

6 路反相器电路

概述

CD4069是常规的6路反相器，每一路反相器都是相对独立的。其正常工作时VDD接电源，VSS通常接地，VDD范围为3V~15V。没有使用的输入端必须接电源，地或者其他输入端。CD4069具有较宽的温度使用范围（-40°C~125°C）。

特点

- 全静态工作
- 提供较宽电压范围：3V~15V
- 标准对称输出特性
- 提供较宽的温度使用范围：-40°C~125°C
- 封装形式：DIP14、SOP14

功能框图及原理图

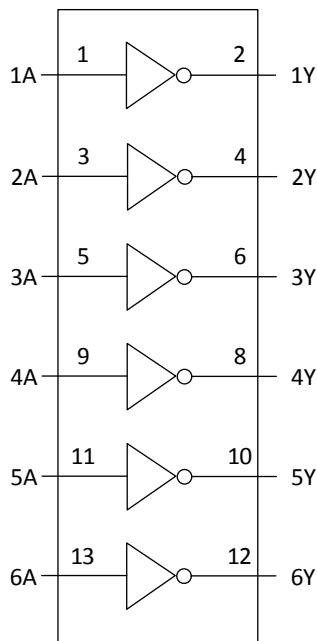


图 1 CD4069 的功能框图

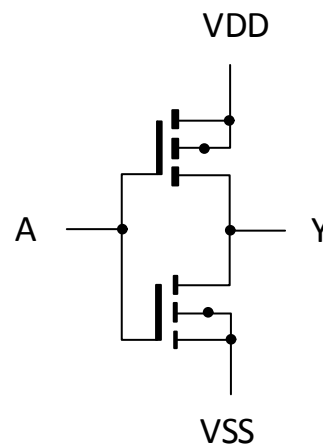
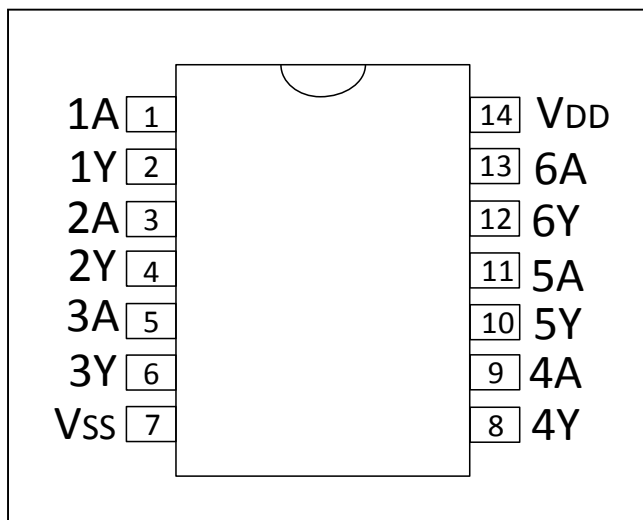


图 2 CD4069 的单路原理图

引脚配置



订购信息

芯片型号	封装形式	采购代号
CD4069	DIP14	4069DIP14
CD4069	SOP14	4069SOP14

引脚功能描述

DIP-14	引脚名称	引脚功能
1、3、5、9、 11、13	1A、2A、3A、4A、 5A、6A	数据输入端
2、4、6、8、 10、12	1Y、2Y、3Y、4Y、 5Y、6Y	数据输出端
7	V _{SS}	地
14	V _{DD}	电源

推荐使用条件

参数名称	符号	最小	最大	单位
电源电压	V _{DD}	3	15	V
DC输入或输出电压	V _{IN} 或V _{OUT}	0	15	V
工作温度范围	T _{amb}	-45	+125	°C
输入传输上升/下降比率	$\Delta T/\Delta V$ 5V		3.75	ns/V
	$\Delta T/\Delta V$ 10V		0.5	ns/V
	$\Delta T/\Delta V$ 15V		0.08	ns/V

极限参数

除非有特殊要求, $T_A=25^{\circ}\text{C}$ 。

参数名称		符号	最小	最大	单位
电源电压		V_{DD}	-0.5	18	V
输入电压		V_I	-0.5	$V_{DD}+0.5$	V
输入输出电流		$\pm I$	-10	+10	mA
功耗	DIP, $T_A=-40\sim+125^{\circ}\text{C}$	P_D	750		mW
	SOP, $T_A=-40\sim+125^{\circ}\text{C}$		500		mW
工作环境温度		T_A	-40	+125	$^{\circ}\text{C}$
贮存温度		T_{stg}	-65	+150	$^{\circ}\text{C}$
焊接温度 (10秒)	DIP	T_L	245		$^{\circ}\text{C}$
	SOP		250		$^{\circ}\text{C}$
输入钳位电流	$V_I < 0.5\text{V}$ 或 $V_I > V_{DD} + 0.5\text{V}$	I_{IK}	± 10		mA
输出钳位电流	$V_I < 0.5\text{V}$ 或 $V_I > V_{DD} + 0.5\text{V}$	I_{OK}	± 10		mA

注:

1. DIP 封装: 当 T_A 大于 70°C 时, 温度每升高 1°C , 额定功耗减少 12mW。
2. SOP 封装: 当 T_A 大于 70°C 时, 温度每升高 1°C , 额定功耗减少 8mW。

电特性

● 直流电气特性

1、除非有特殊要求, $T_A=25^{\circ}\text{C}$, $V_{SS}=0\text{V}$, $V_I=V_{SS}$ 或者 V_{DD} 。

参数	符号	测试条件	最小值	典型值	最大值	单位	
静态电流	I_{DD}	$V_I=V_{SS}$ 或 V_{DD} :	$V_{DD}=5\text{V}$			0.025	μA
			$V_{DD}=10\text{V}$			0.05	μA
			$V_{DD}=15\text{V}$			0.1	μA
输出低电平电压	V_{OL}	$ I_O < 1\mu\text{A}$	$V_{DD}=5\text{V}$	0	0.05	V	
			$V_{DD}=10\text{V}$	0	0.05	V	
			$V_{DD}=15\text{V}$	0	0.05	V	
输出高电平电压	V_{OH}	$ I_O < 1\mu\text{A}$	$V_{DD}=5\text{V}$	4.95	-	V	
			$V_{DD}=10\text{V}$	9.95		V	
			$V_{DD}=15\text{V}$	14.95		V	
输入低电平电压	V_{IL}	$ I_O < 1\mu\text{A}$	$V_{DD}=5\text{V}$	-	1.0	V	
		$ I_O < 1\mu\text{A}$	$V_{DD}=10\text{V}$		2.0	V	
		$ I_O < 1\mu\text{A}$	$V_{DD}=15\text{V}$		2.5	V	
输入高电平电压	V_{IH}	$ I_O < 1\mu\text{A}$	$V_{DD}=5\text{V}$	4.0		V	
		$ I_O < 1\mu\text{A}$	$V_{DD}=10\text{V}$	8.0		V	
		$ I_O < 1\mu\text{A}$	$V_{DD}=15\text{V}$	12.5		V	



电特性 (续上)

1、除非有特殊要求, $T_A=25^\circ\text{C}$, $V_{SS}=0\text{V}$, $V_I=V_{SS}$ 或者 V_{DD} 。

参数	符号	测试条件		最小值	典型值	最大值	单位
输出低电平电流	I_{OL}	$V_O=0.4\text{V}$	$V_{DD}=5\text{V}$	0.5			mA
		$V_O=0.5\text{V}$	$V_{DD}=10\text{V}$	1.3			mA
		$V_O=1.5\text{V}$	$V_{DD}=15\text{V}$	3.4			mA
输出高电平电流	$-I_{OH}$	$V_O=2.5\text{V}$	$V_{DD}=5\text{V}$	-1.4			mA
		$V_O=4.6\text{V}$	$V_{DD}=10\text{V}$	-0.5			mA
		$V_O=9.5\text{V}$	$V_{DD}=15\text{V}$	-1.3			mA
输入电容	C_i					7.5	pF
输入漏电流	I_i	$V_{DD}=15\text{V}$				± 0.1	μA

2、除非有特殊要求, $T_A=40^\circ\text{C}$, $V_{SS}=0\text{V}$, $V_I=V_{SS}$ 或者 V_{DD} 。

参数	符号	测试条件		最小值	典型值	最大值	单位
静态电流	I_{DD}	$V_I=V_{SS}$ 或 V_{DD} ; $I_O=0$	$V_{DD}=5\text{V}$			1.0	μA
			$V_{DD}=10\text{V}$			2.0	μA
			$V_{DD}=15\text{V}$			4.0	μA
输出低电平电压	V_{OL}	$ I_O < 1\mu\text{A}$	$V_{DD}=5\text{V}$		0	0.05	V
			$V_{DD}=10\text{V}$		0	0.05	V
			$V_{DD}=15\text{V}$		0	0.05	V
输出高电平电压	V_{OH}	$ I_O < 1\mu\text{A}$	$V_{DD}=5\text{V}$	4.95	-		V
			$V_{DD}=10\text{V}$	9.95			V
			$V_{DD}=15\text{V}$	14.95			V
输入低电平电压	V_{IL}	$ I_O < 1\mu\text{A}$	$V_{DD}=5\text{V}$	-	-	1.0	V
		$ I_O < 1\mu\text{A}$	$V_{DD}=10\text{V}$			2.0	V
		$ I_O < 1\mu\text{A}$	$V_{DD}=15\text{V}$			2.5	V
输入高电平电压	V_{IH}	$ I_O < 1\mu\text{A}$	$V_{DD}=5\text{V}$	4.0			V
		$ I_O < 1\mu\text{A}$	$V_{DD}=10\text{V}$	8.0			V
		$ I_O < 1\mu\text{A}$	$V_{DD}=15\text{V}$	12.5			V
输出低电平电流	I_{OL}	$V_O=0.4\text{V}$	$V_{DD}=5\text{V}$	0.64			mA
		$V_O=0.5\text{V}$	$V_{DD}=10\text{V}$	1.6			mA
		$V_O=1.5\text{V}$	$V_{DD}=15\text{V}$	4.2			mA



电特性 (续上)

2、除非有特殊要求, $T_A=40^{\circ}\text{C}$, $V_{SS}=0\text{V}$, $V_I=V_{SS}$ 或者 V_{DD} 。

参数	符号	测试条件		最小值	典型值	最大值	单位
输出高电平电流	$-I_{OH}$	$V_O=2.5\text{V}$	$V_{DD}=5\text{V}$	0.64			mA
		$V_O=4.6\text{V}$	$V_{DD}=10\text{V}$	1.6			mA
		$V_O=9.5\text{V}$	$V_{DD}=15\text{V}$	4.2			mA
输出高电平电流	$-I_{OH}$	$V_O=2.5\text{V}$	$V_{DD}=5\text{V}$	1.7			mA
输入漏电流	I_I	$V_{DD}=15\text{V}$				± 0.1	μA

3、除非有特殊要求, $T_A=85^{\circ}\text{C}$, $V_{SS}=0\text{V}$, $V_I=V_{SS}$ 或者 V_{DD} 。

参数	符号	测试条件		最小值	典型值	最大值	单位
静态电流	I_{DD}	$V_I=V_{SS}$ 或 V_{DD} :	$V_{DD}=5\text{V}$			7.5	μA
			$V_{DD}=10\text{V}$			15.0	μA
			$V_{DD}=15\text{V}$			30.0	μA
输出低电平电压	V_{OL}	$ I_O < 1\mu\text{A}$	$V_{DD}=5\text{V}$		0	0.05	V
			$V_{DD}=10\text{V}$		0	0.05	V
			$V_{DD}=15\text{V}$		0	0.05	V
输出高电平电压	V_{OH}	$V_I=V_{SS}$ 或 V_{DD} , $ I_O < 1\mu\text{A}$	$V_{DD}=5\text{V}$	4.95	-		V
			$V_{DD}=10\text{V}$	9.95			V
			$V_{DD}=15\text{V}$	14.95			V
输入低电平	V_{IL}	$ I_O < 1\mu\text{A}$	$V_{DD}=5\text{V}$	-	-	1.0	V
		$ I_O < 1\mu\text{A}$	$V_{DD}=10\text{V}$			2.0	V
		$ I_O < 1\mu\text{A}$	$V_{DD}=15\text{V}$			2.5	V
输入高电平	V_{IH}	$ I_O < 1\mu\text{A}$	$V_{DD}=5\text{V}$	4.0			V
		$ I_O < 1\mu\text{A}$	$V_{DD}=10\text{V}$	8.0			V
		$ I_O < 1\mu\text{A}$	$V_{DD}=15\text{V}$	12.5			V
输出低电平电流	I_{OL}	$V_O=0.4\text{V}$	$V_{DD}=5\text{V}$	0.36			mA
		$V_O=0.5\text{V}$	$V_{DD}=10\text{V}$	0.9			mA
		$V_O=1.5\text{V}$	$V_{DD}=15\text{V}$	2.4			mA
输出高电平电流	$-I_{OH}$	$V_O=4.6\text{V}$	$V_{DD}=5\text{V}$	0.36			mA
		$V_O=9.5\text{V}$	$V_{DD}=10\text{V}$	0.9			mA
		$V_O=13.5\text{V}$	$V_{DD}=15\text{V}$	2.4			mA



电特性 (续上)

3、除非有特殊要求, $T_A=85^{\circ}\text{C}$, $V_{SS}=0\text{V}$, $V_I=V_{SS}$ 或者 V_{DD} 。

参数	符号	测试条件		最小值	典型值	最大值	单位
输出高电平电流	$-I_{OH}$	$V_O=2.5\text{V}$	$V_{DD}=5\text{V}$	1.1			mA
输入漏电流	I_i	$V_{DD}=15\text{V}$				± 0.1	μA

4、除非有特殊要求, $T_A=125^{\circ}\text{C}$, $V_{SS}=0\text{V}$, $V_I=V_{SS}$ 或者 V_{DD} 。

参数	符号	测试条件		最小值	典型值	最大值	单位
输入高电平	V_{IH}	$ I_O < 1\mu\text{A}$	$V_{DD}=5\text{V}$	4.0			V
		$ I_O < 1\mu\text{A}$	$V_{DD}=10\text{V}$	8.0			V
		$ I_O < 1\mu\text{A}$	$V_{DD}=15\text{V}$	12.5			V
输入低电平	V_{IL}	$ I_O < 1\mu\text{A}$	$V_{DD}=5\text{V}$	-	-	1.0	V
		$ I_O < 1\mu\text{A}$	$V_{DD}=10\text{V}$			2.0	V
		$ I_O < 1\mu\text{A}$	$V_{DD}=15\text{V}$			2.5	V
输出高电平电压	V_{OH}	$V_I=V_{SS}$ 或 V_{DD} , $ I_O < 1\mu\text{A}$	$V_{DD}=5\text{V}$	4.95	-		V
			$V_{DD}=10\text{V}$	9.95			V
			$V_{DD}=15\text{V}$	14.95			V
输出低电平电压	V_{OL}	$ I_O < 1\mu\text{A}$	$V_{DD}=5\text{V}$		0	0.05	V
			$V_{DD}=10\text{V}$		0	0.05	V
			$V_{DD}=15\text{V}$		0	0.05	V
输出高电平电流	$-I_{OH}$	$V_O=4.6\text{V}$	$V_{DD}=5\text{V}$	0.36			mA
		$V_O=9.5\text{V}$	$V_{DD}=10\text{V}$	0.9			mA
		$V_O=13.5\text{V}$	$V_{DD}=15\text{V}$	2.4			mA
输出高电平电流	$-I_{OH}$	$V_O=2.5\text{V}$	$V_{DD}=5\text{V}$	1.1			mA
输出低电平电流	I_{OL}	$V_O=0.4\text{V}$	$V_{DD}=5\text{V}$	0.36			mA
		$V_O=0.5\text{V}$	$V_{DD}=10\text{V}$	0.9			mA
		$V_O=1.5\text{V}$	$V_{DD}=15\text{V}$	2.4			mA
输入漏电流	I_i	$V_{DD}=15\text{V}$				± 0.1	μA
静态电流	I_{DD}	$V_I=V_{SS}$ 或 V_{DD} ;	$V_{DD}=5\text{V}$			7.5	μA
			$V_{DD}=10\text{V}$			15.0	μA
			$V_{DD}=15\text{V}$			30.0	μA

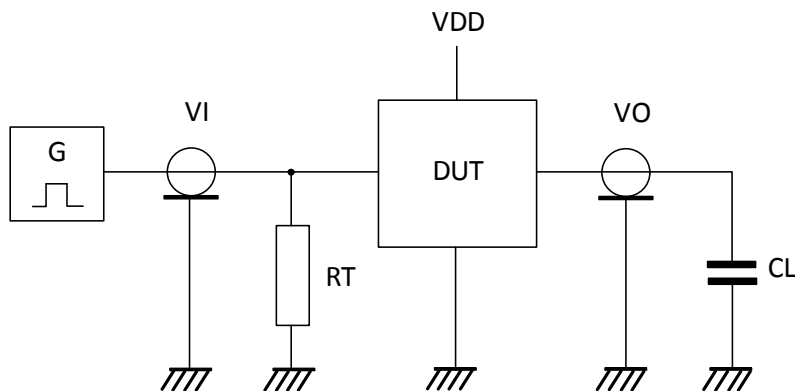
电特性 (续上)

● 交流电气特性

除非有特殊要求, $T_A=25^\circ\text{C}$, $CL=50\text{pF}$, $\text{Input } tr=tf\leq 20\text{ns}$ 。

参数	符号	条件	最小值	典型值	最大值	单位	典型值计算公式
传播延时	t_{PHL}	$V_{DD}=5\text{V}$		45	90	ns	$28\text{ns}+(0.55\text{ns}/\text{pF})\text{CL}$
		$V_{DD}=10\text{V}$		20	40	ns	$14\text{ns}+(0.23\text{ns}/\text{pF})\text{CL}$
		$V_{DD}=15\text{V}$		15	25	ns	$12\text{ns}+(0.16\text{ns}/\text{pF})\text{CL}$
	t_{PLH}	$V_{DD}=5\text{V}$		40	80	ns	$28\text{ns}+(0.55\text{ns}/\text{pF})\text{CL}$
		$V_{DD}=10\text{V}$		20	40	ns	$14\text{ns}+(0.23\text{ns}/\text{pF})\text{CL}$
		$V_{DD}=15\text{V}$		15	30	ns	$12\text{ns}+(0.16\text{ns}/\text{pF})\text{CL}$
输出爬坡延时	t_{THL}	$V_{DD}=5\text{V}$		60	120	ns	$10\text{ns}+(1.0\text{ns}/\text{pF})\text{CL}$
		$V_{DD}=10\text{V}$		30	60	ns	$9\text{ns}+(0.2\text{ns}/\text{pF})\text{CL}$
		$V_{DD}=15\text{V}$		20	40	ns	$6\text{ns}+(0.28\text{ns}/\text{pF})\text{CL}$
	t_{TLH}	$V_{DD}=5\text{V}$		60	120	ns	$10\text{ns}+(1.0\text{ns}/\text{pF})\text{CL}$
		$V_{DD}=10\text{V}$		30	60	ns	$9\text{ns}+(0.42\text{ns}/\text{pF})\text{CL}$
		$V_{DD}=15\text{V}$		20	40	ns	$6\text{ns}+(0.28\text{ns}/\text{pF})\text{CL}$
电源动态功耗	P	$V_{DD}=5\text{V}$	$600 f_i + \sum (f_o \text{CL}) \times V_{DD}^2$			uW	f_i : 输入频率, f_o : 输出频率, CL: 负载电容, $\sum (f_o \text{CL})$: 输出总和, V_{DD} : 电源电压
		$V_{DD}=10\text{V}$	$4000 f_i + \sum (f_o \text{CL}) \times V_{DD}^2$				
		$V_{DD}=15\text{V}$	$22000 f_i + \sum (f_o \text{CL}) \times V_{DD}^2$				

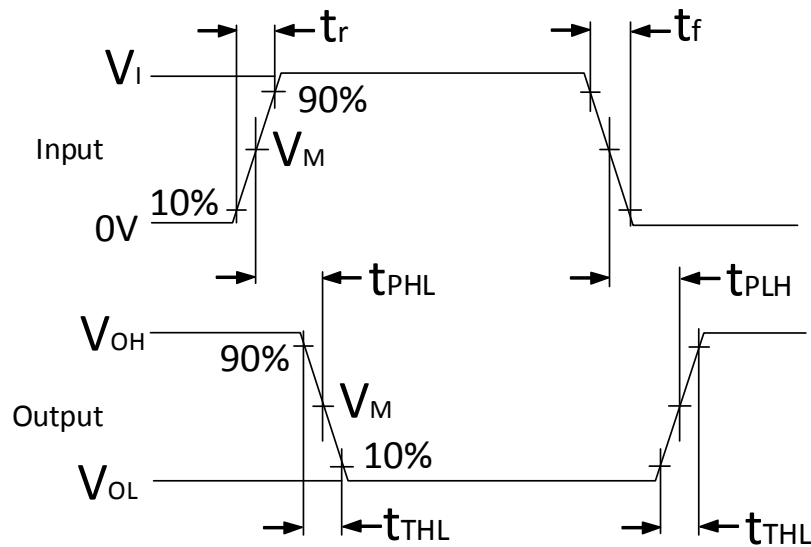
● 交流测试原理图



- 说明:
1. $V_{DD}=5\text{V}\sim 15\text{V}$
 2. $V_{IN}=V_{DD}$ 或者 V_{SS}
 3. CL 为负载电容 $CL=50\text{pF}$
 4. RT 为阻抗匹配电路, 需和信号发生器的输出阻抗相匹配



时序图



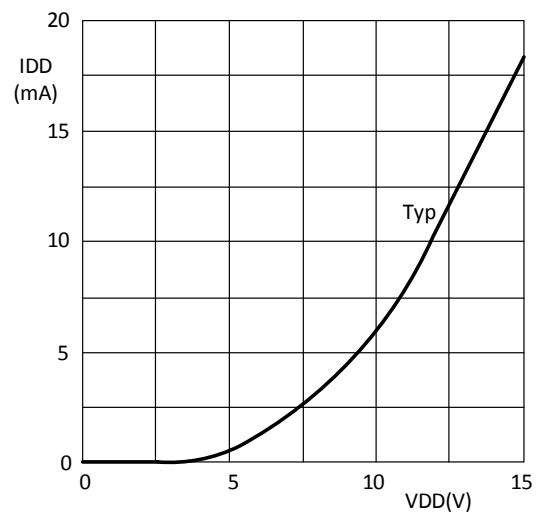
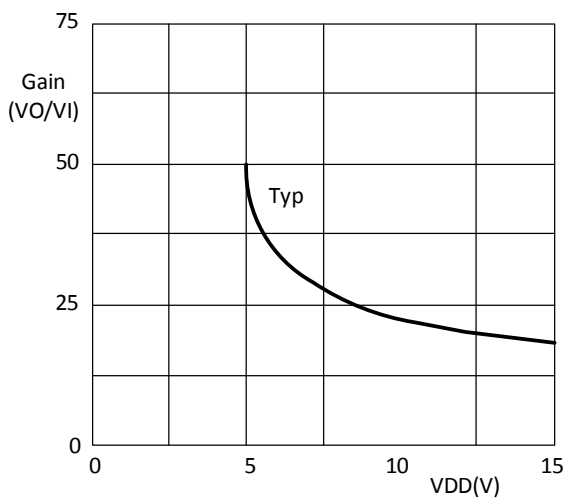
说明:

1. $V_M = 1/2 V_{DD}$
2. V_{OL} 和 V_{OH} 是带负载时的典型输出低电平和高电平

特性曲线

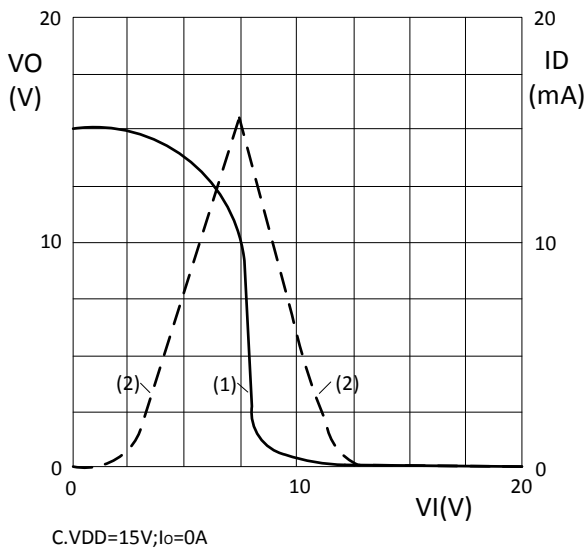
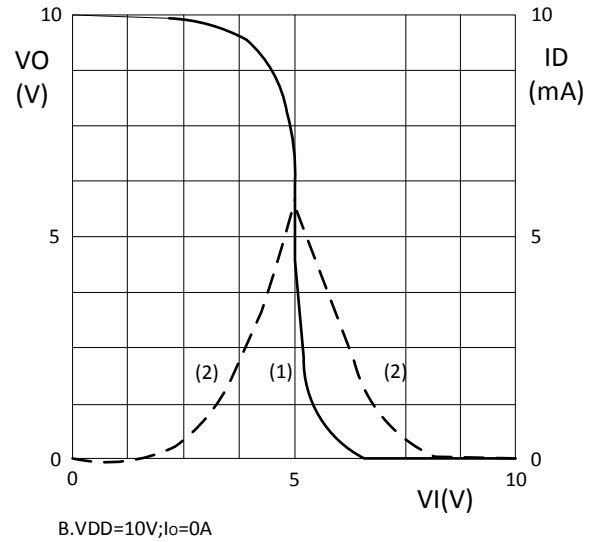
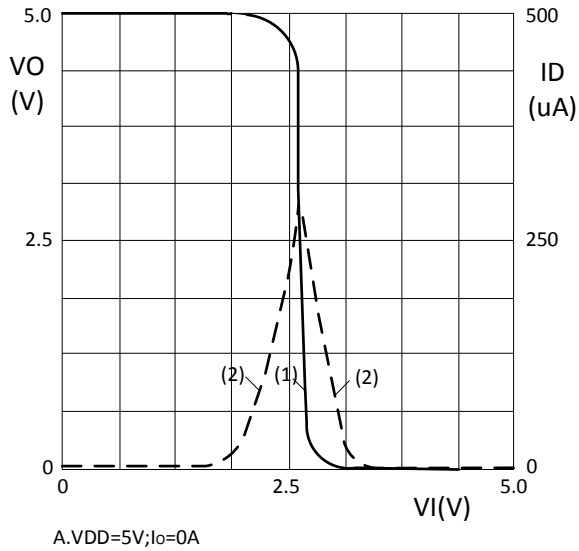
1、电压增益与电源对应曲线（典型使用条件）

2、电流与电压对应曲线（典型使用条件）



特性曲线 (续上)

3、传输特性



说明: (1)、曲线 1 为输出电压
(2)、曲线 2 为漏电流

应用原理图

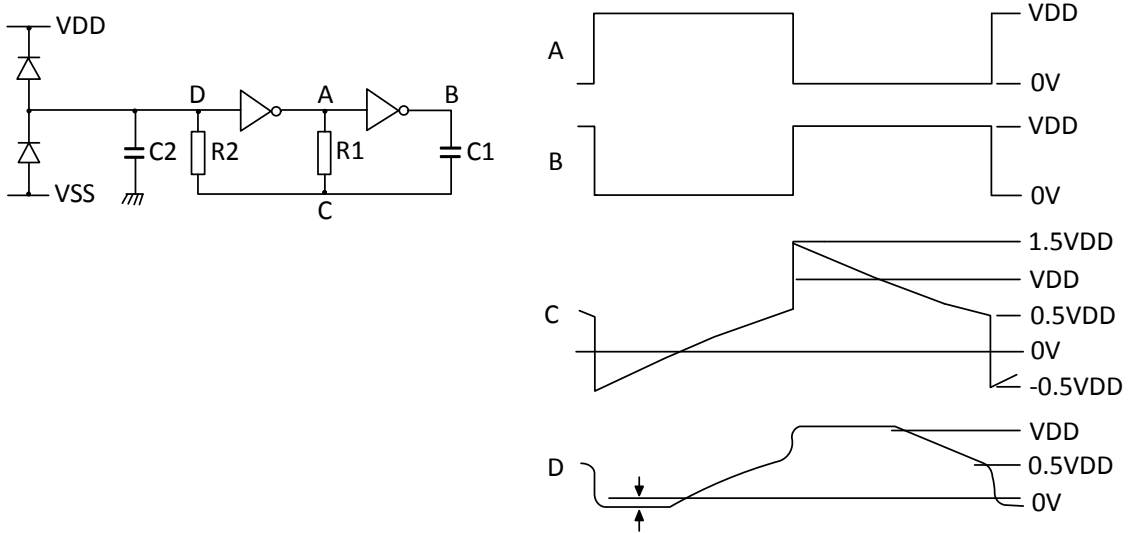


图 1 CD4069 和两个二极管组成的非稳定振荡器的典型应用图

振荡器的频率是由 $R1 \cdot C1$ 所确定的。其条件为 $R1 \ll R2$ 且 $R2 \cdot C2 \ll R1 \cdot C1$ 。R2 的作用是减小前端由保护二极管输入的电压值，C2 是一个寄生电容。周期 Tp 由公式 $Tp = T1 + T2$ 。

$$T1 = \frac{R1C1 \ln(VDD + VST)}{VST} \quad T2 = \frac{R1C1 \ln(2VDD - VST)}{VDD - VST}$$

Vst 是反相器输入信号的门限电压，振荡器的频率与 VDD ， VST 和温度无关。

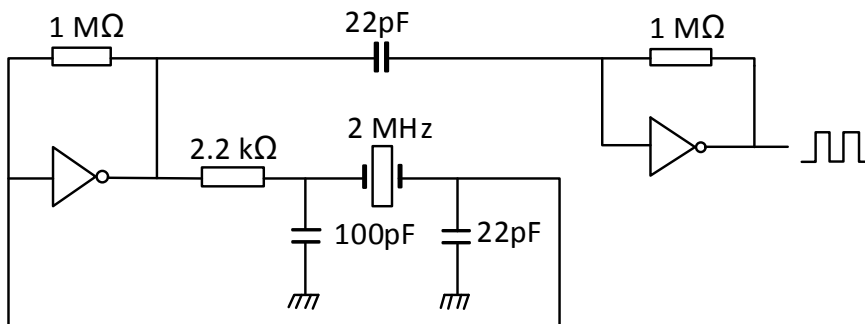
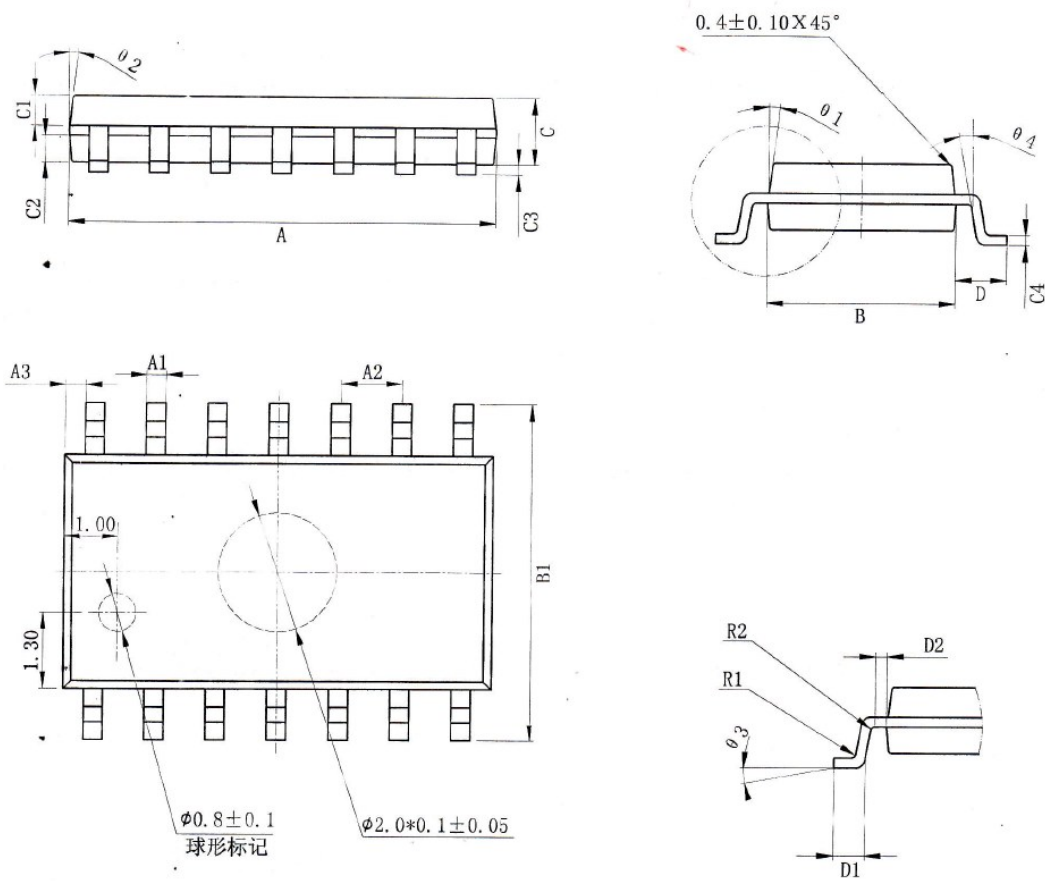


图 2 CD4069 和晶振用于 10M 以上使用的典型应用图

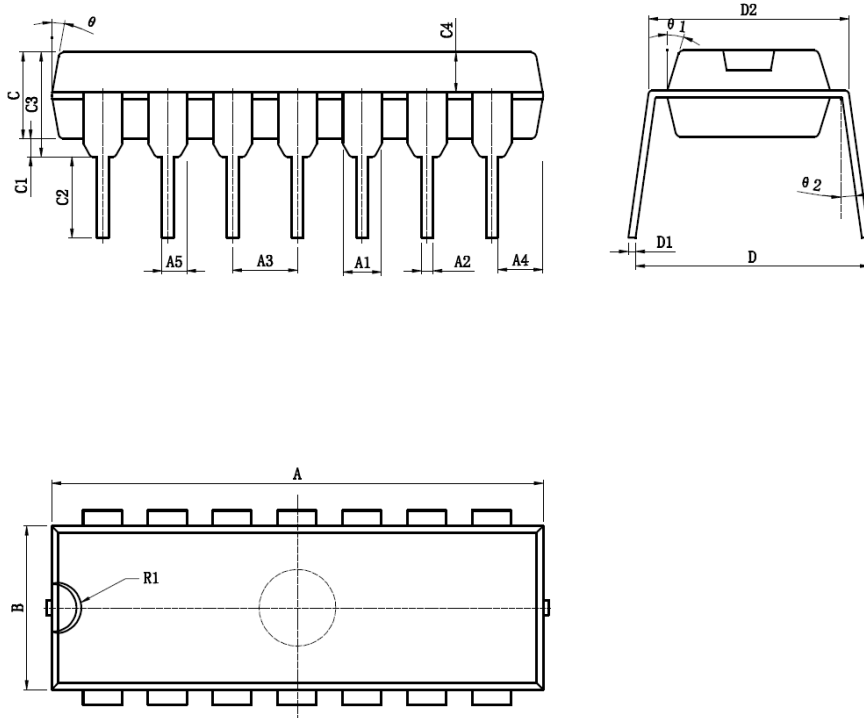


外形封装图

1、SOP14 封装



符号	尺寸 (mm)		符号	尺寸 (mm)	
	最小	最大		最小	最大
A	8.55	8.75	C4	0.203	0.233
A1	0.356	0.456	D	0.95	1.15
A2	1.27TYP		D1	0.40	0.70
A3	0.302TYP		D2	0.20TYP	
B	3.80	4.00	R1	0.20TYP	
B1	5.80	6.20	R2	0.20TYP	
C	1.40	1.60	$\theta 1$	8°~12°TYP	
C1	0.60	0.70	$\theta 2$	8°~12°TYP	
C2	0.52	0.62	$\theta 3$	0°~8°	
C3	0.05	0.25	$\theta 4$	4°~12°	

外形封装图 (续上)
2、DIP14 封装


符号	尺寸 (mm)		符号	尺寸 (mm)	
	最小	最大		最小	最大
A	19.00	19.20	C3	3.85	4.45
A1	1.524TYP		C4	1.40	4.50
A2	0.41	0.51	D	8.20	8.80
A3	2.54TYP		D1	0.20	0.35
A4	1.70TYP		D2	7.74	8.00
A5	0.99TYP		θ	10°TYP	
B	6.30	6.50	θ1	17°TYP	
C	3.00	3.20	θ2	6°TYP	
C1	0.51TYP		R1	1.27TYP	
C2	3.00	3.60			