

[开关设备]

断路器弹簧操动机构常见问题及检修方法

文/陆 静¹ 郭良浩² 王志峰² 王东亮²

1.平高集团有限公司; 2.河南平高电气股份有限公司

弹簧操动机构作为断路器的核心配件,决定着电力系统的安全运行。掌握操动机构基本的检修操作和日常维护,有助于预防和解决电力系统事故的发生。结合自身长期的断路器弹簧操动机构装配及检修经验,总结出断路器弹簧操动机构出现的常见问题,并进行了原因分析,针对性提出常见问题的检修方法及操动机构日常维护要点。对高压断路器弹簧操动机构的维护与检修具有重要的指导意义,同时也为高压断路器弹簧操动机构设计与改进提供了经验基础。

断路器是电力系统中极其关键的电力设备,断路器动作的可靠性与稳定性决定着电力系统的安全运行,而断路器的分合闸操作是由操动机构驱动的,所以操动机构的设计和制造质量及其运行的可靠性也成为断路器可靠与安全运行的重要因素。

操动机构的主要功能是:①为断路器提供分合闸操作的动力,驱动断路器实现分闸、合闸及重合闸操作;②为断路器提供合适的分合闸时间、分合闸速度,以使断路器完成特定的开断和关合任务,如额定短路开断电流和额定短路关合电流;③接收和传递电力系统及相关部门的控制保护信号,执行相应的操作指令;④与断路器一起承受电气及机械应力的作用,承受周围环境的自然作用,所以应具有动作可靠性和要求的机械寿命。

断路器操动机构大致分为液压操动机构、弹簧操动机构及液压弹簧操动机构。断路器弹簧操动机构由于不存在漏油现象,且受环境温度影响不大,因此被广泛应用。这里以126 kV断路器用弹簧操动机构为例,对弹簧操动机构常见问题和检修做简要介绍。

常见问题及检修方法

1. 机构特性不合格的调试

(1) 分合闸速度不合格

弹簧操动机构是压缩弹簧进行工作的,因此要调节机构的分合闸速度,主要是调节分合闸弹簧的压缩量,即调节机构的输出功。要提高分合闸速度,必须增大弹簧压缩量;反之,应降低弹簧压缩量。由于弹簧操动机构合闸时,合闸弹簧能量一部分转化为分闸弹簧能量储存起来,一部分转化为机械能输出,因此分闸弹簧力量的大小直接会影响到合闸速度的大小,调试机构分合闸速度时,应先调试分闸速度,分闸速度合格后再调试合闸速度。

(2) 分合闸时间不合格

断路器分合闸时间的影响因素主要有三个:一是分合闸脱扣时间,主要是电磁铁动作时间,脱扣时间越短,分合闸时间越短;二是分合闸速度,速度越高时间越短,速度越低时间越长;三是断路器本体超程的大小,超程越大,合闸时间越短,分闸时间越长,反之超程越小,合闸时间越长,分闸时间越短。断路器合闸行程曲线如图1所示,图1中, t_1 为脱扣时间, T 为合闸时间。由于脱扣时间 t_1 主要

由脱扣器结构、线圈励磁特性等因素决定，所以一般变化量不大（约5 ms），而合闸时间 T 大部分为动触头运动时间，通过调整合闸速度可以明显改变合闸时间。

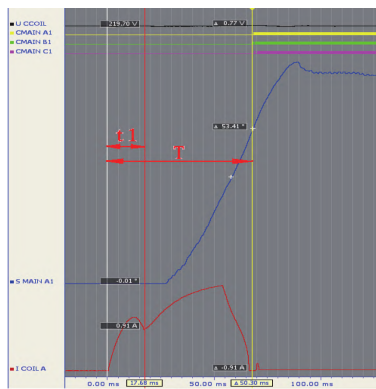


图1 断路器合闸行程曲线

断路器分闸行程曲线如图2所示，图2中， t_1 为脱扣时间， T 为分闸时间。由于断路器分闸速度快，且动触头在分闸时间内仅运动了超程的距离（相对断路器整个行程而言，超程一般较小），所以分闸速度的微小变化对分闸时间影响不大，此时脱扣时间的变化决定着分闸时间 T 的变化。

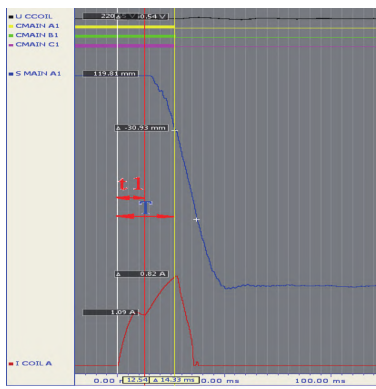


图2 断路器分闸行程曲线

由以上说明可知，合闸时间的调节主要靠调节合闸速度来实现，分闸时间的调节主要靠调节脱扣时间，即调节电磁铁间隙来实现。

(3) 合-分时间不合格

断路器的合-分时间行程曲线如图3所示，是反映断路器的自卫能力，合-分时间过长时，对系统稳定性产生不利影响，而合-分时间过短又不利于断路器重合闸时第二个“分”的可靠开断。影响断路器合-分时间的因素有：①机构的分合闸速

度，速度越快合-分时间越短，相反速度越慢合-分时间越长；②机构辅助开关的切换时间，在断路器合-分操作过程中，如果合闸时机机构辅助开关切换较早，合-分时间就较短，反之合-分时间较长；③机构的缓冲特性对合-分时间略有影响；④断路器本体的超程大小，合-分时间也叫金属短接时间，因此合-分时间受金属短接行程（双超程）的影响，超程越小合-分时间越短，超程越大合-分时间越长。由于机构的缓冲特性是机构设计时已经确定的，虽然各个机构缓冲特性略有差别，但是对合-分时间影响不大，所以合-分时间的调节还得从调节分合闸速度、辅助开关切换时间和本体超程入手。

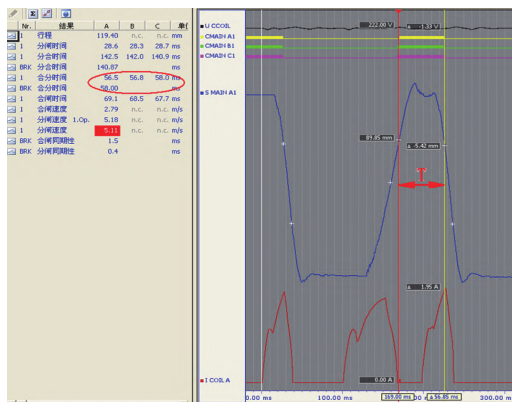


图3 重合闸行程曲线

(4) 低电压不合格

一般断路器均要求：当操作电压低于30%额定电压时机构不能动作；当操作电压高于65%额定电压时应能够正常分闸；当操作电压高于85%额定电压时应能够正常合闸。如果分合闸脱扣器的低电压动作值过低，在直流系统绝缘不良、两点高阻接地的情况下，在分闸线圈或合闸线圈两端可能引入数值不大的直流电压，会引起断路器误分闸和误合闸。如果控制回路电源电缆压降过大，不能满足断路器规定的动作电压时，容易造成断路器拒动作。因此应加强对操作机构低电压动作值的控制，若低电压动作值过低，应降低操动机构线圈对脱扣器的电磁力，此时可以增大电磁铁空气间隙，缩短电磁铁冲程；若低电压动作值过高，应增大操作机构线圈对脱扣器的电磁力，此时可以减小电磁铁空气间隙，增大电磁铁冲程。断路器弹簧操动机构脱扣器原理图如图4所示。

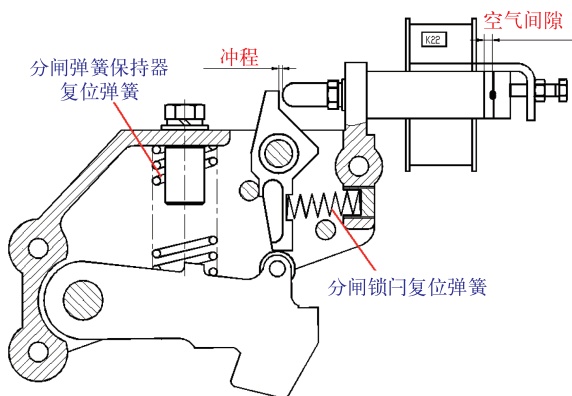


图4 断路器弹簧操动机构脱扣器原理图

(5) 分闸时间不稳定

分闸时间不稳定主要是分闸脱扣器的电磁力较小，可以通过减小分闸电磁铁空气间隙，并增大电磁铁冲程来增大分闸脱扣器的电磁力。如果调整后仍然存在分闸时间不稳定问题，可以用细砂纸打磨分闸锁闭端面，保证分闸锁闭与脱扣器滚子接触面的光洁度。用细砂纸打磨分闸锁栓接触面如图5所示。

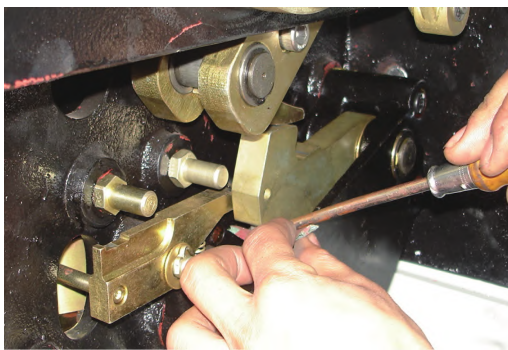


图5 用细砂纸打磨分闸锁栓接触面

2. 合分故障及检修方法

合分故障不同于正常的合分操作，正常的合分操作是指断路器合闸后接到分闸命令立即进行分闸动作，而合分故障是指断路器在没有接到分闸信号时合闸后立即出现分闸操作的情况。合分故障是断路器机构较为普遍的问题，遇到这种情况时可以采取以下措施：首先检查分闸锁闭复位弹簧状态是否正常，出现合分时应先检查并排除复位弹簧状态异常问题；然后确定机构分合闸速度是否过快，机构分合闸速度越快，分闸弹簧保持器结构稳定性越差，因此除特殊情况外，不建议机构分合闸速度太快；也可以增大分闸弹簧保持器复位弹簧和分闸锁

闭复位弹簧的力量（即在复位弹簧下增加平垫圈）来降低合分的频次。若上述方法效果不好，建议分闸锁闭复位弹簧采用复合弹簧结构，试验表明该措施对解决合分故障效果明显。

3. 合闸不到位问题处理

断路器合闸不到位是指断路器在合闸过程中出现半分半合的状态，此时会造成其他开关跳闸、大面积停电等事故，有时甚至会发生断路器爆炸等严重后果。出现该故障时必须检查本体转矩、机构合闸速度及其他相关零部件是否损坏等项目，并严格排查解决。由于以上工作必须是在断路器机构不存在合闸能量和分闸能量状态下进行的，因此出现该故障时必须先释放机构所有能量。这里重点介绍机构能量释放的操作过程：首先，出现该故障时必须立即断开与之相关联的其他开关，使该断路器退出系统；然后，关闭断路器机构所有操作电源和电动机电源，撞击合闸弹簧拉杆，强行释放合闸弹簧能量；最后，手动分闸，释放分闸弹簧能量。合闸不到位的检修方法存在一定的危险性，非专业人士请勿自行检修。

4. 储能时间超时

一般断路器弹簧操动机构均要求储能时间不大于20 s，如果出现个别机构储能超时，应依次从以下几个方面检查并解决：

1) 检查限位开关是否正常切换。若机构储能结束后限位开关无法切换，断路器也会发出储能超时信号。

2) 检查储能系统是否正常，重点检查棘轮齿部是否磨损，传动棘爪是否转动灵活可以正常复位，电动机减速箱是否故障。

3) 检查合闸弹簧力量是否过大。合闸弹簧压缩量过大时，会引起机构合闸速度偏快，也会造成机构储能超时等问题。

机构的日常维护

加强机构平时的日常维护，可以有效地预防机构故障的发生。因此应具备机构日常维护的基本常识。

1) 机构易损零部件、易松动螺栓的检查与维护。主要应包括传动连杆是否松动，防空合销轴是否损坏，防空合掣子定位轴是否松动，电磁铁螺栓

是否松动，限位开关是否可靠切换，主轴螺栓是否松动，棘轮、棘爪是否损坏，超越离合器性能检查，二次接线是否松动等其他部位外观检查。

2) 机构传动部位的润滑与零部件的防锈。主要是传动凸轮润滑，传动碾子、储能棘轮、棘爪、齿轮及掣子的润滑，磷化涂油件的防锈。

3) 关键尺寸的复测。主要是凸轮与拐臂间隙的复测，分合闸电磁铁空气间隙、冲程的复测，机构输出行程、起始位置的复测。

4) 机构特性的测试与调试。主要是分闸和合闸的时间特性、速度特性及低电压特性的测试与调试。

结束语

弹簧操动机构作为断路器的核心配件，直接决定着电力系统的安全运行。掌握操动机构基本的检修操作和日常维护，有助于预防和解决电力系统事故的发生。笔者结合自身长期对断路器弹簧操动机构装配及检修经验，针对断路器弹簧操动出现的常见问题进行了原因分析，总结出切实有效的常见问题

题检修方法及弹簧操动机构日常维护要点。对高压断路器弹簧操动机构维护与检修具有重要的指导意义，同时也为高压断路器弹簧操动机构设计与改进提供了经验基础。EA

(收稿日期：2020-01-10)

参考文献

- [1] 冯迎春, 杨晓滨, 任众楷. 基于故障录波的交流断路器燃弧故障检测方法有效性评估[J]. 电气应用, 2021, 40(7): 93-97.
- [2] 孟晓承, 黄河, 郑茂然, 等. 基于录波数据的断路器本体及其二次回路异常辨识研究[J]. 电气应用, 2020, 39(10): 62-67.
- [3] 石峰, 王森, 叶德武, 等. 一起分闸掣子缺陷引起的断路器合后即分故障分析[J]. 电气应用, 2020, 39(10): 89-94.
- [4] 王昱婷, 郑馨怡, 马斌. 110 kV断路器控制回路存在问题分析及改造[J]. 电气应用, 2021, 40(11): 50-55.

第八届全国电气工程师论文大赛 征文通知

征文主题

出于可持续发展的必然要求，以及中国“碳中和”目标的提出，新能源及新技术的发展目标油然而生。加强技术合作和集成创新对实现新能源的发展和应用具有重要意义。本届论文大赛将通过征文的形式，围绕“低碳 高效 创新”这一主题，搜集并发掘相关的知识与经验，并面向业界做进一步推广。

征文范围

- (1) 体现“新能源和新技术”的理论研究及相关实用技术应用。
- (2) 风力发电、光伏发电等新能源相关技术探讨，分布式能源并网的技术原则和方案设计。
- (3) 全面展示输电、变电、配电、用电各个环节最新节能产品、技术成果和解决方案。
- (4) 建设新型电力系统的应用技术方案和工程案例。
- (5) 储能技术领域的最新研究进展和解决方案。
- (6) 电气设备系统集成和变频节能技术的解决方案。
- (7) 节能减排、安全环保的应用电气技术及解决方案。
- (8) 电气节能创新技术的自主研发及相关应用案例。



扫描二维码
查看通知详情

