

接地开关电动操作机构的设计与应用

侯小默 王江涛 王立桓 王 帅
天津 300300

摘要: 12kV 高压配电箱是变电站中常见的装置, 以往的接地开关均采用人工操作, 不仅效率低下, 还易产生人为操作失误, 造成人员伤亡或影响电网顺利运作。本文介绍了一种用于接地开关的电气操动装置, 对其构造、制作技术及安装方法等进行了论述, 且给出了具体的使用实例。

关键词: 接地开关; 电动操作; 结构; 安装和应用

一、接地开关增加电动操作的原因和目的

当开关柜上的断路器被遥控切断之后, 如果想要使用常规的人工操作方式, 就必须穿上厚厚的防爆服, 才能进入高压室。根据工作流程, 首先要走到开关柜前面, 将断路器手车推到测试位置, 确认没有问题之后, 才能将接地开关合闸, 开始进行维修工作, 供电时, 再进行逆序操作。总体操作过程都是通过手柄来进行的, 不能在远程控制中心进行操作, 这样既降低了工作效率, 又存在着错误判断的隐患。在之前, 由于疏忽的人为判断错误, 在使用手柄进行倒闸操作机构时, 往往会造成严重的事故。为提高作业的安全性, 研制出一种将机械传动与电子程序控制相结合的电控操纵装置, 并在一般的接地开关上加装可供选择的装置。在保持原有的器械连锁结构的同时, 增设了电气连锁, 为防止重大事故的发生提供了强有力的保证。

二、电动操作传动结构设计

1. 通用接地开关结构和动作原理

该接地开关采用四连杆式结构, 连接杆上装有压缩弹簧, 蓄能后再松开, 便可完成分、合动作。关闭时, 通过用手柄顺时针操作接地开关六角轴, 旋转角度

为 90° , 通过一对伞齿轮副, 将功率传送给接地开关的主轴。此过程中, 动触点首先随主轴转动 45° , 当弹簧受压至最大值时, 在外部驱动力的作用下, 主轴刚好完成 45° 角度的运动行程, 超出此临界点后, 弹簧便会回弹, 此时外部驱动力已不在工作状态, 接地开关的上动触点由机构上的弹簧带动, 自主地进行余下的 45° 移动行程。最终, 动触点随主轴转动 90° , 反之, 则逆时针转动。所以开关的合闸速度和力度不受外部人为因素的影响。仅仅和机构自身有关。图中显示了接地开关的开闭状态。

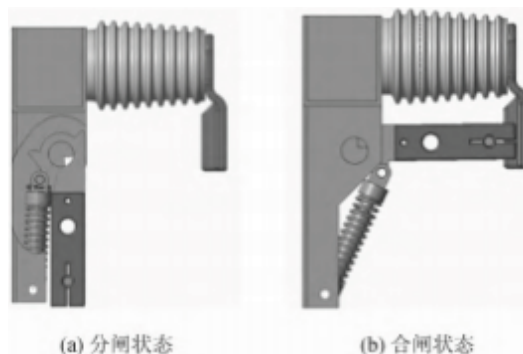


图1 接地开关分、合闸状态

2. 电动机构整体布置

由于其工作速度较低且稳定, 构造布置为二段式齿轮, 为了减少制作过程中的成本, 并消除了轴向力对其的影响, 所以设计了一种圆柱直齿轮, 具有较大的扭矩、较高的传输效率、较小的尺寸和较高的模块化集成程度。输出轴低速运转, 轴支承采用无保养石墨滑动轴承。电动操纵机构的输出轴齿轮仅需 90° 的工作行程就能完成分、合动作, 并且, 由于输出轴的齿轮半径比到柜体侧边的间距要大, 因此, 仅需 $1/4$ 形状即可, 起

作者简介:

1. 侯小默 (1987.05——), 女, 汉族, 硕士, 副高级工程师, 主要从事配电开关机械设计相关工作。
2. 王江涛 (1980.01——), 男, 汉族, 本科, 副高级工程师, 主要从事配电设备电气设计相关工作。
3. 王立桓 (1996.10——), 男, 汉族, 本科学历, 初级工程师, 主要从事配电开关机械设计方面的工作。
4. 王帅 (1996.10——) 男, 汉族, 硕士学历, 初级工程师, 主要从事配电开关机械设计方面的工作。

停位置由限位开关控制。该电机采用与行星齿轮减速器相结合的整体构造,使其体积较小,传动比较大,可以适应较大的扭矩需求,电源DC220V输入,能从开关柜仪表室内引入。

3. 制造工艺优化

只有在电力线路的主回路发生断电时,接地开关才被允许进行分、合闸的操作。在常规电网系统中,电力的频繁使用是非常罕见的,通常只有在进行故障紧急修复、变电站的常规年度检查和维护时才会启动。因此,接地开关的工作周期和应力循环次数都相对较少,从而具有更长的使用年限。这里采用的是非精密的传动方式,与起重机传动相似,仅需将动力传送到接地开关的弹簧上,实现其压缩。由于操作速度极为缓慢,运动机构的磨损程度也相对较低,因此在顾及经济成本的同时,可以减少精度。齿面的粗糙度可以适当放宽到大约12.5,齿轮是按照9的精度来制造的,使用的材料是45钢,经过HB220~270的调质处理,表面淬火硬度范围是HRC40~50。输出轴上的齿轮齿具有20mm的宽度和扇形的形状,中间还设有一个六角的内孔,这使得以往的设备切削加工变得不太方便和不经济。鉴于其在实际应用中的需求相对较低,我们可以选择使用10mm的高品质碳素钢板作为基础材料,通过激光切割或等离子切割技术进行一次性成型,随后将两片材料叠加,以达到20mm的厚度。这样不仅可以确保表面的粗糙度和尺寸的精确性,还可以达到实际使用的需求,从而简化生产流程并降低齿轮切削的成本。最终,齿轮的外壳是由4mm的钢板制成的,这使得它非常适合开关柜产业进行钣金制作,并且材料易于获取。

4. 手动、电动切换离合器结构设计

在满足电动操纵机构的情况下,还必须保持原来在现场的手工操作功能,在维修、检测或紧急情况下,可以进行手动与电动的自由切换,其中包括一种离合器的设计。目前已有一文献当中提出机械离合器,其原理是通过钢球与两个法兰之间的接触面,利用弹簧的挤压力来调节转矩,这种方法对制造和组装技术有很高的要求,而且弹簧的机械性能偏差也很大,在调节时很难对其位置进行控制。由于负载扭矩较小,钢球易滑移,造成开、合闸的成功率下降。一般的机械式齿嵌式离合器虽然可以传递较大的扭矩,然而其尺寸过大不适宜。牙嵌式离合器若是其尺寸变小、齿宽变小、强度低就会易断,过去有资料称,某电厂开关柜存在着许多故障隐患,

迫使电气操作恢复为人工操作。在参照市场上各类离合器的基础上,提出了一种新型的机械式离合器,它以小型化、高扭矩、高响应为目标。其中,离合器安装在中间传动轴上,通过电磁传动,在轴的周边均匀地分布着三个圆形孔,且安置三个钢球与齿轮内孔相啮合。正常情况下,电磁线圈因断电而不工作,钢球从与齿轮内孔中分离。齿轮装置只是在轴上空转。在手动方式下,输出转矩直接传送至输出轴及接地开关,并切断与电动机的联接,相当于以往的人工操纵方式。在电动机充电工作时,通过电磁铁带动离合器轴,轴上的钢球与齿轮的内孔相对接,将电机的扭矩传送给输出轴,从而达到了电气操作的目的。切断电源后,离合器再次被分开,以此能够迅速、容易地完成手动与电动的切换。由于主轴的外圆周上有贯通的通孔,且中部为空心,因此会对轴的强度产生影响。为证明离合器轴在齿轮扭矩驱动下的承载能力,实施了静力学仿真研究。根据220Nm的操作转矩,离合器轴的速比是2.5,因此,该轴的承载扭矩是88Nm,模拟结果的分析显示,离合器传动轴的最大应力为167MPa,比材料的屈服强度要小得多,因此可达到使用需要。

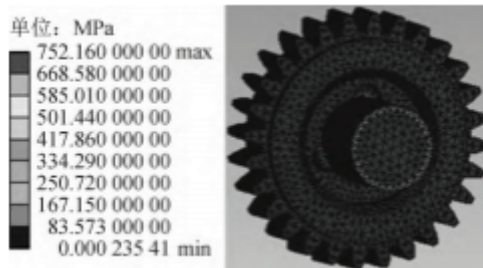


图2 离合器轴扭矩仿真

5. 分、合闸限位控制

电动机在进行开合闸转动时,要有可靠的限位控制和正反控制,使用一对常开和一对常闭行程开关,常开时为分闸,常闭时为关闭。该传动方法是:机构上的六角输出轴在正反旋转时,带动变速拨片,在其上设有一拨杆,该拨杆可在限位控制板的弧形凹槽内滑动,在接近限制位置时,带动控制盘旋转,从而启动行程开关。由于存在着弹簧的压力,限位控制板在旋转时会产生一定的阻尼,它的功能是防止控制板随意摆动,从而偏离正常的分、合位置。通过限制控制盘的作用,使行程开关产生常闭接点和常开接点的转换,进而实现对电动机的启停及开闭位置信号的识别与掌控。

结语

1) 本文根据变电所运作时中置移动式高压开关柜提出了新型电动接地开关设计规划, 它能把手工操作转换成电动操纵的接地开关。2) 此计划能达到遥控开关, 手动与电动同时进行, 充分展现了人性化与安全的优点。3) 本规划是开关柜的一种补充结构, 既能适应新老项目, 灵活性又高、拆装简便, 对原来的某些缺点进行了改善, 发挥了优势, 提高了实用性, 并在电网中得到成功应用。4) 可提高倒闸运行的效率, 减轻工人的劳动强度, 无需经常出入高压机房, 缩短了调试和维修的周期, 加快了供电恢复的速度, 降低了断电的损耗,

因此, 程序化操作有着广阔的应用前景。5) 与全电动操纵相结合, 将来能够实现智能化的在线监测、实时反馈和预警, 对操动机构的工作状况进行精确判定, 防止因人判断失误而造成的危险, 这也是输电线路智能化发展的趋向。

参考文献

- [1] 薛志高. 变电站10kV高压开关柜现状及治理措施[J]. 电工技术, 2016(7): 106-107.
- [2] 交流高压隔离开关和接地开关: GB1985—2004[S]. 北京: 中国国家标准化管理委员会, 2004.