

# 看 LED 协同电路如何解决 LED 过流过热问题

发光二极管 (led) 技术已经取得了快速的进展，而芯片设计和材料的改进促进了更亮、更耐用光源的开发，使光源应用范围日益扩大。节能意识不断的增强也加速了 LED 照明技术的普及。如今 LED 灯正凭借许多优势迅速取代传统照明方式，首先新型 LED 灯泡拥有从 0.83~7.3 瓦的低功耗以及可使用 5 万小时的寿命；而 LED 灯泡耐热、抗震，即开即用的特性，适合需要频繁开关操作的场合，有助于满足安全和绿色倡议；LED 不含汞，灯泡摸上去不烫手，并可充分调光；且灯泡不会变色，而白炽灯在调光时会发黄；最后是采用不会干扰到无线电和电视讯号的电源安定器。虽然这项技术正在不断普及，但 LED 照明厂商仍须继续克服 LED 光源热敏感性强的难题。热量过多或应用不当都会使 LED 光源的性能大打折扣。

## 散热管理决定 LED 寿命

使用一个 60 瓦白炽灯泡的灯具大约产生 900 流明照度，必须通过传导耗散 3 瓦热量。使用典型直流 LED 作为光源达到相同的 900 流明照度只需要十二个 LED。假设顺向电压 (VF) 为 3.2 伏特，电流为 350 毫安，该灯具的输入功率可按下列公式 1 计算：

$$\text{功率} = 12 \times 3.2 \text{ 伏特} \times 350 \text{ 毫安} = 13.4 \text{ 瓦} \dots \dots \text{公式 1}$$

在此情况下，约 20% 输入功率转换为光，80% 则转换为热。这取决于多种因素，发热可能与底层不规则以及声子发射、密封、材料等有关。在 LED 产生的总热量中，有 90% 透过传导传输。表 1 为耗散来自 LED 接面的热量，传导是导热的主要通道，因为对流和辐射仅占全部热传输约 10%。比如一个 LED 可能转换近 10.72 瓦热量 (13.4 瓦  $\times$  0.8)。其中，9.648 瓦 (10.72 瓦  $\times$  0.9) 透过传导从 LED 接面传输或迁移。显然，LED 光源需要精确的功率和热管理系统，因为与其他光源相比，提供给 LED 的电能大部分转换为热量。如果没有适当的热管理，这种热量会影响 LED 寿命和色彩输出。同时由于 LED 驱动装置属于硅组件，很快就会失效，因此必须配备故障安全备用过电流保护装置。

表1 各種光源的導熱比較

光源	項目 效率 %	功效 (流明/瓦)	熱損耗(%)		
			輻射	對流	傳導
白熾燈	2	15	90	5	5
螢光燈	15	90	40	40	20
高強度氣體 放電光源	20	100	90	5	5
LED	20	75	5		

LED 的光学性能因温度不同而呈现明显的差别。LED 的发光量随界面温度升高而减少，对某些技术而言，发射波长也会随温度而变化。如果不对驱动电流和界面温度加以适当控制，LED 效率会迅速下降，造成亮度减弱、寿命缩短。与界面温度有关的另一个 LED 特性是顺向电压(图 1)，VF 为经过 LED 顺向压降，当传导开始时，VF 约为 2 伏特(对于红色 LED)和 3.5 伏特(对于蓝色 LED)；TF 为在 PN 接面上，LED 内部的温度。如果该温度过高，LED 将损坏；Ij 为经过 LED 的顺向电流。如果仅使用一个简单的偏压电阻控制驱动电流，VF 将随温度升高而下降，驱动电流增大。尤其对大功率 LED 而言，这将导致热崩溃，并造成组件失效。常见的做法是透过将 LED 安装在金属芯印刷电路板(PCB)上加速导热，从而控制界面温度。电线耦合瞬态和涌流也会减少 LED 寿命，许多 LED 驱动装置很容易因直流电压和极性错误而受损，LED 驱动装置的输出也会因短路而受损或毁坏。多数 LED 驱动装置含有内置安全功能，包括热关机以及 LED 开路 and 短路检测。但是，要保护 IC 和其他敏感电子组件，可能需要额外的过流保护组件。

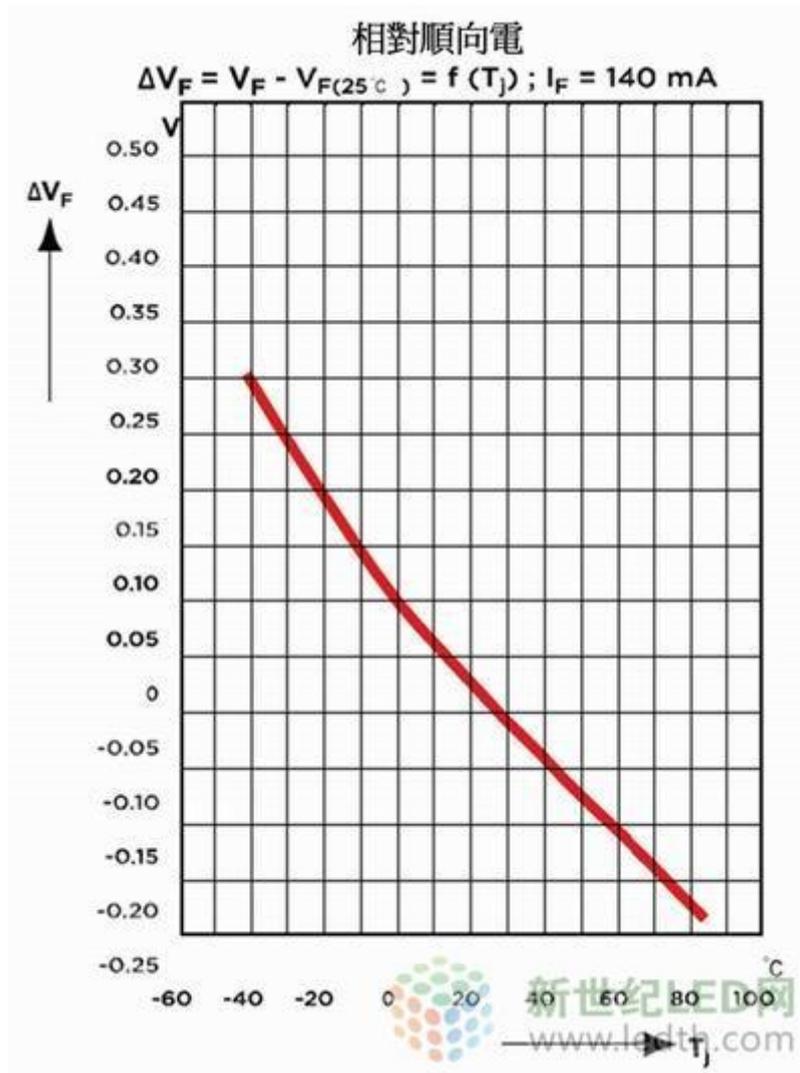


图 1 顺向电压随界面温度升高而下降

### 输入/输出保护防止负载异常

LED 是透过定电流驱动的，其顺向电压介于 2~4.5 伏特之间，与颜色和电流有关。旧式设计依靠简单电阻器限制 LED 驱动电流，但是基于厂家规定的典型顺向压降设计 LED 电路会导致 LED 驱动装置过热。当经过 LED 的顺向压降下降到远低于典型规定值的水平时，可能会出现这种情况。在这类事件中，经过 LED 驱动装置的电压升高可能导致来自驱动装置封装的总功率耗散更高，因此对性能或寿命产生不利影响。

目前，多数 LED 应用利用功率转换和控制组件连接各种功率源，如交流电线、太阳能电池板或电池，来控制 LED 驱动装置的功率耗散。对这些接口加以保护，防止它们因过流和过温而受损，常常用到具有可复位能力的聚合物正温度系数 (PPTC) 组件 (图 2)。可以与功率输

入串联一个 PolySwitch LVR 组件，防止因电气短路、电路超载或用户误操作而受损。此外，放在输入端上的金属氧化物变阻 (MOV) 也有助于 LED 模块内的过压保护。

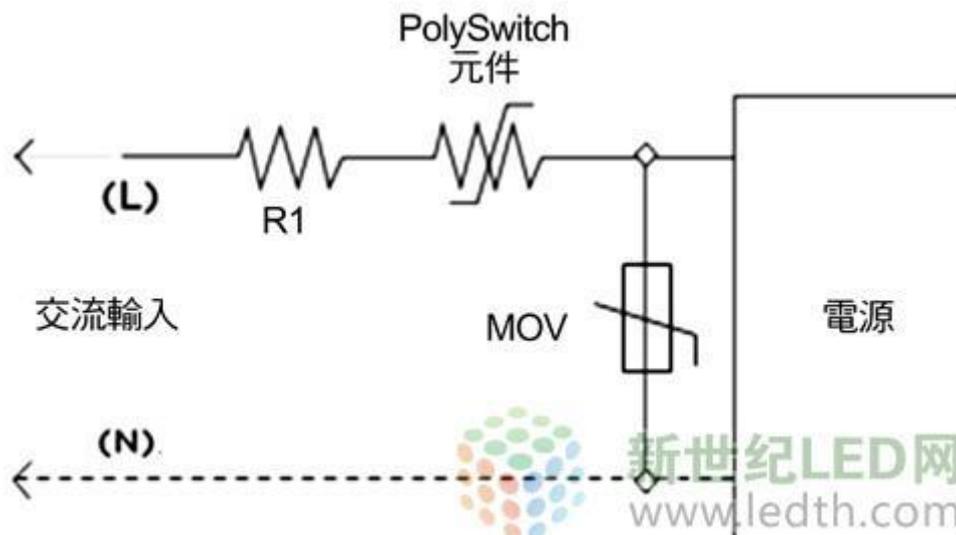


图 2 开关模式电源的典型电路保护设计

PolySwitch LVR 也可以放置在 MOV 之后。许多设备厂商选择能保护电路与具备上游故障安全保护的可靠可重设定 PolySwitch 组件组合。在本例中，R1 是与保护电路组合使用的镇流电阻，LED 驱动装置容易因直流电压和极性错误而受损，输出也会因有害短路而受损或毁坏，带电埠也容易因过压瞬态受损，包括静电放电 (ESD) 脉冲。图 3 表示针对 LED 驱动装置和灯泡数组的典型电路保护设计，驱动装置输入上的 PolyZen 组件既为设计人员提供了传统钳位二极管的简单性，同时又避免了对大量散热片的需求。该组件有助于单个、小型封装内的瞬态抑制、反向偏压保护和过流保护。

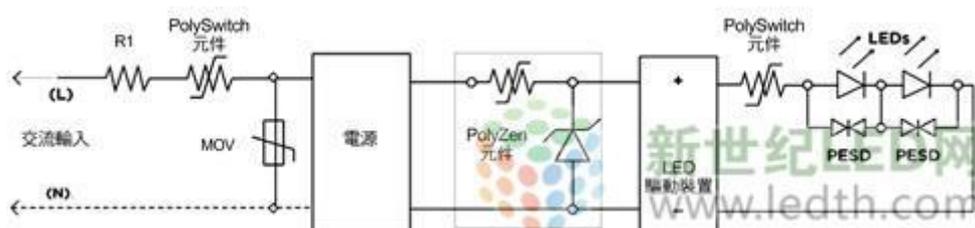


图 3 LED 驱动装置输入和输出的协同保护方案

驱动输出上的 PolySwitch 组件有助于防止因有害短路或其他负载异常而受损，为了充分发挥 PolySwitch 组件的作用，可以与金属芯电路板或 LED 散热片热接，此外，与 LED 并置的 PESD 组件也可以对静电放电加以保护。

### 第二类功率源增加设计弹性

在照明系统中采用第二类功率源可成为降低成本、提高弹性的重要因素之一。固有的有限功率源，如变压器、电源供应器或电池等，可以包含保护组件，只要不依靠它们限制第二类功率源的输出即可。非固有型的有限功率源，按照定义，具有一个分立保护组件，当电流和能量输出达到预定值时它会自动中断输出，各种电路保护组件都有助于提供 LED 照明应用第二类功率源的安全操作。图 4 表示了一种协同保护策略的工作原理，它在交流输入上采用了一个 MOV，在输出电路分支上采用了一个 PolySwitch 组件，可以帮助厂商满足 UL 1310 第 35.1 小节针对开关和控制装置的过载试验要求。

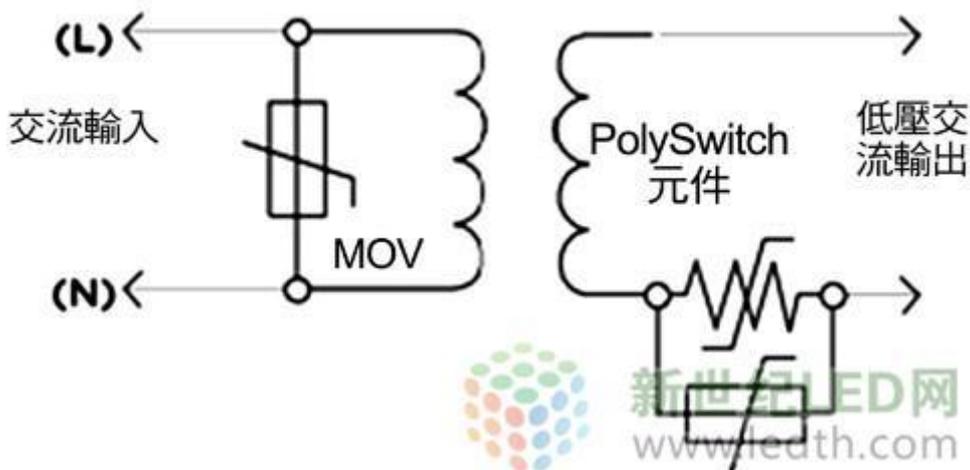


图 4 第二类功率源的协同保护方案

可重设 PPTC 组件可以防止因 LED 照明应用中过流和过温故障造成的损害，MOV 过压保护组件有助于厂家满足各种安全机构的要求，可提供大电流输送和能量吸收能力，并快速响应过压瞬态。与多数 ESD 保护组件相比，PESD 组件电容极低，约 0.25 皮法，并且具有电子行业最普遍的形状系数。

PolyZen 组件既为设计人员提供了传统钳位二极管的简单性，同时又避免了对大量散热片的需求。这种单元件方案可以对因电源使用不当导致的受损提供保护，并具有瞬态抑制、反向偏压保护能力，也可防止因过流事件而受损。在协同保护方案中使用这些组件可以让设计人员减少组件数量，提供安全可靠的产品，满足监管机构的要求，并减少保固和维修成本。