

工业企业电源快速切换装置在低压母线的应用

苗世华, 李杰, 宗洪良

(江苏金智科技股份有限公司, 江苏 南京 211100)

摘要: 工业企业电源快速切换装置应用于低压 380 V 母线, 可有效提高低压负荷的用电安全。为解决接触器因其控制电源电压幅值低于设定值而释放的问题, 针对不同的现场情况进行不同的方案设计: 其一配合使用防晃电交流接触器, 使欠压释放具有可整定的延时; 其二是将 UPS 电源作为接触器的控制电源, 在低压母线因故障失电后短时间内保证接触器不脱扣。通过完整的方案设计, 就可充分发挥电源快速切换装置的作用, 实现低压负荷在非计划停电情况下的电源快速切换, 企业生产不中断。

关键词: 工业企业; 电源快速切换装置; 低压母线

Application of industrial enterprises power quick-switching device in the low-voltage bus

MIAO Shi-hua, LI Jie, ZONG Hong-liang

(Wiscom System Co., Ltd., Nanjing 211100, China)

Abstract: Applying industrial enterprises power quick-switching device to 380 V bus can improve the security of low-voltage load effectively. In order to solve the problem that contactor releases because the voltage magnitude is lower than the fixed value, different design schemes are given for different situations: with the use of anti-panting AC contactor, low-voltage release has a setting delay; using the UPS power as a contactor control power, the contactor is ensured not to release within a short period of time when low-voltage bus failures. With a complete programme design, it can make full use of the industrial enterprises power quick-switching device, enabling the low-voltage load to achieve the power quickly switching in the situation of unplanned outage, and enterprise production not to be interrupted.

Key words: industrial enterprises; power quick-switching device; low-voltage bus

中图分类号: TM762 文献标识码: A 文章编号: 1674-3415(2011)06-0076-04

0 引言

电源快速切换装置(以下简称装置)在发电厂厂用电系统的应用已有多多年, 早已得到行业认可, 成为标准配置, 在确保发电厂厂用电负荷的连续及安全运行上发挥了巨大的作用。而且, 近一两年, 针对工业企业变电站的装置也相继问世, 在 6/10 kV、35 kV 和 110 kV 等中高压场合都有成功的应用, 运行效果也十分理想。同时, 工企中普遍存在大量的低压电机负荷, 6 kV 至 380 V 的变压器或线路的故障会造成这些低压负荷停止运行。如果能将电源快速切换成功应用到该电压等级, 解决低压电机的非计划停机问题, 必将对企业的整个生产和安全产生巨大的积极作用。本文首先介绍了低压电源切换的现状, 提出解决这一问题的重要性; 然后分析了装置在低压应用存在的重要问题, 最后提出了整套的

解决方案。

1 低压电机电源切换的现状

工业企业中低压电机大量存在, 负荷容量虽比较小, 但却都是企业生产链条中不可或缺的一部分, 任何一台电机的非计划停机, 都有可能给整个生产造成巨大的损失甚至安全隐患。低压电机的非计划停机除了因自身故障以外, 绝大多数都是由于电源出现故障切除导致低压母线失电或幅度较大的电压波动造成, 所以解决此问题的一个重要方面就是如何使电源不中断。380 V 母线电源一般由 6/10 kV 母线经变压器得到, 该变压器发生故障后将直接导致母线失电。低压母线一般采用单母分段方式, 正常运行时两台变压器各带一段母线, 互为备用, 其中一台发生故障后, 需要及时将该变压器切除, 合上母联开关, 由另一台变压器带所有负荷继续运行。

目前,国内基本上都采用各自投或双电源切换模块来实现这两个变压器之间的互相切换。各自投的基本原理是低压起动与残压合闸,就是当一台变压器因故障切除后,各自投并不马上起动,而是要等母线电压降至低压起动整定值(一般70%额定电压)以下并延时后才起动,跳开变压器低侧开关,然后继续等待母线电压下降到残压(一般整定30%额定值)以下后才合上母联开关。也就是说,低压电动机的机端电压必然要降低到30%以下,如此低的电压,控制低压电动机的交流接触器会全部失电释放跳开,电机停转在所难免。所以,就现状而言,在事故情况下,各自投装置基本无用,备用电源形同虚设。

2 电源快速切换的基本原理

工作电源因故障切除后,工作母线失电,由于惯性及存储的磁场能量,电动机在短时间内将继续旋转,并将磁场能转变为电能。由于各电动机的容量、参数不一致,电动机之间将有电磁能与动能的交流,此时部分异步电动机实际上已转入异步发电机运行工况,因此工作母线的电压即是多台异步发电机发出的反馈电压的合成,称为母线残压。由于不存在原动力和励磁,残压的幅值和频率将随时间逐渐衰减,残压与备用电源电压间的相位将逐渐增大。残压变化相量图如图1^[1]。

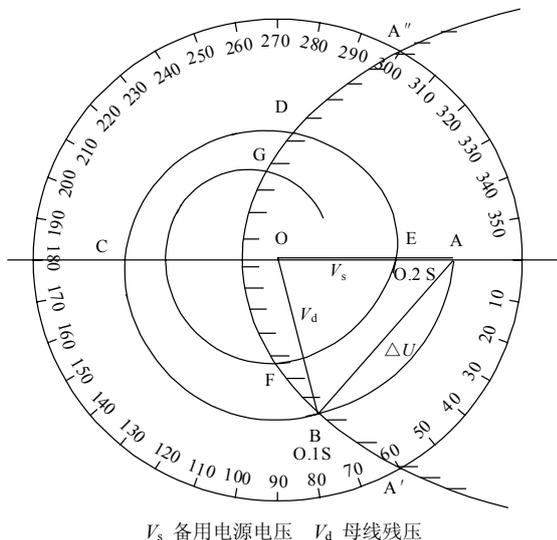


图1 残压相量图

Fig.1 Phasor diagram of residual voltage

工作电源故障时装置的根本目标是既要在工作母线电压幅值较高的时候将备用电源投入,更要确保投入时对负荷设备的冲击在允许范围之内。为保证切换安全,一般应使合闸时电动机承受的电压不

大于1.1倍额定电压。图1中ABCD螺旋形曲线为残压变化轨迹,幅值变小,与备用电压 V_s 的相位差由 0° 到 360° 变化。AB段为允许合闸范围,在此段内实现的切换称为“快速切换”;BC段不允许合闸;CD段再次允许合闸,该阶段完成的切换成为“同期捕捉切换”。快速切换和同期捕捉实时跟踪和计算工作电压与备用电压之间的压差、频差和相差,以整定频差、 0° 或整定相差为目标,通过负荷预测、频率变化及相差变化预测等相关逻辑运算,适时将备用电源投入,达到工作母线电压降幅最小、对负荷冲击尽可能小的效果^[2-4]。

3 电源快速切换在中高压的应用

近年,结合工业企业变电站的特点,对电源快速切换的一些条件判据进行改进创新或重新设计,开发了专用的工业企业电源快速切换装置,并逐步开始在工业企业的中高压电压等级使用,取得了重大成功。典型应用如图2。

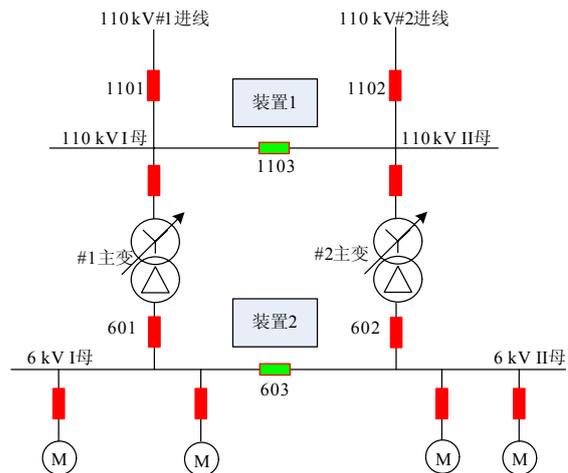


图2 电源快速切换应用图

Fig.2 Application drawing of switch-over

装置1、2分别负责两个电压等级的电源切换,110 kV母线以上发生故障时,由装置1进行切换,切除故障线路,投入备用电源;两个主变发生故障时,由装置2进行切换,切除故障主变,由另一台主变带6 kV两段母线。

在南方某石化企业110 kV改造使用后,共发生7次外线路故障,装置均正确动作,都在400 ms内成功将备用电源投入,电机全部正常运行。

4 低压母线应用遇到的问题

鉴于电源快速切换在工企中高压电压等级得到了很好的应用,考虑能否同样可以用在低压来解决因故障导致的停机问题。通过在两个钢铁厂低压母

线进行的试用研究，发现单独应用电源快速切换存在很大的问题，很难在电源故障情况下实现不停机的电源切换。经过分析发现，问题的症结在于低压电动机基本都采用交流接触器作配电及控制用，利用接触器的线圈低压释放特性作为低电压保护。

交流接触器广泛用作电力的开断和控制电路，其制造标准规定，当线圈电压大于其额定电压的80%时，交流接触器的铁芯应该可靠吸合；当线圈电压小于其额定电压的70%时，交流接触器的铁芯应该可靠释放，几乎没有延时。

接触器线圈电压通常额定220 V，目前约定俗成的做法都是直接由低压母线经隔离变得到。由于释放延时太短，当变压器故障导致母线电压降低时，可能在电源快速切换起动之前接触器主触头就已跳开，如果发生金属性接地或两相短路等严重故障时，由于母线电压故障相电压接近于0，相关接触器主触头可能在变压器主保护动作前就跳开^[5-6]。

相对于低压电机，中高压电机由低电压保护跳开，一般延时0.5 s，这样的时间足够将失电负荷转移到备用电源。而面对几乎没有延时的接触器，单凭电源快速切换根本无法实现在故障情况下的低压电机不停机切换。

5 完整的解决方案

电源快速切换一般在400 ms以内，最快可达100 ms左右。只要在这段时间内交流接触器保持不释放，那么电源的快速切换就可以发挥应有的作用。

考虑到接触器的原理和特性，从以下两个方面入手：

其一，采用具有延时释放功能的抗晃电交流接触器。抗晃电交流接触器是一个双线圈的交流接触器，电源正常情况下，控制模块处于储能状态，交流接触器的启停和常规交流接触器没有任何区别，在晃电情况下，若工作电压降低到接触器的保持电压以下时，控制模块开始工作，以储能释放的形式保持接触器继续吸合，当电源电压恢复后，控制模块又转入储能状态。延时时间范围：（1）时间固定型：0.5 s、1 s、1.5 s、2 s、3 s；（2）时间调整型：0.2~1.4 s；当晃电发生使电源电压跌落到接触器维持电压以下时，接触器主触头延时释放，确保晃电时接触器不脱扣。

其二，采用UPS电源给交流接触器线圈供电^[7]。基于UPS电源的交流接触器抗晃电技术是应用成熟的UPS技术，在低压配电柜里构建独立的供电系统，为低压配电柜的二次控制部分提供可靠的电源。通过独立的母线系统给需要二次电源的元件集中提供

优质的不间断电源。根据系统特点和设定，在系统发生短时的晃电时，接触器的线圈能够依靠UPS提供的可靠电源正常工作，保持主触头的吸合，避免了由于晃电的发生引起的电机停机甩负荷事故。另外，当配电柜的主母线失电超过一定的时间后，则根据该系统二次控制部分设定断开输出，避免事故的发生。该系统可以可靠地防止由于晃电带来的不必要的停机甩负荷事故的发生，结构简单、成本低，二次控制回路不增加接线难度、适合配备于多数量回路有抗晃电要求的配电柜中^[8]。

以上介绍的抗晃电接触器和UPS电源，只能解决短时的母线电压降低。而当工作电源变压器T1发生故障时，变压器主保护动作将其两侧开关跳开，低压母线失去电源，电压只是电机反馈的残压，逐渐降低，抗晃电接触器或UPS电源供电的交流接触器在维持设定的时间后还是要释放。所以，最关键的措施还是将受影响电机负荷及时转移到备用电源上，才能从根本上确保整个生产不受影响。抗晃电接触器和UPS电源此时重要的作用就是给电源快速切换争取宝贵的时间。

装置应用如图3所示，安装于低压母线母联开关3DL处。采集的交流流量主要是开关1DL、2DL和3DL处的电流及低压I母、II母和电源的电压，开入量主要是三个开关的位置及其他在切换逻辑中用到的变位信息。将两个主变的快速保护动作信号接入装置作为快速起动电源切换的判据，也可使用装置自身的电源故障检测逻辑进行起动。

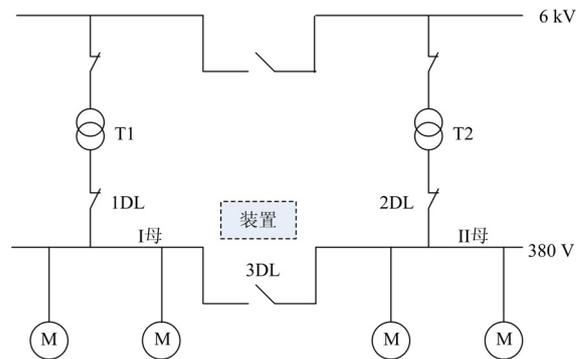


图3 电源快速切换装置应用图

Fig.3 Application drawing of switch-over

工企变电站运行方式多样，一般有如下几种。
 方式一，低压母线分段运行，变压器 T1 和 T2 各带一段母线，互为备用；
 方式二、母联开关闭合，变压器 T1 带两段母线运行，T2 热备用；
 方式三、母联开关闭合，变压器 T2 带两段母线运行，T1 热备用。

装置自适应以上各种运行方式,可根据接入的开关位置触点和其他电气量判断出工作电源和备用电源。当检测到工作电源故障时,装置跳开工作开关,确认跳开后,实时判断是否满足合闸逻辑,满足后合上备用开关,将备用电源投入,确保负荷“不停电”,生产不中断。

6 结语

本文就电源快速切换在工业企业低压母线的应用进行了阐述,针对在该电压等级应用遇到的问题,提出一个完整的解决方案,将电源快速切换装置与经过防晃电设计的交流接触器配合,使低压电机在面对电源故障情况下也可实现不停机的电源切换,为企业的连续生产及安全运行提供了一套行之有效的方案。

参考文献

- [1] 郭伟,叶留金. 厂用电切换方法的应用与研究[J]. 电力系统自动化, 1999, 22(15): 26-29.
GUO Wei, YE Liu-jin. Study and application of power-supply-transfer between power plant motor bus[J]. Automation of Electric Power Systems, 1999, 22(15): 26-29.
- [2] 兀鹏越,何信林,王团结,等. 厂用电大角切换问题探讨[J]. 电力系统保护与控制, 2010, 38(7): 59-62.
WU Peng-yue, HE Xin-lin, WANG Tuan-jie, et al. Discussion of power supply transfer in big power angle[J]. Power System Protection and Control, 2010, 38(7): 59-62.
- [3] 李经升,王舜,韩学义. 厂用电快速切换装置的应用研究[J]. 继电器, 2002, 30(7): 37-39.
LI Jing-sheng, WANG Shun, HAN Xue-yi. Application research on the auxiliary power high-speed transfer device[J]. Relay, 2002, 30(7): 37-39.
- [4] 刘增远,康小宁,郭峰. 厂用电电源切换时的相位差问题探讨[J]. 继电器, 2007, 35(11): 60-64.
LIU Zeng-yuan, KANG Xiao-ning, GUO Feng. Discussion on phase difference when plant source switching[J]. Relay, 2007, 35(11): 60-64.
- [5] 符建杰. “晃电”不停机的全面解决方案[J]. 电气时代, 2002(8): 68.
FU Jian-jie. An all-round solution to power shaking without machine shutdown[J]. Electric Age, 2002(8): 68.
- [6] 张伟. 380 V 低压电动机“晃电”问题的现状及研究[J]. 工程技术, 2009(17): 63.
ZHANG Wei. 380 V low-voltage motor shakes electricity problem current situation and go into[J]. Science & Technology Information, 2009(17): 63.
- [7] 吴宏伟. UPS 抗晃电技术及其应用[J]. 甘肃科技纵横, 2008, 37(2): 38-41.
WU Hong-wei. UPS resists to shake electricity technology and its application[J]. Scientific & Technical Information of Gansu, 2008, 37(2): 38-41.
- [8] 张朝伟. 抗晃电交流接触器应用技术[J]. 中低压电气技术, 2004(6): 47-48.
ZHANG Chao-wei. Applied technology of anti-panting AC contactor[J]. Electric Engineering, 2004(6): 47-48.
- 收稿日期: 2010-03-26; 修回日期: 2010-07-14
作者简介:
苗世华(1979-),男,硕士,工程师,主要研究方向为电力系统自动化; E-mail: miaoshihua_china@163.com
李杰(1979-),男,硕士,工程师,主要研究方向为电力系统自动化;
宗洪良(1970-),男,硕士,研究员级高工,主要研究方向为电力系统自动化。
-
- (上接第 75 页 continued from page 75)
- ZHANG Chao. The research of maximum power point tracking control algorithm in photovoltaic grid-connected system[D]. Hangzhou: Zhejiang University, 2006.
- [7] 张先谋. 移相全桥软开关 DC/DC 变换器的研究[D]. 北京: 中国科学院研究生院, 2002.
ZHANG Xian-mou. Research on phase-shifted full-bridge soft switched DC/DC converter [D]. Beijing: Graduate University of Chinese Academy Sciences, 2002.
- [8] 刘胜利. 现代高频开关电源实用技术[M]. 北京: 电子工业出版社, 2001.
LIU Sheng-li. Applied techniques of modern high frequency power supply[M]. Beijing: Publishing House of Electronics Industry, 2001.
- [9] 方波,王晔. 基于 PSpice 的光伏并网系统仿真研究[J]. 现代电子技术, 2010, 33(4): 193-195, 198.
FANG Bo, WANG Ye. Simulation research on PV grid-connected system based on PSpice[J]. Modern Electronics Technique, 2010, 33(4): 193-195, 198.
- 收稿日期: 2010-03-26; 修回日期: 2010-04-16
作者简介:
方波(1973-),男,硕士,副教授,研究方向为电力电子与新能源发电技术; E-mail: fangboxc@126.com
白政民(1968-),男,副教授,高级实验师,研究方向为计算机应用;
张元敏(1963-),男,教授,研究方向为电力电子。