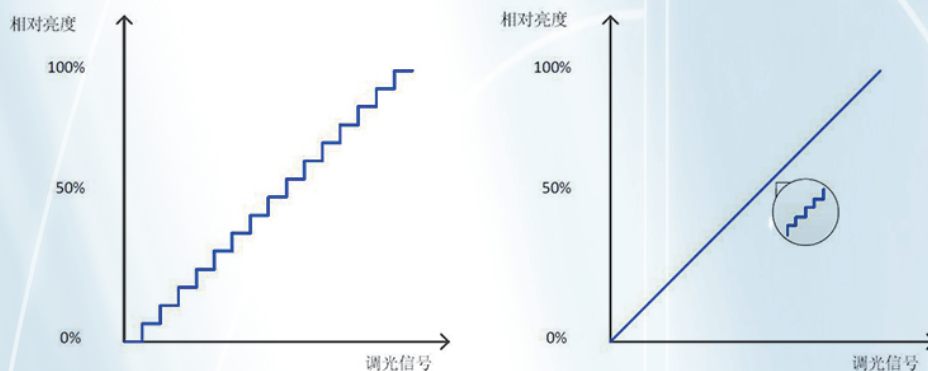


## 使用 AFG31000 系列测试 LED 驱动器的调光线性度

### 背景：

随着 LED 灯珠技术的发展，相较于传统的模拟调光技术，数字调光技术在近几年得到了长足的发展。现如今在灯具市场里有成千上万种调光产品可供选择，在调光驱动选择上我们需要考虑到这些要素。调光平滑度，调光深度，在调光过程中是否有可感知的频闪和纹波。

为了达到调光输出的超细平滑度，首先得了解每个调光等级之间的差别。在每个调光等级间，如果差别越小，则调光越平滑。这样就能在整个调光过程中实现无极调光。如下图所示。



本文案例是一个客户需要快速测量 PWM 调光时的输出电流线性度和平滑度，进而再进积分球测试亮度线性度。被测器件是一款集成度极高，具备恒压或恒流输出的双模式 BUCK 和无极性接入的载波二总线芯片。同时客户又担心这种具备总线功能的调光芯片，在总线通讯时会不会对 LED 调光产生影响。而 Buck 部分高达 1Mhz 的开关频率，同时又为电流测量带来了不小的挑战。本文选择使用了 TCP0030A 探头，此探头可以达到 120Mhz 带宽，对于高速电流信号的测量非常合适。

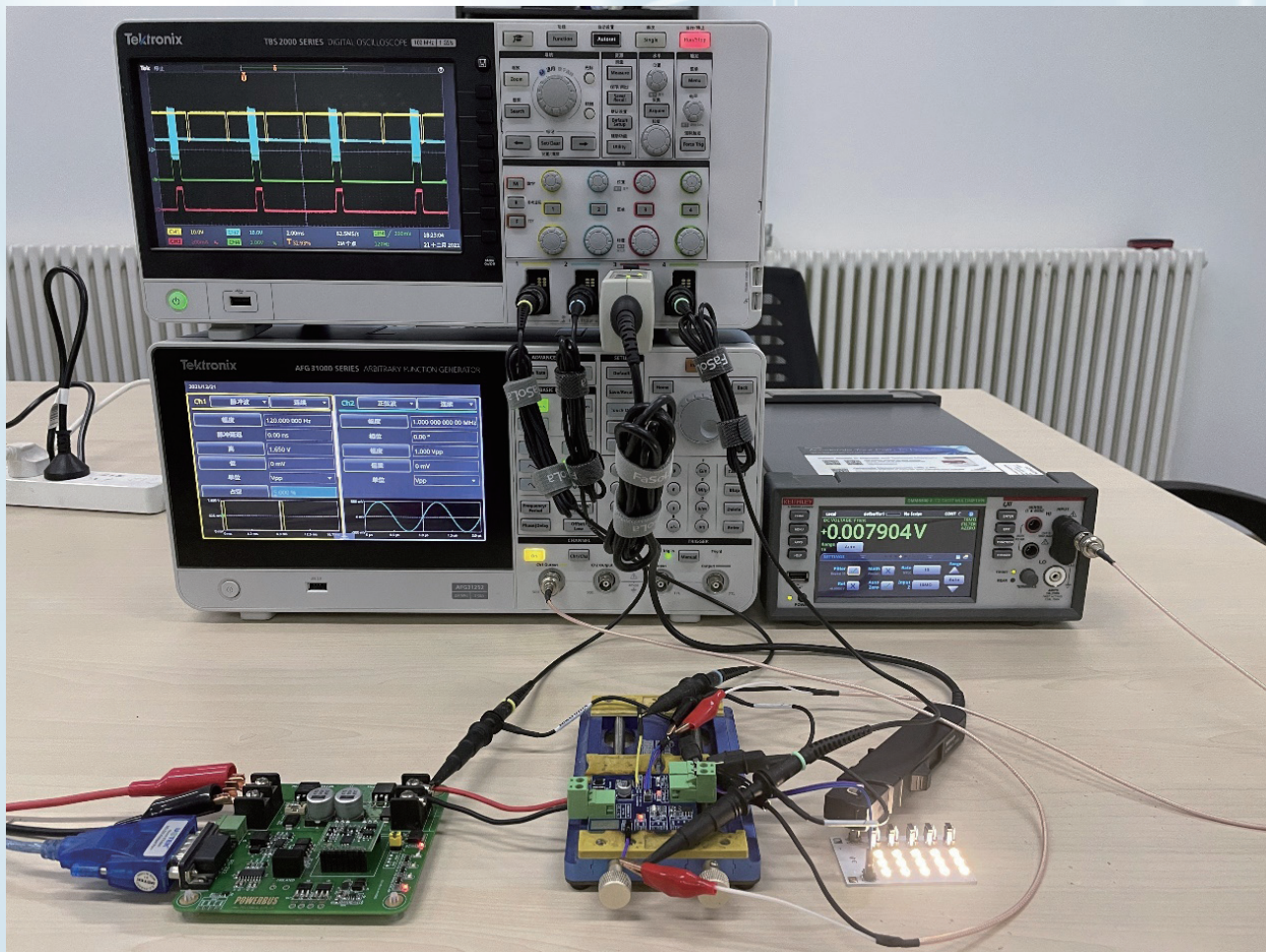
我们下面就带着这些问题，一起进入测试和验证。

### 测试目的：

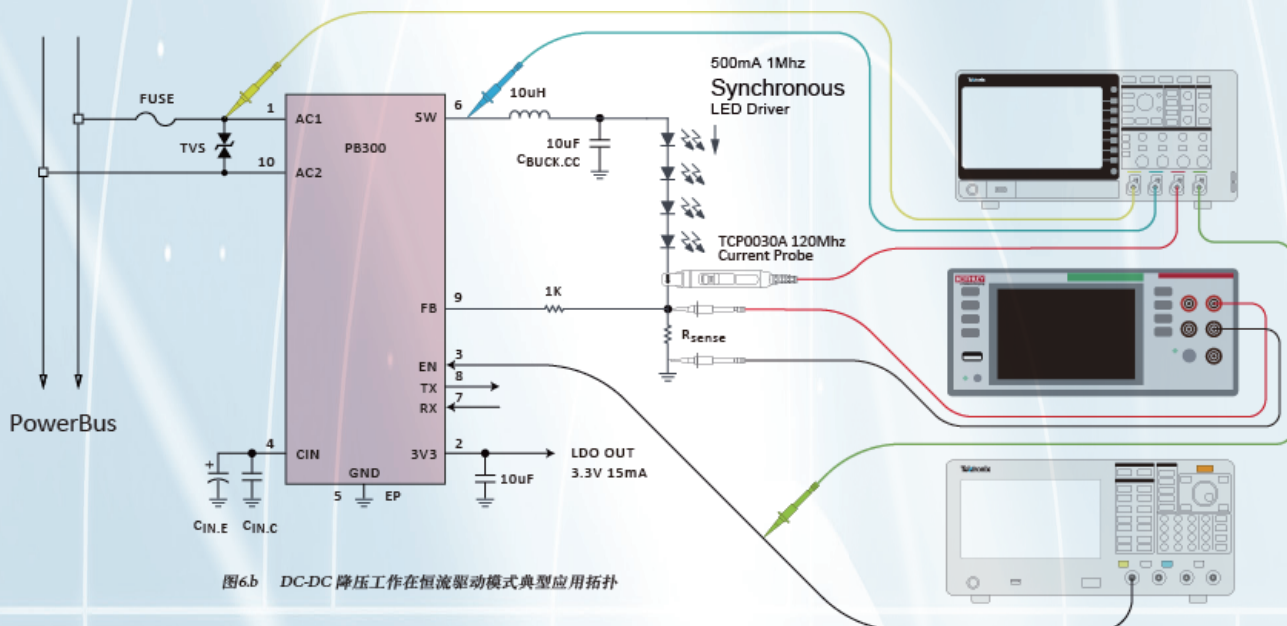
1. 使用 AFG31252 产生的信号进行 PWM 调光，使用 DMM6500 扫描输出电流线性度。
2. 使用电流探头测量电感电流，查看在调光时候是否电感饱和，以选择适合的电感。
3. 观测在总线通讯时，对调光是否产生影响，是否造成 LED 闪烁。

## 使用 AFG31000 系列测试 LED 驱动器的调光线性度

测试环境已经搭建完毕

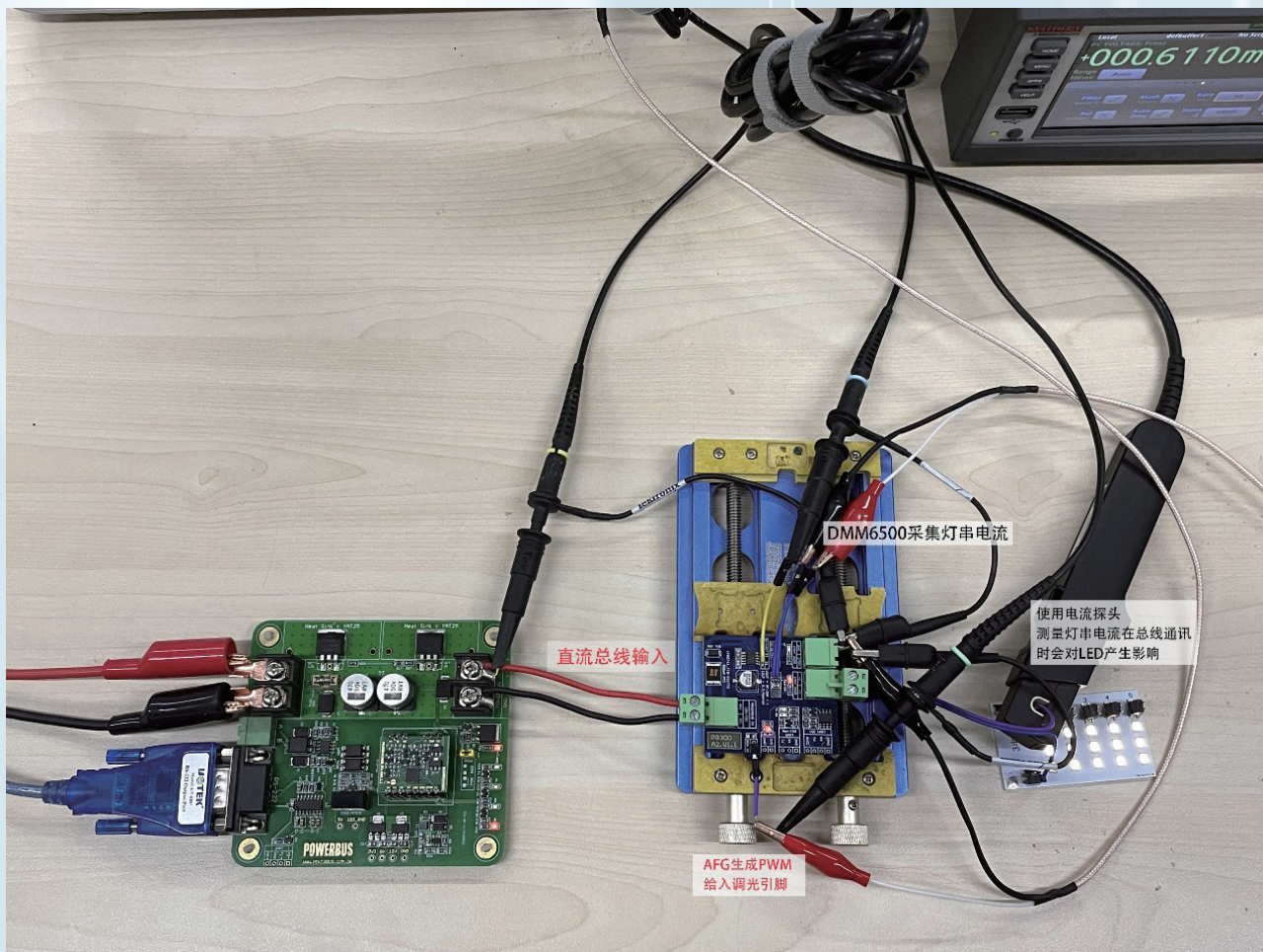


### 测试思路



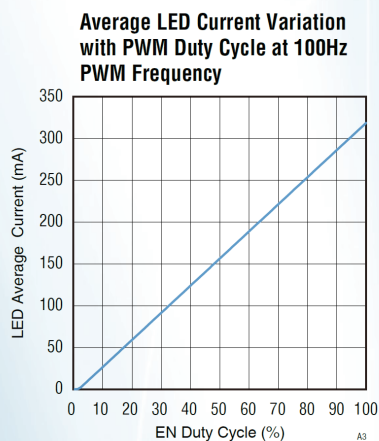


## 使用 AFG31000 系列测试 LED 驱动器的调光线性度



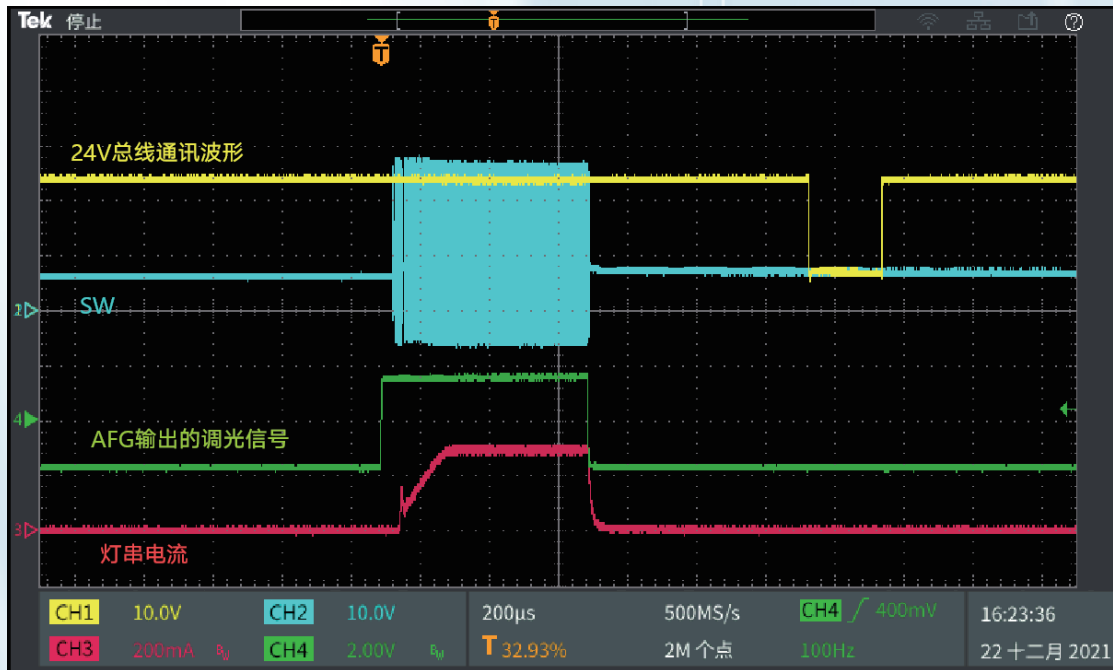
### 我们先对问题 1 进行测试：

使用 AFG 生成 PWM 调整占空比，此处没有把万用表串入回路，而是用 DM6500 测量检流电阻电压，计算出灯串电流平均值。由此可以获得如下图表：



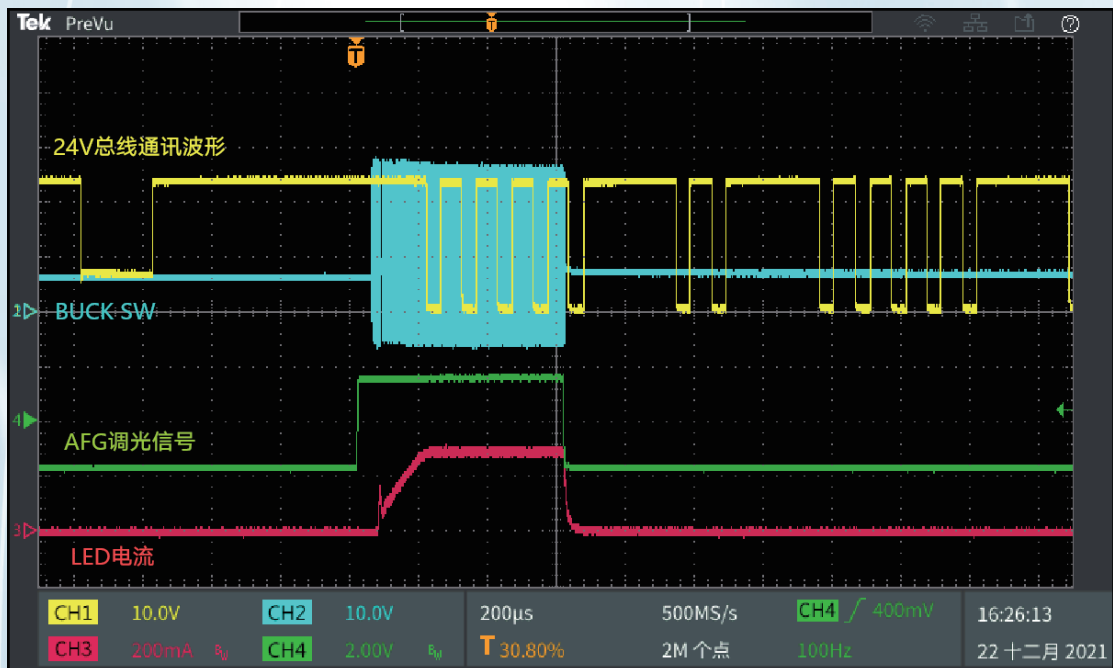
就此看来，全占空比调光范围内，线性度还是极好的。在每个 AFG 驱动的 PWM 周期，SW 都可以快速的响应，电流达到预设值无过充。

## 使用 AFG31000 系列测试 LED 驱动器的调光线性度



我们进而验证下在总线通讯时候，LED 电流是否会受到影响。得益于 TCP0030A 具有 120Mhz 的速度，我们可以观察到可能存在的，非常细小的电流噪音。这对于查找一些莫名其妙的 LED 闪烁，微亮等异常现象，提供了非常清晰的测量支持。

其实从上图中就能看到，在调光 PWM 信号的关周期时，总线上的载波波形，并没有在 LED 电流上产生任何尖峰。我们再看一下在 EN 开周期时的情况。



可见，在总线通讯波形快速变化时，灯串电流依然没有任何的毛刺或者上下过冲。

我们再把电流探头换到电感上，对电感电流进行一下观测。



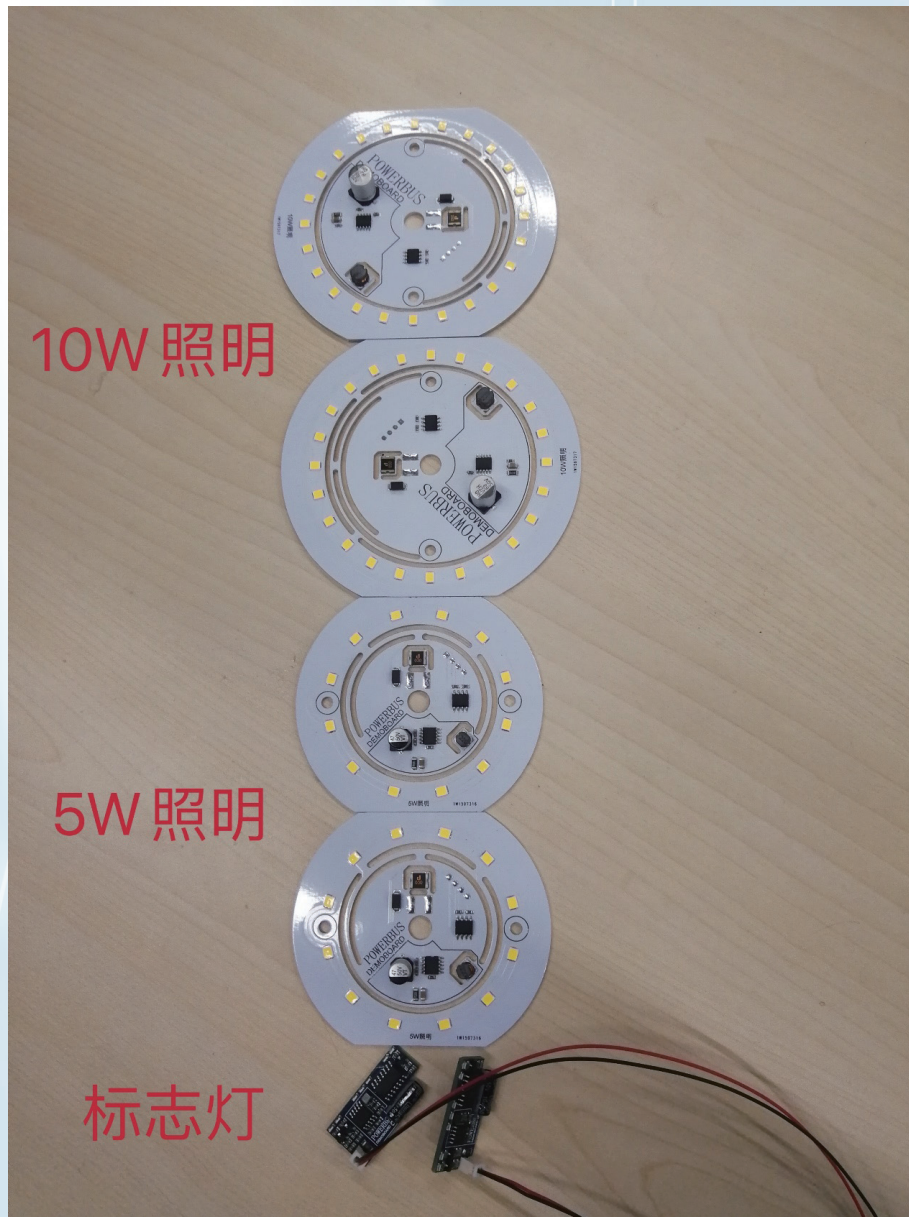
## 使用 AFG31000 系列测试 LED 驱动器的调光线性度



可见电流在开周期时候最高达到约 900mA，得益于 TBS2000 高达 20M 的存储深度，ZOOM 后波形依然非常清晰，可见目前所选电感未出现电流翘尾的饱和现象。当然，想要更仔细的评估电感的可用度，还需要对各种不同开关模式下的电感电流做更多的测试，可见上一篇文章。这个电流的上升时候仅有 640ns！这是一款开关速度 1Mhz 的恒流 LED 驱动芯片，低速电流探头是无法测量的，对于这种信号的测量，这款 TCP0030A 高达 120Mhz 速度的电流探头，几乎是唯一选择。

### 结论：

客户随后使用串口在二总线上传输 MODBUS 协议，使用 MCU 按照 AFG 给定的频率控制灯串亮度，很快便设计完毕了一款照明灯的方案设计。



主要设备名称	推荐型号	主要技术指标	系统应用
示波器	TBS2104	四通道 100Mhz	1、LED 调光测试 2、高速电流测试 3、动态响应测试
探头	TCP0030A	120Mhz 30A 电流探头	
函数发生器	AFG31252	双通道 250Mhz 函数发生器	
万用表	DMM6500	1 M 采样 / 秒 16 位	