

新建炼化企业抗“晃电”解决方案的研究

分析了传统的抗“晃电”措施及其存在的问题，介绍了抗“晃电”新技术——无扰动电源快速切换技术，提出了以光纤纵差保护和无扰动电源快速切换装置相结合为主，以低压系统抗“晃电”为辅的各种先进技术手段，综合形成了较为完整的炼化企业抗“晃电”解决方案。

吴化龙/中石油云南石化有限公司机动设备处

0 引言

石油炼化行业属连续性生产企业，且多数场所为易燃易爆危险环境，突然中断供电时，会引起连续性生产过程混乱，需要长时间才能恢复，并可能引起火灾、爆炸、人身伤亡及设备损坏等重大事故。根据GB 50052《供配电系统设计规范》规定，炼化企业通常由双重电源供电，且要求供电系统应该连续和稳定运行。

通常石油炼化行业、钢铁行业将供电电压发生瞬间较大幅度波动，甚至短时断电的现象形象地称为“晃电”。

“晃电”将会造成部分机泵停车，生产流程混乱，甚至可能造成非计划停车，因此采取有效的抗“晃电”措施，是炼化企业特别是新建炼化企业值得探讨的问题。

1 传统的抗“晃电”措施

1.1 设置备用电源自动投入装置，同时降低备自投逻辑的无压判定值

根据GB 50062《电力装置的继电保护和自动装置设计规范》的要求，由双电源供电的变电所应设置备用电源自动

投入装置（简称备自投），即双电源供电的变电所中，当一回电源电压降低至设定值并经一定延时后，应切除相应进线断路器并闭合分段断路器，使另外一回正常的电源带变电所全部负荷。

为提高备自投动作的可靠性，进线无压定值通常根据该段母线短路时的最小残压整定，如某变电所进线短路时的最小残压为45%，考虑1.1的可靠系数，无压定值应为41%。虽然过低可以有效提高备自投的可靠动作，但是同时也延长了备自投的动作时间，增加低压设备停电的可能性。

1.2 设置电动机再起动力

当供电系统发生电压波动时，低压电动机因接触器释放而断电，为保证安全生产或平稳停车，需要将重要设备在母线电压恢复正常后分批次地重新起动。

2 传统抗“晃电”措施的缺陷

2.1 备自投将使部分高压电动机停电，且对供电系统造成冲击

为实现工艺的安全生产，保证重要电动机自起动，根据继电保护整定原则，高压电动机应设置低电压保护，保护定值一般设为额定电压的65%~70%，普通电动机延时0.5 s跳闸，重要电动机延时2 s跳闸。当“晃电”发生时，电压值降至设定值以下且经过一定延时后电动机被切除；当电压恢复时，仍连接在母线上的电动机将一起起动，起动电流较大，对电网产生很大的冲击。所以



吴化龙/工程师

关键词/Keywords

炼化企业 ·
晃电 ·
电源快速切换 ·
线路光纤纵差 ·

“晃电”可能使部分高压电动机失电压，并对电网产生很大的冲击。

2.2 备自投将使低压电动机停电

当低于额定电压的85%时，低压电动机回路的交流接触器便不能可靠吸附，而备自投动作时母线电压远低于85%，此时接触器会由于线圈的电磁吸力不够而释放，从而造成低压电动机的大面积断电。

2.3 备自投无法保证变频器的连续运行

变频器由整流器和逆变器两部分组成，通常变频器自身具有过电压、失电压以及瞬间停电的保护功能。当变频器的逆变器件选用GTR时，一旦失电压（通常指电压下降到额定电压的70%）或停电时，控制电路将停止向驱动电路输出信号，使驱动电路和GTR全部停止工作，电动机将处于自由制动状态；当逆变器件选用IGBT时，一旦失电压（通常指电压下降到额定电压的78%）或停电，控制电路将停止向驱动电路输出信号，使驱动电路和IGBT全部停止工作，电动机将处于自由制动状态。由于备自投本身的动作时间较长，电压下降幅度较大，即使备自投成功，变频器也会停止运行。

2.4 再起动是在电压恢复正常后处于停止状态的电动机重新起动

再起动即母线电压降低后，当电压再次恢复时，按照预先的设定使低速或停止运行的电动机重新起动，同时，受供电系统短时最大承载能力的影响，电动机需按设备的重要程度分批起动。再起动也无法保证电动机的连续运行，只是最大限度地降低“晃电”或停电事故对生产造成的影响。

综上所述，“晃电”对炼化企业的正常生产有着重大影响，而传统的抗“晃电”措施不能有效解决电动机断电的问题。

3 抗“晃电”的综合解决方案

某公司作为新建炼化企业，在仔细剖析传统抗“晃电”措施的不足，研究易受“晃电”影响

的设备后，结合公司供电系统的实际，提出了一套覆盖全部负荷的抗“晃电”优化解决方案。

3.1 在35 kV变电所、10 kV配电室设置无扰动电源快速切换装置

备自投动作所需的时间较长，即使动作成功，电动机也已经或接近停止运行，为了在电动机转速开始下降时就能迅速切换至备用电源，从而保证电动机的连续工作，所以引入了拥有快速切换和同期捕捉等较为先进切换技术的无扰动电源快速切换装置。

无扰动电源快速切换（以下简称“快切”）装置最早应用于发电厂，其基本原理是通过对电源中断后母线残压特性以及与备用电源电压相角差变化规律的研究，发现当母线失电压时，由于高压、低压异步电动机及其负荷的机械惯性，电动机将维持一段时间的惰行状态，且转变为异步发电机运行的工况，因此失电压母线在一段时间内会维持一定的残压并缓慢衰减，频率也会随着转速降低而缓慢下降，异步电动机的容量越大衰减的速度越慢。图1为典型的母线电压衰减曲线。研究发现在衰减过程中存在三个电源切换的时机，能使在电源切换过程中不产生大的冲击电流：电源失电后的瞬间，如果失电压母线残压与备用电源电压之间的幅值差和相角差在一定范围内，则可以立即闭合备用电源，这种切换则称之

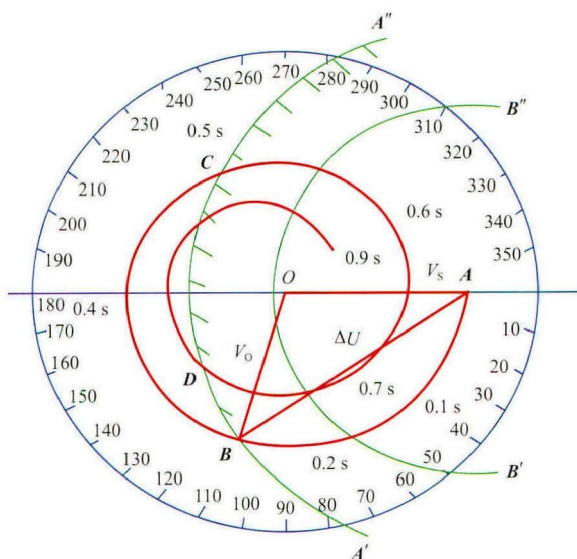


图1 母线残压相量轨迹

为快速切换；若快速切换不成功，则当失电压母线残压与备用电源电压的相角相同时再进行切换，这种切换称为同期捕捉；若同期捕捉不成功，则等待失电压母线残压基本衰减完毕，即幅值进入无电压定值（20%~40%）范围后再切换，这种切换称为残压切换。图2为三种切换方式的示意图。

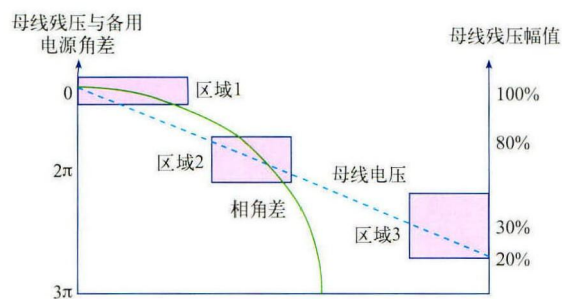


图2 母线残压与备用电源角差和幅值示意图

三种切换方式中，快速切换引起的母线电压波动幅度不大，不影响所带负荷的正常运行。经分析实践，逆功率起动、无流起动和瞬时保护起动等判据可以实现故障情况下的快速切换。

结合新建炼化企业160 kW及以上电动机采用10 kV电压供电的特点，某新建炼化公司在各35 kV变电所的10 kV母线设置无扰动快切装置，当上级电网或外电网故障发生“晃电”时，电动机转子电流逐渐衰减，由于机械惯性，转子转速将从额定值逐渐减速，转子电流磁场将在定子绕组中反向感应电动势，形成反馈电压。多台异步电动机联结于同一母线时，由于各电动机容量、负荷等情况不同，在惰行过程中，部分异步电动机将呈异步发电机特征，向故障点提供反馈电流，从而产生逆功率，且电流通常较大，根据电流较大且与正常电流方向相反的特点，构成了能够快速起动快切装置的逆功率起动判据，解决了上级电网或外电网故障发生“晃电”时快切装置起动问题。

为35 kV和10 kV线路以及35 kV变压器设置了差动保护，当保护范围内发生短路故障时，差动保护触点起动快切装置，切除故障回路进线断路器，

闭合母联断路器，因动作时间短，从而不影响低压电动机的连续供电。

3.2 变频器设置抗“晃电”措施

利用变频器固有特性，在二次控制回路中增加了抗“晃电”功能，如图3所示。在变频器正常运行后，晶闸管输出 DO_1 接通，继电器 KA_6 持续带电；当电网“晃电”时，因变频器主电路直流侧大容量电容的存在，使控制电路仍然可以维持DC 24 V电源且能短暂工作（时间不小于1 s）。当变频器监测到 KA_1 失电且转换开关ISA未动作后开始延时200 ms断开 KA_6 ，这期间在变频器内部仍保持起动信号，使 DO_1 接通， KA_6 线圈依然带电。若在200 ms延时期间电网电压恢复， KA_1 起动信号重新输入，电动机自动再起动。

3.3 低压系统抗“晃电”的补充措施

由于低压电动机的转动惯量都较小，其反馈电压的衰减比高压系统快，即使配置快切装置，装置快速动作的可能性也较低，同时低压负荷接触器线圈的失电释放时间的离散值较大，通常为20~100 ms，如负荷段无电状态时间落在该区间内，会有接触器失电压释放的情况，当某相电压因“晃电”而明显下降时，接于该相的接触器可能很快释放，导致电动机失电压。

低压电动机回路采用了具有欠电压立即再起起动功能的微机综合保护装置（MCU），具有一定电源维持能力，在“晃电”发生时，保护装置电源消失后，保护装置自有的电源具备短时维持能力，自动记忆断电时间，输出接触器合闸命令，并维持100 ms，在这期间若电压恢复，则电动机能自动重起动，电动机恢复正常运行。

4 结束语

“晃电”是影响炼化企业稳定生产的重要问题，本文简单介绍了“晃电”现象及其影响，在分析传统抗“晃电”措施的不足后，提出了以无扰动快速切换装置为主，辅以变频器二次控制回路优化和低压电动机回路欠电压立即自起动控制技术抗“晃电”措施，有效增强了供电系统的“抗

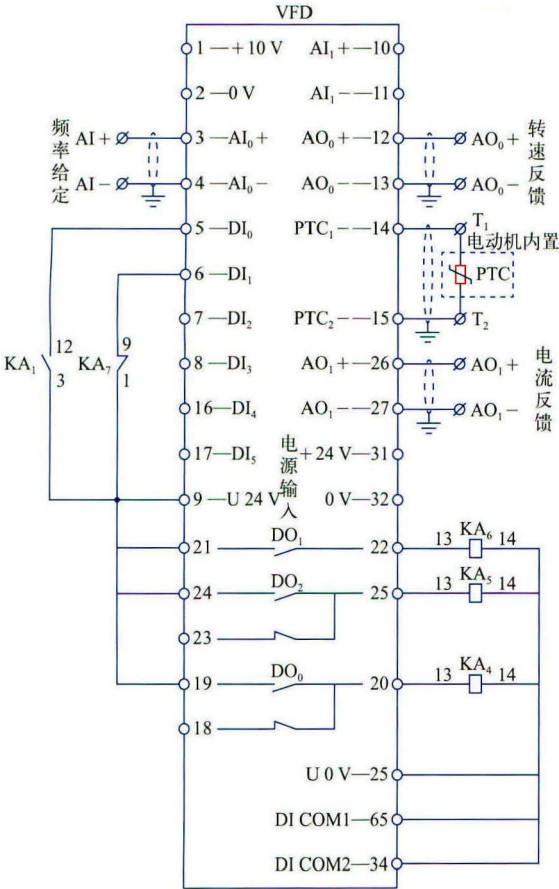
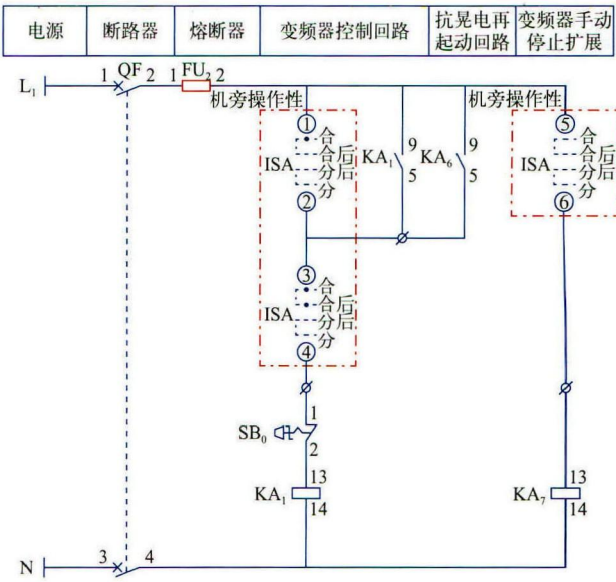


图3 二次回路中增加抗“晃电”功能原理图



晃”电能力，提高了炼化企业稳定生产的能力。

参考文献

[1] 郭伟, 胡敏美, 叶留金, 等. 厂用电切换方法的研究及应用 [J]. 电力系统自动化, 1999 (15): 26-30.

[2] 高吉增, 杨玉磊, 崔学深. 感应电动机失电压

的研究及其对重合过程的影响 [J]. 电力系统保护与控制, 2009 (4): 45-48.

[3] 江苏金智科技股份有限公司. MFC5103A工业企业电源快速切换装置技术说明书 [G]. 2011.

[4] 西门子公司. SINAMICS G120变频器操作手册 [G]. 2013.

(收稿日期: 2016-10-10) **EA**

欢迎订阅 欢迎投稿 欢迎刊登广告