

称重控制器群脉冲测试案例分析

肖家旺¹ 赵 阳^{1,2} 董颖华¹ 颜 伟¹ 朱志毅¹ 顾晨杰¹

(1. 南京师范大学 电气与自动化工程学院 江苏 南京 210042;

2. 东南大学毫米波国家重点实验室 江苏 南京 210096)

[摘要] 根据 GB/T17626-4 标准,分析了电快速瞬变脉冲群干扰的危害以及其产生和作用原理,模拟 DOUBLET BW2105 称重控制器在实际环境中其可能受到的干扰,采用 3ctest MODEL EFT-4002 型脉冲发生器对其进行测试。根据称重控制器结构特点和脉冲群产生机理设计了抑制 EFT 干扰的滤波器,改进了接地措施,同时采用了电源耦合装置以降低电源侧意外干扰。试验结果表明,采取预防措施后装置的抗干扰能力得到提高,能一次性通过电快速瞬变脉冲群干扰检测。

[关键词] 电快速瞬变脉冲群 称重控制器装置 滤波器 接地

[中图分类号] TP274+.5 **[文献标志码]** A **[文章编号]** 1672-4292(2011)02-0009-04

Investigation on Weighing Controller in EFT Testing Cases

Xiao Jiawang¹ Zhao Yang^{1,2} Dong Yinghua¹ Yan Wei¹ Zhu Zhiyi¹ Gu Chengjie¹

(1. School of Electrical and Automation Engineering, Nanjing Normal University, Nanjing 210042, China;

2. State Key Laboratory of Millimeter Waves, Southeast University, Nanjing 210096, China)

Abstract: According to GB/T17626-4 standards, the hazards and the generating principle of EFT are analyzed in this paper. A weighing controller of DOUBLET BW2105 was tested by 3ctest MODEL EFT-4002 pulse generator, which simulates the actual environment. Based on the mechanism of EFT and the structural features of weighing controller, EFT suppression filter was designed. Power coupling device was employed as well as grounding being improved, which reduced the accidental interference of the power side. The results showed that the immunity of the device was improved, which can passed the standard test of EFT.

Key words: EFT, weighing controller, filter, ground

电快速瞬变脉冲群(EFT)抗扰度试验是电子电器类产品目前应用最广泛且较难通过的一项电磁兼容(EMC)试验^[1-3]。参照 IEC61000-4-4,中国也制定了自己的标准 GB/T17626-4。EFT 试验是指是一种将由许多快速瞬变脉冲组成的脉冲群耦合到电气和电子设备的电源端口、信号和控制端口的试验。由于 EFT 上升时间和持续时间短、幅值和重复频率高等特点,使得电子产品长期来难以克服电快速瞬变脉冲群的干扰,因此相应的 EFT 测试往往效果不是很理想。为了保护系统的正常运行,减低不必要的危害,有必要对电子产品的 EFT 进行抑制。传统的 EFT 抑制主要采取加载滤波器的方式,由于参数选择不当,往往抑制效果也不是很好^[4,5]。本文重点探讨的参数设置对于 EFT 抑制的影响,同时改进了接地,采用了电源耦合装置以降低电源侧意外的干扰。

1 电快速瞬变脉冲群机理分析

EFT 产生于感性负载投切、继电器触点弹跳等切换的瞬态过程,以差模和共模的方式作用于供电电源端口、输入/输出信号、数据和控制端口,对电子设备产生骚扰,其电压大小取决于负载电路的电感、负载断开速度和介质的耐受能力。由于感性负载断开或接通时,在开关处存在电弧复燃和熄灭这一暂态过

收稿日期: 2011-02-18。

基金项目: 江苏省自然科学基金(BK2008429)、毫米波国家重点实验室开放基金(K201106)、南京师范大学研究生优秀论文培育计划(2010ss0018)。

通讯联系人: 赵 阳 教授,博士生导师,研究方向: 电磁兼容。E-mail: zhaoyang2@njnu.edu.cn

程,开始脉冲电压幅值较低,频率较高,随着触点间隙的增大,脉冲电压越来越高,但频率却在下降.当感性负载多次重复通断时,脉冲会以相应的时间间隔多次重复出现.实测表明,脉冲电压可高达 5 kV,重复频率为 10 kHz ~ 1 MHz. GB/T 17626. 4 - 1998 规定的 EFT 脉冲为双指数波形,上升时间为 5 ns,持续时间为 50 ns,每个脉冲能量为 4 mJ,脉冲群持续时间为 15 ms,脉冲群周期为 300 ms,重复频率为 2.5 kHz (对 4 kV 测试等级)或 5 kHz(对其他测试等级),其波形如图 1、2 所示:

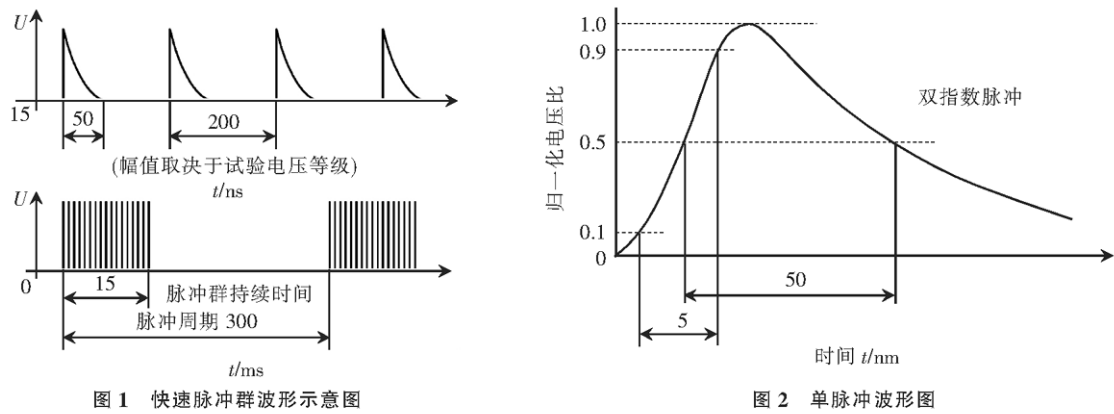


图 1 快速脉冲群波形示意图

图 2 单脉冲波形图

Fig.1 Schematic diagram of EFT

Fig.2 Single pulse waveform

2 实测案例分析

2.1 实例测量

结合标准 GB/T 17626. 4 - 1998 《电快速瞬变脉群抗扰度试验》的方法,我们选取徐州德百利艾恩工业机械有限公司的 DOUBLET BW2105 称重控制器进行测量,对称重控制器的群脉冲干扰做了相关的试验.根据试验的结果,对比分析国标的电磁兼容限值,得出超标与否的结论.实验布置图如图 3 所示.

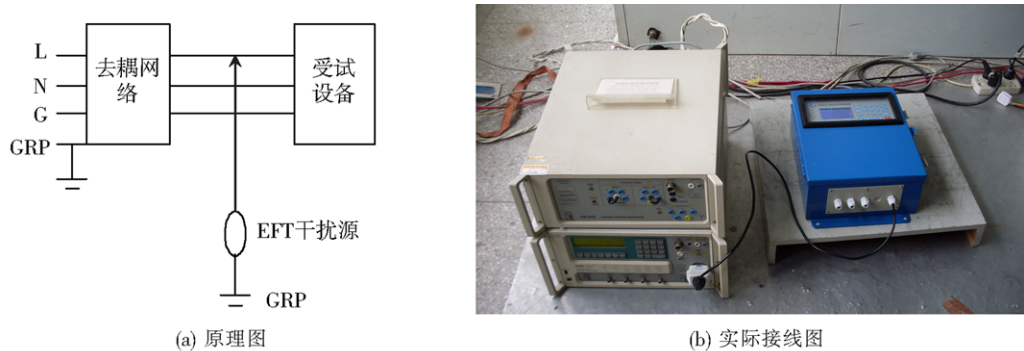


图 3 EFT 施加到 EUT 电源相线的原理图及实际接线图

Fig.3 EFT applied to the EUT power phase line and the actual wiring diagram schematic

测量的结果表明,按 GB/T 17626. 4 - 1998 的要求,当施加 1 kV 的群脉冲时,称重控制器不能正常工作,表现为数字显示静止.当群脉冲撤销后也不能回复正常.可见数字钟的内部电路受到了群脉冲的影响,失去了作用,不能通过国标 EFT 的检测.常用的器件如二极管、MOSFET、场效应管、晶体管等都是敏感器件.称重控制器内部包含由一系列常用电路的元器件组成的电路模块.当受到重复频率较高,波形上升时间短的成群脉冲冲击时,会损害局部元件的功能,进而影响整个系统的工作.称重控制器受到脉冲冲击后的影响表现为显示不正常.而断电再续电后能正常启动说明,群脉冲的冲击并没有导致系统的损坏,只是由于电量积累的原因而暂时失去作用.

2.2 受试设备不能通过 EFT 试验的原因分析

EFT 的频谱能量主要集中在 100 MHz 以下,常规继电器触、接触器闭合或断开的瞬间产生的 EFT 干扰可以主要认为是电容、电感耦合的传导方式通过共模干扰(即发生于保护装置电路中某点各导线对和接地线或外壳之间的干扰和差模干扰(即发生在电路各导线之间的干扰作用于供电电源端口、信号和控

制端口, 从而对保护装置产生严重影响. EFT 一般不会引起设备的损坏, 但由于其干扰频谱分布较宽, 会对设备正常工作产生影响. 特别是接近 CPU 工作频率时, 保护装置可能也会受到辐射干扰的影响. 静电场的干扰也可能会干扰保护装置的正常运行. 其干扰机理为 EFT 对线路中半导体结电容单向连续充电累积, 引起电路乃至设备的误动作, 因此可以根据 EFT 作用的机理而设计相应的滤波器.

3 抑制措施

对 EFT 干扰的抑制可以采用如隔离、屏蔽、滤波、去耦、接地、限幅以及合理布线以减少杂散电容等措施. 本文介绍滤波器、接地和电源耦合的隔离方法.

3.1 滤波器设计

对于 EFT 的滤波抑制, 往往最简单的方式是加铁氧体磁环滤波器. 铁氧体一般做成中空型, 导线穿过其中. 当导线中的电流穿过铁氧体时低频电流可以几乎无衰减地通过, 但高频电流却会受到很大的损耗, 转变成热量散发, 所以铁氧体和穿过其中的导线即成为吸收式低通滤波器, 对于 EFT 能起到一定的抑制作用.

然而, 对于群脉冲的抑制, 往往单加铁氧体磁环滤波器还不够, 设计常规滤波器是抑制群脉冲最有效手段之一. 滤波器常用于传导 EMI 噪声的滤除, 根据通常设计传导 EMI 滤波器的经验, 我们设计了一个常规的 EMI 滤波器. 通过测试发现对于 EFT 的抑制效果不是最佳, 可见 EFT 滤波器是有别与传统 EMI 滤波器的. 由于 EFT 的频带极宽, 且幅值较大, 所以对滤波器的要求也不一样. 结合相关理论, 参考前人的设计, 设计出了下图 4 所示的滤波器. 通过调节对应的参数, 发现电感和电容的取值影响很大. 经过反复的试验发现, 火线、零线的电容值 $C1$ 、 $C2$ 取 20 nF 左右, 火线和地线、零线和地线的值 $C3$ 、 $C4$ 取 5 nF 左右, 同时共模扼流圈 $N1$ 、 $N2$ 电感取 2 mH 左右时抑制噪声信号较为理想.

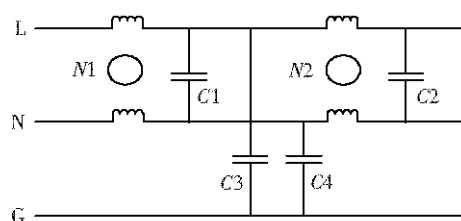


图 4 EFT 脉冲群抑制滤波器

Fig.4 EFT suppression filter

加入滤波器后, 通过群脉冲施加测量表明, 称重控制器很容易就通过了 1 kV 群脉冲的测量, 并且再抬高电压到 2 kV 时也能显示正常, 表明滤波器的效果较为理想.

3.2 接地和电源进线改进

GB/T 17626. 4 1998 《电磁兼容试验和测量技术电快速瞬变脉冲群抗扰度试验》中规定: 实验设备接地电缆与接地参考平面的连接和所有搭接所产生的电感应尽可能小^[6, 7]. 因为搭接导体的直流电阻与导体横截面的面积及周长成反比, 所以接地线的选择上需做详细考虑. 通过导体表面的射频电流存在集肤效应, 减少导体射频阻抗(电阻及电感的一种办法就是增加周长, 采取经济有效的扁平导体带, 因为其周长大于截面积相同的长方杆或圆杆的周长. 在称重控制器中我们采用软铜带实现接地电缆与接地参考平面的连接, 置脉冲群为高频信号, 所以采用多点接地方式. 电快速瞬变脉冲群发生器、耦合去耦网络都通过软铜带接至接地参考平面, 搭接尽可能短, 对于 EFT 脉冲的抑制能起到进一步的抑制作用. 试验表明, 测试电压能得到 200 V 左右的提高.

商用电源在向系统提供能源的同时, 也将其噪声耦合到供电设备, 即使电池供电的系统. 电池本身也有高频噪声, 模拟电路中的模拟信号更经受不住来自电源的干扰, 采用耦合的方式能够一定程度的切断噪声传入. 耦合的作用是将交流信号从前一级传到下一级, 其方法有直接耦合和变压器耦合, 能完成这一任务的方法就是采用电容传输或变压器传输来实现. 由于用电容传输时, 信号的相位要延迟一些, 会对内部的逆变控制电路造成一定的影响. 根据工频电流的特点, 我们采用变压器传输. 试验表明, 50 Hz 的工频电流能够正常的传输到称重控制器设备, 而高频噪声在经过变压器的时候会有一定的衰减, 能在一定程度上抑制群脉冲的影响.

4 结论

由于 EFT 干扰具有时间短而幅度大的特点, 它对称重控制器的稳定运行将造成不良影响. 结合上面的分析, 我们抑制 EFT 主要考虑几个方面: 设计有效的滤波器, 采用正确的接地方式, 同时切断电源外来杂生信号的干扰等效果.

[参考文献](References)

- [1] 全国无线电干扰标准化技术委员会. GB/T 17626.4-1998. 电磁兼容试验和测量技术: 电快速瞬变脉冲群抗扰度试验[S]. 北京: 中国标准出版社, 2008.
Committee for Standardization in China. GB/T 17626.4-1998. EMC and Testing and measurement techniques: Electrical fast transient burst immunity test[S]. Beijing: Standards Press of China, 2008. (in Chinese)
- [2] 刘新梅, 李雯, 张江. 《电快速瞬变脉冲群抗扰度试验》新、旧标准对照解析[J]. 内蒙古电力技术, 2008(4): 74-77.
Liu Xinmei, Li Wen, Zhang Jiang. Comparison analysis between new and old criteria to measurement technique electrical fast transient/burst immunity tests[J]. Inner Mongolia Electric Power, 2008(4): 74-77. (in Chinese)
- [3] 丁丁. 电快速瞬变脉冲群抗扰度试验[J]. 上海计量测试, 2004, 6(8): 43-45.
Ding Ding. Immunity test of electrical fast transient[J]. Shanghai Measurement and Testing, 2004, 6(8): 43-45. (in Chinese)
- [4] 付润江, 金波, 杜勇. 电快速脉冲群干扰的频谱分析及消除方法[J]. 长江大学学报, 2005, 7(23): 245-247.
Fu Runjiang, Jin Bo, Du Yong. Electrical fast burst interference and elimination of spectrum analysis[J]. Journal of Yangtze University, 2005, 7(23): 245-247. (in Chinese)
- [5] 陈世钢. 电快速瞬变脉冲群的抑制[J]. 电磁干扰抑制技术, 1997, 4(2): 7-13.
Chen Shigang. Suppression of electrical fast transient[J]. Electromagnetic Interference Suppression, 1997, 4(2): 7-13. (in Chinese)
- [6] 瞿瞿, 刘文彦, 邓新中. 接地干扰的形成及抑制[J]. 煤矿机电, 2003, 1(9): 31-33.
Zhai Zhao, Liu Wenyan, Deng Xinzong. The formation and suppression of ground disturbance[J]. Colliery Mechanical and Electrical Technology, 2003, 1(9): 31-33. (in Chinese)
- [7] 朱文立. 快速瞬变脉冲群测试的失败原因及对策[J]. 安全与电磁兼容, 2007, 1(4): 5-10.
Zhu Liwen. Cause analysis of EFT/B test failure and countermeasures[J]. Electronic Product Reliability and Environmental Testing, 2007, 1(4): 5-10. (in Chinese)

[责任编辑: 刘 健]