

高压断路器跳合闸线圈保护原理

索南加乐¹, 宋国兵², 晁勤²

(1. 西安交通大学电气工程学院, 陕西 西安 710049; 2. 新疆大学电气工程学院, 新疆 乌鲁木齐 830008)

摘要: 结合电力系统时有发生的高压断路器跳闸、合闸线圈烧毁现象, 二次回路^[1]保护器的概念被提出, 并对其原理和实现方法进行了探讨。文中给出的实现方法将高压断路器二次回路完整性监视^[2]融入其中, 使其兼有二次回路的保护和完整性监视双重功能。

关键词: 高压断路器; 二次回路保护器; 全工况; 监视

中图分类号: TM561 **文献标识码:** B **文章编号:** 1003-4897(2002)03-0027-03

1 引言

电力系统运行中经常发生跳、合闸线圈烧毁事故^{[3][4][5]}。众所周知, 跳、合闸线圈设计时都是按短时通电而设计的。跳、合闸线圈的烧毁, 主要是由于跳、合闸线圈回路的电流不能正常切断, 至使跳、合闸线圈长时间通电造成的。

作为电力系统重要电气元件, 在电力系统故障时, 断路器接受继电保护及自动装置的跳、合闸命令, 并要求以毫秒级的速度去执行跳闸动作, 以避免事故蔓延和扩大。因此, 要求断路器在投运中, 能随时处于待命状态, 并能令行禁止。尤其不允许出现有跳闸命令时, 断路器拒绝跳闸的现象。电力部门在 DL400-91 继电保护和安全自动装置技术规程和 NDG8-89 火力发电厂、变电所二次接线设计技术规定都要明确要求各断路器的跳、合闸回路、重要设备和线路断路器的合闸回路等等, 均应装设监视回路完整性的监视装置。

目前, 国内外现有的断路器二次回路完整性监视方法有四种: 一是采用简单直观的红(绿)灯回路直接监视; 二是采用跳(合)闸位置继电器常闭触点串联启动中央信号的间接监视; 三是部分制造厂提供的操作箱中, 配合有在合闸状态下的跳闸回路完整性监视信号灯(氖灯), 四是串接高内阻继电器于跳闸回路。上述四种监视方式的分析发现, 前三种方式存在一个共同的问题是: 断路器合闸后合闸回路完整性失去监视, 断路器跳闸后跳闸回路完整性失去监视, 都属于非全工况监视。第四种方式的跳闸回路属于全工况监视, 合闸回路仍属于非全工况监视。所以在合闸状态下, 跳闸后能否再合尚属未知, 供电可靠性将失去保证, 仍然不是真正的全工况监视。这些问题应引起重视, 并采取必要的措施予

以改进。更重要的是, 以上四种方式都不具备跳、合闸线圈的保护功能。

本文结合电力系统时有发生断路器跳闸、合闸线圈烧毁现象, 在深入研究国内外关于高压断路器二次回路控制方式的基础上, 提出一种解决方案, 该方案同时具备跳、合闸线圈保护和跳、合闸回路全工况监视双重功能。

2 高压断路器二次回路保护器原理

鉴于引言中分析的原因, 很有必要引入一种保护装置, 在断路器辅助触点切换不正常或者操作机构卡死时, 能够及时地断开跳、合闸线圈回路, 避免跳、合闸线圈长时间得电而烧线圈事故。该实现原理正是基于以上分析而得出。

高压断路器二次回路保护器原理如图 1 所示, 它包括如下几部分: 通信环节、数据采集环节、控制接点输出环节。它们各部分的作用分别如下: 通信环节用于接收上位机(变电所监控计算机)发出的命令和数据, 同时也可向上位机发送断路器的状态信号和故障代码等。数据采集环节用于采集断路器状态信号和跳、合闸线圈回路电流信号借之了解断路

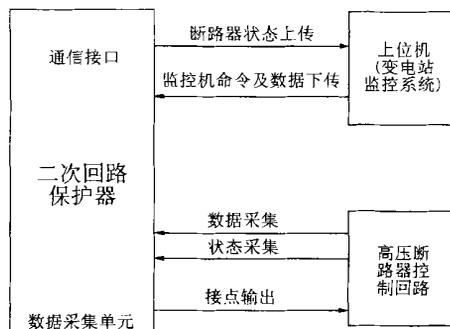


图 1 二次回路保护器原理图

器的工作状态。控制触点输出环节用于必要时跳开跳、合闸线圈回路来保护线圈。该二次回路保护器自成体系,既可独立工作,在必要时跳开跳、合闸线圈回路,实现对线圈的保护;又可受控于变电所监控机,通过通信接口接受变电所监控机操作命令和向变电所监控机发送断路器状态数据。

为实现以上功能,我们须对现有高压断路器二次回路作如下改进:增加通信功能。增加跳、合闸动作电流检测电路。在跳、合闸回路增加能够分断跳、合闸线圈动作电流的触点。增加跳、合闸动作电流计时单元。

2.1 霍尔传感器简介

由于篇幅所限,现仅对跳、合闸线圈回路的电流监视原理及实现方法简介如下:

在自动控制系统中,电参量的采集是首先要解决的问题。近年来发展起来的霍尔传感器技术既可以克服电磁式互感器的非理想性缺点,又解决了直流电参量测量时的隔离问题。

霍尔传感器是利用霍尔效应原理构造的。霍尔效应是一种磁敏效应,在图2所示的半导体(或金属)薄片的长度 X 方向上通入控制电流 I_C ,在厚度 Z 方向上施加磁感应强度为 B 的磁场,则在宽度 Y 方向上会产生电动势 U_H ,这种现象即称为霍尔效应, U_H 称为霍尔电势,其大小可表示为:

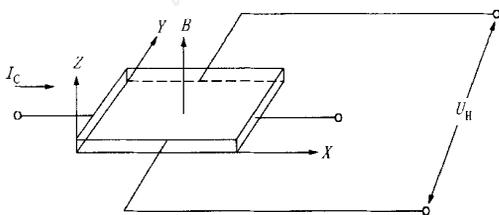


图2 霍尔效应原理图

$$U_H = R_H / d \cdot I_C \cdot B \quad (1)$$

其中, R_H 为霍尔系数,由半导体材料的性质决定; d 为半导体材料的厚度。

设 $R_H/d = K$,则式(1)可以写为:

$$U_H = K \cdot I_C \cdot B \quad (2)$$

可见,霍尔电压与控制电流及磁感应强度的乘积成正比, K 称为乘积灵敏度。 K 值越大,灵敏度就越高;半导体材料厚度越小,灵敏度也越高。

在式(2)中,若控制电流 $I_C = \text{常数}$,磁感应强度 B 与被测电流成正比,就可以做成霍尔电流传感器;同理,如果 B 与被测电压成正比,又可以做成霍尔电压传感器。

本文用霍尔传感器来监测跳合闸线圈电流。其意义界定如下:如果是动作电流,启动定时单元准备对线圈进行保护;如果是微小的监视电流,表明跳、合闸回路完整;如果没有电流,表明跳、合闸回路完整性被破坏。

3 二次回路保护器实现

为了既能实现在众多非正常情况下对高压断路器跳、合闸线圈进行保护,又能实现对其二次回路的完整性进行全工况监视,在现有控制回路的基础上构造了一种改进方案,其实现原理如图3所示。

图中,+、-为控制小母线和合闸小母线;M100(+)为闪光小母线;SA为控制开关,GN、RD为绿、红信号灯;FU1~FU4为熔断器;R为附加电阻;KCF为防跳继电器;KM为合闸接触器;YC、YT为合、跳闸线圈,HL1~HL3为霍尔传感器。控制电路的動作及跳、合闸回路保护与监视原理如下:

(1)高压断路器二次回路保护器功能实现。无论是在手动控制还是在自动控制位置,当合闸线圈回路有电流流过时,霍尔传感器将测出这一电流的大小。如果电流大于某一限值,二次回路保护器将启动计时单元开始计时。如果断路器辅助触点切换不正常或者操作机构卡死,在定时单元整定的时间内合闸动作电流没有消失,二次回路保护器将发出跳闸命令使其输出常闭触点KH1打开,跳开合闸接触器KM,由KM的常开触点跳开合闸线圈回路,保护断路器合闸线圈YC免于烧毁,同时发出相应的声光报警信号,通知值班人员。同理,当跳闸线圈有动作电流流过时,在整定的时间内跳闸动作电流没有消失,保护器将发出命令使其输出常闭触点KH2打开,跳开跳闸线圈回路,并给出相应的声光报警信号。

(2)全工况监视功能实现。由图3可以看出,附加电阻R3经断路器常开辅助触点接入合闸回路;附加电阻R5经断路器常闭辅助触点接入跳闸回路。电阻R3、R5为断路器线圈的完整性监视提供电流通路,此电阻的选择要不影响线圈的正确动作和热稳定性为前提。电阻R3、R5支路的断路器辅助触点引入是为了实现对断路器辅助触点进行监视。在跳、合闸瞬间由动作电流来判别回路的完整性;跳、合闸后由R3、R5支路流过的监视电流来判别回路的完整性;跳、合闸过程中有常开、常闭两触点瞬时都未接触现象,可引入断路器状态信息或者用软件判别来防止误报。

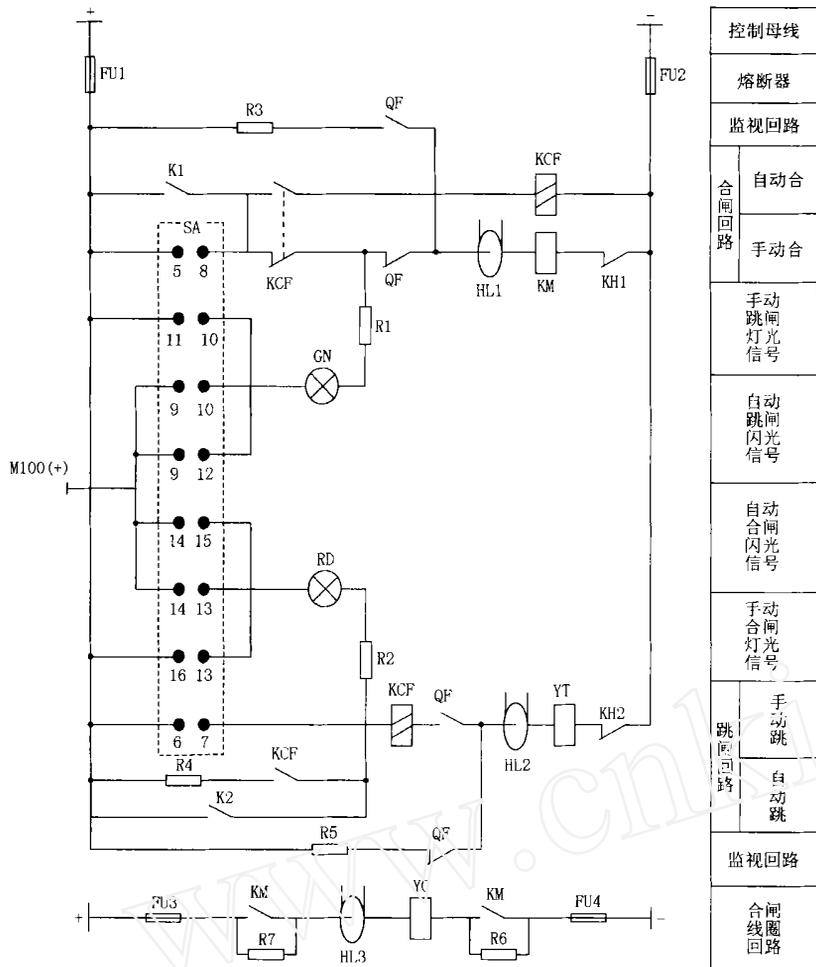


图3 断路器二次回路

现象。拒动会扩大故障,甚至造成系统瓦解,后果严重。与跳闸回路完整性相比,虽然合闸回路完整性破坏时所造成的危害要小一些,但它妨碍了供电可靠性的提高。代价不大时仍然应该予以监视。以提高供电可靠性和真正实现断路器二次回路的全工况监视。

由于二次回路完整性监视和跳合闸回路电流监视具有共性,该方案将二者结合起来一并监视,这样既可以提高监视的可靠性,又可以降低成本。本方案不仅实现了高压断路器二次回路的全工况监测,也从根本上解决了由于种种原因导致的跳合闸线圈烧毁问题。具有一定的推广价值和现实意义。

参考文献:

[1] 何永华. 发电厂及变电站二次回路[M]. 北京:中国电力出版社,1997.
 [2] 王志中. 对高压断路器跳(合)闸回路监视的探讨[J]. 电力建设,1996,(3).
 [3] 沈迪佳,吴可松,等. 10kV 断路器合闸线圈烧毁的防止和改进[J]. 农村电气化,1998,(9).
 [4] 麻林伟,聂长军,等. 断路器分闸线圈烧毁故障原因分析及处理[J]. 供用电,2000,(8).
 [5] 胡建强. 10kV 断路器分合闸线圈烧毁原因分析及防止措施[J]. 电气开关,1997,(3).

4 结论

对于时有发生的高压断路器跳合闸线圈烧毁现象,很有必要采取适当的措施,对高压断路器跳、合闸线圈回路的电流进行监视,以实现必要时对线圈的保护。

对大容量发电机组和 220kV 及以上电压等级的断路器,应该装设跳闸回路完整性监视装置,以防止断路器合到故障上因跳闸回路断线出现断路器拒动

收稿日期: 2001-09-03; 改回日期: 2001-10-18
 作者简介: 索南加乐(1960-),男,教授、博导,现从事继电保护方面的研究。

Protecting theory of HV circuit breaker

SUONAN Jiale¹, SONG Guo-bing², CAO Qing²

(1. Academy of Electric Engineering, Xi'an JiaoTong University, Xi'an 710049, China;
 2. Academy of Electric Engineering, XinJiang University, Urumchi 830008, China)

Abstract: The burning coil of HV circuit breaker is a common phenomenon in power system. Combining it with theory, a new concept of secondary-circuit protector is presented, and the way that we carry it into practice is discussed in this paper as well. Furthermore, the scheme that we offered is merging secondary-circuit integrity monitoring theory to it, to ensure that it has the two functions as a whole.

Keywords: HV circuit-breaker; secondary-circuit protector; full operating mode; monitoring