

LED 灯具过电压防护方案

LED 灯具以其高效率、稳定性和节能特性，在照明、显示和信号指示等领域得到了广泛应用。然而，由于 LED 的工作环境多变，特别是在户外使用时，驱动电路可能会面临过电压和过电流的威胁，这不仅可能导致设备故障，还可能造成财产损失甚至人身伤害。因此，在设计 LED 电路时，必须考虑周全的保护措施，以增强电路的稳定性，减少故障风险。以下是对 LED 灯具过电压保护的一些基本探讨。

LED 驱动电路一般由几个部分构成，包括 AC 输入、整流、DC/DC 转换、等模块，根据各个模块电压和电流及可能遭受到的浪涌情况的不同需要分开来做有针对性的防护。

如图 1 是一个简单的 LED 驱动电路。

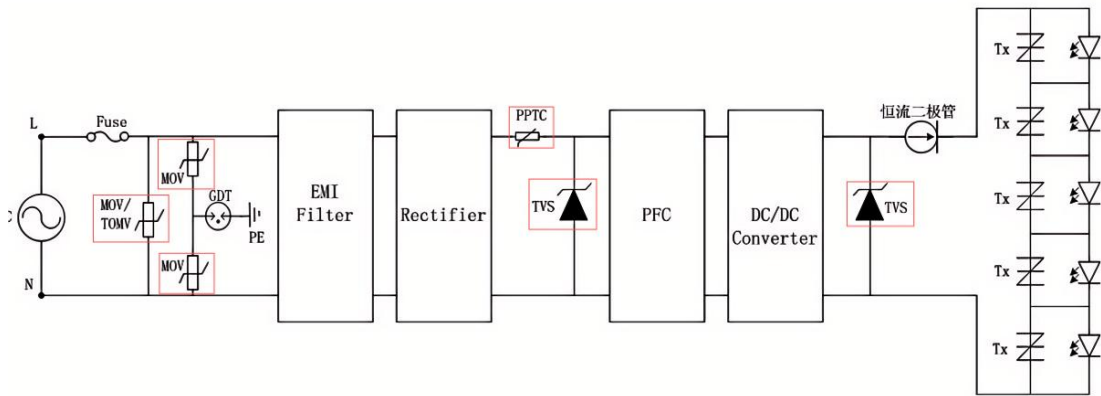


图 1 防护电路示意图

1.AC 输入端浪涌防护

在设计交流电源 AC 输入端的浪涌保护方案时，通常会采用压敏电阻（MOV）或气体放电管（GDT/SPG）来防护电路。在接地系统完善的情况下，可以采取如图 1 左所示的差共模综合防护策略：在火线（L）与中线（N）之间并联设置压敏电阻（MOV），以此有效抑制差模浪涌过电压，保护后续电路；同时，在火线（L）、中线（N）与地线（PE）之间，可以单独使用 MOV 或结合使用 MOV 与 GDT/SPG，通过接地路径释放共模浪涌能量，防止浪涌电压对后续电路造成损害。如果没有接地，则在 L-N 线之间直接并联压敏电阻。这种设计能够为电路提供全面的保护，避免因浪涌而引发的设备故障。

2.AC 转 DC 防护

当交流电经过整流变为直流电后，后续直流电路中的敏感芯片容易受到过压和过流的影响，导致损坏。为了保护这些芯片，可以在整流后并联瞬态抑制二极管（TVS）。这种二极管能够以极快的反应速度，在过压发生时迅速将电压钳制在安全水平，避免对芯片造成损害。

同时，自恢复保险丝（PPTC）可以用于防范异常电流。PPTC 在检测到过流时能迅速增加其阻抗，有效阻断过大的电流，保护电路不受损害。一旦过流问题得到解决，PPTC 可以自动恢复到低阻抗状态，允许电路恢复正常工作。通常，PPTC 会串联在 TVS 之前，这样不仅能保护电路芯片，还能延长 TVS 的使用寿命。通过这种方式，电路在面对过压和过流情况时，能够得到有效的保护，确保稳定可靠的运行。

3.LED 驱动电路防护

LED 发光的亮度是由通过 LED 的电流大小来控制，不稳定的电流又极易烧坏 LED，如图 1 右在 DC/DC 模块后可以在电路中串联恒流二极管来获得稳定的电流，这样不仅可以使 LED 获得稳定的亮度，又不至于因电流的不稳定而烧坏 LED。由于 LED 灯也易遭受到静电放电过压的干扰受损，因此 DC/DC 电路后端的 LED 灯也需要做一定的有效过压防护，一般采用 TVS 管就可以。

在实际应用中，浪涌保护元件型号的选择与电路的工作电压电流，电路要做的雷击浪涌测试等级标准，工作环境，芯片的参数等诸多因素有着密切的关系，因此在考虑和设计 LED 驱动电路防护时，必须要进行综合的考量分析，才能有针对性的设计出比较合理的防护方案。