

[电力系统]

从避雷器谈我国供配电室综合自动化现代化发展

文/云南民族大学 任一龙

对我国各级电力公司配变电机机构不断改进安装避雷器的状况设置,表明我国电力公司现阶段的配电综合自动化体系,正沿着一个首先有安全度,又有创新度,更有现代化的综合自动化体系的方向发展。就避雷器的各种性能特点进行了详细的阐述。

电能是现代工业生产的主要能源和动力。电能的输送与分配既安全经济,又便于现代工业生产控制、调节和测量,有利于实现生产过程自动化。随着用电量大幅增加,电能给人们带来极大便利的同时也留下了安全隐患。据

《中国火灾统计年鉴》公布,我国主要城市所发生的火灾当中,电气火灾已经成为威胁人民生活和生产安全的重要因素。而引起电气火灾的主要原因便是短路和过负载运行所产生的导线超温情况。而线路绝缘胶皮燃烧产生的氯化铵与空气中的水分相结合,化合成稀盐酸附着在电气设备、仪器装置上生成导电薄膜,严重降低了机电设备和一、二次接线回路的绝缘性能,直接影响机电设备和发电机组的安全运行并缩短其寿命。另外,建筑供电系统的可靠性,也直接关系到人身安全。况且电气设备的老化及落后,极大制约了新设备的投入。为了保障人身安全,供电可靠,供配电系统设计必须从全局出发,统筹兼顾,通过研究负荷性质、用电容量、工程特点和地区供电条件,合理确定设计方案。此供配电系统应采用符合国家现行有关标准的安全度高、效率高、能耗低和性能先进的电气产品。必须把安全度放在首

位,才能使变配电室综合自动化使供配电系统更具有智能化。随着微电子技术、计算机技术和通信技术的不断发展,变电站综合自动化安全技术也得到了迅速发展,其中包括避雷器的应用。

总之,在电力系统自动化技术现代化的今天,变电站综合自动化确实给我们的工作带来了效益,可在目前来看,它还属于是一种新生事物,特别是不少工作在变电站第一线的人员,对它的技术和系统结构还不了解,对其可靠性问题还比较担心;另一方面,变电站综合自动化系统内部各个子系统都为低电平的弱电系统,但它们的工作环境是电磁干扰极其严重的强电场所,确实会影响到各个元器件的正常运行。

通过对工厂供配电最优化方案的研究,设计出高压供电线路,确定增容后一整套安全接线方案,更是供配电室工作的美好前景。

ZnO避雷器

ZnO避雷器,是因为氧化锌阀片具有很理想的非线性伏安特性。普通的阀型避雷器的阀片是金刚砂SiC,试验中发现ZnO、SiC电阻阀片在10 kA电流下的残压相同,但在额定电压下ZnO对应的电流

一般在5~10 A以下,可近似认为其续流为零,而SiC的续流却是100 A左右。在工作电压下,氧化锌阀片实际上相当于绝缘体。除了有效理想的非线性伏安特性外,对比SiC避雷器、ZnO避雷器有如下优点。

1) 无间隙。在工作电压作用下,ZnO实际上相当于绝缘体,因而工作电压不会使ZnO阀片烧坏,所以不用串联间隙来隔离工作电压(SiC阀片在正常工作电压下有几十安电流,会烧坏阀片,因此,不得不串联间隙)。由于无间隙,当然也就没有传统的SiC避雷器那样因串联间隙而带来的一系列问题,如污秽、内部气压变化使串联间隙放电电压不稳定等。同时,因无间隙,故大大改善了陡波下的响应特性。

2) 无续流。当作用在ZnO阀片上的电压超过某一值(此值称为起始动作电压)时,将发生“导通”,ZnO阀片上的残压受其良好的非线性特性所控制,当系统电压降至起始动作电压以下时,ZnO避雷器的“导通”状态终止,有相当于绝缘体,因此不存在工频续流,而SiC避雷器却不同,它要吸收过电压的能量,这样对ZnO避雷器的热容量的要求就比SiC低得多。

3) 可以降低电气设备所受过电压。虽然10 kA雷电流下的残压值ZnO避雷器与SiC相同,当后者只在串联间隙放电后才可将电流泄放,而前者在整个过电压过程中有电流流过,因此降低了作用在变电站电气设备上的过电压。

4) 通流容量大。ZnO避雷器的通流容量较大,可以用来限制内部过电压。此外,由于无间隙和通流容量大,故ZnO避雷器体积小、重量小、结构简单、运行维护方便且使用寿命也长。由于无续流,故也适用于直流输电系统。

5) ZnO避雷器的起始动作电压。起始动作电压又称转折电压,从这一点开始,电流将随电压的升高而迅速增加,也即其非线性系数 α 将迅速进入0.02~0.05的区域。通常是以1 mA下的电压作为起始动作电压,其值为最大允许工作电压峰值的105%~115%。

6) ZnO避雷器的压比,是指氧化锌避雷器通过大电流时的残压与通过1 mA直流电流时的电压之比,例如10 kA压比是指通过冲击电流10 kA时的残压与1 mA(直流)时电压之比,压比越小,意味着通过大电流时之残压越低,则ZnO的保护性能越好,压比值约为1.6~2.0。

1. ZnO避雷器特性

(1) 通流性

具有吸收各种雷电过电压、工频暂态过电压和操作过电压的能力。

(2) 保护性

优良氧化锌阀片的非线性伏安特性,可保障在正常工作电压下仅有几百微安的电流通过,便于设计成无间隙结构,具备保护性能好、重量轻和尺寸小的特征。用来保护电力系统中各种电器设备免受过电压损坏。

(3) 密封性

避雷器元件采用老化性能好、气密性好的优质复合外套,采用控制密封圈压缩量和增涂密封胶等措施,陶瓷外套作为密封材料,确保密封可靠,使避雷器的性能稳定。

(4) 机械性

避雷器的顶端承受导线的最大允许拉力和地震力。作用于避雷器上的最大风压力。

(5) 解污秽性

无间隙氧化锌避雷器具有较高的耐污秽性能。

国家标准规定的爬电比距等级为:II级中等污秽地区:爬电比距20 mm/kV;III级重污秽地区:爬电比距25 mm/kV;IV级特重污秽地区:爬电比距31 mm/kV。

(6) 高运行可靠性

这取决于产品的质量及对产品的选型是否合理。影响其产品质量主要因素为避雷器整体结构的合理性;氧化锌阀片的伏安特性及耐老化特性和避雷器的密封性能。

(7) 工频耐受能力

ZnO避雷器可有效控制电力系统中如单相接地、长线电容效应以及甩负荷等引起的工频电压的升高或产生幅值较高的暂态过电压,有在一定时间内承受一定工频电压升高能力。

2. ZnO避雷器分类

(1) 按电压等级划分

1) 高压类。其指66 kV以上等级的氧化锌避雷器系列产品,大致可划分为1 000 kV、750 kV、500 kV、330 kV、220 kV、110 kV、66 kV七个等级。

2) 中压类。其指3~66 kV(不包括66 kV系列的产品)范围内的氧化锌避雷器系列产品,大致可划分为3 kV、6 kV、10 kV、35 kV四个电压

等级。

3) 低压类。其指3 kV以下(不包括3 kV系列的产品)的氧化锌避雷器系列产品,大致可划分为1 kV、0.5 kV、0.38 kV、0.22 kV四个电压等级。

(2) 按标称放电电流划分

分为20 kA、10 kA、5 kA、2.5 kA、1.5 kA五类。

(3) 按用途划分

分为系统用线路型、系统用电站型、系统用配电型、并联补偿电容器组保护型、电气化铁道型、电动机及电动机中性点型和变压器中性点型七类。

(4) 按结构划分

分为瓷外套和复合外套。

瓷外套氧化锌避雷器按耐污秽性能分为四个等级。复合外套氧化锌避雷器是用复合硅橡胶材料做外套,并选用高性能的氧化锌电阻片,内部采用特殊结构,用先进工艺方法装配而成,具有硅橡胶材料和氧化锌电阻片的双重优点。另具有绝缘性能、高的耐污秽性能、良好的防爆性能以及体积小、重量轻、平时不需维护、不易破损、密封可靠和耐老化性能优良等优点。

(5) 按结构性能划分

分为无间隙(W)、带串联间隙(C)和带并联间隙(B)三类。

3. ZnO避雷器的生产

(1) 各国生产ZnO避雷器状况

在电压等级较低时(如110 kV以下)大部分是采用无间隙的。对于超高压避雷器,在电压等级较低电压比时,为了降低大电流时的残压而又不加大阀片在正常运行中的电压负担以减轻氧化锌阀片的老化,往往也采用并联或串联间隙的方法。根据ZnO避雷器具备上述诸优点,且造价较低,故正在逐步取代SiC避雷器。目前已有额定电压750 kV以下的系列产品。

(2) 我国已开始生产10 kV及以下电压等级的ZnO避雷器

如ZnO避雷器型号为HY5WS-17/45。其中,H表示复合有机外套;Y表示ZnO避雷器;5表示标称放电电流为5 kA;W表示无间隙;S表示配电;17表示避雷器的额定电压为17 kV;45表示标称放电电流下最大残压为45 kV。

其基本工作元件是密封在瓷套内的氧化锌

阀片。氧化锌阀片是以ZnO为基体,添加少量的 Bi_2O_3 、 MnO_2 、 Sb_2O_3 、 Co_3O_3 和 Cr_2O_3 等制成的非线性电阻体,具有比碳化硅更好的非线性伏安特性,在持续工作电压下仅流过微安级的泄漏电流,动作后无续流。因此ZnO避雷器不需要火花间隙,并结构简化,具有动作响应快、耐多重雷电过电压或操作过电压作用、能量吸收能力大和耐污秽性能好等优点。由于ZnO避雷器保护性能优于碳化硅避雷器,已在逐步取代碳化硅避雷器,近几年来两网改造,使中、小城市6~35 kV配电网电容电流有很大的增加,ZnO避雷器广泛用于交、直流系统,保护发电、变电设备的绝缘,尤其适合于中性点有效接地的110 kV及以上电网。目前,我国110 kV及以上电网一般采用大电流接地方式,即中性点有效接地方式。

这里强调每种避雷器都有各自特点,需要针对不同的环境进行选择使用,才能起到良好的绝缘效果。ZnO避雷器用于变电所和发电厂的保护,在500 kV及以下系统主要用于限制大气过电压,在超高压系统中用来限制内过电压或作内过电压的后备保护。

4. 参数列举

(1) 标称电压 U_N

被保护系统的额定电压相符,在信息技术系统中此参数表明了应该选用的保护器的类型,它标出交流或直流电压的有效值。

(2) 额定电压 U_C

能长久施加在保护器的指定端,而不引起保护器特性变化和激活保护元件的最大电压有效值。

(3) 额定放电电流 I_{sn}

给保护器施加波形为8/20 μs 的标准雷电波冲击10次时,保护器所耐受最大冲击电流峰值。

(4) 最大放电电流 I_{max}

给保护器施加波形为8/20 μs 的标准雷电波冲击1次时,保护器所耐受最大冲击电流峰值。

(5) 电压保护级别 U_p

保护器在下列测试中的最大值:1 kV/ μs 斜率的跳火电压;额定放电电流的残压。

(6) 插入损耗 A_i

为给定频率下保护器插入前和插入后的电压比率。

使用中应严密观察在线泄漏电表的变化,如

读数降低甚至为零,属正常运作状态;如读数升高,首先考虑避雷器中瓷外套绝缘和避雷器阀片中电流不正常;或避雷器密封不好,内部受潮所致;或是阀片内部零件烘干不好,有部分潮气滞留;或是装置时不慎将密封圈漏放、放偏和在密封圈与瓷套密封封面之间存有杂物;或避雷器使用一段时间后密封零件进潮而坏。

设想前景

随着现代控制技术和现代通信技术在电力(电气)行业的应用,变配电室传统的电磁式继电保护装置正逐步被微机综合保护装置所取代。新一代的微机综合保护器,不仅涵盖了传统继电保护和自动装置的全部功能,而且能对变配电回路的开关状态,电流、电压等模拟信号,事故下的脉冲信号,以及一些非电量信号进行采集、储存和运算。应用先进避雷器的配套产品,使上述

电器产品均具备了安全数据通信接口,为各个电气控制节点间的数据进行交换、整合,实现信息资源共享,实施实时监测、集中管理无疑将成为远程控制提供了基本要素。变配电所综合自动化装置,包含了上述集保护、测量、计量、控制和通信于一体的智能化前端设备,将这些前端设备的通信接口连接起来的现场总线,进行通信预处理的通信管理单元以及经过组态的上位机单元。通过采用先进的技术,提高变配电室综合自动化水平,实现遥控、遥测、遥信和遥调四遥功能。降低变配电室成本,提高变配电室的供配电电能质量和供电安全可靠,尽量减少变电所员工,避免操作误差,缩短事故处理时间,是现代化智能变电应有的功能。所以,实现变配电室综合自动化势在必行。EA

(收稿日期:2015.12.17)

(编辑:刘群点)

(上接第79页)

结果参数表如表1所示。

表1 依据模型的参数计算

项目	参数	单位	备注
R_{11}	0.04	K/W	对流散热热阻
R_{12}	0.23	K/W	辐射散热热阻
R_{21}	8.2×10^{-4}	K/W	传导散热热阻
R_{31}	0.03	K/W	对流散热热阻
R_{34}	0.125	K/W	辐射散热热阻
R_1	0.059	K/W	综合散热热阻
α_1	3.2	W/(m ² ·K)	综合散热系数
$\Delta\theta_1$	47.5	K	计算温升

在载流为4 000 A条件下,中心导体A的综合散热系数计算值为3.2 W/(m²·K),温升的计算值为47.5 K。

2. 比较分析

某GIS产品温升试验数据:载流4 000 A,中心导体A的温升为45.0 K(取中心导体和触头实测温升的最大值)。

依据温升试验数据,采用试凑法对模型的中心导体A的综合散热系数 α_1 进行反算,反算结果是3.3 W/(m²·K)。

将计算所得结果与温升试验数据以及依据试

验数据反算的散热系数值进行对比,如表2所示。

表2 计算值与试验数据(包括反算值)对比

项目	计算值	反算值	试验数据
α_1	3.2	3.3	
$\Delta\theta_1$	47.5		45

通过表2比较可知,理论计算温升和试验温升相差2.5 K;综合散热系数理论计算值和试凑法反算值相差0.1 W/(m²·K),误差率均在5%以内。

结束语

高压开关长期载流温升是高压电器产品载流能力的重要衡量指标之一,在产品研制过程中,长期载流温升是必须考虑的关键内容之一。以某产品的分支母线为例,进行了散热模型分析、模型建立和模型的简化等,并提出了产品散热模型的建立及简化方法,为产品温升计算过程理清思路。同时依据模型及其公式计算了综合散热系数和温升,并将其与试验数据以及依据试验数据反算的散热系数值进行对比,对比结果表明,本文所采用的模型建立、简化方法以及计算过程具有一定的工程指导意义。EA

(收稿日期:2015.12.04)

(编辑:刘群点)