



ChipON 专用水位程序

KF8S1025 使用说明

(第二版)

上海芯旺微电子有限公司

2016.02

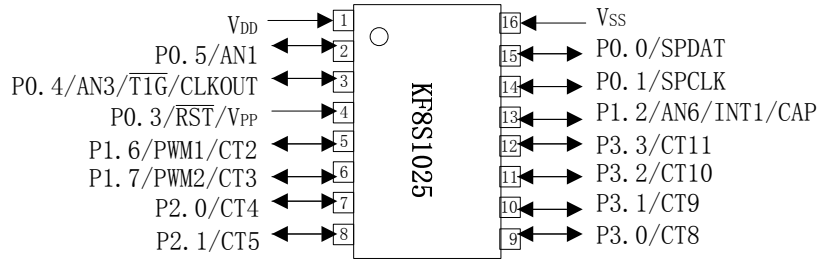
目 录

1 芯片选型说明	4
2 电容触摸模块	5
3 水位监测功能设计	6
3.1 BCD 输出模式	7
3.2 I2C 输出模式	7
4 参数调试	8
4.1 通道变化率的采集和计算	8
4.2 水位设定阀和无水释放阀的设定	12
4.3 功能配置	12
4.3.1 在线功能管理	12
4.3.2 离线功能管理	13
5 产品开发说明	15
5.1 设计规则说明	16
5.2 功能设计 DEMO 产品	17
6 电气规范	20
6.1 极限参数值	20
6.2 静态电流特性	21
6.3 外设电流特性	22
6.4 I/O 端口电平和芯片供电电压特性	23
7 直流特性图表	23
封装信息	31
ROSH 认证	31
声明及销售网络	31

产品订购信息

型号	订货号	触摸通道数	输出方式	封装
KF8S1025	KF8S1025-S16	1 -7	BCD/I2C	SOIC16

引脚示意图



芯片引脚说明

引脚名	I/O	引脚功能	引脚说明
1	P	VDD	电源
2	I/O	P0.5	带上拉和电平变化中断功能的双向输入输出端口
		AN1	ADC 输入通道 1
3	I/O	P0.4	带上拉和电平变化中断功能的双向输入输出端口
		AN3	ADC 输入通道 3
		T1G	T1 门控信号输入
		CLKOUT	系统时钟输出
4	I	P0.3	带电平变化中断的输入端口
		RST	外部复位信号输入
		VPP	编程电压输入
5	I/O	P1.6	双向输入输出端口
		PWM1	PWM 输出端 1
		CT2	电容触摸通道 2
6	I/O	P1.7	双向输入输出端口
		PWM2	PWM 输出端 2
		CT3	电容触摸通道 3
7	I/O	P2.0	双向输入输出端口
		CT4	电容触摸通道 4
8	I/O	P2.1	双向输入输出端口
		CT5	电容触摸通道 5
9	I/O	P3.0	双向输入输出端口
		CT8	电容触摸通道 8
10	I/O	P3.1	双向输入输出端口
		CT9	电容触摸通道 9
11	I/O	P3.2	双向输入输出端口
		CT10	电容触摸通道 10
12	I/O	P3.3	双向输入输出端口
		CT11	电容触摸通道 11
13	I/O	P1.2	双向输入输出端口

		AN6	AD 转换器输入通道 6
		INT1	外部中断 1 输入端
		CAP	电容触摸外接电容引脚
14	I/O	P0.1	带上拉和电平变化中断功能的双向输入输出端口
		SPCLK	在线编程时的时钟输入端
15	I/O	P0.0	带上拉和电平变化中断功能的双向输入输出端口
		SPDAT	在线编程数据输入端
16	P	Vss	地，0V 参考点

1 芯片选型说明

KF8S1025 为工业级芯片，工作电压宽、温度范围广，可以满足不同应用场所的使用，共 8 个触摸检测通道，频率 62.5-16M 可选。支持硬件看门狗和低电压检测及低电压复位模块等。

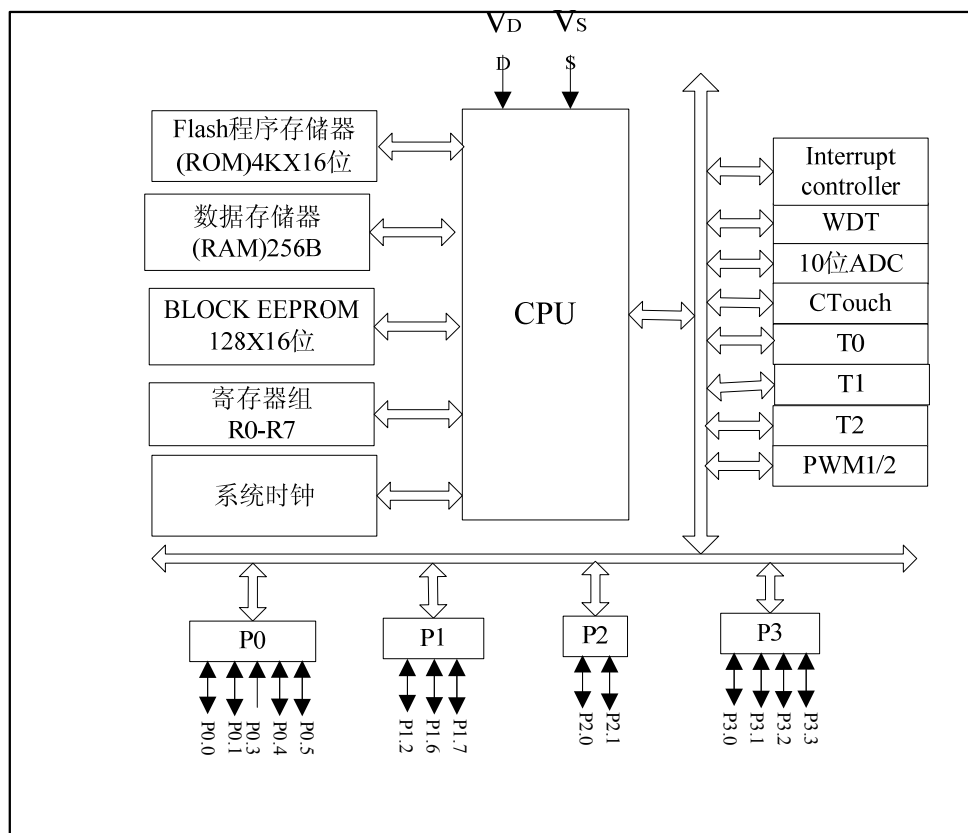
芯片内集成了 256×8 位的数据存储器 RAM、4K×16 位的程序存储器 ROM 和 128×16 位的 BLOCK EEPROM。

工作电压：2.3V~5.5V

工作温度范围：-40~85℃(工业级)

-40~125℃(扩展级)

系统框图



编程示意图

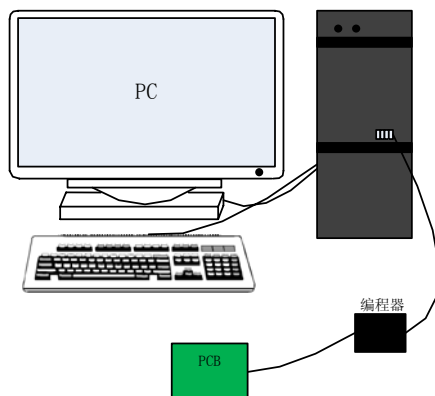


图 1.2 在线调试系统示意图

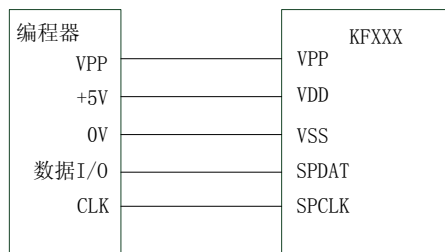


图 1.3 在线串行编程连接图

2 电容触摸模块

KF8S1025内建触摸按键功能模块，最大能连接8个按键。功能模块工作电路精简，应用时仅需外接一个Cx 电容。Cx 电容值选择1nF~10nF之间，要求使用10%或以上精度的涤纶电容、X7R 材质电容或NPO 材质贴片电容。Cx 电容可根据实际电路板材质以及触摸按键介质调节合适的灵敏度，电容值越小，灵敏度越低，电容值越大，灵敏度越高。

电容触摸的原理框图

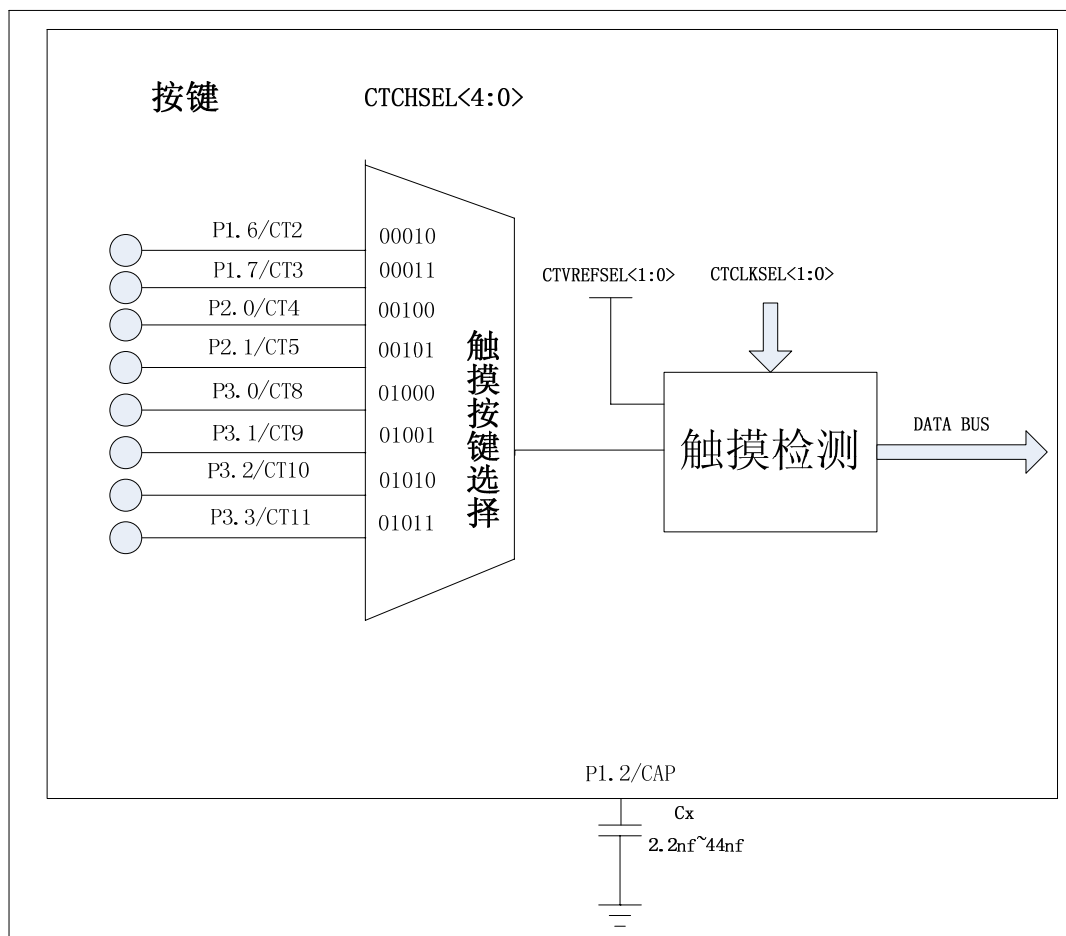


图 9.1 电容触摸原理

⊕注释：外接电容端口需设置成模拟口

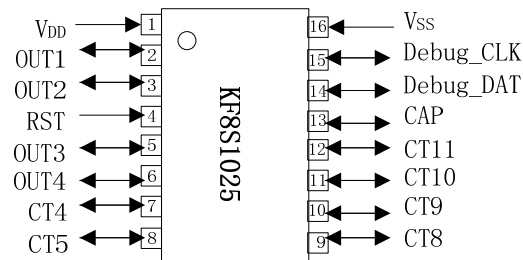
当有电容按键被触摸时，触摸传感电压更快到达阈值电压，根据到达时间快慢来判断有无触摸按键。

3 水位监测功能设计

基于 KF8S1025 的专用水位监测程序，集成了在线修改参数、调试功能；支持最多 7 个通道的水位监测支持；支持 BCD 或 I2C 输出；支持通道开启数量配置。专用库采用检测通道外加一路参考通道的模式，从而实现参考的动态更新。满足水位长期保持但环境变化的应用需求。能够去除很少量水时参考更新带来的误差。仅需要修改编译好的 hex 对应位置完成参数配置即可工作，缩短了开发周期。

该算法的优点与可靠性相对普通的按键触摸识别算法更加具有优势。如普通算法假设更多时间是无按键按下状态，可以根据时间设定动态更随环境变化；普通算法常常限定单次的按键数量；普通的算法带水开机往往不支持或支持较差。针对需要提供控制功能的产品可以使用开发板的水位检测库进行二次程序开发。

3.1 BCD 输出模式

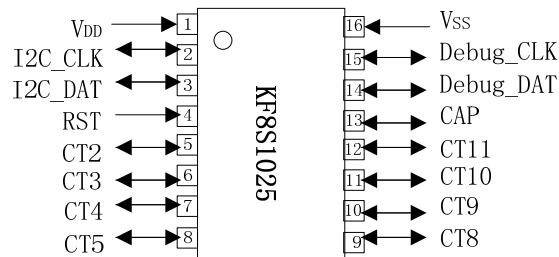


如图所示在使用 BCD 输出的模式下，支持最多 5 档水位的检测（使用 1 个通道作为参考）。共 6 个触摸通道可供产品开发设计使用，但具体使用数量可通过软件配置，并指定其中的一个作为参考通道。输出采用 OUT1~OUT4 编码，但因有效量最多 6 个通道，因此编码采用 0000 代表所有通道无水，有效值 0001~0111。水位通道的识别为从下往上的一次识别。因此如结果 0100 所指不是通道 4 被识别，而是下面 4 档水位有效。因此约定 1000 代表不满足规则的结果显示，预示着触摸水位监测功能的异常。

针对 BCD 输出，默认低电平为无效电平，即如上面描述水位高低对应结果。但也可以配置为反码形式。即 1111 代表所有通道无水。

Debug_CLK、Debug_DAT 除了调试通道阈值时用于数据传输外，也是算法库参数的修改入口。可使用我公司提供的配套软件进行调试。

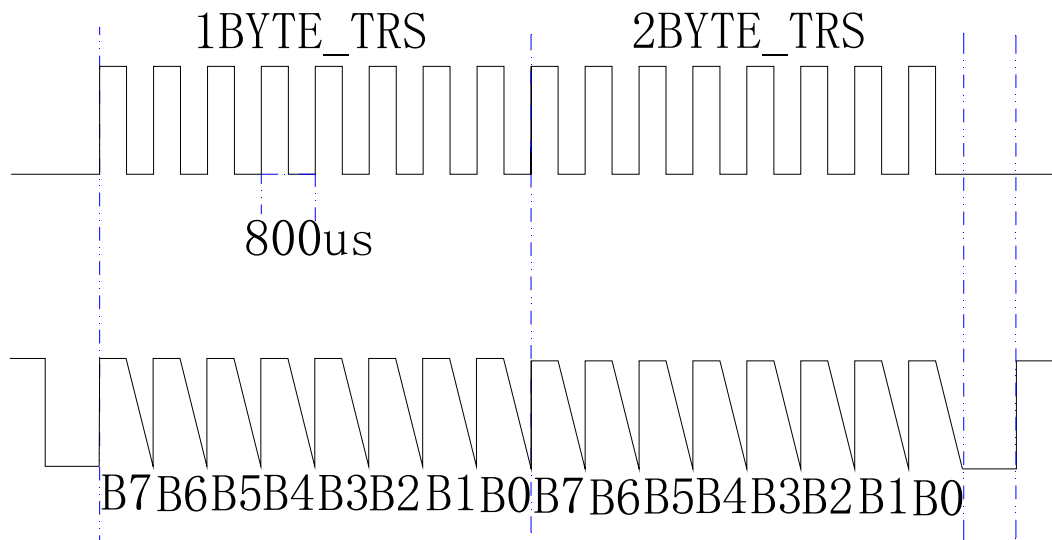
3.2 I2C 输出模式



如图所示在使用 I2C 输出的模式下，支持最多 7 档水位的检测（使用 1 个通道作为参考）。共 8 个触摸通道可供产品开发设计使用，但具体使用数量可通过软件配置，并制定其中的一路作为参考通道。

该输出模式采用定时上传识别结果的方式，因此主机可以通过协议的接收从而判断检测从机是否正常接入，输出传输优先传输高 bit。

该输出模式采用兼容一线通通讯的特点，便于系统对起始信号进行捕捉，数据传输波特率为 1250，即单个 bit 位传输时间为 800us。信号传输采用 16bit 共 2 个字节的有效信息输出。同时 I2C 模式下可以选择输出信号的高度，或着通道的按下标志，这里的标志与配置的触摸通道顺序相关，因此首个字节包含 8 个通道的识别信息，实际只效仅高 7 位，参考通道不参与判断。数据的传输采用高位有效送出模式。第二个字节为反码校验字节。传输波形如下图所示。



如图所示空闲情况下 Debug_CLK 为低电平状态，高信号开始传输，并在 16 个脉冲下完成 2BYTE 信息的传输。Debug_DAT 在空闲情况下为高电平，首次变低预示着数据传输的启动，数据送出 18bit 的数据信息，起始结尾信息为 0，类似于串口的起始和结束。

Debug_CLK、Debug_DAT 除了调试通道阈值时用于数据传输外，也是算法库参数的修改入口。可使用我公司提供的配套软件进行调试。

4 参数调试

参数调试一般需要设计满足水位高度下的通道识别，因此水位识别阀和无水释放阀为必须调试参数，其他参数为功能性配置参数。

4.1 通道变化率的采集和计算

通道变化率的采集，我们使用到一个 ChipON TSTool 上位机软件，通过此软件，用户可以直观地看到各个通道的采样值、基准线，使用之前必须处理调试相关函数的使能，debug_touch.c 提供了函数接口，其中 TOUCH_DEBUG_TRS_DEAL 负责完成曲线输出的使能，TOUCH_DEBUG_SEND_OUT 可输出 4 个 byte 数据，通过串口实现产品代码调试功能。但使用之前还要在 debug_touch.h 文件中设定调试用的 2 个 IO 端口，要求为双向口，默认使用编程接口。

下面介绍如何使用此工具软件。

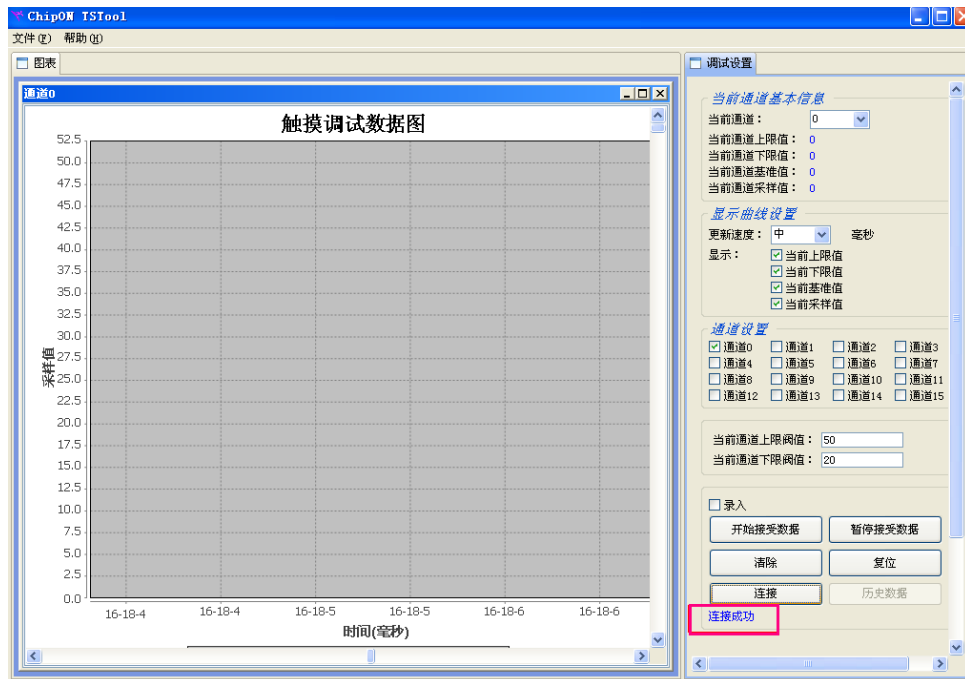
步骤 1、连接好编程器和产品板，下载触摸库程序完毕。

步骤 2、保持编程器和产品板之间的连接，打开 ChipON TSTool 上位机软件，并点击红色区

域的【连接】按钮，打开后如下：

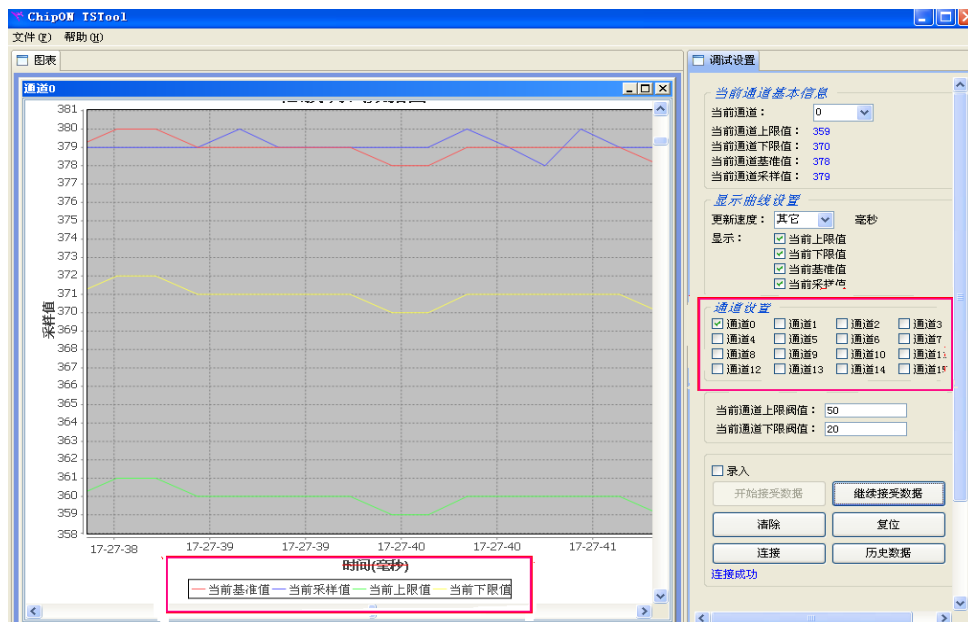


步骤 3、连接成功后如下，红色区域提示连接成功。



步骤 4、通过点击【通道设置】中相应的通道并点击【开始接受数据】按钮，在数据图区域则可以看到选定通道的采样值和基准线，选择未开通的通道软件不能正常输出曲线，会报数据接收异常，如果只开启了 CT8, CT9, 选择 8, 9 以外的通道均报异常。点击【暂停接受数据】按钮则暂停接受数据，点击【清除】按钮则清除当前数据图的数据，并根据数据自动适应坐标，将显示区分最大化。点击【复位】按钮则上位机复位，点击【复位】按钮后若要重。

新接受数据，则需回到步骤 1 重新开始操作。

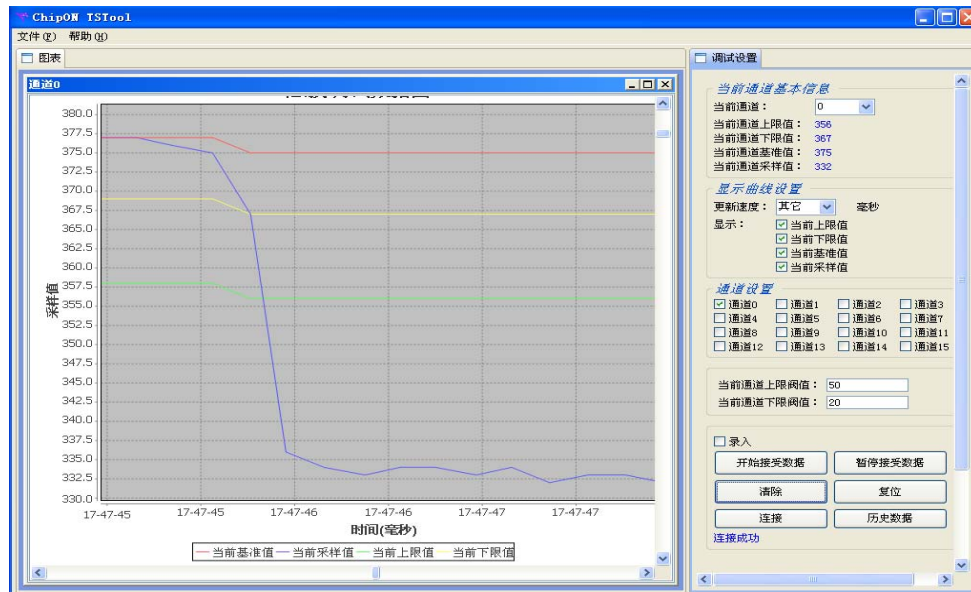


如上图是采集了通道 0 的采样值（蓝色）和基准线（红色），上位机的通道号和_KF8_TOUCH_CH_EN 数组元素是对应的，即上位机的通道 0 对应数组_KF8_TOUCH_CH_EN 元素值为 0 的通道，芯片的 CT0，上位机的通道 1 对应数组_KF8_TOUCH_CH_EN 元素值为 1 的通道，芯片的 CT1，以此类推。

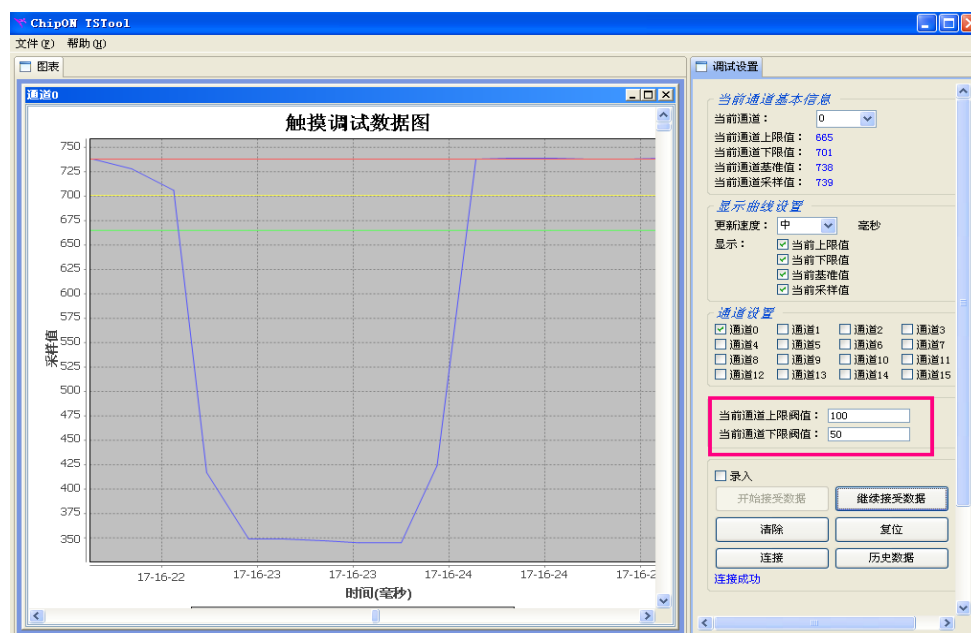
```
unsigned char _KF8_TOUCH_CH_EN [MX_CH]={
    11,      10,
    9,       8,
    5,       4,
    3,       2,
};
```

如上的_KF8_TOUCH_CH_EN 设定，上位机的通道 10 则分别对应数组_KF8_TOUCH_CH_EN 元素的 10，访问下标为 1。

步骤 5、计算通道变化率，当通道 0 按下时，从上位机上可看出采样值（蓝色）出现突然下降，按下后取采样值为 332，基准值为 375，则 $\text{变化率} = (375 - 332) / 375 = 0.114$ ，变化率中我们使用千分比进行比较，所以通道变化率为 114，通道变化率为有符号数，正数表示采样值在基准线下方（按下/触水），负数表示采样值在基准线上方。



步骤6 设置当前通道上限阈值和当前通道下限阈值，这两个值是为了方便用户可以直观地看到通道按下和释放时通道变化率的范围，用户可以根据不同产品的通道变化率来进行设定。如图：



当前通道上限值：为了比较直观的看到当通道按下时采样值与基准值之间差值的千分比的范围，我们设定了当前通道上限阈值，当采样值曲线在上限值曲线之下时，我们判定为有水。如上图，当前通道上限阈值设定为 100，我们可以看到上限值为 663（浅绿色），基准值为 737（蓝色）， $(737 - 663) / 737 = 0.1$ ，即千分之 100。

当前通道下限值：同理，为了比较直观地判别按键是否处于释放状态，我们设定了当

前通道下限阈值，当采样值曲线在下限值曲线之上时，我们判定为无水状态，如上图，当前通道下限阈值设定为 50，我们可以看到下限值为 700（黄色），基准值为 737（蓝色）， $(737-367)/375 = 0.05$ ，即接近千分之 50。

通道变化量一般不用我们自己计算，在图中填写上限阈值和下限阈值的位置，默认 20 和 50，修改对应的数据即可在基准线的基础上做减小偏移，如果填入的为负数，测向上偏移，通过修改数值使阈值线和采样线处于同一个水平，这是的填入数据即为通道千分变化量。

另外参考通道主要用来恒定环境，采样值和基准值往往存在偏离。但通过算法处理后，普通通道无水时采样值和基准值往能够同一水平。这要求出厂参数存入时的环境尽量真实化，或后续在线校正(代码实现)。

一般情况下状态识别的滤波计数时长远小于基准的更新时长，但根据系统需要可以设定基准更新比识别快，防止一个更新周期的误差引入造成结果的误识别。这个误差主要还来源于参考通道的正常范围波动，因此波动阈值的设定也很重要。

4.2 水位设定阀和无水释放阀的设定

存入对应识别的水位，查看对应通道的变化率。该变化率为阀的关键性参考。虽然水位不像触摸按键那样阈值采用最大变化量的 40%–80%，但也应该保有一定的余量，实际和产品相关，主要考虑通道电极与水的液体的接触条件。比如可能存在缝隙的产品，阈值均要适当降低。一般要求水带入变化量大于 50%，不满足时可以通过增大接触面积改善。无水释放阀要求高于 20，有水识别阀高于 30。阈值的设定应该考虑系统误差 20 以及产品个体差异 5，建议 25 的变化量误差不能造成误动作，原则上需要更多的水来识别一个通道，而不是会提前识别，要求高限检测水通道应该低于容量。

4.3 功能配置

功能的配置可以采用我公司的配套软件，修改对应位置的数据即可完成功能配置或参数调试。即仅需要我公司的编程器和配套编程软件即可，在线功能需要配套的上位机软件或者串口调试工具即可。

4.3.1 在线功能管理

在线上位机支持以下功能：

- a) **获取参考值**：单次返回 8 个通道的数据，其中与通道配置顺序有关。
- b) **设定参考值**：设定 8 个通道的数据，有效数据与通道开启量有关
- c) **获取有水识别阀**：说明同参考值
- d) **设定有水识别阀**：说明同参考值
- e) **获取无水释放阀**：说明同参考值
- f) **设定有水释放阀**：说明同参考值
- g) **获取通道配置**：采用 int 型输出 高位为 0，顺序与设定相关。
- h) **设定通道配置**：int 型 8 个通道的下发，有效数量见参数设定，首个为参考通道。

i) **获取参数设定:**通道使用量、识别次数滤波、异常保护周期数、异常保护阈值设定、基准更新周期设定、BCD\I2C 输出选择、BCD 反码选择\I2C 高度或按键信息输出选择、是否使能休眠\是否调试曲线输出使能。

j) **设定参数数据:**带以上信息的 16 字节数据下发。

k) **读取采样值:**将进入模式前的最后一次结果采用值输出。

l) **读取基准值:**将进入模式前的最后一次结果采用值输出。

m) **当前数据作为校准写入:** 将进入模式前的最后一次结果采用值做参考存入。

n) **握手识别:**仅返回握手包，无功能。

o) **退出设定:**模式退出，芯片程序继续运行，但数据会更新，曲线输出调试使能关闭。

p) **芯片复位:**原地等待看门狗复位，复位后安装配置的功能运行。

q) **刷新参数:** 将写入的值刷新，下次读取将获取设定后的结果。

需要注意的是软件功能一旦进入到在线模式，触摸工作将会被暂停，也预示着如 k 项仅能获得到进入模式前最后 1 次的触摸采样值，设定参数后的读并不能获取已设定的值，仅获取到历史值，但可以通过 q 项刷新参数后，再次读取即可读取到已写入的值。因为编程器脚也是外部复位脚，因此如果使用编程器的在线调试功能需要将编程器的第 1 脚即 MODE 不连接到目标板。因开启调试模式下的进入需要芯片不复位下的编程器功能切换，切换过程中的 MODE 状态变化会造成芯片复位，造成进入修改模式失败。

4.3.2 离线功能管理

离线管理采用我公司提供的芯片 hex 程序，使用管理软件在对应的位置修改数值即可完成参数修改或功能配置。

首先需要打开 ChipON PRO 软件，选择芯片型号 KF8S1025，然后加载 hex 程序，在 Hex File Editor 中下拉滚动条到最后，如图 4.3.2.1 所示。

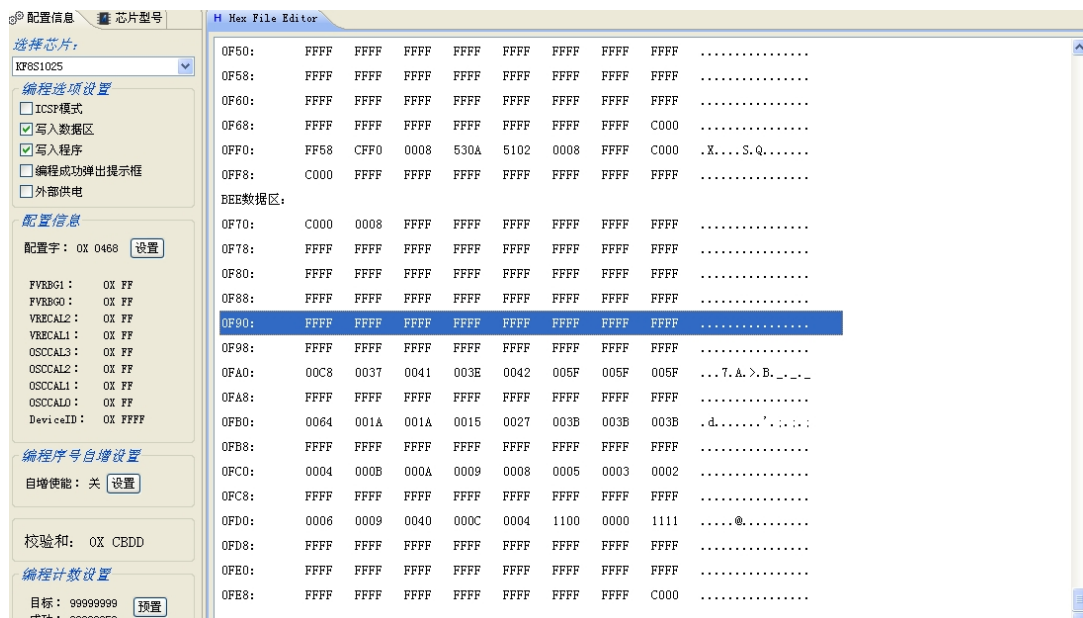


图 4.3.2.1 主界面显示参考

加载 hex 后随着 BEE 数据区的修改，显示的校验和会变动，只有固定好参数后的 hex

才可以用校验和区分，建议在 0x0FF9 地址填入特殊数值用来识别 hex 版本。BEE 区其中以 0x0F90 所在行的 8 个地址数值信息分别为最多 8 个通道的参考值，即校准值。该值在调试前默认 0xFFFF 即可，程序上电完成采样并将采样结果存入该位置。这里的顺序和 0x0FC0 中定义的通道顺序对应。如图 4.3.2.2。

0F90:	FFFF	FFFF	FFFF	FFFF	FFFF	FFFF	FFFF	FFFF
0F98:	FFFF	FFFF	FFFF	FFFF	FFFF	FFFF	FFFF	FFFF

图 4.3.2.2 参考数据所在位置

水位的识别阈值在 0x0FA0 开始的 8 个地址进行设置，水位的释放阈值在 0x0FB0 开始的 8 个地址进行设置。这里的数值均以 16 进制设置，如 100，应该写为 0064 而不是 0100，该功能下所有填写的数值均以 16 进制表示。顺序和定义的通道顺序一致。如图 4.3.2.3。

0FA0:	00C8	0037	0041	003E	0042	005F	005F	005F
0FA8:	FFFF	FFFF	FFFF	FFFF	FFFF	FFFF	FFFF	FFFF
0FB0:	0064	001A	001A	0015	0027	003B	003B	003B
0FB8:	FFFF	FFFF	FFFF	FFFF	FFFF	FFFF	FFFF	FFFF

图 4.3.2.3 水位阈值所在位置

在 0x0FC0 开始的 8 个地址中存贮通道的逻辑顺序，这里的首个地址通道指定为参考通道，其他后面通道应该按照所在位置对应水位高低按照先低后高的顺序设置。如这里指定 CT4 为参考通道，从下水位到上水位依次使用通道为 CT11、CT10、CT9、CT8、CT5、CT3、CT2。在 0x0FD0 指定使用的通道数量，如设为 6 时，CT3 和 CT2 无效，即不使用。参考通道使用说明见第 5 章设计规则说明，通道设定结果如图 4.3.2.4 所示。

0FC0:	0004	000B	000A	0009	0008	0005	0003	0002
0FC8:	FFFF	FFFF	FFFF	FFFF	FFFF	FFFF	FFFF	FFFF

图 4.3.2.4 通道设置说明

在 0x0FD0 开始的 8 个地址下的数据意义及设置说明如下说明。

0FD0:	0006	0009	0040	000C	0004	1100	0000	1111
0FD8:	FFFF	FFFF	FFFF	FFFF	FFFF	FFFF	FFFF	FFFF

通道使用数量: 0x0FD0, 6 表明使用了 6 个通道，这里包含参考通道，范围 2-8；

状态识别滤波次数: 0x0FD1, 状态识别需要满足阈值并满足该数据的计数次数更新按键的状态，即滤波功能。如 9 需要采样变化大于识别阈值并扫描 9 次后识别为有水。

异常保护次数设置: 0x0FD2 参考波动等待稳定前的不识别保护，如 0040 即保护过程扫描时期的 64 次不做功能识别。

异常保护阈值设置: 0x0FD3 概念同识别水阀、释放水阀，量化系统波动，一般不宜设置过大，否则波动的误差会叠加到普通通道，进而操场识别不可靠。

基准更新周期设置: 0x0FD4 概念同异常保护次数，作用为无保护情况下每扫描多少圈更新一次基准值，用于同步外部环境。

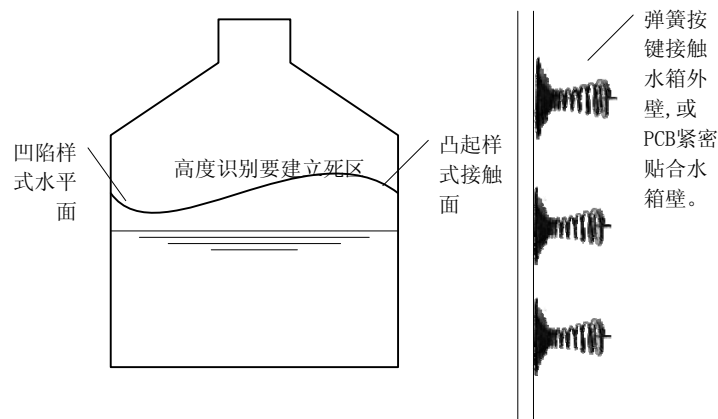
输出模式选择: 0x0FD5 应该配置为 1100 或 0011 分别对应 BCD 输出和 I2C 输出。

输出参数设置: 0x0FD6 针对 BCD 模式低字节为 00，高字节为 00 或 11，分别对应

正常输出和反码输出。如 0000 结果为正常输出。1100 为反码识别，水位高度 3 时正常输出 0011，反码输出 1100。针对 I2C 模式高字节为 00，低字节为 00 或 11，分别对应高度信息和按键信息输出。如 0000 传输数据为水位高度，结果同正常模式下的水高度。0011 传输数据为通道结果标志，其中输出通道结果标志 1 代表该通道识别，0 代表该通道未识别，即有水无水。Bit0 固定为 0，bit1-Bit7 分别对应 0x0FC1-0x0FC7 所对应的通道。

休眠与调试设置：0x0FD7 高位对应功能是否休眠省电模式，低位对应是否开启参数调试模式。高位结果 00 表示程序不休眠，连续运行。高位结果 11 表示按键扫描后程序休眠并唤醒后继续（要求配置字必须打开看门狗功能）。低位 00 表示不开启调试，低位 11 表示开启调试，如果产品对水位识别速度要求不高情况下建议打开，便于产品的维护，开启后连接编程器和上位机软件可以实时观察水位数据处理的参考和当前值，如开启休眠不开启调试下该地址数据写为 1100。

5 产品开发说明



产品设计需要确定需要的通道数，输出方式，考虑电极与水面的接触方式和电极大小。

芯片自带程序默认采用 BCD 输出，BCD 有效电平为高电平，开启 5 个通道，其中 CT4 作为参考通道，具体见 demo 板实现。识别水阀 50，释放水阀 25。通道按照先低后高的位置做逻辑化排列，这里依次为 4, 11, 10, 9, 8, 5。其中需要连续 23 次采样满足阈值才更新 1 次按键。异常保护时间保护 100 圈的扫描次数，异常保护识别阈值千分 15。无保护下每 20 圈完成依次基准线的更新。参数设置原则，除功能性配置外，识别阀、释放阀是必须调试的，识别滤波次数和次数更新根据产品对影响的及时性可进行灵活调整。识别阀一般比更新周期短，但设定识别滤波次数大于更新周期具有重要意义，即一个识别至少要跨 2 次的基准线周期，能有效滤除环境干扰。

需注意的时参考通道作用的参考值在程序的首次运行时采样，支持在线校准。一般产品上电到正常运的时间这里设置为 1S，因此建议首次上电需保持 2S 完成参考的写入。也就是说产品上电非立即监测到水位，存在延迟。该设计主要保证芯片的可靠上电工作，并建立产品运行的外部工作条件。该设计对产品的可靠性运行具有积极意义。

5.1 设计规则说明

1、触摸通道的走线应该设计的尽可能细，如 0.254mm。

2、触摸走线最好同其他线隔离，尤其信号线，应避免平行走势。

3、触摸芯片的工作电源应避免频繁波动，瞬态波动算法实现保护。

4、为了更好的实现抗干扰能力，芯片电源供应端应设低通滤波器，至少 1 级。

5、参考通道应避免通过板子和水形成分布电容。一般可采用弹簧 PAD 隔离、芯片焊接的对面参考通道附近实现敷地，隔离水带入分布电容。也可以将检测板设计到水位以上或以下不接触的结构位置。一般采用通道悬空，芯片背面铺地的方式，从而实现和水影响的隔离。

6、针对水箱存在一定高度的情况下，可以采用端口输出接口，触盘单独版通过引线接入触摸芯片所在控制板，但要求批量产品的转接线走势一致。

7、要求触摸通道上的 1k 电阻靠近芯片引脚。

8、下载完程序的首次上电是参考数据的存入阶段，因此要求下载完程序后，检测板要同产品一起按照设计完成组装，在没有水的情况下上电，上电环境要求无干扰。也可以后续采用在线手动写入或自动写入，建议产品老化后根据情况进行校准。

9、检测板芯片端滤波电容应尽可能靠近单片机，包括输入端稳压电容。

10、产品的通道参数只有整定后才最适合自身产品。板子预留或焊接下载端口或下载端点，便于调试维护和在线升级功能。

11、P12 脚的外接电容建议采用容值偏差小，温度波动范围小的电容。电容值容值范围可选择 1nF~10nF 之间，要求使用 10%或以上精度的涤纶电容、X7R 材质电容或 NP0 材质贴片电容，常规使用电容有 472 和 103 大小 2 种，测试采用值 1000-8000 之间为宜，不建议低于 800，电容应尽量最短路径接地，并做包地处理。

12、整定阈值参数使还要还要考虑如上图所示水膜在水箱壁上附着的情况，一般应该将水箱壁打湿，水膜符合左侧的凹陷平面。

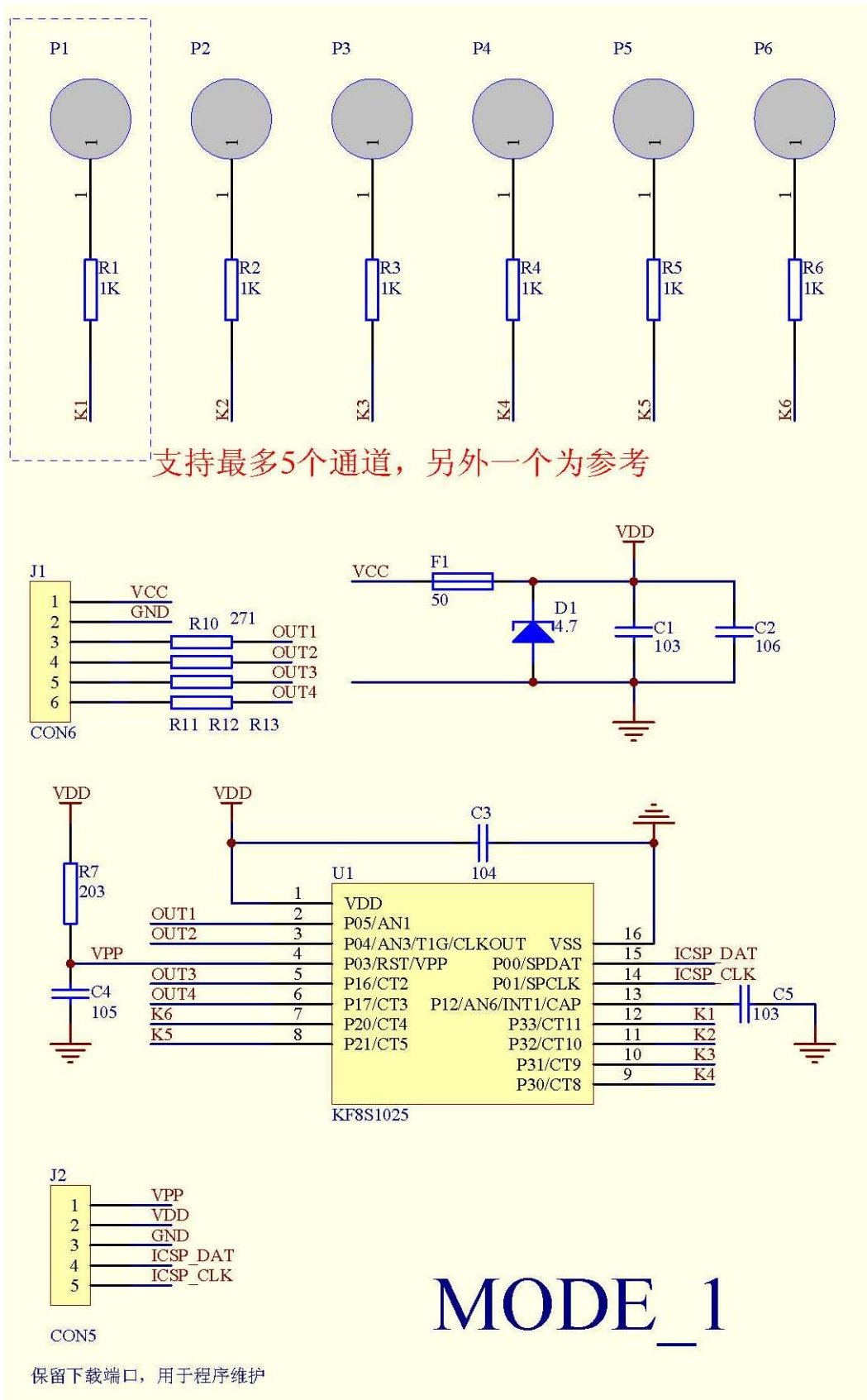
13、如果使用弹簧，建议采用接触面大的弹簧按键，如果使用 PCB 上焊盘直接紧贴水箱壁要求最好用粘着性材料使可靠接触，检测通道接触间不能有空气间隙，否则直接验证影响水带来的变化率，造成无法识别，除非变化率还很大。即仅允许很小的空气间隙，产品一致性考虑建议避免空隙。针对结构限制的只能增加触盘的接触面积，来提供变化率，对存在间隙的，应该考虑间隙下的参数整定。一般触盘大小因水位测试设计较窄，建议高度不小于 3mm，长度根据产品实际尽量加宽。建议接触面积不小于 90mm²，实际衡量看水能带来的变量率，越大越好，建议不低于 50，阈值的设置需要充分的考虑死区，并去除算法外的误差量。如采样数据时，数据自身在小范围波动。保存点的值即带有少量的误差。产品运行期间约定参考通道的变化量（环境变化）应满足： $\text{计数值}/64*Y$ 运算结果不溢出，其中 Y 为通道的千分变化率。如计数值为 10000 时，环境变化率支持到千分 419。

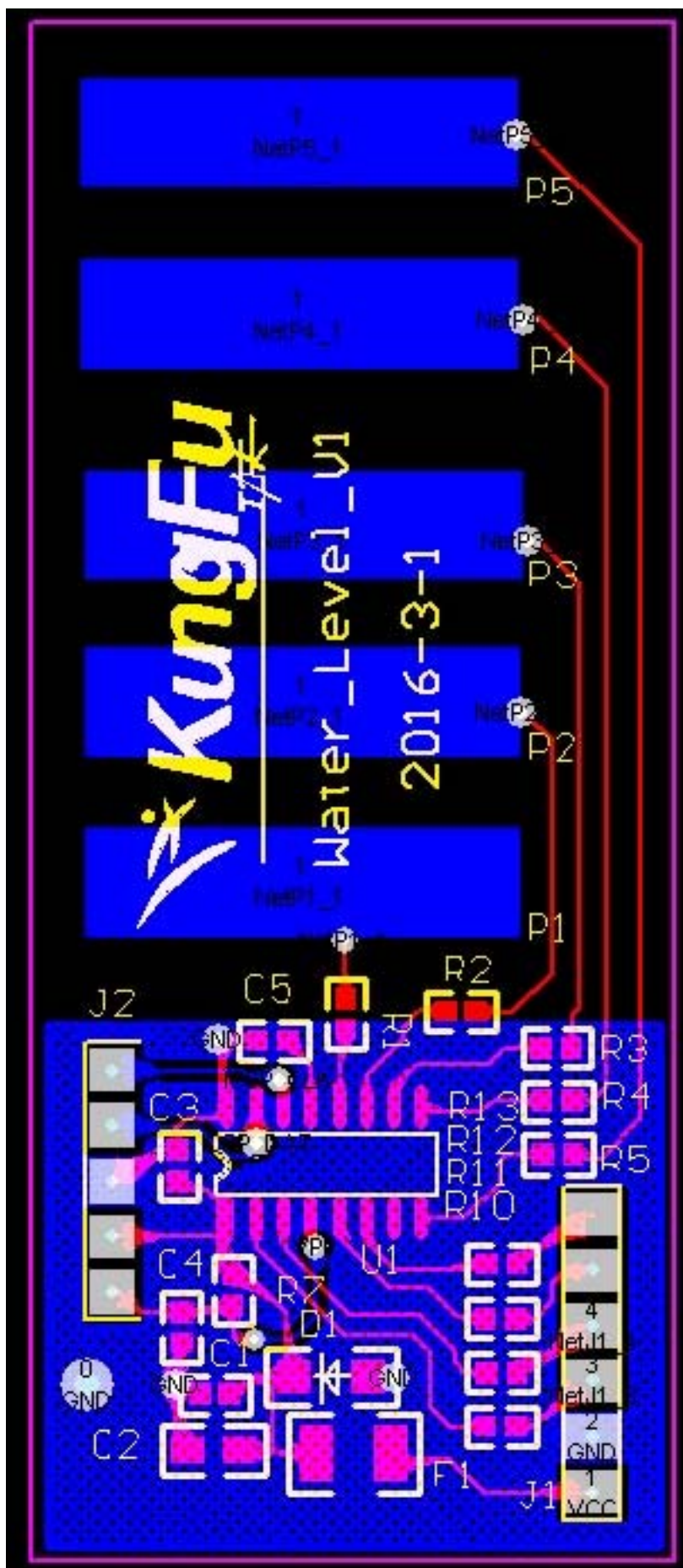
14、要检测的液体应该单一，主要原因在于电容触摸考虑的是电介常数，相对电容量。液体不确定下容值变化波动不一定适合整定过的参数，无法保证产品的可靠运行。

15、如果监测芯片板和监测水通道 PAD 不在一块板上，应将走线统一形式(包括线材、走势、固定方式)，只有这样才能保持产品的不同个体不同通道的分布电容特性一致，从而整定的参数可产品量产化。也就是要求芯片保存基准的时刻为产品的最终形式，要求检测板

首次上电在最终产品形式上上电，或采用在线校准存入正确的校准内容。

5.2 功能设计 DEMO 产品





如图所示下的 demo 采用 5 个通道识别水位，采用触盘直接贴到水箱壁上，提供电源输入和结果输出合一的接口，实测功能正常。设计采用 2 个接口，其中 1 个赋值电源接入和水通道检测结果输出。另一通道负责调试、校准等功能，电压提供 5V，尺寸大小 30*70.5mm。

误差说明：误差来源主要在于取样时各通道数据的自身波动和运行过程的比例对应关系差异。经测试通道参考与实际的误差可能到达千分 15 的变化率。针对产品设计应该考虑千分 20 的误差，按键有效变化值应明显大于该值，该误差主要造成识别水位的高低存在差异。针对有水和无水的识别可靠性高，而 20 的变化率仅需要少量高度水即可带入，因此精度相对较高。

功耗说明：不采用休眠模式下的整个 demo 板电流接近 2.40mA，采用休眠使能的运行情况下，整个 demo 板电流接近 1.30mA。

应用数据：采用 4mm 厚度亚克力材料搭建水箱，电极 5mm*20mm 大小，通道从下到上依此变化量如下。要求数据必须大于 700，建议 1000-7000（数值太小千分变化率计算结果跳跃，数值太大时间存在较多消耗，主要为采样时间），不能大于 10000。

不同水位的采样值取样

下-上	正常采用	下边沿采样	中心采样	上边沿采样	高水位时
CT11	1011	987	956	932	931
CT10	931	899	875	859	851
CT9	828	795	779	764	756
CT8	787	749	732	721	715
CT5	795	739	716	707	700
参考 CT4	1324-1330				
注：采样值仅以人眼角度下的水位达到，存在误差，但误差不超过 1mm，PAD 大小 5mm*20mm。					

不同水位的相对变化率

下-上	正常采用	下边沿采样	中心采样	上边沿采样	高水位时
CT11	-	24	55	80	81
CT10	-	35	61	79	87
CT9	-	40	60	79	89
CT8	-	49	71	85	93
CT5	-	72	101	113	122
参考 CT4	-	-	-	-	-
注：变化量采用分母为 1024，因为算法效率问题，采用近似计算。					

参考的整定阈值

下-上	计算释放阀	计算识别阀	采用释放阀	采用识别阀
CT11	31.75	67.5	31	68
CT10	41.5	70	41	70
CT9	45	69.5	45	70
CT8	54.5	78	54	78
CT5	79.25	107	79	107
参考 CT4			200	400

注: 阈值取样采用中心偏离, 但释放采样下沿加中心差值的 0.25 倍, 识别采用中心加上沿差值的 0.5 倍。具体可根据实际需要调整, 满足识别和释放的死区需求。参考通道不参与标志运算, 但数组特性要求必须占有数组的第一元素。

由数据表明, 在上面的检测通道自身变化量会较大, 因为虽然未接触到检测 PAD, 但连接走线会多带入变化量 (如果芯片在上面, 下面通道的走线较长, 变化量相对较大)。数据测试时采用增加刻度线, 添加水位, 但视觉上高度仍存在一定的误差。为了无水的可靠识别, 综合观察给予参考误差千分 20 的考虑, 但 20 的误差不影响检查水位结果的识别。检查识别高度非绝对, 存在一定的误差, 但一般不超过 2mm。针对下限水位, 建议电极在水箱底部往上 3mm, 从有水到无水的过程能够保留小量水, 防止特殊应用的无水工作, 一般来说根据实际需要设定识别和释放阀, 从而灵活使用有水和无水识别的死区。

6 电气规范

6.1 极限参数值

极限参数值		
序号	参数说明	参数范围
1	偏置电压下的环境温度	-40℃~125℃
2	储存温度	-60℃~150℃
3	VDD 相对于VSS 的电压	5.5V
4	VPP 相对于Vss 的电压	12.5V
5	其它引脚相对于VSS 的电压	5.5V
6	VSS 引脚的最大输出电流	85mA
7	VDD 引脚的最大输入电流	85mA
8	任一I/O 引脚的最大输出灌电流	15mA
9	任一I/O 引脚的最大输出拉电流	15mA
10	I/O口 的最大灌电流	80mA
11	I/O口 的最大拉电流	80mA

备注: 如果器件的工作条件超过“最大值”, 可能会对器件造成永久性损坏。上述值仅为运行条件极大值, 建议不要使器件在该规范规定的范围以外运行。器件长时间工作在最大值条件下, 其稳定性会受到影响。

6.2 静态电流特性

表6.1芯片静态电流（I_{DD}）特性

测试条件: 25°C						
序号	测试条件		最小值	典型值	最大值	单位
	振荡频率	VDD (V)				
1	FOSC=16MHz	2.5	—	923	—	uA
		3.0	—	1219	—	
		4.0	—	1950	—	
		5.0	—	2802	—	
2	FOSC =8MHz	2.5	—	679	—	
		3.0	—	919	—	
		4.0	—	1528	—	
		5.0	—	2261	—	
3	FOSC =4MHz	2.5	—	499	—	
		3.0	—	690	—	
		4.0	—	1195	—	
		5.0	—	1808	—	
4	FOSC =2MHz	2.5	—	404	—	
		3.0	—	576	—	
		4.0	—	1012	—	
		5.0	—	1607	—	
5	FOSC =1MHz	2.5	—	359	—	
		3.0	—	516	—	
		4.0	—	945	—	
		5.0	—	1487	—	
6	FOSC =500KHz	2.5	—	336	—	
		3.0	—	486	—	
		4.0	—	899	—	
		5.0	—	1417	—	
7	FOSC =250KHz	2.5	—	324	—	
		3.0	—	471	—	
		4.0	—	875	—	
		5.0	—	1388	—	
8	FOSC =62.5KHz	2.5	—	315	—	
		3.0	—	459	—	
		4.0	—	857	—	
		5.0	—	1357	—	

- 注 1: 在正常的工作模式下, I_{DD} 测量的条件为: 所有I/O 引脚均设置为输出低, RST = V_{SS}, 禁止WDT, 关闭时钟输出。
- 2: 供电电流主要随工作电压和频率而变化。其它因素, 如I/O 引脚负载和开关速率、内部代码执行模式和温度也会影响电流消耗。

6.3 外设电流特性

表6.2芯片外设电流特性

测试条件：25°C							
序号	测试参数	测试条件		最小值	典型值	最大值	单位
			VDD (V)				
1	休眠电流(IPD)	WDT、BOR、比较器等 外设被禁止	2.5	—	0.1	—	μA
			3.0	—	0.3	—	
			4.0	—	0.6	—	
			5.0	—	1.0	—	
2	WDT 电流 (IWDT)		2.5	—	1.12	—	
			3.0	—	2.3	—	
			4.0	—	6.4	—	
			5.0	—	12.56	—	
3	欠电压复位电 流 (ILVR)		2.5	—	12.48	—	
			3.0	—	15.7	—	
			4.0	—	22.12	—	
			5.0	—	28.66	—	
4	比较器电流 (ICMP)	都使能单个比较器	2.5	—	13.04	—	
			3.0	—	16.94	—	
			4.0	—	25.12	—	
			5.0	—	33.4	—	
5	弱上拉电流 (IPUR)	单个 IO 口	2.5	—	64.96	—	
			3.0	—	103.74	—	
			4.0	—	198.42	—	
			5.0	—	312.9	—	

- 注 1: 外设电流是基本IDD 或IPD 电流以及相应外设使能时消耗的额外电流的总和。外设电流可以从此电流中减去基本IDD 或IPD 电流得出。
- 2: 休眠电流与振荡器类型无关。掉电电流是在器件休眠时，所有I/O 引脚设置为输出低，RST = Vss；禁止WDT，关闭时钟输出时测得的。
- 3: 外设电流还可能受到温度的影响。

6.4 I/O 端口电平和芯片供电电压特性

表 6.3 芯片 IO 端口电平特性

工作温度 $-40^{\circ}\text{C} \leq T_A \leq +85^{\circ}\text{C}$ (工业级)						
符号	参数说明	测试条件	最小值	典型值	最大值	单位
V _{IL}	输入低电平 I/O引脚 采用TTL缓冲器	$4.5\text{V} \leq \text{VDD} \leq 5.5\text{V}$	V _{SS}	—	0.7	V
		$2.5\text{V} \leq \text{VDD} \leq 4.5\text{V}$	V _{SS}	—	0.15VDD	V
	采用施密特缓冲触发器	$2.5\text{V} \leq \text{VDD} \leq 5.5\text{V}$	V _{SS}	—	0.2VDD	V
V _{IH}	输入高电平 I/O端口 采用TTL缓冲器		VDD - 0.7	—	VDD	V
	采用施密特缓冲触发器		0.6VDD	—	VDD	V

表 6.4 芯片供电电压特性

工作温度 $-40^{\circ}\text{C} \leq T_A \leq +85^{\circ}\text{C}$ (工业级)						
符号	参数说明	测试条件	最小值	典型值	最大值	单位
VDD	电源电压	FOSC $\leq 4\text{ MHz}$:	2.5	—	5.5	V
		FOSC $\leq 8\text{ MHz}$	2.5	—	5.5	V
		FOSC $\leq 16\text{ MHz}$	4.0	—	5.5	V
VLVR	VDD 起始电压确保能够产生欠压复位信号		—	2.0	—	V
VPOR	VDD 起始电压确保能够产生内部上电复位信号		—	2.3	—	V

7 直流特性图表

备注：某些图表中的数据超出了规定的工作范围（即超出了规定的VDD 范围），这些图表

仅供参考，器件只有在规定的范围下工作才可以确保正常运行。

图7-1: 不同VDD 时典型IDD — FOSC 关系曲线图

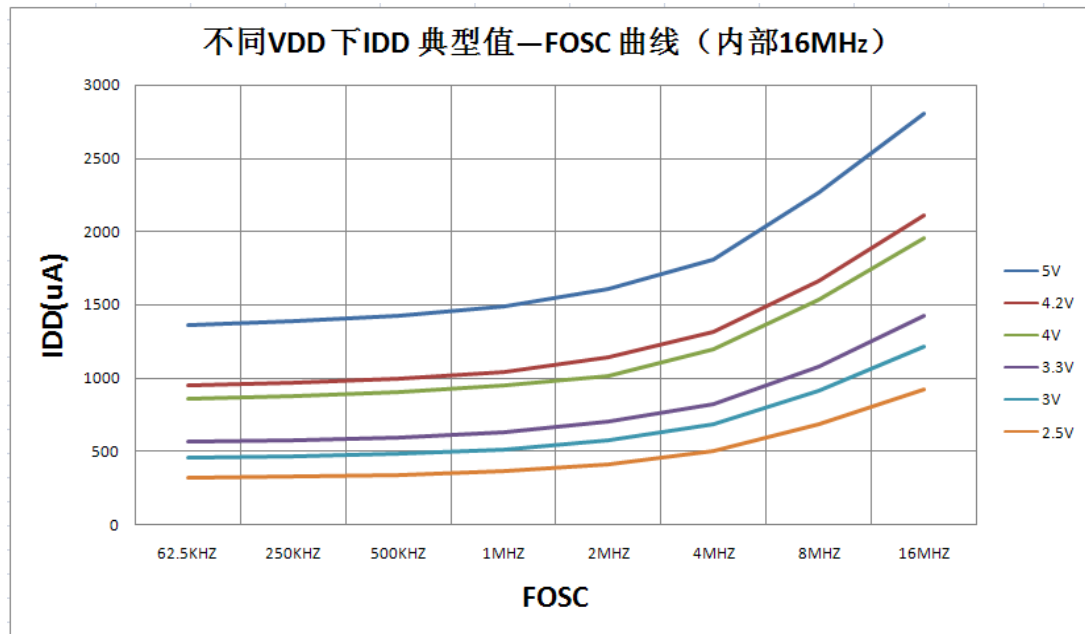


图7-2: 不同VDD 时典型IPD — VDD 关系曲线图

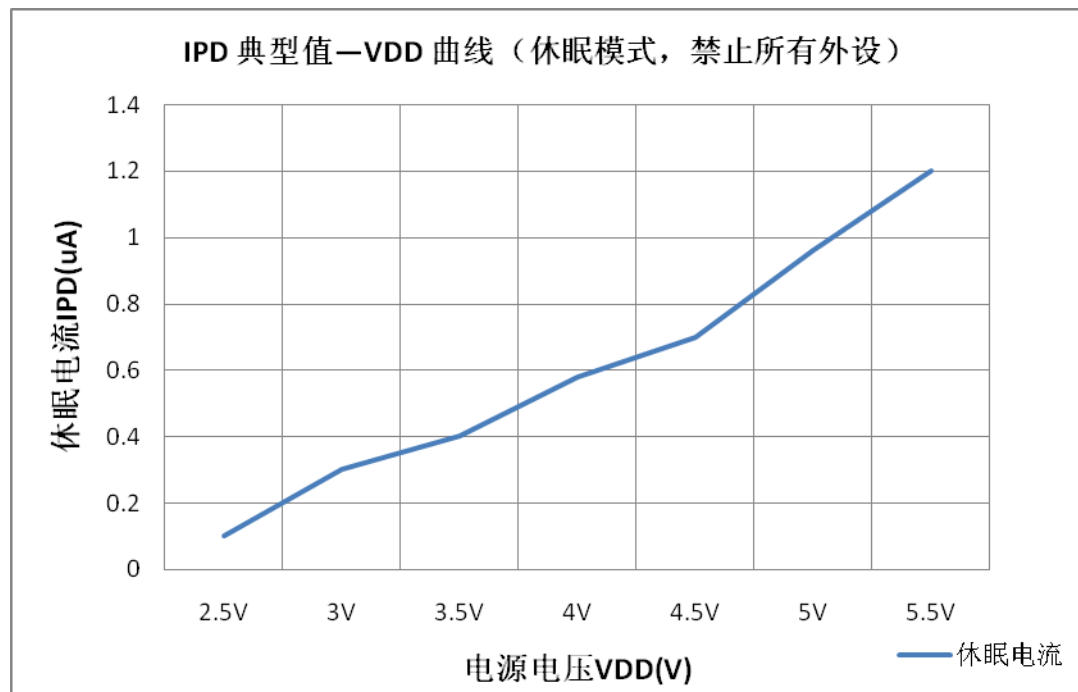


图7-3: 弱上拉电流 I_{PUR} — V_{DD} 关系曲线图

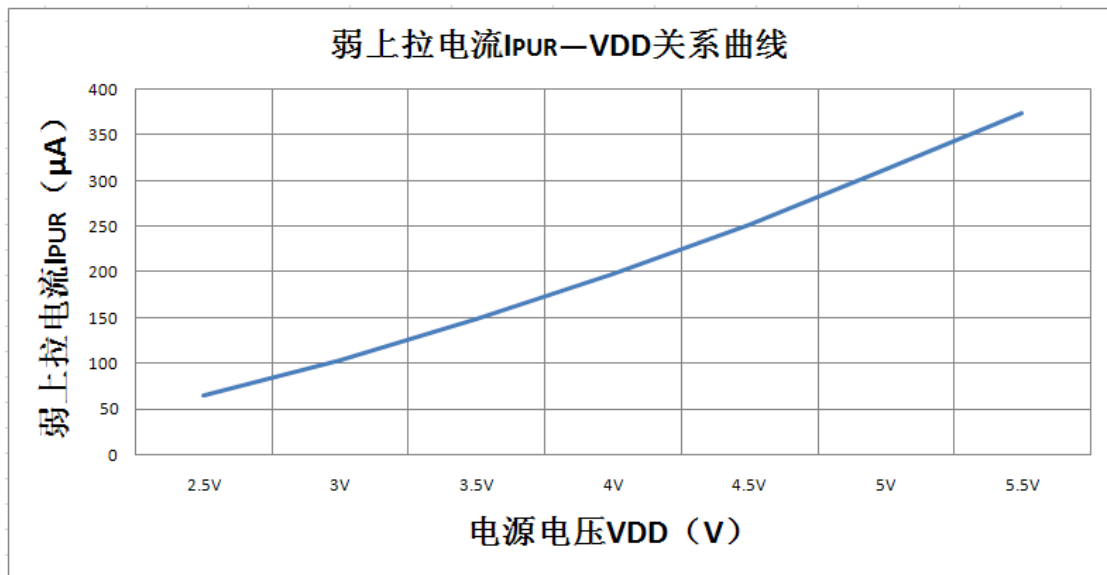
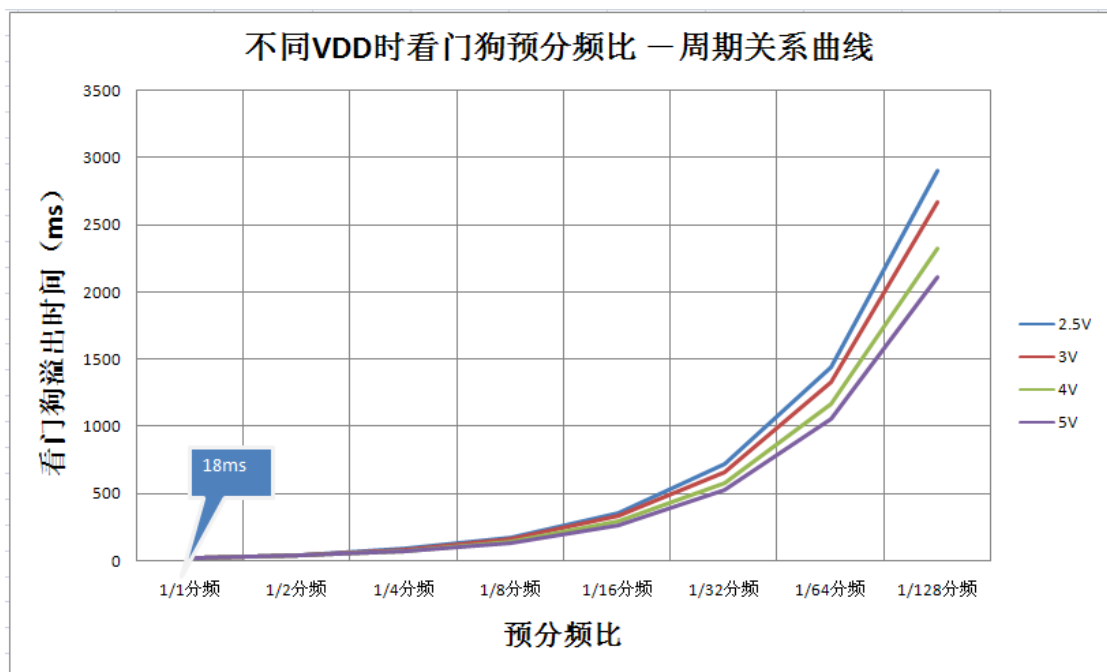


图7-4: 不同 V_{DD} 时看门狗预分频比 — 周期关系曲线图



备注: 1/1 分频时看门狗周期为 18ms。

图7-5: 看门狗电流 — VDD关系曲线图

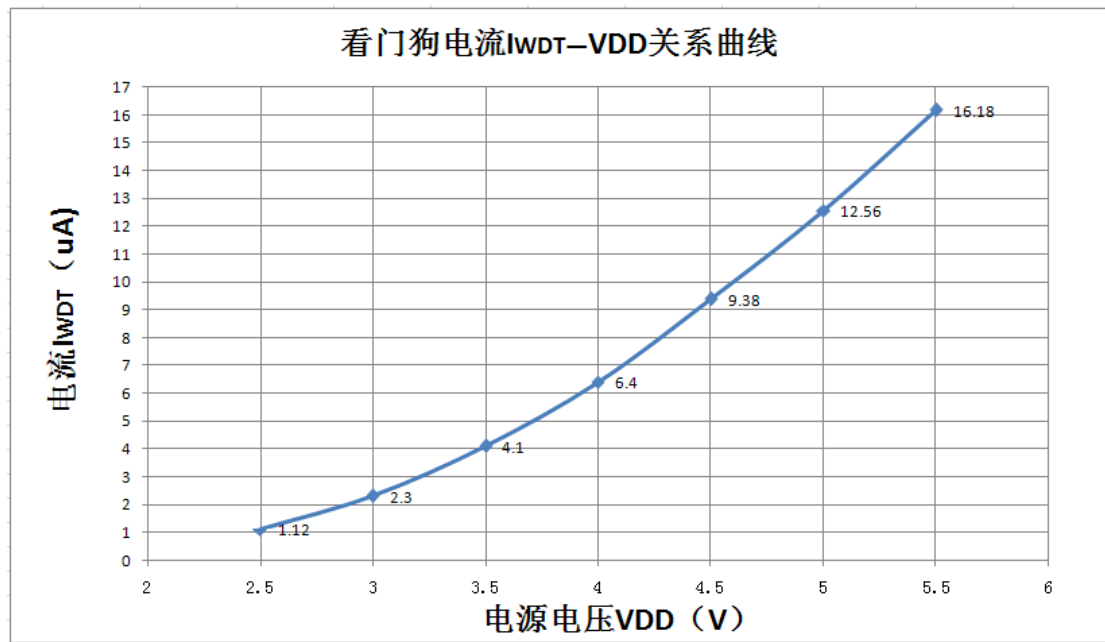


图7-6: 比较器电流 — VDD关系曲线图（使能一路比较器）

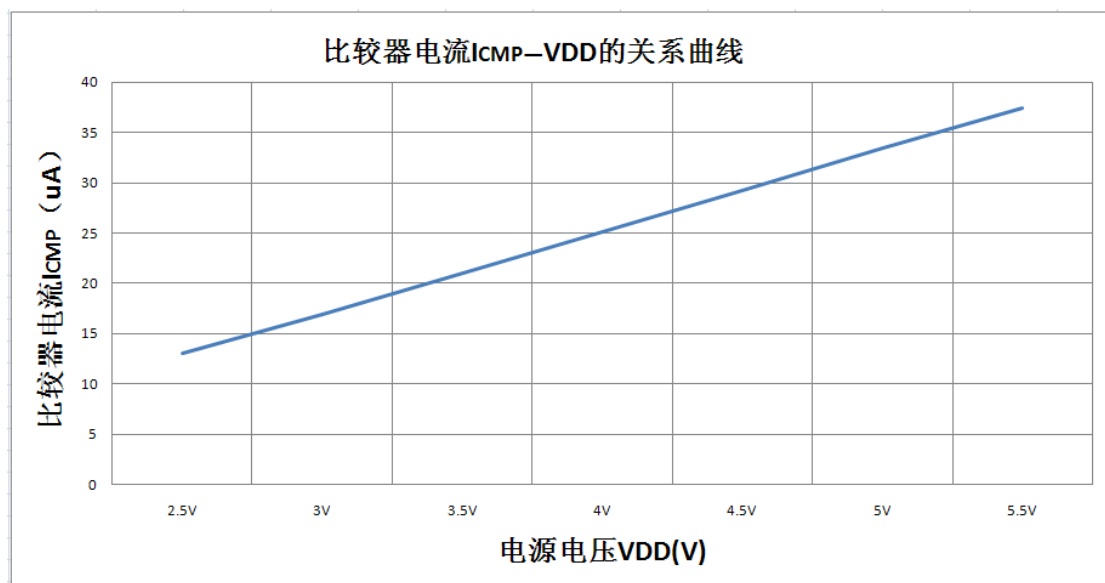


图 7-7: 欠压复位电流 I_{LVR} — V_{DD} 关系曲线图

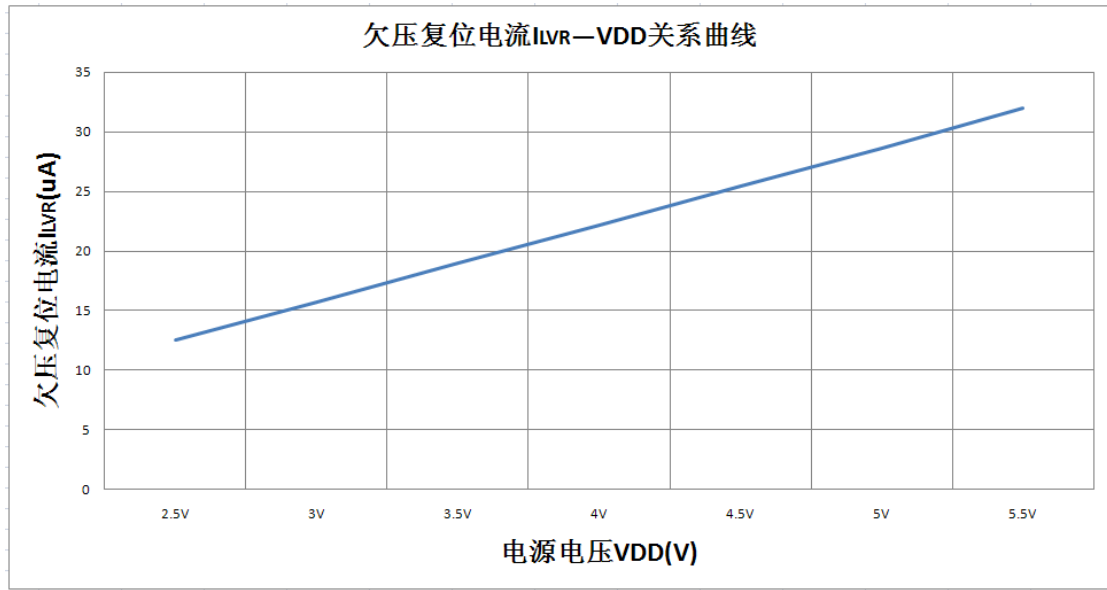


图7-8: 不同温度时 V_{OH} — I_{OH} 关系曲线图 ($V_{DD} = 5.0V$)

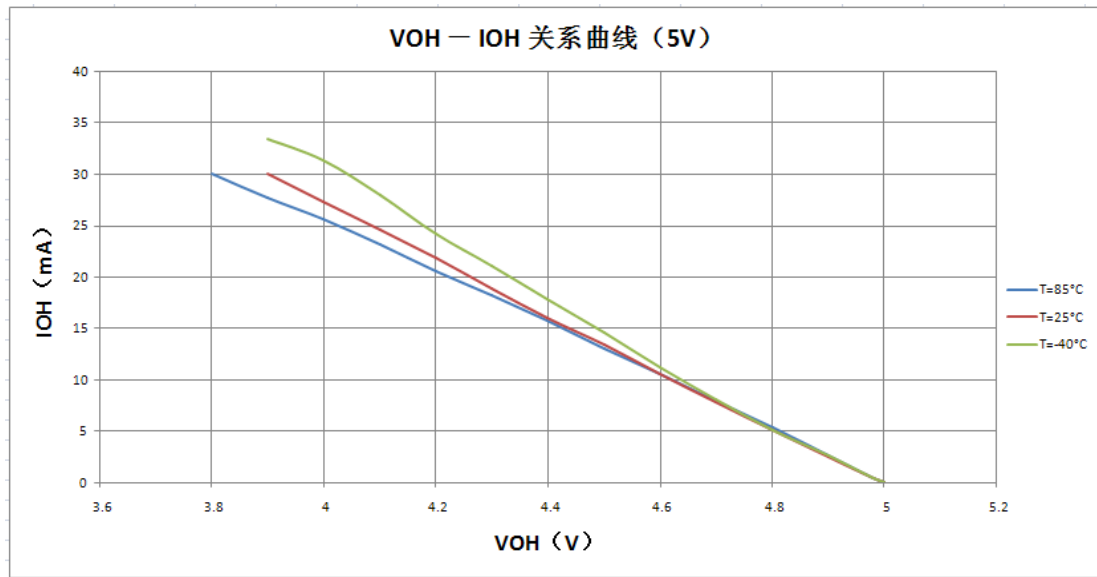


图7-9: 不同温度时 V_{OH} — I_{OH} 关系曲线图 ($V_{DD} = 3.0V$)

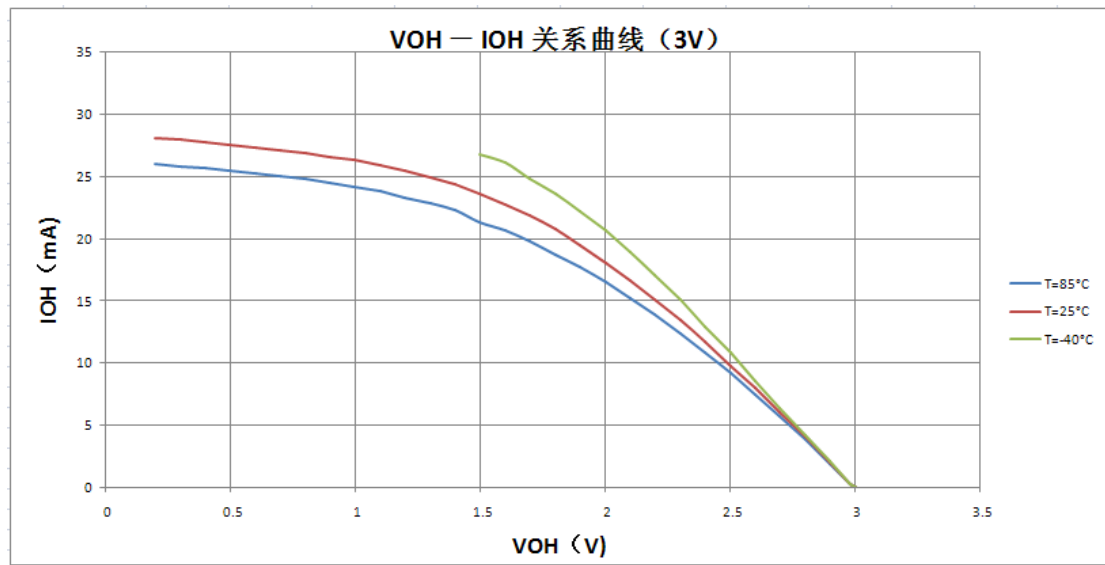


图7-10: 不同温度时 V_{OH} — I_{OL} 关系曲线图 ($V_{DD} = 5.0V$)

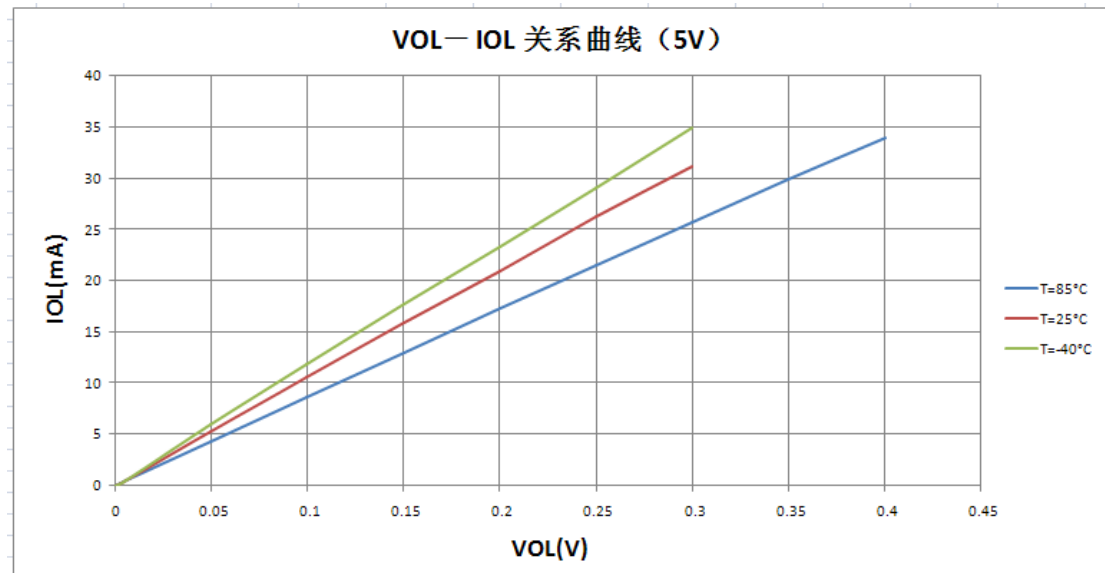


图7-11: 不同温度时 V_{OH} — I_{OL} 关系曲线图 ($V_{DD} = 3.0V$)

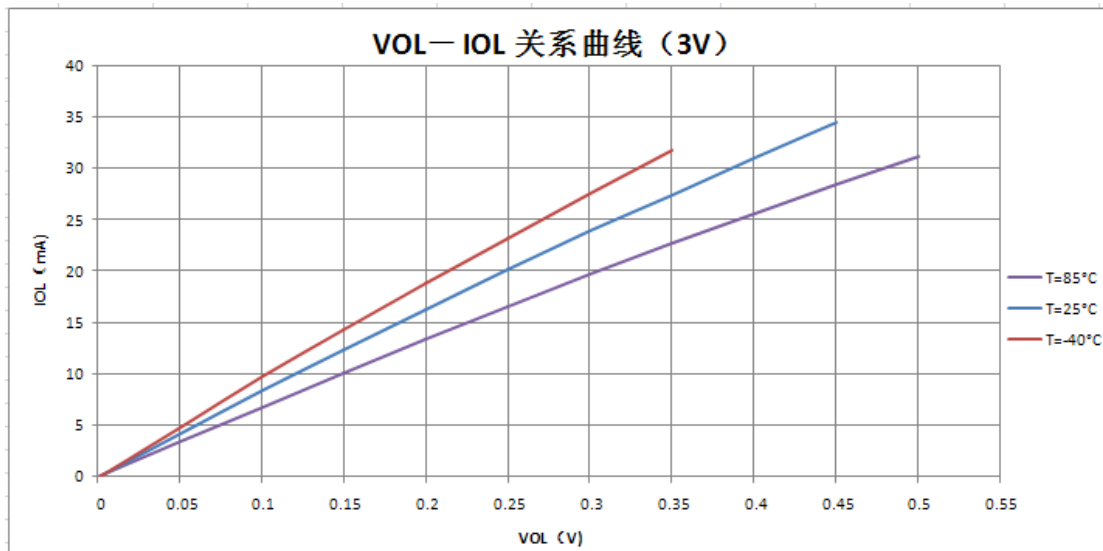


图7-12: 上拉功能打开时端口电压 V_{OP} — 电流 I_{OP} 关系曲线图 ($V_{DD} = 5.0V$)

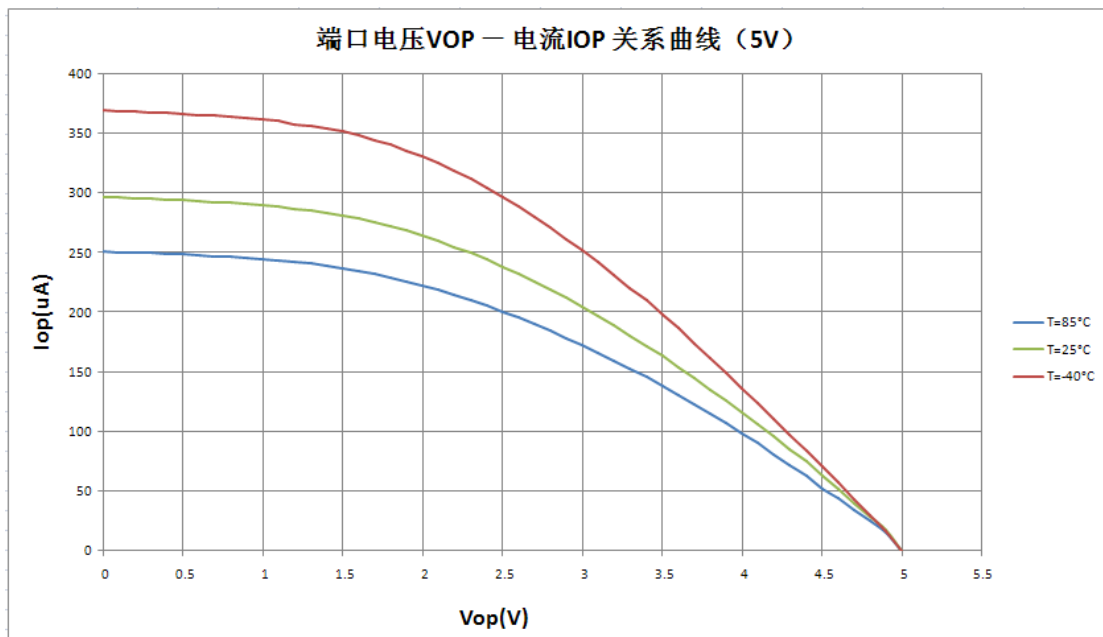
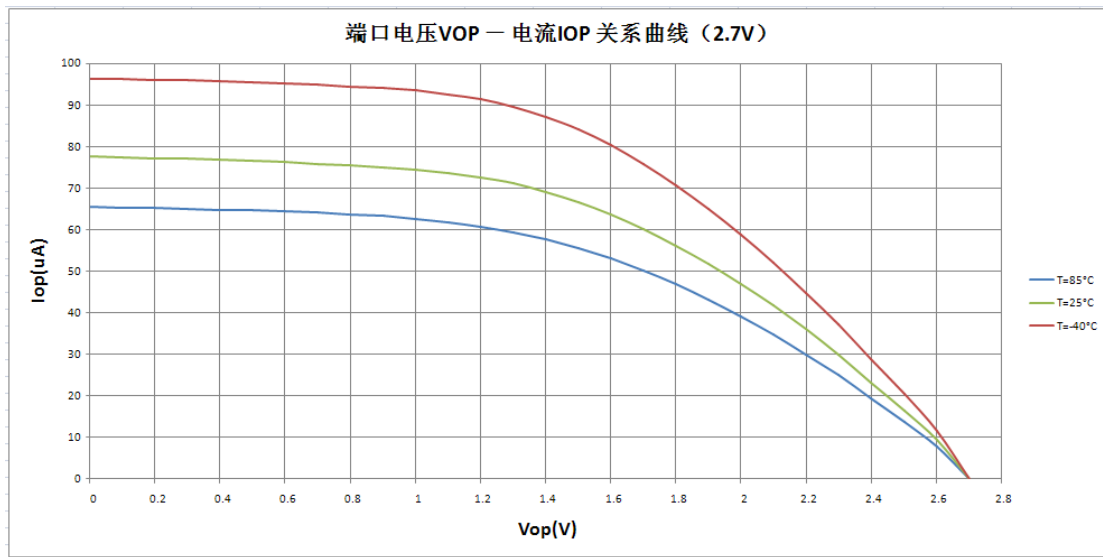
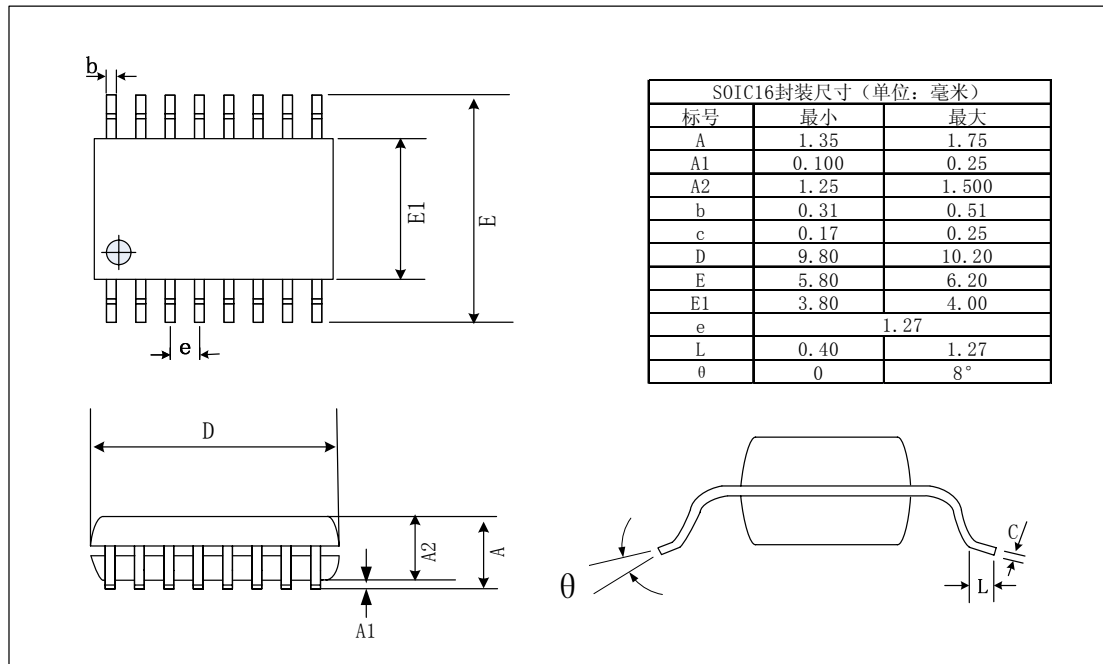


图7-13: 上拉功能打开时端口电压 V_{OP} — 电流 I_{OP} 关系曲线图 ($V_{DD} = 2.7V$)



封装信息

16 引脚 SOIC 封装



ROSH 认证

本产品已通过 ROSE 检测。

声明及销售网络

销售及服务网点

上海 TEL:021-50275927

地址 上海浦东张江科苑路 201 号