

数字式仪表在高压脉冲放电环境中的电磁兼容性

Electromagnetic Compatibility of Digital Instrument in the Environment of High-tension Pulse Discharge

中科院长春光机所 孟范江

摘要

介绍了高压脉冲放电引起的电磁干扰和在此环境中工作的数字式仪表在受到电磁干扰时出现的现象。根据此现象和该数字式仪表的电路结构,分析了仪表在受到电磁干扰时不能正常工作的原因,给出了对其进行电磁兼容性加固的方法以及试验结果。

关键词

数字式仪表;单片机系统;高压脉冲放电;电磁兼容性加固

Abstract

The electromagnetic interference caused by the high-tension pulse discharge and the phenomena when the digital instrument working in this environment and interfered by electromagnetics are first introduced. According to the phenomena and the circuit structure of the digital instrument, the reasons for the instrument is unable to work normally with the electromagnetic interference are analyzed and the methods and test results of electromagnetic compatibility strengthening to them are given.

Keywords

digital instrument; SCM system; high-tension pulse discharge; electromagnetic compatibility strengthening

1 引言

在高压电磁脉冲、静电除尘、脉冲放电激光器等领域中,高压脉冲电压一般在几千伏至几十千伏甚至更高,脉冲宽度在几十纳秒至几十毫秒,放电引起的电磁脉冲干扰非常强烈,干扰频谱宽且传输距离远,在干扰源周围的用电设备均会受到不同程度的影响。特别是随着电子电路集成度和工作速度的提高,干扰敏感度愈来愈高,常常使数字式仪表、单片机系统等出现数字乱跳、干扰复位甚至死机现象。需要在上述环境工作的电子设备必须具备很强的抗电磁干扰能力才能稳定可靠地工作,而通常厂家生产的电子产品一般只是考虑普通的工业环境,按照国家相关的电磁兼容标准进行设计生产的,例如数字式的电压表、电流表、温度表、流量表、压力表、速度表、频率表等,这类产品在通常的工业环境中均能稳定可靠地工作,用户在设计、使用过程中一般不必考虑电磁兼容问题。然而当它们在高压脉冲放电的场合中使用时,用户必须针对现场电磁环境的特点,根据所使用的电子产品的

电路结构进行电磁兼容性加固。这种加固过程往往需要进行试验才能最终确定。本文对受到电磁干扰而不能正常工作的两只DT340-Pt00数字式温度表进行了电磁兼容性加固。

2 现场电磁环境和仪表受干扰现象

DT340-Pt00数字式温度表安装在操作台设备上,该操作台属于一套高压脉冲放电系统的操作控制单元。该系统工作时进行高压脉冲放电,脉冲电压为30~40 kV,频率为100~500 Hz,脉冲能量为300 J。主要干扰源是该系统中的一只工作在脉冲弧光状态的火花隙,弧光放电属于最危险的干扰源,经过测试,它产生的干扰能量主要在70 MHz左右。DT340-Pt00数字式温度表距离火花隙为1.3 m,当火花隙工作时,该表受到脉冲弧光放电产生的电磁干扰,出现数字乱跳、不断复位(该表初始化时对LED数码管显示屏进行0~8的逐个数字显示)和LED数码管全部熄灭等现象。当火花隙停止工作,该表重新上电后

(上接第70页)

参考文献

- [1] 全国无线电干扰标准化技术委员会, 全国电磁兼容标准化联合工作组, 中国实验室国家认可委员会(CNACL). 电磁兼容标准实施指南[M]. 北京: 中国标准出版社, 1999.

- [2] 程丽玲. 电动工具的电磁干扰抑制[J]. 安全与电磁兼容, 2004(1): 52-54.
- [3] 国家质量监督检验检疫总局. GB4343.1—2003 电磁兼容 家用电器 电动工具和类似器具的要求 第1部份: 发射[S]. 北京: 中国标准出版社, 2003.

编辑: 王淑华 E-mail: wangsh@cesi.ac.cn

恢复正常。

3 干扰分析和电磁兼容加固

DT340-Pt00数字式温度表是以89C51单片机为核心组成的系统,其功能是对Pt100传感器采集的信号进行A/D转换、上/下限报警输出和LED数字温度显示,内部使用线性电源供电。数字乱跳应当是模拟信号输入通道受到了干扰,反复出现复位现象很可能是CPU的REST端或CPU芯片受到干扰,CPU的REST端有一个1 μF 的电解电容,其内部等效电感比较大,不利于高频信号的通过。LED数码管全部熄灭时通过对其电源部分的三端稳压器输出测试发现,稳压器输入端电压正常而输出端无5 V电压输出,三端稳压器受到干扰后其保护电路动作关断输出。电源变压器的线圈以及初/次级之间没有屏蔽层,用TDS3012示波器和P6015A高压探头测试该电源变压器的输入端电压波形,发现电源电压波形上叠加了很多干扰脉冲,如图1所示。

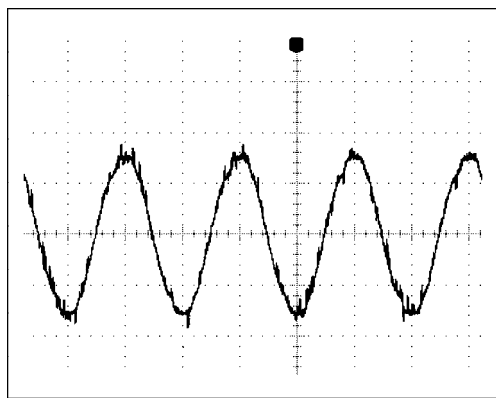


图1 滤波隔离前电源线上的电压波形

温度表的外壳是PVC材料,没有对电磁的屏蔽作用。通过以上分析可知,该表在模拟信号输入部分、电源部分受到了传导干扰,在空间受到了电磁干扰,即该表的抗电磁干扰性能与高压脉冲放电的电磁环境是不兼容的,必需对其进行电磁兼容性加固。加固措施如下:一是信号线采用双层屏蔽双绞线,设置多节差模、共模信号滤波器,对叠加在信号线上的干扰信号进行有效的高倍数衰减。二是电源线的输入端设置电源滤波器并加装扼流圈以提高滤波性能,改用超隔离变压器(双重屏蔽),并设置了电源单元屏蔽^[1]。三是将该温度表内部有关元件的布局、走线进行整理使其符合抗电磁干扰的要求。四是在CPU的REST端设置0.01 μF 的陶瓷电容增加退耦效果。五是用1.0 mm厚钢板设计机箱对该温度表进行整体屏蔽。在LED数码显示屏上采用透明导电膜屏蔽,导电膜与机箱之间的缝隙用带

有导电胶的铜带处理,系统一点接地。进行电磁兼容加固的原理框图见图2。

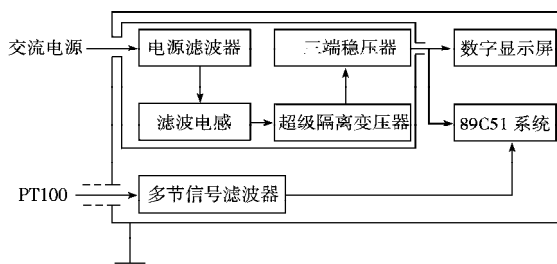


图2 进行电磁兼容加固的原理框图

4 运行试验结果

经过电磁兼容加固的DT340-Pt00数字式温度表仍安装在原操作台上,启动高压脉冲放电系统工作,该表数字显示稳定,无任何跳动、闪烁现象,上下限动作正常。经过两年多的运行,工作始终稳定可靠。按照同样的方法对一台真空计进行电磁兼容加固后,取得了同样的效果。图3是经过滤波后的超隔离变压器输出端电压波形,由图3可见电源线上的传导干扰脉冲已基本被抑制掉。

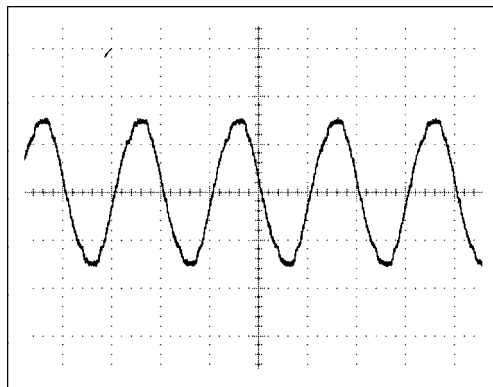


图3 滤波隔离后电源线上的电压波形

5 结语

在高压脉冲放电这样的强电磁干扰环境中,使用按照通常的工业环境标准生产的数字式仪表时,在对电磁环境和被干扰仪表进行测试和分析的基础上,按传导干扰和辐射干扰以及耦合干扰三个途径对仪表进行硬件方面的电磁兼容性加固,加固后的数字式仪表完全能够长期稳定工作。

参考文献

- [1] 陈伟华. 电磁兼容工程手册[M]. 北京: 机械工业出版社, 2000.

实习编辑: 刘亚

E-mail: liuya@cesi.ac.cn