

# 电子仪器仪表中电磁干扰的抑制方法研究

罗飞

北京机械工业自动化研究所有限公司

DOI: 10.12238/ems.v4i3.5499

**[摘要]** 电子设备是现代技术的成果,电子设备在集成化发展进程中,受到的电磁干扰的影响也持续加剧,扩大了电磁干扰影响。电子设备在电磁干扰环境中,会表现出高感度特点,导致电子设备损坏和失效。因此必须做好科学防护与干预,减小电磁干扰对电子设备的伤害,保障电子设备应用的安全性。

**[关键词]** 电子仪器仪表; 电磁干扰; 抑制方法

**中图分类号:** TG391 **文献标识码:** A

## Research on Suppression Methods of Electromagnetic Interference in Electronic Instruments

Fei Luo

Beijing Machinery Industry Automation Research Institute Co., Ltd

**[Abstract]** Electronic equipment is the result of modern technology. In the process of integrated development of electronic equipment, the influence of electromagnetic interference continues to intensify, expanding the influence of electromagnetic interference. Electronic equipment will show high sensitivity in the electromagnetic interference environment, which will lead to damage and failure of electronic equipment. People must do a good job of scientific protection and intervention, reduce the damage of electromagnetic interference to electronic equipment, and ensure the safety of electronic equipment application.

**[Key words]** electronic instruments; electromagnetic interference; suppression method

### 引言

电磁兼容性(EMC)是指设备或者系统在其电磁环境中符合要求运行并不对其环境中的任何设备产生无法忍受的电磁干扰的能力<sup>[1]</sup>。EMC可以分为设备间的和系统间的。系统间的EMC分析主要是指两种业务系统(如IMT系统和射电天文系统)之间的兼容问题,研究的目的是获取两种业务系统能够共存的参数。

### 1 电磁干扰的传播方式和危害

#### 1.1 传播方式

电磁干扰会产生两种磁场:一种是似稳场,因干扰对象的尺寸与干扰信号波长相比较小,通过电磁感应入侵干扰对象的传输线路,或直接传到电子设备的运行系统;另一种是辐射场,因干扰对象的尺寸与干扰信号波长比较大,辐射激发的电磁能量会入侵被干扰对象的运行系统。

#### 1.2 危害

电磁脉冲会干扰电子设备,并且通过多途径耦合到电子控制设备中,造成电子设备误动,引发间歇式干扰影响、系统混乱等问题。对于电子计算机设备,当瞬间流过机柜电磁干扰电流较大时,会引发信号线、电流线噪声,从而影响中央处理器性能,还会降低处理能力,产生数据影响。电磁干扰干扰脉冲、电磁干扰,属于接触型电磁辐射,会加剧辐射噪声,干扰信号线运行,同

时会导致电子缓存器数据丢失。

### 2 仪表测控技术的组成结构

#### 2.1 远程监控技术

在仪表测控技术的应用中,远程监控技术是关键。电力工作人员对该技术的应用过程中,对于各种仪表系统实施监督控制,以使技术人员及时发现仪表问题,并及时采取科学有效的措施处理<sup>[2]</sup>。通常而言,远程监控技术主要是在距离通信和操作上集中运用,其不仅是电气工程中比较重要的功能性系统,同时也是其重要的结构组成。

#### 2.2 现场总线监控技术

中国的电力事业在近年来呈现出快速发展态势,电气自动化工程受到高度关注,对于仪表测控技术的要求越来越高,促使该技术向现场总线监控方向发展。事实上,应用该技术的时候,当仪表设备处于运行状态过程中,可以实现跟踪监控,在整个的电气自动化工程运行的过程中实现过程监控,使得现场监控具有实时性,可以随时获得信息,保证信息的真实可靠性,而且该技术的应用中还可以使得不同系统之间的监测功能之间有效连接,自动监督控制网络得以形成,由此达到全面监控的效果。

### 3 电子仪器仪表中电磁干扰的抑制方法

#### 3.1 屏蔽技术

屏蔽技术设计有两个要点。(1)屏蔽体要有连续导电性,屏蔽体是完整的。然而现实操作中,仪器外壳或表面会有很多开口、结合缝隙等,因此屏蔽没有设计好,就会降低屏蔽效能。(2)导体不能直穿过屏蔽体,否则屏蔽效能会损失99.9%以上。为此,要求技术人员合理处理这些电缆线。核电子仪器中,针对电磁耦合干扰,可用双绞屏蔽线;针对敏感的、高频噪声严重的电路,可使用金属罩屏蔽,并对金属罩进行固定。

### 3.2 简易干扰

简易干扰法是送电检查中十分重要的检测方法,在数字处理仪器维修、分析仪器以及记录仪器的维修中,具有比较好的效果。该方法是利用小螺丝刀触碰信号输入端,输入干扰信号,然后观察指针的指示情况,再根据指针是否存在位移来判断仪器可能存在的问题。该方法需要在确定送电电路的基础上开展,必须采用一级一级的开展方式,然后根据从后向前的顺序进行检查。具体实施过程中,指针没有动的一级是存在故障的。使用该方法利用仪表目前比较完善的运行体系,能够对任何外部干扰迅速做出反应,如果有外界因素介入,指针就会有比较明显的移动,如果没有变化则说明仪表存在损坏,方便检测人员初步确定故障位置。

### 3.3 接地技术

接地是将电路、设备机壳和作为零电位的公共参考点(大地)实现低阻抗相连,其目的有两个:一是保证设备安全,存在漏电现象时,不会危及人身安全;二是为系统提供基准电位或抑制干扰。抗干扰接地形式多样,例如屏蔽室、屏蔽层接地、屏蔽电缆接地、精密仪器保护装置接地等。根据核电子仪器的运行特点,采用接地技术要注意以下几点。(1)设计3条分开的地线,第1条是低电平地线,第2条是强电地线,第3条是仪器外壳地线,而且3条地线在一点连接接地。(2)模拟地线、数字地线分开设置,并在一点接于电源地。(3)精密芯片和大功率器件的地线要单独接地。(4)接地线直径要大,能通过印制板3倍以上的电流,且构成死循环回路,以减小地线的电位差。

### 3.4 引入先进技术

目前电子仪器仪表中使用大量的不同类型技术,为了做好维修管理工作,也要引入维修检测技术,方便维修管理人员更好地控制化工仪表的运行,提升工作的效率和质量。比如可以引入智能分析技术,通过对仪器仪表工作状况的监控,智能系统可以自动完成对各类问题的判断和反应,给检修人员提供故障信息和维修建议,能降低员工的工作量,优化仪器仪表技术。同时,该技术也能在生产中不间断地进行电子仪器仪表的状态监测,具有问题发现速度快、判断准确、反应迅速的优势,可以极大程度上提升化工生产的总体效益。

### 3.5 优化电缆设计

技术人员利用系统内的电缆可以感应出高电流与高电压。电缆接收电磁干扰辐射噪声,优化电缆保护系统设计,能够加强系统抗电磁干扰干扰效果。为了避免电磁干扰辐射耦合到电缆,电缆要采用屏蔽电缆方式。两机箱采用屏蔽电缆互连,利用电缆

屏蔽层将两个机箱连接在一起。电缆屏蔽层、机箱采用360°搭接,以此确保低阻抗效应<sup>[3]</sup>。此种方式可以使两组机箱电位同升、同降,避免一台机箱电磁干扰。然而,共模电压升高时,会影响另一台机箱。

### 3.6 频域防护

频域防护的原理如下:对系统的频率特性进行分析,然后采用滤波的手段,将干扰频段的信号全部滤除,只保留需要的频率段的信号,从而起到防止高功率微波进入的效果。在实际应用中,这种方法主要被应用到电缆的防护中,防止高能量微波通过电缆耦合的方式进入系统。在频域防护中,滤波器对微波的处理方式主要有两类,一种是损耗滤波器,其能够将干扰频率上的高功率微波能量损耗掉,从而达到滤波的效果;另一种是将干扰频率上的高功率微波反射掉,从而达到滤波的效果。在具体的使用时,通常会采用两种方法联合应用的方式来提供滤波的效果。

### 3.7 硬件方面的抗干扰措施

(1)PCB板设计为四层。顶层下是电源层,元器件的电源引脚直接接到电源,不用穿过地平线;底层是信号层,信号走线空间大,布线难度低,且抗干扰能力强。(2)在模拟电路中,为减小共模信号对电路板的影响,探头处使用差动放大电路,双端输出信号;接收信号时,将双端信号转化为单端信号,从而抑制共模信号。(3)外界交流电路会产生工频干扰,影响模拟信号质量,遂在电路中加装低通滤波器和有源滤波器。

### 3.8 软件方面的抗干扰措施

(1)该辐射仪的输入通道,其模拟信号较弱,有干扰时数据采集误差变大。为消除误差,在DSP模块采用取舍法,对干扰和信号进行数字滤波,消除大部分干扰。(2)单片机面对强干扰,易造成程序计数器的PC值改变,导致程序异常。对此,在关键处使用引导指令,捕获乱飞程序,将其引向复位入口地址;配合软件“看门狗”,监视程序的运行,一旦出现故障计数器就会溢出,系统复位并重新运行程序。

### 3.9 仪表测控防干扰技术

随着仪表测控防干扰技术发展起来并合理运用,使得仪表测控作业质量有所保证,作业效率大大提升,有关作业人员在具体的工作中要合理应用防干扰技术,使得仪表测控工作顺利展开并获得良好的效果。比较常用的仪表测控防干扰技术主要包括三类,即隔离技术、屏蔽技术以及软件技术。其中的隔离技术主要包括两个部分:第一个部分是可靠绝缘技术;第二个部分是合理配线技术。屏蔽技术在具体应用的过程中需要将金属导体充分利用起来对屏蔽的元件、组合件、信号线以及电路进行包围处理。通常而言,在应用该技术的时候,对于电流性噪声耦合可以起到抑制的作用,还能够进行磁屏蔽。在应用软件抗干扰技术的时候,通过合理应用实时控制软件,就可以完成各项具体的作业<sup>[4]</sup>。

### 3.10 优化布线方案

在电子仪器中,印刷电路板的设计是抗干扰举措的一个重点,优化布线方案,能提高抗干扰能力。电路板导线之间的电耦

合、磁耦合、电磁耦合相互干扰,布线时应注意以下几点。(1)芯片上的数据线、地址线长度保持一致,并尽量缩短长度。(2)PCB板的两面,线路要垂直布设,避免相互干扰。(3)减小回路环的面积,以降低感应噪声。(4)不论是电源线,还是地线,直径不宜过小,电流和信号的流向保持一致。(5)电路板上的铜模线,采用45°折线,以减少高频信号对外发射、耦合。(6)模拟信号要避开高频器件、大电流器件。(7)如果模拟信号线很重要,那么可采用地线包围的方式减小电磁耦合。(8)尽量采用多层板层叠式设计,以降低布线难度,提高信号质量。元器件和集成芯片的布置应注意以下几点。①元器件尽量集中布置,不同功能模块要分开,和对应的电源、地线连接,并集中在一点接地。②集成芯片、外围扩展电路,两者布置在一起,以缩短数据和地址总线的长度。③如果器件发热量大,就应布置在印刷板的上方,以避免开受温度影响的器件<sup>[5]</sup>。④如果集成电路闲置不用,其输入端、I/O口不能悬空,在不改变系统逻辑的条件下接地线或电源。

#### 4 提升电子仪器仪表管理工作的措施

##### 4.1 加强员工培训

通过提升员工整体素质,能更好地利用仪器仪表的维修管理技术,准确确定仪器仪表的故障和问题,并快速采取有效措施展开维修工作。为此,需要加强内部文化建设,保证工作人员都明确电子仪器仪表需要严格管理,以及坚持科学的维修管理观念。在培训工作中,相关人员应该按照发展的眼光看待仪器仪表的维修问题,积极投入工作,提升工作人员的专业能力,保证人员整体素养。对于一些具有潜力的工作人员,企业应该继续对其培养,聘请仪表专家为这类人员讲解电子仪器仪表的工作原理和维修方式,并加强企业之间的交流,方便人员分享和获得经验。针对维修管理工作,也需要建立起专门的绩效考核制度,立足于各岗位的员工工作内容,定期考核和审查员工,使用有效的激励手段,让员工可以积极主动参与到工作当中,提升员工对维修管理工作的态度。

##### 4.2 完善巡查制度

为了能够有效提高自动化仪表的检修及维护工作水平,还需要加强相应的日常巡查工作,提高自动化仪表的巡查力度,企

业应当制定详细可行的巡查方案,围绕化工自动化仪表的运行状态进行合理分析,使其能够具备最为合理的巡查间隔,降低自动化仪表应用不当所带来的安全隐患。当然相应的巡查制度还需要对维护人员形成良好的约束能力,充分提高化工自动化设备的监管效率,落实各项巡查制度。

##### 4.3 检修管理

在检修工作进行的过程中,相关工作人员需要对检修技术加以重视,对设备材料统一进行管理,专业工作人员需要加强检验工作落实的情况,在对材料质量验收完成后,及时将材料进行入库。现场管理工作人员,要对材料物资进行入库管理记录,按照规格、质量、数量和型号进行分类,根据物资性能做好保障工作,对剩余未使用的材料进行退库处理<sup>[6]</sup>。除此之外,检修工作的开展还需要具有统一性和完善性,保证检修技术人员专业技术水平的基础上,开展培训工作,为行业今后的发展奠定积极、有效的条件。

#### 5 结束语

综上所述,电磁干扰会影响电子仪器的运行精度,甚至造成经济损失。所以必须采取有效措施抑制对电子仪器仪表的电磁干扰。确保仪器正常运行,提高电子设备的稳定。

#### [参考文献]

- [1]丁学智,吴增超.电磁干扰与电子通信设备的机柜结构设计[J].集成电路应用,2022,39(05):246-247.
- [2]周子星.降低机电设备电磁干扰的电缆隔离方法研究[J].科技与创新,2021,(22):27-29.
- [3]侯蕊,张英,徐子栋.电子仪器仪表计量管理及计量检测的意义[J].设备管理与维修,2021,(16):13-15.
- [4]宋晗.电子仪器仪表中电磁干扰的抑制方法研究[J].中国设备工程,2021,(14):147-148.
- [5]贾圣钰,赵争鸣,施博辰,等.电力电子系统电磁干扰数值建模分析[J].电工技术学报,2021,36(11):2383-2393+2423.
- [6]化麒,李艳红,许冲.电子仪器电磁干扰问题探究[J].电子元器件与信息技术,2021,5(02):11-12.