

[电源系统]

主风机电源快切功能的探讨与实现

文/中国石油长庆石化公司 展望 张振宇 李倩

某公司催化裂化装置主风机电源系统近年来在电缆、开关柜电缆接头处出现多次故障，按照催化裂化装置长周期运行的生产要求公司降本增效的发展策略以及目前主风机、备用主风机电源已独立完善的现场条件，对主风机电源进行快切改造，实现主风机电源系统的双备用，提升设备运行可靠性。

主风机电源情况简介及背景

1. 主风机电源供电情况

某公司主风机电动机额定功率为14 000 kW，额定电压为10 kV，电源由总变电所6#主变压器单独供电，6#主变压器是2005年生产，额定容量为20 000 kV·A，通过总变电所出线柜G1002敷设至催化配电室G103柜。电缆是2005年催化建设时施工，该电缆由3根 $3 \times 300 \text{ mm}^2$ 电缆组成，敷设距离900 m。

备用主风机额定功率为12 000 kW，额定电压为10 kV，电源由总变电所5#主变压器单独供电，5#主变压器是2011年生产，额定容量为20 000 kV·A，通过总变电所出线柜ZB1003敷设至催化配电室CH1003柜。电缆由3根 $3 \times 240 \text{ mm}^2$ 电缆组成，电缆走向与主风机相同。

2. 主风机电源的历史问题

1) 2006年4月13日，主风机进线电缆头被击穿，原因是施工单位制作电缆接头时划伤电缆外皮，造成绝缘结构损坏，长时间带病运行导致事故发生。重新制作电缆头，做耐压试验合格后继续使用。

2) 2009年大检修，检查发现催化配电室主风机进线电缆头绝缘结构破损，铜线已经裸露，电缆即将被击穿，如图1所示。重新制作电缆头，做耐

压试验合格后继续使用。



图1 主风机电缆故障图

3) 2011年9月，大检修检查催化配电室主风机进线柜，发现主电缆头破损，有击穿现象，如图2所示。重新制作电缆头，耐压试验合格后继续使用。

4) 2015年3月25日4时57分，6#主变压器配出至催化6 kV配电室的主风机电缆三根中一根击穿，主风机跳停，催化主风低流量自保，如图3所示。

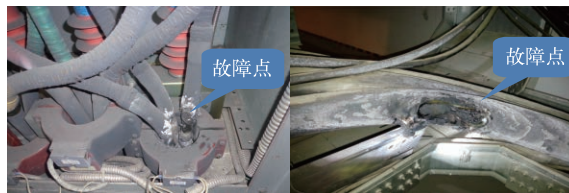


图2 主风机电缆故障图

图3 主风机电缆故障图

5) 2016年8月25日凌晨3点37分，“110 kV总

变电所6#主变压器高后备保护—压力释放动作”，值班人员检查发现GIS-1106开关保护动作，经现场检查为6#主变压器压力释放保护误动作，催化主风机跳闸。

经济分析

主风机电动机额定功率14 000 kW，因为带有烟机，设备节电效果明显。

如图4所示，2019年烟机整体运行平稳，2019年主风机301天全年平均日用电为71 828 kW·h。除7月5日～8月23日公司大检修，主风机停机外，全年烟机叶片故障检修一次。



图4 主风机2019年日用电量

2019年4月21日烟机叶片故障，22～25日烟机检修，26日烟机并入系统运行。从主风机日电量统计（见图5）可以看出，21日烟机故障切除后，主风机日电量直线上升，由21日的114 720 kW·h上升至274 326 kW·h，直至26日烟机投入后主风机日电量才下降至76 560 kW·h。此次检修烟机叶片从烟机切出到修复投入总共用时4天，将检修期间4天主风机日用电量为1 103 553 kW·h，烟机修复后烟机投入4天的用电量为319 920 kW·h，主风机用电量下降783 633 kW·h，降幅为71.01%。检修烟机电费统计783 633 kW·h×0.5元/（kW·h）=391 817元，相当于检修烟机期间主风机用电量多花费电费39.18万元，约每天10万元。可见烟机节能降耗效果。

同时，21日主风机运行电流约为200 A，22日主风机运行电流约为800 A，电流的增大，也增加了主变压器损耗、电缆线损、电动机发热损耗以及设备故障的概率，加速设备老化速度。

对照烟机正常时主风机每日电耗，若烟机、主

风机故障时，启用备用主风机，每日多花费电费7.1万元。按照平均3～5天的检修周期来计算，主风机电源或烟机每次故障，可导致直接电费经济损失40万元；其他方面，生产波动和工艺切换造成的成本还未计算；因此，保烟机正常运行、保主风机正常运行就是最直接的降本增效措施。

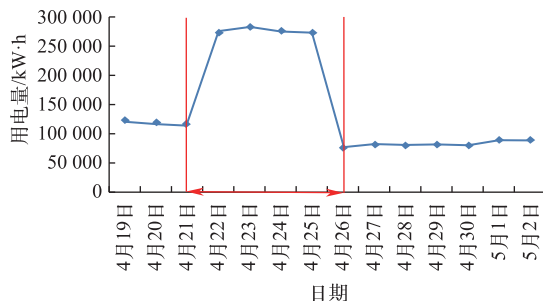


图5 主风机日电量统计

改造方案

由于主风机电缆已多次出现故障，影响公司催化装置长周期运行。目前定期对主风机电缆接头测温检查，在2019年大检修期间对电缆接头增加自动测温监测功能。

2011年新增备用主风机以来，5#专用变压器和配电回路只有在主风机烟机抢修时使用，利用率低，没有发挥最大效能；主风机和备用主风机还是单电源供电，在总变电所GIS1106间隔、6#主变压器和主风机电源电缆故障时不能无缝切换电源，需先启动备用主风机，若发生开工以来的5次电气设备故障，来不及启动备用主风机，导致催化装置非计划停工。

要从根本解决主风机电源问题，还要从电源及供电系统考虑。在催化配电室将主风机及备用主风机10 kV配电柜间增加母联柜，使主风机、备用主风机电源互为备用；在主风机电缆两端增加光纤差动保护，配合母联快切装置，可以在总变电所GIS1106间隔、6#主变压器和主风机电源电缆故障时，电源切换至备用主风机电源和电缆，保证主风机不间断运行，避免造成催化装置非计划停工。

1) 根据石油化工企业生产装置电力设计技术要求SH30308，备用电源、电源自动切换装置的设置应符合以下要求：①生产装置中一二级负荷的供电电源应装设电源自动切换装置；②两个互为备用的

二级及以上负荷宜装设电源自动切换装置。

2) 电源自动切换装置的接线应符合以下要求:

①除进线开关电流保护动作外,工作电源无论任何原因失电或断电,另一电源电压能满足要求时应自动切换投入;②切换时间应在避开非同步冲击的前提下尽量缩短,并只允许动作一次;③当电压互感器的任一相熔断器熔断时,低电压起动元件不应因熔断器熔断误动作;④采用电源自动切换装置时,应校验备用电源的能力。

3) 电源自动切换装置与继电保护装置选择性的配合应符合以下要求:①当馈出线装有电抗器时,电源自动切换装置的起动电压应低于馈出线电抗器后发生短路时的母线残余电压;②当馈出线未装电抗器时,电源自动切换装置的起动时间应较馈出线短路保护最大时限大一时限阶段,而上级变配电所馈出线也未装电抗器时,还应较上级变配电所馈出线短路保护最大时限大一时限阶段;③当有不允许再起动的电动机时,电源自动切换装置的起动时限应大于上述电动机低电压保护的動作时限;④具有同步电动机的变配电所的电源自动切换装置,当同步电动机有遭受非同步冲击危险而又未采取防非同步冲击措施时,在电源自动切换装置投入前,应将同步电动机切除。

4) 电源自动切换装置之间应有选择性配合,其动作时限应按电源侧往后逐级增加一个时限阶段。电源自动切换装置的起动时限应较自动重合闸装置动作时限大一时限阶段。

5) 当电源自动切换装置时限过长,不能满足电动机再起动作要求时,可采取以下措施:①减少电源自动切换的级数;②供电系统宜采用快速动作的保护装置;③进线采用电流闭锁,当工艺生产有快速再起动作要求时,自动切换装置可不与上级继电保护及自动装置进行配合。

6) 传统备用电源自动投入装置应符合以下要求:①应保证在工作电源断开后投入备用电源一备自投串联切换;②工作电源故障或断路器被错误断开时,备自投装置投入备用电源断路器必须经过延时,延时时限应大于最长的外部故障切除时间,一般较本变配电所送出线路保护最长时限大一时限阶段(0.5~0.8),避免因送出线路短路而引起误动作。

手动断开工作电源、电压互感器回路断线和备

用电源无电压情况下,不应起自动投入装置。

备用电源无压时,BZT不应动作;在电压互感器(TV)二次熔断器熔断时BZT不应误动作,故应设置断线告警;应保证自动投入装置只动作一次。自动投入装置动作后,如备用电源或设备投到故障上,应使保护加速动作并跳闸。应具备闭锁备自投装置的逻辑功能,以防止备用电源投到故障的元件上,造成事故扩大的严重后果;自动投入装置中,可设置工作电源的电流闭锁回路。一个备用电源或设备同时作为几个电源或设备的备用时,自动投入装置应保证在同一时间备用电源或设备只能作为一个电源或设备的备用。

快切装置的选择及原则

快切整定原则。本次定值修改基于本处母联快切改造后继电保护定值。

(1) 闭锁快切

- 1) 催化主风机进线柜保护动作闭锁快切。
- 2) 区内故障闭锁快切。
- 3) 主风机跳闸保护动作闭锁快切。

(2) 快切装置事故起动方式

由于5[#]、6[#]主变压器阻抗电压不相同,所以不采用并列或同时切换方式。低频无流起动快切主要适用于上级开关由于各种原因断开,起动快切。

1) 逆功率起动快切。逆功率起动快切主要适用于外网电源异常,快速起动快切。注意只有在主风机三机组不发电情况下,方可投入此起动快切方式。

2) 低电压保护起动快切。快切装置手动切换起动方式采用串联切换方式(主要考虑两台主变压器阻抗电压不同,不能短时合环)。

(3) 快切装置外部保护切换起动方式

起动方式包括主变压器纵差保护起动快切、主变压器非电量跳闸保护起动快切和线路光纤差动保护起动快切。

(4) 主变压器高、低压后备保护

110 kV侧高后备、10 kV侧低后备保护跳闸信号、10 kV零序过电压信号不闭锁也不起自动快切。事故切换时,只允许正向切换,不允许反向切换,快切内部具有此判据。EA

(收稿日期:2021-03-08)