

DCS 自动控制系统的抗干扰处理

山东新风光电子科技发展有限公司

太原依福特设备制造有限公司

摘要：本文介绍了制药厂发酵罐用变频器干扰 DCS 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，有效解决了变频器工作时产生的电磁干扰。经过多次整机调试及试验，实现了制药厂发酵车间 DCS 自动化控制系统与变频器的电磁兼容。

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。

在河南新乡华星制药厂我们安装变频器设备时就遇到了该类问题，我们利用滤波措施，经过多次调试，已顺利解决。这里我们把问题解决的方法谈一下，供业界人士共同探讨。

2 发酵车间自动控制系统简介

河南新乡华星制药厂青霉素发酵 107 车间，采用北京康拓生化工程有限公司设计制造的全自动 DCS 控制系统，对每台发酵罐的温度、压力、酸碱度（PH 值）进行全方位监控，并对发酵过程中的补料、出料，包括加糖、苯乙酸、加氨等进行全自动操作，有三个传感器进行检测，发出电信号至微机控制系统。由微机控制系统根据检测的电压（或电流）值适时发出脉冲信号（+5V），去控制电磁阀的开闭（电磁阀工作电压为+24V），来实现进出料的补给。这样每台发酵罐就有三项进出料控制的六个电磁阀，三个传感器，两块检测仪表，在微机上全部实行远距离监控，并将全部数据全面显示于一面大屏幕墙上。全车间共有 18 个发酵罐。由此可想而知该类系统结构庞大，控制繁杂，布线稠密，安装时考虑必须十分周到、细致。

3 电磁干扰问题分析及解决方法

由于用户已试用了一台变频器，根据更换皮带轮，调整电机转速，对用变频器节能已有一定的认识，因此决定安装我公司的变频器，以实现节能增效的目的。

我们在第一次安装变频器时，由于未考虑到电磁兼容的严重性，变频器开机后干扰原控制系统，在微机上多台发酵罐发出报警信号，后来加了输入、输出电抗器，也没能解决问题。后来我们观察用户原应用的变频器，他采用了济南菲奥特电子有限公司生产的变频器输入端及输出端专用电源滤波器，已正常运行一年，于是制药厂建议我公司购买该类同型号的电源滤波器。

变频器输入端电源滤波器是采用高导磁率的铁氧体磁心及铁粉芯，配接一定的电容，构成 LC 滤波器，将变频器产生的高次谐波（在某一频带内的）滤掉，而使临近或同一电网工作的电器设备不受干扰，能够正常工作。其原理图如图 1 所示。

图 1 输入滤波器电路原理图

变频器输出端电源滤波器采用电感（L）滤波，抑制变频器输出的传导干扰和减少输出线上低频辐射干扰，使直接驱动的电机电磁噪声减小，使电机的铜损、铁损大幅减少。其原理图如图 2 所示。

图 2 输出滤波器电路原理图

购买了该类滤波器后，我们去现场进行了调试。由于对该类现场接触较少，技术人员准备不太充分，虽然增加了滤波器，但滤波效果仍不理想，在重载时仍存在干扰，DCS 系统不能正常工作，变频器仍无法运行。于是我们对问题做了具体的分析。

变频器产生干扰的原因

图 3 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 3，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。

变频器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。主要途径如图 4 所示：

图 4 变频器干扰的主要传播途径

从上图可以看出，变频器产生的辐射干扰对周围的无线电接收设备产生强烈的影响，传导干扰使直接驱动的电机产生电磁噪声，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或邻近的电子敏感设备有很大的影响。

针对这两次调试情况和变频器产生干扰及干扰的途径，我们联合电源滤波器生产厂商的工程师进行了分析总结，并与北京康拓生物工程有限公司的工程师多次进行了电话沟通，了解了其工作原理、布线情况，分析认为主要还是变频器输入端产生的高频谐波造成的干扰。因装变频器后，变频器的输入线在原动力线槽内，而输出线不在线槽内，离电机也比较近。再者，原布线系统不太合理，动力线槽与控制线槽距离较近，只有 20cm，按规定应不少于 50cm，且两线槽平行走线，这些都是比较忌讳的。变频器的地线接的也不太合理，接在了电源线的走线槽上，线槽的作用一是支撑电源线、二是起屏蔽的作用，变频器的干扰又通过地线到了线槽上。变频器产生的高次谐波通过变频器的输入线和地线辐射到其它设备的电源线和信号线上（尤其是比较敏感的传感器的信号线。这里强调一点：我们的变频器与 DCS 控制系统不是同一台变压器给电，可以排除直接传导干扰），干扰了控制系统的正常工作。

分析这些问题，由于原布线系统已成定型，再动几乎是不可能，因此改变电源线和信号线布线的想法应予以排除，变频器地线可以另走，拉一根地线直接接至配电室电控柜的地线上，对变频器的输入端再加强滤波措施，按理论问题应予解决。

在现场原发酵罐停车后，我们在原滤波器基础上又增加了一套共模及差模磁环，在输入、输出每相线上各套二个差模环，在输入的三根相线上套两个共模磁环，并将地线接至配电室的地上。这样处理后开机运行，在电机空载的情况下运行正常，没有出现干扰报警现象。

带载运行时，305、307 罐出现干扰报警。将地线改至控制 307 罐（该罐已使用变频器，线槽内走的是该变频器的输出线）变压器的地线上，305 罐不再干扰报警，但 307 罐仍间隔几分钟出现干扰报警现象，分析可能是两台变频器产生的共模干叠加所致，也可能是地线放在动力线槽内，走线较长引起的，于是在地线上加装地线滤波器，但效果也不太好。后来将地线拆除（经测量变频器整机漏电流很小，对人体不会造成危害，所以可以将地线拆除），效果好一些，但报警现象也是间断出现，这样分析应该不是地线引起的，还是输入端的滤波措施不够，没有将高频干扰滤除干净。因此停机，在输入的每相线上再加两只差模环，在三条输入相线上再套三个共模环，这样开机运行，工作正常，整个系统不再出现干扰现象。系统处理后的框图如图 5 所示。

图 5 系统框图

4 结束语

这次试验，为发酵行业在自动控制与变频器兼容（即电磁兼容）问题的解决进行了一次尝试。据北京康拓生化工程有限公司的工程师讲，该类自控系统在制药行业应用很广泛。我们付

出了努力，同时也得到了锻炼，使我们在电磁兼容问题的处理上又向前迈出了一步，变频器必将在医药制造行业的应用上获得较大突破。随着我国变频器市场的日益扩大，电磁兼容的意义将更广泛，其应用的前景将是十分乐观的。

新风光公司发酵罐部可为制药厂提供完善的变频节能方案，太原依福特公司电磁兼容工程部可为广大变频器制造厂商提供免费的技术指导与工程整改服务。

