

Measures to Improve the Anti-interference Ability and Electromagnetic Compatibility of Printed Circuit Boards

Jun Liao Yunpeng Lu Xueli Ke

Quzhou Sunlord Circuit Boards Co., Ltd., Quzhou, Zhejiang, 324000, China

Abstract

The printed circuit board is the core of electronic products, and its quality is directly related to whether the electronic product can operate normally, and the performance of the printed circuit board must be fully guaranteed. But printed circuit boards contain so many electronic components that if one part of them fails, the whole board can't be used. This paper introduces how to improve the anti-interference ability and electromagnetic compatibility of circuit board.

Keywords

printed circuit board; anti-interference ability; electromagnetic compatibility; measures

提高印制电路板的抗干扰能力及电磁兼容的措施

廖君 陆云鹏 柯雪丽

衢州顺络电路板有限公司, 中国·浙江 衢州 324000

摘要

印制电路板是电子产品中的核心, 它的质量直接关系到电子产品是否可以正常运行, 印制电路板的性能必须得到充分的保证。但是印制电路板中包含的电子元件非常多, 如果其中某一部分出现问题, 那么整个电路板将无法投入使用。论文就此介绍了如何提高电路板的抗干扰能力以及电磁兼容。

关键词

印制电路板; 抗干扰能力; 电磁兼容; 措施

1 引言

不管对于任何电子产品, 印制电路板的制作与安装是十分重要的, 在产品中是电路元件和器件的支撑, 并且为这两者之间提供电气使这两者相连。随着时代的发展, 越来越多的电子产品之间需要进行相互协调工作, 所以电子产品内部的印制电路板就容易受到其他电子产品的干扰, 为了降低这种干扰, 增加电路板的电磁兼容性, 必须在印制电路板的设计与安装过程中充分考虑抗干扰性的问题, 提高电路板的抗干扰能力, 减少因电磁兼容问题而导致电子产品不能正常工作的情况。如果电路板抗干扰能力过弱, 那么电子设备在相应的电磁环境中就不能进行正常的运作, 相应的也要减少该设备对其他电子设备印制电路板的干扰。只有提高印制电路板这两方面的性能,

才能够保证电子设备在特殊情况下可以正常运行。

2 抗干扰能力以及电磁兼容性的概述

电子设备进行工作时, 是通过发送电波来维持机械设备的正常运转, 而这些电波会或多或少的对一定范围内的其他电子设备产生影响, 如果说某些电子设备不能够承受别的设备运行所释放的电磁波时, 就会造成设备故障。如果在一定的电波影响下, 该设备还能够正常运行, 这就说明该设备的抗干扰能力和电磁兼容性比较强。随着科学技术的发展, 越来越多的电子设备代替人工进行工作, 很多项目都需要多种电子设备共同工作, 所以在该空间内的电磁环境是比较复杂的, 想要设备可以正常运行, 就要提高电子设备的抗干扰能力, 还要降低该设备在运行过程中所散发的对其他设备产生影响的电磁波。从这两方面入手, 增加电子设备的使用寿命, 提高其工作效率^[1]。

【作者简介】廖君(1985-), 中国浙江衢州人, 本科学历, 工程师, 从事印制线路板信号与系统方向研究。

3 印制电路板的原理图设计

在研发印制电路板的工作中，最重要的过程就是对电路板进行相应的设计，然后根据设计画出原理图，一般来说，通常所用的工具为 altium designer，通过该工具可以来开展绘画和设计工作，而且大部分电路板中所需要的元件样本都能够在该工具中找到，只有很少的一部分原件无法在图库中找到，这可以极大地方便使用者，提高设计者的设计效率。在整个原理图设计完成以后，研发者需要对原理图进行严格的检查与测试，对于不合理的地方，及时提出整改措施，只有检查测试合格，以后才能够进行电路板的研发，在研发过程中一定要按照原理图的设计来进行，不得私自更改原理图。另外，该工具还可以将原理图转化为 PCB 图。但是这个工具还是存在一定缺陷的，对于某些布线的效果，不能满足具体的情况，仍然需要人力的控制。

4 干扰源的分类以及如何应对干扰

电磁干扰的来源比较广泛，一般来说通常分为内部干扰和外部干扰，而内部干扰，又包括外部感应产生的噪声和内部固有的噪声。外部干扰分为自然噪声以及人为噪声，自然噪声又包括太阳辐射，宇宙射线，地球磁场，雷电以及微弱生物电磁场，而人为噪声，主要包括各种放电现象，工业高频设备，电力输送线超声波装置^[2]。

由于大多数的检测系统的元器件和电路的工作信号比较低，安装密度大，这些特点让电子设备对电磁干扰比较敏感，所以经常可以影响设备和系统的正常工作，影响施工的进度。为了使设备能够在存在一定干扰的环境中正常工作，就必须使印制板具备一定的抑制电磁干扰的能力，一般来说，通常会从三个方面来抑制电磁的干扰，首先是抑制干扰源，从根本上消除或减弱电磁干扰的影响，从周围的环境方面入手，减少整体环境中的干扰。其次是消除或减弱干扰源和受干扰系统之间的电磁噪声耦合和辐射，通过切断干扰源的传播途径，或者是提高传输路径对电磁干扰能力的衰减能力，同干扰源的传播途径入手，减轻对系统的干扰能力，如图 1。最后是从整个系统本身入手，提高整个系统的抗干扰能力，降低对电磁波等的敏感度。

随着经济的发展，现如今应用的电路的复杂程度越来越高，所需要的处理速度也越来越快，能够长期有效的抑制电磁噪声的干扰，是系统可以保持稳定重要保证，为了维持

各种电子设备的正常工作，必须采取各种措施。

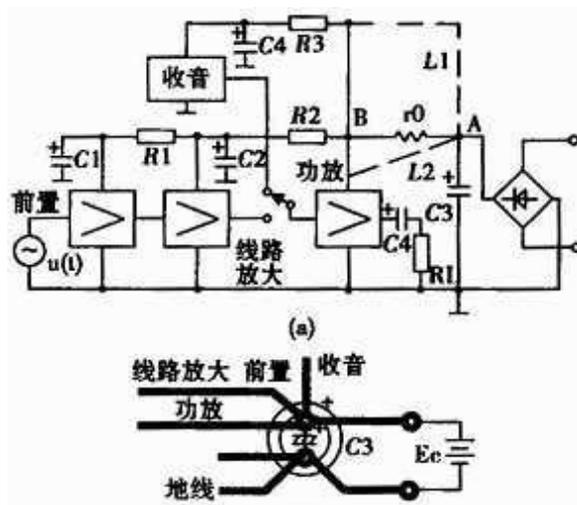


图 1 干扰源传播途径

5 提高系统电磁兼容能力

5.1 电源线处理

在整个印制板中存在着各种不同电压的电源线，这些电源线会连接到每个芯片上，通过接通电源来促使每个芯片进行工作，如果电源中有噪声，或者电源不干净，那么这个噪声会传播到每一个芯片中，此时再想减弱噪声难度比较大。可以在电源线的安装过程中就排除其中所含有的噪声或者其他因素，合理安排电源线^[3]。

首先，带电源线布线的时候不同电压值的电源线要分开，以免因为电压值不同而对其他的电源线造成影响，如图 2。其次，交流和直流的电源也要分开，形成各自的运行通道，互不干扰。最后在系统的整体运行过程中，由于开关量的变化会引起冲击电流在电源线中产生较大的电感分量，所以最好在电源线和地线之间跨接一个旁路电容，可以有效减少由于电感分量所产生的电压噪声。

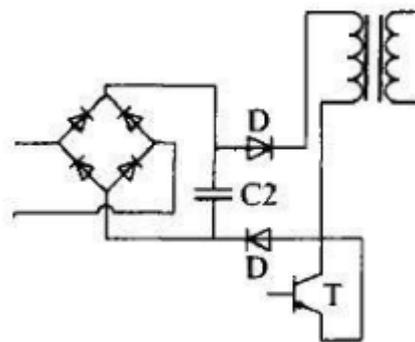


图 2 不同电压电源线

5.2 印制板的布线原则

在印制板上导线条的形状应该取决于逻辑电路的工作速度,如果逻辑电路的工作速度低于 t_{tl} 的速度,那么对于导线条的形状没有特别的要求,如果逻辑电路的工作速度过高,应该把原有的 90° 的导线改为 45° ,有利于减少发生反射干扰;不能在印制板上留下空白铜箔,如果在硬纸板上存在没有用完的空白铜箔,应该想办法让他们接地,因为空白的铜箔可以当做发射天线或接受天线,可以接受外界环境中的电磁波,或者向外界发出干扰性的电磁波;有些印制板是需要双面布线的,在这些印制板中,应该是两面线条垂直交叉,减少磁场的耦合,有利于抑制干扰;导线间的距离要尽量放大,如果说设备发送信号的频率比较大的话,那么导线间的距离一定要随之扩大,只有这样才能降低导线之间分布电容的影响,减少导线之间的互相干扰;在高压电和低压电以及大电流线路和小电流线路进行布局时,应该让他们之间相互躲避,高压电和大电流线路很容易对低压电和小电流线路造成干扰,在进行线路铺设过程中,尽量让两者之间远离,并采取一定的屏蔽措施;在进行电线布局时,应当尽量避免平行走线,如果在许多不得不进行平行走线的地方,可以在两条线路中间加一条隔离走线,能注意的是这条隔离走线,必须接地;在印制板上,比较容易受到干扰的线路,应当尽量避免与其他容易发出干扰的线路相接触,避免他们之间平行走线,并在他们中间采取一定的隔离措施,比如说可以设置一根地线;所有的线路应当尽量沿着直流地铺设,减少交流地布设,可以有效减少干扰;在一些线路无法排列,或者只有绕大圈才能走通的情况下,可以直接采用飞线连接,或者阻容元件引线直接跨接;要合理妥善的安装印制板以外信号传输线,可以有效地抑制噪声的影响,应当注意信号线之间所形成的环路面积要求要遵循原则,主要的信号线应当即在中央避免分散。

6 去耦电容的布置

为了抑制电位差,需要在各集成器件的电源线和地线间分别接入去耦电容,降低电阻,这项工作在设计中是一项十分常见的工作,对于去耦电源的布置有多种方法,应该根据普通的电位差以及其他因素来布置去耦电容。

6.1 电源去耦的概述

电源去耦是指在地线与电源线之间连接去耦电容,一般

来说,有两种电容,一个为大容量的电解电容和一个为非电解电容,笔者通过把干扰分解成高频干扰和低频干扰两部分,然后针对不同的干扰安装不同的电解电容,用大电容去掉低频干扰,用小电容去掉高频干扰。而不同的去耦电容制作的原料也是不一样的,低频的去耦电容大部分都是铝电容,高频的去耦电容大部分都是采用云母或者陶瓷电容,这就导致他们的用途不一样,要针对不同的情况采用不同的去耦电容,准确测算干扰的频率。

6.2 集成电路去耦

按照相关要求,每一个集成芯片都要安装一个陶瓷的电容,但是有时候也会遇到印制板容积不足,没有空隙安装电容的情况,这时可以将芯片分组,每组大约有四到十个芯片,这一组芯片共用一个电容,但是要注意此时所用的电容材质多为铝制电容,电容的功率也要相应增大,才能保证有足够的抗干扰能力。另外要根据不同的器械和系统的特点,确定芯片去耦电容安装的位置,以确保去耦电容能发挥它最大的作用。

在进行电容安装时,要尽量缩短电容器的引线,要确保印制板的孔距与电容器的引线间距相符合,此时电容器的引线是最短的,不仅可以节约材料,还可以避免因为引线过长而对周围其他电路产生的干扰。

一定要将电容安装到正确位置,一般来说电容器一般安装在芯片的 V_{cc} 处和 GND 线,如果安装位置不对,就无法起到抗干扰的作用,还会产生新的干扰。

7 电源线及地线的设计

7.1 地线宽度的设计

地线越粗,在印制板上可以通过的电流就可以越大,地线越粗对导线电阻的降低作用就会越大,因此在现实情况允许的条件下,尽可能加粗地线的宽度,一般来说,地线的宽度大约在 $2\text{mm}\sim 3\text{mm}$,在这个宽度下,印制板上可以承受的电流就可以满足大多数器械和系统的需要,也不会受到太多的干扰。

7.2 地线构成闭环路

目前最常用的地线形状为闭环路和梳子状,早些年,大部分地线都是梳子状的,但是它的抗干扰能力比较弱,相对来说,闭环路才能更大程度上降低路线的抗阻,还可以缩短

线路的环路,减少干扰。但是在闭环路构建时,环路的面积越小它的抗干扰能力就越强。

7.3 印刷电路板分区集中并联一点接地

通常情况下,一个印刷版上会分有好几个功能区,为了达到更高的抗干扰效果,也为了让印刷版更加整洁,可以把同一功能的元件集中在一点接地,这样就避免了地线中的电流流到别的功能区,对别的线路造成干扰,另外还可以将各功能区的接地块与主机的电源地相连接,为了减少阻抗,地线和电源线都要用采用大面积汇流排,并且要尽量加粗地线。

7.4 在高频工作时印制板应该如何接地

在很多情况下,印制板都要进行高频工作,所发出的高频数字信号会对周围的空间内产生干扰,为了抑制这些干扰可以相应的加粗地线,来降低干扰对地的阻抗。另外还可以采取满接地的方式,在印制板上除了要发送信号的元件外,在所有没有被元件占领的面积全部作为接地线,可以在很大程度上减少阻抗。在一些工作频率很大的印制板上安装接地板,扩大接地面积,应该选取铝板或者铁板作为接地板,可以更好的导电。为了加强抗干扰能力还可以安装两块接地板,把印制板夹在两块接地板中间,形成一个很好的隔离效果,在安装时要注意,尽量缩小接地板和印刷板之间的缝隙,最大程度上降低噪声的干扰,其次接地板必须连接信号地端,并寻找合适的接地点,否则将达不到一个好的抗干扰效果。

7.5 电源线的设置

在电源线进行设置时除了要注意根据电流的大小尽量加粗地线的宽度,还要让电源线,地线的走向与数据线的传输方向保持一致,也可以在很大程度上提高抗干扰能力。

8 存储器的布线

在印刷板配置的存储器抗干扰能力比较弱,在对其进行开关时电流变化比较大,而且运行功率很高,为了防止外界对它的干扰。首先,可以尽量缩短各种电线的长度,而且要保证各种线的布线方向保持一致,如数据线,控制线等,采取相同的布线方式,所产生的阻抗就会比较一致,可以采取相同的方式进行降低干扰。其次,为了解决开关所带来的干扰可以在开关处接入去耦电容。另外可以通过加粗地线和电源线的方式,增大可以承受的电流大小,还要保证走线尽量短,可以防止各线路之间的相互干扰。最后,可以在存储器上安装一个上拉的电阻,来提高对噪声的容限,这也是一种最常见的方式。

9 结语

印制板的整体运行功能决定了整个设备或者系统的运行效率,而在印制板运行过程中最重要的问题就是要控制干扰,提高印制板中各个元件的电磁兼容能力,通过以上的分析,对于抗干扰能力的提升可以通过多个方面进行,因此在印制板的制作组装过程中充分运用各种方式来提高抗干扰能力,提升电磁兼容性。

参考文献

- [1] 冯波. 印制电路板的设计及电磁兼容问题 [J]. 电子制作, 2020 (Z1):90-91.
- [2] 王芳. 提高印制电路板的抗干扰能力及电磁兼容的措施 [J]. 信息技术, 2019,33(07):174-177+180.
- [3] 朱勇萍. 印制电路板的抗干扰性设计 [J]. 萍乡高等专科学校学报, 2019(04):22-25.