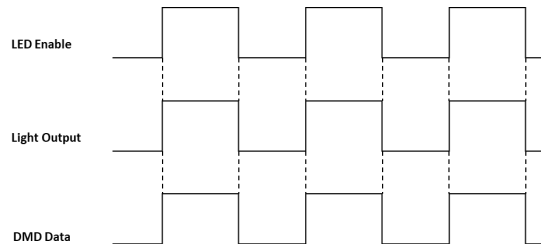


通过优化 LED driver 开关延时优化 DLP 暗场偏色和灰阶不连续问题



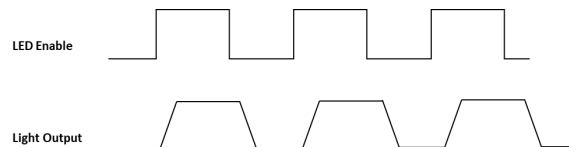
很多工程师在开发 DLP 系统的时候都会碰到暗场偏色和灰阶不连续的问题，其中一大优化方向可以通过优化 LED driver 的开关延时来解决。本篇内容主要讲述了 LED driver 开关延时带来的对 DLP 显示的影响。

理想的 LED 使能信号时序和 DMD 控制时序应该一一对应，如下图所示，在每一帧 DMD 信号到来的时候，相应颜色的 LED 也及时亮起。



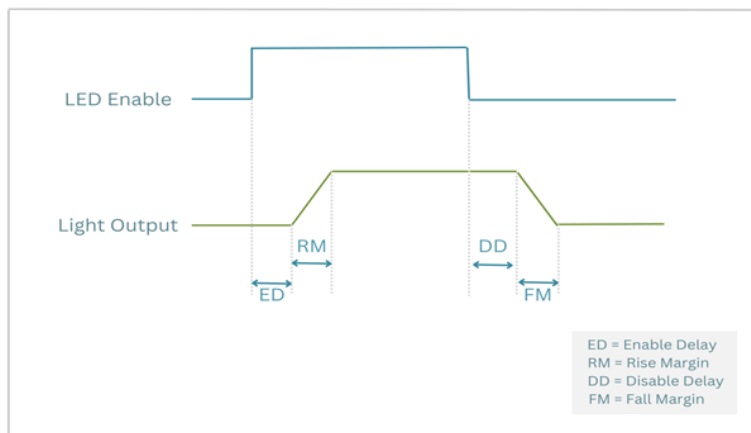
但实际上由于 LED driver 本身存在开关延时，导致时序如下图所示。

如果出灯时序和 DMD 的控制时序不匹配，比如 R 灯还没完全关闭，DMD 已经在传输 G 的数据，会使得绿色的画面参杂进了红色，从而导致部分绿色灰阶不连续问题。



在 DLP 的软件中，为了补偿这一部分延时带来的画质问题，我们可以将测量到相关延时参数填入到工程里面。DLP controller 会根据相应的参数去调整 LED 灯的控制信号使其提前开启和关闭保持与数据链路同步。LED driver 的延时也有可能暗场偏红或者偏蓝问题，纯色场偏色问题，可以尝试通过调整下面参数来解决。

Illuminator	Enable Delay (us)	Rise Margin (us)	Disable Delay (us)	Fall Margin (us)
Red	22	16	0	1
Green	22	12	0	1
Blue	22	14	0	1



但是对于上升沿 **RM** 和下降沿 **FM** 这部分，如果时间过长，由于这部分出光不稳定，如果在这段时间内做 **DMD** 的数据传输，会导致本段数据投影出来的效果和预期出现偏差。**DLP** 系统的不同灰阶显示是通过控制 **DMD** 的翻转，**ON/OFF** 的 **duty** 来控制。如果希望灰阶表现出完美的连续性，要求在 **DMD** 翻转的时候出光是完全稳定的。所以过长的上升沿下降沿容易造成灰阶的不连续性，如果完全舍弃这部分出光，会使得亮度下降，建议根据客户的画质要求，针对性地优化 **LED Driver** 的上升沿和下降沿 比如对灰阶敏感的系统最好能控制上升沿下降沿在 **5us** 左右。

另外不同的 **LED driver** 在电流大小不同的时候，延时表现也不一样。目前的投影仪一般都设定在最大电流档，所以延时表填写的值为电流最大档的 **LED driver** 延时参数。如果 **LED driver** 在不同电流档位下表现差异过大，则会在低电流档位下，由于参数不匹配而出现偏色等问题。所以 **DLP** 系统会对 **LED driver** 的开关延时统一性有要求。

总的来说，通过 **DLP** 的内部算法补偿 **LED driver** 带来的开关延时，优化 **LED Driver** 上下升延时以及在不同电流档位下的一致性，**DLP** 投影系统的颜色和灰阶表现通常能够达到理性的效果。

重要通知和免责声明

TI“按原样”提供技术和可靠性数据（包括数据表）、设计资源（包括参考设计）、应用或其他设计建议、网络工具、安全信息和其他资源，不保证没有瑕疵且不做任何明示或暗示的担保，包括但不限于对适销性、与某特定用途的适用性或不侵犯任何第三方知识产权的暗示担保。

这些资源可供使用 TI 产品进行设计的熟练开发人员使用。您将自行承担以下全部责任：(1) 针对您的应用选择合适的 TI 产品，(2) 设计、验证并测试您的应用，(3) 确保您的应用满足相应标准以及任何其他安全、安保法规或其他要求。

这些资源如有变更，恕不另行通知。TI 授权您仅可将这些资源用于研发本资源所述的 TI 产品的相关应用。严禁以其他方式对这些资源进行复制或展示。您无权使用任何其他 TI 知识产权或任何第三方知识产权。对于因您对这些资源的使用而对 TI 及其代表造成的任何索赔、损害、成本、损失和债务，您将全额赔偿，TI 对此概不负责。

TI 提供的产品受 [TI 销售条款](#)、[TI 通用质量指南](#) 或 [ti.com](#) 上其他适用条款或 TI 产品随附的其他适用条款的约束。TI 提供这些资源并不会扩展或以其他方式更改 TI 针对 TI 产品发布的适用的担保或担保免责声明。除非德州仪器 (TI) 明确将某产品指定为定制产品或客户特定产品，否则其产品均为按确定价格收入目录的标准通用器件。

TI 反对并拒绝您可能提出的任何其他或不同的条款。

版权所有 © 2026，德州仪器 (TI) 公司

最后更新日期：2025 年 10 月