

# 发变组录波在石横电厂的运行分析

胡林<sup>1</sup>, 扈俊洪<sup>2</sup>, 李忠<sup>3</sup>

(1. 山东石横电厂, 山东 肥城 271621; 2. 北京博电新力电力系统仪器有限公司, 北京 100087;

3. 南京南自机电自动化有限公司, 江苏 南京 211100)

**摘要:** 1999年山东石横电厂为#1~#4发电机组先后装设了微型发变组故障录波装置并投运, 然而4台录波装置又于2002~2005年间相继退出运行。通过全面总结发变组录波装置在石横电厂的运行情况, 从系统资源调度机理、抗干扰设计理念、处理结构模式等角度, 对录波装置无法正常工作的原因作了深入的分析 and 研究。对当前发变组录波领域关于保护录波功能的可替代性、录波装置的可靠性认识、录波功能延伸等热点问题提出了见解, 并阐述了机组录波的发展方向。

**关键词:** 发变组; 故障录波; 可靠性

## Analysis of recorder application for generator-transformer unit in Shiheng power plant

HU Lin<sup>1</sup>, HU Jun-hong<sup>2</sup>, LI Zhong<sup>3</sup>

(1. Shiheng Power Plant, Feicheng 271621, China; 2. Beijing Power Advance Technology Co., Ltd, Beijing 100087, China;

3. Nanjing Electric Automation Group, Nanjing 211100, China)

**Abstract:** Micro-processor-based Fault Recorders were equipped for Generator-Transformer Unit No.1 to No.4 in Shiheng Power Plant, Shandong province, and they were out of function during 2002 to 2005. After summarization of practice, causes are analyzed and studied from system resource dispatch, anti-jamming design, and processing mode, which may lead to the failure of recorders application. Some key points such as relay's recorder function, device reliability and functions extension are discussed. Development direction is also pointed out.

**Key words:** generator-transformer unit; recorder; reliability

中图分类号: TM76 文献标识码: B 文章编号: 1003-4897(2007)11-0082-03

## 0 引言

山东石横发电厂始建于1962年, 目前装机容量为4×300 MW, 电厂分两期工程建成。其中, 一期2×300 MW工程是“七五”期间国务院十二项重大技术装备项目之一, 是我国首次引进国外设备制造技术和电站设计技术的“双引进”机组, 两台机组分别于1987年、1988年投产发电。二期2×300 MW工程是国家“八五”期间山东省重点技改项目, 设备的整体水平, 特别是控制系统达到国际先进水平, 两台机组分别于1997年5月、11月投产发电。

为提高机组的运行维护水平, 提高故障分析处理的能力, 电厂于1999年投入80万元资金分别为四台机组装设了LBD-MGR/T-1000型发变组故障录波装置, 并于同年4月(#4机)、6月(#6机)、7月(#1机)、12月(#1机)分别投入运行。

## 1 运行情况

#1~#4机在安装发变组故障录波装置前, 保护的動作和报警信号均接入热控系统的事件记录仪, 以实现简单的故障记录功能。装设专用的故障录波后, 大部分信号不再送入热控事件记录仪, 而直接接入故障录波装置。

在随后几年中, 电厂发生了数次机组故障(或异常)、保护动作事件, 录波装置出现了死机、录波失败的现象, 未达到装设录波装置的目的。不仅如此, 本来接入热控的许多信号由于改接入录波, 导致现场只能依靠热控事件记录仪中仅剩的几个信号进行分析, 给事故分析反而造成了很大的困难。例如在最近的一次事故(2004年5月1日)中, #1发变组保护动作, #1机组跳闸, 故障录波装置前置机数据上传灯和录波启动灯亮, 后台机死机。关

闭电源重新启动后,能正常手动启动录波。

出现问题后,厂家多次前来现场进行处理,但效果始终并不明显。当时电厂的发变组保护尚未进行微机化改造,考虑到故障录波的死机可能和事故发生时较多的事件触发量有关,电厂作了如下调整:

1)将故障录波装置接入的模拟量全部保留,但不作为启动量;

2)开关量只保留发变组保护动作以及主汽门关闭作为启动信号,其余开关量信号全部解除。

采取上述措施后,虽然问题略有改善,然而问题始终未能根本解决,仅有的两个开关量启动方式远远达不到故障录波的实际所需。

因此,电厂决定在发变组保护微机化改造时,将原有的故障录波退出运行,在未装设新的、可靠的录波装置之前,暂时依靠保护装置本身的录波功能来实现机组的故障录波。其中#1机于2005年11月份退出运行,#2机组于2003年10月份退出运行,#3机于2002年11月份退出运行,#4机组于2004年10月份退出运行。

至此,#1~#4机的故障录波装置经历了一个从无到有,又从有到无的过程,以失败告终。这个富有戏剧性的实践过程,耐人寻味、发人深思。

## 2 录波失败分析

死机、录波失败现象是四套发变组录波装置遇到最多、也是最主要的问题。在机组没有出现故障或系统异常的时候,装置都无异常现象。但一旦遇到真的机组故障,需要启动录波时,装置却发生致命的死机,导致无法实现故障数据记录这一最重要最基本的功能。录波失败现象值得分析。

### 2.1 系统资源调度

整个录波装置采用的为“工控机+采集卡”的方式,录波应用软件建立在现成的操作系统(Windows)之上。通常当机组发生故障时,录波启动量较多,一般先为相关的模拟量;当保护动作后,相关的开关量也加入了启动触发行列。若对操作系统认识不够或编程不当,很可能引起一系列的任务调度或中断嵌套,而导致大量内存资源的消耗,进而导致死机。

虽然厂家前来处理后,手动启动录波均正常,但由于手动启动时只有一个人工的启动条件,和真实故障时可能出现的一系列连续的启动情况差异较大,所以也就无法保证现场真实启动的完好性。

从后来采取临时措施后(即只开放发变组保护动作和主汽门关闭两开关量启动条件)唯一的一次录波成功来看,连续启动的不当处理很可能是死机

的主要原因。

### 2.2 系统的抗干扰<sup>[1]</sup>

发变组录波接入的模拟量和开关量比较多,几乎涵盖了跟机组运行有关的所有重要的电气量和非电气量。在机组发生故障时,随之而来的各种电气冲击、复杂的机电暂态过程都将引起大量的电磁干扰,通过电气连接和空间辐射,直接进入录波装置,严重威胁着装置的运行。因此装置的抗干扰性能也很可能是死机现象的原因之一。

录波装置也称录波器,故常被错误地划入仪器之列,其抗干扰性能一直被轻视。而机组录波的运行环境比线路录波似乎更为恶劣。一些电厂使用成熟的线路录波装置替代机组录波的不尽成功,从侧面说明机组录波有着更高的要求。

因此提高机组录波装置的整体抗干扰设计应该引起足够的重视。

### 2.3 装置的结构模式

作为我国最早的机组故障录波装置,#1~#4机装设的录波装置采用工控机为主体、前后台分开的模式。前置机负责数据的采集和启动判别,后台机负责数据存储、数据分析和对前置机的管理。前后台间通过通信电缆连接。这是曾经最为典型、最为流行的机组录波结构方式<sup>[2-5]</sup>。

这种结构模式对前后台机间的通信可靠性以及传输效率的依赖性很大。前置机不能存放故障数据文件,一旦通信连接发生异常,即使前置机能正常启动(不死机),其录波数据也无法传输和保存,而导致录波失败。另外,作为早期产品和技术,采用同轴电缆的传输效率也有限。一旦连续启动后,即使不死机,也会给大量的数据上传带来瓶颈。

所用工控机的硬件和操作系统的稳定性也决定着整个录波系统的稳定可靠性。一旦硬件或操作系统异常,也很可能直接导致录波失败。

## 3 讨论与思考

### 3.1 保护的辅助录波功能

从装设独立的录波装置,到最后全部拆除而使用微机保护的录波功能来替代,实为无奈之举,并意味对两者可替换性的默认。

录波装置的诞生目的是监视、评判保护的动作为。因此使用保护的录波数据来评判保护自身的动作行为显然不具应有的独立性、公正性和客观性。事实上,由于数据通道的共享复用,在数据通道出现异常时,保护录波数据也将出错,也就无法对保护正确评价。另外在数据采样率、模拟通道滤波特性、接入通道范围、数据记录策略和规范,以及

诸多功能方面,保护的录波功能(或插件)均无法与独立的录波装置相媲美<sup>[1]</sup>。装设独立、可靠、完善的发变组录波装置,仍是电厂的最终目标。

### 3.2 录波装置的首要需求

无论技术如何发展,发变组录波装置的首要需求仍是其录波的可靠性,即在机组故障或异常时可靠地启动并记录数据。装置的界面再丰富、分析功能再强大、结构工艺再先进,只要录波失败,就不能称其为一个合格的发变组录波装置。

可靠性的保证可从硬件和软件两方面进行。设计冗余、资源丰富、高处理能力的硬件平台,再辅之以先进的算法、合理的资源调度、周到的异常处理,就可以从根本上解决装置的可靠性问题。因此发变组录波摒弃工控机为主体的仪器化开发模式,借鉴保护装置的成功经验的呼声日益强烈<sup>[1]</sup>,走嵌入式发展之路也是大势所趋。

### 3.3 功能延伸<sup>[2,6]</sup>

如前所述,故障数据记录是录波装置的最为基本、最为重要的功能。然而,发变组录波由于接入了机组所有重要的电气和非电气量,因此也就具备利用采集到的丰富数据实现现场所需的其它一些功能的条件。

利用采样数据在后台界面实现机组运行数据的实时监测(包括序量、谐波、功率、差流等计算量),可给现场运行带来很大方便。早期需要手动启动录波然后再打开数据文件查看数值的模式,不仅操作不便,实时性也差。

机组开机电气试验也是录波装置的一个重要延伸功能。可以利用录波装置,在开机前进行短路、空载、励磁等试验,不仅直观简捷,还可大大缩短开机前的试验时间,为机组尽快并网发电创造条件。

电能质量管理也是录波装置延伸功能的一个重要方向。将录波装置采集的数据进行充分运算提炼,对电能质量进行监测和管理。

以上有些功能已经在最近研发的发变组录波装置中得到了成功应用。由于录波装置采集到的数据范围广、采样率高、精度高,因此对录波数据进行深层次的挖掘和利用,也是研制单位的一项长期任务。

## 4 结论

1)发变组录波作为监视机组运行、记录机组故障或异常的过程的运行装置,对提高机组的安全运行水平、分析事故原因、降低营运和维护成本、保证机组安全运行,具有十分重要的意义。

2)可靠地录波始终是发变组录波装置的第一要

求。借鉴保护装置的成功经验,走嵌入式、装置化的发展道路,是提高录波装置可靠性的正确方向。

3)完全可以凭借录波采集到的丰富数据实现装置功能的延伸和拓展,为现场提供更为简便的手段和工具。

### 参考文献

- [1] 李忠,刘万斌,郑华.发电机变压器组录波再认识[J].电力自动化设备,2005,25(9):89-92.  
LI Zhong, LIU Wan-bin, ZHENG Hua. Re-cognition of Recording for Generator-transformer Unit[J]. Electric Power Automation Equipment, 2005, 25(9): 89-92.
- [2] 苏宏勋,曹全喜,白菊花.故障录波器现状及一种新方案的探析[J].继电器,1997,25(6):33-38.  
SI Hong-xun, CAO Quan-xi, BAI Ju-hua. Current State of Fault Recorder and Discussion on New Scheme[J]. Relay, 1997, 25(6): 33-38.
- [3] 杨廷方,刘沛.基于工控机的集中式录波器设计[J].电力自动化设备,2001,21(6):26-29.  
YANG Ting-fang, LIU Pei. Design of an Integrated Fault Recorder Based on Industrial Controlling Computer[J]. Electric Power Automation Equipment, 2001, 21(6): 26-29.
- [4] 骆健,丁网林,王汉林,等.一种新型故障录波系统的实现[J].电网技术,2003,27(3):78-82.  
LUO Jian, DING Wang-lin, WANG Han-lin, et al. Realization of a New Type Recording System[J]. Power System Technology, 2003, 27(3): 78-82.
- [5] 蔡舒平,张保会,薛岩.一种新型故障录波装置的构成原理及设计[J].电气传动自动化,2003,25(3):40-45.  
CAI Shu-ping, ZHANG Bao-hui, XUE Yan. The Structure and Design of a New Type Recorder[J]. Electric Drive Automation, 2003, 25(3): 40-45.
- [6] 李玉海,刘昕,李鹏.电力系统主设备继电保护试验[M].北京:中国电力出版社,2005.  
LI Yu-hai, LIU Xin, LI Peng. Relay Test of Power System Primary Devices[M]. Beijing: China Electric Power Press, 2005.

收稿日期:2006-09-08; 修回日期:2006-12-14

作者简介:

胡林(1974-),男,工程师,从事发电厂二次设备的检修、维护及管理工作;

扈俊洪(1972-),男,工程师,从事电力系统自动化装置的设计、服务及技术支持工作;

李忠(1973-),男,工程师,工学硕士,从事电力系统自动化装置的研究与开发工作。E-mail:lizhong\_email@163.com