

发电机励磁系统技术改造及优化试验分析

高 忠，柴 进

(江苏射阳港发电有限责任公司, 江苏 盐城 224346)

摘 要: 江苏射阳港发电有限责任公司5号发电机励磁系统为ABB UNITROL 5000励磁系统, 自2011年7月份投入运行一年多以来, 多次发生F119备用通道报警、F142辅助系统退出、F28起励故障等异常报警, 影响了5号机组的安全运行。经过认真分析讨论, 结合该公司5号机组于2012年9月12日至10月19日期间的B修, 按反措要求, 对装置进行技改及参数优化, 提高了励磁装置的安全稳定运行水平, 保证了机组的安全稳定运行。

关键词: 励磁系统; 技改; 优化试验; 分析

0 引言

供给同步发电机励磁电流的电源及其附属设备, 称为同步发电机的励磁系统^[1]。同步发电机励磁系统在电力系统中的作用概括起来就是通过励磁调节充分发挥发电机作用来提高电力系统的稳定性^[2]。江苏射阳港发电有限责任公司5号机组采用的UNITROL 5000型励磁系统是瑞士ABB公司生产的数字式同步发电机静止励磁系统, 其吸收了目前数字控制领域内最先进的研究成果和工艺, 如DSP数字信号处理技术、可控硅整流桥智能化均流技术、低残压快速起励技术、ARCnet现场总线技术等, 代表了目前励磁控制领域的世界先进水平。本文阐述了我公司5号机组B修期间, 5号发电机励磁系统的技术改造、优化试验情况, 以及效果评估分析。

1 系统概况

我公司三期工程5号发电机组于2011年7月16日并网发电。其发电机励磁系统主要参数如下:

机组额定功率: 660MW

机组额定容量: 733.33MVA

额定功率因素: (滞后) 0.9

机组额定电压: 22kV

机组额定电流: 19245A

额定频率: 50Hz

额定励磁电压: 426V

空载励磁电压: 152.5V

额定励磁电流: 4675A

空载励磁电流: 1792.7A

励磁变二次侧电压: 900V

励磁方式: 自并励静止可控硅励磁

制造厂: 东方电机股份有限公司

2 UNITROL 5000 型励磁系统的工作原理、配置和功能简介

2.1 UNITROL 5000 型励磁系统的工作原理

5号发电机励磁方式采用高起始响应的静态自并励系统。#5发电机励磁系统配置有两台ABB UNITROL 5000自动励磁调节装置。

5号发电机励磁系统主要由接于发电机机端的励磁变压器、功率整流柜、AVR柜、灭磁及过电压保护柜、起励装置等设备构成。励磁电源取自发电机出口, 经励磁变降压的交流整流后供给发电机励磁绕组。当发电机启动时, 由接自厂用电的起励装置提供励磁电源, 发电机电压建立后自动切换到励磁变供电。#5发电机励磁系统工作原理图如图1所示。

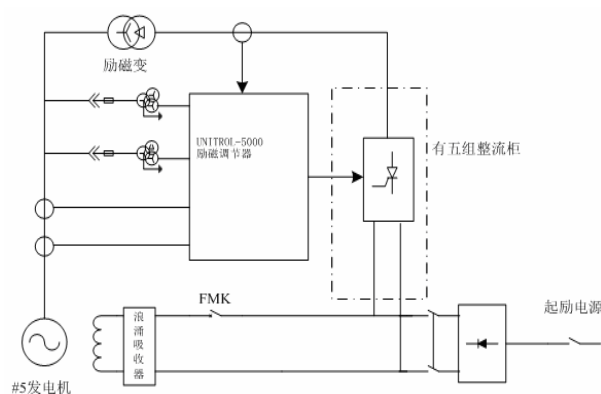


图1 5号发电机励磁系统工作原理图

2.2 UNITROL 5000型励磁系统的设备现场布置

5号励磁变压器布置在汽机房6.9m层，灭磁柜、励磁整流柜、AVR柜布置在汽机房13.7m运转层。5号发电机励磁系统共配置9面柜：5号机励磁系统励磁调节柜(+ER)、5号机励磁系统灭磁开关柜(+ES)、5号机励磁系统直流输出柜(+EE)、5号机励磁系统整流柜1(+EG1)、5号机励磁系统整流柜2(+EG2)、5号机励磁系统整流柜3(+EG3)、5号机励磁系统整流柜4(+EG4)、5号机励磁系统整流柜5(+EG5)以及5号机励磁系统交流进线柜(+EA)。5号发电机励磁系统屏柜布置图如图2所示。



图2 5号发电机励磁系统屏柜布置图

2.3 UNITROL 5000型励磁系统的基本功能

UNITROL 5000型励磁系统在自动方式下具有以下基本功能和限制保护功能：机端电压调节功能、转子电流调节功能、恒无功调节功能、恒功率因数调节功能、V/Hz限制及保护功能、过励限制及保护功能、欠励限制及保护功能以及电力系统稳定器（PSS）功能。

3 5号发电机励磁系统的技术改造

3.1 外部直跳继电器换型

当发变组故障保护动作时，端子 6101、6133 及 6201、6233 分别接通，继电器 K92、K93 动作，#5 发电机灭磁开关 Q02 跳闸。5 号机灭磁开关跳闸回路图如图 3、图 4 所示。

5号机励磁系统外部直跳继电器K92、K93原为厂家所配产品，型号为：finder 60.13.9.110.9116，接点容量为10A，线圈电源电压：DC110V，经测量，其线圈电阻分别为9010Ω、9005Ω，校验其继电器动作出口电压分别为61V、60V，继电器动作功率小，抗干扰能力差，容易引起误动出口跳闸，不满足电网反措要求。现已结合5号机组B修，将5号机励磁系统外部直跳继电器K92、K93换型，将其更换为芬德公司生产的大功率继电器finder62.33.9.110.4300，412

接点容量为16A，经测量，其线圈电阻分别为4170Ω、4209Ω，校验其继电器动作出口电压分别为80V、81V，该继电器具有动作功率大的特性，抗干扰能力强，避免#5机组运行时灭磁开关误跳闸事件的发生，满足电网反措要求。

5号机励磁系统外部直跳继电器K92、K93技改前、后的外形图如图5所示。

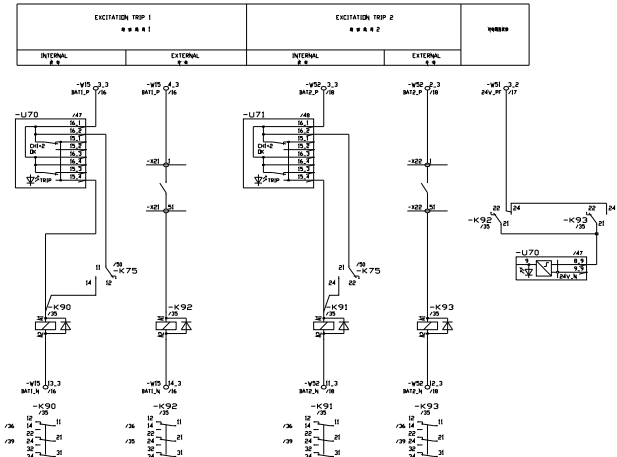


图3 5号发电机励磁系统灭磁开关控制回路图

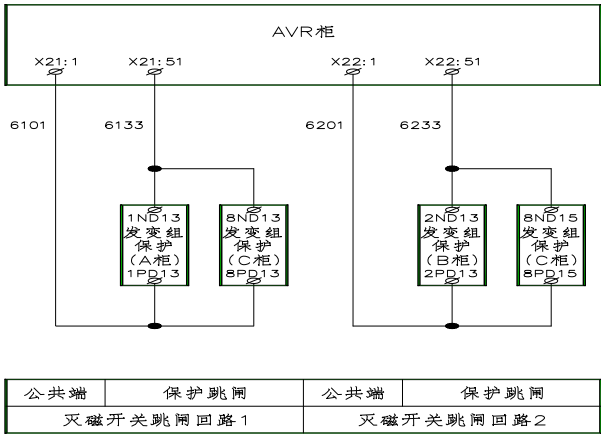


图4 5号发变组保护跳灭磁开关回路图



图5 5号机励磁系统大功率继电器K92、K93技改前后图

3.2 增加“5号发电机励磁系统总报警”信号

5号机励磁系统调节柜至DCS机柜敷设电缆、完成接线,在#5机DCS励磁系统界面增加“5号发电机励磁系统总报警”信号,而且将“5号发电机励磁系统总报警”信号接入5号机DCS“励磁系统异常”光字牌。当#5机励磁系统本身发生任何故障和异常时,5号机DCS“励磁系统异常”光字牌和#5机DCS励磁系统界面“5号发电机励磁系统总报警”都将会发出告警信号,有利于运行人员的事故处理和异常分析。

3.3 规范5号机励磁系统回路接地,减少干扰信号

(1) 5号机UNITROL 5000型励磁装置,严格意义上也是一种微机自动装置,加上其组成柜体较多,互相间用网络线通讯,很容易受到干扰,投产初如F119备用通道报警、F142辅助系统退出、F28起励故障等报警信号时有发生。常见的干扰源主要有:供电系统、静电感应、电磁感应及信号通道等干扰;主要途径有:静电耦合(电容耦合)、电磁耦合(互感耦合)、共阻抗耦合、漏电耦合、传导耦合;辐射电磁场耦合。要保证设备抗干扰,必须回路接地规范可靠。

(2) 在电网的厂站通讯设备二次系统中,必须要有良好的工作接地。在接地系统中,用接地电阻来表示与大地结合好坏的指标,《DL 5003-91 电力系统调度自动化设计技术规程》已明确要求接地电阻宜小于 0.5Ω ,继电保护规程更严格,要求接地电阻宜不大于 0.2Ω 。

(3) 在装置和回路接地上,我们发现有的地方接地接触电阻过大,检查为施工时作业不规范。有的螺丝没有固定好,有的焊接不牢靠,有的接地铜线直径偏小,有的没有在接地铜排上捆绑固定好。我们都按规范一一整改好,测量接地电阻小于 0.2Ω ,检查测量#5机励磁系统调节柜端子X49:2-N600(至发电机汽端接地碳刷接地端)对地电阻小于 0.2Ω 。另外,开启空调,检查室温,确保#5机励磁小室室温在合格的范围内。5号机组B修结束后,通过对5号机UNITROL 5000型励磁装置近期运行情况分析,发现干扰信号基本消除,F119备用通道报警、F142辅助系统退出、F28起励故障等报警信号没有发生误报警,提高了设备运行的稳定性。

4 5号发电机励磁系统试验参数优化

4.1 励磁系统静态优化试验

A、B两套 UNITROL 5000 型励磁装置调试;5台整流柜(EG屏)试验;控制柜和灭磁柜调试;

控制、信号回路检查,DCS系统I/O点核对;PSS参数核对;柜内通风检查,防污纱清洗;励磁系统小电流试验;励磁限制试验;灭磁开关分合闸试验;整组试验。

经过以上各项静态试验,对5号机组励磁系统相关参数进行了静态优化调整和试验,提高了5号机励磁系统性能和运行可靠性。

4.2 发电机空载特性调节器试验

试验前,拆除5号机组至励磁调节器(励磁调节+ER柜内6035、6036)的并网信号接点线,并做好记录。确认励磁调节器中各整定值与最新定值单相符。确认发变组保护和励磁系统无异常报警。确认主变压器高压侧断路器、正付母闸刀均在断开位置。

(1) 励磁调节器A通道零起升压即起励试验并录波,如图6所示。

(2) 励磁调节器A通道升压、降压检查、调压范围试验。

(3) 励磁调节器A通道 $\pm 5\%$ 阶跃试验和转子电流阶跃试验并录波,如图7所示。

(4) 励磁调节器A通道与手动通道的切换试验,如图8所示。

(5) 用励磁调节器B重复上述A通道试验。

(6) 励磁调节器A与B互相切换试验及双柜协调试验,如图9、图10所示。

(7) 发电机空载灭磁试验并录波,如图11所示。试验过程,对相关参数进行调整,最大限度降低装置切换过程中的扰动,保证系统安全。

(8) 试验结束后,恢复5号机组2605开关常开接点至DEH及励磁调节器的并网信号接点线。

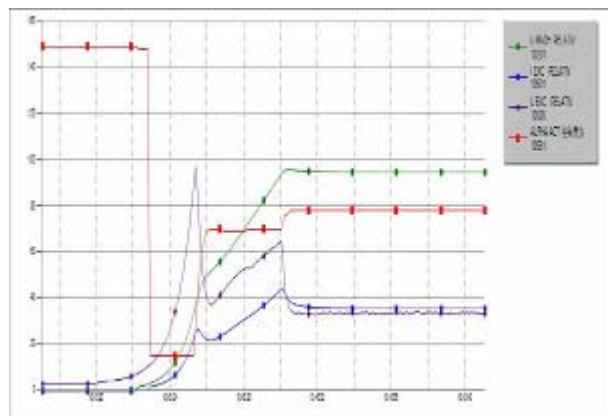


图6 5号机A套调节器95%起励试验录波图

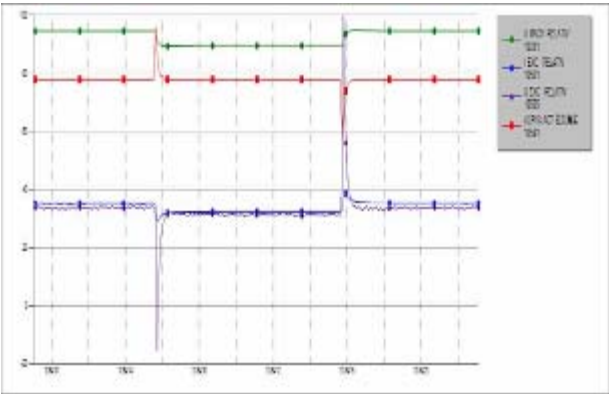


图7 5号机A套调节器±5%阶跃试验录波图

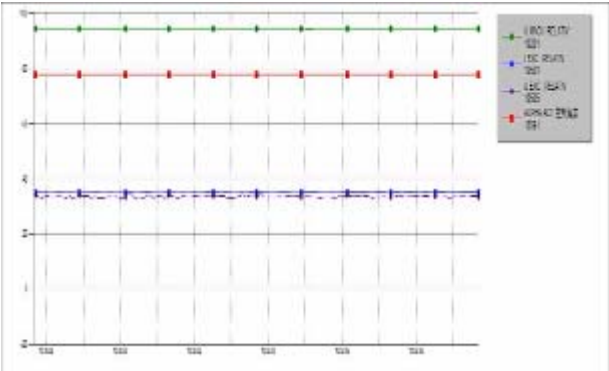


图8 5号机A套调节器手自动切换试验录波图

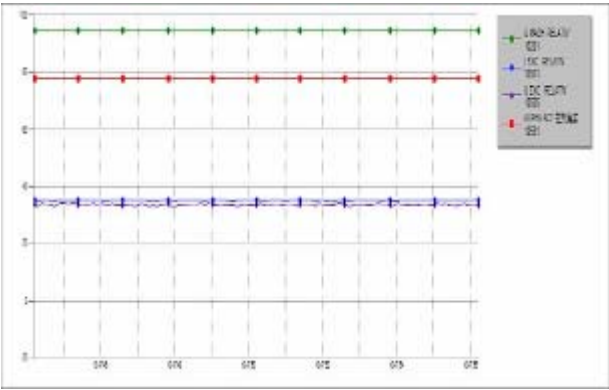


图9 5号机A套调节器切B套调节器试验录波图

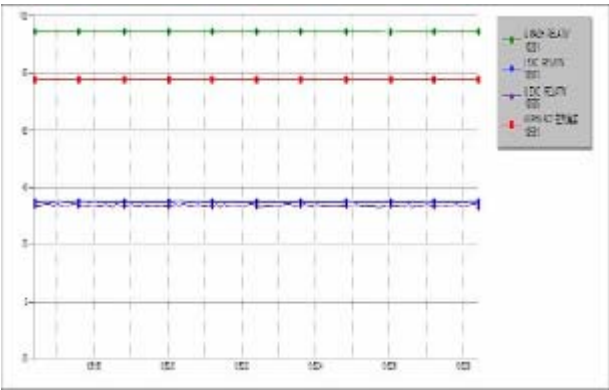


图10 5号机B套调节器切A套调节器试验录波图

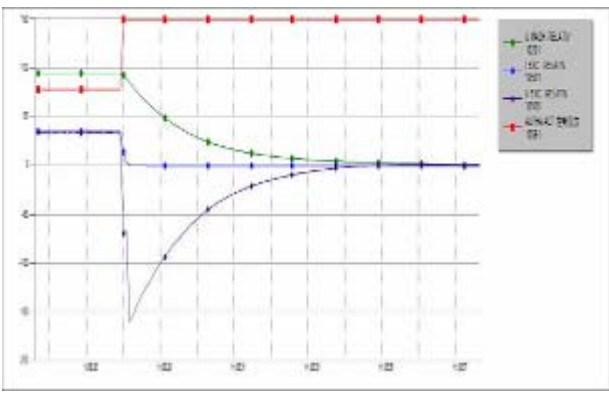


图11 5号机A套调节器跳灭磁开关灭磁试验录波图

从试验录波图可以分析得出结论，发电机空载特性调节器试验合格。

通过对5号机组励磁系统参数动态优化试验，在试验过程中，对部分励磁参数，包括PSS参数进行调整，进一步提高了5号机励磁系统的性能，最大限度降低装置切换过程中的扰动，保证了5号机组单机运行的安全。

5 效果评估

5号发电机励磁系统作为5号机组的重要组成部分，它不仅控制发电机的端电压，而且还控制发电机无功功率、功率因数和电流等参数，它的安全可靠对于机组的安全运行至关重要。我们通过5号机组B修期间的一系列技改：5号发电机励磁系统外部直跳继电器K92、K93换型为大功率继电器，在5号机DCS励磁系统界面增加“5号发电机励磁系统总报警”信号，规范5号机励磁系统回路接地等，消除了设备隐患，杜绝了励磁系统的不正确动作。

通过5号发电机励磁系统的静态、动态试验，优化调整了部分参数，进一步提高励磁装置的性能，保证了励磁装置的安全可靠。5号机组B修结束投运以来，5号发电机励磁系统未发生一次误报警事件，极大的提高了设备可靠性，减少了运行、检修人员的工作量，确保了5号机组运行的稳定，为公司稳发、多发奠定了基础，安全效益和经济效益显著。

6 结束语

从UNITROL 5000型励磁系统的实践经验看，它使用了许多新技术和新器件，是具有世界先进水平的励磁系统。应加强5号机励磁系统的日常维护，

认真学习和总结使用UNITROL 5000型励磁系统过程中的经验和教训,更加全面地掌握设备的运行状态,管理好设备,保证装置参数整定合理,防止励磁装置发生误动,确保5号机组安全稳定运行。

参考文献:

- [1] 国家电力调度通信中心. 电力系统继电保护实用技术问答(第二版)[M]. 北京: 中国电力出版社, 1999.
- [2] 竺士章. 发电机励磁系统试验[M]. 北京: 中国电力出版

社, 2005.

作者简介:

高 忠(1971—),男,江苏盐城人,本科,工程师,从事发电厂继电保护设备技术管理工作, E-mail: gaohan1996@sohu.com;

柴 进(1973—),男,江苏盐城人,本科,工程师,从事发电厂继电保护设备管理和维护工作, E-mail: jssdcj@126.com。