

大型火力发电厂主系统继电保护可靠性分析

张 蓉

(国电成都金堂发电有限公司,四川成都 610404)

摘 要:大型火力发电厂的继电保护配置复杂,可靠性问题日益突出,针对大型火力发电厂常见的一些问题进行了探讨,提出了一些提高继电保护可靠性的办法。

关键词:可靠性;正确动作率;故障率;平均无故障时间;修复率;平均修复时间

Abstract: The setting for relay protection of the large - scale power plants is complex , and the reliability problem becomes more and more prominent. So , some common problems occurring in large - scale power plants are discussed , and some methods to improve the reliability of relay protection are proposed.

Key words: reliability; proper operation rate; failure rate; mean time between failures; repairing rate; mean repairing time

中图分类号: TM774 文献标志码: A 文章编号: 1003 - 6954(2012)03 - 0087 - 04

0 前 言

继电保护在电力系统中发挥着重要作用,长期以来,如何提高继电保护的可靠性成为日益关注和研究的课题。近年来,随着投入商业运行的大型火电厂逐年增多,如何提高配置复杂、原理繁多的大型火电厂主系统继电保护可靠性成为提高电厂运行可靠性、制定合理的检修周期等的重要课题。

1 保护装置误动

1.1 原理设计缺陷

由于国家动模试验室的建立和继电保护原理研究的不断深入,继电保护装置本身的原理缺陷已经不用用户考虑了,重要的是应针对它所保护的對象进行正确选型,因此在分析继电保护装置原理时,首先应该分析被保护对象的特性,如某大型发电厂主系统(发电机变压器组系统)采用自并励励磁系统、发电机变压器组单元制接线方式,针对这一特点,保护选型首先就要注意选用针对该机组特点的继电保护装置,象发电机差动保护采用电流循环闭锁方式,以防止单相TA断线等引起的误动;发电机三相过流保护应采用带记忆特性或电压控制;低阻抗保护应采用最小精工电流足够小;失磁保护逻辑中的励磁电压辅助判据也应增加延时,以躲开由于系统振

荡或失步对自并励机组造成的影响等等。

要重视被保护的一次设备的特性,以主设备(包括发电机和变压器)为例,继电保护装置制造厂、设计人员、业主技术人员应主动向制造厂家技术人员介绍有关大型发电机组保护对发电机、变压器设计制造的要求,如发电机中性点侧的引出方式、中性点接地方式、电流互感器的配置以及变压器套管电流互感器的配置等,应及时掌握本工程所用主设备的特性,如发电机的铭牌参数、定子结构参数(包括定子铁心内径、定子铁心长度、气隙、极距、定子齿数、每相并联支路数、定子槽形和槽内分布图、定子线圈截面图、定子绕组连接图和定子绕组电阻等)、转子结构参数(转子铁心长度、阻尼条长度直径和材料、阻尼环截面和材料、转子铁心材料导磁率导电率、转子绕组每线圈匝数和并联支路数、励磁绕组电阻、空载特性曲线、转子槽形和槽内分布图、转子绕组图、转子阻尼绕组布置图)、冷却方式等,变压器的铭牌参数、内部结构和系统参数等,针对其特点设计并选择合适的继电保护装置,以防止由于选型不当造成的原理缺陷。

1.2 设计错误

设计人员根据收集到的各种资料,吃准所选型号的保护原理,熟悉设计规程和国家颁布的各种技术文件,重视针对所设计大型发电机组自身的特点,在充分分析计算内部故障的基础上,慎重选择主保护方案,同时简化后备保护,防止出现原则性疏漏和

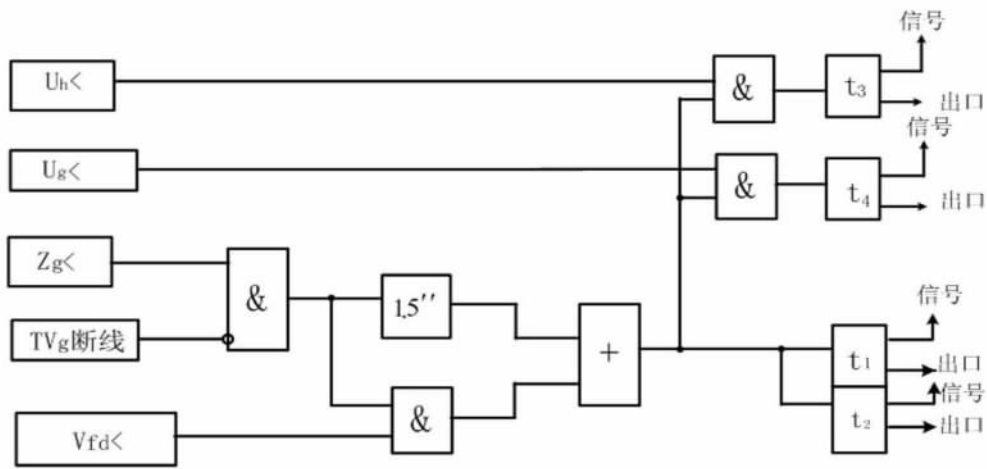


图 1 发电机失磁保护阻抗圆原理逻辑图

错误,除此之外,还应了解励磁系统、厂用快切、ECS 监控等自动装置和设备的特性,并注意和其配合,包括保护配置、出口逻辑矩阵等,防止配合失当。下面举例说明。

某大型发电厂采用自并励励磁系统,发电机变压器组单元制接线方式,高压厂用变压器、脱硫变压器以及励磁变压器接于发电机出口分相封闭母线,由于励磁系统本身具有转子接地保护(采用方波注入式原理,由于设计理念的不同,本转子接地保护只有一点接地保护,设置两段定值分别启动告警和机组全停)和轴电压抑制器,因此设计人员未启用保护装置上的叠加直流式原理的转子接地保护(由于励磁装置上轴电压抑制器的影响,该原理的转子接地保护不能正常投运),取消了转子正、负极和大轴到保护装置的回路,直接造成失磁保护逻辑中的转子低电压 U_{fd} 判据失效,本案失磁保护原理及逻辑图如图 1 所示。

正常运行时,若用阻抗复平面表示机端测量阻抗,则阻抗的轨迹在第一象限(滞相运行)或第四象限(进相运行)内。发电机失磁后,机端测量阻抗的轨迹将沿着等有功阻抗圆进入异步边界圆内。失磁还可能进一步导致机端电压下降或系统电压下降。

阻抗型失磁保护,通常由阻抗判据($Z_g <$)、转子低电压判据($V_{fd} <$)、机端低电压判据($U_g <$)、系统低电压判据($U_n <$)构成。保护输入量有:机端三相电压、发电机三相电流、主变压器高压侧三相电压(或某一相间电压)、转子直流电压。

由图 1 可以看出,失磁阻抗判据是按静态稳定圆整定的,一旦取消 U_{fd} 判据后,在发生系统振荡,特别是不稳定振荡时失磁保护发生误动的概率大大增

加了,保护的可靠性相应降低。同时,一旦励磁系统转子接地保护发生故障(虽然厂家配有三块转子接地保护板,但方波注入和检测回路只有一套,并不是真正意义上的双套后备),也将影响机组的正常运行,因此,作为设计人员,应充分了解所选用设备的性能和原理,合理搭配,防止类似事件的发生。在此提供一套上述案例的补救方案仅供参考:①采取重新设计转子正、负极和大轴到保护装置的回路,保证失磁保护的完整性;②和继电保护厂家联系采用乒乓原理转子接地保护(切换采样原理),采用该原理可避免励磁装置上轴电压抑制器对转子接地保护的影响,可以作为励磁系统转子接地保护发生故障时投入使用。

1.3 元件损坏和特性变化

随着微机保护的大量使用,装置内部元件损坏或特性变化引起的可靠性问题日益突出,虽然保护制造厂家在装置的自动检测方面下了很大的功夫,但在实际应用中仍然有待检验。目前常用的自检程序有:①可读存储器 RAM 的自检;②只读存储器的自检;③数据采集系统的自检;④开关量输入通道自检;⑤开关量输出通道自检等。厂家应确保在装置自检过程中和自检发现故障时都不应引起保护误动作。事实上,通过保护自检发现问题只是一方面,因为保护装置不可能将所有的回路纳入自检,所以保护装置的安装调试和定期检修是发现装置内部元件损坏(特别是继电器损坏、内部接线错误等)或特性变化(特别是各种开入量、开出量和交流采样环节等)的主要手段。

1.4 抗干扰问题

由于电厂的特殊电磁环境,继电保护装置工作

环境的干扰是严重的,一方面这些干扰的特点是频率、幅值高,可以顺利通过各种分布电容的耦合,另一方面,这些干扰持续时间短,对于微机保护装置来说,由于CPU工作是在时钟节拍的严格控制下以较高的速度同步进行的,不能通过简单的延时回路来躲开干扰,所以对于微机保护来说,提高抗干扰性也是一项系统工程,首先分析一下进入微机保护的干扰。按干扰源的产生分为外部干扰和内部干扰。外部干扰主要是其他物体和设备辐射的电磁波产生的强电场或强磁场以及来自电源的工频干扰、谐波干扰和脉冲干扰等等,内部干扰主要是电容的耦合和回路间的互感引起的不同信号感应、多点接地造成的地电位差干扰等等。就干扰的形式来说,分为差模干扰和共模干扰,差模干扰是指串联于信号源回路之中的干扰,主要是由于各信号线对干扰源的相对位置不对称因而受干扰源电磁感应或静电感应所产生的,比如投切空载母线、投切空载变压器和投切空载长线等高压带电体所产生的干扰。共模干扰产生的原因与差模干扰相似,只是信号线距干扰源较远,因而各相信号线对干扰源的相对位置基本上是对称的,共模干扰可为直流,也可为交流,它是造成微机保护装置损坏或不正常工作的重要原因,消除共模干扰的主要方法有:①浮空隔离技术;②双层屏蔽技术;③二次系统一点接地;④低阻匹配传输、电流传输代替电压传输;⑤采用隔离变压器;⑥采用光电耦合芯片等。由于干扰会造成计算或逻辑错误、程序运行出轨,甚至会造成元件损坏,所以除采用各种隔离、屏蔽、合理布局和配线给电容提供低阻抗入地通道(电容滤波)以及在微机保护电源回路中加滤波器阻止干扰传递等方法外,还应采取以下措施:①对输入采样值的抗干扰纠错;②运算过程的校核纠偏;③保护出口闭锁;④程序出格的自恢复(看门狗)等。按照国家 GB/T 17626.1-1998、GB/T 14598 和 IEC 60255-21 规程的要求,保护装置出厂前应完成电磁兼容试验,在安装调试阶段厂家应提供相关试验材料(包括以下试验内容:①静电放电试验,严酷等级应达到三级;②辐射电磁场抗干扰度试验,严酷等级应达到三级;③电快速瞬变/脉冲群抗干扰度试验,严酷等级应达到三级;④浪涌抗干扰度试验,严酷等级应达到三级;⑤1 MHz 和 100 kHz 脉冲群干扰试验,严酷等级应达到三级)。同时,按照国家设计规程和反措要求核实抗干扰措施是否得

当。

1.5 整定计算错误

错误的整定对于保护来说是灾难性的,因此加强保护装置原理的研究,针对所选保护装置的型号和被保护一次设备的特点,按照国家规程要求,采用合适的短路计算模型,参考保护装置厂家说明书进行整定计算才能最大限度地保证计算的准确性。

另外,整定计算还应考虑被保护的一次设备的特性,如反时限过励磁保护的整定计算就应重点考虑发电机和变压器的过励磁倍数曲线,按照谁的过励磁能力差就按谁的过励磁倍数曲线整定,以满足可靠保护大型发电机变压器组的需要。应当指出的是,整定计算在投运以后需要很长时间的考验,针对运行方式的变化和系统参数的变化还应进行调整,出现保护误动或拒动应积极分析查找原因,防止错误整定的保护投入运行。

1.6 运行维护不当

在保护装置投入运行以后,良好的运行维护在防止保护误动或拒动方面起着举足轻重的作用。制订优秀的管理制度,培养高素质的检修、运行技术人才是保证继电保护装置可靠性的必要条件,在管理制度上,首先应对各种保护装置按被保护设备归档,建立设备运行管理卡、定值整定卡、检修卡、检修作业指导书、相关设计和厂家图册等,先在制度和技术上最大限度防止误碰、误整定、误投保护压板等误操作引起的保护误动或拒动问题;其次,建立保护动作、维护检修、厂家升级、设计修改和损坏维修等相关情况纪录(最好建立相关数据库,以备查询),分别统计出保护装置的正确动作率、可靠度、故障率、平均无故障时间、修复率、平均修复时间等相关可靠性计算参数,并将这些参数和保护装置使用情况及及时反馈到保护制造厂家,为厂家提供更好的技术服务打下基础;此外,在掌握国家相关规程和继电保护基本原理的基础上吃透保护装置的原理和相关技术要点,针对保护装置及回路在设计、制造等出现的问题,提出适合本厂情况的技术升级及技术改造方案并努力实施,不断提高保护装置可靠性,以保证被保护主设备的长期安全稳定运行。

2 结 语

综上所述,提高保护设备的可靠性是一项长期

的工作,作好平常的积累对分析保护设备可靠性问题大有裨益,希望在以后的工作中,针对保护出现的各种可靠性问题,运用科学的方法(如概率统计法、马尔科夫模型法和故障树法等)加以分析和定量计算,找出最大的故障类型和故障原因,以整体提高保护的可靠性。

参考文献

[1] 王维俭. 发电机变压器组继电保护应用(第三版)

[M]. 北京: 中国电力出版社, 2003.

[2] GB/T 14285 - 2006 继电保护和安全自动装置技术规程[S].

[3] GB/T 50062 - 2008 电力装置的继电保护和自动装置设计规范[S].

[4] 郭永基. 可靠性工程原理[M]. 北京: 清华大学出版社, 2002.

(收稿日期: 2012 - 04 - 06)

(上接第 40 页)

调可视化新增图形或图形修改时,将这些图形文件 FTP 到备调服务器上。

步骤 3: 备调可视化服务器上运行一个程序,定时扫描 FTP 服务目录 A 下是否有新送来的图形文件和模型文件。如果检测到有新的,立即拷贝到本机另一目录 B,延时一段时间(延时时长可预先人工设定)过了延时时间如果没有同名新文件过来,则说明主调的修改有效,可以进行同步。如果目录 B 下有图形文件,程序逐个将目录 B 下的图形文件覆盖可视化系统的同名图形文件,由于主、备调系统 ID 号不一致,为了使主调的图形中备调能直接用,还需根据图形中设备名升级设备 ID,然后发布到备调各机。如果目录 B 下有模型文件,则将打包的模型文件解开,然后逐条和本机内存库的模型比较,有新的就添加入库。由于模型的 ID 可由可视化系统自动编号,所以模型入库只需按本机模型入库规则编号就行。

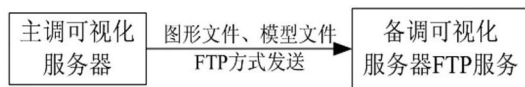


图 3 主备调同步示意图

4.2 备调向主调手动同步

将应急模式工作期间新的模型、图形和实时数据同步到主调系统。这和 4.1 中介绍的主调向备调同步数据差不多,有差别的在于以下两方面。

(1) 在主调端将已经送到本机的文件同步本机可视化系统时,不需要从 FTP 服务目录拷走,也不需要延时,直接进行同步即可。

(2) 手工同步时,需要同步历史数据。历史数据的同步和模型文件同步过程类似,只是历史数据断面多,只能循环方式同步,每次同步一个断面数据。首先,将历史库中一个断面数据取出打包成一个文件,

通过 FTP 传送到主调 FTP 服务目录下;然后主调端解开文件后逐条添加进主调可视化历史库。

5 结 语

在启用备调的紧急情况下,情况纷繁复杂,调度人员希望快速掌握全网运行工况及系统可控能力,系统基于调度员思维,以“看我想看的”思想组织各种系统数据形成可视化调度,便于调度员快速对全网情况了然于胸。

但备调可视化系统增加了维护人员工作量,为了减少维护工作,使备调系统能真正发挥“备用”作用,则根据备调可视化建设经验和现场需求,提出了一套主、备调可视化系统数据同步方案,除了人工启动一下程序外,基本做到零维护,从实际使用过程中的维护角度保证了备调可视化系统的可用性。

参考文献

[1] 麦绍辉,梁寿愚. 备用调度 EMS 系统的数据同步解决方案[J]. 电力系统通信, 2010, 31(213): 46 - 49.

[2] 张继芬. 电网备用调度系统的数据同步与采集解决方案[J]. 电力系统通信, 2009, 30(202): 47 - 50.

[3] 陈枫. 省级电网 SCADA/EMS 备用方式的探讨[J]. 浙江电力, 2006(4): 18 - 21.

[4] 徐展强,邓大为,姜彩玉,等. 异构主用、备用自动化调度系统一致性研究[J]. 广东电力, 2009, 22(4): 9 - 12.

[5] 丁锋,朱红,冷俊,等. 地区电网调度 SCADA 灾准备用系统的建设[J]. 电力系统自动化, 2005, 29(6): 105 - 107.

[6] 刘俊勇,陈金海,沈晓东,等. 电网在线可视化预警调度系统[J]. 电力自动化设备, 2008, 28(1): 1 - 5.

[7] 刘俊勇,沈晓东,田立峰,等. 智能电网下可视化技术的展望[J]. 电力自动化设备, 2010, 30(1): 7 - 13.

(收稿日期: 2012 - 02 - 13)