

带跳闸回路监视的断路器操作回路设计与实现

周华良,夏雨,邹志杨

(国网电力科学研究院/南京南瑞集团公司,江苏南京210003)

摘要:断路器操作回路是断路器动作控制的重要环节,它的主要作用是对断路器发出跳、合闸脉冲,防止断路器出现“跳跃”现象,对断路器跳、合闸回路在线监视。设计合理的断路器操作回路可以有效提高断路器动作的可靠性。文中叙述了断路器操作回路的作用以及各个回路的功能,提出解决跳闸回路全监视的具体实现方法,并对于实际应用进行了讨论。

关键词:断路器;操作回路;监视回路;防跳回路;保持继电器

中图分类号: TM56

文献标志码: B

文章编号: 1009-0665(2011)06-0041-04

电力系统的控制对象主要包括断路器、隔离开关等设备,其中断路器是用来连接、控制电网设备及线路的重要设备。而断路器操作回路在继电保护设备中起着重大的辅助和保护作用,它是保护装置与断路器之间的接口装置^[1]。合理、可靠、完善的断路器操作回路设计能显著地提高断路器动作的正确性和可靠性。随着电子技术的不断更新,国内110 kV及以下等级变电站继电保护装置多采用保护装置和操作回路一体化的配置方案,它可以使保护装置更加紧凑、调试维护更加方便。目前,在断路器操作回路设计方面大多数保护设备厂家所采用的工作原理基本相同,但对具体断路器控制电路上有所差别。跳闸回路的监视,也是根据用户的要求,在设计上有所变化。

1 常用操作回路原理

在变电站的断路器控制回路中,多数继电保护厂家采用的设计原理大致上是相同的。由《火力发电厂、变电所二次接线设计技术规程》知道,操作回路应具备以下几个功能:(1)应有对控制电源的监视回路;(2)应有对跳、合闸回路完好性的监视功能;(3)应有“防跳”回路;(4)跳、合闸命令应保持足够长时间,并当跳、合闸命令完成后,命令脉冲及时收回;(5)对于跳、合闸状态,应有明显动作信号;(6)应具有断路器压力闭锁功能;(7)外部接线力求接线简洁^[2]。

按照上述的要求,110 kV断路器操作回路设计可为单插件形式,与保护装置合为一体。保护插件与操作回路有一定的电气连接,但是他们在功能上可以完全独立。继电保护设备厂家常用的操作回路原理如图1所示。

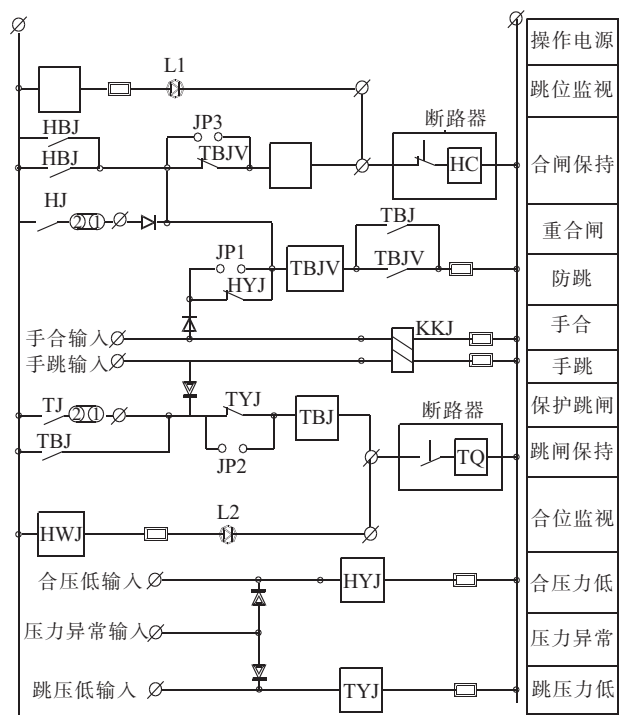


图1 断路器操作回路

1.1 “防跳”回路的设计

“防跳”回路作用是防止发生断路器节点“跳跃”,造成断路器连续“合、跳”现象,导致断路器的损坏,甚至发生断路器爆炸。常用的“防跳”回路有机械防跳和电气防跳两种。机械防跳是利用断路器操动机构的机械闭锁实现防跳功能。电气防跳则是由断路器操作回路的防跳回路来实现,根据《防止电力生产重大事故的二十五项重点要求》要求,防止二次寄生回路的形成,现场不可以同时使用两种防跳回路,由于机械防跳回路可靠性不高,所以用户大量使用操作回路的电气防跳回路,而将机械防跳回路屏蔽。

所谓断路器操作回路的“防跳”回路是利用跳闸回路中串联的跳闸保持继电器TBJ的动作,启动合

闸回路中的电压继电器 TBJV,使其串联在合闸回路中常闭节点动作,切断合闸回路^[3]。如图 1 所示,当保护装置跳闸节点 TJ 动作,接通跳闸回路,TBJ 动作,TBJ 一副常开节点作为自保持节点使断路器可靠跳闸,另一副常开节点接通 TBJV 回路,使 TBJV 动作,同时,TBJV 常闭节点断开合闸回路,如果 TJ 未返回时,合闸节点 HJ 动作,由于 TBJV 的保持作用而断开合闸回路,直到跳、合闸命令均返回,TBJV 常闭节点返回接通合闸回路,准备下一次 HJ 合闸。

1.2 跳、合闸保持继电器(TBJ,HBJ)

设计操作回路另一个重要的环节是跳、合闸线圈的保持回路。普遍使用的是在跳合闸回路中串联电流继电器,如图 1 的 TBJ,HBJ。它们的作用是当跳合闸继电器触点动作接通跳合闸回路时,TBJ,HBJ 动作,保持跳闸回路或合闸回路的正常,直到断路器动作完毕,触点返回。国产电流继电器通常体积较大且质量不稳定,目前,大多数厂家使用的是松下电压继电器 ST2-DC1.5V 替代,保持继电器的原理如图 2 所示。

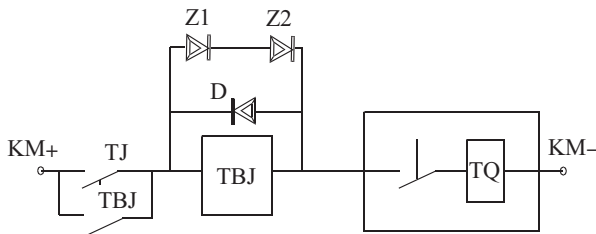


图 2 自适应电流保持回路

以跳闸回路为例,由于 TBJ 线圈内阻很小(约 9 Ω),在电路中阻抗可忽略,只考虑电流。实验证明,此回路 TBJ 固定动作电流为 120 mA 左右,无论本回路跳闸电流为多大,TBJ 均在此电流动作,这就是厂家自适应回路的原理。也就是不考虑跳闸线圈动作电流,只要回路固定达到 120 mA 电流值,TBJ 动作,以实现 TBJ 自适应动作。根据现场反馈,此回路因启动电流较小,存在一定的缺点:(1) 不能完全反映回路动作电流;(2) 动作电流过小易受干扰使 TBJ 动作,而使断路器无原因跳闸。

由于《火力发电厂、变电所二次接线设计技术规程》规定 TBJ 动作电流应设置在断路器额定跳合闸电流的 50% 以下,所以,有的厂家将跳、合保持电流设计为使用跳线现场设置跳、合闸保持电流,如图 3 所示。

以上电路设计的基本思路是利用并联分流电阻 ($R1, R2, R3, R4$) 来设定 TBJ 继电器的动作电流值,比如当只投入 $R1$ 时跳合闸电流为 0.5 A; 当将 $R2$ 投入时,跳合闸电流为 1 A; 当将 $R3$ 投入时,跳和闸

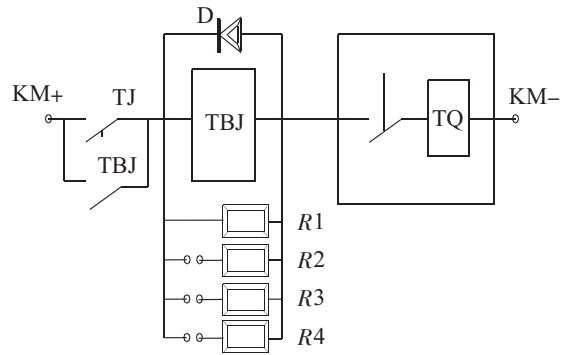


图 3 可设置电流保持回路

电流为 2 A; 当将 $R4$ 投入时,跳合闸电流为 2 A。这个设计的优点是可以根据现场要求灵活改动,保证了适应性,为用户广泛认可。

1.3 压力闭锁回路

目前广泛使用的 SF6 断路器操动机构有些采用液压操动机构和气压操动机构,断路器操动机构在动作时至少可以完成一次“分-合-分”的操作过程^[4]。操动机构由于某种原因,液压或气压降低,不能保证正确分、合闸时,其压力闭锁由高到低依次为闭锁重合闸、闭锁合闸、闭锁跳闸、闭锁操作。

断路器压力闭锁输出是由断路器操动机构转换送出的继电器空触点,它们作为开入量作用于保护及操作回路。大多数 110 kV 断路器压力低闭锁触点为闭锁合闸、闭锁分闸、闭锁操作。因此,如图 1 所示,本操作回路的压力闭锁回路设计为合压低、跳压低、操作压力低三个输入回路,通常采用闭锁继电器的常开触点作为闭锁触点。

2 跳闸回路全监视回路设计

2.1 跳闸监视回路设计原理

跳、合闸回路的在线监视,对于保护的正确动作非常重要^[5]。国内大多数厂家的常规保护设备中,采用如图 1 所示的方法,跳闸位置继电器(TWJ)负端与合闸保持继电器(HBJ)负端连接并接入断路器合闸回路,合闸位置继电器(HWJ)负端与跳闸保持继电器负端连接并接入断路器跳闸回路。当断路器处于跳闸位置时,TWJ 经合闸线圈,断路器常闭触点形成回路,即可监视合闸线圈,也可作为跳闸位置指示。而当断路器处于合闸位置,HWJ 经合闸线圈、断路器常开触点形成回路,即可监视跳闸线圈,也可作为合闸位置指示。但是,上述电路也存在一定的缺点,即在断路器合位状态下,断路器常闭辅助触点处于分位的情况,TWJ 回路处在断开状态,使得合闸线圈 HC 失去监视;同样的,在断路器跳位状态下,断路器常开辅助触点处于分开的情况,HWJ 回路处在断开状态,使得跳闸线圈 TQ 的状态失去监视。事

实上, TWJ 回路、HWJ 回路组成的监视跳、合闸线圈回路不能完全监视跳、合闸回路状态, 只能作为控制电源状态的监视用途。

目前, 许多国外项目的招标明确要求, 无论断路器处于跳闸位置还是合闸位置, 断路器跳闸回路均应处于连续的监视下, 并且断路器状态的变化不应影响监视的连续性。显然, 通常利用 HWJ 做监视的方式不能满足这一要求。为了达到这一要求, 本文在断路器操作回路中增加一路跳闸监视回路 TCS 回路, 与 HWJ 回路共同构成完整的跳闸回路监视回路, 如图 4 所示。

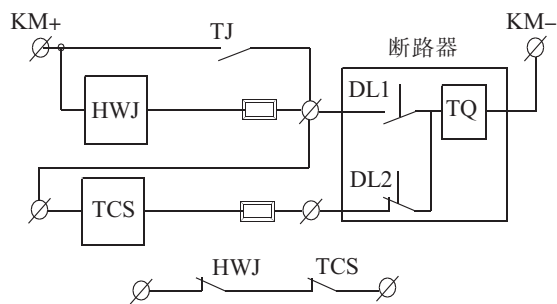


图 4 跳闸监视回路

当断路器处于合闸位置时, 断路器常开辅助触点 DL1 闭合, 断路器常开辅助触点 DL2 断开, 有 $KM+ \rightarrow HWJ \rightarrow DL1 \rightarrow TQ \rightarrow KM-$ 形成跳闸回路的监视回路; 当断路器处于分闸位置时, 断路器常开辅助触点 DL1 打开, 断路器常开辅助触点 DL2 闭合, 有 $KM+ \rightarrow HWJ \rightarrow TCS \rightarrow DL2 \rightarrow TQ \rightarrow KM-$ 形成跳闸回路的监视回路。从这个电路可以看出, 在断路器合位状态下, HWJ 继电器励磁, TCS 继电器为 DL1 短接处于不励磁状态, 不会发报警信号; 而当断路器分位状态下, TCS 继电器励磁, 而 HWJ 继电器不励磁, 也不会发报警信号, 也就是 HWJ 与 TCS 不会同时失磁, 不会发出报警信号。只有当跳闸回路发生断线时, 使得 HWJ 继电器或者 TCS 继电器失磁, 才会发生报警信号。这样, 跳闸回路在合位时, 由 TCS 继电器监视; 跳闸回路在跳位时, 由 HWJ 继电器监视, 保证了跳闸回路的实时监视功能^[3]。

2.2 跳闸监视回路实现方法

由图 4 可知, 跳闸回路的连续监视过程为: 当断路器处于合闸位置时, HWJ 继电器起监视功能; 当断路器处于分闸位置时, TCS 继电器起监视功能。在设计中, 存在着当断路器处于分闸位置时, 断路器辅助触点 DL1 为分状态, DL2 为合状态, 即图 5 所示回路(已将处于分断状态的 DL1 省略)情况。要保证在这个监视回路中, 处于串联的 HWJ 继电器、TCS 继电器的配置, 既要使起监视作用的 TCS 继电器保持励磁状态, 又要使 HWJ 继电器保持不励磁状

态, 就必须使图 5 回路中的 TCS 继电器动作电压值比 HWJ 继电器更灵敏。本设计中的 HWJ 继电器和 TCS 继电器采用松下生产的不同型号电磁继电器, 利用他们动作电压不同的特点, 得以解决这一问题。且在现场应用中得到了很好的效果。

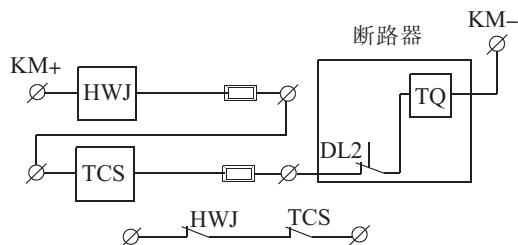


图 5 跳闸位置时跳闸监视回路

3 断路器操作回路与断路器的配合问题

在实际二次回路工程设计中, 断路器操动机构与断路器操作回路的配合至关重要^[5]。二次接线中最常见的就是防跳回路功能的重叠, 有很多断路器厂家的断路器配有机械和电气防跳回路, 如忽略操作回路与它们的冲突, 使得 2 个防跳回路共存。由于断路器防跳回路的寄生回路的作用, 在断路器处于合闸位置时, TWJ 回路仍然动作, 而 HWJ 回路同时动作, 使得微机保护装置跳、合位灯一起点亮, 而无法判别断路器位置情况。

要克服这种现象, 一是改进回路, 消除寄生现象, 这个办法较为复杂, 不易操作。另一种方式为保留其中一套回路而舍去另一套回路。后一种方法为大量用户现场所采用, 选用哪一套防跳回路, 各个用户做法不同。有些断路器操动机构防跳回路是在断路器合闸的同时, 防跳继电器 KO 动作, KO 的常开触点断开合闸回路。

操作回路的防跳回路则是利用 TBJ 的电流启动, TBJV 电压保持原理, 是由 TBJV 触点断开合闸回路。在现场应用中, 使用断路器防跳回路对于开关位置的配合有较高要求, 而操作回路防跳回路简单方便。

因此, 应该使用操作回路防跳回路, 舍弃操动机构防跳回路, 这样便于操作。如果现场使用断路器操动机构防跳回路情况下, 由图 1 看到, 本文设计使用一个跳线 JP3, 将 TBJV 常闭触点短接可以直接取消操作回路防跳功能, 使操作回路更加灵活, 适用性更好。

4 结束语

断路器操作回路工作的稳定可靠性关系到断路器动作的正确性, 因此设计具备跳闸回路全监视的

操作回路具有重要的意义,同时保证二次回路与断路器操作回路配合的一致性,合理地选择接线方式和配置是必不可少。随着电子技术的进步,断路器操作回路也会向智能化方向发展,断路器的回路监视将向智能状态监视方向发展,将为微机保护装置提供更多的断路器状态信息,使得微机保护装置更加可靠,更准确切除故障,也更有利于提高系统的稳定运行。

参考文献:

- [1] 郭占伟,原爱芳,张长彦,等. 断路器操作回路详述[J]. 继电器,2004,32(19):67-70.
- [2] DL/T 5136—2001,火力发电厂、变电所二次接线设计技术规程[S].
- [3] 刘永兴. 断路器操作回路中防跳继电器的选择[J]. 浙江电力,2004(4):73-75.
- [4] 曹树江,林 榕. 断路器操动机构与继电保护控制回路的协调与配合[J]. 继电器,2005,33(23):72-77.
- [5] 张雁文,铁丝佳. 搭建断路器跳闸回路的全回路监视[J]. 黑龙江电力,2008,30(1).

作者简介:

周华良(1980-),男,江苏吴江人,工程师,从事电力系统保护控制平台技术的研究开发工作;

夏 雨(1976-),男,湖北宜昌人,工程师,从事电力系统保护控制技术的研究开发工作;

邹志杨(1980-),男,广东梅县人,工程师,从事电力系统电磁兼容设计及测试的研究工作。

Design and Implementation of Breaker Operating Circuit with Trip Circuit Status Monitoring

ZHOU Hua-liang, XIA Yu, ZOU Zhi-yang

(State Grid Electric Power Research Institute, Nanjing 210003, China)

Abstract: Breaker operating circuit plays an important role in the breaker operation system. And its main function is to issue the circuit breaker tripping and closing pulse, prevent breaker "jump" phenomenon, and monitor on the status of breaker tripping and closing circuit. A reasonable designed operating circuit can effectively improve the reliability of the breaker operation. This paper describes the functions of breaker operating circuit and the main part of the circuit. Furthermore, a practical solution and its application for the issue of the trip circuit monitoring are proposed and discussed.

Key words: breaker; operating circuit; monitoring circuit; anti-breaker leaping circuit; current latching relay

(上接第 40 页)

- [9] LAI L L, MA J T. Applications of Evolutionary Programming to Reactive Power Planning-comparison with Nonlinear Programming Approach [A]. IEEE Power Winter Meeting [C]. New York: John Wiley & Sons, 1996(96).
- [10] 商允伟,裘聿皇. 一种求解数值优化问题的快速进化规划算法[J]. 系统仿真学报,2004,16(6):1190-1197.
- [11] 石力宝,徐国禹. 基于自适应进化规划的多目标最优潮流

[J]. 电力系统自动化,2000,24(8).

作者简介:

程建东(1970-),男,江苏盐都人,工程师,从事电网规划和项目管理;

杜积贵(1973-),男,江苏南京人,高级工,从事配电线路运行维护工作。

Application of Combined Method in Power Load Forecasting

CHENG Jian-dong¹, DU Ji-gui²

(1. Yancheng Power Supply Company, Yancheng 224005, China;

2. Nanjing Power Supply Company, Nanjing 211800, China)

Abstract: In order to improve the accuracy of load forecasting, a combined forecasting method has been introduced in this paper, which can obtain more accurate results through combining the advantages of single prediction models. Two parameters are introduced so that the combined model can be transformed into extreme value problem and solved by evolutionary programming. At last, the combined forecasting model and single models are used to calculate the historical power supply and maximum load of Yancheng city zone. By comparing the results, it is easy to find that the error of the combined model is less than that of any single model. Furthermore, the combined method is applied to mid-long term load forecasting.

Key words: load forecasting; combined forecasting; evolutionary programming