

厂用电快速切换装置的应用研究

李经升, 王舜, 韩学义

(潍坊发电厂, 山东 潍坊 261000)

摘要: 该文对安装厂用电快速切换装置存在的问题进行了分析,明确提出了“快切”核心问题是速度和角度,而最理想的备用电源投入时间,应在工作电源消失后第一次出现的 $\Delta U = 30\%$ 的区间内,此时厂用母线残压 U_D 的数值和频率下降不多,相角差 (残压 U_D 与备用电源 U_S 之间) 也不大,对电动机启动极为有利。文中还指明允许快切的最长时限 T_{max} 与厂用电系统本身结构相关,是快切的决定因素之一,它与开关跳合闸时间 (因跳合闸电压而异) 一起构成了实现快切的先决条件。

关键词: 快速切换; 相角差; 低电压

中图分类号: TM762

文献标识码: B

文章编号: 1003-4897(2002)07-0037-03

1 厂用电快速切换的准则

大容量火机组的特点之一是采用机、炉、电单元集控方式,其厂用电系统的安全可靠性对整个机组乃至整个电厂运行的安全、可靠有着非常重要的影响,而厂用电切换则是整个厂用系统的一个重要环节,其目的是在厂用工作电源失去时,能及时投入备用电源,以维持电能生产过程不致中断,特点之二是大容量电动机多,正常运行中转动的数量也多,厂用母线电源消失后有一个复杂的残压衰减过程,转动中的电动机容量越大,数量越多,厂用母线失电后衰减越慢。

根据以上特点,厂用电切换成功有以下两条准则:

- (1) 厂用系统的任何设备不能由于电源切换而承受不必要的过载和冲击;
- (2) 在厂用电切换过程中,必须保证机组的稳定运行和安全停机。

基于这两条准则,厂用电切换成功的关键在于速度和角度,而要选择合适的时间和角度,在于如何进行准确的定值计算和选择合适的切换逻辑,使快切装置与电源开关进行准确的配合。

2 厂用电快速切换装置的核心问题是速度和角度

我们知道,当工作电源失电切换到备用电源上时,一定会受到备用电源 U_S 与工作母线残压 U_D 的冲击,如图 1 所示。

图中 ΔU 是备用电源 U_S 与工作母线残压 U_D 的相角差,随着残压 U_D 的频率下降, ΔU 将不断增

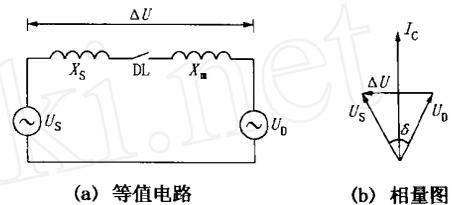


图 1 备用电源自投后电动机的等值电路和相量图
大到 180° ,再到 360° ,如此循环下去,直至合到正常的备用电源或到零电压。 U 是 U_S 和 U_D 差拍电压,即 U_S 与 U_D 的矢量差,由于 ΔU 不断在变,残压 U_D 不断在减小,因此 U 也在不断变化。

备用电源在投入瞬间,厂用工作母线上将出现 U ,这个电压一部分消耗在备用电源的内阻抗上,另一部分将施加在自启动电动机群的定子绕组上,它将导致电动机群在原来的情转转速上重新加速,也就是自启动,能否顺利自启动,取决于如下因素:

(1) 施加在电动机定子绕组上的电压

异步电动机的转矩 M_D 与外施电压的平方成正比,电动机在额定电压下运行时,最大转矩可达两倍额定转矩,只有 M_D 大于阻力转矩 M_Z 时,电动机才能加速,剩余转矩 $M_S = M_D - M_Z$ 越大,自启动过程越快。如果剩余转矩 M_S 较小,启动过程就会缓慢一些,而 $4 \sim 8 I_C$ 的启动电流将可能导致部分电动机因过热而损毁。因此要求备用电源投入时有较高的电压,电动机汲取的启动电流越大,在备用电源内阻上的压降越大,备用电源母线上的电压越低,自启动越困难。因此应尽量减少启动电流的数值和持续时间,这就要求电动机群失电的时间尽可能的短。

(2) 工作母线残压和备用电源相角差

残压 U_D 与备用电源 U_S 之间的相角差 不断在 $0^\circ \sim 360^\circ$ 之间变化,差拍电压 U 在 $\omega = 180$ 时达到最大值。显然在备用电源投入瞬间, U 将产生一个冲击电流 I_c , $\omega = 180$ 时产生的 I_c 最大,这将对电动机构成极大的危害。因此,备用电源投入时的相角差 应越小越好,一般在 30° 内。

从上面分析,可以看出备用电源快速切换的核心问题是速度和角度,而最理想的备用电源投入时间应在工作电源失去后第一次出现的 $\omega = 30^\circ$ 的区间内,此时 U_D 的数值和频率下降不多,相角差 也不大,对电动机的启动极为有利。

3 几个关键的数据

厂用电快切装置的切换方式有同时切换、并联切换、串联切换、延时切换、残压切换等多种方式,在实际运行中如何选择,应该根据所用开关的跳合闸固有时间、装置的动作时间、母线残压的衰减过程来决定,任何无根据的选择都是危险的。

(1) 允许进行快速切换的最长时限 T_{max}

这个时限是能否实现快切的决定因素之一。 T_{max} 与厂用电系统本身结构有关,主要看厂用电消失后,母线残压的衰减快慢,理论上不大于 $300ms$,实践中应从各种工况下实测获得。母线失电前在线运行的电动机多, T_{max} 就大,反之就小。以某厂 $300MW$ 机组厂用电为例,厂用母线失电前有一台引风机、一台送风机、一台一次风机、一台磨煤机、一台排粉机、一台循环水泵、一台凝升泵(或凝结水泵)共 $8840kW$ 电动机负荷,母线失电后,电压下降到 70% 时用时 $206ms$,从电动机的残压特性曲线和电动机耐受的冲击电流确定的允许极限图(《电力工程电气设计手册 2》P194 页,以下简称残压—冲击图)也证明这一时限的准确性,这时的 K 值为 0.95 ,也就是说,正常运行中的这台发电机,在 $206ms$ 时间内完成快速切换是允许的,也是安全的。

(2) 开关跳合闸时间(T_T 、 T_H)

这个时间应取 80% 的跳合闸电压下测得的数据,因为跳合闸电压不同,开关测得的 T_T 、 T_H 也不同。电压大时 T_T 、 T_H 小,反之就大。

表 1 某台 ZN28 - 10/3150 型真空开关的试验数据

- 220V	80 %	85 %	90 %	95 %	100 %	105 %	110 %
合闸(ms)	115	103	96	84	79	76	74
跳闸(ms)	74	69	63	59	55	53	51

由此看出,跳合闸电压不同, T_T 、 T_H 差别较大。

这台开关如果实现串联切换,工作开关跳开后,延时合闸的延时时间裕度就不很大,一般不得超过 $206 - 115 - 74 = 17(ms)$;如果实现同时切换,因为母线断电时间不超过 $115 - 74 = 41(ms)$, U_S 与 U_D 相角差不超过 20° ,母线电压下降不低于 85% ,应该说是允许的。

以上两条是能否实现快切的先决条件。

(3) 相角差

前面已经明确,备用电源投入时的相角差 应越小越好,一般在 30° 内。从残压—冲击图可以看出,相角差 30° 第一安全区,是指在 30° 相角差内完成备用电源的投入,这个时间大约 $100ms$,在额定的跳合闸电压下,实现同时切换方式是可能的,串联切换就不一定成功。在安装快切装置时,如果厂家设备将相角差作为判断启动快切装置的条件,则其整定的应相对小一些(实测工作电源和备用电源正常运行时相角差,再考虑可靠系数);如果作为装置允许发跳合闸脉冲的条件,则整定的相应大一些,如 30° 也是可以的。如果作为启动判据,整定为 20° ,那么快切装置在启动前, U_S 与 U_D 的相位相差 20° ,母线已经失电大约 $80ms$,同时切换方式尽管可以成功,但已经加大了对电动机的冲击。因此,相角差是做快切装置的启动判据还是允许判据,应该让厂家技术人员仔细讲清楚。

(4) 启动快切装置的低电压 U_d

单纯的低电压启动快速切换装置并不可取,依靠延时也很难与继电保护配合。低电压启动快切,是针对厂用工作电源开关因为一种偶然因素跳闸,而没有同时启动快切装置的工况设置的。按照高压厂用变压器复压过流保护的配置、整定原则,其出口应该闭锁备用电源自投,也就是说,在厂用工作母线故障,电压下降到电动机允许自启动的最低母线电压并发生过流,而且延时 $1.5s$ 。如果启动快切的低电压高于继电保护低电压,则躲不过故障情况,有可能母线故障时,在故障母线保护没有动作前就切换到正常备用电源上,使备用电源变压器也遭受一次故障冲击,而且这种切换对开关的冲击也非常大,继电保护也失去闭锁的意义,有可能扩大事故;如果启动快切的低电压低于或等于继电保护低电压,再与保护装置的延时配合,延时短了仍躲不过故障情况,延时长了,与慢速切换无异。因此,有些厂家的快切装置单纯应用低电压加延时来启动快速切换,并不可取。建议采用低电压加适当延时与开关的动断辅助触点闭锁逻辑,实现低电压启动,这样可以不必与

继电保护配合,实现快速切换。

(5) 慢速切换的允许残压 U_c 和延时时间 T_y

慢速切换相当于快速切换的“后备”,其允许残压和延时时间的选择应根据实际工况测得的电动机残压——冲击图来确定。过去认为,工作电源母线电压下降到 20%~40%,经延时 1~1.5s 将工作电源断开后,才投入备用电源,以为这样可以避免电动机的损坏,岂不知这种切换是将冲击的危害转移到变压器了(当然变压器能够承受这种冲击,就是另外一回事了)。从 300MW 机组厂用母线残压曲线看出,1s 以后,母线残压已接近于零,电动机已基本停下来了,再次启动当然对电动机没有危害。不过对于那些出口门不联关或关闭不严、或因为某些故障该关没有关的电动机,完全停下来后,有倒转的可能,这对电动机更加有害。

微机型继电保护装置发展到现在,我们应该摒弃旧观念,只要工作母线残压和备用电压的频率差和相角差满足要求,残压越高,对电动机的再次启动冲击越小。

慢速切换时甩多少负荷与电厂的系统有关。对于有中间煤仓的制粉系统并且锅炉给粉系统的电源

失电后可以瞬时切换到安全备用电源的机组,其厂用电在慢速切换时应该切除磨煤机、排粉机、碎煤机等制粉系统,另外不要求自启动和不能自启动的电动机也应该切除。这样对其它电动机是有利的。另外,哪些电动机在切换中电流最大、最不安全,以及自启动时,辅机恢复快慢情况等这些数据,要根据不同切换时间时每台电动机的参数(阻抗、残压、相角、滑差、电流、电磁力矩、机械力矩)以及母线在各种工况下的残压、残压下降速度和电压下降到零的时间来进行计算。

总之,厂用电切换每个厂都有自己具体的情况,而且没有完整的可依数据,以上这些关键数据必须进行实测,这项工作比较复杂,应进行提前试验研究,不能等待出了问题,再去分析,总结教训。

收稿日期: 2001-10-30

作者简介: 李经升(1967-),男,大学本科,从事电厂继电保护运行和管理工作; 王舜(1968-),男,大专,从事电厂继电保护运行和管理工作; 韩学义(1972-),男,大学本科,现从事电厂管理工作。

Application research on the auxiliary power high-speed transfer device

LI Jing-sheng, WANG Sun, HAN Xue-yi
(Weifang Power Plant, Weifang 261000, China)

Abstract: This paper analyzed the problems about installing auxiliary power high-speed transfer device. It is proposed definitely that the speed and the angle is the core problem of high-speed transfer, and best suitable time the standby power connected should be within the zone of $\alpha = 30^\circ$, firstly appearing after the working power disappearing. At that time it is very beneficial to the motor putting into operation with lower phase-angle difference, lower frequency fall and service power bus residual voltage. It is also proposed that the longest time-limit of high-speed transfer is relative with the structure of auxiliary power system itself in this paper. This is one of the decisive factors. Together with the tripping and closing time; they become the determinative conditions achieving quick transfer.

Key words: high-speed transfer; phase angle difference; low voltage

(上接第 30 页)

The scheme and implementation of digitized power line carrier equipment

WANG Kui-fu
(Xi Changnan Communication CO.LTD, Xuchang 461000, China)

Abstract: This paper discussed the scheme of interpolation and decimation, the scheme of digital single-side-band modulation, and the implementation of digitized power line carrier equipment.

Key words: digital Hartley modulation; digital Weaver modulation; interpolation filter; decimation filter