

# 发电机轴电流保护动作的原因及防范

龚力文

(广东省飞来峡水利枢纽管理局 广东省清远市 511825)

**【摘要】** 主要介绍发电机轴电流的产生原因以及轴电流对发电机的危害;并分析飞来峡电厂的发电机投入运行以来出现的两次发电机轴电流保护动作原因以及应采取的防范措施。

**【关键词】** 发电机 轴电流保护 动作原因 防范

**【数据库分类号】** S209

## 0 概述

飞来峡水利枢纽位于广东省清远市境内的北江干流上,以防洪为主、兼有航运、发电等综合性水利工程。机组的单机容量为 35 MW,出口电压 10.5 kV,装机 4 台。其中发电机为奥地利 ELIN 公司生产,发电机的保护也是采用 ELIN 公司的 DRS 成套数字保护装置。3 年多的运行证明 DRS 数字保护装置运行是比较安全可靠的。

## 1 飞来峡电站发电机轴电流保护的配置及原理

### 1.1 轴电流保护的配置

保护型号: MBI11	输入量: 轴电流	数字量: 输入信号
输出量: 瞬时跳闸, 延时跳闸	设定参数: 上升沿 0.5 A	动作时间: 5 s

### 1.2 轴电流保护的原理

发电机的轴电压是由于发电机中的磁力不平衡而产生的,轴电压的大小随发电机的电压和负荷而变化。当轴电压超过油膜的破坏值时,轴电流将迅速增大。在绝缘良好的情况下,轴电流是相当小的,当轴电流超过设计值(整定值)时,能及时发信号或停机,以防止轴电流对轴承的破坏。飞来峡电站发电机的轴电流保护采用的是将励磁端直接接于大轴上的碳刷引线和受油器绝缘板底角地线引至保护模拟输入板,由模拟输入板监测轴电流的大小,当检测到的轴电流大于整定值时,则输出一个开关量信号给 DRS 装置,由其跳闸矩阵来完成保护的動作过程。

## 2 轴电压和轴电流

机组的主轴不可避免地要处于不对称的磁场中旋转。这种不对称磁场通常是由于定子铁心组合缝、定子硅钢片接缝、定子与转子空气间隙不均匀,轴中心与磁场中心不一致、转子磁极线圈短路等因素造成的。主轴在不对称磁场中旋转,会在其两端产生交流电压即轴电压,如果电机主轴两端轴承没有绝缘垫。这个电压就会通过电机两端轴承支架形成电流回路,这个电流叫轴电流。

### 2.1 轴电压和轴电流的产生

轴电压是机组的两轴承端或机组的转轴与轴承间所产生的电压,其产生的原因一般有以下几种:

1) 磁场不平衡产生轴电压:发电机由于扇形冲片、硅钢片等叠装因素,再加上铁心槽、通风孔等的存在,造成在磁路中存在不平衡的磁阻,并且在转轴的周围有交变磁通切割转轴,在轴的两端感应出轴电压;或者是由于定子和转子不在同一轴线上,转轴偏离磁场中心位置,也会产生轴电压。由于励磁回路的连接不当,形成环绕轴的直流回路,产生一恒定磁场,引起轴向磁化;与电力系统连接的定子绕组内部发生短路时,由系统流入短路点的电流与正常带负荷时的电流方向相反,产生了围绕轴的电流回路,也有轴向磁通;转子绕组发生两点对大轴的短路和向定子绕组通直流电流进行干燥,也会发生轴的磁化从而产生轴电压。

2) 静电感应产生轴电压:在强电场的作用下,在轴的两端感应出轴电压。

3) 系统的振荡或扰动产生轴电压:由于系统的震荡或扰动使得发电机的电压含有较高次的谐波分量,在电压脉冲分量的作用下,定子绕组线圈端部、接线部分、转轴之间产生电磁感应,使转轴的电位发生变化,从而产生轴电压。

4) 外部电源的介入也会产生轴电压。

5) 其他如静电荷的积累以及测温元件绝缘破损等因素都可能导致轴电压的产生。

轴电压建立起来后,一旦在转轴及机座、壳体间形成通路,就产生轴电流。

## 2.2 轴电流的危害

1) 如果滑环侧(受油器)轴端的对地绝缘垫损坏时,在轴电压的作用下,轴电流可能很大。轴电流将在轴颈和轴瓦之间产生小电弧侵蚀,破坏油膜,使轴承温度升高,润滑油碳化变质等。如果轴电流超过一定数值,发电机转轴轴颈的滑动表面和轴瓦就可能被损坏。

2) 如果机组在运行过程中,两轴承端或机组转轴与轴承间有轴电流的存在,那么对于机组的轴承的使用寿命将会大大缩短,给现场安全运行带来极大的影响。同时由于轴承损坏及更换带来的直接和间接的经济损失不可小计。

3) 轴电流对轴承的破坏:发电机在运行时,存在一定的轴电压,但只要没有超过油膜的破坏值,轴电流是非常小的。即正常运行情况下,转轴与轴承间有润滑油膜的存在,起到绝缘的作用。对于较低的轴电压,这层润滑油膜仍能保护其绝缘性能,不会产生轴电流,但是当轴电压增加到一定数值时,尤其在机组启动时,轴承内的润滑油膜还未稳定形成,轴电压将击穿油膜而放电,构成回路,轴电流将从轴承和转轴的金属接触点通过,由于该金属接触点很小,所以这些点的电流密度大,在瞬间产生高温,使轴承局部烧熔,被烧熔的轴承合金在碾压力的作用下飞溅,于是在轴承内表面上烧出小凹坑。一般由于转轴硬度及机械强度比轴承烧熔合金的高,通常表现出来的症状是轴承内表面被压出条状电弧伤痕。

4) 发电机正常运行时,由于受油器侧有绝缘板,无轴电流。如绝缘板损坏,则故障电流通过受油器轴瓦,烧伤形成焊疤,产生毛疵,密封不严,使开启腔和关闭腔窜压,造成操作油压降低,桨叶不动。

## 3 飞来峡电站发电机轴电流保护动作分析

1999年9月29日和2000年11月29日发生两次#4机组由于轴电流保护动作跳闸停机。原因为受油器下面的排油管排油不畅,使油直接从受油器旁边的油槽溢出,降低了受油器的绝缘,产生较大的轴电流,从而导致轴电流保护动作,机组停机,以上两次保护动作均为正确动作。

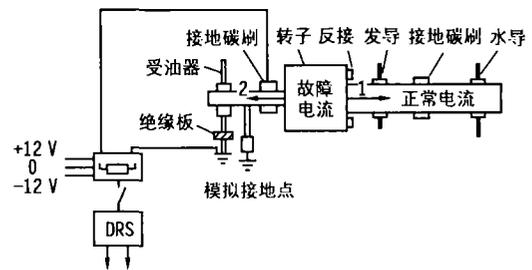


图 1 轴电流保护原理图

## 4 轴电流的防范

1) 在轴端安装接地碳刷,以降低轴电位,使接地碳刷可靠接地,并且与转轴可靠接触,保证转轴电位为零电位,以此消除轴电流。

2) 为防止磁不平衡等原因产生轴电流,往往在非轴伸端的轴承座和轴承支架处加绝缘隔板,以切断轴电流的回路。

3) 为避免其他附件导线绝缘破损造成轴电流,要求检修人员细致检查并加强导线或垫片绝缘,以消除不必要的轴电流隐患。

4) 轴向磁通通过轴承间隙、发电机、水轮机及基础形成回路,其中大部分流过发电机气隙,小部分流过发电机的轴承和水轮机。仔细地安装和系统的监视发电机励磁侧轴端的绝缘是很重要的。

## 5 结束语

轴电流的存在对轴承的使用寿命具有较大的破坏性,运行人员应根据现场的实际运行情况,分析轴电流保护动作的原因,采取预防措施、加强监视和维护,保证轴承座与支架的绝缘以及受油器的绝缘,从而从根本上解决轴电流的危害,为机组安全经济运行提供保证。

### 参考资料

[1] ELIN公司提供的技术文件。

龚力文 男,助理工程师,从事发电厂运行管理工作。

## 关于数字阀调速器技术专利的声明

中国水利水电科学研究院研制开发的数字开关阀调速器液压执行机构于2001年获得国家实用新型专利证书(证书号:ZL 00 2 59624.5)。该技术对传统的调速器机械液压部分在概念上实现了本质性的变革,在安全性、可靠性、速动性、可维护性等方面具突破性的进步。首台装置自2001年5月投运以来,受到广大用户的青睐,也得到有关专家的充分肯定,市场业绩不断增长。

一段时间来,我们不断接到各方面的举报,有些单位或个人,打着中国水利水电科学院或其下属自动化所、北京中水科自动化工程公司的旗号,在社会上招摇撞骗。为对广大用户负责,保护我单位的合法权益,特声明如下:

1. 中国水利水电科学研究院及其下属自动化所、北京中水科自动化工程公司未授权任何部门、组织、单位或个人作为该产品的产品销售代理,也未曾与任何部门、组织、单位或个人就该产品进行任何形式的技术转让、技术合作,如设计、生产或加工等,一经发现,将追究其相关法律责任。

2. 请广大用户警惕以中国水利水电科学研究院及其下属自动化所、北京中水科自动化工程公司进行的各种欺骗活动,防止上当受骗,购买假冒伪劣产品。

3. 如有任何单位或个人以任何形式使用中国水利水电科学研究院及其下属自动化所、北京中水科自动化工程公司的名义,请广大用户配合,查验合作协议,复印并存档。无协议者均为诈骗行为。

4. 如遇有欺骗行为,请广大用户立即报告我方,提供证据,我方将予以感谢。

特此声明。

中国水利水电科学研究院  
中国水利水电科学研究院自动化所  
北京中水科自动化工程公司