



GT-MCU-32  
分布式自动测量单元

# 说明书

南京基泰土木工程仪器有限公司

NANJING GEOT CIVIL ENGINEERING INSTRUMENTS CO., LTD

## 目 录

一、MCU-32 的工程特点.....	1
二、MCU-32 简要介绍.....	2
三、MCU-32 结构.....	3
四、MCU-32 工作流程.....	3
五、MCU-32 不同类型传感器接入端子定义.....	4
六、振弦测量模块主要性能指标.....	5
七、水文测量模块主要性能指标.....	6
八、UI 测量模块主要性能指标.....	7
九、注意事项.....	7
十、相关说明.....	8
十一、安装与使用.....	9
十二、设置菜单.....	9
十三、故障与对策.....	12
十四、整机主要技术指标.....	12
十五、维护和保养.....	13
附件 1: MCU-32 与主站的通信命令.....	14
附件 2: MCU-32 展开图.....	19

## 一、MCU-32 的工程特点

GT-MCU-32 分布式自动测量单元（以下简称 MCU-32）是一种通用型的安全监测仪器，主要用于房屋、桥梁、隧道、水库大坝、边坡等安全监测，采用了独特的技术手段，使得其与同类仪器相比可靠性和精度都有显著提高，中文操作界面更便于使用，特别是在振弦式仪器测量方面，MCU-32 更是具有同类仪器无法比拟的优点，主要表现为：

1、激励波形采用正弦波、双向激励，不需要区分传感器的正负极，单向激励造成线圈磁化的剩磁现象也彻底解决了，如图 1（A）所示，激励 1 和激励 2 振幅相同，相位相反，分别施加于振弦传感器的两极。MCU-32 的正弦激励法不仅使激励频谱纯净，而且由于采用了双向驱动，同样的工作电源电压下可以获得 2 倍的激励电压，激励功率更是提高到 4 倍。

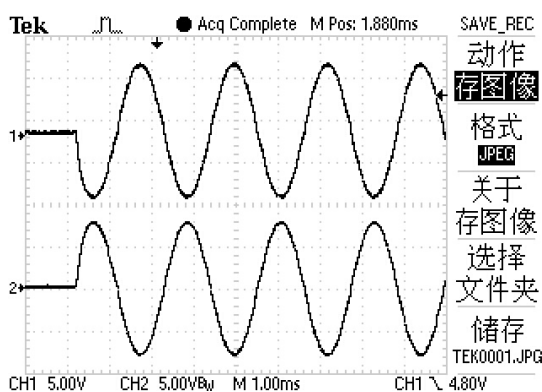


图 1（A）MCU-32 激励波形

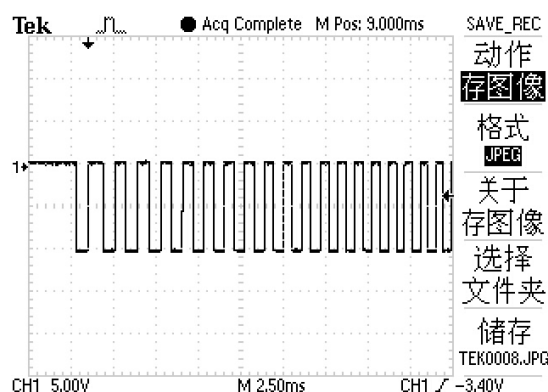


图 1（B）同类仪器激励波形

2、极强的干扰抑制能力，特别适用于恶劣环境下的数据采集，图 2 为 MCU-32 输入信号中混入 50Hz 工频干扰的情况，测试时在 100 米的电缆屏蔽层与系统地之间施加 50Hz/8V~信号来模拟传感器受到强烈干扰的情况，波形 1 是 MCU-32 输入端波形，左侧细密部分为激励施加时的波形，平缓部分为激励停止后测到的 50Hz 工频干扰，干扰幅度约为 1V<sub>pp</sub>，波形 2 为经过 3000 倍放大后的输出波形，可以看到虽然 50Hz 干扰仍叠加在信号上，但信号放大器仍然正常工作，经过软件分析后仍然可以测量传感器的测值，只是误差略有增加而已！如果没有干扰抑制功能，这个干扰信号将放大到 3000V<sub>pp</sub>（饱和），根本无法识别信号。

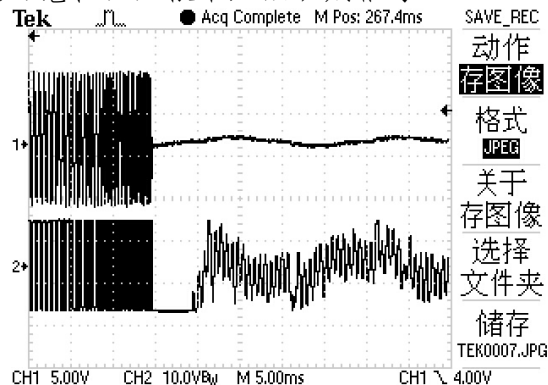
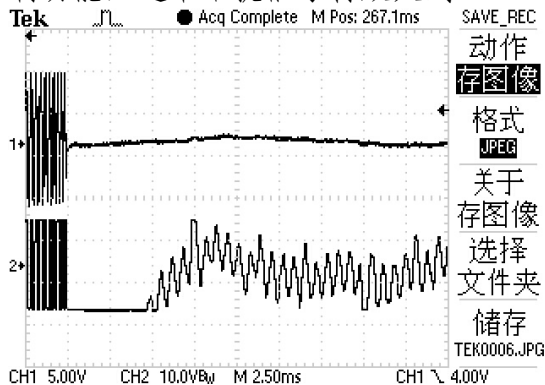


图 2 工频干扰抑制（回波频率约 1588Hz）

3、独有的单周期分析法，软件实时逐个波形分析，判断信号的有效性，进

一步去除混入信号中的脉冲干扰及高频噪声，即便有 1000 个回波中有一个周期受到干扰，MCU-32 也能及时发现并消除其影响。

4、独有信号强度指示功能，信号强度可以指示当前传感器回波信号的强度，工程中可以帮助现场支持工程师发现电缆或其他情形引起的异常。

## 二、MCU-32 简要介绍

1、MCU-32 是一种通用型测量仪器，可采集的物理量有电压、电流、电阻、电容、频率、开关量、脉冲量等各类有源或无源传感器，并编制报文存贮在 MCU-32 内部的存贮器中，可自动上报仪器采集结果、仪器工作状态等数据，也可在主站控制下进行各项工作。

2、MCU-32 数据传输方式有：485 有线传输，电台传输，GPRS 传输、MODEM 有线传输，通过 485 的转换，还可以采用光纤等传输方式，在电台、光纤、GPRS 等有源传输模式下，MCU-32 还可以自动控制有源传输模块的电源，以适应电池供电下节省电能的需要。

3、内置 240x160 的点阵液晶显示器，汉字显示采集信息、状态信息以及设置菜单，即便没有说明书也可以通过液晶的解释来设定各项参数以及了解测量结果。自动打开的背光使得在夜间或光线较暗的房间仍可以正常操作。

4、每台 MCU-32 内置 4 个通用插座，可以在任意一个插座上插入任何一种类型的采集模块，不需要进行任何类型设置，甚至模块的地址也不需要设置，MCU-32 可以自动发现插入的模块，识别其类型，在下次测量开始时就会按照新的模块类型编制报文，即插即用。多台 MCU-32 共用一条 485 总线，便于系统扩展。

5、灵活的采集结果处理方式，MCU-32 可以工作在自报方式，召测方式、单机存贮方式，或者是各种方式的组合，内置 4M 字节存贮器可以存贮传感器满接时近 7000 次采集结果，并且所有存贮结果均采用文本方式，不需要借助任何专用软件就可以查看数据，实时的存贮器使用情况报告功能方便用户维护存贮器。

6、本机数据可以通过串口拷贝到计算机，也可以使用 U 盘拷贝到计算机，增加了单机使用时的数据转移的灵活性。

7、低功耗设计，省电功能开启时待机时整机电流 $<5\text{mA}$ ，液晶仍然正常显示，各部件仍然在就绪状态，远程命令也可以执行，看起来只是背光自动关闭而已。如果电力充足，你完全可以让 MCU-32 工作在全速状态（省电模式关闭），打开的背光可以使显示更清晰，远程的命令响应也更快捷。

8、不论是采集模块、外部通信还是电源输入，MCU-32 都有完善的防雷防静电设计，你不用担心感应雷电损坏 MCU，人体 ESD 也不会导致系统元件失效或寿命的缩减。即便如此，MCU-32 仍然全面考虑了维修的方便性，只要松开几个螺丝，就可以轻松更换异常的模块或主控器，而不需要插拔连接好的任何传感器。修理时技术人员都可以不用亲自到现场，用一个简单的文字说明或一个电话就可以轻松指导最终用户更换相关故障部件，从而快速恢复系统运行。

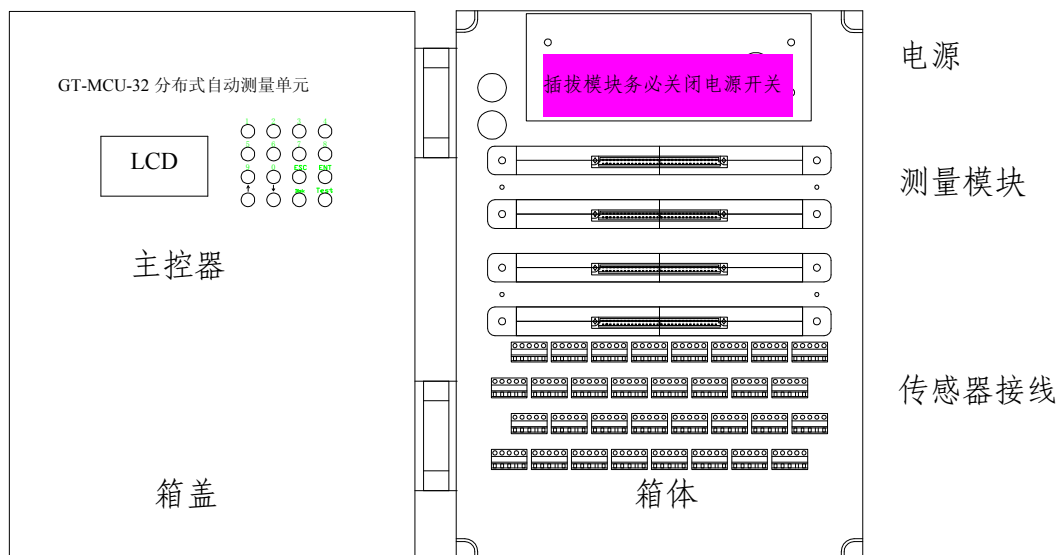
9、完备的系统功能自检，可以全面诊断 MCU 内部部件的工作状态，你可以运行自检程序进行全面诊断，MCU-32 每天也会自动检查一次关键部件的工作情况，发现故障立即报告。

10、采集、管理、传输及电源全集成，接上传感器就可以工作，可以满足大多数应用场合的需求。内置电源盒，后备电池及充电管理、电池电压报告功能使

你不用附加任何部件，只要接上交流电或太阳能电池板就可以工作，限流恒压充电功能自动工作，内部电池充满后自动停止充电，实时电压测量功能便于了解电源当前的状态，提前安排维护或更换。

### 三、MCU-32 结构

MCU-32 由一个主控器和各种类型传感器采集模块组成，如图所示：



图一 MCU-32 机箱结构示意图

机箱底部装有带总线的底板，32 只 5 芯的接线端子组合用于接入各种类型的传感器，4 个 64 针欧品插座可插入 4 个不同或相同类型的测量模块，底板最上部是电源盒，用于系统电源供应和管理，主控器安装在箱盖上，用一条 7 芯专用电缆与底板相连，主控器与各采集模块之间以内部 485 总线联系。

### 四、MCU-32 工作流程

如果 MCU-32 工作在自报方式或静默采集模式，则 MCU-32 按照设定的采样周期进行采样，如果 MCU-32 工作在召测方式则只有收到采样命令后才会开始一次采样过程。采样开始后，MCU-32 先闭合模块电源，模块开始工作，规定的预热时间到后主控器读取模块采样结果，测量电源电压，编制报文存贮在内部存储器 FLASH 中，如果 FLASH 故障则暂时将报文留置在 RAM 中。在自报体制中，如果一个自报周期包含多个采样周期，同时 FLASH 没有故障则自报时报送的数据是上次自报至本次自报时还没有报送过的全部报文，否则本次自报只报送最后一次测量结果。

当设定的预热时间小于模块完成测量实际需要的时间，则主控器会自动等待模块完成所有测量，相反，如果设定的预热时间大于模块完成测量实际需要的时间，则主控器按照设定的预热时间等待。这样，如果希望模块完成测量后尽快关闭以节省电能，则可以设定预热时间小于或等于模块实际需要的时间，如果由于传感器、电缆或者环境干扰的原因导致测量不稳定，希望模块多次测量，则可以设定模块预热时间为一个较大的值，实践中以模块单次测量时间整数倍为宜。

测量完成后如果需要自报则 MCU-32 会启动预先选择的传输方式，如果通



信设备的电源设定为“自动”，则首先预热通信设备，然后加载数据，传送完成后断开通信设备电源（“自动”通信电源时）。如果是一次召测过程，则召测前等待发送的报文全部取消，完成测量后立即编制报文，等待主站读取测量结果。在此过程中如果检测到系统部件有故障则显示故障部件。

## 五、MCU-32 不同类型传感器接入端子定义

表一 传感器接线端子定义

插座	引脚	振弦	水文	UI(3)	差阻	电容	脉冲
CH01 CH09 CH17 CH25	1	温度	水位 1-0	-12V	1R1-1	C1-1	M1-1
	2	温度	水位 1-1	信号-	1R1-2	C1-2	M1-2
	3	屏蔽	公共	地	1R-com	屏蔽	屏蔽
	4	频率+	水位 1-2	信号+	1R2-1	C2-1	M2-1
	5	频率-	水位 1-3	+12V	1R2-2	C2-2	M2-2
CH02 CH10 CH18 CH26	1	温度	水位 1-4	-12V	2R1-1	C3-1	M3-1
	2	温度	水位 1-5	信号-	2R1-2	C3-2	M3-2
	3	屏蔽	+12	地	2R-com	屏蔽	屏蔽
	4	频率+	水位 1-6	信号+	2R2-1	C4-1	M4-1
	5	频率-	水位 1-7	+12V	2R2-2	C4-2	M4-2
CH03 CH11 CH19 CH27	1	温度	水位 1-8	-12V	3R1-1	C5-1	M5-1
	2	温度	水位 1-9	信号-	3R1-2	C5-2	M5-2
	3	屏蔽	公共	地	3R-com	屏蔽	屏蔽
	4	频率+	水位 1-10	信号+	3R2-1	C6-1	M6-1
	5	频率-	水位 1-11	+12V	3R2-2	C6-2	M6-2
CH04 CH12 CH20 CH28	1	温度	水位 2-0	-12V	4R1-1	C7-1	M7-1
	2	温度	水位 2-1	信号-	4R1-2	C7-2	M7-2
	3	屏蔽	公共	地	4R-com	屏蔽	屏蔽
	4	频率+	水位 2-2	信号+	4R2-1	C8-1	M8-1
	5	频率-	水位 2-3	+12V	4R2-2	C8-2	M8-2
CH05 CH13 CH21 CH29	1	温度	水位 2-4	-12V	5R1-1	C9-1	M9-1
	2	温度	水位 2-5	信号-	5R1-2	C9-2	M9-2
	3	屏蔽	+12	地	5R-com	屏蔽	屏蔽
	4	频率+	水位 2-6	信号+	5R2-1	C10-1	M10-1
	5	频率-	水位 2-7	+12V	5R2-2	C10-2	M10-2
CH06 CH14 CH22 CH30	1	温度	水位 2-8	-12V	6R1-1	C11-1	M11-1
	2	温度	水位 2-9	信号-	6R1-2	C11-2	M11-2
	3	屏蔽	公共	地	6R-com	屏蔽	屏蔽
	4	频率+	水位 2-10	信号+	6R2-1	C12-1	M12-1
	5	频率-	水位 2-11	+12V	6R2-2	C12-2	M12-2
CH07 CH15 CH23 CH31	1	温度	风向-0(1)	-12V	7R1-1	C13-1	M13-1
	2	温度	风向-1	信号-	7R1-2	C13-2	M13-2
	3	屏蔽	风向-2	地	7R-com	屏蔽	屏蔽
	4	频率+	风向-3	信号+	7R2-1	C14-1	M14-1
	5	频率-	风向-4	+12V	7R2-2	C14-2	M14-2

CH08 CH16 CH24 CH32	1	温度	风向-5	-12V	8R1-1	C15-1	M15-1
	2	温度	风向-6	信号-	8R1-2	C15-2	M15-2
	3	屏蔽	风速	地	8R-com	屏蔽	屏蔽
	4	频率+	+5V(注 2)	信号+	8R2-1	C16-1	M16-1
	5	频率-	地	+12V	8R2-2	C16-2	M16-2

注 1: 7 位格雷码输入接法, 当使用 6 位格码型测风仪时, 风向-0 不接

注 2: 测风仪器电源

注 3: UI 模块中, 如果传感器供电为 12V, 则传感器的电源+接到+12V, 传感器电源负接到地; 如果传感器供电为 24V, 则传感器电源+接到+12V, 传感器电源负接到-12V, 每只传感器电流均限制在 100mA, 8 只传感器总电流限制在 200mA; 模拟电压和电流接法相同, 只在模块内部选择信号形式。电流传感器用一只精密电阻取样后以电压形式送到端子。

注 4: 对于两线加屏蔽的振弦传感, 频率不区分正负线, 对于单芯屏蔽线的传感器芯线接到频率+, 屏蔽线接到频率-。

## 六、振弦测量模块主要性能指标

### 1、振弦模块指示灯定义

	左										右	
灯	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
定义	电源	工作	收信	发信	CH1	CH2	CH3	CH4	CH5	CH6	CH7	CH8

CH1—CH8 表示正在采样的通道, 同一时间有且只有一个指示灯亮

### 2、振弦模块主要特点

- 正弦扫频激励, 频谱纯度高, 有效抑制谐波;
- 双向激励, 不区分传感器极性, 传感器不产生剩磁, 便于连续测量;
- 独立的传感器类型设置, 允许每一个通道上分别接入不同类型不同厂家的传感器, 温度电阻也可以独立设置;
- 接收电路逐个波形判读功能, 接收传感器的自由谐振信号时, CPU 自动对每一个接收波形进行判别, 去除信号上的杂波抖动, 能从杂波干扰中识别出有效信号并准确测量, 对于长电缆测量及传感器信号较弱时尤其有效;
- 50Hz 工频抑制功能, 即便是在工频变压器附近并且屏蔽层开路的情况下也能准确识别回波信号;
- 雷电、瞬变脉冲阻断功能, 传感器上任意线路上感应的高压脉冲都由阻断电路先行阻止, 进入到模块的能量再由 300W 吸收电路安全吸收, 确保模块运行安全, 高压脉冲可能引起模块复位, 但脉冲撤除后模块仍然正常;
- 传感器安全保护功能, 大部分时间传感器都处于闲置状态, 闲置时模块自动将 4 根传感器连线短路并接到系统地线上, 确保传感器安全, 即使是在测量状态, 任何时间施加在电缆上的电压也会限制在 $\pm 12V$ 之内;
- 信号强度测量功能, 模块不仅可以完成信号频率(读数)的测量, 还同时测量回波信号的强度, 并给出信号强度的具体幅值, 帮助用户评价传感器安装情况, 通过这一数据的长期比对还可以了解传感器的老化情况;
- 电源适应性强, 正常工作电压 12V, 可以在 9V—18V 范围内稳定工作, 过压自动保护, 确保模块电气安全;
- 可靠的瞬态过压抑制能力, 不论是来自传感器电缆、输入电源还是通信总线上的瞬态过压脉冲, 模块都具有较强的抑制功能, 先阻断后吸收的快

速反应机制能在 10 纳秒内将过压限制在合理的水平，瞬压过压消失后模块又回复到正常工作状态，8/20uS 雷电脉冲的抑制能力不低于 300W；

- -50°C--150°C 的测温范围及 0.2°C 的测量精度可满足各种绝大多数的应用需求；
- 温度测量与频率测量同步进行，当使用温度进行补偿计算时更趋合理；
- 传感器信号自适应功能，强信号时模块充分利用信号提高测量精度，当信号较弱时也能降低测量精度得出测量结果；
- 各测量通道之间完全隔离，任何传感器的故障不会影响其他传感器的测量；
- 激励输出限流保护功能，不论是传感器开路还是短路都不会损坏模块；
- 完备的指示电路，便于用户快速了解模块的工作状态；
- 插拔式结构，故障后便于快速定位，快速更换；

### 3、振弦测量模块主要电性能指标

符号	名称	单位	最小	典型	最大
激励特性					
Rout	交流输出阻抗	Ω		0.4	
Ishort	输出短路电流	mA	22	30	50
Vpp	输出电压峰峰值	V	13.5	15	16.5
RL	允许最小不失真负载	Ω	200	600	∞
Tshout	允许短路时间	S			∞
接收特性					
Rin-1	负端输入阻抗	Ω	10 <sup>4</sup> -1.0%	10 <sup>4</sup>	10 <sup>4</sup> +1.0%
Rin-2	正端输入阻抗	Ω	10 <sup>4</sup> -1.0%	10 <sup>4</sup>	10 <sup>4</sup> +1.0%
Rin-3	差模输入阻抗	Ω	2x10 <sup>4</sup> -1.0%	2x10 <sup>4</sup>	2x10 <sup>4</sup> +1.0%
Cin	输入电容	pf		15	
工作频率范围（Hz）					
第一段	第二段	第三段		通扫	
450-2000	2000-3000	3000-5000		450-4000	
电源电流		100mA（典型值）			
单只传感器测量时间		5 秒			
频率测量精度		0.1Hz			
温度测量精度		0.2℃（-50℃—70℃），1℃（70℃—90℃）， 2℃（90℃ 以上）			

## 七、水文测量模块主要性能指标

水文测量模块包含两个 12 位格雷码输入、一路格雷码风向输入以及一路脉冲式风速输入，雨量计量功能在主控器上，但归入到水文模块的报文中。各物理量的接入见“不同类型传感器接入端子表”。

### 1、水文测量模块指示灯定义

	左											右
灯	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
定义	电源	工作	收信	发信	Dir1	Dir 2	Dir 3	Dir 4	Dir 5	Dir 6	Dir 7	Speed



Dir1—Dir7 组成 7 位二进制代码，表示风向，已经将风向的格雷码翻译为二进制，Speed 为风速指示灯，根据风速高低闪烁，无风时常亮或常灭。

## 2、水文测量模块主要性能指标

- 输出电源 12V 或 5V 可选择
- 最大可测量风速 80 米/秒
- 风向输入格雷码 7 位或 6 位
- 瞬时最大风速捕捉功能
- 平均风速计算功能
- 翻斗式雨量计可设定每斗容量，自动计算累计降雨量（毫米）
- 雨量直接转换为毫米
- 自报方式开启时降雨直接启动雨量报发送
- 当日累计降雨量统计功能
- 水位高程（基值）设置功能

## 八、UI 测量模块主要性能指标

UI 测量模块可以测量 8 路电压或电流量，可提供给传感器的电压有 12V，24V 或者 $\pm 12V$ ，其他标称值的电压可订制，输入电压范围可达 $\pm 10V$ ，模块内部均以电压来测量，电流是通过在端口上的取样电阻转换为电压值来实现的，但编制报文时会依据设置编制为电流报文或电压报文。

### 1、UI 模块指示灯定义

	左											右
灯	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
定义	电源	工作	收信	发信	CH1	CH2	CH3	CH4	CH5	CH6	CH7	CH8

CH1—CH8 表示正在采样的通道，同一时间有且只有一个指示灯亮

### 2、UI 模块主要特点及指标

- 采用 24 位高精度 A/D，测量精度可达 20 位（电压精度 $>0.1mV$ ，电流精度 $>0.005mA$ ）
- 可外接有源或无源传感器，输出电压灵活配置
- 差分信号输入，有效抑制共模干扰，提高测量的稳定性
- 电流和电压共用一个模块，可混合配置电压型和电流型传感器
- 输入电压范围可达 $\pm 10V$
- 任意电压输出端子均允许短路，短路后不影响其他传感器测量
- 信号输入端子的过压、ESD、瞬态脉冲抑制功能，有效保证测量模块的安全运行
- 单路测量时间不大于 2 秒

## 九、注意事项

1、绝对禁止带电插拔测量模块，安装或拆卸模块必须确保整机电源处于关闭状态，即必须断开主控器的电源，否则可能导致测量模块的永久损坏。

2、更换测量模块时，模块插头应小心地轻轻推入底板上的插座，如遇有阻力必须检查插针有无变形，切不可用力推入以防损坏插头。

3、模块预热时间可设置为 0-999 秒，当设置为 0 时，模块下一次加电测量后就不再断电，保持电源常开，但每日 23 点会自动检查当天的工作情况，如果

4 个插座中有一个出现异常或一个以上插座没有模块，系统都会断开一次电源，并随后加电重新启动。完成一次测量，每种模块需要不同的时间，为保证各模块测量到正确的测值，一般应按 4 个插座中最慢的模块设置预热时间，主控器在规定的预热时间后再开始读取测量结果，当设置的预热时间不足时，由于模块无法在规定的时间内完成测量，为保证测值正确，主控器会不断与模块交换信息，直至最慢的一个模块完成测量才会关闭电源，而不会理会系统预设的预热时间。许多传感器通电后必须要有足够的预热时间才能稳定，不同类型的传感器稳定的时间不相同，由于主控器和测量模块都无法预知传感器的稳定时间，所以用户必须查找各传感器手册，按手册要求设置预热时间。

4、主控器内置 4M 字节 Flash 存贮器，用于存贮历史测量数据，在存贮器满之前，用户应拷走机内数据，并及时清空存贮器，否则后续数据将无法存贮，当前剩余存贮器可以在系统设置信息中看到。如果不需要使用机内数据，可以不理睬存贮器信息。但是存贮器故障后 MCU-32 只能保存最后一次测量结果，当自周期大于采样周期时不会发送多帧报文。

5、采样周期：两次采样之间的时间长度，实际的采样时刻与计时起点有关，如果采样周期=20 分钟，而计时起点为 08 时 00 分，则每天第一次采样时刻为 08 时 20 分，以后每隔 20 分钟采样一次，00 时 00 分—08 时 00 分可看成上一天的延续，即理解为 24 时 00 分—32 时 00 分。如果设定的采样周期大于 12 个小时则每天只采样一次，最长为 1440 分钟，否则不采样。采样周期为 0 时不间断采样。如果预热时间不为 0 则每次采样完毕会断开电源 5 秒钟，反之则不断电。

6、激励频率：确保激励频率覆盖传感器的工作频率，否则 MCU-32 将回波作为干扰处理。

## 十、相关说明

### 1、关于通信方式

485 可以承受 220V 交流电压和一般感应雷电的冲击，但在雷电较强的地区或距离较远的地方不宜采用，建议以无线通信的方式代替有线通信，如电台通信方式。如果一定要采用有线通信也建议采用调制解调器方式传输，用户只需在主站一侧增加一个调制解调器就可以了。通信线路中串入专用的变压器可以有效地隔离主站和 MCU，消除主站与 MCU 之间由于不共地而可能造成的损害。

### 2、关于测量方式

定时测量：设定采样周期

手动测量：主界面下按“DOWN”键

连续测量：采样周期为 0

查看测量结果：主界面下按模块号数字键 1-4 显示对应模块的测量结果，其他数字键回工作菜单

### 3、关于信号强度

信号强度：符合激励周期的回波持续时间，数值 0-9，数值 9 代表持续时间达到或超过测量所需最长时间，信号为 0 表示信号极弱或无信号，当信号为 0 时仍然可能测量到有效的测值，但精度降低。

### 4、激励频率选择

选择正确的激励频率非常重要，一定要保证激励频率覆盖振弦传感器工作的全量程，超过激励频率范围的响应被软件视为错误响应而忽略，这种情况下不会得到测量结果，视为无信号！如果不能确定传感器的频率范围，可以先用通频扫

描（450—5000Hz）试验或查阅传感器技术资料确定。

#### 5、MCU-32 保留时间

每天 23 点 59 分 00 秒至 30 秒是 MCU-32 自检及其内部任务的调度时间，避免在此时间段安排任务用户任务。如果有一个自动测量时间点安排在此时间段，可能会被 MCU-32 忽略。

## 十一、安装与使用

打开包装，确认箱内部件与装箱单一致，如有缺省请与经销商或厂家联系。先在墙上将两只 8mm 膨胀螺丝固定好，再将挂件将机箱固定后挂在膨胀螺丝上，确保箱体安装牢固。

按表一要求接好传感器，MCU-32 有两种外部电源供应方式：220V~或 16.5V 太阳能电池，确认 MCU-32 供电方式与现场电源是否一致，**如果供电方式不一致绝不可接入外部电源，以免损坏仪器。**接通交流电源或太阳能充电电源，合上机箱内电源盒上的电源开关，MCU-32 立即启动一次测量过程，测量完成后自动断开模块电源，这时可以设置系统参数和模块参数，设置完毕后按 DOWN 键启动一次人工测量过程，待测量完成后按数字键 1—4 查看对应模块的测量结果，如果测量结果异常则应核对模块参数是否正确。

系统自检可以在安装时进行也可以在使用过程中进行，存贮器自检时可以按 ESC 中止，但自检进行时不要断开电源。

如果需要与主站的通信，可以按一下 TEST 键，每按一次 TEST，MCU-32 就会发送一条报文，借此可以测试通信信道。

交流供电时，MCU-32 的省电模式可以关闭，这时背光常亮，机内相关部件也处于全速工作状态，待机电流约 60mA，如果采用太阳能供电或其他需要节电的方式，请务必设置 MCU-32 为省电模式，这时背光延时自动关闭，内部电路只在需要时开启，待机电流<5mA。

485 通信的波特率可以在系统信息内查看，如果通信不正常请核对波特率及校验是否一致，任何一种错误的设置都会导致通信失败。如果通信距离较远，请采用较低的波特率，通信质量与现场情况、电缆质量及多种因素有关，需要工程师根据通信速率的要求现场选择合适的波特率。一般来说低的波特率对线路的要求较低。

## 十二、设置菜单

在工作界面下按下 ENT 键进入到如下菜单，其中第一项为“模块设置”，至少需要插入一个测量模块才能进入到“模块设置”菜单，初次通电或者 MCU-32 正在采样时需要等待测量完成后才能进入到“模块设置”，“系统参数”是系统工作参数的主要设置界面，“系统自检”在初次安装时进行，运行中如果出现问题也可以通过运行此项程序来自检，“系统信息”则主要报告有关版本信息、串口信息及总运行时间。

#### 1、模块设置

进入模块设置后可以用“UP”、“DOWN”键切换需要设置的模块号，然后按“ENT”键进入到相应的模块设置界面，界面内容因实际的安装模块不同而不同，下图列出了常用的振弦类、水文类、电压电流灯模块的设置界面。

振弦模块设置界面示例：

模	CH09:	450-5000	温	CH09:	2K
---	-------	----------	---	-------	----

块	CH10:	450-2000	度	CH10:	2K
二	CH11:	2000-3000	电	CH11:	3K
	CH12:	3000-5000	阻	CH12:	3K
激	CH13:	450-5000		CH13:	3K
励	CH14:	450-5000		CH14:	3K
频	CH15:	450-5000		CH15:	3K
率	CH16:	450-5000		CH16:	3K

“UP”、“DOWN”切换通道号，与机箱电缆进入的通道号一致，数字键0-4实现直接切换，“ENT”键循环切换。设置完成后按“ESC”保存并退出。激励频率一定要覆盖所在通道的传感器工作频率，如果不能确定则可以先用通频（450-5000）扫描。

水文模块设置界面示例：

水	位	一	基	值	:	1000.00				米
水	位	二	基	值	:	1000.40				米

水位基值加水位计测量值得到水位高程。

## 2、系统参数设置

累计雨量	9999.9	mm	省电模式	:	关	
采样周期	10	时	55	分	模块预热	045 秒
计时起点	08	时	05	分	清理存储器	: 否
自报周期	12	时	55	分	剩余空间	99.9%
传输方式	:	电台	通信电源	:	常开	
校验类型	:	偶	通信预热	20	秒	
翻斗容量	0.5	mm	收发转换	500	mS	
时钟校准	09:22:15	调制方式	V.21			

- 累计雨量：总的累计雨量值，超过 9999.9mm 后归 0 重新累计，可设置；
- 采样周期：两次连续的自动采样之间的间隔时间，与计时起点有关，如果采样周期=20 分钟，而计时起点为 08 时 00 分，则每天第一次采样时刻为 08 时 20 分，以后每隔 20 分钟采样一次，00 时 00 分—08 时 00 分可看成上一天的延续，即理解为 24 时 00 分—32 时 00 分。如果设定的采样周期大于 12 个小时则每天只采样一次，最长为 1440 分钟否则不采样。采样周期为 0 时不间断采样。如果预热时间不为 0 则每次采样完毕会断开电源 5 秒钟，反之则不断电。召测方式下不需要自动采集则可将采样周期设为 24 小时以上。
- 计时起点：采样或者自报的计时基点；
- 自报周期：自报方式时需要设定，自报周期包含多个采样周期，同时 FLASH 没有故障则自报时报送的数据是上次自报至本次自报时还没有报送过的全部报文，否则本次自报只报送最后一次测量结果。召测或静默存储模式可将自报周期设为 0。
- 传输方式：与主站交换数据的方式，“485”方式或“电台”方式，注



意这里的方式指的主 MCU 的一种表达方式，与实际传输设备有关，这里仅仅指的是数据通过 485 口或内部 MODEM 传输，实际上“电台”也可以挂在 485 上。当使用“电台”方式时，MCU-32 自动启用内部 MODEM。

- 校验类型：数据通信时，串行数据的校验位是否使用，使用何种校验方式，起始位和停止位都是一位，固定不变。
- 翻斗容量：外接翻斗式雨量计时，一次翻斗过程代表的降雨量；
- 时钟校准：内部时钟校正，选中之前只显示时间，选择后可以修改日期；
- 省电模式：省电模式可以关闭时，背光常亮，机内相关部件也处于全速工作状态，待机电流约 60mA，省电模式开启时，背光延时自动关闭，内部电路只在需要时开启，待机电流<5mA。
- 模块预热（时间）：测量时 MCU-32 先给模块通电，预热时间到后再开始采样，可根据需要设定。
- 清理存贮器：不论是手动采样、自动采样或召测，所有采样结果均存贮在内部存贮器中，作为历史记录保存，用户可以定期拷贝 MCU-32 中的数据，如果存贮器满，则需要人工清理。对于振弦传感器，MCU-32 大约可以存贮 7000\*32 条记录，用户可以根据采样频次推算存贮器最大使用时限，并在此之前进行清理。存贮器使用情况在“剩余空间”条目中以百分比来表示。
- 剩余空间：尚未使用的存贮器空间，百分比表示；
- 通信电源：有“常开”、“常关”、“自动”三种可选项，“常开”指通信模块一直通电，适用于召测等需要实时通信的情形，“常关”指通信不需要 MCU 提供电源，适用于 485、MODEM 直传或外部通信模块自不带电源的情形，静默存贮模式也应设置为“常关”。“自动”通信电源由 MCU-32 管理电源，只有需要自报数据时才开启，发报完成后自动关闭。
- 通信预热（时间）：通信模块（电台、光端机、GPRS 等）通电后到可以传输数据所需的时间。
- 收发转换（时间）：半双工通信模块收发转换所需的时间；
- 调制方式：电台通信方式或 MODEM 直传方式时数据调制方式；

### 3、系统自检

选择系统自检后 MCU-32 开始一次完全自检过程，并报告自检结果，其中存贮器自检需要较长时间，可以按“ESC”键取消，自检完成之前不应强行断开电源以免出错。自检完成后可按 ESC 退出自检过程。

### 4、系统信息

系统信息项目显示本机系列号、版本、当前的串口（485）设置，软件日期信息以及 MCU-32 总的运行时间。所有本项目显示的信息除串口设置可能通过串口更改外，其他信息均为只读。

### 5、数据拷贝

准备好 U 盘，拷贝数据前选择完全格式化，先将 U 盘格式化为 FAT32，其他文件类型不被 MCU-32 接受，插入 U 盘到 MCU-32 的 USB 插座，按一下 DISK 键，待 MCU-32 发现 U 盘并枚举成功后再按 DISK 键并选择相应的操作，拷贝数据可能需要较长时间，依机内待拷贝数据长度而定，如需中止可按 ESC 键，不可在拷贝过程中强行拔出 U 盘。



### 十三、故障与对策

故障现象	对策
无电源	检查电源盒左侧电源开关是否闭合，查看电源盒上部指示二极管是否亮，电源盒上 8A 保险丝及交流输入座上 0.5A 保险是否完好
自动测量失效	采样周期及计时起点设置是否正确，电源盒内电池是否失效，采样时 MCU 必须从电池上获取电能，电池一般使用 2 年后应更换
主站收不到 MCU 召测或自报的数据	检查数据传输通道是否正常，确定传输波特率及校验方式是否一致，尝试用通用软件接收一下报文，测试主站串口是否损坏，MCU 每收到一条命令，都会在液晶上显示报文部分内容，如果发信则会在液晶上显示“发信”字样，这些信息有助于判断故障
振弦模块部分端口测量不到信号	确定传感器激励频率与其固有频率是否一致，每一只传感器的激励频率都要单独设置，不能确定时可以用通扫（450-5000）试一下，收到信号后再调整激励到合适的频段
振弦测值不稳定	不要使用通频激励，电缆屏蔽层是否连接到仪器接线端，MCU 地线是否接大地，接地线是否存在故障
温度测值误差明显	检查测量模块对应的端口温度传感器阻值是否符合，检查电缆接头接触是否良好
显示“铁电故障”、“存贮器故障”、“时钟故障”或“MODEM 故障”	相应硬件故障，返厂修理
显示“存贮器满”	通过菜单操作，人工清理一次存贮器，清理前请确定不再需要机内历史数据

### 十四、整机主要技术指标

- 1、外形尺寸：400x300x190mm（不计传感器电缆密封头）
- 2、工作电源：16.5V 太阳能电池或 220V~，定货时说明电源供应方式，太阳能电池功率与采样间隔有关
- 3、整机功耗：<500mA（测量，与内置模块类型有关），<5mA（待机）
- 4、传输距离：约 1000 米（485 直传），其他传输方式由外置数传设备决定
- 5、工作温湿度：温度 -20℃ ~ +80℃，相对湿度 90%
- 6、可存贮报文数：约 7000\*32 条，即 32 只传感器全部接入时可存贮约 7000 次采集结果
- 7、数据保持时间：>10 年
- 8、最大级联数：30 台
- 9、安装方式：壁挂式
- 10、CPU 理论寿命：100 年
- 11、整机设计寿命：>10 年

## 十五、维护和保养

- 1、MCU-32 电源盒内置 12V/3AH 密封免维护电池，工作寿命不低于 2 年，建议每 6 个月进行一次深度放电（移去充电的太阳能电池或交流电，关闭省电模式大约 48 小时，待 MCU-32 因失电而关机），以恢复电池容量。从放电时间长短还可以大致判断电池容量。
- 2、电池寿命终了时需要更换，更换步骤如下：关闭电源盒上电源开关，松开 4 个测量模块固定螺丝并移去测量模块，拆下电源盒盖，更换电池。注意电池极性，红线为正极，黑线为负极。
- 3、定期查看液晶显示器上是否有故障报警显示，必要时可运行一次自检程序。
- 4、定期检查接地线是否松动、锈蚀，接地线与接地铜排或接地扁铁接头处可用黄油涂抹以防生锈。

## 附件 1: MCU-32 与主站的通信命令

基本信息: MCU-32 与主站之间的通信均以文本进行, 所有命令均以回车换行符 (二进制 0d 0a) 结束, 以下命令中均省略了回车换行符。所有命令都要区分大小写。

### 一般命令集:

#### 一、 查询系统信息

主站发送: MCU32 Info?

MCU-32 响应: Sn=xxxxxx Version 1.0

其中 xxxxxx 为 MCU 的 5 位系列号, 系列号为英文字母或数字或其组合。其后是版本信息, 厂家信息等, 本命令的响应一定以系列号开始, 后续信息内容和长度则不确定, 但总长度不会超过 50 字节;

此命令只适用于独立的一台 MCU-32, 当两台以上 MCU-32 组成网络时, 由于本命令是通用命令, 每台 MCU 收到本命令后均会响应, 可能会造成冲突。为防止冲突, 此命令响应时间不确定, 延时时间为 200 个字节的传输时间内的随机数, 与波特率有关, 最长时间 (300 波特) 可达 6.7 秒。

#### 二、 开始采集

主站发送: MCU32 xxxxxx Begin

MCU-32 回应: OK

然后开始一次采集过程, 采集完成后进入等待状态

需要读取采样结果主站可以发送读取命令

#### 三、 读取采集结果

主站发送: MCU-32 xxxxxx Read

MCU-32 回应: No Data Ready! (没有发送开始采集命令)

MCU-32 回应: Wait (正在采集, 尚未采集好)

MCU-32 回应: (采集好)

Sn=xxxxxx Air T=-11.0 Supply=12.5 校验和 (2 字节) 回车换行

1、如果模块类型为振弦则回应报文格式为:

08/08/20 08:09:25 M1ZXN M1=2789.6 T1=-10.0 M2=4456.0 T2=20.5  
M3=6635.7 T3=18.9 M4=4311.0 T4=25.0 M5=4564.8 T5=20.0 M6=3210.5  
T6=40.0 M7=3333.6 T7=-15.0 M8=0.0 T8=---- 校验和 (2 字节) 回车换行

报文解释:

任意两相参数之间均以空格 (二进制 20) 隔开

Sn=xxxxxx MCU 系列号, 与主站请求的系列号应相同

Air T=-11.0 气温-11.0 摄氏度

Supply=12.5 供电电源电压 12.5V

最后两个字节校验和, 校验和自 Sn=xxxxxx 的字符 “S” 开始至最后一个字节 “空格” 结束, 高字节在前低字节在后, 回车换行符 (0d 0a) 紧跟在校验和后面中间没有空格;

08/08/20 08:09:25: MCU 采集报文时间为 08 年 8 月 20 日 8 时 9 分 25 秒;

M1ZXN M1: 模块 1, ZX: 模块类型为振弦测量模块, N: 新采集数据;

M1=2789.6 T1=-10.0 本模块第 1 只传感器读数为 2789.6 (读数=频率<sup>2</sup>/1000) 第 1 只温度传感器的温度测值为-10.0 摄氏度, 其余 7 只传感器依次类推。如

果模数=0 则表示没有检测到传感器，如果温度=---则表示没有检测到温度传感器；

校验和计算起始为 M1ZXN 的字符 M 直至最后一个空格，高字节在前，低字节在后，回车换行符（0d 0a）紧跟在校验和后面中间没有空格；

2、如果模块类型为 UI（电压电流）则回应格式为：

08/08/20 08:09 M2UIN V1=2.345 V2=0.003 I3=20.000 I4=0.000  
V5=0.98 ....V8=1.200 校验和（2 字节）回车换行

报文解释：

M2UIN M2: 模块 2, UI: 模块类型为电压电流测量模块, N: 新采集数据；  
V 和 I 代表此路仪器的信号是电压还是电流，可能是电压也可能是电流，但安装完成后是确定的。电压的单位为伏特，电流单位为毫安。

3、如果模块类型为水文则回应格式为：

08/08/20 08:09 M3SWN Water1=4095 Base1=1200.05 Water2=14 Base2=3.12  
MaxWinSpeed=10.2 Direction=90 AverWinSpeed=3.5 RealTimeWinSpeed=0.1  
Direction=270 AccRain=00123.5 校验和（2 字节）回车换行

报文解释：

M2SWN M3: 模块 3, SW: 模块类型为水文测量模块, N: 新采集数据；  
Water1=4095（水位 1 测量值，单位为厘米） Base1=1200.05（水位 1 基值，单位为米，基值+测量值=实际水位 1 高程=1241.00） Water2=14（水位 2 为测量值，单位厘米） Base2=3.12（水位 2 基值，单位为米，基值+测量值=实际水位 1 高程=3.26 米） MaxWinSpeed=10.2（最高风速 10.2m/s），  
Direction=90（最大风速时的风向为正东，90 度） AverWinSpeed=3.5（平均风速 3.5m/s），RealTimeWinSpeed=0.1（当前风速 0.1m/s）， Direction=270（当前风向正西，270 度）

AccRain=00123.5 累计雨量=123.5mm

#### 四、重传

主站发送：MCU32 xxxxx Old

MCU-32 将上次发送的数据重发一次，如果复位后没有进行过数据传输则回应：No Data Ready!

#### 五、设置通信波特率

MCU-32 出厂时串口波特率 9600，8 个数据位，无校验，其中波特率及校验类型可由用户设置，有效的波特率如下：

主站命令：MCU32 SetBaudRate 300 X

MCU32 SetBaudRate 600 X

MCU32 SetBaudRate 1200 X

MCU32 SetBaudRate 2400 X

MCU32 SetBaudRate 4800 X

MCU32 SetBaudRate 9600 X

MCU32 SetBaudRate 19200 X

MCU32 SetBaudRate 38400 X

X 为校验类型，合法形式为 O: 奇校验，E: 偶校验，N: 无校验；当 X 省略时不改变校验位，保留原有校验方式不变。

MCU 先按原波特率响应 OK，然后按要求设置到新的波特率，其后一直按新的波特率工作，直到收到新的波特率设置命令，复位不影响设置结果。

六、 查看 MCU-32 已存贮数据长度

主站命令: MCU32 xxxxx DataLen

MCU-32 响应: Used x bytes

x 为整数,  $0 \leq x \leq 4324840$

七、 拷贝 MCU-32 数据

整体拷贝命令: MCU32 xxxxx Copy

MCU-32 组织数据存贮的数据一次性传输给主站, 读取数据不改变存贮的数据, 数据拷贝期间 MCU 停止其他一切工作直至拷贝完成。

分段拷贝命令: MCU32 xxxxx copy n/m (copy 为小写)

将数据区分为 m 段, 拷贝第 n 段,  $0 < n \leq m \leq 100$ , 示例: MCU32 xxxxx Copy 7/22,

将数据区分为 22 段, 现在拷贝第 7 段。MCU32 总是截取完整的数据段进行传输, 以保持数据的完整性。用户在分段时应至少保证每段长度不低于 1000 字节。特别提示: 当 MCU 设置了自动采集功能, 则在两次拷贝命令之间可能会产生新的报文, 也即“已存贮数据长度”会改变, 这种情况下可能会丢失一条到多条报文或者出现报文重复现象。

八、 读取指定时段的数据

主站发送: MCU32 xxxxx READ yymmddhhmm yymmddhhmm

yymmddhhmm 分别为起始时间和结束时间的年月日时分秒

MCU32 响应: Searching..., 然后开始搜索所需时段的数据, 如果找到则随后响应找到的数据, 如果没有该时段的数据则回应 No Data Found。此命令搜索数据的响应时间 0-6 秒。

九、 删除 MCU-32 数据

主站发送: MCU32 xxxxx Clear

此命令不可逆, 除非返厂恢复数据。

十、 读取 MCU 当前时间

主站发送: MCU32 xxxxx RdTime

十一、 修改 MCU-32 时间

主站发送: MCU32 xxxxx SetTime YY/MM/DD HH:MM:SS

十二、 查看采样周期:

主站发送: MCU32 xxxxx RdSmpInt

MCU-32 返回: HHMM (时分)

十三、 修改采样周期:

主站发送: MCU32 xxxxx WrSmpInt HHMM

MCU-32 返回: OK

十四、 查看采样计时起点:

主站发送: MCU32 xxxxx RdSmpStd

MCU-32 返回: HHMM (时分)

十五、 修改采样计时起点:

主站发送: MCU32 xxxxx WrSmpStd HHMM

MCU-32 返回: OK

十六、 查看自报周期:

主站发送: MCU32 xxxxx RdRpt

MCU-32 返回: HHMM (时分)

十七、 修改自报周期:



主站发送: MCU32 xxxxx WrRpt HHMM

MCU-32 返回: OK

十八、 查看模块预热时间:

主站发送: MCU32 xxxxx RdWarmM

MCU-32 返回: SSSS (秒)

十九、 修改模块预热时间:

主站发送: MCU32 xxxxx WrWarmM SSSS, 不足 4 位前面补 0

MCU-32 返回: OK

二十、 查看通信模块预热时间

主站发送: MCU32 xxxxx RdWarmC

MCU-32 返回: SSSS (秒)

二十一、 修改通信模块预热时间:

主站发送: MCU32 xxxxx WrWarmC SSSS (秒), 不足 4 位前面补 0

MCU-32 返回: OK

二十二、 查看通信模块电源延时关闭时间

主站发送: MCU32 xxxxx RdClose

MCU-32 返回: SSSS (毫秒)

二十三、 修改通信模块电源延时关闭时间:

主站发送: MCU-32 xxxxx WrClose SSSS (毫秒), 不足 4 位前面补 0

MCU-32 返回: OK

二十四、 读取累计雨量

主站发送: MCU32 xxxxx Rain

MCU-32 返回: AccRain=00123.5mm

二十五、 重启动

主站发送: MCU32 xxxxx Reset

MCU-32 返回: OK, 然后重启动, 启动需要数秒种时间, 在此期间不能响应任何命令

## 扩充命令集:

一、 透明模式

外部 485 直接转到内部模块

进入: MCU32 xxxxx Lucency

退出: MCU32 xxxxx opacity

进入到透明模式后, 如果主站不发送退出命令, MCU 维持在透时模式的时间为 30 分钟, 30 分钟后强制退出。

在透明模式下主站可直接访问模块, 如果总线上有 2 台以上 MCU32, 只允许 1 台 MCU32 进入透明模式, 否则会引起冲突。

模块直接访问命令集:

一、 振弦式:

1、 查看激励频率设置: ReadSelF x x 为模块号, 取值 1, 2, 3, 4

模块回应: S1=0 S2=1 S3=2 S4=1 S5=1 S6=1 S7=1 S8=1 checksum

“=” 号后的数字表示频率范置, 意义如下:

0 450—5000

- 1 450—2000
- 2 2000—3000
- 3 3000—5000
- 2、修改激励频率：SetFselect x 3 1 2 3 3 1 0 1 其中 x 为模块号，取值同上
- 3、查看温度电阻取值：ReadSelR x x 为模块号，取值 1，2，3，4  
模块回应：R1=3k R2=3k R3=3k R4=3k R5=3k R6=3k R7=3k R8=3k checksum
- 4、修改温度电阻取值：SelR3k x 2 2 2 2 3 3 3 3  
X 为模块号，后续 8 个值只能是 2 或者 3，中间含空格
- 5、点测：Just x D  
X 为模块号，取值为 1-4，D 为传感器号，取值为 1-8，点测维持时间最大为 5 分钟，需要维持在点测状态需要在 5 分钟内重新发送此命令。
- 6、读取指定模块的读数和温度：ReadM x S E  
X 为模块号，S 为开始传感器号（1-8），E 为结束传感器号（1-8）
- 7、读取指定模块的频率和温度：ReadF x S E  
X 为模块号，S 为开始传感器号（1-8），E 为结束传感器号（1-8）

远程点测过程总结：MCU32 xxxxx Lucency 进入透明模式，Just x D 使一个或多个模块进入点测，ReadM x S E 读取点测值。5 分钟内重复 Just x D 命令，30 分钟内重复 MCU32 xxxxx Lucency 命令。点测结束发送 MCU32 xxxxx opacity 结束透明模式就可以了，模块自动关闭。

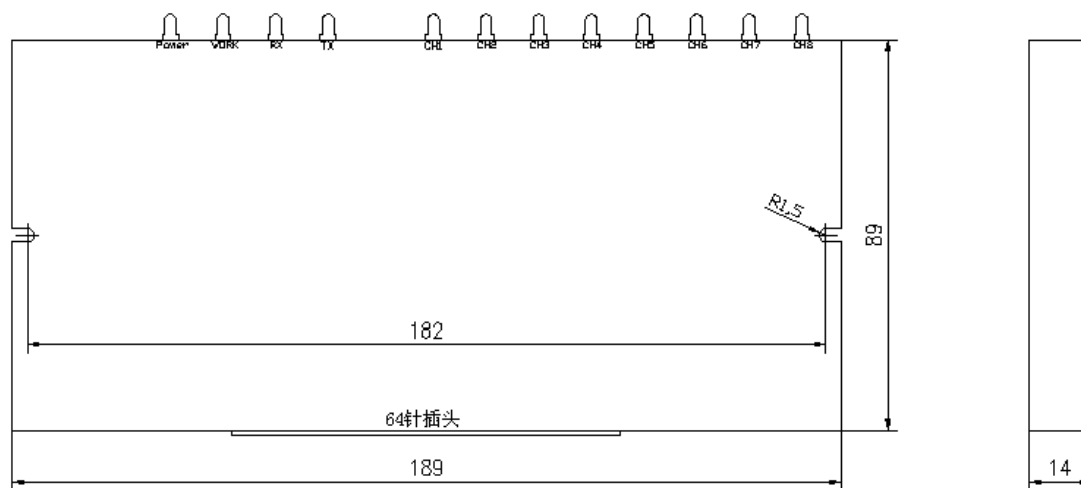
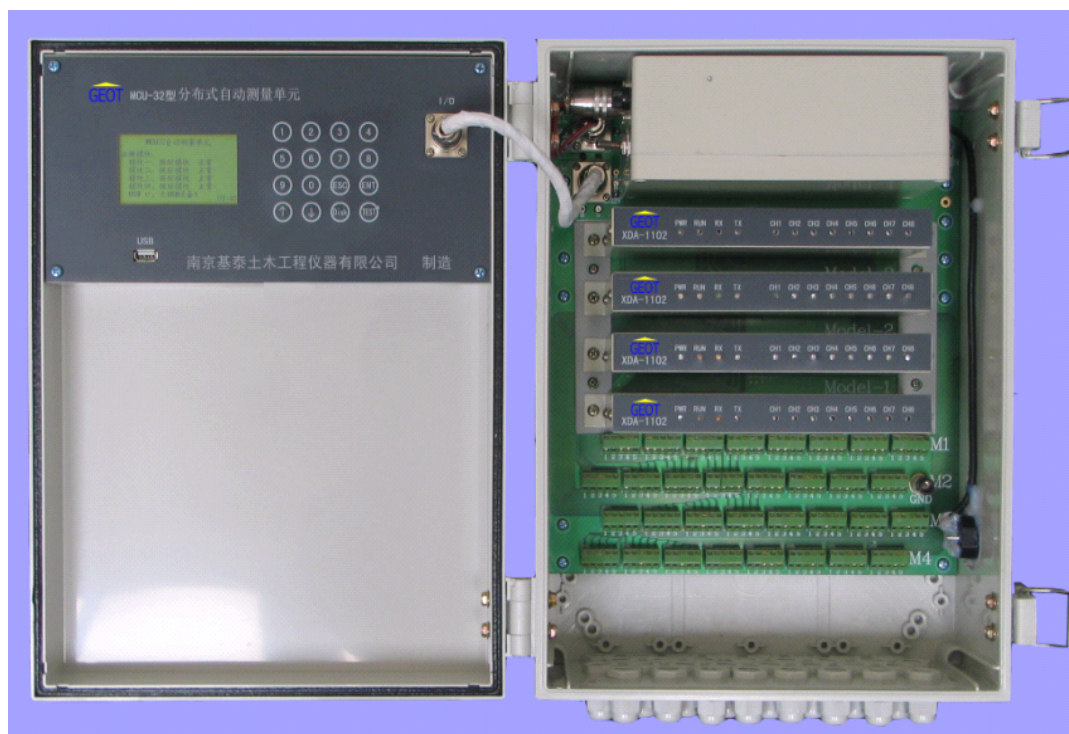
## 二、水文模块

- 1、SetBase x B1=100.99  
x 为模块号，设置模块 x 的水位 1 基值为 100.99 米
- 2、SetBase x B2=100.99  
x 为模块号，设置模块 x 的水位 2 基值为 100.99 米

## 三、UI 模块

- 1、InputType x V V I I I I V V  
设置模块 x 的 8 个输入类型（电压或电流）
- 2、ReadType x  
读取模块 x 的 8 个输入类型（电压或电流）

## 附件 2: MCU-32 展开图



采集模块外形尺寸