

# 彩屏手机背光驱动电路的选择策略

近几年来，彩色LCD显示屏在手机中使用量越来越大，白光LED为这种应用提供了完美的背光解决方案。由于白光LED的导通压降一般为3.5V(20mA)，最大值可以到达4V，而单节锂离子电池的一般输出电压为3.6V~4.2V，因此，一般不能直接用单节锂离子电池来驱动白光LED，通常需要用专门的LED驱动电路来实现。

## 1 驱动电路介绍

目前，一般的LED驱动电路可以分成二种，一种是串联驱动，采用电感型DC-DC升压转换原理，所有的LED是串联连接的形式；另一种是并联驱动，采用电容型的电荷泵倍压原理，所有的LED是并联连接的形式。

串联驱动电路体积小，效率高。这种类型电路一般都是采用SOT23-5L或者SOT23-6L的封装，占用PCB板的空间很小。白光LED驱动电路的效率计算公式为：

$$\text{Eff}(\%) = \frac{\text{白光LED上的电压} \times \text{白光LED上的电流} \times 100}{\text{输入电压} \times \text{输入电流}}$$

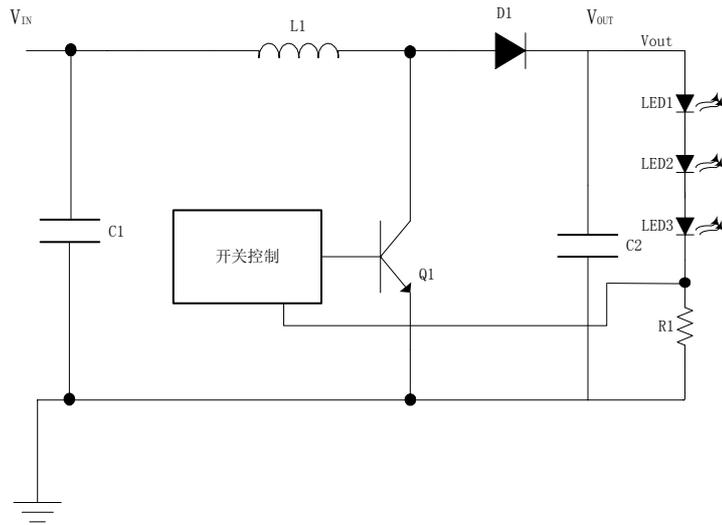
以此公式计算，串联驱动电路的转换效率一般都在80%以上。但是，由于串联驱动电路使用了电感和高速的开关，对系统中的其他电路干扰会大一些。

并联驱动电路利用分立电容将电流从输入端传送到输出端，整个过程不需要电感，所以也是一个受欢迎的解决方案。这种驱动电路，只需要根据芯片规格选择合适的电容，但是它只能提供有限的输出电压范围，绝大多数电荷泵的电压转换比例是1.5或者2，这表示输出电压不可能高于输入电压的1.5倍或者2倍，因此想利用电荷泵驱动一个以上的白光LED，就必须采用并联驱动的方式，为了保证电流分配的平均，通常用外接电阻或者在芯片内部采用电流镜的方式。并联驱动电路通常转换效率较低，一般不超过70%。

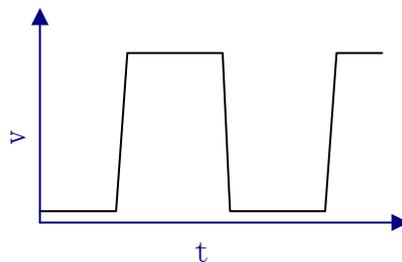
那么，如何保证白光LED驱动电路既有高的效率，同时，对手机中其他电路的干扰又小，这是手机设计厂家和显示模块制造厂家所关心的一个重要问题。

## 2 串联型白光LED驱动模块对手机的干扰分析

如前面所述，这种LED串联型的驱动方式，和并联型的驱动方式相比，通常具有效率高的优点。但是，由于使用了电感和高速的开关管，电路的工作有可能对系统其他模块产生干扰。尤其在手机应用中，对手机接收灵敏度的影响尤其值得注意。



图一 基本的串联型驱动电路示意简图

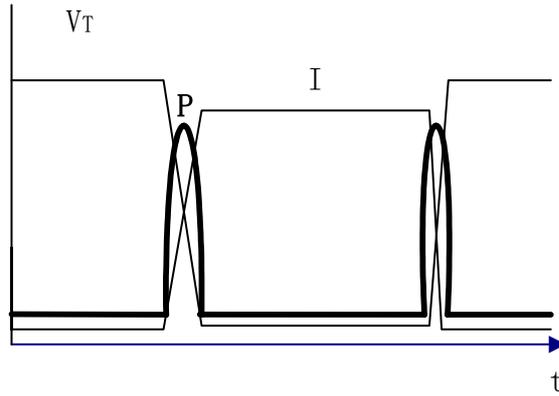


图二 开关管 Q1 集电极的电压波形

图一的电路基本工作原理为：电阻R1的反馈电压控制开关管Q1的导通和关断，在Q1导通的时间内，肖特基二极管D1反向截止，电感L1的电流持续增加，在Q1关断的时间，L1通过D1给VOUT端的电容C2充电，通过这样的反复开关以及反馈控制，被驱动的LED电流维持在设定值。开关管Q1的工作频率通常在1MHz左右。由于串联型驱动电路的开关管工作在高频通断状态，高频的快速瞬变过程是一个干扰源，这种高速的开关信号产生的谐波电平，对于其他电子设备来说就是EMI信号，这些谐波电平可以从对电源线的传导干扰（频率范围为0.15~30MHz）和电场辐射干扰（频率范围为30~1000MHz）的测量中反映出来。

为了抑制传导干扰，一般采用适当的EMI滤波器；为了抑制辐射干扰，一般会把产生干扰的模块用屏蔽罩和其他模块隔离开。除了这些外部的抑制手段外，也可以控制驱动电路内部开关管的上升下降沿，使得上升下降沿不要过于陡峭，并且尽量减小过冲，这样也可以减小电磁干扰。不过如果上升下降沿过缓，对转换效率会造成一定的影响。

损失在开关瞬间的功耗：



图三 开关管的开关损耗

可以看到，损失在开关管上的功耗为 $P=V_T \cdot I$ ，开关管在由关断到开启或者开启到关断的瞬间会损失较多的功耗。通过控制开关管的上升沿和下降沿，可以在干扰和效率之间取得平衡。

### 3 串联型LED驱动电路对手机干扰的对比测试

手机中射频模块包括发射机(TX)和接收机(RX)，发射机的发射功率在+30dBm到-55dBm之间，接收机信号接收范围则在-20dBm到-108dBm之间。对于接收机，接收灵敏度是一个重要的指标，对通话的质量有很大的影响，也是比较容易受到手机内其他电路模块干扰的一个指标。

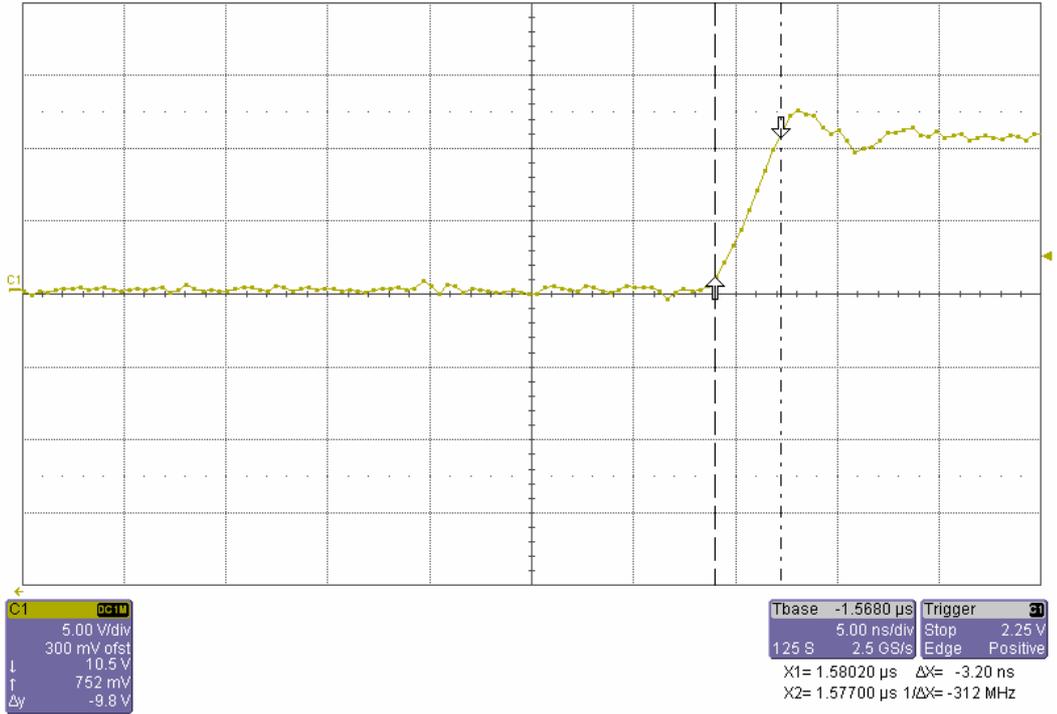
下表为使用CP2126（ChipHomer）和另一款同为串联型LED驱动芯片X时，LED驱动电路对手机信号接收灵敏度的影响的对比结果。

芯片型号	LED状态	条件1	条件2	条件3
芯片X	亮	-98dbm	-97 dbm	-95 dbm
	灭	-104.5 dbm	-105 dbm	-103.5 dbm
CP2126	亮	-105.5 dbm	-105.5 dbm	-104 dbm
	灭	-105.5 dbm	-105.5 dbm	-104 dbm

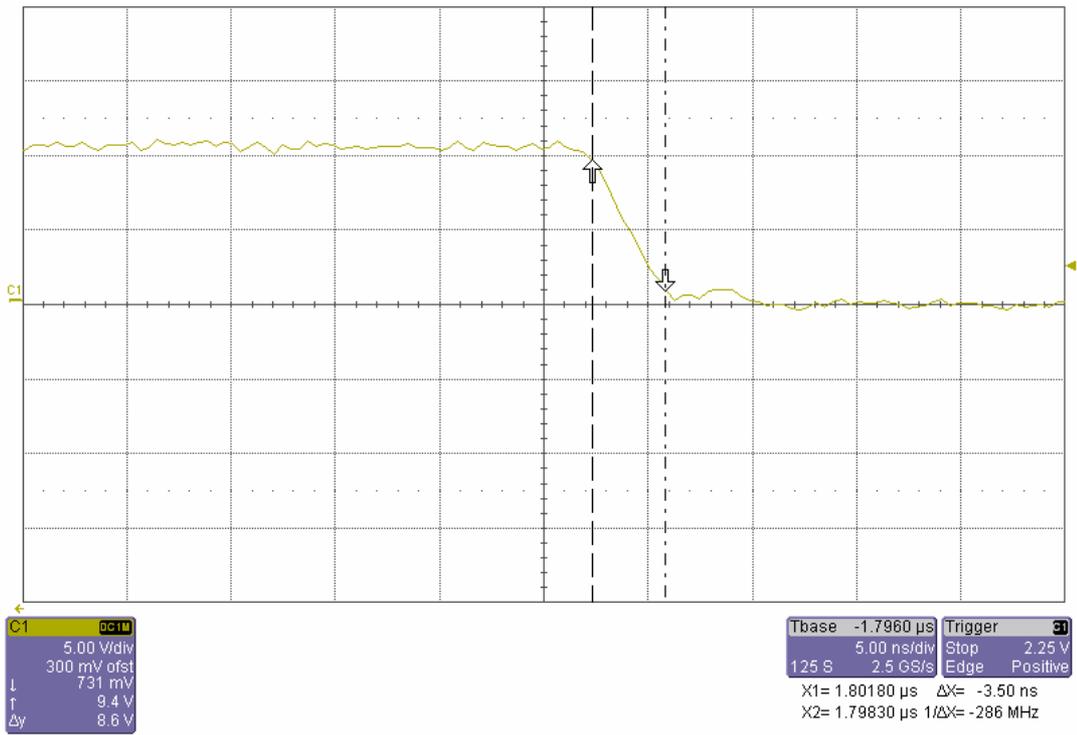
表一 LED驱动电路对手机信号接收灵敏度影响的对比测试

可以看到，CP2126的工作与否对手机接收灵敏度的指标几乎没有影响，而芯片X在工作时，由于EMI的干扰造成了手机接收灵敏度的下降。同时，CP2126在输入3.6V驱动3个白光LED的典型情况下，可以达到83%的转换效率。

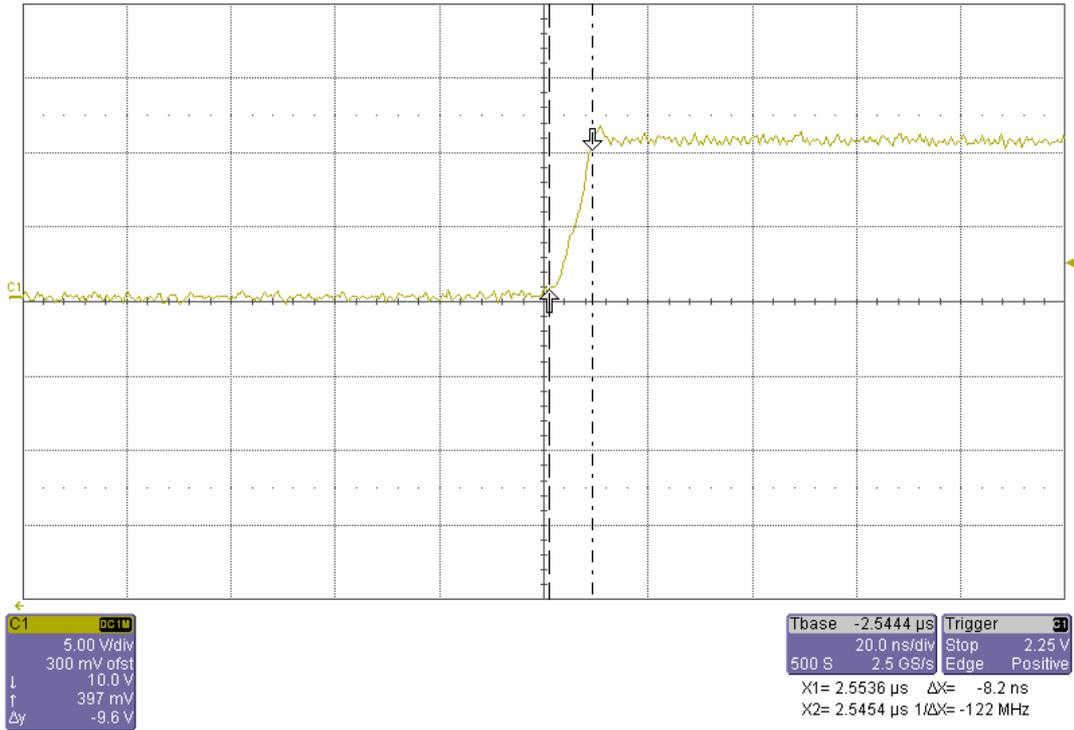
从示波器上可以看到芯片X的开关上升下降速度都要高于CP2126。芯片X的开关上升沿为3.2ns，下降沿为3.5ns，CP2126的上升沿为8.2ns，下降沿为14.4ns。



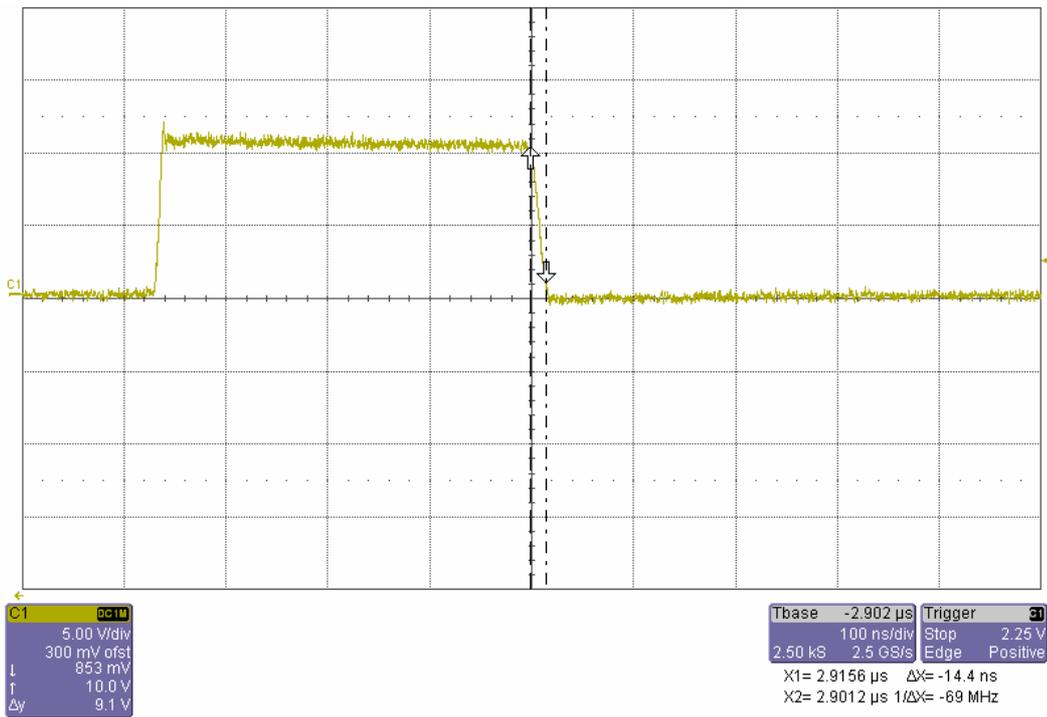
图四 芯片X的开关管上升沿



图五 芯片X的开关管上升沿



图六 CP2126的开关管上升沿



图七 CP2126的开关管上升沿

#### 4 总结

在白光LED驱动电路的选择上，有几个重要的指标要考虑，除了关注的成本外，转换效率以及驱动电路对射频接收模块的干扰，都是手机设计厂家和显示模块制造厂家选型时要考虑的因素。