DOI:10.3969/j.issn.1674－1951.2019.09.022

UN 5000 励磁系统 PT 慢熔判断功能的改造方案

Transformation methods for PT slow-melting judgment of UN 5000 excitation system

梁国柱
LIANG Guozhu

（广东珠海金湾发电有限公司，广东 珠海　519050）
（Guangdong Zhuhai Jinwan Power Generation Company Limited, Zhuhai 519050, China）

摘　要：励磁系统应有完善的电压互感器（PT）断线判断功能，防止励磁系统过励磁导致的发电机组跳闸。UN 5000 励磁系统原有的 PT 断线逻辑存在不足，励磁系统无法迅速识别 PT 慢熔等异常情况，导致励磁系统过励磁。通过外接 PT 断线检测装置或在软件内部搭建 PT 慢熔逻辑等改造方案能够消除该隐患，并提高发电机组运行的可靠性。

关键词：励磁系统；PT 断线逻辑；PT 慢熔；过励磁；电压互感器

中图分类号：TM 306　　**文献标志码**：B　　**文章编号**：1674－1951(2019)09－0078－03

Abstract: An excitation system should provide complete judgment function for PT disconnection to prevent the generator set tripping caused by excitation system over-excitation. Since the shortcomings of the original PT disconnection logic of UN 5000 excitation system, there are hidden dangers of over-excitation in excitation system caused by PT slow melting. By attaching an external detection device for PT disconnection or setting up a PT slow-melting logic inside the software, the hidden danger caused by PT slow melting can be eliminated, and the reliability of generator sets can be improved.

Keywords: excitation system; PT disconnection logic; PT slow melting; over-excitation; PT

0　引言

励磁系统的主要作用是为发电机提供稳定的励磁电流[1]，维持发电机机端电压在给定值。励磁系统正常运行时采用恒电压闭环控制策略[2]，通过发电机机端电压互感器（PT）采集机端电压，并根据实际机端电压与设定电压的差值自动进行增、减磁调节。准确测量发电机的机端电压是保证励磁系统调节稳定的基本条件。励磁系统应具有完善的 PT 断线判别功能[3]，出现 PT 断线时迅速地自动切换电压采样通道，防止励磁系统持续增磁导致机端电压不断上升、发电机过激磁保护动作，使机组跳闸。

UN 5000 励磁系统具有 PT 断线功能，PT 断线动作后会自动切换至备用通道运行。但其 PT 断线功能不够灵敏，在因 PT 慢熔等异常情况导致电压小幅度降低时，励磁系统无法迅速识别 PT 异常并切换电压采样通道，随着机端电压的逐渐下降，励磁系统为保持原来设定的电压会继续增加励磁电流从而可能导致过激磁保护动作[4]。

国内某电厂已出现过多次因发电机机端二次侧 PT 慢熔、UN 5000 励磁系统误强励、过激磁保护动作导致的机组跳闸。为了保证发电机组的稳定运行，应对 UN 5000 励磁系统的 PT 断线功能进行完善，增加 PT 慢熔判别功能。

1　UN 5000 励磁系统 PT 断线功能分析

UN 5000 励磁系统的 PT 断线逻辑如图 1 所示。励磁变压器二次侧的同步电压与发电机机端电压（标幺值）在正常时是相等的，通过两者的偏差值可判断发生了同步电压丢失或 PT 断线故障，判断逻辑如下。

（1）当机端电压（10201）－同步电压（10503）＞电压监视偏差参数 907 的设定值（缺省值设计为 15%）时，即同步电压比机端电压小 15% 时，经过 1.5 s 延时后励磁系统会报“Loss Conv. Supply”。出现该报警后，单通道的励磁系统会直接跳闸，双通道的系统则会切换到第 2 通道运行。引起该故障的原因有整流桥输入电源断电、整流桥线路熔断器熔断或励磁变压器副边短路等。

（2）当同步电压（10503）－机端电压（10201）≥

收稿日期：2019－02－12；**修回日期**：2019－07－14

电压监视偏差参数 907 的设定值时,经 100 ms 延时后报 PT 断线故障(Machine PT Fail),PT 断线动作后励磁系统(双通道系统)将自动或手动切换至第 2 通道。该报警是发电机测量回路出现故障时发出的,一般事故原因是 PT 熔断、PT 测量回路接线松动、励磁系统测量采样板(MUB)故障。

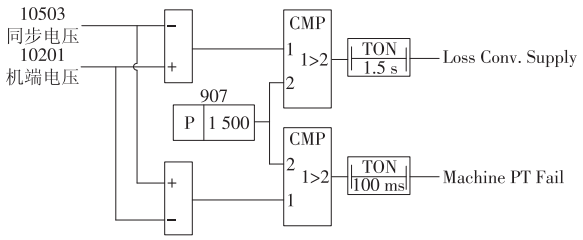

图 1　PT 断线逻辑

Fig. 1　PT disconnection logic

引起同步电压丢失故障的部位一般是整流桥或励磁变压器,难以在励磁系统运行时进行处理。而 PT 断线涉及二次测量回路,在切换到备用通道后可以进行故障回路的检查处理。在 UN 5000 励磁系统的定义中,PT 断线为报警级别,属于较轻微的故障,而同步电压丢失则为故障级别。PT 断线和同步电压丢失的共用判据为电压监视偏差参数 907 的设定值。为了判断 PT 慢熔的情况,应将 907 的设定值适当降低,一般可设为 5% 左右。但是 UN 5000 励磁系统说明书特别提到同步电压相对值(10503)会随着励磁的升高而下降,降幅可达百分之几。因此 907 参数不能设置得太小,否则容易误报同步电压丢失,甚至有可能造成单通道系统的励磁系统误跳闸。而不能随意对 907 参数进行修改,造成 PT 断线判据无法反映 PT 慢熔或电缆接触不良等电压小幅度下降的异常情况[5]。

2　PT 慢熔判断的实现方法

2.1　外接 PT 断线检测装置

灵敏度高的专用 PT 断线检测装置可以将机端电压、负序电压或开口三角零序电压作为判据[6],具有较高的精度,能够有效识别 PT 慢熔的现象。

四方公司 CSC - 306GBPT 断线检测装置的压差识别精度为 0.3 V。装置动作输出信号到 UN 5000 励磁系统,励磁系统收到外部的 PT 断线信号后自动切换至备用通道运行,PT 断线判断逻辑如图 2 所示:U_{ab1},U_{bc1},U_{ca1} 为发电机机端第 1 组 PT 的 3 个相间电压;U_{ab2},U_{bc2},U_{ca2} 为发电机机端第 2 组 PT 的 3 个相间电压;U_{10} 为发电机机端第 1 组 PT 的开口三角电压,U_{L0} 为发电机中心点侧零序电压。以第 1 组 PT 断线判断逻辑为例,当 PT 断线压板及控制字投入、励磁系统通道运行且没有负序电流闭锁(即发电机没有发生不对称故障)时,有下述 2 种情况 PT 断线会动作出口,PT 断线出口经过压板输出到 UN 5000 励磁调节器的外部切换通道,励磁调节器收到 PT 断线信号后切换至备用通道运行。

(1)发电机机端第 2 组 PT 电压正常(任一相间电压大于整定值 U_{zd2}),发电机机端第 1 组 PT 的任一相间电压小于第 2 组 PT 的任一相间电压且差值大于整定值 U_{zd1}。

(2)U_{10} 大于 U_{L0} 且差值大于整定值 U_{zd3}。

外接 PT 断线检测装置的判断逻辑较为完善,对于 PT 慢熔有很好的灵敏度,但是需要寻找合适的安装位置,且需重新敷设电缆以引入 2 组发电机机端三相电压和开口三角电压、发电机机端电流以及中性点零序电压,PT 断线检测装置与励磁系统之间也要进行开关量信号的传输。

2.2　软件内部搭建 PT 慢熔判断逻辑

由于 907 参数不能随意改小,可在 UN 5000 励磁系统软件内增加功能块,搭建专用的 PT 慢熔判断逻辑,如图 3 所示。当备用通道机端电压(标幺值)减去运行通道机端电压(标幺值)的差值大于参数 3415 的设定值,或同步电压减去机端电压的差值大于参数 3416 的设定值,则判断为运行通道出现

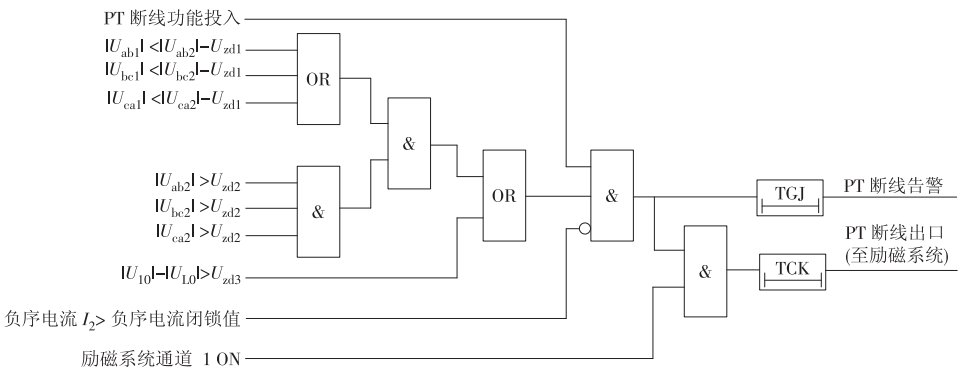

图 2　PT 检测装置断线判断逻辑

Fig. 2　PT detection device disconnection judgment logic

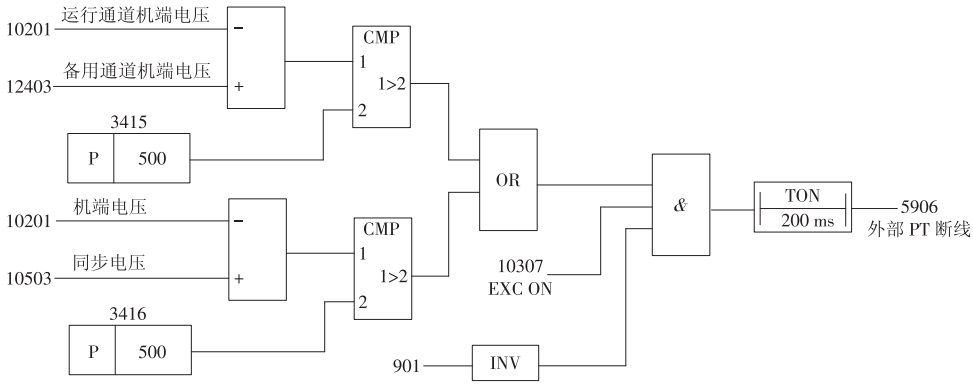

图 3 软件内部 PT 慢熔判断逻辑

Fig. 3 Internal PT slow melting judgment logic

PT 慢熔的情况。参数 3415 和 3416 的设定值原则上不应超过 V/Hz 限制器的启动值与机端额定电压标幺值(100%)的差值,且需预留 1% ~2% 的裕度。若将 V/Hz 保护设为 106%,则参数 3415 和 3416 可以设置为4% ~5%。PT 慢熔动作后经过2 s 的防抖动延时,输出连接到外部 PT 断线报警点(参数 5906),励磁调节器会报 PT 断线故障并自动切换通道。

本文励磁系统只采集了机端的三相电压和励磁变压器二次侧的同步电压,在逻辑判据上不如外接的专用 PT 断线装置完善,但实现方法相对简单,不用增加设备和敷设电缆,不用与外部设备进行通信,具有较高的可靠性。

3 结论

PT 慢熔多次导致励磁系统过励磁机组跳闸事故的发生,各电厂应该重视励磁系统 PT 断线功能的完善。本文介绍的外接 PT 断线检测装置和软件内部搭建 PT 慢熔逻辑 2 种 PT 慢熔逻辑判断改造方案,在 UN 5000 励磁系统均有工程实践应用,发电厂可以根据本厂实际情况选择合适的方案,以消除励磁系统的隐患,保证机组的长期安全、稳定运行。

参考文献:

[1]李基成. 现代同步发电机励磁系统设计及应用[M]. 2 版. 北京:中国电力出版社,2009.

[2]张文革. 数字式励磁调节器的运行方式综述[J]. 水电厂自动化,2003(4):33 -37.

[3]龙俊平. 发电机励磁系统误强励原因的探讨[J]. 浙江电力,2006,25(4):61 -64.

[4]许林波. 兰溪电厂励磁系统 PT 异常检测工程实践分析[J]. 机电信息,2015(12):20 -21.

[5]孔祥帅. 发电机机端电压互感器熔体慢熔导致励磁系统过励分析[J]. 上海电气技术,2017(4):61 -63.

[6]安宁,金典. 励磁系统应对 PT 保险慢熔方法[J]. 电工技术,2018(4):65 -66.

(本文责编:陆华)

作者简介:

梁国柱(1984—),男,广东阳春人,电气工程师,从事发电厂继电保护方面的工作(E-mail:knightliang@163.com)。

(上接第 77 页)限位置,保证机组的可靠性与安全性。

参考文献:

[1]范从振. 锅炉原理[M]. 北京:水利电力出版社,1985.

[2]刘强,缪思恩,顾晃. 基于 PLC 的回转式空预器漏风控制系统[J]. 电站系统工程,2004,20(4):47 -48,54.

[3]王英,曹鹏. 传统空预器漏风控制装置的优化改进[C]//江苏省电机工程学会,安徽省电机工程学会,浙江省电力学会. 第六届电力工业节能减排学术研讨会论文集,2011:80 -82.

(本文责编:刘芳)

作者简介:

宋宝玉(1985—),男,山东淄博人,工程师,工学硕士,从事电力热工检修及管理工作(E-mail:songbaoyu@126.com)。

岳浩(1990—),男,山东济宁人,助理工程师,从事电力热工检修工作。