

# 偏桥水电站转轮泵板破坏原因分析与结构改进

潘学东, 彭宇

(四川久隆水电开发有限公司, 四川 成都 610041)

**摘要:**分析了偏桥水电站三台机组水轮机转轮泵板破坏的原因,并对泵板结构进行了改进,消除了泵板再次破坏的隐患,同时减小了水轮机顶盖振动的幅度,取得了较好效果,可为同类型中小机组提供参考。

**关键词:**偏桥水电站;水轮机;泵板;破坏;结构改进

中图分类号:TV7;TV735;TV738

文献标识码: B

文章编号:1001-2184(2018)增2-0050-02

## 1 概述

偏桥水电站位于四川省甘孜州九龙县境内,为九龙河干流梯级开发“一库五级”中的第四座水电站,安装有3台单机容量76 MW的混流式水轮发电机组。水轮机型号:HLC436-LJ-245;机组转速:375 min;设计水头:198 m;设计流量:43.3 m<sup>3</sup>/s。

该电站于2008年投入运行。自投运以来,3台机组一直存在顶盖振动过大、顶盖排水管频繁爆管漏水问题,经多次检修、技改均未有效解决问题,严重影响机组的安全稳定运行。

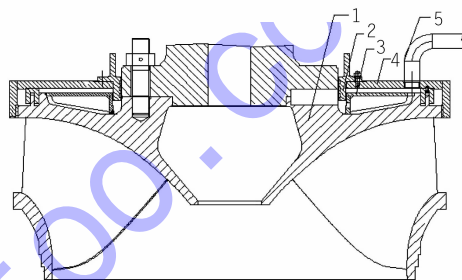
## 2 泵板减压装置结构及故障产生过程

### 2.1 泵板减压装置结构

偏桥水电站水轮机转轮上冠减压系统采用泵板减压装置结构。该结构中,旋转泵板与转轮上冠的连接方式为泵板外边沿与转轮上冠分段焊接,内侧立环板与转轮上冠全部焊接。机组运行时,来自转轮上止漏环间的漏水在顶盖与泵板间形成水压腔,通过6根减压排水管分别汇集到排水环管,环管埋设于混凝土内,环管内的压力水通过排水总管(明管)排至尾水锥管,固定减压环板与旋转泵板立环板之间形成减压间隙以降低作用在转轮上冠上的压力,达到减小轴向推力的作用,其结构见图1。

### 2.2 机组异常运行过程

偏桥水电站三台机组自投运以来,顶盖水平、垂直振动均超过50 μm。2012年底,2号机组A修,在减压排水孔出口增加了6个减压排水箱;2013年5月开始,2号机组顶盖与泵板间及排水



1—转轮,2—固定减压环板,3—泵板,4—顶盖,5—减压排水管

图1 水轮机转轮减压系统结构图

总管均出现了较大的压力脉动,水导摆度及顶盖振动逐渐变大,顶盖垂直振动超过100 μm并频繁出现顶盖减压水箱焊缝开裂、减压排水总管出现压力声音异常、减压排水总管振动增大、漏水等问题。该电厂于2013年8月开始限制2号机组出力至65 MW运行,2013年10月限制出力至60 MW运行。

### 2.3 泵板焊缝开裂及配重块脱落

2013年底,电厂技术人员对2号机组进行A修时拆除顶盖后发现泵板与转轮焊缝开裂,长度占总焊缝长度的一半,尺寸为40 cm × 15 cm的配重块脱落。2014年3月、11月分别对1号、3号机组拆除后发现同样的问题,其损坏情况见图2。

## 3 原因分析

笔者通过检索发现减压板焊缝开裂早期在大中型机组转轮上时有发生,尤其在分瓣转轮上易发生,此类故障曾在龚嘴、安康、潘家口等电站多

收稿日期:2018-03-26

次发生。笔者针对偏桥水电站泵板减压装置破坏情况,分析其原因为:

(1) 泵板结构不合理。该结构中泵板外边沿与转轮上冠分段焊接,泵板内侧立环板与转轮上冠焊接,减压板下侧筋板与上冠平面无接触,减压板中间部分处于完全悬空状态,这种结构刚性较差,在泵板上、下侧水压力作用下以及泵板分段焊接焊缝对水流流态影响下水压出现脉动,泵板易出现上下往复振动,长期运行必然导致焊缝疲劳开裂。



图2 2号机组泵板开裂、配重块脱落示意图

(2) 焊接质量不良。由于该结构中泵板为普通钢板,转轮为不锈钢材质,异种钢焊接加之焊缝较浅,同时存在焊接应力,机组长期运行中交变应力作用导致焊缝开裂。

(3) 转轮配重方式不恰当。由于转轮静平衡试验是在泵板焊接完成后进行的,静平衡配重时将泵板切割成长方形,将需要配重的钢板填充焊接在原割开位置,由于长期水力振动导致配重块焊缝开裂、焊缝裂纹扩大,最终导致配重块脱落。

#### 4 结构改进

针对上述问题,该电站对泵板结构进行了以下改进:

(1) 泵板与转轮上冠的连接方式由焊接改为螺栓连接,以消除转轮与减压板间的焊接应力;

(2) 增加泵板刚度,改善泵板受力情况。分别在转轮上冠内、外部分车削出两个止口,同时加工筋板,用螺栓使其与转轮上冠充分贴合,以承受泵板上方的水压力;

(3) 将转轮配重块形状制作成与筋板形状一致,配重块在静平衡后与筋板及泵板焊接,其结构

见图3。

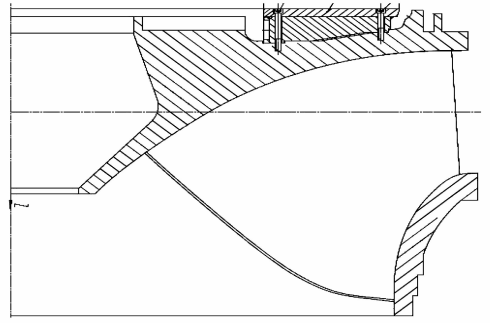


图3 结构改进后减压板结构图

#### 5 结构改进后取得的效果

针对偏桥水电站三台机组泵板出现的问题,在对减压原理进行总结、分析以及对同类型机组转轮减压装置结构经验借鉴的基础上,该电站对三台机组转轮泵板进行了结构改进,取得了较好的效果,主要表现在以下几方面:

(1) 彻底消除了泵板焊缝开裂、配重块脱落的安全隐患;

(2) 减小了顶盖水平、垂直振动,改造后的三台机组顶盖水平、垂直振动均控制在  $20 \mu\text{m}$  以下,机组工况明显好转;

(3) 消除了泵板与顶盖间的水压脉动,顶盖排水管未再频繁出现爆管漏水现象,机组可靠性明显提高;

(4) 机组水轮机室噪音大幅度降低,生产运行环境得到了进一步改善。

#### 6 结语

水电站转轮泵板结构不合理导致机组工况恶劣问题相对隐蔽,难以及时发现,必须予以重视。通过采用该结构改造方法,加强了减压板刚度、取消了减压板外沿锯齿状焊缝,改善了水流流态,从而减小了减压板与顶盖间的水压脉动、顶盖振动及噪音,有效地解决了机组顶盖振动过大、顶盖排水管爆管漏水等问题,机组运行工况明显提升。

#### 作者简介:

潘学东(1983-),男,四川中江人,站长,工程师,从事水电站运行与检修技术和管理工;

彭宇(1982-),男,重庆酉阳人,工程师,从事水电站水力机械技术工作。

(责任编辑:李燕辉)