

MAXIM

高压、三通道、 高亮度LED线性驱动器

MAX16824/MAX16825

概述

MAX16824/MAX16825是3通道LED驱动器，工作于6.5V至28V输入电压范围。这两款器件提供三路漏极开路、固定吸收电流输出，可为每串高亮度LED (HB LED)提供高达150mA的电流，额定耐压为36V。各路输出电流都可由外部检流电阻设置。MAX16824具有三路PWM输入，用于控制输出电流的占空比，可在宽范围内实现LED调光。PWM输入还可以对每路输出进行通/断控制。MAX16825提供4线串口、3位移位寄存器以及3位透明锁存器。串口允许微控制器通过四个输入(DIN、CLK、LE、OE)和一个数据输出(DOUT)配置输出通道。DOUT允许多个驱动器级联实现协同工作。

MAX16824/MAX16825内置调整管，可使外部元件数量降到最少，并提供 $\pm 5\%$ 的LED输出电流精度。该器件还包括可提供4mA输出电流的+5V ($\pm 5\%$)稳压输出和热保护等功能。

MAX16824/MAX16825采用增强散热的16引脚TSSOP-EP封装，工作于-40°C至+125°C温度范围。

应用

工业照明

建筑与装饰灯照明

状态指示灯

室内、室外LED视频显示器

汽车照明

LCD显示器背光

特性

- ◆ 6.5V至28V工作电压范围
- ◆ 对于LED串电压较高的情况，可将输出连接至36V电源
- ◆ 三路额定36V输出通道，可独立调节LED电流
- ◆ 每通道输出电流可达150mA
- ◆ $\pm 5\%$ LED电流精度
- ◆ PWM调光
 - 3路独立的调光控制输入(MAX16824)
 - 通过4线串口对LED电流进行斩波控制(MAX16825)
- ◆ +5V ($\pm 5\%$)稳压输出，可源出4mA电流
- ◆ 快速响应亮度调节
- ◆ 200mV检流基准有助于降低功耗
- ◆ 热关断
- ◆ -40°C至+125°C工作温度范围
- ◆ 增强散热、带裸焊盘的16引脚TSSOP封装

订购信息

PART	TEMP RANGE	PIN PACKAGE
MAX16824AUE+	-40°C to +125°C	16 TSSOP-EP*
MAX16824AUE/V+	-40°C to +125°C	16 TSSOP-EP*
MAX16825AUE+	-40°C to +125°C	16 TSSOP-EP*

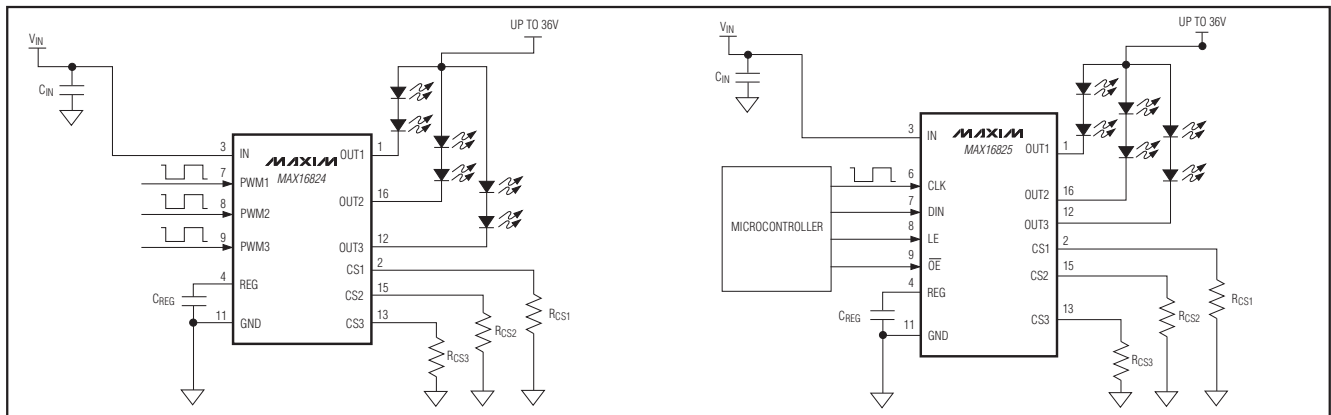
+表示无铅(Pb)/符合RoHS标准的封装。

*EP = 裸焊盘。

/V表示符合汽车级认证标准的器件。

引脚配置在数据资料的最后给出。

典型工作电路



高压、三通道、 高亮度LED线性驱动器

ABSOLUTE MAXIMUM RATINGS

IN to GND-0.3V to +30V
 OUT1, OUT2, OUT3 to GND-0.3V to +40V
 CS1, CS2, CS3, REG to GND.....-0.3V to +6V
 PWM1, PWM2, PWM3 to GND-0.3V to +6V
 DIN, CLK, LE, OE, DOUT to GND-0.3V to +6V
 Maximum Current into Any Pin
 (except OUT1, OUT2, OUT3)±20mA
 Maximum Current into OUT1, OUT2, OUT3.....160mA

Continuous Power Dissipation ($T_A = +70^\circ\text{C}$)

16-Pin TSSOP-EP (derate 18.9mW/°C above +70°C)....1500mW

Operating Temperature Range-40°C to +125°C

Junction Temperature.....+150°C

Storage Temperature Range.....-65°C to +150°C

Lead Temperature (soldering, 10s)+300°C

Stresses beyond those listed under "Absolute Maximum Ratings" may cause permanent damage to the device. These are stress ratings only, and functional operation of the device at these or any other conditions beyond those indicated in the operational sections of the specifications is not implied. Exposure to absolute maximum rating conditions for extended periods may affect device reliability.

ELECTRICAL CHARACTERISTICS

($V_{IN} = 12\text{V}$, $C_{REG} = 1\mu\text{F}$ to GND, $I_{REG} = 0$, $R_{CS_} = 2\Omega$ from $CS_$ to GND, $T_J = T_A = -40^\circ\text{C}$ to $+125^\circ\text{C}$, unless otherwise noted. Typical values are at $T_J = T_A = +25^\circ\text{C}$.) (Note 1)

PARAMETER	SYMBOL	CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNITS
Supply Voltage Range	V_{IN}		6.5		28.0	V
GND Current	I_{GND}	$I_{OUT1} = I_{OUT2} = I_{OUT3} = 100\text{mA}$		5	10	mA
LED Current-Sense Accuracy (Note 2)		$10\text{mA} < I_{OUT_} < 100\text{mA}$			5	%
		$10\text{mA} < I_{OUT_} < 150\text{mA}$			7	
Dropout Voltage (Note 3)	ΔV_{DO}	$I_{OUT_} = 100\text{mA}$ (current pulsed)		0.75	1.5	V
		$I_{OUT_} = 150\text{mA}$ (current pulsed)		1.2	2.25	
Output Current Slew Rate		Current rising, $V_{OUT_} = 4\text{V}$		100		mA/μs
Output Current Leakage	I_{LEAK}	$V_{PWM1} = V_{PWM2} = V_{PWM3} = 0\text{V}$			1	μA
CURRENT SENSE						
Regulated $CS_$ Voltage	$V_{CS_}$	$V_{CS1} = V_{CS2} = V_{CS3}$	190	200	210	mV
OVERTEMPERATURE PROTECTION						
Thermal Shutdown Temperature				165		°C
Thermal Shutdown Hysteresis				23		°C
+5V REGULATOR (REG)						
Output Voltage	V_{REG}	$I_{REG} = 0\text{mA}$ (Note 4)	4.75	5	5.25	V
REG Output Current	I_{REG}	$4.75\text{V} < V_{REG}$	4			mA
REG Short-Circuit Current	I_{REGSC}	$V_{REG} = 0\text{V}$ (Note 5)	15	40	90	mA
LOGIC INPUT (PWM1, PWM2, PWM3)						
PWM_ Input Bias Current	I_{PWM}	$V_{PWM1} = V_{PWM2} = V_{PWM3} = 5\text{V}$			1	μA
PWM_ Input-Voltage High	V_{IH}		4			V
PWM_ Input-Voltage Low	V_{IL}				0.6	V
PWM_ Turn-On Delay		50% of $V_{PWM_}$ to 50% of $\Delta V_{OUT_}$			475	ns
PWM_ Turn-Off Delay		50% of $V_{PWM_}$ to 50% of $\Delta V_{OUT_}$			150	ns

高压、三通道、 高亮度LED线性驱动器

MAX16824/MAX16825

ELECTRICAL CHARACTERISTICS (continued)

($V_{IN} = 12V$, $C_{REG} = 1\mu F$ to GND, $I_{REG} = 0$, $R_{CS_} = 2\Omega$ from $CS_$ to GND, $T_J = T_A = -40^\circ C$ to $+125^\circ C$, unless otherwise noted. Typical values are at $T_J = T_A = +25^\circ C$.) (Note 1)

PARAMETER	SYMBOL	CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNITS
OUTPUTS (OUT1, OUT2, OUT3)						
Turn-On Time	t_R	PWM_ rising time, t_R , is measured from 20% to 80% of $I_{OUT_}$			1	μs
Turn-Off Time	t_F	PWM_ falling time, t_F , is measured from 80% to 20% of $I_{OUT_}$			1	μs
SPI INTERFACE (CLK, LE, $\overline{OE}$, DIN, DOUT) (Figures 3 and 4)						
DIN, CLK, LE, $\overline{OE}$ Input Bias Current		$V_{DIN} = V_{CLK} = V_{LE} = V_{\overline{OE}} = 0$ or 5V			1	μA
DIN, CLK, LE, $\overline{OE}$ Input-Voltage High	V_{IH}		2.2			V
DIN, CLK, LE, $\overline{OE}$ Input-Voltage Low	V_{IL}				0.5	V
CLK Clock Period	t_{CP}	50% of CLK rising to 50% of next CLK rising, Figure 3	50			ns
CLK Pulse-Width High	t_{CH}	50% of CLK rising to 50% of CLK falling, Figure 3	24			ns
CLK Pulse-Width Low	t_{CL}	50% of CLK falling to 50% of CLK rising, Figure 3	24			ns
DIN Setup Time	t_{DS}	50% of DIN rising to 50% of CLK rising, Figure 3	5			ns
DIN Hold Time	t_{DH}	50% of CLK rising to 50% of DIN falling, Figure 3	10			ns
DOUT Propagation Delay	t_{DO}	50% of CLK rising to 50% of DOUT rising/falling, Figure 3	5			ns
DOUT Rise/Fall Time	t_{DR}/t_{DF}	$C_{DOUT} = 10pF$, 10% to 90% of DOUT rising/falling edge (Note 6)			15	ns
DOUT Voltage High	V_{DOH}	$I_{SOURCE} = 4mA$	4.5			V
DOUT Voltage Low	V_{DOL}	$I_{SINK} = 4mA$			0.5	V
LE Pulse-Width High	t_{LW}	50% of LE rising to 50% of LE falling, Figure 3	20			ns
LE Setup Time	t_{LS}	50% of CLK rising to 50% of LE rising, Figure 3	15			ns
LE Rising to OUT_ Rising Delay	t_{LRR}	50% of LE rising to 50% of OUT_ rising, Figure 4			150	ns
LE Rising to OUT_ Falling Delay	t_{LRF}	50% of LE rising to 50% of OUT_ falling, Figure 4			475	ns

高压、三通道、 高亮度LED线性驱动器

ELECTRICAL CHARACTERISTICS (continued)

($V_{IN} = 12V$, $C_{REG} = 1\mu F$ to GND, $I_{REG} = 0$, $R_{CS_} = 2\Omega$ from $CS_$ to GND, $T_J = T_A = -40^\circ C$ to $+125^\circ C$, unless otherwise noted. Typical values are at $T_J = T_A = +25^\circ C$.) (Note 1)

PARAMETER	SYMBOL	CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNITS
CLK Rising to OUT_ Rising Delay	t_{CRR}	50% of CLK rising to 50% of OUT_ rising, Figure 4			150	ns
CLK Rising to OUT_ Falling Delay	t_{CRF}	50% of CLK rising to 50% of OUT_ falling, Figure 4			475	ns
$\overline{OE}$ Rising to OUT_ Rising Delay	$t_{OE H}$	50% of $\overline{OE}$ rising to 50% of OUT_ rising, Figure 3			150	ns
$\overline{OE}$ Falling to OUT_ Falling Delay	t_{OEL}	50% of $\overline{OE}$ falling to 50% of OUT_ falling, Figure 3			475	ns

Note 1: All devices are 100% production tested at $T_J = +25^\circ C$ and $T_J = +125^\circ C$. Limits to $-40^\circ C$ are guaranteed by design.

Note 2: This specification does not include sense resistor tolerance and ground error.

Note 3: Dropout is measured as follows: $R_{CS_} = 1.21\Omega$ from $CS_$ to GND. Force 100mA into OUT_ and measure the dropout voltage from OUT_ to $CS_$. $DVDO = (\Delta OUT_ - V_{CS_})$.

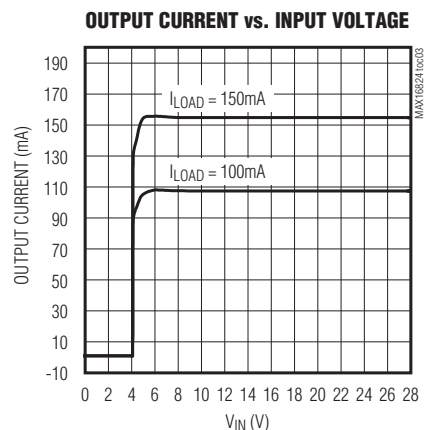
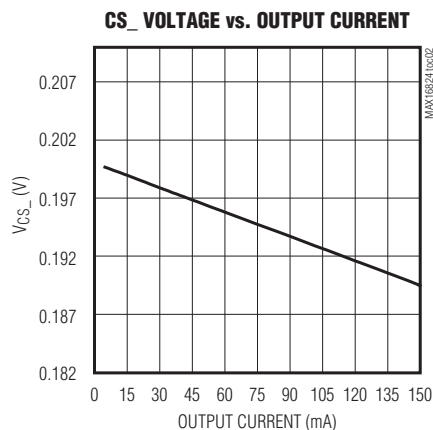
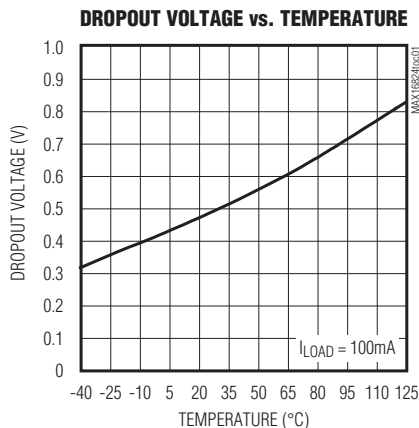
Note 4: OUT's current regulation varies with load across REG (see the *Typical Operating Characteristics*).

Note 5: Overtemperature protection does not function if the output of the 5V reference (REG) is shorted to ground.

Note 6: Guaranteed by design, not production tested.

典型工作特性

($V_{IN} = 12V$, $C_{REG} = 1\mu F$ to GND, $I_{REG} = 0$, $R_{CS_} = 2\Omega$ from $CS_$ to GND, $T_A = +25^\circ C$, unless otherwise noted. Typical values are at $T_A = +25^\circ C$.)



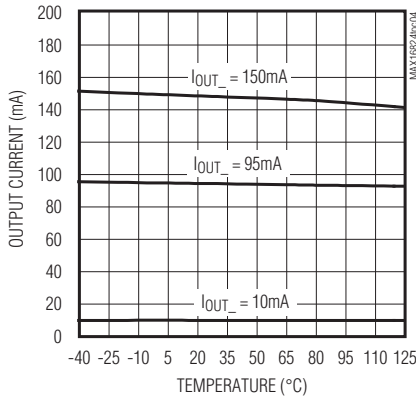
高压、三通道、 高亮度LED线性驱动器

典型工作特性(续)

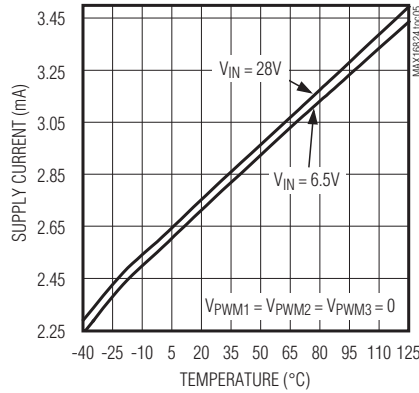
($V_{IN} = 12V$, $C_{REG} = 1\mu F$ to GND, $I_{REG} = 0$, $R_{CS_} = 2\Omega$ from $CS_$ to GND, $T_A = +25^\circ C$, unless otherwise noted. Typical values are at $T_A = +25^\circ C$.)

MAX16824/MAX16825

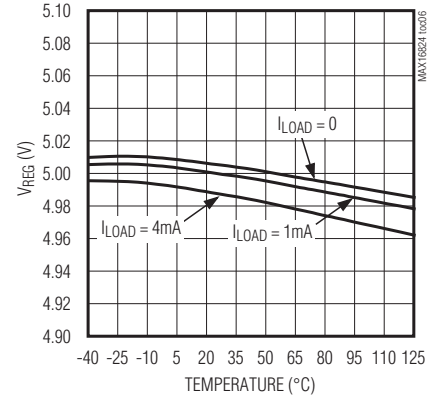
OUTPUT CURRENT vs. TEMPERATURE



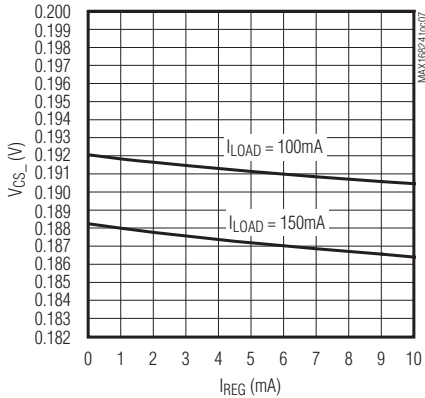
SUPPLY CURRENT vs. TEMPERATURE



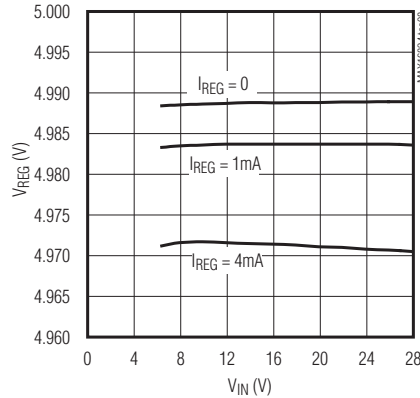
OUTPUT VOLTAGE vs. TEMPERATURE



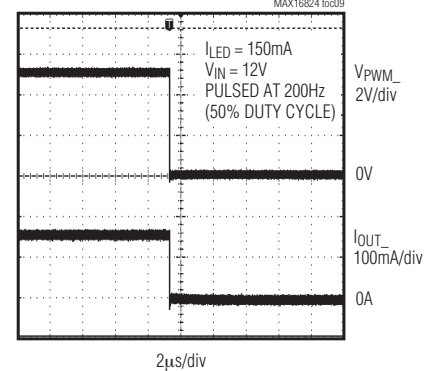
CS_ VOLTAGE vs. REG OUTPUT CURRENT



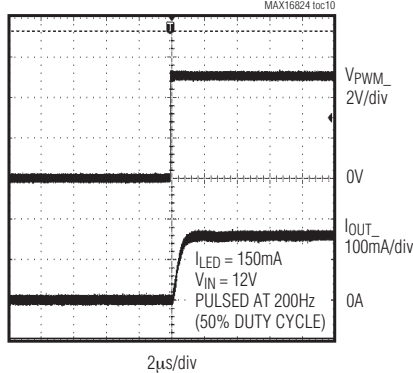
OUTPUT VOLTAGE vs. INPUT VOLTAGE



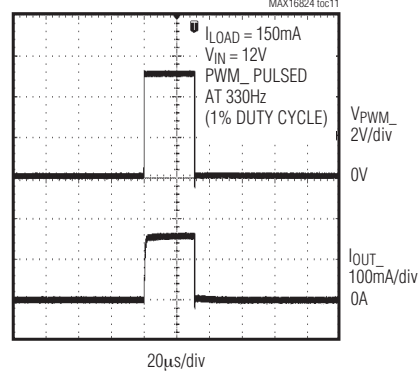
LED CURRENT FALL TIME



LED CURRENT RISE TIME



330Hz DIMMED OPERATION



高压、三通道、 高亮度LED线性驱动器

引脚说明

引脚		名称	功能
MAX16824	MAX16825		
1	1	OUT1	通道1的LED驱动器输出。OUT1为漏极开路、恒流吸收输出，额定耐压36V。
2	2	CS1	通道1检测放大器负输入端。在CS1和GND之间接一只电流检测电阻，以设置通道1的输出电流。
3	3	IN	正电源输入。用一只0.1 μ F (最小值)的电容旁路至GND。
4	4	REG	+5V稳压输出。在REG和GND之间接一只1 μ F的电容。
5, 6, 10, 14	5, 14	N.C.	无连接。必须悬空。
7	—	PWM1	调光输入1。PWM1是通道1的调光输入。逻辑低时关断OUT1，逻辑高时开启OUT1。
8	—	PWM2	调光输入2。PWM2是通道2的调光输入。逻辑低时关断OUT2，逻辑高时开启OUT2。
9	—	PWM3	调光输入3。PWM3是通道3的调光输入。逻辑低时关断OUT3，逻辑高时开启OUT3。
11	11	GND	地。
12	12	OUT3	通道3的LED驱动器输出。OUT3为漏极开路、恒流吸收输出，额定耐压36V。
13	13	CS3	通道3检测放大器负输入端。在CS3和GND之间接一只电流检测电阻，以设置通道3的输出电流。
15	15	CS2	通道2检测放大器负输入端。在CS2和GND之间接一只电流检测电阻，以设置通道2的输出电流。
16	16	OUT2	通道2的LED驱动器输出。OUT2为漏极开路、恒流吸收输出，额定耐压36V。
—	7	DIN	串行数据输入。数据在CLK的上升沿被加载到内部3位移位寄存器。
—	8	LE	锁存器使能输入。当LE为高电平时，数据从内部移位寄存器透明地加载至输出锁存器。数据在LE的下降沿锁存，在LE为低电平时保持不变。
—	9	$\overline{OE}$	输出使能输入。驱动 $\overline{OE}$ 为高电平时所有输出被置为高阻态，而不会改变输出锁存器的内容。驱动 $\overline{OE}$ 为低电平时将强制所有输出端口跟随输出锁存器的状态。
—	10	DOUT	串行数据输出。在CLK的上升沿，数据从内部3位移位寄存器中移出至DOUT。DOUT与移位寄存器的最后一位相同。
—	6	CLK	时钟输入。
—	—	EP	裸焊盘。EP连接至大面积地层，以有效散热。不要将EP用于IC接地。

高压、三通道、 高亮度LED线性驱动器

MAX16824/MAX16825

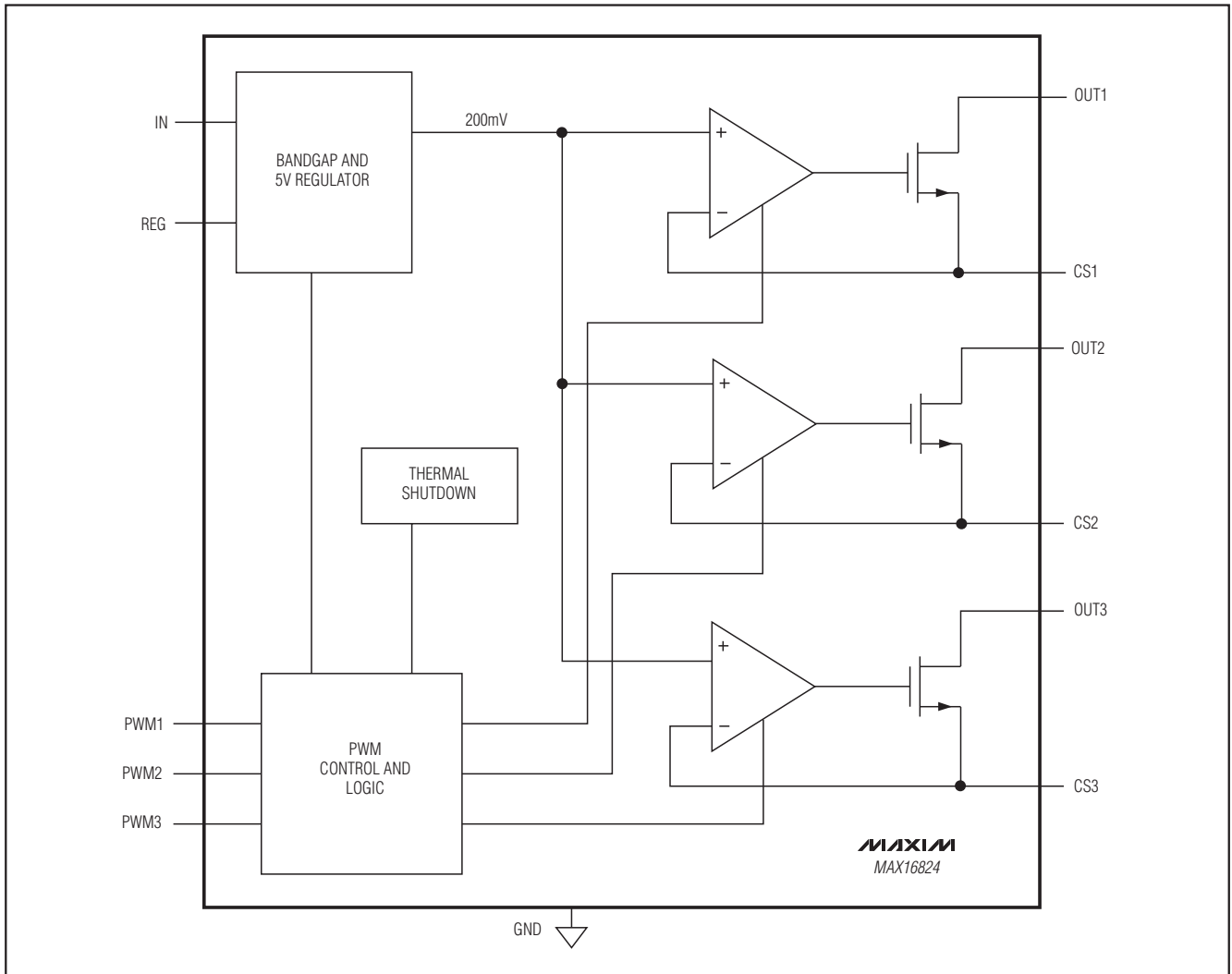


图1. 内部结构方框图(MAX16824)

详细说明

MAX16824/MAX16825是3通道LED驱动器，工作于6.5V至28V输入电压范围。这两款器件提供三路独立的漏极开路、恒流吸收输出，额定耐压36V，可为每串高亮度LED (HB LED)提供高达150mA电流。各路输出电流都可通过与内部功率MOSFET源极串联的外部检流电阻来设置。MAX16824具有三路独立的PWM输入，使得每一路输出都可在宽范围内实现独立调光。PWM输入还可对每路输出

进行通/断控制(图1)。MAX16825提供4线串行接口，用于控制各路输出的状态(图2)。

4线串行接口包含3位移位寄存器和3位透明锁存器。移位寄存器使用时钟输入(CLK)和数据输入(DIN)更新数据。DOUT是移位寄存器的最后一位。该功能允许多个驱动器级联并协同工作。LE为高电平时，移位寄存器的内容被透明传输至LED输出端，在LE的下降沿锁存器锁存移位寄存器的状态。输出使能输入($\overline{OE}$)可以同时使能或禁止所有三路输出。

高压、三通道、 高亮度LED线性驱动器

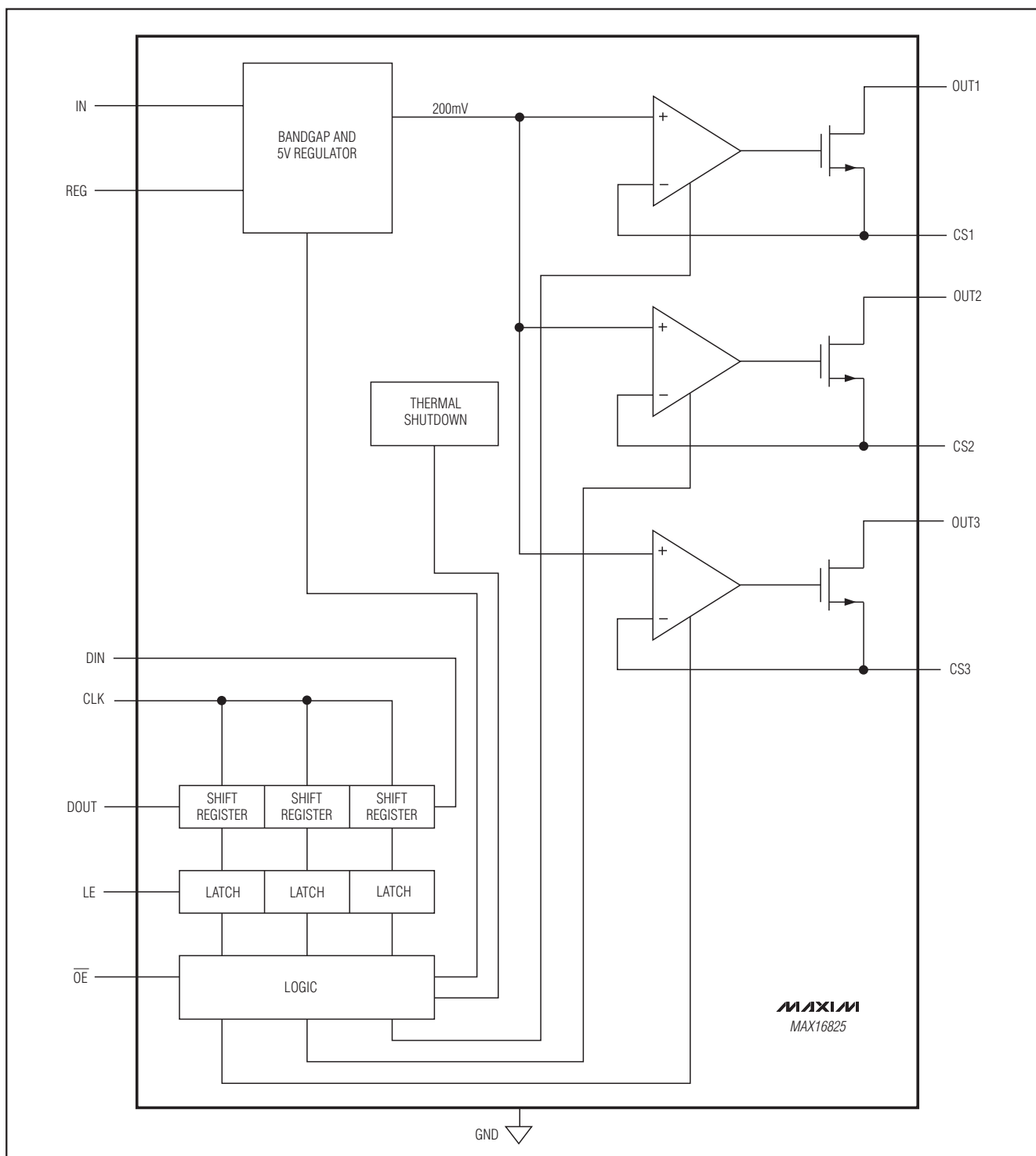


图2. 内部结构方框图(MAX16825)

高压、三通道、 高亮度LED线性驱动器

片上调整管大大降低了所需外部元件的数量，并可提供 $\pm 5\%$ 的LED电流精度。此外，器件还包含具有4mA电流输出能力的+5V ($\pm 5\%$)稳压输出和热保护等功能。

MAX16824/MAX16825采用反馈环路对各输出通道的电流进行线性控制。各检流电阻两端的电压被内部反馈环路稳定在200mV。输出电流的大小通过选择 $R_{CS_}$ 的值来设置。

+5V稳压器(REG)

MAX16824/MAX16825包括一个+5V固定输出稳压器，可在6.5V至28V输入电压范围内为额外的低功率电路提供4mA负载电流。请在REG与地之间接一只1 μ F的补偿电容。

热保护

温度过高时，MAX16824/MAX16825进入热关断模式。当结温超过 $T_J = +165^\circ\text{C}$ 时，内部热保护电路关断串联调整管。当结温下降 23°C 后，MAX16824/MAX16825从热关断模式中恢复。如果稳压器(REG)处于短路状态，则热保护功能不起作用。

4线串行接口(MAX16825)

MAX16825具有一个4线串行接口(DIN、CLK、LE、 $\overline{\text{OE}}$)和一个数据输出(DOUT)，允许用微处理器将亮度数据写入MAX16825。串行接口数据的字长为3位(D0, D1, D2)。接口各输入端的功能如下：DIN是串行数据输入，在CLK上升沿被MAX16825采样时必须保持稳定。数据从MSB开始移入。即数据位D2首先移入，随后是剩下的两位(D1, 最后是LSB D0)。CLK是串行时钟输入，在其上升沿将DIN上的数据移入MAX16825的3位移位寄存器。LE是锁存使能输入，当LE为高电平时，数据从MAX16825的3位移位寄存器传输至其3位锁存器中(透明锁存)，并在LE的下降沿锁存数据(图4)。

输出使能($\overline{\text{OE}}$)可同时控制各输出驱动器。驱动 $\overline{\text{OE}}$ 为高电平时OUT1、OUT2和OUT3置为高阻态，且不改变输出锁存器的内容。驱动 $\overline{\text{OE}}$ 为低电平时，输出端口OUT1、OUT2和OUT3跟随输出锁存器的状态。

$\overline{\text{OE}}$ 独立于串行接口的操作。不管 $\overline{\text{OE}}$ 的状态如何，数据均可移入串行接口的移位寄存器并被锁存。DOUT是串行数

据输出，在CLK上升沿从MAX16825的3位移位寄存器中移出数据。DIN端的数据通过移位寄存器传输，并在3个时钟周期后出现于DOUT端。

应用信息

设置LED电流

MAX16824/MAX16825采用检测电阻设置各通道的输出电流。要设置某通道的LED电流，应在相应的电流检测输入($CS_$)与GND之间连接一只检测电阻。要获得最佳性能，电流检测电阻的低边与IC的接地端、高边与 $CS_$ 端之间均应采用短的走线连接。给定电流期望值所需的检测电阻可以采用下面的公式计算：

$$R_{CS_}(\Omega) = \frac{V_{CS_}(\text{V})}{I_{OUT_}(\text{A})}$$

其中， $V_{CS_}$ 为200mV， $I_{OUT_}$ 等于 I_{LED} (参考 *Electrical Characteristics*表)。

LED电源电压考虑

为保证正常工作，最低LED电源电压(施加在LED串的阳极与地之间)必须始终满足：

$$V_{LED(MIN)} \geq V_{CS_} + V_{FT(MAX)} + \Delta V_{DO}$$

其中， $V_{CS_}$ 是检流电阻 $R_{CS_}$ 两端的压降， $V_{FT(MAX)}$ 是所有串联LED的正向电压总和， ΔV_{DO} 是调节器的最大压降。

脉宽调光(MAX16824)

MAX16824包含脉宽调光输入(PWM_)来控制LED亮度。为确保正常工作，推荐在PWM_输入施加5kHz或更低频率的信号。PWM_还作为各输出通道的高电平有效使能输入。PWM_为逻辑低时关断OUT_，PWM_为逻辑高时开启OUT_。

高压、三通道、 高亮度LED线性驱动器

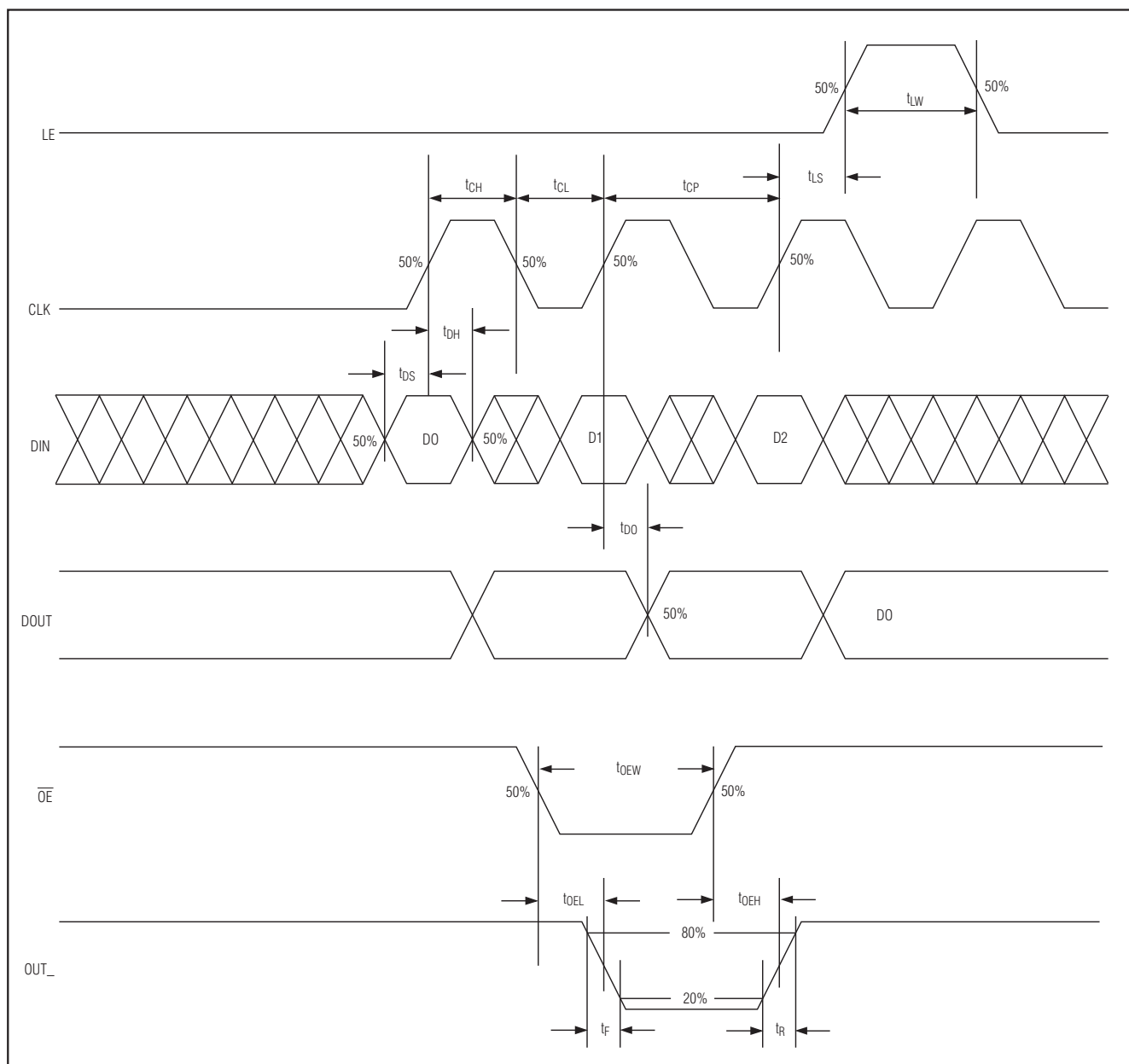


图3. 4线串行接口时序图

脉宽调光(MAX16825)

MAX16825提供3种脉宽电流调光方法：

对输出通道进行脉冲调光的一种方法是驱动 $\overline{OE}$ 为低电平，同时锁存3位数据的不同组合。保持 $\overline{OE}$ 为低电平，使输

出通道跟随输出锁存器的状态。占空比取决于LE的频率。所有三个输出通道会同时受到影响。

高压、三通道、 高亮度LED线性驱动器

MAX16824/MAX16825

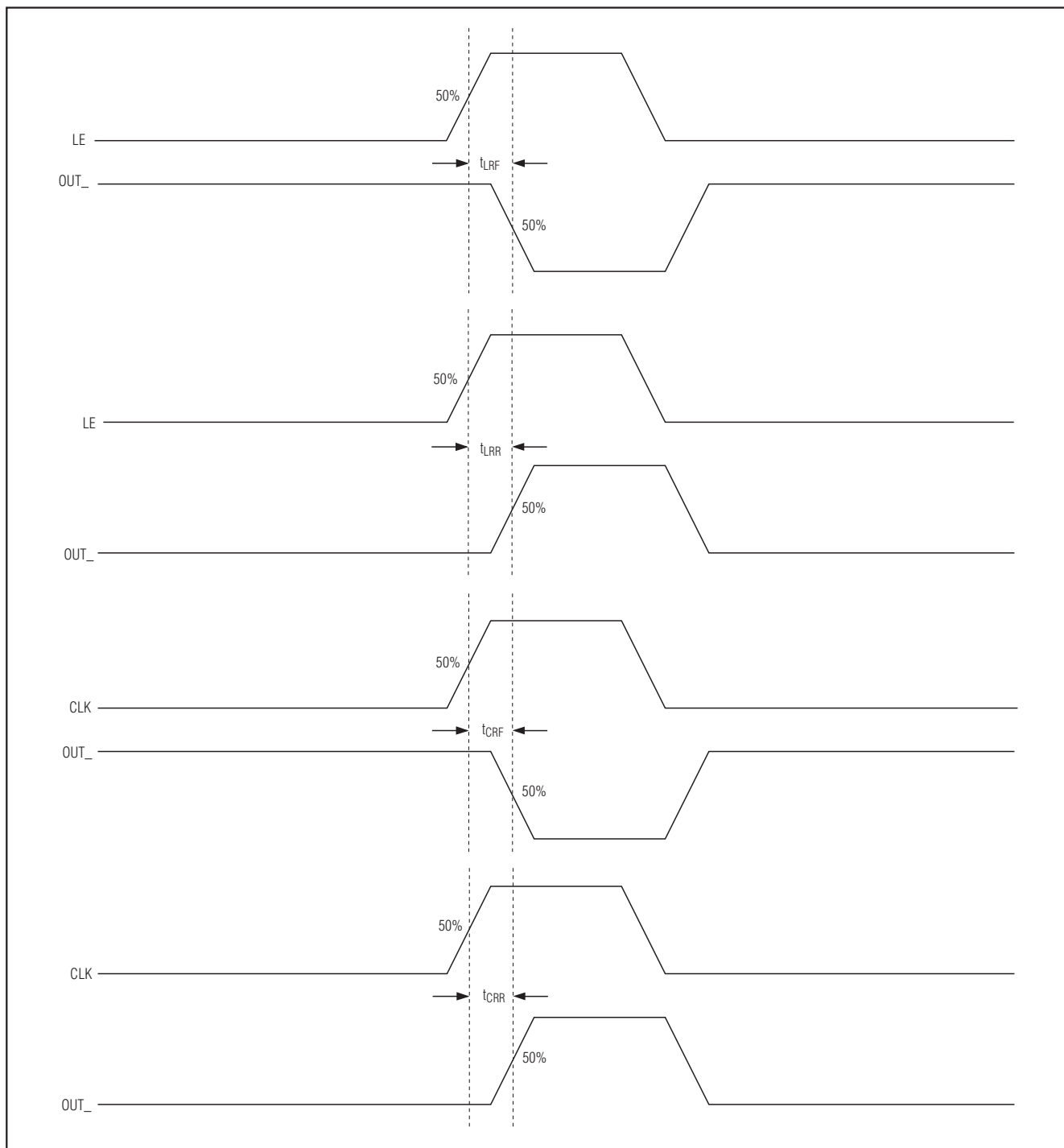


图4. LE和CLK、OUT_的时序图

高压、三通道、 高亮度LED线性驱动器

脉冲调光输出的另一种方法是保持LE为高，用PWM信号驱动 $\overline{OE}$ 。由于输入数据位始终被锁存，因此串行输入将不断刷新寄存器。应仔细选择控制位以正确调节输出。

第三种方法是保持LE和 $\overline{OE}$ 为使能状态。这允许数据位直接控制输出通道，从而脉冲调节输出电流。应确保时钟频率不超过器件改变输出通道状态的额定最大速率。

功耗

MAX16824/MAX16825的功耗(P_D)由下面的公式确定：

$$P_D = (V_{IN} \times I_{IN}) + (V_{INL} - V_{LED1} - V_{CS1}) \times (I_{LED1} \times DUTY1) \\ + (V_{INL} - V_{LED2} - V_{CS2}) \times (I_{LED2} \times DUTY2) \\ + (V_{INL} - V_{LED3} - V_{CS3}) \times (I_{LED3} \times DUTY3)$$

其中：

V_{IN} = 电源电压

V_{INL} = LED串的电电压

I_{IN} = 电源电流

$V_{LED_}$ = 一个LED串的正向电压总和

$I_{LED_}$ = LED电流

$V_{CS_}$ = $R_{CS_}$ 上的200mV压降

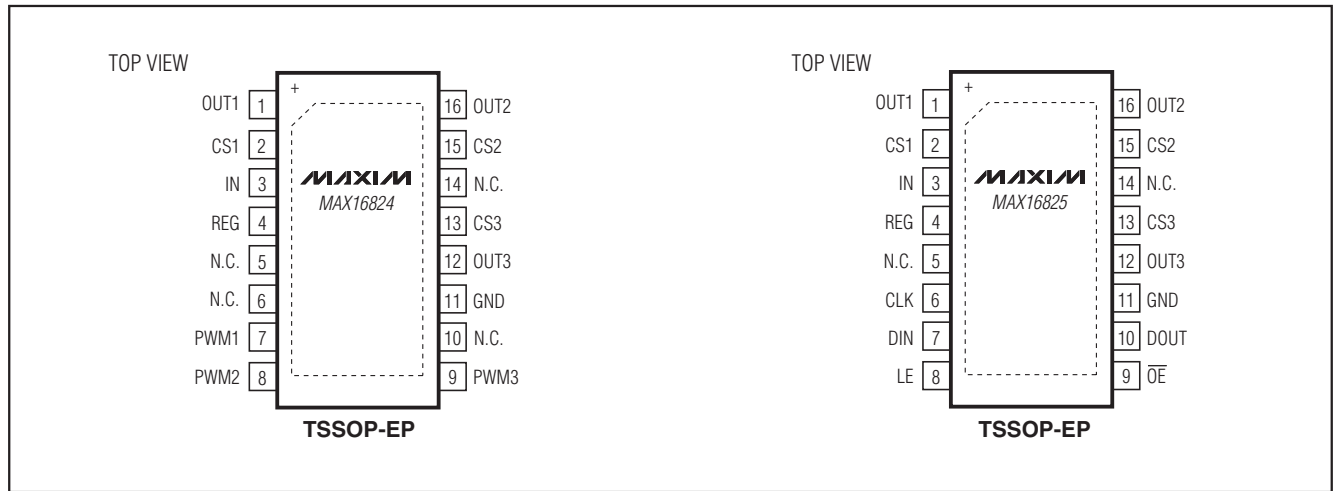
$DUTY_$ = PWM_占空比

当内部各个MOSFET的压降最大，并且三个通道均提供最大允许输出电流时，功耗最大。内部MOSFET的最大压降由下式确定：

$$V_{INL} - V_{LED_} - V_{CS_}, \text{ 其中 } V_{LED_} \text{ 为其最小值。}$$

环境温度升高时，由于LED压降降低，热应力将进一步加剧。MAX16824/MAX16825的散热指标根据JEDEC-51设计指南给出。必须采用良好的机械/散热设计方案，以使器件的结温在任何时候都低于最大绝对额定值。

引脚配置



芯片信息

PROCESS: BiCMOS-DMOS

封装信息

如需最近的封装外形信息和焊盘布局，请查询
china.maxim-ic.com/packages。

封装类型	封装编码	文档编号
16 TSSOP-EP	U16E-3	21-0108

MAX16824/MAX16825

高压、三通道、
高亮度LED线性驱动器

修订历史

修订号	修订日期	说明	修改页
0	11/07	最初版本。	—
1	1/08	将数据资料中的温度指标更新为汽车级。	1, 2, 3, 4, 7
2	4/09	更新了订购信息和LED电源电压考虑部分。	1, 9

Maxim北京办事处

北京 8328信箱 邮政编码 100083
免费电话：800 810 0310
电话：010-6211 5199
传真：010-6211 5299