

多功能备自投系统在石化企业供电系统的应用研究

李辉 袁新龙 张宝俊 王群峰 刘澄宇

(中国石油兰州石化分公司 甘肃兰州 730060)

摘要:本文简述了目前备用电源自动投入装置工作情况及存在的问题,提出了用多功能备自投系统为例,介绍启动及切换方式,阐述多功能备自投系统在石化企业供电系统中的应用,达到在现有供电系统下提高其可靠性及保证炼油装置生产连续、安全运行的目的。

关键词:多功能备自投系统;供电系统可靠性;应用研究

前言

外电网晃电或者设备故障瞬时失电影响石化企业供电稳定的主要因素之一。目前,某企业 6kV 供电系统主要采用单母线分段运行方式,母联柜配置备用电源自动投入装置(简称 BZT)。传统 BZT 设计原则是保证备用电源不要投到故障点上,工作电源不能向备用电源反送电,必须在确认工作电源已断开(无流判据)及工作母线完全无电压(无压判据)后才能投入备用电源。备自投的切换时间一般 1-2S,这个时间段切换过程中绝大多数的高、低压电动机已失压停机,传统的备自投装置已无法满足石化企业连续性生产的需求。

1. 背景介绍

在石化企业供电系统中,为了防止外电网失电或故障而造成系统失电的情况,通常系统采用单母线分段方式,母联开关热备用。当一路电源出现故障或检修时,会切除一路电源,合母联开关,由另一路电源带全部负荷,防止系统失电,避免造成的生产经济损失。对于系统中有较多电动机的情况下,备自投装置并不能很好的完成电源的切换,因为在一路电源失电时,高压电机由于惯性,处于“惰行”状态,此时的母线具有较高残压,且下降很慢。若用备自投装置或者延时合闸方式来合闸母联开关,很可能造成另一路电源与母线的反向送电,对系统及电气设备造成很大的冲击。再者,备自投装置或延时合闸,都有一定得延时,并不能保证母线的持续有电,这样,使得一些需要持续供电的生产造成供电中断。

2. 解决方法研究

某石化企业生产工艺流程中拥有大量的各类电动机,如上所述,目前采用的备用电源自动投入装置不能很好地保证其在系统故障电压波动情况下的连续运行。基于以上电源切换时出现的问题,提出多功能备自投系统(无扰动电源快速切换)方案。

2.1 新型无扰动电源快速切换控制原理

无扰动电源快速切换装置一个极其重要的特性是启动后,以最短的时间进行切换,而且切换中不会对用户带来任何危险,从而减少停电时间,保证装置的持续工作。

无扰动电源快速切换装置通过实时跟踪电压、频率、相位等技术,快速切换到备用电源,保证在工作电源故

障断电时,负荷能不断电连续运行。同时还具备有手动启动、失压启动、误跳启动、无流启动、逆功率启动等多种启动快速切换功能,简化了设备操作,提高了控制自动化水平。电源快速切换装置同时还配置有完善的切换闭锁、去耦合、低压减载等辅助功能,保证切换成功进行。

对于典型的单母线分段双进线加母联开关配置方式的供电系统,有两种备用方式:一是双母线同时向各母线供电,母联开关断开,两段母线互为备用;二是母联开关合上,一条进线向母线供电,另一条进线作为备用电源。

单母分段接线正常运行时,I 母线由进线 1DL 供电,II 母线由进线 2DL 供电。当任一进线开关跳开,此时连接在母线上的旋转负载部分电机将作为发电机方式运行,部分电机将惰行,此时母线上电压(残压)的频率和幅值将逐渐衰减,如果 3DL 母联开关合上,不可避免地将对母线上的电机造成冲击,严重威胁厂用旋转负载的自启动及安全运行。

2.2 各种切换准则的侧重点

2.2.1 快速切换功能

正常运行时工作电源与备用电源同相,其电压相量端点为 A,则母线失电后残压相量端点将沿残压曲线由 A 向 B 方向移动,如能在 A-B 段内合上备用电源,则既能保证电动机安全,又不使电动机转速下降太多,这就是所谓的“快速切换”。

快速切换时间应小于 0.2S,实际应用时,B 点通常由相角来界定,如 60°,考虑到合闸回路固有时间,合闸命令发出时的角度应小于 60°,即应有一定的提前量,提前量的大小取决于频差和合闸时间,如在合闸固有时间内平均频差为 1HZ,合闸时间为 100ms,则提前量约为 36°,无扰动装置可迅速合闸,实现 200ms 内的快速合闸。

快速切换的整定值有两个,即频差和相角差,在装置发出合闸命令前瞬间将实测值与整定值进行比较,判断是否满足合闸条件。由于快速切换总是在启动后瞬间进行,因此频差和相差整定可取较小值。

2.2.2 同捕切换功能

图中 3 中,过 B 点后 BC 段为不安全区域,不允许切换。在 C 点后至 CD 段实现的切换以前通常称为“延

时切换”或“短延时切换”。用固定延时的方法并不可靠。最好的是实时跟踪残压的频差和角差变化，尽量做到在反馈电压与备用电源电压向量第一次相位重合时合闸，这就是所谓的“同捕捕捉切换”。同捕捕捉切换时间约为0.6S，对于残压衰减较快的情况，该时间要短得多。若能实现同捕捕捉切换，特别是同相点合闸，对电动机的自启动也很有利，因此时母线电压衰减到65%~70%左右，电动机转速不至于下降很大，且备用电源合上时冲击最小。

同期捕捉切换之“同期”与发电机同期并网之“同期”有很大不同，同期捕捉切换时，电动机相当于异步发电机，其定子绕组磁场已由同步磁场转为异步磁场，而转子不存在外加原动力和外加励磁电流。因此，备用电源合上时，若相角差不大，即使存在一些频差和压差，定子磁场也将很快恢复同步，电动机也很快恢复正常异步运行。所以，此处同期指在相角差零点附近一定范围内合闸（合上）。

无扰动电源快切装置能实时跟踪各电源电压的频差、相位及相位差的变化。在同捕捕捉过程中，装置计算出目标电源与残压之间相角差速度及加速度，按照设定的目标电源开关的合闸时间进行计算得出合闸提前量，从而保障了在残压与目标电压向量在第一次相位重合时合闸。减小了对厂用旋转负载的冲击。

同捕捕捉切换整定值有四个：压差、频率差、越前合闸时间、频差加速度闭锁值。频率差整定可取较大值，越前合闸时间为断路器合闸时间，为了防止频率衰减过快，造成同捕功能大于整周角合闸，当系统频率衰减较快，大于频差加速度闭锁值时，闭锁同捕捕捉功能。

2.2.3 残压切换方式

当母线电压（残压）衰减到20%~40%额定电压时实现的切换称为“残压切换”，该切换可作为快速同捕捕捉及同捕捕捉切换功能的后备，以提高电源快速切换的成功率。如图3所示情况下，残压衰减到40%的时间约为1秒，衰减到20%的时间约为1.4秒，可靠保证衰减到20%的时间设定为2秒。残压切换虽能保证电动机安全，但由于停电时间过长，很多设备已被低压保护被切除，生产工艺过程等都将受到较大影响。

2.2.4 长延时切换方式

当某些情况下，母线上的残压有可能不易衰减，或者在给定的时间（整定值）结束之前无法进行上述的任何一种切换方式，可执行长延时切换。在正常情况下是不可能发生这种切换方式的，只有当短时间内同时发生多次故障时才可能发生这种切换方式，作为以上三种切换的总后备，长延时切换必须投入。

2.3 快速切换时间

快速切换时间涉及到两个方面，一是开关固有跳合闸时间，二是快切装置本身的动作时间。就开关固有跳合闸时间而言，当然是越短越好，特别是备用电源开关的固有合闸时间越短越好。从实际要求来说，固有合闸

时间以不超过3~4周波为好，某企业内真空开关通常都能满足。若切换前工作电源与备用电源同相，快切装置以串联方式实现快速切换时，母线断电时间在100ms以内，母线反馈电压与备用电源电压间的相位差在备用电源开关合闸瞬间一般不会超过20°~30°，这种情况下，冲击电流、自启动电流、母线电压的降落及电动机转速的下降等因素对机炉的运行带来的影响均不大。对开关速度的过分要求是不必要的，因为快速切换阶段频差和相位差的变化较慢，速度提高10ms，相位差仅减小几度，但对机构的要求不小。

无扰动电源快速切换装置本身的固有动作时间包括其硬件固有动作时间和软件最小运行时间。装置硬件固有时间主要包括开关量输入、开关量输出两部分的光隔及继电器动作时间，再加上出口跳合闸继电器的动作时间，一般总的时间在6~8ms左右。软件最小运行时间指最快情况下软件完成测量、判断、执行等的时间，该部分一般在3~4ms左右。与开关一样，过分追求快速对快切装置来说同样是不必要的，而且是有害的。从硬件来说，就目前的制造水平而言，进一步提高速度意味着减少或取消继电器隔离环节，仅采用光耦隔离，从现场实际应用情况来说，采用继电器-光耦两级隔离的技术更为成熟可靠。从软件来说，针对开关断开时灭弧引起的暂态所需进行的一些特别计算处理以及开关量输入测量时的去抖处理等都是保证装置动作的准确性和可靠性所必不可少的，省却这些时间只能使装置加快几毫秒，于切换几无影响，但对装置动作可靠性来说也许是致命的。

3. 结束语

石化企业供电系统的安全可靠性属于系统问题，需要采取系统解决方法，才能实现系统的无扰动供电。某石化企业供电系统主接线方式完全适合采用无扰动电源快速切换装置替换传统的备用电源自投装置。在正确选择切换准则和备用电源继电保护定值的情况下，保证所有电动机在转速下降不多，母线残压还很高时就重新受电而不停转，从而有利于工艺流程连续，达到对炼油装置生产连续、安全运行的效果。

参考文献：

- [1] 丁书文. 电力系统自动装置原理 (M). 中国电力出版社. 2007.
- [2] 蒋高宇. 快切装置装置在电厂应用探讨 (M). 贵州电力技术. 2010.
- [3] 石峰. 380V 厂用电快切装置应用 (M). 广东电力. 2011.
- [4] 赵国君. 微机厂用电快切装置在石化热电厂的应用 (M). 企业科技与发展. 2009.
- [5] 张鑫. 浅谈燃机厂用电快切装置及应用 (M) 科技资讯. 2015.

作者简介

李辉，男(1984—) 本科，工程师，中国石油兰州石化公司，从事电气运行和维护工作。