

变配电系统晃电治理措施研究

杨 毕

(东北大学设计研究院(有限公司), 辽宁 沈阳 110166)

[摘要] 现如今,在变配电系统中由于短路故障等引起的晃电现象频繁发生,已成为主要的电能质量问题,也是困扰系统正常运行的难题。发生晃电时,接触器、变频器等保护设备将无法正常工作,从而导致电动机停机、生产过程中断、数据丢失、槽罐内料浆堆积,若不能及时恢复,会给企业造成极大的经济损失。本文对低压系统中接触器和变频器晃电时所产生的影响进行了深入技术分析,并提出了接触器防晃电和变频器防晃电两种装置。通过对两种装置的理论分析和研究,得出晃电解决方案,对今后电气设计人员解决晃电问题具有重大的指导意义。

[关键词] 接触器;变频器;晃电;保持不释放;再起

[中图分类号] TM72 **[文献标志码]** B **[文章编号]** 1003-8884(2021)02-0093-04

DOI:10.19611/j.cnki.cn11-2919/tg.2021.02.023

1 晃电

1.1 晃电的定义

变配电系统在运行过程中,由于雷击、短路故障、电网电压大幅波动、大型设备起动等原因,会造成电压瞬间较大幅度降低或者短时断电又恢复,这种现象通常称为“晃电”。晃电主要包括以下几种情况:

(1)电压骤降、骤升,通常电压上升至标称电压的110%~180%或下降至标称电压的10%~90%,持续时间在0.5个周波至1 min之间。

(2)电压闪变。电压波形包络线呈规则的变化或电压幅值一系列的随机变化,一般表现为对人眼对电压波动所引起的照明异常而产生的视觉感受。

(3)短时断电。持续时间在0.5个周波至3 s的供电中断^[1]。

1.2 晃电的影响

(1)晃电对供电回路控制电器的影响。当电网出现晃电时,电动机接触器的电压低于其额定电压的50%,且持续时间超过20 ms时,接触器将会断开;变频器的电压低于其额定电压的70%,且持续时间超过20 ms时,变频器将会被切除。最终导致

电机停机、生产过程中断。

(2)晃电对供电回路电机的影响。当电网出现晃电时,由于低电压,会导致电机过流,从而使电机热保护动作跳闸。最终导致电机停机、生产过程中断。

2 晃电技术分析

2.1 交流接触器晃电

接触器作为低压配电系统的重要控制开关器件,起到接通或断开带负载的交流主电路和控制电路的作用。在电网出现晃电时,因为电压瞬间的下降,甚至完全失压,低于接触器额定电压的50%,持续时间超过20 ms,此时电磁线圈会短暂释放磁吸力,使得接触器主触头断开^[2]。

用自备投和快切装置来实现接触器的防晃电在切换速度上也达不到防晃电的目的。现以额定控制电源电压为交流220 V的接触器为例,它的吸合时间一般为12~35 ms,释放时间一般为4~20 ms。在晃电时,如果后备电源投入时间不能小于接触器的释放时间,那么即使后备电源已经投入,此时接触器已经释放,导致主回路已经失去电源。自备投和快切装置动作速度加上开关的动作速度都在50~500 ms级别以上,均大于接触器的释放时间。

2.2 低压变频器晃电

在氧化铝厂和电解铝厂等连续生产企业中,生产流程中对于电动机调速的要求越来越高,需要配置大量的低压变频器。变频器靠内部IGBT的开断

[收稿日期] 2020-09-01

[作者简介] 杨毕(1984-),男,辽宁沈阳人,高级工程师,硕士,主要从事有色金属行业设计工作,现任东北大学设计研究院(有限公司)专业组长。

来调整输出电压和频率,根据电机的实际需要来提供其所需要的电源电压,进而达到节能、调速的目的,另外,变频器还有很多的保护功能,如过流、过压、过载保护等等。

但是,变频器给控制领域带来便利化的同时,也带来了各种困扰。低压变频器对电压波动的敏感度非常高。变频器广泛采用交-直-交的拓扑结构,且具备直流母线欠压保护功能。在电网出现晃电时,若低压变频器的输入电压降低30%,变频器就会通过内部判断直流电压大小,进而触发直流母线欠压保护功能^[3],导致变频器出现非正常停车现象。

3 防晃电解决方案

3.1 接触器防晃电

通常电动机的控制回路电源,一种方式是取自自主回路220 V电源,另一种方式是取自UPS。接触器作为控制元件的同时,本身也是一个感性负载,合闸时冲击电流大,分闸时有操作过电压。接触器在合闸时,一般冲击电流大小是维持电流的5~7倍,

持续时间一般为10~40 ms。接触器在分闸时,由于触点断开感性线圈,形成频率很高的几千伏的瞬变过压。因此,在接触器控制回路采用普通的UPS作为防晃电解决方案时,接触器的合、分操作,对UPS形成的大电流冲击和过电压都会对UPS的可靠性造成极大的挑战。一旦UPS出现问题,会造成整个控制系统电源丢失。

本文介绍一种晃电时接触器保持不释放的解决方案。在控制系统中接入接触器防晃电装置(以下简称“KHD”),如图1所示。未接入KHD时,利用就地手动操作和远方PLC控制来使接触器得电失电,进而实现电机的启停。但发生晃电时,接触器无法保持吸合状态,电动机停机;接入KHD,将其1#、2#端子分别与接触器线圈的两端相接;13#、14#端子分别与L3和N相相接,用于采集母线电压;15#、16#端子分别与接触器开点和N相相接,作为控制电源。

当外部跳闸时,电动机主回路断路器断开,15#、16#端子输出电流为0,13#、14#端子电压正常,装置

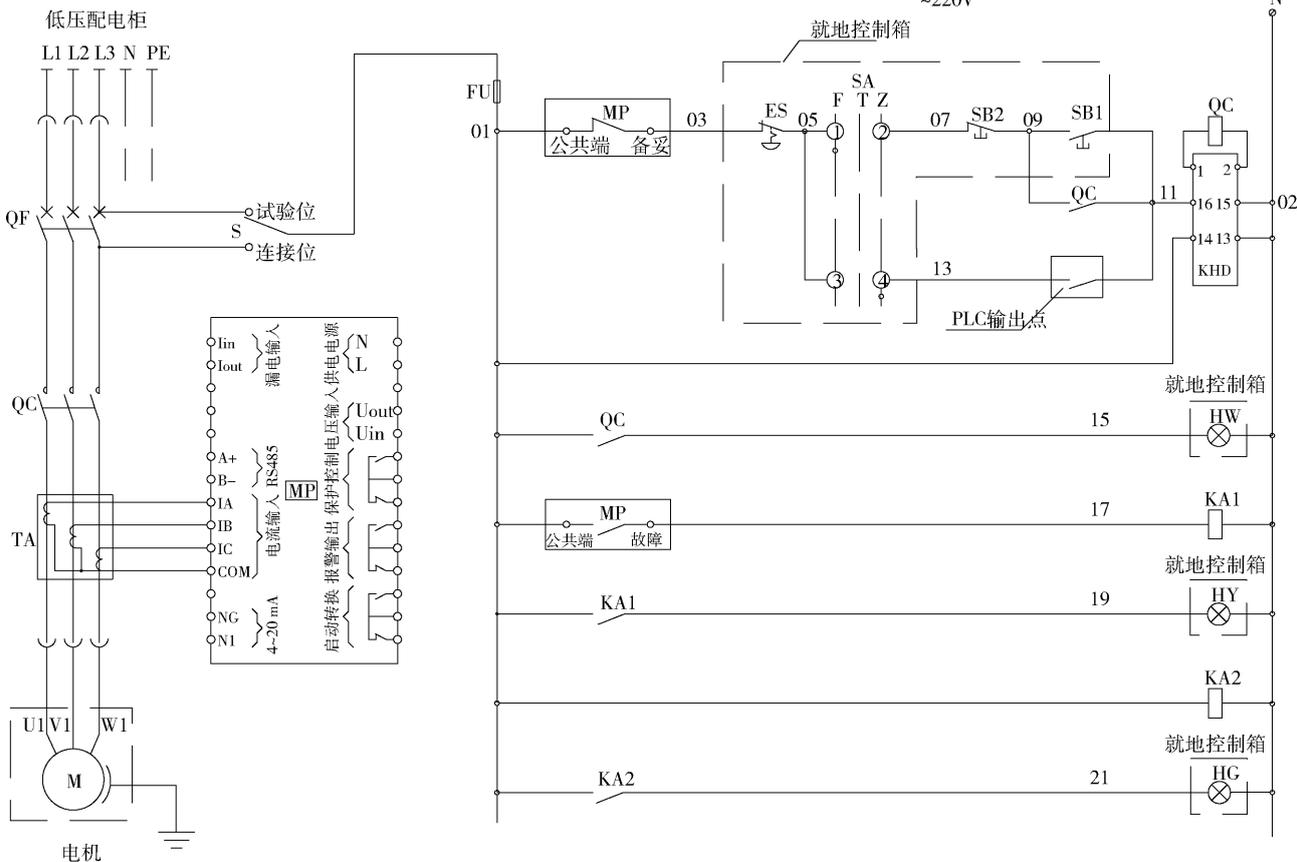


图1 接触器防晃电方案

判断为外部跳闸,1#、2#端子不输出直流保持电压,接触器瞬间释放;发生晃电时,15#、16#端子电流下降,13#、14#端子电压下降,装置判断为晃电发生,迅速切断接触器线圈的交流电源,将内部超级电容储能的直流电压经过自动控制方式输出到接触器线圈上,保持接触器可靠吸合不释放。在晃电过程结束,电压恢复正常后,KHD 关断内部直流电压输出,将交流电压切换到接触器线圈两端。KHD 切换速度快,保证接触器在释放前 100% 切换到直流状态,相比于传统的电池储能、高压电容储能中出现的储能容量低、工作温度范围小、放电循环能力弱、寿命低等问题,超级电容具有放电速度快、充电速度快、工作温度宽、放电循环次数多等优点。

3.2 变频器防晃电

目前,低压变频器的防晃电主要有变频器失压自复位、变频器动能缓冲、直流支撑和变频器再起几种方案。采用变频器失压自复位功能,需要在晃电时保证变频器启动信号不丢失,在采用交流控制的

回路中很难实现^[4];变频器在发生电压瞬间降低时,可以通过变频器的动能缓冲功能,将负载电机中的动能反馈到变频器的直流母线,起到一定的弥补直流电压降低功能。但缺点是抗击低电压的时间短,只起到抗击瞬间电压降低能力,同时和负载特性有很大关联,有局限性;直流支撑方案由于需要采用蓄电池提供的后备电能,占地和投资较大。综上所述,变频器失压自复位、变频器动能缓冲、直流支撑并不适用于氧化铝厂和电解铝厂的变频器防晃电。

本文介绍一种晃电时低压变频器再起动的解决方案。在控制系统中接入变频器防晃电装置(以下简称“VDP”),如图 2 所示。未接入 VDP 时,利用中间继电器接点作为变频器启动信号输入,实现电机的变频启动。但发生晃电时,电压跌落引起中间继电器释放,启动信号输入丢失,变频器停机。接入 VDP,将其 1#~3#端子分别接至三相母线处,用于采集母线电压;15#、16#端子分别接至 L11、N 相,用于采集控制电压;4#、5#端子接至变频器启动信号继电

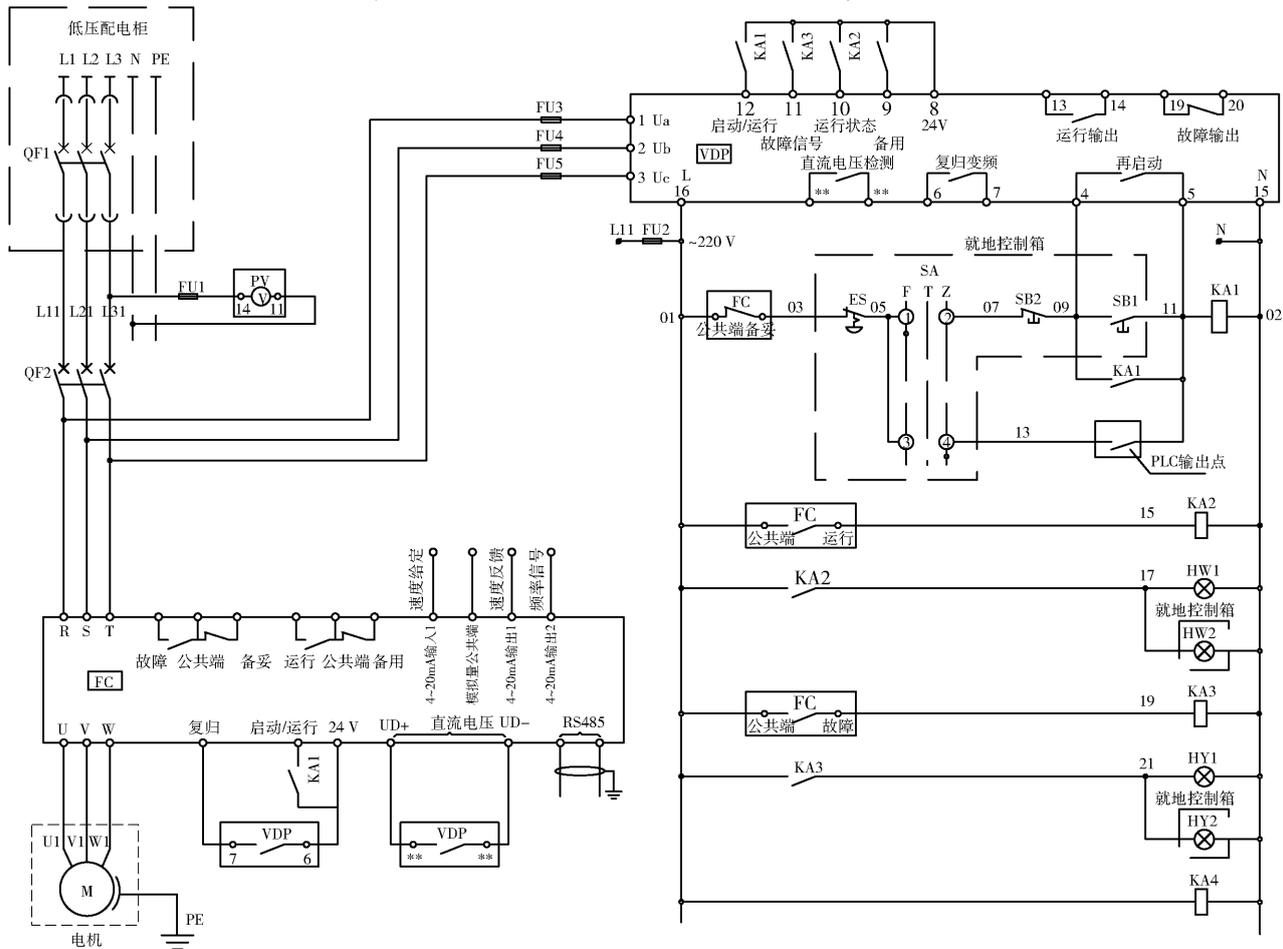


图 2 变频器防晃电方案

器常开接点两端,作为再起变频信号;6#、7#端子接至变频器可编程的DI端口,定义为复归变频。10#~12#端子分别接入运行、故障等输入信号。

若控制电压发生扰动,会导致KA1断开,由于KA1常开接点同时接至变频器DI端口作为起变频信号,会导致变频器停机。此时VDP会通过15#、16#端子检测到控制电压扰动,并通过接至VDP输入端的KA1常开点判断变频器启停状态。若变频器停机且电压在设定的时间内恢复,VDP会通过4#、5#端子输出再起变频器的脉冲信号,从而起变频。

若母线电压发生扰动,变频器本身会检测到电压的不稳定,并会报故障,使控制主回路中的常闭点断开,KA1线圈失电,KA1接点断开,变频器停机。此时由于变频器大多具有母线电压跳闸故障锁定功能,在故障状态下无法再起变频,必须通过6#、7#端子分别接至变频器可编程的DI端口和+24V公共端,复归变频器故障后,才能顺利起变频。

装置内部还使用超级电容储能,并对超级电容组储能电压进行测量,以监视超级电容组的储能状态。当发生短时电压跌落,控制电源消失(即装置

电源消失)时,装置由超级电容组经过DC-DC电源模块继续为装置供电,保证装置能继续监测母线及控制电压,并在电压恢复时可靠动作,该超级电容组能保证装置电源消失后能稳定工作60s左右。

4 结束语

氧化铝厂和电解铝厂对供电可靠性的要求非常高,由于变配电系统晃电的发生一般都是突发性的,同时也是无法避免的,如何在晃电的情况下尽量避免非计划停车,保证供电系统的安全可靠,是电气设计人员必须考虑的问题,需要引起重视。希望本文对电气设计人员的设计工作具有借鉴和指导意义。

[参考文献]

- [1] 张风平. 防晃电技术及其在石化行业中的应用[J]. 化工自动化及仪表, 2015(6): 680-685.
- [2] 林抒毅, 许志红. 晃电故障下交流接触器的工作特性分析[J]. 中国电机工程学报, 2011(31): 131-132.
- [3] 庞胜汉, 江伟. 防低压穿越装置在给煤变频器上的应用[J]. 电气技术, 2013, 14(12): 116-118.
- [4] 姜万东, 周海涛, 王晓堃, 等. 低压变频器防晃电方案研究[J]. 电气技术, 2017(9): 81.

Research on Treatment Measures for Electricity Shaking in Substation and Distribution System

YANG Bi

Abstract: Nowadays, the electric-dazzling phenomenon caused by short circuit fault occurs frequently in the power transformation and distribution system, which has become a major power quality problem and also a problem that troubles the normal operation of the system. When electric-dazzling occurs, contactors, frequency converters and other protective equipment will not work normally, resulting in motor shutdown, interruption of the production process, data loss, slurry accumulation in the tank, if not timely recovery, it will cause great economic losses to enterprises. In this article, the influence of contactor and frequency converter in low voltage system is analyzed deeply when electric-dazzling occurs, and two devices of anti-shake contactor and anti-shake frequency converter are proposed. Through the theoretical analysis and research of the two devices, the solution of electric-dazzling is obtained, which has a great guiding significance for the future electrical designers to solve the problem of electric-dazzling.

Key words: contactor; Frequency converter; Electric-dazzling; To remain unreleased; Restart

