

# 企业晃电事故分析与解决方案

孙宏志

吉林鑫达钢铁有限公司, 吉林 辽源 136200

[摘要]文中对于企业晃电事故的发生进行了分析, 提出了解决晃电难题的有力手段即双驱抗晃云管理系统, 并对其进行了详细介绍, 包括工作原理、系统构成、技术优势等。由于化工企业在生产经营过程中具有复杂性、连续性的特点, 对于电气设备的运行要求更高, 从而推动抗晃电技术在化工企业配电系统中的运用更加迫在眉睫。

[关键词]晃电; 双驱动; 抗晃电; 云平台

DOI: 10.33142/ec.v5i4.5867

中图分类号: TM7

文献标识码: A

## Analysis and Solution of Electric Shock Accident in Enterprises

SUN Hongzhi

Jilin Xinda Iron & Steel Co., Ltd., Liaoyuan, Jilin, 136200, China

**Abstract:** This paper analyzes the occurrence of power shaking accidents in enterprises, puts forward a powerful means to solve the problem of power shaking, that is, double drive anti shaking cloud management system, and introduces it in detail, including working principle, system composition, technical advantages and so on. As chemical enterprises have the characteristics of complexity and continuity in the production and operation process, they have higher requirements for the operation of electrical equipment, so it is more urgent to promote the application of anti shake technology in the distribution system of chemical enterprises.

**Keywords:** shaking electricity; dual drive; anti shake electricity; cloud platform

### 引言

在企业中由于某一支路上的负载或者线路发生短路故障时, 会引起上级母线电压骤降, 导致“晃电”的发生, 而普通开关柜切除故障支路需要上百毫秒, 从而导致晃电持续时间达到上百毫秒, 如此长的晃电时间会导致企业敏感设备停电停运。例如: 异步电动机、变频器、继电器、电磁阀等, 给企业生产带来巨大损失。作为解决“晃电”难题的最有效手段-双驱抗晃云管理系统应运而生, 可以快速精准的切除故障支路, 迅速恢复母线电压, 保证设备的稳定运行, 为企业持续安全生产保驾护航。

### 1 晃电事故概述

#### 1.1 企业原有供电系统简介

整个厂区供电系统如图1所示, 由动力厂几台总降变压器和几个分厂配电系统组成, 每个分厂供电系统都由几个配电站构成, 每个配电站通常由两条进线与数十条馈线组成。

有的馈线支路直接接 10kV 用电设备, 有的馈线支路经过变压器降压后, 再给低压用电设备供电。

当分厂配电室中的某一条馈线支路的线路或者用电设备出现短路故障时, 额定电流会迅速飙升至极高幅值的短路电流。首先如果本站内部的馈线开关柜开断大容量的短路电流失败, 就会导致本站内部的进线柜跳闸, 引起本站内部设备全部停电停产, 其次上级母线电压也会被迅速拉低, 此时与该配电站在同一上级母线上的其余本厂配电站以及相邻分厂的配电站供电电压都会受到影响, 如果有敏感设备运行,

会导致这些敏感设备停机停产, 给企业造成巨大损失。

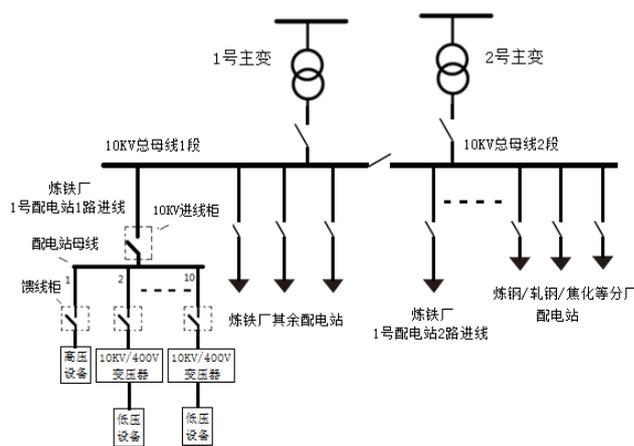


图1 企业供电系统图

#### 1.2 具体事故分析

如上图1所示, 当炼铁分厂1号配电站中1路进线下侧的任一馈线支路中线路或者用电设备由于长期运行、绝缘老化等原因, 出现短路故障时, 此时线路中流过的上千安培额定电流会迅速飙升至几十千安的短路电流, 故障支路上的馈线开关柜需要迅速断开故障支路, 但开关柜中的断路器由于长期使用, 遮断容量会不断降低, 当遮断容量下降至不足以切除这么大幅值的短路电流时, 就会出现开断失败, 导致上级进线柜长时间跳闸, 进而引起本站全部

停电，设备全部停运停产。

不管是馈线开关柜切除短路故障，还是上级进线开关柜切除短路故障都是需要时间的。在此时间内 1 号配电站内的 10kV 母线电压会被拉低，同时相连的站外上级 10kV 总母线上的电压以及所有相邻配电站内的 10kV 母线电压都会被一同拉低，出现电压晃电现象。晃电持续时间即为馈线开关柜或者进线开关柜断开短路故障的时间，通常在上百毫秒左右。假设微机综保 2 段或者 3 段保护的延时时间都为零，当同一总母线上的相邻配电站所供电的生产车间里面有变频器，电动机等敏感设备时，这些设备抗晃电时间（允许失电时间）一般在 40ms 以内，超过这个时间，设备就会因为旋转磁场能量衰减完毕而完全停机，因此当出现短路故障时，各配电站内母线电压出现晃电的持续时间为上百毫秒（普通开关柜切除短路故障的时间），该时间已经大大超过了变频器、电动机等敏感设备所能忍受的失电最大极限，导致这些设备停机，造成企业生产线停产的重大事故。

## 2 解决方案

合肥中科朗辉电气有限公司依托于中国科技大学、中国科学院合肥研究院的科研平台，形成独特的技术优势，成功研制出了最有效的抗晃电方案-双驱抗晃云管理系统（以下简称：DSS），并已通过了业内最权威检测机构-西安高压电器研究院的型式试验报告认证。DSS 主要由双涡流驱动式快速断路器、智能快速测控系统、阻抗部件、云管理平台等核心部件组成。快速断路器采用全新的双涡流驱动技术，可实现固有分闸时间小于 3ms，固有合闸时间小于 10ms，智能快速测控系统采用 DSP+FPGA+ARM 等多重高速芯片并行运行的高端硬件架构模式，并加载快速智能预判算法，可实现检测判断故障并发出动作指令的总时间控制在 2ms 以内。

### 2.1 实施方案

将 DSS 系统装在配电站的 10kV 母线进线侧，即串联在进线开关柜前端（或者直接代替进线开关柜，以现场空间施工方便为准）。如下图 2 所示：

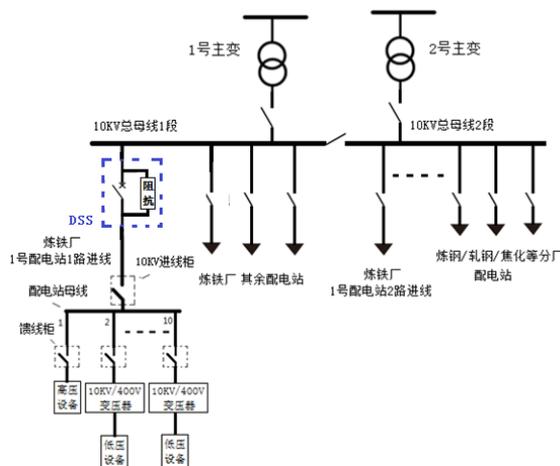


图 2 解决方案系统图

### 2.2 工作原理

DSS 系统主要由涡流式快速断路器、智能快速检测控制系统（简称：智能控制器）、阻抗部件、云管理平台、电流互感器等核心部件构成。电力系统正常运行期间，本系统内部快速断路器处于合闸位置，整个系统呈零阻抗状态，表现为无压降，无损耗，不产生漏磁场，不会对企业其他设备产生干扰。

当发生短路故障时，智能控制器通过电流互感器实时检测系统运行电流，智能控制器采用高速 DSP 芯片运行专用算法，可实现 2ms 内对故障电流进行精准预测、判断、运算并向快速断路器发出分闸指令，快速断路器接收分闸指令后，在 3ms 内快速分闸，同时自动投入阻抗部件，阻抗部件的投入使得整个系统呈高阻抗状态，大幅度降低了短路电流幅值，大大有利于下级馈线开关柜可靠开断短路故障，并将站外上级总母线电压迅速抬升至额定电压的 90% 以上，从而有力的保证了在同一总母线上的其余所有相邻配电站内敏感设备可以正常运行，彻底避免了过长的晃电时间导致设备停运停产。

当短路故障排除后，智能控制器通过电流互感器检测出系统短路故障已消除，立即向快速断路器发出合闸指令，快速断路器可在 10ms 内完成合闸，自动切除阻抗部件，使 DSS 系统重现呈现零阻抗状态，电力系统恢复初始状态正常运行。



图 3 双驱抗晃云管理系统介绍

### 3.1 核心部件

#### 3.1.1 操动部件-涡流式快速真空断路器

整套系统操动部分的核心部件为双涡流驱动式快速真空断路器，简称“双涡流快速断路器”，双涡流快速断路器相对于传统机械式断路器或者永磁式断路器，采用了

独特的双涡流驱动技术、直动技术、相控开断技术等相结合的方案，极大的提高系统的开断能力与速度，同时采用固封极柱结构，具有体积小、重量轻、结构紧凑、少维护等诸多优点。

表1 “涡流式”快速断路器与传统高压断路器主要性能参数对照表

断路器	传统机械式	传统永磁式	新型涡流式	新型涡流式新技术
额定分闸时间 (ms)	45—65	25—35	≤3	采用涡流驱动技术
额定合闸时间 (ms)	60—100	40—70	≤10	
最大开断电流次数 (次)	5	25	>100	智能电流过零分闸技术
燃弧时间 (ms)	5—15	5—15	≤2	

### 3.1.2 快速检测控制系统-智能控制器

整套系统控制部分的核心部件为智能快速检测控制系统（简称：智能控制器），控制器采用了大容量 FPGA 和 32 位高速浮点 DSP，极大的提高了运算能力；配置 2 片 16 位高速、高精度 AD 转换器，实现高分辨数据采集；控制器的人机界面 CPU 使用了功能强大的 ARM 芯片，配置有 7 寸触摸彩屏，以动态模式显示工作曲线、工作数据等状态，使的界面显示和操作更加人性化，同时具备与后台操控室的远程数据通讯等功能，详细硬件结构组成如下图 4 所示：

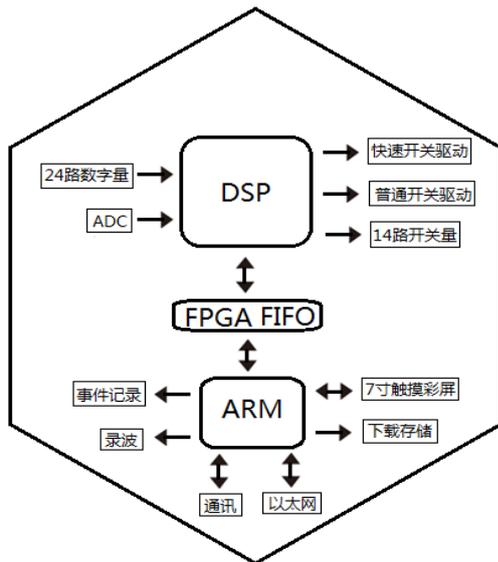


图4 智能控制器硬件结构图

智能控制器运用先进的智能算法，缩短了整套系统数据检测、采集、整定、处理、传输的时间，可实现 2ms 内完成母线电压计算、系统电流计算、发出动作指令等步骤，详细技术参数见表 2：

表2 智能控制器参数指标

检测输出总时间	≤2ms	
电压测量精度	≤0.1%	
电流测量精度	≤0.1%	
频率检测	≤0.01Hz	
功率损耗	运行时≤15W，动作时≤20W	
动作信号	10ms 脉冲（24V）	
直流电源	DC220V（允许偏差 85%—110%）	
输出节点容量	DC220V /5A	
通讯接口	电气隔离的 RS485 接口，MODBUS 通讯协议	
电磁兼容	脉冲群干扰	能承受 GB/T14598.13-2008 规定的频率为 1MHz 及 100kHz 衰减震荡波脉冲群干扰实验
	快速瞬变干扰	能承受 GB/T14598.10-2012 第四章规定的严酷等级为 IV 级的快速瞬变干扰实验
	辐射电磁场干扰	能承受 GB/T14598.9-2010 第四章规定的严酷等级为 IV 级辐射电磁场干扰实验
	静电放电	能承受 GB/T14598.14-2010 中 4.1 规定的严酷等级为 IV 级的静电放电实验
环境温度	-40℃—60℃	

### 3.1.3 专用限流部件-阻抗部件

本系统加装有专用的限流部件-阻抗部件，其运用了先进的电气参数设计，并结合了独特的工艺技术设计，在投入系统后，可以迅速将线路中的大容量短路电流抑制到极低值，迅速降低了短路电流对高压电缆以及上下级设备的冲击伤害，大大延长了电缆与设备的使用寿命，同时有利于下级所有故障支路开关柜均能可靠开断小容量的短路电流，彻底避免了下级开断失败，导致上级长时间跳闸，引起全站停电的风险。

### 3.1.4 监控部件-云管理平台

本系统的所有运行情况通过 4G/5G 物联网模块对应与 WEB 及 APP 移动端可视化界面相连接，并共同构建数字化云平台。

4G/5G 物联网模块包括与系统检测控制部件连接的通讯接口单元和 4G/5G 通讯模组，通讯接口单元采用 RS485 和 RJ45 接口或者 CAN 通讯接口的方式与主控单元连接，是连接系统与 4G/5G 通讯模组的中间单元，通讯模组具有 4G/5G 通讯功能，与通讯接口单元并口连接。

WEB 及 APP 移动端可视化界面主要包括：用户登录管理单元、设备运行监控单元、设备动作记录单元、设备运维记录单元和系统工况分析单元等部分。

数字化云平台主要包括：设备接入管理单元、数据库单元、数据分析单元、应用接口单元组成。

## 3.2 技术优势

### 3.2.1 动作速度快

目前市面上普通开关柜内的机械断路器分闸时间通常在 50ms 以上，DSS 系统采用新型快速断路器，采用独

特的双涡流驱动技术,可实现分闸时间 3ms 以内。普通开关柜内的检测部件一般为微机综保设备,其采集信号与发出命令需要 30ms 以上, DSS 系统内使用智能控制器,采用高速 DSP 芯片运行专用算法,可实现 2ms 内对故障电流进行精准判断并发出动作指令。以上多重技术结合,保证了整套系统相对于普通开关柜性能大大提升,彻底杜绝了晃电的危害,保证了电力系统所有重要负荷安全稳定运行。

### 3.2.2 提高系统运行可靠性

采用独特设计的阻抗部件在投入电力系统后,可以迅速将线路中的大容量短路电流抑制到极低值,大大有利于下级支路开关柜开断短路故障,彻底避免了支路开关柜开断大容量短路电流失败导致的进线柜长时间跳闸,引起全厂停电事故的发生,极大的提高了工矿企业电力系统安全运行的可靠性。

### 3.2.3 使用寿命长

本系统采用先进的相控开断技术,开断能力强,并且开断时的燃弧量不到普通断路器的 10%,触头烧灼时间短,使用寿命呈级数上升。

### 3.2.4 性能可靠

本系统操动机构采用双涡流驱动原理,机械部件少,结构紧凑,动作可靠;所有电气部件均使用国外原厂进口

产品,在强电磁干扰环境下,仍能可靠运行。

### 3.2.5 动作分散度低、合闸无反弹

本系统采用了直驱式高速涡流驱动技术,保证断路器的合闸分散度在 0.1ms 以内,同时断路器加装触头撞击缓冲模块,确保合闸无反弹。

## 4 结束语

“晃电”故障作为企业供电系统的疑难杂症,一直困扰企业的安全生产。双驱抗晃云管理系统由双涡流驱动式快速断路器、智能快速测控系统、阻抗部件、云管理平台等核心部件组成。从检测控制到执行机构以及云平台集中管理等环节都进行了大幅度的技术革新,其作为目前业界解决“晃电”难题的最有效手段,大大提高了企业持续安全生产的可靠性,受到了广大用户的一致好评。

### 【参考文献】

- [1] 宋健. 模组化车道控制器的研究[J]. 中国机械, 2019(10): 12-13.
- [2] 薛振永. 单相费控智能电能表设计[J]. 河南科技大学硕士毕业论文, 2014(10): 3-5.

作者简介: 孙宏志(1977.1-)男,汉族,吉林省通化市,电气工程师,大专,研究方向:高压电器的日常维护及事故分析与处理。