

18 位恒电流 LED 驱动器

概述

ET6037Y 是一颗具有 128 阶线性电流调节功能的恒流 LED 驱动电路，内置 18 个独立的低阻彩色 LED 驱动通道，可以在每个输出级提供 2~45mA 恒定电流。

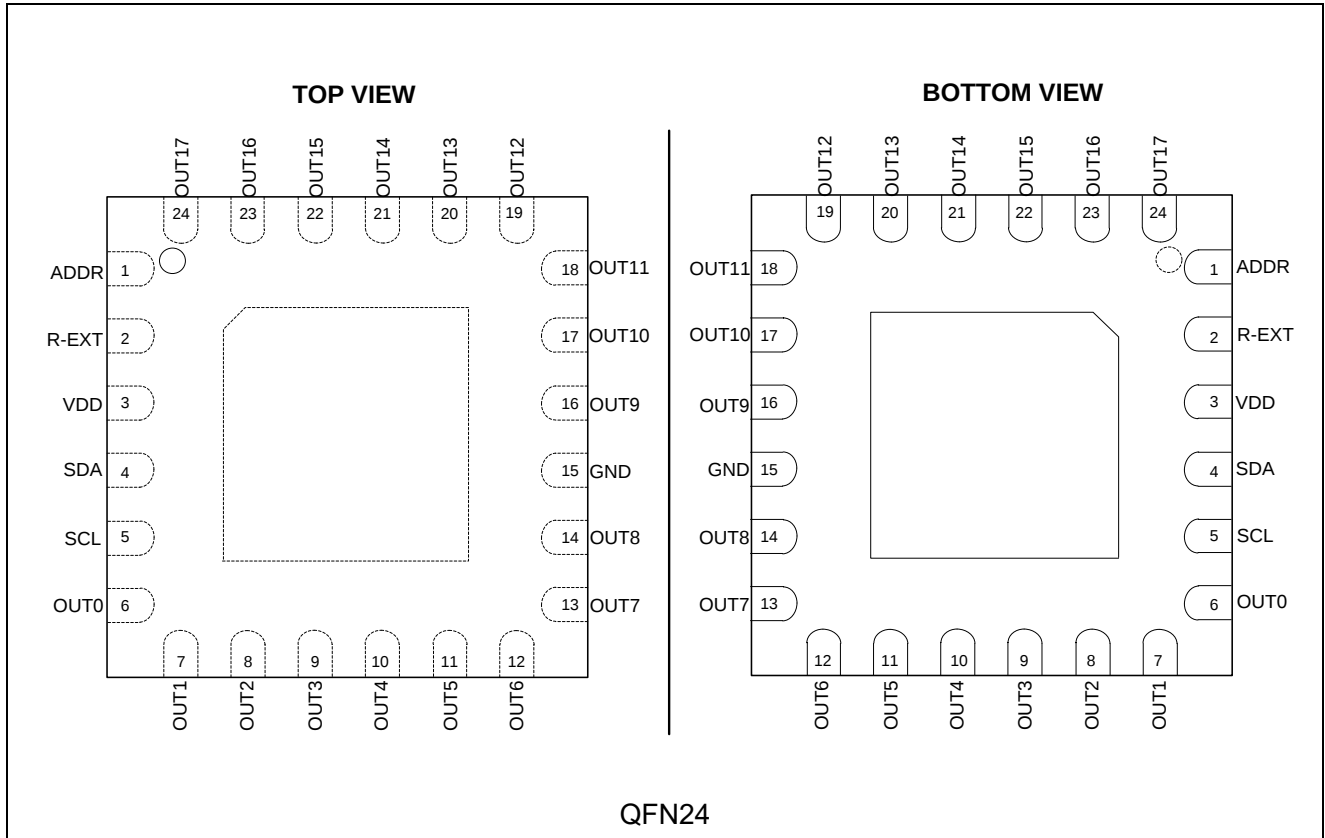
ET6037Y 采用 I²C 总线结构，通过代码设置，可以调节任意通道的电流大小。电流调整一共有 128 阶，范围是 0%~190%。每三个 LED 共享一个使能开关，控制此开关信号，可以实现 RGB 灯的任意颜色的亮暗变化。

功能特点

- 18 个恒电流输出通道
- 恒电流输出值不受输出端负载电压影响
- 精确的电流输出值
- 利用一个外接电阻，可调整电流输出值
- 每路 128 阶电流微调功能（范围：0%~190%）
- 恒电流输出范围:2~45 mA
- I²C 接口，具有 4 个片地址
- RGB 灯任意颜色的亮暗调整功能
- 软关断功能
- 工作电压：3.3V/5V
- 封装形式：QFN24（4mm×4mm）

ET6037Y

管脚排列图



管脚说明

序号	管脚名称	功能说明
1	ADDR	片地址选择。
2	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。
3	VDD	3.3V/5V 电源供应端。
4	SDA	I ² C 数据输入端。
5	SCL	I ² C 时钟输入端口。
6~14,16~24	OUT0~OUT17	恒电流输出端。
15	GND	接地端。

功能说明

1. I²C 总线说明

总线接口

MCU 通过 SDA 和 SCL 端口与 ET6037Y 进行数据传输。SDA 和 SCL 组成总线接口。需要连接一个上拉电阻到电源端。

数据有效性

当 SCL 信号处于高电平时, SDA 端口上的数据都是有效稳定的。只有当 SCL 信号处于低电平时, 才能改变 SDA 端口上的电平高低。

开始（重新开始）和停止工作条件

当 SCL 信号为高电平, SDA 信号由高电平转为低电平开始工作或者重新开始工作, 而 SCL 信号为高电平, SDA 信号由低电平转为高电平时停止工作。

字节格式

数据线的每个字节由 8 位组成。每个字节包含一个应答位。传输第一个数据是 MSB。

应答

在应答时钟期间, 主机使 SDA 端口处于高电平, 在写模式期间, ET6037Y 会发出应答信号使 SDA 端口在应答期间处于低电平。

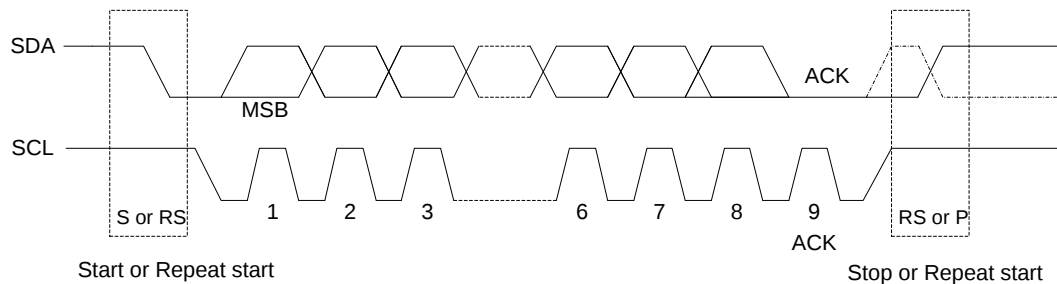


图 1. I²C 写模式

- ACK=应答信号
- MSB=字的最高位
- S=起始信号
- RS=重新开始信号
- P=停止信号
- 最大时钟速度=400KBITS/S
- Restart: 此时 SDA 电平翻转如波形中虚线所表示

ET6037Y

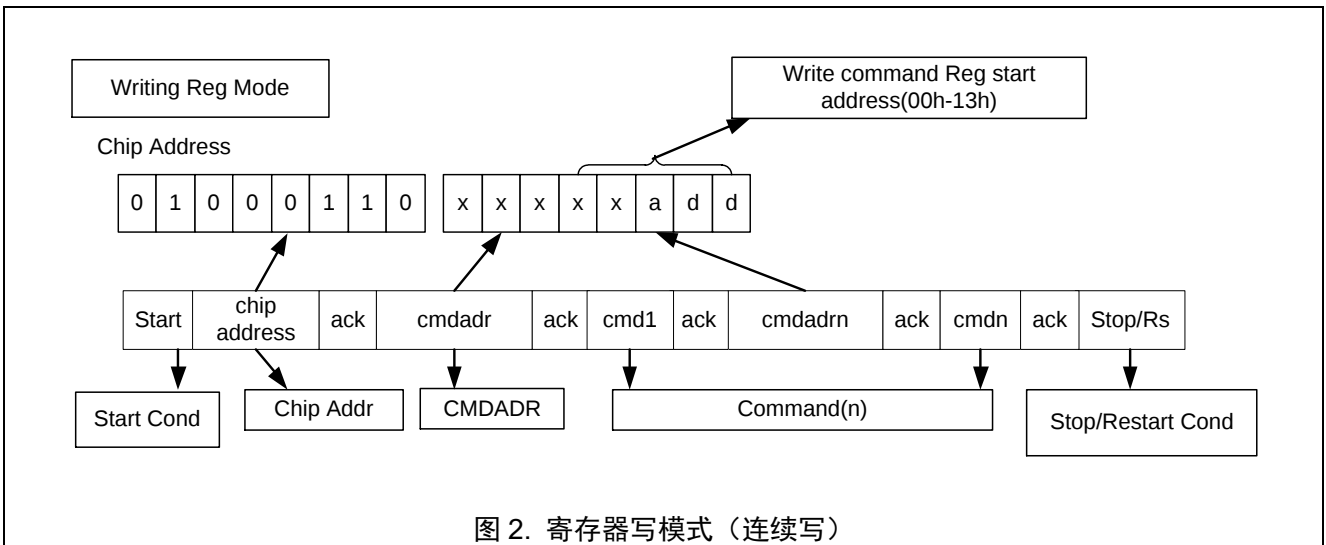
片地址

ET6037Y 有四种片地址可以使用，如下表所示

ADDR 管脚所接信号	片地址
VDD	4EH(只支持写)
GND	46H(只支持写)
SCL	4AH(只支持写)
SDA	4CH(只支持写)

I²C 接口协议

写命令寄存器接口协议（连续写）：



- 开始位
- 芯片地址字节=01000110b
- ACK=应答位
- 寄存器地址字节= address（xxx +寄存器 5 位地址 addre）
- ACK=应答位
- 命令寄存器数据 1=（命令数据位 cmd1）
- ACK=应答位
-
- 命令寄存器数据 n=（命令数据位 cmdn）
- ACK=应答位
- 停止位

ET6037Y

2. 寄存器定义

Address	Name	Description							
00H	RSTCTR	X	X	X	X	X	X	X	Shut-down
01H	RGB_OE	X	X	rgb5_oe	rgb4_oe	rgb3_oe	rgb2_oe	rgb1_oe	rgb0_oe
02H	FIXBRIT_LED0	X	fixbrit_led0 [6:0]						
03H	FIXBRIT_LED1	X	fixbrit_led1 [6:0]						
04H	FIXBRIT_LED2	X	fixbrit_led2 [6:0]						
05H	FIXBRIT_LED3	X	fixbrit_led3 [6:0]						
06H	FIXBRIT_LED4	X	fixbrit_led4 [6:0]						
07H	FIXBRIT_LED5	X	fixbrit_led5 [6:0]						
08H	FIXBRIT_LED6	X	fixbrit_led6 [6:0]						
09H	FIXBRIT_LED7	X	fixbrit_led7 [6:0]						
0AH	FIXBRIT_LED8	X	fixbrit_led8 [6:0]						
0BH	FIXBRIT_LED9	X	fixbrit_led9 [6:0]						
0CH	FIXBRIT_LED10	X	fixbrit_led10 [6:0]						
0DH	FIXBRIT_LED11	X	fixbrit_led11 [6:0]						
0EH	FIXBRIT_LED12	X	fixbrit_led12 [6:0]						
0FH	FIXBRIT_LED13	X	fixbrit_led13 [6:0]						
10H	FIXBRIT_LED14	X	fixbrit_led14 [6:0]						
11H	FIXBRIT_LED15	X	fixbrit_led15 [6:0]						
12H	FIXBRIT_LED16	X	fixbrit_led16 [6:0]						
13H	FIXBRIT_LED17	X	fixbrit_led17 [6:0]						

表 1 复位寄存器

Addr: 00h			Reset Register		
Addr	Bit	Bit Name	Default	Access	Description
00H	0	shutdown	1b	W	软件关断控制位
					0b 开机
					1b 关机
	7:1	x	x	x	Don't Care

ET6037Y

表 2 LED 使能寄存器

Addr: 01h			LED enable Register			
Addr	Bit	Bit Name	Default	Access	Description	
01H	0	rgb0_oe	1b	W	RGB0 灯使能 (LED0→LED2)	
					0b	关
					1b	开
	1	rgb1_oe	1b	W	RGB1 灯使能 (LED3→LED5)	
					0b	关
					1b	开
	2	rgb2_oe	1b	W	RGB2 灯使能 (LED6→LED8)	
					0b	关
					1b	开
	3	rgb3_oe	1b	W	RGB3 灯使能 (LED9→LED11)	
					0b	关
					1b	开
	4	rgb4_oe	1b	W	RGB4 灯使能 (LED12→LED14)	
					0b	关
					1b	开
	5	rgb5_oe	1b	W	RGB5 灯使能 (LED15→LED17)	
					0b	关
					1b	开
	7:6	xx	xx	xx	xx	Don't Care

注：(1) 根据表 3 设置好每个 LED 灯的固定亮度（电流）值，利用表二的开关信号，可以调节 RGBn 灯的亮暗变化，n 为 0→5，RGB 灯组灯方式见应用线路图

(2) 将表 2 开关全部打开，改变表 3 的每个 LED 灯的固定亮度（恒定电流）值，可以调节单个 LED 灯的亮暗变化

表 3 固定亮度（恒定电流）寄存器

Addr: 02→13h			Fix Brightness Register			
Addr	Bit	Bit Name	Default	Access	Description	
02H → 13H	6:0	fixbrit_ledn	00h	W	固定亮度值（恒定电流值）	
					00h	不亮
					01h	微亮
						（亮度依次增加）
					7FH	最亮
	7	x	x	x	Don't Care	

注：(1) n 为 0→17

(2) LEDn 为 LED0→LED17，位置见应用线路图

3. 恒电流

将 ET6037Y 使用时，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 ET6037Y 的优异特性：

- 1) 通道间的电流一般差异小于±6%（最大值），而芯片间的电流一般差异小于±10%（最大值）。
- 2) 具有不受负载端电压影响的电流输出特性，输出电流的稳定性将不受 LED 正向电压(Vf)变化而影响。

4. 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})。

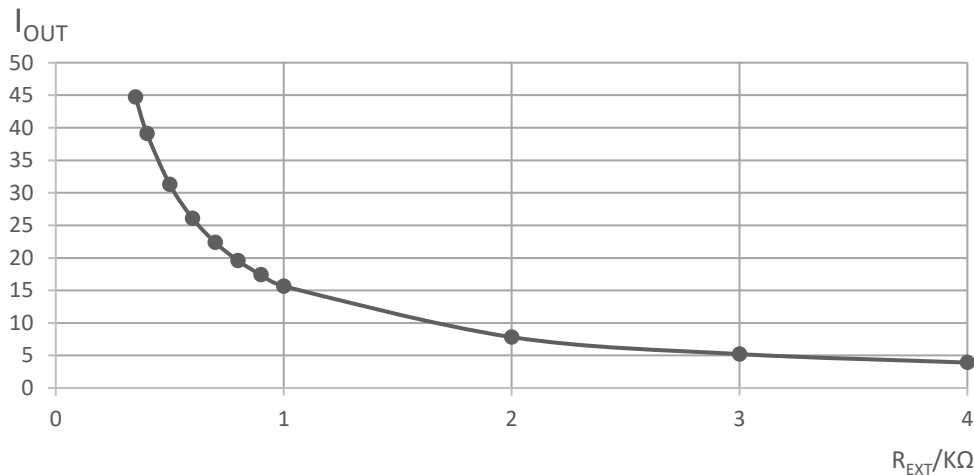


图 3. R-ext 外接电阻和输出电流关系图

套用下列公式可计算出输出电流值(电流值对应的代码为 1010010)：

$$V_{R-EXT} = 1.24V; I_{OUT} = (V_{R-EXT} / R_{EXT}) \times 12.625$$

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 1240Ω，套入公式可得输出电流值是 12.625mA（典型值）。

电流增益调整（DA6~DA0）：

默认值为 0000000（电流增益是相对于 1010010 而言）

小电流模式范围（0000000~1000000），电流范围为 0%~64%，一共有 65 阶。

大电流模式范围（1000001~1111111），电流范围为 66%~190%，一共有 63 阶。

电流计算公式为（注：D 为电流调整值低 6 位转换成 10 进制的数值）：

小电流模式：增益= $D/100$

大电流模式：增益= $(2D+64)/100$

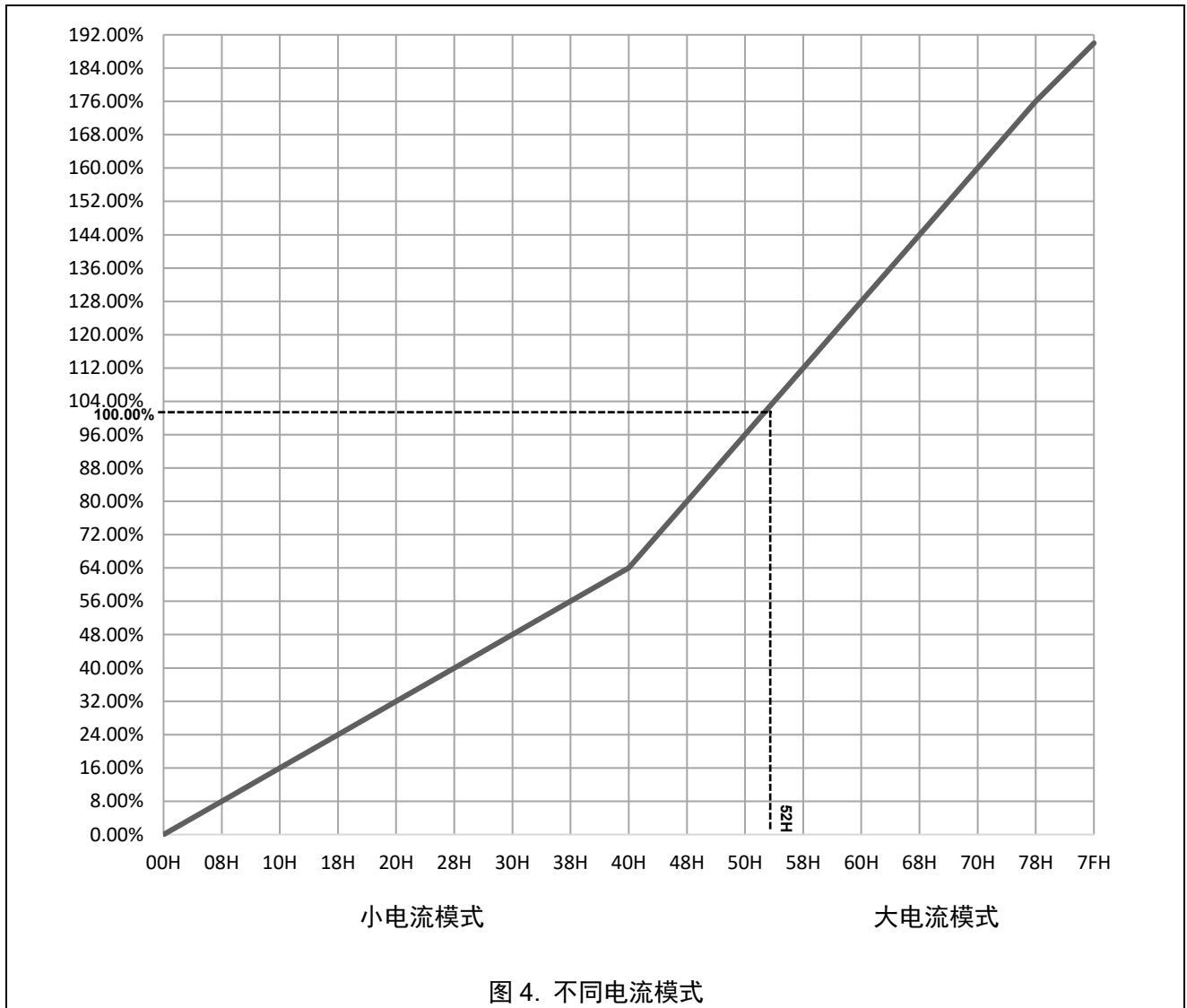
ET6037Y

寄存器与电流值

Cur_data	Cur_per	Cur_data	Cur_per	Cur_data	Cur_per	Cur_data	Cur_per
00H	0.00%	20H	32.00%	40H	64.00%	60H	128.00%
01H	1.00%	21H	33.00%	41H	66.00%	61H	130.00%
02H	2.00%	22H	34.00%	42H	68.00%	62H	132.00%
03H	3.00%	23H	35.00%	43H	70.00%	63H	134.00%
04H	4.00%	24H	36.00%	44H	72.00%	64H	136.00%
05H	5.00%	25H	37.00%	45H	74.00%	65H	138.00%
06H	6.00%	26H	38.00%	46H	76.00%	66H	140.00%
07H	7.00%	27H	39.00%	47H	78.00%	67H	142.00%
08H	8.00%	28H	40.00%	48H	80.00%	68H	144.00%
09H	9.00%	29H	41.00%	49H	82.00%	69H	146.00%
0AH	10.00%	2AH	42.00%	4AH	84.00%	6AH	148.00%
0BH	11.00%	2BH	43.00%	4BH	86.00%	6BH	150.00%
0CH	12.00%	2CH	44.00%	4CH	88.00%	6CH	152.00%
0DH	13.00%	2DH	45.00%	4DH	90.00%	6DH	154.00%
0EH	14.00%	2EH	46.00%	4EH	92.00%	6EH	156.00%
0FH	15.00%	2FH	47.00%	4FH	94.00%	6FH	158.00%
10H	16.00%	30H	48.00%	50H	96.00%	70H	160.00%
11H	17.00%	31H	49.00%	51H	98.00%	71H	162.00%
12H	18.00%	32H	50.00%	52H	100.00%	72H	164.00%
13H	19.00%	33H	51.00%	53H	102.00%	73H	166.00%
14H	20.00%	34H	52.00%	54H	104.00%	74H	168.00%
15H	21.00%	35H	53.00%	55H	106.00%	75H	170.00%
16H	22.00%	36H	54.00%	56H	108.00%	76H	172.00%
17H	23.00%	37H	55.00%	57H	110.00%	77H	174.00%
18H	24.00%	38H	56.00%	58H	112.00%	78H	176.00%
19H	25.00%	39H	57.00%	59H	114.00%	79H	178.00%
1AH	26.00%	3AH	58.00%	5AH	116.00%	7AH	180.00%
1BH	27.00%	3BH	59.00%	5BH	118.00%	7BH	182.00%
1CH	28.00%	3CH	60.00%	5CH	120.00%	7CH	184.00%
1DH	29.00%	3DH	61.00%	5DH	122.00%	7DH	186.00%
1EH	30.00%	3EH	62.00%	5EH	124.00%	7EH	188.00%
1FH	31.00%	3FH	63.00%	5FH	126.00%	7FH	190.00%

ET6037Y

下图分别显示两种模式下的电流情况：



极限参数

特性	符号	工作范围	单位
电源电压	V_{DD}	0~6.0	V
输入端电压	V_{IN}	-0.4~ $V_{DD}+0.4$	V
输出端电流	I_{OUT}	+45	mA
时钟频率	F_{CLK}	400	kHz
接地端电流	I_{GND}	+1000	mA
工作结温度	T_J	-40~+150	°C
储存温度	T_{STG}	-65~+150	°C

ET6037Y

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
输出端电流	I_{OUT}	用直流特性量测电路		2	-	45	mA
输出端漏电流	I_{OH}	$V_{OH}=V_{DD}$		-	-	0.5	μA
输出电流 1	I_{OUT1}	$V_{DS}=1.0V$	$R_{EXT}=1240\Omega$	-	12.625	-	mA
电流偏移量 (芯片内)	dl_{OUT1}	$I_{OL}=12.625mA$ $V_{DS}=1.0V$	$R_{EXT}=1240\Omega$	-	± 1.5	± 6	%
输出电流 2	I_{OUT2}	$V_{DS}=1.0V$	$R_{EXT}=620\Omega$	-	25.25	-	mA
电流偏移量 (芯片内)	dl_{OUT2}	$I_{OL}=25.25mA$ $V_{DS}=1.0V$	$R_{EXT}=620\Omega$	-	± 1.5	± 6	%
电流偏移量 (芯片间)	dl_{OUT3}	$I_{OL}=12.625mA$ $V_{DS}=1.0V$	$R_{EXT}=1240\Omega$	-	± 3	± 10	%
电流偏移量 vs. 输出电压	$\%/dV_{DS}$	$V_{DD}=5V, R_{EXT}=1240\Omega$, 输出电压=1.0~3.0V		-	± 4	-	%
电流偏移量 vs. 电源电压	$\%/dV_{DD}$	$V_{DS}=1V, R_{EXT}=1240\Omega$, 电源电压=4.5~5.5V		-	± 2	-	%
软关断电流	$I_{DD(SSD)}$	$V_{DD}=5V$		-	-	5	μA
SDA 低电平驱动能力	V_{OL_SDA}	$I_{OUT}=3mA$		-	0.15	0.3	V
逻辑输入高电平	V_{IH}	$V_{DD}=5V$		1.5	-	-	V
逻辑输入低电平	V_{IL}	$V_{DD}=5V$		-	-	0.5	V
电压源 输出电流	“OFF”	$I_{DD}(off)1$	R_{EXT} =未接, $OUT0\sim OUT17=Off$	-	0.65	2.5	mA
		$I_{DD}(off)2$	$R_{EXT}=1240\Omega$, $OUT0\sim OUT17=Off$	-	3.5	6.0	
		$I_{DD}(off)3$	$R_{EXT}=827\Omega$, $OUT0\sim OUT17=Off$	-	4.6	7.0	
	“ON”	$I_{DD}(on)1$	$R_{EXT}=1240\Omega$, $OUT0\sim OUT17=On$	-	3.5	6.0	
		$I_{DD}(on)2$	$R_{EXT}=827\Omega$, $OUT0\sim OUT17=On$	-	4.6	7.0	

直流特性 ($V_{DD}=3.3V, T_A=25^{\circ}C$)

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}	-		2.7	3.3	4.5	V
输出端电流	I_{OUT}	用直流特性量测电路		2	-	30	mA
输出端漏电流	I_{OH}	$V_{OH}=V_{DD}$		-	-	0.5	μA
输出电流 1	I_{OUT1}	$V_{DS}=1.0V$	$R_{EXT}=1.54k\Omega$	-	10	-	mA
电流偏移量 (芯片内)	dl_{OUT1}	$I_{OL}=10mA$ $V_{DS}=1.0V$	$R_{EXT}=1.54k\Omega$	-	± 1.5	± 6	%
输出电流 2	I_{OUT2}	$V_{DS}=1.0V$	$R_{EXT}=770\Omega$	-	20	-	mA
电流偏移量 (芯片内)	dl_{OUT2}	$I_{OL}=20mA$ $V_{DS}=1.0V$	$R_{EXT}=770\Omega$	-	± 1.5	± 6	%
电流偏移量 (芯片间)	dl_{OUT3}	$I_{OL}=10mA$ $V_{DS}=1.0V$	$R_{EXT}=1.54k\Omega$	-	± 4	± 10	%

ET6037Y

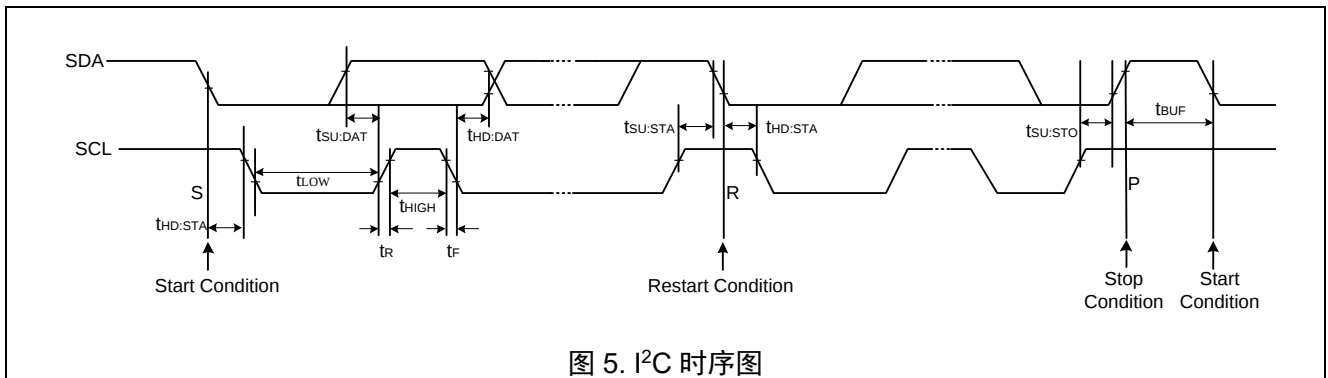
电流偏移量 vs.输出电压		%/dV _{DS}	V _{DD} = 3.3V,R _{EXT} =1.54kΩ, 输出电压=1.0~2.0V	-	±5	-	%
电流偏移量 vs.电源电压		%/dV _{DD}	V _{DS} = 1V,R _{EXT} =1.54kΩ, 电源电压=3.0~3.6V	-	±2	-	%
软关断电流		I _{DD(SSD)}	V _{DD} = 3.3V	-	-	3	μA
SDA 低电平驱动能力		V _{OL_SDA}	I _{OUT} =3mA	-	0.15	0.3	V
逻辑输入高电平		V _{IH}	V _{DD} = 3.3V	1.5	-	-	V
逻辑输入低电平		V _{IL}	V _{DD} = 3.3V	-	-	0.3	V
电压源 输出电流	“OFF”	I _{DD} (off)1	R _{EXT} =未接, OUT0~OUT17=Off	-	0.5	2.0	mA
		I _{DD} (off)2	R _{EXT} =2540Ω, OUT0~OUT17=Off	-	1.8	5.0	
		I _{DD} (off)3	R _{EXT} =1270Ω, OUT0~OUT17=Off	-	3.5	6.0	
	“ON”	I _{DD} (on)1	R _{EXT} =2540Ω, OUT0~OUT17=On	-	1.8	5.0	
		I _{DD} (on)2	R _{EXT} =1270Ω, OUT0~OUT17=On		3.5	6.0	

I²C 时序模型

符号	参数	最小值	典型值	最大值	单位
F _{SCL}	SCL Clock Frequency	0	-	400	KHz
t _{BUF}	Bus Free Time Between a STOP and START Condition	1.3	-	-	μs
t _{HD:STA}	Hold Time(Repeated) START Condition	0.6	-	-	μs
t _{LOW}	Low Period of SCL Clock	1.3	-	-	μs
t _{HIGH}	HIGH Period of SCL Clock	0.6	-	-	μs
t _{SU:STA}	Setup Time for a Repeated START Condition	0.6	-	-	μs
t _{HD:DAT}	Data Hold Time	-	-	0.9	μs
t _{SU:DAT}	Data Setup Time	100	-	-	ns
t _r	Data Hold Time2	20+0.1Cb ⁽¹⁾	-	300	ns
t _f	Data Hold Time2	20+0.1Cb	-	300	ns
t _{SU:STO}	Setup Time for STOP Condition	0.6	-	-	μs

注 1: Cb=total capacitance of one bus line in PF.

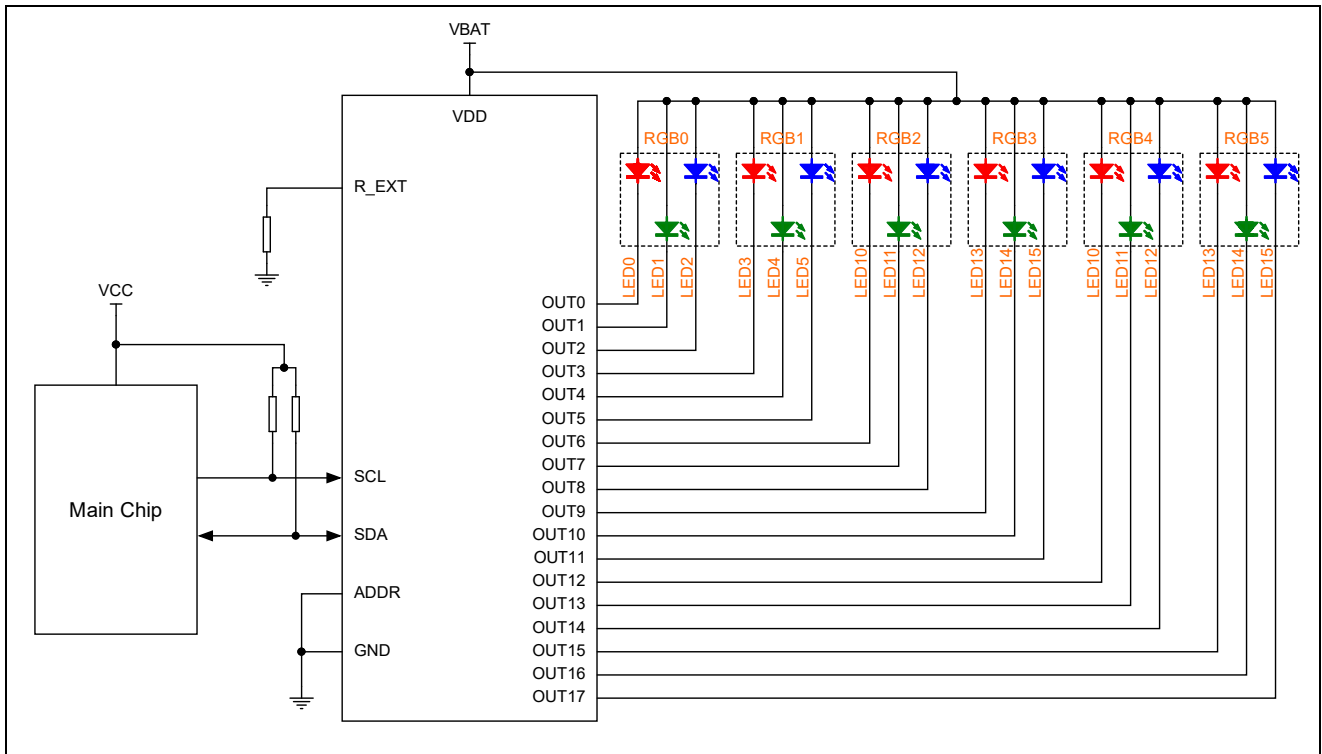
I²C 时序图



ET6037Y

ET6037Y

应用线路图

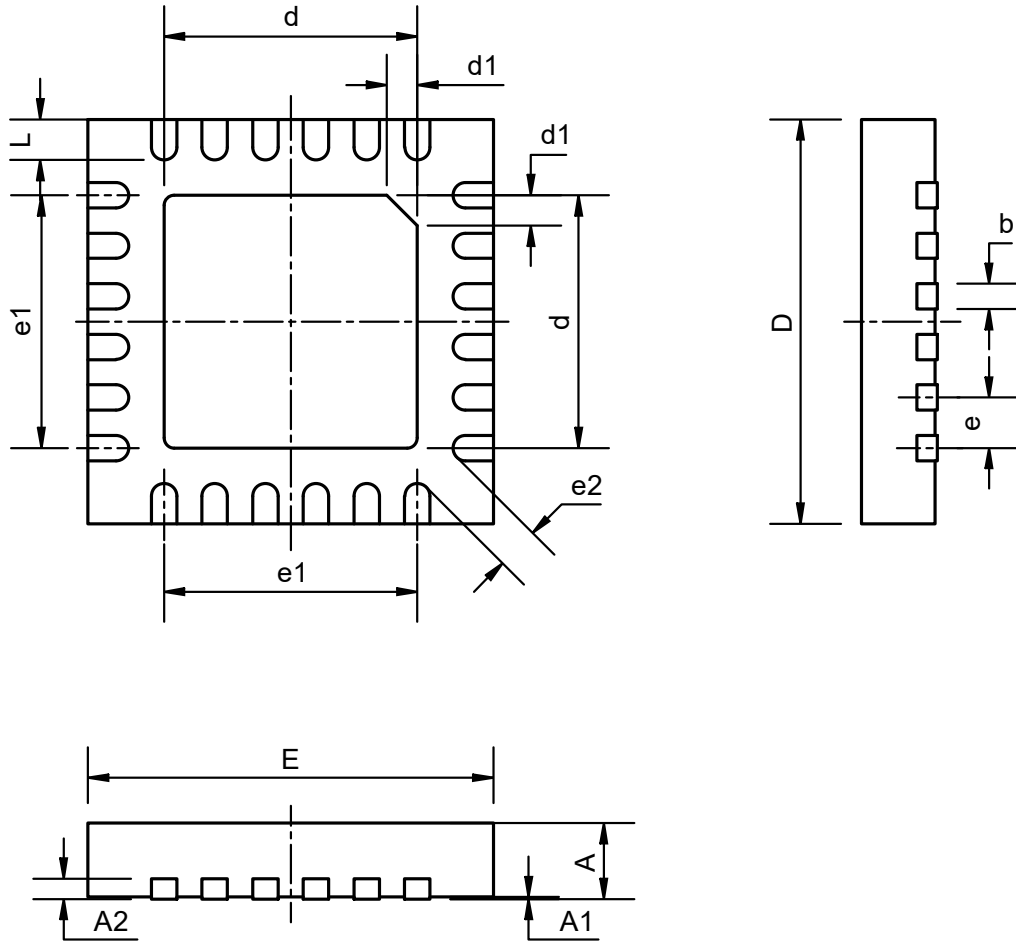


*: 此电路仅供参考。

ET6037Y

封装尺寸

QFN24



Unit: mm

Symbol	Min	Nom	Max
A	0.70	0.75	0.80
A1	0.00	0.02	0.05
A2	0.18	0.20	0.25
b	0.18	0.25	0.30
D	3.90	4.00	4.10
d	2.40	2.60	2.80
d1	0.30	0.35	0.40
E	3.90	4.00	4.10
e	0.50		
e1	2.40	2.60	2.80
e2	0.40	0.45	0.50
L	0.35	0.40	0.45

ET6037Y

Revision History and Checking Table

Version	Date	Revision Item	Modifier	Function & Spec Checking	Package & Tape Checking
1.0	2016-07-22	Original Version	Shi Liang Jun	Shi Liang Jun	Zhu Jun Li
1.1	2016-08-10	Update Package Dimension	Shi Liang Jun	Shi Liang Jun	Zhu Jun Li
1.2	2019-01-08	Update Output current value	Shi Liang Jun	Shi Liang Jun	Zhu Jun Li
1.3	2023-3-1	Update 偏移量最大值	Shi Bo	Shi Liang Jun	Zhu Jun Li
1.4	2023-05-17	Update VOL_SDA and some Conditions	Zhu Zi Qiang	Li Chen Xuan	Zhu Jun Li