

基于LoRa扩频技术的低功耗水表、燃气表无线采集系统

最近更新：2018-06-22



这是一套面向水表或燃气表的低功耗无线抄表系统，包括以下产品：

- ✓ 表端产品：核心模块+水表/气表底板+水表/气表成品
- ✓ 上位机产品：
 - 核心模块：串口 LoRa 无线模块；
 - 电脑抄表：串口 LoRa 无线模块转 USB 端口+上位机软件；
 - 掌机抄表：内置 LoRa 模块的 2G/3G/4G 安卓手持机+APP；
 - 网关抄表：LoRa 无线模块+GPRS-DTU+电源模组+服务器软件；
- ✓ LoRa 模块的串口通讯协议；

目录

一、	表端产品.....	3
(一)	主板.....	3
一)	表端主板规格参数.....	3
二)	表端主板功能特点.....	4
三)	表端主板尺寸结构.....	5
四)	表端核心模块管脚定义.....	5
(二)	燃气表相关产品.....	6
一)	燃气表底板.....	6
二)	燃气表底板的尺寸结构.....	7
三)	燃气表底板的接口定义.....	7
四)	燃气表成品.....	8
(三)	水表相关产品.....	10
一)	水表底板.....	10
二)	水表底板的尺寸结构.....	11
三)	水表底板的接口定义.....	11
四)	水表成品.....	12
(四)	LCD 技术文档及显示说明.....	14
(五)	表端底板电路设计参考.....	16
二、	上位机产品.....	17
(一)	上位机核心模块.....	17
(二)	电脑抄表.....	18
一)	电脑抄表软件.....	18
二)	电脑上位机软件参数设置说明.....	20
三)	电脑设置/抄表步骤.....	22
(三)	掌机抄表.....	22
(四)	网关抄表.....	25
一)	网关尺寸结构.....	25
二)	网关接口定义.....	25
三、	AT 命令数据帧格式.....	26

一、表端产品

(一) 主板

表端主板的无线通讯部分基于 Semtech 的 Sx1278 LoRa 扩频调制技术，具有超高接收灵敏度和超强抗干扰能力，同等发射功率下比其他无线方案通讯距离更远，表现出更低的功耗。在开阔环境中平均通讯距离视距 3km。

表端主板采用 STM8L 单片机，足够支持复杂的无线抄表业务，同时兼具较低的功耗，内置了数据采集和无线收发程序，用户无需二次开发，只需要按照通讯协议即可完成表端数据无线采集。

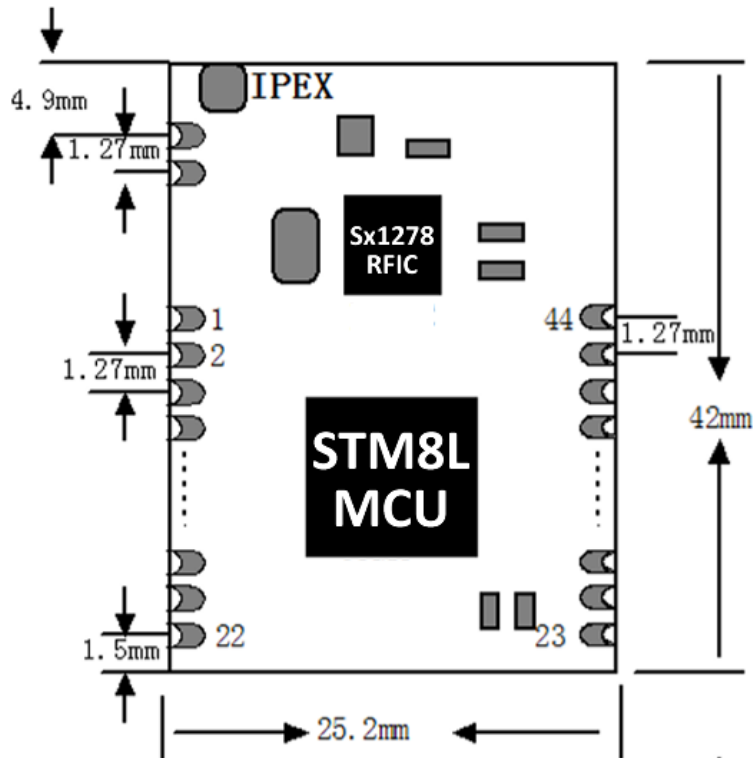
一) 表端主板规格参数

- 无线方案：Semtech Sx1278；
- 调制技术：LoRa扩频；
- 载波频率：433/490MHz开放频段，可设频点；
- 发射功率：≤100mW（20dBm），7级可调；
- 接收灵敏度：-148dBm；
- 主工作电压：4v-6v（适合用4节干电池）；
- 备工作电压：2.1-3.6V（适合用一次性锂电池）；
- 电流功耗：发射≤120mA，接收≤18mA，休眠≤4.9uA，待机平均≤20uA；
- 休眠时间：可设：2S，4S，6S，8S，10S；
- 呼吸时间：可设：2ms，4ms，8ms，16ms，32ms，64ms；
- 表端地址：4个字节（00000000~FFFFFFFF）；
- 工作环境：-40~+80℃；10%~90%相对湿度，无冷凝；

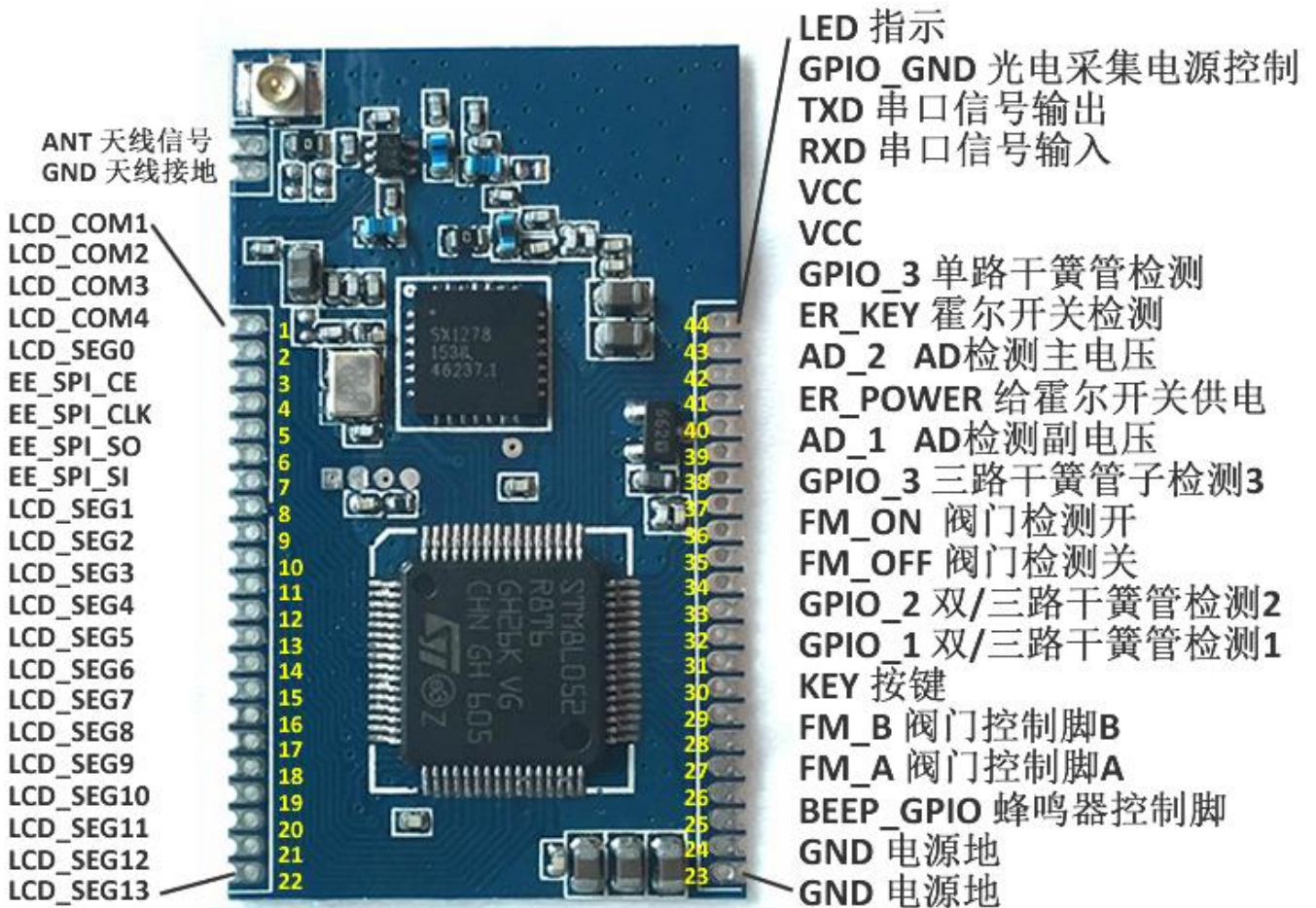
二) 表端主板功能特点

- ✓ 采用高效前向纠错编码技术，抗干扰能力强误码率低；
- ✓ CAD 检测 LoRa 信号防止误唤醒；
- ✓ 表端模块间歇性唤醒，待机功耗超低；
- ✓ 内置看门狗保证长期可靠稳定运行；
- ✓ 具备无线数据加密功能；
- ✓ 支持近距离无线更新模块程序及设置模块参数；
- ✓ 可直接设置载波频率，有效避开干扰源；
- ✓ 可设置发射功率，防止功率太大造成电量浪费；
- ✓ 可任意设置 4 个字节的表端地址，超大容量；
- ✓ 可设置网络 ID，临近多个小区同时抄表不冲突；
- ✓ 可设置光电采集、单/双干簧管采集等多种方式；
- ✓ 干簧管采集方式下可设置采集精度，精确到 0.001 立方米；
- ✓ 可设置休眠时间和呼吸时间，以适应不同的数据采集周期和功耗；
- ✓ 可检测阀门状态，可设置开阀时间和关阀时间，以适应不同的表具；
- ✓ 支持空中无线强制开阀和关阀，并且具备阀控状态检测功能；
- ✓ 支持自动检测表内状态以便开阀和关阀；
- ✓ 支持当月用量采集和总用量采集等多种抄表命令；
- ✓ 支持电量采集及低电量报警；
- ✓ 可设置表底数便于机械和电子采集模块同步计数；
- ✓ 支持总脉冲数据获取及 LCD 屏幕显示；
- ✓ 支持 SQL 数据库记录及版本号读取；

三) 表端主板尺寸结构

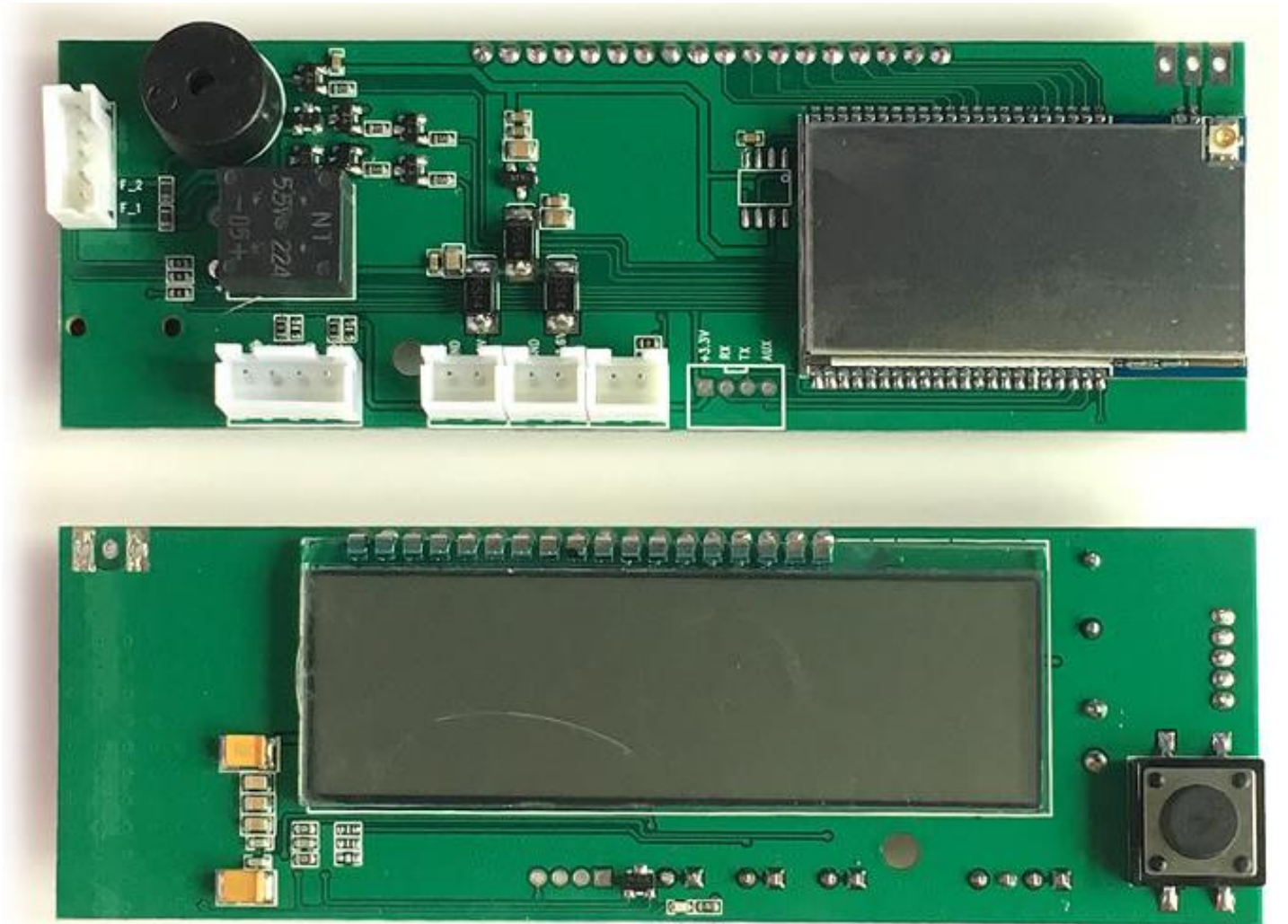


四) 表端核心模块管脚定义



(二) 燃气表相关产品

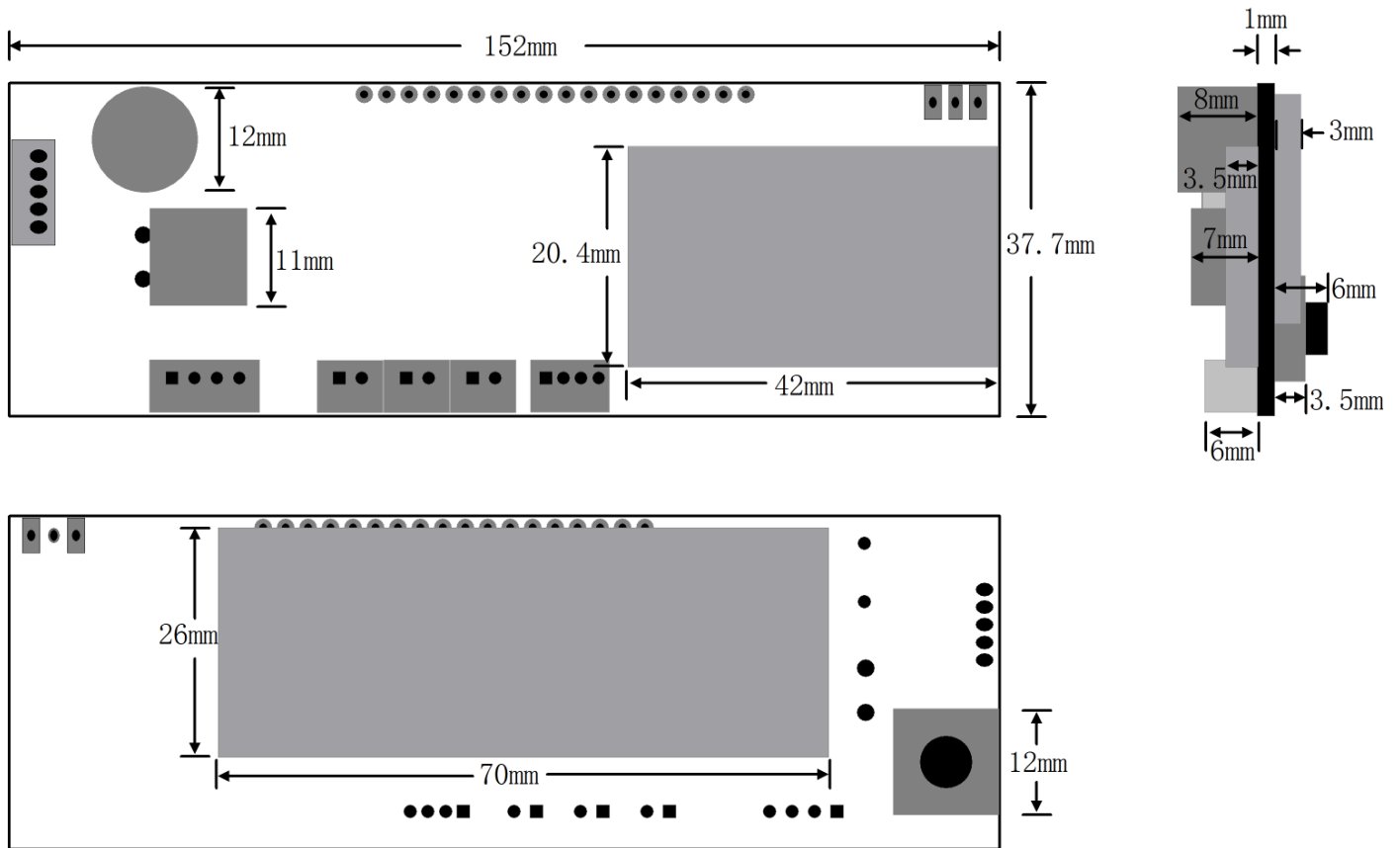
一) 燃气表底板



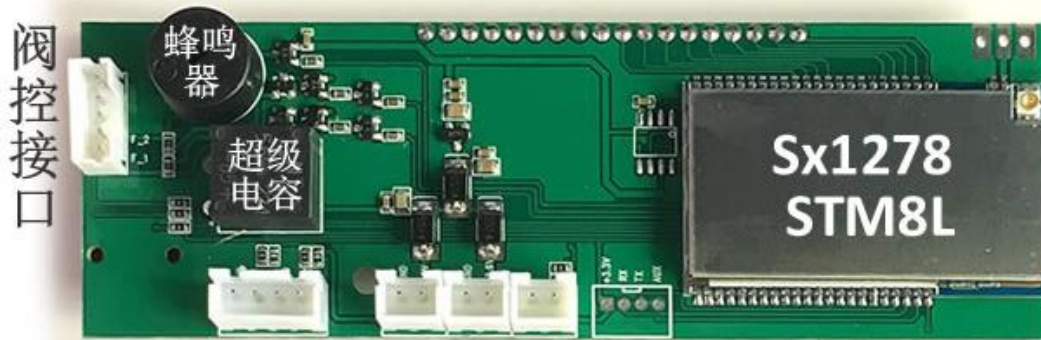
我公司提供适合市面上常见燃气表尺寸结构的底板。底板提供了 LCD 控制屏显控制、蜂鸣器控制、阀门控制、阀门检测、按键控制、单路/双路/三路干簧管检测、主电压副电压检测、霍尔开关感应、光电采集电源控制、串口输入输出、LED 指示等众多管脚。各个功能的实现都是依据行业内多年形成的标准。

我公司也可以提供底板设计资料，客户根据自己表具的尺寸结构适当调整后自己生产。

二) 燃气表底板的尺寸结构



三) 燃气表底板的接口定义



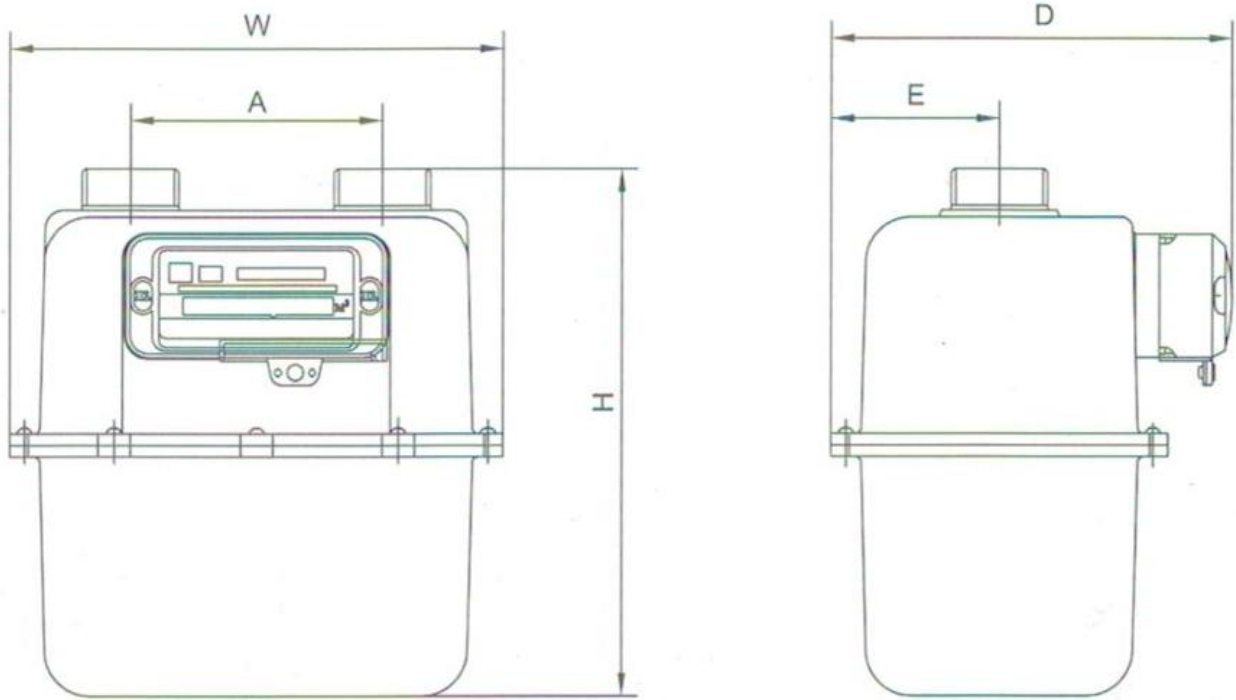
双干	主	副	单干	光电
簧管	电	电	簧管	采集
接口	压	压	接口	接口



四) 燃气表成品

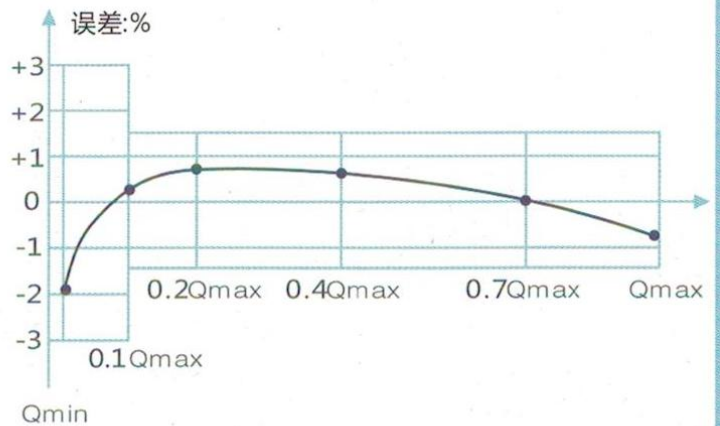
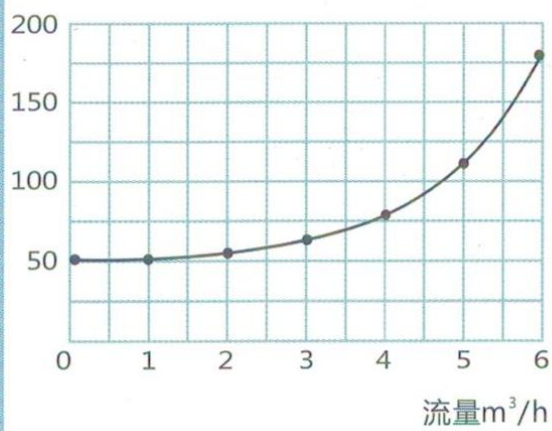


项目 ITEM	单位 UNIT	型号MODEL		
		GA1.6	GA2.5	GA4
公称流量 Nominal flow-rate(Qn)	m ³ /h	1.6	2.5	4
最大流量 Maximum flow-rate(Qmax)	m ³ /h	2.5	4	6
最小流量 Minimum flow-rate(Qmin)	m ³ /h	0.016	0.025	0.040
总压力损失 Total pressure absorption	Pa	<200		
工作压力范围 Operation pressure range	kPa	0.5~50		
每回转容积 Cyclic volume	dm ³	1.2		
允许误差 Permissible error	Qmin ≤ Q < 0.1Qmax	%		
	0.1Qmax ≤ Q ≤ Qmax	%		
计数器最小读数 Min.recording readings	dm ³	0.2		
计数器最大读数 Max.recording readings	m ³	99999.999		
工作环境温度 Operation ambient temperature	℃	-10~+40		
存储温度 Storage temperature	℃	-20~+50		
使用寿命 Service life	年 Year	10		
连接螺纹 Connection thread		M30×2 (3/4", 1 1/4" 或按用户要求定做 or by customized)		



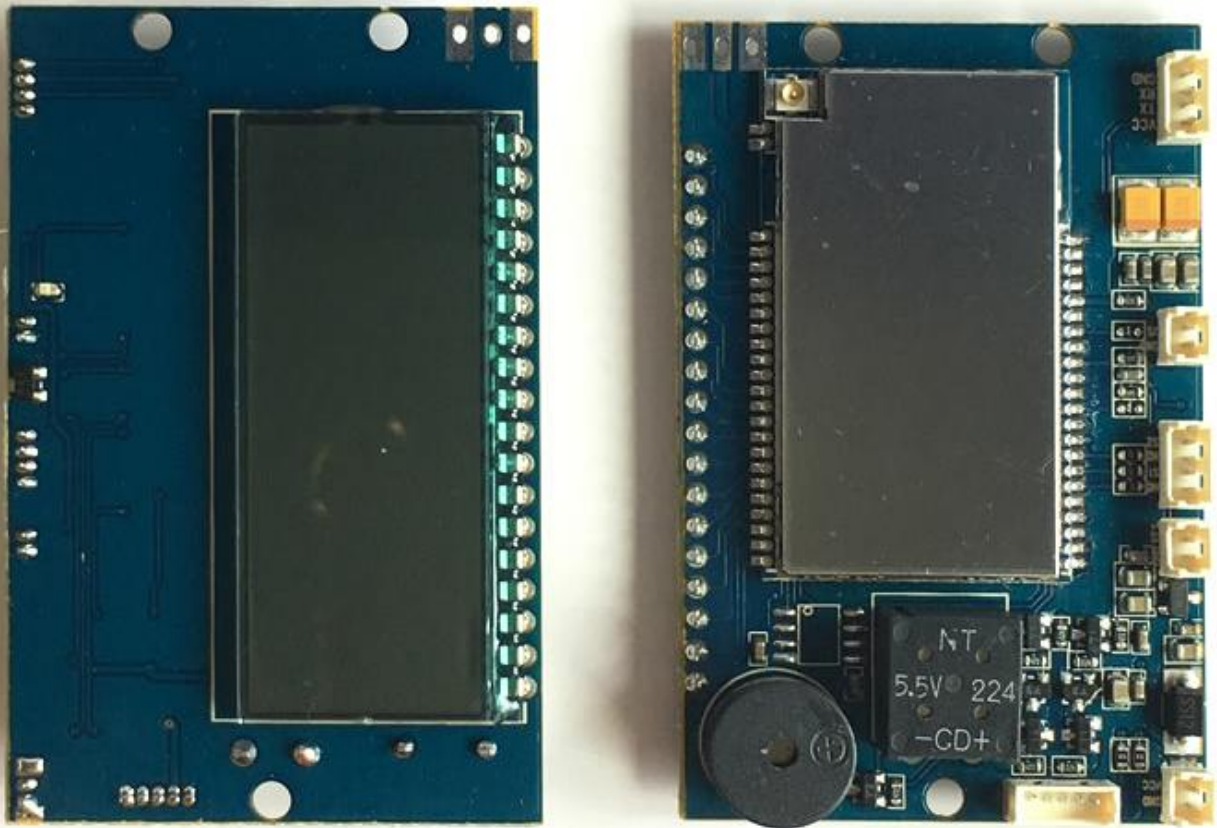
产品规格 MODEL	H mm	W mm	D mm	E mm	A mm
GA1.6	229	215	175	73.5	110/130
GA2.5					
GA4					

压力损失 (Pa)



(三) 水表相关产品

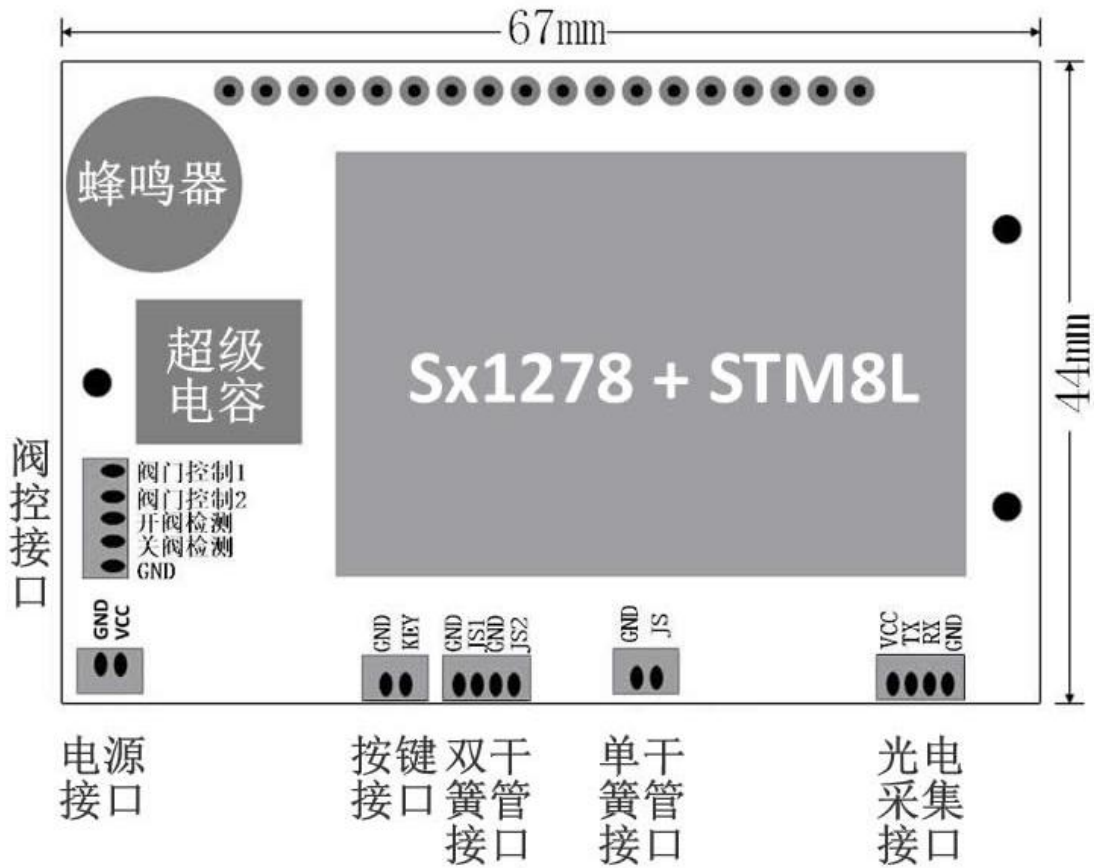
一) 水表底板



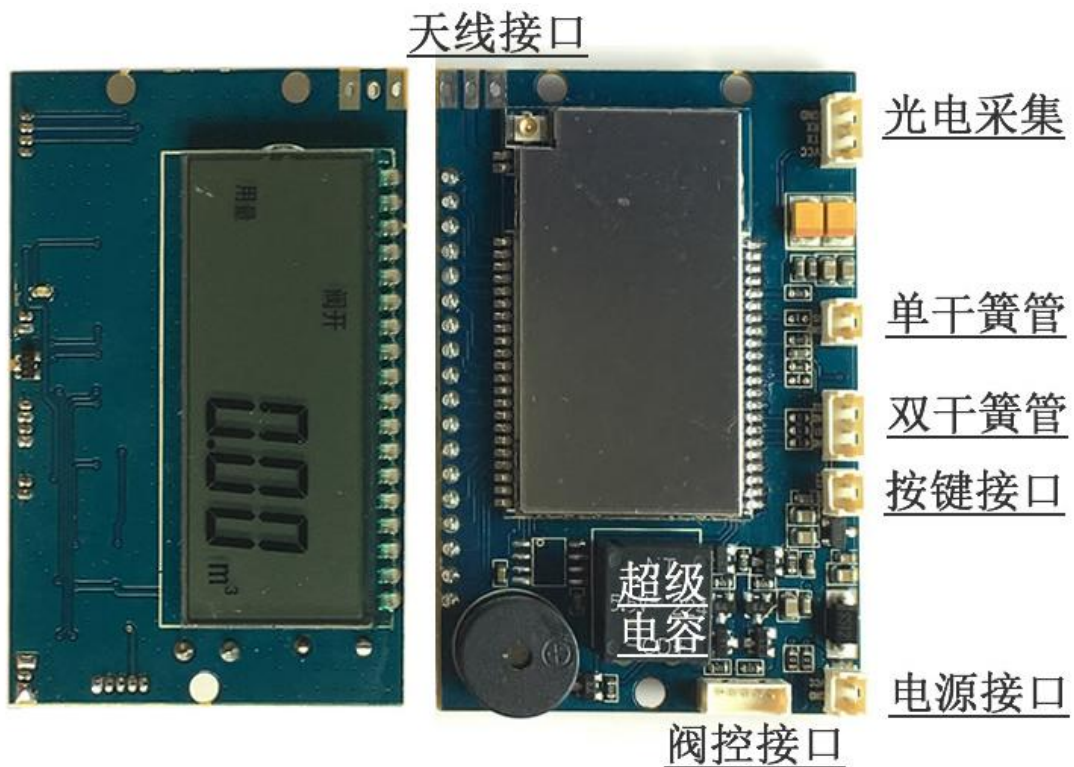
我公司提供适合市面上常见水表尺寸结构的底板。底板提供了 LCD 控制屏显控制、蜂鸣器控制、阀门控制、阀门检测、按键控制、单路/双路/三路干簧管检测、主电压副电压检测、霍尔开关感应、光电采集电源控制、串口输入输出、LED 指示等众多管脚。各个功能的实现都是依据行业内多年形成的标准。

我公司也可以提供底板设计资料，客户根据自己表具的尺寸结构适当调整后自己生产。

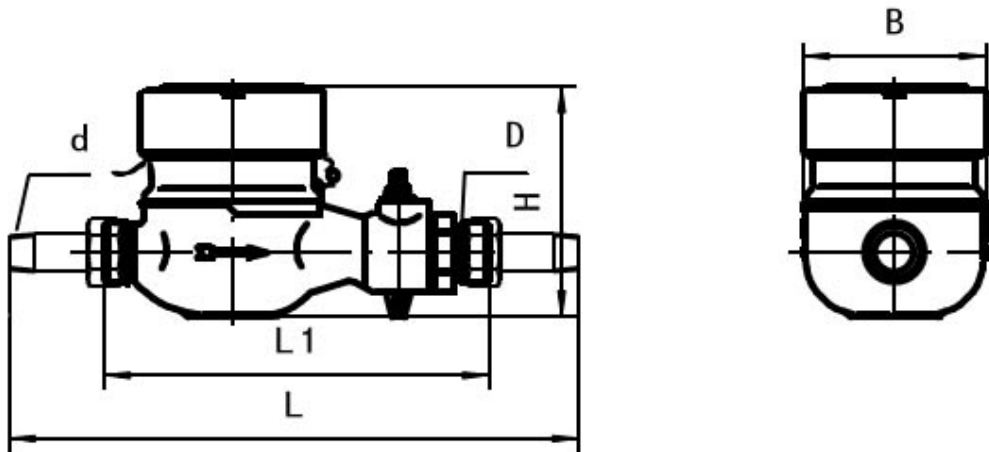
二) 水表底板的尺寸结构



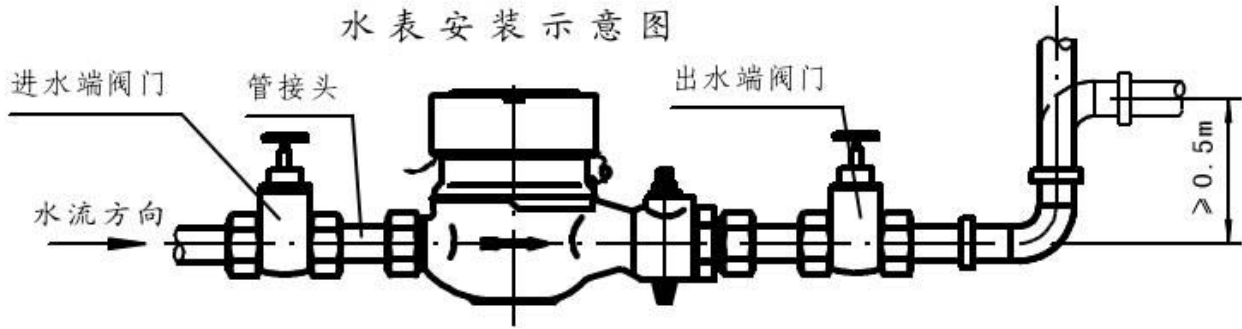
三) 水表底板的接口定义



四) 水表成品



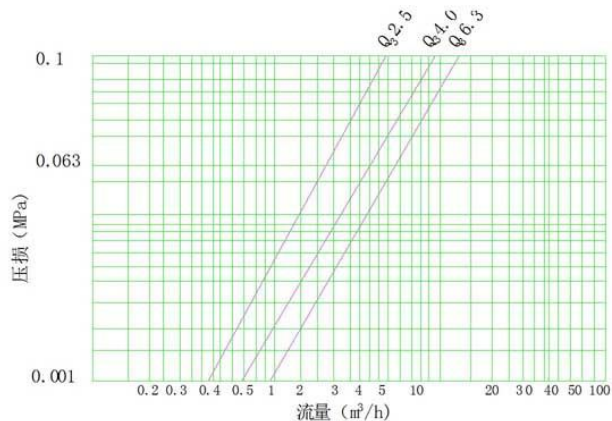
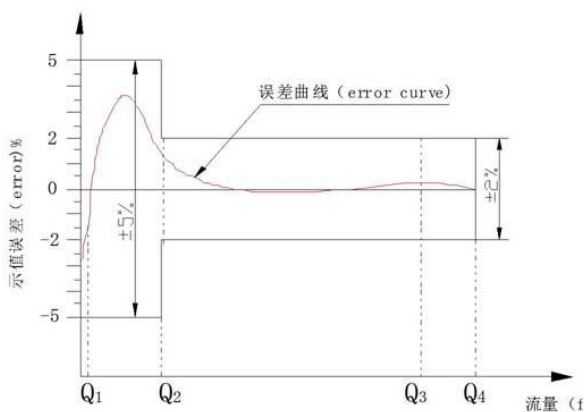
公称口径 DN(mm)	长L1	长L	宽B	高H	连接	螺纹
	m m				D	d
15	165	259	78	99	G $\frac{3}{4}$ B	R $\frac{1}{2}$
20	195	299	78	99	G1B	R $\frac{3}{4}$
25	225	345	83	99	G1 $\frac{1}{2}$ B	R1



公称口径 (mm)	Q3/Q1	Q4	Q3	Q2	Q1
		(m ³ /h)			
15	80	3.125	2.5	0.05	0.0313
20	80	5	4	0.08	0.05
25	80	7.785	6.3	0.126	0.0788

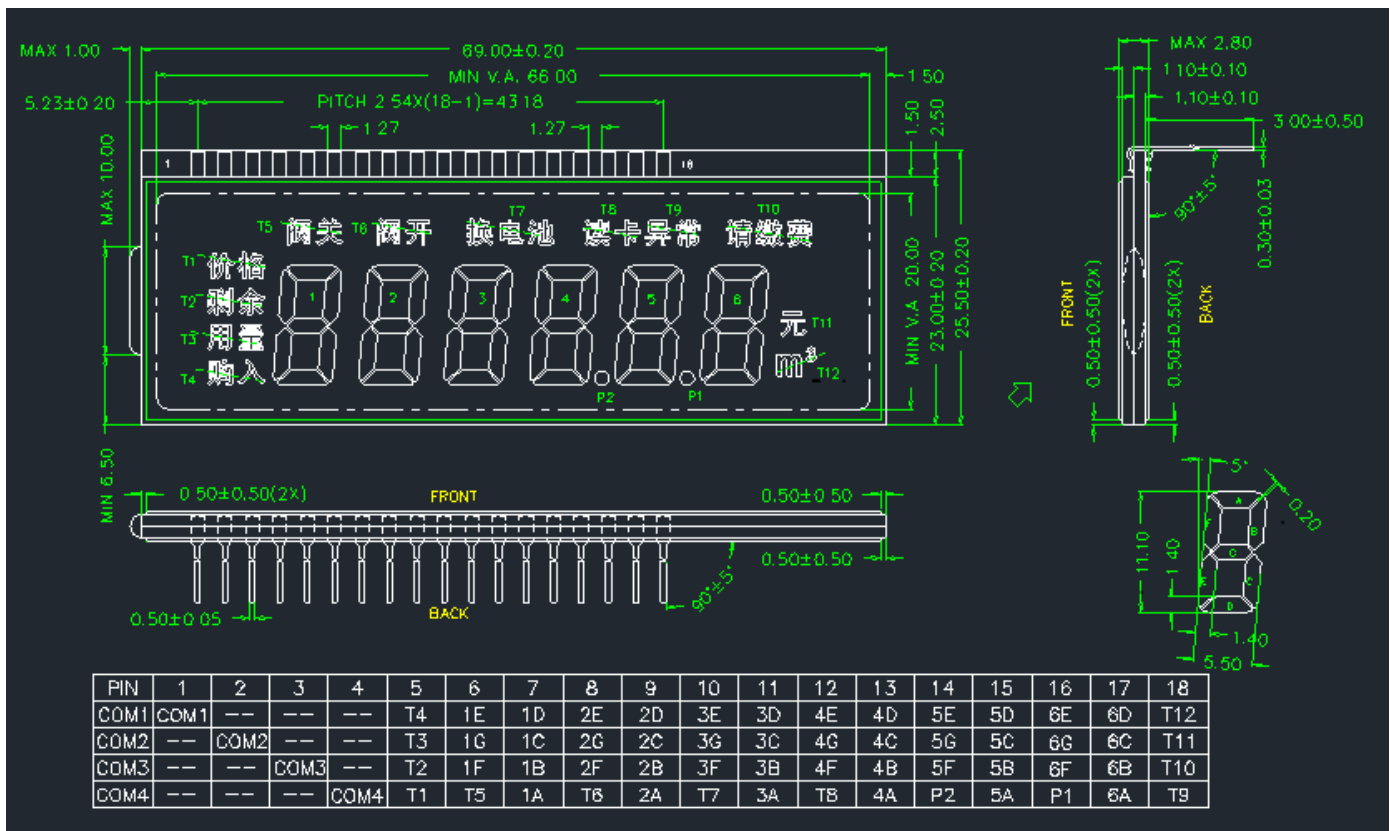
示值误差

- a. 在从包括最小流量在内到不包括分界流量的低区中的最大允许误差为 $\pm 5\%$ 。
- b. 在从包括分界流量在内到包括过载流量的高区中的最大允许误差为 $\pm 2\%$ ，热水表为 $\pm 3\%$ 。



(四) LCD 技术文档及显示说明

(1) LCD 尺寸管脚对应图



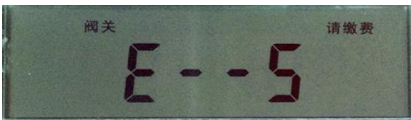

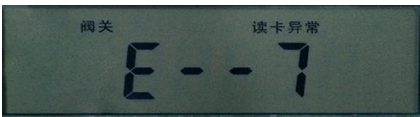

上图是 LCD 屏幕的管脚定义和尺寸，客户在保持管脚定义和管脚对照表不变的情况下，可以对屏幕的尺寸进行调整，以便适合客户表具的显示窗口。

(2) LCD 全显效果图

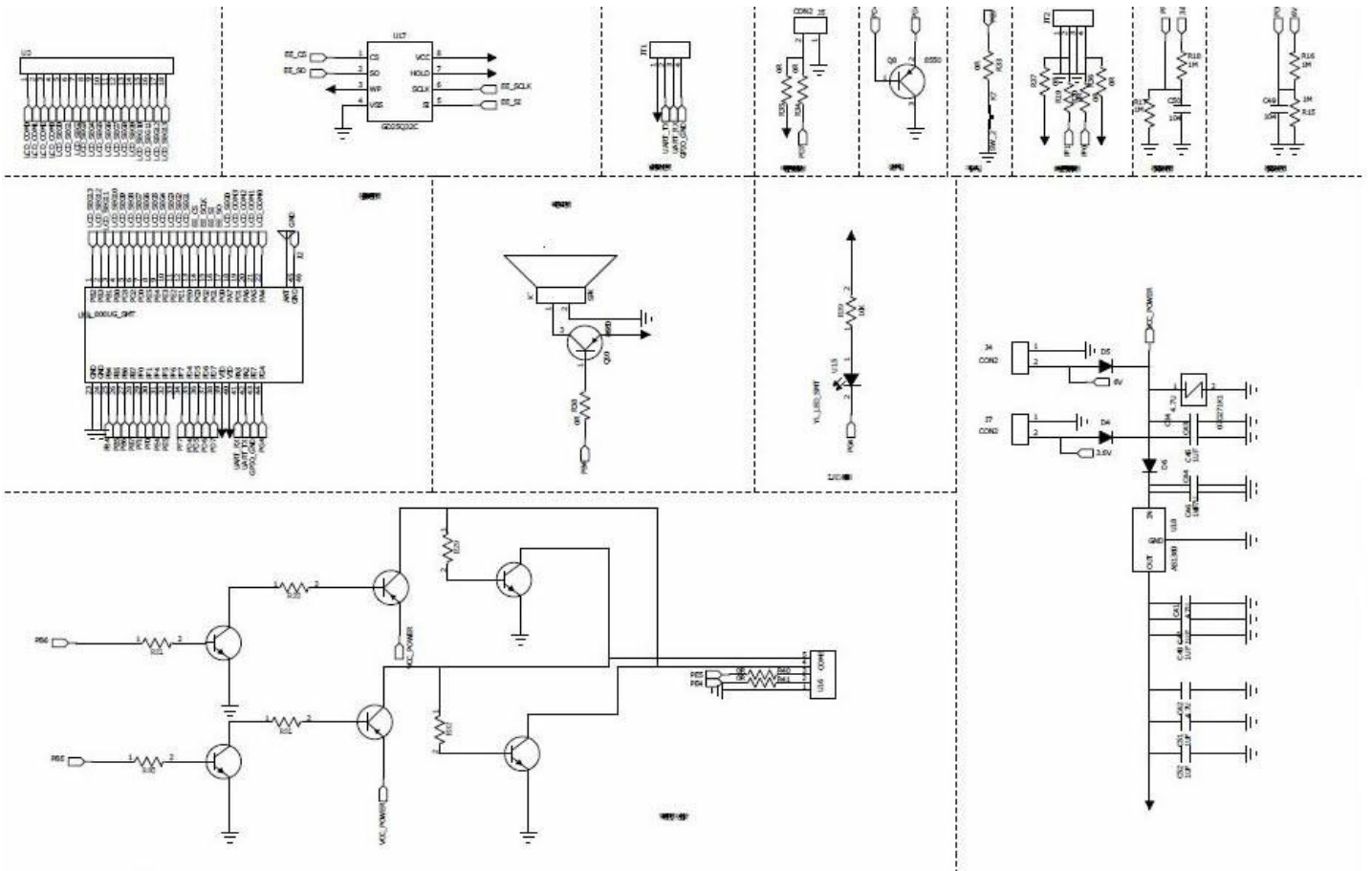


(3) LCD 显示说明

LCD 主要用来显示故障类型和用水量。为了低功耗 LCD 平时是不显示的，只有触发轻触按键时才会显示。按键触发后，模块先检查水表有无故障，有故障就显示故障类型，没故障就直接显示用水量。故障类型有强磁干扰、主电压欠压、强制关阀三种。

图例	说明
	<p>强制关阀，是抄表人员强制关掉水表阀门，用来催促用户缴费，或检测漏水后关阀。</p>
	<p>检测主电压过低时模块会关掉进水阀门，以提醒用户更换主电池。主电池是 4 节 1.5V 的干电池，串联出来是 6V，如果检测到电池的电压低于 4V，就会认为主电池没电，需要更换。</p> <p>注：由于模块内部有分压处理，电量读数返回的电压值是实际电压的一半。</p>
	<p>强磁干扰这个功能只有在双干簧管的时才使能，模块在识别到两个干簧管都吸合的情况下，认为这是强磁干扰，并且关闭阀门，直到这个状态解除，才会自动打开阀门。</p>
	<p>显示当月用水，每次抄表后，这个数值自动清零，然后根据后续用水进行累加。</p>

(五) 表端底板电路设计参考

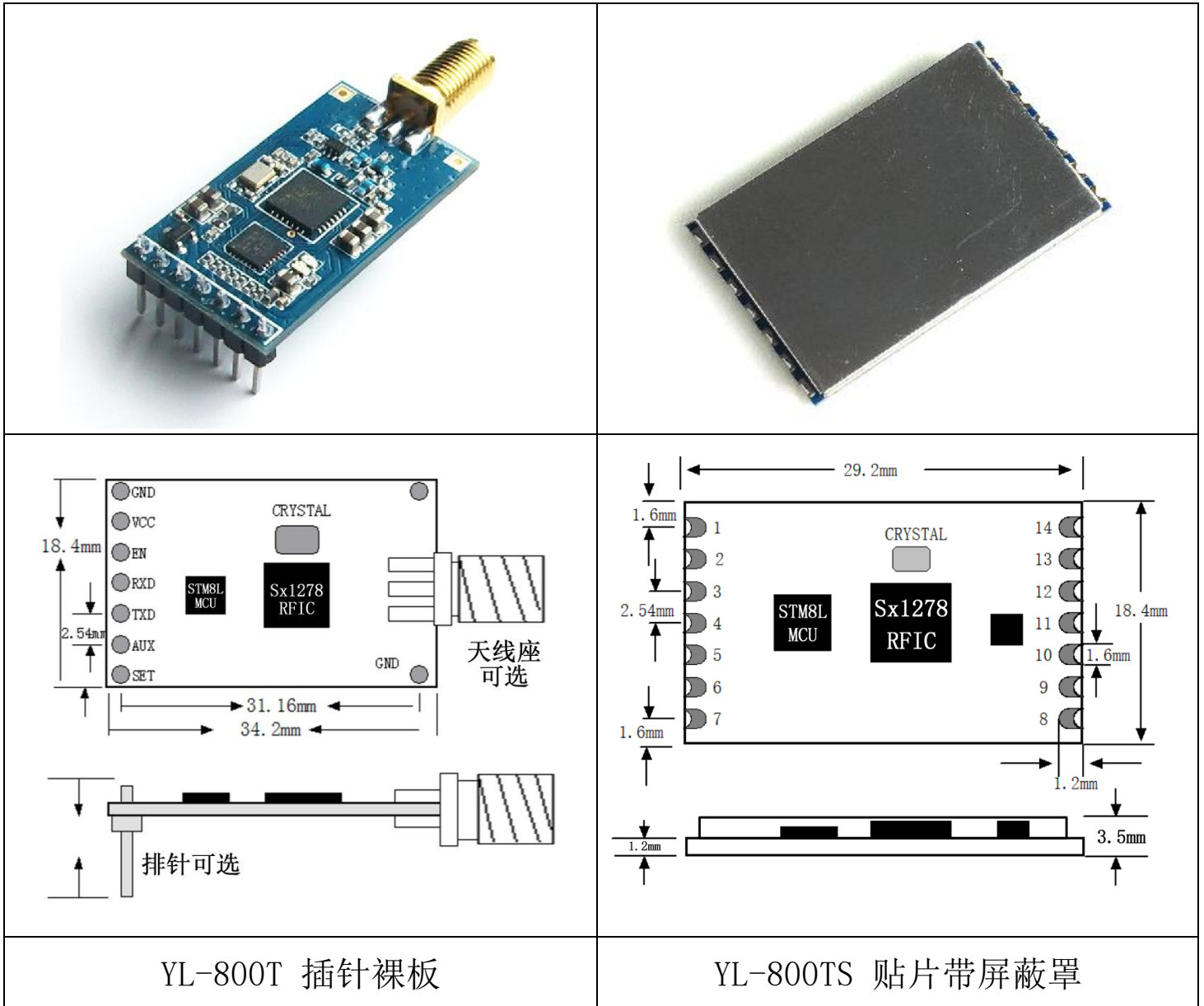


本模块依照市面上常见水表规格设计而成，如果客户的水表规格与模块尺寸不兼容，本公司可提供底板设计资料和技术支持，客户自行设计生产底板，只需购买主板模块。

二、上位机产品

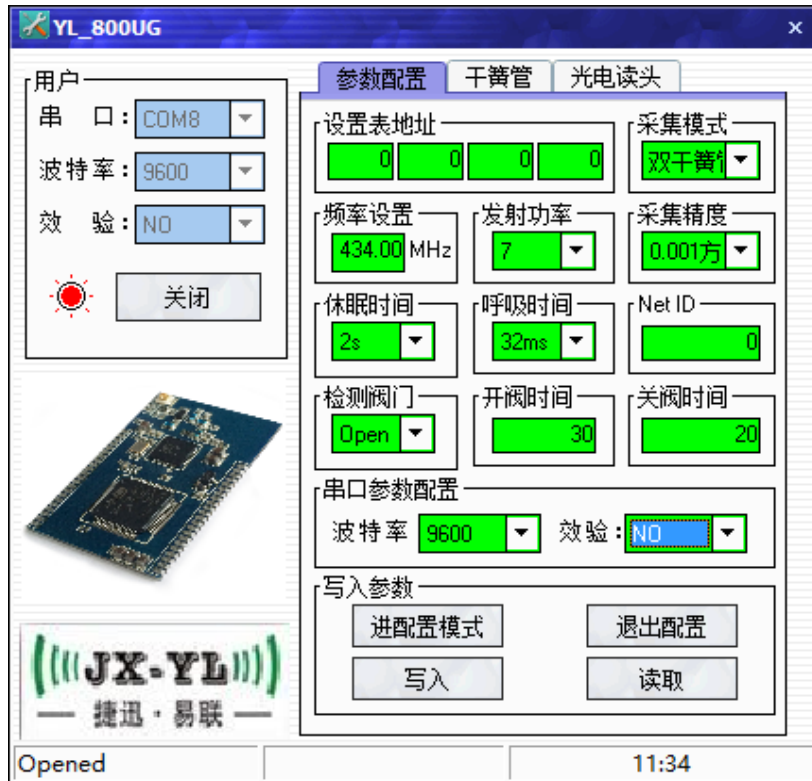
(一) 上位机核心模块

用户可以通过本公司 UART-TTL 接口的 LoRa 模块 YL-800T 或 YL-800TS 与表端通讯。使用方法请阅读该模块详细规格书。

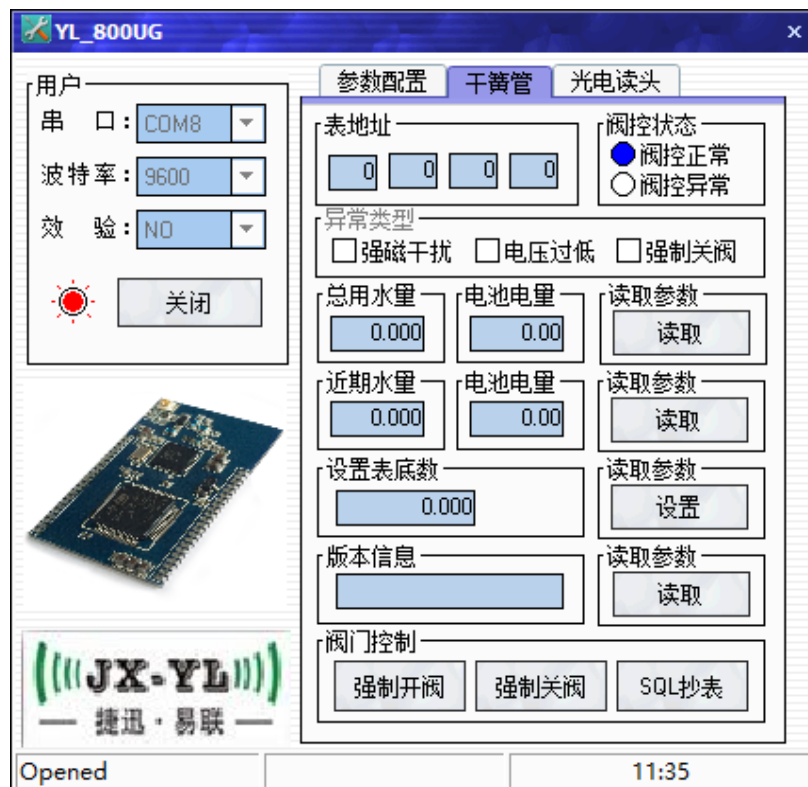


(二) 电脑抄表

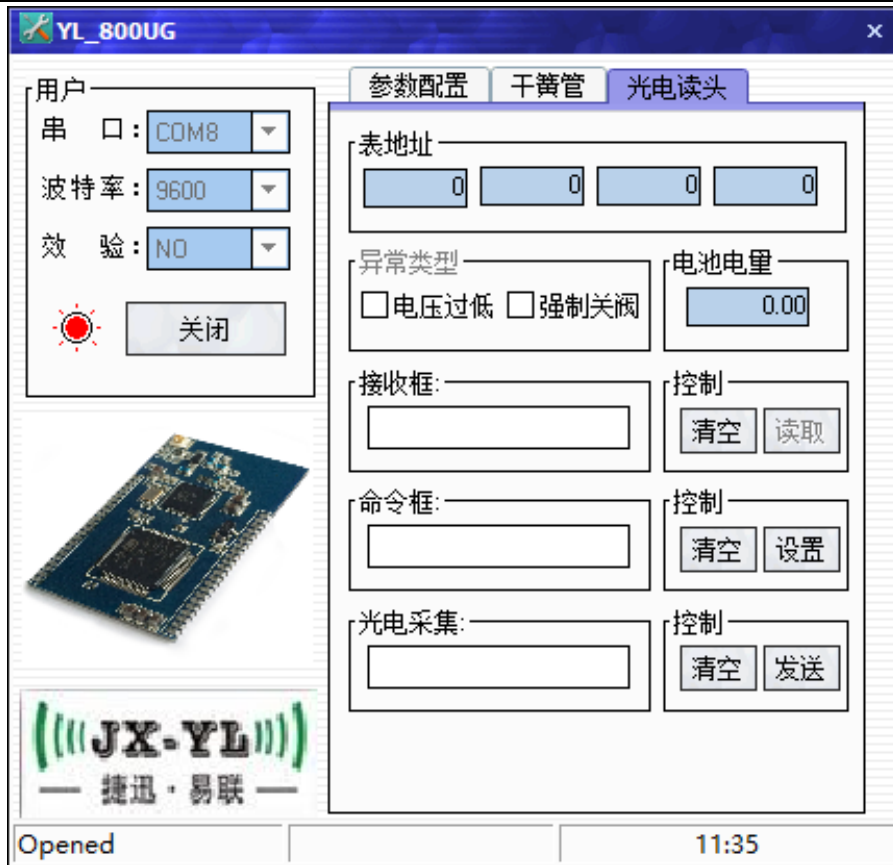
一) 电脑抄表软件



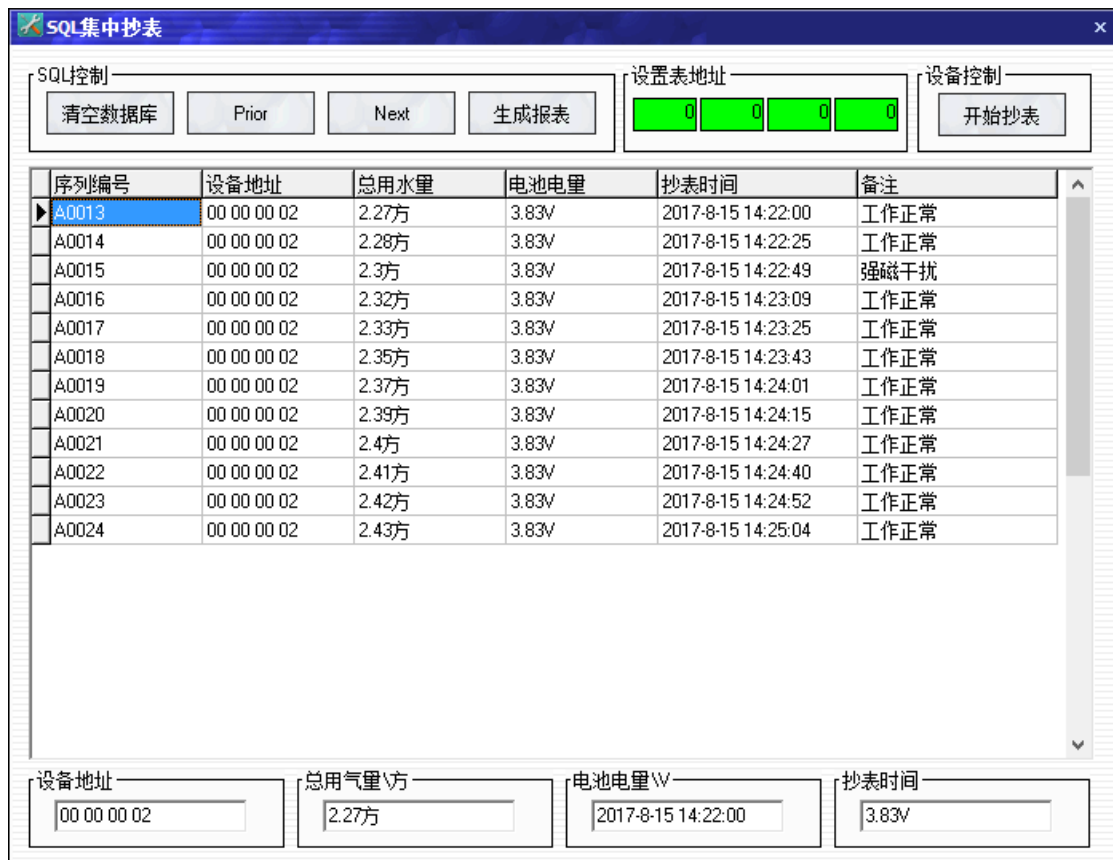
“参数配置”界面



“干簧管”采集界面

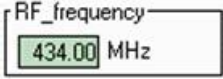
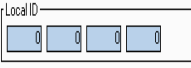

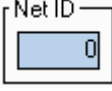
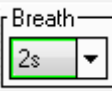
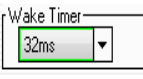
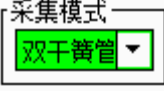


“光电读头”界面



“SQL 集中抄表界面”

二)电脑上位机软件参数设置说明

参数	图例	使用说明
载波频率		设置模块在发射和接收时的中心频率。 设置此参数要避开 32M 的倍数频率，如果设置为 32M 的倍数频率模块的接收灵敏度就会很低，会影响距离。
设置表地址		设置模块的表地址，气表的唯一身份标识，以后对表的操作都需要用到这个 ID。
表模块发射功率		7 级可调，默认最大。在同等条件下，发射功率越大距离越远。1-7 级分别是：4，7，10，13，14，17，20（dBm）
表模块网络 ID		设置发送时的网络编号。网络 ID 相同的模块之间可以相互通讯，可作为分组通讯的依据。
休眠时间		设置节点模块从睡眠到唤醒的时间。并且同一个网络，要设置休眠时间一样，通信才稳定。休眠时间设置越长模块就越省电，但是抄表数据所需要的时间也就越长。
呼吸时间		设置模块从唤醒后的持续时间。并且同一个网络，要设置呼吸时间一样，才可以通信。呼吸时间越小，模块就会越省电，但是抄表的通信距离就越短。
采集模式		表模块有 3 种采集模式，分别是双簧管子，单簧管子，光电模块。选取与基表相同的采集方式即可。

采集精度		采集精度主要是基表采集数据是干簧管的时候才有用，一个脉冲代表多少升气。
阀门检测		主要是用来使能阀门检测，一般是五线阀门。
开阀时间		开阀时间和关阀时间，都是控制阀门的最长时间。如果打开阀门检测，那么就以实际开阀时间为准。
关阀时间		
串口波特率		串口参数包括串口速率和校验位，依据基表的光电模块串口参数。
串口校验		用光电模块采集时有用，并且要一致，才有用。
表地址		设置要采集的表地址
阀控状态		显示阀控状态，只有当阀控检测打开后，才可以有效。
总用气量		读取表的总用气量和电池参数。
近期用气		读取表从上次抄表到现在抄表的用气量
设置表底数		表底数设置好后总用量就在这个底数上累加计数
阀门控制		抄表人员可以对用户的气表进行阀门控制。

三) 电脑设置/抄表步骤

- 1) 安装上位机模块的 USB 驱动。
- 2) 将 USB 模块连接到电脑上，获得一个 COM 端口。
- 3) 打开我公司配套的上位机软件。
- 4) 选择模块对应的端口，点“进入配置模式”，这样模块就会被设定为配置表端模块所需要的通讯参数。
- 5) 给表端模块上电，正常情况下指示灯是周期性闪烁的，用磁铁靠近指示灯背面的霍尔开关，保持指示灯长亮，此时表端模块处于配置模式。
- 6) 此时点击“读取”可以获取到表端模块的参数。
- 7) 按需要选择或输入参数后，点“写入”即可一键保存参数。
- 8) 表端模块参数设置完成后，点“退出配置”，使模块恢复到正常通讯状态，并且自动设定为与表端模块相同的无线参数。
- 9) 表端模块远离磁铁，即可恢复到正常间歇性休眠的工作状态。
- 10) 此时可以把软件切换到“干簧管”界面，这样就可以模拟抄表了。
- 11) 同理切换到“光电读头”界面可以通过表端模块上的串口获取用户光电读头的数据。

(三) 掌机抄表

本公司有内置了 YL-800T 模块的工业级三防安卓手持机可供用户使用，支持 GSM/GPRS/3G/4G 手机通讯，内置简易抄表演示 APP，可将表端数据收集后上传云端服务器，作为电脑抄表或集中器抄表的补充，方便抄表人员对信号盲区进行近距离人工抄表。



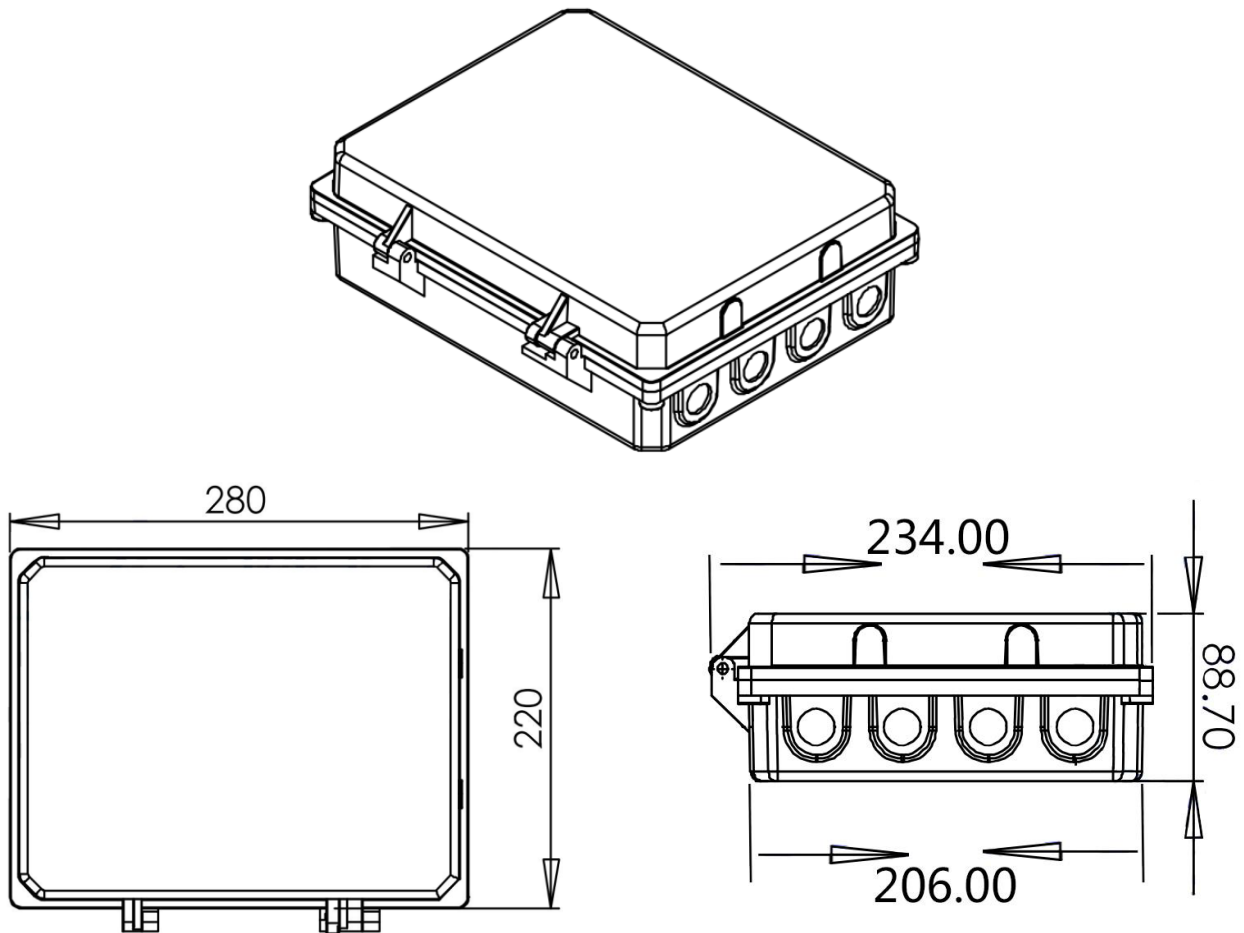
功能特性		
处理器	Cortex A53 四核 1.3GHZ 处理器	
内存容量	ROM: EMMC 16GB RAM: LPDDR3 2GB	
操作系统	Android 5.1.1	
无线通讯	3G/4G (标配)	3G/4G, 4-band 900/1800, 850/1900
	WCDMA (TDLTE FDDLTE +TDD WCDMA+GSM)	band 850/1900/2100, Cat.8 HSDPA Cat.6 HSUPA
	WIFI (标配)	2.4G/5G 双频, 符合 IEEE 802.11a/b/g/n/ac
	蓝牙 (选配)	符合 Bluetooth 4.0
显示屏	5.0 寸 IPS 屏, 分辨率 720*1280, 高清全视角, 阳光下可见	
键盘	扫描键, 功能键	
触摸屏	大猩猩三代二次强化玻璃, 支持多点电容触摸	
指示灯	网络指示灯, 充电指示灯	
音频	支持语音播报	
Micro SD 卡	支持 32G MICRO SD 卡	
数据安全	产品具有防掉电数据安全保护, 在完全掉电 (卸下电池及不外接电源) 的情况下, 数据不丢失	
GPS 指标	通道: 12 通道; 接收类型: L1, C/A 码, 带载波相位平滑 最新的 ASIC 芯片; COAST 专利算法; EVEREST 多路径抑制技术 重捕获: < 1s; 误差范围: ±5 米	
导航地图	支持凯立德、百度、谷歌、高德等导航地图	
输入法	全屏手写, 半屏手写, 笔划, 拼音, 数字, 字母, 符号	
物理接口	高速 USB2.0 设备端接口, 3.5 棍插充电接口	
摄像头 (选配)	后置 800W 像素摄像头, 带闪光灯	
手电筒	低功耗 LED 灯照明, 应急使用	

大指纹（选配）	
	TCS1 生物指纹（电感电容式），256x360pixel
身份证读取（选配）	
	公安部身份证读取
一维条码（选配 Honeywell N431X）	
识读码制	可识读一维条码：Code 39、Code 93、Code 128、Codebar、EAN-13、EAN-8、UPC-A、UPC-E、ITF 14、UCC/EAN-128、ITF 25、Matrix 25、EAN-128、ISBN
识读距离	0 cm~50 cm
识读率	首读率≥99%，误码率≤0.01%，拒识率≤0.01%
二维条码（选配）	
Honeywell-6603	识别距离远，识别率高，解码速度快，误码率≤0.01%
RFID（选配）	
超高频 (915MHz/865MHz)	1.5m 以上距离针对 EPC C1 GEN2 /ISO18000-6C 协议的 900MHz 的标签进行读操作(与标签和天线有关)，支持 865~868MHz 或者 920~925MHz
高频(13.56MHz)	0~7cm 距离内针对 ISO15693、ISO14443 双协议 13.56MHz 的标签进行读写(与标签和天线有关)
低频	125K/134.2K 动物耳标
PSAM	支持两张 PSAM 卡
高频（CPU 卡）	支持 CPU 卡的读写，配合 PSAM 使用
有源近距离通讯（选配）	
有源 2.45G	空旷距离 200m，200 张标签可以全部一次性读取
433M	读取距离 200m 以上，距离可调
ZIGBEE	适用无线组网数据采集
电池性能	
电池	4500mAh 锂聚合物电池，交流适配器充电(2A)
电池待机时间	电池充满电后，关闭无线通讯功能待机，360 小时后，能正常运行
电池充电时间	充电时间<4.5 小时
充电工作时间	10 小时以上（一次充满电）
工作环境	
温度范围	操作-20℃~50℃；存储-20℃~70℃
相对湿度	10%~90%RH，不凝结
物理参数	
总重量	小于 450 克（包括电池，不包括充电器）
机身尺寸	170（长）×85（宽）×23（厚）± 2 mm
附件	
标配	锂电池 1 块，充电头 1 个，DC 充电线 1 条，USB 数据线 1 条

(四) 网关抄表

网关是一个内置 STM 32 位 ARM 架构处理器、Sx1278 LoRa 扩频无线数传模块、移动/联通 GPRS/3G/4G 串口数据终端、电源管理器的工业主机。

一) 网关尺寸结构



二) 网关接口定义



三、 AT 命令数据帧格式

用户可根据 AT 命令协议编写上位机软件通过 800T 模块来修改参数或控制表模块。此处为默认命令，客户可以直接拿去测试。**如果批量应用可以定制私有协议，以便商业保密。**

AT 命令结构：

字段	同步头	数据流向	表地址	命令码	数据长度	数据	CRC
字节数	1	1	4	1	1	N	1
说明	固定 5A	上行 00 下行 80		E1-F1	本字节到 CRC 之间的 字节数		前面所有 数据求和 取低位

命令码	命令码功能说明
E1	读取总用量，把模块采集到的总和读出来（只适合干簧管采集）
E2	读当月用量，把模块上次采集后计的用量（只适合干簧管采集）
E3	设置表底数，使和机械表读数一致，设置好表底数后，表在这个基础上开始累加。（只适合干簧管采集）
E4	强制开阀和关阀
E5	设置表的基本参数
E6	读取表的基本参数
E7	读取软件版本号
E8	读取表模块的采集总脉冲数量，（只适合干簧管采集）

E9	广播唤醒所有模块
EA	广播休眠所有模块
EB	读取光电模块的数据。（适合光电模块）
EE	设置光电读头的命令
EF	读取光电读头的命令
F1	启动无线模块自动按 ID 随机上报数据。

命令码为**E5或E6**时，设置/读取表基本参数的数据说明：

发射频率			网络 ID	表地址				发射功率	休眠时间	呼吸时间	采集模式	串口速率	校验位	采集精度	阀控使能	开时间	关时间
XX	YY	NN	RR	ZZ	YY	UU	II	TT	UU	AA	LL	FF	YY	HH	MM	UU	RR

发射频率： 如：433M， 433000000/61.035等于的值就是三个数值

网络ID： 00到FD可以任意定义，不要设置FE和FF

表地址： 四个字节任意设置，但不要设置为00 00 00 00或FF FF FF FF

发射功率： 共分 7 个级别，有效值 0-6 分别对应 4/7/10/13/14/17/20dBm

休眠时间： 0=2S， 1=4S， 2=6S， 3=8S， 4=10S

呼吸时间： 0=2mS， 1=4mS， 2=8mS， 3=16mS， 4=32mS， 5=64mS

采集模式： 0=双干簧管， 1=单干簧管， 2=光电模块

串口速率： 0=1200， 1=2400， 2=4800， 3=9600， 4=19200， 5=38400， 6=57600

校验： 0=无 ， 1=奇校验， 2=偶校验

采集精度： 干簧管采集时一个脉冲表示的精度 0=0.001， 1=0.01， 2=0.1（升）

检测阀门： 如果值为AA ， 阀门检测使能， 如果为其他的， 阀门检测不使能。

开阀时间： 开阀的最大时间。 关阀时间： 关阀的最大时间。

注：在用软件设置频率时，会出现你设置是**434M**，但读出来是**434.012...**。这是正常现象，因为软件通过计算出来的数据可能四舍五入的写进模块。所以在设置频率时候读出来的频率不要直接写进去，要写参数时最好手动写入频率。

读取总用量（E1）和当月用量（E2）命令说明：

总用量读取或当月用量读取				主电池电压				状态字
XX	YY	NN	KK	ZZ	YY	UU	II	HH
浮点型数据，高位在前，单位（升）				浮点型数据，高位在前，单位（伏）				

状态字 HH：

Bit0	Bit1	Bit2	Bit3	Bit4	Bit5	Bit6	Bit7
RF 故障	控阀故障	强磁干扰	主电压低	强制关阀	保留	保留	保留

设置表底数（E3）：

数据中只含表底数数据：

表底数			
XX	YY	NN	KK

强制开阀关阀（E4）：

数据部分为一个字节，**55** 表示解除强制关闭阀门，**AA** 表示强制关闭阀门，其他是无效数据。返回的数据里面只有一个状态字。

读取表模块的采集总脉冲数量（E8）

如果客户不希望模块这边计算，也可以直接读取脉冲。然后再自己根据基表的脉冲和精度的关系进行计算。

广播唤醒（E9）和广播休眠（EA）：

这两个命令主要是用来唤醒表模块进行集中快速抄表的。

如：800T模块SET脚置高，发一个广播命令唤醒模块，然后把800T模块的SET脚接地，正常发送抄表命令进行快速抄表，这样在抄表过程中就不是每抄一个表都会发长前导。抄表完成后，再发一个休眠命令进入休眠。释放SET脚，置高。

读取光电模块的数据（EB）：

这个只适合接光电模块基表。

下发读取命令的数据就是光电读头的命令。如光电读头读取命令是12 45 34 56那么读取命令就是：5A 80 00 00 00 00 EB 04 12 45 34 56 AA 0D

返回命令数据格式：

主电池电压				状态字	光电读头返回数据
ZZ	YY	UU	II	HH	N DATA
浮点型数据，高位在前，单位（伏）					

设置和读取光电模块的命令，就是把光电读头的读取命令设置到模块内部去，如果启动模块自动上报数据功能，并且在光电读头模式，模块就直接调用设置的命令请求光电读头的的数据，并随机传。

声明：本公司保留未经通知随时更新本产品使用手册的最终解释权和修改权。