

浅谈炼化企业抗晃电措施

李正孜

中国石油呼和浩特石化公司 内蒙古 呼和浩特 010070

摘要：炼化企业作为高耗能、连续性生产的特殊行业，对供电稳定性要求极高，而“晃电”现象（即电网电压瞬时波动或短时断电）已成为影响其安全生产的重要隐患。本文围绕炼化企业抗晃电措施展开探讨。首先阐述了晃电的定义、类型及其对炼化企业的危害，强调了抗晃电的必要性。接着分析了炼化企业在抗晃电工作中存在的问题，如设备抗晃电性能不足、监测与预警机制不完善等。最后针对这些问题，提出了优化设备选型与改造、完善监测与预警系统、健全应急预案与演练、加强员工培训与教育、优化供电系统结构以及应用储能技术等一系列抗晃电相关措施，旨在为炼化企业有效应对晃电问题提供参考。

关键词：炼化；企业；抗晃电；措施

引言：炼化企业作为能源化工领域的重要组成部分，其生产过程连续性强、设备精密且对电力供应稳定性要求极高。然而，在实际生产中，晃电现象时有发生。晃电不仅会干扰炼化企业正常生产秩序，还可能导致设备损坏、产品质量下降，甚至引发安全事故，给企业带来巨大的经济损失和安全风险。因此，研究炼化企业抗晃电措施具有重要的现实意义，有助于保障企业生产安全稳定运行，提升企业应对电力波动的能力，促进炼化行业的可持续发展。

1 炼化企业抗晃电的概述

1.1 晃电的定义与类型

晃电是指电网电压在短时间内出现电压暂降、骤升或短时中断的现象，持续时间通常在数十毫秒到数秒之间。电压暂降表现为电压有效值突然降至额定值的10%-90%，随后恢复正常；电压骤升则是电压瞬间升高超过额定值；短时中断即供电短暂停止。引发晃电的原因多样，雷击、短路故障等外部因素会干扰电网稳定性，而企业内部大型设备启动、负荷突变也可能导致局部电压波动。这些不同类型的晃电现象，给对供电连续性要求极高的炼化企业带来了潜在威胁。

1.2 晃电对炼化企业的危害

晃电对炼化企业的危害具有连锁性与严重性。电压暂降会使电机转速下降、接触器释放，导致泵、压缩机等关键设备停机，打乱生产流程，造成物料堵塞、反应中断；电压骤升可能击穿电气设备绝缘层，引发设备损坏甚至火灾；短时中断则直接导致装置停车，不仅造成在制品报废、原料浪费，重启设备还需消耗大量时间与能源。此外，晃电引发的生产异常还可能导致有毒有害气体泄漏、爆炸等安全事故，威胁人员生命安全，给企

业带来经济损失与负面社会影响。

1.3 炼化企业抗晃电的必要性

炼化企业生产流程复杂且高度连续，涉及高温、高压、易燃易爆等危险工艺，任何供电异常都可能引发灾难性后果。抗晃电措施是保障生产安全的必然要求，可有效避免因晃电导致的设备损坏、生产中断与安全事故，降低企业经济损失与环保风险。同时，随着市场竞争加剧与环保法规趋严，稳定生产是保证产品质量、降低成本的关键，而抗晃电能力的提升有助于增强企业运行的可靠性与竞争力。此外，落实抗晃电措施也是履行社会责任、维护公共安全的重要体现，对炼化企业可持续发展意义重大^[1]。

2 炼化企业抗晃电中存在的问题

2.1 设备抗晃电性能不足

在炼化企业中，部分老旧设备设计时未充分考量晃电影响，接触器、继电器等关键元件在电压波动时易脱扣、误动作，致使设备停机。例如，一些低压电动机的接触器保持电压范围狭窄，当晃电引发电压暂降，一旦低于接触器维持吸合的阈值，接触器便迅速断开，电机停止运转。即便部分新设备宣称具备抗晃电功能，但在实际复杂工况下，其性能仍显不足。如某些变频器在面对电压骤升时，过压保护机制虽能启动，却易因响应速度滞后，造成内部电子元件受损。此外，不同品牌、型号设备间的抗晃电兼容性欠佳，当多台设备协同运行，晃电发生时，设备间相互干扰，加剧了生产中断风险，严重制约了炼化企业在晃电场景下的生产稳定性。

2.2 监测与预警机制不完善

当前，多数炼化企业虽安装了电压监测设备，但监测范围有限，仅覆盖关键供电线路与重点区域，众多支

线与角落存在监测盲区,无法全面捕捉晃电信号。且监测设备精度参差不齐,部分设备对微小电压波动不敏感,易遗漏潜在晃电隐患。预警系统同样问题重重,预警阈值设定不合理,要么过于宽松,导致晃电已对设备产生实质影响才发出警报,错失提前应对时机;要么过于严苛,频繁发出误报警,干扰正常生产秩序。此外,预警信息传递渠道单一,主要依赖传统通讯网络,在极端天气或网络故障时,预警信息难以及时送达相关人员与部门,致使企业难以及时启动抗晃电应急措施,延误最佳处置时机。

2.3 应急预案不健全

许多炼化企业应急预案内容泛化,未针对不同类型晃电(如电压暂降、骤升、短时中断)制定差异化应对流程,导致员工在实际操作中无所适从。预案中的应急处置步骤模糊,对设备重启顺序、关键参数调整、人员职责分工等规定不明晰,易造成现场混乱,延长恢复生产时间。而且,部分企业应急预案缺乏动态更新机制,未结合设备更新、工艺改进、人员变动等实际情况及时修订,与当下生产现状脱节。同时,对应急资源(如备用电源、抢修工具、备品备件)的管理不到位,储备不足、存放混乱,关键时刻无法迅速调配使用,难以有效应对晃电引发的紧急状况,严重影响企业恢复生产效率。

2.4 员工抗晃电意识和技能欠缺

日常培训中,抗晃电相关知识未得到足够重视,培训内容局限、频次低,员工对晃电危害认识浮于表面,未充分意识到其对生产、安全的严重威胁。面对晃电突发情况,多数员工缺乏应急操作技能,不清楚如何快速判断晃电类型、准确执行设备应急操作流程,如错误操作导致设备损坏加剧或引发二次事故。新老员工之间经验传承不足,老员工的实战经验未有效传授给新员工,新员工入职后难以迅速掌握抗晃电应对技巧。并且,员工缺乏自主学习意识,未主动关注行业抗晃电新技术、新方法,导致整体员工队伍抗晃电能力提升缓慢,无法满足企业安全生产需求^[2]。

3 炼化企业抗晃电的相关措施

3.1 优化设备选型与改造

在炼化企业生产过程中,电力供应的稳定性直接影响着生产安全与效率,而优化设备选型与改造是抵御晃电风险的重要根基。对于核心用电设备,电机的选型尤为关键。抗晃电设计的变频电机内置矢量控制算法,能在电压骤降时自动调整输出转矩,通过降低转速来维持电机运行,保障设备持续运转;内置电抗器的电机则通过抑制电流突变,减小电压波动对电机的冲击,有效规

避因晃电引发的停机风险。在低压配电系统中,关键接触器的更换也不容忽视,带有抗晃电保持功能的型号,采用独特的电磁结构与机械锁扣设计,当电压骤降时,锁扣迅速动作,将触头牢牢固定,确保在电压暂降期间不脱扣,维持设备正常供电。此外,为重要负荷加装动态电压恢复器(DVR)或不间断电源(UPS)是应对晃电的有效手段。DVR通过串联在供电线路中,实时监测电压变化,一旦检测到晃电,能在5-10毫秒内快速生成补偿电压,抵消电网电压波动;UPS则在晃电发生时,无缝切换至电池供电模式,为设备提供持续电力支持。

3.2 完善监测与预警系统

完善的监测与预警系统是炼化企业主动防范晃电风险的“眼睛”。在供电系统的进线侧、母线段、重要负荷支路等关键节点,需部署高精度电压监测装置,这些装置采样频率可达每秒数千次,能精准采集电压幅值、频率、相位等参数,并对数据进行实时分析。通过傅里叶变换、小波分析等数字信号处理技术,快速识别电压暂降、骤升、短时中断等晃电特征,即使是电压幅值仅下降10%、持续时间几十毫秒的轻微晃电也能被准确捕捉。借助物联网技术,分散在厂区各处的监测装置通过光纤、5G等通信网络,将数据实时传输至统一的智能管理平台。该平台利用三维可视化技术,直观展示整个电网的运行状态,运维人员可通过电脑或移动端实时查看各节点电压波形、功率流向等信息。当系统检测到晃电信号时,立即启动多级预警机制:首先触发现场的声光报警器,提醒附近人员注意;同时通过短信、企业微信、专用APP等方式,向电气主管、值班长等相关人员发送晃电发生的时间、位置、持续时间及严重程度等详细信息,以便及时采取应对措施。

3.3 健全应急预案与演练

科学完备的应急预案与常态化演练是炼化企业应对晃电突发事件的核心保障。企业应组织电气、生产、安全等多部门专业人员,结合自身生产工艺特点、供电系统架构以及设备运行状况,制定分级分类的抗晃电应急预案。预案需明确晃电发生时各部门、各岗位的具体职责与处置流程,细化到每一台关键设备的操作步骤。例如,对于高温高压的反应装置,要详细规定晃电瞬间的紧急停机顺序,先关闭进料阀门,再逐步降低反应温度和压力,确保装置安全;对于连续生产的化工流程,要制定合理的设备保护措施,防止物料倒灌、管道堵塞等次生灾害。同时,针对供电恢复后的重启步骤,也需制定严谨的操作流程,避免因盲目启动设备引发新的故障。为确保应急预案的有效性和可操作性,企业需定期

组织多部门联合演练。演练场景应涵盖不同类型和程度的晃电情况,如系统侧故障引发的全网晃电、厂区内局部线路故障导致的区域性晃电等。在演练过程中,模拟真实的突发事件场景,让员工在实战环境中熟悉应急处置流程,提升应急响应速度和协同作战能力。演练结束后,组织专业人员对演练过程进行全面评估,从信息传递的及时性、人员操作的规范性、部门协作的流畅性等方面查找问题,针对发现的漏洞和不足,及时对应急预案进行修订和完善。

3.4 加强员工培训与教育

员工是炼化企业抗晃电工作的直接执行者,其专业素养和应急能力直接关系到企业应对晃电风险的成效,因此加强员工培训与教育至关重要。企业应制定分层分类、系统全面的培训计划。对于电气运维人员,培训内容需涵盖晃电的产生原理,包括电网短路故障、大型设备启动、雷击等常见诱因;深入讲解监测设备的操作与维护方法,如高精度电压监测装置的参数设置、数据读取与分析;重点传授故障排查与处理技巧,如通过示波器检测电压波形判断晃电类型,利用万用表查找线路接触不良等故障点。对于生产操作人员,培训则侧重于晃电发生时的设备操作规范,如如何正确执行紧急停机流程,避免因误操作导致设备损坏或生产事故;强化安全防护措施培训,教导员工在晃电期间如何保障自身安全,如远离可能因失电导致机械伤害的设备。同时,定期组织技能竞赛和考核,将考核结果与员工绩效挂钩,激发员工学习积极性。通过持续的培训与教育,使员工在面对晃电时能够保持冷静,熟练、准确地执行应急预案,为企业安全生产筑牢人力防线。

3.5 优化供电系统结构

优化供电系统结构是从源头提升炼化企业抗晃电能力的关键举措。企业可采用双电源或多电源供电模式,电源之间通过自动转换开关(ATS)或静态转换开关(STS)实现快速切换与相互备用。ATS适用于对切换时间要求不高的场景,切换时间一般在1-3秒,而STS能在毫秒级时间内完成切换,可保障对供电连续性要求极高的关键负荷。当一路电源出现晃电时,备用电源能迅速投入运行,确保重要生产装置供电不间断。合理划分供电区域也是重要手段,将重要负荷与非重要负荷分区供

电,并为重要负荷区域配备独立的备用电源,如柴油发电机组、不间断电源系统等,防止非重要负荷晃电时产生的电压波动影响核心生产装置。同时,对供电线路进行全面升级改造,优先选用交联聚乙烯绝缘电缆等绝缘性能优、抗干扰能力强的电缆,减少因线路老化、绝缘破损引发的短路故障,降低晃电发生的概率。

3.6 应用储能技术

储能技术的引入为炼化企业抗晃电工作提供了创新且有效的解决方案。在炼化企业供电系统中,锂电池储能系统和超级电容器是常用的储能设备。超级电容器具有功率密度高、充放电速度快的显著特点,其充放电时间可控制在秒级以内,能在晃电发生的瞬间,毫秒级时间内响应电压变化,通过释放存储的电能,快速补偿电压暂降,为设备提供瞬时电力支撑,特别适用于对响应速度要求极高的关键设备,如DCS控制系统、安全仪表系统等。锂电池储能系统则以其大容量优势,能满足重要负荷长时间的供电需求。在设计时,需根据企业重要负荷的功率和预计晃电持续时间,合理配置锂电池的容量和数量。储能系统通过先进的能量管理系统(EMS)与电网实现智能联动,在电网正常运行时,EMS根据电价峰谷时段、电网负荷情况等因素,控制储能系统进行充电储能;当监测到晃电发生时,EMS迅速发出指令,储能系统自动切换至放电模式,为关键负荷供电^[1]。

结束语

炼化企业的抗晃电工作是一项系统性、综合性的工程,上述从设备选型、监测预警到储能应用等多维度的措施,共同构筑起抵御晃电风险的坚实防线。然而,随着生产规模扩大与用电设备复杂化,晃电威胁持续演变。企业需保持技术敏感性,持续优化现有措施,跟踪行业前沿技术。

参考文献

- [1]吴文彦.浅谈炼化企业抗晃电措施[J].电力系统及自动化,2021.214-215
- [2]李列夫.论炼化企业抗“晃电”措施[J].建筑技术科学,2025.225-228
- [3]邵天宝.炼化企业“晃电”原因及应对措施探讨[J].电力系统及自动化,2022.278-279