

电容传感评估板

Minyuan Capacitive Sensing Kit

用户使用手册

(V2.4)

©敏源传感科技有限公司

202308

目 录

1. 产品概述	1
2. 主板构成	1
3. 使用指南	1
3.1 供电电源	1
3.2 固件选择	2
3.3 评估板上电启动界面	2
3.4 安装串口助手	3
3.5 串口交互命令	3
4. 测试环境搭建及液位检测实验	5
4.1 LSP测试环境搭建	5
4.2 LDM测试环境搭建	6
4.3 LLS测试环境搭建	7
4.4 MDC04测试环境搭建	9
4.5 MHT04/MHT04S测试环境搭建	11
附： MCSK命令详解	13
LSP专用项	13
LDM专用项	14
MDC04专用项	16
LLS专用项	20
MHT04专用项	20

1. 产品概述

电容传感评估板 MCSK(Minyuan Capacitive Sensing Kit)提供了一个电容传感的测试开发平台，通过 I2C或数字单总线接口，可接入敏源传感高精度数字电容传感芯片 MDC04、MDC02、MC12T、MC11S等芯片，以及MDC04PCB、单端液位模组LSP、差分液位模组LDM、液位开关LLS、温湿度模组MHT04、MHT04S等模组，在 OLED 显示电容测量数据，或通过电脑 串口工具显示并长期记录数据，也可以通过人机交互指令对电容芯片/模组进行编程配置。

2. 主板构成

MCSK 主板构成如下图所示：

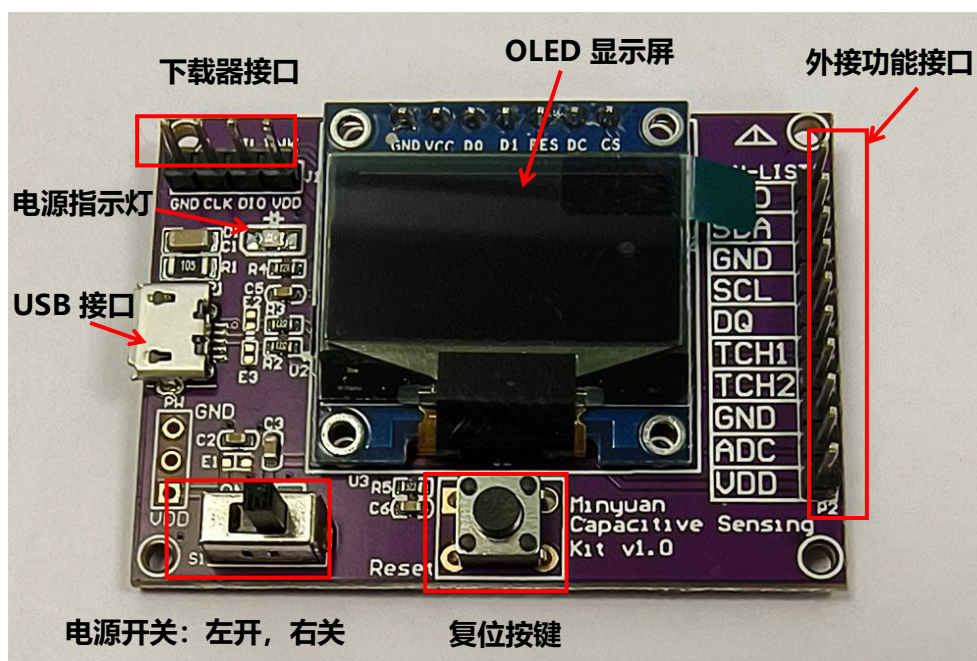


图2. MCSK主板构成

3. 使用指南

MCSK可以直观显示敏源传感电容型芯片及模组测量出的数据。用户还可以通过评估板的USB接口连接PC端串口工具（比如：sscom）进行命令交互和数据打印。

3.1供电电源

MCSK可采用USB供电方式，或通过下载器供电，供电电压为 5V。

3.2 固件选择

MCSK内置ARM内核的MCU，出厂前会配置固件，若有特殊需求，也可以通过下载接口升级固件。

3.3 评估板上电启动界面

上电默认模组类型选择LSP，若暂时未接或接入了其他传感器，显示屏将显示 “Please select a model!”，串口不打印数据；若接了LSP则显示屏显示通道1/2的频率与电容，串口打印模组信息。

注意：1、搭配使用不同的传感器，复位或者断电后，不会继续测量，会回到初始默认画面。

2、使用其他传感器接好线后，需要在串口工具，鼠标单击数据界面，点击“Esc”键退出循环显示模式，进入命令接受模式。输入\$T，后加选择模组类型。

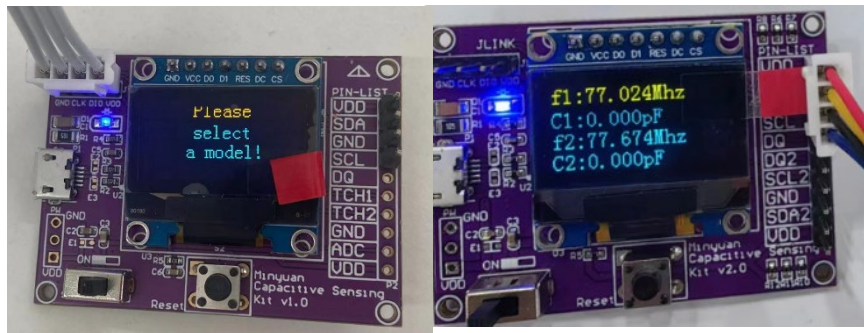


图3.3-1. MCSK显示信息

串口打印如下信息：

FA= 79.601 Mhz	CA= 0.022 pF	FB= 77.024 Mhz	CB= 0.306 pF	vbe= 630.7 mV	ID: 2
FA= 79.601 Mhz	CA= 0.022 pF	FB= 77.024 Mhz	CB= 0.306 pF	vbe= 631.5 mV	ID: 2
FA= 79.601 Mhz	CA= 0.022 pF	FB= 77.024 Mhz	CB= 0.306 pF	vbe= 628.7 mV	ID: 2
FA= 79.597 Mhz	CA= 0.019 pF	FB= 77.024 Mhz	CB= 0.306 pF	vbe= 630.4 mV	ID: 2
FA= 79.597 Mhz	CA= 0.019 pF	FB= 77.024 Mhz	CB= 0.306 pF	vbe= 629.3 mV	ID: 2
FA= 79.601 Mhz	CA= 0.022 pF	FB= 77.024 Mhz	CB= 0.306 pF	vbe= 623.2 mV	ID: 2
FA= 79.601 Mhz	CA= 0.022 pF	FB= 77.024 Mhz	CB= 0.306 pF	vbe= 623.5 mV	ID: 2
FA= 79.601 Mhz	CA= 0.022 pF	FB= 77.024 Mhz	CB= 0.306 pF	vbe= 623.2 mV	ID: 2
FA= 79.601 Mhz	CA= 0.022 nF	FB= 77.024 Mhz	CB= 0.306 nF	vbe= 623.3 mV	ID: 2

图3.3-2. 串口打印信息

3.4安装串口助手

评估板 USB 串口输出可配合常用的串口工具，如 sscom5.13 串口调试工具（下载网址为：<http://www.daxia.com/download/sscom.rar>）。

在端口号下拉菜单选择电脑识别出的 MCSK 对应的串口 COM 端口号，波特率 115200bps，数据位 8，停止位 1，奇偶校验无，流控无，如下左图所示。“发送” - “终端仿真设置” 中设置为“按键立即发送该键值”，如下右图所示。



连接成功后，串口助手会显示评估板是否搜索到电容测试芯片。

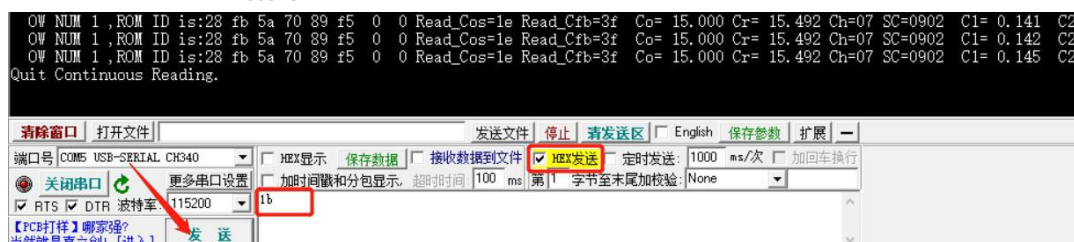
3.5串口交互命令

在评估板搜索到电容芯片状态下，如图4所示，**注意光标要在数据界面**，单击“Esc”键退出循环显示模式，进入命令接受模式。



图3.5-1. 串口工具进入命令交互模式

注：某些电脑键盘的 Esc 键对应的值不是 0x1B，所以存在 Esc 键不能退出循环的现象，可以如下图所示直接发送 0x1B 来进行退出循环搜索模式。



在串口助手命令提示符 ">" 后输入 "\$?" 回车，可列出帮助命令清单。

```
>$?  
  
***** LSP&LLS&LDM&MDC04&MHT04&MHT04S *****  
***** Mysentech 2023/06 ***  
  
通用指令:  
$T [SensorName] [CR]: 选择模组类型为SensorName:LSP/LLS/LDM/MDC04/MHT04/MHT04S  
$M [CR]: 测量温度/频率/电容/比值  
$R [ADDR] [LEN] [CR]: 从地址为ADDR(Hex)开始读取LEN个寄存器数值  
$W [ADDR] [DATA] [CR]: 将DATA写入地址ADDR(Hex) 注: 不可随意修改  
$? [CR]: 提示  
  
LSP&LLS指令:  
$C [CR]: 获取LSP配置  
  
LDM指令:  
$I [Strength] [CR]: 将LDM驱动电流修改为Strength档  
  
MDC04指令:  
$S [CR]: MDC04 保存配置&回读  
$O [DATA] [CR]: 设置MDC04中心值为DATA  
$F [DATA] [CR]: 设置MDC04量程为: 中心值±DATA  
$B [DATA] [CR]: 设置MDC04激励频率: 1/2/3/4  
$H [CH] [CR]: 设置MDC04开启[CH]个电容通道  
$G [DATA] [CR]: 修改MDC04数据重复性: L/M/H
```

图3.5-2. 帮助菜单

具体交互命令中，“\$”为开始标志，“\$”后字符为命令，“[]”内为命令参数，“[CR]”表示回车。各命令详情请见附后文档：《MCSK 命令详解》。

4. 测试环境搭建及液位检测实验

4.1 LSP测试环境搭建

单端液位模组 LSP (Liquid-level-Single-ended-Pro) 利用单端对地式电容测量原理, 通过电容传感芯片测量介电常数的变化, 模组数字信号输出电容值, 转换成液位高度等, 可测量连续液位或分段液位、含水率、接近等介质传感, 广泛应用于水位、油液液位、料位, 含水率等检测及接近传感。模组含微处理器件, 内嵌电容与物理量转换计算、报警检测算法、温度补偿、信息存储、校准支持等, 可以定制 I2C、1-wire 等数字协议, LSP 提供 2 个电极及 I2C 接口。

MCSK与LSP连接方式如图所示，连接时请注意线序：红线VDD、黄线SDA、绿线SCL、黑线GND。

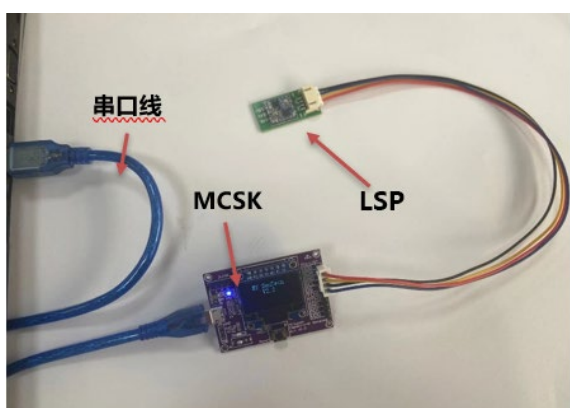


图4.1-1. MCSK与LSP连接示意图

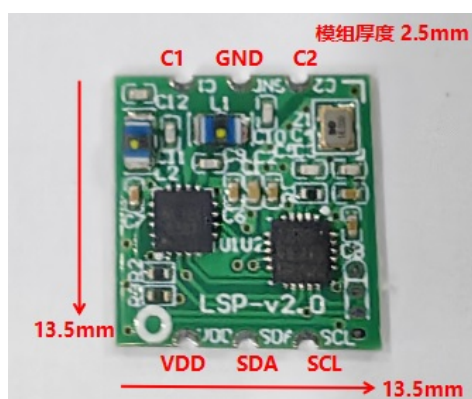
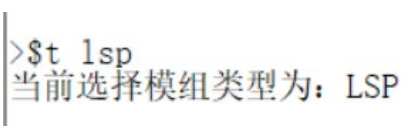


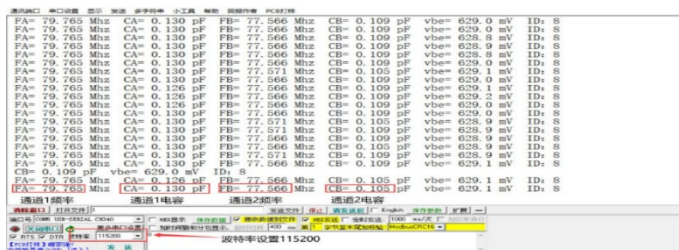
图4.1-2 LSP

LSP需在串口助手查看数据，在评估板搜索到电容芯片状态下，**注意光标要在数据界面**，单击“Esc”键退出循环显示模式，进入命令接收模式。

1. 输入\$T\$ LSP选择读取的模组为LSP。



2. 输入\$M 开始连续测量，串口显示如下：



3. 具体交互命令中，“\$”为开始标志，“\$”后字符为命令，“[]”内为命令参数，“[CR]”表示回车。各命令详情请见附后文档：《MCSK 命令详解》。

- 4.

4.2 LDM测试环境搭建

差分液位模组 LDM (Liquid-level-Differential-Mini) 利用差分式电容测量原理，通过电容传感芯片测量介电常数的变化，模组数字信号输出电容值，转换成液位高度等，可测量连续液位或分段液位等介质传感，广泛应用于水位、油液液位、料位、接近等检测。模组含微处理器件，内嵌电容与物理量转换计算、报警检测算法、温度补偿、信息存储、校准支持等，可以定制 I2C、1-wire 等数字协议。

LDM 穿透性强，可穿透 1-10mm 非金属容器，有效克服容器壁较厚、或测量有空气间隔、液体介质粘稠度高等问题，准确测量到电容变化；尺寸小，以最小单元原理设计电路，邮票板方式，方便客户集成到产品电路中；可通过调整外围电路实现测量不同的电容范围。

MCSK 与 LDM 连接方式如下图所示，连接时需注意线序：

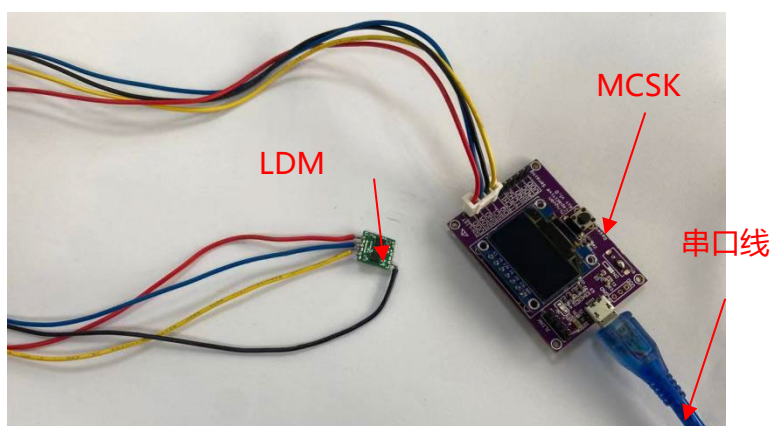


图4.2-1.MCSK与LDM连接示意图

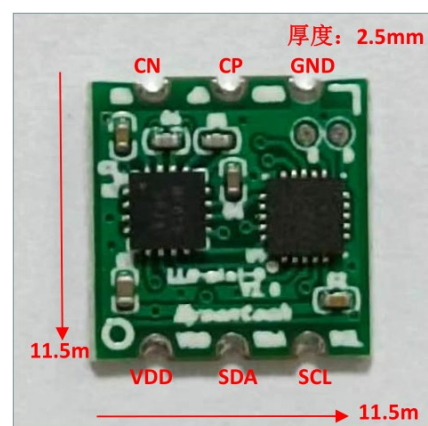


图4.2-2.LDM

LDM需在串口助手查看数据，在评估板搜索到电容芯片状态下，**注意光标要在数据界面**，单击“Esc”键退出循环显示模式，进入命令接收模式。

1. 输入\$T LDM选择读取的模组为LDM
2. 输入\$M 开始连续测量，串口显示如下：

```
>$T LDM
当前选择模组类型为：LDM

>$T LDM
当前选择模组类型为：LDM

>$M
CA= 0.000 pF R = 0.987 F1 = 7.123 Mhz F2 = 7.216 Mhz VBE 0.605 V
CA= 0.000 pF R = 0.987 F1 = 7.132 Mhz F2 = 7.221 Mhz VBE 0.602 V
CA= 0.000 pF R = 0.987 F1 = 7.132 Mhz F2 = 7.224 Mhz VBE 0.604 V
CA= 0.000 pF R = 0.987 F1 = 7.133 Mhz F2 = 7.224 Mhz VBE 0.604 V
CA= 0.000 pF R = 0.987 F1 = 7.135 Mhz F2 = 7.227 Mhz VBE 0.603 V
CA= 0.000 pF R = 0.987 F1 = 7.135 Mhz F2 = 7.225 Mhz VBE 0.604 V
CA= 0.000 pF R = 0.987 F1 = 7.136 Mhz F2 = 7.228 Mhz VBE 0.602 V
CA= 0.000 pF R = 0.987 F1 = 7.137 Mhz F2 = 7.229 Mhz VBE 0.605 V
```

通道电容值 频率F1和F2比值 测量频率 参比频率

3. 具体交互命令中，“\$”为开始标志，“\$”后字符为命令，“[]”内为命令参数，“[CR]”表示回车。各命令详情请见附后文档：《MCSK 命令详解》

4.3 LLS测试环境搭建

电容液位开关传感器 LLS (Liquid-level Switch) 是通过电容型高频电路测量介电常数的变化，传感器感应到高介电常数输出低电平，反之则输出高电平。传感器内置温度补偿，模组穿透性强，可以有效克服容器壁较厚、或测量有空气间隔、液体介质粘稠度高等问题。

MCSK 与 LLS 连接方式如下图所示,连接时需注意线序，红线VDD,蓝线SDA，黑线GND。当LLS 放置在容器底部，其正上方未检测到液体时，报警状态为 1。

注意：与其他不同，LLS需要先输好\$tLLS 以及\$m后，再插上LLS，才会打印对应信息；

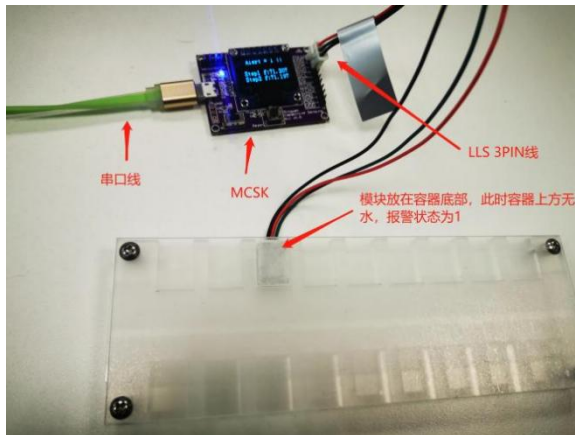


图4.3-1. MCSK与LLS连接示意图



图4.3-2 LLS

当 LLS 正上方对应位置放置水箱，传感器检测到有水，报警状态清零。

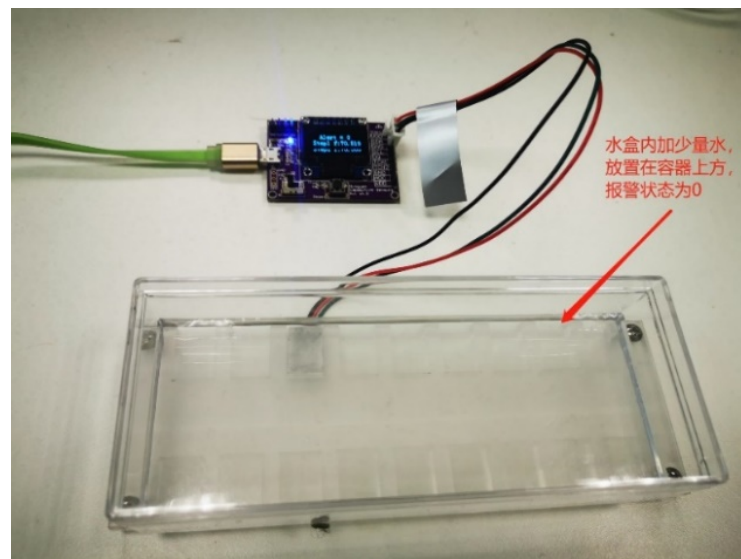


图4.3-3. LLS检测到有水状态

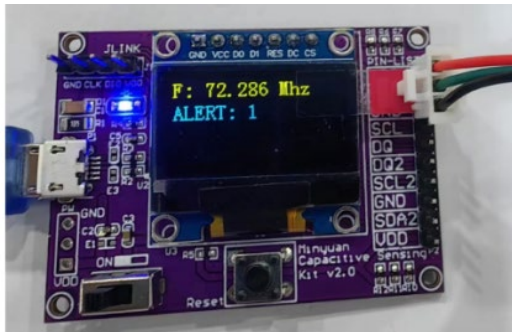
LLS在串口助手查看数据，在评估板搜索到电容芯片状态下，**注意光标要在数据界面**，单击“Esc”退出循环显示模式，进入命令接收模式。

1. 输入\$tLLS选择读取LLS

2. 输入\$M 开始连续测量，串口显示如下:

```
>$t11s
当前选择模组类型为: LLS
>$m
Please plug LLS
Please plug LLS
Please plug LLS
Please plug LLS
Please plug LLS
Please plug LLS
Please plug LLS
VBE: 0.0 mV F: 0.000 Mhz F_Calib: 0.000 Mhz SF: 0 SF_AVG: 0 ALERT: 0
VBE: 0.0 mV F: 72.359 Mhz F_Calib: 72.355 Mhz SF: 0 SF_AVG: 0 ALERT: 1
VBE: 592.5 mV F: 72.354 Mhz F_Calib: 72.297 Mhz SF: 36 SF_AVG: 3 ALERT: 1
VBE: 591.7 mV F: 72.324 Mhz F_Calib: 72.261 Mhz SF: 85 SF_AVG: 11 ALERT: 1
VBE: 591.0 mV F: 72.405 Mhz F_Calib: 72.336 Mhz SF: 0 SF_AVG: 9 ALERT: 1
VBE: 590.2 mV F: 72.372 Mhz F_Calib: 72.297 Mhz SF: 36 SF_AVG: 11 ALERT: 1
VBE: 591.9 mV F: 72.354 Mhz F_Calib: 72.292 Mhz SF: 43 SF_AVG: 14 ALERT: 1
VBE: 590.1 mV F: 72.359 Mhz F_Calib: 72.284 Mhz SF: 54 SF_AVG: 18 ALERT: 1
```

显示屏显示如下:



3. 具体交互命令中，“\$”为开始标志，“\$”后字符为命令，“[]”内为命令参数，“[CR]”表示回车。各命令详情请见附后文档：《MCSK 命令详解》。

4.4 MDC04测试环境搭建

MDC04 基于高集成度的数字模拟混合信号电路设计，可用于水箱连续液位、插入式电容油液液位、水浸传感、食品/土壤水分含量、冰霜检测、位移传感等应用场景,用户可依据实际被测物质成分、量程、安装特点来定制电容电极结构，以达到最好的检测效果。

MDC04有四路测量通道，支持I²C/单总线接口，用 MDC04 小基板 MDC04PCB 进行电容测试环境搭建时，将测试电极连接 MDC04PCB，待测电容两极与芯片CxOUT、CxIN端直接相连（x=1/2/3/4），同时，MDC04PCB 四芯线和 MCSK 上外接功能接口（VDD、SDA、GND、SCL）对应连接即可。

注意事项：

- 1.目前版本固件支持同时对一颗电容型芯片进行写操作，对多颗电容型芯片进行读操作；
- 2.每次更换测试 IC 需按下 S2 复位开关；
- 3.MDC04PCB 管脚定义如图12所示，Mode 接 “+” 为单总线通信（通信引脚VDD-SDA-GND），接 “-” 为 IIC 通信（通信引脚 VDD-SDA-GND-SCL）。

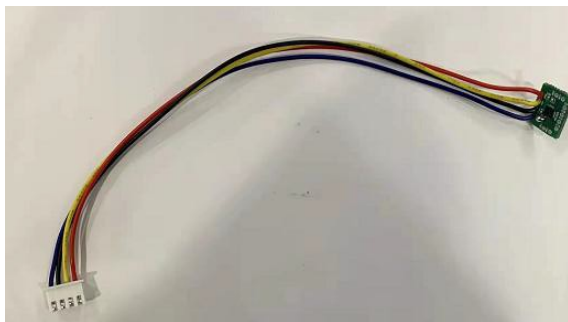


图4.4-1. 外连四芯线缆的 MDC04PCB

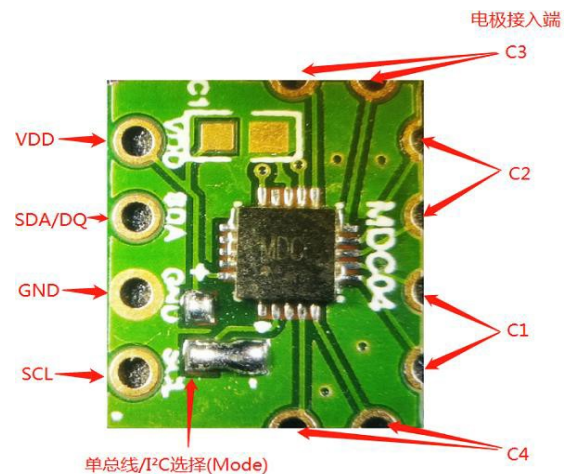


图4.4-2. MDC04PCB

示例：MDC04PCB 和 MCSK 连接进行液位检测实验装置搭建时如图：

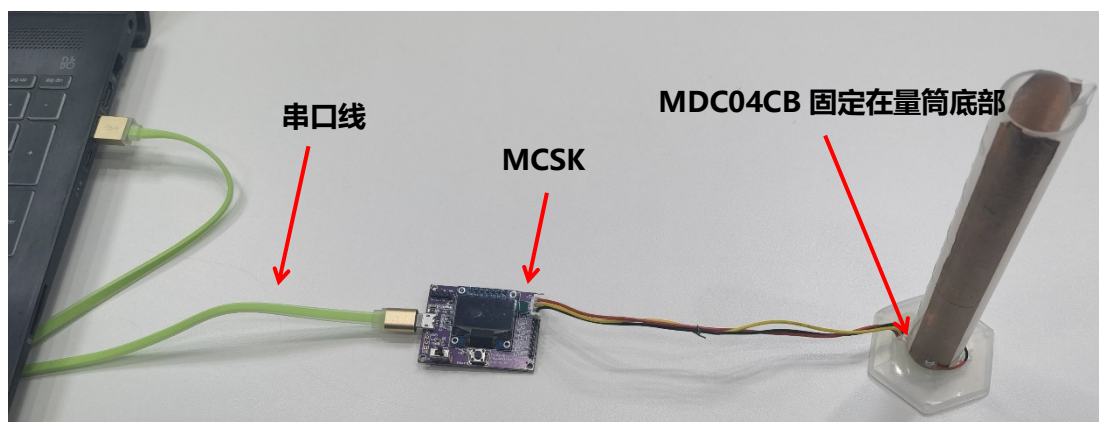
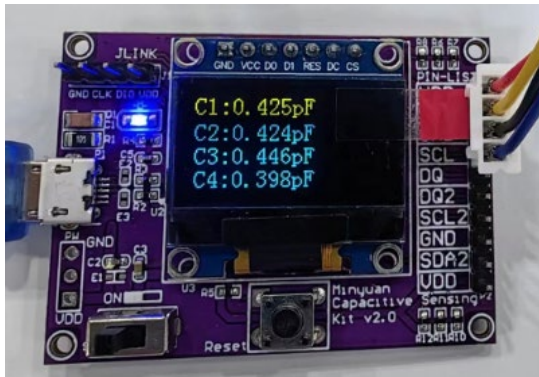


图4.4-3. MDC04PCB 与MCSK连接示意图

MDC04需在串口助手查看数据，在评估板搜索到电容芯片状态下，**注意光标要在数据界面**，单击“Esc”键退出循环显示模式，进入命令接收模式。

1. 输入\$TMDC04 选择读取MDC04，MCSK显示画面如下：

```
>$T MDC04
当前选择模组类型为：MDC04
```



2. 输入\$M 开始连续测量，串口显示如下：

```
>$m
Read_Cos= 0a Read_Cfb= 2b Co= 5.000 pf Cr= 9.858 pf Ch=01 SC=0902 C1= 0.122 pf C2= 0.129 pf C3= 0.056 pf C4= 0.096 pf T=30.613 °C
Read_Cos= 0a Read_Cfb= 2b Co= 5.000 pf Cr= 9.858 pf Ch=01 SC=0902 C1= 0.122 pf C2= 0.129 pf C3= 0.056 pf C4= 0.096 pf T=30.563 °C
Read_Cos= 0a Read_Cfb= 2b Co= 5.000 pf Cr= 9.858 pf Ch=01 SC=0902 C1= 0.121 pf C2= 0.129 pf C3= 0.056 pf C4= 0.096 pf T=30.555 °C
Read_Cos= 0a Read_Cfb= 2b Co= 5.000 pf Cr= 9.858 pf Ch=01 SC=0902 C1= 0.122 pf C2= 0.129 pf C3= 0.056 pf C4= 0.096 pf T=30.508 °C
Read_Cos= 0a Read_Cfb= 2b Co= 5.000 pf Cr= 9.858 pf Ch=01 SC=0902 C1= 0.122 pf C2= 0.129 pf C3= 0.056 pf C4= 0.096 pf T=30.465 °C
Read_Cos= 0a Read_Cfb= 2b Co= 5.000 pf Cr= 9.858 pf Ch=01 SC=0902 C1= 0.122 pf C2= 0.129 pf C3= 0.056 pf C4= 0.096 pf T=30.438 °C
```

3. 用滴管往量筒中滴水，MCSK上对应通道电容值将随量筒内液位高度呈线性增长趋势；

4. 具体交互命令中，“\$”为开始标志，“\$”后字符为命令，“[]”内为命令参数，“[CR]”表示回车。各命令详情请见附后文档：《MCSK 命令详解》。

4.5 MHT04/MHT04S测试环境搭建

MHT04S 是工业级温湿度一体采集模组，采用防尘防水透气的铂金叠层湿敏探头结合高精度电容调理芯片MDC04 架构，输出支持 IIC或数字单总线协议，其中单总线通信可远距离多点串联传输。MHT04S可抗熏蒸、化学气体干扰，适用于有气体腐蚀、粉尘、低温高湿易结露等恶劣情况下的温湿度检测，例如冷链仓储、粮情监控等应用场景。

MHT04主要基于MDC04电容传感芯片对电容型高精度湿敏传感头进行电容采集。每个模组出厂前均进行了温度、湿度校准系数，并将校准系数存入芯片EEPROM，上位机基于拟合系数来补偿湿度数据。

MCSK 与MHT04S连接方式如图所示，连接时需注意线序，**MHT04S 基于 IIC通信**，IIC 通信通过半孔VCC、GND、SDA、SCL 和上位机连接，SDA和SCL需接上拉电阻。**MHT04基于单总线通信**，只需VDD、GND和背面的单总线DQ数字三个引脚与上位机接线，外围电路比较简单，仅需配置一个上拉电阻即可实现长线缆、多节点采集。

MCSK与MHT04/MHT04S连接方式如下图所示，连接时需注意线序：

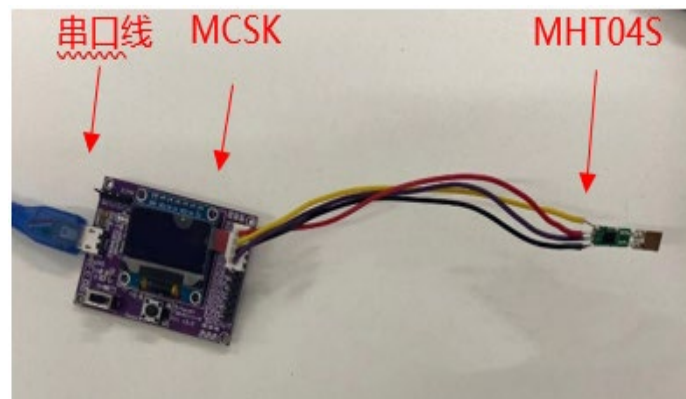


图4.5-1. MCSK与MHT04S连接示意图

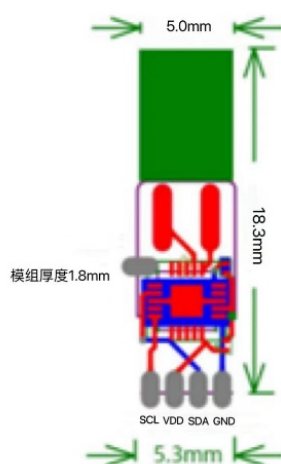


图4.5-2. MHT04S

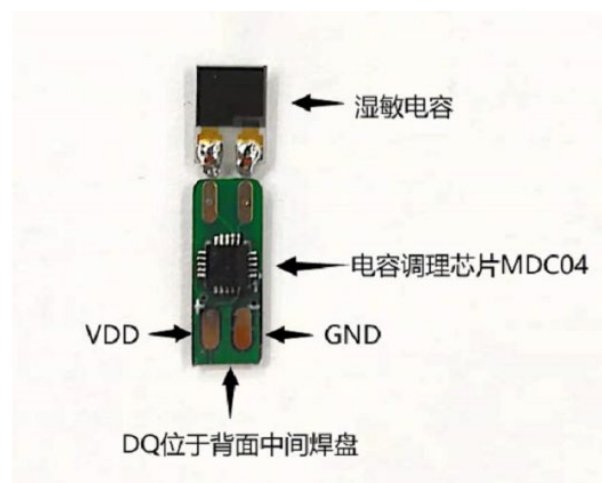


图4.5-3. MHT04

MHT04/MHT04S需在串口助手查看数据，在评估板搜索到电容芯片状态下，**注意光标要在数据界面**，单击“Esc”键退出循环显示模式，进入命令接收模式。

1. 输入“\$TMHT04”自动检测接入为MHT04或MHT04S，注：MHT04 I2C默认地址为0x44;

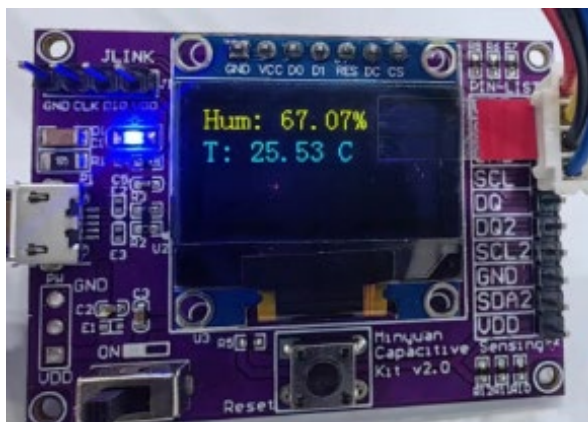
```
>$TMHT04
当前选择模组类型为: MHT04S
```

```
>$TMHT04
当前选择模组类型为: MHT04
```

2. 输入“\$m”连续测量温湿度，串口显示如下:

```
OW NUM 1 ,ROM ID is:28 d8 65 89 70 f3 0 0 Read_Cos=b4 Read_Cfb=ff HUM: 58.25% TEMP: 27.93 °C
OW NUM 1 ,ROM ID is:28 d8 65 89 70 f3 0 0 Read_Cos=b4 Read_Cfb=ff HUM: 58.29% TEMP: 27.93 °C
OW NUM 1 ,ROM ID is:28 d8 65 89 70 f3 0 0 Read_Cos=b4 Read_Cfb=ff HUM: 58.42% TEMP: 27.93 °C
OW NUM 1 ,ROM ID is:28 d8 65 89 70 f3 0 0 Read_Cos=b4 Read_Cfb=ff HUM: 58.46% TEMP: 27.92 °C
OW NUM 1 ,ROM ID is:28 d8 65 89 70 f3 0 0 Read_Cos=b4 Read_Cfb=ff HUM: 58.43% TEMP: 27.91 °C
OW NUM 1 ,ROM ID is:28 d8 65 89 70 f3 0 0 Read_Cos=b4 Read_Cfb=ff HUM: 58.38% TEMP: 27.91 °C
OW NUM 1 ,ROM ID is:28 d8 65 89 70 f3 0 0 Read_Cos=b4 Read_Cfb=ff HUM: 58.40% TEMP: 27.91 °C
OW NUM 1 ,ROM ID is:28 d8 65 89 70 f3 0 0 Read_Cos=b4 Read_Cfb=ff HUM: 58.38% TEMP: 27.92 °C
OW NUM 1 ,ROM ID is:28 d8 65 89 70 f3 0 0 Read_Cos=b4 Read_Cfb=ff HUM: 58.34% TEMP: 27.91 °C
```

OLED显示屏显示数据如下:



3. 具体交互命令中，“\$”为开始标志，“\$”后字符为命令，“[]”内为命令参数，“[CR]”表示回车。各命令详情请见附后文档：《MCSK 命令详解》。

附：MCSK命令详解

在串口助手查看数据，在评估板搜索到电容芯片状态下，**注意点击串口助手界面，使光标在数据界面闪烁**，单击“Esc”键退出循环显示模式，进入命令接收模式，“\$”为开始标志，“\$”后字符为命令，“[]”内为命令参数，“[CR]”表示回车。常用的命令如下：

\$T [SensorName][CR]:

选择模组类型命令。“\$T”表示进入模组类型（Type）选择，接下来输入模组名称，回车确认；

注意：如果接入模组是MDC04和MHT04（MHT04S），会自动判断通讯方式是I2C还是单总线。

```
>$tlsp
当前选择模组类型为：LSP

>$tmdc04
当前选择模组类型为：MDC04 I2C模式

>$tlldm
当前选择模组类型为：LDM

>$tlls
当前选择模组类型为：LLS

>$tmht04
当前选择模组类型为：MHT04S
```

\$? [CR]

显示帮助命令清单。

```
>$?

***** LSP&LLS&LDM&MDC04&MHT04&MHT04S *****
***** Mysentech 2023/06 ***

通用指令：
$T [SensorName][CR]: 选择模组类型为SensorName:LSP/LLS/LDM/MDC04/MHT04/MHT04S
$M[CR]: 测量温度/频率/电容/比值
$R [ADDR] [LEN] [CR]: 从地址为ADDR(Hex)开始读取LEN个寄存器数值
$W [ADDR] [DATA] [CR]: 将DATA写入地址ADDR(Hex) 注：不可随意修改
$?[CR]: 提示

LSP&LLS指令：
$C[CR]: 获取LSP配置

LDM指令：
$I [Strength] [CR]: 将LDM驱动电流修改为Strength档

MDC04指令：
$S[CR]: MDC04 保存配置&回读
$O[DATA] [CR]: 设置MDC04中心值为DATA
$F[DATA] [CR]: 设置MDC04量程为：中心值±DATA
$B[DATA] [CR]: 设置MDC04激励频率：1/2/3/4
$H[CH] [CR]: 设置MDC04开启[CH]个电容通道
$G[DATA] [CR]: 修改MDC04数据重复性：L/M/H
```

LSP专用项

\$M[CR]

开始测量通道1/2的频率与电容以及Vbe，并且打印ID号，显示屏显示双通道频率与电容；

```
>$m
FA= 79.616 Mhz CA= 0.033 pF FB= 77.458 Mhz CB= 0.011 pF vbe= 618.6 mV ID: 2
FA= 79.616 Mhz CA= 0.033 pF FB= 77.458 Mhz CB= 0.011 pF vbe= 618.7 mV ID: 2
FA= 79.616 Mhz CA= 0.033 pF FB= 77.463 Mhz CB= 0.015 pF vbe= 619.1 mV ID: 2
FA= 79.616 Mhz CA= 0.033 pF FB= 77.463 Mhz CB= 0.015 pF vbe= 618.8 mV ID: 2
FA= 79.616 Mhz CA= 0.033 pF FB= 77.463 Mhz CB= 0.015 pF vbe= 619.3 mV ID: 2
FA= 79.616 Mhz CA= 0.033 pF FB= 77.463 Mhz CB= 0.015 pF vbe= 623.0 mV ID: 2
```

\$C1/2[CR]

获取LSP通道1/2配置参数;

```
>$c1
通道1:
20度 F: 79.611 01 36 FB VBE: 620.5 18 3D
80度 F: 0.000 00 00 00 VBE: 0.0 00 00
空载频率F1: 79.567 01 36 CF 负载频率F1: 59.333 00 E7 C5
寄生电容Cp: 5.499 15 7B 等效电感L: 140.37 36 D5
>$c2
通道2:
20度 F: 79.611 01 36 FB VBE: 620.5 18 3D
80度 F: 0.000 00 00 00 VBE: 0.0 00 00
空载频率F1: 77.439 01 2E 7F 负载频率F1: 57.494 00 E0 96
寄生电容Cp: 4.946 13 52 等效电感L: 151.12 3B 08
```

\$r[addr][len][CR]

读取LSP任意寄存器, addr为读取初始寄存器地址, len为读取寄存器个数, 二者均以hex表示; 如下图读取地址为0x60的寄存器, 读取长度为1, 得到数值0x40;

```
>$r6001
REG:60 VALUE:40
```

\$w[addr][data][CR]

写入LSP任意寄存器, addr为写入寄存器地址, data为写入寄存器数值, 二者均以hex表示; 如下图地址为0x0F的寄存器, 写入0x01;

```
Quit Continuous Reading.
>$w0f01
REG:0f VALUE:01
```

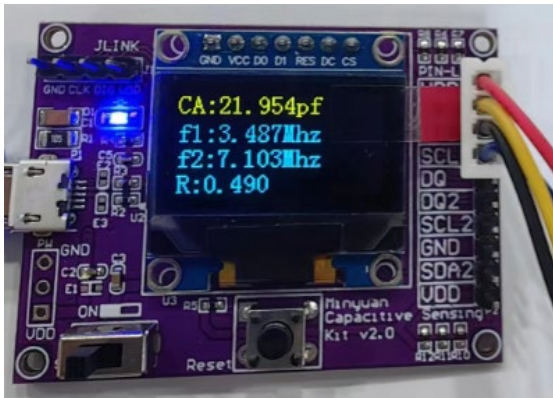
LDM专用项

\$M[CR]

开始测量通道1/2频率，计算双通道比值 $R=F2/F1$ ，计算电容值；

CA= 0.197 pF	R = 1.009	F1 = 7.055 Mhz	F2 = 7.125 Mhz	VBE 0.618 V
CA= 0.194 pF	R = 1.009	F1 = 7.055 Mhz	F2 = 7.123 Mhz	VBE 0.616 V
CA= 0.208 pF	R = 1.010	F1 = 7.052 Mhz	F2 = 7.125 Mhz	VBE 0.617 V
CA= 0.192 pF	R = 1.009	F1 = 7.055 Mhz	F2 = 7.123 Mhz	VBE 0.616 V
CA= 0.198 pF	R = 1.009	F1 = 7.055 Mhz	F2 = 7.125 Mhz	VBE 0.618 V

显示屏显示如下：



\$r[addr][len][CR]

读取LDM任意寄存器，addr为读取初始寄存器地址，len为读取寄存器个数，二者均以hex表示；如下图读取地址为0x20的寄存器，读取长度为1，得到数值0x00；

```
Quit Continuous Reading.
>$r2001
REG:20 VALUE:00
```

\$w[addr][data][CR]

写入LDM任意寄存器，addr为写入寄存器地址，data为写入寄存器数值，二者均以hex表示；如下图地址为0x00的寄存器，写入0x01；

```
>$w0001
REG:00 VALUE:01
```

\$i[Strength][CR]

修改LDM驱动电流挡位 (0/1/2/3)，配置LDM的驱动电流会影响激励振荡的幅度和频率，如图修改驱动电流为1档；

Quit Continuous Reading.

>\$i1

对应的驱动电流配置如下：

[Strength]	0	1	2	3
3.3v下测量的芯片的总电流 (mA)	3.51	4.06	5.06	6.23

MDC04专用项

\$TMDC04[CR]

选择模组类型为MDC04,自动检测接入MDC04的通讯方式 (I2C/OW)

注：MDC04 I2C默认地址为0x44;

>\$TMDC04

当前选择模组类型为：MDC04 OW模式

>\$tmdec04

当前选择模组类型为：MDC04 I2C模式

\$M[CR]

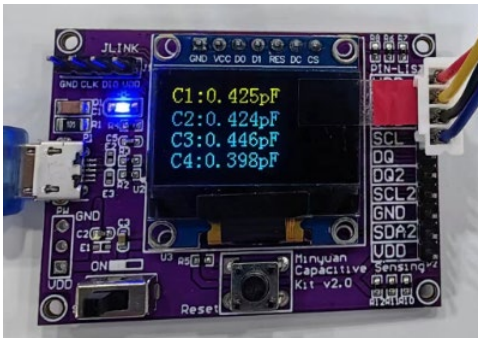
开始测量MDC04 4通道电容值以及温度，显示屏显示开启通道的电容值；

```
>$tmdec04
当前选择模组类型为：MDC04 OW模式

>$m
OW NUM 1,ROM ID is:28 10 5b 70 89 f5 0 0 Read_Cos=1e Read_Cfb=3f Co= 15.000 Cr= 15.492 Ch=07 SC=0902 C1= 0.039 C2= 0.200 C3=-0.042 C4= 0.009 T=26.840 ℃
OW NUM 1,ROM ID is:28 10 5b 70 89 f5 0 0 Read_Cos=1e Read_Cfb=3f Co= 15.000 Cr= 15.492 Ch=07 SC=0902 C1= 0.040 C2= 0.198 C3=-0.042 C4= 0.007 T=26.848 ℃
OW NUM 1,ROM ID is:28 10 5b 70 89 f5 0 0 Read_Cos=1e Read_Cfb=3f Co= 15.000 Cr= 15.492 Ch=07 SC=0902 C1= 0.040 C2= 0.197 C3=-0.043 C4= 0.009 T=26.852 ℃
OW NUM 1,ROM ID is:28 10 5b 70 89 f5 0 0 Read_Cos=1e Read_Cfb=3f Co= 15.000 Cr= 15.492 Ch=07 SC=0902 C1= 0.039 C2= 0.200 C3=-0.043 C4= 0.007 T=26.867 ℃
OW NUM 1,ROM ID is:28 10 5b 70 89 f5 0 0 Read_Cos=1e Read_Cfb=3f Co= 15.000 Cr= 15.492 Ch=07 SC=0902 C1= 0.038 C2= 0.198 C3=-0.041 C4= 0.008 T=26.875 ℃
OW NUM 1,ROM ID is:28 10 5b 70 89 f5 0 0 Read_Cos=1e Read_Cfb=3f Co= 15.000 Cr= 15.492 Ch=07 SC=0902 C1= 0.040 C2= 0.198 C3=-0.043 C4= 0.008 T=26.902 ℃

>$tmdec04
当前选择模组类型为：MDC04 I2C模式

>$m
Read_Cos= 1e Read_Cfb= ff Co= 15.000 pf Cr= 15.492 pf Ch=00 SC=0802 C1= 0.426 pf C2=-0.492 pf C3=-0.492 pf C4=-0.492 pf T=27.398 ℃
Read_Cos= 1e Read_Cfb= ff Co= 15.000 pf Cr= 15.492 pf Ch=00 SC=8802 C1= 0.422 pf C2=-0.492 pf C3=-0.492 pf C4=-0.492 pf T=27.379 ℃
Read_Cos= 1e Read_Cfb= ff Co= 15.000 pf Cr= 15.492 pf Ch=00 SC=8802 C1= 0.426 pf C2=-0.492 pf C3=-0.492 pf C4=-0.492 pf T=27.379 ℃
Read_Cos= 1e Read_Cfb= ff Co= 15.000 pf Cr= 15.492 pf Ch=00 SC=8802 C1= 0.424 pf C2=-0.492 pf C3=-0.492 pf C4=-0.492 pf T=27.395 ℃
```

\$R[CR]

获取MDC04寄存器数据，MDC04 I2C模式需要与LSP/LDM一致带入初始地址和数量，如下图，单总线模式则无需参数，直接回读所有数据区域；

```
>$r
OW模式
OW NUM 1 ,ROM ID is:28 58 1d 70 89 f5 0 0
Scr: 30 F4 3A 40 00 00 02 09 8A
Ext: FF FF FF FF FF FF 76 40 E5 3E EC 3F D3
Para: 00 00 00 07 0A 00 64 4F F7 2B F0 00 00 A5 55
```

\$W[addr][data][CR]

修改MDC04 的I2C任意单字节寄存器，ADDR为地址写入寄存器，DATA为写入寄存器数值，该指令可对romid第三字节之前、及TTRIM、COS、CFB字节进行修改，修改其他字节显示：

“This reg could not to be changed”

注意:\$W后地址和写入值之间不能加空格

```
>$W 1C42
REG:1c VALUE:42
```

\$S[CR]

保存MDC04寄存器数值；

```
>$s
OW模式
OW NUM 1 ,ROM ID is:28 58 1d 70 89 f5 0 0
Scr: 01 F1 00 80 00 00 02 08 A2
Ext: FF FF FF FF FF FF 00 00 00 00 00 00 35
Para: 00 00 00 07 0A 00 64 4F F7 2B F0 00 00 A5 55
```

```
>$s
I2C模式
REG:00 VALUE:01
REG:01 VALUE:F1
REG:02 VALUE:00
REG:03 VALUE:80
REG:04 VALUE:00
REG:05 VALUE:00
REG:06 VALUE:02
REG:07 VALUE:08
REG:08 VALUE:FF
REG:09 VALUE:FF
REG:0a VALUE:FF
REG:0b VALUE:FF
REG:0c VALUE:FF
REG:0d VALUE:FF
REG:0e VALUE:00
REG:0f VALUE:00
REG:10 VALUE:00
REG:11 VALUE:00
REG:12 VALUE:00
REG:13 VALUE:00
REG:14 VALUE:0C
REG:15 VALUE:52
REG:16 VALUE:70
REG:17 VALUE:89
REG:18 VALUE:F5
REG:19 VALUE:00
REG:1a VALUE:00
REG:1b VALUE:00
REG:1c VALUE:01
REG:1d VALUE:1E
REG:1e VALUE:00
REG:1f VALUE:64
REG:20 VALUE:BF
REG:21 VALUE:EB
REG:22 VALUE:3F
```

\$O[DATA][CR]

配置 MDC04 的偏置电容为 **Co** 的数值，配置MDC04中心值为[data]，data数据类型为十进制数，如图，需要设置偏置电容为 15pf，输入内容为\$O15。偏置电容的设置范围为 0~119pF。

注意：偏置电容与激励频率具有相关性，当所设偏置电容超过当前激励频率所对应的偏置电容范围，需先调整激励频率。

```
>$o15
Write_Co= 15.000
Co_PRE:1E
Read_Cos= 1e Read_Cfb= 3f
Co=15.000,Cr= 15.492
```

\$F[DATA][CR]

配置MDC04测量范围Cr，data数据类型为十进制数，如图把MDC04 Cr配置为15.5pf；

```
>$f15.5
Cr= 15.500
Read_Cos=1e Read_Cfb=3f
Co=15.000, Cr= 15.492
```

\$B[Corange][CR]

配置MDC04激励频率，输入 1、2、3、4 分别对应 Corange 为 00、01、10、11，激励频率对应为 75k、37.5k、18.75k 和 9.375k，对应 Co 的配置范围为 0~15.5、0~31.5、0~63.5 和 0~103.5pF。如图把MDC04激励频率配置为1档；

Cfb配置选择	CRANGE=00	CRANGE=01	CRANGE=10	CRANGE=11
Cos有效位	Cos低5bit	Cos低6bit	Cos低7bit	Cos全部8bit
偏置电容范围	0~15.5pf	0~31.5pf	0~63.5pf	0~103.5pf
噪声水平	用于小电容范围 测量最好	用于较小电容范 围测量好	用于较大电容范 围测量较好	用于较大电容范 围测量一般

```
>$b1
Read_Cos=1e Read_Cfb=3f
Co=15.000, Cr= 15.492
```

\$H[Ch][CR]

配置MDC04同时开启电容测量通道数，配置 MDC04 同时开启电容测量通道数，如果需要1通道，则输入\$H1；需要1&2通道，需则输入\$H2；需要1&2&3通道，则输入\$H3，需要1&2&3&4通道，则输入\$H4，开启对应通道后MCSL会显示相应的通道测量值。如图把 MDC04 测量通道数设置为4 通道。

注:单总线模式下 Ch map=F 表示二进制1111，代表 1-4 通道开启；

```
>$h4
Ch_Cfg= 07 Ch_map= F
```

\$g[DATA][CR]

配置MDC04数据重复性（L/M/H;低/中/高），如图将MDC04配置为高重复性，重复性越高，转换时间越长；重复性越低，转换时间越短；该字节默认值为 0x02，高重复性配置。

```
>$gh
Entry= H Reg_Cfg= 02
```

LLS专用项

\$M[CR]

测量Vbe、F、SF、ALERT，显示屏显示数据，如下图：

注意：与其他不同，LLS需要先输好\$tLLS，和\$m后，再插上LLS，才会打印对应信息。

```
>$tlls
当前选择模组类型为：LLS
>$m
Please plug LLS
Please plug LLS
Please plug LLS
Please plug LLS
Please plug LLS
Please plug LLS
Please plug LLS
Please plug LLS
VBE: 0.0 mV F: 0.000 Mhz F_Calib: 0.000 Mhz SF: 0 SF_AVG: 0 ALERT: 0
VBE: 0.0 mV F: 72.359 Mhz F_Calib: 72.355 Mhz SF: 0 SF_AVG: 0 ALERT: 1
VBE: 592.5 mV F: 72.354 Mhz F_Calib: 72.297 Mhz SF: 36 SF_AVG: 3 ALERT: 1
VBE: 591.7 mV F: 72.324 Mhz F_Calib: 72.261 Mhz SF: 85 SF_AVG: 11 ALERT: 1
VBE: 591.0 mV F: 72.405 Mhz F_Calib: 72.338 Mhz SF: 0 SF_AVG: 9 ALERT: 1
VBE: 590.2 mV F: 72.372 Mhz F_Calib: 72.297 Mhz SF: 36 SF_AVG: 11 ALERT: 1
VBE: 591.9 mV F: 72.354 Mhz F_Calib: 72.292 Mhz SF: 43 SF_AVG: 14 ALERT: 1
VBE: 590.1 mV F: 72.359 Mhz F_Calib: 72.284 Mhz SF: 54 SF_AVG: 18 ALERT: 1
```

MHT04专用项

\$TMHT04[CR]

自动检测接入的模组为MHT04或MHT04S；

注意：MHT04 I2C默认地址为0x44。

```
>$TMHT04
当前选择模组类型为：MHT04S
```

```
>$TMHT04
当前选择模组类型为：MHT04
```

\$M[CR]

测量温湿度，显示屏显示数据如下：

```
OW NUM 1 ,ROM ID is:28 d8 65 89 70 f3 0 0 Read_Cos=b4 Read_Cfb=ff HUM: 58.25% TEMP: 27.93 °C
OW NUM 1 ,ROM ID is:28 d8 65 89 70 f3 0 0 Read_Cos=b4 Read_Cfb=ff HUM: 58.29% TEMP: 27.93 °C
OW NUM 1 ,ROM ID is:28 d8 65 89 70 f3 0 0 Read_Cos=b4 Read_Cfb=ff HUM: 58.42% TEMP: 27.93 °C
OW NUM 1 ,ROM ID is:28 d8 65 89 70 f3 0 0 Read_Cos=b4 Read_Cfb=ff HUM: 58.46% TEMP: 27.92 °C
```

