

doi: 10.7690/bgzd.2013.01.011

DSP 系统中电磁兼容问题的技术研究

王静¹, 陈伟¹, 刘志东¹, 谭小鹏²

(1. 西安应用光学研究所, 西安 710065; 2. 中国电子科技集团第 20 研究所, 西安 710068)

摘要: 随着电子线路和电子设备的广泛应用, 电磁兼容问题越来越突出。针对此问题, 对数字信号处理(digital signal processing, DSP)电路设计中的电磁兼容问题进行研究。根据 DSP 系统中硬件和软件的电磁兼容干扰的产生和特点, 指出如何从硬件和软件 2 方面来消除电磁兼容的干扰。该研究可为 DSP 系统电路设计提供有效的技术支持。

关键词: 电磁兼容; 干扰; DSP 系统

中图分类号: TP303 **文献标志码:** A

Research of Electromagnetic Compatibility in DSP System

Wang Jing¹, Chen Wei¹, Liu Zhidong¹, Tan Xiaopeng²

(1. Xi'an Institute of Applied Optics, Xi'an 710065, China;

2. No. 20th Research Institute of China Electronics Technology Group Corporation, Xi'an 710068, China)

Abstract: Along with the electronic circuit and electronic equipment the wide use, electromagnetic compatibility problem is becoming more and more serious. In order to solving this problem, research on the electromagnetic compatibility of digital signal processing (DSP) circuit design. According to the creation reason and features of electromagnetic compatibility interference in hardware and software of DSP system, put forwards the method for eliminating electromagnetic compatibility in hardware and software. The research provides effective technical support for the DSP system circuit.

Key words: electromagnetic compatibility; interference; DSP system

0 引言

自 20 世纪 70 年代末 80 年代初数字信号处理(digital signal processing, DSP)芯片诞生以来, DSP 就以数字器件特有的稳定性、可重复性、可大规模集成性, 特别是可编程性和易于实现自适应处理等特点, 得到了飞速发展^[1]。经过几十年的发展, DSP 器件在高速度、可编程、小型化、低功耗等方面都有了长足的进步。但由于 DSP 是一个相当复杂、种类繁多并有许多分系统的数、模混合系统, 所以来自外部的电磁辐射以及内部元器件之间、分系统之间和各传输通道间的窜扰对 DSP 及其数据信息所产生的干扰, 已严重地威胁着其工作的稳定性、可靠性和安全性。因此研究 DSP 系统中的电磁兼容问题具有重要意义。

电磁兼容性(electro magnetic compatibility, EMC)一般指电气及电子设备在共同的电磁环境中能执行各自功能的共存状态, 即电子线路、设备、系统相互不影响, 具有相容性的状态; 因此, 笔者分别从硬件和软件 2 个方面, 分析 DSP 系统中产生电磁兼容问题的原因和解决措施。

1 DSP 硬件方面的电磁兼容

1.1 DSP 硬件方面存在的主要干扰

电磁干扰是通过导体或辐射产生的。在高速数字电路中, 时钟电路通常是宽带噪声的最大产生源。在快速 DSP 系统中, 这些电路可产生高达 300 MHz 的谐波失真信号, 应该在系统中除掉它们。DSP 中的辐射现象: 辐射有差分(differential mode, DM)和共模(common mode, CM)2 种基本类型。一种是由电路的工作电流环路产生的辐射, 由于电路的工作电流是差模的, 因此这种辐射称为差模辐射; 另一种是由线路板上的外拖电缆产生的辐射, 称为共模辐射。就电场大小而言, CM 辐射比 DM 辐射更为严重。为使 CM 辐射最小, 必须用切合实际的设计使共模电流降到零。

1.2 DSP 硬件方面的降噪技术

1.2.1 印制板结构、布线方面的降噪技术

结构是产品的重要组成部分, 结构不能单独成为 EMC 问题的来源, 但却是解决 EMC 问题的重要途径。良好的接地系统以及耦合的避免都要借助于

收稿日期: 2012-07-15; 修回日期: 2012-08-27

基金项目: 国家自然科学基金(61179017)

作者简介: 王静(1981—), 女, 陕西人, 硕士, 工程师, 从事光电控制技术研究。

良好的结构设计。多层线路板是解决线路板上电磁兼容问题的一个有效方法,它不仅具有降低电源线和地线噪声电压、降低辐射等作用,还能使电路的传输阻抗稳定,减少高速信号的失真。印制线路板上应尽可能多地保留铜箔做地线,这样得到的屏蔽效果比一长条地线要好,传输线特性和屏蔽作用也将得到改善,另外还起到了减小分布电容的作用;相应的电源、地、信号和回路线迹要平行布置,以消除噪声;一块线路板上同时有模拟电路和数字电路时,需要将数字电路与模拟电路在布局上分开,不能混杂,从而避免两者之间的空间耦合。另一方面,数字电路与模拟电路的地线也必须分开,分别称为数字地和模拟地,它们只能通过一点连接起来。信号层最值得关注是高速时钟信号,除了保持信号线尽量短、与它相邻的地线面尽量完整以外,还要注意避免换走线层。

PCB 就像一个完整产品的缩影。一个有着良好地平面的 PCB,不但可以降低流过共模电流产生的压降,同时也是减小环路的重要手段。根据频率和类型分隔 PCB 上的电路;印制导线的布设应尽可能的短,在高频回路中更应如此,同一元件的各条地址线或数据线尽可能保持一样长;高速线路和时钟信号线要短且要直接连接,为使串扰最小,通过合理的布局使各种连线尽量短,由于串扰程度与施扰信号的频率成正比,因此使高频信号线远离敏感信号线,在施扰线与受扰线之间布一根地线,可以将串扰降低。

1.2.2 采用干扰滤波技术降噪方法

采用滤波技术降噪方法有:对电源线和所有进入 PCB 的信号进行滤波,0.1 μF 电容和 0.01 μF 电容是当今高速电路设计中最常用的去耦电容。对于相同容值的电容并联,引线电感和寄生电感并联后会减小,使得整体的阻抗会呈下降趋势,这有利于去耦电容的工作频率升高。旁路模拟电路的所有电源供电和基准电压引脚,旁路快速开关器件,在器件引线处对电源/地去耦;用多级滤波来衰减多频段电源噪声;把晶振安装嵌入到板上并且接地;在适当的地方加屏蔽;安排邻近地线紧靠信号线,以便更有效地阻止出现新的电场;对有干扰的引线进行屏蔽和绞在一起,以消除 PCB 上的相互耦合。

2 DSP 软件方面的电磁兼容

尽管在电路方面采取了大量的技术措施阻止干

扰进入电路,但是由于实际电磁环境十分复杂,没有一个设计能够 100% 保证干扰不会进入电路。因此,在软件方面采取一些措施是十分必要的。特别是在一些很难实施有效电磁兼容硬件设计的场合,软件的措施更有必要。软件本身不属于 EMC 范畴,但它可以作为一种容错技术在 EMC 中应用。它的作用主要集中在产品的抗扰度技术中,如通过软件陷阱抵御因干扰造成的 CPU 程序“跑飞”;通过数字滤波消除信号中的噪声以提高系统精度;通过合理的软件时序机制,避开干扰效果的呈现等。

DSP 软件方面的降噪方法包括:

1) 加入看门狗技术。看门狗是常用的一种防止处理器发生死机的技术,其作用是当程序不正常时,使处理器复位,防止发生长时间的死机现象。当 PC 值失控使程序失控后, CPU 进入非程序区,这时可用一条引导指令,强迫程序进入初始入口状态,进入程序区,可每隔一段设置时间间隔,具体数值要靠设计人员根据实际应用情况来确定,通常选在 10 ms~1 s 之间。

2) 其他措施。应用一些知识对数据的合理性进行确认可以排除一些偶发性的干扰。例如:当某个数据受到干扰,发生了突变,尽管它的数值可能合理,但变化率不合理,也认为是错误数据。

3 结论

电磁兼容技术本身并不复杂,但现实中的电磁干扰现象却千差万别,因此解决电磁兼容问题并不是件容易的事,需要长期的实践和经验的积累。笔者着重描述了在 DSP 系统中,如何从硬件和软件 2 方面来消除电磁兼容的干扰,为 DSP 系统电路设计提供了技术支持。

参考文献:

- [1] 高嵩, 栾立秋, 王千里. 电磁干扰仿真显示效果可信度评判[J]. 四川兵工学报, 2010, 31(2): 20.
- [2] 郭银景, 吕文红, 唐富华, 等. 电磁兼容原理及应用[M]. 北京: 清华大学出版社, 2004.
- [3] 杨继深. 电磁兼容技术之产品研发与认证[M]. 北京: 电子工业出版社, 2004.
- [4] 顾欣, 毛志及. 电子设备的电磁兼容[J]. 北京广播学院学报, 2001, 35(2): 17-20.
- [5] 王庆斌, 刘萍, 尤利文. 电磁干扰与电磁兼容技术[M]. 北京: 机械工业出版社, 1999.
- [6] 邓重一. 浅谈 DSP 系统中的电磁兼容问题[J]. 半导体技术, 2003, 28(7): 13-16.