

关于大中型汽轮发电机自并励静止励磁系统问题的探讨

田勇, 丁世勇

(山东寿光巨能热电发展有限公司, 山东 寿光 262711)

摘要: 介绍了发电机自并励静止励磁系统的优越性与欠缺的地方。分析和探讨了大中型汽轮发电机自并励静止励磁系统在设计、控制和通讯中应注意的问题和设计方案。

关键词: 自并励静止励磁系统; 设计; 控制; 通讯

Discussion on tatic self and shunt excitation system of large-middle sized turbine generator

TIAN Yong, DING Shi-yong

(Shandong Shouguang Juneng Hot Electricity Co.,Ltd, Shouguang 262711,China)

Abstract: This paper introduces the advantage and disadvantage of tatic self and shunt excitation system. It analyzes big and medium-sized turbine generator tatic self and shunt excitation system in the design, control and communication. Attentions of problem in the design project are proposed.

Key words: tatic self and shunt excitation system; design; control; communication

中图分类号: TM76 文献标识码: B 文章编号: 1674-3415(2008)19-0061-02

0 引言

随着电力系统装机容量的增大,微机快速保护的应用,故障切除时间的缩短,它励可控硅励磁系统的优势已不是很明显。自并励可控硅励磁系统的优点是结构简单,元部件少,其励磁电源来自机端变压器,无旋转部件,运行可靠性高,维护工作量小。自并励静止励磁系统在性能上具有高励磁电压响应速度,易实现高起始响应性能,能提高系统稳定性能等优点。

近年来通过对自并励静止励磁系统在运行中出现的事故总结,本文就大中型汽轮发电机自并励静止励磁系统的设计、控制和通讯应注意的几个问题提出一些意见和看法。

1 自并励静止励磁系统简介

自并励静止励磁系统由励磁调节装置、励磁变压器、功率整流装置、发电机灭磁及过电压保护装置、起励设备及励磁操作设备等部分组成。自并励静止励磁方式与旧有的励磁方式相比,具有以下几方面的优点:

1) 由于缺少了旋转励磁机减少了事故隐患,增强了励磁系统的可靠性。

2) 由于自并励静止励磁系统响应速度快,电力系统静态稳定性大大提高。

3) 由于取消了励磁机减少了大轴联接环节提高了轴系稳定性。

同时自并励静止励磁方式也存在以下几方面的缺点:

1) 可能引起的系统低频震荡,可采用配置 PSS 电力系统稳定器加以解决。

2) 发电机出口三相短路机端电压及整流电源电压严重下降,自并励系统的强励能力有所下降。

2 正常停机应逆变灭磁

目前常见的灭磁方式有续流灭磁、通过整流电源的续流灭磁、逆变灭磁、跳开关灭磁等,也可以结合使用。对于采用三相全控晶闸管整流桥的自并励静止励磁系统,上述4种灭磁方式均可使用。机组正常停机方式为降负荷靠发变组逆功率保护全停。现发变组与励磁连锁的设计情况是发变组直接跳励磁回路灭磁开关,没有经过逆变而是靠灭磁组件来灭磁,这种方法对灭磁回路和灭磁组件损坏极

大，是减少其使用寿命的主要因素。逆变是把励磁能逆变成交流送入交流系统，不仅节省了能源还大大延长了励磁设备的使用寿命。

我们有两种方案可以实现正常停机的逆变灭磁：(1)通过集散控制系统 DCS 设置正常停机程序，把降负荷、逆变和解裂等程序根据实际运行条件顺序完成。(2)发变组逆功率保护跳灭磁开关的回路改造，取逆功率保护动作信号为励磁控制器逆变灭磁的动作信号。

3 励磁电流控制方式

目前大部分一台发电机组自并励静止励磁系统有两个自动调节装置互为备用，它们同时均流工作并相互监测，当一台装置出现故障退出时由另一台无波动切换后单独控制。这种控制方式有一种弊端，均流运行当一台装置测量回路出现故障，测量值比实际小很多时就会迅速抬高发电机励磁电压；正常工作的控制器就会由于保护的动作用转手动运行或退出运行，这时只有故障励磁控制器独立工作造成发变组继电保护动作停机。

对此我们可采取把一套励磁系统两台控制器由均流改为单独工作互为备用。在正常工作中两台控制器互相切换，励磁电压应无大的波动；备用控制器不间断地监测本回路的电压、电流、开关量状态和工作励磁控制器的运行状况；并不断地跟踪工作励磁控制器发现其故障退出后立即切换，当检测工作励磁控制器出现控制异常时结合上位机的运行状态对工作控制器进行闭锁、强制退出并切换。

4 电压响应比问题

在发电机空载并网前或并网后低负荷时发电机出口电压波动相对满负荷时要大；究其原因我们的励磁控制器控制参数都是根据发电机额定负荷参数设置的，适合发电机在额定运行状态下的励磁控制，对空载和低负荷时调节步进幅度大即电压响应比大。

鉴于此，借鉴南瑞公司在继电保护中的实际经验，分别根据发电机的有功和无功负荷的大小，把励磁调节的电压响应比分阶段的进行设置实行单变量向多变量、线性向非线性发展，以达到更加平滑调节的目的。此方法通过软件可以实现。

5 励磁调节器的通讯

随着计算机技术的不断发展，我们应采用分布式技术设计的发电机励磁监控系统。双微机通讯方案的设计双微机数据交换有松耦合和紧耦合两种方

式；松耦合采用数据通讯方式进行两机数据交换，紧耦合采用共享数据存储方式方式进行两机数据交换。在松耦合方式中可用的数据通讯方式有串行异步通讯、串行外设接口 (SPI)、并行数据通讯等。串行异步通讯传送速度慢，为了提高数据交换的速度，所以励磁系统中励磁调节器内的双微机应采用松耦合并行通讯方式进行数据交换，调节器中的励磁控制微机经由通讯控制微机实现与上位 PC 机的通讯。通过此种通讯方式将励磁调节器的任务进行分散，增强了装置的功能和可靠性。各功能均实现了模块化，通过不同功能的组合来满足用户的需求。在硬件方面，该调节器由两套独立的微机通道和一套独立的模拟通道组成。每个微机通道分为：电压环和电流环。模拟通道为电流环。电压环是取自机端电压信号进行闭环的，亦称为自动环；电流环是取转子电流信号进行闭环的，亦称为手动环。

6 励磁变的设计

励磁变压器的设计、选择应考虑以下几方面：

1) 为确保励磁系统的稳定性，我们在选用励磁变时应使用环氧树脂干式变压器，采用加装外壳，配置风冷系统，同时需要设置温控及温显系统，便于监视变压器的运行状态。

2) 为提高可控硅整流桥电压波形的稳定，变压器应采用三角形-星形接线，二次电压由励磁系统的顶值所对应的电压所决定，同时应考虑到在一次电压为 80%额定电压值时仍能保证所需的顶值电压值，以提高系统的强励能力。

3) 额定容量由励磁系统应提供的直流功率值来决定。

4) 变压器的过载能力由发变组保护来实现，配置变压器差动、电流反时限或定时限保护。

5) 励磁变由于可控硅整流产生大量谐波发热率很高，它的冷却风扇设计功率要足够大。

7 结语

自并励静止励磁系统由于运行可靠性高、技术和经济性能优越的原因，已成为大中型汽轮发电机组的主要励磁方式之一，但其系统中还存在一些不合理的因素。本文通过说明大中型汽轮发电机自并励静止励磁系统的设计、控制和通讯等方面存在的问题和设计注意事项，促使有关的设计、调试、运行、检修人员尽快熟悉、掌握励磁系统的技术，提高机组和电网稳定、安全运行水平。

(下转第 66 页 continued on page 66)

具体办法:使 110 kV 线路接地距离Ⅲ段保护与相间距离Ⅲ段的定值及时限按照相同原则整定,并使前者侧重保证相邻变压器低压侧有灵敏度,后者侧重躲线路事故过负荷并保证相邻线路远后备灵敏度。

2.2.2 几种方案所取整定值的分类比较

表 1 列举了收集到的国内 110 kV 线路几类不同定值设定方案的比较表,为便于说明,分一、二、三类。

表 1 110 kV 线路几类不同整定值设定方案的比较

Tab.1 Comparison of several different designs of setting value for 110 kv transmission line

定值类型	相间距离保护	接地距离保护	零序电流保护	
改进前	一类	I 段: 4.31Ω	I 段: 4.06Ω	I 段: 7.6A
		II 段: 13.3Ω/0.6s	II 段: 11.7Ω/0.6s	II/III 段: 3.3A/0.6s
		III 段: 30.4Ω/3.3s	III 段: 18.9Ω/3.3s	IV 段: 1A/0.9s
	二类	I 段: 4.31Ω	I 段: 4.06Ω	I 段: 7.6A
		II 段: 13.3Ω/0.6s	II 段: 11.7Ω/0.6s	II/III 段: 3.3A/0.6s
		III 段: 30.4Ω/3.3s	III 段: 18.9Ω/0.9s	IV 段: 1A/0.9s
改进后	三类	I 段: 4.31Ω	I 段: 4.06Ω	I 段: 7.6A
		II 段: 13.3Ω/0.6s	II 段: 11.7Ω/0.6s	II/III 段: 3.3A/0.6s
		III 段: 30.4Ω/3.3s	III 段: 30.4Ω/3.3s	IV 段: 1A/0.9s

可以看出各类定值及时限设定的区别:

一类:接地距离Ⅲ段动作时间与相间距离Ⅲ段动作时间相同。

二类:接地距离Ⅲ段动作时间与零序电流Ⅲ段动作时间相同。

三类:接地距离Ⅲ段与相间距离Ⅲ段的整定值、动作时间皆取相同。此为改进后更为合理的定值设定方式。

3 结束语

电网最基层从事继电保护整定计算工作的人员,在现有继电保护配置的基础上,应从细微处着眼,以求得改善电网各基础环节保护的灵敏性,尽可能缩短切除时间,并保证可靠性和选择性。

一类定值,将原本用来反映线路接地保护的接地距离Ⅲ段动作时限整定得与相间距离Ⅲ段相同,而不取与零序电流保护时限相同。说明对接地距离保护性能认识清楚。

二类定值,接地距离Ⅲ段保护的動作时限与零序电流保护末段时限相同,则应校核其保护范围是否伸出线末变压器 35 kV 侧母线,若保护范围虽然伸出但动作时间大于变压器 35 kV 侧故障切除时间,则不会发生越级误动作的危险。

第三类定值,综合考虑了前两类的不利因素,摒弃其不足。认为,与其只将接地距离Ⅲ段与相间距离Ⅲ段动作时间取相同,不如使接地距离Ⅲ段的保护范围也伸长,将线路末端变压器中、低压侧母线的故障都纳入其保护范围,既弥补了相间距离Ⅲ段在 Y/d 接线的变压器低压侧短路时灵敏度实际可能不足带来的担忧,同时提高了远后备灵敏度,加强了远后备对相邻电力设备安全性的保障。应用在电网结构薄弱环节,可提高风险防范能力。

参考文献

- [1] 朱声石. 高压电网继电保护原理与技术[M]. 北京: 中国电力出版社, 2005.
- [2] 电力系统继电保护规定汇编(第二版)[Z].
- [3] 国家电网公司十八项电网重大反事故措施(试行)继电保护专业重点要求[S].
- [4] 南瑞继保、北京四方等厂家继电保护装置技术说明书[Z].
- [5] 江苏省电力公司. 电力系统继电保护原理与实用技术[M]. 北京: 中国电力出版社, 2006.

收稿日期: 2008-05-19; 修回日期: 2008-07-22

作者简介:

魏莉(1971-),女,工程师,长期从事电力系统继电保护整定计算及故障分析; E-mail:gygdweili@tom.com

郑涛(1975-),男,博士,副教授,从事继电保护教学和科研工作;

雷玉莲(1969-),女,助理工程师,长期从事电力系统继电保护调试工作。

(上接第 62 页 continued from page 62)

参考文献

- [1] 樊俊,等.同步发电机半导体励磁原理及应用[M].北京:水利电力出版社,1981.
FAN Jun, et al. Synchronous Generator Semi-conductor Excitation Principle and Application[M]. Beijing: Hydraulic and Electric Power Press, 1981.
- [2] GB/T 7409-1997, 同步电机励磁系统[S].
GB/T 7409-1997, Synchronous Electrical Excitation System[S].
- [3] DL/T 650-1998, 大型汽轮发电机自并励静止励磁系统

技术条件[S].

DL/T 650-1998, Large Vapor Round Tatic Self and Shunt Excitation System Technique Condition[S].

收稿日期: 2007-12-11

作者简介:

田勇(1973-),男,本科,工程师,研究方向为调度自动化;

丁世勇(1974-),男,本科,工程师,研究方向为调度自动化. E-mail:sgdingshy@126.com