

浅谈真空断路器的发展

王小焕

天津平高智能电气有限公司 天津 300300

【摘要】20世纪50年代以后,随着电子工业发展起来的许多新技术,真空断路器逐渐达到实用水平。50年代中期美国通用电气公司批量生产了额定开断电流为12kA的真空断路器。随后在50年代末由于研发了具有横向磁场触头的真空灭弧室,使额定开断电流提高到30kA的水平。70年代后,日本东芝电气公司研制成功了具有纵向磁场触头的真空灭弧室,使额定开断电流又进一步提高到50kA以上。此后真空断路器在12kV—40.5kV等级发展逐渐成熟,并获得广泛应用,额定开断电流已能做到50kA—100kA。

【关键词】真空断路器;现状

1 中压真空断路器发展历程

我国在20世纪60年代就开始研究真空灭弧室,70年代初开始生产真空灭弧室和真空断路器。通过引进国外先进技术,经过40年来的努力,我国已进入了真空断路器生产大国的行列,真空灭弧室和真空断路器技术水平日趋成熟,12kV及40.5kV等级真空断路器有逐渐取代SF₆断路器的趋势。近年,引进国外技术生产和合资企业生产的真空断路器较多,包括有ABB公司的VD4系列,西门子公司的3AF、3AG、3AH3、3AH5系列,东芝公司的VK系列,Alstom公司的HVX型,以及引进比利时EIB公司、荷兰HOLEC公司的产品等。世界上很多生产真空断路器的大公司在中国设有合资或合作企业。

2 国外真空断路器产业的发展趋势

目前,随着智能电网时代的到来,国外的真空断路器产业向着模块化和智能化方向发展。国外企业率先在其产品设计中采用了模块化设计技术。ABB公司的12kV—40.5kV电压等级、630A—4000A电流等级断路器及操动机构可通过模块组合而成,模块之间通过轴进行对接,零部件通用性强。VD4系列真空断路器内部的固封极柱、绝缘拉杆、操动机构等实现了大范围的通用化。e-VD4型智能真空开关,通过一体化设计,采用环氧树脂浇注极柱,实现了电压、电流等传感器的集成,具有结构紧凑、免维

护、可靠性高、安装便捷等优点。WVT-12真空断路器是波兰ABB Sp. z o.o. 合资企业——龙波电气新推出的新一代中压真空断路器,其主要特征是主导电回路采用固体绝缘方式的固封极柱形式,操动机构为先进的新型模块化弹簧操动机构[1]。WVT真空断路器操动机构的储能单元、合分闸单元集成为一小型模块,该模块通用于WVT各规格断路器,可以简单快速地进行安装。

3 我国真空断路器发展现状及存在问题

3.1 真空断路器发展现状

在消化、吸收国外先进技术的基础上,国内主要生产真空断路器的厂家也很快研发出一批性能先进、适合我国国情、适应我国工艺条件的新一代真空断路器:西安高压电器研究所与其他单位联合研制的ZN28-12系列,额定电流1250A~4000A,额定开断电流20kA~63kA;西安高压电器研究所与厦门华电开关有限公司联合开发的ZN96-12系列固封极柱式真空断路器,配模块化弹簧操动机构,其技术参数与制造水平已处于国际同类产品的先进行列,是我国12kV新一代真空断路器的代表;天水长城开关厂的ZN90-40.5型、福州天宇电器股份有限公司的ZN91-40.5型都是近年来推出的技术先进、全组装式的户内小型化产品。随着科技的不断进步,真空断路器将逐步取代其他断路器,成为我国断路器产品的中流砥柱。

我国最早自主设计的弹簧机构是 CT8 弹簧操动机构,它是专门为少油断路器而设计的。CT8 的储能方式为棘轮结构,运转时承受冲击负荷,这就导致机械强度要求高,运行噪声大,使用寿命短。在此基础上相继研发的 CT10、CT12 弹簧操动机构,原理上与 CT8 弹簧操动相同,结构相似,仍然存在着与真空断路器不相匹配的缺点。

为了满足真空断路器的需要,提高运行可靠性,高压开关厂家又研制开发了 CT17、CT19 类型的弹簧操动机构。其中,CT17 弹簧操动机构吸收了 CT10 弹簧操动机构的优点,在储能原理上实现了突破,采用了机械传动系统中最简捷,性能可靠的齿轮传动方式,已从根本上改变了原有的不足。CT17 弹簧操动机构传动平稳、噪声低、寿命长、输出特性与真空断路器相匹配。CT19 和 CT17 弹簧操动机构储能原理相同,驱动和脱扣系统相近,只是结构布置不一样。

前些年,推出的 VS1、VEP 等断路器,实际上是采用和断路器一体的组装机结构,推动厂家比较多,设计上比较完善,市场销售量相当大。但其机构未形成模块化,其机构组装在断路器框架中,装配维护不方便,寿命短,长期可靠性差,同时由于恶性竞争,争相降低成本,产品质量得不到有效保障。

3.2 真空断路器存在问题

现有的真空断路器在安装调试中经常遇到如下的各类问题:

(1)“空合”现象

这是在设备调试中经常遇到的情况。“空合”就是弹簧操动机构与断路器本体连接后,当储能合闸时,弹簧能量释放,本应转化为断路器的合闸功,但由于断路器上传动部件没有移动,实为虚过程。把这种现象称为“空合”。

(2)弹跳与反弹

断路器在合闸完成后,由于动、静触头的冲击碰撞,动触头在反力作用下发生弹跳。弹跳加速触头烧毁,也不利于断路器灭弧。合闸功过大,必然导致动、静触头接触冲击力大。为了吸收断路器合闸后触头上的动能,保持对接式触头的良好导电性,在断路器动导电杆中设置了触头压力簧,使动触头可靠接触,防止弹跳时瞬间短路电流引起触头的熔焊。

触头压力簧还能增加触头磨损后的接触可靠性,进一步提高触头寿命。断路器在合闸时会引起弹跳,在分闸后还会带来反弹。反弹值取决于分闸能量,所以需设计缓冲器来吸收分闸时的能量以减小对设备的冲击,限制反弹的大小。

(3)合、分闸电磁铁线圈及储能用电机烧损问题

合、分闸电磁铁线圈及储能用电机烧损多发生在设备安装调试阶段,究其原因,本体质量是一方面的原因,更重要的是使用不当引起的。弹簧操动机构靠储存的弹簧能量进行断路器的合闸。当没有预先储存能量进行合闸电动操作时,机构辅助开关不能合分转换,合闸线圈长期带电,必然会发热而烧毁。

(4)分、合闸速度的调整

无论是户内还是户外断路器,都将分闸弹簧安装在断路器的输出轴上,分闸过程无论是电动或手动,都使机构上的分闸半轴脱扣。靠分闸弹簧和触头压力簧释放的能量,将断路器动触头与静触头分离开来。分闸速度主要取决于触头压力簧和分闸弹簧的力量大小。当然,传动部件对其也有影响,但不是主要的影响。分闸速度过高,是由于触头压力簧和分闸弹簧释放能量太大,可以降低其刚度系数,使其拉力变小,从而降低其释放能量,最终实现降低分闸速度。分闸速度调好后,合闸速度的高低,取决于合闸功的大小,合闸功大,合闸速度就高。合闸速度与分闸速度的调整要反复多次进行。在其他参数不变的情况下,分闸速度提高,合闸速度自然降低。但是要改变合闸速度的数量级,主要是改变弹簧操动机构合闸凸轮的曲面形状。

(5)断路器开距与超程的调整

弹簧操动机构中储存的能量,在合闸过程中,大部分被触头压力簧和分闸弹簧吸收,另一部分用于克服传动部件的摩擦力。所以如果出现不能合闸的状况,主要从触头簧和分闸簧方面来调整,当然如果润滑不好的话也会消耗大部分合闸簧能量,导致无法完成合闸动作。

(6)真空断路器抗熔焊水平

现在国内真空断路器在短路电流试验以及投切电容器组试验的合、分操作中出现的熔焊的现象时有发生,即便是采用国外品牌的灭弧室也类似。其根

本原因与断路器的刚合特性(刚合速度、合闸弹跳、刚合后触头运动曲线的平滑性)和刚分特性(刚分速度、分闸力,刚分后触头运动曲线的平滑性)和真空灭弧室还没达到完美的配合。

(7)长期可靠性的保障

现有部分断路器试验报告参数也较高,寿命也较长,但运用到实际中,很快出现锈蚀、卡滞等现象,出现较多售后服务,甚至刚过保质期不久,就不得不改造更换,造成极大的浪费。

(8)真空断路器投切电容器组问题

众所周知,真空断路器普遍存在较高的重燃率,在投切电容器组的过程中会产生各种复杂的操纵过电压,给电力设备带来严重的危害。目前,国内12kV真空开关投切电容器组时一次通过率为70%—80%,40.5kV真空开关投切电容器组时一次通过率仅为20%。有统计表明,在切电容型式试验中,真空灭弧室重燃率约为1.65%。

12kV等级范围,真空断路器已经几乎100%替代了油断路器和SF₆断路器,但需要严格的、专业的整机老炼,国家电网订货技术要求中明确规定,投切

电容器组的真空断路器应经过大电流整机老炼。在40.5kV等级范围,真空断路器由于重燃率更高,大量存在使用SF₆断路器的情况,然而SF₆断路器寿命也仅3000至5000次,使用1年—2年就需要更换。造成断路器的频繁更换及环境隐患。

4 国内真空断路器产业的发展趋势

近几年,真空断路器有了很大的发展,这得益于真空断路器技术的进步。真空断路器技术的进步表现在大容量化、低过电压化、智能化和小型化[2]。而这又是由于真空技术、灭弧室技术的发展及采用新工艺、新材料及新操动技术的结果。根据我国近几年真空断路器行业的发展情况,真空断路器将向专用化发展。面临极其不同的开断任务,新的专用断路器应运而生。如用于发电机保护的特大容量真空断路器(短路开断电流高达63kA~80kA及以上),标准型真空断路器(短路开断电流25kA~50kA),经济型真空断路器(16kA~25kA),频繁型真空断路器(如操作次数5万次~6万次),超频繁型真空断路器(如操作次数10万次~15万次)。

【参考文献】

- [1]WVT-12型户内交流高压真空断路器的设计与实现.孙新梅;科技成果纵横;2007(3):95-96.
- [2]真空开关的现在及发展趋势.王季梅;电力设备;2005,6(2):1-5
- [3]真空断路器的发展.梁超;中国科技信息;2007(18):102-103