

超结 MOSFET 在照明电源领域的应用



一、照明概况

照明是运用多种光源来照亮工作、生活场所或特定物体的方法。根据光源的来源，可以将其分为两类：利用自然光源如太阳和天空的称为“天然采光”；而利用人工光源的被称为“人工照明”。

照明的首要目标是创造良好的视觉可见度和令人感到舒适愉悦的环境，供足够的照度以满足人们的需求（一般照明）、强调特定特征以便识别（道路照明、广告标识等）、强调建筑物等（建筑照明、重点照明等）、创造舒适的光环境（家庭照明等）、营造特定氛围（商业舞台照明）以及满足其他特殊目的（生化实验、医疗、植物栽培等）。

进入 21 世纪后，白光 LED 得到了快速发展，其节能灯发光效率大幅提高，远超过传统白炽灯，逐渐逼近荧光灯。随着材料技术、芯片尺寸和外观工艺的进一步发展，商用 LED 灯的光通量提高了数十倍。过去微弱发光的 LED 正预示着 LED 灯的全新时代即将到来。

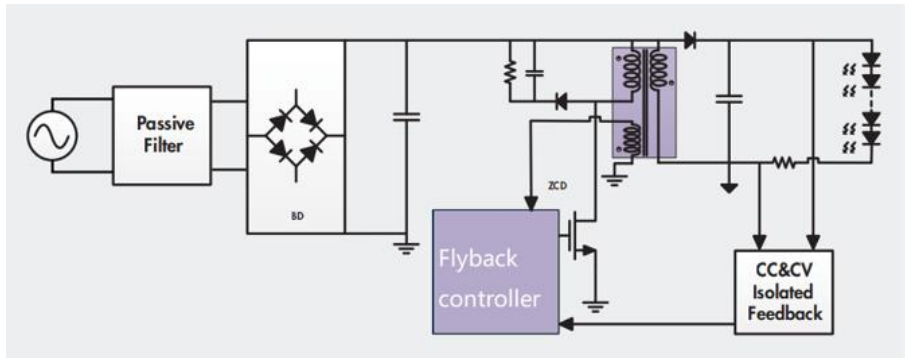
LED (Lighting Emitting Diode) 照明是一种使用发光二极管的照明技术，它是一种半导体固态发光器件。LED 利用固态半导体芯片作为发光材料，当半导体中的载流子发生复合时，会释放出过剩的能量，从而导致光子的发射。这些光子直接产生红、黄、蓝和绿色的光。基于三基色原理，通过添加荧光粉，LED 可以发出各种颜色的光。

二、市场分析

根据初步数据，我国照明相关企业数量在十三五规划期间突破了 2 万家。这些企业呈现出蓬勃发展的态势，不断增强着经济实力。随着 LED 技术成熟和灯珠成本降低、性价比逐渐提高，LED 产品在各种下游应用领域渗透率提升，中国 LED 照明市场规模逐年上涨，2021 年市场规模达 10227 亿元，同比增长 15.13%，预计 2023 年市场规模将达 12130 亿元。在 LED 照明应用市场的快速增长推动下，中国 LED 驱动电源的市场需求也呈增长趋势。

据统计，中国 LED 驱动电源产值由 2016 年 198 亿元增长至 2022 年的 434.6 亿元。预计 2023 年 LED 电源市场规模 477 亿，CACR 为 9%。

三、产品应用及优势



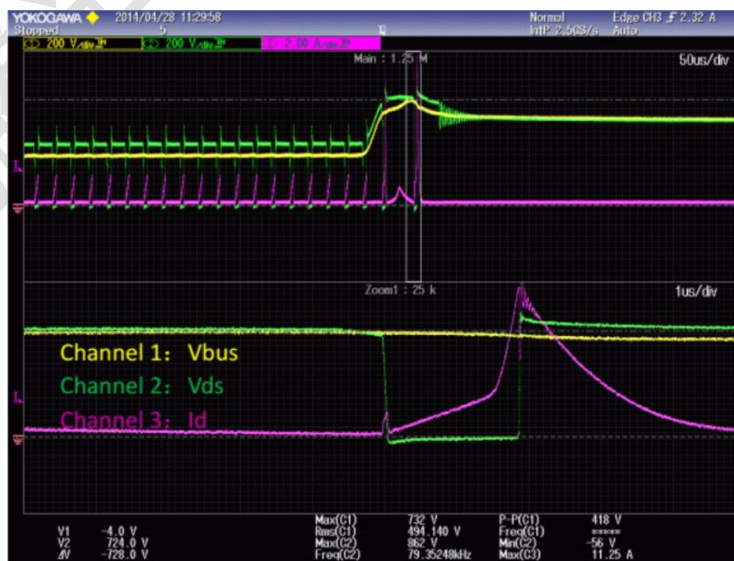
不带 PFC 小功率 LED 拓扑

将 AC-DC 转换与 LED 驱动两部分电路整合在一起，均位于照明灯具内，省下了 LED 光条中集成的线性或 DC-DC 转换器。这种整体式方案的电源转换段更少，减少元器件使用数量(如光学元件、LED.电子元件及印制电路板等)、降低系统成本，并支持更高的 LED 电源总体能效。

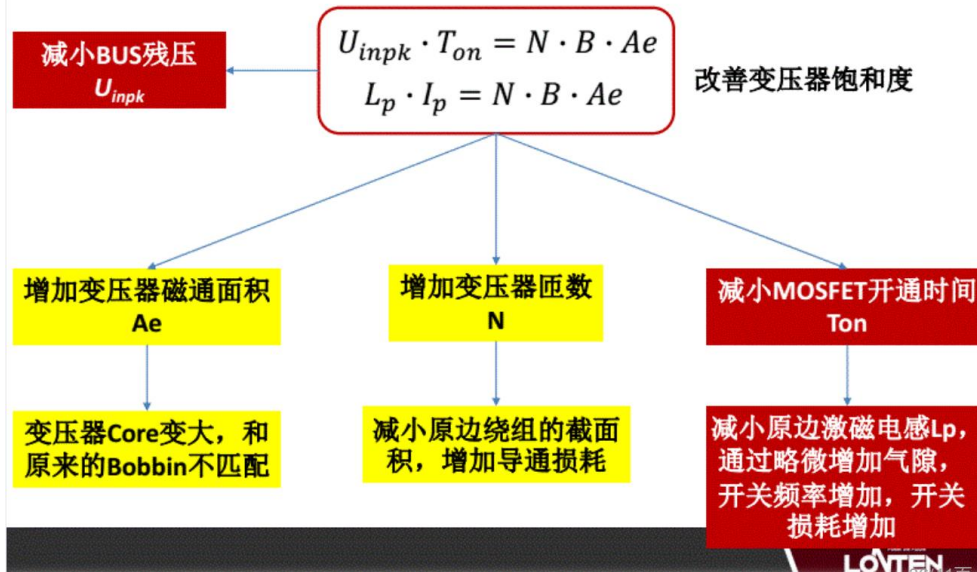
小功率 LED 驱动电源采用单级 PSR Flyback 电路，要求 HV MOSFET 的 EMI 特性好、EAS 能力强。分享一个案例：

28W LED 电源 surge 改善案例分析

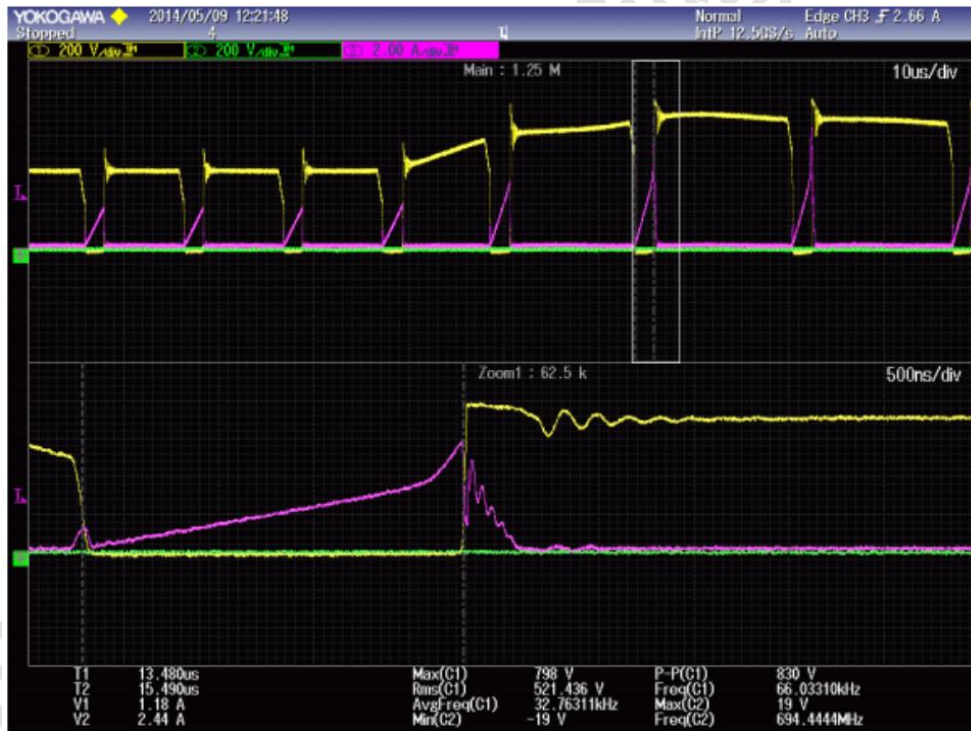
- 电源规格
 - 90~265VAC/50Hz
 - 28-40 VDC,700mA
 - AC input Surge :1200V DM



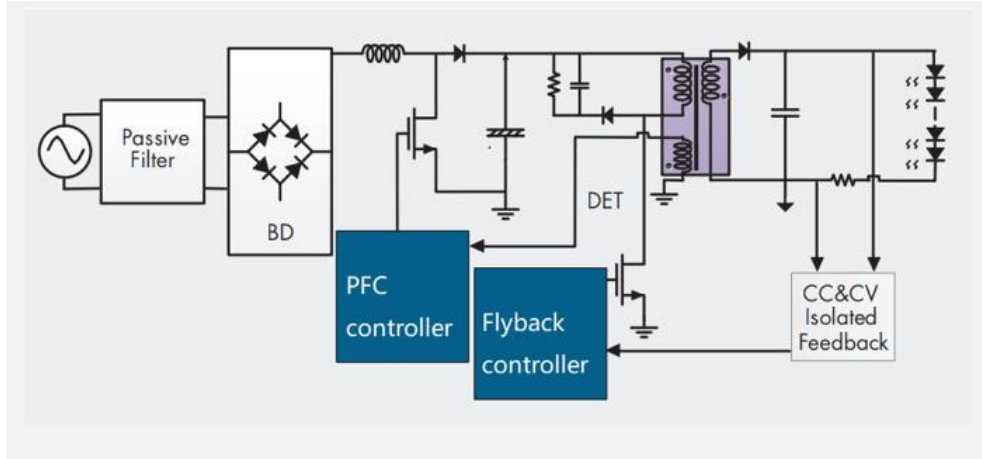
整改前 surge 电流波形 (220Vac,1300V/90°)



Surge 改善对策



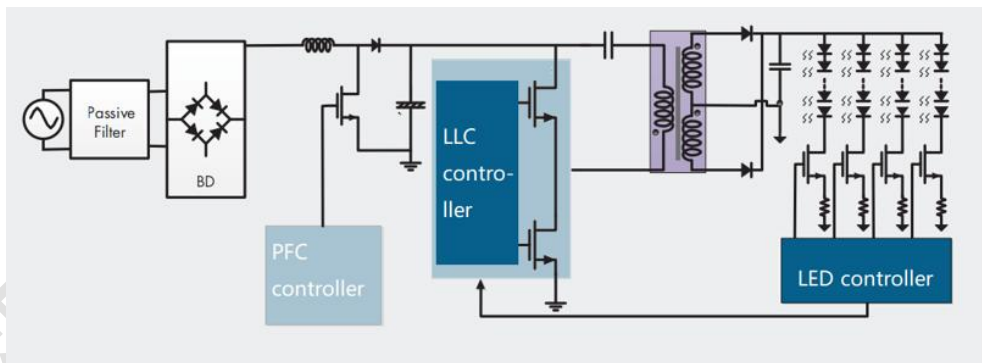
整改后 surge 电流波形 (220Va1300V/90°)



带 PFC 种小功率 LED 拓扑

大功率 LED 区域照明应用中，一种常见的电源架构是“功率因数校正 (PFC) +恒压(CV) 流(CC)”的三段式架构。这种架构的设计提供了能够现场升级的模块化途径，可根据实际需求，灵活改变 LED 光条数量，从而增加或减小光输出，满足具体区域照明应用要求。这种架构下，交流-直流 (AC-DC) 转换与 LED 驱动电路并未集成在一起，而是采用分布式配置，既简化安全考虑又增强系统灵活性，也称作分布式方案，典型应用包括线性灯及线槽灯等。

PFC+QR 反激，第一级 PFC 电路，要求内阻小，电路启动时，冲击电流较大，要求 MOSFET 有较强的 EAS 能力；初级 MOS 要求开关的速度是适中，EMI 特性好。



大功率 PFC+LLC LED 拓扑

业界对超高能效的 LED 照明拓扑结构兴趣日浓，期望在更大功率的 100 W 至 250 W LED 区域照明应用中提供高能效(如高于 90%)。要提供这样高的能效，需要采用高能效的电源拓扑结构，如谐振半桥双电感加单电容(LLC) 拓扑结构，从而充分发挥零电压开关 (ZVS) 的优势。

PFC+LLC 拓扑，第一级 PFC 电路，要求内阻小，电路启动时，冲击电流较大，要求 MOSFET 有较强的 EAS 能力；后级 LLC 谐振电路，要求 MOSFET 的 Body Diode 具有较强的 di/dt 能力，较小的 Qrr。

LED 照明市场应用，龙腾半导体的高压 SJ MOS，其产品优势：

- 针对 PFC 拓扑，优化 EAS，增强抗雪崩能力、增强抗浪涌能力；
- 针对 QR 反激拓扑，优化开关速度，更容易通过 EMI 测试；
- 针对 LLC 拓扑，优化体二极管，增强 di/dt 能力，降低 Qrr 和驱动干扰；
- 优化 Qg 和 Coss/Ciss 比值，降低驱动损耗，提升驱动抗干扰能力。

四、LED 照明电源龙腾 MOSFET 选型表

Part Number	V _{DS} (V)	I _b (A) 25°C	P _D (W) 25°C	R _{DS(ON)} (Ω) (V _{GS} =10V)	Q _g (nC) (V _{GS} =10V)	V _{GS(th)} (V)	Package
LSD65R135GF	650	28	36	0.127	54	3.6	TO-220F
LSD65R125HT	650	25	34.7	0.115	43	3	TO-220F
LSC65R180HT	650	20	192	0.15	36.5	3.5	TO-220
LSD65R180HT	650	20	33	0.15	36.5	3.5	TO-220F
LSC65R180GF	650	20	208	0.16	40.2	3.5	TO-220
LSD65R180GF	650	20	34	0.16	40.2	3.5	TO-220F
LSC65R180GT	650	20	208	0.16	40.2	3.5	TO-220
LSD65R180GT	650	20	34	0.16	40.2	3.5	TO-220F
LSC65R280HT	650	15	138	0.24	22	3.5	TO-220
LSD65R280HT	650	15	29.8	0.24	22	3.5	TO-220F
LSG65R280HT	650	15	125	0.24	22	3.5	TO-252
LSD65R380HT	650	11	28	0.33	16.9	3.5	TO-220F
LSG65R380HT	650	11	96	0.33	16.9	3.5	TO-252
LSC65R380GT	650	11	125	0.34	21	3.5	TO-220
LSD65R380GT	650	11	30	0.34	21	3.5	TO-220F
LSG65R380GT	650	11	114	0.34	21	3.5	TO-252
LSD65R380GF	650	11	30	0.34	21	3.5	TO-220F
LSG65R380GF	650	11	114	0.34	21	3.5	TO-252
LSD65R310GM	650	11	30.8	0.26	21.8	3	TO-220F
LSD65R360WE	650	11	29.7	0.31	24	3.4	TO-220F
LSG65R360WE	650	11	125	0.31	24	3.4	TO-252
LSD65R190WE	650	21	34	0.14	43	3.3	TO-220F
LSD65R650HT	650	7	26	0.55	10.2	3.5	TO-220F
LSG65R650HT	650	7	69	0.55	10.2	3.5	TO-252
LSD65R570GT	650	7	28	0.49	16.3	3.5	TO-220F
LSG65R570GT	650	7	96	0.49	16.3	3.5	TO-252
LSD65R950HT	650	4	24	0.86	9.1	3.5	TO-220F
LSG65R950HT	650	4	50	0.86	9.1	3.5	TO-252
LSD65R930GT	650	4	25.5	0.82	10.5	3.5	TO-220F
LSG65R930GT	650	4	66	0.82	10.5	3.5	TO-252
LSG65R1K6GT	650	3	48	1.35	7.1	3.5	TO-252
LSG65R310GM	650	11	138	0.26	21.8	3	TO-252

LSC65R570GT	650	7	96	0.49	16.3	3.5	TO-220
LSD65R570GM	650	7	28	0.5	14.9	3	TO-220F
LSG65R570GM	650	7	83	0.5	14.9	3	TO-252
LSD65R380GM	650	11	29	0.32	19.9	3	TO-220F
LSG65R380GM	650	11	113	0.32	19.9	3	TO-252
LSD65R125GT	650	31	63	0.114	54.2	3.5	TO-220F
LSD70R310GM	700	11	30.5	0.26	25	3.5	TO-220F
LSG70R310GM	700	11	125	0.26	25	3.5	TO-252
LSD70R380GM	700	11	29	0.32	19.9	3	TO-220F
LSG70R380GM	700	11	113	0.32	19.9	3	TO-252
LSC70R380GT	700	11	139	0.34	23.8	3.5	TO-220
LSD70R380GT	700	11	30.5	0.34	23.8	3.5	TO-220F
LSG70R380GT	700	11	139	0.34	23.8	3.5	TO-252
LSD70R450GT	700	11	30	0.4	21	3.5	TO-220F
LSG70R450GT	700	11	125	0.4	21	3.5	TO-252
LSG70R570GM	700	7	83	0.5	14.9	3	TO-252
LSG70R1KGM	700	4	56	0.9	10.3	3	TO-252
LSD70R1KGM	700	4	25	0.9	10.3	3	TO-220F
LSD70R570GM	700	7	28	0.5	14.9	3	TO-220F
LSC80R350GT	800	15	160	0.28	39	3.5	TO-220
LSD80R350GT	800	15	33	0.28	39	3.5	TO-220F
LSD80R680GT	800	8	29	0.58	21	3.5	TO-220F
LSG80R680GT	800	8	125	0.58	21	3.5	TO-252
LSD80R980GT	800	5	29	0.85	14.5	3.5	TO-220F
LSG80R980GT	800	5	50	0.85	14.5	3.5	TO-252

注：以上信息出自龙腾半导体，转载请注明出处。