

化工企业抗“晃电”技术应用探索

赵爱民¹ 甘信广² 杨岐刚¹ 李琳³

1.金能科技股份有限公司; 2.山东城市建设职业学院; 3.枣庄建策项目管理服务有限公司

摘要:化工生产是持续性、不可间断的生产过程。在化工生产过程中,任一环节的间断、中断都会影响下生产的正常进行,甚至危及安全平稳运行,造成生产中断的同时,更有可能带来泄露、爆炸等一系列不可预料的危害后果。整个生产过程对供电系统的稳定性,提出了更高的要求,“晃电”对化工行业企业持续、稳定生产带来潜在的安全隐患影响,本文介绍了某化工有限责任公司在对抗“晃电”工作中采取的改造措施,具体说明了对抗“晃电”措施的实施应用效果。

关键词:“晃电”; 稳定; 措施

1. “晃电”的产生原因

随着国民经济的发展和自动化水平的提升普及,各生产行业对供电系统的稳定性提出了更高的要求,特别是非正常的停电或电压波动导致的后果更为严重。

(1) 一种现象是供电系统部分电压的瞬间忽然升高,我们称为“浪涌”,一般引起原因为外部(雷电原因,包括感应雷和直击雷)和内部(电气设备启停和故障等)。一般来说,浪涌是发生在仅仅几百万分之一秒时间内的一种剧烈脉冲,一般在电气设备前端加装浪涌保护器,就能有效避免浪涌冲击对设备的冲击。

(2) 另一种影响电网稳定性的现象是,电压瞬间降至标称电压的10~90%、持续时间为10ms~1min(典型持续时间为10ms~600ms,欧洲IEC相关文件、北美洲IEEE相关文件时间至30秒内)状态,电压瞬间较大幅度波动后恢复,这种现象通常称为“晃电”,这种现象会造成如设备重启、停机保护等直接后果,甚至在易燃易爆场所行业会因电压突降出现泄露、爆炸等一系列不可预料的危害后果。一般引起“晃电”原因为供电系统在运行过程中,外部线路受到雷击、瞬时短路等故障或内部电网相邻线路短路故障、大型负荷启动等。

2. “晃电”特点

“晃电”是目前电网中不可避免的现象,它对用电负荷有以下影响:

(1) 晃电电压(80%U_e)

化工行业电动机等负荷多是由开关控制柜内的接触器控制,其控制回路电源都是取自本柜的电源。对于交流接触器,当电源电压低于接触器线圈额定电压的50%,时间超过1个周期(0.02s)时接触器释放;当电源电压低于80%,持续5个周期(0.1s)时接触器释放。晃电发生时,电源电压值在一瞬间(大于接触器的释放时间)降低到低于接触器线圈的吸合电压,使接触器的主触头释放,同时控制回路中的自保持触点释放,造成设备停机甩负荷。

(2) 恢复电压(90%U_e)

负荷启动时,其端子电压应能保证所要求的启动功率,且在供电系统中引起的电压波动不应妨碍其它设备的工作。为此,负荷启动时,配电母线上的电压应符合下列要求。

①在一般情况下,负荷频繁启动时不应低于系统标称电压的90%,负荷不频繁启动时,不宜低于标称电压的85%。

②配电母线上未接照明或其他对电压下降较敏感的负荷且不频繁启动时,不应低于标称电压的80%。

③配电母线上未接其他用电设备时,可按保证启动的条件决定;对于低压设备,还应保证接触器线圈的电压不低于释放电压。

(3) 负荷启动批次的确定和校核

根据负荷再起时电流模型数据分析:当电网晃电的时间在

0.5s以内时,感性负荷立即再起时的电流是额定电流的3倍左右,也即是在零转速启动时启动电流的二分之一左右。一般电网晃电的时间都比较短,通常是在100ms以下,感性负荷立即再起时的电流倍数更低,约为额定电流的2~3倍左右,可取2.5倍计算。因此,从概念上认为电网允许可以再起时的感性负荷容量比零转速再起时的负荷容量小,但实际上都是按零转速再起时的感性负荷容量来进行核算。

(4) 允许失电时间

重要负荷如要求无扰动运行,则要求抗晃电技术支持10ms内完成切换。一般负荷支持再启动的,抗晃电技术设定的允许失电时间可以设为大于10s。根据历年发生晃电的数据进行分析对比,电网发生单次晃电的时间都较短。

3. “晃电”对化工生产企业造成的危害主要包括以下几种:

①由于晃电造成电网电压瞬间降低,运行的设备在保证相同输出功率的条件下,电流随之增大,容易引起设备过热,空气开关、接触器触头发热等设备故障。

②在使用变频器控制的场合,由于变频器都具有过压、失压和瞬间停电的保护功能,在晃电较为强烈时,触发变频器低压保护停止运行。

③晃电发生时,由于瞬时电压降低,使接触器线圈对铁芯的吸力小于释放弹簧的弹力,接触器释放,造成电动机跳闸,严重威胁安全生产。

④目前化工生产自动化程度越来越高,晃电持续时间虽然较短,但对生产的影响却十分巨大。电网瞬时波动造成设备跳闸、停机保护等。电网恢复正常后,控制电路不能自行恢复运行,导致生产紊乱,造成生产、设备事故。人工进行恢复,花费的时间较长,这对于化工连续生产的安全、废品、原料浪费、产量降低、效益低下等一系列后果,甚至是伴随着火灾、爆炸事故等灾难事件的发生。

抗“晃电”技术,实质上就是防止电源电压暂时跌落或者消失,让电源电压不会出现间断(或间断降低)的技术。这种技术一般应用于工业过程设备,这些设备对电压暂降特别敏感,常受电压暂降影响的重要设备有冷却装置控制、驱动、可编程逻辑控制器(PLC)、机械装置、可调速装置等。晃电对企业生产是灾难性的,轻者几十万、上千万的经济损失,严重的还会发生火灾、爆炸乃至人身伤害,对化工生产企业来讲就是灾难的几秒钟。特别是化工行业的生产工艺复杂、连续性强,具有高温、高压、易燃、易爆、易中毒及强腐蚀等特点,生产设备对供电系统电能质量及供电可靠性要求更高,关乎安全,电网晃电对化工生产企业的生产系统运行威胁很大,故对其供电系统“晃电”优化,提升设备供电质量是非常有必要的。

4. 目前现有的抗“晃电”技术及其特点

由于抗“晃电”的重要性,市场上有不少抗“晃电”的产品,

按照其原理的不同,分为以下几类:

- ①采用备用电源或不间断电源;
- ②用防“晃电”永磁式接触器替代普通接触器;
- ③控制电路增加 UPS 直流电源系统;
- ④利用电机分批再起装置;
- ⑤应用微机电机智能保护监控装置。

(1) 用备用电源或不间断电源

为了避免出现电能质量事故,减少损失,当前市面上主要有两种产品可以解决“晃电”问题。

UPS 是不间断电源(Uninterruptible Power Supply)的简称,是能够提供持续、稳定、不间断的电源供应的重要外部设备。其结构较复杂,但性能完善,其显著特点是能够持续零中断地输出纯净正弦波交流电,能够解决尖峰、浪涌、频率漂移等电源问题;但是当前的 UPS 维护难度较大,主要原因是:系统复杂;过载能力差,需要的投资大,效率低,在工厂控制系统使用较多。

DC-BANK 即直流不间断电源,能够为直流型负载(如变频器等)提供稳定、持续、不间断的直流电源的设备。在有变频器的场合,DC-BANK 可以有效的解决电能质量问题。后备式供电方式决定了其具有能源利用率高,安全性高等优点,DC-BANK 采用并联连接方式和框架简洁的系统构成,维护时简单快捷。

以上两种不间断供电方式,以一台 185KW 变频器系统为例,配置了一台 500KVA 的 UPS,负载运行的总功率为 150KW,以效率为 88%计算,UPS 增加损耗的电力为功率 20.5kw;以一年 360 天,每 kW·h 电费 1 元计算,一年用于 UPS 损耗的电费接近 20 万元。而配置 DC-BANK 平时处于待机状态,所产生的损耗可忽略不计。UPS 当前具有广泛的应用,特别适合小型负载(如 PC、DCS、PLC 等)的场合使用。同时在大型工业场合下,使用 UPS 系统复杂、成本高昂、谐波治理、能源利用率低等一系列问题。

DC-BANK 作为工业级直流不间断电源,在具有变频器类负载的场合中有着得天独厚的优势,代表的是未来电源领域的发展方向。

②在线路“晃电”时,永磁式交流接触器可保证接触器依然处于吸合状态,当线路电压回到正常值时可正常工作。

永磁交流接触器是利用磁极的同性相斥、异性相吸的原理,用永磁驱动机构取代传统的电磁铁驱动机构而形成的一种低功耗接触器。安转在接触器联动机构上极性固定不变的永磁铁,与固化在接触器底座上的可变极性软磁铁相互作用,从而达到吸合、保持与释放的目的。软磁铁的可变极性是通过与其固化在一起的电子模块产生十几到二十几毫秒的正反向脉冲电流,而使其产生不同的极性。根据现场需要,用控制电子模块来控制设定的释放电压值,也可延迟一段时间再发出反向脉冲电流,以达到低电压延时释放或断电延时释放的目的。

永磁交流接触器合闸保持依靠永磁力,不需要线圈通过电流产生电磁力来进行合闸保持,只有电子模块的 0.8~1.5mA 的工作电流,节电效果明显,同时线圈无温升。不受电压波动的影响,避免了电压降低所造成的跳闸和烧坏线圈、触头等现象。但是永磁接触器线圈吸合与释放均由电子模块控制,电子模块故障接触器将无法跳闸,可能会使这样负荷过流、控制失效,负荷过热烧毁。

③控制电路增加 UPS 直流电源系统

在低压配电柜里构建独立的控制电源配电系统,由 UPS 给电机控制回路提供电源。在系统发生“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”引起的停机甩负荷事故。

这样可以解决有电机运行信号参与工艺联锁,需要 0s 起动的负荷防“晃电”问题,且结构简单,二次控制回路改造简单。由于

UPS 可支持冗余技术,即用多台 UPS 给共同的负载供电,可以保证系统更高可靠性的要求。应用范围广,不仅可以应用在电机控制回路上,对于变频器等设备的控制回路也可以应用。

但是 UPS 价格贵、成本高、维护工作量大;只适用于有工艺联锁停机的负荷控制回路,当 UPS 总输出有故障时将影响全部改 UPS 电源的负荷。

④安装负荷分批再起装置

分批再起装置在正常运行时实时监测电网电压和电机的运行状态,当供电电压低于跌落电压设定值,接触器释放,负荷停机,供电电压在设定的允许失电时间内恢复至电压设定值,分批再起装置按预先设定的次序分批再起启动负荷,从而保证生产过程的连续进行。如电网“晃电”时间超过设定值,则不再发出再起动的指令。

负荷在“晃电”情况下按照参数的设置进行分批再起,装置可记录历史发生的“晃电”时间及电机的累计运行时间,显示电机的运行状态。再起电机批次可在 1~16 内任意整定,每批再起动的电机数目可在 1~96 内任意整定。首批再起的时间可在 0~25.5s 范围内任意整定,整定级差 0.1s。每批再起的时间间隔可在 0~25.5s 范围内任意整定,整定级差 0.1s。当实际电压高于快速再起电压设定值时,再起时间自动缩短一半。再起动作后,在事件中找到装置是否有动作的记录。

⑤应用微机电机智能保护监控装置。

微机电机保护监控装置在正常运行时实时监测电网电压和电机的运行状态,当电网“晃电”时,电压低于跌落电压设定值,接触器释放,电机跳停。系统电压在设定的允许失电时间内恢复至电压设定值,装置输出再起指令,如电网“晃电”的时间超过设定的允许值,则不再发出再起指令。

微机电机保护监控装置可记录发生的再起,再起功能比较可靠,原有的电机增加再起功能不需要复杂的接线。由于微机电机保护监控装置要采集系统电压来判断是否“晃电”,所以其再起试验时稍微复杂一点。

5.抗“晃电”的意义及相关措施使用原则

供电系统中“晃电”现象不可避免,但是通过抗“晃电”技术的应用,能大范围降低设备的意外停机和意外事件发生的概率,保持生产的连续性,减少故障停车的发生;同时有效防止事故扩大,避免次生事故发生;还能减少设备检修次数,延长设备使用寿命;提高设备连续运行效率。

要求所有的抗“晃电”措施只在停电后的短时间内起作用,在短时间内(一般为 2~5s)备用电源自动投入或电压恢复正常。超出该时间范围,抗“晃电”措施应自动解除,此时断电已成定局,应采取其他措施进行紧急停车,避免损失扩大。为了避免自动停机等意外事故的发生,可以考虑增加应急电源电池组容量、等措施而且抗“晃电”措施必须避免恢复供电后负荷盲目自启动。同时综合各种因素研判,适合使用某种抗“晃电”措施。

6.结语

综上所述,抗晃电应用效果显著,在化工领域应用价值较高,结合现状来看,实施抗“晃电”技术,可以助力企业安全生产,同时让企业生产保持高效。随着产业结构调整,化工生产规模加大,在这样的背景下,生产连续性逐渐加强,为了避免大规模设备跳车,从源头减少“晃电”现象对安全生产造成的影响,保证生产系统连续运转,同时也需要对新型抗“晃电”技术研究投入更多的精力,结合现实需求,开发新技术,减少晃电不良影响,帮助化工生产创造更多的价值。

参考文献:

- [1]段新亮.石油石化生产企业敏感负荷抗晃电问题的研究.
- [2]唐西胜.电力储能技术及应用.2022.10 版.