



敏源传感

从传感芯到传感器的 电容检测方案



敏源传感科技有限公司
2023年7月31日

敏源传感简介



敏源传感

2017年3月成立

- 温度/电容/电化学等 **传感信号链芯片**
- 液位/含水率/电导率/温湿度/接近/倾角/振动/雨量**传感器**
- 聚焦**家电、汽车、安全类**传感集成电路与应用

愿景

- 构建**物联网**多传感器融合的**感知中枢**
- 共创**智能传感中国芯**



浙江总部



北京研发中心



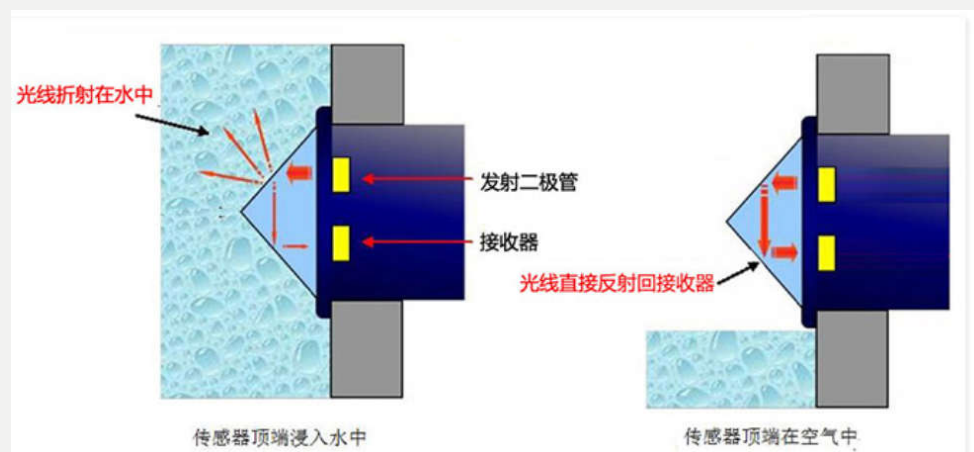
合肥研发中心



敏源传感

电容介电检测

电容式液位传感与传统液位技术对比



光电式

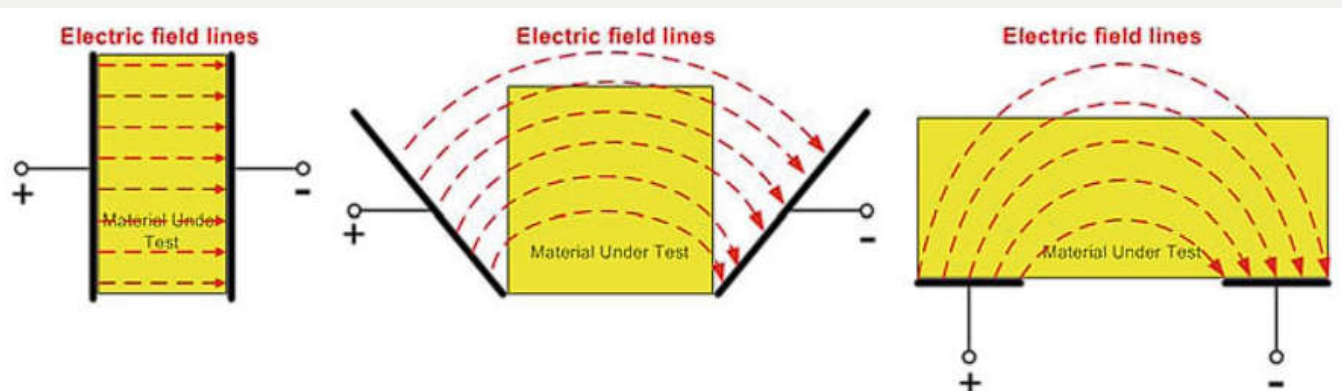
优点：非接触
缺点：需要开孔、
对遮挡、污浊敏感
单点液位



浮子式

优点：单点便宜简单
缺点：易老化
受溶液等影响可靠性差
非连续测量

电容测量原理: 介电检测



$$C = \frac{\epsilon A}{d}$$

ϵ ——电容极板间介质的介电常数,

$$\epsilon = \epsilon_0 \cdot \epsilon_r$$

其中 ϵ_0 为真空介电常数, ϵ_r 为极板间介质相对介电常数

A——两平行板所覆盖的面积

d——两平行板之间的距离

气体	相对介电常数	固体	相对介电常数
水蒸汽	1.00785	聚苯乙烯	2.4 ~ 2.6
空气	1.000585	超高频瓷	7 ~ 8.5
真空	1	二氧化钡	106
乙醚	4.335	橡胶	2 ~ 4
液态二氧化碳	1.585	纸	2.5
甲醇	33.7	干砂	2.5
乙醇	25.7	冰	3 ~ 4
水 (20°C)	80.2	玻璃	5 ~ 10
水 (80°C)	60.9	聚氯乙烯	3.1 ~ 3.5
煤油	2.283	铁氟龙	2.1
油漆	3.5	FR-4	4.0

高精度数字电容传感系列芯片

特点

可编程量程：0-100pF，最高分辨率0.1ff

1/2/4通道，16-bit 分辨率

10K-100MHz 驱动频率

●差异：

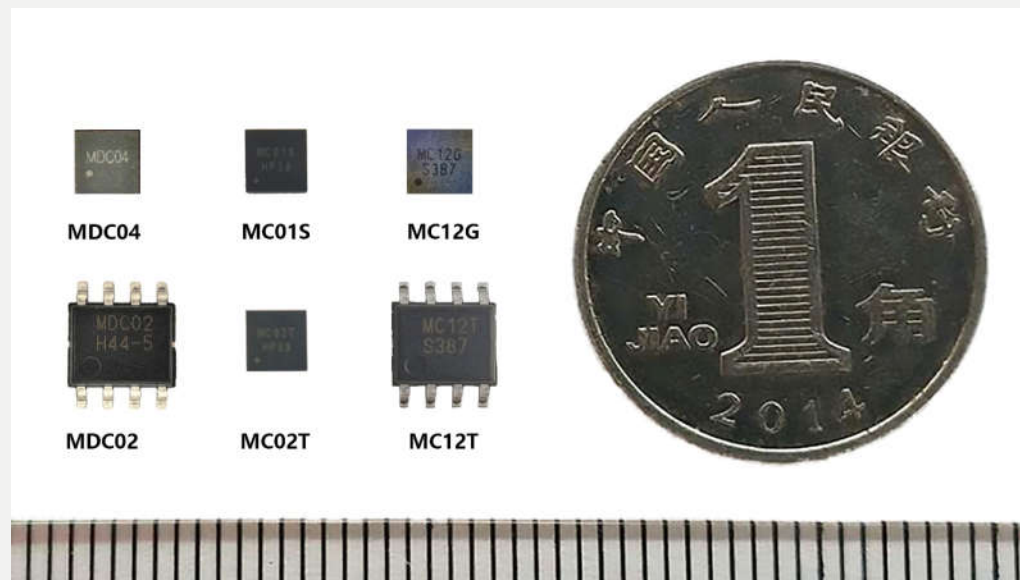
- 兼容**差分/单端** 电容测量，更好的噪声抑制
- 内置0.5℃精度**温度传感**
- 支持数字**单总线**及I2C 接口
- 明显价格优势 (FDC1004/FDC2114/AD7747/PCAP04)

应用

- 液位传感
- 位移检测
- 接近传感
- 湿度/含水率



敏源传感

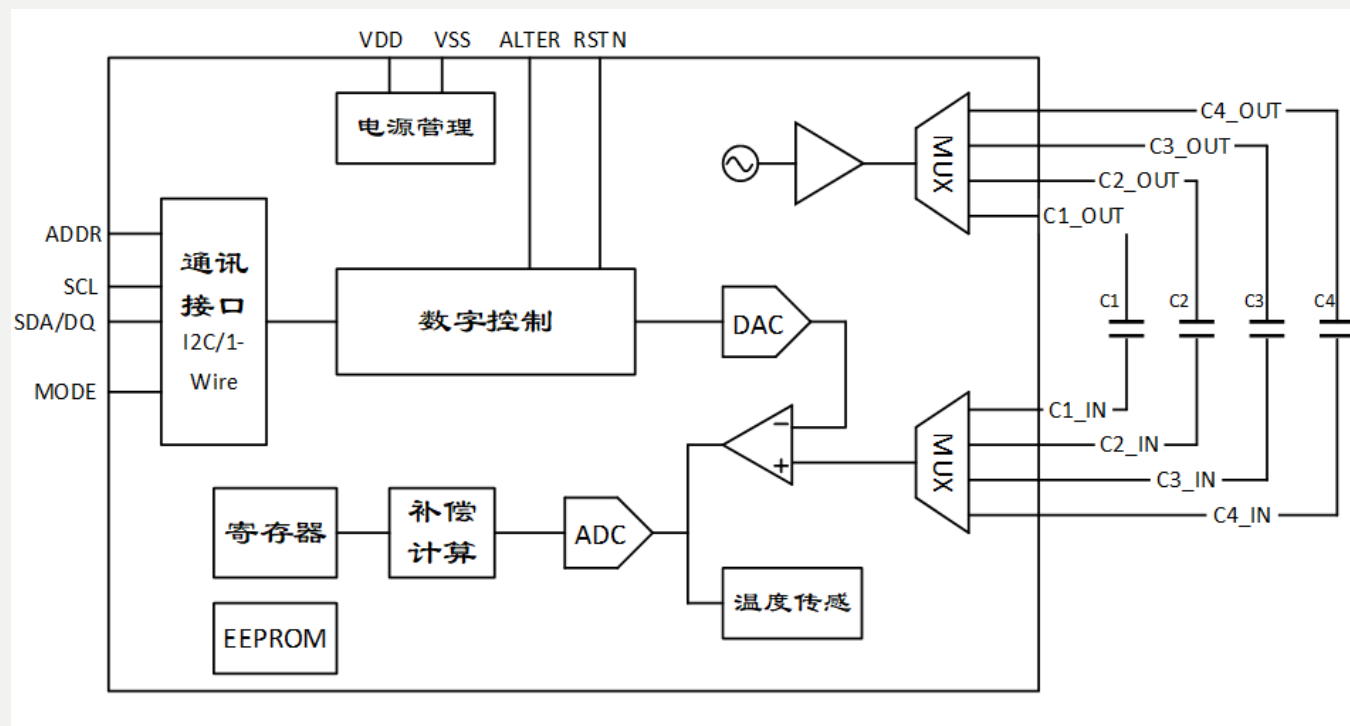


MDC04	四通道芯片	2020/2
MDC02	双通道芯片	2021/8
LLM模组	MCU算法模组	2021/8
MC01/02	电容+EC芯片	2022/12
MC11/12	带数字算法的芯片	2023/6 NEW!



敏源传感

MDC04 架构与配置



4路差分电容采集

内置温度感知

内置LDO 电源管理

集成EEPROM

自动量程搜索

$$C_x = 2 \left(\frac{C_D}{2^{16} - 1} - \frac{1}{2} \right) C_r + C_o$$

Cr: 可调的测量范围, 0.281 ~ 15.462 pF

Co: 可调的偏置电容数值, 0 ~ 103.5 pF

被测电容 Cx 可测范围为 $C_o - C_r \leq C_x \leq C_o + C_r$

竞品对比



敏源传感

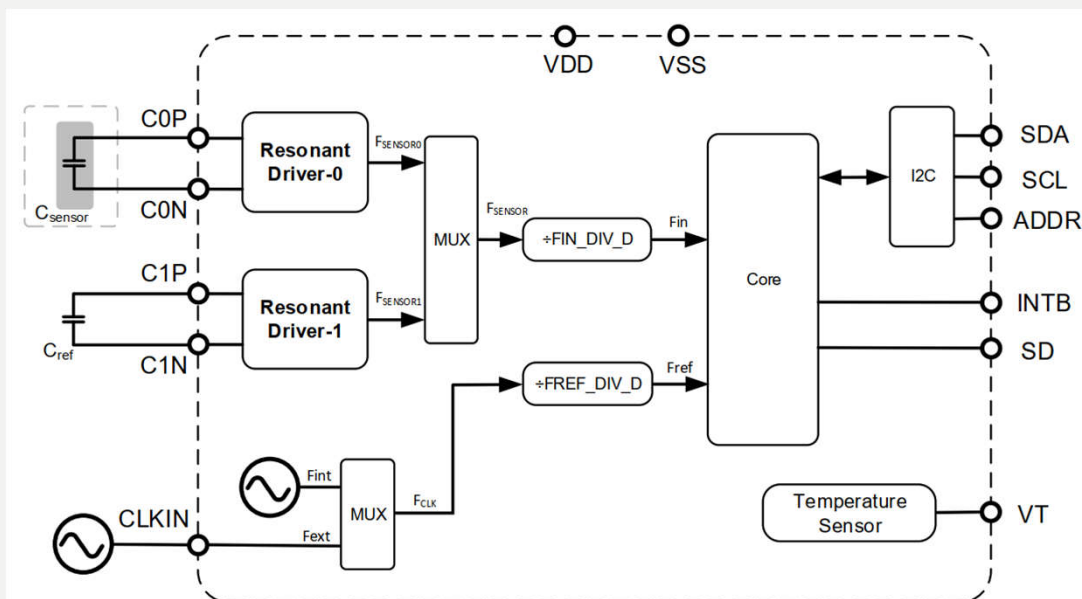
电容调理芯片系列

型号	接口	测量模式	可编程固定调理范	可编程可变调理范	分辨率/精度	线性误差	通道数	工作温度	供电电压	工作电流	封装形式	存储	测温精度	典型应用
MDC04	I2C/单总线 (支持长距离传输)	差分测量模式	0~119pF	±15.5pF	16 bit/0.1fF	<0.3 %	4	-55℃~125℃	2~5.5V	测量功耗 500uA, ADC 转换时间 20ms	QFN20 3*3mm	E2PROM, 支持多次擦写	内置精度 0.5℃温度 传感, 可提供 高精度 0.1℃版本	液位检测, 食品/土壤 水分含量, 接近探 测, 手势识别, 温湿 度模组
MDC02	单总线										SOP8 4.9*3.9mm			
TI FDC1004	I2C		0~100pF	±15pF	24 bit	Gain error	4	-40℃~125℃	3~3.6V	29uA/750uA	WS0N (DSC)		无测温	接近探测, 手势识 别, 自动门感应, 液 位检测, 雨雾冰雪感 应, 材料尺寸和堆叠
					0.5fF	0.20%					VSSOP (DGS) 3*3mm			
ADI AD7747	I2C/ 2-wire		0~17pF	±8pF	24 bit	<0.01 %	1	-40℃~125℃	2.7~5.25V	700uA	TSSOP (16)		内置高精 度温度传 感	汽车、工业和医疗系 统的压力测量, 位置 、接近、液位探测, 流量计, 杂质检测
					20af/10fF						5*4.4mm			



敏源传感

MC11 差分数字电容芯片[New]



与MC01差异:

- 增加数字计数功能,I2C接口
- 增加自动比较信号
- 增加内部时钟 (2.4MHz)
- 增大驱动电流 (增大Gm)

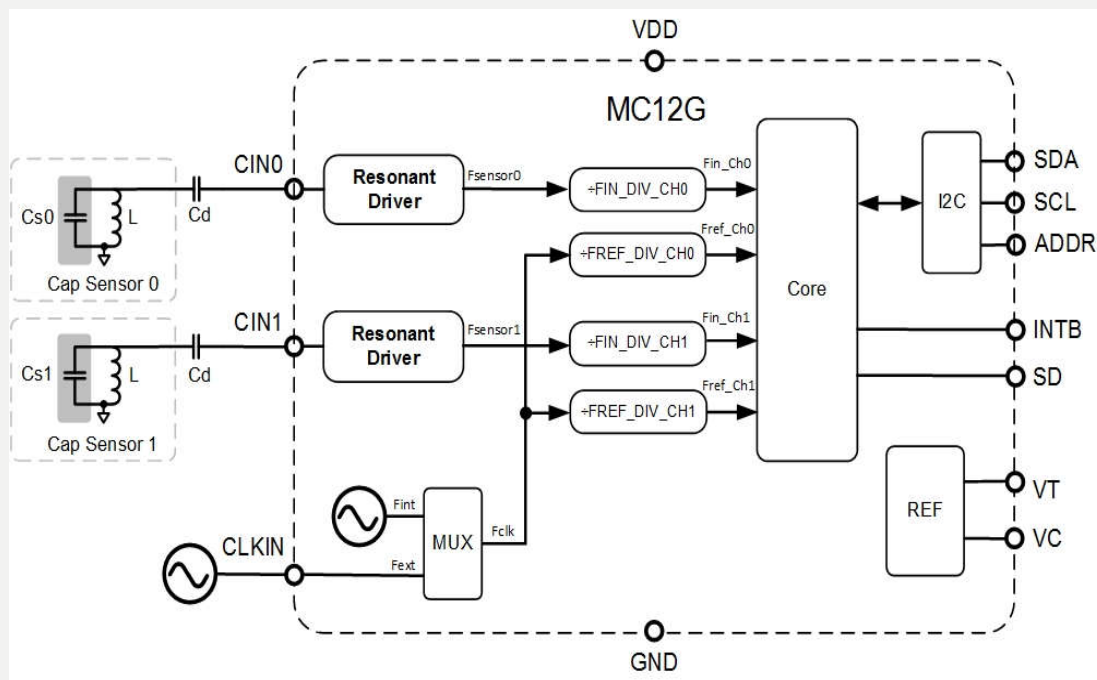
主要特性:

- 电容测量范围: 2~1000pF
- 温度范围: -55°C~+125°C
- 频率范围: 0.1MHz~20MHz
- 电容分辨率: 最高16bit
- 供电电压范围: 2.0V~5.5V
- 转换时间: 1~100ms
- 测量驱动电流: 0.2~3.2mA (可配置)
- 睡眠模式电流: 0.05uA
- 停机模式电流: 0.04uA



敏源传感

MC12 甚高频单端数字电容芯片[New]



主要特性:

- 电容测量范围: 0~100pF
- 温度范围: -55°C~+125°C
- 频率范围: 10MHz~100MHz
- 电容分辨率: 最高16bit
- 供电电压范围: 2.0V~5.5V
- 转换时间: 1~100ms
- 测量峰值电流: 0.5~8mA
- 睡眠模式电流: 0.2uA
- 停机模式电流: 0.15uA

与MC02T差异:

- 增加数字计数功能,I2C接口
- 增加自动比较信号
- 增加内部时钟 (2.4MHz)
- 增加内部电容 (可以省掉片外两个电容)
- 增大驱动电流 (增大Gm)

竞品对比



敏源传感

敏源-高精度数字电容传感芯片系列

型号	接口	可编程固定调 理范围	可编程可 变调范围	分辨率/精度	线性误差	通道数	工作温度	供电电压	工作/待机电流	封装形式	应用场景	测温精度	市场应用及主要客户
FDC2114	I2C	最大输入电容 250nF (10kHz 频率, 1mH 电 感时)		12bit		4	-40°C~+125°C	2.7V~3.6V	2.1mA @3.3V 无睡眠模式, 不支 持单次转换 待机电流: 35uA	WQFN (RGH 16) 4.00mm x 4.00mm	单端对地		接近传感器, 手势识别, 液位传感 器, 碰撞避免, 雨、雾、冰、雪传 感器, 汽车门及尾门一脚踢开传 感器, 材料尺寸检测 由于它的高性能激发率, 可测量 肥皂水、油墨、等导电液体。电 容传感器可以连接到容器外部或 远离容器, 允许非接触测量。
FDC2112	I2C			12bit		2	-40°C~+125°C	2.7V~3.6V		WSON (DNT 12) 4.00mm x 4.00mm	单端对地		
FDC2214	I2C			28bit		4	-40°C~+125°C	2.7V~3.6V		WQFN (RGH 16) 4.00mm x 4.00mm	单端对地		
FDC2212	I2C			28bit		2	-40°C~+125°C	2.7V~3.6V		WSON (DNT 12) 4.00mm x 4.00mm	单端对地		
MC115	I2C	2~1000pF		14bit/ 1fF		2	-55°C~+125°C	2.0V~5.5V	0.8mA@5V 睡眠电流: 0.05uA 待机电流: 75uA	QFN20 3*3mm	差分		芯片兼具温度传感信号用于温度 补偿, 独立的双通道测量电路可 以相互补偿参考, 也可配置自动 报警逻辑。小尺寸、低成本的芯 片可广泛用于液位测量、触控、 水浸传感等检测场景。
MC12T/MC12G	I2C	0~150pF		15bit/0.5ff		2	-55°C~+125°C	2.0V~5.5V	3.7mA@5V 睡眠电流: 0.05uA 待机电流: 75uA	T:SOP8 4.9*3.9*1.6mm G:QFN16 3*3*0.75mm	单端对地		



敏源传感

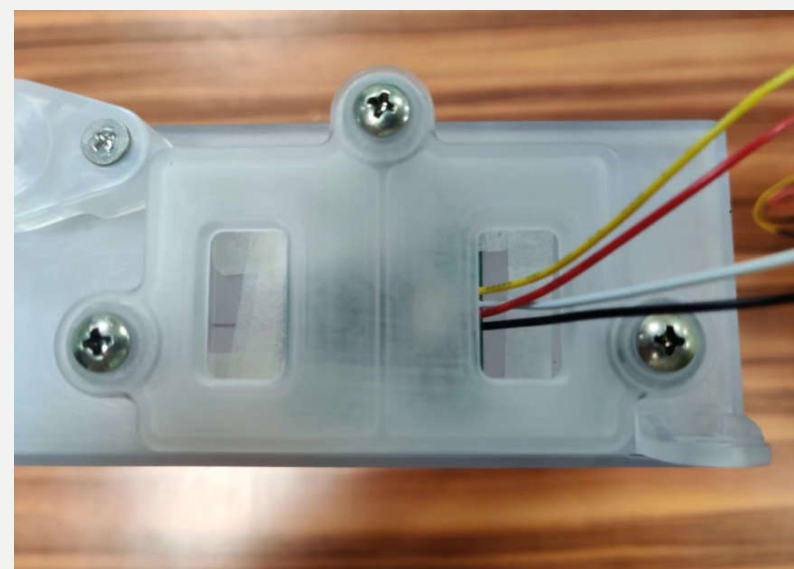
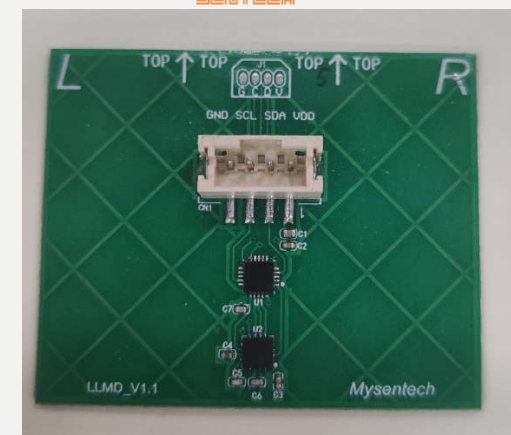
液位检测



敏源传感

非接触液位传感器 Liquid Level Module D

- 通过差分电容测量原理通过电容传感芯片测量介电常数的变化，模组数字信号输出频率，转换成液位高度等，可测量连续液位和分段液位。
- 模组含微处理器件，内嵌温度补偿、信息存储、校准支持等。
- 模块长45.0mm 宽36.5mm 厚8.0mm
- 单片电极长20.0mm 宽36.5mm 2个电极间隙5.0mm
- 整个模块穿透约5.0mm外壳

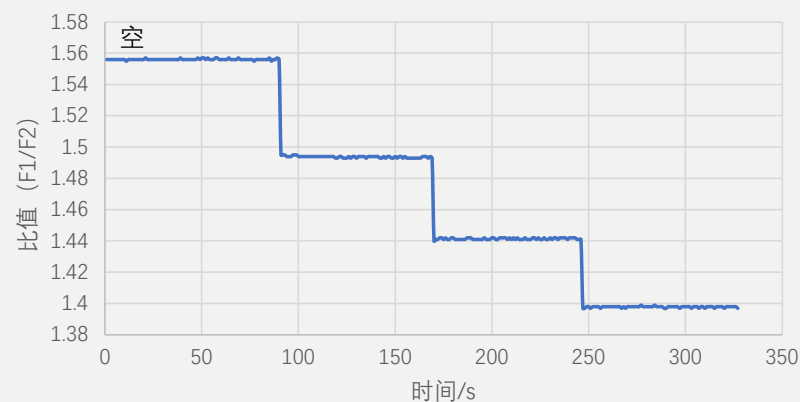




敏源传感

基本变化量检测

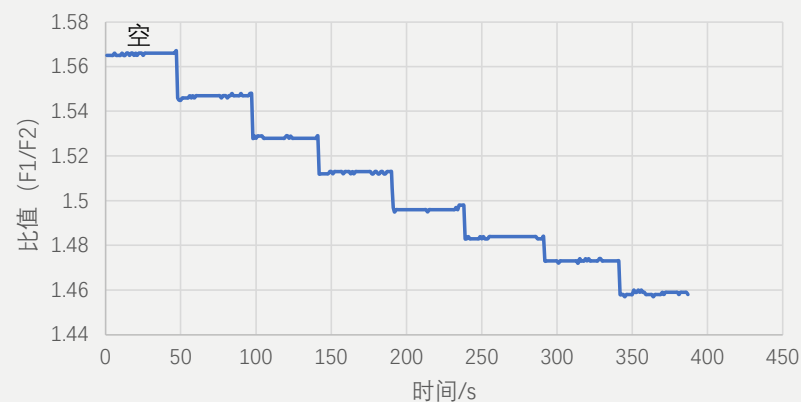
4档液位——测试



实验方法:

从空水箱开始, 每530ml加一次水, 直至溶液液位到MAX刻度线

8档液位——测试



实验方法:

将水箱液位高度分为8档, 从空水箱开始, 每次加一档液位的水直至液位至MAX刻度线

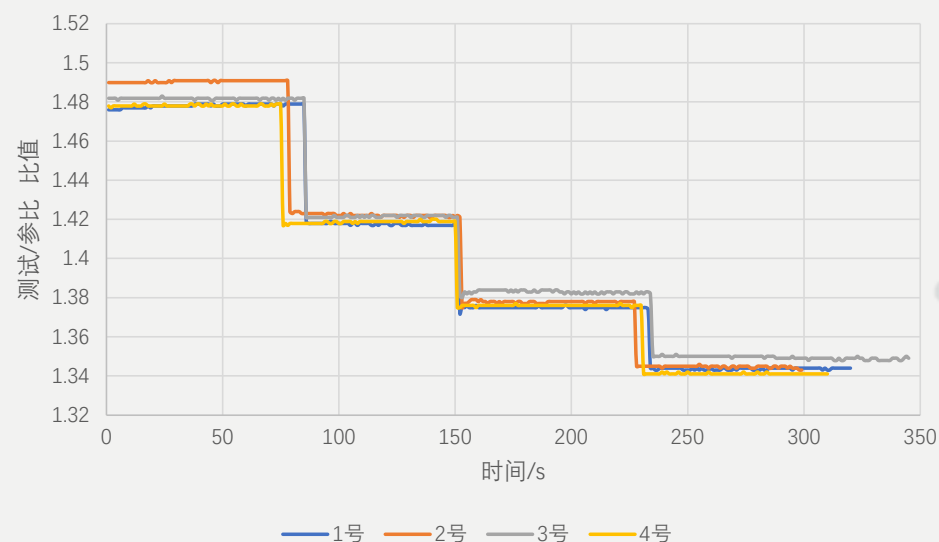
一致性测试

实验过程

将校准好的模块安装至水箱后。
每个模块都从空水箱开始，每次都加水530ml，
然后等1min左右，直至水位至水位至MAX刻度线。

		比值F1/F2			
	模块	1	2	3	4
水量 /ml	0	1.476	1.491	1.482	1.478
	530	1.418	1.422	1.422	1.419
	1060	1.375	1.377	1.382	1.376
	1590	1.344	1.345	1.349	1.341

4个模块一致性比较——校准后



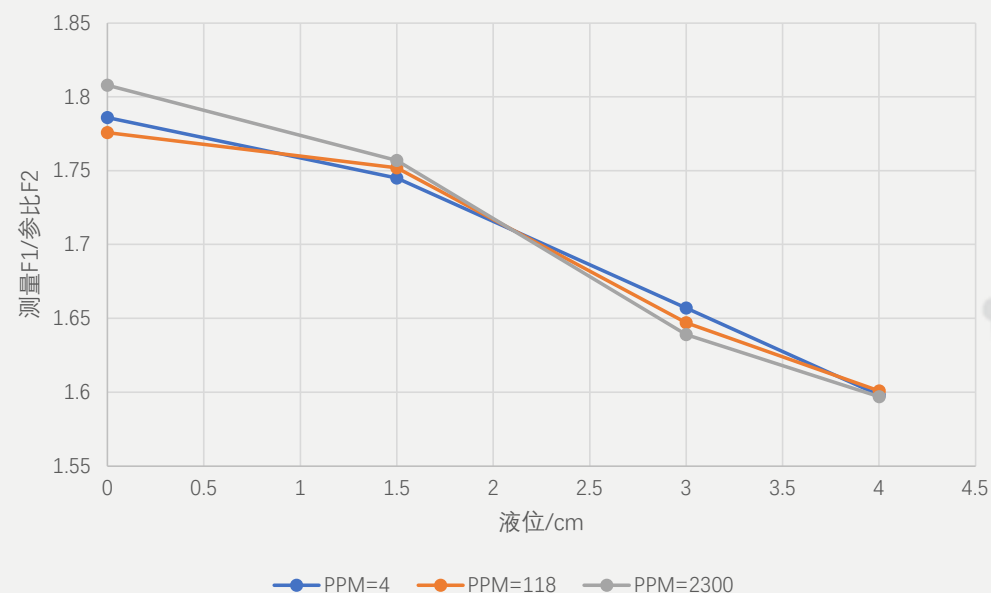
不同TDS水测试

使用NaCl配置出不同TDS溶液，
使用不同TDS溶液进行测试
从空水箱开始，分别加溶液至1.5cm，3.0cm，4.0cm
记录当前测量/参比比值

液位/cm	TDS=4 PPM	TDS=118 PPM	TDS=2300 PPM
0	1.786	1.776	1.808
1.5	1.745	1.752	1.757
3	1.657	1.647	1.639
4	1.598	1.601	1.597

注：1、0cm液位时相差较大，是因为不同情况下0cm有不同程度残留液体
2、测试不同TDS影响时，使用的是1.5cm*3.65cm的电极，所以测得的数值和其他测试有区别

不同TDS下 液位-比值关系

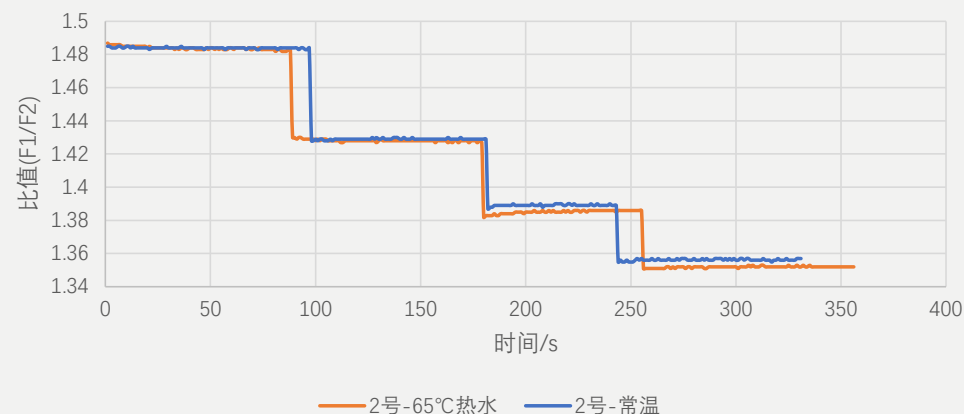


不同温度下测试

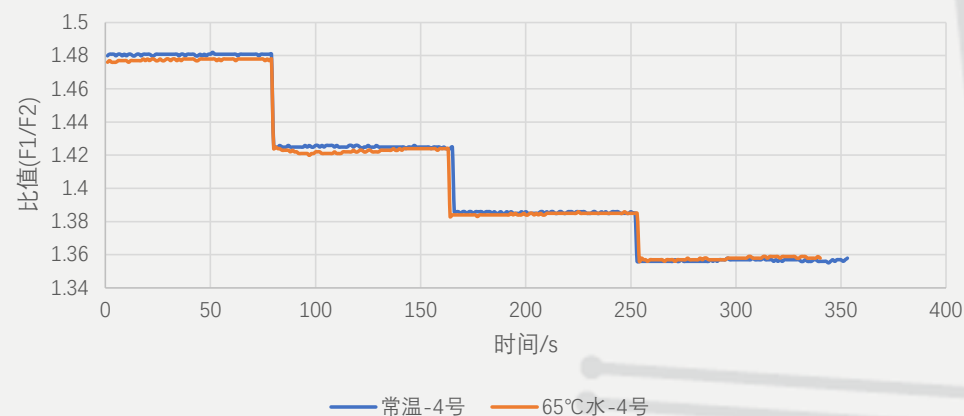
分别使用20℃常温水 and 65℃高温谁进行3档液位测试，观察不同水温下，经过温度的补偿后的测试数据

水量/ml	模块	2号	4号
0	常温	1.483	1.481
	高温	1.484	1.476
530	常温	1.429	1.425
	高温	1.428	1.423
1060	常温	1.390	1.385
	高温	1.385	1.385
1590	常温	1.356	1.356
	高温	1.353	1.358

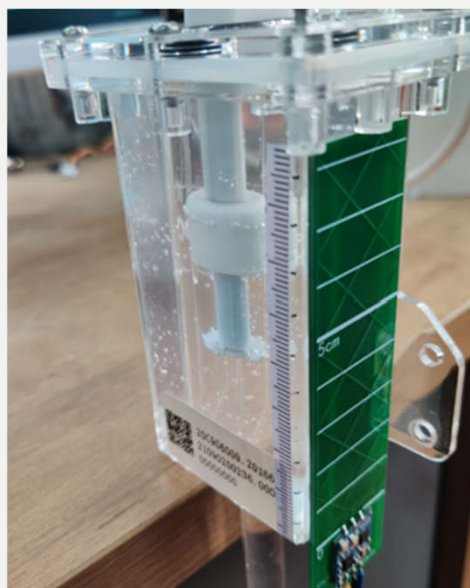
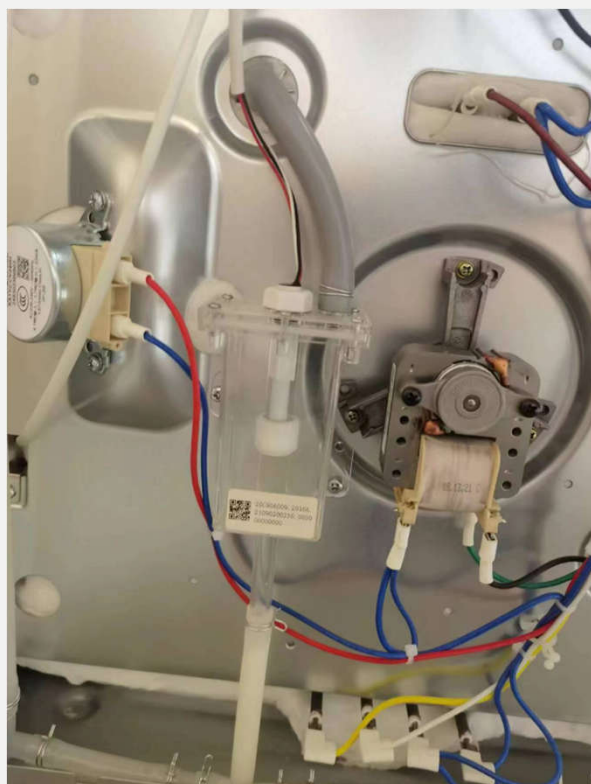
2号-常温-热水对比



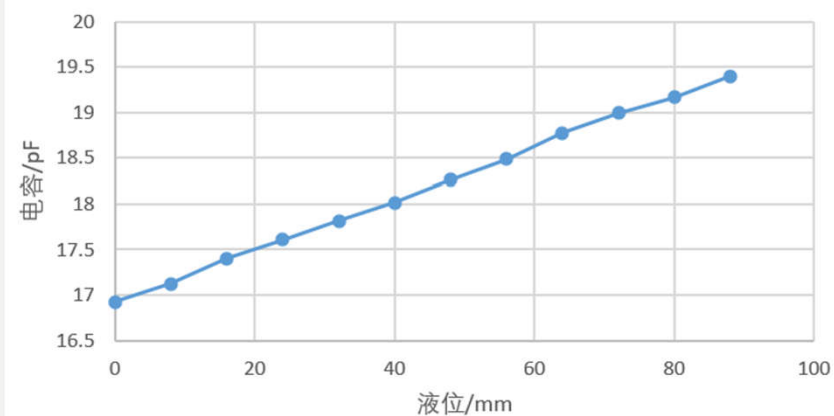
4号-高温常温水对比



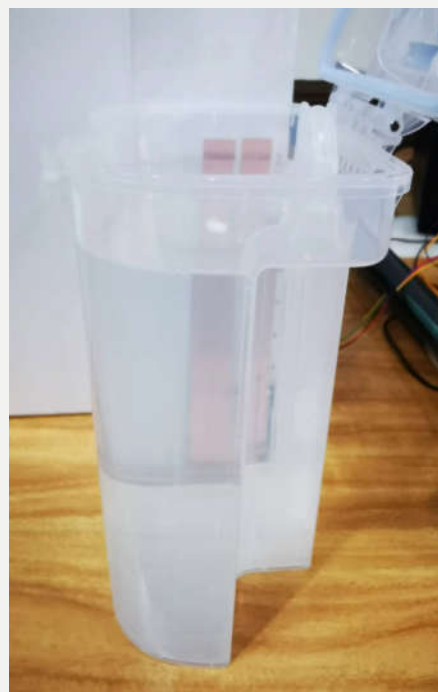
蒸烤箱水箱液位-PCB模组设计



水箱——液位电容变化 (PCB电极)



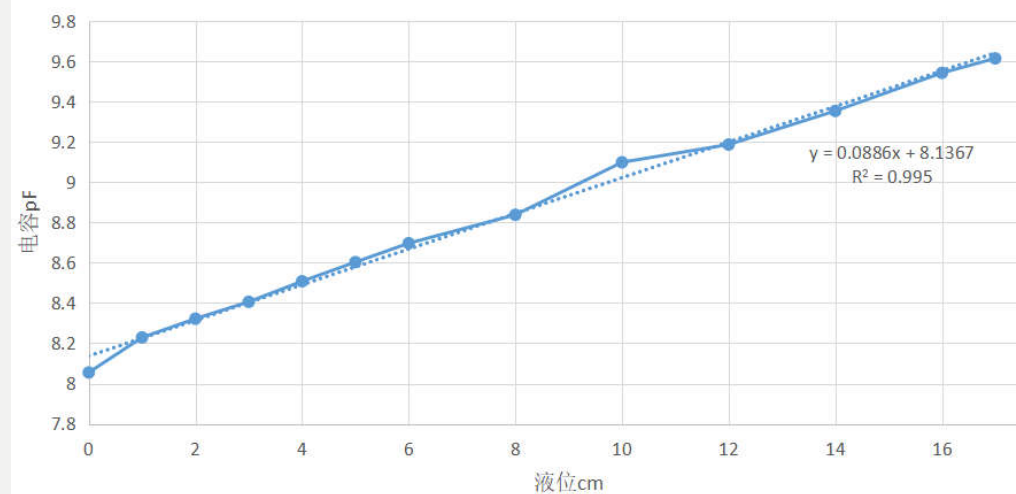
洗地机液位检测



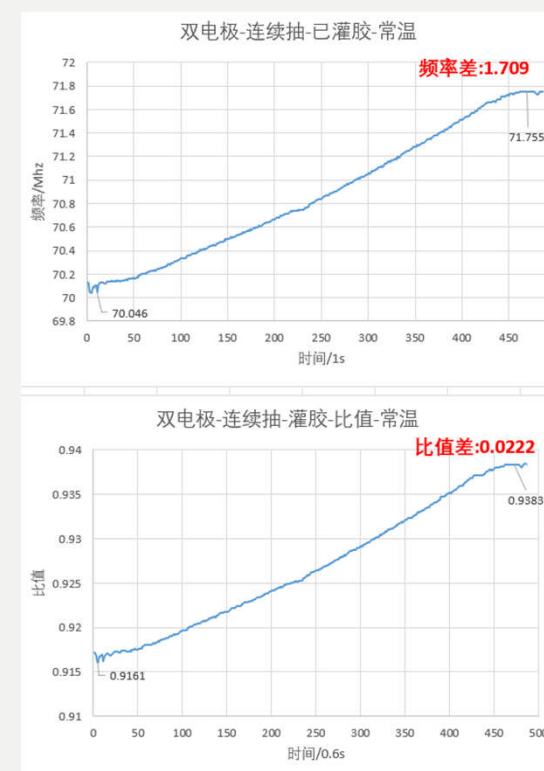
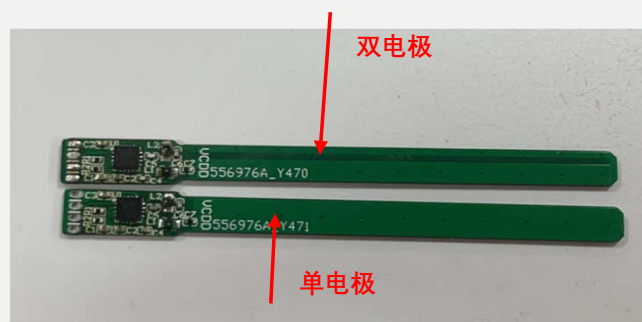
电极与被测物体间距离约**10mm**

- 1.水箱壁厚3mm
- 2.空气间隙4mm
- 3.基站外壁壁厚3mm

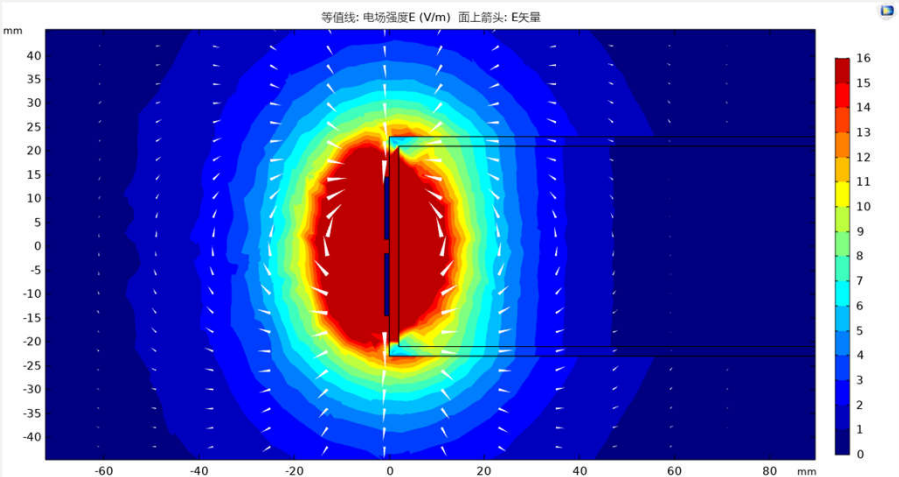
水位-电容对应关系



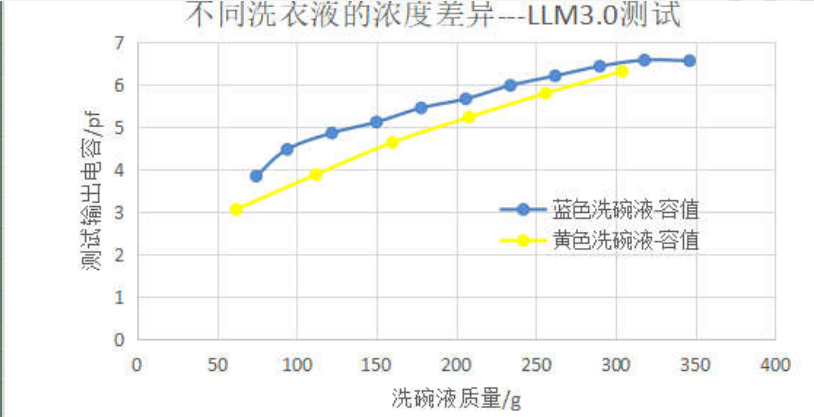
饮水机替代浮球设计



洗碗机液位案例

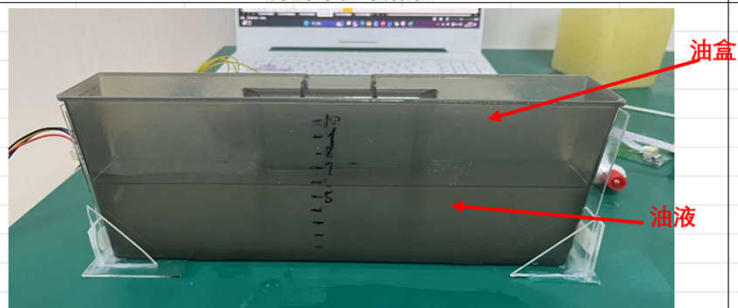


新电极方案测试电容输出结果/pf					
状态说明	质量/g	蓝色洗碗液-容值	状态说明	质量/g	黄色洗碗液-容值
满100%	346.25	6.556	满100%	304	6.305
90%	318	6.569	80%	256	5.791
80%	290	6.426	60%	208	5.228
70%	262	6.200	40%	160	4.633
60%	234	5.976	20%	112	3.879
50%	206	5.660	0%	62	3.058
40%	178	5.446			
30%	150	5.113			
20%	122	4.856			
10%	94	4.470			
0%	74.6	3.842			



2023年新一代抽油烟机油液液位

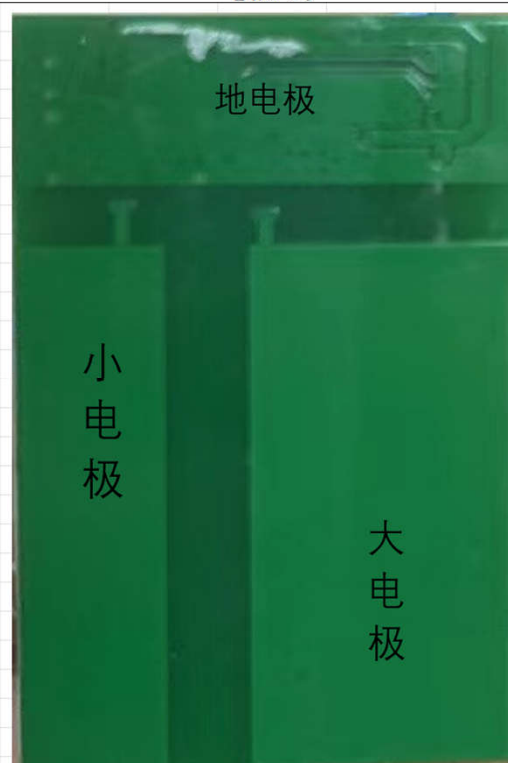
测试环境与溶液



带塑料外壳的模块



电极尺寸



尺寸：
30(宽) x 50(高) x 7(厚)
mm

小尺寸侧装普适好

难点：油水任何比例，
安装空气间隔及高温的
干扰

油/水 混合任意比例，安装0-2mm间距组合

5号无间隔水				6号无间隔水			
液位/cm	FA/Mhz	FB/Mhz	k	液位/cm	FA/Mhz	FB/Mhz	k
零点	72.184	68.328		零点	72.344	67.76	
0	72.028	68.139	3.227	0	72.200	67.593	2.353
6	72.019	68.129	3.471	6	72.185	67.580	2.033
7	71.973	68.060	5.650	7	72.122	67.475	6.295
8	71.579	67.500	22.307	8	71.855	67.065	20.519
9	71.319	67.185	27.860	9	71.504	66.648	27.216
10	71.087	66.901	32.985	10	71.194	66.329	28.147

5号无间隔油				6号无间隔油			
液位/cm	FA/Mhz	FB/Mhz	k	液位/cm	FA/Mhz	FB/Mhz	k
零点	72.184	68.328		零点	72.344	67.76	
0	72.029	68.137	3.635	0	72.202	67.596	2.220
6	72.032	68.139	3.674	6	72.198	67.592	2.208
7	72.021	68.118	4.717	7	72.184	67.563	3.703
8	71.951	68.000	9.474	8	72.122	67.455	8.309
9	71.886	67.906	12.459	9	72.026	67.311	13.121
10	71.818	67.810	15.289	10	71.972	67.238	15.001

5号无间隔6CM水+4CM油				6号无间隔6CM水+4CM油			
液位/cm	FA/Mhz	FB/Mhz	k	液位/cm	FA/Mhz	FB/Mhz	k
零点	72.184	68.328		零点	72.344	67.76	
0	72.040	68.140	4.458	0	72.209	67.593	3.186
6	72.032	68.129	4.623	6	72.195	67.584	2.787
7	72.002	68.088	5.901	7	72.168	67.533	5.005
8	71.914	67.962	9.677	8	72.107	67.439	8.440
9	71.849	67.874	11.903	9	72.008	67.298	12.701
10	71.776	67.778	14.249	10	71.960	67.230	14.662

5号2MM间隔水				6号2MM间隔水			
液位/cm	FA/Mhz	FB/Mhz	k	液位/cm	FA/Mhz	FB/Mhz	k
零点	72.184	68.328		零点	72.184	68.328	
0	72.137	68.256	2.523	0	72.273	67.671	1.763
6	72.125	68.247	2.260	6	72.267	67.662	2.073
7	72.087	68.197	3.564	7	72.234	67.618	3.226
8	71.957	68.013	8.645	8	72.108	67.438	8.510
9	71.798	67.821	12.180	9	71.972	67.257	12.880
10	71.703	67.704	14.065	10	71.866	67.135	14.711

5号2MM间隔油				6号2MM间隔油			
液位/cm	FA/Mhz	FB/Mhz	k	液位/cm	FA/Mhz	FB/Mhz	k
零点	72.184	68.328		零点	72.184	68.328	
0	72.131	68.248	2.615	0	72.270	67.668	1.809
6	72.129	68.247	2.666	6	72.269	67.665	2.054
7	72.121	68.233	3.237	7	72.255	67.646	2.534
8	72.095	68.187	5.187	8	72.230	67.603	4.379
9	72.062	68.136	6.939	9	72.184	67.533	6.700
10	72.023	68.083	8.484	10	72.148	67.481	8.304

5号2MM间隔6CM水+4CM油				6号2MM间隔6CM水+4CM油			
液位/cm	FA/Mhz	FB/Mhz	k	液位/cm	FA/Mhz	FB/Mhz	k
零点	72.184	68.328		零点	72.184	68.328	
0	72.125	68.240	2.853	0	72.275	67.676	1.507
6	72.120	68.237	2.721	6	72.264	67.666	1.486
7	72.106	68.214	3.566	7	72.251	67.646	2.078
8	72.072	68.161	5.490	8	72.221	67.598	3.890
9	72.032	68.108	6.775	9	72.174	67.527	6.272
10	71.996	68.054	8.558	10	72.138	67.479	7.510

汽车油箱/机油/柴油/水箱/防冻液液位传感

工作原理

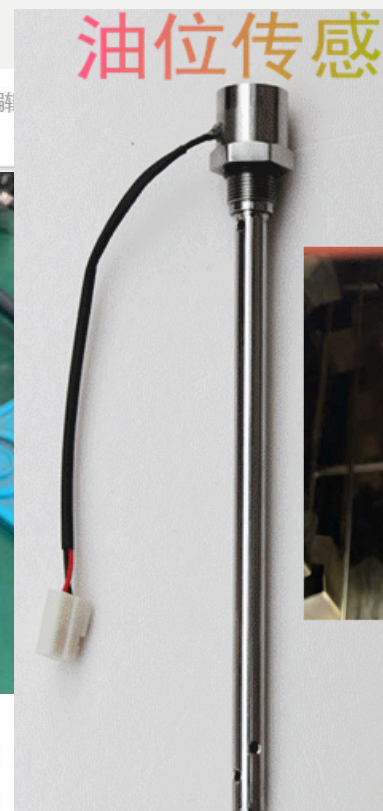
说明：C0为传感器静电容，中心检测电极为电容器的一个探极，外侧是电容器的另一个探极。 ϵ_r 为液体介质的介电常数， ϵ_0 为空气的介电常数， h_x 液面高度。

$$CC=C0+\Delta C= C0+K (\epsilon_r-\epsilon_0) *h_x / \ln (r_2/r_1)$$

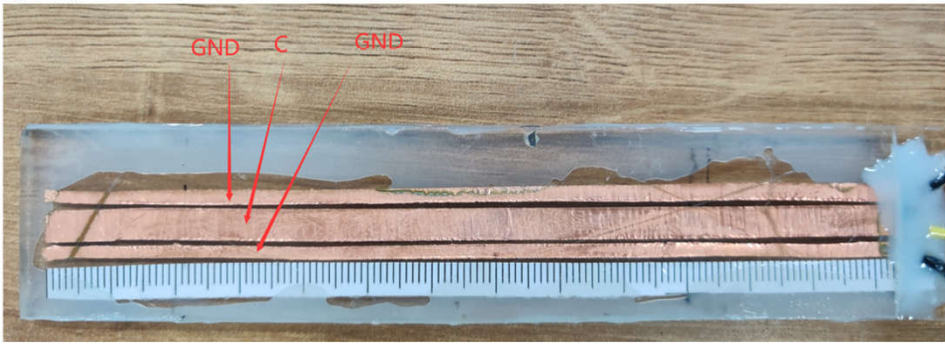
电容式油位传感器利用探极与容器间形成的电容量随液位呈线性变化规律，将液位的变化量转换成线性的输出，可以直接显示液位高度或者通过无线传送直接发送给远程监控系统。同一台传感器可以随时更换测量介质或变更安装环境,无须重新标定均可自动适应、精确测量，丝毫不受介电常数和温度变化的影响。 [1]

例如：一台SFCG型汽车油位传感器安装到油罐车上后，该汽车从我国的南方行驶到北方，添加什么添加剂无需重新标定都能精确的测量出其真实油位。并且温度、射频干扰等因素对该传感器也没有任何影响。

产品核心部件采用国际先进的高度集成的专用IC芯片，经过精确的温度补偿和线性修正，转换成标准可被计算机等识别的信号，电容式液位传感器具有现场校准功能，用户可进行零点、任意截断长度、量程自动校准，以适应各种恶劣或者复杂场所的应用。



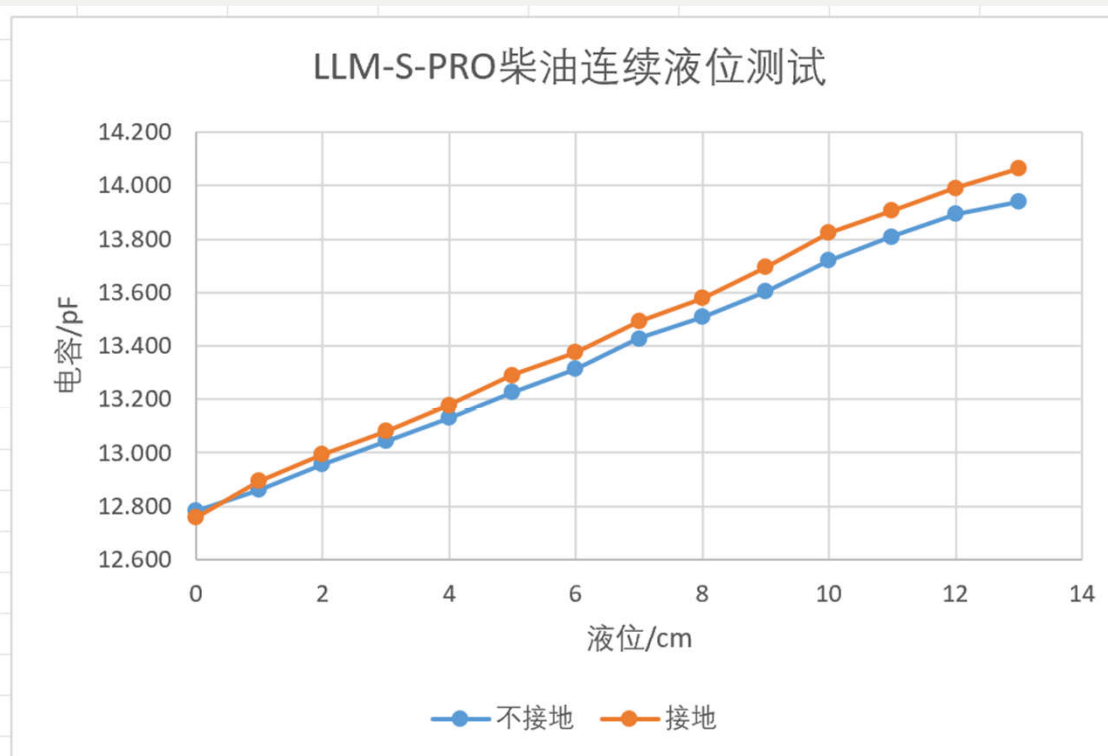
根据蓝海尺寸原型验证

 敏源传感	汽车柴油连续液位检测
时间：2023.06.1	
实验测试板：LLM-S-PRO+MCSK[开发板]	
实验要求： 测试柴油液位高度, 电极间隔水箱壁厚2mm亚克力板,	
电极尺寸：  C端：电极长13cm 宽5mm GND 长13cm 宽2mm	

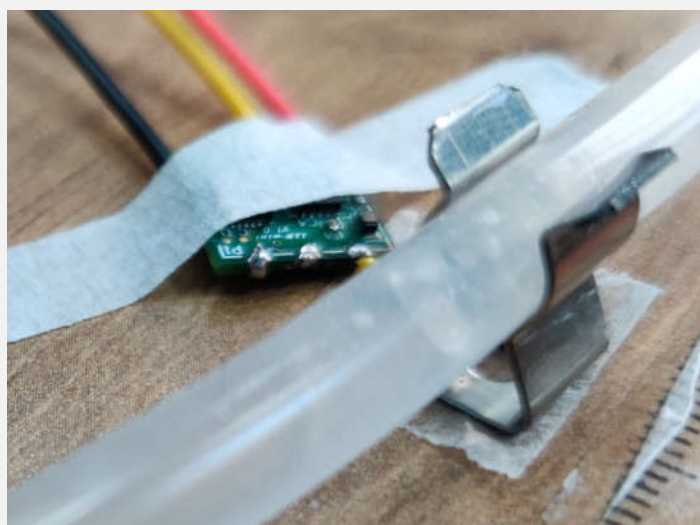


液位测试精度

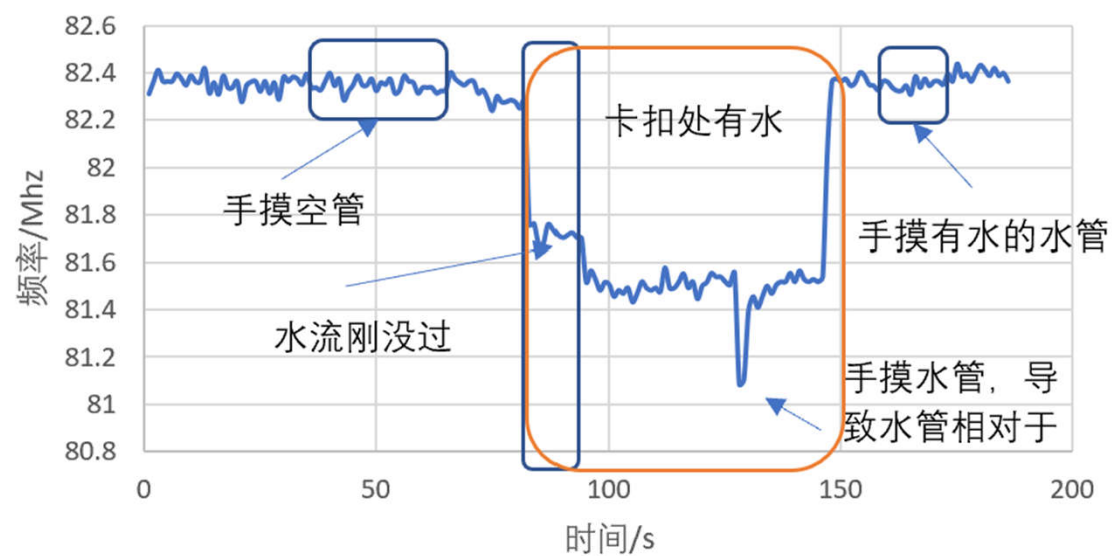
液位/cm	电容/pF	
	不接地	接地
0	12.784	12.759
1	12.861	12.893
2	12.956	12.994
3	13.043	13.082
4	13.129	13.178
5	13.225	13.290
6	13.314	13.377
7	13.427	13.490
8	13.508	13.580
9	13.605	13.693
10	13.720	13.825
11	13.809	13.908
12	13.892	13.991
13	13.941	14.065
变化量	1.157	1.306



管道流水检测



金属卡扣作为电极

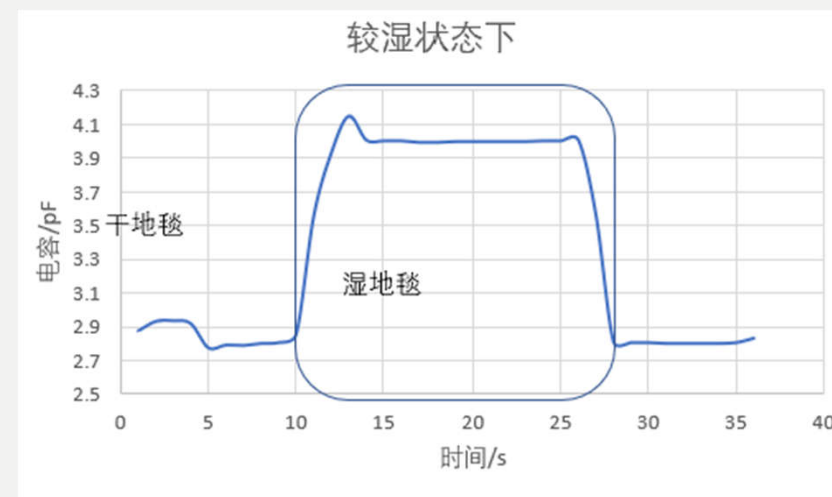
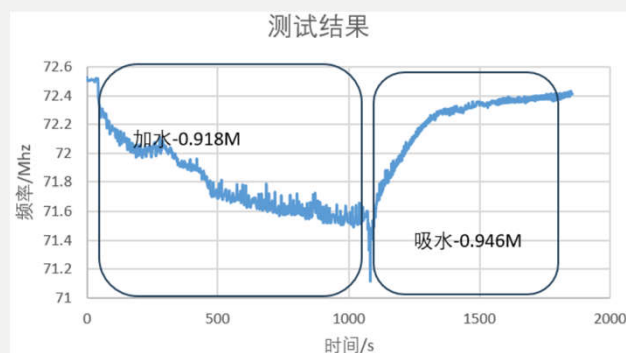
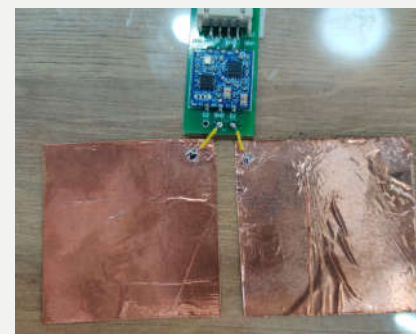




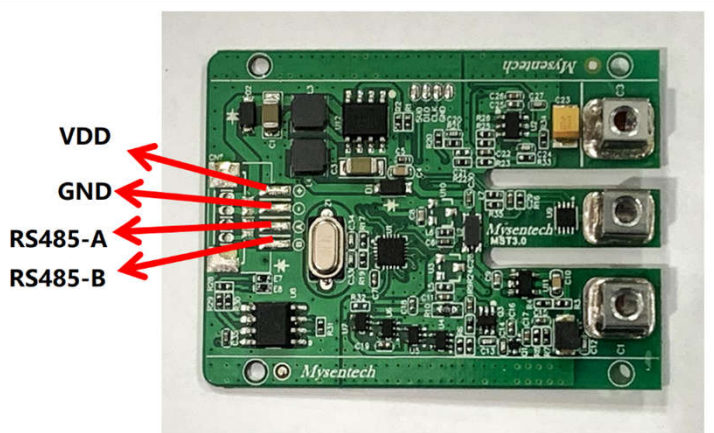
敏源传感

含水率检测

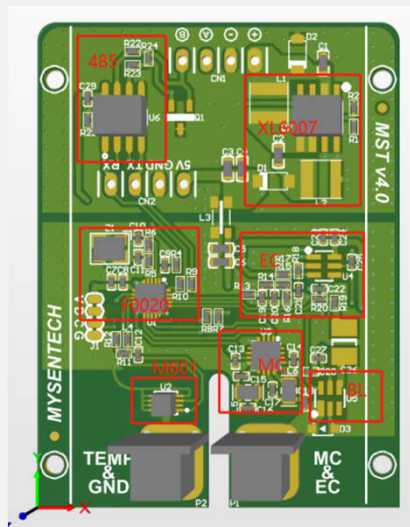
洗地机抹布含水率检测 - LSPV2.0



土壤含水率



第一代模组
51*38mm



第二代模组



MST (介电频率+电导率+温度 3-in-1)

水分含量测量

- 典型精度: 3%
- 分辨率: 0.1%
- 量程: 0~100%

温度测量

- 典型精度: 0.5°C
- 分辨率: 0.01°C
- 量程: -70°C~+150°C

电导率盐分测量

- 典型精度: 3%
- 分辨率: 0.01mS/cm
- 量程: 0~20mS/cm

工作温度范围: -40°C~+125°C

采集时间: < 0.2s

模组尺寸: 50mm * 38mm * 10.55mm



敏源传感

传感模组系列2:

一体化多节点土壤含水率-倾角计(CISS)



特点

1. 全集成, 无需太阳能和其它外供电。
2. 可配置多节点土壤含水率/温度/倾角探头
3. 含水率精度 $\pm 2\%$; 分辨率 0.1%
4. 倾角精度 $\pm 0.1^\circ$; 分辨率 0.002°
5. 温度精度 $\pm 0.5^\circ\text{C}$; 分辨率 0.004°C
6. 多种无线接口 (NB-IOT/LoRa/2/4/5G)
7. IP68防水等级

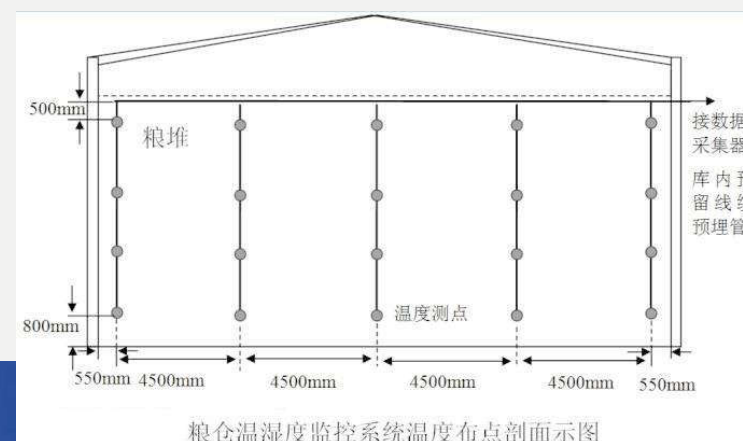
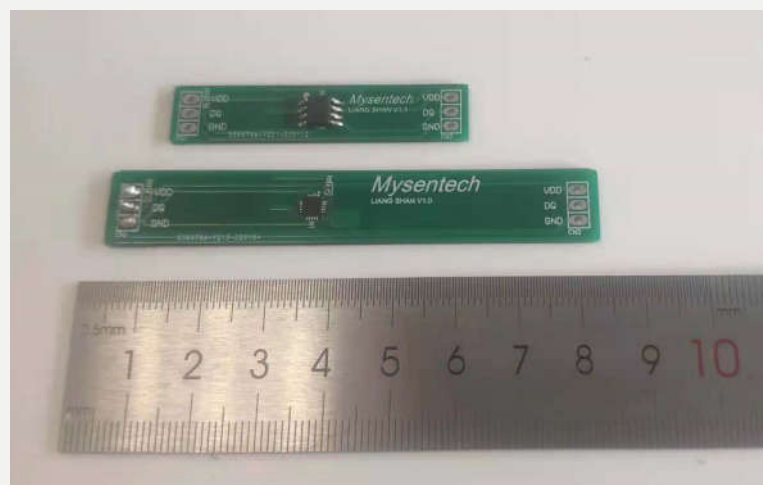
优势

1. 可级联, 最深支持地下10米检测。
2. 多数据同时采集, 可监测多层土壤含水率变化、以及位移和倾角变化。
3. 设备管径小, 对土层破坏小。
4. 易于组网
5. 工作寿命 >3 年, 期间完全免维护。

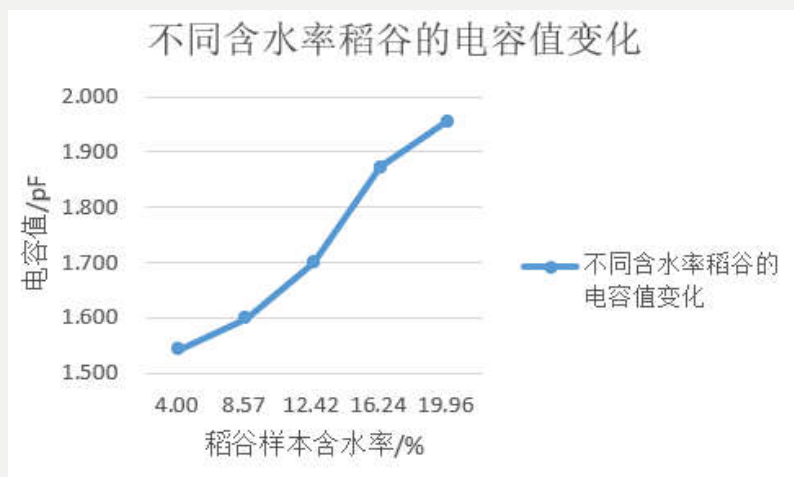
应用场景

1. 地灾监测 (监测边坡含水率及倾角)。
2. 边坡稳定性监测 (路基、矿山)
3. 地下水环保监测
4. 土壤墒情

智慧粮情 - 基于MDC04的温+含水率一体传感器



粮仓温湿度监控系统温度布点剖面示图

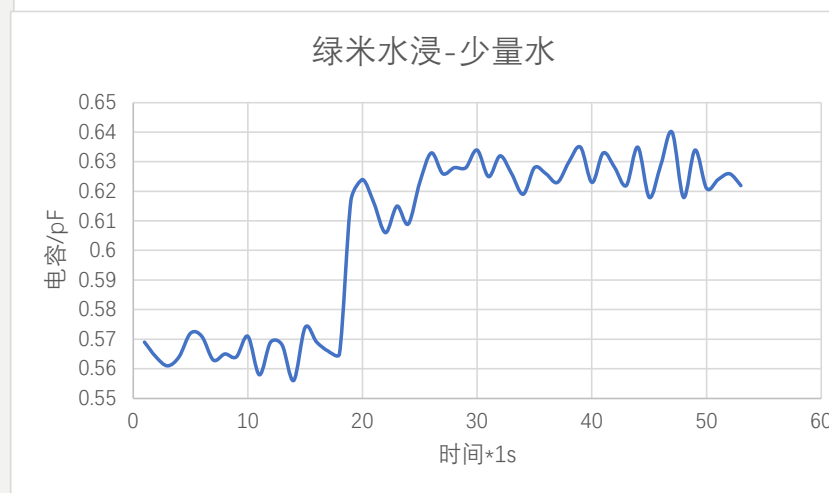
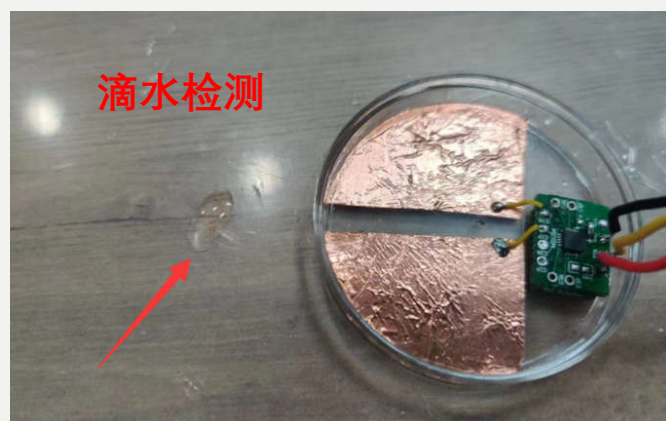
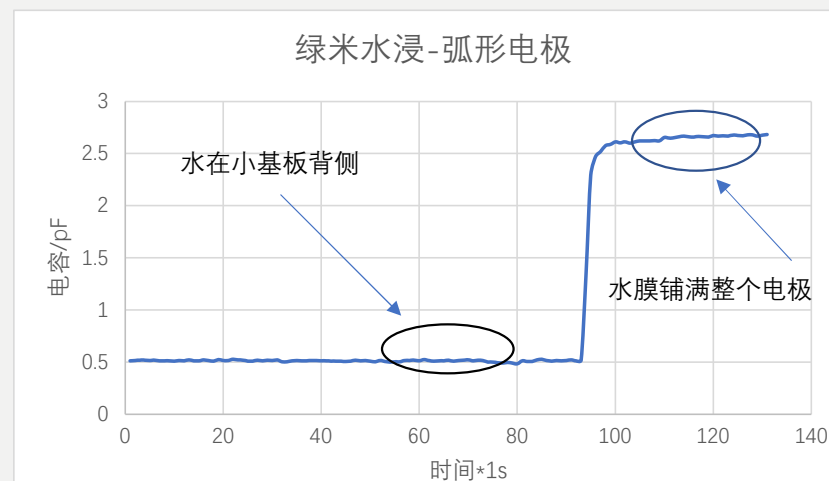
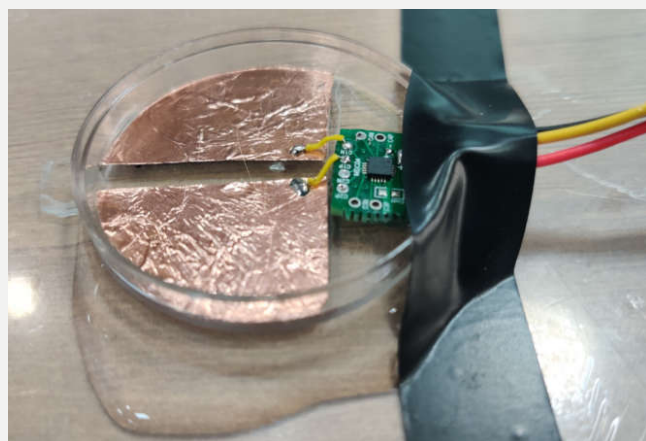




敏源传感

水浸检测

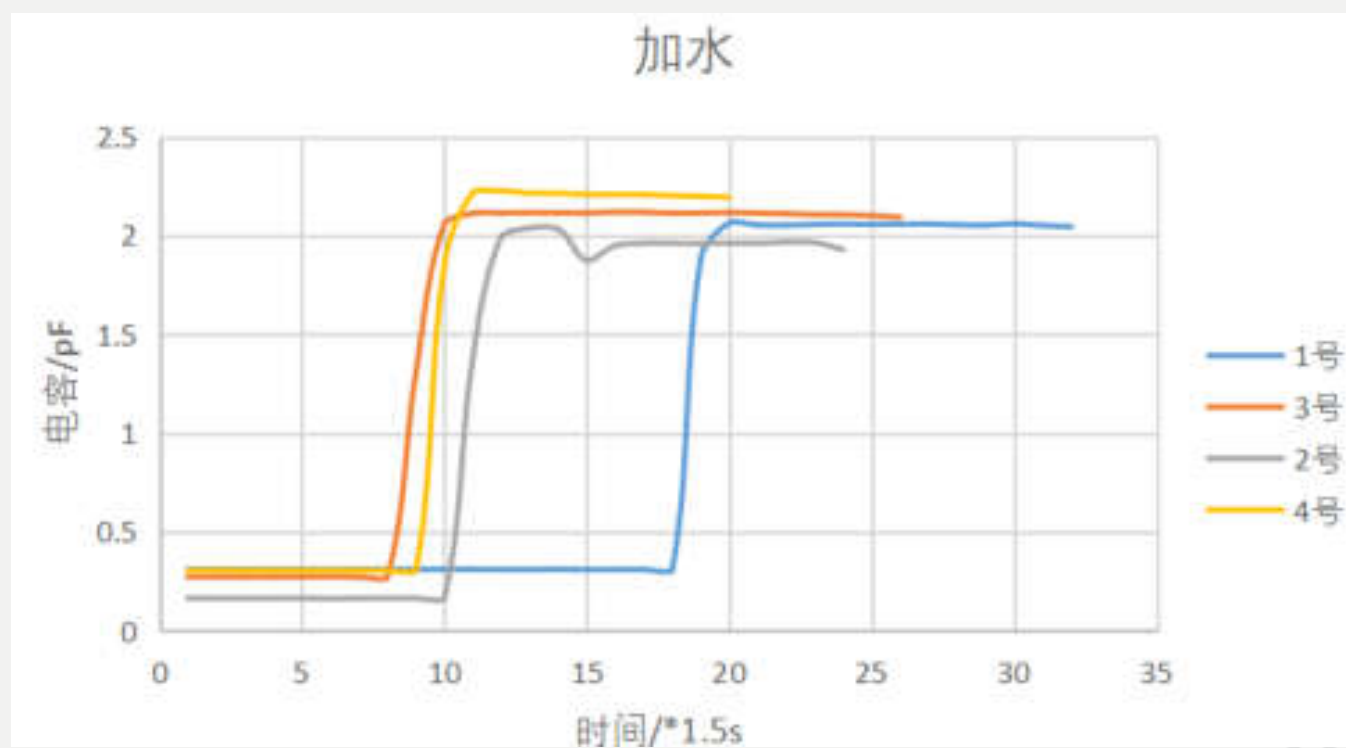
绿米水浸传感原型验证（基于MDC04）



可定位水浸传感器



敏源传感

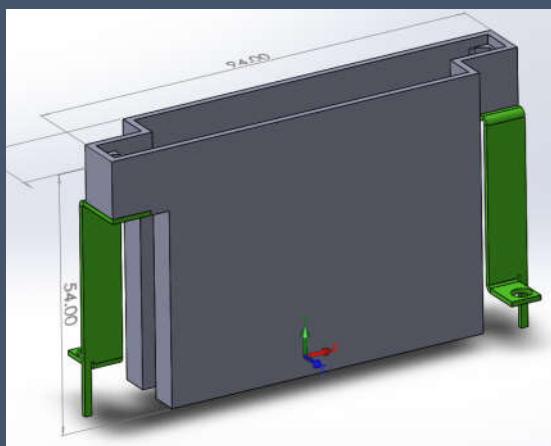




敏源传感

冰霜检测

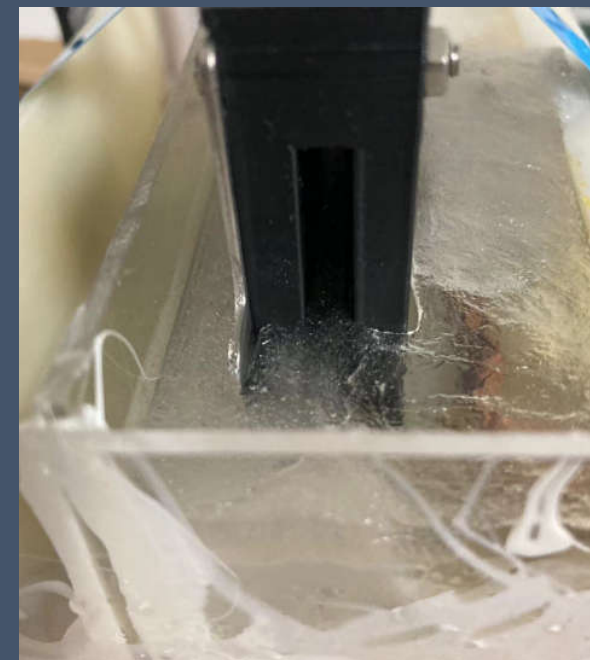
窗机空调冰水监测



94(L)*17(W)*54(h)mm

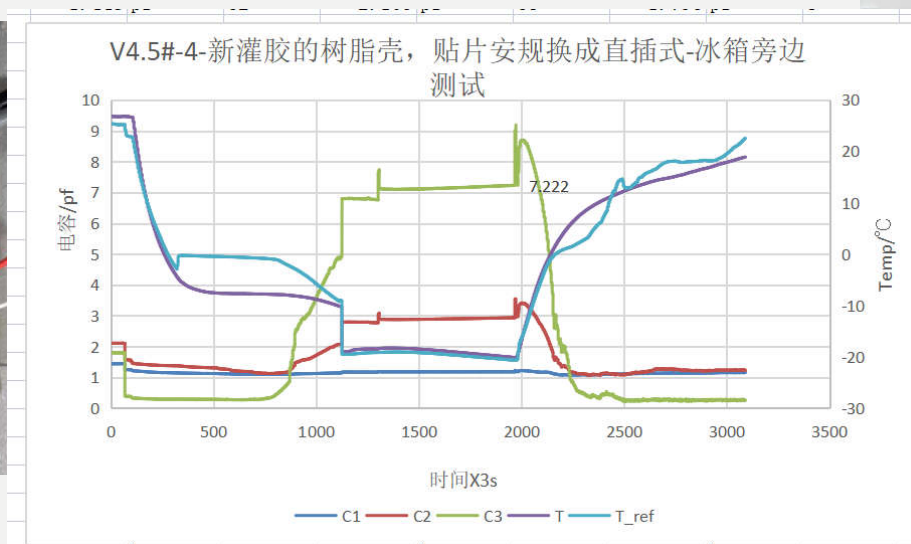
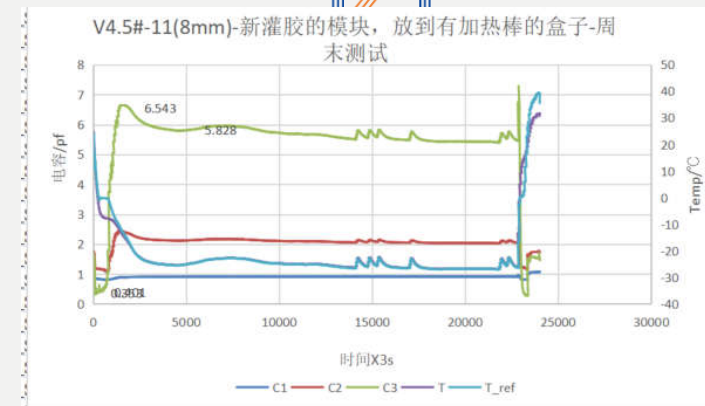
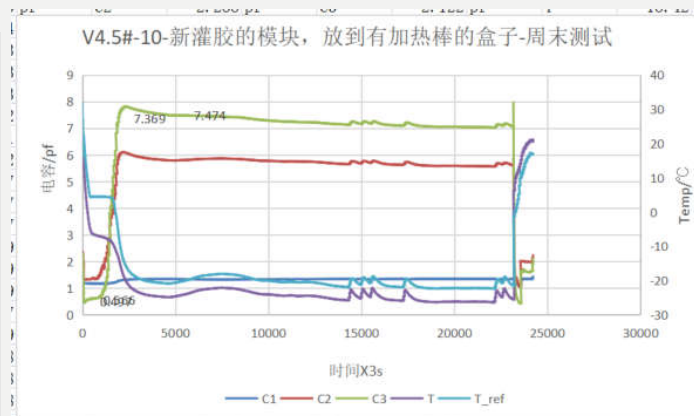
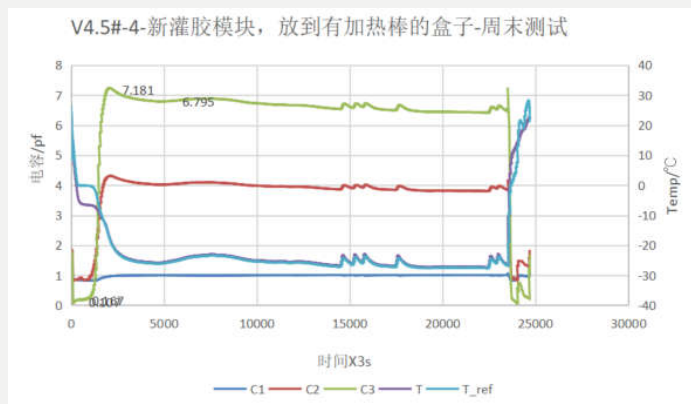


加热装置



制造冰盖

2023.03.10 ~03.14测试数据分析



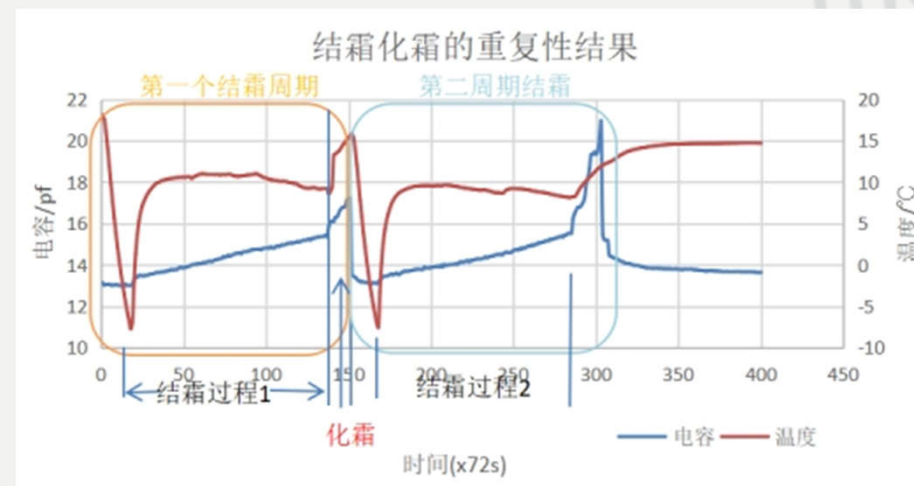
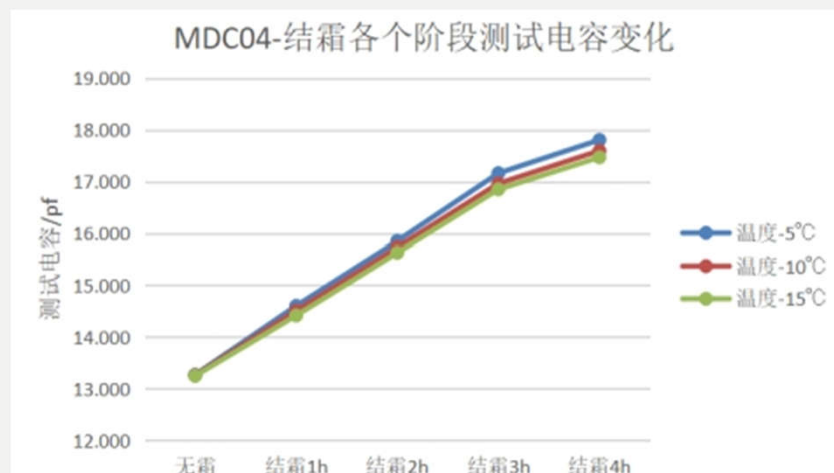
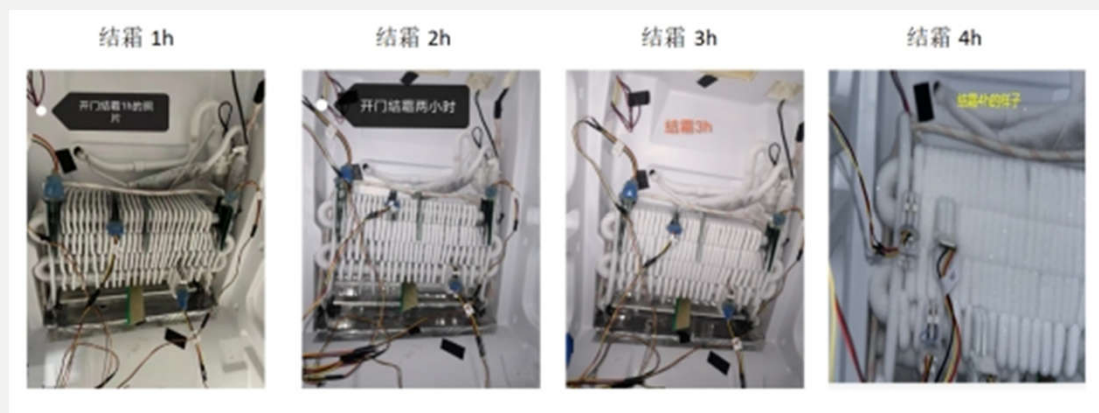


敏源传感

冰箱结霜传感器



91.3mm*42.6mm*14mm





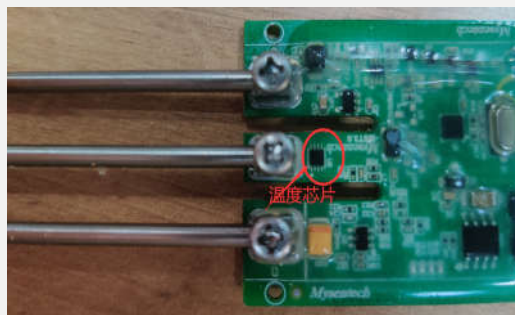
敏源传感

食品探测



食物探针传感器

温、含水率、电导率三合一



水分含量测量

- 典型精度：3%
- 分辨率：0.1%
- 量程：0~100%

温度测量

- 典型精度：0.5℃
- 分辨率：0.01℃
- 量程：-70℃~+150℃

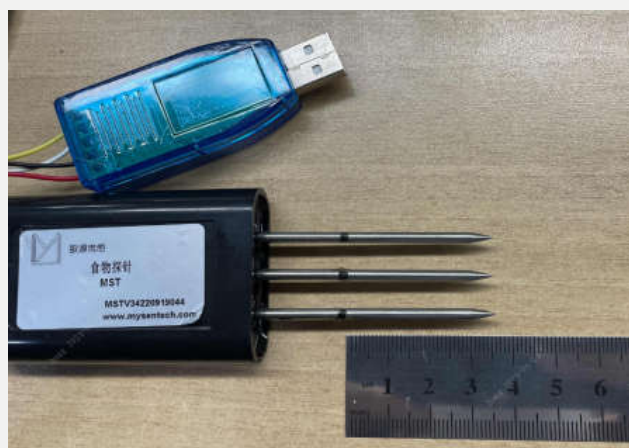
电导率盐分测量

- 典型精度：3%
- 分辨率：0.01mS/cm
- 量程：0~20mS/cm

工作温度范围：-40℃~+125℃

采集时间：< 0.2s

模组尺寸：50mm * 38mm * 10.55mm



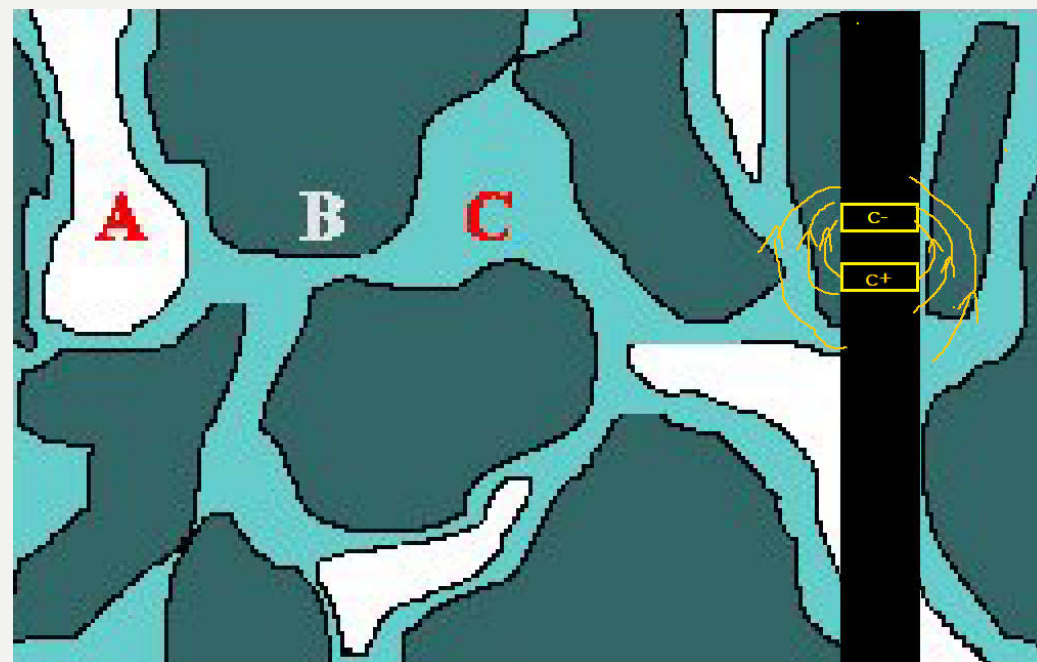
食物含水率含水率测量原理：高频介电系数法

$$\epsilon_{\text{water}} \approx 80, \epsilon_{\text{solids}} \approx 5, \epsilon_{\text{air}} = 1$$

- Geometric factor, g_m , is unknown (Gauss' law)

$$C_m^*(\omega) = g_m \epsilon_0 \epsilon'_{\text{rel}}(\omega) - j \left[g_m \epsilon_0 \epsilon''_{\text{rel}}(\omega) + g_m \frac{\sigma_{dc}}{\omega} \right]$$

通过FDR 高频谐振测量食物 等效介电常数,
进而推导水分含量



电导和电导率



敏源传感

电导是描述物体传导电流性能的物理量，记作G。物体的电导为通过该物体电流与该物体所加电压的比值。对于直流电路而言，这个数值就是电阻的倒数， $G=1/R$ ，其单位为S(西门子)。

电导率是电阻率的倒数， $\sigma=1/\rho$ ，电导率的单位为S/m（西门子/米）。

在交流电场中物质的性质与电导率有如下关系：

$$\sigma = 2\pi f \epsilon_0 \epsilon_x'' = 55.6 \times 10^{-12} f \epsilon_x'' \quad (9-23)$$

式中， σ ——电导率(S/m)； f ——频率(Hz)； ϵ_x'' ——介质损耗因数
 ϵ_0 ——真空介电常数，其值为 8.854×10^{-12} F/m。

上式也可写成

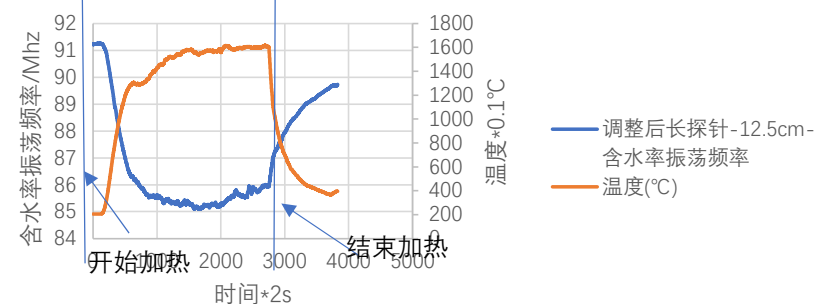
式中， σ 单位为 $\mu\text{S}/\text{cm}$ ， f 单位为MHz。

$$\sigma = 0.556 \times 10^{-12} f \epsilon_x'' \quad (9-24)$$

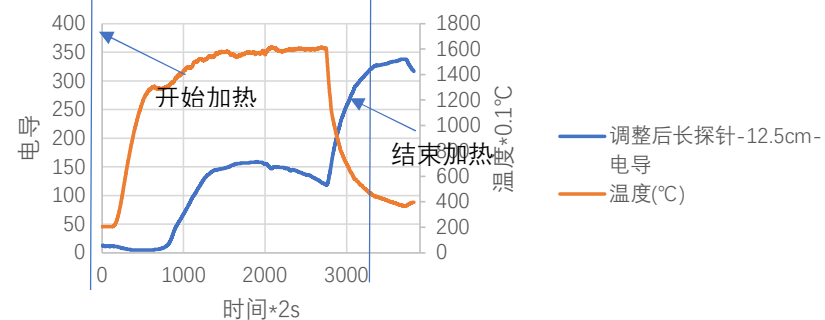
长探针 (12.5cm)



调整后含水率振荡频率变化-加热土豆



调整后电导测量变化-加热土豆



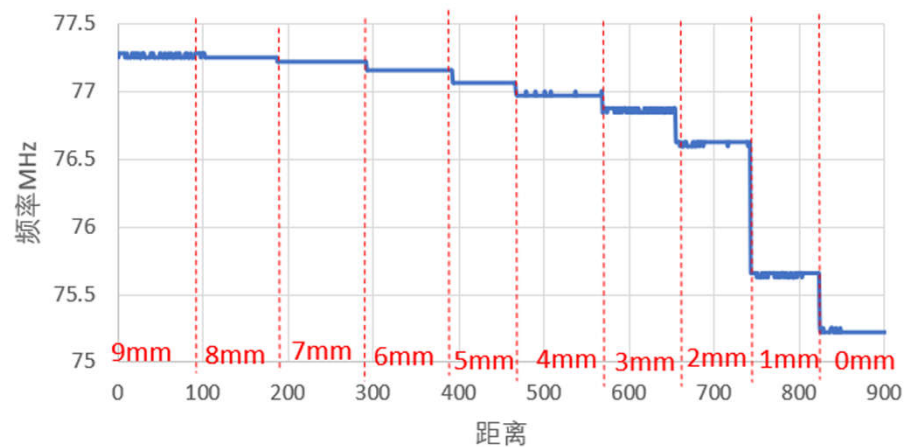
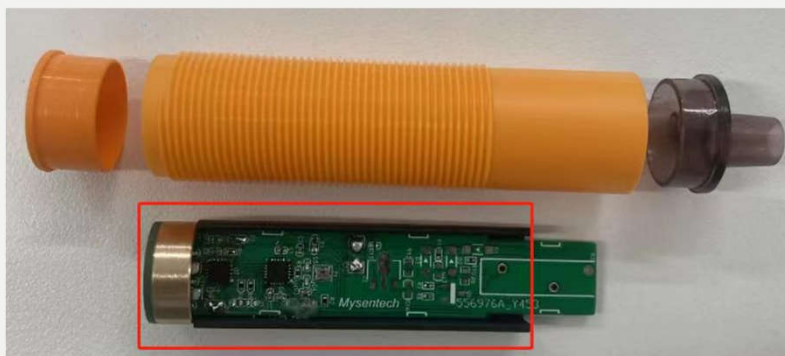


敏源传感

接近传感



电容式/电感式 接近传感器

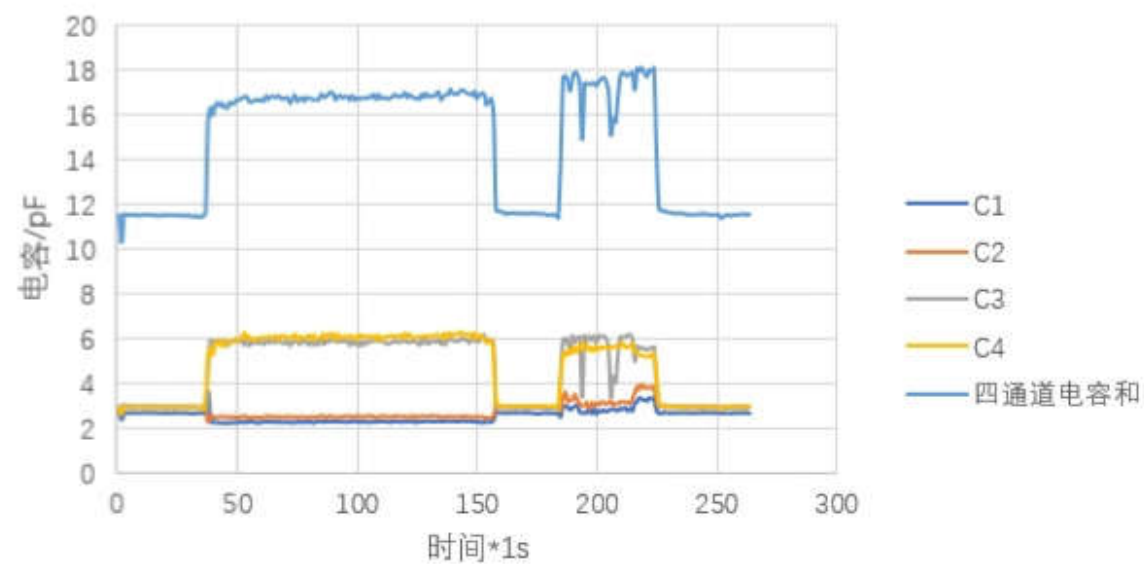


绿米久坐原型验证（基于4通道MDC04）



单片电极：3*12cm. 电极间距 0.5cm 采用 4 通道

4通道测试结果

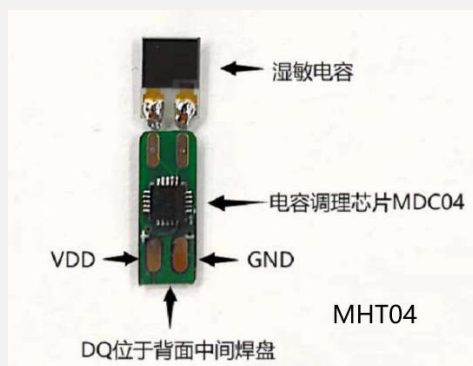




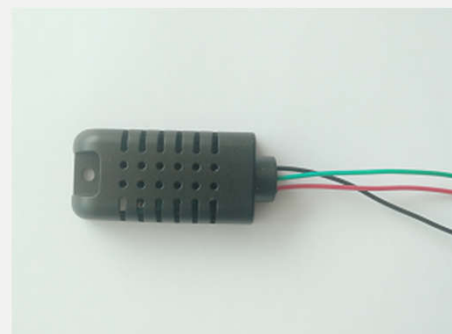
敏源传感

空气湿度检测

传感模组系列：温湿度单总线模组MHT04



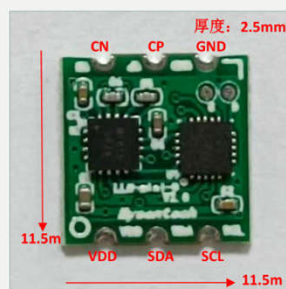
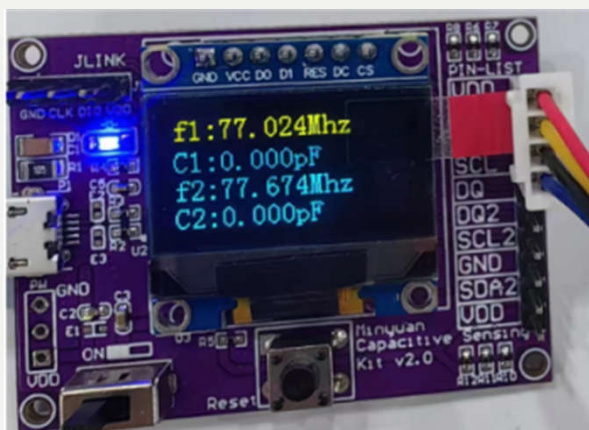
湿敏电容+MDC04 → 适用于有化学气体腐蚀、粉尘、易结露的恶劣环境



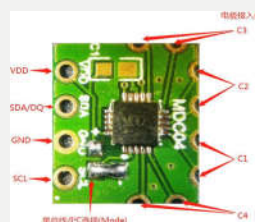


敏源传感

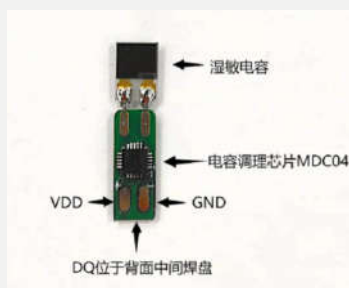
电容评估板 MCSK (5合1)



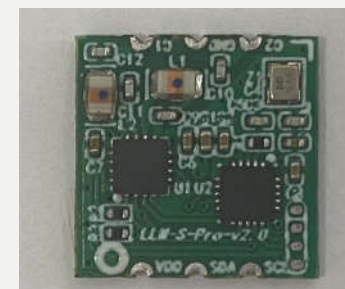
LLM-D-Mini (MC11) 高频差分



MDC04PCB



MHT04
温湿度



LLM-S-Pro (MC12) 高频单端



LLS (MC02) 液位开关



家电落地场景小结

	应用场景	适合方案	优势特点
1. 液位类			
1.1 非接触水箱连续液位	蒸烤箱、饮水机、净饮机、咖啡机、拖扫机、热水器、厨师机	1.MC12 芯片（单端） 2.MC11 芯片（双端）	连续无极、非接触、低成本
1.2 非接触水箱单点液位	蒸锅、洗衣机加热防干烧	MC12 芯片	
1.3 非接触油盒液位	油烟机、厨师机、洗碗机、洗衣机	MC12 芯片	强穿透
1.4 接触式探针液位	饮水机、洗衣机	1.MDC04(四路) 2.MDC02(双路)	
2. 含水率类			
2.1 拖扫机干湿传感器	清洁布干湿度、地毯干湿	MC12/LSP 模组	没有更好方案
2.2 洗衣机干湿传感器	烘干机	MC12/LSP 模组	
3. 冰霜类			
3.1 冰箱结霜传感器	蒸发器	MDC02模组	没有更好方案
3.2 空调结冰传感器	窗机空调换热器	MDC02模组	
4. 接近类	水龙头开关	MC12/LSP 模组	不用改造现有结构
5. 水浸类	可级联多点漏水检测	MDC04模组	多点、可定位、检测面积大
6. 温湿度类			
6.1 MEMS数字温湿度	冰箱、空调、加湿器	MHT30	高湿度、低温可靠性
6.2 绝对湿度	蒸烤箱、微波炉、吹风机	MHT04模组	低成本
6.3 超低温	冷柜（-100℃）	MTS4	低成本替代PT100
7. 振动类			
冰箱振动噪声传感	冰箱	RTS模组	内嵌时域频域分析处理
洗衣机偏心传感	洗衣机	RTS模组	
8. 食品探测类			
食物探针	蒸烤箱、电饭锅 电导率/含水率/温度	MST模组	低成本、多维度



应用小结

典型应用	芯片/模组	评价
液位	MC11/LDM模组	低成本、抗干扰好
	MC12/LSP模组	小尺寸、穿透好
接近	MC12/LSP模组	远距离
	MDC04	低功耗成本
水浸	MDC04	可级联、可定位、低功耗
含水率	LSP模组	
空气湿度	MDC04/MHT04S	温湿度一体
冰霜	MDC04 /WS模组	
介电检测（食品、土壤）	MST模组/MC12	温度、电导率、含水率



谢谢！

构建物联感知中枢网

共创智能传感中国芯



www.mysentech.com