

电脑显示屏背光驱动电路辐射干扰测试

陶俊

南京熊猫电子股份有限公司，江苏南京

摘要：本文旨在探讨电脑显示屏背光驱动电路的辐射干扰测试方法及其抑制技术。通过对电路辐射干扰的基本概述，明确了测试的必要性和重要性。文章详细描述了测试环境与设备配置，包括测试实验室的要求、干扰测量设备的介绍以及接收设备与敏感度的评估方法。进一步地，本文阐述了具体的测试步骤与方法，从预测试准备与校准到辐射干扰实地测量，再到数据记录与分析，最后对影响因素进行了深入探讨。基于测试结果，本文提出了针对电脑显示屏背光驱动电路辐射干扰的抑制技术，包括设计优化策略、屏蔽与接地技术以及滤波与电路调整方法。

关键词：电脑显示屏；背光驱动电路；辐射干扰；测试方法

Radiation Interference Testing of Backlight Drive Circuit for Computer Display

Jun Tao

Nanjing Panda Electronics Co., Ltd., Nanjing, Jiangsu

Abstract: This paper aims to explore the radiated interference testing methods and suppression techniques for the backlight driving circuit of computer displays. Through a fundamental overview of circuit radiated interference, the necessity and importance of testing are clarified. The article elaborates on the test environment and equipment configuration, including requirements for the testing laboratory, an introduction to interference measurement devices, and evaluation methods for receiving equipment and sensitivity. Furthermore, the paper details specific testing procedures and methodologies, ranging from pretest preparation and calibration to on-site radiated interference measurements, followed by data recording and analysis, and finally an in-depth discussion of influencing factors. Based on the test results, the paper proposes suppression techniques for radiated interference in computer display backlight driving circuits, including design optimization strategies, shielding and grounding techniques, as well as filtering and circuit adjustment methods.

Keywords: Computer display; Backlight driving circuit; Radiated interference; Testing methods

1 引言

随着信息技术的飞速发展，电脑显示屏作为人机交互的重要界面，其性能稳定性和电磁兼容性日益受到关注。背光驱动电路作为显示屏的核心组件之一，其辐射干扰问题不仅影响显示屏的显示效果，还可能对周围电子设备产生不利影响。因此，开展电脑显示屏背光驱动电路的辐射干扰测试，并探索有效的抑制技术，对于提升显示屏的整体性能和电磁兼容性具有重要意义。

2 电路辐射干扰相关概述

电脑显示屏背光驱动电路在工作时，可能会产生电磁辐射，这些辐射可能干扰周围设备的正常运行，甚至影响人体健康。电路辐射干扰测试是确保电子设备符合电磁兼容性(EMC)标准的关键步骤，它涉及到对设备辐射的测量、分析以及抑制技术的应用。

在测试环境与设备配置部分，专业的测试实验室应具备屏蔽设施，以减少外部电磁环境对测试结果的影响。例如，实验室的墙壁和天花板可能采用铜网或金属材料进行屏蔽。同时，需要使用经过校准的频谱分析仪、天线系统等设备，精确测量不同频率下的辐射水平。

在预测试准备与校准阶段，需确保所有测量设备的工作状态良好，并参照行业标准进行校准。在实地测量中，应按照预设的网格或路径对电脑显示屏进行全面扫描，记录下所有可能的辐射热点。

数据记录与分析过程中，利用专业的EMC软件对测量结果进行处理，绘制辐射分布图，以便于定位问题源。同时，会对比分析不同工作模式下的辐射变化，以评估其对环境 and 设备的潜在影响。

干扰抑制技术是解决辐射问题的关键。设计优化策略可能包括调整电路布局，减少信号线的长度和走线的弯曲，以及采用低辐射的元器件。屏蔽与接地技术，如在显示屏外壳内层添加导电材料，建立有效的接地路径，可以有效地阻止辐射的外泄。滤波与电路调整则可能涉及在电源线和信号线上添加滤波器，以及优化电源管理模块，以降低辐射源

的强度。

3 测试环境与设备配置

3.1 测试实验室要求

在进行电脑显示屏背光驱动电路辐射干扰测试时，测试实验室的要求是至关重要的。一个合格的实验室应具备无源电磁兼容性(EMC)的特性，确保测试结果的准确性和可重复性。实验室应具有低反射、低吸收的地面和墙壁材料，以减少环境反射对测量信号的影响。此外，实验室应设有屏蔽设施，如铜网或铝箔屏蔽，以防止外部电磁干扰的侵入或测试信号的泄漏。

实验室的电磁环境需严格控制，例如，根据规定标准，背景噪声应低于被测设备的预期辐射水平。同时，实验室应配备温度和湿度控制设备，因为这些环境因素会影响电子设备的性能和测量结果的稳定性。在实际操作中，实验室应按照标准建立质量管理体系，确保测试过程的规范化。这包括定期对测量设备进行校准和维护，以及对测试人员进行专业培训，确保他们能够正确执行测试程序和分析结果。

3.2 干扰测量设备介绍

在电脑显示屏背光驱动电路辐射干扰测试中，干扰测量设备是至关重要的组成部分。这些设备需要具备高灵敏度和精确度，以便捕捉到微弱的电磁干扰信号。此外，天线系统，如全向天线和定向天线，用于在3D空间中扫描和定位干扰源，其性能直接影响到测试的准确性和效率。在某些高级测试中，可能会结合使用近场探头和扫频信号发生器，以实现从近场到远场的连续监测，从而更精确地评估电路在实际使用环境中的辐射水平。

3.3 接收设备与敏感度评估

在电脑显示屏背光驱动电路的辐射干扰测试中，接收设备与敏感度评估是至关重要的环节。接收设备是检测和分析辐射信号的关键工具，例如频谱分析仪和天线系统，它们需要具有高灵敏度和宽频率范围，以便捕捉到微弱的电磁干扰信号。在选

择接收设备时，应确保其符合规定标准，以保证测试结果的可比性和有效性。

敏感度评估则涉及到对系统在受到辐射干扰时性能下降程度的量化。这通常通过设定标准的测试信号，逐步降低接收设备的灵敏度，观察在何种程度的干扰下设备的操作或通信性能开始出现明显下降。敏感度评估的目的是为了确定系统能够容忍的最大干扰水平，以及在此水平下系统仍能维持正常工作的能力。这有助于设计者和测试工程师了解系统在实际应用中的抗干扰能力，并据此采取必要的干扰抑制措施。在进行敏感度评估时，还应考虑各种可能的干扰源和干扰类型，如连续波干扰、脉冲干扰和调制干扰等，以全面评估系统的抗干扰性能。通过综合考虑接收设备的性能和敏感度评估结果，可以更加准确地评估电脑显示屏背光驱动电路的辐射干扰水平，并为后续的干扰抑制技术提供有力的数据支持。

4 测试步骤与方法

4.1 预测试准备与校准

在进行电脑显示屏背光驱动电路辐射干扰测试前，预测试准备与校准是确保测量结果准确无误的关键步骤。这一阶段通常包括对测试环境的净化，对测量设备的校准，以及对测试流程的预演，以降低潜在的不确定性因素。例如，测试实验室需要保持无尘、温度和湿度稳定的条件，根据规定标准，实验室的背景辐射水平应低于测量限值。同时，干扰测量设备，如频谱分析仪和天线，需按照制造商的指南进行校准，确保在宽频范围内具有良好的频率响应特性。此外，预测试期间可能还需要模拟不同工作状态下的电路，以评估在各种条件下的辐射水平，确保在正式测试时能够全面捕捉到可能的干扰源。

4.2 辐射干扰实地测量

在辐射干扰实地测量阶段，工程师需要对电脑显示屏背光驱动电路进行详尽的测试，以评估其在真实使用环境中可能产生的电磁干扰。这一过程通常涉及在受控实验室条件下，使用高灵敏度的频谱

分析仪和天线设备，对电路进行扫描，记录下不同频率下的辐射水平。在测量过程中，确保设备按照标准进行，以保证结果的可比性和有效性。

在实地环境中，测试可能在各种设置下进行，包括办公室、家庭和工业环境，以模拟实际使用情况。例如，将显示屏放置在不同距离的其他电子设备旁边，观察并记录在开启和关闭这些设备时辐射水平的变化。此外，可能会采用三维定位系统，以确定干扰源的精确位置，这有助于后续的故障定位和优化工作。

在数据记录与分析环节，收集到的辐射强度数据会被输入到专业的分析软件中，使用模型如近场-远场转换或等效辐射功率计算，以评估电路对周围环境的影响。通过对比分析，可以识别出哪些频率或操作状态下的辐射最强，为干扰抑制技术提供依据。

在影响因素分析中，除了电路设计本身，还需要考虑材料选择、布线路径以及组件布局等因素。比如，使用低电磁发射的组件，优化电源线的布设，或者调整电路板上的敏感组件位置，都可能显著降低辐射水平。这一阶段的分析结果将直接指导设计优化策略的制定，以实现更高效的干扰抑制。

4.3 数据记录与分析

在进行电脑显示屏背光驱动电路辐射干扰测试时，数据记录与分析是至关重要的环节。数据记录不仅涉及收集各种频率下的辐射强度数据，还可能包括不同工作状态下电路的辐射水平。通过使用高精度的频谱分析仪，我们可以详细记录下从几十MHz到几个GHz范围内的辐射频谱，确保覆盖所有潜在的干扰源。

在分析阶段，这些数据将被输入到专业的电磁兼容（EMC）分析模型中，以识别出主要的辐射贡献者。例如，可能会发现某个特定频率下的辐射峰值与电路中的某个组件或信号线存在关联。此外，我们还会对比标准限值来评估电路是否符合辐射限制要求。

在数据可视化方面，通常会采用图表和报告的形式来直观展示分析结果。这些图表可能包括频谱

图、辐射强度分布图或时间-频率域分析图，它们能够清晰地反映出电路在不同条件下的辐射特性。报告则会详细列出测试条件、数据记录、分析结果以及结论。

4.4 影响因素分析

在进行电脑显示屏背光驱动电路辐射干扰测试时，影响因素分析是至关重要的环节。这涉及到电路设计的多个层面，如元器件的选择、布局的合理性以及电源质量等。例如，元器件的电磁兼容性（EMC）特性不达标，可能会成为辐射源，增加测试的复杂性。此外，电路布局的紧凑程度和信号线的布设路径，如果不当，可能会引起电磁场的相互干扰，导致辐射水平上升。

电源质量也是一个不容忽视的因素。低质量的电源可能会产生谐波和噪声，这些谐波和噪声通过电路传播，增加辐射干扰。另外，环境因素同样会对测试结果产生影响。例如，测试环境中的金属物体或其他电子设备可能会作为反射体或散射体，影响辐射场的分布。此外，温度和湿度的变化也可能导致电路参数漂移，进而影响辐射水平。因此，在进行辐射干扰测试时，需要严格控制测试环境，确保测试结果的准确性和可靠性。

综上所述，影响因素分析是电脑显示屏背光驱动电路辐射干扰测试中的重要环节。通过对这些因素的深入理解和有效控制，我们可以更准确地评估电路的辐射性能。

5 干扰抑制技术

5.1 设计优化策略

在设计优化策略部分，我们探讨如何通过改进电路设计来减少辐射干扰。这通常涉及对电路布局的精心规划，以及对关键组件和信号路径的优化。例如，可以采用低电磁辐射的材料来制造电路板，以降低整体辐射水平。此外，设计师可能需要利用仿真工具进行电磁兼容性(EMC)分析，预测并解决潜在的干扰问题。

在实际操作中，可能需要对信号线进行屏蔽处理，比如使用屏蔽电缆，以防止信号线对外辐射

或受到外部干扰。同时，确保地线路径尽可能短且宽，以增强地平面的屏蔽效果，降低噪声耦合。在某些情况下，采用差分信号设计也能有效抑制辐射，因为差分信号对称传播，其对外的辐射大大减少。此外，滤波技术是另一种常见的优化手段。通过在电源输入和关键节点处添加滤波器，可以去除高频噪声，提高电路的电磁兼容性。

在实施这些策略时，需要进行迭代测试和调整，以找到性能与成本之间的最佳平衡点。通过这种方式，我们不仅可以满足严格的电磁辐射标准，还能确保电脑显示屏背光驱动电路在实际应用中表现出色，提供稳定且无干扰的显示效果。

5.2 屏蔽与接地技术

在电脑显示屏背光驱动电路的辐射干扰测试中，屏蔽与接地技术是降低噪声、确保系统稳定运行的关键环节。屏蔽技术，如采用金属屏蔽罩，可以有效地阻止电磁能量的外泄，防止外部干扰进入电路。

接地技术则是构建低阻抗信号路径，使干扰电流能够快速流回大地，减少在电路中的积累。在实际操作中，可以采用多点接地、单点接地或混合接地策略，根据电路的频率特性和复杂程度来选择合适的接地方式。例如，高速数字电路中常采用一点接地，以减少信号回路的面积，降低耦合噪声。在接地设计中，地线的布局和地平面的分割也至关重要，应遵循“短、直、宽”的原则，以减小地线阻抗和感性耦合。

在进行屏蔽与接地设计时，可以利用仿真软件进行建模和分析，预测屏蔽效果和接地网络对噪声的影响。通过优化设计参数，如调整屏蔽层的厚度、接地连接的间距或使用接地弹簧等，可以进一步提升抗干扰性能。

在实际测试中，可能还需要结合滤波器设计，如在电源输入和信号线上添加LC滤波器，以滤除特定频段的噪声。同时，定期进行屏蔽效能评估和接地系统的完整性检查，确保在不同使用环境和条件下，电脑显示屏的背光驱动电路都能保持低辐射干扰的优良性能。

5.3 滤波与电路调整

在电脑显示屏背光驱动电路辐射干扰测试中，滤波与电路调整是至关重要的环节，它们直接影响到测试结果的准确性和实际应用中的干扰抑制效果。滤波技术主要通过是在电路中引入低通滤波器，以去除高频噪声。

电路调整则更为细致，可能涉及到元件布局优化、信号线的阻抗匹配以及电源去耦等多方面。例如，通过重新布局元件，可以减少元件间的耦合效应，降低干扰的产生。信号线的阻抗匹配则能确保信号的稳定传输，减少信号的反射和失真。电源去耦则是通过添加去耦电容，有效滤除电源中的高频噪声，防止其干扰到背光驱动电路的正常工作。这些细致的电路调整措施，共同构成了干扰抑制技术的关键环节，对于提高电脑显示屏的电磁兼容性具有重要意义。

6 结语

随着科技的不断发展，电脑显示屏的电磁兼容性已成为一个重要的性能指标。背光驱动电路作为显示屏的关键部分，其辐射干扰问题不容忽视。通

过本文所介绍的测试步骤与方法，我们可以对电脑显示屏背光驱动电路的辐射干扰进行准确测量，并分析其影响因素。同时，本文也提出了多种干扰抑制技术，如设计优化策略、屏蔽与接地技术以及滤波与电路调整等，这些技术为降低电脑显示屏的电磁辐射提供了有效的手段。未来，随着电磁兼容性标准的不断提高，我们将继续深入研究电脑显示屏背光驱动电路的辐射干扰问题，探索更为高效、可靠的测试与抑制方法，为电子产品的电磁兼容性设计提供有力支持。

参考文献

- [1] 刘梁. 电脑显示屏电磁兼容性研究[J]. 电子技术, 2020, 47(3).
- [2] 谢伟元. 背光驱动电路辐射干扰测试方法[J]. 显示技术, 2021, 35(6).
- [3] 王强磊. 电脑显示屏技术与发展趋势[J]. 电子信息工程, 2020, 37(5).
- [4] 张启帆. 背光驱动电路设计与优化[J]. 显示技术, 2022, 45(2).
- [5] 李琛丽. 电子产品电磁兼容性设计[J]. 电子技术应用, 2021, 47(3).

