

关于 10kV 配电房高低压开关的选择与保护配合探讨

沈彬冰

(浙江智辉电力工程有限公司, 浙江 嘉兴 314000)

摘要 随着中国经济的不断发展, 电力资源的利用也日益增加, 保障电力供应的同时如何确保用电安全和用电稳定性也是电力部门需要重视的主要内容。在城市中, 连接电力局与用户用电之间的主要设备则是 10kV 配电房, 由于配电房种类较多, 电网连接复杂, 在具体使用过程中也会遇到一些问题。本文主要介绍 10kV 配电房中高低压开关的选择与设备保护配合措施。

关键词 10kV 配电房 高低压开关 断路器 保护配合

中图分类号: TM56

文献标识码: A

文章编号: 1007-0745(2022)01-0032-03

从某种角度上讲, 10kV 配电房在整个电力系统中处于中枢环节, 配电房的运行直接决定着整个用电环节的稳定性。在 10kV 配电房中, 高低压开关的选择和保护配合至关重要, 如果不能采取有效措施将二者进行协调, 就会直接影响各个地区的用电情况。

1 10kV 配电房高低压开关

1.1 高压开关

1.1.1 负荷开关

国内早期的负荷开关分为两种, 分别是产气式和压气式, 二者的主要作用均为断开工作电流。随着技术的不断发展, 现阶段高压负荷开关多选 SF6 或真空负荷开关, 这两种开关有很多优点, 例如稳定性较强、成本消耗低、维护费用低、适用期限长等, 因此在很多 10kV 配电房的高压开关中均被广泛使用。

1.1.2 断路器

断路器是指当电流出现短路时则会自动断路, 通常情况下, 断路器由绝缘介质组成, 常见的有 SF6 断路器和真空断路器^[1]。人工智能化时代的到来, 断路器也在进行不断发展和创新。现阶段断路器基本上是由永磁式操作机构成, 在工作中可以自动化控制或对电路起到二段式及三段式的保护。在整个电力系统中, 若出现故障或设备超负荷等现象, 断路器会自动切断电流, 从而保护其它电路装置。

1.1.3 负荷开关-熔断器组合电器

负荷开关首先可以对供电系统中的电流进行切断或者转移, 如果在整个电路中出现较大的电流, 比如通常情况下有短路电流或者由于电气负荷超载产生的

电流, 此时就可以使用到熔断器组合电器, 从而对所有电路进行断开。这样一来, 不仅能够保护到负荷开关, 同时也会保护其他电器, 将负荷开关和熔断器进行组合, 运行稳定性会更高, 对电流的操作灵活性更好, 且对电力系统的保护性也会更强, 因此在 10kV 的配电房供电系统中, 经常可以看到该组合电器。

1.1.4 主要参数设置

1. 定电压。不同国家对额定电压的概念解释不同, 例如最初阶段, 在中国额定电压是指设备能够承受的标称电压, 而国外额定电压是指设备承受的最大电压。现阶段随着概念的不断完善, 中国也对额定电压重新定义, 指设备所能承受的最高电压。

2. 额定电流。额定电流具有四种能力, 首先, 它具有断开空载变压器的能力。例如, 假设开关设备进线和出线的横截面积为 240mm^2 , 可以看出充电电流应保持在每公里 1.8A 左右。若假设电线的截面积是 300mm^2 , 则充电电流每千米大概保持在 2A 左右。因此可见, 在设备正常运行的情况下, 操作人员应当使开关关断电缆的充电电流大于或者等于 16A。其次, 它具有断开电缆充电电流的能力。在配电房具体设计和安装阶段, 技术人员会按照配电网的实际需求, 正确选择可靠的断路设备, 并且也会有效结合未来电网的发展前景等各种影响因素, 最终综合判定并选择合适的设备。当然, 在选择开关设备时, 无需参考此参数。额定电流的第三种能力为具有动热稳定承受能力, 最后一个功能是关闭短路电流的能力。

3. 转移电流。对于三相对称电流来讲, 通常电力设备运行稳定时, 该值也是稳定的。若低于该值, 会

由熔断器进行切断电流,变成两相电流。若高于该值,三相电流就会由熔断器进行开断,若整个电力系统出现故障时,熔断器就会凭借机械动作对电流进行转移,从而保护各个通电设备。

1.1.5 变压器的分类及工作原理

变压器的具体选择会受到周围环境的影响,例如在一些公共场所中尘土较多,此时应当选择耐腐蚀度较高的变压器,例如密闭型变压器或者防腐型变压器。再如,若是民用建筑的用电,一般对供电系统的要求不太严格,此时就可以选择三相油浸自冷变压器。若是在高层建筑或者化工厂、电厂的环境下,对变压器的要求就会非常严格,此时应当采用干式变压器。除此之外,专业人员在选择主变压器的数量与种类时,还要确保满足供电区域的供电条件、总功耗和负荷。

1.2 低压开关

1.2.1 A类断路器

在《低压开关设备和控制设备——第二部分:断路器》中明确规定,若电力供电过程中出现短路,切断断路器没有明确用在串联的负荷侧另一短路保护装置中,就会进行选择保护,简单来讲是指当电流出现短路时,人为无法及时解决,就会依赖断路器对电流进行处理,该类断路器就是A类断路器。A类断路器具有使用时间较长,反应较灵敏的优势,但是保护特性较低。通常情况下,市面上的A类断路器一般是由塑壳断路器构成,当然也有一部分热继电器或电磁铁过载,短路保护等的万能式断路器也被归为A类断路器中。

1.2.2 B类断路器

在《低压开关设备和控制设备——第二部分:断路器》中也明确规定出,若断路器明确安装在负载的一侧,并且起到选择性的保护作用,同时可以通过人为干预对电流进行调节作用,这类断路器就是B类断路器^[2]。B类断路器通常有三段保护,分别为过载长延时短路,短延时以及短路瞬动保护等。例如,若整个电流中下级负载出现短路故障,则此时断路器会瞬动保护,若上级断路器出现短路时,下级断路器则会跳闸,且时间会延长0.1秒左右,此时就能对下级所有的电器设备进行保护,此时被称为选择性保护。

1.2.3 主要参数设置

1. 额定电压。相间电压,即线电压,是所谓的额定电压。

2. 额定电流。壳架等级额定电流表示断路器的最大额定电流。

3. 过载、短路保护特性。在二段式保护中,若出

现载长延时、瞬间短路的情况,通常会在20ms到30ms之内产生断路瞬时分闸。在三段式保护中,通常短路短延时是0.1秒的倍数。

4. 短时耐受电流 I_{cw} 。经过多种实验测定,断路器所能承受的短时耐受电流值一般是在B类断路器中才能发挥作用,也就是具有短路短延时的特征。

5. 短路分断能力。短路分断能力可以分成两种,它们分别是极限分断能力和操作短路分断能力^[3]。在具体运行过程中,断路器的额定短路分断能力通常大于或等于预期短路电流。电力操作人员通常也会选择运行短路分断能力,因为这样一来,可以最大程度提高用电的安全性。

2 10kV 配电房高低压开关的选择原则

2.1 高压开关选择原则

若配电房中的总变压器容量小于等于800kVA,且干式变压器容量小于等于1250kVA,通常会选择高压开关,且会与负荷开关-熔断器进行组合,提高用电安全性。

2.2 低压开关选择原则

第一,在分支线配电开关选择低压开关之后,应当配合选用A类断路器。第二,若高压开关使用了断路器,低压开关就会选择B类断路器。第三,若配电房的高压开关使用了负荷开关-熔断器组合,低压开关应当分情况讨论。若熔丝的熔断时间大于20ms,则会选择B类断路器,若有架空情况出现,才会选择A类断路器。

3 10kV 配电房高低压开关的保护配合

3.1 配电房高压开关柜与变电站出线开关柜的保护配合

在变电站的一条线上出现多个断路器时,配电室的正线应为架空线或架空线与电缆的混合线,在众多配电房中,若有一个配电房出现短路故障,则该配电房中的变压器保护开关柜、进线开关柜和变电站出线开关柜,都会迅速跳闸进行保护,然后变电站出线的开关就会出现重合,恢复没有出现故障的路段供电。但是如果主干线全部为全电缆线路,出现同样故障之后,就不会出现跳闸重合,因此也会造成全路线停电。如果配电房的开关柜选择负荷开关柜,而变压器的保护柜选择负荷开关-熔断器组合柜,此时若变压器内部出现短路,熔断器则会利用快速切断短路故障的作用与变电站的出线开关做好配合工作,在20ms或100ms以内将变电站的出线开关全部分断。如果是架空

表1 相关点三相短路计算值

短路点	三相短路电流 $I_{\max}^{(3)}/\text{kA}$	低压侧短路电流与变压器 低压额定电流的比值	折算到10kV侧短路电流 三相短路电流 $I_{\max}^{(3)}/\text{kA}$
配电房高压母线侧 d1	5.50		5.50
变压器低压出口 d2	14.50	20.01	0.58
低压柜出线下母排 d3	13.71	19.00	0.56
低压出线(支线一)距低压柜50m d4	6.85	9.48	0.27
低压出线(支线一)距低压柜100m d5	4.52	6.26	0.18
低压出线(支线二)距低压柜50m d6	10.85	15.02	0.43
低压出线(支线二)距低压柜100m d7	8.96	12.40	0.36

线或架空线与电缆的混合线,通常情况下站内开关会设置一次重合闸,这样一来,瞬时性故障就会较少出现。

3.2 高压开关与低压开关的保护配合

3.2.1 短路电流的计算

某配电房线路及变压器参数,计算结果如表1。变电站到配电房的主干线路为LGJ-240/3km,1km线路电阻 $R=0.14$,电抗 $X=0.31$;变压器容量 $S_N=500\text{kVA}$,阻抗电压 $U_k=0.045\text{p.u.}$,变比 $=10/0.4$;变压器低压出口d2与低压出线柜下母排d3的距离为5m,1km母线电阻 $R=0.04$,电抗 $X=0.168$;低压出线(支线一)d4与低压出线柜下母排d3的距离取50m;低压出线(支线一)d5与低压出线柜下母排d3的距离取100m;BVV架空线路,线横截面积为 120mm^2 ,1km线路电阻 $R=0.143$,电抗 $X=0.32$ 。

3.2.2 低压总开关与高压断路器柜的保护配合

通常情况下,高压断路器柜电流速断保护整定原则会按照以下公式进行:

$$I_{su,1}^1 = K_{rel} I_{K1,max}^{(3)}$$

其中可靠性系数 K_{rel} 的值为1.3,但是在具体运行过程中,高压端的速断保护会有时间限制,因此变压器的低压侧发生短路之后,开关动作就会停止^[4],而此时也会对整个电路起到最大的保护作用。低压侧总开关选用时可以选择智能式的带短路短延时的开关,这样可以提升整个线路的稳定性。但是如果高压断路器柜采用了反时限的保护方式,通过人为可以对断路器的选择进行保护值设定,根据值的变化,对整个断路器的功能进行调节。低压侧通常会选择智能式带短路的延时的开关,与高压侧进行配合,从而起到保护作用。

3.2.3 低压总开关与高压负荷开关-熔断器组合电器的保护配合

在高压负荷开关-熔断器组合柜中所使用的熔丝

会与变压器相配套,并且反时限熔断的时间也会由于安装的位置不同而产生各种差异。若低压柜母排d3或者分支线出口出现了三相短路故障,短路的电流会折算到高压侧,此时的熔断时间会在100ms左右,而支线二中的d6也会发生三相短路故障,同时电流也会折算到高压侧,熔断时间会在120ms左右。由此可见,若低压总开关有短路短延时功能,且变压器的低压出口与支线二d6之间也会发生三相短路故障,最大的原因可能是低压总开关没有进行瞬动,导致高压侧熔丝率先熔断,又或者是由于低压总开关出现了动作,高压侧的熔丝也同时熔断,二者均会造成电流故障。

4 总结

综上所述,在整个配电系统中,配电房的高低电压开关选择会有牵一发而动全身的作用,因此相关操作人员首先应当全面掌握各类开关的类别、作用、安装、特性等,同时也要对具体的使用环境加以了解,只有将二者充分结合,选择符合实际情况的高低电压开关,再通过规范操作,及时检查和维修,确保整个配电系统供电的稳定性,从而为更多的用户提供更好的用电服务。

参考文献:

- [1] 沈凯.10kV配电房高低压开关选择与保护分析[J].工程建设与设计,2020(22):53-54.
- [2] 俞海莺.10kV配电房高低压开关选择与保护分析[J].产业创新研究,2019(03):121-122.
- [3] 韩英定.10kV配电房高低压开关的选择与保护配合[J].电子测试,2018(12):88-89.
- [4] 龙奎,袁科锋,盛烽.10kV配电房高低压开关的选择与保护配合[J].科技创新导报,2014,11(07):98.