

# 小龙水电站水轮发电机组前后座式轴承瓦温高产生原因分析与技术改造

黄智雄, 赵旺杰, 张鹏

(四川嘉陵江小龙门航电开发有限公司, 四川南充 637000)

**摘要:**分析了小龙水电站竖井贯流式水轮发电机组前后轴承瓦温度偏高的原因,提出了相应的技术改造措施和方法,可为同类机组处理类似问题提供借鉴。

**关键词:**前后轴承;瓦温偏高;发电机组;原因分析与技术改造;小龙水电站

中图分类号:TV7;TV737;TV738

文献标识码: B

文章编号:1001-2184(2018)增1-0162-02

## 1 概述

小龙水电站位于嘉陵江干流上,地处南充市城乡结合部,是《嘉陵江苍溪至合川段水电规划》嘉陵江广元至重庆段16级开发方案中的第11级,电站设计安装4台竖井贯流式水轮发电机组,单机容量为13 MW,机组由水轮机、增速器、发电机等主要部件组成。

发电机型号为SFWG13-8/1800,额定容量14.44 MVA,额定功率13 MW,额定电压10.5 kV,额定电流794 A,功率因数0.9,额定转速750 r/min,飞逸转速1730/2230 r/min,额定频率50 Hz;旋转方向:顺水流顺时针;可控硅自并励励磁方式,额定励磁电压110 V,额定励磁电流680 A;水轮机型号为GZ(1800)-WS-650,转轮直径为6.5 m,转轮叶片数3个,导叶片数16个,额定出力13.85 MW,额定转速75 r/min,额定流量为305.9 m<sup>3</sup>/s,飞逸转速为173/223 r/min,吸出高度为-8 m,最大水头为6.4 m,额定水头5 m,最小水头3 m。

## 2 发电机座式轴承的基本情况

### 2.1 结构组成

发电机转子前后两端各设置一个座式滑动轴承,分别距离定转子上下游端部约200 mm,共同承担发电机重量,其座式滑动轴承负荷为200 kN(共2个)。座式滑动轴承由轴承座、轴瓦和轴承装配所属的有关附件组成。每个轴承油槽深约350 mm,轴瓦采用L-TSA46汽轮机润滑油进行润滑,其润滑油回路走向为重力油箱-供油管路-座式滑动轴承-回油管路-低位油箱-油泵-

收稿日期:2018-01-07

油冷却器-重力油箱。

### 2.2 装配工艺

**轴瓦及轴瓦球面间隙要求:**各轴承侧瓦与主轴轴颈间隙 $\delta_1 = 0.2 \text{ mm}$ ,且对称位置处的下轴瓦与主轴轴颈间的间隙应与轴承侧瓦间隙一致,偏差均应不超过侧瓦与主轴轴颈设计间隙的 $\pm 10\%$ ;轴瓦与主轴轴颈之间的瓦间隙要求:当下轴瓦底部与主轴轴颈间隙为0时,其上轴瓦顶部与主轴轴颈顶部的间隙应在 $0.35 \sim 0.557 \text{ mm}$ 范围之内;整个轴瓦球面及轴承座球面的接触面为整个球面的75%且分布均匀。

## 3 座式轴承瓦温高产生的原因分析及采取的技术改造措施

### 3.1 故障现象

电站投产以来,在发电机额定出力下,轴承轴瓦温度一直较高,长期持续在66 °C运行。尤其是在夏季环境温度持续较高的情况下温度可达68 °C,接近发电机轴承瓦温超限值70 °C边缘,存在安全隐患,长期运行极易引发烧瓦事故。

### 3.2 原因排查及分析

(1)经检查,座式滑动轴承装配工艺能满足运行要求;润滑油介质关联的冷却水压、冷却水流量和机组运行摆度情况均未发现异常。

(2)对座式滑动轴承本体外部观察发现轴承本身接触式油挡处甩油现象严重。通过拆解轴承检查发现座式滑动轴承底部油槽较浅,大部分介质油在发电机高转速离心力作用下甩出,轴瓦油膜形成不充分,导致润滑冷却油进入瓦面的入油量偏少,冷热交换不充分,轴瓦热能无法及时有效地被介质带走是造成瓦温持续升高的原因之一。

(3) 经查阅座式滑动轴承相关的技术资料,要求机组运行时轴承润滑油供油量为 17 L/min。为了测量出实际润滑油的供油量,我们通过标准量具在机组运行时对润滑油管路的供油量进行了检测,实测轴承润滑油供油量仅为 14 L/min。由此可见,轴承润滑油供油量偏小也是造成其瓦温高的另一原因。

经对上述排查情况分析得出:轴承润滑油供油管径偏小和轴瓦底部油槽较浅是引起其瓦温高的根本原因。需要通过增大轴承供排油管路和底部油槽尺寸、保证轴瓦入油量,方能解决轴瓦温度高的问题。

### 3.3 技术改造措施

#### 3.3.1 供油管路技术改造措施

将重力油箱出油管路的管径由  $\varphi 32$  (DN25) 改为  $\varphi 42$  (DN32), 将轴承进油分支管路由  $\varphi 22$  (DN15) 改为  $\varphi 32$  (DN25), 同时将轴承座进油孔、轴瓦进油孔均扩大到  $\varphi 20$ 。通过增加供油管径来增大供油量(图 1)。

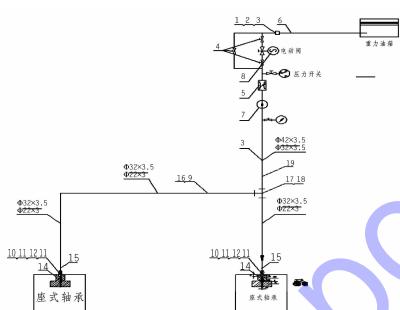


图 1 机组座式滑动轴承供油管路改造示意图

#### 3.3.2 座式滑动轴承油槽技术改造措施

在保证轴承瓦尺寸不改变的情况下,重新制作了轴承座和支撑座,将发电机前后轴承座油池

深度扩大,增加油池容积,油槽深度由 405 mm 增大到 750 mm。同时,为保证排油畅通,及时利用介质带走交换热量,将排油管路直径由  $\varphi 57$  改成  $\varphi 76$ ,并在前后轴承增设气密封油挡,以防止油雾随冷却风进入发电机内部造成污染(图 2)。

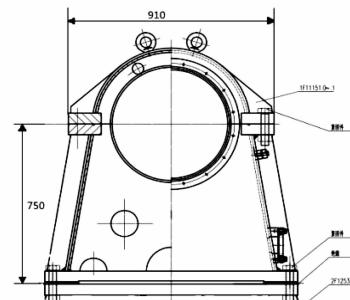


图 2 改造后的座式滑动轴承结构图

#### 3.3.3 技术改造后的运行工况

通过技术改造至今,与相同运行工况相比,发电机前后轴承轴瓦温较改造前平均下降了 5 ℃ ~ 6 ℃,技术改造效果明显。

### 4 结语

座式轴承是水轮发电机组的重要组成部件,其轴瓦工作温度是衡量轴承运行状况是否良好的一项重要指标,一旦出现异常,将直接威胁到机组的运行安全,导致烧瓦事故的发生。因此,同类机组应加以重视,加强对发电机组重要部件的日常巡视和检修维护管理,从根本上杜绝类似事件的发生。

#### 作者简介:

黄智雄(1980-),男,四川南充人,副总工程师,工程师,从事水电厂安全技术管理工作;

赵旺杰(1983-),男,四川南充人,工程师,从事水电厂运行技术与管理工作;

张 鹏(1981-),男,四川南充人,助理工程师,从事水电厂运行技术与管理工作。  
(责任编辑:李燕辉)

## 小水电无序开发导致上游河道断流

审计署近日发布首份聚焦长江经济带生态环保的专项公告,就沿江 11 个省份贯彻落实“共抓大保护、不搞大开发”等中央决策部署情况出具审计“体检报告”。本次审计时间跨度为 2017 年 12 月至 2018 年 3 月。审计机关对沿江 11 个省份 2016 年至 2017 年生态环境相关政策措施落地和资金使用情况进行了审计,重点抽查了 59 个地级市(区)。审计发现,相关省份认真学习贯彻党中央、国务院关于长江经济带发展的方针政策和决策部署,积极采取各种措施保护生态环境,取得了一些成效,表现在生态环境保护有序推进、污染防治能力有所增强、生态环境质量有所改善。与此同时,审计机关也在生态环境保护相关资金管理使用、资源开发和生态保护、污染治理等三个方面发现了不少问题。如资源开发和生态保护方面,审计发现,截至 2017 年底,10 省已建成小水电站 2.41 万座,最小间距仅 100 米,开发强度较大。过度开发致使 333 条河流出现不同程度断流,断流河段总长 1 017 千米。而对于长期持续整治的洞庭湖、鄱阳湖等 5 个国家级重要湖泊,由于统筹治理不到位等原因,2017 年的水质仍为 IV 类及以下。审计署已就查出的问题依法出具了审计报告并提出了处理意见,要求有关地方政府在整改期限截止后依法向社会公告整改结果。