



概述

TC2801 是一个恒定电流 LED 驱动器，它主要为室内/外 LED 显示屏，和装饰性 LED 照明系统而设计，非常适合用于需要接力串接的 LED 照明系统，TC2801 拥有 3 个独立的输出驱动通道，每个通道均能实现独立的 256 级 PWM 灰度控制，可在不改变 LED 发光色彩的条件下实现 256 级 LED 灰度控制，并能输出高达 120mA 的恒定 LED 驱动电流，TC2801 内部包含串联移位寄存器，数据锁存器，输出寄存器，带隙基准电压源，内部振荡器和可编程恒定电流驱动器。从 SDI 数据输入的串行数据在 CKI 口时钟信号的上升沿被读入到芯片内部的数据移位寄存器中，输入的时钟信号和 LED 灰度控制信号在芯片内部经过时钟数据再生电路整形后在 CKO 和 SDO 端输出，以使芯片能够接力串接工作。当 POL=“0”时，输出极性反转，TC2801 工作如同一个 PWM 控制器，能够驱动外接的开关或者电路驱动高亮度的 LED，并实现大功率 LED 的 256 级灰度控制。TC2801 的 2-线传输控制方法由世芯微电子专门为可级联的 LED 照明装饰系统所设计，具有速度快，可靠性高，灰度数据同步刷新等特点，能够最大限度的降低系统成本，非常适合用于低成本的 LED 装饰照明系统。

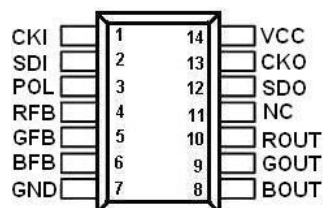
特点

- 支持恒流和恒压两种驱动模式
- 可编程 LED 恒定驱动电流
- 宽范围恒定电流输出：2~120mA
- 每个输出驱动通道都内建 PWM 灰度控制电路，支持 free-run，非常适合 低成本控制方案
- 具有 PWM 调光 free run 能力（采用内部振荡器（1.2MHz）作为调光时钟时，刷新频率约为 2.5KHz）
- 内建时钟数据再生电路来输出输入的数据和时钟信号，非常适合级联的应用。
- 输出极性反转功能
- 最高输入信号时钟频率为 25MHz
- 电源电压为 3.3~5.5V
- 封装形式：SOP-14、DIP-14

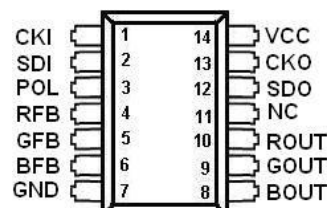
产品应用

- LED 装饰照明系统
- 室内/外信息，视频显示系统
- PWM 信号生成器
- LCD TV LED RGB 背光控制

管脚图



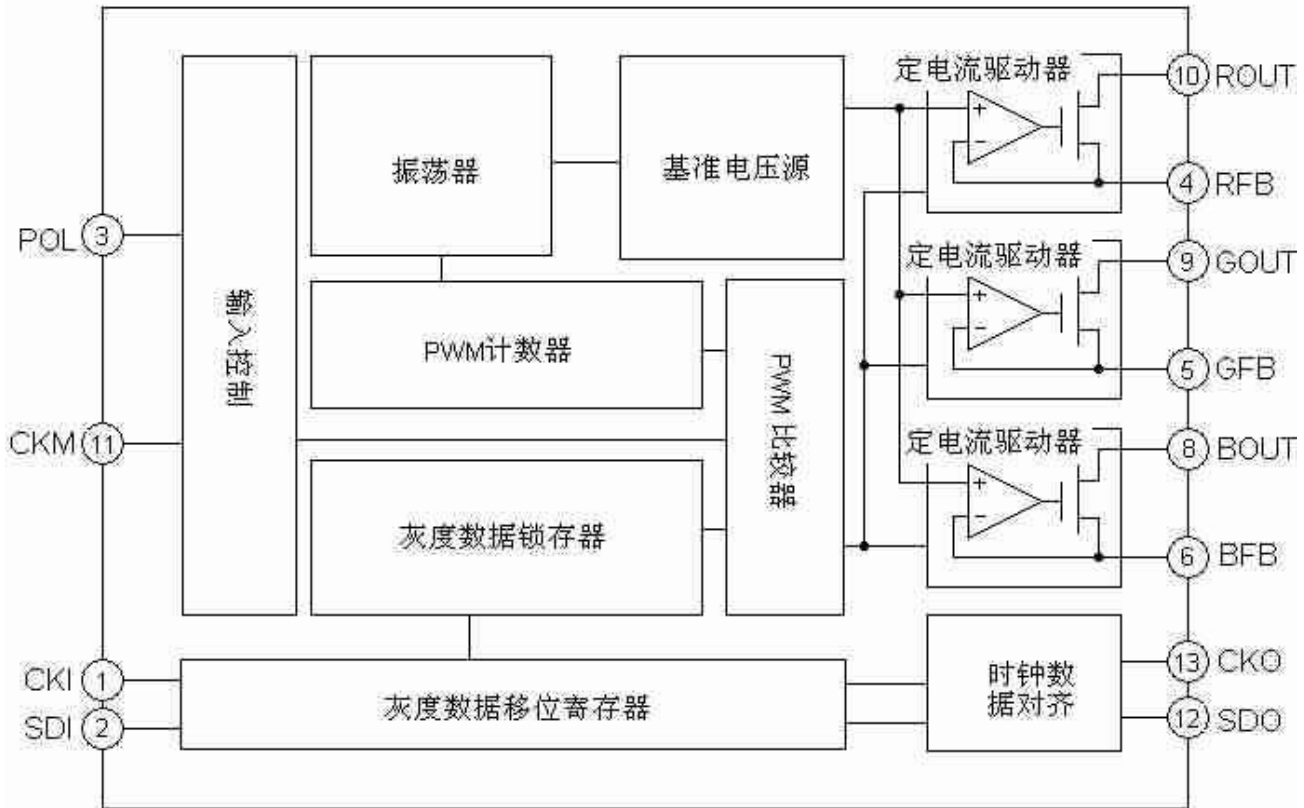
SOP-14



DIP14



内部功能模块图



功能描述

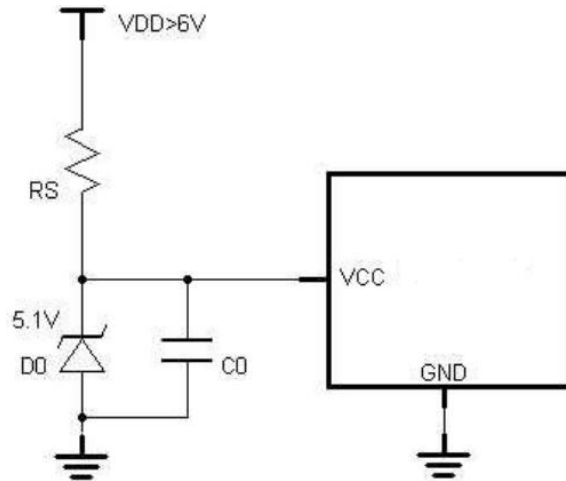
TC2801 内部包含串联移位寄存器，数据锁存器，输出寄存器，带隙基准电压源，内部振荡器和可编程恒定电流驱动器。TC2801 在输入时钟的上升沿采样串行数据输入口 SDI 的数据信号，并将其存储到其内部的移位寄存器当中。当 TC2801 在连续 1ms 内没有检测到时钟 CKI 信号的存在，TC2801 将锁存先前采样的灰度数据至数据锁存器当中，并同时刷新内部的状态寄存器，准备下次数据传输。TC2801 内部的可编程恒定电流驱动器能够以恒定电流和恒定电压模式驱动外部的 LED 串，通过外围电路的扩展，这些驱动器能够在高输入电压下以恒定电压或者电流模式驱动 LED 串。

时钟数据自动对齐电路能够将内部的数据和时钟自动对齐，内部的推挽输出级具有很强的驱动能力，以满足其级联应用的需要。



高输入电压应用

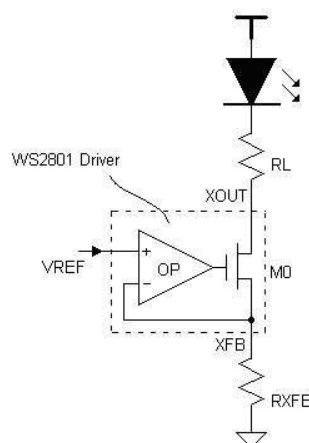
TC2801 的工作电源电压范围为 3.3~5.5V，当输出电源电压高于 5.5V 时，齐纳二极管 D0 可用于钳制电源电压来生成 TC2801 的电源，如下图。



在 TC2801 正常工作条件下，芯片消耗约 1.5mA 的电流，限流电阻 RS 中流过的电流至少应该为 2801 消耗电流的 2 倍约为 3mA，以保证 TC2801 的正常工作。如果输入电源电压为 12V，那么 RS=2K 可以满足该应用。在 TC2801 的电源上必须接一个到地的电容 C0 以滤除电源上的噪声，C0=10uF 满足大多数的应用，在画 PCB 板时，C0 应尽量靠近 TC2801 的 VCC pin 脚。当信号传输频率高于 2MHz 时，最好在 C0 处并联一个约 300nF 的陶瓷电容，以使信号的传输更稳定。

恒定电流驱动模式

在 TC2801 中采用了一个高性能的运算放大器来控制晶体管 M0 产生一个恒定电流，以此恒定电流来驱动芯片外接的 LED 串。各驱动通道的输出电流均可由外接的电流反馈电阻来独立编程设定，如下图，XFB 为 R/G/BFB。





各输出通道的输出电流可以根据以下方程来设定:

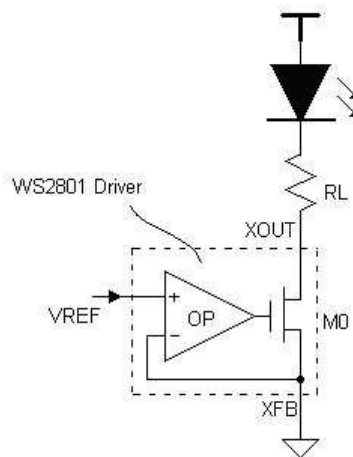
$$I_{XOUT} = \frac{V_{REF}}{R_{XFB}}$$

其中, VREF=0.6V, 为设置输出电流的基准电压, RXFB 为 R/G/BFB 脚上所连接的电流反馈电阻, 例如, 如果驱动 LED 流为 20mA, 则 RXFB=30Ω。

为了保证恒定电流驱动器的正常工作, R/G/BOUT pin 的电压在正常工作时应该设置在 1~1.5V 之间, 这样可以保持在整个工作范围内都能够输出一个高精度的驱动电流。如果R/G/BOUT 的电压过低, 会导致内部驱动电路工作不正常, 不能够输出驱动所需要的电流, 如果R/G/BOUT 的电压过高, 会导致有过多的功率消耗在TC2801 芯片上, 使电路工作的稳定性降低。

恒定电压驱动模式

TC2801 是一个使用非常灵活的 LED 驱动芯片。它不仅能够为用户提供恒定电流驱动模式, 也能提供恒定电压驱动模式, 在该模式下兼容 ZQL9712, 在恒定电压驱动模式下 (POL=“HIGH” 或者悬空) 应用时, 只需要将 R/G/BFB pin 脚直接与 GND 短接, TC2801 便能工作在恒定电压驱动模式下。如下图。



在恒定电压驱动模式下, LED 的驱动电流可以通过调整 RL 的阻值来设定, RL 可以根据下面的程序来推算得到。

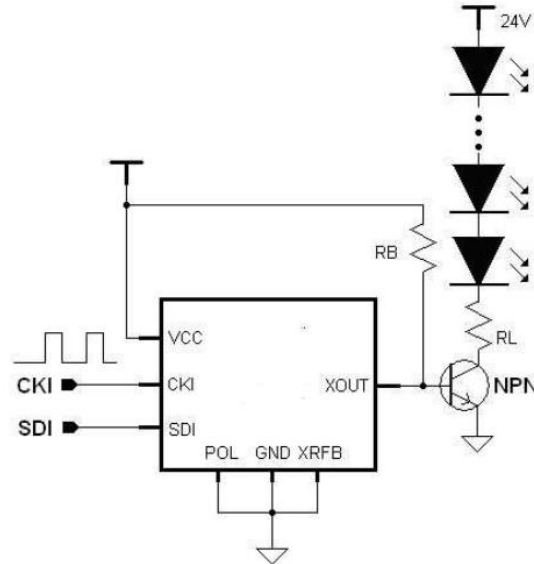
$$R_L = \frac{V_{DD} - V_{LED} - V_{OUT}}{I_{LED}}$$

其中 RL 是电流设定电阻, VDD 是 LED 串电源, VLED 是 LED 串工作时的正向导通压降, VOUT 是驱动输出的饱和压降, 大概在 0.1~0.2V, ILED 是 LED 工作的工作电流, 通常 ILED ≤ 20mA。



大功率高亮度的 LED 驱动

TC2801 可以利用外接的开关, 在恒定电压驱动模式下驱动高亮 LED, 同时实现高亮 LED 的 256 级灰度控制。当 POL="LOW" 时候, TC2801 的输出极性反转, 此时 TC2801 工作如同一个 PWM 控制器, 其产生的 PWM 控制信号可用于控制外部的大功率 LED 恒流驱动器或者 NPN BJT 开关晶体管以驱动 LED, 如下图。



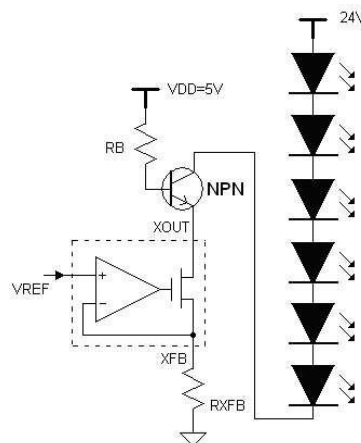
该模式主要应用于高输入电压, 高 LED 驱动电流 ($I_{LED} > 300\text{mA}$), 其工作原理是利用外接的 NPN 晶体管开关来实现对 LED 的 PWM 灰度控制, 流过 LED 的电流可由外接的限流电阻 R_L 来控制, R_L 可由下面的方程推算得到。

$$R_L = \frac{V_{DD} - V_{LED} - V_{CE}}{I_{LED}}$$

其中, I_{LED} 为驱动该大功率 LED 所需要的电流, V_{LED} 为 LED 工作时的正向导通压降, NPN 管工作于饱和区, V_{CE} 是 NPN 的饱和压降, 大致为 $V_{CE} = 0.5 \sim 0.8\text{V}$, 具体数值可由该晶体管的规格书查得, 基极电阻 $R_B = 2 \sim 5\text{K}$ 。

采用外部开关实现高压恒流驱动 LED 串

TC2801 可以利用外接的开关在高电源电压输入的情况下以极低的成本实现 LED 的串联驱动, 在该模式下, POL= 'HIGH' 或者悬空, 如下图





该模式可以用于在高输入电压模式下驱动 LED 串, 此时 NPN 管工作于线性区, 最高的应用电压取决于外接的 NPN 三极 从三极管集电极流出的电流可以通过下面的方程计算:

$$I_{NPNC} = I_{XOUT} \frac{\beta}{\beta + 1}$$

I_{XOUT} 为驱动 LED 所需要的电流。 从三极管基极流出的电流为:

$$I_{NPNB} = I_{XOUT} \frac{1}{\beta + 1}$$

在正常工作条件下, 为了避免过多的功率消耗在 TC2801 中, 导致 2801 工作不稳定, 同时也为了提高整个 LED 驱动器的效率, R/G/BOUT pin 脚的电压应该在 1V 左右。基极电阻 R_B 的值可由下式计算得到:

$$R_B = \frac{V_{DD} - V_{XOUT}}{I_{NPNB}}$$

灰度数据字格式

当 TC2801 在时钟 PIN 上保持 500us 的低电平时, IC 进行复位, 此时 IC 上的灰度数据传输将被锁定, 并且为下一个灰度数据 传输作准备。当 IC 接收到一个完整的 24 位数后, 从第 25 个数据开始的数据传输 给第二个 IC, 传输时序图如下 Fig7。

一个灰度控制数据帧由 3 个灰度数据字构成, 每个数据字由 8bit 灰度数据位组成, 总共 24bit。8bit 的灰度 数据可以很轻松的 实现 256 级的 LED 灰度控制。

在数据的传输过程中, 首先被读入到芯片数据帧是 ROUT 通道的 MSB, 最后读取的数据是 BOUT 通道的 LSB。 各输出通道的 LED 驱动电流占空比可由下式计算得到:

$$D_{XOUT} = \frac{L[7]*2^7 + L[6]*2^6 + L[5]*2^5 + L[4]*2^4 + L[3]*2^3 + L[2]*2^2 + L[1]*2^1 + L[0]}{256}$$

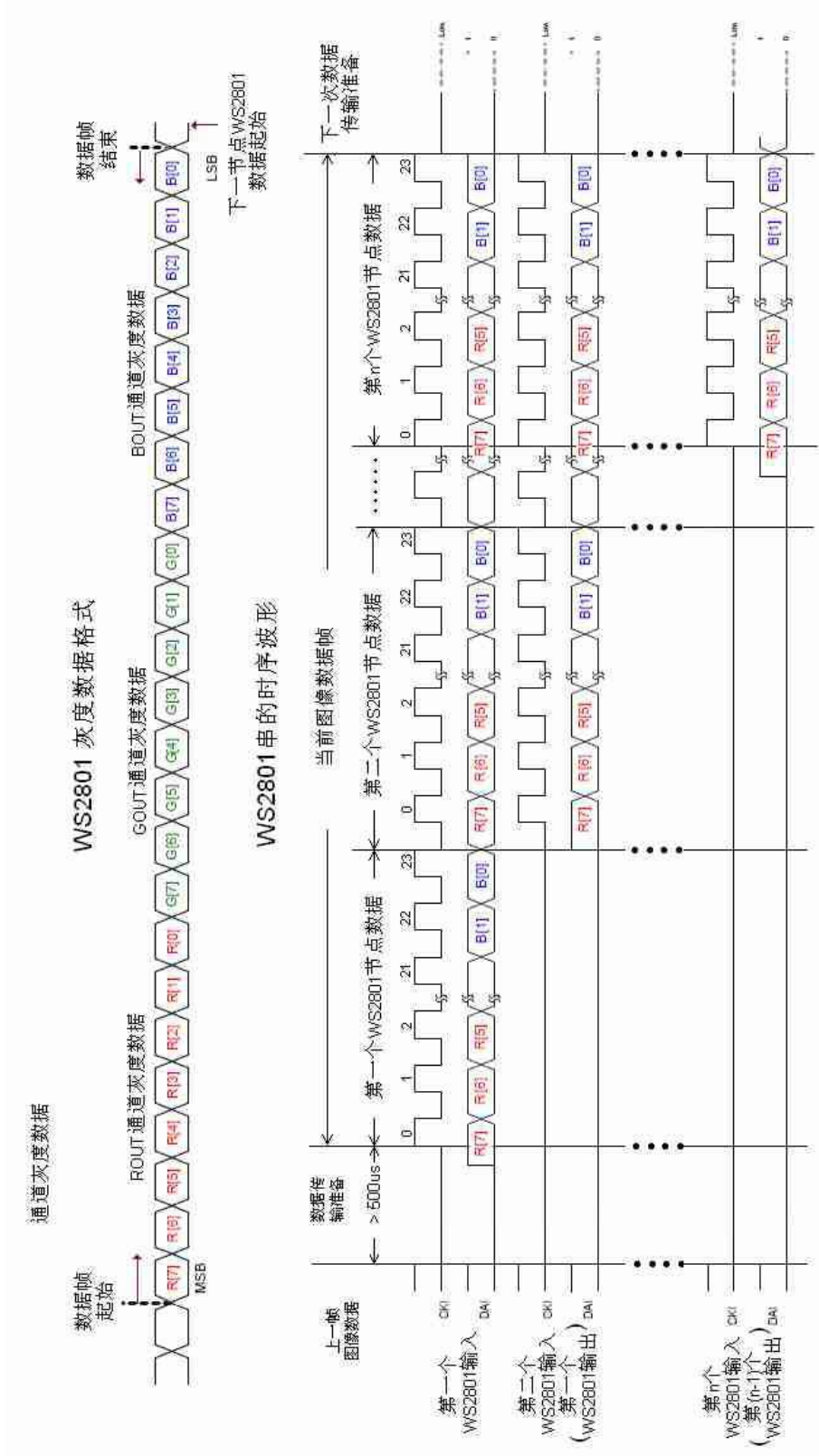
其中 $L[x] = "0"$ or $"1"$, 是灰度数据控制字中的 R、G、B[x], $x=0,1,2,\dots,7$ 。 . 灰度数据 "0000 0000" 用于产生最低为 0 的驱动电 流占空比, "1111 1111" 用于产生 255/256 最大输出占空比。

接力连接与应用

为了能够将数据和时钟能够长距离传送以满足级联应用的需要, TC2801 集成了具有强驱动能力的推挽 (push-pull) 输出级, 该输出级具有低 EMI 特性。测试中, TC2801 能够在 2MHz 频率下, 将数据时钟传送到 7 米以上的距离。为了防止信号的反射, 有必要 在信号输入端串接一个电阻以实现控制的阻抗匹配, 减少信号 的反射, 其阻值与传输线的高频阻抗应该相等。



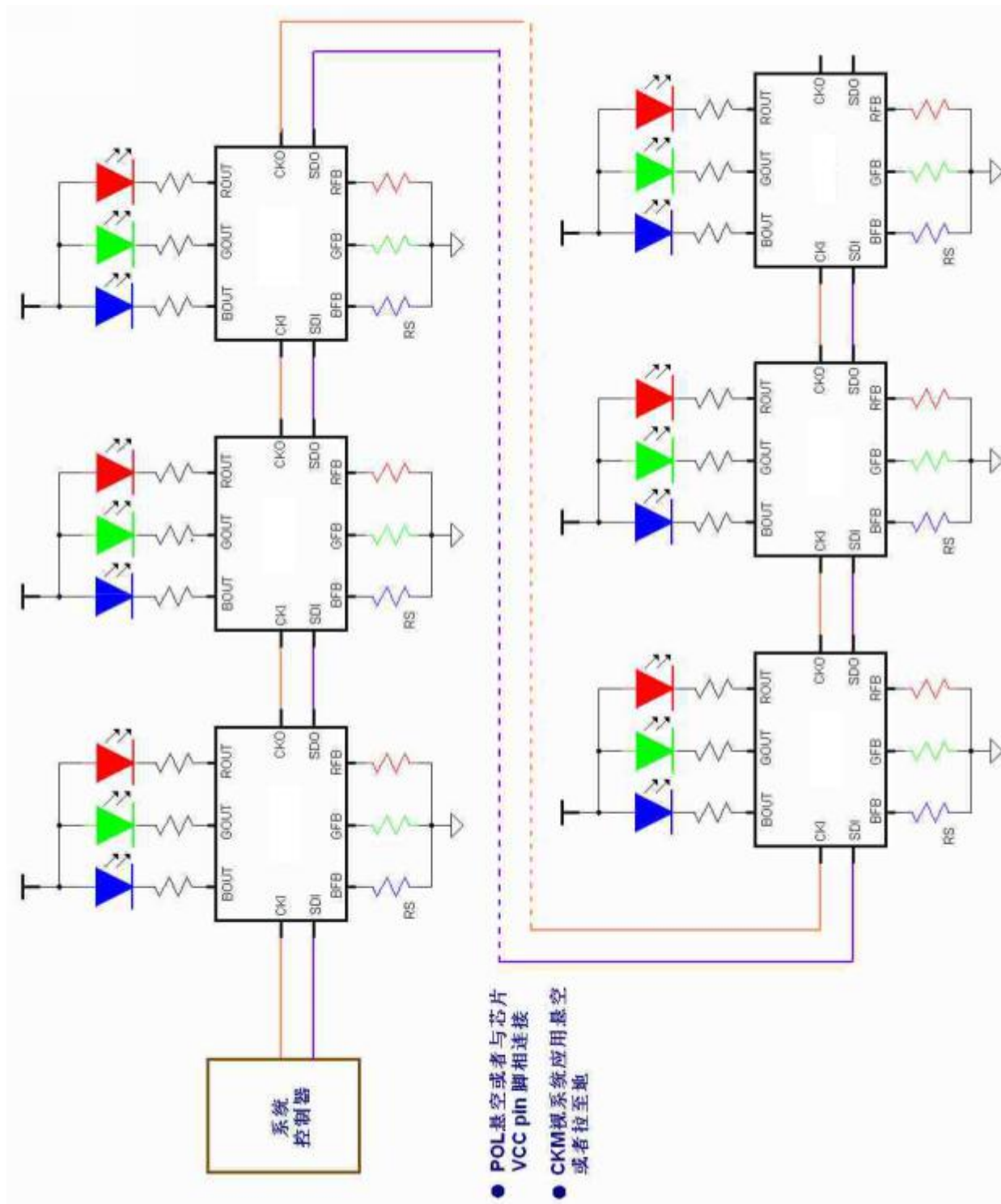
灰度数据格式及时序图

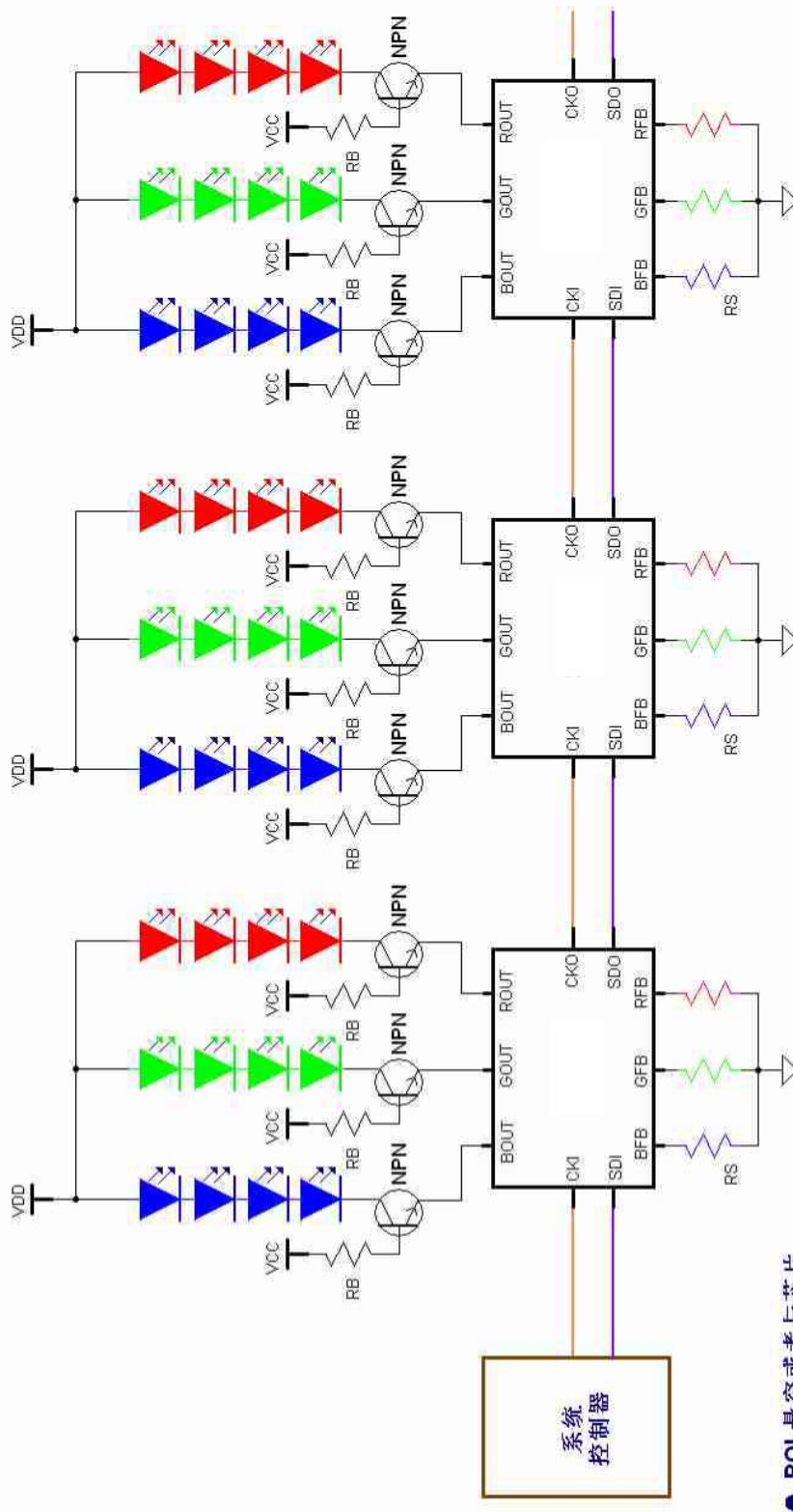


1. 当数据传输完成之后, 灰度数据将自动锁存于 WS2801 内部的数据锁存器中
2. 当灰度数据锁存后, 锁存的灰度数据将在下一个 PWM 周期的开始时生效



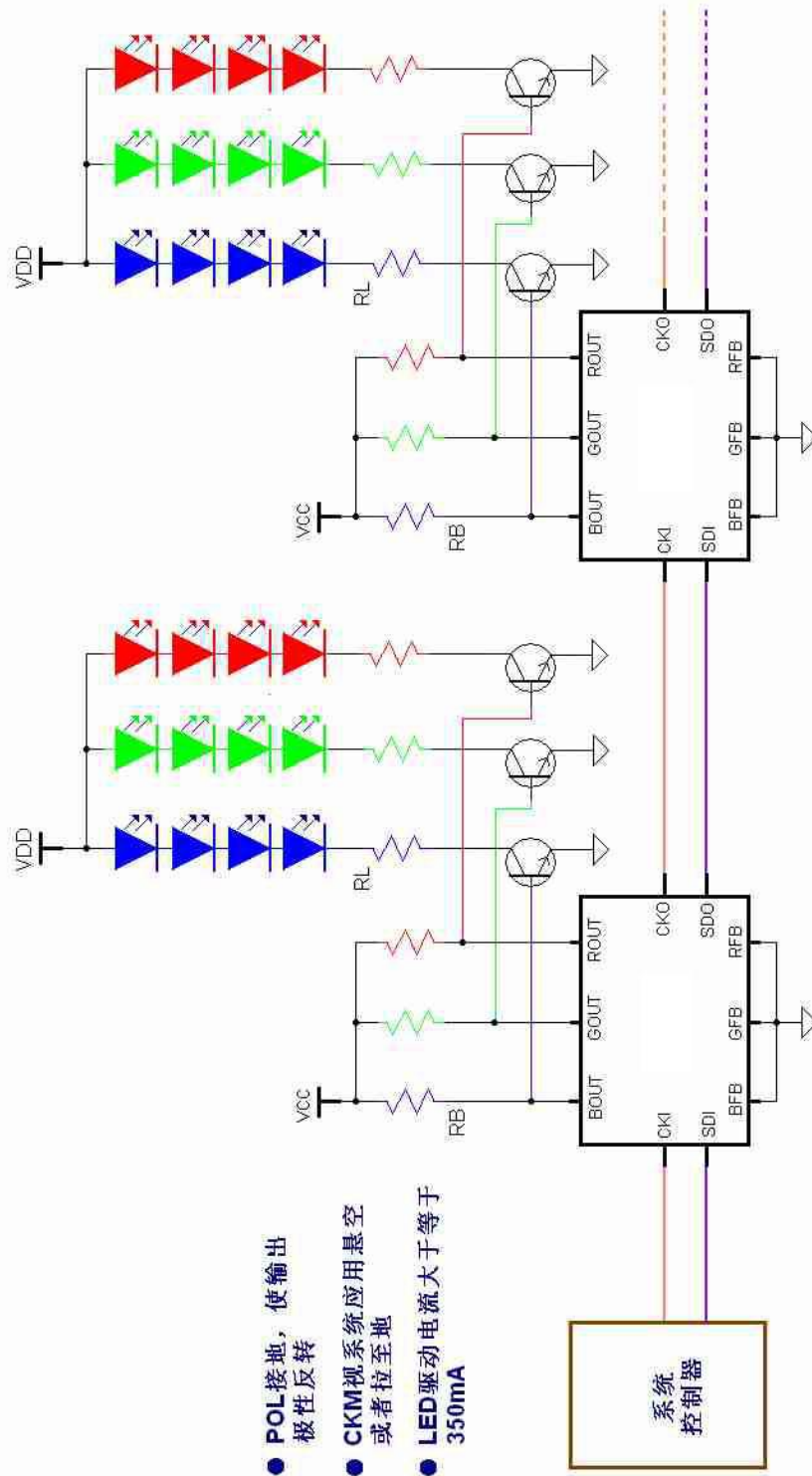
典型应用电路





- POL 悬空或者与芯片 VCC pin 脚相连接
- CKM 视系统应用悬空或者拉至地
- LED 电源电压 VDD > 6V 时的应用电路

使用外部开关实现高压恒流驱动 LED

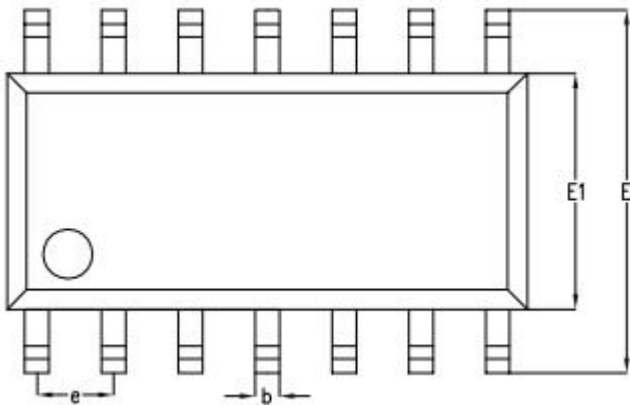
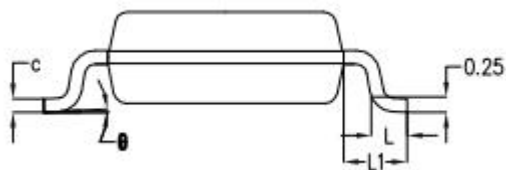
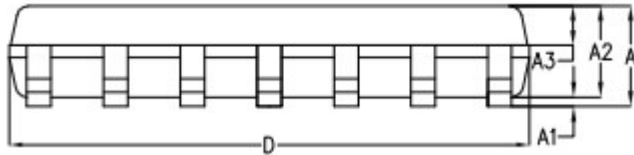


使用外部开关实现恒压驱动大功率 LED 串



封装信息

➤ SOP-14



| SYMBOL | MILLIMETER | | |
|----------|------------|------|------|
| | MIN | NOM | MAX |
| A | - | 1.60 | 1.65 |
| A1 | - | 0.15 | 0.25 |
| A2 | 1.40 | 1.45 | 1.50 |
| A3 | 0.60 | 0.65 | 0.70 |
| b | 0.35 | 0.40 | 0.45 |
| c | 0.17 | 0.22 | 0.25 |
| D | 8.55 | 8.65 | 8.75 |
| E | 5.90 | 6.00 | 6.10 |
| E1 | 3.80 | 3.90 | 4.00 |
| e | 1.27BSC | | |
| L | 0.55 | 0.60 | 0.65 |
| L1 | 1.05BSC | | |
| θ | 0° | 3° | 6° |