

化工企业低压关键设备抗晃电研究及应用

王 武

国家能源集团宁夏煤业有限责任公司烯烃一分公司 宁夏 银川 750000

摘 要: 传统低压配电设备保护参数设得比较死, 抗电压扰动能力偏弱, 电网稍微波动一下就可能引起接触器脱扣、变频器停机、关键工艺设备停运等问题, 严重影响化工装置长周期安全稳定运行。本文以化工企业低压关键设备为对象, 分析了电网晃电的产生机理和危害特征, 研究了接触器延时改造、变频器低电压穿越整定、直流储能稳压支撑、快速备用电源切换补偿等几项核心抗晃电技术。结合现场标准化改造流程完成设备优化升级, 并通过多工况稳定性测试和性能对比验证了改造成效。

关键词: 化工企业; 低压关键设备; 抗晃电; 研究; 应用

引言

现阶段多数化工企业的低压配电系统, 用的还是传统通用型配置, 设备保护逻辑偏瞬时保护, 容错空间小。低压接触器没有失压保持能力, 变频器的低压保护阈值设得太灵敏, 配电系统也缺少主动稳压和应急补能的结构, 整个体系扛不住复杂电网波动的工况。一旦出现晃电, 很容易批量触发设备跳闸和停机故障, 装置稳定运行受到严重制约。化工行业安全生产标准不断提高, 企业对供电连续性和设备运行稳定性的要求也越来越高, 过去那种被动式的电气防护模式, 已经跟不上现代化工生产的节奏了。

1 低压关键设备抗晃电关键技术研究

1.1 低压接触器延时抗晃电改造技术

(1) 低压接触器延时抗晃电改造在化工现场算是一项基础又管用的抗扰动手段。思路是优化接触器控制回路结构, 增加延时保持功能, 改变传统接触器一失压就脱扣的工作特性。普通接触器没有电压波动容错能力, 电压跌落个几毫秒就能让设备跳闸^[1]。延时改造后的接触器控制单元, 在电网短暂电压暂降的过程中, 能靠内部储能结构持续提供维持线圈吸合的电能, 把触点保持闭合的时间拉长。(2) 这项技术能覆盖电网晃电的常规持续时间, 避开瞬时电压波动带来的误跳闸问题。改造过程不需要大动原有配电主回路, 只针对二次控制回路做优化升级, 改造难度低, 设备适配性强, 不会影响接触器正常的启停控制功能和安全保护逻辑。电网电压恢复后, 设备能维持原有运行状态继续工作, 保证负载设备不间断运行。(3) 结合化工低压设备的运行特点, 延时抗晃电改造可以根据不同生产工段对晃电的耐受要求, 合理匹配延时保持时长, 做到分级差异化防护。把延时参数设准了, 既能有效抵御瞬时电压扰动, 又能避免延

时过长带来的故障拒动隐患, 保证配电系统保护逻辑的合理性。

1.2 变频器参数优化与低电压穿越整定技术

(1) 低电压穿越是提升变频器抗晃电能力的一项核心技术, 思路是调整设备内部的保护逻辑和运行参数, 让变频器更能适应短时电压扰动。传统变频器在默认配置下, 一检测到母线电压低于设定阈值就立即启动自锁停机程序, 毫秒级的电网波动都扛不住。通过针对性的参数优化整定, 可以合理放宽电压检测阈值, 调整低压保护的响应时长, 让变频器具备短暂耐受电压跌落的能力, 避开瞬时晃电带来的非故障性停机。(2) 参数优化不搞固定通用的配置, 而是结合化工现场的电网波动规律和设备运行工况做精细化调整。主要优化内容包括母线低压保护阈值修正、减速停机时间调整、失压延时判定参数整定以及动态电流限制参数优化^[2]。把瞬时电压突变对设备保护系统的干扰降下来, 避免变频器因为电网短暂波动出现误停机、故障报警和程序复位等问题, 保证电压跌落过程中设备能一直维持运行状态。(3) 参数整定做完之后, 再配上动态运行逻辑的优化, 就能让变频器在电压跌落阶段自动调整输出状态。用降低输出频率、稳定输出电流这种柔性运行方式, 减少设备负载冲击, 等着电网电压恢复正常。电网工况稳定之后, 变频器自动恢复常规运行参数, 不需要人工重启, 这样就能保证工艺设备不间断运行。(4) 这项技术不需要加装额外的硬件设备, 光靠软件参数的精细化调试就能把抗晃电能力提上去, 改造成本低, 适配性也强。从控制逻辑层面解决了变频器抗电压扰动能力不足的问题, 大幅提升化工变频设备在晃电工况下的运行稳定性, 有效避开电压暂降引发的生产中断, 满足化工企业连续化安全生产的要求。

1.3 直流支撑与储能式抗晃电稳压技术

(1) 直流支撑与储能式抗晃电稳压技术靠硬件来实现主动抗扰动,能从供电源头把电网电压缺口补上,是解决深度晃电问题的一项关键技术。运行逻辑是依托储能装置储备直流电能,在电网正常供电阶段把电存好。设备平时处于待机缓冲状态,不干扰原有配电系统的供电结构和设备运行参数。整套装置跟变频器、控制回路这些关键负载并联运行,不需要改动原有主电路结构,现场适配性好。(2) 电网出现电压跌落、瞬时失压等晃电故障时,储能单元能瞬间完成电能切换,自动接替电网为后端设备提供持续稳定的直流电源,把电网供电不足的缺口补上。让变频器母线电压和控制回路工作电压维持在正常区间,避免设备因为供电不足触发保护停机。在电网波动的整个周期里,储能系统持续稳压供电,保证工艺设备不脱机、不停机。(3) 电网电压恢复到标准区间后,装置自动退出供电状态,重新进入蓄能待机模式,回到常规监测状态。整个切换过程全自动完成,没有人工干预的滞后问题,能无缝衔接电网波动工况,实现无感知的抗晃电保护。(4) 跟传统的被动式抗晃电手段相比,储能直流支撑技术的防护范围更广。能适应不同跌落深度和持续时长的电压扰动,既保护传动设备,也可以为仪表控制系统、低压精密电气设备提供稳压防护^[3]。把单一参数优化技术的防护短板补上了,构建起软硬件结合的复合型抗晃电防护体系。

1.4 快速备用电源切换与稳压补偿技术

(1) 快速备用电源切换与稳压补偿技术是从整体配电层面来抗扰动,能从源头化解晃电带来的供电不稳定问题,是保障全厂低压关键设备稳定运行的一项重要技术。这项技术主要靠智能切换控制单元和稳压补偿模块协同工作,实现电网异常状态下的电源快速更替和电压修复。电网正常运行时,整套系统保持实时监测状态,持续采集母线电压和供电质量数据,动态追踪电网运行变化,不干扰原有配电系统的供电秩序。(2) 系统检测到电网出现电压跌落、相位偏移、瞬时失压等晃电异常时,设备能以极快的响应速度完成主备电源切换。把传统电源切换装置响应滞后、动作延迟的毛病改掉,大幅缩短供电中断的空白时间。主电网供电不足的瞬间,备用电源立刻投入完成供电接续,保证后端所有低压工艺设备、控制仪表和传动装置持续带电运行。(3) 电源切换的同时,稳压补偿模块同步启动。针对电压跌落造成的供电幅值不足做动态弥补,实时修正输出电压幅值,把供电参数稳定在设备正常运行的允许区间内。把晃电工况下电压偏低、供电不稳带来的设备保护停机、转速

波动、控制失灵这些问题解决好,保证电气设备运行状态不出现异常波动。

2 工程应用与效果分析

2.1 现场改造实施过程

(1) 正式施工前,先把现场摸清楚,技术准备工作做足。工作人员要把厂区现有的低压配电架构、关键用电设备分布、控制回路接线方式以及原有保护参数完整核查一遍,登记好。结合厂区电网波动特征和设备对晃电的敏感程度,确定改造范围,明确每类低压设备对应的改造方案。同步把施工方案、设备选型、技术交底、安全风险预判都做完,给现场改造打好前站,避免盲目施工带来电气隐患。(2) 现场改造阶段按电气施工规范分步作业,低压接触器改造区域,优先优化二次控制回路,加装延时保持组件,规整线路布局,做完回路调试,不动主供电回路,不影响设备基础运行。变频器设备这边,趁停机检修窗口期完成参数重置和低电压穿越逻辑整定,校准各项保护阈值,优化设备动态运行参数。需要加装直流储能支撑装置和稳压切换设备的点位,规范地做好设备固定、线路对接和系统并联调试,保证新增设备和原有配电系统高度适配。(3) 所有单项改造做完后,做阶段性调试校验。把改造设备的接线稳定性、参数合理性、功能完整性挨个查一遍,确保各类抗晃电组件能正常响应电网波动^[4]。排查线路接错、参数失配、装置拒动这些潜在问题,不留施工隐患。整体改造采用分区迭代的方式,改完一个区域、调试好一个区域,就投用一个区域的防护体系,逐步实现全厂低压关键设备抗晃电能力的全面升级。这套流程既兼顾了施工效率和化工生产的连续性,也保证了各项抗晃电技术的落地质量,为后续性能测试和运行效果验证打下了可靠的现场基础。

2.2 改造前后设备抗晃电性能对比

(1) 改造前,厂区原有的低压接触器用的是传统电磁吸合模式,没有失压延时保持能力。电网电压稍微跌一点,接触器线圈吸力就快速衰减,触点直接断开停机。变频器用的是出厂默认保护参数,电压判定阈值设得严,低电压耐受时间短,扛不住瞬时电网扰动。一出现晃电,变频器很快就触发低压保护自锁,导致工艺传动设备骤停。同时原有配电系统没有直流储能支撑和稳压补偿结构,电网波动时没有任何缓冲能力,整体供电稳定性差,设备故障报错和非计划停机概率一直偏高。(2) 经过成套抗晃电改造之后,各类低压设备的防护性能都上来了。低压接触器通过二次回路优化,有了失压延时保持功能,能平稳扛住常规时长的电压暂降,不会瞬时脱扣。变频器完成了

低电压穿越参数整定,把原来不合理的保护阈值放宽了,优化了动态响应逻辑,有效避开了轻微电网波动带来的误停机问题。(3)新增的直流储能支撑装置和稳压切换系统,能在电网电压异常的瞬间快速补能、稳住电压,把供电缺口填上。整套低压系统对深度、长时间晃电工况的适应能力明显提高,解决了单一改造技术防护能力有限的问题。电源快速切换装置投用后,系统在极端电压扰动下也能保持不间断供电,原来配电体系抗扰动能力不足的毛病得到了根本改善。

2.3 电压暂降工况下设备运行稳定性测试

(1)测试对象是厂区改造后的全套低压关键设备,用专业电力检测设备模拟现场真实的电压暂降环境。结合化工电网日常出现的波动规律,设置不同程度的电压跌落幅度和持续时长,覆盖轻微、中度、深度等多种电压暂降工况,尽量还原现场复杂的电网运行状态。测试全程记录设备母线电压、运行电流、工作频率等核心数据,完整捕捉设备在扰动工况下的动态变化。(2)测试按标准化电气检测流程走,分设备、分工况逐层做稳定性校验。针对改造后的低压接触器,重点检测不同电压暂降时长下的触点保持能力,验证延时保护功能的触发效果和稳定性能^[5]。针对变频设备,持续监测电压跌落过程中的设备运行状态,检验低电压穿越参数的适配性,观察设备有没有停机报错、频率波动、电流异常等问题。(3)针对加装了储能支撑和稳压切换装置的配电回路,重点测试电源切换响应速度和动态稳压效果。检测系统在电网电压缺失或跌落时的补能效率,核验主备电源切换过程是否平稳,判断整套系统能不能实现不间断

供电支撑。所有测试环节都同步留存运行数据,保证测试结果真实可信。通过多工况、全覆盖的稳定性测试发现,改造后的各类低压设备都有不错的电压暂降耐受能力。面对不同程度的电网电压跌落,设备都能保持正常运行状态,没有出现脱扣跳闸、停机闭锁、参数紊乱等异常情况。各类抗晃电装置响应灵敏、运行稳定,各项电气运行参数的波动幅度都控制在合理区间内。

结语

总之,通过规范开展现场分步改造、工况测试和性能对比分析,各项抗晃电技术的实际效果都得到了验证。改造后的低压电气设备对电压暂降和瞬时电网波动的耐受能力明显提高,传统设备易跳闸、易停机的老毛病也得到了解决。整套改造方案在不改变原有系统主体结构的前提下,把配电系统的运行稳定性和安全冗余提了上来,晃电工况下化工装置的运行状态有了根本性的好转。

参考文献

- [1]付久龙,唐守智.化工企业电动机抗晃电策略应用研究[J].电工技术,2023,(8):205-207.
- [2]田宏会.化工企业供配电系统中抗晃电技术的应用研究[J].中国科技期刊数据库 工业A,2023,(7):29-31.
- [3]田蒙蒙.化工企业抗晃电技术措施分析与应用[J].化工安全与环境,2023,36(4):60-61.
- [4]韩景艳,牛国轩.动态电压恢复器(DVR)在化工企业的应用[J].防爆电机,2023,58(3):68-72.
- [5]兰永良.低压备自投系统设计与应用研究[J].中国设备工程,2021,(10):124-125.