

工业级多通道恒流芯片

概述

HX316 是低功耗、大电流驱动 IC，它内建的 CMOS 移位寄存器、锁存器以及输出控制单元，可以将串行输入的数字信号转换成模拟输出的恒定电流信号。

HX316 的输入电压范围 3.3~5.5v，提供多通道恒流输出，通过调节系统电阻 R_{ext} ，其恒定电流输出范围为 3-90mA；

单颗 HX316 每个输出通道之间的电流偏差（一般值）小于 $\pm 1.5\%$ ，多颗 HX316 之间的输出电流偏差（一般值）小于 $\pm 3\%$ ；电流随输出端电压变化被控制在 0.1%/v 以内；电流随电源电压和环境温度的变化被控制在 1%以内。

特点

- ◆多通道恒流输出，适合用单片机 MCU 控制
- ◆电流输出大小不因输出端负载电压变化而变化
- ◆恒流电流输出范围广：
3-90mA@VDD=5V, 3-60mA@VDD=3.3v (HX316A)
0.6mA-45mA@VDD=5v, 0.6mA-35mA@VDD=3.3v (HX316B)
- ◆极为精确的电流输出值：
通道间偏差（一般值） $< \pm 1.5\%$
芯片间偏差（一般值） $< \pm 3\%$
- ◆通过调节外部电阻，可设定电流输出值
- ◆工作电压 3.3v~5.5v
- ◆输出端瞬间耐受电压为 20v
- ◆最小 OE 宽度：70n(实测更低)（保持输出均匀一致的前提下）
- ◆封装形式：SSOP24

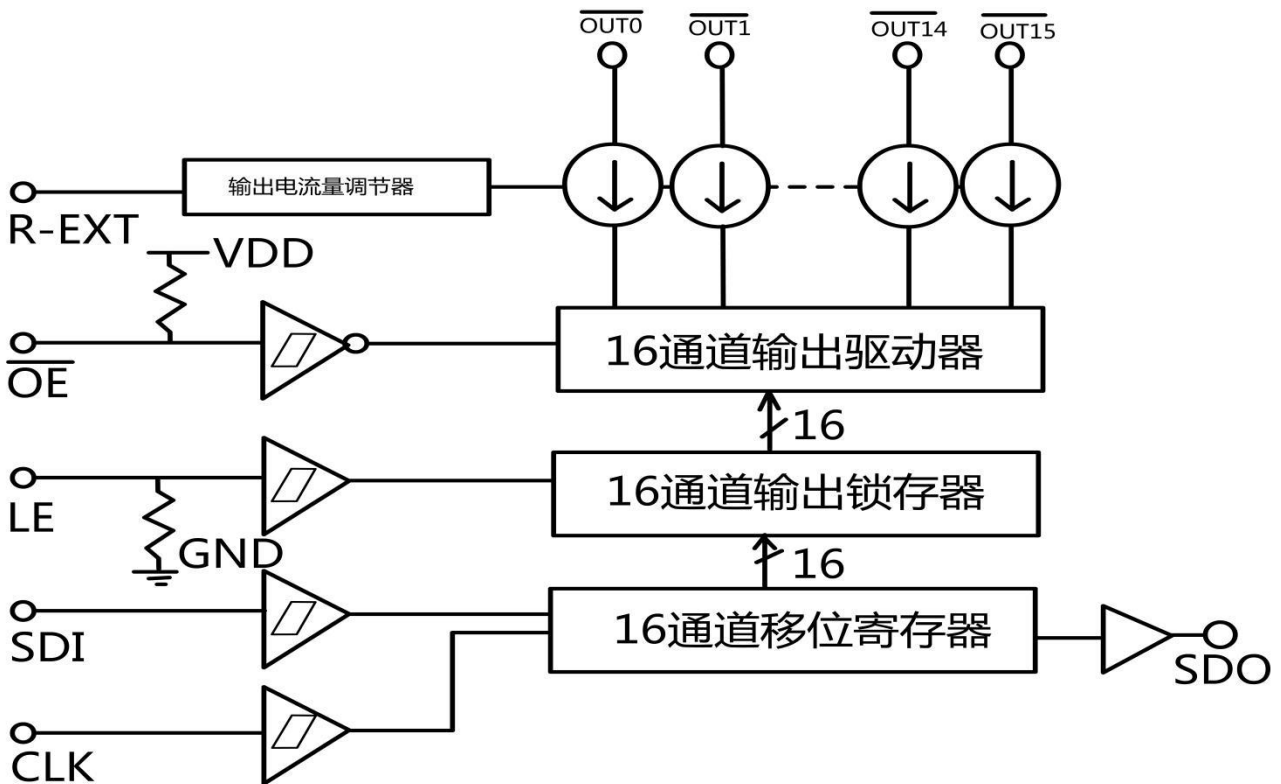
管脚图

SSOP 脚位图	序号	管脚	功能
	1	GND	控制逻辑及驱动电流的接地端
	2	SDI	串行数据输入端
	3	CLK	时钟信号的输入端，时钟上升沿时数据移位
	4	LE	数据锁存控制端。当 LE 为高电平时，串行数据会被传入至输出锁存器；当 LE 为低电平时，数据会被锁存。
	5-20	OUT0-15	恒流源输出端
	21	OE	输出使能控制端。当 OE 为低电平时，即启动 OUT0-15 输出；当 OE 为高电平时，OUT0-15 输出会被关闭
	22	SDO	串行数据输出端，可接至下一个芯片的 SDI 端口
	23	R-EXT	连接外接电阻的输入端，此外接电阻可设定所有输出通道的输出电流
	24	VDD	芯片电源

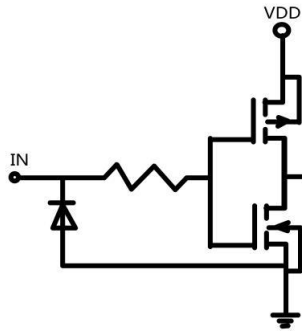
应用领域

- ◆ LED 护栏管
- ◆ 继电器、干簧管驱动、工业设备
- ◆ 电烤箱、电磁炉、家用电器设备

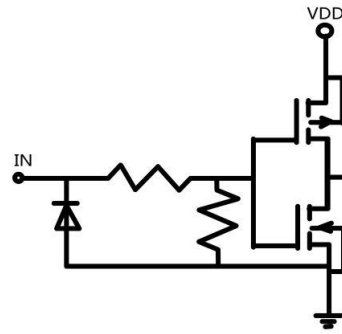
内部框图典型应用



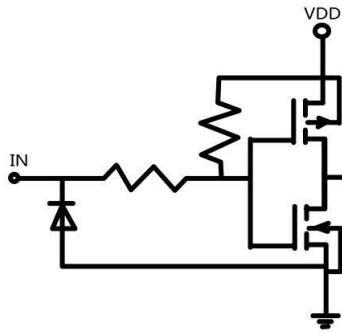
输入输出等效电路



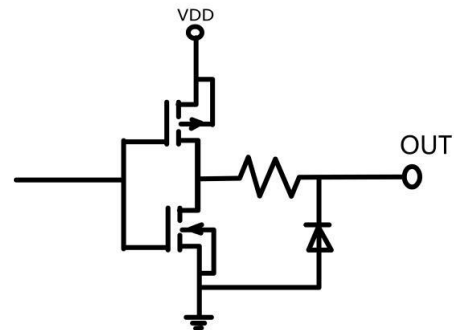
CLK, SDI输入端



LE 输入端

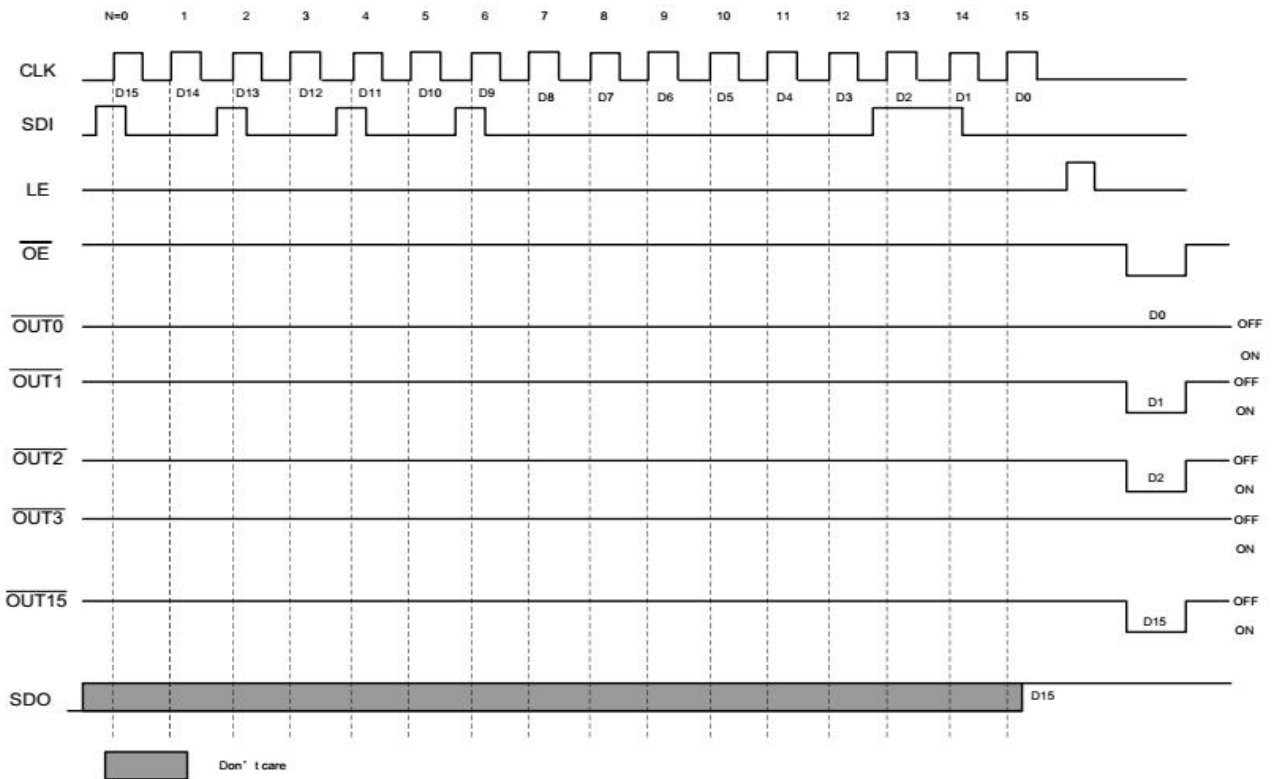


\overline{OE} 输入端



SDO输出端

时序图:



真值表:

CLK	LE	\overline{OE}	SDI	$\overline{OUT0} \dots \dots \overline{OUT7} \dots \dots \overline{OUT15}$	SDO
↑	H	L	Dn	Dn.....Dn-7.....Dn-15	Dn-15
↑	L	L	Dn+1	不变	Dn-14
↑	H	L	Dn+2	Dn+2.....Dn+5.....Dn-13	Dn-13
↓	X	L	Dn+3	Dn+2.....Dn+5.....Dn-13	Dn-13
↓	X	H	Dn+3	使 LED 不亮	Dn-13

极限参数

符号	描述	参考范围	单位
VDD	电源电压	0-7.0	V
VIN	输入端电压 SDI	-0.4Vdd+0.4	V
IOUT	输出端电流	90	mA
VDS	输出端瞬间耐受电压	-0.5-20.0	V
FCLK	时钟频率	25	MHZ
IGND	接地端电流	1450	mA
PD	消耗功率	1.88	W
RTH(J-A)	热阻值	66.66	°C/W
TOPR	IC 工作时环境温度	-40+85	°C
TSTG	IC 存储时环境温度	-55-150	°C

注: 极限参数超过上表中规定的工作范围可能导至器件损坏。而工作在以上条件下可能会导致器件的可靠性。

直流特性

VDD=5V

特性	符号	测量条件	最小值	一般值	最大值	单位	
电源电压	VDD	-	4.5	5.0	5.5	V	
输出端瞬间耐受电压	VDS	$\overline{OUT0} \dots \overline{OUT15}$	-	-	20.0	V	
输出端电流	IOUT	参考直流特性测试电路	3	-	90	mA	
	IOH	SDO	-	-	-1.0	mA	
	IOL	SDO	-	-	1.0	mA	
输入端电压	高电平	VIH	Ta=-40-85°C	0.7*VDD	-	VDD	V
	低电平	VIL	Ta=-40-85°C	GND	-	0.3*VDD	V
输出端漏电流	IOH	VDS=17V	-	-	0.5	uA	
输出端电压	SDO	VOL	IOL=+1MA	-	0.2	0.3	V
		VOH	IOH=-1MA	3.5	3.6	-	V

电流偏移量 1 (通道间)		dIOUT1	IOUT=20mA VDS=0.25V	Rext=890 Ω	-	±1.5	±3.0	%
电流偏移量 2 (通道间)		dIOUT2	IOUT=20mA VDS=0.25V	Rext=890 Ω	-	±3.0	±6.0	%
电流偏移量 vs 输出电压		%/dVDS	输出电压=0.5-1.5v		-		±0.1	%/V
电流偏移量 vs 输出电压		%/dVDD	输出电压=3.4-4.2v		-		±1.0	%/V
Pull-up 电阻		RIN(UP)	\overline{OE}		150	330	560	KΩ
Pull-down 电阻		RIN(DO WN)	LE		150	330	560	KΩ
电压源输出电流	OFF	IDD(of f)1	Rext=open $\overline{OUT0}-\overline{OUT15}=\text{off}$		-		4.0	mA
		IDD(of f)2	Rext=1100Ω $\overline{OUT0}-\overline{OUT15}=\text{off}$		-		5.0	
		IDD(of f)3	Rext=470Ω $\overline{OUT0}-\overline{OUT15}=\text{off}$		-		8.5	
	ON	IDD(on)1	Rext=1100Ω $\overline{OUT0}-\overline{OUT15}=\text{on}$		-		5.5	
		IDD(on)2	Rext=470Ω $\overline{OUT0}-\overline{OUT15}=\text{on}$		-		9.0	

VDD=3.8V

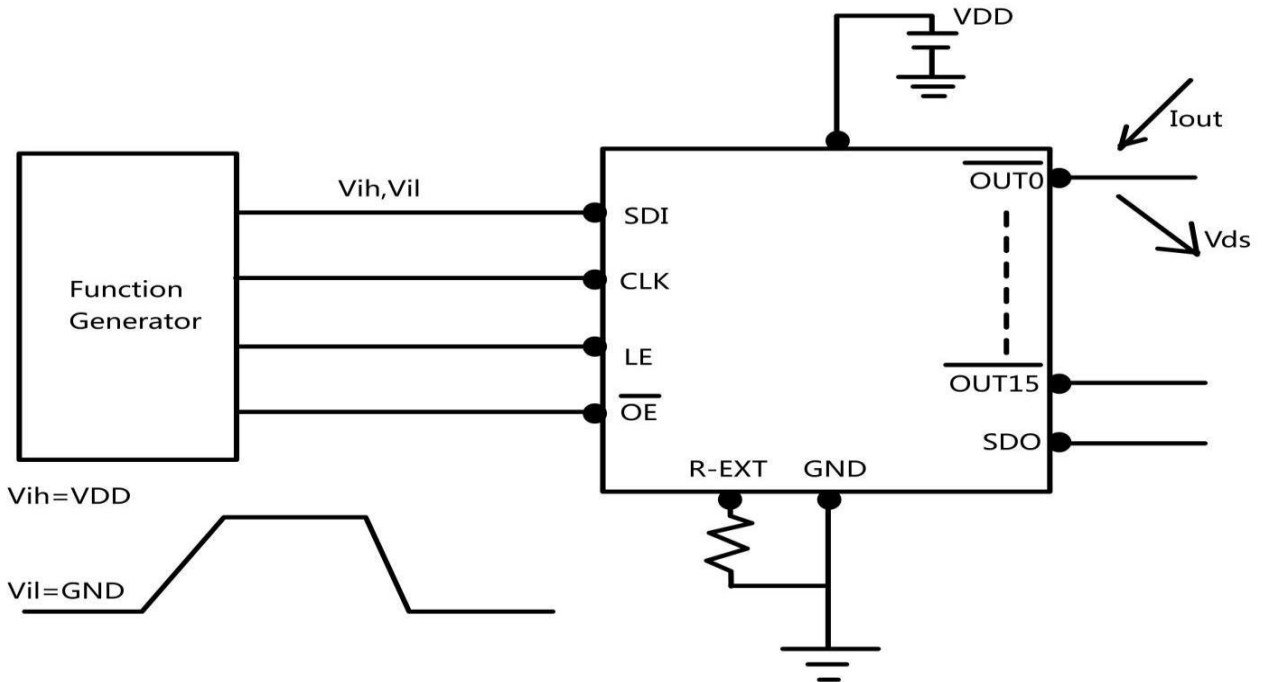
特性		符号	测量条件	最小值	一般值	最大值	单位	
电源电压		VDD	-	3.4	3.8	4.2	V	
输出端瞬间耐受电压		VDS	$\overline{OUT0}-\overline{OUT15}$	-	-	20.0	V	
输出端电流		IOUT	参考直流特性测试电路	3	-	60	mA	
		IOH	SD0	-	-	-1.0	mA	
		IOL	SD0	-	-	1.0	mA	
输入端电压	高电平	VIH	Ta=-40-85°C	0.7*VDD	-	VDD	V	
	低电平	VIL	Ta=-40-85°C	GND	-	0.3*VDD	V	
输出端漏电流		IOH	VDS=17V	-	-	0.5	uA	
输出端电压	SD0	VOL	IOL=+1mA	-	0.2	0.3	V	
		VOH	IOH=-1mA	3.5	3.6	-	V	
电流偏移量 1 (通道间)		dIOUT1	IOUT=20mA	Rext=8	-	±1.5	±3.0	%

		VDS=0.25V	90 Ω				
电流偏移量 2 (通道间)	dIOUT2	IOUT=20mA VDS=0.25V	Rext=8 90 Ω	-	±3.0	±6.0	%
电流偏移量 vs 输出电压	%/dVDS	输出电压=0.5-1.5v		-		±0.1	%/V
电流偏移量 vs 输出电压	%/dVDD	输出电压=3.4-4.2v		-		±1.0	%/V
Pull-up 电阻	RIN(UP)	0E ⁻		150	330	560	K Ω
Pull-down 电阻	RIN(DOWN)	LE		150	330	560	K Ω
电压源输出电流	OFF	IDD(off)1	Rext=open OUT0-OUT15=off	-		4.0	mA
		IDD(off)2	Rext=1100 Ω OUT0-OUT15=off	-		5.0	
		IDD(off)3	Rext=470 Ω OUT0-OUT15=off	-		8.5	
	ON	IDD(on)1	Rext=1100 Ω OUT0-OUT15=on	-		5.5	
		IDD(on)2	Rext=470 Ω OUT0-OUT15=on	-		9.0	

VDD=3.3V

特性	符号	测量条件	最小值	一般值	最大值	单位	
电源电压	VDD	-	3.0	3.3	3.6	V	
输出端瞬间耐受电压	VDS	OUT0-OUT15	-	-	20.0	V	
输出端电流	IOUT	参考直流特性测试电路	3	-	60	mA	
	IOH	SD0	-	-	-1.0	mA	
	IOL	SD0	-	-	1.0	mA	
输入端电压	高电平	VIH	Ta=-40-85℃	0.7*VDD	-	VDD	V
	低电平	VIL	Ta=-40-85℃	GND	-	0.3*VDD	V
输出端漏电流	IOH	VDS=17V	-	-	0.5	uA	
输出端电压	SD0	VOL	IOL=+1mA	-	0.2	0.3	V
		VOH	IOH=-1mA	3.5	3.6	-	V
电流偏移量 1 (通道间)	dIOUT1	IOUT=20mA VDS=0.25V	Rext=8 90 Ω	-	±1.5	±3.0	%

电流偏移量 2 (通道间)	dIOUT2	IOUT=20mA VDS=0.25V	Rext=8 90Ω	-	±3.0	±6.0	%
电流偏移量 vs 输出电压	%/dVDS	输出电压=0.5-1.5v	-	-	-	±0.1	%/V
电流偏移量 vs 输出电压	%/dVDD	输出电压=3.4-4.2v	-	-	-	±1.0	%/V
Pull-up 电阻	RIN(UP)	OE	150	330	560	KΩ	
Pull-down 电阻	RIN(DOWN)	LE	150	330	560	KΩ	
电压源输出电流	OFF	IDD(off) 1	Rext=未接 OUT0-OUT15=off	-	-	3.0	mA
		IDD(off) 2	Rext=1100Ω OUT0-OUT15=off	-	-	5.0	
		IDD(off) 3	Rext=470Ω OUT0-OUT15=off	-	-	9.0	
	ON	IDD(on) 1	Rext=1100Ω OUT0-OUT15=on	-	-	5.0	
		IDD(on) 2	Rext=470Ω OUT0-OUT15=on	-	-	8.0	

直流特性测试电路


动态特性

VDD=5.0V

特性		代表符号	测量条件	最小值	一般值	最大值	单位
延迟时间（低电位到高电位）	$\overline{\text{CLK}}\text{-OUTn}$	tp1H1	VDD=5V VIH=VDD VIL=GND Rext=890 Ω Iout=20mA VLED=3.3V RL=150 Ω CL=10pf CSD0=10pf	-	50	70	ns
	$\overline{\text{LE}}\text{-OUTn}$	tp1H2		-	50	70	ns
	$\overline{\text{OE}}\text{-OUTn}$	tp1H3		-	50	70	ns
	CLK-SD0	tp1H		-	20	40	ns
延迟时间（高电位到低电位）	$\overline{\text{CLK}}\text{-OUTn}$	tp1H1		-	-	110	ns
	$\overline{\text{LE}}\text{-OUTn}$	tp1H2		-	-	110	ns
	$\overline{\text{OE}}\text{-OUTn}$	tp1H3		-	-	110	
	CLK-SD0	tp1H		-	-	40	
脉冲宽度	CLK	Tw(CLK)		20	-	-	
	LE	tw(L)		20	-	-	ns
	OE	tw(oF)	60	-	-	ns	
奇偶通道交错延迟时间	Outputgroup1-out putgroup2	Tstag1	-	5	10	ns	
LE 的 Hold Time		th(L)	-	-	-	ns	
LE 的 Setup Time		Tsu(L)	5	-	-		
CLK 最大上升时间		tr	-	-	500		
CLK 最大下降时间		Tf	-	-	500		
电流输出端的电位上升时间		tor	25	30	-		
电流输出端的电位下降时间		Tof	40	50	-		

VDD=3.8V

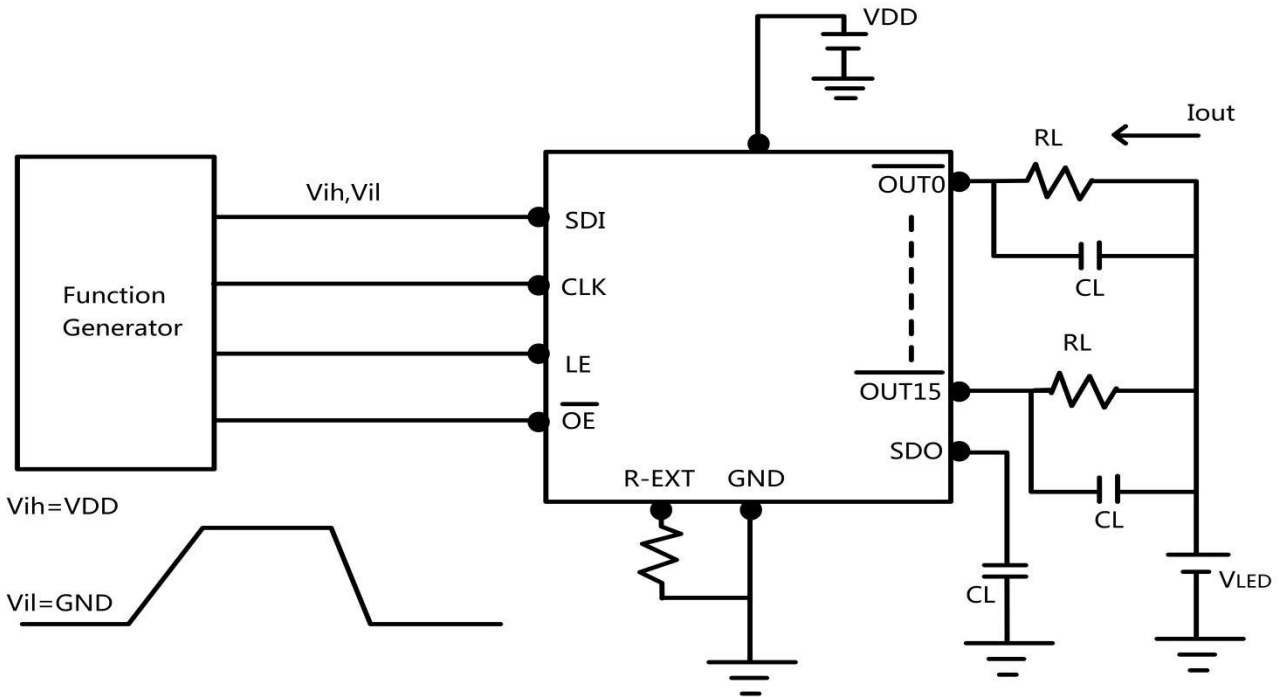
特性		代表符号	测量条件	最小值	一般值	最大值	单位
延迟时间（低电位到高电位）	$\overline{\text{CLK}}\text{-OUTn}$	tp1H1	VDD=3.8V VIH=VDD VIL=GND Rext=890 Ω Iout=20mA VLED=3.3V RL=150 Ω CL=10pf CSD0=10pf	-	-	70	ns
	$\overline{\text{LE}}\text{-OUTn}$	tp1H2		-	-	70	ns
	$\overline{\text{OE}}\text{-OUTn}$	tp1H3		-	-	70	ns
	CLK-SD0	tp1H		-	-	45	ns
延迟时间（高电位到低电位）	$\overline{\text{CLK}}\text{-OUTn}$	tp1H1		-	-	120	ns
	$\overline{\text{LE}}\text{-OUTn}$	tp1H2		-	-	120	ns
	$\overline{\text{OE}}\text{-OUTn}$	tp1H3		-	-	120	
	CLK-SD0	tp1H		-	-	40	
脉冲宽度	CLK	Tw(CLK)		20	-	-	
	LE	tw(L)		20	-	-	ns

	OE	tw(oF)		70	-	-	ns
奇偶通道交错 延迟时间	Outputgroup1-out putgroup2	Tstag1			6	12	ns
LE 的 Hold Time		th(L)		10	-	-	ns
LE 的 Setup Time		Tsu(L)		5	-	-	
CLK 最大上升时间		tr		-	-	500	
CLK 最大下降时间		Tf		-	-	500	
电流输出端的电位上升时间		tor		30	35		
电流输出端的电位下降时间		Tof		45	55		

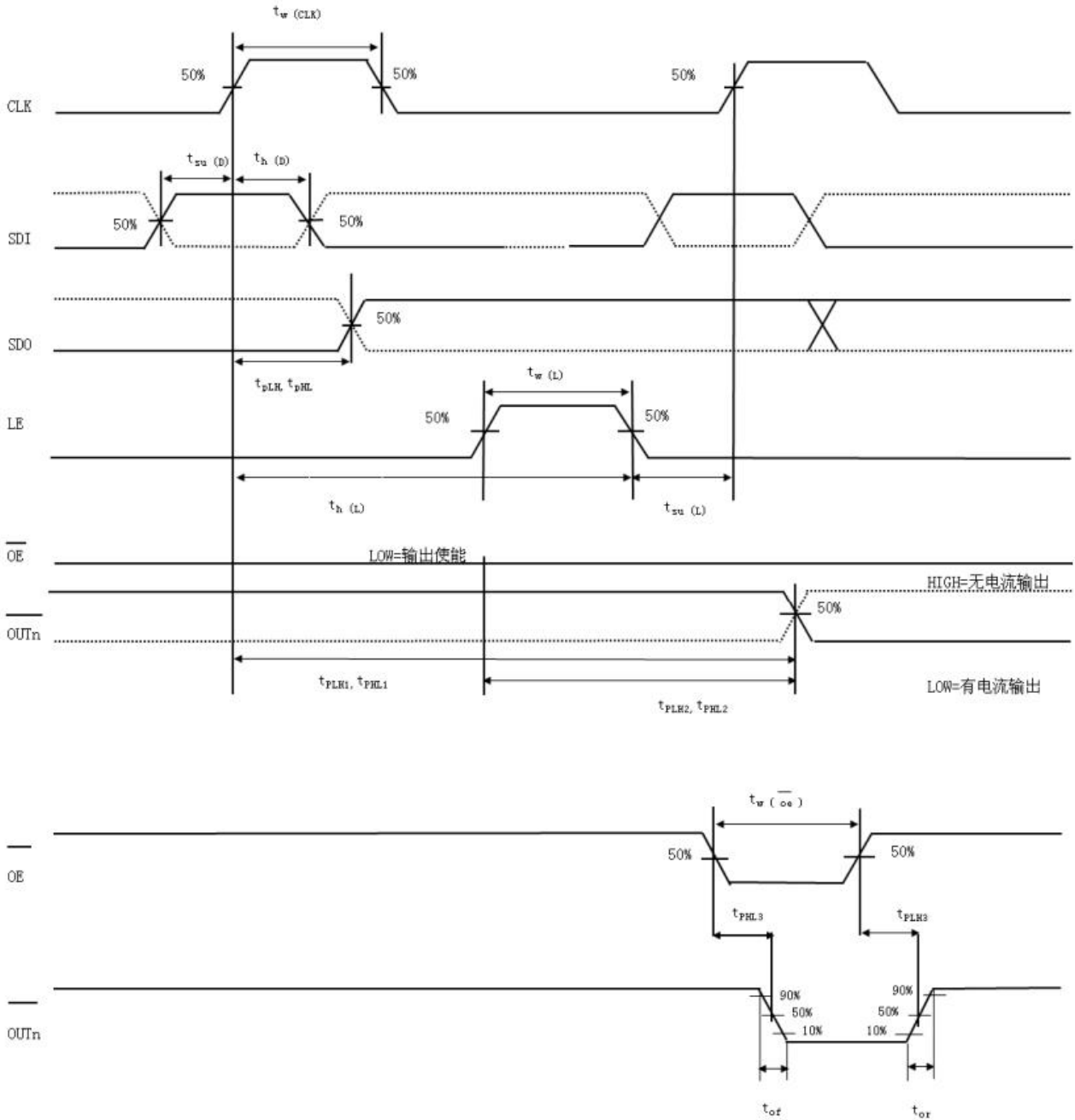
VDD=3.3V

特性		代表符号	测量条件	最小值	一般值	最大值	单位	
延迟时间（低 电位到高电 位）	$\overline{\text{CLK}}\text{-OUTn}$	tp1H1	VDD=3.3V VIH=VDD VIL=GND Rext=890Ω Iout=20mA VLED=3.3V RL=150Ω CL=10pf CSD0=10pf	-		70	ns	
	$\overline{\text{LE}}\text{-OUTn}$	tp1H2		-		70	ns	
	$\overline{\text{OE}}\text{-OUTn}$	tp1H3		-		70	ns	
	CLK-SD0	tp1H		-		50	ns	
延迟时间（高 电位到低电 位）	$\overline{\text{CLK}}\text{-OUTn}$	tp1H1		-		130	ns	
	$\overline{\text{LE}}\text{-OUTn}$	tp1H2		-		130	ns	
	$\overline{\text{OE}}\text{-OUTn}$	tp1H3		-		130		
	CLK-SD0	tp1H				40		
脉冲宽度	CLK	Tw(CLK)		20	-	-		ns
	LE	tw(L)		20	-	-	ns	
	OE	tw(oF)		80	-	-	ns	
奇偶通道交错 延迟时间	Outputgroup1-out putgroup2	Tstag1			7	14	ns	
LE 的 Hold Time		th(L)			10	-	-	ns
LE 的 Setup Time		Tsu(L)			5	-	-	
CLK 最大上升时间		tr			-	-	500	
CLK 最大下降时间		Tf			-	-	500	
电流输出端的电位上升时间		tor		30	40			
电流输出端的电位下降时间		Tof		50	60			

动态特性测试电路



时序波形图

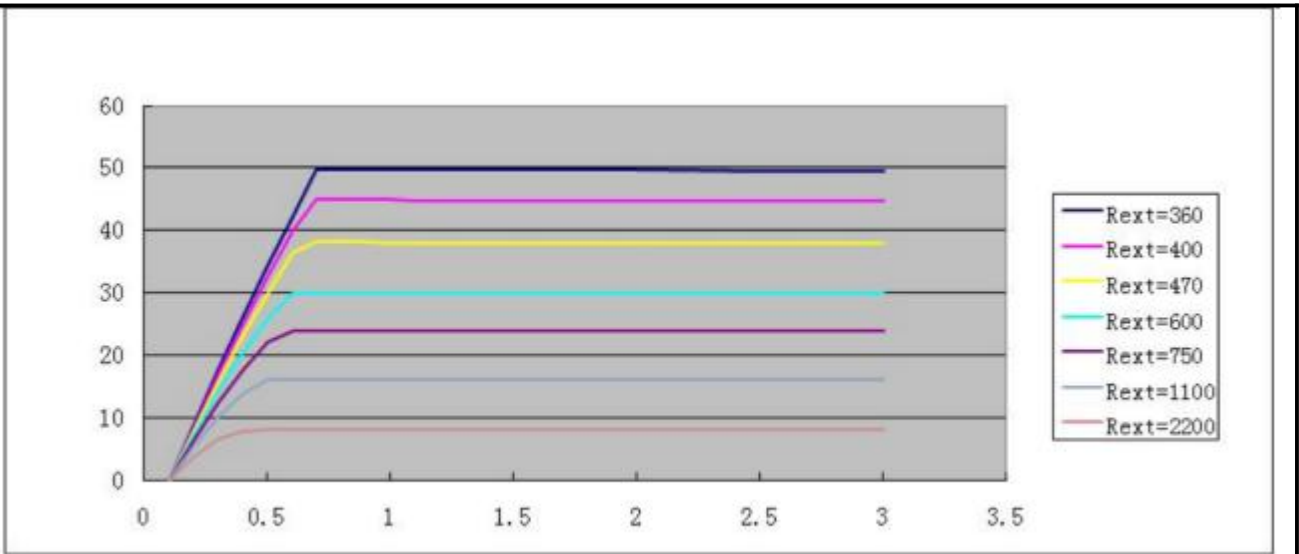


应用信息

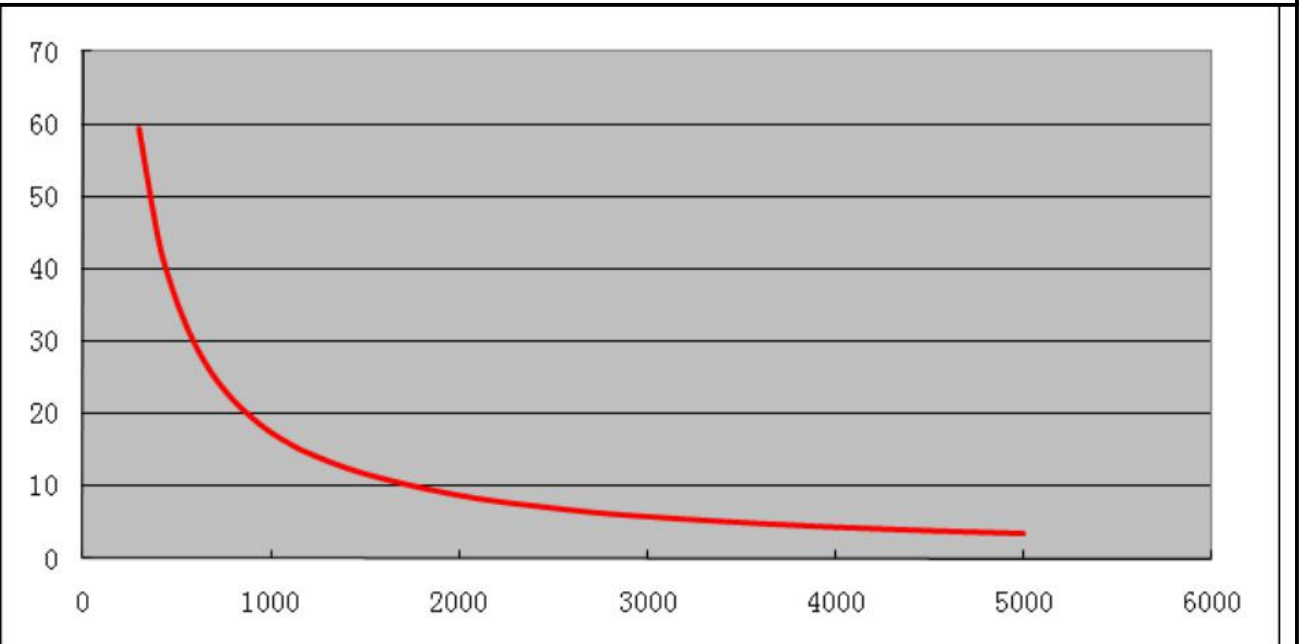
HX316 采用了精确电流驱动技术，同一芯片的不同通道间，不同芯片之间的电流差异极小。

①通道间的电流差异(一般值) $< \pm 1.5\%$, 芯片间的电流差异(一般值) $< \pm 3\%$

②具有不受负载电压影响的电流输出特性，如下图所示。输出电流将不随 LED 正向压降 VF 的变化而变化。



I_{out}(mA) VS. V_{DS}(V)



I_{out}(mA) VS. R_{ext} (Ω)

调节输出电流

HX316 通过外接电阻 R_{ext} 来调节输出电流 I_{out}, 计算公式为:

$$V_{R-EXT} = 1.18V$$

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

如: 当 R_{ext}=470 Ω 时, 输出电流约为 38mA; 当 R_{ext}=1100 Ω 时, 输出电流约为 17mA.

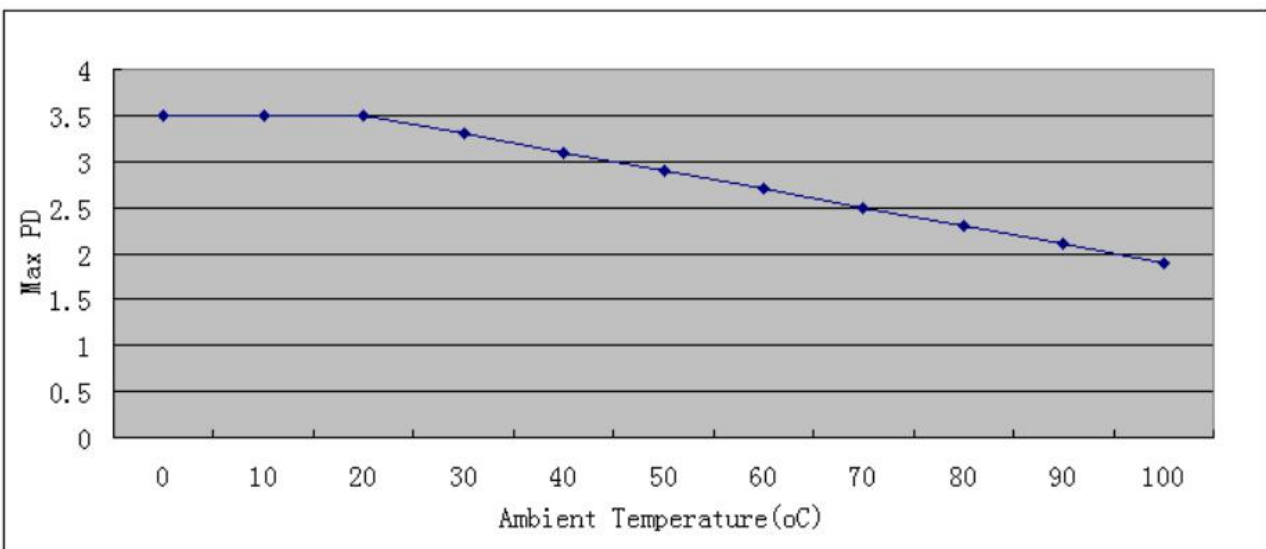
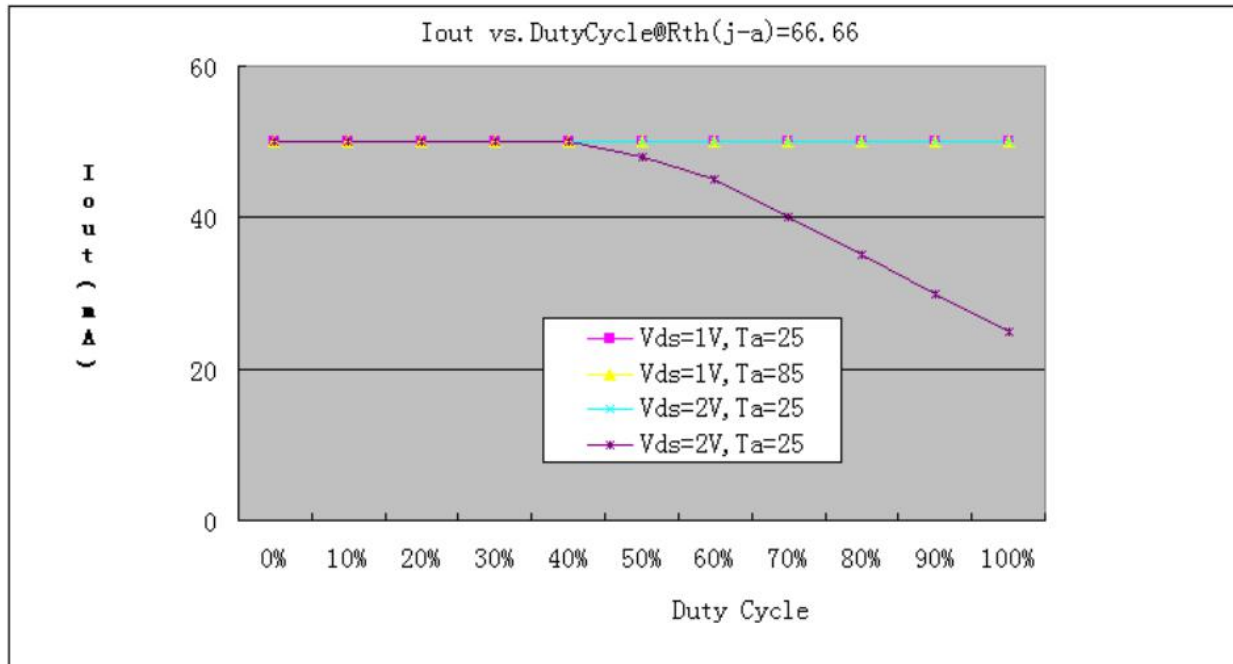
封装体散热功率 (PD)

封装体的最大散热功率由公式 $PD(max) = (T_j - T_a) / R_{th}(j-a)$ 决定, 实际功率为

$$PD(act) = (I_{DD} * V_{DD}) + (I_{OUT} * Duty * V_{DS} * 16)$$

为保持 $PD(act) < PD(max)$, 可输出的最大电流与 duty cycle 的关系为:

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

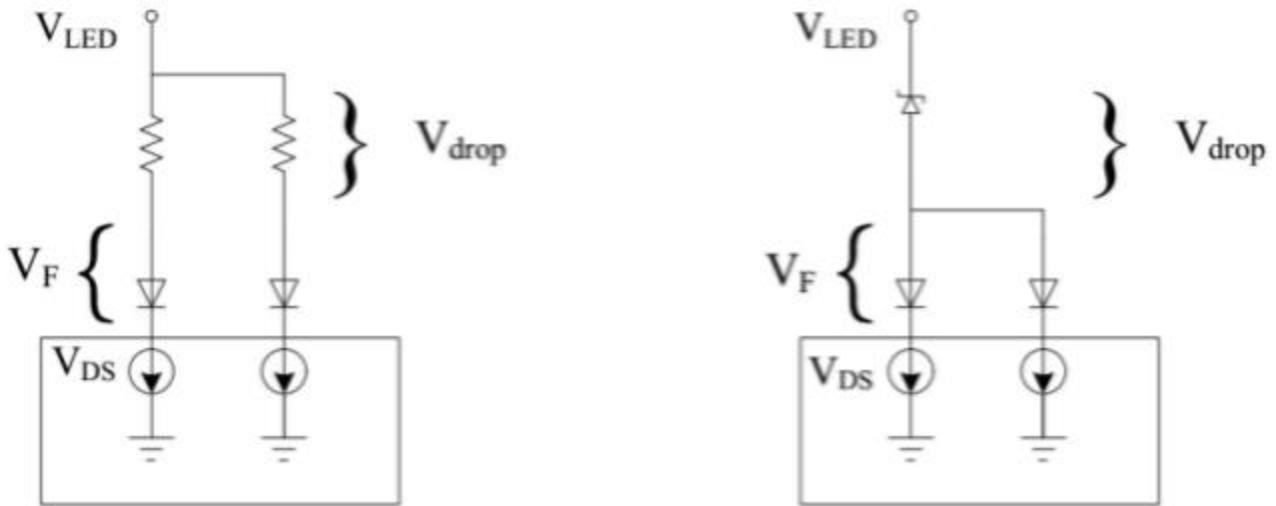


Max PD

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

负载端供应电压 (VLED)

由于封装散热能力的限制，输出端电压 (VDS) 的最佳操作范围是 $0.4 \sim 1.0V$ ，输出电流 I_{OUT} 为 $3 \sim 90mA$ 。如果 $V_{DS} = V_{LED} - V_F$ ，且 $V_{LED} = 5V$ 时，此时过高的输出端电压 (VDS) 可能导至 $PD(Act) > PD(max)$ ，此时可以考虑用电阻或 Zener Diode 来分压，以降低 VDS 电压。



减低动态噪声

要尽量从以下几个方面来减低设备的动态噪声：

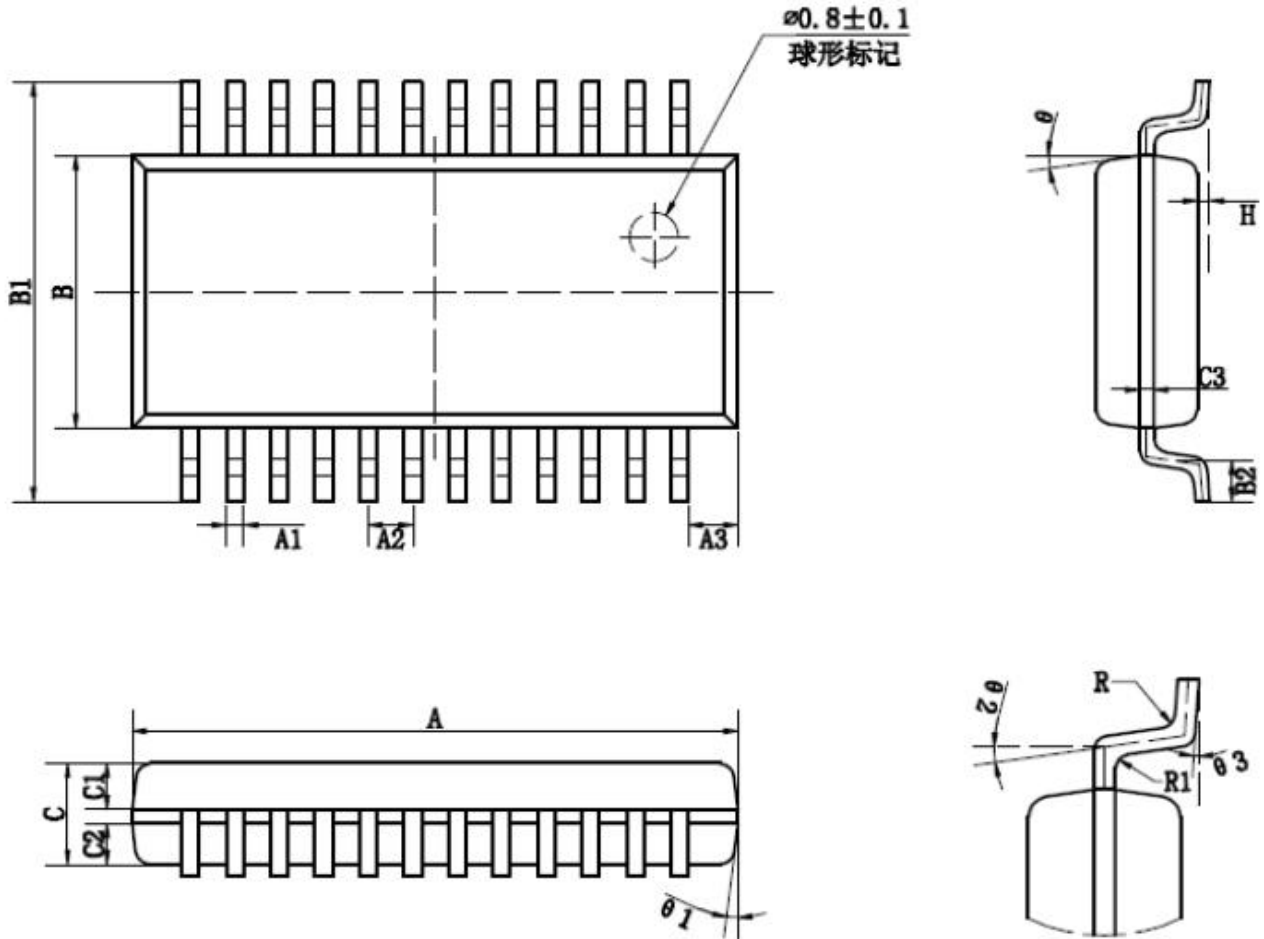
- ①电源需要有大电流的驱动能力。
- ②地线 (GND) 的布线要尽量宽，最好能有单独一层。
- ③电源线 (VDD) 的布线也要尽量宽，最好有单独一层。
- ④系统板两端的 VDD 和 GND 之间应各放一颗 470uF 的电容。
- ⑤最好在芯片的 VDD 与 GND 之间放置一颗 0.1uF 贴片退藕电容。

订货信息

订购代码	打印	封装	最小包装 (Pcs)	环保信息
HX316A	HX316A XXXX	SSOP24-0.635	2000	ROHS
HX316B	HX316B XXXX	SSOP24-0.635	2000	ROHS

封装尺寸图

SSOP24-0.635:



标注	尺寸	最小(mm)	最大(mm)	标注	尺寸	最小(mm)	最大(mm)
A		8.60	8.70	C3		0.203TYP	
A1		0.254TYP		H		0.10	0.25
A2		0.635TYP		θ		8° TYP4	
A3		0.705TYP		$\theta 1$		7° TYP4	
B		3.85	3.95	$\theta 2$		4°~12°	
B1		5.80	6.20	$\theta 3$		0°~8°	
B2		0.40	0.70	R		0.20TYP	
C		1.40	1.50	R1		0.20TYP	
C1		0.40	0.70				
C2		0.55	0.65				