

# 利用先进测试技术应对 LED 照明应用挑战

泰克公司供稿

今天,在绿色节能意识的推动下,节约能源已成为广大电子产品设计人员和消费者的共识。而高亮度 LED 在光输出、能效及成本方面的全面改善,以及具备小巧、低压工作及环保等众多优势,使之应用范围也在不断拓宽。

未来,LED 照明在通用照明、景观照明、信号灯、广告显示牌、汽车照明、LCD 背光显示等领域的增长前景尤为可观,随之涌现了很多研发和制造企业以配套厂商。但是广大开发者也面临着一些棘手的瓶颈问题。本文将结合泰克公司的先进测试解决方案,谈谈如何应对 LED 照明应用的挑战,帮助照明设计工程师选择合适的方案,加快产品上市进程。

## LED 照明应用的瓶颈

2009 年初,中国科技部推出“十城万盏”半导体照明应用示范城市方案,由此引发了 LED 热在中国的蔓延。有数据显示,中国 LED 产业在未来两年将达 1500 亿元人民币的规模。

发热(寿命)、成本和符合标准也是阻碍 LED 照明应用的三大难题。LED 的发热是一个无法回避的问题,因为理论和实践已经证明,LED 的性能和寿命与 LED 的 pn 结工作温度紧密相关,直接影响着其在照明领域的替代性。过流、过压和过热都会显著降低 LED 的发光性能,缩短使用寿命。

目前,LED 的成本还很高,特别是前期投入较大,影响了它向更广泛领域的拓展;目前在国内还没有明确的 LED 标准,如何进行测试也是一个需要解决的问题。因此,在制定过温度保护方案之前,需要参照相应的标准和实际应用,通过适当的测试解决方案来选择和/或确定有源开关器件和相应电源电路的设计。

## LED 测试的重点

无论是否具备保护功能,驱动 LED 的开关电源电路都是保证系统安全可靠工作的第一道防线,也是提升 LED 照明系统整体能效、降低总体成本、实现相应控制功能(如调光)的关键。从 LED 驱动电路和保护电路等实际应用电路的开发角度来说,克服 LED 应用瓶颈离不开对各种电性能精准、可靠和低成本测试测量,尤其是开关电源的电性能测试,重点在于电流测试。

在众多电性能当中,值得工程师们特别对待的是 LED 电流纹波,它关系到开关电源的成本和光通量的平衡折衷。根据经验,结温每降低 10°C,半导体的使用寿命就会延长两倍。另外,作为工作电流函数的相对光输出(光通量)与二极管电流密切相关,因此可以通过改变正向电流进行调光。在电流较低时,若将二极管电流增加一倍,则光输出也会增加一倍;但是在电流较高时,电流上升 100% 仅能使光输出量增加 80%。LED 是由会产生较大纹波电流的开关电源驱动的。实际上,开关电源的成本在某种程度上是由所允许的电流大小决定的,纹波电流越大,电源成本就越低,但光输出会因此受到影响。

此外,还要考虑测量开关电源设备的转换速率( $di/dt$ 、 $dv/dt$ )、开关损耗测量和安全工

作区(SOA)。这些指标关系到开关电源的效率。晶体管开关电路在转换过程中消耗的能量最大，常用的测量包括闭点损耗、开点损耗、功率损耗、动态开点电阻、安全工作区(瞬时功率)等。

最后，对实现 LED 调光的开关电源还要进行调制分析。实现 LED 调光主要有两种方法：一是降低 LED 的电流；二是快速开关 LED，通过电流波形的脉宽调制(PWM)进行调光更为准确。

脉冲宽度调制(PWM)或电流占空比控制方案，如图 1 所示，相比之前的简单恒流源来说有许多优势。如需感觉较高的亮度，可以在较低的平均功率水平上相应提高 LED 的峰值电流。因为亮度控制是由调节 LED 电流的占空比来控制的，平均电流和亮度可以被控制，而无需改变电源电压。这样，设计人员可以着眼于优化电路的 DC-DC 变换器的效率。最后，因为峰值电流并未改变，LED 工作在相同的电流水平上(例如，白光 LED 通常为 15-20mA)，其辐射的颜色也是恒定的。

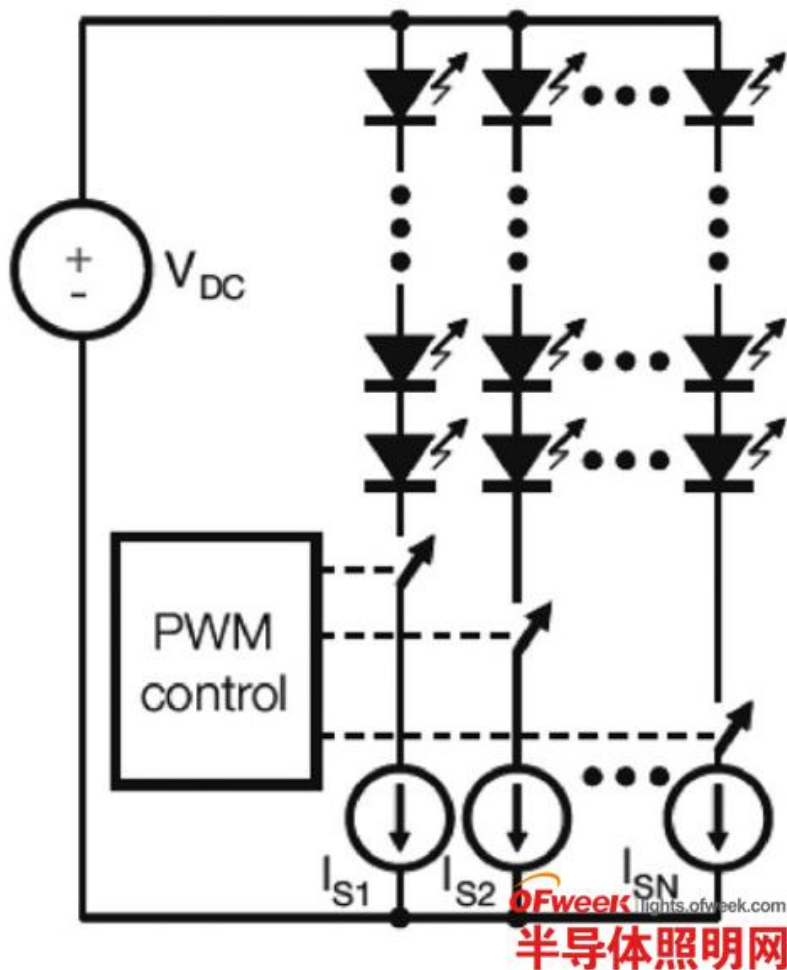


图 1. 带有调制电流源的背光 LED 驱动器

显然，后者已成为行业的主流方法，在照明和显示器应用上，PWM 需要高于 100Hz 的频率，以使肉眼感觉不到闪烁，10% 的脉冲宽度要在毫秒范围内，并要求电源的带宽大于 10kHz，而且控制环路总是处于激活状态，实现极快的瞬态响应。

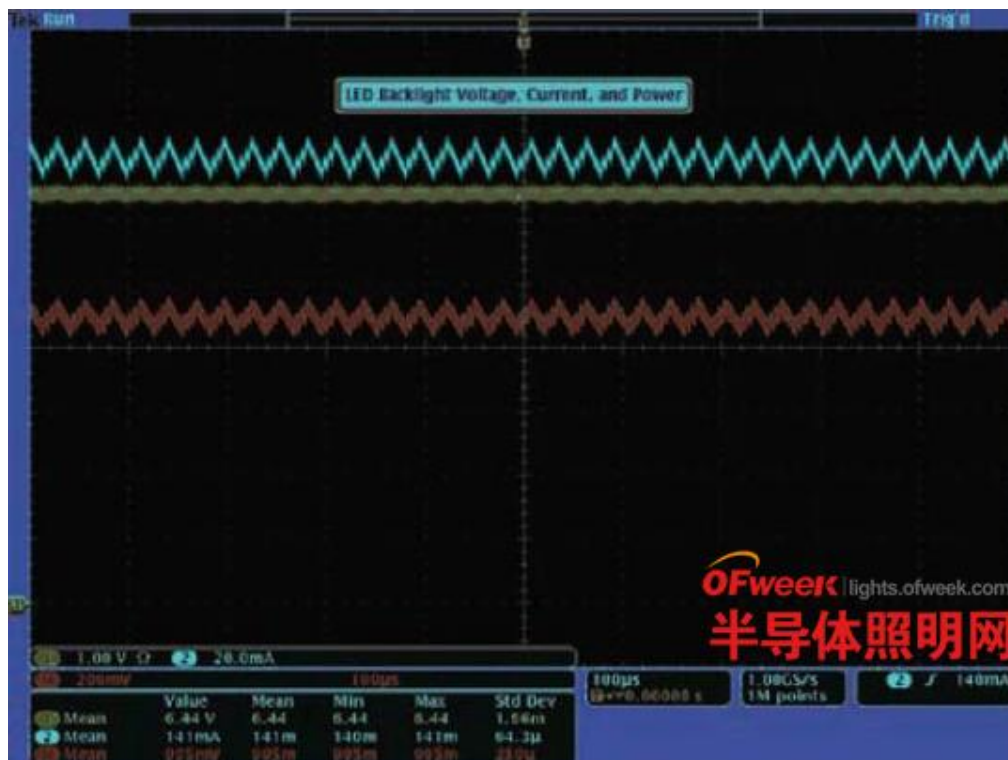


图 2: 用 MS04000 系列示波器进行 LED 背光功率测试的显示界面

图 2 显示了使用示波器验证 LED 背光电路性能的测量结果。如图所示, 直流电压 (黄色波形) 大约为 6.4V。这里使用了 Tektronix TDP 系列差分探头测试。电流 (蓝色波形) 在数百毫安量级。红色波形显示的是 LED 的瞬时功耗情况, 显示平均功率大约是 900mW。与 CCFL 背光电路相比, 节约了大约 200mW 的功率。

根据实际情况, 一些测量指标如线路自动测量 (电源质量、谐波分析) 也是 LED 照明应用不可或缺的, 为的是在出厂时满足相应的规范标准。

## 选择最适用的 LED 测试解决方案

实际测试中要选择最适用的示波器和配件。对于纹波测量, 电流探头的选择很重要。LED 的电流纹波指标在 1mA 级甚至几百  $\mu$ A, 若探头的动态范围达不到, 则可通过增加绕组的方法来测量微小的电流。泰克 DP04000B / DP05000 / DP07000 示波器连接的 TCP0030 AC/DC 电流探头就可以提供精确简单的电流纹波测量方案, 精准捕捉电源毛刺, 并支持更高的电压。TCPA300+TCP312 (放大器) 则可与任意品牌的示波器相连, 组成电源测试方案。

而对于有源开关器件的损耗测量, 使用带有 DP04PWR 电源分析应用模块软件的 MS0/DP04000B 示波器更加方便。它可以自动计算开点损耗、闭点损耗和传导损耗。借助 TekVPI 探头和偏移校正套件, 还可消除电压探头与电流探头之间的偏移, 保证电压波形和电流波形之间的准确定时。另外, 处理开关信号频率成分的示波器要有足够的带宽和上升时间, 且具备快速采样率, 以捕捉跳变。为实现长时间采集, 还要具备深记录长度。实际上, 泰克 DP0/MS04000B 和 3000 系列示波器就分别具备了高达 20M 和 5M 点的记录长度, 采样率高达 5GS/s。

另外, 泰克示波器配备的独特 Wave Inspector 搜索和导航工具, 以及前面板控制功能和强制外圈反馈可大大改善操作便捷性, 而且支持捕捉负载变化事件、追踪瞬态功率值、将

瞬态功率点与相应的时域波形对应分析及放大波形细节等功能。

在制定电源质量测量方案时，需要注意这样一些问题：第一，测量的电源与其服务环境的相互作用；第二，必须在输入电源线上直接测量电压和电流；第三，要使用高压探头，通常是差分探头。至于必须符合的相关标准，如 EN61000-3-2、MIL-STD-1399 等，泰克公司的示波器均提供这些标准的选项，使用者可轻松完成一致性测试，看是否能够通过。

## 结论

能效设计技术带来了新的、复杂的测试挑战，需要设计工程师进行大量的、艰苦的测试，以调试快速变化的信号、复杂的协议和电流电压的微小变化。验证、调试和检定这些设计需要强大而完备的测量工具。这些工具包括示波器、逻辑分析仪、探头、信号源和万用表。简化复杂测量的自动化软件包也是这套工具的重要组成部分。

从 MSO/DP04000B 和 DP03000 系列示波器到电源分析捆绑解决方案，包括电源测量模块软件、探头、校准工具，泰克公司拥有完善的一系列电源测量工具，并在不断更新换代，跟进新出台的相应标准，可很好地满足 LED 照明应用开发的测试测试测量需求，帮助开发人员克服应用方面的各种挑战，进而降低总体开发成本，加快产品上市进程。