

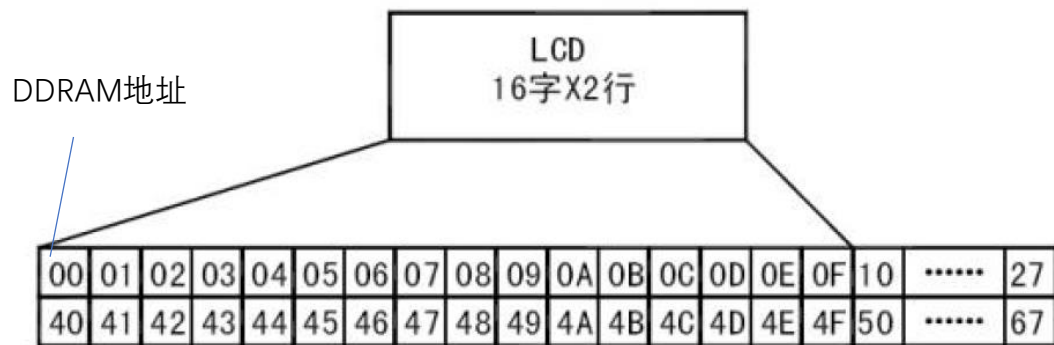
# 液晶显示和热敏电阻

2020.12.25

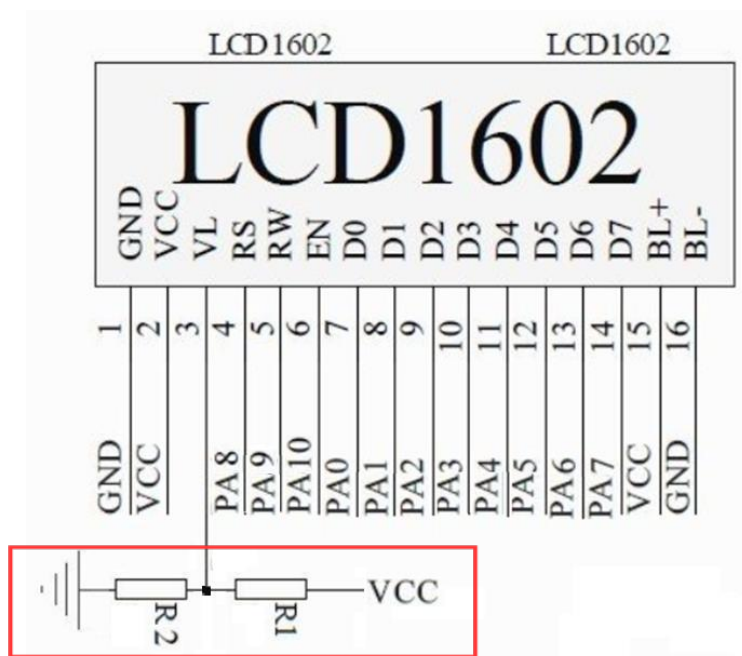
# LCD 1602 说明

[参考](#)

液晶屏幕LCD1602A能够同时显示16列2行字符，每个字符由8行5列个像素阵列组成。每个像素是屏幕上的一个点，对应的数据为1时显示黑点，为0不显示。



DDRAM(Display Data RAM) 用来寄存待显示的字符代码，共80个字节，其地址和屏幕的对应关系如上图所示。



VCC – 3.3V (V3)

编号	符号	引脚说明	编号	符号	引脚说明
1	VSS	电源地	9	D2	数据
2	VDD	电源正极	10	D3	数据
3	VL	液晶显示偏压	11	D4	数据
4	RS	数据/命令选择	12	D5	数据
5	R/W	读/写选择	13	D6	数据
6	E	使能信号	14	D7	数据
7	D0	数据	15	BLA	背光源正极
8	D1	数据	16	BLK	背光源负极

第1脚：VSS为地电源。

第2脚：VDD接5V正电源。

第3脚：VL为液晶显示器对比度调整端，接正电源时对比度最弱，接地时对比度最高，对比度过高时会产生“鬼影”，使用时可以通过一个10K的电位器调整对比度。更简单的接法就是通过一个电阻接地。

第4脚：RS为寄存器选择，高电平时选择数据寄存器、低电平时选择指令寄存器。

第5脚：R/W为读写信号线，高电平时进行读操作，低电平时进行写操作。当RS和R/W共同为低电平时可以写入指令或者显示地址，当RS为低电平R/W为高电平时可以读忙信号，当RS为高电平R/W为低电平时可以写入数据。

第6脚：E端为使能端，当E端由高电平跳变成低电平时，液晶模块执行命令。

第7～14脚：D0～D7为8位双向数据线。

第15脚：背光源正极。

第16脚：背光源负极。

LCD1602内置了192个常用字符的字模，存于字符产生器CGROM(Character Generator ROM)中，另外还有允许用户自定义8个字符，存于CGRAM(Character Generator RAM)中。

CGRAM和  
CGROM编码

	Lower 4 Bits	Upper 4 Bits	0000	0001	0010	0011	0100	0101	0110	0111	1000	1001	1010	1011	1100	1101	1110	1111	
xxxx0000		CG RAM (1)			0	1	P	`	P					-	9	3	α	p	
xxxx0001	(2)				!	1	A	Q	a	q				。	7	チ	4	ä	q
xxxx0010	(3)				"	2	B	R	b	r				「	イ	ツ	×	β	θ
xxxx0011	(4)				#	3	C	S	c	s				」	ウ	テ	モ	ε	ω
xxxx0100	(5)				\$	4	D	T	d	t				、	エ	ト	パ	μ	Ω
xxxx0101	(6)				%	5	E	U	e	u				・	オ	ナ	ユ	ε	Ü
xxxx0110	(7)				&	6	F	V	f	v				ヲ	カ	ニ	ヨ	ρ	Σ
xxxx0111	(8)				'	7	G	W	g	w				ア	キ	ヌ	ラ	g	π
xxxx1000	(1)				(	8	H	X	h	x				イ	ク	ネ	リ	フ	Σ
xxxx1001	(2)				)	9	I	Y	i	y				ウ	ケ	ノ	ル	レ	γ
xxxx1010	(3)				*	:	J	Z	j	z				エ	コ	ハ	レ	j	チ
xxxx1011	(4)				+	;	K	L	k	{				オ	サ	ヒ	ロ	*	斤
xxxx1100	(5)				,	<	L	¥	l					カ	シ	フ	ワ	¢	円
xxxx1101	(6)				-	=	M	J	m	}				ユ	ズ	ハ	ン	も	÷
xxxx1110	(7)				.	>	N	^	n	÷				ヨ	セ	ホ	°	ñ	
xxxx1111	(8)				/	?	O	_	o	←				ッ	ソ	マ	°	ö	■

CGRAM

CGROM

0 1 1 1 0  
1 0 0 0 1  
1 0 0 0 1  
1 0 0 0 1  
1 1 1 1 1  
1 0 0 0 1  
1 0 0 0 1  
行号

5\*8 字模



底部留了一行用于光标

字符A的  
字模数据



5\*8字模

字符A在LCD  
上的显示



5\*10字模

光标

地址0x00~0x07或0x08~0x0F为自定义8个字符的地址，地址0x00和0x08都是第0个自定义字符的地址。

1602液晶模块内部的控制器共有**11**条控制指令，如表所示：

序号	指令	RS	R/W	D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0
1	清显示	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
2	光标返回	0	0	0	0	0	0	0	0	1	*
3	置输入模式	0	0	0	0	0	0	0	1	I/D	S
4	显示开/关控制	0	0	0	0	0	0	1	D	C	B
5	光标或字符移位	0	0	0	0	0	1	S/ C	R/ L	*	*
6	置功能	0	0	0	0	1	DL	N	F	*	*
7	置字符发生存贮器地址	0	0	0	1	用于自定义字符的序号(0~7)和点阵行号(0~7)					
8	置数据存贮器地址	0	0	1	显示数据存贮器地址 光标定位：00~0F, 40~4F						
9	读忙标志或地址	0	1	BF	计数器地址（光标处的地址） BF-忙标志(Busy Flag) BF为1, 字符						
10	写数到CGRAM或DDRAM)	1	0	要写的 数据内容 给出在光标处显示的字符编码 或者自定义字符的一行点阵							
11	从CGRAM或DDRAM读数	1	1	读出的数据内容							

1-清除屏幕  
2-光标归于左上角  
(屏幕内容不变)

I/D=1: 写入新数据后(光标)右移  
I/D=0: 写入新数据后(光标)左移  
S=1: 移动整个屏幕  
S=0: 移动光标

D 1-显示开 0-显示关  
C 1-显示光标 0-不显示光标  
B 1-光标闪烁 0-不闪烁

S/C 1-移动屏幕 0-移动光标  
R/L 1-右移一个字符 0-左移

DL 1-8位数据接口 0-4位接口  
N 1-两行显示 0-1行显示  
F 1-5×10点阵 0-5×8(两行)

BF为1, 字符未写完, 可用延时解决  
每行五个点, 前三位为0

后面把10称为写数据，1~8称为写指令

1602液晶模块的读写操作、屏幕和光标的操作都是通过指令编程来实现的。（说明：1为高电平、0为低电平）

指令1：清显示，指令码01H,光标复位到地址00H位置。

指令2：光标复位，光标返回到地址00H。

指令3：光标和显示模式设置I/D：光标移动方向，高电平时写入新数据后右移，低电平左移 S:屏幕上所有文字是否左移或者右移。高电平表示有效，低电平则无效。

指令4：显示开关控制。D：控制整体显示的开与关，高电平表示开显示，低电平表示关显示C：控制光标的开与关，高电平表示有光标，低电平表示无光标B：控制光标是否闪烁，高电平闪烁，低电平不闪烁。

指令5：光标或显示移位S/C：高电平时移动显示的文字，低电平时移动光标。

指令6：功能设置命令DL：高电平时为4位总线，低电平时为8位总线N：低电平时为单行显示，高电平时双行显示F: 低电平时显示5x7的点阵字符，高电平时显示5x10的点阵字符。

指令7：设置CGRAM或CGROM地址。

指令8：设置DDRAM地址。

指令9：读忙信号和光标地址BF：为忙标志位，高电平表示忙，此时模块不能接收命令或者数据，如果为低电平表示不忙。每次写入下一个命令或数据时都要先查询是否忙，否则会造成写入失败。可以采用延迟的方法代替。

指令10：写数据。

指令11：读数据。

# 用CGRAM定义字符

写入8个字节（字模地址为00000000~00000111或00001000~00001111）的数据(命令10)可以自定义一个5\*8字符，每个字节的前3位没有被使用。定义摄氏温标的符号的8个字节为0x10,0x06,0x09,0x08,0x08,0x09,0x06,0x00。地址格式如下：

RS	RW	DB7	DB6	DB5	DB4	DB3	DB2	DB1	DB0
0	0	0	1	a	a	a	a	a	a

第几(0~7)个  
自定义字符

每个自定义字符的字模的第  
几(0~7)行

°C

定义一个新字符，只要设置好CGRAM地址，依次写入这个字模数据即可：

假设要定义第三个(从0开始)自定义字符(字模地址为0x03或0x0b)为°C：

输出：

后八位

C7-01011000 D10-0x10  
C7-01011001 D10-0x06  
C7-01011010 D10-0x09  
C7-01011011 D10-0x08  
C7-01011100 D10-0x08  
C7-01011101 D10-0x09  
C7-01011110 D10-0x06  
C7-01011111 D10-0x00

第3个字符 第0行，数据为 10000  
3 1 00110

D10 - 写数据(指令10)  
C7 - 写命令(指令7)

# 写操作时序

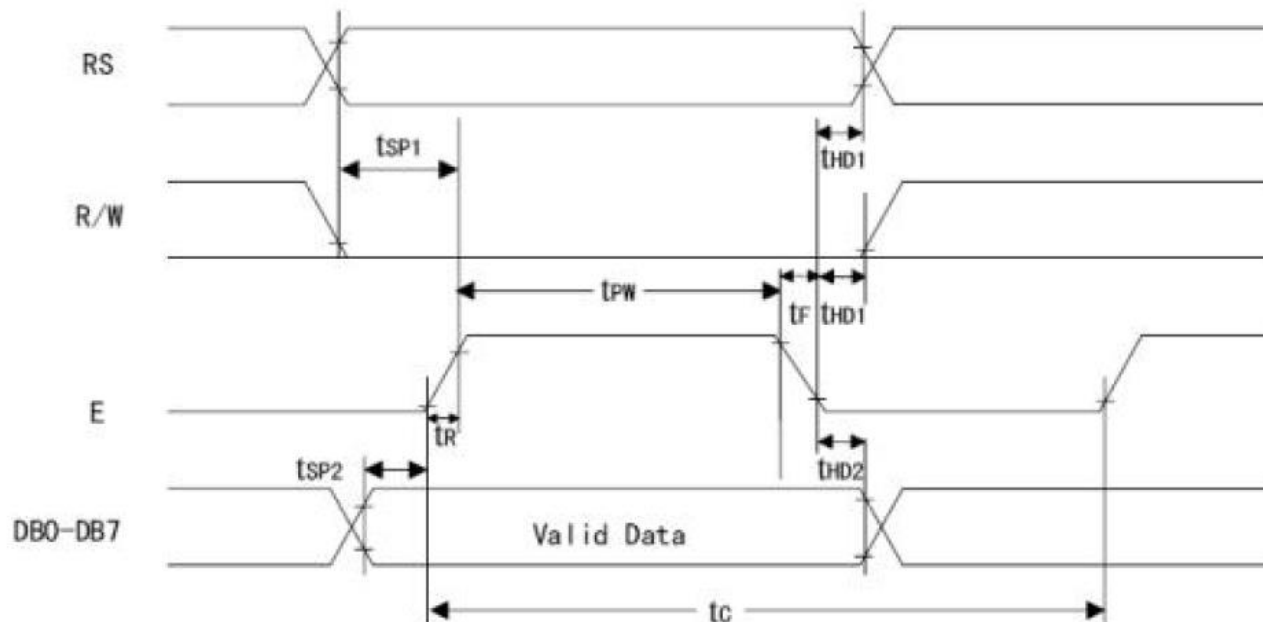
延迟的目的是防止覆盖前一个操作

## 写数据

- 1、延迟150ns
- 2、RS高电平
- 3、R/W低电平
- 4、E高电平
- 5、写DB0~DB7
- 6、E低电平

## 写指令

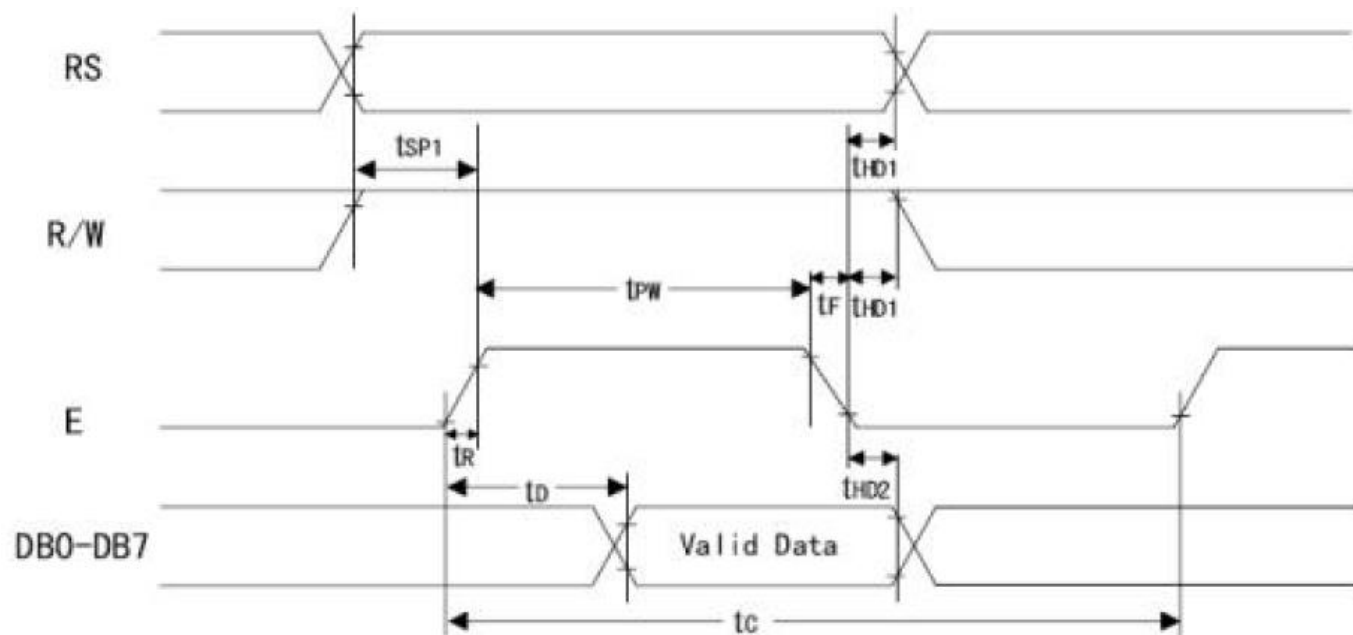
- 1、延迟150ns
- 2、RS低电平
- 3、R/W低电平
- 4、E高电平
- 5、写DB0~DB7
- 6、E低电平





# 读操作时序

- 1、延迟150ns （延迟的目的是防止覆盖前一个操作）
- 2、发出RS信号 （1-数据 0-指令）
- 3、R/W高电平
- 4、E高电平
- 5、读DB0~DB7
- 6、E低电平



# 初始化(复位)过程和显示字符

## 初始化

写指令38H 设置模式：8位数据接口，两行，5\*8字符点阵

写指令0CH 显示设置：开显示，光标不显示，不闪烁

写指令01H：清屏

## 从左上角(或当前光标处)开始写字符

D10-字符编码1 D10-字符编码2 D10-字符编码3 ……

D10 - 写数据(第10条控制指令)

写入一个字符后光标会自动移到下一个字符处。指令3可以修改光标左右移的方式。

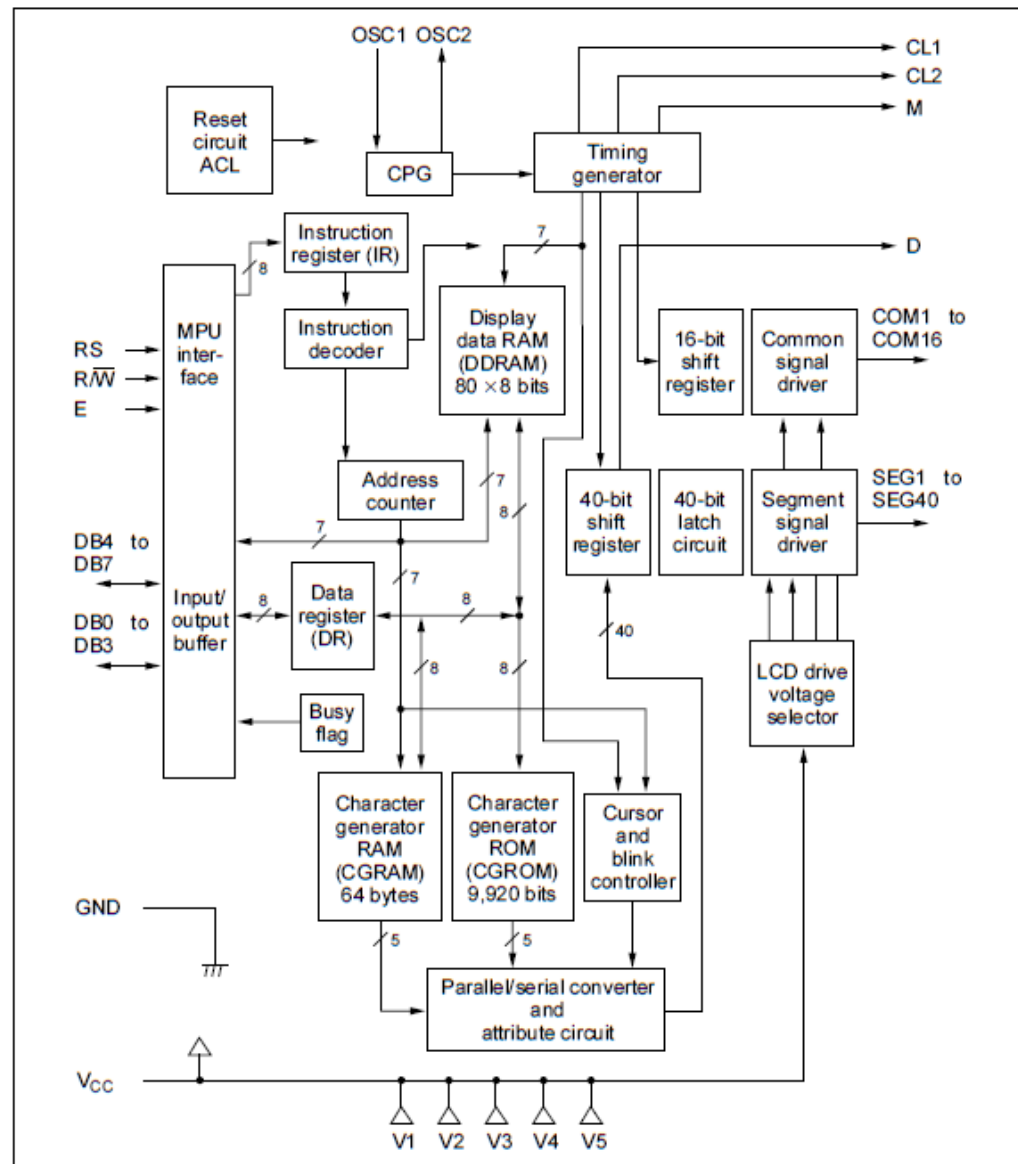
## 从定位光标写字符

C8-光标位置 D10-字符编码1 C8-光标位置 D10-字符编码2 D10-字符编码3 ……

C8 - 写指令8

时序参数	符号	极限值			单位	测试条件
		最小值	典型值	最大值		
E 信号周期	$t_C$	400	—	—	ns	引脚 E
E 脉冲宽度	$t_{PW}$	150	—	—	ns	
E 上升沿/下降沿时间	$t_R, t_F$	—	—	25	ns	
地址建立时间	$t_{SP1}$	30	—	—	ns	引脚 E、RS、R/W
地址保持时间	$t_{HD1}$	10	—	—	ns	
数据建立时间(读操作)	$t_D$	—	—	100	ns	引脚 DB0~DB7
数据保持时间(读操作)	$t_{HD2}$	20	—	—	ns	
数据建立时间(写操作)	$t_{SP2}$	40	—	—	ns	
数据保持时间(写操作)	$t_{HD2}$	10	—	—	ns	

## 功能框图



# 热敏电阻

MF52 10K B值 (3950)

NTC 热敏电阻 10K (型号: MF52AT) 5%精度 B 值: 3950 1%

## 1. 型号说明

MF	52	103	H	3950	F	A
NTC 热敏电阻	环氧系列	电阻值	阻值允差	B 值	B 值允差	B 值类别
		10K $\Omega$	$\pm 5\%$	3950K	$\pm 1\%$	B25/50

## 2. 电气性能

序号	项目	符号	测试条件	最小值	正常值	最大值	单位
3-1.	25℃ 的电阻值	R <sub>25</sub>	T <sub>a</sub> =25 $\pm$ 0.05℃ P <sub>T</sub> ≤0.1mw	9.9	10.0	10.1	k $\Omega$
3-2.	50℃ 的电阻值	R <sub>50</sub>	T <sub>a</sub> =50 $\pm$ 0.05℃ P <sub>T</sub> ≤0.1mw	/	4.0650	/	k $\Omega$
3-3.	B 值	B25/50		3436	3470	3504	K
3-4.	耗散系数	$\sigma$	T <sub>a</sub> =25 $\pm$ 0.5℃	2.0	/	/	mw/℃
3-5.	时间常数	$\tau$	T <sub>a</sub> =25 $\pm$ 0.5℃	/	/	15	sec
3-6.	绝缘电阻	/	500V <sub>DC</sub>	50	/	/	M $\Omega$
3-7.	使用温度范围	/	/	-55	/	+125	℃

### 3. 机械试验

项目	技术要求	测试条件及方法
4-1. 可焊性	引出端焊料自由流动和浸润良好，上锡面积 95% 以上	将引出端沾助焊剂后，浸入温度为 $230 \pm 5^{\circ}\text{C}$ 锡槽中，锡面距 NTC 本体下端 2-2.5mm 处，持续 $2 \pm 0.5\text{S}$ (参照 IEC60068-2-20 试验 Ta/GB2423. 28 Ta)
4-2. 耐焊接热	无可见性损伤 $\Delta R/R_2$ $5 \leq \pm 2\%$	将引出端浸入温度为 $260 \pm 5^{\circ}\text{C}$ 锡槽中，锡面距 NTC 本体下端 5mm 处持续 $5 \pm 1\text{S}$ (参照 IEC60068-2-20 试验 Tb/GB2423. 28 Tb)
4-3. 引出端强度	无脱落 $\Delta R/R_2$ $5 \leq 2\%$	试验 Ua: 拉力 5N，持续 10S; (参照 IEC60068-2-21 / GB2423. 29 U 试验)

#### 4. 可靠性试验

序号	项目	技术要求	测试条件及方法
5-1.	高温试验	$\Delta R/R_{25} \leq \pm 2\%$	125 $\pm$ 5 $^{\circ}$ C, 通电 1000 $\pm$ 24h, DC0.2mA (参照 IEC60068-2-2/GB2423.2 试验)
5-2.	低温试验	$\Delta R/R_{25} \leq \pm 2\%$	-55 $\pm$ 5 $^{\circ}$ C, 通电 1000 $\pm$ 24h, DC0.2mA (参照 IEC60068-2-1/GB2423.1 试验)
5-3.	耐潮湿试验	$\Delta R/R_{25} \leq \pm 2\%$	40 $\pm$ 2 $^{\circ}$ C, 90%-95%RH 环境下放置 100 $\pm$ 24h (参照 IEC60068-2-3/GB2423.3 试验)
5-4.	温度冷热循环试验	$\Delta R/R_{25} \leq \pm 2\%$	- 55 $^{\circ}$ C $\times$ 30min $\rightarrow$ 80 $^{\circ}$ C $\times$ 5min $\rightarrow$ 125 $^{\circ}$ C $\times$ 30min $\rightarrow$ 80 $^{\circ}$ C $\times$ 5min, 反复 5 次 (参照 IEC60068-2-14/GB2423.22 试验)

#### 5. 使用注意事项

将产品引线裁剪成所需要的长度, 注意最小长度 $\geq$ 5mm。

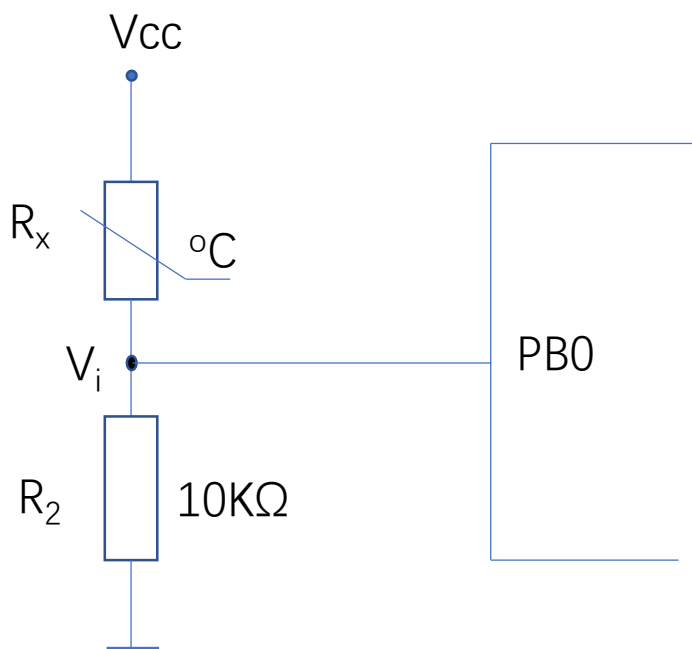
# 热敏电阻---温度阻值对照表

R25℃=10K

T(℃)	R(KΩ)	T(℃)	R(KΩ)	T(℃)	R(KΩ)	T(℃)	R(KΩ)
-40	190.5562	-27	99.5847	-14	53.1766	-1	29.2750
-39	183.4132	-26	94.6608	-13	50.7456	0	28.0170
-38	175.6740	-25	90.0326	-12	48.4294	1	26.8255
-37	167.6467	-24	85.6778	-11	46.2224	2	25.6972
-36	159.5647	-23	81.5747	-10	44.1201	3	24.6290
-35	151.5975	-22	77.7031	-9	42.1180	4	23.6176
-34	143.8624	-21	74.0442	-8	40.2121	5	22.6597
-33	136.4361	-20	70.5811	-7	38.3988	6	21.7522
-32	129.3641	-19	67.2987	-6	36.6746	7	20.8916
-31	122.6678	-18	64.1834	-5	35.0362	8	20.0749
-30	116.3519	-17	61.2233	-4	33.4802	9	19.2988
-29	110.4098	-16	58.4080	-3	32.0035	10	18.5600
-28	104.8272	-15	55.7284	-2	30.6028	11	18.4818
T(℃)	R(KΩ)	T(℃)	R(KΩ)	T(℃)	R(KΩ)	T(℃)	R(KΩ)
12	18.1489	25	10.0000	38	6.1418	51	3.9271
13	17.6316	26	9.5762	39	5.9343	52	3.7936
14	16.9917	27	9.1835	40	5.7340	53	3.6639



15	16.2797	28	8.8186	41	5.5405	54	3.5377
16	15.5350	29	8.4784	42	5.3534	55	3.4146
17	14.7867	30	8.1600	43	5.1725	56	3.2939
18	14.0551	31	7.8608	44	4.9976	57	3.1752
19	13.3536	32	7.5785	45	4.8286	58	3.0579
20	12.6900	33	7.3109	46	4.6652	59	2.9414
21	12.0684	34	7.0564	47	4.5073	60	2.8250
22	11.4900	35	6.8133	48	4.3548	61	2.7762
23	10.9539	36	6.5806	49	4.2075	62	2.7179
24	10.4582	37	6.3570	50	4.0650	63	2.6523
<b>T(°C)</b>	<b>R(KΩ)</b>	<b>T(°C)</b>	<b>R(KΩ)</b>	<b>T(°C)</b>	<b>R(KΩ)</b>	<b>T(°C)</b>	<b>R(KΩ)</b>
64	2.5817	77	1.7197	90	1.2360	103	0.8346
65	2.5076	78	1.6727	91	1.2037	104	0.8099
66	2.4319	79	1.6282	92	1.1714	105	0.7870
67	2.3557	80	1.5860	93	1.1390	106	0.7665
68	2.2803	81	1.5458	94	1.1067	107	0.7485
69	2.2065	82	1.5075	95	1.0744	108	0.7334
70	2.1350	83	1.4707	96	1.0422	109	0.7214
71	2.0661	84	1.4352	97	1.0104	110	0.7130
72	2.0004	85	1.4006	98	0.9789		
73	1.9378	86	1.3669	99	0.9481		
74	1.8785	87	1.3337	100	0.9180		
75	1.8225	88	1.3009	101	0.8889		
76	1.7696	89	1.2684				

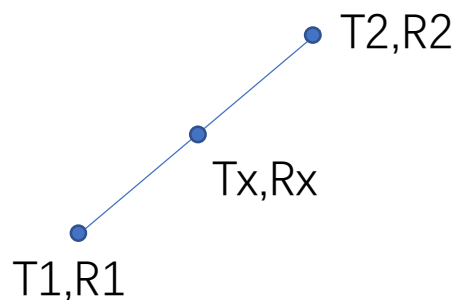


(1)  $V_i = V_{cc} * R_2 / (R_2 + R_x)$

(2) 求出 $R_x$ 后, 再查热敏电阻的温度阻值对照表。

$$V_i = V_{cc} * n / 2^{12}$$

$n$ 为A/D转换得到的数值



$$T_x = (R_x - R_1) * (T_2 - T_1) / (R_2 - R_1) + T_1$$



