

合理选择配电变压器的保护配置

刘威

(上海河图石化工程有限公司, 上海 201203)

摘要: 围绕 10 kV 配电变压器的保护功能, 剖析了变压器采用断路器、负荷开关或负荷开关加熔断器的保护配置特点, 从负荷性质和接线方式结合实际运行经验, 分析了不同配置方式在技术和经济上的优缺点; 总结了设计中合理选择变压器保护配置的思路, 提出了不同容量变压器的保护配置方式, 使变压器的配电设计更合理, 操作运行更加经济方便。

关键词: 配电变压器; 保护配置; 断路器; 负荷开关; 熔断器

Choosing the best protection configuration for distribution transformer

LIU Wei

(Shanghai HOTO Petrochemical Engineering CO., LTD, Shanghai 201203, China)

Abstract: About the protection function of 10 kV distribution transformer, this paper analyzes the protection configuration distinguishing feature of using the circuit breaker, load-switch or load-switch plus fuse-link at first, and then analyzes the advantage and disadvantage in technology and economy domain of different configuration according to the load and connection mode and the actual experience. It summarizes the thought about how to choose the transformer protection configuration rationally and points out the transformer protection configuration with different capability, which makes the transformer distribution design more reasonable and the operation and running more economical and convenient.

Key words: distribution transformer; protection configuration; breaker; load switch; fuse

中图分类号: TM77 文献标识码: B 文章编号: 1674-3415(2010)10-0132-03

无论是在环网供电单元、箱式变电站或是终端用户的高压接线方式中, 配电变压器保护方式的配置均可利用断路器配置或是负荷开关加熔断器组合方式, 以下对不同接线形式中的两种方式进行比较分析。

1 环网供电单元接线形式

1.1 环网供电单元的组成

环网供电单元(RMU)由间隔组成, 一般至少有3个间隔, 包括2个环缆进出间隔和1个变压器回路间隔。

1.2 环网供电单元保护方式的配置

环缆馈线与变压器馈线间隔通常采用具有接通、隔断和接地功能的负荷开关。其馈线间隔增加高遮断容量后备式限流熔断器来提供保护。

1.3 环网供电单元保护配置的特点

负荷开关用于分合额定负荷电流, 但不能开断短路电流, 具有结构简单、价格便宜的特点; 高遮断容量后备式限流熔断器为保护元件, 可开断短路电流, 将两者有机地结合起来, 可满足配电变压器的

各种正常和故障运行方式下操作保护的要求。断路器参数的确定和结构的设计制造均严格按照标准要求进行, 兼具操作和保护两种功能, 所以其结构复杂, 造价昂贵, 大批量使用不现实。环网柜中使用负荷开关加高遮断容量后备式熔断器组合装置, 用负荷开关来完成大量发生的负荷合分操作, 而采用高遮断容量后备式限流熔断器对极少发生短路的设备起保护作用, 很好地解决了问题, 这样把不同的操作与保护功能分别由两种简单、便宜的元件来实现, 既可避免使用操作复杂、价格昂贵的断路器, 又可满足实际运行的需要。

1.4 负荷开关加高遮断容量后备式熔断器组合的优点

采用负荷开关加高遮断容量熔断器组合, 具有如下优点:

a) 开合空载变压器的性能好。环网柜的负荷种类, 绝大部分为配电变压器, 一般容量不大于 1 250 kVA, 极少情况达 1 600 kVA, 配电变压器空载电流一般为额定电流的 2%左右, 较大的配电变压器空载电流较小。环网柜开合空载变压器小电流时, 性能

良好,不会产生较高过电压。

b) 有效保护配电变压器,特别是对于油浸变压器,采用负荷开关加高遮断容量后备式限流熔断器比采用断路器更为有效,有时后者甚至并不能起到有效的保护作用。有关资料表明,当油浸变压器发生短路故障时,电弧产生的压力升高和油气化形成的气泡会占据原属于油的空间,油会将压力传给变压器油箱体,随短路状态的继续,压力进一步上升,致使油箱体变形和开裂。为了不破坏油箱体,必须在 20 ms 内切除故障。如采用断路器,因有继电保护再加上自身动作时间和熄弧时间,其全开断时间一般不会少于 60 ms,这就不能有效地保护变压器。而高遮断容量后备式限流熔断器具有速断功能,加上其具有限流作用,可在 10 ms 之内切除故障并限制短路电流,能够有效地保护变压器。因此,应采用高遮断容量后备式限流熔断器而尽量不用断路器来保护电器,即便负荷为干式变压器,因熔断器保护动作快,也比用断路器好。

c) 从继电保护的配合来讲,在大多数情况下,也没有必要在环网柜中采用断路器,这是因为环网配电网的首端断路器(即 110 kV 或 220 kV 变电站的 10 kV 馈出线断路器)的保护设置一般为:速断保护的时间为 0 s,过流保护的时间为 0.5 s,零序保护的时间为 0.5 s。若环网柜中采用断路器,即使整定时间为 0 s 动作,由于断路器固有动作时间分散,也很难保证环网柜中的断路器而不是上一级断路器首先动作。

d) 高遮断容量后备式限流熔断器对其后所接设备,如电流互感器、电缆等都可提供保护。高遮断容量后备式限流熔断器的保护范围可在最小熔化电流(通常为熔断器额定电流的 2~3 倍)到最大开断容量之间。限流熔断器的电流-时间特性,一般为陡峭的反时限曲线,短路发生后,可在很短的时间内熔断,切除故障。如果采用断路器作保护,必定使其他电器如电缆、电流互感器、变压器套管等元件的热稳定要求大幅度提高,加大了电器设备的造价,增大工程费用。

在这里,有必要指出在采用负荷开关加高遮断容量后备式熔断器组合时,两者之间要很好地配合,当熔断器非三相熔断时,熔断器的撞针要使负荷开关立即联跳,防止缺相运行。

从此可以看出对于环网柜供电单元:

a) 断路器具备所有保护功能与操作功能,但价格昂贵;

b) 负荷开关与断路器操作性能基本相同,但它不能开断短路电流;

c) 负荷开关加高遮断容量后备式限流熔断器组合,可断开短路电流,部分熔断器的分断容量比断路器还高,因此,使用负荷开关加高遮断容量后备式限流熔断器组合不比断路器效果差,可费用却可以大大降低。

2 终端用户的高压接线形式

根据《继电保护和安全自动装置技术规程》规范的规定,选择配电变压器的保护开关设备时,当容量等于或大于 800 kVA,应选用带继电保护装置的断路器。对于这个规定,可以理解为基于以下两方面的需要:

a) 配电变压器容量达到 800 kVA 及以上时,当使用油浸变压器时,配备有瓦斯继电器,使用断路器可与瓦斯继电器相配合,从而对变压器进行有效地保护。

b) 对于负荷容量大于 800 kVA 的用户,因种种原因引起单相接地故障导致零序保护动作,从而使断路器跳闸,分隔故障,不至于引起主变电站的馈线断路器动作,影响其他用户的正常供电。

此外,《继电保护和安全自动装置技术规程》还明确规定,即使单台变压器未达到此容量,但如果用户的配电变压器的总容量达到 800 kVA 时,亦要符合此要求。

目前,多数用户的高压配电室的接线方案如图 1 所示,这是基本的接线方式,可以为二主一备进线或双进线分列运行等方式。

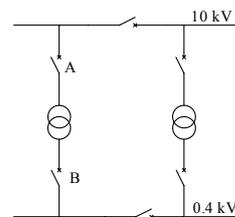


图 1 10 kV 系统单线图

Fig.1 10 kV single line diagram

从此可知,一般在 A 处装设断路器,在 B 处也装设断路器,这样,视继电保护的配置情况,可以用 A 或 B 达到两个要求,在变压器需要退出运行时,操作 B 处的断路器即可实现。

根据有关的理论及现场试验,当变压器容量较小时,在 B 处装设熔断器作为保护装置更为合理、有效。笔者认为,在采用此接线方式时, B 处应当装设负荷开关加高遮断容量后备式熔断器的组合,在 A 处装设断路器,既达到《继电保护和安全自动

装置技术规程》的要求，而在 B 处装设熔断器作为每台变压器的相间短路保护，且利用负荷开关又可进行每台变压器的投切操作，而且当变压器安装地点距离 10 kV 变配电室较远时，更加符合操作规范的需要，具有明显的断开点。这样，在 B 处装设的就不是常用的开关柜而是环网负荷开关柜，其造价较低，体积较小，能够有效节省配电投资。但是，当变压器容量为 1 000 kVA 及以上时，B 点的短路电流很大，采用熔断器有一定的限制性，这也是规范要求当变压器容量在 800 kVA 以上且有继电保护要求时，两侧均应采用断路器。

3 结束语

10 kV 配电变压器的保护配置主要有断路器、负荷开关或负荷开关加熔断器，综合技术-经济性能和运行管理因素，笔者认为：

a) 在 10 kV 环网供电单元，采用负荷开关加高遮断容量后备式限流熔断器组合的保护配置，既可提供额定负荷电流，又可断开短路电流，并具备开合空载变压器的性能，能有效保护配电变压器；

b) 在终端用户高压配电单元中，当变压器容量在 800 kVA 及以下时，推荐采用负荷开关加高遮断

容量后备式限流熔断器组合的配置作为配电变压器保护的的保护方式。

c) 在终端用户高压配电单元中，当变压器容量在 1 000 kVA 及以上时，且供电距离较远时，建议采用两侧安装断路器的配置作为配电变压器的保护方式。

参考文献

[1] 贺家礼, 宋从矩. 电力系统继电保护原理[M]. 北京: 水利电力出版社, 1991.
HE Jia-li, SONG Cong-ju. The relaying protection theory of electric power system[M]. Beijing: Water Conservancy and Electric Power Press, 1991.

[2] 夏道止, 于永源, 杨绮雯. 电力系统分析[M]. 北京: 水利电力出版社, 1995.
XIA Dao-zhi, YU Yong-yuan, YANG Qi-wen. Analysis of electric power systems[M]. Beijing: Water Conservancy and Electric Power Press, 1995.

[3] GB/T 50062-2008 电力装置的继电保护和自动装置设计规范[S].
GB/T 50062-2008 code for design of relaying protection and automatic device of electric power installations[S].

收稿日期: 2009-07-30

作者简介:

刘 威(1976-), 女, 工程师, 从事石油化企业电气专业设计工作。

(上接第 127 页 continued from page 127)

表3 A相跨线接地故障计算结果

Tab.3 Results of the A ground fault between two lines

短路方式	I 线 A 相差流二次值	I 线 A 相制动系数 k	I 线 N 侧零序功率	II 线 A 相差流二次值	II 线 A 相制动系数 k	II 线 N 侧零序功率
方式 1	1.364	0.60	反	8 352.6	5.53	正
方式 2	1.923	0.66	正	1.934	0.65	正
方式 3	0.833	0.35	反	3.023	17.67	正

3 结论

综合以上分析:

(1) 同杆并架带弱馈线路，在靠近弱馈侧区内发生跨线接地故障时，存在弱馈侧一回线的零功方向反向。同时也存在一回线差动保护拒动的可能。

(2) 综合两回线考虑，当线路采用差动保护时，发生跨线接地故障时，最坏的结果是差动纵序动作。一回线的差动保护动作切除一回线故障切除后，另一回线的差动纵序动作。

(3) 在靠近强电源发生跨线接地故障时，差动保护不会发生拒动。距离保护也有较好的性能。

参考文献

[1] 朱声石. 高压电网继电保护原理与技术[M]. 3 版. 北京: 中国电力出版社, 2005.

ZHU Sheng-shi. Principles and technology of relay protection in HV power system[M]. 3rd ed. Beijing: China Electric Power Press, 2005.

[2] 余荣云, 陈福锋, 钱国明. 新型同杆并架双回线故障选相方案研究[J]. 继电器, 2007, 35(S1): 5-9.
YU Rong-yun, CHEN Fu-feng, QIAN Guo-ming. Research on new fault phase selector of protective relay for double circuit lines on same tower[J]. Relay, 2007, 35(S1): 5-9.

收稿日期: 2009-06-29;

修回日期: 2009-08-21

作者简介:

刘宏君(1974-), 男, 硕士, 从事电力系统继电保护和数字化变电站的研究; E-mail: rockor_liu@tom.com
左金泉(1968-), 男, 本科, 从事变电站运行管理工作;
岳 蔚(1978-), 女, 硕士, 从事电力系统继电保护的研究工作。