



概述

FM6024 是 LED 显示面板设计的驱动 IC, 它内建的 CMOS 位移寄存器与栓锁功能, 可以讲串行的输入数据转换成平行输出数据格式。FM6024 的输入电压范围值为 3.3 伏特至 5 伏特, 提供 16 个电流源, 可以在每个输出级提供 3~45mA 定电流量以驱动 LED; 且单一颗 IC 内输出通道的电流差异小于 $\pm 2\%$ @ $I_{OUT}=25mA$, $\pm 2.5\%$ @ $I_{OUT}=3mA$; 多颗 IC 间的输出电流差异小于 $\pm 3\%$; 电流随着输出端耐受电压 (V_{DS}) 变化, 呗控制在每伏特 0.1%; 且电流受供给电压 (V_{DD})、环境温度的变化也被控制在 1%。使用者可以经由选用不同阻值的外接电阻器来调整 FM6024 各输出级的电流大小, 藉此机制, 使用者可精确地控制 LED 的发光亮度。

FM6024 保证输出级可耐压 17V, 因此可以再每个输出端串接多个 LED。此外, FM6024 亦提供 25MHz 的高时钟频率输入以满足系统对大量数据传输上的需求。

特性

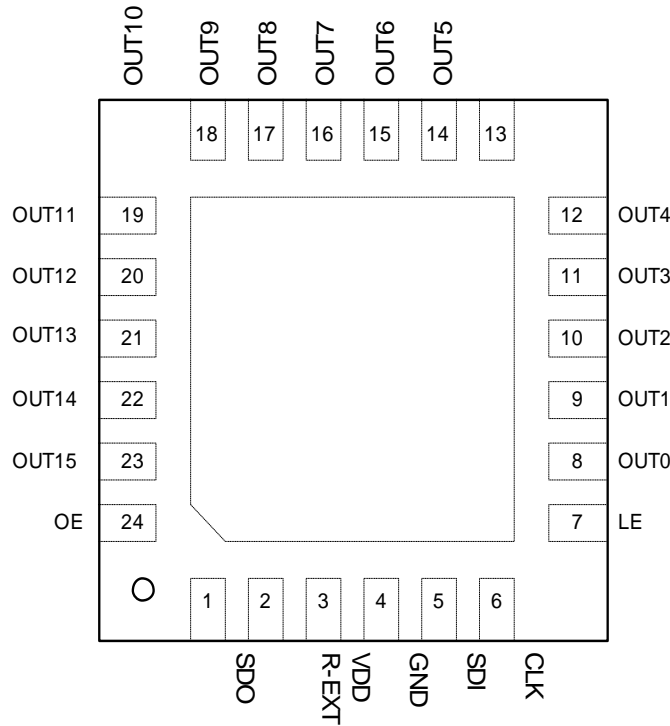
- 16 个恒流输出通道;
- 恒定输出值不受输出端负载电压影响恒流范围值:
3– 45mA @ $V_{DD}=5V$;
3– 30mA @ $V_{DD}3.3V$;
- 极为精确的电流输出值:
通道间最大差异值: $< \pm 1.5\%$ (典型值) ; $< \pm 2.5\%$ (最大值)
芯片间最大差异值: $< \pm 1.5\%$ (典型值) ; $< \pm 3\%$ (最大值)
- 快速输出电流控制响应: 最小脉宽 = 35ns (保持输出一致性的条件下);
- 利用一个外接电阻, 可设定 16 个驱动口的电流输出值;
- 具有施密特触发器输入特性;
- 高速率数据传输, 可达 25MHz;
- 工作电压范围: 3.3V~5V;
- 极低的待机电流与工作电流 (即 VDD 电流);
- 内建过热保护与上电复位功能;
- 封装形式: QFN-24;
- 应用于 LED 显示屏, 可变标志牌, LED 交通信号指示等;

产品应用

- 用于全彩广告屏或双色广告屏



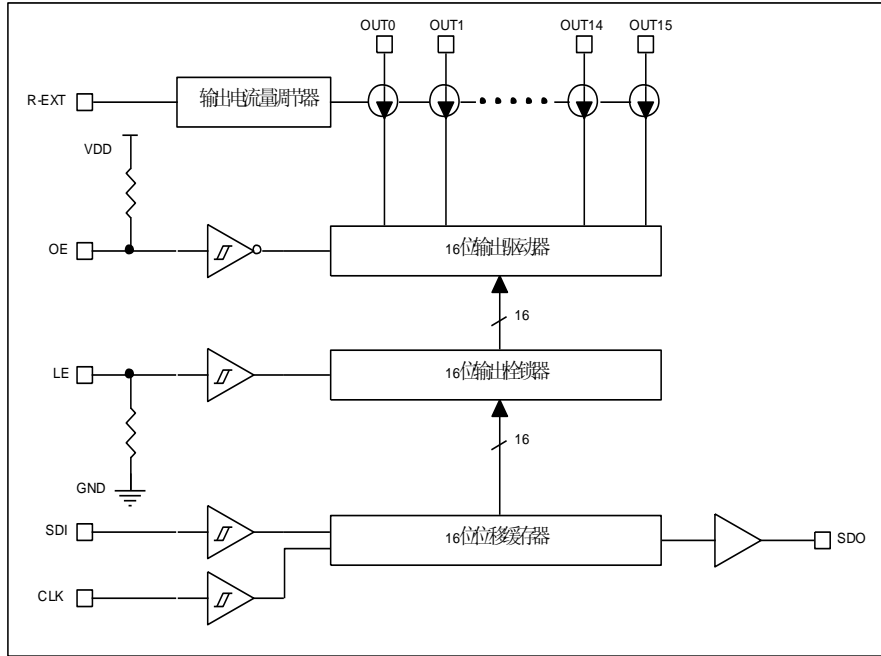
引脚示意图及说明



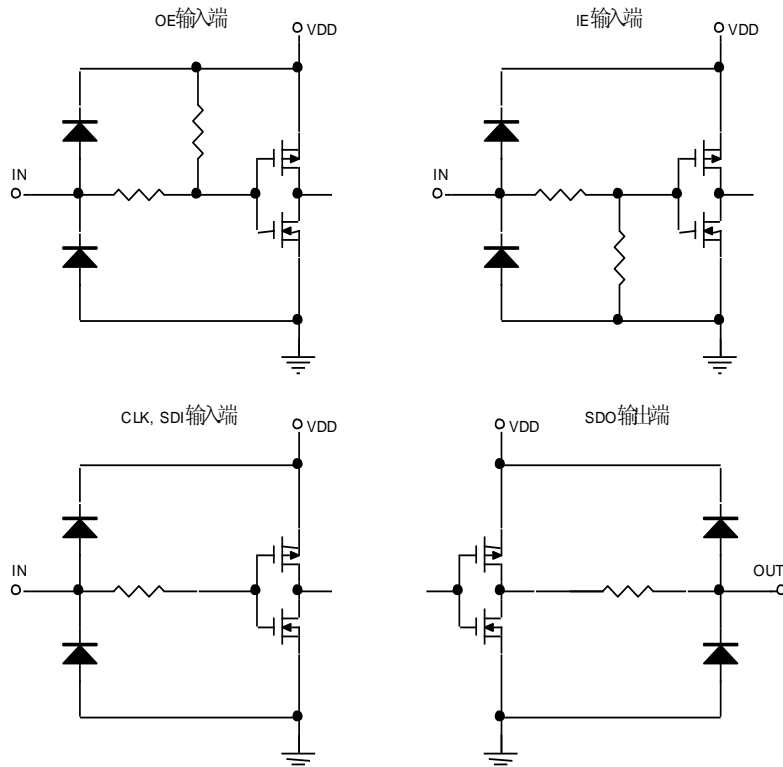
序号	引脚名称	引脚说明
1	SDO	串行数据输出端，用于接至下一个驱动芯片 FM6024。
2	R-EXT	外接电阻设定所有输出通道的驱动电流
3	VDD	正电源输入端。
4	GND	控制逻辑及驱动电流之接地端
5	SDI	输入至位移寄存器之串行数据输入端。
6	CLK	时钟讯号输入端，数据位移只在时钟上升沿有效。
7	LE	数据选通输入端，当 LE/是高电位时，串行数据被传至输出栓锁器，当 LE/为低电位时，数据被锁住。
8~23	OUT[0~15]	恒流驱动输出端。
24	OE	输出使能讯号控制端， OE/为低电位时启动 OUT0-OUT15 的输出。



功能方块图



输入及输出等效电路.....

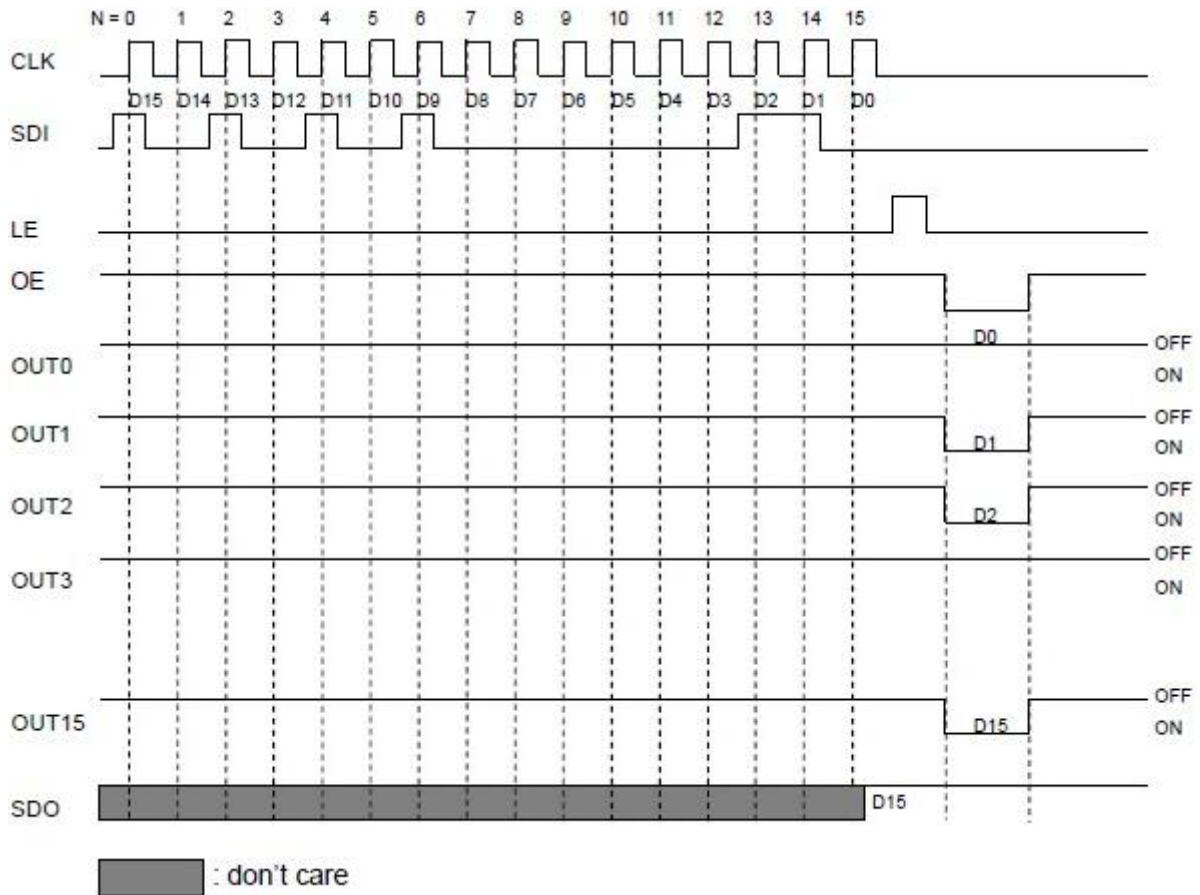




真值表

CLK	LE	OE/	SDI	OUT0~OUT15					SDO
↑	H	L	Dn	Dn	Dn-1	----	Dn-14	Dn-15	Dn-15
↑	L	L	Dn+1	不变					Dn-14
↑	H	L	Dn+2	Dn+2	Dn+1	----	Dn-12	Dn-13	Dn-13
↓	X	L	Dn+3	Dn+2	Dn+1	----	Dn-12	Dn-13	Dn-13
↓	X	H	Dn+3	使 LED 不亮					Dn-13

时序图





极限参数

特性	符号	值	单位
电源电压	V_{DD}	0~7.0	V
输入端电压	V_{IN}	-0.2~ $V_{DD}+0.2$	V
输出端电流	I_{OUT}	60	mA/Channel
输出端耐压	V_{OUT}	-0.2~17.0	V
接地端电流总和	I_{GND}	960	mA
功率耗散	P_D	1.42	W
热阻值	$R_{TH(j-a)}$	66	$^{\circ}C/W$
芯片工作时环境温度	T_{OPR}	-40~+85	$^{\circ}C$
芯片存放时环境温度	T_{STG}	-55~+150	$^{\circ}C$

电参数

➤ 直流特性 ($V_{DD}=5.0V$)

参数		符号	量测条件	最小值	典型值	最大值	单位
电源电压		V_{DD}		4.5	5.0	5.5	V
输出端耐受电压		V_{DS}	OUT0~OUT15	--	--	17.0	V
输出端电流		I_{OUT}	参考直流特性的测试电路	3	--	45	mA
		I_{OH}	SDO	--	--	-1.0	mA
		I_{OL}	SDO	--	--	1.0	mA
输入端电压	高电位位准	V_{IH}	$T_a=-40\sim 85^{\circ}C$	$0.7V_{DD}$	--	V_{DD}	V
	低电位位准	V_{IL}	$T_a=-40\sim 85^{\circ}C$	GND	--	$0.3V_{DD}$	V
输出端漏电流		I_{OH}	$V_{DS}=17.0V$	--	--	0.5	μA
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}	$V_{DS}=1.0V$ $R_{ext}=6000\Omega$	--	3.1	--	mA
电流偏移量		dl_{OUT1}	$I_{OL}=3.1mA$ $V_{DS}=1.0V$ $R_{ext}=6000\Omega$	--	± 1.5	± 2.5	%
输出电流 2		I_{OUT2}	$V_{DS}=1.0V$ $R_{ext}=720\Omega$	--	25.8	--	mA
电流偏移量		dl_{OUT2}	$I_{OL}=25.8mA$ $V_{DS}=1.0V$ $R_{ext}=720\Omega$	--	± 1.5	± 2	%
电流偏移量 vs. 输出电压		$\%/dV_{DS}$	输出电压=1.0~3.0V	--	± 0.1	--	%/V
电流偏移量 vs. 电源电压		$\%/dV_{DD}$	电源电压=4.5~5.5V	--	--	± 1.0	%/V
Pull-up 电阻		$R_{IN(up)}$	OE	250	500	800	K Ω
Pull-down 电阻		$R_{IN(down)}$	LE	250	500	800	K Ω



FM6024(文件编号: S&CIC1163)

16 位恒流 LED 驱动 IC

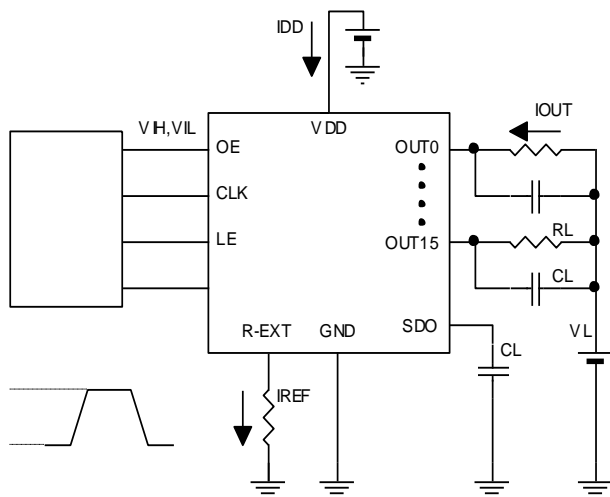
电压源输出电流	OFF	I _{DD(off)1}	R _{ext} =未接,OUT0 ~OUT15 =Off	--	2	2.8	mA
		I _{DD(off)2}	R _{ext} =1851Ω,OUT0 ~OUT15 =Off	--	4	4.8	
		I _{DD(off)3}	R _{ext} =748Ω,OUT0 ~OUT15 =Off	--	6	6.8	
	ON	I _{DD(on)1}	R _{ext} =1851Ω,OUT0 ~OUT15 =On	--	5.2	8.2	
		I _{DD(on)2}	R _{ext} =748Ω,OUT0 ~OUT15 =On	--	6.5	9.5	

➤ 直流特性 (V_{DD}=3.3V)

参数		代表符号	量测条件	最小值	典型值	最大值	单位
电源电压		V _{DD}		3.0	3.3	4.5	V
输出端耐受电压		V _{DS}	OUT0~OUT15	--	--	17.0	V
输出端电流		I _{OUT}	参考直流特性的测试电路	3	--	30	mA
		I _{OH}	SDO	--	--	-1.0	mA
		I _{OL}	SDO	--	--	1.0	mA
输入端电压	高电位位准	V _{IH}	Ta=-40~85°C	0.7V _{DD}	--	V _{DD}	V
	低电位位准	V _{IL}	Ta=-40~85°C	GND	--	0.3V _{DD}	V
输出端漏电流		I _{OH}	V _{DS} =17.0V	--	--	0.5	uA
输出端电压	SDO	V _{OL}	I _{OL} =+1.0mA	--	--	0.4	V
		V _{OH}	I _{OH} =-1.0mA	2.9	--	--	V
输出电流 1		I _{OUT1}	V _{DS} =1.0V R _{ext} =6000Ω	--	3.1	--	mA
电流偏移量		dI _{OUT1}	I _{OL} =3.1mA V _{DS} =1.0V R _{ext} =6000Ω	--	±1.5	±2.5	%
输出电流 2		I _{OUT2}	V _{DS} =1.0V R _{ext} =720Ω	--	25.8	--	mA
电流偏移量		dI _{OUT2}	I _{OL} =25.8mA V _{DS} =1.0V R _{ext} =720Ω	--	±1.5	±2	%
电流偏移量 vs. 输出电压		%/dV _{DS}	输出电压=1.0~3.0V	--	±0.1	--	%/V
电流偏移量 vs. 电源电压		%/dV _{DD}	电源电压=3.0~3.6V	--	--	±1.0	%/V
Pull-up 电阻		R _{IN(up)}	OE/	250	500	800	KΩ
Pull-down 电阻		R _{IN(down)}	LE	250	500	800	KΩ
电压源输出电流	OFF	I _{DD(off)1}	R _{ext} =未接,OUT0 ~OUT15 =Off	--	1.7	2.3	mA
		I _{DD(off)2}	R _{ext} =1851Ω,OUT0 ~OUT15 =Off	--	3.9	4.5	
		I _{DD(off)3}	R _{ext} =748Ω,OUT0 ~OUT15 =Off	--	5.2	5.8	
	ON	I _{DD(on)1}	R _{ext} =1851Ω,OUT0 ~OUT15 =On	--	3.9	4.5	
		I _{DD(on)2}	R _{ext} =748Ω,OUT0 ~OUT15 =On	--	5.2	5.8	



动态特性的测试电路



动态特性 ($V_{DD}=5.0V$)

特性	符号	测试条件	最小值	典型值	最大值	单位	
延迟时间(从低电位到高位)	CLK - OUT2n	VDD=5.0V VDS=1.0V VIH=VDD VIL=GND Rext=930Ω VL=4.5V RL=162Ω CL=10pF	--	50	70	ns	
	CLK - OUT2n+1		--	35	55	ns	
	LE - OUT2n		--	50	70	ns	
	LE - OUT2n+1		--	35	55	ns	
	OE/ - OUT2n				50	70	ns
	OE/ - OUT2n+1				35	55	ns
	CLK-SDO				20	40	ns
传播延迟时间(从高电位到低电位)	CLK - OUT2n			90	110	ns	
	CLK - OUT2n+1			75	95	ns	
	LE - OUT2n		--	90	110	ns	
	LE - OUT2n+1		--	75	95	ns	
	OE/ - OUT2n		--	90	110	ns	
	OE/ - OUT2n+1		--	75	95	ns	
	CLK-SDO			20	40	ns	
脉波宽度	CLK		20	--	--	ns	
	LE/		20	--	--	ns	
	OE/		70	100	--	ns	
LE 的 Hold Time	tH(L)		30	c	--	ns	
LE 的 Setup Time	tSu(L)		5	--	--	ns	
SDI 的 Hold Time	th(D)		5	--	--	ns	
SDI 的 Setup Time	tsu(D)		3	--	--	ns	
CLK 信号的最大爬升时间	tr		--	--	500	ns	
CLK 信号的最大下降时间	tf		--	--	500	ns	



FM6024(文件编号: S&CIC1163)

16 位恒流 LED 驱动 IC

SDO 的爬升时间	tr,SDO	--	10	--	ns
SDI 的下降时间	Tf,SDO	--	10	--	ns
电流输出埠的电位爬升时间	tor	--	40	--	ns
电流输出埠的电位下降时间	tof	--	55	--	ns

*此值之条件为，输出通道保持一致响应条件下的最短 OE。

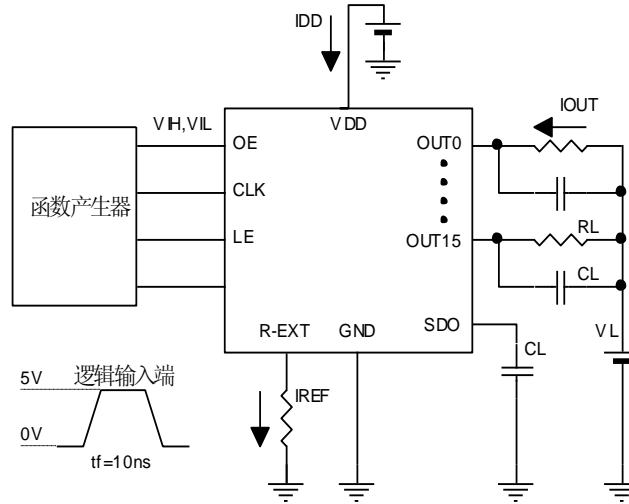
**奇数通道 OUT2n + 1 (e.g. OUT1, OUT3, OUT5, etc.)与偶数通道 OUT2n (e.g. OUT2, OUT4, OUT6, etc.)间的延迟时间为 35ns。JXI5020 内建延迟电路功能，可将奇数与偶数的输出通道在不同的时间导通来降低电源线的电流。

动态特性 (V_{DD}=3.3V)

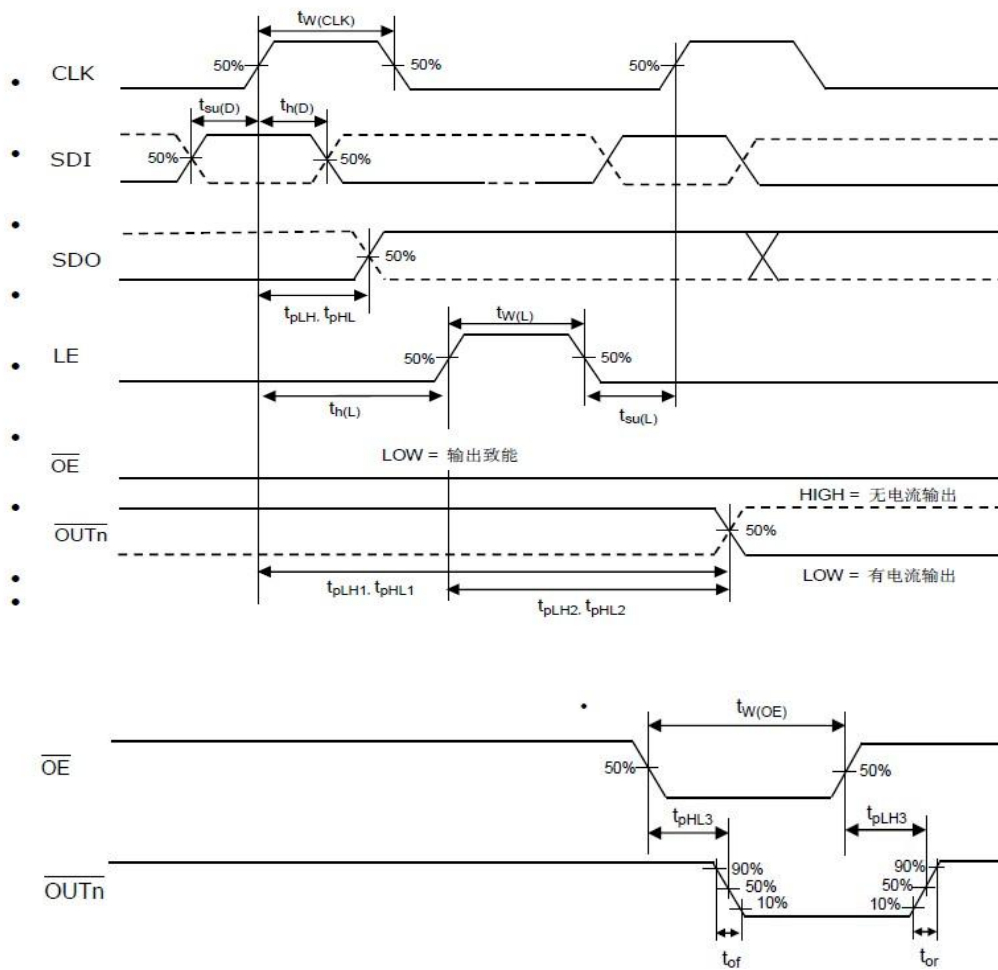
特性		符号	测试条件	最小值	典型值	最大值	单位	
延迟时间(从低电位到高电位)	CLK – OUT2n	tPLH1	VDD=3.3V VDS=1.0V VIH=VDD VIL=GND Rext=930Ω VL=3.0V RL=100Ω CL=10 pF	--	50	70	ns	
	CLK – OUT2n+1			--	35	55	ns	
	LE - OUT2n	tPLH2		--	50	70	ns	
	LE - OUT2n+1			--	35	55	ns	
	OE/ - OUT2n	tPLH3			50	70	ns	
	OE/ - OUT2n+1				35	55	ns	
	CLK-SDO	tPLH			20	40	ns	
传播延迟时间(从高电位到低电位)	CLK – OUT2n	tPHL1				115	135	ns
	CLK – OUT2n+1				100	120	ns	
	LE - OUT2n	tPHL2		--	115	135	ns	
	LE - OUT2n+1			--	100	120	ns	
	OE/ - OUT2n	tPHL3		--	105	125	ns	
	OE/ - OUT2n+1			--	90	110	ns	
	CLK-SDO	tPHL			20	40	ns	
脉波宽度	CLK	tW(CLK)		20	--	--	ns	
	LE/	tW(L)		20	--	--	ns	
	OE/	tW(OE)		100	130	--	ns	
LE 的 Hold Time	tH(L)		30	c	--	ns		
LE 的 Setup Time	tSu(L)		5	--	--	ns		
SDI 的 Hold Time	th(D)		5	--	--	ns		
SDI 的 Setup Time	tsu(D)		3	--	--	ns		
CLK 讯号的最大爬升时间	tr		--	--	500	ns		
CLK 讯号的最大下降时间	tf		--	--	500	ns		
SDO 的爬升时间	tr,SDO		--	10	--	ns		
SDI 的下降时间	Tf,SDO		--	10	--	ns		
电流输出埠的电位爬升时间	tor		--	40	--	ns		
电流输出埠的电位下降时间	tof		--	65	--	ns		



动态特性的测试电路



时序的波形图





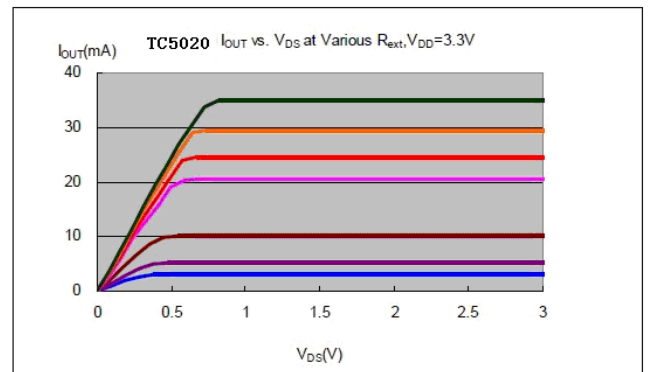
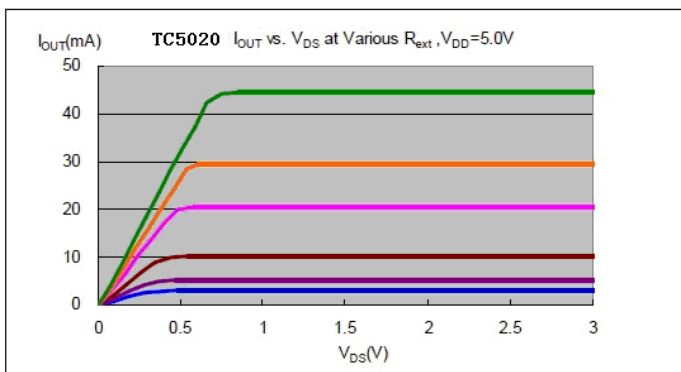
应用信息

■ 恒流

当客户将 FM6024 应用于 LED 显示屏设计上时，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

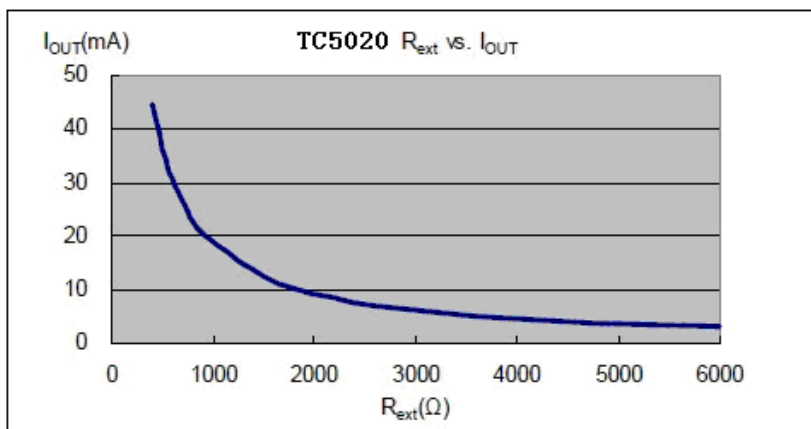
FM6024 的优异特性:

- 通道间的最大电流差异小于±2.5%，而芯片间的最大电流差异小于±3%。
- 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



■ 调整输出电流

如下图所示，藉由外接一个电阻 Rext 调整输出电流(IOUT)。



套用下列公式可计算出输出电流值，

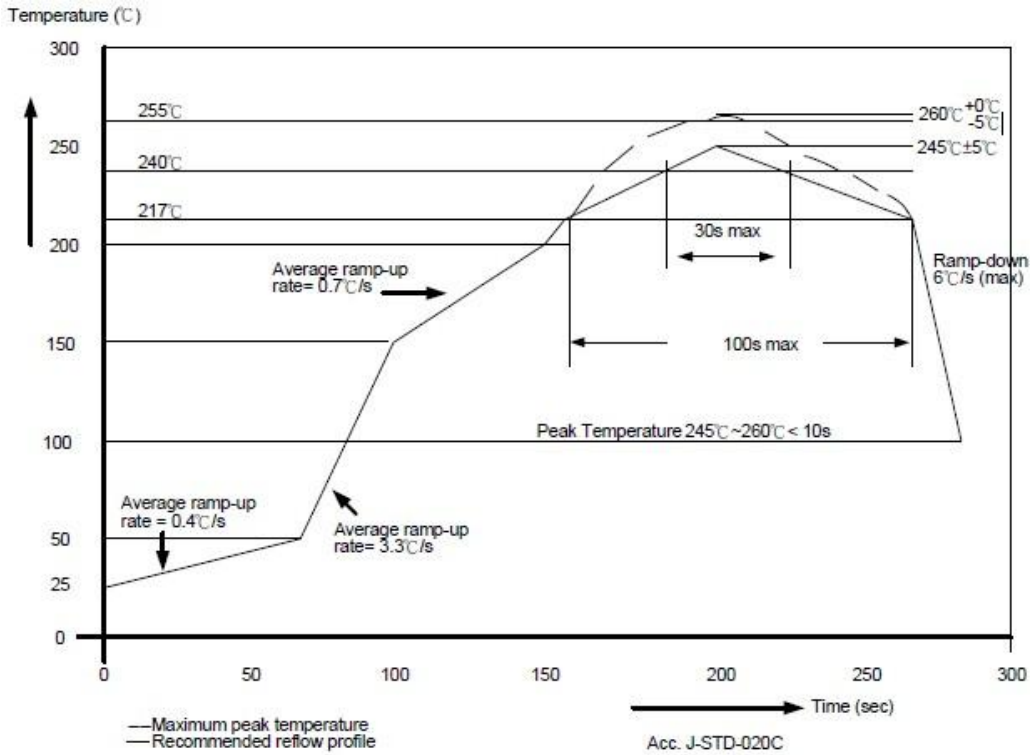
$$VR-EXT=1.24V; IOUT=VR-EXT*(1/Rext)x15; Rext=(VR-EXT/IOUT)x15$$

公式中的 VR-EXT 是指 R-EXT 端的电压值，Rext 是指外接至 R-EXT 端的电阻值。当电阻值是 744Ω，透过公式计算可得输出电流值 25mA；当电阻值是 1860Ω 时，输出的电流则为 10mA。



■ “Pb-Free & Green”

富满电子所生产的” Pb-Free & Green”的半导体产品遵循欧洲 RoHS 标准，封装选用 100%之纯锡以兼容于目前锡铅(SnPb)焊接制程，且支持需较高温之无铅制程。纯锡目前已被欧美及亚洲区的电子产品客户与供货商广泛采用，成为取代含锡铅材料的最佳替代品。100%纯锡可生产于制程温度为 215℃ 至 240 ℃ 的含锡铅(SnPb)锡炉制程。但若客户使用完全无铅锡膏和材料，则锡炉温度须达 J-STD-020C 标准之 245 ℃ 至 260 ℃ (参阅下图及表格)。



Package Thickness	Volume mm ³ <350	Volume mm ³ 350-2000	Volume mm ³ ≥2000
<1.6mm	260 +0 °C	260 +0 °C	260 +0 °C
1.6mm – 2.5mm	260 +0 °C	250 +0 °C	245 +0 °C
≥2.5mm	250 +0 °C	245 +0 °C	245 +0 °C

附注：详情请参阅聚积科技之“Policy on Pb-free & Green Package”。

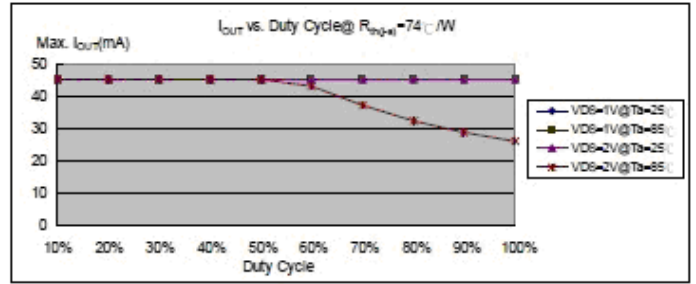
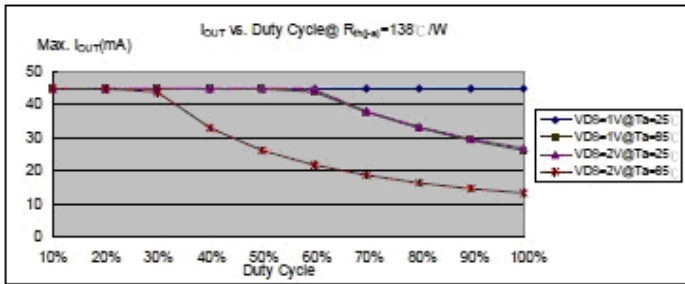


FM6024(文件编号: S&CIC1163)

16 位恒流 LED 驱动 IC

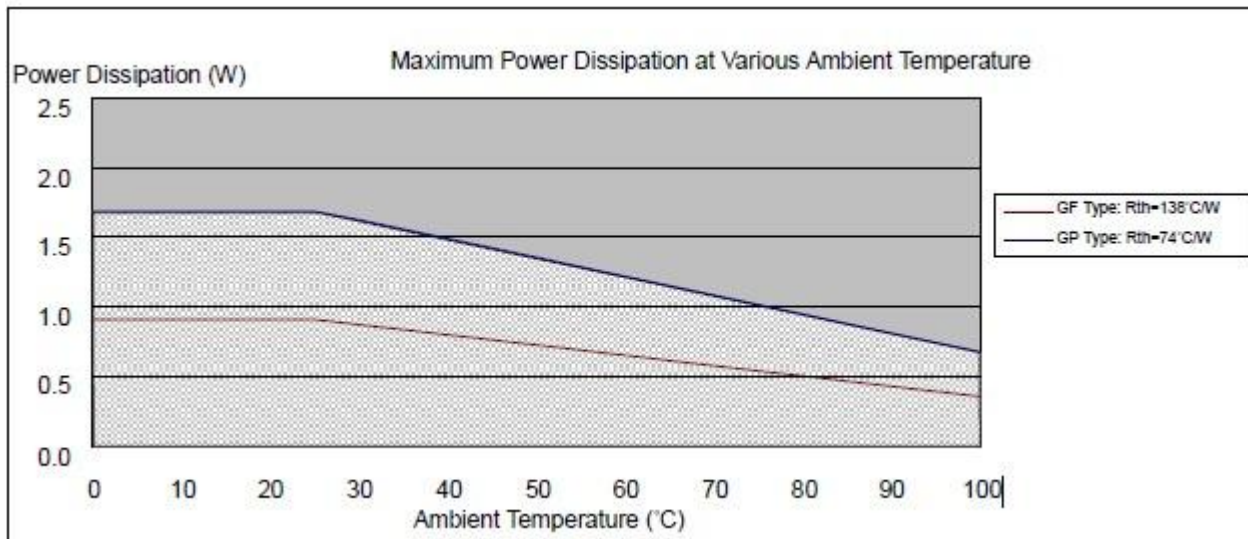
■ 封装体散热功率 (PD)

封装体的最大散热功率，是由公式 $PD(max)=(T_j-T_a)/R_{th(j-a)}$ 来决定。当 16 个通道同时打开时，真正的功率为 $PD(act)=(I_{DD} \times V_{DD})+(I_{OUT} \times Duty \times V_{DS} \times 16)$ 。为保持 $PD(act) \leq PD(max)$ ，可输出的最大电流与 duty cycle 间的关系为： $I_{OUT} = \{[(T_j-T_a)/R_{th(j-a)}] - (I_{DD} \times V_{DD})\} / V_{DS} / Duty / 16$ ，其中 $T_j=150^\circ C$ 。



Condition: $I_{OUT}=45mA$, 16 output channels	
Device Type	$R_{th(j-a)}$ ($^\circ C/W$)
GF	138
GP	74

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



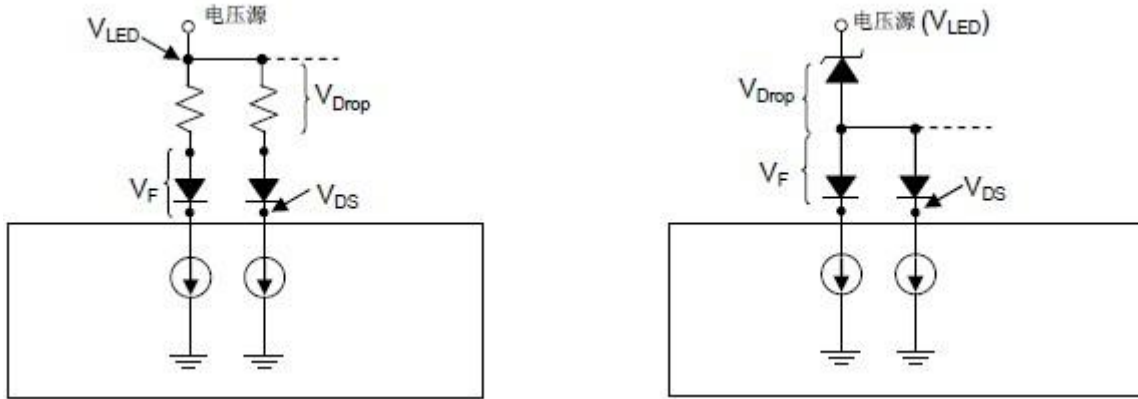


FM6024(文件编号: S&CIC1163)

16 位恒流 LED 驱动 IC

■ 负载端供应电压 (VLED)

为使封装体散热能力达到最佳化, 建议输出端电压(V_{DS})的最佳操作范围是 $0.4V \sim 0.8V$ ($I_{OUT}=3 \sim 45mA$)。如果 $V_{DS}=V_{LED}-V_F$ 且 $V_{LED}=5V$ 时, 此时过高的输出端电压(V_{DS})可能会导致 $P_{D(act)} > P_{D(max)}$; 在此状况, 建议尽可能使用较低的 V_{LED} 电压供应, 也可用外串电阻或Zener diode当做 V_{DROP} 。此可导致 $V_{DS}=(V_{LED}-V_F)-V_{DROP}$, 达到降低输出端电压(V_{DS})之效果。外串电阻或 Zener 的应用图可参阅下图。



封装尺寸图

QFN-24

