

一种调压开关触头装置的优化设计

李海国

(山东普益电气有限公司, 山东 滨州 256600)

摘要:为解决农村等偏远地区电压偏低问题,配合国家农村电网改造工程,先后开发了多种电力智能调压器。开发过程中遇到某型号调压开关使用的传统触头部件存在接触不良、拉弧等问题,严重影响了调压器的使用性能。在产品优化分析的基础上,设计了一种闭合自紧式触头装置,通过动触头和静触头充分可靠的接触,保证了调压开关运行的稳定性,增加了通流能力。装机试验证明,该装置性能可靠、运行稳定,并且结构紧凑,制造成本低。

关键词:调压开关;动触头;静触头;装置

中图分类号:TM 564.2 **文献标志码:**A **文章编号:**1003-6954(2022)01-0066-05

DOI:10.16527/j.issn.1003-6954.20220114

Optimal Design for Contact Device of A Voltage Regulating Switch

LI Haiguo

(Shandong Puyi Electric Co., Ltd., Binzhou 256600, Shandong, China)

Abstract:In order to solve the problem of lower voltage in rural areas and other remote areas, a variety of intelligent voltage regulators have been developed in cooperation with the national rural power grid reconstruction project. In the process of development, the traditional contact parts used in a certain type of voltage regulating switch have some problems, such as poor contact and arcing, which seriously affects the performance of voltage regulator. On the basis of product optimization analysis, a closed self-tightening contact device is designed. Through the full and reliable contact between moving contact and static contact, the stability of voltage regulating switch is ensured and the flow capacity is increased. The installation test shows that the device has a reliable performance and stable operation with compact structure and low manufacturing cost.

Key words:voltage regulating switch; moving contact; static contact; device

0 引言

由于传统变压器输出电压固定不变,存在近变压器一端实际电压偏高、远变压器一端实际电压严重偏低等问题,反映在广大偏远山区、农村、广阔林区等地区尤为普遍。为此国家“关于‘十三五’期间实施新一轮农村电网改造升级工程的意见”中明确提出:在东部沿海地区基本实现城乡供电服务均等化的基础上,广大中西部地区特别是城乡供电服务差距实现大幅缩小,综合电压合格率要达到97.9%。

为响应国家号召,配合农村电网改造升级工程,从2016年开始,先后开发了多种型号的电力智能调

压器。其中采用新型自耦变压器、有载分接开关、线路自动监测与控制等技术的电力智能调压器方案,具有多挡位调节、精细调节、用户无断电等特点。由于该技术优势比较突出,因此电力智能调压器项目入选2018年度山东省技术创新项目。

1 多挡电力智能调压器原理简介

图1为某型号调压器电气原理图。由图可知,该装置主要由一个自耦变压器、多个电气开关、两个电抗器和一个电子开关组成。A为输入端,A1为输出端。当输出端A1电压正常时,KMA3旁路开关接通,调压器在此状态下不工作;当A1电压低于

工出一个槽状结构,并在靠近内侧部位设置一销孔安装挂销,为拉伸弹簧提供空间和挂弹簧之用;动触头外侧加工出特殊的齿形槽,它与驱动块相互作用,驱动块的动力来源是通过其安装的驱动轴来提供;拉伸弹簧的一端套在固定在底盘上的弹簧固定轴上,另一端套在安装到动触头的活动挂销上;两个静触头分别为升降压触头,一端连接出线端,另一端通过两个销轴固定在底盘上。

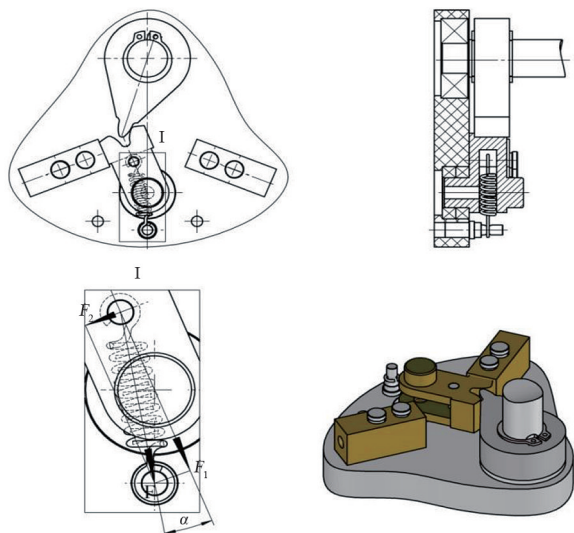


图 3 升降压触头装置局部

如图 3 所示,图示状态是动触头与其中一个静触头闭合的工况,可设定此时系统处于升压状态。驱动轴带动驱动块顺时针旋转,实现升压(关于升压方法,则不在所讨论范围之内);当系统需要降压时,驱动轴带动驱动块逆时针旋转,当驱动块旋转到动触头齿槽时,会将动触头拨动到另一侧与另一个静触头闭合,此时系统则处于降压状态。无论是升压还是降压,其额定触头压力均由拉伸弹簧提供。

产品使用过程初期并未发现问题,经过一段时间的应用,发现个别触头出现接触不良、错位,有时出现短暂拉弧。由于此开关转换频率非常低,只是在需要升降压转换时才切换,问题当时未体现出来,时间一长问题比较严重,特别是问题出现在升降压换挡的时候,严重影响了产品使用性能。为此采取将静触头两个销轴的配合改为间隙配合,加大拉簧拉力,改为浮动压紧等措施,有所好转,但始终未从根本上解决问题。

经过仔细对比分析,认为主要问题是触头的额定压力不够,压力不够的危害,特别体现在升降压换挡时有振动容易出现拉弧。如图 3 所示,弹簧的拉

力为 F , 弹簧拉力方向与作用在动触头转轴的力 F_1 方向的夹角为 α , 则额定触头压力 F_2 (动触头作用在静触头上的压力) 为

$$F_2 = F \sin \alpha$$

由于系统升降压时需转换触头,动触头的齿槽在驱动齿的作用下必须来回均能拨动而不能干涩,故夹角 α 不能增大, $\sin \alpha$ 值很小, F_2 的值就很小。由于 $\sin \alpha$ 值很小,仅增加弹簧的拉力 F_1 作用有限,必须改变原有结构形式才有可能解决问题。

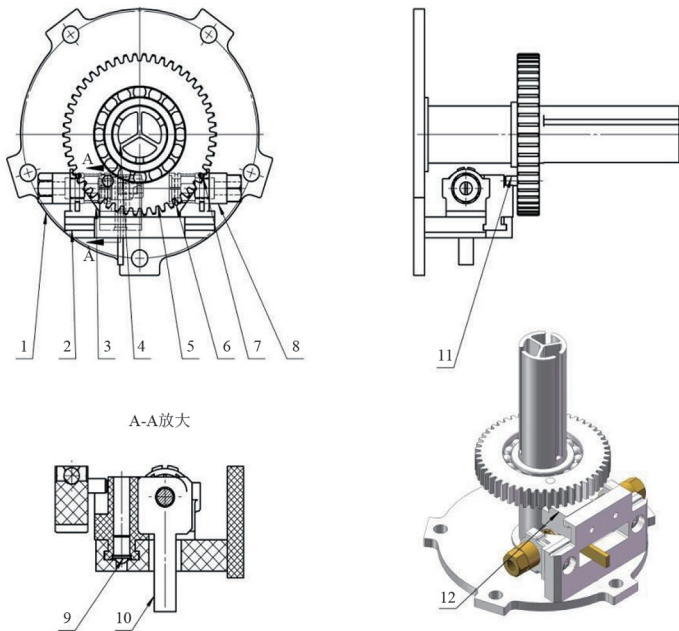
3 闭合自紧式触头装置

针对调压器升降压开关结构性缺陷所存在的不足,解决触头压力小、有振动所带来的问题,优化设计了一种用于特定场所的闭合自紧式触头装置,用于调压开关的升降压转换,以期解决接触不良、拉弧等问题,经过试验证明,达到了预期目的。该装置具有结构紧凑、通流能力强、运行稳定、制造成本低等优点。

如图 4 所示,优化设计后的升降压触头结构主要包括底盘、升降压座、静触头座、绝缘主轴、驱动盘、钢丝卡簧、轴用弹性挡圈、静触头、弹簧球头柱塞、进线铜排、驱动拨销和升降滑块等零部件。

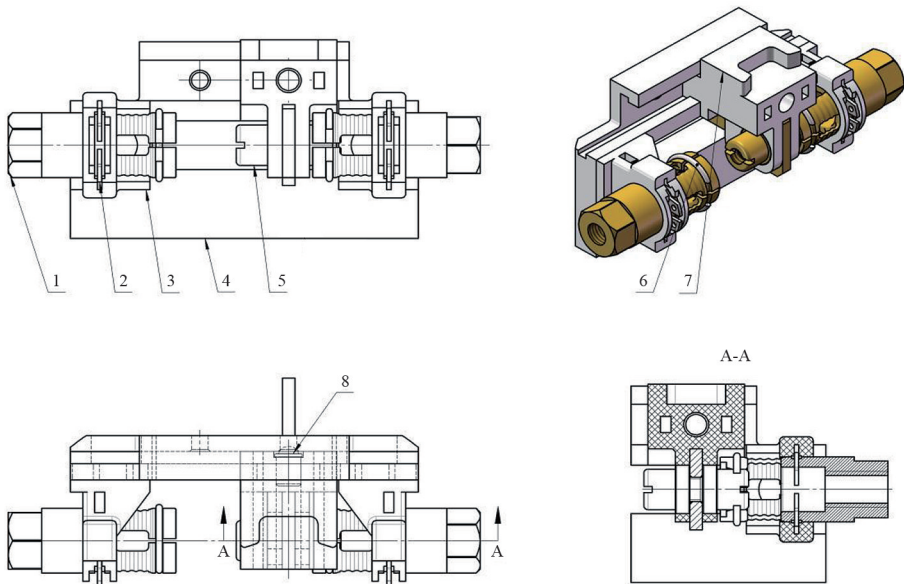
为更进一步了解闭合自紧式触头装置结构,可同时参考图 5 提供的闭合自紧式触头装置结构局部图来分析触头的开合运动和工作情况,图中标号 14 的零件是动触头,为圆柱体结构。调压器输入总电流分为 75 A、100 A、150 A 三档,为使兼容性强,动触头直接按导通 150 A 电流确定直径尺寸为 10 mm。

升降压座安装固定在底盘上,作为升降压系统模块的一个基体;升降滑块放置在升降压座的 T 型槽中,可左右滑动,升降滑块中间槽放置进线铜排,动触头为左右两个铜柱,它们把进线铜排夹紧并固定在升降滑块上,可随升降滑块左右移动。为确保动触头两个位置的准确性,保证不因振动、发热等因素而改变位置,在升降滑块中心位置设置了定位用的弹簧球头柱塞,在升降压座的相应位置设置一定位孔,这样动静触头在左右两个位置配合时就稳定可靠,有利于提高通流的稳定性和提升整体产品性能。绝缘主轴下端固定在底盘上,中间设置一个台阶用于安装驱动盘。驱动盘是一个轴承结构的齿轮型零件,其内圈固定在绝缘芯轴上,外齿圈可自由转



1-底盘 2-升降压座 3-静触头座 4-绝缘主轴 5-驱动盘 6-钢丝卡簧 7-轴用弹性挡圈
8-静触头 9-弹簧球头柱塞 10-进线铜排 11-驱动拨销 12-升降滑块

图 4 优化设计后的升降压触头结构



1-静触头 2-轴用弹性挡圈 3-静触头座 4-升降压座 5-动触头 6-钢丝卡簧 7-升降滑块 8-弹簧球头柱塞

图 5 闭合自紧式触头装置局部结构

动。驱动盘下端安装一个驱动拨销,其作用是当驱动盘转动时能使得升降滑块左右移动,实现升降压开关的合分。

如图 5 所示,静触头安装在静触头座上,用外圆定位,轴向定位用一轴用弹性挡圈放置到静触头上的卡槽中来完成,静触头外端设置螺纹孔外接铜线软连接作为出线,具体安装步骤为:先将轴用弹性挡圈放置到静触头座的卡槽里,用卡簧钳撑开轴用

弹性挡圈,再从静触头座侧面放入静触头,直至轴用弹性挡圈落入静触头的卡槽中即可完成。静触头座安装在升降压座上,通过座宽和底部圆凸台定位,用一自攻螺钉拧紧固定。

静触头的接触导电部位为一弹性结构,它依靠头部内孔与动触头接触导电,为使接触牢靠耐用,静触头中部靠近接触导电端设定为薄壁结构,并开 4 个方孔,接触部分开 4 个开口槽,增加弹性。静触头接

触孔比动触头铜柱直径小 0.3~0.5 mm,在加工中用与铜柱等径的研磨棒研磨内孔,经研磨后的内孔要保证弹性伸缩量在 0.20~0.25 mm 之间,以保证在触头使用过程中充分接触,减小接触电阻。静触头内孔外端倒一斜角,以便在动静触头接触时运行顺利。

静触头的结构是本次优化设计的关键零件,其性能优劣直接影响系统可靠性。如图 6 所示,除了设置轴向定位卡槽、开 4 个方孔和接触部分开 4 个开口槽之外,在空间结构允许的情况下,尽量增大 l 尺寸的数值, l 长度一般应大于 10 mm,并在 l 尺寸范围内加工成波纹状,以进一步增强其弹性,使得触头结合既方便进入又接触牢靠。

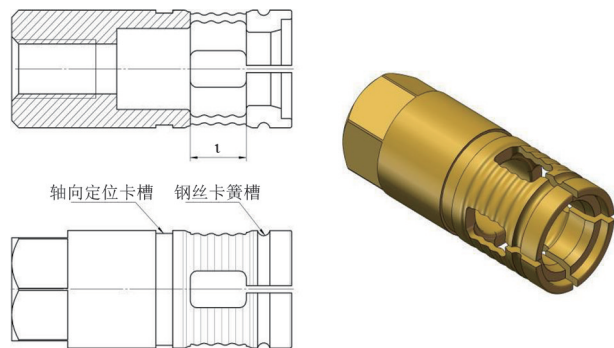


图 6 静触头结构

为进一步提高触头接触导电的可靠性,适当增加触头的额定压力,可在静触头触点部位外圆设有一钢丝卡簧槽,放置一钢丝卡簧,在卡簧的作用下,静触头触点部位弹性大大增强。使用钢丝卡簧时需注意卡簧槽的大小适合,防止因弹簧张力过大影响触头的分合。

动触头为圆柱体结构,左右各一个与进线铜排连接定位,在升降滑块的作用下左右移动分别与左右两个静触头分开或结合,从而实现触头的断开和闭合。

在使用过程中,触点部位可适当涂抹部分导电硅脂减小触点的接触电阻并起到润滑作用。

为增强装置的坚固耐用和绝缘性能,除去导电零部件、轴用弹性挡圈和钢丝卡簧,其余零部件均采用高强度绝缘材料增强尼龙添加 40% 玻璃纤维 (PA66+GF40) 压模制成。

4 闭合自紧式触头装置的应用对比情况

图 4、图 5 中所示状态是动触头与其中一个静触头闭合,可设定此时系统处于升压状态。驱动盘

的外齿圈在外力作用下顺时针旋转,实现升压;当线路需要降压时,驱动盘的外齿圈逆时针旋转,安装在外齿圈下的驱动拨销旋转到升降滑块的倒 U 型槽左侧面时,升降滑块会在升降压座的滑槽中向左滑动,顺势将下端的动触头铜柱分开,外齿盘继续转动,就会将动触头拨动到另一侧与另一个静触头闭合,此时系统则处于降压状态。无论是升压还是降压,其位置定位由其弹簧球头柱塞提供,安全稳固。

优化设计的闭合自紧式触头装置应用于改造升级后的调压开关中,经过批量装机后使用观察,发现动静触头关闭和开合平稳顺利、无过热拉弧问题出现。其中有两台出现过触头闭合时有卡顿现象,经拆机检修发现是动静触头机加工尺寸问题,修正后问题解决。传统触头结构用在这里时的故障量达到 60% 以上,这充分说明优化后的触头结构在自身弹性和钢丝卡簧的弹性力作用下,运行稳定,性能可靠,通流能力强。

5 结 论

电力智能调压器升降压开关在研制初期使用传统触头结构形式,在使用过程中多次出现触头接触不良、压力不够、错位等缺陷,影响设备性能;在换装了闭合自紧式触头装置后,运行稳定性,导流能力大大增强。为使触头充分可靠的接触,闭合自紧式触头装置还在接触导电部位增加钢丝卡簧,保证了触头的可靠接触,提高了寿命。

参考文献

- [1] 郑文武,李海国.一种触头组件及机械开关:CN206628369[P].2017-11-10.
- [2] 李海国,李长虹,刘国良,等.多挡电力智能调压器有载分接开关的研发[J].电工电气,2018(10):54-59.
- [3] 李海国.旋转式机械开关在电力智能调压器中的应用[J].河北电力技术,2019,38(5):38-41.
- [4] 黄正乾,冯科让,罗淳,等.一种抽出式开关电器用桥型触头:CN102637537[P].2015-06-03.
- [5] 孙仁礼,许广林,曹卫东.一种隔离开关可分触头:CN102468081[P].2012-05-23.

作者简介:

李海国(1969),男,教授级高级工程师,主要从事机械电气设计相关工作。(收稿日期:2021-09-12)