

## 描述

RU5024 是一种 LED 驱动芯片，工作电压范围为 3.3V~5.0V，提供 16 路通道并行等电流输出，每路输出可提供 3mA~45mA 电流以驱动 LED。

通道之间输出电流差异小于  $\pm 3\%$ ，输出电流随输出电压变化小于  $\pm 1\%/V$ 、随电源电压变化小于  $\pm 3\%/V$ 、随环境温度变化控制在  $\pm 1\%$ 。

使用一个外接电阻  $R_{ext}$  可调整输出电流的大小以控制 LED 的发光亮度。

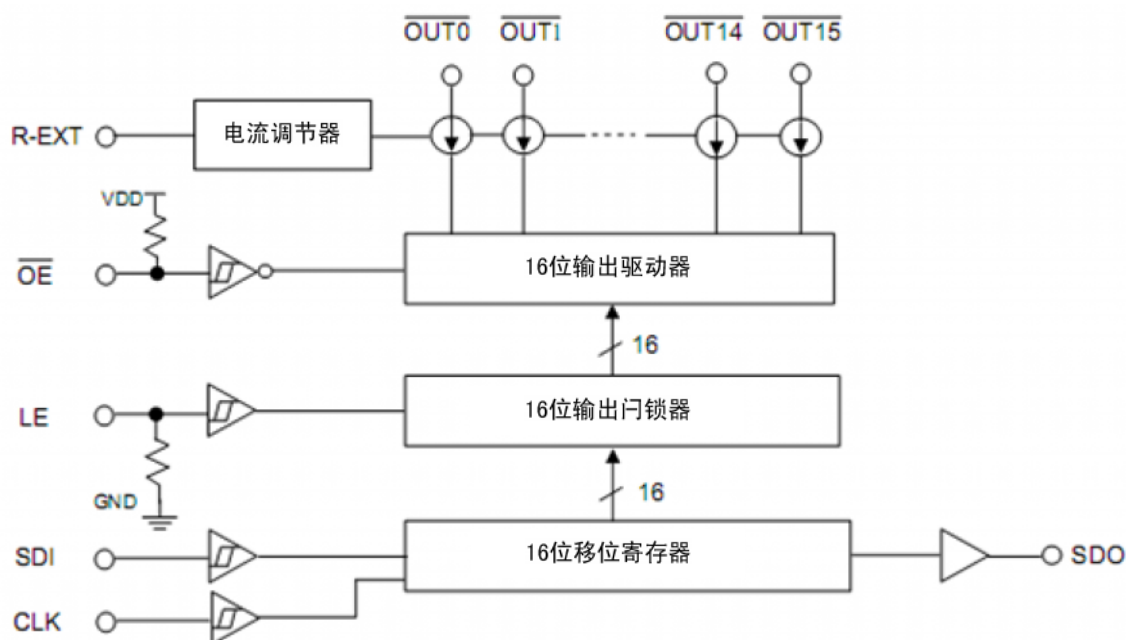
## 特点

- 16 路通道并行等电流输出
- 输出电流不受输出负载电压的影响
- 精确的输出电流：
  - 通道间差异  $\leq \pm 3\%$
  - 芯片间差异  $\leq \pm 6\%$
- 改变外接电阻的值可设定输出电流
- 时钟频率高达 25MHz
- 电源电压：5V/3.3V
- 工作环境温度：-40℃~85℃
- SSOP-24 线塑料外壳封装

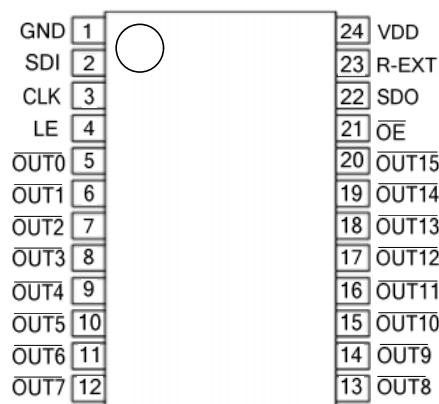
## 应用范围

用于 LED 显示屏的驱动。

## 功能框图



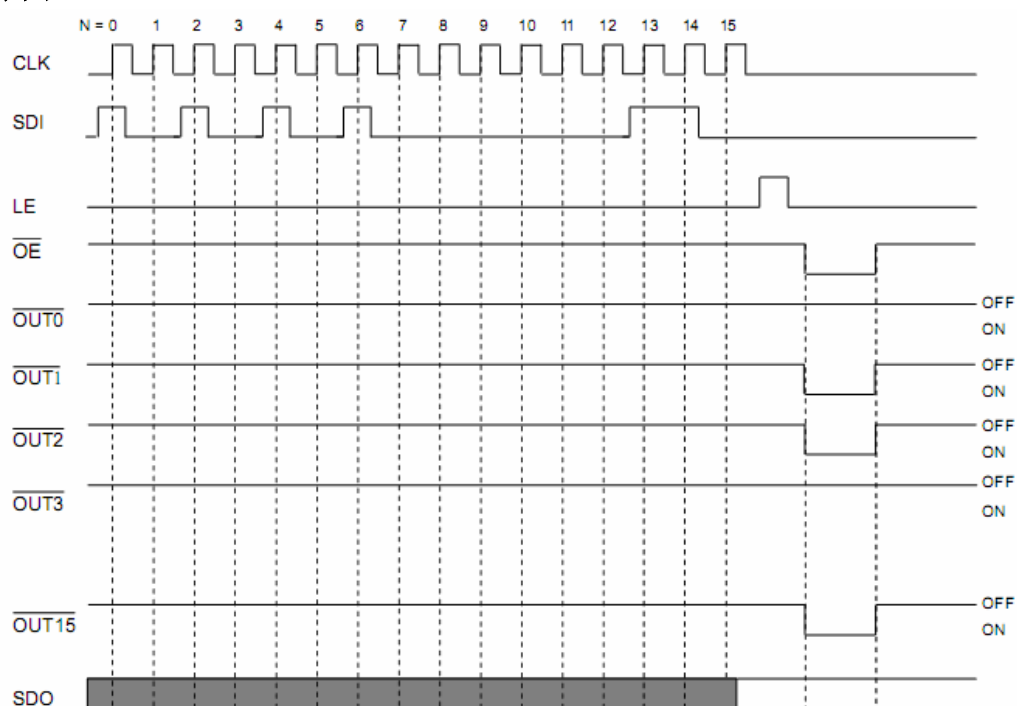
## 引出端定义



## 引出端描述

| 引出端编号 | 符号                                      | 描述                                                                                                                                                                  |
|-------|-----------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1     | GND                                     | 接地端                                                                                                                                                                 |
| 2     | SDI                                     | 串行数据输入端                                                                                                                                                             |
| 3     | CLK                                     | 时钟输入端。时钟上升沿触发使数据移位。                                                                                                                                                 |
| 4     | LE                                      | 数据门锁使能端。当 LE 是“H”时串行数据被传输到输出门锁器；当 LE 是“L”时数据被门锁。                                                                                                                    |
| 5~20  | $\overline{OUT0} \sim \overline{OUT15}$ | 16 位并行等电流输出端                                                                                                                                                        |
| 21    | $\overline{OE}$                         | 输出电流使能端。当 $\overline{OE}$ 是“L”时 $\overline{OUT0} \sim \overline{OUT15}$ 为“ON”，启动输出电流；当 $\overline{OE}$ 是“H”时 $\overline{OUT0} \sim \overline{OUT15}$ 为“OFF”，关闭输出电流。 |
| 22    | SDO                                     | 串行数据输出端。可接于下一级 LED 驱动器的 SDI 端。                                                                                                                                      |
| 23    | R-EXT                                   | 外接电阻端。改变外接电阻可设定输出电流。                                                                                                                                                |
| 24    | VDD                                     | 电源端                                                                                                                                                                 |

## 时序图



真值表

| CLK | LE | OE | SDI              | OUT 0 ... OUT 7 ... OUT 15                                              | SDO               |
|-----|----|----|------------------|-------------------------------------------------------------------------|-------------------|
|     | H  | L  | D <sub>n</sub>   | $\overline{D_n} \dots \overline{D_{n-7}} \dots \overline{D_{n-15}}$     | D <sub>n-15</sub> |
|     | L  | L  | D <sub>n+1</sub> | No Change                                                               | D <sub>n-14</sub> |
|     | H  | L  | D <sub>n+2</sub> | $\overline{D_{n+2}} \dots \overline{D_{n-5}} \dots \overline{D_{n-13}}$ | D <sub>n-13</sub> |
|     | X  | L  | D <sub>n+3</sub> | $\overline{D_{n+2}} \dots \overline{D_{n-5}} \dots \overline{D_{n-13}}$ | D <sub>n-13</sub> |
|     | X  | H  | D <sub>n+3</sub> | Off                                                                     | D <sub>n-13</sub> |

最大绝对额定值

| 特性                 | 符号                   | 最小    | 最大                   | 单位     |
|--------------------|----------------------|-------|----------------------|--------|
| 电源电压               | V <sub>DD</sub>      | 0     | 7                    | V      |
| 输入电压               | V <sub>IN</sub>      | - 0.4 | V <sub>DD</sub> +0.4 | V      |
| 输出电流               | I <sub>OUT</sub>     | --    | 60                   | mA     |
| 输出耐压               | V <sub>OUT</sub>     | - 0.5 | 17.0                 | V      |
| 功率耗散 (On PCB, 25℃) | P <sub>D</sub>       | --    | 1.9                  | W      |
| 热阻 (On PCB, 25℃)   | R <sub>th(J-A)</sub> | --    | 67                   | °C / W |
| 结温                 | T <sub>J</sub>       | --    | 150                  | °C     |
| 储存温度               | T <sub>S</sub>       | - 65  | 150                  | °C     |
| 引线耐焊接温度 (10s)      | T <sub>H</sub>       | --    | 300                  | °C     |

推荐工作条件

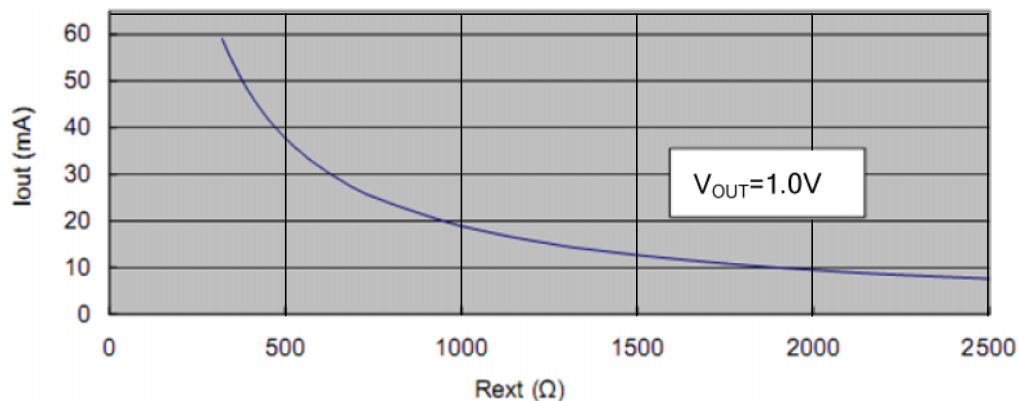
| 特性                            | 符号                   | 最小                  | 典型  | 最大                  | 单位  |
|-------------------------------|----------------------|---------------------|-----|---------------------|-----|
| 电源电压                          | V <sub>DD</sub>      | 3.0                 | 5.0 | 5.5                 | V   |
| 输入高电平                         | V <sub>IH</sub>      | 0.7×V <sub>DD</sub> | --  | V <sub>DD</sub>     | V   |
| 输入低电平                         | V <sub>IL</sub>      | GND                 | --  | 0.3×V <sub>DD</sub> | V   |
| 输出电流 (OUT <sub>n</sub> 为“ON”) | I <sub>OUT</sub>     | 3                   | --  | 45                  | mA  |
| 时钟频率                          | f <sub>CLK</sub>     | 25                  | --  | --                  | MHz |
| 时钟脉宽                          | t <sub>W (CLK)</sub> | 20                  | --  | --                  | ns  |
| LE 脉宽                         | t <sub>W (L)</sub>   | 40                  | --  | --                  | ns  |
| OE 脉宽                         | t <sub>W (OE)</sub>  | 250                 | --  | --                  | ns  |
| SDI 建立时间                      | t <sub>SU (D)</sub>  | 10                  | --  | --                  | ns  |
| SDI 保持时间                      | T <sub>H (D)</sub>   | 10                  | --  | --                  | ns  |
| LE 建立时间                       | t <sub>SU (L)</sub>  | 15                  | --  | --                  | ns  |
| LE 保持时间                       | T <sub>H (L)</sub>   | 15                  | --  | --                  | ns  |
| 工作环境温度                        | T <sub>A</sub>       | -40                 | 25  | 85                  | °C  |

**电特性**

 除另有规定外,  $V_{DD}=5.0V$ ,  $V_{OUT}=1.0V$ ,  $T_A=-40^{\circ}\sim 85^{\circ}C$ 

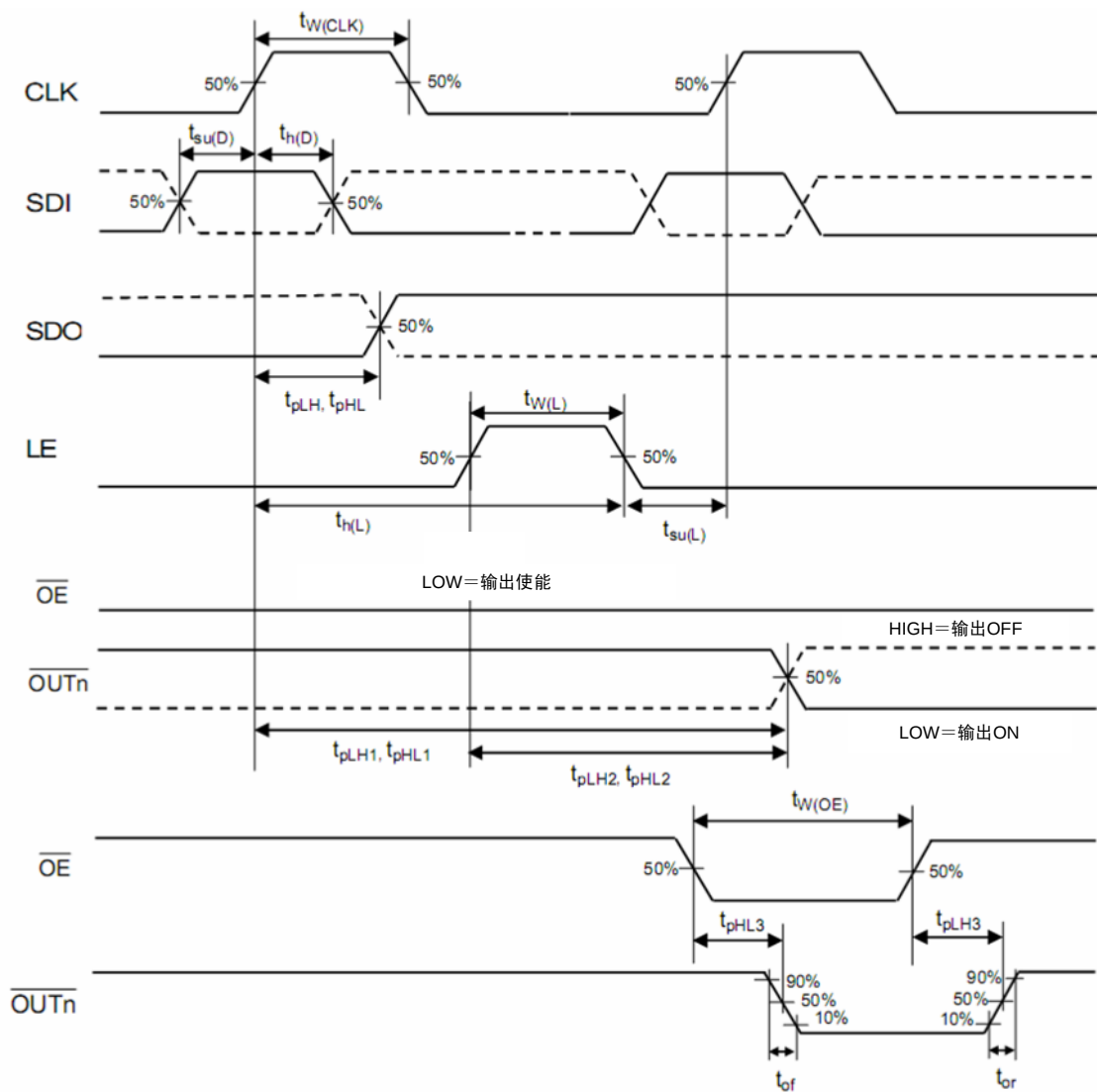
| 特性                     | 符号                    | 条 件                                                                    |                                             | 最小   | 典型        | 最大        | 单位         |
|------------------------|-----------------------|------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------|------|-----------|-----------|------------|
| 电源电流                   | $I_{DD1}$             | $\overline{OUT1}\sim\overline{OUT5}=\text{OFF}$                        | Rext=Open                                   | --   | --        | 5         | mA         |
|                        | $I_{DD2}$             |                                                                        | Rext=1240 $\Omega$                          | --   | --        | 10        | mA         |
|                        | $I_{DD3}$             |                                                                        | Rext=620 $\Omega$                           | --   | --        | 12        | mA         |
|                        | $I_{DD4}$             | $\overline{OUT1}\sim\overline{OUT5}=\text{ON}$                         | Rext=1240 $\Omega$                          | --   | --        | 10        | mA         |
|                        | $I_{DD5}$             |                                                                        | Rext=620 $\Omega$                           | --   | --        | 12        | mA         |
| 最大输出电流                 | $I_{OUT(\text{MAX})}$ | $\overline{OUTn}=\text{ON}$                                            |                                             | 45   | --        | --        | mA         |
| 最小输出电流                 | $I_{OUT(\text{MIN})}$ | $\overline{OUTn}=\text{ON}$                                            |                                             | --   | --        | 5         | mA         |
| 输出漏电流                  | $I_{O\_leak}$         | $\overline{OUTn}=\text{OFF}$ , $V_{OUT}=10V$                           |                                             | --   | --        | 5         | $\mu A$    |
| SDO 输出高电平              | $V_{OH}$              | $I_{OH}=-1.0mA$                                                        |                                             | 4.6  | --        | --        | V          |
| SDO 输出低电平              | $V_{OL}$              | $I_{OL}=1.0mA$                                                         |                                             | --   | --        | 0.4       | V          |
| 输出电流                   | $I_{OUT1}$            | $\overline{OUT1}\sim\overline{OUT5}=\text{ON}$                         | Rext=1240 $\Omega$                          | 14.1 | 15.0      | 15.9      | mA         |
|                        | $I_{OUT2}$            |                                                                        | Rext=620 $\Omega$                           | 28.2 | 30.0      | 31.8      | mA         |
| 输出电流误差<br>(输出与输出之间)    | $dI_{OUT1}$           | $\overline{OUT1}\sim\overline{OUT5}=\text{ON}$                         | Rext=1240 $\Omega$                          | --   | --        | $\pm 3$   | %          |
|                        | $dI_{OUT2}$           |                                                                        | Rext=620 $\Omega$                           | --   | --        | $\pm 3$   | %          |
| 输出电流随输出电压变化            | $\%/dV_{OUT}$         | $V_{OUT}=1.0V\sim 3.0V$                                                |                                             | --   | $\pm 0.5$ | $\pm 1.0$ | %/V        |
| 输出电流随电源电压变化            | $\%/dV_{DD}$          | $V_{DD}=4.5V\sim 5.5V$                                                 |                                             | --   | $\pm 1$   | $\pm 3$   | %/V        |
| $\overline{OE}$ 输入上拉电阻 | $R_{IN(up)}$          |                                                                        |                                             | 200  | --        | 800       | K $\Omega$ |
| LE 输入下拉电阻              | $R_{IN(down)}$        |                                                                        |                                             | 200  | --        | 800       | K $\Omega$ |
| 延迟时间<br>(低电平到高电平)      | $t_{PLH1}$            | Rext=930 $\Omega$ ,<br>$V_L=4.5V$ ,<br>$R_L=162\Omega$ ,<br>$C_L=10pF$ | $CLK \rightarrow \overline{OUTn}$           | --   | --        | 200       | ns         |
|                        | $t_{PLH2}$            |                                                                        | $LE \rightarrow \overline{OUTn}$            | --   | --        | 200       | ns         |
|                        | $t_{PLH3}$            |                                                                        | $\overline{OE} \rightarrow \overline{OUTn}$ | --   | --        | 200       | ns         |
|                        | $t_{PLH}$             |                                                                        | $CLK \rightarrow SDO$                       | --   | --        | 40        | ns         |
| 延迟时间<br>(高电平到低电平)      | $t_{PHL1}$            |                                                                        | $CLK \rightarrow \overline{OUTn}$           | --   | --        | 200       | ns         |
|                        | $t_{PHL2}$            |                                                                        | $LE \rightarrow \overline{OUTn}$            | --   | --        | 200       | ns         |
|                        | $t_{PHL3}$            |                                                                        | $\overline{OE} \rightarrow \overline{OUTn}$ | --   | --        | 200       | ns         |
|                        | $t_{PHL}$             |                                                                        | $CLK \rightarrow SDO$                       | --   | --        | 40        | ns         |
| 输出电压上升时间               | $t_{or}$              |                                                                        | $\overline{OUTn}$ , 10%~90%                 | --   | --        | 150       | ns         |
| 输出电压下降时间               | $t_{of}$              |                                                                        | $\overline{OUTn}$ , 90%~10%                 | --   | --        | 150       | ns         |

### 典型特性曲线



输出电流  $I_{OUT}$  与外接电阻  $R_{ext}$  的关系

### 时序波形



## 应用资料

## 恒定的电流

在 LED 显示屏应用中，RU5024 具备优异的特性：

- (1) 片内各通道之间最大电流差异小于 $\pm 3\%$ ，片与片之间最大电流差异小于 $\pm 6\%$ 。
- (2) 恒定的输出电流如图 1 所示，输出电流的稳定性不受负载端 LED 电压 ( $V_F$ ) 变化的影响。

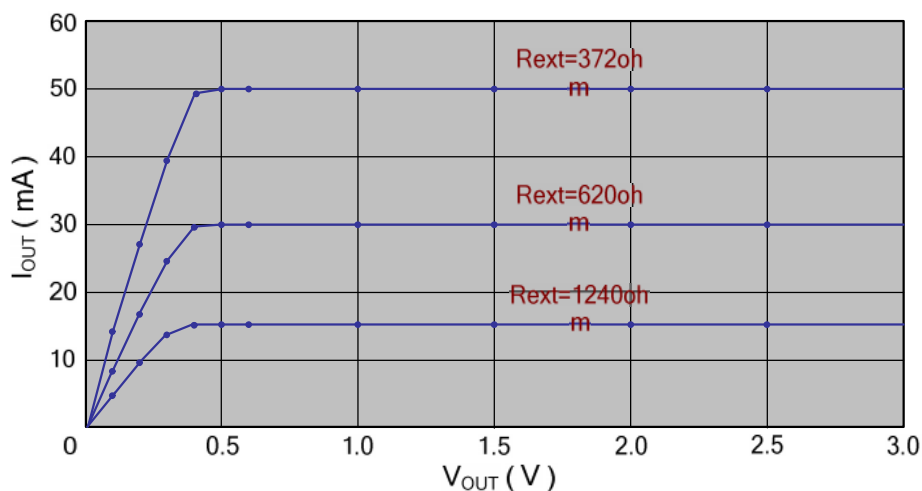


图 1 输出电流  $I_{OUT}$  与输出电压  $V_{OUT}$  的关系

输出电流  $I_{OUT}$ 

应用下列公式可设定输出电流  $I_{OUT}$  的值：

$$I_{OUT} = V_{R-EXT} \times (1/R_{ext}) \times 15$$

式中： $V_{R-EXT}=1.24V$  ( $R-EXT$  端的电压)

$R_{ext}$  = 外接电阻

例：当取  $R_{ext}=620\Omega$  时，输出电流  $I_{OUT}=1.24 \times (1/620) \times 15=30mA$ ；

当取  $R_{ext}=1240\Omega$  时，输出电流  $I_{OUT}=1.24 \times (1/1240) \times 15=15mA$ 。

封装功率  $P_D$ 

最大封装功率  $P_D(MAX) = (T_J - T_A) / R_{th(J-A)}$ ，当电路的 16 路电流输出同时启动时，则实际功率  $P_D(act) = (I_{DD} \times V_{DD}) + (I_{OUT} \times V_{OUT} \times Duty \times 16)$ 。

为了保证  $P_D(act) \leq P_D(MAX)$ ，最大输出电流  $I_{OUT}$  与 Duty cycle 之间的关系为：

$$I_{OUT} = \{[(T_J - T_A) / R_{th(J-A)}] - (I_{DD} \times V_{DD})\} / (V_{OUT} \times Duty \times 16)$$

式中： $T_J$  = 结温

$T_A$  = 环境温度

$R_{th(J-A)}$  = 热阻

$I_{DD}$  = 电源电流

$V_{DD}$  = 电源电压

$V_{OUT}$  = 输出电压

Duty = 启动输出电流的占空比

### 负载电源电压 $V_{LED}$

为了使封装散热达到最佳状态，推荐等电流输出端的电压 ( $V_{OUT}$ ) 最佳范围为  $0.4V \sim 0.8V$  ( $I_{OUT}=5mA \sim 45mA$ )。当  $V_{OUT}=V_{LED}-V_F$  且  $V_{LED}=5V$  时，则过高的输出电压 ( $V_{OUT}$ ) 将导致  $P_D(act) > P_D(MAX)$ ，因此，建议尽可能使用较低的负载电源电压  $V_{LED}$ 。也可串接电阻或齐纳二极管达到降低输出电压  $V_{OUT}$  的效果，则  $V_{OUT}=(V_{LED}-V_F)-V_{DROP}$ ，见图 2、图 3 所示。

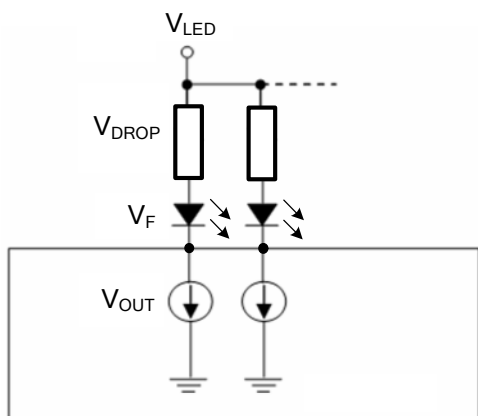


图 2 串接电阻降低输出电压

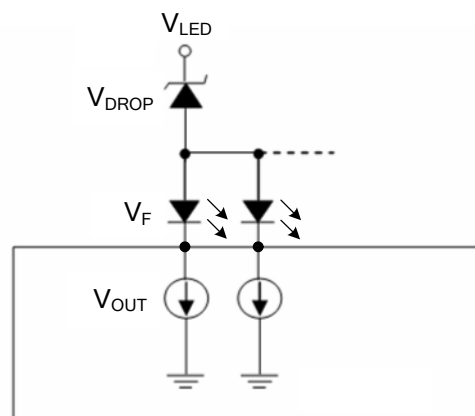


图 3 串接齐纳二极管降低输出电压

### 典型应用

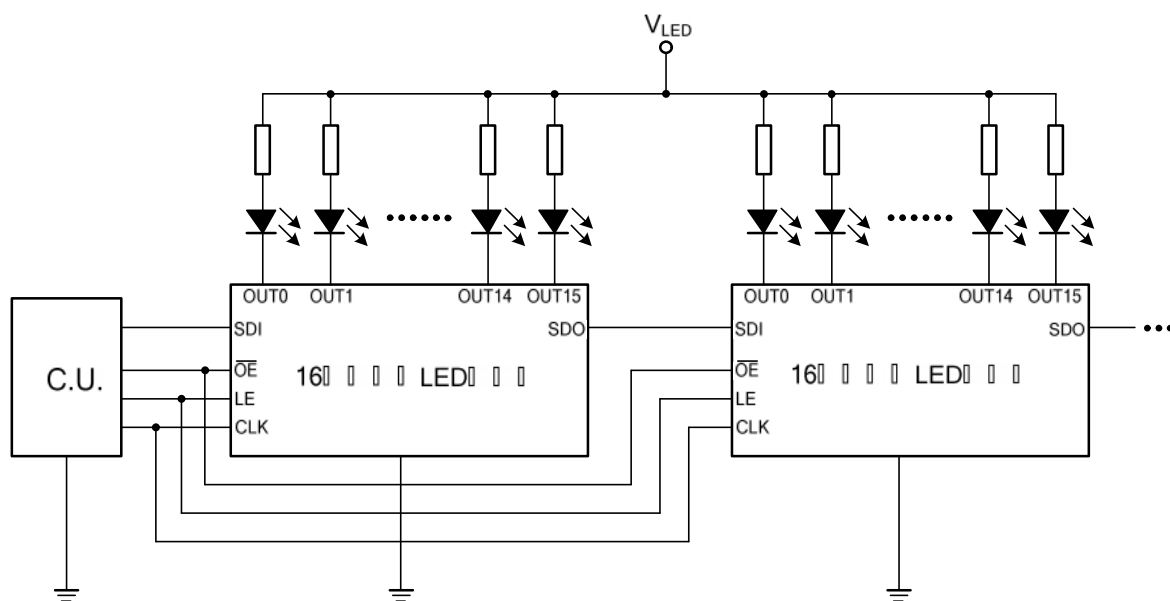


图 4 典型应用 1（串接电阻降压）

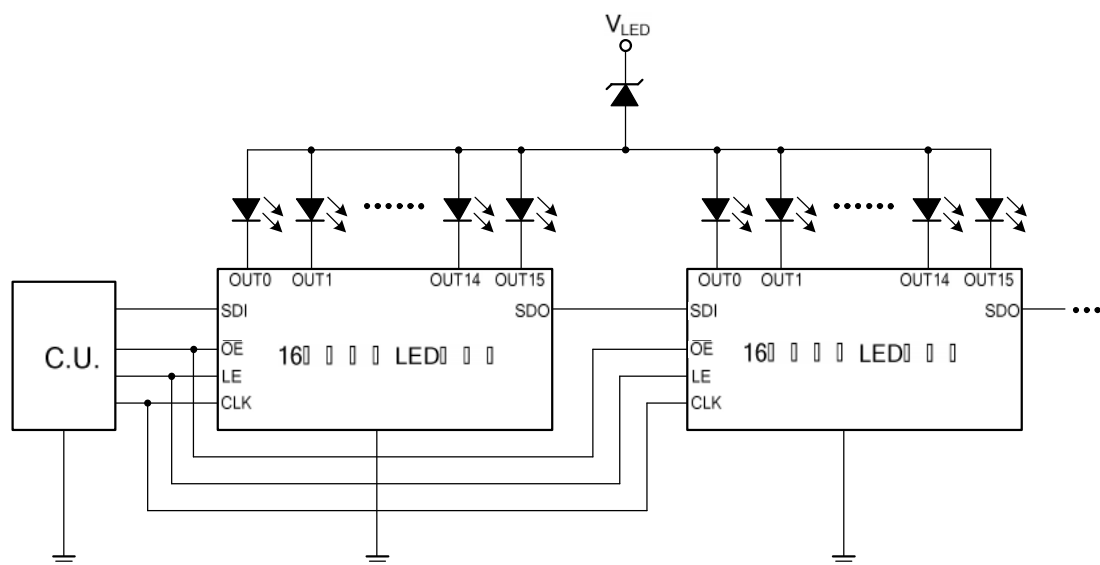


图 5 典型应用 2（串接齐纳二极管降压）

## 封装尺寸

SSOP-24 线塑料外壳封装

