

# 西霞院水电站机组水发联轴法兰渗油分析及处理

刘钢钢 罗子浩 孟腾 何瑞龙

(黄河水利水电开发总公司, 河南 济源 459017)

**摘要:** 针对西霞院水电站 7、9、10 号机组水发联轴法兰渗油问题, 首次在不开展 A 级检修的情况下, 通过改进机组回装工艺、降低轴电流、更换密封材质及安装工艺等一系列措施进行了综合治理, 缩短了检修工期, 提高了机组运行可靠性。

**关键词:** 西霞院; 水发联轴法兰; 二次挤压; 轴电流; 氟橡胶

**中文分类号:** TV734.1

**文献标志码:** A

## 1 引言

西霞院水电站<sup>[1]</sup>位于黄河干流上, 电站安装 4 台单机容量为 35MW 的轴流转浆式机组, 额定水头 11.5m, 转速 75rpm, 多年平均发电量 5.83 亿 KW.h, 最后一台机组于 2008 年 1 月 28 日并网发电。

西霞院机组浆叶操作系统主要包括油压装置、引导阀、主配压阀、操作油管及操作架, 浆叶操作系统操作油压为 6.3MPa, 机组主轴与操作油管之间由外至内依次为浆叶开启腔、浆叶关闭腔、回油腔。2016 年 9 号、7 号、10 号机组水车室控制环上表面先后出现一圈均匀的油污痕迹, 且随着时间的推移, 油污现象日趋加剧。随后, 经过两个多月的对比分析研究和现场试验, 基本确定油污为发电机轴与水轮机轴联轴法兰接缝渗漏油, 初步判断是该部位密封失效所致。

## 2 原因分析

西霞院水电站机组水发联轴法兰密封结构示意图如图 1 所示。

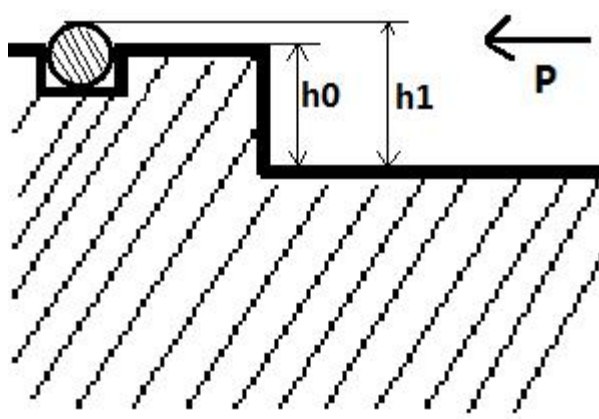


图 1 水发联轴法兰结构示意图

压力油方向为从内到外, 水轮机轴止口高度为  $h_0$ , O 型密封上端至水轮机轴止口底部高度为  $h_1$ , O 型密封依靠压缩回弹量起到密封高压油的作用。三台机组水发联轴法兰分解后分别测量  $h_1$ 、 $h_0$  数据, 其中 9 号机组测量具体数据见表 1。

表 1 9 号机组测量数据

收稿日期:

作者简介: 刘钢钢 (1989-), 男, 河南许昌, 工程师, 硕士研究生, 主要从事水力发电机组检修维护。

E\_mail:927716919@qq.com

单位: mm

测量位置	1	2	3	4	5	6	7	8
h1	25.96	25.30	25.34	25.38	25.50	25.80	25.40	25.90
h0	24.80	24.86	24.82	24.80	24.86	24.86	24.78	24.80
高度差	1.16	0.44	0.50	0.58	0.64	0.94	0.62	1.10

主机厂家设计水发联轴法兰密封槽深 5.4~5.6mm, 槽宽 10~10.2mm, O 型密封条线径为 8mm, O 型密封条的压缩率<sup>[2]</sup>为 30%~32.5%。由表 1 数据可知, O 型密封条局部回弹量不均匀且差值较大, 压缩率变为 7.5%~17%。O 型密封作为固定密封使用时, 一般情况下, 固定密封的压缩率达到 15%~25%<sup>[3]</sup>, 才能取得满意的密封效果。因此, 此次水发联轴法兰密封失效为密封压缩率不满足使用要求导致。针对上述状况, 通过研究现场实际情况收集的大量资料, 并综合分析了各方面的因素, 认为导致压缩率下降的原因有 3 种可能:

(1) 机组 A 级检修回装过程中, 对水发联轴密封进行二次挤压, 导致其压缩率降低。原标准机组 A 级检修回装流程中, 当发电机轴回装时, 重达 26.58T 的发电机轴直接落至水轮机轴上部, 此时会对已放置到位的水发联轴法兰密封造成一次挤压。根据轴流转浆式机组特点, 其回装过程中必须先连接转子与发电机轴螺栓, 再连接水轮机轴与发电机轴螺栓, 因此待转子与发电机轴螺栓连接后, 需通过 4 台 100T 的螺旋千斤顶将水轮机轴及转轮缓慢提起, 直至水轮机轴及发电机轴止口配合到位, 最后用螺栓连接水轮机轴与发电机轴, 此时会对水发联轴法兰密封造成第二次挤压。

(2) 受油器绝缘套管碎裂, 导致机组轴电流<sup>[4]</sup>偏大, 加速水发联轴法兰密封老化。在分解机组受油器过程中发现, 受油器多个绝缘套管碎裂, 且检查水发联轴法兰面发现, 法兰面有较多电化腐蚀痕迹存在, 且密封条整体发硬, 可回弹量变小, 存在密封老化现象。

(3) 水发联轴法兰分解后发现, 该部位原安装 O 型密封位于沟槽中间位置, 并未贴近沟槽外侧, 根据 O 型密封圈沟槽尺寸设计<sup>[5]</sup>相关要求, 当密封用作轴向密封, 且受内部压力时, 密封条应贴近沟槽外侧, 以提高密封性能。

### 3 处理方法

为彻底解决机组水发联轴法兰渗油问题, 同时为缩短检修工期, 提高经济效益, 西霞院电站首次在不开展 A 级检修的情况对三台机组进行法兰密封更换。

#### 3.1 改进机组 A 级检修工艺

通过阅读文献及调研发现, 同行业其他电站类似机组也出现过水发联轴渗油情况<sup>[6]</sup>, 但处理过程中均未采取措施避免密封二次挤压, 因此, 无先例可循。通过系统分析, 可在发电机轴回装过程中, 提前在水轮机轴上法兰面均匀放置 16 块(长 200mm、宽 100mm、厚 10mm)四氟乙烯垫板, 不但能保证密封不会挤压, 而能保证水轮机轴与发电机轴止口(高度为 15mm)能相互嵌入。此外, 该垫板也不会对水发联轴法兰面造成损伤。具体工艺如下:

(1) 机组停机排水, 做安全措施。

(2) 机组排油, 搭设尾水平台, 拆除受油器、集电环轴、油套管、上操作油管、上架、转子上挡风板、转子联推力头螺栓、下机架接油盒、水发联轴保护罩、水导轴承、主轴密封及空气围带, 安装转轮工装工具。

(3) 安装水发联轴工具, 拆除水发联轴螺栓, 转移转轮和水轮机轴重量至工装工具。

(4) 拆开发电机轴联转子螺栓, 将发电机轴重量落至水轮机轴。

(5) 安装转子吊具, 将转子吊至安装间转子支墩平稳安放, 吊出推力头、镜板, 做好防护, 镜板涂抹二硫化钼, 防止生锈, 每天对镜板情况进行检查。

- (6) 吊出发电机轴。
- (7) 更换水发联轴法兰面密封。
- (8) 回装发电机轴，在发电机轴与水轮机轴法兰面间垫 16 块（长 200mm、宽 100mm、厚 10mm）聚四氟乙烯板，防止发电机轴二次挤压法兰面盘根。
- (9) 回装镜板、推力头，回落转子至推力瓦，安装转子联推力头螺栓，进行转子联发电机轴工作。
- (10) 拆除水发联轴法兰面 16 块垫板，进行水发联轴工作。
- (11) 回装水导油槽，集电环轴、油套管、上操作油管、上机架。
- (12) 机组推中心后盘车及轴线调整。
- (13) 下导瓦、水导瓦间隙分配。
- (14) 回装：受油器、转子上挡风板、下机架接油盒、水发联轴保护罩、主轴密封及空气围带，机组注油。
- (15) 机组解除安全措施、充水，开机试验。

### 3.2 降低机组轴电流

机组回装时，全部更换为材质性能较好的绝缘套管，以提高绝缘性能。同时，更换新的发电机大轴接地碳刷，保证大轴可靠接地。

### 3.3 提高 O 型密封条密封性能

目前，类似机组所用密封材质大多为丁晴橡胶，为进一步提高密封性能，西霞院电站首次使用性能更为优异的氟橡胶。氟橡胶在耐热、耐油、耐强氧化剂、耐老化等方面要优于丁晴橡胶<sup>[7]</sup>。且在氟橡胶回装过程中，紧贴法兰沟槽外侧，以提高密封性能。

## 4 处理效果

新的检修工艺及新型材料的采用，提高了水发联轴法兰密封效果，自 2016 年 12 月至今，未发现 7、9、10 号机水发联轴法兰渗油现象。此外，在未开展 A 级检修的情况下，成功实施了水发联轴法兰密封更换，缩短了检修工期，取得了良好的经济效益。水发联轴法兰渗油的有效治理，避免了渗漏油通过水轮机顶盖排水进入下游河道的风险，生态效益显著。

### 参考文献：

- [1] 詹奇峰，张建生，秦常. 西霞院水电站水轮发电机组安装及其技术特点[J]. 人民黄河，2009, 31(10): 27-28, 30
- [2] 陈占清，詹永麒，朱昌明. 压缩率对 O 型橡胶密封圈密封性能的影响[J]. 流体传动与控制，2007, (2): 6-8
- [3] 卢黎明. O 型密封圈的压缩率对其密封性能的影响[J]. 华东交通大学学报，2002, 20(2): 9-11
- [4] A. S. 雷兹洛维奇. 杂散电流可破坏水轮机轴承[J]. 水利水电快报，1998, 19(11): 30-31
- [5] GB/T 3452. 3-2005, 液压气动用 O 形橡胶密封圈\_沟槽尺寸[S]. 北京：中国标准出版社，2006.
- [6] 王环东. 石龙水电站轴流转浆机组联轴法兰渗油处理方法[J]. 水电自动化与大坝监测，2001, 35(4): 43-44
- [7] 刘岭梅. 氟橡胶的性能及应用概述[J]. 有机氟工业，2001, (2): 5-7

# **Analysis and Treatment of oil Leakage from Units Shaft Coupling Flange in Xixiyuan Hydropower Station**

LIU Ganggang LUO Zihao MENG Teng HE Ruilong

(YellowRiver Hydropower Development Corporation, Jiyuan 459017, Henan Province ,China)

**Abstract:** In view of 7、 9、 10# Units Shaft Coupling Flange oil leakage problem in Xixiyuan hydropower station, It's the first time that Unimplemented A level maintenance, A series of comprehensive measures of governance are taken by improving the unit back to the loading process, to reduce the shaft current, replaced the seal material and installation technology and so on, It's shorten the maintenance period and improve the reliability of Units operation

**Key Words:** Xixiyuan; Shaft Coupling Flange; Secondary extrusion; Shaft Current; Fluoroelastomer

**作者简介:** 刘钢钢, 1989年10月, 男, 汉族, 河南许昌人, 工程师, 硕士研究生, 主要从事水电厂机电设备检修维护工作, 联系电话: 0371-63562188 地址: 河南省郑州市高新技术开发区枫杨街公园道一号(誉园) 450000, E-mail:927716919@qq.com。