
深圳市赛盛技术有限公司

EMC 技术期刊

(2008 年第七期)

编辑: 深圳市赛盛技术有限公司期刊编辑部

主编: 蒋万良

本期责任编辑: 杨志奇

支持网站: 赛盛技术 (网址: www.ses-tech.com)

地址: 广东省深圳市南山区科技园科发路 2 号朗峰大厦 606A **邮编:** 518057

电话: 0755-26532650 **传真:** 0755-26532652

E-mail: customer@ses-tech.com

如果需要订阅《EMC技术期刊》，请填写真实的公司名称，姓名，联系电话，E-mail 等信息，
发送邮件到: catton.yang@ses-tech.com

※期刊摘要

- ◇ [行业动态](#)
- ◇ [整改案例](#)
- ◇ [技术文章](#)
- ◇ [知识点滴](#)
- ◇ [问题解答](#)

● 行业动态

高速电力线通信电磁兼容技术标准的研究动态

1、前言

近年来，电力线通信（Power Line Communications, PLC）技术发展非常迅速，现在已经进入初步应用阶段。PLC 系统充分利用电力系统的广泛线路资源，通过 OFDM（Orthogonal Frequency Division Multiplexing, 正交频分复用）等技术可以在同一电力线不同带宽的信道上传输数据。但是由于电网中传输的是强电，而且电网的稳定性比传统的通信网差得多，使得电力线通信线路的电磁环境极为复杂。这就给电力线通信系统提出了更高的电磁兼容要求，电磁兼容技术也成了实现电力线通信所需的关键技术之一。

2、各国际标准化组织对 PLC 的研究情况

在世界范围内，IEC 的 CISPR/I 分会以及 ITU-T 等国际组织对 PLC 的电磁兼容相关标准做了大量研究并讨论了相应技术要求。欧洲从 2000 年起开始研究 PLC 系统的技术框架和技术标准，目前已经取得了一定的进展。主要相关的国际组织有 CENELEC 和 ETSI，前者侧重电磁兼容问题，后者侧重通信技术方面的统一标准。

2.1 IEC/CISPR I 分会

PLC 设备属于信息技术设备，应符合 IEC/CISPR22《信息技术设备的无线电干扰限值和测量方法》的要求。但是由于 PLC 设备特殊的工作模式，其传导干扰无法满足现行标准的要求。在 2002 年的 IEC 会议上曾有代表建议对 CISPR22 进行针对 PLC 的修改（会议文件编号：CISPR/I/44/CD），增加一个专门针对 PLC 设备的“多用途端口”，其定义为：连接到低压分布式网络，支持数据的传输和通信，结合了电信端口和电源端口功能的端口。

对于 PLC 设备，该文件建议要求它的传导干扰既满足现有标准电源端口的限值，也满足电信端口的限值。这样多用途端口的干扰测试就要进行两次：

- (1) 作为电源端口（关闭它的通信功能），用通常的 V 型网络（AMN）进行测试。

(2) 作为电信端口，用新型的 T 型网络进行测试。

这种测试方法基于以下原理：

(1) 消费类产品的电源是非对称干扰源，它所产生的干扰用 V 型网络 (AMN) 来进行测试是非常合适的。

(2) 与之相反，采用共模信号进行通信的电信端口，它所产生的干扰要比差模信号所产生的干扰小得多。T 型网络很适合用于共模干扰的测量，因为适当的网络参数可以提供从差模信号到共模信号转换所需要的纵向转换损耗 (LCL)。

针对以上的理论，该文件建议对 CISPR22 进行较大的修改，增加大量有关多用途端口的内容，以及相关的测试设备要求、试验布置要求和测试方法等。但是，这项建议没能获得最终的通过。参加会议的各个会员对这项建议的意见分歧很大，主要有：

(1) 一部分 CISPR 会员认为 PLC 的相关内容应该转由 CISPR/A 分会负责，一部分会员对此表示反对，认为 PLC 的研究还是应该留在 I 分会中。

(2) 有些会员对 CISPR/I/44/CD 提出的测试方法能否彻底避免 PLC 设备对其他设备造成的不良影响表示怀疑。

(3) 有些会员认为这一测试方法违背了 CISPR22 中“被测设备应该工作在最大发射状态下”的原则。

(4) 有些会员认为世界各地的电网状况不尽相同，确定一个合适的 LCL 值是很困难的。

随后，在 2005 年的 CISPR 会议上，CISPR/I 成立了一个特别工作组 (PLT TASK FORCE) 来负责 PLC 相关标准的研究工作。该工作组将负责继续研究对 CISPR22 的相关修改，包括定义、限值、测试条件和测试方法等内容。特别组共准备发表 7 份相关技术文件。

2006 年 3 月该组织发表了第一份文件，介绍安装 PLT 设备的电网结构。主要阐述如下内容：

1、电网拓扑结构，尤其是低压电网拓扑结构。当 PLT 系统工作时，接入终端的传输信道就是低压电力线。对于既有电力线不可能为了 PLT 系统进行大规模改造，因此必须充分了解低压电力线

拓扑结构，特别是农村、市区，居住环境、商业环境、办公环境的拓扑结构。才能进行 PLT 网络规划设计。

2、PLT 接入关键设备 EMC 特性：电网接入设备是 PLT 系统正常运行的关键之一。由于传统高压、中压、低压电网都是针对工频电力信号设计，所有设备的高频特性研究是十分艰巨的。特别是低压电网设备产生的各种高频骚扰有可能直接通过电网与 PLT 通信信号相互叠加，影响 PLC 网络运行。

在 ITU-T 目前发布的 EMC 建议中，电力线通信网络和设备应符合 K. 60 《电信网络电磁干扰限值 and 测量方法》的要求。K. 60 规定了从 9kHz 到 3GHz 频段通信网络的电磁辐射干扰限值，给出了 9kHz 到 400GHz 频段的测量方法，还提供了在通信网络中定位和寻找无线电干扰源的程序和一些解决干扰的措施。

目前 ITU-T 第五研究组正在加紧研究关于针对 PLC 修订 K. 60 的问题。欧洲 European Broadcasting Union 等机构的代表递交文稿建议加严 K. 60 的限值，从而防止 PLC 对其他广播和通信业务造成干扰，也有代表对此表示反对。各国代表目前正在积极地研究和搜集素材，以便为合理地管制 PLC 的电磁干扰提供依据。

K. 60 并没有规定电源端口传导干扰方面的限值，因此对于 PLC 网络和设备，符合 K. 60 要求并不困难，只要在设计制造时适当采取控制电磁辐射干扰的措施即可。

2.3 CENELEC

CENELEC 的 TC205/SC205A/WG10(家用及建筑物电子系统技术委员会/电源信号产品标准分委员会/高频发射与抗干扰工作组)和 TC210/SC210A(通用 EMC 标准技术委员会/信息技术设备 EMC 标准分委员会)负责 PLC 电磁兼容标准研究工作。其中，SC205A 研究物理和 MAC 层。该工作组的研究发现，当考虑接入网络和室内网络共存的情况时，OSI 的传统分层结构将不能满足需求。

特别值得关注的是，CENELEC 和 ETSI 两个标准化组织 5 个专业机构联合组成了电信网络 EMC 标准联合工作组 (CLC/ETSI JWG)。

2.4 ETSI

ETSI 专门成立了 PLC 研究工作组 EP PLC，从 2000 年开始陆续公开了两个 PLC 技术规范和 9 个技术报告。EP PLC 主要致力于制定 PLC 产品和系统的技术规范，已列入 ETSI 工作计划且与电磁兼容相关的共有如下几项：

TR 102 258 (2003-09) LCL 回顾与统计分析；

TR 102 259 (2003-09) EMI 回顾与统计分析；

TR 102 270 (2003-12) 基本低压分布网络 (LV DN) 测量数据；

TR 102 324 (2004-05) 电力线通信系统辐射发射特性与测量方法技术水平；

TR 102 370 (2004-11) 3MHz~100MHz LV DN 基础测量数据。

3、各国对 PLC 标准的研究

目前定义了 1~30MHz 范围内电信网络辐射干扰限值的技术标准共有 4 个：德国的 NB30、英国的 MPT1570、美国的 FCC Part15 以及国际电信联盟于 2003 年 7 月推出的 ITU-T K. 60. 其中，由各个国家制定的相关标准如下。

3.1 美国 FCC

高速 PLC 系统符合 FCC part 15 定义的载波电流系统。PLC 系统通过电力线以传导的方式传输信号，可认为是无意发射源，因此 47CFR § 15. 205 的要求对 PLC 不适用。

通常来讲满足辐射限值的系统可以保护正常工作的系统不受干扰。但是 FCC 不仅仅强调辐射限值的制定，考虑到不同的测量方法和测量过程存在测量不确定度，FCC 认为一致性检验过程的制定也同样重要。

3.2 德国 RegTP

德国 RegTP (The Regulating Administration for Telecommunications and Posts of Germany) 于 1999 年 1 月制定了 NB30 标准。规定了 9kHz~3GHz 通信系统辐射干扰限值，包括有线电视、xDSL、PLC 等系统。

3.3 英国

英国于 2003 年 1 月针对 PLC 系统制定了 MPT1570 规范，规定了 9kHz~1.6MHz 磁场辐射限值，见表 3. 该标准规定使用满足 IEC CISPR16-1 的环天线和接收机进行测量。主要目的是保护广泛使用的广播接收机。

澳大利亚 ACA 不对 525 kHz 以上频段进行要求奥地利 政府部门已经停止 PLC 试验计划，结论表明 PLC 在 2~30 MHz 时引起的干扰不能减小到可接受的程度芬兰 FICORA 年报（2001）根据测量结果，决定只有在 PLC 技术解决干扰和安全问题后才能商用。在欧洲标准出台前，采用 NB30 限值日本 MPHPT 决定不给 PLC 系统增配许可频率。建议继续进行研究如何减小干扰问题

由于 FCC 对 PLC 辐射限值制定较松，从而使 PLC 系统在美国得到迅速发展；欧盟一些国家持谨慎发展态度，欧洲各国正在等待欧盟标准的最终制定；BBC 等传统广播通信系统出于自我保护的考虑，对 PLC 系统提出较苛刻的限制要求。

4、结论

PLC 技术的标准化工作至今仍在缓步进行，对传导干扰进行定义及限值制定等问题至今很难达成一致认识，但是作为一种资源广泛的通信网络技术，电力线通信的市场需求仍然存在，只有各方共同努力，才能使 PLC 系统更好地服务于广大用户。

● 整改案例

无线数据采集器用滤波电容解决通讯端口的 EFT 问题

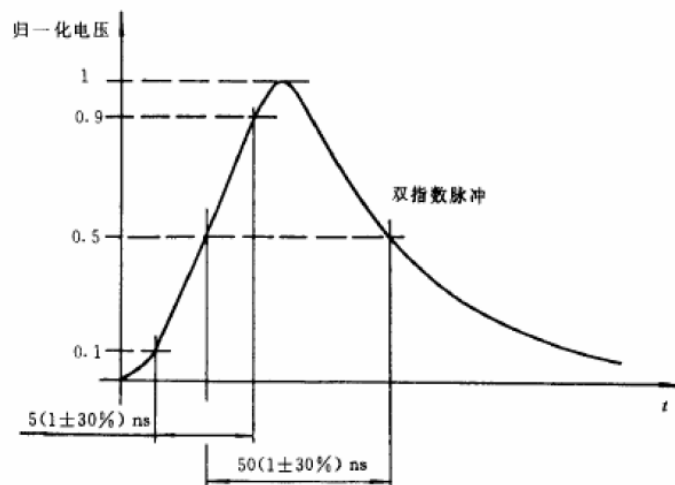


设备描述：该设备与电表用 485 通讯，读取电表的值，将读取的度数值通过 GPRS 传输至无线终端，实现自动抄表的功能；

试验现象：在信号端口（485）实验的过程中：出现通讯中断；

实验介绍：研究表明，当电路中机械开关对电感性负载的切换，经常会对同一电路中的其他电气和电子设备产生干扰。在实验室中通常用 EFT（电快速瞬变脉冲群）来进行模拟实验，以达到重现故障以及排查故障的目的；

实验波形介绍：



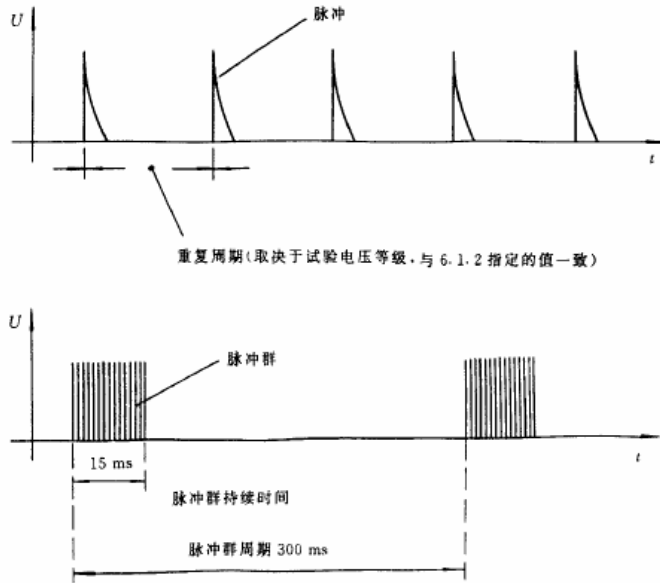
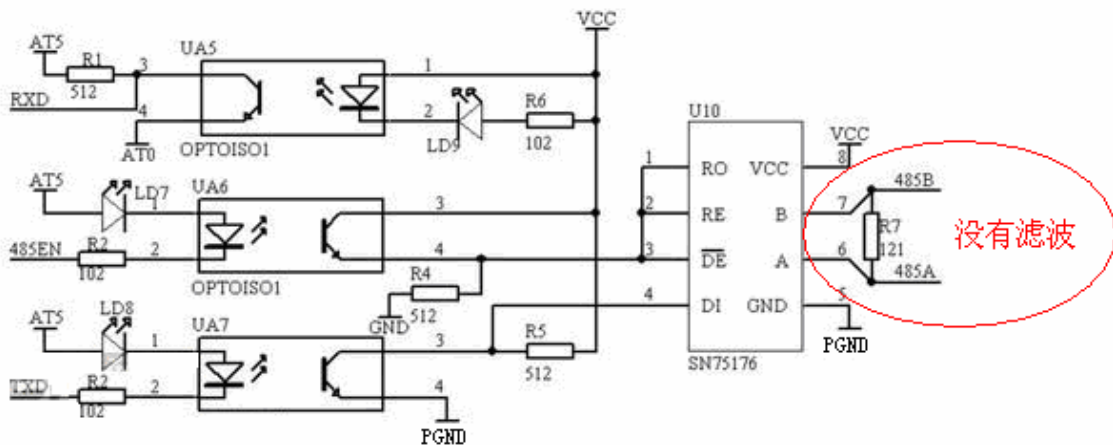


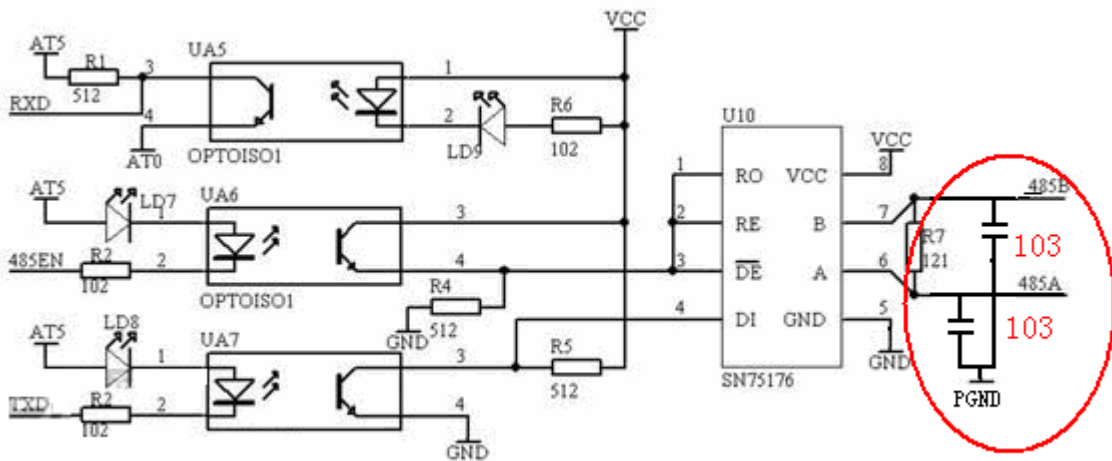
图 2 快速瞬变脉冲群概略图

脉冲上升时间: $5\text{ns} \pm 30\%$; 脉冲持续时间: $50\text{ns} \pm 30\%$;
 脉冲重复频率: 5kHz ; 脉冲群持续时间: 15ms ; 脉冲群重复周期: 300ms ;

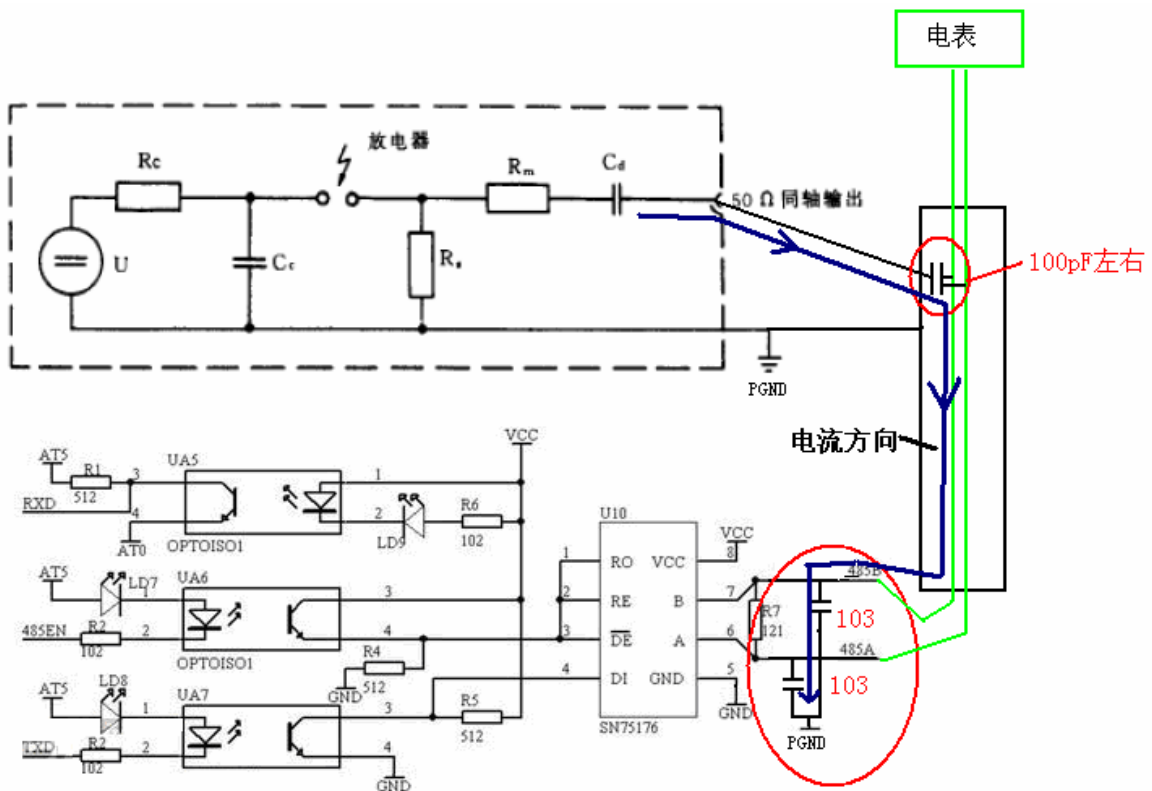
分析:

从上面的指标可以看出, 脉冲群干扰的频率覆盖大约为几十兆到100兆; 从实验现象来看导致通讯异常是因为单片机出现异常, 说明EFT干扰通过信号线耦合至单片机电路, 出于成本的考虑, PCB单板为双面板不能更改; 因此解决这个问题必须通过“堵或者泄放”的方式进行; 由于设备有接地线, 采用泄放的方式比较合适; 分析信号端口发现, 我们信号端口没有任何滤波;





考虑到干扰频率的频谱特性，我们在接口增加了插件的 103 电容；用来滤除几十兆的干扰；加上电容后测试，在整个实验中通讯都没有异常；彻底的解决了通讯终端的问题；



结论：从该案例中我们发现在 EFT 实验时，增加对大地的电容，能够很有效的将干扰导到大地，通过大地将干扰信号回到仪器的源端，降低干扰耦合至单板内部的概率；

● 技术文章

开关电源的 EMC 设计

(本文转载于今日电子)

开关电源因体积小、功率因数较大等优点，在通信、控制、计算机等领域应用广泛。但由于会产生电磁干扰，其进一步的应用受到一定程度上的限制。本文将分析开关电源电磁干扰的各种产生机理，并在其基础之上，提出开关电源的电磁兼容设计方法。

开关电源的电磁干扰分析

开关电源的结构如图 1 所示。首先将工频交流整流为直流，再逆变为高频，最后再经整流滤波电路输出，得到稳定的直流电压。电路设计及布局不合理、机械振动、接地不良等都会形成内部电磁干扰。同时，变压器的漏感和输出二极管的反向恢复电流造成的尖峰，也是潜在的强干扰源。

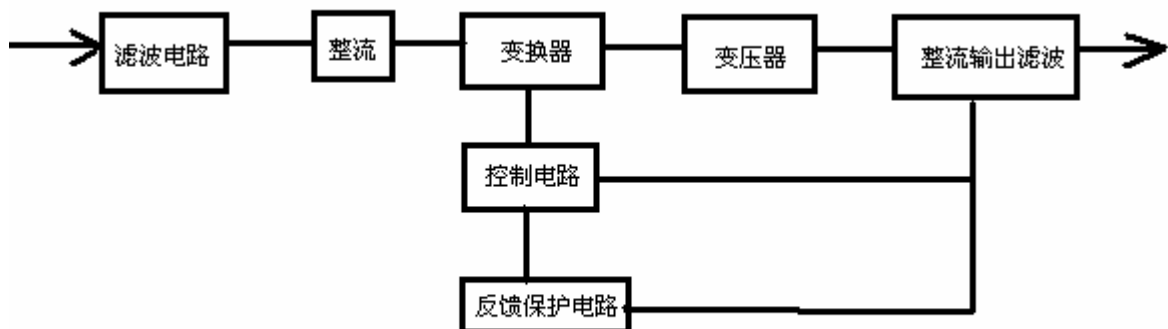


图 1 AC/DC 开关电源基本框图

1 内部干扰源

● 开关电路

开关电路主要由开关管和高频变压器组成。开关管及其散热片与外壳和电源内部的引线间存在分布电容，它产生的 du/dt 具有较大幅度的脉冲，频带较宽且谐波丰富。开关管负载为高频变压器初级线圈，是感性负载。当原来导通的开关管关断时，高频变压器的漏感产生了反电势 $E = -L di/dt$ ，其值与集电极的电流变化率成正比，与漏感成正比，

迭加在关断电压上，形成关断电压尖峰，从而形成传导干扰。

- 整流电路的整流二极管

输出整流二极管截止时有一个反向电流，其恢复到零点的时间与结电容等因素有关。它会在变压器漏感和其他分布参数的影响下产生很大的电流变化 di/dt ，产生较强的高频干扰，频率可达几十兆赫兹。

- 杂散参数

由于工作在较高频率，开关电源中的低频元器件特性会发生变化，由此产生噪声。在高频时，杂散参数对耦合通道的特性影响很大，而分布电容成为电磁干扰的通道。

2 外部干扰源

外部干扰源可以分为电源干扰和雷电干扰，而电源干扰以“共模”和“差模”方式存在。同时，由于交流电网直接连到整流桥和滤波电路上，在半个周期内，只有输入电压的峰值时间才有输入电流，导致电源的输入功率因数很低（大约为 0.6）。而且，该电流含有大量电流谐波分量，会对电网产生谐波“污染”。

开关电源的 EMC 设计

产生电磁干扰有 3 个必要条件：干扰源、传输介质、敏感设备，EMC 设计的目的就是破坏这 3 个条件中的一个。针对于此，主要采取的方法有：电路措施、EMI 滤波、屏蔽、印制电路板抗干扰设计等。

1 降低开关损耗和开关噪声的软开关技术

软开关是在硬开关基础上发展起来的一种基于谐振技术或利用控制技术实现的在零电压/电流状态下的先进开关技术。

软开关的实现方法是：在原电路中增加小电感、电容等谐振元件，在开关过程前后引入谐振，消除电压、电流的重叠。图 2 给出了一种使用软开关技术的基本开关单元。

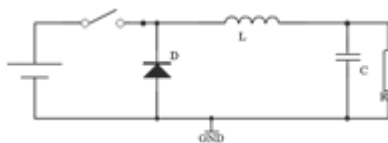


图 2 降压斩波器中的基本开关单元

2 减小干扰源干扰能量的缓冲电路

在开关控制电源的输入部分加入缓冲电路（见图 3），其由线性阻抗稳定网络组成，

用于消除电力线干扰、电快速瞬变、电涌、电压高低变化和电力线谐波等潜在的干扰。缓冲电路器件参数为 D1 为 MUR460, R1=500Ω, C=6nF, L=36mH, R=150Ω。

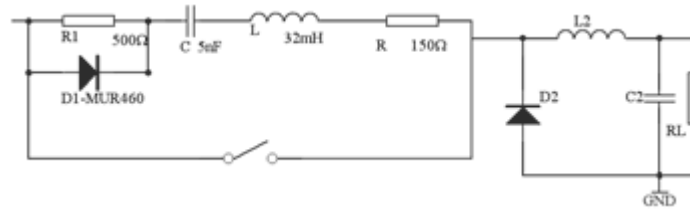


图 3 缓冲电路

3 切断干扰噪声传播路径的 EMI 滤波

在开关电源输入和输出电路上加装 EMI 滤波器，是抑制传导发射的一个很有效方法。其参数主要有：放电电阻、插入损耗、Cx 电容、Cy 电容和电感值。其中，插入损耗是滤波器性能的一个关键参数。在考虑机械性能、环境、成本等前提下，应该尽量使插入损耗大一些。用共模、差模干扰的测量结果与标准限值，加上适当的裕量可得到滤波器的插入损耗 IL。

$$IL_{CM}(dB) = V_{cm}(dB) - V_{limit}(dB) - 3(dB) + M(dB) \quad (1)$$

$$IL_{DM}(dB) = V_{DM}(dB) - V_{limit}(dB) - 3(dB) + M(dB) \quad (2)$$

式中，3dB 表示在分离共模、差模传导干扰的测试过程中测试结果比实际值大 3dB；M(dB)表示设计裕量，一般取 6dB；V_{limit}(dB)为相关标准如 CISPR,FCC 等规定的传导干扰限值。

图 4 是 220V/50Hz 交流输入的开关电源交流侧 EMI 滤波器的电路。Cy=3300pF, L1、L2=0.7mH, 它们构成共模滤波电路，抑制 0.5~30MHz 的共模干扰信号。Cx=0.1μF, L3、L4=200~500μH, 采用金属粉压磁芯，与 L1/L2、Cx 构成 L-N 端口间低通滤波器，用于抑制电源线上存在的 0.15~ 0.5MHz 差模干扰信号。R 用于消除可能在滤波器中出现的静电积累。

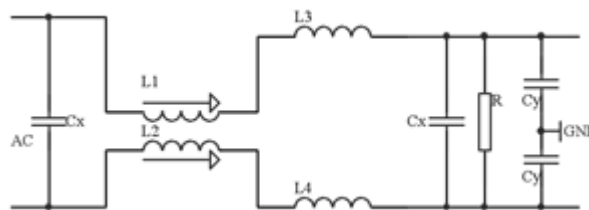


图 4 开关电源交流侧 EMI 滤波器电路

图 5 是开关电源的直流输出侧滤波电路，它由共模扼流圈 L1、L2，扼流圈 L3 和电容 C1、C2 组成。为了防止磁芯在较大的磁场强度下饱和而使扼流圈失去作用，磁芯必须采用高频特性好且饱和磁场强度大的恒 μ 磁芯。

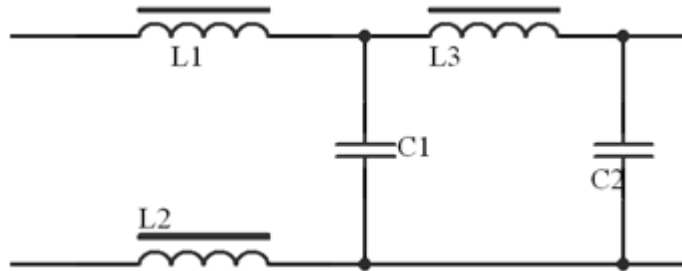


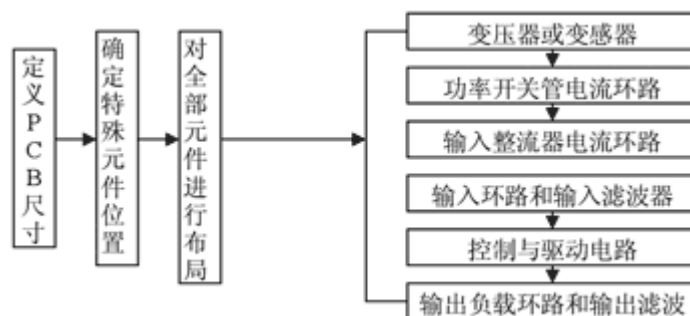
图 5 支流侧滤波电路

4 用屏蔽来抑制辐射及感应干扰

开关电源干扰频谱集中在 30MHz 以下的频段，直径 $r < \lambda/2\pi$ ，主要是近场性质的电磁场，且属低阻抗场。可用导电良好的材料对电场屏蔽，而用导磁率高的材料对磁场屏蔽。此外，还要对变压器、电感器、功率器件等采取有效的屏蔽措施。屏蔽外壳上的通风孔最好为圆形，在满足通风的条件下，孔的数量可以多，每个孔的尺寸要尽可能小。接缝处要焊接，以保证电磁的连续性。屏蔽外壳的引入、引出线处要采取滤波措施。对于电场屏蔽，屏蔽外壳一定要接地。对于磁场屏蔽，屏蔽外壳不需接地。

5 合理的 PCB 布局及布线

敏感线路主要是指控制电路和直接与干扰测量设备相连的线路。要降低干扰水平，最简单的方法就是增大干扰源与敏感线路的间距。但由于受电源尺寸的限制，单纯的增大间距并非解决问题的最佳途径，更为合理的方法是根据干扰电场的分布情况将敏感线路放在干扰较弱的地方。PCB 抗干扰布局设计流程如图 6 所示。



● 知识点滴

电路中芯片电源管脚旁边滤波电容的选择

电容在电路中主要用于保证电压和电流的稳定(起滤波作用),但是有一些电容比如一般芯片管脚的电容是滤除高频杂信号的,这种电容称为滤波电容,对于这种电容的要求我们需要考虑很多因素:

瓷片电容对高频滤除效果最好;

电解电容对低频的抑制效果就比其他的好;

独石、钽电容等,在温度系数方面比瓷片的好,而在滤除高频方面远没有瓷片的好。

机箱电源出来的电流如果用示波仪器观察会发现有很多的尖峰和杂波,这些尖峰和杂波都是主板不能稳定工作和 EMI 超标的根本原因;

许多人认为电容器的容值越大,滤波效果越好,这是一种误解。电容越大对低频干扰的旁路效果虽然好,但是由于电容在较低的频率发生了谐振,阻抗开始随频率的升高而增加,因此对高频噪声的旁路效果变差,下表是不同容量瓷片电容器的自谐振频率,电容的引线长度是

1.6mm。

电容值	自谐振频率 (MHz)	电容值	自谐振频率 (MHz)
1m F	1.7	820 pF	38.5
0.1m F	4	680 pF	42.5
0.01m F	12.6	560 pF	45
3300pF	19.3	470 pF	49
1800 pF	25.5	390 pF	54
1100pF	33	330 pF	60

尽管从滤除高频噪声的角度看,电容的谐振是不希望的,但是电容的谐振并不是总是有害的。当要滤除的噪声频率确定时,可以通过调整电容的容量,使谐振点刚好落在骚扰频率上。在电路中去耦电容和旁路电容都是起到滤波的作用,电容所处的位置不同,称呼就不一样了。对于同一个电路来说,旁路(bypass)电容是把输入信号中的高频噪声作为滤除对象,把前级携带的高频杂波滤除,而去耦(decoupling,也称退耦)电容是把输出信号的干扰作为滤除对象。旁路实际上就是给高频干扰提供一个到地的能量释放途径,不同的容值可以针对不同的频率干扰,希望在旁路作用时,电容的等效阻抗越小越好,这样更利于能量的排泄。

高频旁路电容一般比较小,根据谐振频率一般是 0.1u, 0.01u 等,而去耦合电容一般比较大,是 10u 或者更大,依据电路中分布参数,以及驱动电流的变化大小来确定。

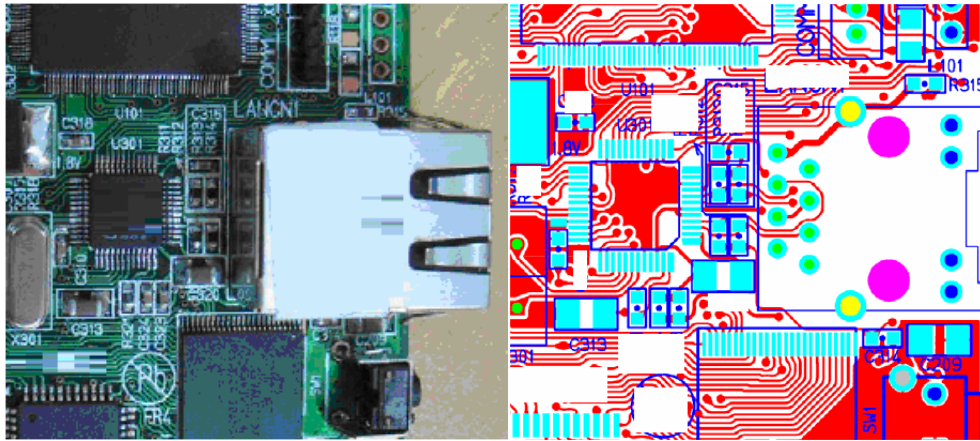
去耦电容在集成电路电源和地之间的有两个作用:一方面是本集成电路的蓄能电容,另一方面旁路掉该器件的高频噪声。数字电路中典型的去耦电容值是 0.1 μ F。这个电容的分布电感的典型值是 5 μ H。0.1 μ F 的去耦电容有 5 μ H 的分布电感,它的并行共振频率大约在 7MHz 左右,也就是说,对于 10MHz 以下的噪声有较好的去耦效果,对 40MHz 以上的噪声几乎不起作用。去耦电容取值一般为 0.01~0.1uF,频率越高,去耦电容值越小。

去耦电容和旁路电容没有本质的区别,电源系统的电容本来就有多种用途,从为去除电源的耦合噪声干扰的角度看,我们可以把电容称为去耦电容 (Decoupling),如果从为高频信号提供交流回路的角度考虑,我们可以称为旁路电容(By-pass)。而滤波电容则更多的出现在滤波器的电路设计里。电源管脚附近的电容主要是为了提供瞬间电流,保证电源/地的稳定,当然,对于高速信号来说,也有可能把它作为低阻抗回路,比如对于 CMOS 电路结构,在 0→1 的跳变信号传播时,回流主要从电源管脚流回,如果信号是以地平面作为参考层的话,在电源管脚的附近需要经过这个电容流入电源管脚。所以对于 PDS(电源分布系统)的电容来说,称为去耦和旁路都没有关系,只要我们心中了解它们的真正作用就行了

● 问题解答

我们在广大读者的提问中选取具有代表性的问题，作为后期（问题解答）栏目中的问题。欢迎各位读者踊跃提出自己的问题，我们将有专家为您解答。

读者甲：吴老师，您好！下图是我公司一个以太网接口板，在作静电测试时只能打到 3KV；测试 6KV 会死机不能自动恢复；请帮忙分析一下，谢谢！

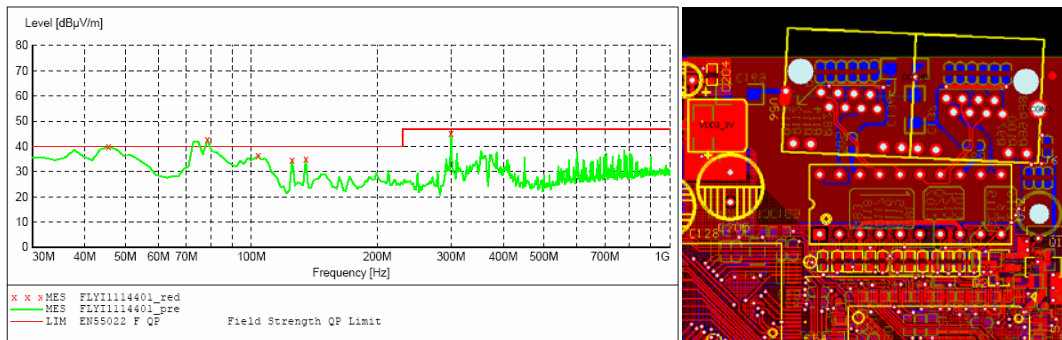


解答：

结合原理图进行初步分析，存在以下几个问题：

- 1、在网口连接器下面有与网口之间无关的数据信号走线；
- 2、网口连接器金属外壳的 PGND 与 GND 之间需要多点通过（0 欧姆或电容）搭接；
- 3、你 FHY 接口 AGND 与 GND 之间是通过 0 欧姆之间搭接的；一般我们是不分开的；
- 4、其他方面需要你测试一下单板 GND 可以承受几千 V 的静电，接口静电取决于整板的静电干扰能力。

读者乙: 有一款 VOIP 产品测试辐射的时候 40MHz-80MHz 出现超标, 由于辐射频带和有用信号重叠, 问题比较难以定位, 下面附上相关的资料, 请帮我们分析一下! 谢谢!



解答:

看了产品的PCB, 目前主要有几点没有达到 EMC 要求, 存在以下几个问题:

- 1、网口连接器处没有铺地, 导致接口差分线对地滤波不好, 需要考虑铺地可能会导致防雷性能下降;
- 2、网口接口地与数字地之间需要增加滤波电容, 同时增加走线宽度, 当前地走线比较细;
- 3、主芯片的 bottom 层地不完整, 需要与 GND 多点连接;

其他方面需要结合频谱仪定位, 可能还有芯片滤波电容问题, 网口变压器问题。

欢迎各位读者对我们的期刊提出改进意见和建议, 对想了解的知识问题提出来, 以便我们后续改进。

如有什么技术问题也欢迎给我们回复邮件或者在我们的技术支持网站——赛盛技术 (www.ses-tech.com) 提出, 我们会有技术工程师专门在线解答, 对于问题问的比较多的, 我们将在下一期中罗列出来统一解答!

欢迎你的来电和邮件垂询, 希望“我们的努力, 值得你期待!”

我们将竭诚为您服务, 打造一流的EMC技术服务!