Stilling Basin for Flood Discharge from Surface and Middle-level Outlets on High Arch Dam .....	<i>Zeng Xiang Xiao Xingbing</i> (66)
Elementary Study on Hydraulic Property of Stepped Spillway .....	<i>Wu Xiansheng</i> (73)
Field Coordinated Management by Engineer Under FIDIC Contract Conditions .....	<i>Gao Zhongcheng</i> (78)
Supervision on Shotcrete Quality in Underground Works at Ertan Project .....	<i>Luo Yi</i> (82)
Schedule Control by Supervision Engineer in Construction of International Bidding Project .....	<i>Li Ming</i> (85)
Maintaining Normal Operation of Equipment by Scientific Advance .....	<i>Xiang Jin</i> (90)
Strengthening Environmental and Legal Senses and Law Enforcement .....	<i>Pu Jidong</i> (93)

**Editor:** Editorial Office of Sichuan Water Power

**Post Address:** Qingyanggong, Chengdu, Sichuan, China

**Post Code:** 610072

**Chief Editor:** Li Yuanhui

**Distributor:** China International Book Trading Corporation (P. O. Box, 399, Beijing, China)