

修改记录

更新日期	更新类型	更新人	更新内容
2014-7-6	A	Echo	新建文档
2014-7-10	A	Echo	增加整机特性描述、供电方式描述
2014-7-12	A	Echo	增加操作流程图
2014-7-19	A	Echo	增加通信协议描述
2014-7-20	A	Echo	增加操作流程文字描述
2014-10-21	M	Echo	更新最新软件操作流程图，更新文字说明
2014-10-30	A	Echo	增加 TERM 协议相关命令介绍
2015-1-24	A	Echo	增加外部接线原理说明

注:

M-->修改

A -->添加

作者 Echo <echo.xjtu@gmail.com>保留本文档最终解释权，保留文档更新但不在第一时间通知用户的权利

UIMeter 使用说明书

UIMeter 为高精度电压表、电流表、功率表、欧姆表、库仑计、电能表、秒表、温度计、放电仪。主要特性如下：

- ◆ 超宽电压范围：-9.9999V~99.9999V，满足 DIYer 直流测量一切需要。
- ◆ 超高电压精度：常用-9.9999V~13V 范围内电压精度 0.1mV。
- ◆ 超大电流范围：-9.9999A~9.9999A，解决散热前提下正向电流最大可支持到 80A。
- ◆ 超高电流精度：-9.9999A~9.9999A 范围内 0.1mA 电流精度。
- ◆ 高精度时钟：采用外部独立晶振提供稳定时钟。
- ◆ 超大时间范围：提供最长 100 天时间累计显示功能。
- ◆ 高精度电量显示：同时提供 Ah 和 Wh 两种电量显示，精度 0.1mAh、0.1mWh。
- ◆ 友好的用户界面：支持多菜单界面，可以通过按键操作包括校准、设定限幅值、切换通信协议、调整 LCD 背光在内的所有功能。
- ◆ 灵活的供电方式：可通过 TTL 接口供电、MicroUSB 接口供电、5.08-3PIN 端子供电；提供选择跳线，兼顾方便性与测量范围。
- ◆ 低功耗：LCD 背光最亮时 $\leq 36\text{mA}$ ，LCD 背光最暗时 $\leq 16\text{mA}$ 。
- ◆ 电池放电测试功能：电池放电自动切断，电压上下限可设，具备施密特特性。输出 MOS 管提供旁路跳线，降低通态损耗。
- ◆ 高精度温度测量：温度精度可达 0.5℃。
- ◆ 强大的通信功能：支持命令行界面、MS8050 台表协议、标准 MODBUS 协议，用户可定制的后台监控工具。TTL 接口可与市面上常见蓝牙串口模块 HC-06 模块无缝对接。
- ◆ 友好的端子布局：TTL 串口、跳线均为侧装，端子无凸出不易损坏，接线无需拆卸屏幕；5.08-3PIN 端子可拔掉备用；按键对面屏幕插针端子可为手指提供支撑，手感舒适。

1 性能指标

1.1 电压指标

表 1 电压指标

指标	说明	备注
显示范围	-9.9999~99999.9V	量程自动调节，36V 以上未充分测试
测量范围	-9.9999~99.9999V	测量 4.2~5.5V 以外电压需使用单独供电
电压精度	0.1mV	-9.9999~13V
电压精度	0.2mV	13~26V
电压精度	0.4mV	26~52V
电压精度	0.8mV	52~99.9999V
工作电压	4.2-5.5V	测量此范围外电压需独立供电
采样频率	2Hz	

1.2 电流指标

表 2 电流指标

指标	说明	备注
显示范围	-9.9999~99999.9A	采样、软件最大支持正向 80A 电流
测量范围	-9.9999~9.9999A	3A 以上建议接 J6，8.9A 以上注意散热
电流精度	0.1mA	-9.9999A~9.9999A
电流取样电阻	25mΩ	两只 1W 1% 100ppm 电阻并联， 或 1.5mm 锰铜丝
采样频率	2Hz	

1.3 功率指标

功率为 USB 接口 J3 的输出功率，计算方法为：实时电压 x 实时电流，单位 W。

表 3 功率指标

指标	说明	备注
精度	0.0001W	受电压电流精度制约
范围	0.0000~99.999W	受散热情况制约
显示范围	0.0000~9999.9W	

1.4 电阻指标

电阻为 USB 接口 J3 的负载电阻，计算方法为：实时电压/实时电流，单位欧。最大范围为 9999.9Ω，空载时显示最大电阻 9999.9Ω。

表 4 电阻指标

指标	说明	备注
精度	0.0001Ω	受电压电流精度制约
范围	0.0000~9999.9Ω	空载时显示最大电阻
显示范围	0.0000~9999.9Ω	空载时显示最大电阻

1.5 电量指标

同时提供 Ah 和 Wh 显示，建议按照 Wh 数来估算能量。

放电平均电压可用放电结束后 Wh 数除以 Ah 数来获得。

表 5 电量指标

指标	说明	备注
精度 (Wh)	0.0001	
范围 (Wh)	0.0000~99999.9	可连续累计 100 度电
精度 (Ah)	0.0001	
范围 (Ah)	0.0000~99999.9	

1.6 时间指标

外部独立晶振提供高精度时钟基准，远高于 MCU 内部 RC 振荡器。时间最大范围 100 天。

指标	说明	备注
时间基准	外部独立晶振	使用硬件定时器
计时精度	1 秒	
计时范围	99 天 23 时 59 分 59 秒	100 天

1.7 温度指标

温度测量指标如表 6 所示。

表 6 温度测量指标

指标	说明	备注
显示精度	0.1℃	
测量范围	-55℃~125℃	实际测量范围受其它器件温度范围制约
测量精度	0.5℃	温度范围在-10℃~85℃内
采样频率	1Hz	

2 接口说明

2.1 端子布局

主板端子布局如图 1 所示。每个端子功能与主要器件见表 7 所示。

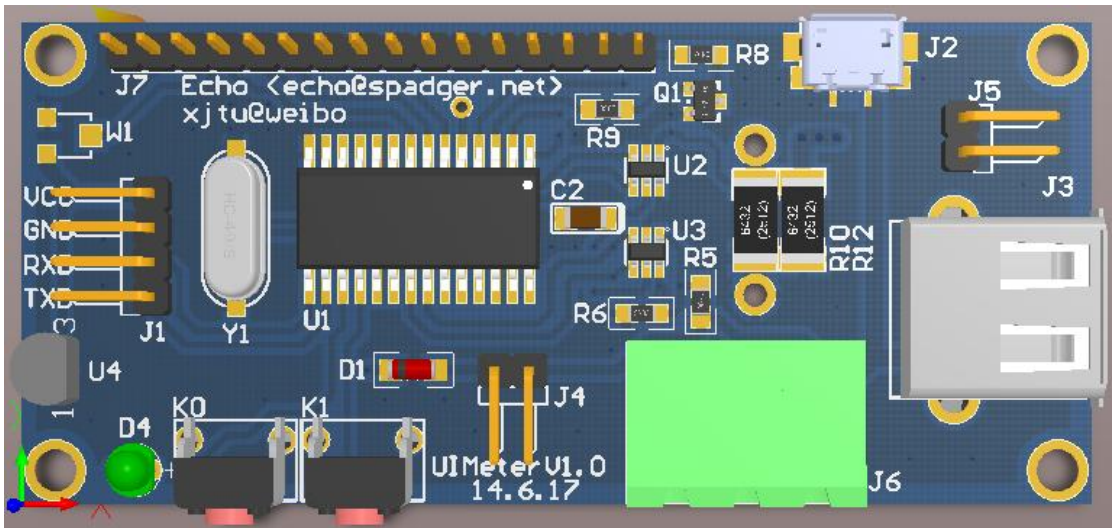


图 1 主板端子布局

2.2 端子说明

表 7 端子与主要器件说明

端子号	功能	备注
J1	5V-TTL 通信接口	可连接电脑、电源、蓝牙模块等
J2	MicroUSB 电源输入	D+、D-悬空
J3	标准 USB 母头电源输出	D+、D-短接
J4	主板电源选择跳线	插上时可通过 J1，J2，J6 供电，拔下时只能通过 J1 供电

J5	输出开关旁路跳线	短路输出 MOSFET，降低导通阻抗
J6	3-PIN 5.08mm 输入	高电压，大电流接线端子
J7	LCD1602 连接端子	
U1	MCU	大容量单片机
Y1	无源晶振	12M
W1	LCD 对比度调节电位器	拧到到缺口与 J7 平行效果最好
U4	温度探头	DS18B20
D4	告警指示灯	
K0	左键	区分长按、短按
K1	右键	区分长按、短按
U2、U3	18 位高精度 ADC	内部高精度基准，5ppm 温漂，自动增益零偏校准
R10、R12	电流取样电阻 25mR	双 50mR，1% 100ppm 并联， 或 1.5mm 锰铜丝

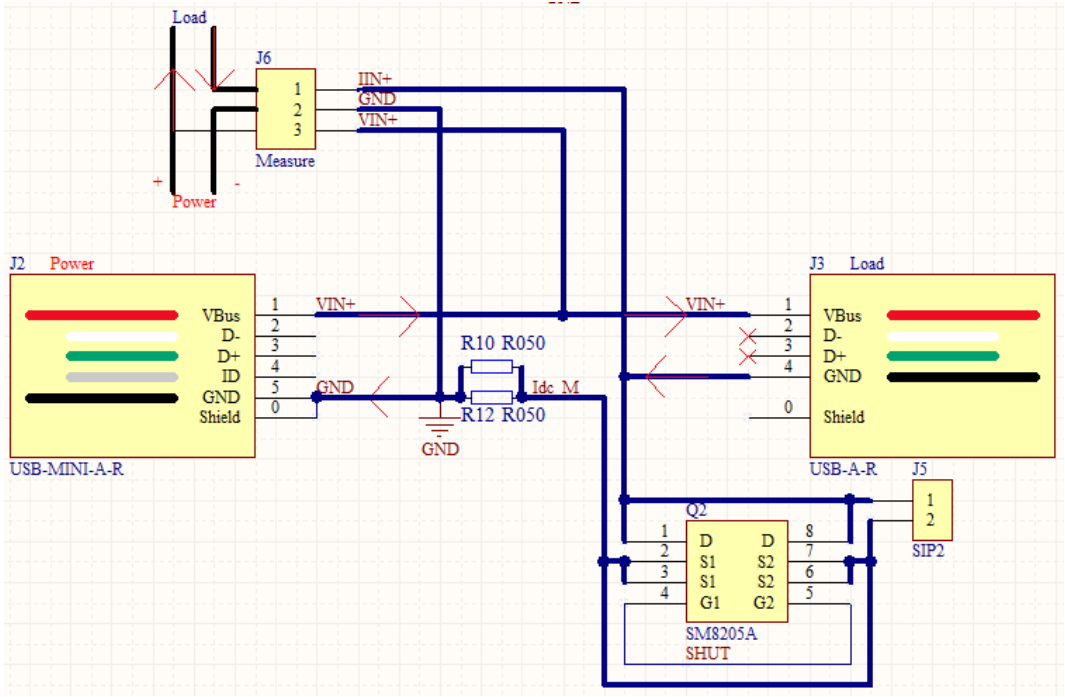


图 2 原理图

2.3 外部接线原理

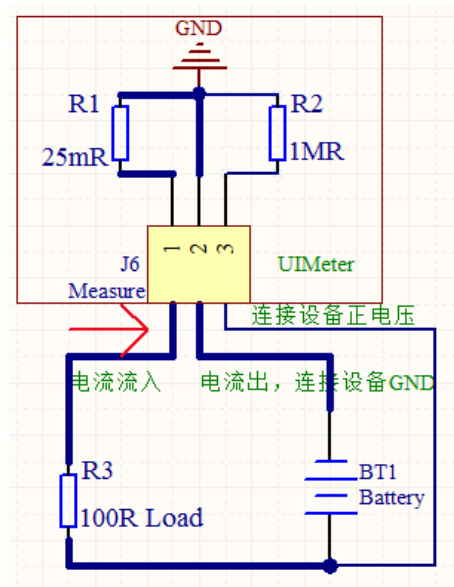


图 3 外部接线原理图

测量电压范围在 5V 以外时，需要使用外部接线，J6 端子为 3 位 5.08 端子，图 2 原理图可以简化为图 3，J6 的 2 号管脚为 GND，连接设备的 GND 网络；1 号管脚为电流输入，图 3 中粗线为电流流动路径。

1 脚和 2 脚之间阻抗是非常低的，只有 25mR，因此电位也十分接近，可以认为都是 GND。3 脚为电压测量管脚，和 GND 之间有 1mR 电阻，因此连线可以用细线。

3 用户界面

UI Meter 的用户界面由 LCD1602 液晶屏和两个按键组成。

3.1 按键操作

按键位于左下方，如图 1 中 K0 和 K1 所示，分别记为左键 L 和右键 R。

按键推荐使用拇指按动，右上方插座可给食指提供有效的支撑。

按键区分长按、短按，长按时间大于 1s，短按时间小于 1s。定义四种按键操作：

- 1) LS: 短按左键，功能为 ↓，不同菜单下定义不同。
- 2) LL: 长按左键，功能为 ESC，不同菜单下定义不同。
- 3) RS: 短按右键，功能为 ↑，不同菜单下定义不同。
- 4) RL: 长按右键，功能为 ENTER，不同菜单下定义不同。

3.2 操作流程

主要操作流程见图 4。

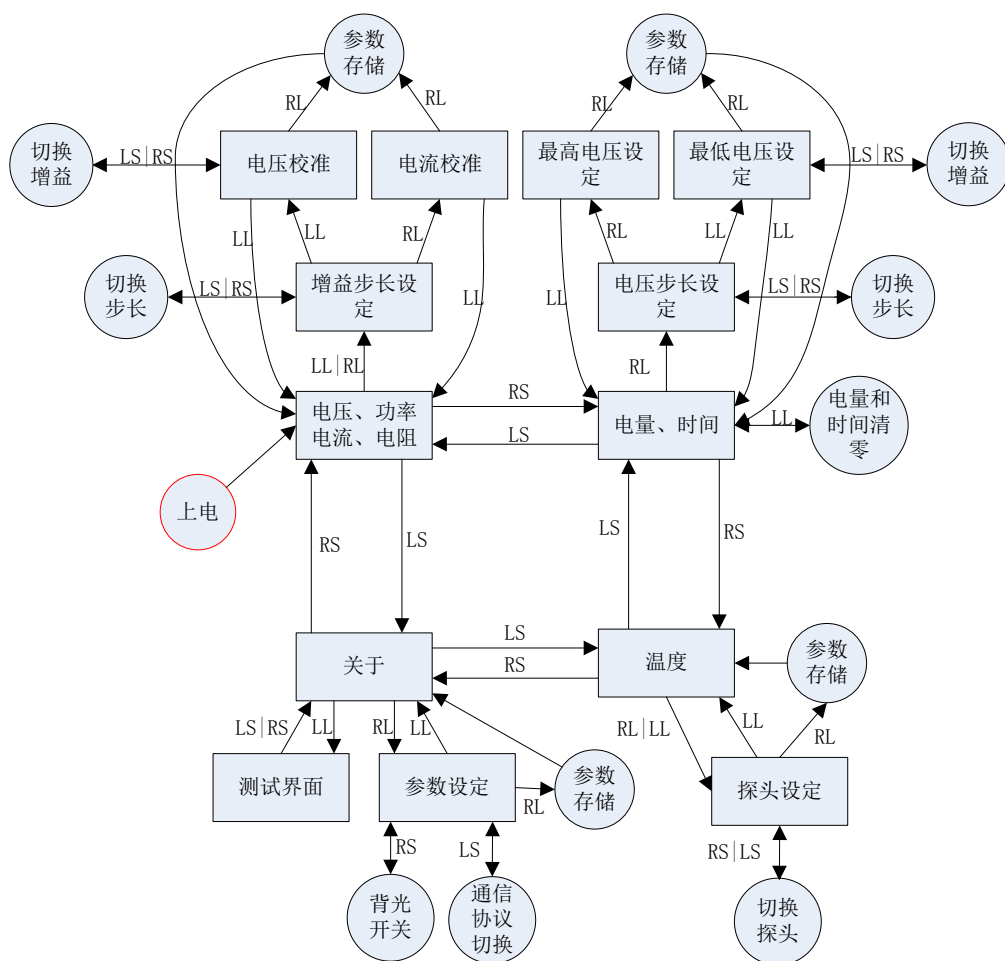


图 4 UIMeter 操作流程

3.3 主界面切换

上电以后，默认进入“电压、电流、功率、电阻”界面；短按左键、右键可以在“电压、电流、功率、电阻”界面、“电量、时间”界面、“温度”、“关于”界面之间切换。四个界面循环切换。

3.4 电压电流校准

“电压、电流、功率、电阻”界面下，长按左键或右键可进入电压电流校准界面。首先进入“增益步长设定”界面，短按左键、右键，步长可以在 0.1、0.01、0.001...之间切换；长按左键进入“电压校准”界面，长按右键进入“电流校准”界面，对应电压或电流增益闪烁显示。按左键、右键，增益值按照之前设定的步长增减。设定完毕以后，长按右键，将设定参数保存到内部 FLASH，然后返回“电压、电流、功率、电阻”界面；长按左键，直接返回“电压、电流、功率、电阻”界面。

电压增益分为 4 档进行校准：-9.9999V~13V 为第一档；13V~26V 为第二档；26V~52V 为第三档；52V~99.9999V 为第四档。电压校准时 UIMeter 推荐使用外部供电，测量端连接稳定直流电源（如电池），经过校准的高位万用表电压档（至少 5 位精度，最好 6 位或以上，UIMeter 出厂使用 Tek DMM4050 台表对第一档进行校准）同时连接同一个稳定直流电源（如电池），调整电压增益，直到 UIMeter 显示与高位万用表显示电压一致。不使用的档位可不用进行校准。

电流增益分为 4 档进行校准：-9.9999A~9.9999A 为第一档；10A~20A 为第二档；20A~40A 为第三档；40A~80A 为第四档。UIMeter 软件和采样正向支持最大 80A 电流，实际由于散热情况限制，只使用第一档。电流校准时 UIMeter 推荐使用外部供电，UIMeter 与经过校准的高位万用表电流档（至少 5 位精度，最好 6 位或以上，UIMeter 出厂使用 Tek DMM4050 台表对第一档进行校准）串联，连接电源和负载，调整电流增益，直到 UIMeter 显示的电流值和高位万用表显示的电流值一致。

3.5 时间电量清零

“电量、时间”界面下，长按左键可清零电量和时间数据。

3.6 设置电压最大最小值

“电量、时间”界面下，长按右键可进行电压最大最小值设定。首先进入“电压步长设定”界面，短按左键、右键，步长可以在 10V、1V、0.1V...之间切换；长按左键进入“最低电压设定界面”，长按右键进入“最高电压设定界面”，对应设定值闪烁显示。按左键、右键，设定值按照之前设定的步长增减。设定完毕以后，长按右键，将设定参数保存到内部 FLASH，然后返回“电量、时间”界面；长按左键，直接返回“电量、时间”界面。

3.7 设定温度探头

“温度”界面下，长按左键或右键可进入温度探头设置界面。探头类型闪烁显示，短按左键或右键可以在 NTC5K、PT100、K 型热电偶之间切换。设定完毕以后，长按右键，将设定参数保存到内部 FLASH，然后返回“温度”界面；长按左键，直接返回“温度”界面。

测温以本地测温稳准，探头温度仅供参考。

3.8 通信协议切换

“关于”界面下，长按右键进入“参数设定”界面，短按左键，通信协议在 MS8050 协议、MODBUS 协议、TERM 协议之间切换。

长按左键退出“参数设置”界面，通信协议不写入 FLASH，参数掉电丢失。

长按右键退出“参数设置”界面，通信协议写入内部 FLASH，下次重新上电以后通信协议依然保持设定值。

3.9 设定背光亮度

“关于”界面下，长按右键进入“参数设定”界面，短按右键，修改 BackLight 值，可以调节 LCD 背光亮度，取值在 00~FF 之间，00 最亮，FF 最暗（熄灭）。

长按左键退出“参数设置”界面，背光状态不写入 FLASH。

长按右键退出“参数设置”界面，背光状态写入内部 FLASH，下次重新上电以后背光开关可保持设定的状态。

4 供电方式

4.1 MicroUSB 接口供电

如果测量电压在 4.2V~5.5V 之间，可直接使用 MicroUSB 接口 J2 供电，短接跳线 J4，UIMeter 控制电路从 MicroUSB 接口 J2 取电；TTL 接口 J1 可悬空、接蓝牙串口模块或者对外供电，TTL 如果接电脑不要连接 VCC。

5.08-3PIN 端子 J6 和 MicroUSB 接口并联在一起,此时 V+和 GND 之间输出 USB 接口电压,可对外供电,严禁短路或者连接外部电压源。

如图 2 所示,电流取样电阻串联在输出端子 J3 回路中,测量电流为输出电流,因此 UIMeter 控制电路从 MicroUSB 接口取电不会影响输出电压、电流、功率计算。接在 J3 上的负载电流、功率计算是准确的。

若此时 MicroUSB 接电源,测量电源输出能量,则测量能量没有包含 UIMeter 自身消耗部分,可通过关闭背光降低这部分误差、或者采用 TTL 接口供电。

实际由于 MicroUSB 接口输入电压源特性不一致,电压可能随着负载增大而降低,并低于 UIMeter 允许的最低电压,LCD 对比度电源电压变化比较敏感,可能会存在显示不清晰的现象。

使用 MicroUSB 供电接触电阻偏大,大电流时压降很大,电流超过 1A 建议使用 5.08 端子 J6 进行供电。

4.2 TTL 接口独立供电

为了达到最大测量范围,保证 UIMeter 稳定可靠运行,最好使用 TTL 接口 J1 提供独立的外部供电,常见单节移动电源均可供电。**此时需断开 J4 跳线。**

使用 TTL 接口独立供电, MicroUSB 接口输入电流与 USB 输出电流相等,用于测试移动电源放电、电池放电等场合准确度高。

4.3 5.08 端子供电(降低接触电阻)

使用 MicroUSB 接口供电时,接触电阻偏大,大电流时设备造成的压降偏大,此时推荐使用 5.08 端子 J6 进行供电。

此时电压仍然需要满足设备需求即 4.2V~5.5V 之间。

TTL 接口可对外供电,连接蓝牙串口模块等设备。

5 后台通信

UIMeter 目前支持三种通信协议: TERM 协议、MS8050 台表协议、标准 MODBUS-RTU 协议,用户可以自由切换。

4.4 命令行 (TERM) 界面

UIMeter 内置一个命令解释器,可以通过超级终端(或者 Putty、SecureCRT)等软件来连接。串口参数如图 5 所示。波特率 115200、8 位数据、1 位停止、无校验、无流控。

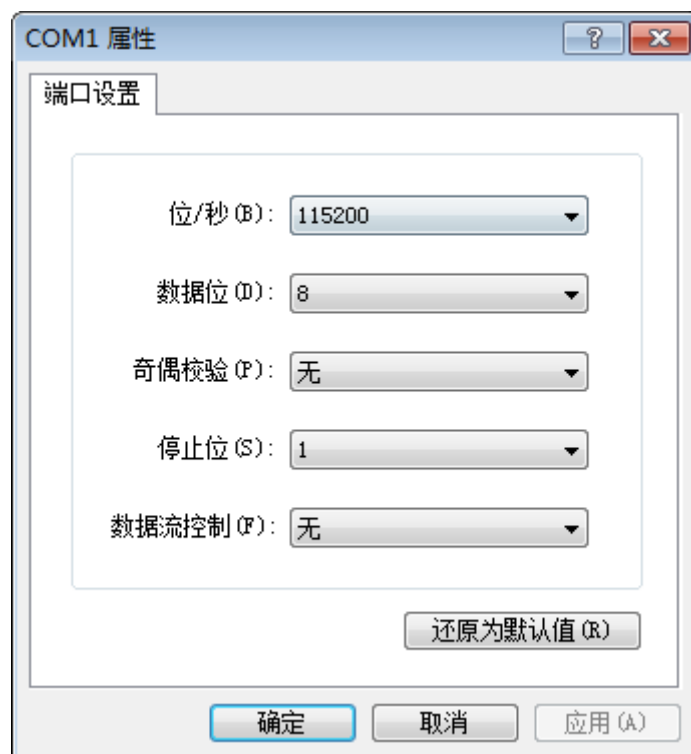


图 5 TERM 协议串口参数

连接以后输入 help 回车，可以查看支持的命令，及对应帮助信息。

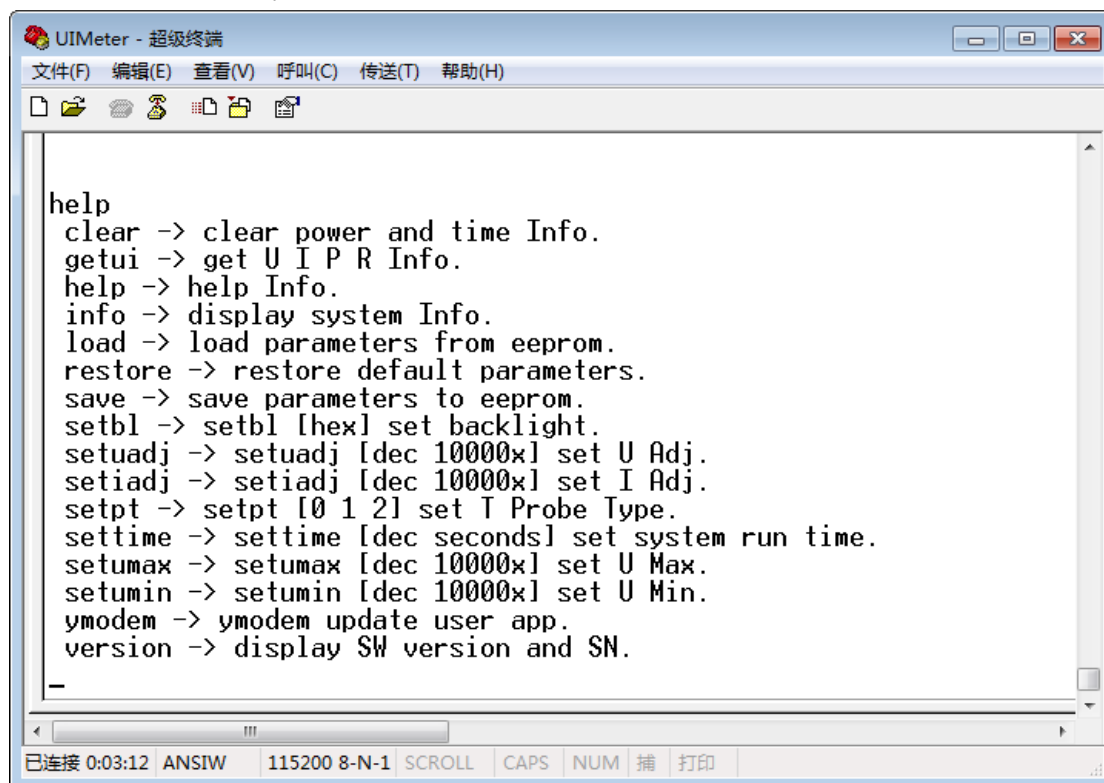


图 6 help 命令

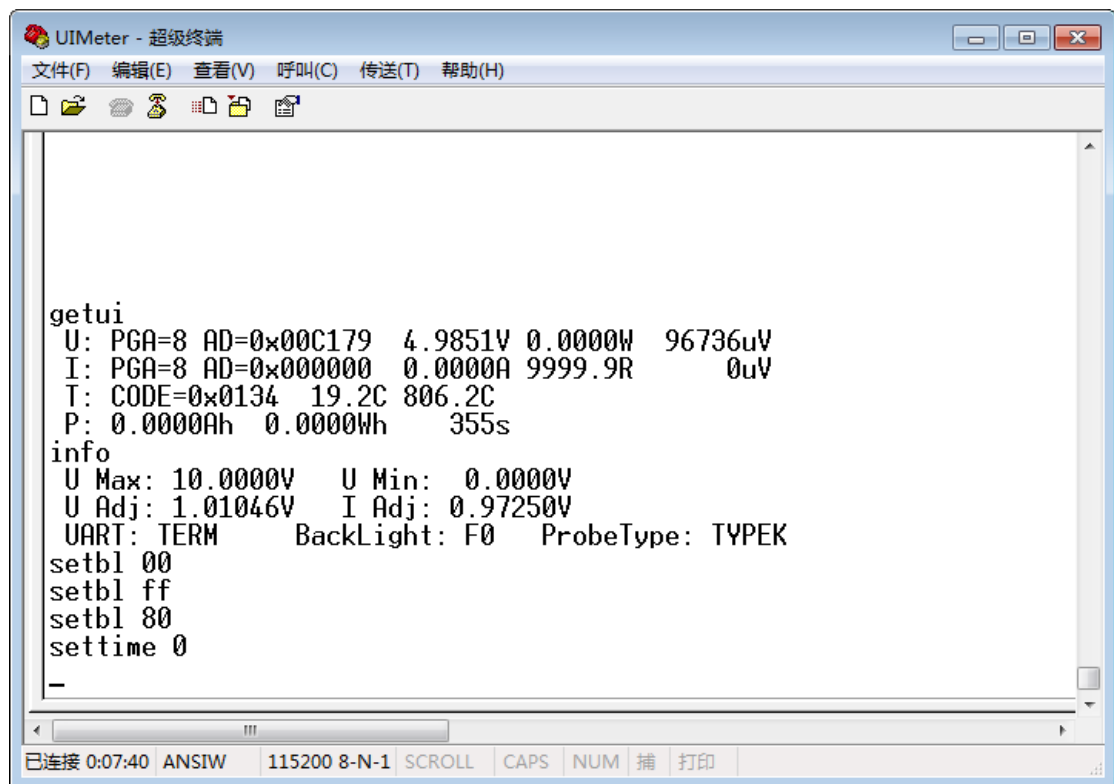


图 7 更多命令执行情况

更多命令请参考 help 命令在线输出。

5.1 MS8050 台表协议

UIMeter 支持华谊 MS8050 台表协议，可以通过 MS8050 台表的配套软件实现联机。

通过 TTL 串口或蓝牙串口连接电脑，UIMeter 切换为 MS8050 协议。打开 MS8050 台表软件，点击 START 按钮，软件自动连接 UIMeter，可记录电压、电流数据并绘图。

注意 MS8050 台表软件只支持 COM1 和 COM2 两个串口，需要将 USB-TTL 串口调整为 COM1 或者 COM2 才能连接。

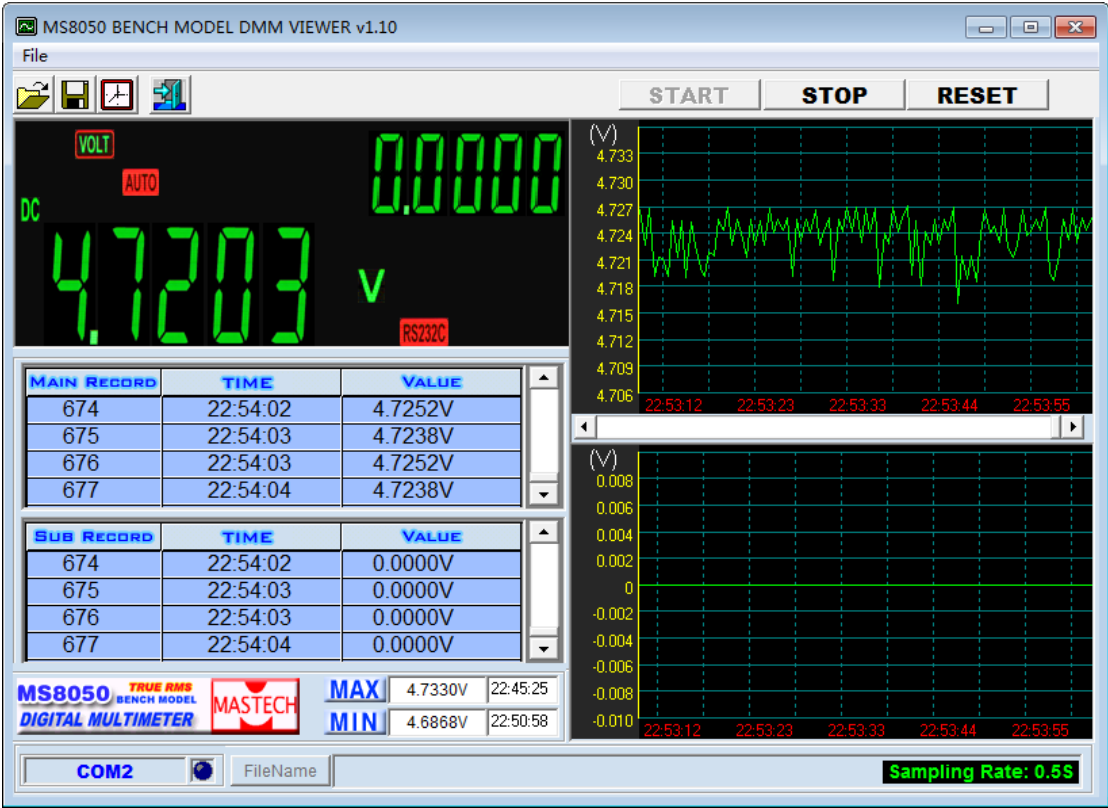


图 8 MS8050 台表软件界面

5.2 标准 MODBUS-RTU 协议

UIMeter 支持标准 MODBUS 通讯协议。

通过 TTL 串口或者蓝牙串口连接电脑，UIMeter 切换为 MODBUS 协议。

输入寄存器如表 8 所示，每个寄存器均为 32 位，占据两个 MODBUS 地址，可以通过 0x04 功能码进行查询。

表 8 MODBUS 输入寄存器地址

地址	数据	单位	格式	备注
30001	电压	V	32 位有符号整数	扩大 10000 倍
30003	电流	A	32 位有符号整数	扩大 10000 倍
30011	时间	秒	32 位有符号整数	运行的秒数
30013	温度	℃	32 位有符号整数	扩大 10 倍
30021	电量	Ah	32 位有符号整数	扩大 10000 倍
30023	电量	Wh	32 位有符号整数	扩大 10000 倍

保持寄存器如表 9 所示，每个寄存器均为 32 位，占据两个 MODBUS 地址，可以通过 0x03 功能码进行查询。

表 9 MOSBUS 保持寄存器地址

地址	数据	单位	格式	备注
40001	电压系数		32 位有符号整数	扩大 100000 倍
40003	电流系数		32 位有符号整数	扩大 100000 倍
40011	电压下限	V	32 位有符号整数	扩大 10000 倍
40013	电压上限	V	32 位有符号整数	扩大 10000 倍
40021	时间	秒	32 位有符号整数	运行的秒数

40023	参数保存		32 位有符号整数	非零值保存参数
-------	------	--	-----------	---------

使用 MODBUS 协议的上位机软件如图 9 所示，该上位机软件使用昆仑通态公司组态软件 MCGSE 嵌入版完成，并运行在 PC 模拟器上。用户可以根据自己需求对界面进行定制。

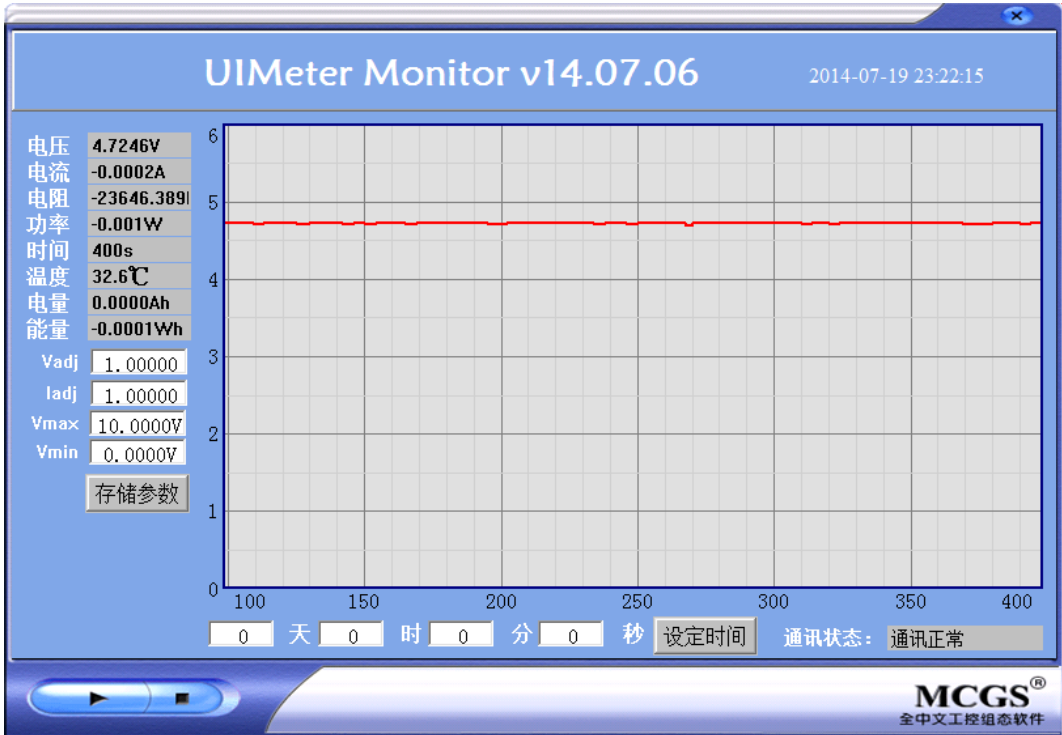


图 9 使用 MODBUS 协议的上位机软件

5.3 后台连接方式

可通过 5V-TTL 接口连接计算机，推荐使用 CH340 方案 USB 转 TTL 线，此时 USB 转 TTL 线可以同时为 UIMeter 提供工作电源。

如果使用 MicroUSB 接口供电，TTL 接口可以连接 HC-06 蓝牙模块，PC 通过蓝牙虚拟串口访问 UIMeter，此时蓝牙模块电源由 UIMeter 提供。

6 常用操作

6.1 充电器、移动电源输出电压、电流测试

连接 J4、J5 跳线，MicroUSB 线插入 UIMeter 的 MicroUSB 接口，将 MicruUSB 线插入 USB 充电器、移动电源输出，即可测量输出电压。此时 UIMeter 使用 MicroUSB 输入供电，电流最大不超过 36mA，对充电器、移动电源输出影响可以忽略。

将负载（如电阻、没电的数码设备、USB 风扇等）负载接入 J3 USB 接口，可测试设备输出电流。此时通过 UIMeter 读取的电流不包括 UIMeter 本身消耗的电流，为了得到更精确的结果，最好拨下 J4 跳线，并通过 TTL 为 UIMeter 提供独立供电。

6.2 移动电源输出电量测量

去掉 J4 跳线，使用 TTL 接口 J1 对 UIMeter 进行独立供电；

连接 J5 跳线，短接输出 MOSFET，降低输出电阻；

移动电源输出通过 MicroUSB 数据线连接 UIMeter 的 MicroUSB 接口 J2;

负载通过 USB 母座 J3 接入;

清零 UIMeter 电量, 放电直到移动电源自动关机, 从 UIMeter 读取放电 Ah 数和 Wh 数。

注意:

- 1) 必须使用外部供电, 如果放电时同时使用移动电源输出作为 UIMeter 电源, 一方面 UIMeter 自身耗电 (很小) 会对测试结果造成干扰; 另一方面, 放电结束移动电源自动关机, UIMeter 也会因为掉电而关机, 无法读取电量。
- 2) 一般移动电源容量使用电池电量标注, 单位 mAh, $1000\text{mAh}=1\text{Ah}$, 电池电压为 3.7V; 而放电电压经过升压板以后大约为 5V, 不能用 mAh 数相除来计算转化率。推荐使用 Wh 数来计算, 最为准确。如: 一个标注 10000mAh 的移动电源, 电量为 10Ah, 也就是 $10 \times 3.7 = 37\text{Wh}$, 放电结束 UImeter 显示放出了 30Wh 电量, 那么转化率为 $30/37 \times 100\% = 81.0811\%$ 。

6.3 电池放电测试

UIMeter 可支持各种电压等级放电测试, 放电测试由于电压变化范围大, 必须使用 TTL 接口外部供电。

去掉 J4 跳线, 使用 TTL 接口 J1 对 UIMeter 进行独立供电, 如果不需要监控连接 VCC 和 GND 即可; 连接监控时可以利用 TTL 串口供电。

去掉 J5 跳线, 使能输出 MOSFET; **忘记去掉 J5 跳线可能导致锂电池过放报废!**

设定最低电压范围, 也就是放电截止电压, 推荐 2.8V~3V 之间。

USB 输出接入负载电阻, 放电至截止电压以下, UIMeter 切断电压输出, 点亮指示灯。

恢复电压为放电截止电压+0.5V, 一般电池设定 3V 截止电压, 放电到 3V 切断输出以后电池会有一定回升, 一般 0.3V 左右, 不超过 0.5V。

7 更多信息

请关注

<http://blog.sina.com.cn/xituecho>

<http://weibo.com/eth0>

<http://shop114445313.taobao.com/>