

洗煤厂集中控制系统的电磁兼容

肥城矿业集团梁宝寺能源有限责任公司

太原依福特设备制造有限公司

摘要：本文介绍了洗煤厂渣浆泵用变频器干扰自动控制系统的实例分析及干扰处理方法。通过在变频器输入、输出端加装匹配电源滤波器和在 PLC 电源输入加装有源滤波器，有效解决了变频器干扰集中控制系统的误动作问题。经过整机调试及试验，全面解决了电磁兼容问题。

关键词：电磁干扰 抑制措施 电磁兼容

1. 引言

变频器的应用日益普及，为各行业的工业自动化控制提供了良好的生产及工艺效益。但随着自动化程度的不断提高，自动化设备对电源污染的程度也越来越深，相应的对自动控制系统的干扰也越来越强，对电源滤波、净化，取得相对稳定的绿色电源的要求也越来越高。

国际上对电磁兼容（EMC 或 EMI）的设计及应用已有比较明确的法律及法规，对电子设备的干扰及被干扰、电源的谐波含量都有明确的规定。由于我国电子设备的自动化发展相对较慢，对其谐波含量对电网的污染还没有一定的认识，因此这一方面的认知还没有发展到法律化的程度。但是，在一些工业生产自动化程度相对较高的场合，电磁兼容的意义已相对明显，有些电子设备对电磁干扰非常的敏感，已至于无法正常工作。

2. 洗煤厂集中控制系统简介

为提高产量及生产效率洗煤厂选用了集中控制系统，由工控机通过 PLC 控制电机起停，工控机到 PLC 到变频器为 4~20mA 电流信号，主要 4 台泵由变频器控制（工艺要求），有 2 台 355KW 变频器和 2 台 132KW 变频器。设备调试时出现电机自动停机现象，包括 4 台变频器控制的 4 台电机，原因为 PLC 误动作；监视系统屏幕有花点，显示图象抖动较大。经检测变频器谐波电流超标较严重，PLC 误动作分析为变频器传导干扰所致，监视系统为辐射干扰所致。要解决电磁干扰问题首先要考虑电磁兼容三要素。

3. 电磁兼容问题三要素

3.1. 电磁骚扰源：任何形式的自然或电能装置所发射的电磁能量，能使共享同一环境的人或其它生物受到伤害，或使其它设备、分系统或系统发生电磁危害，导致性能降级或失效，即称为电磁骚扰源。

3.2. 耦合途径：即传输骚扰的通路或媒介。

3.3. 敏感设备 (Victim)：是指当受到电磁骚扰源所发出的电磁能量的作用时，会受到伤害的人或其它生物，以及会发生电磁危害，导致性能降级或失效的器件、设备、分系统或系统。许多器件、设备、分系统或系统既是电磁骚扰源又是敏感设备。

系统要发生电磁兼容性问题，必须存在三个因素，即电磁干扰源、耦合途径、敏感设备。所以，在遇到电磁兼容问题时，要从这三个因素入手，对症下药，消除其中某一个因素，就能解决电磁兼容问题。

4. 电磁干扰问题分析及解决方法

4.1. 变频器产生干扰的原因

图 1 变频器主电路图

变频器主电路一般是交流一直流一交流模式见图 1，外部输入 380V/50Hz 的工频电源经三相桥路不可控整流成直流电压信号，经滤波电容滤波及大功率晶体管开关元件逆变为频率可变的交流信号。在整流回路中，输入电流的波形为不规则的矩形波，波形按傅立叶级数分解为基波和各次谐波，其中的高次谐波将干扰输入供电系统。在逆变输出回路中，输出电流信号是受 PWM 载波信号调制的脉冲波形，对于 GTR 大功率逆变元件，其 PWM 的载波频率为 2~3kHz，而 IGBT 大功率逆变元件的 PWM 最高载频可达 15kHz。同样，输出回路电流信号也可分解为只含正弦波的基波和其他各次谐波，而高次谐波电流对负载直接干扰。另外高次谐波电流还通过电缆向空间辐射，干扰邻近电气设备。

4.2. 洗煤厂用变频器（其中某一套）干扰的主要传播途径

变频器工作时，作为一个强大的干扰源，其干扰途径一般分为辐射、传导、电磁耦合、二次辐射和边传导边辐射等。根据现场线路铺设分析主要途径如图 2 所示：

图 2 变频器干扰的主要传播途径

从图 2 可以看出，变频器产生的辐射干扰对周围的设备产生强烈的影响，传导干扰使直接驱动电机产生电磁噪声，使得铜损、铁损大幅增加，同时传导干扰和辐射干扰对电源输入端所连接的 PLC 和工控机有很大的影响。

4.3. 解决方法

将变频器的电源输入线、输出线与其它线缆分开走线，将变频器的地线从配电室拆除另接到新做的地上，在 PLC 电源输入加装电源滤波器抑制来自电网的谐波及高频干扰，观察设备运行状态，偶尔还会出现电机自动挺机现象；分析可能是没有将干扰彻底滤除，在其中 1 台（同 PLC 同一变压器的变频器）变频器的输入、输出加装变频器专用滤波器，在 PLC 电源输入加装吸收磁环和差模电感，开机空载试运行正常，为避免加载后干扰的增强，在其它 3 台变频器的输入、输出加装变频器专用滤波器和滤波磁环。在所有摄像头电源上加装电源滤波器，在所有摄像头视频信号线和视频采集器信号上加装吸收磁环，在监控中心总电源输入加装超级隔离变

压器和高性能电源滤波器来预防直接的传导干扰。采用以上措施后，洗煤厂设备正常运转（加载状态下），监视系统显示基本正常。

5. 结束语

自动化控制系统应用越来越广泛，如何使各单元设备正常工作互不干扰，除增强设备抗干扰能力外，线路铺设、接地也很关键。