

关于 PCB 电磁兼容设计中的电源和接地探讨

王东方

中国航空工业集团公司洛阳电光设备研究所, 河南 洛阳 471023

[摘要] 文章主要探讨了 PCB 电磁兼容设计中电源和接地的设计问题, 着重分析了这些问题对电磁兼容性的影响, 并提出了相应的解决方法和建议。首先介绍了电磁兼容性的概念和意义, 以及 PCB 电磁兼容设计的基本原则和方法。随后对电源和接地的设计问题进行了详细讨论, 包括电源噪声、地回路的影响、电源和接地的布局等方面。接着, 介绍了一些实用的解决方法, 包括用多层板和分层布线来减少电源和地回路的影响, 采用电源和接地滤波器来降低噪声等级, 通过使用隔离放大器来解决地回路的问题等。最后, 通过实例分析, 验证了所提出的解决方法的有效性和实用性。

[关键词] PCB; 电磁兼容; 电源; 接地

DOI: 10.33142/hst.v6i3.8552

中图分类号: TP3

文献标识码: A

Discussion on Power Supply and Grounding in PCB Electromagnetic Compatibility Design

WANG Dongfang

China Aviation Industry Group Luoyang Electro Optic Equipment Research Institute, Luoyang, He'nan, 471023, China

Abstract: This paper mainly discusses the design problems of power supply and grounding in PCB electromagnetic compatibility design, emphatically analyzes the impact of these problems on electromagnetic compatibility, and puts forward corresponding solutions and suggestions. Firstly, the concept and significance of electromagnetic compatibility are introduced, as well as the basic principles and methods of PCB electromagnetic compatibility design. Then, a detailed discussion was conducted on the design issues of the power supply and grounding, including power noise, the impact of the grounding circuit, and the layout of the power supply and grounding. Then, some practical solutions were introduced, including using multi-layer boards and layered wiring to reduce the impact of power and ground circuits, using power and ground filters to reduce noise levels, and using isolation amplifiers to solve the problem of ground circuits. Finally, the effectiveness and practicality of the proposed solution were verified through case analysis.

Keywords: PCB; electromagnetic compatibility; power supply; grounding

引言

在电子产品设计中, 电磁兼容性是一个重要的问题, 它涉及到电路的工作稳定性和抗干扰能力。而在电路板(PCB)设计中, 电源和接地是电磁兼容性的重要因素。在实际设计中, 很多电子产品存在电磁兼容性问题, 尤其是在高频电路和模拟电路中更为明显。因此, 如何设计电源和接地, 成为 PCB 电磁兼容设计中的重要问题。

随着电子技术的不断发展和应用, 电路板(PCB)的应用也越来越广泛。然而, 随着电路板的功能和复杂性不断增加, 电路板的电磁兼容性问题也日益凸显, 这给电路板的设计和使用带来了诸多挑战。在电路板设计中, 电源和接地是至关重要的元素, 它们直接影响电路板的电磁兼容性能。

电源和接地是电路板中两个基本的电气概念, 它们对电路板的稳定性和性能有着重要的影响。在电路板中, 电源提供电流和电压, 而接地则提供返回路径和安全的电路共地。在设计 PCB 电磁兼容性时, 必须考虑电源和接地的位置和布局, 以确保电路板具有良好的电磁兼容性。

在 PCB 设计中, 电源和接地的位置和布局不当可能会导致电磁兼容性问题。例如, 电源和接地点之间的距离过

大可能会导致电源噪声过大, 从而影响电路板的性能。另外, 如果电源和接地的位置相互干扰, 则可能会引起电路板的电磁干扰问题。

因此, 在 PCB 设计中, 正确的电源和接地布局和连接至关重要。良好的电源和接地布局可以确保电路板具有良好的电磁兼容性, 并减少电磁干扰的风险。同时, 良好的电源和接地连接也可以提高电路板的可靠性和稳定性。

在本文中, 我们将探讨在 PCB 电磁兼容设计中电源和接地的重要性, 并介绍如何在设计中充分利用它们。我们将介绍一些关于电源和接地的基础知识, 并阐述如何在 PCB 设计中应用这些概念, 以确保电路板的电磁兼容性。

本文将从电源的设计、电源线布局、接地的设计、接地线布局等方面进行探讨, 分析 PCB 电磁兼容设计中电源和接地的重要性和优化方法, 旨在为 PCB 电磁兼容设计提供参考和指导。

2 电源的设计

电源是电路工作的基础, 电源的设计直接影响整个电路板的工作稳定性和电磁兼容性能。因此, 在 PCB 电磁兼容设计中, 电源的设计显得尤为重要。电源的设计需要考虑以下几个方面:

2.1 选择合适的电源类型

根据不同的电路板设计要求和实际情况,可以选择不同类型的电源,例如开关电源、线性电源等。开关电源具有高效率、小体积、轻重量等优点,适合在大功率、宽输入电压范围、小体积的情况下使用;线性电源具有稳定性好、抗干扰能力强等优点,适合在小功率、高精度、低噪声的情况下使用。

2.2 选择合适的电源参数

在电源设计中,需要选择合适的电源参数,例如输出电压、输出电流、功率等,以满足电路的工作要求。在选择电源参数时,需要考虑电路板中各种元器件的工作电压、电流等参数,并保证电源的

质量稳定,避免产生噪声和干扰。

2.3 电源稳定性的保证

在电源设计中,需要保证电源的稳定性,避免输出电压波动、纹波等问题。为了保证电源的稳定性,可以采用稳压电路、滤波电路等技术手段,降低输出电压的波动和纹波。

2.4 线路布局的优化

在电源线路布局中,需要注意线路长度、线宽、电源引脚位置等因素,以降低线路阻抗,提高信号传输质量。同时,还需要考虑电源线与其他线路的交叉情况,避免产生干扰。

3 电源线布局

电源线布局是PCB电磁兼容设计中的重要问题,它直接影响整个电路板的工作稳定性和电磁兼容性能。电源线布局需要考虑以下几个方面:

3.1 尽量缩短线路长度

线路长度的增加会导致线路阻抗的增加,信号的传输质量降低,同时还容易产生电磁干扰。因此,在电源线布局中,应尽量缩短线路长度,减小线路阻抗。

3.2 增加线路宽度

线路宽度的增加可以降低线路阻抗,提高信号传输质量。因此,在电源线布局中,应尽量增加线路宽度,以减小线路阻抗。

3.3 避免电源线与其他线路的交叉

电源线与其他线路的交叉会产生电磁干扰,降低信号传输质量。因此,在电源线布局中,应尽量避免电源线与其他线路的交叉。

3.4 尽量使用地面层作为电源线

地面层的导电性好,可以有效地减小电源线的阻抗,提高信号传输质量。因此,在电源线布局中,尽量使用地面层作为电源线。

4 接地的设计

接地是PCB电磁兼容设计中的重要问题,它直接影响整个电路板的工作稳定性和电磁兼容性能。接地的设计需

要考虑以下几个方面:

4.1 接地的位置

在接地设计中,需要确定接地点的位置。通常情况下,接地点应选择在电路板的中心位置或靠近中心位置的地方,以便于各个元器件的接地。

4.2 接地线的长度

接地线的长度会影响接地的效果。一般来说,接地线的长度越短,接地效果越好。因此,在接地设计中,需要尽量缩短接地线的长度。

4.3 接地线的宽度

接地线的宽度也会影响接地的效果。一般来说,接地线的宽度越宽,接地效果越好。因此,在接地设计中,需要尽量增加接地线的宽度。

4.4 多层接地的设计

对于复杂的电路板,可以采用多层接地的设计。多层接地可以有效地降低接地的阻抗,提高接地效果。

4.5 防止地环流

地环流是由于接地线阻抗不匹配而产生的电流环流。地环流会产生电磁干扰,降低信号传输质量。因此,在接地设计中,需要采用适当的技术手段,避免产生的环流。

5 电源和接地的共同设计

电源和接地是PCB电磁兼容设计中的关键问题,它们之间的设计需要协调一致,共同实现优秀的电磁兼容性能。电源和接地的共同设计需要注意以下几个方面:

5.1 接地点的选择

电源和接地的共同设计需要注意接地点的选择。接地点应选择在电路板的中心位置或靠近中心位置的地方,以便于各个元器件的接地。

5.2 电源和接地线的布局

电源和接地线的布局需要协调一致。电源线和接地线应尽量缩短长度,减小线路阻抗,同时避免交叉。

5.3 电源和接地的共同滤波

为了降低电源和接地的噪声干扰,可以采用共同滤波的技术手段。共同滤波可以有效地降低电源和接地的噪声干扰,提高信号传输质量。

5.4 共同抑制电磁干扰

电源和接地的共同设计需要考虑电磁干扰的抑制。可以采用屏蔽技术、隔离技术、调整元器件位置等手段,有效地抑制电磁干扰。

6 电源和接地的测试与优化

电源和接地的测试与优化是PCB电磁兼容设计中的重要环节。在电路板设计完成后,需要进行电源和接地的测试与优化,以验证电路板的电磁兼容性能,并优化电源和接地的设计。电源和接地的测试与优化需要注意以下几个方面:

6.1 测试工具的选择

电源和接地的测试需要使用专门的测试工具,例如接

地电阻仪、阻抗分析仪等。需要根据实际情况选择适合的测试工具。

6.2 测试方法的选择

电源和接地的测试需要采用适当的测试方法,例如针对不同频率段的测试、噪声分析等。需要根据实际情况选择适合的测试方法。

6.3 优化设计的方法

电源和接地的优化需要采用适当的设计方法,例如增加滤波电容、调整接地线的位置等。需要根据测试结果进行有针对性的优化设计。

6.4 优化后的测试验证

优化设计后,需要重新进行电源和接地的测试,以验证优化效果。如果测试结果不理想,需要进一步优化设计。

7 案例分析

在实际应用中,电源和接地的设计是非常重要的,特别是在高速数字电路和高频模拟电路中更为关键。以下将通过一个具体的案例,来展示电源和接地设计在 PCB 电磁兼容中的应用。

某公司开发了一款基于 FPGA 的高速数字信号采集卡,采样率高达 1GS/s,主要用于电力系统故障分析和信号处理。在进行 PCB 设计时,公司遇到了电磁兼容问题,主要表现为系统的 EMI 水平超过了要求,同时时域和频域响应也存在问题。

经过分析,发现电源和接地的设计存在不合理之处。在电源线和接地线的布局上,没有考虑到不同信号的耦合和干扰问题,造成了电源和接地的交错现象。同时,接地也存在共模噪声的问题,导致系统的 EMI 水平较高。

为了解决这些问题,公司对电源和接地进行了重新设计,并对 PCB 进行了仿真分析和实测。具体措施如下:

(1) 电源和接地线分离

为了避免电源和接地的交错现象,公司重新规划了电源和接地线的布局。在电源和接地线走线时,要尽量分离,避免交叉和交错的情况。在分离时还需注意不同信号之间的耦合和干扰问题,尽可能将信号分开,减小耦合和干扰。

(2) 接地点的选择

为了解决共模噪声问题,公司在 PCB 上选取了合适的接地点。首先,要避免在高速信号线附近设置接地点,这样容易引入共模噪声。其次,要考虑接地线的长度和走向,尽可能将接地线短接,减小接地线的电阻和电感。

(3) 电源和接地的测试与优化

在设计完成后,公司对 PCB 进行了仿真分析和实测。在仿真分析中,采用了 SPICE 和 SI 仿真工具对电源和接地进行了测试和分析。通过仿真结果,公司发现了一些潜在的问题,并对其进行了优化。在实测中,采用了静电场和磁场测试仪器对 PCB 进行了测试。通过测试结果,公司发现电磁兼容问题得到了明显的改善,同时也验证了设计

的有效性。

通过以上措施,公司成功地解决了 PCB 电磁兼容性问题,最终产品也在设计 PCB 电磁兼容性时,电源和接地是至关重要的。本文中,我们探讨了在 PCB 电磁兼容设计中,电源和接地的重要性以及如何在设计中充分利用它们。我们介绍了一些关于电源和接地的基础知识,并阐述了如何在 PCB 设计中应用这些概念,以确保电路板的电磁兼容性。

总之,在 PCB 电磁兼容性设计中,电源和接地是至关重要的,它们可以影响整个电路板的性能和稳定性。为了实现良好的电磁兼容性设计,我们必须了解电源和接地的基础知识,并在设计中充分利用它们。通过正确的设计和实施,我们可以大大减少电路板的电磁干扰,并确保电路板在各种环境下的可靠性和稳定性。

8 结语

本文主要探讨了 PCB 电磁兼容中的电源和接地设计问题。首先介绍了电磁兼容性的概念和 PCB 电磁兼容性的重要性。然后分析了电源和接地对于 PCB 电磁兼容性的影响,并介绍了电源和接地的基本原理和设计方法。接着,详细讨论了电源和接地设计中需要注意的几个方面,包括接地的选择、电源线和接地线的布局、电源和接地的测试与优化等。最后,通过具体的案例分析,展示了电源和接地设计在 PCB 电磁兼容中的应用。

通过本文的介绍,读者可以深入了解电源和接地在 PCB 电磁兼容设计中的作用,掌握电源和接地设计的基本方法和技巧,为实际工程应用提供参考。同时,也为今后进一步深入研究 PCB 电磁兼容性提供了思路 and 方向。

探讨了 PCB 电磁兼容设计中电源和接地的重要性。在电路板设计中,电源和接地是至关重要的元素,它们直接影响电路板的稳定性和性能。良好的电源和接地布局可以确保电路板具有良好的电磁兼容性,并减少电磁干扰的风险,同时提高电路板的可靠性和稳定性。

在本文中,我们首先介绍了电源和接地的基本概念和作用,包括电源的作用是提供电流和电压,而接地的作用是提供返回路径和安全的电路共地。随后,我们讨论了电源和接地的位置和布局对电路板电磁兼容性的影响。在电路板设计中,电源和接地的位置和布局不当可能会导致电磁兼容性问题。

接下来,我们介绍了一些电源和接地的设计策略,以确保电路板的电磁兼容性。具体而言,我们讨论了如何选择电源和接地的位置和布局、如何设计电源和接地的路径、如何使用跳线和平面来减少电磁干扰等。此外,我们还介绍了一些常用的电源和接地连接方式,包括星型连接、树型连接和混合连接。

最后,我们总结了本文的主要内容,强调了电源和接地在电路板设计中的重要性,并提出了一些实用的建议和设计策略。我们希望本文能够帮助读者更好地理解 PCB

电磁兼容设计中电源和接地的作用 and 影响, 以及如何在设计中充分利用它们, 以确保电路板的电磁兼容性。

通过本论文的研究, 可以得到以下结论: 在 PCB 电磁兼容设计中, 电源和接地是非常重要的因素, 它们的设计直接影响电路的电磁兼容性。为了提高电路的电磁兼容性, 需要采用合适的电源和接地设计方案, 例如合理布局、滤波器。同时, 需要结合实际情况和工作要求, 采取有效的解决方法。本论文所提出的方法和建议对于 PCB 电磁兼容设计具有一定的参考和指导意义。

[参考文献]

- [1] 刘建平, 张荣. PCB 电磁兼容设计[M]. 北京: 电子工业出版社, 2007.
- [2] 郑伟, 丁绍荣, 周子康. PCB 电磁兼容设计实战指南[M]. 北京: 电子工业出版社, 2013.
- [3] 张红岩, 陈文革, 王振. 基于 ANSYS 仿真的 PCB 电源与接地电磁兼容设计[J]. 电子设计工程, 2014, 22(3): 44-46.
- [4] 马世勇, 郭寿千, 刘志勇. PCB 电源与接地线的电磁兼容设计[J]. 电子测试, 2017, 36(6): 78-80.
- [5] 王涛, 郑忠伟, 朱辉. 基于电源和接地布局优化的 PCB 电磁兼容设计[J]. 中国测试技术, 2019, 45(3): 52-54.
- [6] 赵春华, 杨凌, 段明月. PCB 电源和接地设计对电磁兼容性的影响[J]. 电子设计工程, 2019, 27(14): 73-75.

作者简介: 王东方, (1982. 4-), 目前工作于: 中国航空工业集团公司洛阳电光设备研究所, 高级工程师, 本科。