

## 16 位恒电流 LED 驱动器

### 概述

MBI5020 是利用 CMOS 技术，专为 LED 显示面版设计的驱动 IC，它内建的 CMOS 位移寄存器与栓锁功能，可以将串行的输入数据转换成平行输出数据格式。MBI5020 的 16 个电流源，可以在每个输出级提供 3~45 mA 恒定电流以驱动 LED。

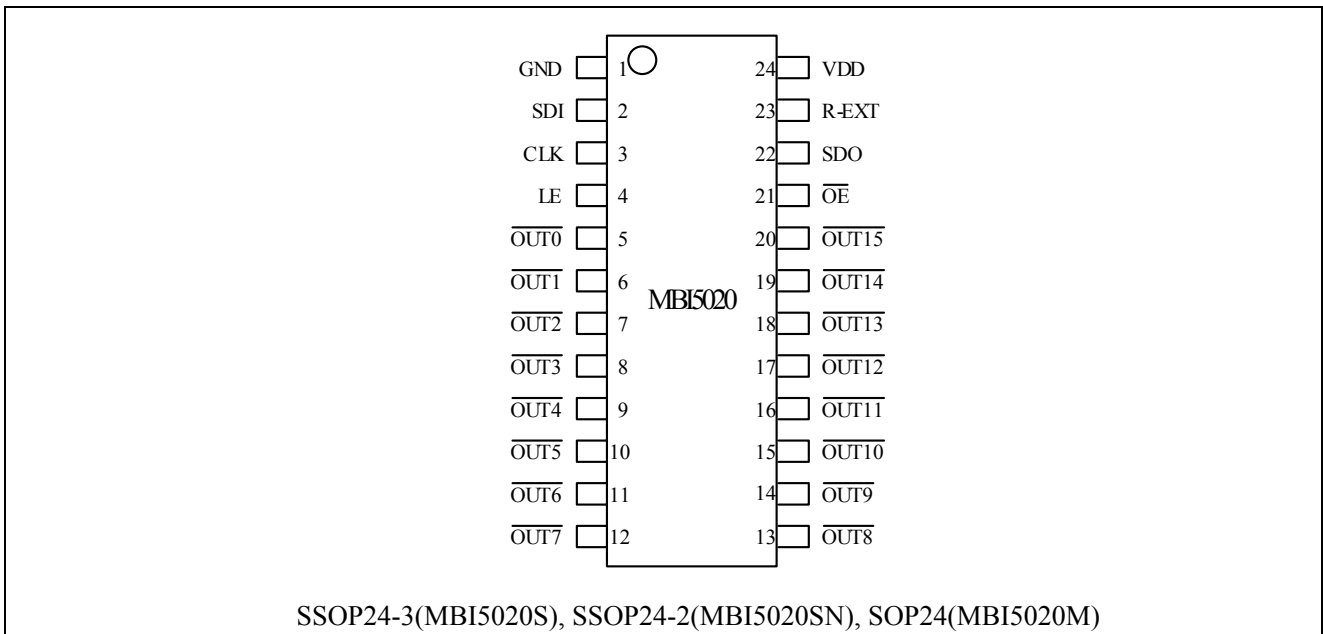
在应用 MBI5020 于 LED 面板系统设计之时，MBI5020 可提供系统设计人员极大的弹性与极佳的组件效能。MBI5020 的使用者可以经由选用不同阻值的外接电阻器来调整 MBI5020 各输出级的电流大小，藉此机制，使用者可轻松地控制 LED 的发光亮度。MBI5020 的设计保证其输出级可耐压 20V 以上，因此可以在每个输出端串接多个 LED。此外，MBI5020 亦提供 25MHz 的高时钟频率以满足系统对大量数据传输上的需求。

### 功能特点

- 16个恒电流输出通道 (VDD= 3.3V)
- 恒电流输出值不受输出端负载电压影响
- 极为精确的电流输出值
  - 通道间一般差异值: <math>\pm 1.5\%</math> (典型值);
  - 片间一般差异值: <math>\pm 3\%</math> (典型值)。
- 利用一个外接电阻，可调整电流输出值
- 快速的输出电流响应， $\overline{OE}$  (最小值): 40ns
- 恒电流输出范围: 3~45 mA
- 高达25MHz时钟频率
- 具有施密特触发器输入装置
- 工作电压: 3.3V/5V
- 封装形式: SSOP24-3(MBI5020S), SSOP24-2(MBI5020SN), SOP24(MBI5020M)

精确的电流		条件
通道间	芯片间	
<math>\pm 1.5\%</math>	<math>\pm 3\%</math>	$I_{OUT} = 3 \text{ mA} \sim 30 \text{ mA} @ V_{DS} = 0.8 \text{ V}; V_{DD} = 3.3 \text{ V}$ $I_{OUT} = 3 \text{ mA} \sim 45 \text{ mA} @ V_{DS} = 0.8 \text{ V}; V_{DD} = 5.0 \text{ V}$

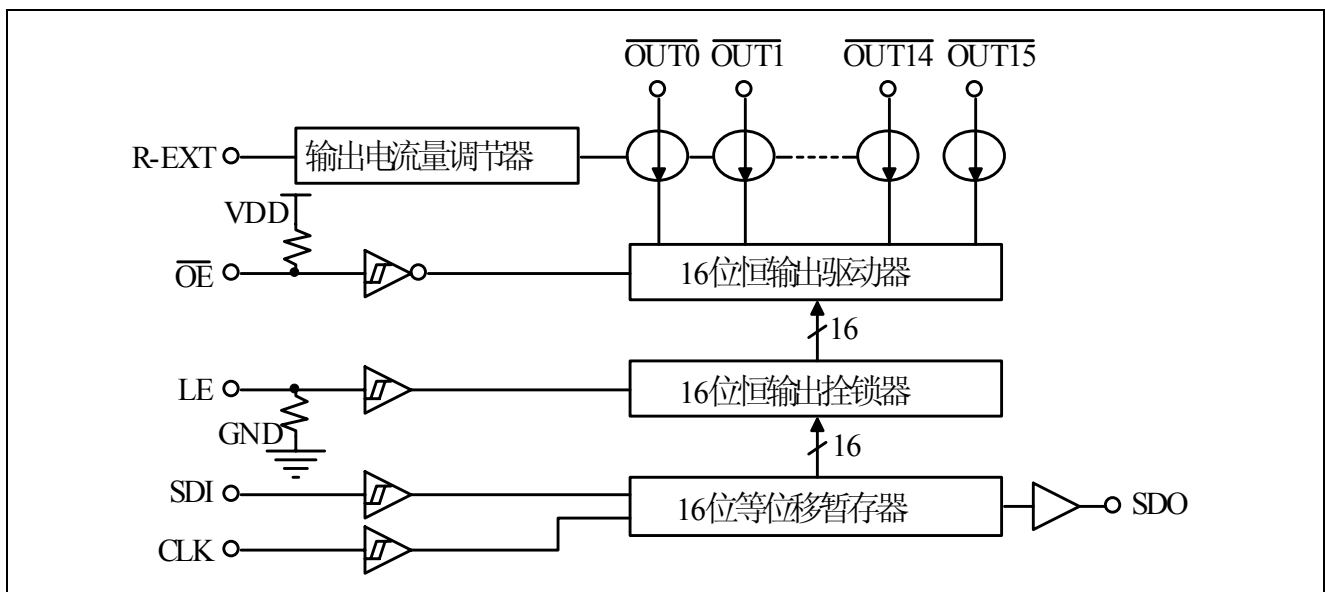
### 管脚排列图



管脚说明

序号	管脚名称	功能说明
1	GND	接地端。
2	SDI	输入至位移寄存器之串行数据输入端。
3	CLK	时钟信号输入端；位移会发生在时钟上升沿。
4	LE	数据闪控(data strobe)输入端。 当 LE 是高电位时，串行数据会被传入至输出栓锁器；当 LE 是低电位时，资料会被栓锁住。
5~20	$\overline{\text{OUT0}} \sim \overline{\text{OUT15}}$	恒电流输出端。
21	$\overline{\text{OE}}$	输出使能信号端。 当 $\overline{\text{OE}}$ 是低电位时，即会启动 $\overline{\text{OUT0}} \sim \overline{\text{OUT15}}$ 输出；当 $\overline{\text{OE}}$ 是高电位时， $\overline{\text{OUT0}} \sim \overline{\text{OUT15}}$ 输出会被关闭(不驱动电流)。
22	SDO	串行数据输出端；可接至下一个驱动器之 SDI 端。
23	R-EXT	连接外接电阻之输入端； 此外接电阻可设定所有输出通道之输出电流。
24	VDD	3.3V/5V 电源供应端。

功能框图

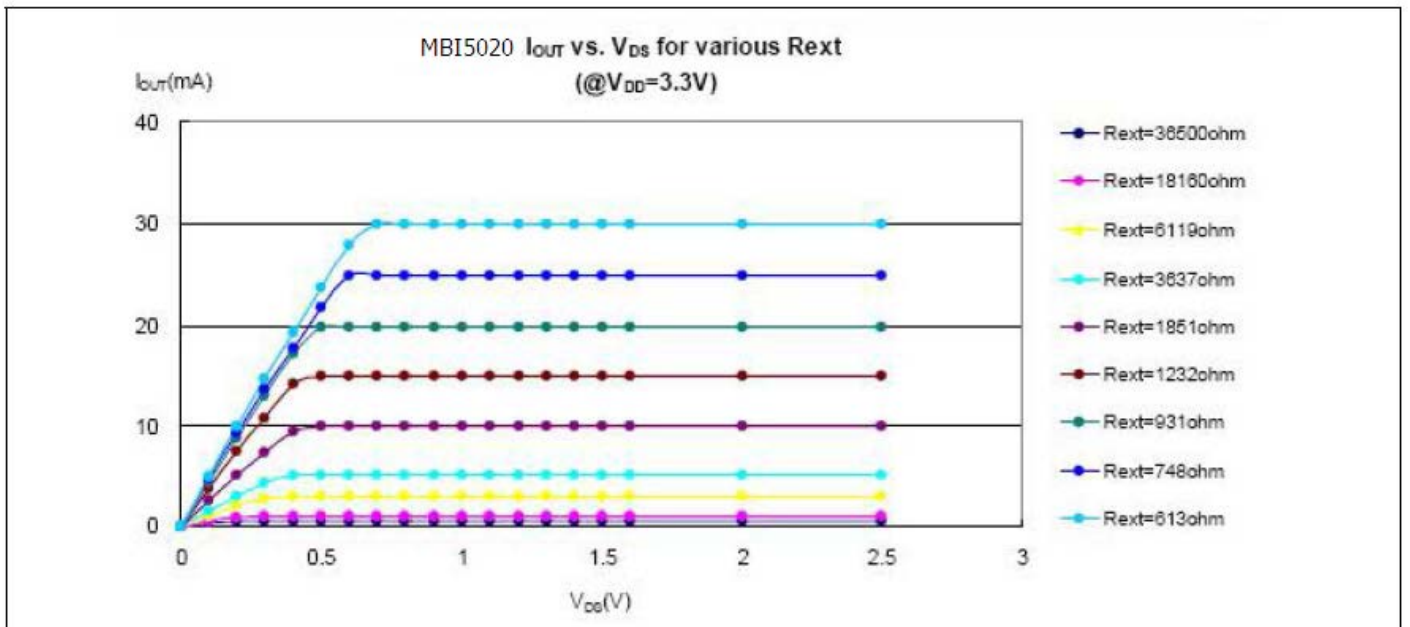
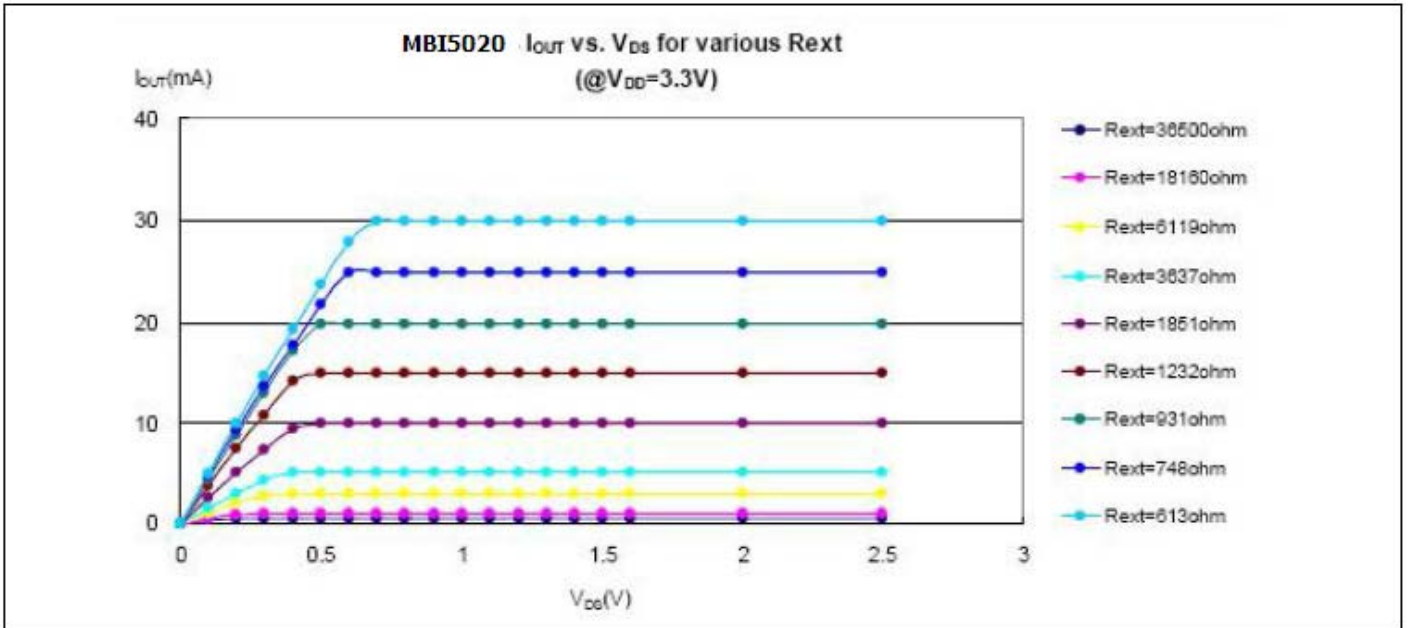


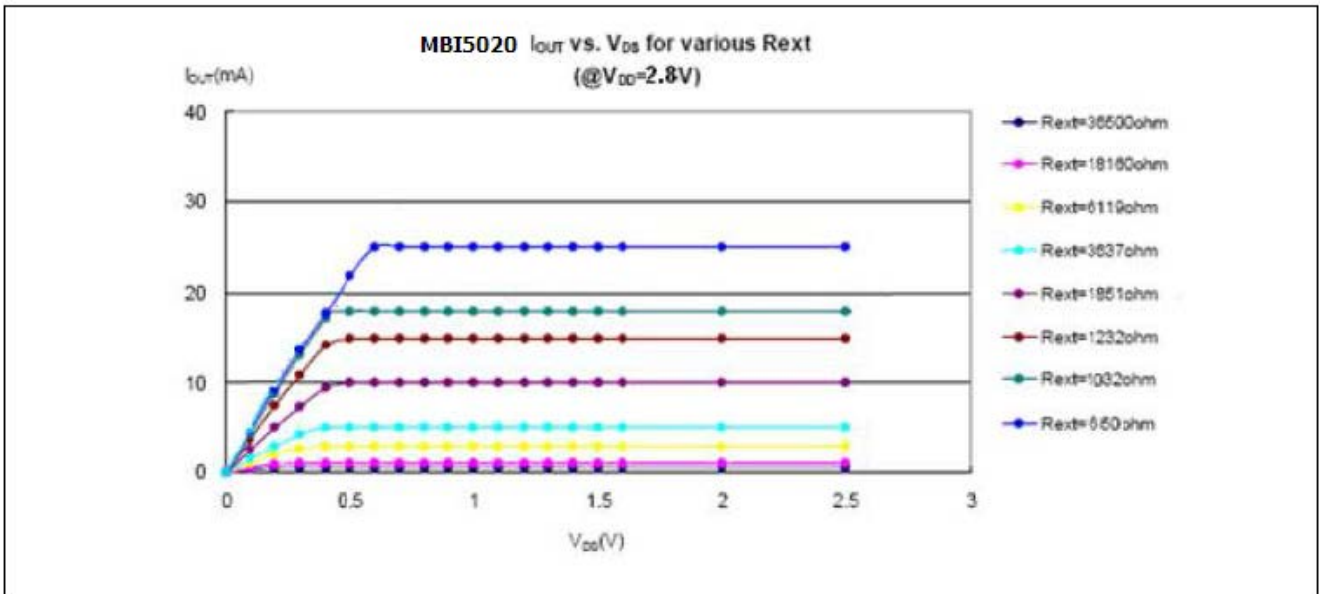
## 功能说明

### 恒电流

将MBI5020 应用于 LED 面板设计上时，通道间与通道间，甚至芯片与芯片间的电流，差异极小。此源自于MBI5020 的优异特性：

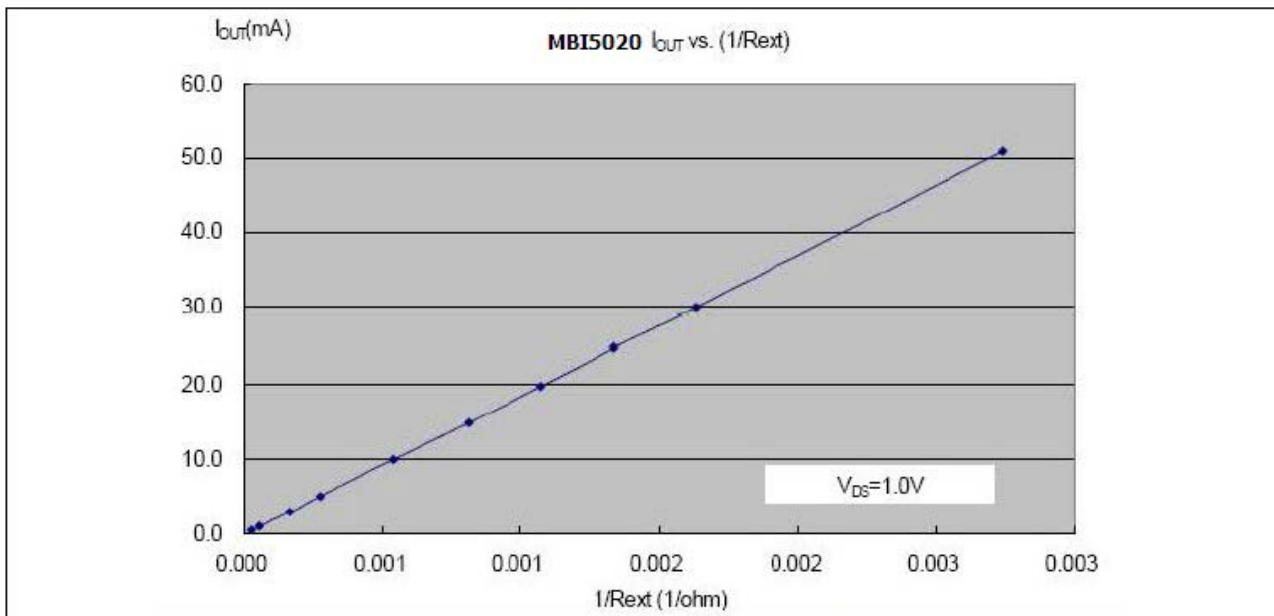
- 1) 通道间的一般电流差异小于±1.5%（典型值），而芯片间的一般电流差异小于±3%（典型值）。
- 2) 具有不受负载端电压影响的电流输出特性，如下图所示。输出电流的稳定性将不受 LED 顺向电压(Vf) 变化而影响。





**调整输出电流**

如下图所示，由外接一个电阻  $R_{ext}$  调整输出电流( $I_{OUT}$ )。



外接至 R-EXT 端的电阻值，以  $\Omega$  为单位。

套用下列公式可计算出输出电流值：

$$V_{R-EXT} = 1.24V; I_{OUT} = (V_{R-EXT} / R_{ext}) \times 15$$

公式中的  $V_{R-EXT}$  是指 R-EXT 端的电压值， $R_{ext}$  是指外接至 R-EXT 端的电阻值，当电阻值是  $744\Omega$ ，套入公式可得输出电流值是  $25mA$ ；当电阻值是  $1860\Omega$  时，输出的电流则为  $10mA$ 。

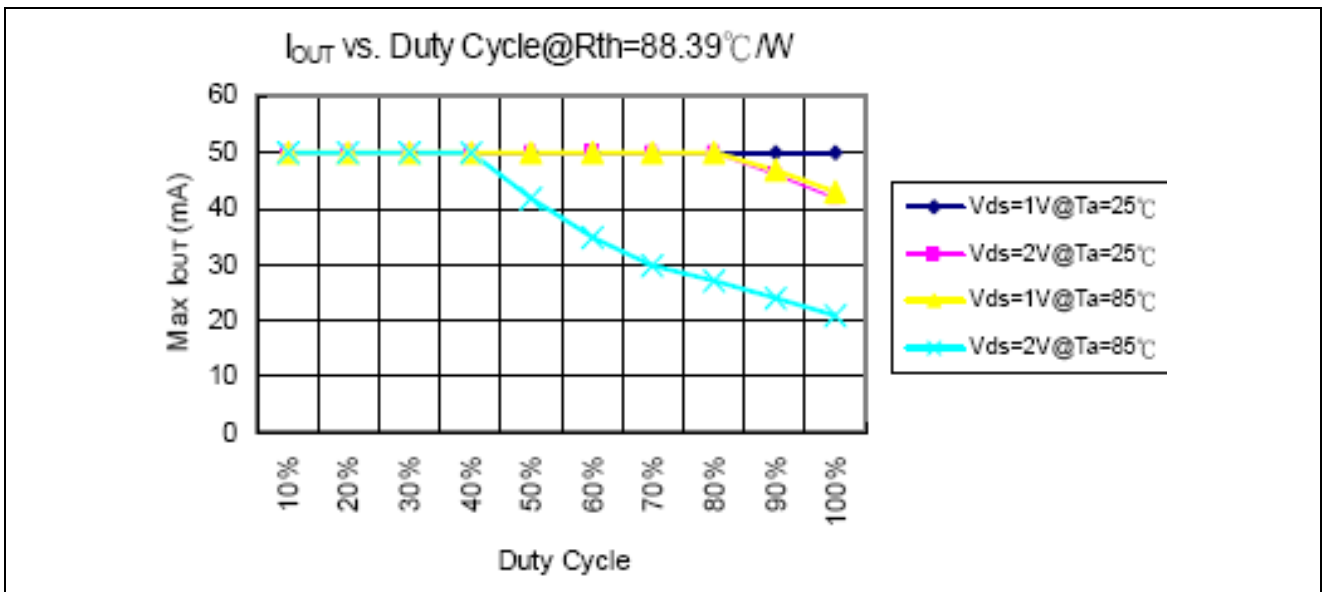
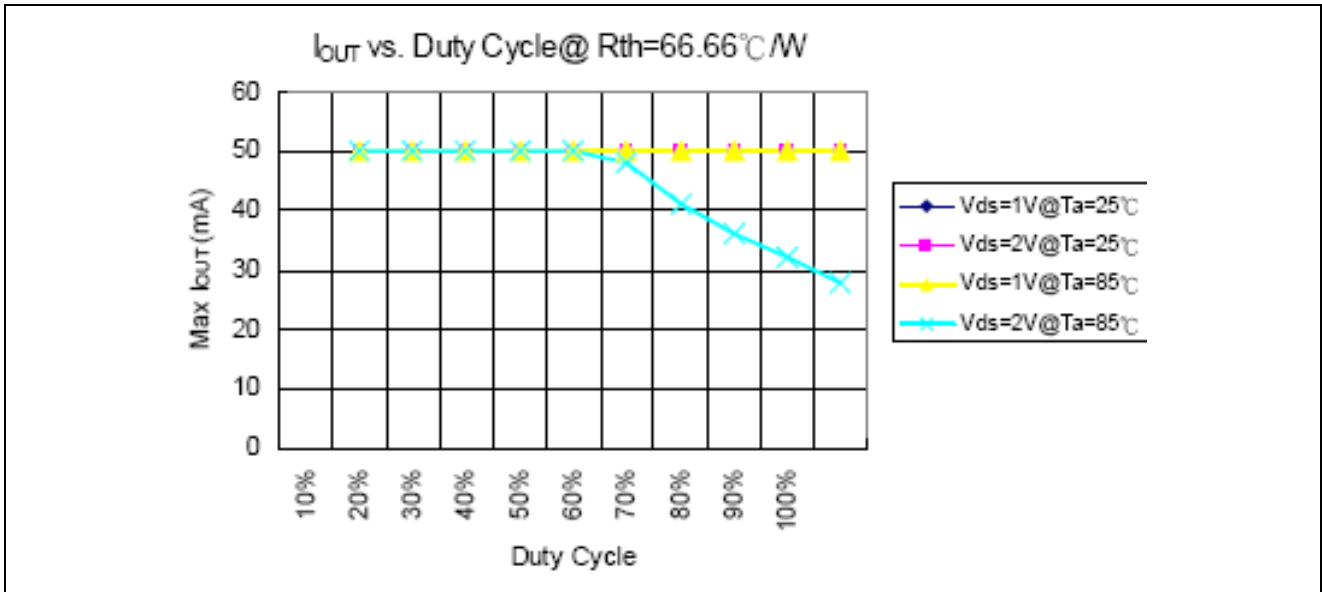
**封装体散热功率( $P_D$ )**

封装体的最大散热功耗，是公式  $P_D(max) = (T_j - T_a) / R_{th(j-a)}$  来决定。

当 16 个通道同时打开时，真正的功率为  $P_D(act) = (I_{DD} \times V_{DD}) + (I_{OUT} \times Duty \times V_{DS} \times 16)$ 。

为保持  $P_D(act) \leq P_D(max)$ ，可输出的最大电流与 duty cycle 间的关系为：

$$I_{OUT} = \{ [(T_j - T_a) / R_{th(j-a)}] - (I_{DD} \times V_{DD}) \} / V_{DS} / Duty / 16, \text{ 其中 } T_j = 150^\circ C.$$



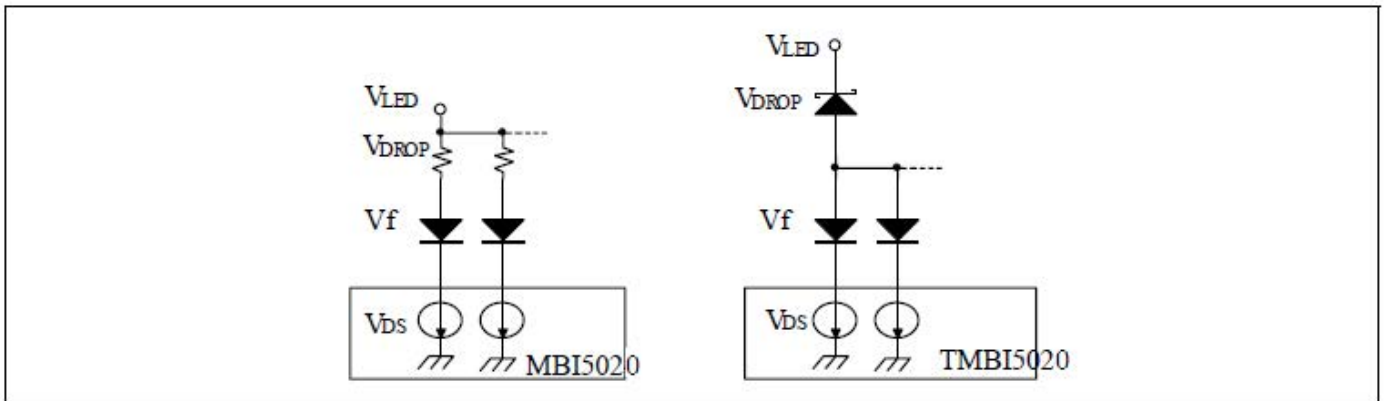
Condition: $I_{OUT}=50mA, 16$ output Channels	
Device Type	$R_{th(j-a)}(^{\circ}C/W)$
SOP24	66.66
SSOP24	88.39

依据  $P_D(max) = (T_j - T_a) / R_{th(j-a)}$ ，被允许的最大散热功率会随环境温度增加而降低。

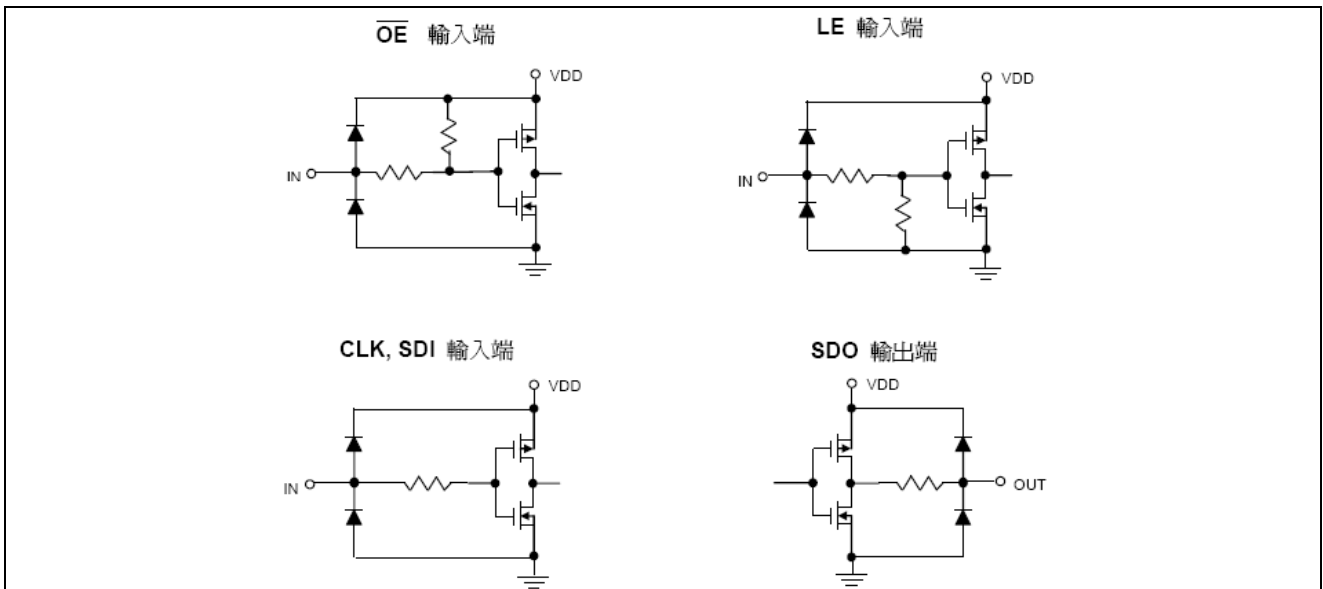


### 负载端供应电压 (V<sub>LED</sub>)

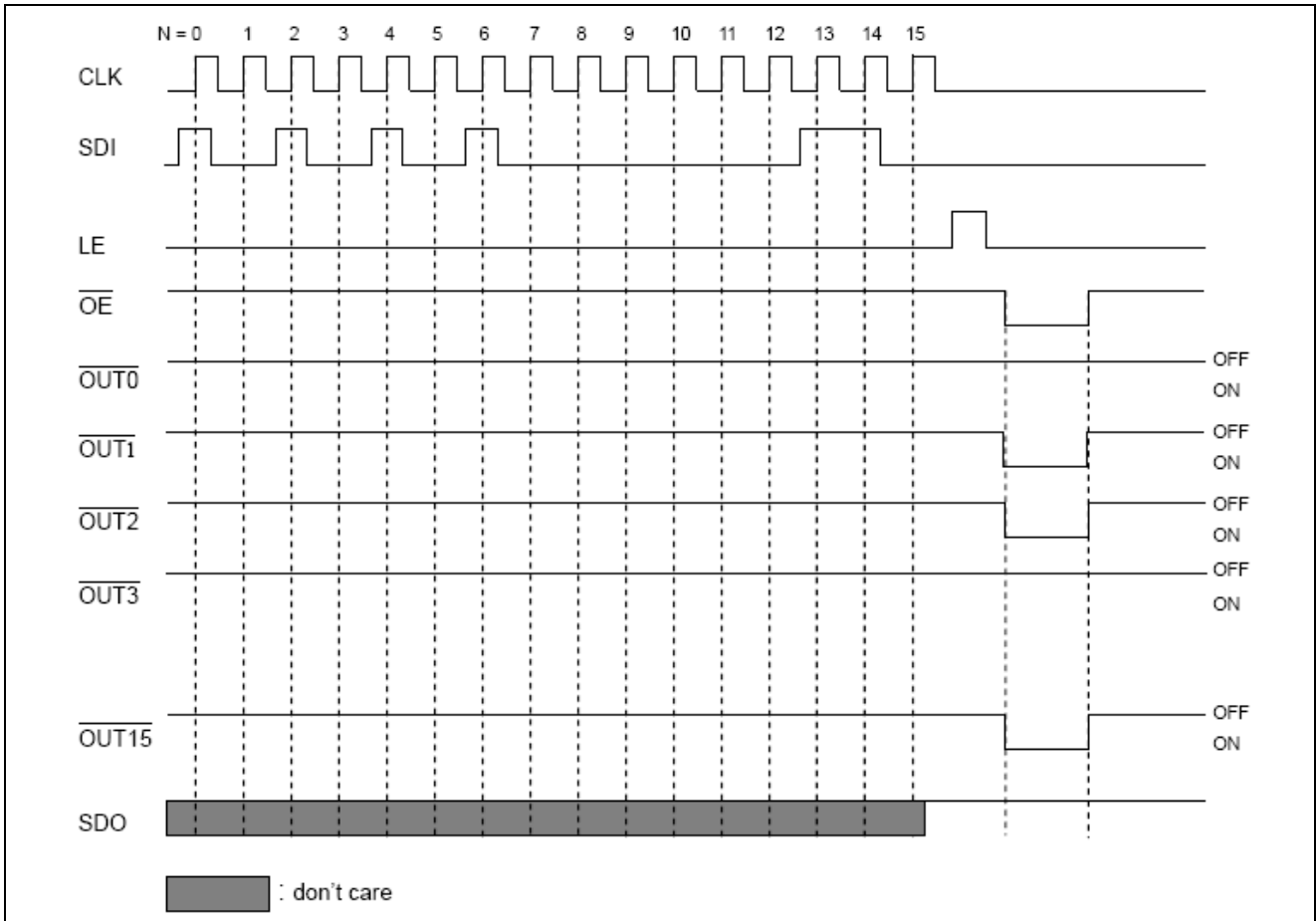
为使封装体散热能力达到最佳化, 建议输出端电压 (V<sub>DS</sub>) 的最佳操作范围是 0.4V~0.8V。如果 V<sub>DS</sub> = V<sub>LED</sub> - V<sub>f</sub> 且 V<sub>LED</sub> = 5V 时, 此时过高的输出端电压(V<sub>DS</sub>)可能会导致 P<sub>D(</sub>act) > P<sub>D</sub> (max); 在此状况, 建议尽可能使用较低的 V<sub>LED</sub> 电压供应, 也可用外串电阻或 Zener diode 当做 V<sub>DROP</sub>。此可导致 V<sub>DS</sub> = (V<sub>LED</sub>-V<sub>f</sub>) - V<sub>DROP</sub>, 达到降低输出端电压 (V<sub>DS</sub>) 之效果。外串电阻或 Zener 的应用图可参阅下图。



### 输入及输出等效电路



时序图



真值表

CLK	LE	$\overline{OE}$	SDI	$\overline{OUT0} \cdots \overline{OUT7} \cdots \overline{OUT15}$	SDO
$\uparrow$	H	L	$D_n$	$\overline{D_n} \cdots \overline{D_{n-7}} \cdots \overline{D_{n-15}}$	$D_{n-15}$
$\uparrow$	L	L	$D_{n+1}$	不变	$D_{n-14}$
$\uparrow$	H	L	$D_{n+2}$	$\overline{D_{n+2}} \cdots \overline{D_{n-5}} \cdots \overline{D_{n-13}}$	$D_{n-13}$
$\downarrow$	X	L	$D_{n+3}$	$\overline{D_{n+2}} \cdots \overline{D_{n-5}} \cdots \overline{D_{n-13}}$	$D_{n-13}$
$\downarrow$	X	H	$D_{n+3}$	使 LED 不亮	$D_{n-13}$



## 极限参数

特性		符号	工作范围	单位
电源电压		$V_{DD}$	0~7.0	V
输入端电压		$V_{IN}$	-0.4~ $V_{DD}$ +0.4	V
输出端电流		$I_{OUT}$	+90	mA
输出端电压		$V_{DS}$	-0.5~+20.0	V
时钟频率		$F_{CLK}$	25	MHz
接地端电流		$I_{GND}$	+1000	mA
消耗功率	SSOP24-3(MBI5020S)	$P_D$	1.4	W
	SOP24		1.9	
	SSOP24-2(MBI5020SN)		1.4	
热阻抗	SSOP24-3(MBI5020S)	$P_{th(j-a)}$	88.39	°C/W
	SOP24		66.66	
	SSOP24-2(MBI5020SN)		88.39	
工作温度		$T_{opr}$	-40~+85	°C
储存温度		$T_{stg}$	-55~+150	°C

## 电参数

直流特性 ( $V_{DD}=5V$  ,  $T_a=25^\circ C$ )

特性		符号	测试条件		最小值	典型值	最大值	单位
电源电压		$V_{DD}$	-		4.5	5.0	5.5	V
输出端电压		$V_{DS}$	OUT0 ~ OUT15		-	-	20.0	V
输出端电流		$I_{OUT}$	用直流特性量测电路		3	-	45	mA
		$I_{OH}$	SDO		-	-	-1.0	mA
		$I_{OL}$	SDO		-	-	1.0	mA
输出端电压	高电位	$V_{IH}$	$T_a=-40\sim 85^\circ C$		$0.7V_{DD}$	-	$V_{DD}$	V
	低电位	$V_{IL}$	$T_a=-40\sim 85^\circ C$		GND	-	$0.3V_{DD}$	V
输出端漏电流		$I_{OH}$	$V_{OH}=20.0V$		-	-	0.5	$\mu A$
输出端电压	SDO	$V_{OL}$	$I_{OL}=+1.0mA$		-	-	0.4	V
		$V_{OH}$	$I_{OH}=-1.0mA$		4.6	-	-	V
输出电流 1		$I_{OUT1}$	$V_{DS}=1.0V$	$R_{ext}=1240\Omega$	-	15	-	mA
电流偏移量 (芯片内)		$dI_{OUT1}$	$I_{OL}=15mA$ $V_{DS}=1.0V$	$R_{ext}=1240\Omega$	-	$\pm 1.5$	$\pm 3$	%
输出电流 2		$I_{OUT2}$	$V_{DS}=1.0V$	$R_{ext}=620\Omega$	-	30	-	mA
电流偏移量 (芯片内)		$dI_{OUT2}$	$I_{OL}=30mA$ $V_{DS}=1.0V$	$R_{ext}=620\Omega$	-	$\pm 1.5$	$\pm 3$	%
电流偏移量 (芯片间)		$dI_{OUT3}$	$I_{OL}=30mA$ $V_{DS}=1.0V$	$R_{ext}=620\Omega$	-	$\pm 3$	$\pm 6$	%
电流偏移量 vs. 输出电压		$\%/dV_{DS}$	输出电压=1.0~3.0V		-	$\pm 0.1$	-	%/V



电流偏移量 vs. 电源电压	%/dV <sub>DD</sub>	电源电压=4.5~5.5V	-	±1	-	%/V	
上拉电阻	R <sub>IN</sub> (up)	$\overline{\text{OE}}$	250	500	800	KΩ	
下拉电阻	R <sub>IN</sub> (down)	LE	250	500	800	KΩ	
电压源输出 电流	“OFF”	I <sub>DD</sub> (off)1	R <sub>ext</sub> =未接, $\overline{\text{OUT0}} \sim \overline{\text{OUT15}} = \text{Off}$	-	2.5	5	mA
		I <sub>DD</sub> (off)2	R <sub>ext</sub> =1240Ω, $\overline{\text{OUT0}} \sim \overline{\text{OUT15}} = \text{Off}$	-	4.5	7.0	
		I <sub>DD</sub> (off)3	R <sub>ext</sub> =620Ω, $\overline{\text{OUT0}} \sim \overline{\text{OUT15}} = \text{Off}$	-	6	9.0	
	“ON”	I <sub>DD</sub> (on)1	R <sub>ext</sub> =1240Ω, $\overline{\text{OUT0}} \sim \overline{\text{OUT15}} = \text{On}$	-	5.2	8.5	
		I <sub>DD</sub> (on)2	R <sub>ext</sub> =620Ω, $\overline{\text{OUT0}} \sim \overline{\text{OUT15}} = \text{On}$	-	6.5	9.5	

直流特性 (V<sub>DD</sub>=3.3V, Ta=25°C)

特性		符号	测试条件	最小值	典型值	最大值	单位
电源电压		V <sub>DD</sub>	-	3.0	3.3	4.5	V
输出端电压		V <sub>DS</sub>	$\overline{\text{OUT0}} \sim \overline{\text{OUT15}}$	-	-	20.0	V
输出端电流		I <sub>OUT</sub>	用直流特性量测电路	3	-	30	mA
		I <sub>OH</sub>	SDO	-	-	-1.0	mA
		I <sub>OL</sub>	SDO	-	-	1.0	mA
输出端 电压	高电位	V <sub>IH</sub>	Ta=-40~85°C	0.7*V <sub>DD</sub>	-	V <sub>DD</sub>	V
	低电位	V <sub>IL</sub>	Ta=-40~85°C	GND	-	0.3*V <sub>DD</sub>	V
输出端漏电流		I <sub>OH</sub>	V <sub>OH</sub> =20.0V	-	-	0.5	μA
输出端 电压	SDO	V <sub>OL</sub>	I <sub>OL</sub> =+1.0mA	-	-	0.4	V
		V <sub>OH</sub>	I <sub>OH</sub> =-1.0mA	2.9	-	-	V
输出电流 1		I <sub>OUT1</sub>	V <sub>DS</sub> =1.0V R <sub>ext</sub> =1860Ω	-	10	-	mA
电流偏移量 (芯片内)		dI <sub>OUT1</sub>	I <sub>OL</sub> =10mA V <sub>DS</sub> =1.0V R <sub>ext</sub> =1860Ω	-	±1.5	±3	%
输出电流 2		I <sub>OUT2</sub>	V <sub>DS</sub> =1.0V R <sub>ext</sub> =744Ω	-	25	-	mA
电流偏移量 (芯片内)		dI <sub>OUT2</sub>	I <sub>OL</sub> =25mA V <sub>DS</sub> =1.0V R <sub>ext</sub> =744Ω	-	±1.5	±3	%
电流偏移量 (芯片间)		dI <sub>OUT3</sub>	I <sub>OL</sub> =25mA V <sub>DS</sub> =1.0V R <sub>ext</sub> =744Ω	-	±3	±6	%
电流偏移量 vs. 输出电压		%/dV <sub>DS</sub>	输出电压=1.0~3.0V	-	±0.1	-	%/V
电流偏移量 vs. 电源电压		%/dV <sub>DD</sub>	电源电压=3.0~3.6V	-	±1	-	%/V
上拉电阻		R <sub>IN</sub> (up)	$\overline{\text{OE}}$	250	500	800	KΩ
下拉电阻		R <sub>IN</sub> (down)	LE	250	500	800	KΩ

电压源输出 电流	“OFF”	$I_{DD}(\text{off})1$	$R_{\text{ext}}=\text{未接},$ $\overline{\text{OUT0}} \sim \overline{\text{OUT15}}=\text{Off}$	-	1.8	5.0	mA
		$I_{DD}(\text{off})2$	$R_{\text{ext}}=1860\Omega,$ $\overline{\text{OUT0}} \sim \overline{\text{OUT15}}=\text{Off}$	-	4.1	7.0	
		$I_{DD}(\text{off})3$	$R_{\text{ext}}=744\Omega,$ $\overline{\text{OUT0}} \sim \overline{\text{OUT15}}=\text{Off}$	-	5.2	8.5	
	“ON”	$I_{DD}(\text{on})1$	$R_{\text{ext}}=1860\Omega, \overline{\text{OUT0}} \sim$ $\overline{\text{OUT15}}=\text{On}$	-	4.5	7.0	
		$I_{DD}(\text{on})2$	$R_{\text{ext}}=744\Omega, \overline{\text{OUT0}} \sim$ $\overline{\text{OUT15}}=\text{On}$	-	5.4	8.5	

交流特性( $V_{DD}=5V$ )

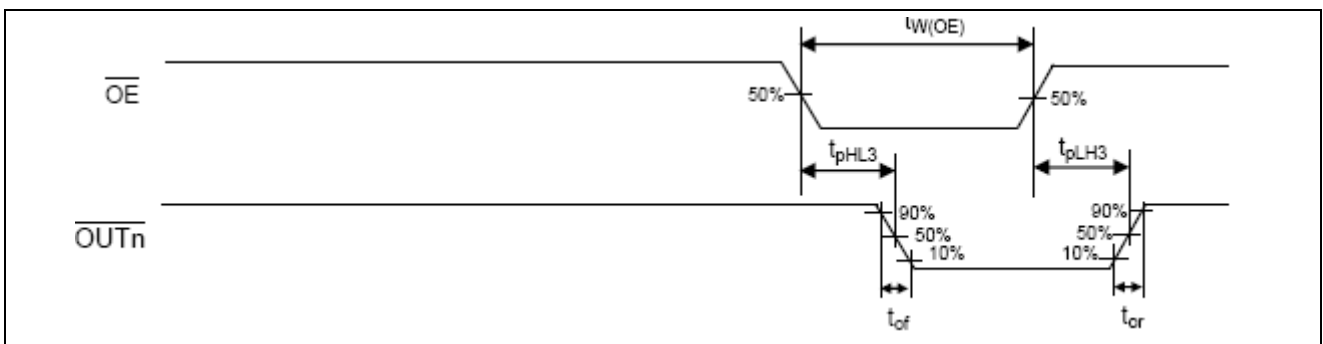
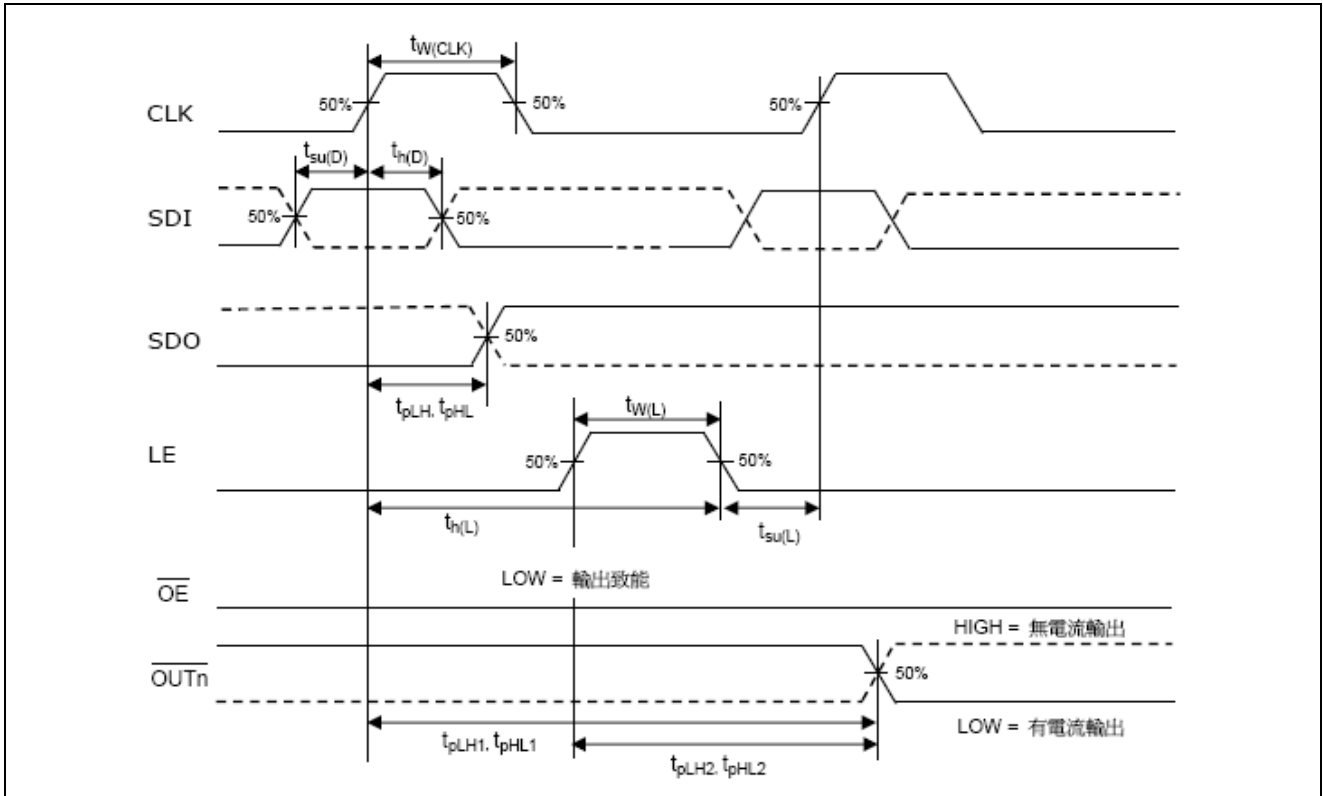
特性	符号	测试条件	最小值	典型值	最大值	单位	
	$\overline{\text{LE}} - \overline{\text{OUTn}}$	$t_{\text{PLH2}}$	-	30	50	ns	
	$\overline{\text{OE}} - \overline{\text{OUTn}}$	$t_{\text{PLH3}}$	-	20	40	ns	
	CLK-SDO	$t_{\text{PLH}}$	$V_{DD}=5.0V$	15	35	ns	
	$\overline{\text{LE}} - \overline{\text{OUTn}}$	$t_{\text{PHL2}}$	$V_{DS}=1.0V$	-	30	50	ns
	$\overline{\text{OE}} - \overline{\text{OUTn}}$	$t_{\text{PHL3}}$	$V_{IH}=V_{DD}$	-	30	50	ns
	CLK-SDO	$t_{\text{PHL}}$	$V_{IL}=\text{GND}$	-	10	30	ns
脉波宽度	CLK	$t_{\text{w(CLK)}}$	10	-	-	ns	
	LE	$t_{\text{w(L)}}$	20	-	-	ns	
	$\overline{\text{OE}}$	$t_{\text{w(OE)}}$	40	-	-	ns	
LE 的保持时间	$t_{\text{h(L)}}$	$R_{\text{ext}}=930\Omega$	5	-	-	ns	
LE 的设置时间	$t_{\text{su(L)}}$	$V_L=4.5V$	5	-	-	ns	
CLK 讯号的最大上升时间	$t_r$	$R_L=162\Omega$	-	-	500	ns	
CLK 讯号的最大下降时间	$t_f$	$C_L=10\text{pF}$	-	-	500	ns	
电流输出的电位上升时间	$t_{\text{or}}$		-	30	60	ns	
电流输出的电位下降时间	$t_{\text{of}}$		-	10	30	ns	

交流特性( $V_{DD}=3.3V$ )

特性	符号	测试条件	最小值	典型值	最大值	单位	
	$\overline{\text{LE}} - \overline{\text{OUTn}}$	$t_{\text{PLH2}}$	-	40	60	ns	
	$\overline{\text{OE}} - \overline{\text{OUTn}}$	$t_{\text{PLH3}}$	-	40	60	ns	
	CLK-SDO	$t_{\text{PLH}}$	$V_{DD}=3.3V$	-	20	40	ns
	$\overline{\text{LE}} - \overline{\text{OUTn}}$	$t_{\text{PHL2}}$	$V_{DS}=1.0V$	-	40	60	ns
	$\overline{\text{OE}} - \overline{\text{OUTn}}$	$t_{\text{PHL3}}$	$V_{IH}=V_{DD}$	-	40	60	ns
	CLK-SDO	$t_{\text{PHL}}$	$V_{IL}=\text{GND}$	-	20	40	ns
脉波宽度	CLK	$t_{\text{w(CLK)}}$	20	-	-	ns	
	LE	$t_{\text{w(L)}}$	20	-	-	ns	
	$\overline{\text{OE}}$	$t_{\text{w(OE)}}$	80	-	-	ns	
LE 的保持时间	$t_{\text{h(L)}}$	$R_{\text{ext}}=930\Omega$	5	-	-	ns	
		$V_L=3.0V$					
		$R_L=100\Omega$					
		$C_L=10\text{pF}$					

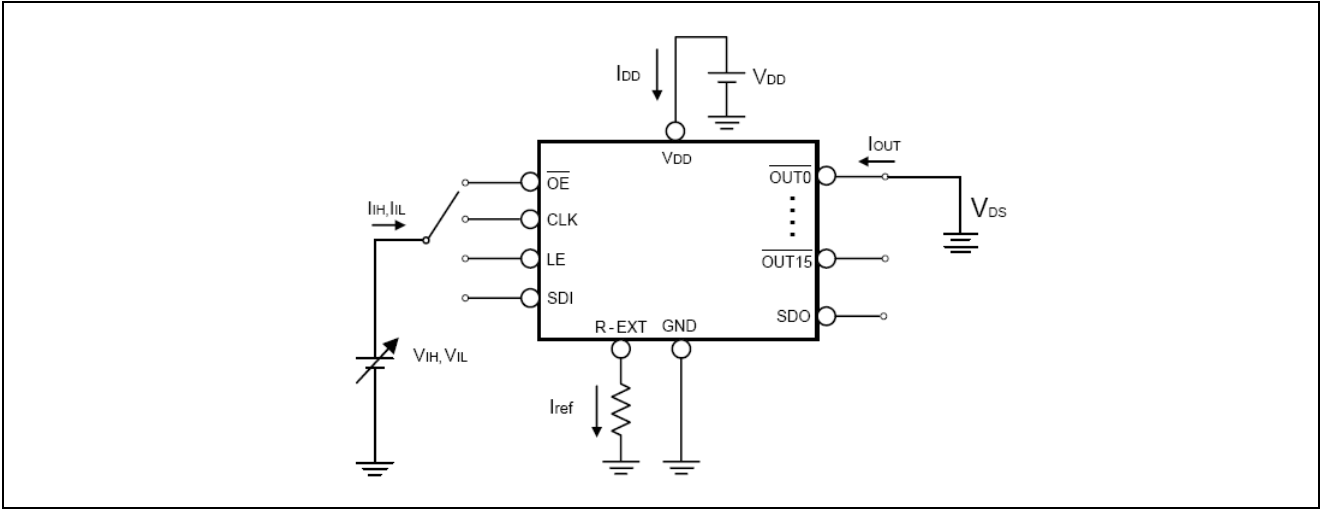
LE 的设置时间	$t_{su(L)}$	5	-	-	ns
CLK 讯号的最大上升时间	$t_r$	-	-	500	ns
CLK 讯号的最大下降时间	$t_f$	-	-	500	ns
电流输出的电位上升时间	$t_{or}$	-	40	80	ns
电流输出的电位下降时间	$t_{of}$	-	30	60	ns

### 时序的波形图

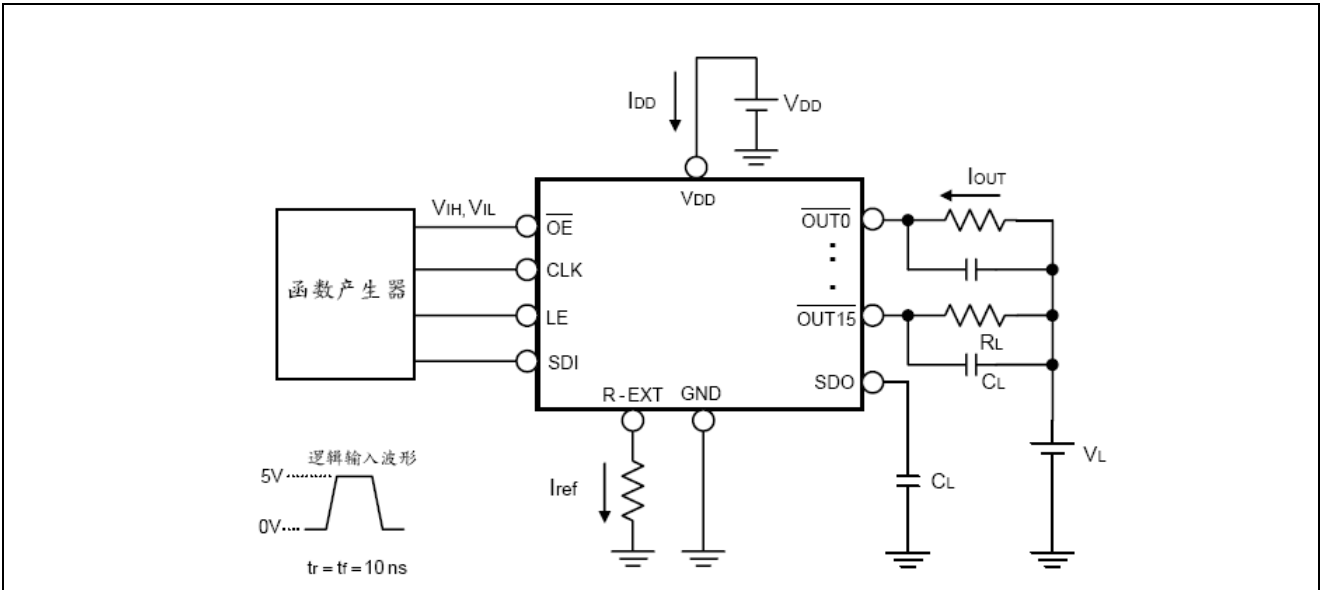


参考应用线路图

直流特性的测试电路



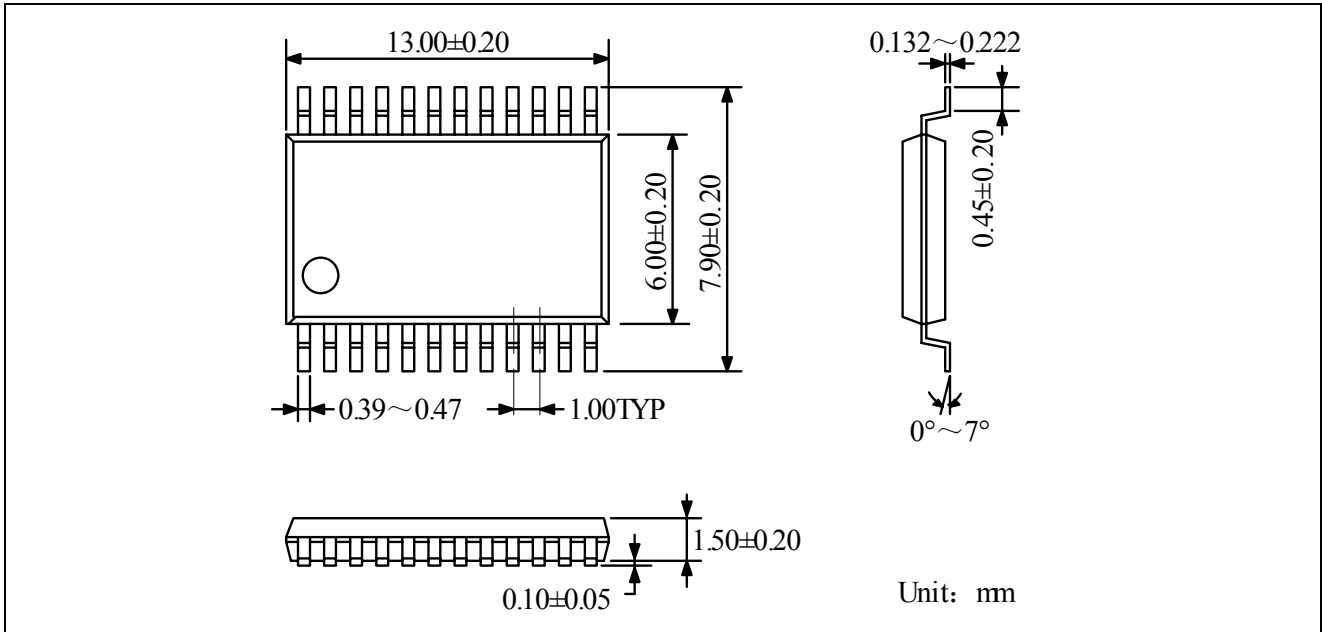
交流特性的测试电路



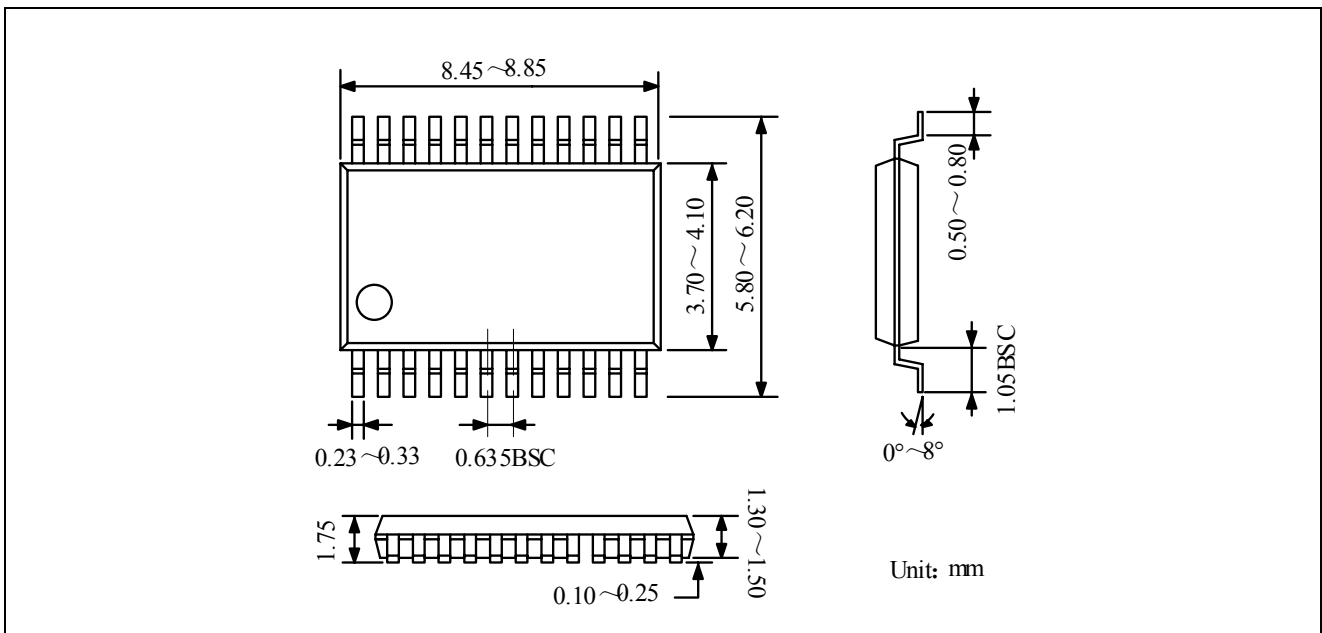
\*: 此电路仅供参考。

封装尺寸

SSOP24-3



SSOP24-2



SOP24

