

MC301 使用手册

(V0.21.1 Beta)



北京微果草通信技术有限公司
2015.4

目 录

1. 概述.....	4
2. 电气参数.....	6
2.1. 绝对最大额定参数.....	6
2.2. 电气参数.....	6
3. 入门.....	10
3.1. 外部接口.....	10
1. 电源开关和 SD/SIM 卡.....	10
2. 太阳能电池板接口.....	11
3. 传感器接口.....	11
4. 防雷地端子.....	14
3.2. 内部跳线.....	15
1. SW 电源.....	15
2. AN0-AN11 测量通道.....	16
3.3. 操作面板.....	16
1. 按键.....	17
2. LED.....	17
3.4. 开始使用.....	18
1. 操作流程.....	18
2. 名词解释.....	18
3. 测量流程.....	19
4. 设备配置.....	21
4. 测量.....	23
4.1. 电源通道.....	23
1. 电源通道指标.....	23
2. 电源通道参数.....	24
4.2. 测量通道.....	26
1. SHT 通道.....	27
2. P2 通道.....	27
3. P3 通道.....	28
4. AN0 通道.....	28
5. AN1 通道.....	29
6. AN2-AN11 通道.....	29
7. RS485 通道.....	29

8. SDI 通道.....	32
9. WL 通道.....	33
4.3. 变量.....	33
4.4. 测量计划.....	34
5. 存储.....	36
5.1. 存储表.....	36
5.2. 统计数据.....	37
5.3. 存储策略.....	37
5.4. 历史记录.....	38
1. 历史记录格式.....	38
2. 存档文件格式.....	40
6. 通信.....	42
6.1. 蓝牙.....	42
6.2. TCP.....	42
6.3. 短信.....	44
7. 命令.....	45
7.1. 设备状态.....	45
1. 解锁.....	45
2. 设备状态.....	46
3. 设备日期时间.....	47
4. 内存状态.....	47
5. SD 卡状态.....	48
6. GPRS 状态.....	49
7. 实时测量数据.....	51
8. 设置变量累积值.....	53
7.2. 参数设置.....	53
9. 设备参数.....	53
10. 测量通道.....	55
11. 电源通道.....	56
12. 测量变量.....	58
13. 测量计划.....	61
14. 存储表.....	62
15. GPRS 网络参数.....	63
7.3. 设备控制类指令.....	63

16. 备份内存数据到 SD 卡.....	63
17. 下载内存历史记录.....	65
18. 启动/暂停测量.....	66
19. 打开/关闭电源通道.....	67
20. 打开/关闭蓝牙.....	68
21. SDI-12 透明传输.....	69
7.4. 其它命令.....	69
22. 复位参数设置.....	69
23. 清除历史记录.....	70
24. 保存设置.....	71
25. 复位.....	71
26. 帮助.....	71
8. 机械参数.....	73
8.1. 外形尺寸.....	73
8.2. 安装方式.....	74

1. 概述

MC301 是一款集成了太阳能充电控制器、聚合物锂电池、GPRS/GPS 等组件的低成本、低功耗、多功能数据采集器，可以实现对模拟、开关、频率、SDI-12、RS485 等接口传感器的测量和 MODBUS RTU 模块的数据读取,并具有大容量数据存储和远程发送功能。MC301 的测量接口包括 12 路模拟通道、1 路开关量通道、1 路频率量通道、1 路 SHT1X 温湿度传感器数字测量通道、1 路 SDI-12 通道和 1 路 RS485 通道，能够读取 SDI-12 传感器数据，并能使用 MODBUS 模块来扩展测量。MC301 支持 17 个测量变量，每个变量具有实时值、最大值、最小值、平均值、时段累积值和永久累积值等 6 项数据，按存储表自动进行计算、存储和发送。MC301 具有 8 组电源输出通道，包括 1 组 3.0V 精密参考电压源、1 组 3.15V 可关断电源、6 组通过跳线设置的 5V/12V 可关断电源，可以实现对传感器的按需供电。MC301 具有 16M 内存，支持 8G Micro SD 卡，具有自动进行历史数据备份功能。MC301 采集器具有蓝牙和 GSM/GPRS 传输功能，可通过蓝牙/TCP/短信进行参数设置和测量数据获取。MC301 采集器还内置了具有 MPPT 功能的太阳能充电控制器和 20Ah 的聚合物锂电池，有效降低了系统集成成本。MC301 的诸多特性，使得它非常适合气象、墒情、水质等野外慢速信号采集和监测，可广泛的应用在农业、林业、气象等领域。

主要特色：

- 12 路单端模拟测量通道，可通过跳线配置为电压或电流测量。12 位分辨率，量程为 5000mV,基本分辨率为 1.47mV，精度为 $\pm (0.08\% \text{ 读数} + 1 \text{ 位分辨率})$ (-20℃-40℃)。
- 1 路开关量输入，可在休眠状态下进行计数。
- 1 路频率测量通道，频率范围 0.5Hz 到 50KHz，测量精度为 $\pm (0.35\% \text{ 读数})$ 。
- 1 路 SHT1X 温湿度传感器测量接口，可使用 SHT10/SHT11/SHT15 测量温度、湿度和露点。
- 1 路 SDI-12 接口，支持 SDI-12 透明设置模式。
- 1 路 RS485 接口，RS485 接口支持 MODBUS Master 模式和 MODBUS Slave 模式。
- 7 路可控制输出电源。其中 1 路 3.15V 电源、6 路 12V 或 5V 电源（跳线配置）。
- 1 路精密 3.0V 参考电压源。
- 自动监测电池、太阳能板、实时时钟电池电压。
- 17 个变量，每个变量均可以配置多项式转换公式（从常数项到 3 次方）。
- 自动计算实时值、平均值、最大值（含出现时间）、最小值（含出现时间）、累积值。
- 最小测量周期 1 分钟。可设置 2 个测量任务，对不同变量进行不同周期的测量。
- 最小存储间隔 1 分钟。可设置 2 个存储表，每个存储表可定义是否通过 GPRS 远程发送。
- 蓝牙（串口服务）接口，可通过蓝牙进行参数配置和历史记录下载。
- GPRS 通信功能，可通过 TCP 协议进行参数配置和历史记录发送。

-
- SMS 通信功能，可通过短信进行参数配置。
 - GPS 定位功能，每条历史记录均带有 3D 坐标。
 - 16M FLASH 存储，可存储记录 32640 条。
 - 支持 8G Micro SD 卡。
 - 内置 20AH/3.7V 聚合物锂电池。
 - 内置 MPPT 太阳能充电控制电路，最佳充电电压 17V（可定制）。
 - 功耗：空闲 0.8mA;测量 8.8mA。

典型应用：

- 气象站
- 墒情站
- 温室环境监测
- 农田环境监测
- 水质监测
- 其它野外监测应用

2. 电气参数

2.1. 绝对最大额定参数

Solar+对 Solar-电压	±30V
AN ₀₋₁₁ 对 AGND 电压（电压模式）	—0.3V 到 6V
AN ₀₋₁₁ 对 AGND 电流（电流模式）	±80mA
P2/P3 对 GND 电压	—0.3V 到 5.5V
SWV 对 GND 电流	±200mA
VREF 对 GND 电压	—0.3V 到 3.0V
VREF 对 GND 电流	—3mA 到 10mA
A/B 对 GND 电压	—7.5V 到 12.5V
SDI-12 对 GND 电压	—0.3V 到 7.5V
SCK/SDA 对 GND 电压	—0.3V 到 5.5V

2.2. 电气参数

（除非特别说明，参数测试条件为 $V_w=3.7V$, $T_A=25^{\circ}C$, 无外部传感器连接）

参数	符号	条件	值			单位
			最小	典型	最大	
充电电源						
充电电压 ¹	V _{chg}		17.0	18.0	24.0	V
充电电流	I _{chg}	V _{chg} =17.5V			600	mA
电池						
初始容量	C _{bat}	Ta=25℃	16	20		Ah
电压范围	V _{bat}		3.3	3.7	4.2	V
最大充电电流	I _{batchg}		1.8	1.95	2.0	A
最大放电电流	I _{dischg}		1.8	1.95	2.0	A
主板工作电源						
工作电压 ²	V _w		3.5	3.7	4.2	V
工作电流	I _w			8.8	10.0	mA
空闲电流	I _s			0.85	0.90	mA

模拟测量电流增量	ΔI_{mea}			0.30	0.40	mA
蓝牙发送电流增量（平均）	ΔI_{bt}			4.6		mA
网络空闲电流增量	$\Delta I_{\text{netidle}}$	空闲		21		mA
网络发送电流增量	$\Delta I_{\text{netsend}}$	EGSM900,GPRS(3Rx,2Tx),输出功率 33dBm		450		mA
SWV 常开模式电流增量	ΔI_{swv12}	空载		2.5	3.0	mA
RS485从机模式电流增量 ³	ΔI_{RS485S}			0.95	1.9	mA
输出电源						
参考电压源电压	V_{REF}	$R_{\text{REFL}}\geq 3\text{K}\Omega$	2.9920	3.0000	3.0030	V
参考电压源最大电流	I_{REF}		5.0	8.0	10.0	mA
参考电压源输出阻抗	R_{REF}			5	6	Ω
可控 3V 电源电压 ⁴	V_{SWV3}	$R_{\text{SWV3L}}\geq 60\Omega$	2.95	3.15	3.31	V
可控 3V 电源最大电流	I_{V3}	$V_{\text{bat}}\geq 3.30\text{V}$	40	50		mA
可控 5V 电源电压 ⁴	V_{SWV5}	$R_{\text{SWV5L}}\geq 50\Omega$	4.50	5.00	5.11	V
可控 5V 电源最大电流	I_{SWV5}	$V_{\text{bat}}\geq 3.30\text{V}$	90	100		mA
可控 12V 电源电压 ⁴	V_{SWV12}	$R_{\text{SWV12L}}\geq 120\Omega$	11.20	12.27	12.60	V
可控 12V 电源最大电流	I_{SWV12}	$V_{\text{bat}}\geq 3.50\text{V}$	90	95		mA
模拟通道						
ADC 转换位数	N_{ADC}			12		bits
电压模式量程	V_{VIN}		0.0		5.0	V
电压模式分辨率	Res_{VA}			1.47		mV
电压模式输入阻抗 ⁴	R_{VAIN}	$V_{\text{VIN}}=0\text{V}-5\text{V}$	198	200	202	K Ω
电压模式精度	AC_{V}		$\pm\left(0.08\% \text{ 读数}+1 \text{ 位分辨率}\right)$			
电流模式量程	I_{CIN}		0.0		20.0	mA
电流模式分辨率	Res_{CA}			5.91		uA
电流模式输入阻抗	R_{CA}		248.20	248.69	249.20	Ω
电流模式精度	AC_{C}		$\pm\left(0.2\% \text{ 读数}+1 \text{ 位分辨率}\right)$			
SHT 通道						
输入高电平	V_{SHTIH}		2.6		5.0	V
输入低电平	V_{SHTIL}		0.0		0.63	V

输出高电平	V _{SHTOH}		3.0	3.15		V
输出低电平	V _{SHTOL}			0.0	0.2	V
P2 通道						
输入高电平	V _{P2IH}		2.6		5.0	V
输入低电平	V _{P2IL}		0.0		0.63	V
上拉电阻	R _{P2P}		9K	10K	11K	Ω
计数范围	N _{P2}	单测量周期内	0		65535	
	N _{P2S}	累积计数范围	0		16777216	
分辨率	Res _{P2}			1		
输入信号频率 ⁵	F _{P2}	推挽信号	0		150	Hz
		开关信号	0		15	Hz
P3 通道						
输入高电平	V _{P3IH}		2.6		5.0	V
输入低电平	V _{P3IL}		0.0		0.63	V
上拉电阻	R _{P3P}		9K	10K	11K	Ω
输入信号频率 ⁵	F _{P3}	推挽信号	0.5		50K	Hz
		开关信号	0.5		4.3K	Hz
分辨率	Res _{P3}			0.001		Hz
精度	AC _{P3}		0.35% 读数			
RS485 通道						
共模输入电压范围	V _{485CM}		-7		12	V
差分驱动输出	V _{485OD}	R _L =54Ω	1.5			V
差分输出共模电压	V _{485OC}	R _L =54Ω			3.0	V
接收差分阈值电压	V _{485TH}	-7V≤V _{CM} ≤12V	-0.2		0.2	V
接收输入电阻	R _{485IN}	-7V≤V _{CM} ≤12V	12K			Ω
SDI 通道						
输入阻抗	R _{SDIIN}	0V≤V _{SDI} ≤5.5V	198K	202K	204K	Ω
输出阻抗	R _{SDIOUT}		1.0K	1.1K	1.3K	Ω
输出高电平	V _{SDIOH}		4.1	4.5		V
输出低电平	V _{SDIOL}			0.0	0.4	V

输入高电平	V_{SDIIH}		2.0		5.5	V
输入低电平	V_{SDIIL}		-0.5		0.8	V
其它参数						
工作温度	T_O		-20		70	°C
存储温度	T_S		-30		80	°C
防水等级				IP65		
抗震动		55-2000Hz			800	m/s^2
抗冲击		6ms 时长			4000	m/s^2

注:

1. 充电最大功率电压可在 5V-24V 范围内定制。
2. 采集器自动关闭探测电压为 3.3V (±1%)，回滞电压范围为 0.066V-0.33V。
3. 从机模式下采集器将无法自动休眠，保持运行状态，该增量不包括由于无法休眠而增加的运行电流。
4. 当负载阻抗小于条件中描述值时，输出电压将无法保持标称范围内的值。
5. 输入信号频率范围可定制。

3. 入门

MC301 是一个高集成度的数据采集器，内置了电池、充电控制器，并具有防护等级为 IP65 的防护外壳，多数情况下，用户只需外装太阳能充电电池板即可使用。MC301 具有插拔式接线端子（MC301-P）和直插式端子（MC301-S）两个版本。MC301 具有 2 个按键、5 个 LED 指示灯，在壳体的外部还有一个带有 LED 指示灯的快捷按键，使得用户可以在不打开壳体的情况下启动蓝牙，从而实现与手机或计算机的通信连接。

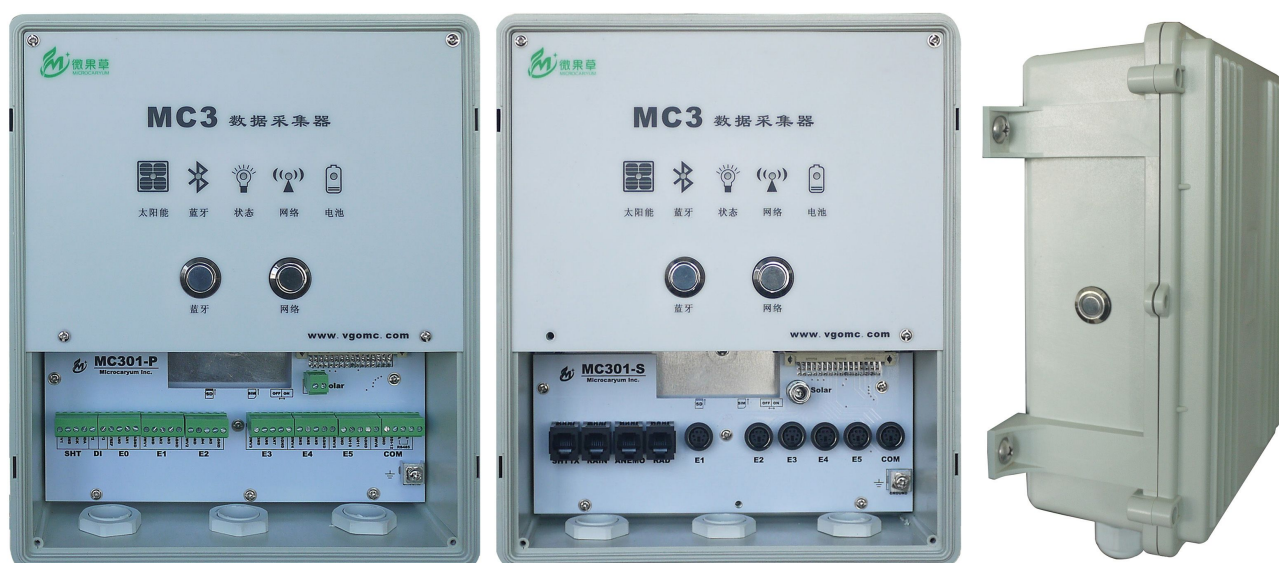


图 3-1 左：MC301-P 中：MC301-S 右：位于侧面的快捷按键

3.1. 外部接口

1. 电源开关和 SD/SIM 卡

电源开关、SD 和 SIM 卡插座位于接线盒的上部，操作面板的下部。

- **SD 卡：**MC301 使用 Micro SD 卡，最大支持 8G，SD 卡需要提前格式化为 FAT32 文件系统。
- **SIM 卡：**MC301 使用 GSM/GPRS 的 2G Miro SIM 卡（即“小卡”），SIM 卡必须在关闭 PIN 码后使用。
- **电源开关：**最右侧的拨动开关为采集器的电源开关，拨动到右侧为打开，左侧为关闭。关闭后采集器将停止工作，包括停止充电。在长期不使用采集器且无充电措施时，必须关闭电源开关，以防止内部电池过度放电而损坏。

SD 卡和 SIM 卡的插入方向如图 2-2 所示。

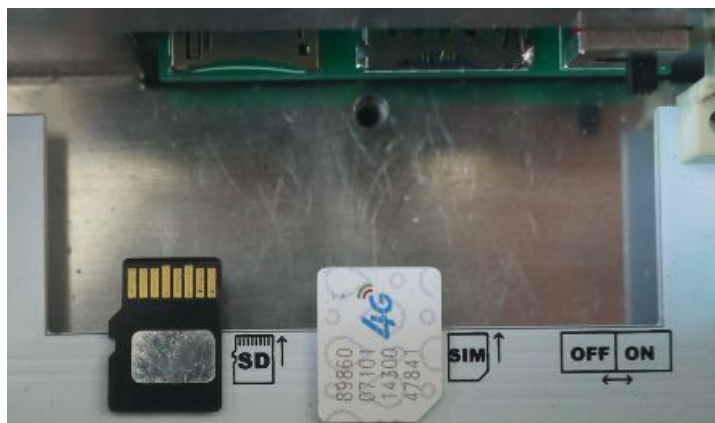


图 3-2 SD 卡、SIM 卡及电源开关

2. 太阳能电池板接口

太阳能电池板接口用于为采集器充电，MC301 标准充电太阳能光电池板为 17V/10W，用户可以根据实际需求更改太阳能电池板的功率，但是电池板额定电压必须为 17V-24V。用户也可以使用 18V-24V 的直流电源为采集器充电。

MC301-P 的充电接口为 2 位的插拔式接线端子，左侧为负 (-)，右侧为正 (+)，如图 3 中所示 Solar。

MC301-S 的充电接口为 DC 5.5-2.1 插座，其中插座芯为正，外壁为负，如图 3-4 中所示 Solar 标志处的插座。

3. 传感器接口

MC301-P 和 MC301-S 提供不同类型的接线端子，下文分别论述。

(1) MC301-P

MC301-P 为插拔式接线端子，端子间距 3.8mm，可用线径为 28-16AWG，剥线长度为 7mm。每组 5 位。

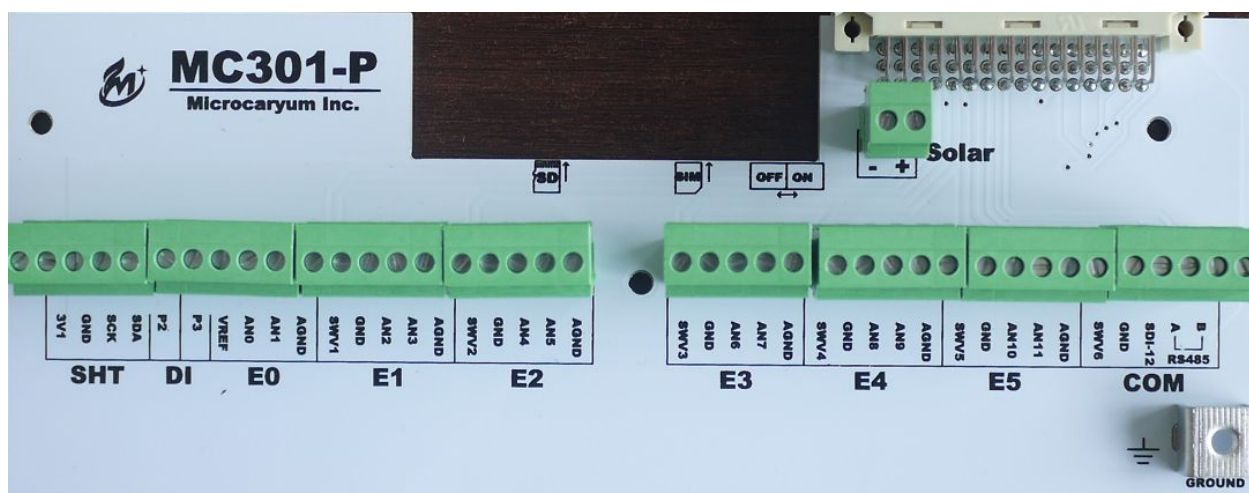


图 3-3 MC301-P 接线端子

- **SHT:** SHT10、SHT11、SHT15 温湿度传感器接口，供电电源 3V1。
 - **3V1:** 可控 3.15V 电源，SHT 传感器的供电电源。最大输出电流 50mA。
 - **GND:** 电源地。
 - **SCK:** SHT 时钟，输出信号。
 - **SDA:** SHT 数据，双向开漏信号，内部 10K 上拉电阻。
- **DI:** 数字输入通道，无供电电源。可以使用外部电源、VREF 供电，或使用无需供电传感器。
 - **P2:** 开关信号，测量计数值，内部 10K 上拉。
 - **P3:** 频率信号，测量频率值，内部 10K 上拉。
- **E0:** 使用 VREF/3V1 供电的低电压模拟通道。
 - **VREF:** 精密参考电压源，3.0V，最大电流 10mA。
 - **AN0:** 模拟测量通道 0，0-5V 电压信号或 0-20mA 电流信号（内部跳线设置，以下同）。无可控电源，通常使用 VREF。
 - **AN1:** 模拟测量通道 1。使用 3V1 电源。
 - **AGND:** 模拟信号低。
- **E1:** 模拟通道分组 1，传感器使用 SWV1 电源。
 - **SWV1:** 可控 12V/5V 电源，内部跳线设置。
 - **GND:** 电源地。
 - **AN2:** 模拟测量通道 2，使用 SWV1 电源。
 - **AN3:** 模拟测量通道 3，使用 SWV1 电源。
 - **AGND:** 模拟地。
- **E2:** 模拟通道分组 2，传感器使用 SWV2 电源。
 - **SWV2:** 可控 12V/5V 电源，内部跳线设置。
 - **GND:** 电源地。
 - **AN4:** 模拟测量通道 4，使用 SWV2 电源。
 - **AN5:** 模拟测量通道 5，使用 SWV2 电源。
 - **AGND:** 模拟地。
- **E3:** 模拟通道分组 3，使用 SWV3 电源。
 - **SWV3:** 可控 12V/5V 电源，内部跳线设置。
 - **GND:** 电源地。
 - **AN6:** 模拟测量通道 6，使用 SWV3 电源。
 - **AN7:** 模拟测量通道 7，使用 SWV3 电源。

- **AGND:** 模拟地。
- **E4:** 模拟通道分组 4, 使用 SWV4 电源。
 - **SWV4:** 可控 12V/5V 电源, 内部跳线设置。
 - **GND:** 电源地。
 - **AN8:** 模拟测量通道 8, 使用 SWV4 电源。
 - **AN9:** 模拟测量通道 9, 使用 SWV4 电源。
 - **AGND:** 模拟地。
- **E5:** 模拟通道分组 5, 使用 SWV5 电源。
 - **SWV5:** 可控 12V/5V 电源, 内部跳线设置。
 - **GND:** 电源地。
 - **AN10:** 模拟测量通道 10, 使用 SWV5 电源。
 - **AN11:** 模拟测量通道 11, 使用 SWV5 电源。
 - **AGND:** 模拟地。
- **COM:** 数字通信通道, 使用 SWV6 电源。
 - **SWV6:** 可控 12V/5V 电源, 内部跳线设置。
 - **GND:** 电源地。
 - **SDI-12:** SDI-12 传感器接口, 使用 SWV6 电源供电。
 - **A:** RS485 信号正 (A)。
 - **B:** RS485 信号负 (B)。

(2) MC301-S

MC301-S 使用了标准的插拔式接口, 无需现场接线, 使用更加方便。

- **SHT:** SHT 系列温湿度传感器接口。RJ11 插座, 6P4C。

从左到右 4 条线依次为: 3V1,SCK,SDA,GND。
- **RAIN:** P2 通道, 开关量接口, 一般用于测量降雨。RJ11 插座, 6P4C。

从左到右 4 条线依次为: GND,GND,P2,P2。

该接口可以直接使用 DAVIS 7852 雨量桶。
- **ANEMO:** P3 和 AN0 通道, VREF 供电, 一般用于测量风速风向。RJ11 插座, 6P4C。

从左到右 4 条线依次为: VREF,AN0,AGND,P3。

该接口可以直接使用 DAVIS 6410/7911 风速计。
- **RAD:** AN1 接口, 3V1 供电, 一般用于测量太阳辐射。RJ11 插座, 6P4C。

从左到右 4 条线依次为: 3V1,AN1,AGND,AGND

该接口可以直接使用 DAVIS 6450 太阳辐射传感器。



图 3-4 MC301-S 的传感器端子

- E1: 模拟接口 1, 使用 SWV1 电源。6 位 S 端子, 端子对应的信号顺序如下。



图 35 E1-E5 端口的信号顺序

以下 E2-E5 接口信号顺序与本接口相同, 下文不再描述。

- E2: 模拟接口 2, 使用 SWV2 电源。6 位 S 端子, 包括 SWV2, AN4, AN5, AGND, GND。
- E3: 模拟接口 3, 使用 SWV3 电源。6 位 S 端子, 包括 SWV3, AN6, AN7, AGND, GND。
- E4: 模拟接口 4, 使用 SWV4 电源。6 位 S 端子, 包括 SWV4, AN8, AN9, AGND, GND。
- E5: 模拟接口 5, 使用 SWV5 电源。6 位 S 端子, 包括 SWV5, AN10, AN11, AGND, GND。
- COM: 数字通信端口, 使用 SWV6 电源。6 位 S 端子, 包括 SWV6, SDI-12, A, B, GND。



图 3-6 COM 端口的信号顺序

4. 防雷地端子

接线板右下侧的 GROUND 接线柱为防雷大地连接端子, M4 接线柱。在必要时, 使用该接线柱连接大

地，为采集器提供防雷保护地。在野外雷电易发区域必须连接防雷保护地。

3.2. 内部跳线

MC301 的 SWV 电源和 AN0-AN11 测量通道可以通过内部的跳线改变输出电压和测量的信号形式。这些跳线位于采集器的内部，用户需要拧开采集器面板上的 4 个螺丝(M3)，拆下面板进行跳线设置。

注意，设置跳线时应首先关闭采集器，切勿带电操作！

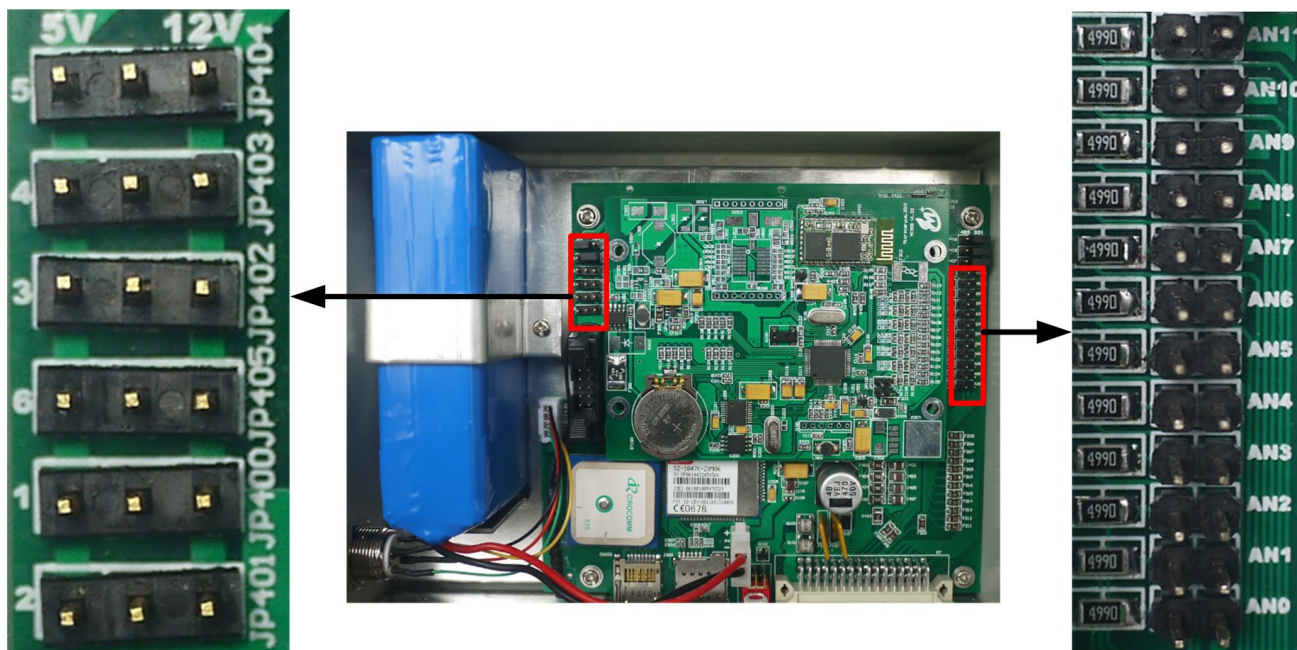


图 3-7 内部跳线设置（左侧特写：SWV 电源；右侧特写：AN0-AN10）

1. SW 电源

SWV1-SWV6 电源可以通过采集器内部的 6 组跳线分别设置输出为 5V 或 12V 的电源。打开面板后，在电路板的左上侧可以看到 JP400-JP405 共 6 组三位跳线，每组跳线的前侧标有 1, 2, 3, 4, 5, 6 字符，分别对应 SWV1-SWV6 电源通道，如图 3-7 中左侧特写所示。将跳线帽插入左侧时，对应的电源通道输出 5V 电源，插入右侧时，对应的电源通道输出 12V 电源。如图 3-8 中示例，SWV5 设置为 5V 输出，SWV4 设置为 12V 输出。

⚠ SWV1-SWV6 对应的跳线在电路板上并未按顺序排列，应该仔细查看跳线左侧的字符（1, 2, 3 等），从上到下的顺序为 5, 4, 3, 6, 2, 1，分别对应 SW5, SW4, SW4, SW3, SW6, SW2, SW1。在改变电源输出时，应该先断开传感器，在确认输出电压正确后再连接传感器。

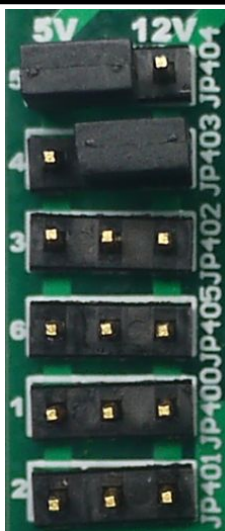


图 3-8 SWV 电源选择跳线帽位置示意（SW5 为 5V，SW4 为 12V）

2. AN0-AN11 测量通道

AN0-AN11 测量通道通过跳线 AN0-AN11 进行电压和电流量的切换，如图 3-7 中右侧特写所示。

- 当**插上**跳线帽时，对应的通道测量的信号为**电流**信号。
- 当**移除**跳线帽时，对应的通道测量的信号为**电压**信号。

⚠在连接传感器前，请务必仔细核对传感器的输出信号类型和采集器上的跳线设置是否一致。如果用户在订货时已经说明需要的类型，则务必按照订货时要求的通道类型使用相应的传感器。使用错误类型的传感器，在极端情况下，可能损坏采集器或传感器。

3.3. 操作面板

MC301 的操作面板包括 2 个按键、5 个 LED 指示灯以及外侧的快捷蓝牙启动按键。



图 3-9 MC301 操作面板

1. 按键

(1) 蓝牙按键（壳体外侧的按键与此按键功能相同）

蓝牙按键用于切换蓝牙状态。

- 在蓝牙处于开启状态时，长按 5 秒，蓝牙关闭，蓝牙指示灯关闭。
- 在蓝牙关闭状态下，长按 5 秒，蓝牙打开，蓝牙指示灯开始闪烁。

(2) 网络按键

网络按键用于切换 GSM 状态。

- 在 GSM 开机状态下，长按 5 秒，GSM 关机。
- 在 GSM 关机状态下，长按 5 秒，GSM 启动，并连接服务器。

2. LED

MC301 有 5 个 LED 指示灯，分别用来指示太阳能电池板、蓝牙、采集器、网络和电池状态。


序号	指示灯	名称	状态
1		太阳能电池板状态	<ul style="list-style-type: none"> ● 常亮：太阳能电池板供电状态 ● 闪烁：太阳能电池板供电，但是电压低。 ● 灭：太阳能电池板未供电。
2		蓝牙状态 (快捷按键指示灯)	<ul style="list-style-type: none"> ● 每 4 秒亮 20 毫秒（慢闪）：蓝牙打开且有设备连接 ● 每 2 秒亮 20 毫秒（快闪）：蓝牙打开但无设备连接 ● 每 1 秒亮 20 毫秒（频闪）：蓝牙错误 ● 灭：蓝牙关闭
3		工作状态	<ul style="list-style-type: none"> ● 每 4 秒亮 20 毫秒（慢闪）：采集器工作中且无错误 ● 每 1 秒亮 20 毫秒（频闪）：采集器中存在某种错误 ● 每 800 毫秒亮 800 毫秒（频闪）：复制数据到 SD 卡 ● 灭：采集器处于休眠状态(此时其它 4 个灯也都应该处于灭状态)
4		网络状态	<ul style="list-style-type: none"> ● 每 3 秒亮 64 毫秒（慢闪）：GPRS 已经登录网络 ● 每 800 毫秒亮 64 毫秒（快闪）：正在登录网络 ● 每 300 毫秒亮 64 毫秒（频闪）：正在传输数据 ● 灭：GPRS 关闭
5		电池状态	<ul style="list-style-type: none"> ● 每 4 秒亮 20 毫秒（慢闪）：正在充电，主电池供电 ● 每 1 秒亮 20 毫秒（快闪）：主电池故障或不存在 ● 灭：主电池供电，且无故障

表 3-1 LED 指示灯状态

当蓝牙和 GSM 关闭后，采集器在空闲时间会自动进入休眠状态，此时所有指示灯都处于关闭状态。若要查看设备状态，按下蓝牙或网络按键 3-5 秒来唤醒采集器。

3.4. 开始使用

MC301 是一个时间驱动的定时采集器，其运行受用户设置的测量计划、存储计划来控制。在使用前，需要根据连接的传感器进行参数配置。当然，每台采集器在使用前，一般情况下仅需配置一次。

1. 操作流程

■ 设置供电和测量通道

如果需要，在断电状态下使用跳线设置 SWV1-SWV6 的供电电压和 AN0-AN11 的测量信号类型。

■ 连接传感器

在断电状态下连接所有的传感器，特别注意传感器的极性。不推荐在采集器供电状态下连接传感器（若在带电状态下插拔传感器，最好在采集器处于休眠状态时进行，即所有的指示灯都处于关闭时）。

■ 配置采集器

打开蓝牙接口，使用手机或计算机连接采集器，并进行参数配置。

■ 配置网络服务

如果您使用了云端服务，请在数据服务系统中开启设备数据服务。

■ 开始使用

启动采集器开始工作，查看采集器测量的数据是否正确。

2. 名词解释

（1）测量通道

测量通道是指那些用来连接传感器输出信号的接线端子，每个通道可能是一个端子（比如 P2,P3,AN0），也可能是一组端子（SHT,RS485），根据测量通道的类型不同，测量通道可以连接的传感器的种类也不同，比如，AN0..AN11 通道只能连接模拟量输出的传感器，P2 只能连接开关信号输出的传感器等，而 SDI 通道只能连接 SDI-12 接口的传感器。所有要测量的传感器都必需连接到一个合适的测量通道上才可能被测量。MC301 型采集器中共包括 SHT、P2、P3、AN0..AN11、RS485、SDI、WL 等 18 个通道。

（2）电源通道

用于为传感器供电的接线端子，这些端子在采集器的控制下输出一定电压值的电流，为连接在其上的传感器供电。那些不可被采集器控制的电源输出端子则没有被列入电源通道里，比如 VREF 或者其它外部电源，此时测量通道配置的电源通道为 NULL，NULL 电源通道是一个虚拟通道，使用该电源的传感器被认为是可以立即被测量的，而无需任何预热。

MC301 型采集器中包括的电源通道有 3V1,SWV1,SWV2,SWV3,SWV4,SWV5,SWV6。

电源通道可以定义为按需供电和常供电两种模式，前者只在需要使用该电源的时候（要测量由该传感

器提供数值的变量的时候)才打开电源为传感器供电,测量结束后即关闭电源;常供电模式则在使用保持电源的开启状态。一般情况下,按需供电是一种较好的选择,但是对于某些必需保持供电的传感器来说,只能设置为后一种模式。当然,常供电模式会显著增加采集器和整个系统的功耗。

(3) 变量

确切的说,变量应该被称为测量值或测量信息,其值来源于测量通道上连接的传感器,即采集器通过测量通道获得传感器的某项输出数值,并将该值保存到对应的变量中。比如,土壤水分传感器输出 0-5V 的电压信号,连接在采集器的 AN2 测量通道上,为了测量该传感器的输出信号,我们需要定义一个变量,该变量命名为土壤水分,使用 AN2 测量通道进行测量。这样,在需要测量变量"土壤水分"时,采集器就会自动通过 AN2 通道获得传感器的输出值。同理,某个 SDI-12 接口的传感器,具有土壤水分、土壤温度、土壤盐分三个输出信号,连接在 SDI 测量通道上,此时我们就需要定义 3 个变量,三个变量都使用 SDI 测量通道,但是三个变量在通道上的偏移量不同,从而对应了传感器输出的不同数据值。

变量是采集器存储和发送的数据来源,测量计划和存储计划都是针对变量定义的,所以正确定义变量是实现测量和数据存储的基础。

(4) 测量计划

测量计划是采集器进行测量的依据,它定义了采集器应该什么时候、测量哪些变量。每个测量计划包含了测量开始时间、间隔时间、被测变量以及终止时间,每个采集器可以支持多个测量计划,从而实现对不同的变量按不同的周期进行测量的目的。

(5) 存储计划

存储计划是采集器存储数据的依据,它定义了采集器什么时候进行变量值的存储。每个存储计划被称为存储表,每个存储表包含了存储的开始时间、间隔时间和终止时间。

3. 测量流程

MC301 的运行是由时间驱动的,其测量和存储的最小时间间隔为 1 分钟。采集器每分钟检查一次是否需要测量,如果需要测量,则配置相应的电源参数并按设定时刻启动电源,每个电源准备就绪后,采集器将测量使用该电源的所有变量,直到所有电源下的变量都被测量完成。其后,采集器进行数据存储和发送,并在再此之后进入休眠状态。典型的测量流程如图 3-10 所示。

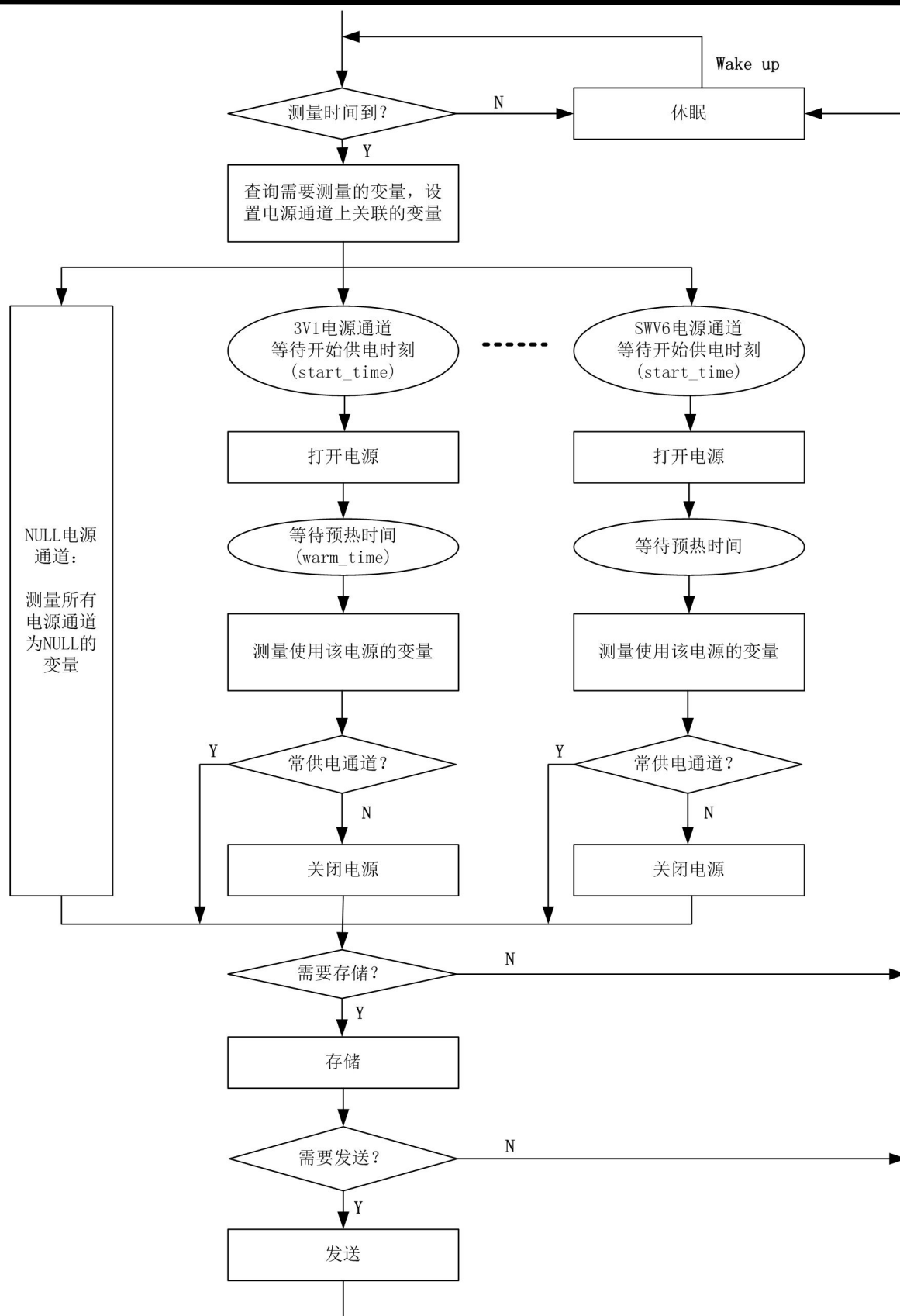


图 3-10 MC301 测量流程图

4. 设备配置

以下配置过程您可以使用 MCHelper 3 工具 APP 来完成。

■ 连接设备

如果采集器的蓝牙接口处于关闭状态，使用按键打开采集器的蓝牙。

在具有蓝牙接口的计算机上，打开蓝牙后搜索蓝牙设备。设备的默认名称是其 SN 号的最末 8 位。连接后，系统自动安装串口服务驱动。MC301 型采集器的蓝牙提供的是串口服务，因此，在连接设备后，您可以直接使用串口助手之类的工具软件与采集器通信。串口波特率为 115200，数据格式为 8，N，1。

在智能手机上，您可以使用蓝牙串口工具软件（联系公司获得工具软件）进行操作，在软件中搜索设备，连接后即可进行通信。

■ 解锁采集器

- 首先发送 AT+UNLOCK 命令解锁采集器，采集器的默认密码是"MC301A"。

如果您忘记了密码，请联系您的设备供应商，获取解锁方法。

■ 设备测试

- 使用 AT+SYS 查看设备的状态标志，以确定设备工作是否正常。
- 使用 AT+FLASH 查看设备板载存储器状态。
- 使用 AT+SD 查看 SD 卡状态。

■ 测量参数配置

- 使用 AT+DEVICE 查看和设置设备名称、密码、蓝牙开启时长等。

由于蓝牙会在一定时间后自动关闭，为设置方便，可以在测试阶段将蓝牙开启时长设置为 0，这样蓝牙将不会自动关闭。当然，在现场应用中，不推荐这么做，以防止打开蓝牙后忘记关闭而导致不必要的电能消耗。

- 使用 AT+DEVICE 设置 COM 通道的工作协议和波特率。
- 使用 AT+CHN 设置模拟通道测量信号类型。
- 使用 AT+VAR 设置要测量的变量，包括名称、转换公式。每个变量要根据其选择的测量通道连接的传感器设置其转换公式。
- 使用 AT+PWR 设置 3V1,SWV1..SWV6 电源的供电起始时间和时长。

在 MC301 中，每个测量通道的供电电源是固定的，因此，配置电源的起始时间和时长，实际上就决定了变量的测量顺序。

- 使用 AT+MEAS 设置测量计划

测量计划是用来定义什么时候、测量哪些变量的一组参数。MC301 型采集器中有两个测量计划，因此，对所有的测量通道可以定义两种不同的测量周期。更高的测量频率可以实现更加准确的最大值、

最小值以及平均值的计算，当然同时也会带来更高的功耗。

- 使用 AT+TBL 定义存储表

存储表用来定义多长时间存储一次数据、远程发送一次数据。MC301 型采集器中每个存储表都会保存全部 17 个变量的数值。同时，存储表中也定义了是否通过 GPRS 进行远程数据发送。

MC301 型采集器支持 2 个存储表，最小存储间隔是 1 分钟。一般情况下，存储表的存储周期应该是测量周期的整数倍。如果测量周期大于存储周期，那么存储表中的数据在两个测量周期中就不会更新，存储的数据事实上也没有意义。2 个存储表可以帮您实现 10 分钟存储一次数据但是 1 小时发送一次数据这样的需求。当然，也能实现非固定间隔的存储和发送需求。

- 使用 AT+GPRSSET 定义服务器地址和端口

如果您使用了远程数据发送功能，则需要通过该命令设置服务器的域名/IP,端口等。

- 辅助参数设置

以上配置了采集器测量所必须的参数配置，MC301 型采集器还支持其它的一些参数，包括 GPRS 设备开启时长、蓝牙开启时长、设置设备日期时间等。

- 保存设置

使用 AT+SAVE 命令保存修改，所有未使用该命令进行保存的设置在采集器重启后都会丢失。

■ 设备测试

- 启动采集器进行测量

采集器在启动后会自动进行一次测量，其后将按照设定的测量计划定时进行测量。如果您想立即进行一次测量，则使用 AT+PEND=0 命令来进行。

- 查看测量数据

使用 AT+DATA 命令来查看采集器测量的数据。如果存在问题，请检查传感器连接状态、参数配置特别是转换公式配置情况。

您可能需要使用 AT+AC 来设置变量的永久累积值，该值在采集器中会一直累积，一直到数据溢出。

- 发送数据到网络服务系统

采集器根据您定义的存储表进行数据的存储和发送。如果您希望立即进行一次网络连接以测试网络功能是否正常，可以使用 AT+GPRS=ON,N 命令来进行。如果此时采集器没有数据要发送，则采集器发送状态帧到服务器。一旦采集器连接到服务器上，您便可以在服务器上对采集器进行设置。

■ 下载历史数据

- 内存中的历史数据可以通过 AT+RECORD 进行下载。该指令可以通过蓝牙和 TCP 协议进行发送。也可以通过 AT+COPY 指令将数据复制到 SD 卡中。

- 已存档历史记录位于 SD 卡中，需要取出 SD 卡进行数据拷贝。

4. 测量


在一个数据采集系统中，当确定了要使用的传感器后，就要根据传感器的输出信号类型，确定传感器在采集器上的连接方法，并为每个传感器选择合适的供电电源。在所有的传感器连接完毕后，定义需要测量的变量，并确定希望的测量时间和周期。本章将为您介绍测量部分涉及到的电源通道、测量通道、变量和测量计划等内容。

4.1. 电源通道

电源通道是指测量过程中用于给传感器供电的接口，这些通道由采集器控制，根据用户设置由采集器控制自动开启和关闭。

1. 电源通道指标

MC301 共有 7 组可控制的电源通道，分别是 3V1,SWV1,SWV2,SWV3,SWV4,SWV5,SWV6。这些通道输出的电压分别为：3.15V，12V/5V，12V/5V，12V/5V，12V/5V，12V/5V。SWV1..SWV6 这 6 组电源通道可以通过跳线选择输出 12V 或 5V 电源(设置方法参见 3.2)，这些电源在内部共用一个电源，因此，同时开启的通道数量受制于电源能够提供的最大电流。除了这些可控的电源通道，MC301 型采集器还提供了一路精密参考电压源 VREF，该电源为常输出电源，仅可用于为传感器提供参考电压源，不能为需要较大电流的传感器供电。

 应该特别注意，不要将具有较大噪声的传感器或数字设备连接到 VREF 电源上，这样会显著的降低采集器的测量精度。

电源通道	输出电压	最大电流	说明
3V1	3.15V, $\pm 10\%$	10mA	
12V	12V, $\pm 10\%$	100mA	被设置为 12V 的电源同一时刻输出的电流和不能超过 100mA;被设置为 5V 的电源同一时刻的输出电流不能超过 100mA;SWV1-SWV6 电源同一时刻输出的电流和不能超过 200mA。
5V	4.90V-5.07V	100mA	
VREF	2.997-3.003V	5mA	禁止连接数字电路设备和其它噪声较大设备

2. 电源通道参数

电源通道定义了使用该电源的测量通道何时被测量。使用 **AT+PWR** 命令进行电源通道的查询和设置。

- 通道标识(**pwr_id**): 用来唯一标识电源通道。
- 开启模式(**on_mode**): 电源通道开启模式, 包括:
 - 0: 自动开启模式, 采集器自动根据测量的需要开启和关闭电源
 - 1: 常开启模式, 从第一次测量开始, 电源通道保持为开启状态。
 - 2: 外部开启模式, 由外部命令控制电源通道的开启和关闭, 与测量计划无关。使用该电源的传感器输出的变量会在测量开始时立即测量。
- 开启时间(**start_time**): 定义何时开始输出电源,单位毫秒, 在自动模式下有效。
- 预热时长(**warm_time**): 定义传感器需要预热的时间长度, 单位毫秒, 在自动模式下有效。

(1) 自动开启模式

当电源使用自动开启模式时, 电源的开启和关闭均由采集器根据测量的需要自动打开和关闭。每当 MC301 型采集器开始一次测量时, 采集器总是以此时间为起始时刻开始计时。当时间到达 **start_time** 时, 打开电源通道为传感器供电, 再经过 **warm_time** 后, 采集器才开始测量使用该电源通道的传感器, 测量结束后, 采集器关闭该电源通道(如果该通道未处于常供电模式)。对于每一个电源通道都如此循环, 直到所有的通道被测量完成后, 本次测量结束。电源通道的供电可以是并行的, 只要同时打开的电源通道输出电流不超过采集器的供电能力即可。

有关该过程, 示例如下。

如果我们要测量 AN4,AN5,AN6,AN7,AN8,AN9,AN10,AN11 通道上的 8 个传感器, 这些传感器需要的预热时间(即传感器上电后到输出有效的信号之间的时间, 一般在传感器的手册上被称为“稳定时间”)分别为 2S,3S,1S,1S,2S,3S,4S,5S。

- AN4,AN5 通道共用电源通道 SWV2,那么 SWV2 的预热时间必须最少为 3S
- AN6,AN7 通道共用电源通道 SWV3, 那么 SWV3 的预热时间最少为 1S
- AN8,AN9 共用电源通道 SWV4,那么 SWV4 的预热时间至少为 3S
- AN10,AN11 的电源通道 SWV5 的预热时间就至少为 5S

由此, 我们确定了电源通道的 **warm_time**,而对于 **start_time**,如果我们希望顺序测量这些通道(即每次只为一组电源供电), 那么为每组传感器留出 10ms 的转换时间, 则 SWV2 的启动时刻为 0S, 那么 SWV3 应该为 3.01S,SWV4 的启动时刻就应该为 4.02S, 而 SWV5 的启动时刻即为 7.03S。

序号	电源通道	开启时间 (毫秒)	预热时长 (毫秒)	转换时间 (毫秒)
1	SWV2	0	3000	10
2	SWV3	3010	1000	10

3	SWV4	4020	3000	10
4	SWV5	7030	5000	10
总计			12040	

这样，本次测量共需要 12.04S，转换期间每次为两个传感器供电。图 4-1 更形象的展示了在此过程中电源通道的供电和传感器被测量的时刻，其中红色部分表示电源通道输出电源的时段，蓝色直线表示传感器被测量的时间。

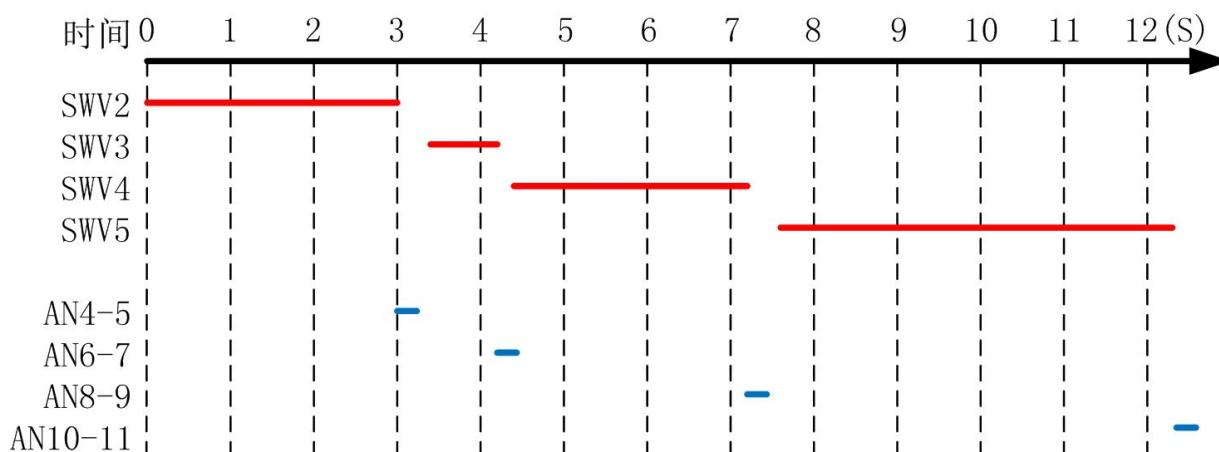


图 4-1 电源供电与通道测量时序图

正确设置传感器的预热时间很重要，过短的预热时间可能导致测量的数据不准确，过长的预热时间则增加了系统的功耗。

顺序供电模式对于降低系统噪声、提高测量精度具有好处。当一个测量系统中连接有多个传感器时，如果某些传感器的输出信号噪声较大，那么模拟地将被这些传感器输出的噪声所“污染”，从而使得本身噪声较小的传感器输出的信号也受到污染，增加了测量误差。如果顺序为传感器供电，通过隔离这些传感器的供电时刻来避免两者同时处于工作状态，从而去除了对某个传感器的外来干扰。同理，在分组时要把噪声较小的传感器共用一个电源，把噪声较大的电源共用一组电源，尽量不要让两种不同类型传感器共用一组电源。

（2）常开启模式

在常开启模式下，电源通道总是处于打开状态，即在测量结束后采集器不会自动关闭该电源。该工作模式用来实现为一些需要持续供电的传感器提供电源。在该模式下，采集器在测量时，还会按照开启时间和预热时间的时序进行工作，但是在每次测量结束后并不关闭电源。

（3）外部开启模式

外部开启模式提供了一种使用外部命令控制电源开关的方法。该模式下，电源通道的开启与测量动作之间不再有关联，所有使用该电源的测量通道都将默认为开启时间为 0、预热时间为 0 的模式进行工作，也就是说，这些传感器被认为是可以立即进行测量的。

处于外部开启模式的电源通道使用 **AT+SETPWR** 命令控制电源通道的开关状态。该命令必须指定打开电源通道的时间长度，如果设定开启时长为 0，则电源通道将被关闭。例如，**AT+SETPWR=SWV1,100**，改命令设置 SWV1 电源通道打开 100 秒的时间。采集器在接收到该命令后打开 SWV1 通道，并在 100 秒后关闭电源通道。使用 **AT+SETPWR=SWV1,0** 命令可以立即关闭电源通道。

4.2. 测量通道

测量通道是采集器用来连接传感器的接口，测量通道的类型和数量决定了采集器能够连接的传感器的种类和数量。测量通道的参数包括：

- 通道名称：通道的唯一识别号，用来标识通道。
- 信号类型：测量通道要测量的信号的类型，在 MC301 型采集器中，仅有模拟通道需要选择电压/电流模式。
- 电源通道：测量通道关联的供电电源，有部分测量通道没有配置供电电源。

测量通道的这些参数可以通过 **AT+CHN** 命令查看和设置。

对于模拟通道、开关和频率等通道，每个通道只能连接 1 个传感器，且传感器输出只有一个数据；但是对于 SHT、RS485 和 SDI 等数字通道，则通常可以连接多个传感器，且每个传感器可能输出多个信息，因此，这些通道通常都对应多个变量，并使用传感器的地址码和寄存器来区分。MC301 型采集器共有 18 个测量通道，每个测量通道的类型及其有效的寄存器范围如下表所示。

序号	名称	类型	量程/信号类型/协议	传感器数量	寄存器地址	电源
1	SHT	数字，同步通信	空气温度/湿度/露点	1	1-3	3V1
2	P2	开关（上拉）	单精度浮点数	1	0	NULL
3	P3	频率（上拉）	0.5Hz-50KHz	1	0	NULL
4	AN0	模拟，电压/电流	电压：0-5V/电流：0-20mA	1	0	NULL
5	AN1	模拟，电压/电流	电压：0-5V/电流：0-20mA	1	0	3V1
6	AN2	模拟，电压/电流	电压：0-5V/电流：0-20mA	1	0	SWV1
7	AN3	模拟，电压/电流	电压：0-5V/电流：0-20mA	1	0	SWV1
8	AN4	模拟，电压/电流	电压：0-5V/电流：0-20mA	1	0	SWV2
9	AN5	模拟，电压/电流	电压：0-5V/电流：0-20mA	1	0	SWV2
10	AN6	模拟，电压/电流	电压：0-5V/电流：0-20mA	1	0	SWV3
11	AN7	模拟，电压/电流	电压：0-5V/电流：0-20mA	1	0	SWV3
12	AN8	模拟，电压/电流	电压：0-5V/电流：0-20mA	1	0	SWV4

13	AN9	模拟, 电压/电流	电压: 0-5V/电流: 0-20mA	1	0	SWV4
14	AN10	模拟, 电压/电流	电压: 0-5V/电流: 0-20mA	1	0	SWV5
15	AN11	模拟, 电压/电流	电压: 0-5V/电流: 0-20mA	1	0	SWV5
16	RS485	数字, 异步通信	主机和从机模式下: MODBUS RTU/ASCII	32	000001-099999 100001-199999 300001-399999 400001-499999	SWV6
17	SDI	数字, SDI-12	SDI-12 协议, M!命令	10	1-9	SWV6
18	WL	无线数字	未定义 (暂未使用)	无限制	1-17	NULL

1. SHT 通道

SHT 通道用来测量 SHT1X 系列空气温湿度传感器,包括 SHT10,SHT11 和 SHT15 三种传感器。该组通道包括了 3V1、GND、SCK、SDA 接线端子,其中 SCK、SDA 分别对应 SHT1X 传感器的时钟信号线和数据信号线。SHT 通道使用 3V1 电源。

SHT 通道共有三个寄存器,地址为 1-3,分别对应温度、湿度和露点温度,每个寄存器中保存的为浮点数的温度、湿度和露点温度。

由于 SHT 通道为数字接口,采集器内部没有极性保护电路,所以在接线时应该特别注意。由于驱动线路关系,SHT 传感器的接线长度一般不超过 2 米。SHT1X 传感器与 MC301 型采集器的接线对应关系:

SHT1X		MC301
引脚序号	引脚名称	端子名称
1	GND	GND
2	DATA	SDA
3	SCK	SCK
4	VDD	3V1

2. P2 通道

P2 通道为干接点开关信号,内部具有 10K 的上拉电阻和截至频率为 159Hz 的低通滤波电路。在外部信号为推挽信号条件下,P2 通道可以测量的信号的最高频率为 150Hz,而在开关模式下(即输入信号为干接点),P2 通道可以测量的信号的最高频率为 15Hz。P2 通道每个测量周期内可以计数值为 16 位整数。P2 通道一般用来计数翻斗式雨量桶、脉冲水表等传感器产生的开关次数。

P2 通道没有可控的电源通道,因为该通道的传感器如果需要供电,则必需在整个过程中一直供电,不能在采集器休眠时关闭电源。因此,如果使用的传感器需要供电,应当使用外部常供电电源。

P2 通道的测量值是指一个测量周期内的计数值，其时段累积值是指一个存储周期内的累积值，而永久累积值为从设备开始工作以来的累加值，该值一直累积直到溢出，然后再从 0 开始计数。有关 P2 通道的测量方法，示例如下：

假设 P2 通道连接的传感器为翻斗式雨量桶，某变量使用 P2 通道，变量的转换公式为: $y = 0.2x$ ，变量的测量周期为 1 分钟，存储周期为 10 分钟，如果在 10:10 分测量的数据如下：

实时值 0.8；最大值 1.2；最小值 0.0，平均值 1.0；时段累积值 10.0；永久累积值 101.2

那么该组数据代表的含义为：10:09-10:10 这 1 分钟内的降雨量为 0.8，10:00-10:10 之间每分钟降雨量最大为 1.2，最小值为 0，平均值为 1.0，10 分钟内累计降雨 10.0，该通道累积测得降雨量 101.2。

3. P3 通道

P3 为频率信号测量通道，内部具有 10K 的上拉电阻和 52KHz 的低通滤波电路，测量最大时长为 4 秒。在输入信号为推挽模式时，P3 可以测量的信号频率范围为 0.5Hz 到 50KHz，而在开关输入信号模式下，P3 可以测量的信号频率范围为 0.5Hz 到 4.3KHz。

P3 通道的测量是实时的，即只在测量时刻进行频率测量，其它时刻不测量，因此，如果被测信号为一个频率快速变化的信号，那么使用该通道将有可能不能真实反应传感器的频率变化情况。

P3 通道没有关联的电源通道。通常情况下，P3 通道与 AN0 通道组合用来测量风速风向。多数情况下，风速计的风速部分是一个干接点信号，无需供电。而风向部分则是一个分压电阻形成的角度测量装置。

4. AN0 通道

AN0 通道为模拟通道，可通过跳线设置为电压/电流输入，并使用 AT+CHN 命令设置通道模式（V 代表电压、C 代表电流）。测量电压时，输入信号范围为 0-5V，测量输出值为电压值，单位为伏特（V）；测量电流时，输入信号范围为 0-20mA，测量输出值为电流值，单位为毫安（mA）。



AT+CHN 命令设置通道的测量模式仅仅改变了采集器输出测量值的模式（即电压模式下输出电压值；电流模式下输出电流值），但是采集器无法自动切换采样电路设置，因此，在连接传感器前，务必保证采集器中通道的跳线设置为正确状态。测量电流时，对应跳线帽应处于短路状态（插入）；测量电压时，对应跳线帽处于开路状态（移除）。下文 AN1,AN2..AN11 通道与此相同。

与其它模拟通道不同的是，该模拟通道没有关联可控的电源通道，采集器默认该通道的供电源为精密参考电压源 VREF，之所以这样做，是因为该通道设计的目标是用来测量风向等类似的角度信号传感器的。

风向等角度信号传感器内部类似一个分压电阻，其信号输出端将采集器提供的电源进行分压，从而实现对不同方向对应不同的电压值。这也要求采集器提供足够精确的参考电压源，从而保证测量精度。

对于类似 AN0/P2/P3 这些采集器无供电电源的通道，采集器会在每次开始测量时直接测量这些通道（即

采集器默认这些传感器一直处于可测量状态），如果用户使用的传感器需要供电，则有以下几种方法：

- 如果电流消耗低于 5mA,且为低噪声模拟传感器，可以使用 VREF 电源；
- 将某个电源通道（3V1 或 SWVX)设置为常输出模式，并使用该电源为传感器供电；
- 使用外部的供电电源

这 3 种方法都会增加整个系统的功耗，用户在使用时应该仔细考虑并做选择。

5. AN1 通道

AN1 通道为模拟通道，可通过跳线设置为电压/电流输入，并使用 AT+CHN 命令设置通道模式（V 代表电压、C 代表电流）。测量电压时，输入信号范围为 0-5V，测量输出值为电压值，单位为伏特（V）；测量电流时，输入信号范围为 0-20mA，测量输出值为电流值，单位为毫安（mA）。

AN1 通道的电源为 3V1，该通道设计用来测量低电压供电的低噪声模拟传感器，比如太阳辐射或紫外线强度等。

6. AN2-AN11 通道

AN2-AN11 为通用模拟测量通道，可通过跳线设置为电压/电流输入，并使用 AT+CHN 命令设置通道模式（V 代表电压、C 代表电流）。测量电压时，输入信号范围为 0-5V，测量输出值为电压值，单位为伏特（V）；测量电流时，输入信号范围为 0-20mA，测量输出值为电流值，单位为毫安（mA）。

AN2-AN11 的 10 个模拟通道被分为 5 组，每组 2 个测量通道、1 个可控的供电电源。MC301 型采集器上的所有模拟通道都是通过多路复用器连接到内部 ADC 的，因此，这些通道只能按顺序轮流测量，不能实现多个通道并行测量。对于慢速信号，逐个通道测量不会产生超出允许范围的误差。

AN2-AN11 的供电电源为 SWV1..SWV5，这 5 组电源可以同时供电，也可以分别轮流供电。但是，推荐用户采用顺序轮流供电的模式，以防止电源输出电流超过采集器的最大允许值。

7. RS485 通道

RS485 通道用来测量具有 RS485 接口的传感器、RTU 模块等设备，支持 MODBUS RTU 和 ASCII 协议，可以获取支持 MODBUS 协议的各种采集模块、采集器等设备的数据信息。RS485 通道包括 A、B 两个接线端子，使用 SWV6 电源。

RS485 通道支持的数据格式为 8 位数据位、1 位停止位、无校验位（8,N,1），波特率包括 1200，2400，4800，9600，19200，38400，57600，115200。RS485 通道有两种工作模式：主模式（Master Mode）和从模式（Slave Mode）。主模式是指采集器作为 MODBUS 的主控端，读取从设备的数据信息，并将其作为 MC301 型采集器的变量值进行保存和发送。从模式是指 MC301 型采集器作为从设备，接收主设备发送的命令，并将 MC301 型采集器的变量值和其它状态信息发送给主设备。RS485 通道只有处于主机模式时才

能用来建立变量，进行变量的测量和数据存储。当 RS485 工作在从模式时，SDI 通道将无法使用。RS485 支持的工作模式和协议如下：

RS485 的工作模式和波特率使用 AT+DEVICE 命令查询和设置。

(1) 主机模式

RTU 通道工作在主机模式时可以对从设备进行数据采集，MC301 型采集器支持 MODBUS RTU 和 MODBUS ASCII 协议，支持的 MODBUS 寄存器包括线圈状态 (Coil Status)、输入状态 (Input Status)、保持寄存器(Holding Register)、输入寄存器(Input Register)，这些寄存器的地址在 MC301 型采集器中如下：

- 000001-099999: 01 操作码 (Coil Status)下的 1-99999 寄存器
- 100001-199999: 02 操作码(Input Status)下的 1-99999 寄存器
- 300001-399999: 04 操作码(Input Register)下的 1-99999 寄存器
- 400001-499999: 03 操作码(Hold Register)下的 1-99999 寄存器

MC301 型采集器支持单个寄存器的 16 位有符号和无符号整数、双寄存器的 32 位有符号和无符号整数、双寄存器的 32 位浮点数。对于双寄存器的数据，在 MC301 型采集器中应设置为其低地址的寄存器地址，并将数据类型设置为相应的 32 位数据。对于 32 位数据，每种数据类型具有两种不同的字顺序，不同的设备可能有不同的字顺序，MC301 型采集器提供了不同的数据类型的字顺序来区分高字节在前或低字节在前两种数据类型。以下为 MC301 型采集器中支持的数据类型：

- BIT: 位变量，线圈状态和输入状态寄存器。
- U16: 双字节无符号整数，高字节在前，FF2,FF1。
- S16: 双字节有符号整数，高字节在前，FF2,FF1。
- U32M: 四字节无符号整数，高字在前，FF4,FF3,FF2,FF1(unsigned Long Swapped)。
- S32M: 四字节有符号整数，高字在前，FF4,FF3,FF2,FF1(signed Long Swapped)。
- U32L: 四字节无符号整数，低字在前，FF2,FF1,FF4,FF3(unsigned Long Integer)。
- S32L: 四字节有符号整数，低字在前，FF2,FF1,FF4,FF3(signed Long Integer)。
- FP32M: 四字节浮点数，高字在前，FF4,FF3,FF2,FF1(float Swapped)。
- FP32L: 四字节浮点数，低字在前，FF2,FF1,FF4,FF3(float)。



MC301 型采集器将所有采集到的数据转换为 32 位的单精度浮点数进行计算和存储，而 32 位单精度浮点数能够精确表示的整数范围为-16777216 到 16777216，因此，如果读取到整数类型的数据超过了该范围，则用户最终看到的数据将可能出现精度误差。

(2) 从机模式

RS485 通道可以工作于从机模式，从而使得计算机或其它采集器能够通过 MODBUS 协议读取 MC301

型采集器测量的数据。MC301 型采集器支持 MODBUS RTU 和 ASCII 协议。

当 RS485 通道工作于从机模式时，将会造成以下影响：

- SDI 通道被关闭；
- 采集器将不会进入休眠状态，RS485 通道会保持接收状态；
- 采集器的平均功耗会增加。

MC301 型采集器中的 17 个变量及其统计值均可以通过 MODBUS 协议读出，这些值位于输入寄存器（Input Register, 操作码 04），变量数据为 4 字节浮点数或 4 字节无符号整数，发送顺序为高字节在前（FF4, FF3, FF2, FF1），每次可以连续读出的最大偏移量为 34。寄存器地址定义如下表所示。

存储表	MC301 变量	数值类型	数据类型	MODBUS 地址 (04 操作码, 输入寄存器)
1	变量 1-17	实时值	4 字节浮点数	00001-00034
		平均值	4 字节浮点数	01001-01034
		最大值	4 字节浮点数	02001-02034
		最小值	4 字节浮点数	03001-03034
		累积值	4 字节浮点数	04001-04034
		永久累积值	4 字节浮点数	05001-05034
		最大值时间	4 字节无符号整数	06001-06034
		最小值时间	4 字节无符号整数	07001-07034
2	变量 1-17	实时值	4 字节浮点数	10001-10034
		平均值	4 字节浮点数	11001-11034
		最大值	4 字节浮点数	12001-12034
		最小值	4 字节浮点数	13001-13034
		累积值	4 字节浮点数	14001-14034
		永久累积值	4 字节浮点数	15001-15034
		最大值时间	4 字节无符号整数	16001-16034
		最小值时间	4 字节无符号整数	17001-17034
系统数据	电池电压	实时值	4 字节浮点数	60001-60002
	太阳能板电压	实时值	4 字节浮点数	60003-60004
	实时时钟电压	实时值	4 字节浮点数	60005-60006
	GPS 经度	实时值	4 字节浮点数	60007-60008
	GPS 纬度	实时值	4 字节浮点数	60009-60010

	GPS 海拔	实时值	4 字节浮点数	60011-60012
	状态标志	实时值	4 字节无符号整数	60013-60014

8. SDI 通道

SDI 通道用于测量符合 SDI-12 协议的传感器，使用 SWV6 电源，包括 SWV6、GND 和 SDI-12 三个接线端子。SDI 通道只有在 RS485 通道工作在主模式下才能使用，当 RS485 工作于从模式时 SDI 通道将自动关闭。

SDI 通道支持 10 个 SDI-12 设备，每个设备支持 9 个寄存器。用于工作前，传感器应该已经被设置为唯一地址。MC301 支持的 SDI-12 传感器地址范围为:'0-9','a-z','A-Z'。如果用户在该通道上仅连接了一个传感器，则可以选择使用传感器默认的地址'0'。

（1）透明模式

MC301 型采集器支持 SDI-12 协议的透明模式。用户通过蓝牙接口连接采集器后，使用串口工具向采集器发送 AT+SDIC=<sdi_command>命令即可。要使用透明传输模式需要满足以下几个条件：

- RS485 通道处于主机模式；
- 采集器的蓝牙接口打开；
- 采集器测量处于空闲状态；
- SDI-12 传感器有供电。

为了满足采集器空闲的条件，用户可以首先使用 AT+PEND 命令暂停传感器的测量任务，这样采集器就能总是处于空闲状态，用户发送给传感器的命令就能保证实时发送给传感器。当然，即使用户不暂停采集器的测量任务，也可以发送 AT+SDIC 命令给采集器，只是如果采集器处于测量状态，则该命令被丢弃。

当采集器处于空闲状态时，如果 SWV6 电源未被设置为常供电模式，则 SWV6 不会输出电源，因此，此时传感器不能直接使用 SWV6 电源。用户可以选择外部电源为传感器供电或将 SWV6 电源设置为常供电模式。值得注意的是，SWV6 设置为常供电模式后，需要重新启动采集器才能在暂停状态下获得电源输出。

（2）测量

SDI 通道仅支持 M 测量命令，并根据 D 命令返回的数据顺序确定变量对应的寄存器位置。MC301 型采集器中 SDI 通道的工作过程如下：

- 确定需要测量的变量；
- 打开 SDI 通道，发送 Break 唤醒传感器，发送 M 命令启动测量；
- 等待测量完成；
- 发送 D0..D9 命令读取数据。

（3）寄存器地址

SDI-12 协议中，每个 M 命令传感器能返回的变量个数最大为 9，MC301 型采集器中的寄存器地址是

依据 D 命令返回的数据顺序确定的。比如，某传感器使用 M 命令时，返回的数据个数为 9，在使用 D 命令读取时，从 D0..D9 命令依次返回的第一个变量的寄存器地址为 1，最后一个变量值的寄存器地址为 9。命令如下：

0M!00029

0D0!0+0.050+0.005+15.1

0D1!0+59.2+0.004+4.428

0D2!0+1.486+4.426+1.734

其中，0D0 命令行的三个返回值的偏移值依次为 1，2，3；0D1 命令行应答的三个量的寄存器地址依次为 4，5，6；0D2 命令行应答的三个变量的寄存器地址依次为 7，8，9。

9. WL 通道

WL 通道为 ISM 波段的无线测量通道，当前版本的 MC301 采集器不支持该通道，在设计中不要使用该通道。

4.3. 变量

传统意义上或者说在其它多数采集器上，每个测量通道对应一个测量值，有多少个测量通道就可以获得几个测量值。但是在 MC301 型采集器中，每个测量通道可以对应多个测量值，比如：SHT 通道上的温度、湿度、露点，RS485 通道上连接的 RTU 模块，SDI 通道上的 SDI-12 传感器输出的数据信息等，18 个测量通道实际可以测量出来的数据总数可能很多。为了表示这些来源多样的测量值，MC301 型采集器中使用了变量的概念，用来表示某个传感器中的某个数据项（或称为寄存器）。因此，变量是建立在测量通道基础上的一种高层的表达方式，采集器支持的变量数量表示了采集器允许用户测量的数据项的个数（并非传感器的个数）。

变量具有以下属性：

- 序列号(var_id)：变量的唯一标识号，从 1 开始编号，MC301 型采集器中为 1-17。
- 名称(var_name)：变量的名称，不超过 11 个字符。
- 测量通道(chn_name)：该变量使用的测量通道标识，如 3.2 中所述通道名称。变量不使用时，设置为 NULL。
- 数据类型(datatype)：在测量通道为 RS485 通道时，读取从设备数据时的数据类型及字节顺序。如 3.2 节 RS485 部分所述。
- 传感器地址(address)：变量使用的传感器的地址，仅对 RS485 通道和 SDI-12 通道有效。
 - 对于 RS485 通道，使用 0-255 的整数。

● 对于 SDI-12 通道，使用单引号括起来的字符'0'-'9'、'a'-'z','A'-'Z'。

- 寄存器地址(reg): 变量在设备中的寄存器地址，仅对 SHT、RS485 和 SDI 通道有效。

每个通道的寄存器地址范围见 3.2 节描述。

- 转换公式：每个变量都可以通过一个多项式进行测量值转换。转换公式如下：

$$y = k_0 + k_1x + k_2x^2 + k_3x^3$$

其中， x 为采集器测量的结果，对于 AN0-AN11 通道，该值为测量的电压值(V)或电流值 (mA)，对于 P2 通道，测量值为计数值；对于 P3 通道，测量值为频率值，单位为 Hz。

$k_0 - k_3$ 为用户配置的转换系数， y 为转换后的结果，也是采集器输出给用户的数值。

使用 AT+VAR 命令查看和配置变量参数。

变量是 MC301 型采集器中的数据携带者，是传感器和数据层直接的接口，采集器中的测量计划和存储表都是以变量为单位进行的。每个变量按照其序号被对应到了一个 32 位的整数中，从第 1 位（最低位）到 32 位（最高位），每一位代表一个对应的变量，比如，变量 1 在第 1 位、变量 5 在第 5 位，变量 17 在 17 位，当对应位置 1 时，表示包括该变量，复位为 0 时则表示不包括该变量，这个变量标志组在测量计划和存储计划中会被经常使用。

4.4. 测量计划

在进行数据采集时，用户通常都会希望采集器按照时间有规律的进行，测量计划就是用来定义这些测量规则的。测量计划具有以下参数：

- 序号 (measid): 唯一标识测量计划的识别号。从 1 开始编号，MC301 型采集器支持 1, 2 两个测量计划。
- 开始时间(start_time): 测量开始时间，从该时刻开始（含）采集器开始进行测量。
- 结束时间(end_time): 测量的结束时间，从该时刻开始（含）到当天的结束，采集器将停止测量。
- 测量间隔(interval_time): 测量间隔时间，最小间隔为 1 分钟。
- 测量变量(chnid): 该测量计划需要测量的变量的标志组。使用 32 位的 16 进制整数表示。

MC301 型采集器的测量计划以天为单位，从每天的 00: 00 分开始，至每天的 24:00 分，以最小 1 分钟的间隔进行。通过设置开始时间和结束时间，用户可以控制在每天的某个时段进行测量。由于测量是以天为单位的，因此任何测量开始时间或测量周期大于 1440 分钟的测量计划都是没意义的，也就是说，MC301 型采集器的测量周期不能大于 1440 分钟。

采集器每分钟扫描一次测量计划，当某个测量计划的开始时刻到来时，采集器开始测量该计划的变量标志组中的变量，测量完成后采集器进入休眠状态。在等到测量间隔(interval_time)后，采集器再次开始一次测量，如此循环，直到测量结束时刻。

测量变量采用 32 位的整数描述，使用位代表变量，从低位到高位分别代表变量 1 到 32，位值 ‘1’ 表示测量该通道，位值 ‘0’ 表示不测量该通道。

如果某次测量所需的时间超过了测量周期，则采集器会忽略测量过程中的启动需求。例如，某个测量计划定义为 1 分钟测量一次，但是每次测量需要的时间为 2 分钟，那么，测量将会每 2 分钟进行一次。

较短的测量周期可以使用户更准确的获得某个时段内信号的变化情况，从而获得更准确的最大值、最小值、平均值等信息。但是，这样做也增加了系统的功耗。MC301 型采集器支持 2 个测量计划，可以根据需要把信号变化较快的通道设置为较短的测量周期（比如空气温湿度、降雨、风速风向），而把信号变化缓慢的通道设置为较长的测量周期（比如土壤水分），这样可以在性能和功耗之间取得一个较好的平衡。

如果只使用一个测量计划即可满足需求，则将另一个测量计划的测量周期设置为 0 或测量开始时间设置为大于结束时间。

使用 AT+MEAS 命令查看和设置测量计划。

5. 存储

MC301 型采集器以存储表为单位进行数据存储，并以此为基础进行数据发送。存储表定义了采集器何时进行数据统计、数据存储以及远程发送。

MC301 型采集器具有 16M 的内部存储空间（以下简称“内存”）和 1 个 SD 卡扩展存储空间，采集器会在内存存满后自动将数据存档到 SD 卡上，并循环在内存进行数据存储。这种策略提高了系统工作效率、降低了设备开销。

5.1. 存储表

存储表也可以称为存储计划，用来定义采集器进行数据存储的时间和周期。数据存储表的参数包括：

- 序号 (measid): 标识存储表的识别号。从 1 开始编号，MC301 型采集器支持 1, 2 两个存储表。
- 开始时间(start_time): 存储表开始存储的时间（含）。
- 结束时间(end_time): 存储表结束存储的时间（不含）。
- 存储周期(interval_time): 存储表的循环周期，最小周期为 1 分钟。
- 发送标志 (send): 是否通过网络将记录发送到服务器。1 表示发送，0 表示不发送。

与测量计划类似，存储表也是以天为单位，每个存储表的有效时间范围为每天的 00:00 至 24:00，任何开始时间或周期大于 1440 分钟的存储表都是没意义的。也就是说，MC301 型采集器的存储周期不能大于 1440 分钟。

采集器每分钟扫描一次存储表，以确定是否需要存储数据，如果需要存储，采集器会在测量完成后（如果同时也需要测量的话）进行统计数据（最大值、最小值、平均值、时段累积值）的计算，并将计算后的数据存储到内存中。如果该存储表需要发送记录到服务器，则采集器启动 GPRS 进行数据发送。如此循环，直到结束时间。

存储表只在开始时间(含)和结束时间段（不含）之间进行数据存储和远程发送，但是在此时间段之外也会进行统计数据的计算。比如，某个存储表设置为 23:59 分开始存储，24:00 分结束存储，存储周期为 1 分钟（实际上存储周期为多少都可以），那么该存储表将每天仅在 23:59 分存储一次。但是，该存储表中包括的变量，在全天的时间段内，每次测量后都会进行统计数据计算，并不受存储表开始时间和结束时间的影响。在该示例中，存储表中的变量将会从每天的 23:59 分开始进行平均、寻找最大值、累积等值的计算，直到第二天的 23:59 分存储这些值，并重新开始进行统计计算。

MC301 型采集器中的存储表会自动存储所有变量及其统计数据，用户无法修改该设置。因此，即使某些变量没有使用也会被存储在存储器中，这将导致存储记录中的某些存储数据可能无实际意义。

一般情况下，存储表的周期应该是测量计划的整数倍，即在两次存储之间，应该进行至少一次测量。

否则，两次存储的实时数据会保持不变，而统计数据则均不存在（默认为 0），这是没有意义的。比如，对于某个通道，可以 1 分钟测量一次，10 分钟存储一次。

MC301 型采集器支持 2 个存储表，如果希望存储周期和发送周期不同，则可以同时使用这两个存储表，比如可以定义存储表 1 每 10 分钟存储一次数据，但是不发送；而存储表 2 每 1 小时存储一次数据并发送数据。但是，不要把两个存储表定义为起始时间、存储周期完全一致，这样只是将同一组数据进行了两次存储，浪费了存储空间。如果只使用一个存储周期即可满足要求，则把另一个存储表的存储周期设置为 0。

5.2. 统计数据

对于每一个变量，MC301 型采集器都有 1 个实时测量数据和 5 个统计数据。实时测量数据是在测量时刻测出的数据，而统计数据则是在存储表两次存储之间进行测量后得到的数据，用于反映两次存储中间的数据变化情况。MC301 型采集器支持的统计数据如下：

- 最大值：两次存储之间测量得到的最大值。同时也会记录最大值出现的时间，该时间用当天的分钟数表示。
- 最小值：两次存储之间测量得到的最小值。同时也会记录最小值出现的时间，该时间用当天的分钟数表示。
- 平均值：两次存储之间所有测量所得数据的平均值。平均值的计算使用到了累加和，因此，如果所有测量数据的累加和超出了单精度浮点数可以表示的范围（即 4 字节浮点数溢出），则平均值就会出现错误。
- 时段累积值：两次存储之间的所有测量数据的累加和。
- 永久累积值：对于 P2 通道的变量，表示从设备开始工作以来的测量数据之和；对于其它通道，表示从本次上电以来所有测量数据的和。

5.3. 存储策略

MC301 型采集器将存储表数据存储到内存中，当内部存储器没有剩余空间时，采集器会自动将内存的全部数据存档到 SD 卡中。

MC301 型采集器是以二进制文件的形式存储内存数据到 SD 卡中的，文件名由采集器自动产生，存档文件位置及名称为：

SD 卡根目录\<YYMMDD>\F<hhmmss>.MC。

其中，

- YYMMDD:当前的年月日，比如 141209
- hhmmss:时分秒，比如 224403

如果在 2014 年 11 月 10 日 10 点 10 分 12 秒进行存档，则文件将会被存储在\141110\F101012.MC 文件中。

用户也可以在任何时刻通过设置命令 **AT+COPy** 备份内存数据到 SD 卡中，如果只备份历史记录，则生成的文件名称以 R 开头，如果备份全部内存，则以 F 开头。有关该命令详细使用方法，参考 7.3 节 16 条。

5.4. 历史记录

MC301 型采集器的内存共 16MB，可以存储 32640 条历史记录。外部 SD 卡存储器最大支持 8G。MC301 型采集器按照存储表的定义，定时存储数据到内存中，当内存数据存储满后，采集器会自动将内存中的数据存档到 SD 卡中，并在内存中重新开始存储。

下载 MC301 型采集器内存中的历史记录有两种方法：

- 通过蓝牙或 TCP 接口使用 **AT+RECORD** 命令下载。
- 通过 **AT+COPy** 命令将内存中的历史记录复制到 SD 卡上，然后用计算机或手机读取 micro SD 卡中的历史记录文件。

受限于蓝牙和采集器的处理速度，通过接口下载历史记录可能需要较长的时间，相比之下，通过 SD 卡读取文件的方法速度更快。

有关 **AT+RECORD** 命令的使用方法，参见 7.3 节的 16，17 部分。

可以使用 **AT+CLRRECORD** 命令来清除内存中的历史记录，有关使用方法，参见 7.4 中 22 部分。

值得注意的是，当用户修改了采集器的变量配置（比如变量关联的通道、寄存器等）后，采集器中旧的历史记录与当前的变量的对应关系将可能发生错误，比如在修改之前，变量 1 保存的是空气温度，而在用户修改配置后，变量 1 对应的通道变成了土壤水分，这将导致新旧历史记录中对应字段物理意义的不同。因此，在用户修改采集器配置前，推荐用户首先下载或备份历史记录，其后修改配置，并在修改配置后清空历史记录，从而避免新旧历史记录的混淆。

1. 历史记录格式

通过 **AT+RECORD** 指令下载的历史记录为十六进制的数据流，单条记录的长度为 512 字节。

字段	TBL ID	时间	状态	测量数据	校验
长度 (字节)	1	7	26	476	2
值 (16 进)	高 4 位表示变量组序号，0-F 低 4 位表示存储表序号，0-1	BCD 码 年：2 月：1	电池电压：4 备用电压：4 时钟电压：4	17 个变量，每个变量 6 个浮点数值， 2 个 16 位整数类	从 TBL ID 开始到 测量数据结束字节 的累加和再加 1，

制)	比如: 00: 第一组变量 TBL1 01: 第一组变量 TBL2 10: 第二组变量 TBL1 11: 第二组变量 TBL2	日: 1 时: 1 分: 1 秒: 1	经度: 4 纬度: 4 海拔: 4 设备状态: 2	型的时间。 每组 17 个变量: 第一组 0-16 变量 第二组 17-33 变量 每个变量: 实时值: 4 平均值: 4 最大值: 4 最小值: 4 时段累积: 4 永久累积: 4 最大值时间: 2 最小值时间: 2	求和过程中, 超过 16 位的进位丢弃。
----	---	------------------------------	------------------------------------	---	----------------------

其中, 所有多字节数据 (16 位整数、32 位整数、浮点数) 都是低字节在前、高字节在后。

- TBL ID: 存储表识别号, 低 4 位为存储表识别号, 高 4 位保留。
- 时间: BCD 格式的存储时间。
- 状态: 存储历史记录时设备的状态, 共 26 个字节。
 - 电源电压、备用电压、时钟电压: 4 字节单精度浮点数, 单位 V
 - 经度: 4 字节单精度浮点数

设数值为 fx , 则 $d=fx/100$ 得出的整数为度, 而用 $fx-d*100$ 得出的浮点数为分。

比如, 经度浮点数为 11611.241, 则表示经度为 $116^{\circ} 11.241'$

- 纬度: 4 字节单精度浮点数

设数值为 fy , 则 $d=fy/100$ 得出的整数为度, 而用 $fy-d*100$ 得出的浮点数为分。

比如, 纬度为浮点数 3921.123, 则表示纬度为 $39^{\circ} 21.123'$

- 海拔: 4 字节单精度浮点数, 单位米
- 设备状态: 2 字节整数, 参见 6.1 节命令 2 部分。

- 测量数据, 476 字节

包括 17 个变量的数值, 变量从 1 到 17 排列:

<变量 1><变量 2><变量 3>……<变量 17>

每个变量的数据为 28 个字节, 格式如下:

<实时值><平均值><最大值><最小值><时段累积值><永久累积值><最大值时间><最小值时间>

其中，实时值到永久累积值都为 4 字节浮点数，最大值时间和最小值时间为 2 字节整数，表示当天的分钟数。如，108 表示 01: 48 分。

■ 校验，2 字节

从 TBL ID 开始到测量数据结束字节的累加和再加 1，求和过程中，超过 16 位的进位丢弃。

2. 存档文件格式

存档文件是设备自动备份或用户手动复制到 SD 卡上的文件。该文件为二进制文件，扩展名称为.MC，文件最大长度为 16MB。您可以使用工具软件直接将文件转换为 EXCEL 表格文件。下文描述该二进制文件的具体格式，以方便您自行开发转换工具软件。文件内部格式如下：

序号	起始位置（16 进制）	长度（字节数）	内容		
1	0x0000 0000	0x1000	设备内部信息		
2	0x0000 1000	0x1000	变量信息。其中，变量名称对导出历史记录有作用。其偏移量位于 0x002 的位置，两个变量间隔 0x40 个字节。变量名称最长为 14 个字节，以 0 结束的字符串。 偏移 0x002：变量 1 名称 偏移 0x042：变量 2 名称 偏移 0x082：变量 3 名称 偏移 0x402：变量 17 名称		
3	0x0000 2000	0x1000	设备内部使用		
4	0x0000 3000	0x1000	设备内部使用		
5	0x0000 4000	0x1000	设备内部使用		
6	0x0000 5000	0x1000	设备内部使用		
7	0x0000 6000	0x1000	设备内部使用		
8	0x0000 7000	0x1000	设备内部使用		
9	0x0000 8000	0x1000	空闲		
				
16	0x0000 F000	0x1000	空闲		
17	0x0001 0000	0x1000	历史记录：8 条,与 4.4 节 1 中描述的相同		
			偏移	长度	内容

			0x000	512	记录 1
			0x200	512	记录 2
			0x400	512	记录 3
			0x600	512	记录 4
			0x800	512	记录 5
			0xA00	512	记录 6
			0xC00	512	记录 7
			0xE00	512	记录 8
				
4096	0x0FFF F000	0x10000	历史记录: 8 条		

由于 SD 卡上的文件可能是手动备份的文件，所以文件长度可能不是 16MB，但是历史文件中 1-16 部分是必定存在的，17-4096 部分可能只存在一部分。但是，文件长度总是 4096 的整数倍。17-4096 部分总是以 4096 字节的长度增长。

因为允许用户手动备份整个存储器，所以，文件中 17-4096 的部分并非都存在有效的历史记录，所以，转换历史记录时候，应该计算每条记录的校验和，只有校验和正确的记录才是有效的。校验和错误的记录可以直接丢掉。

6. 通信

MC301 型采集器具有蓝牙、TCP、短信三种通信接口，三种通信方式使用相同的命令集，但是短信和 TCP 有部分命令不支持。

针对蓝牙和短信两种通信方式，MC301 型采集器设置了通信安全保护机制。用户必需首先通过解锁命令输入密码后设备通信接口才被打开，在通信接口空闲 5 分钟后，设备通信接口会再次被关闭。通过蓝牙、短信或 TCP 任意一种方式解锁后，设备的三种通信接口都会被打开。在设备自动连接服务器并发送数据后，TCP 服务器无需发送解锁命令，因为此时 TCP 接口会自动打开。

通信命令参见第 7 章。

6.1. 蓝牙

MC301 型采集器的蓝牙接口提供标准串行服务，可以与计算机和安卓系统的智能手机通过蓝牙进行通信。在具有蓝牙的计算机上，打开蓝牙后搜索蓝牙设备。MC301 型采集器的默认名称是设备 SN 号的最末 8 位。蓝牙连接后，系统自动安装串口服务驱动。其后，您就可以直接使用串口助手之类的工具软件与采集器通信。串口波特率设置为 115200，数据格式为 8,N,1。在安卓系统的智能手机上，您可以使用蓝牙串口工具 APP 进行操作，在 APP 中搜索设备连接后即可进行收发命令。每次蓝牙设备关闭再打开后，需要重新打开串口（计算机）或重新连接设备（手机）。

MC301 型采集器的蓝牙设备名称和自动关闭时间由 AT+DEVICE 命令定义，当蓝牙自动关闭时间设置为 0 时，蓝牙设备将保持常开启状态。您也可以通过按键或 AT+BT 命令强制打开或关闭蓝牙设备。

通过蓝牙接口发送命令时，必须保证命令连续发送，否则将导致命令错误。

6.2. TCP

MC301 型采集器内置 GPRS 通信设备，可以自动通过 GPRS 登录互联网并使用 TCP 协议连接服务器，传送历史记录、接收服务器的配置命令。

TCP 服务的服务器地址、端口、自动关闭时间通过 AT+GPRSSET 命令配置。MC301 型采集器支持 IP 地址和域名两种服务器设置方式。

GPRS 具有自动关闭功能，在 GPRS 的开启时间达到设定时间后，GPRS 将会自动关闭。每次设备通过 TCP 协议接收到有效的命令后，自动关闭时间将自动恢复为设定时间重新开始计时。自动关闭时间设置为 0 时，GPRS 将在发送存储表数据或连接数据后立即关闭。您可以通过按键或 AT+GPRS 命令强制开启或关闭 GPRS 设备。

MC301 型采集器在上电复位后，会自动进行一次 TCP 连接，并发送设备状态数据帧。在用户设定的发送时刻（参见 5.1），设备会在存储数据后自动打开 GPRS 进行 TCP 连接，并发送历史记录数据。服务器接收到状态数据或历史数据后，无需应答。

MC301 型采集器每次连接服务器后，在 10-50 秒之内会发送状态数据或历史记录数据，其后将保持同服务器的 TCP 连接，在此期间，如果 TCP 连接被断开，则设备会自动重新连接，这个过程直到 GPRS 的自动关闭时间达到后结束。

在设备连接的这段时间中，服务器可以通过 TCP 向 MC301 型采集器发送配置命令，进行设备参数设置。如果此时服务器没有命令需要发送给 MC301 型采集器，希望断开 TCP 连接，那么服务器可以向设备发送 AT+GPRS=OFF,T 命令，在收到采集器的应答后服务器就可以断开连接，此后 MC301 型采集器将不再主动连接服务器，直到下次重新开机启动。如果此时服务器希望直接关闭 GPRS 设备，则可以发送 AT+GPRS=OFF,P 命令，那么 GPRS 设备将直接关机。MC301 型采集器上传的数据帧和历史记录数据帧为 16 进制格式，数据帧如下：

字段	版本	ID	备用	命令	数据				
					TBL ID	时间	状态	测量数据	校验
长度 (字节)	3	9	3	1	1	7	26	476	2
值 (16 进制)	33 30 31		00 00 00	01: 数据帧 10: 状态帧 注: 10 命令不包括测量数据字段。	高 4 位表示通道组序号, 0-F 低 4 为表示存储表序号, 0-1 比如: 00: 第一组变量 TBL1 01: 第一组变量 TBL2 10: 第二组变量 TBL1 11: 第二组变量 TBL2	BCD 码 年: 2 月: 1 日: 1 时: 1 分: 1 秒: 1	电源电压: 4 备用电压: 4 时钟电压: 4 经度: 4 纬度: 4 海拔: 4 设备状态: 2	17 个通道, 每个通道 6 个浮点数值, 2 个 16 位时间。 每组 17 个通道; 第一组 0-17 通道 第二组 18-35 通道 每个通道: 实时值: 4 平均值: 4 最大值: 4 最小值: 4 时段累积: 4 永久累积: 4 最大值时间: 2 最小值时间: 2	从 TBL ID 开始到测量数据结束字节的累加和加 1, 超过 16 位的丢弃。

说明：所有多字节数据都是低字节在前，高字节在后。浮点数为 4 字节单精度浮点数。

- 版本：3 字节，固定为 0x33,0x30,0x31,即字符串“301”
- ID：9 字节，16 进制的设备唯一识别 ID 号。参见 AT+DEVICE 命令。
- 备用：3 个空闲字节，没有使用。
- 命令：指示数据帧的类型。
 - 0x01：数据帧，包括数据字段。
 - 0x10：状态帧，不包括数据字段。
- 数据：历史记录，512 字节。与历史记录字段相同，参见 5.4 节历史记录格式。

只有数据帧包括该字段，状态帧不包括该字段。

6.3. 短信

MC301 型采集器支持通过短信发送配置命令。命令格式与蓝牙接口相同，但是有以下几点不同：

- 短信命令必须在设备接口处于解锁状态下才有效；
- 当 GPRS 设备处于关闭状态时，设备无法接收到短信。在设备开机后，该命令依然有效。但是命令仅在发送的当天有效；
- 命令应答字节长度超过 160 字节时，设备可以处理命令，但是发送的应答为：ER:Not support;
- 短信命令不支持：AT+COPY 命令。

7. 命令

配置命令可以通过蓝牙/TCP/SMS 发送。其中，TCP 和 SMS 支持部分命令。

使用配置命令时，需要首先使用解锁命令 **AT+UNLOCK** 解锁采集器，然后发送后续命令。设备处于解锁状态的时间为 5 分钟，即在接收到最后一条有效命令 5 分钟后设备自动进入锁定状态。

除时间设置外的其它设置命令，在修改参数后都需要使用 **AT+SAVE** 命令保存设置。否则，设备重启后设置将丢失。

配置命令为字符格式，以字符 **AT** 开始，命令需要连续发送，字符之间间隔不能超过 50ms，如果发生超时，采集器将认为命令发送完毕。

对于短信操作方式，在返回值超过 160 个字符时，设备将应答 **ER:Not support**。

短信和 TCP 操作方式都不支持 **AT+COPY** 的写入命令。

对于不正确的命令，设备不予应答。对于命令符正确但是参数个数或参数错误的命令，设备给予应答。

(1) 标准应答格式：（<CR>,回车符，16 进制 0x0D；<LF>,换行符，16 进制 0x0A，下同）

(2) 命令正确，且无数据需要返回时：

<CR><LF>OK<CR><LF>

(3) 命令正确，且有数据需要返回时：

<CR><LF><DATA>

<CR><LF>OK<CR><LF>

其中，DATA 为设备返回的数据。具体数据内容参见特定命令说明。

(4) 命令参数错误：

<CR><LF>ER:<N><CR><LF>

其中，<N>指示错误序号，取值范围：

- -1, 参数数量错误。
- 0-N: 第 1-（N+1）个参数错误（可能是值无效或格式错误）

以下命令具体描述中，对于标准应答将不再进行描述，只描述返回的数据、错误代码含义等部分。

7.1. 设备状态

1. 解锁

解锁设备从而可以发送其它命令。设备解锁后允许的空闲时间为 5 分钟。

(1) 设置命令：**AT+UNLOCK=<key>**

- (2) 参 数:
- key:**设备密码, 6 位字符, 通过 AT+DEVICE 设置。初始密码为"MC301A"。
- (3) 说 明:
- 示例: AT+UNLOCK=MC301A

2. 设备状态

- (1) 查询命令: **AT+SYS?**
- 应 答: <CR><LF>
- <resettime>,<resetflag>,<meastime>,<battery>,<solar-battery>,<rtc-battery>,<longitude>,<latitude>,<altitude>,<flag>
- <CR><LF>OK<CR><LF>
- (2) 设置命令: 无
- (3) 参 数:
- resettime:** 设备最近一次复位时间, 字符串。YYYY-MM-DD HH:MM:SS
- resetflag:** 设备最近一次复位的标志位, 16 进制整数。
- meastime:** 设备最近一次测量时间, 字符串。
- battery:** 电池电压, 浮点数, 单位伏特 (V)。
- solar-battery:** 太阳能电池板电压, 浮点数, 单位伏特 (V)。
- rtc-battery:** 时钟电池电压, 浮点数, 单位伏特 (V)。
- longitude:** 经度, dddmm.mmmm,其中, d 表示度, m 表示分。如 11611.0527, 表示 116 度 11.0527 分。
- latitude:** 纬度, ddmm.mmmm,其中, d 表示度, m 表示分。如 3956.1711, 表示 39 度 56.1711 分。
- altitude:** 海拔, 单位米
- flag:** 设备状态标志, 16 进制。每位代表一种设备工作或错误信息。

位	掩码	含义	位	掩码	含义
1	0x0001	GPRS 开启	9	0x0100	FLASH 重新初始化
2	0x0002	蓝牙开启	10	0x0200	-
3	0x0004	-	11	0x0400	-
4	0x0008	-	12	0x0800	-

5	0x0010	FLASH 错误	13	0x1000	-
6	0x0020	SD 卡错误	14	0x2000	电池故障
7	0x0040	GPRS 错误	15	0x4000	正在充电
8	0x0080	蓝牙错误	16	0x8000	备用电池供电

(4) 说 明:

示例:

命令: AT+SYS?

应答: <CR><LF>

2014-12-10 13:10:14,0083,2014-12-10 15:29:00,7.896,4.787,3.239,11611.054

7,3956.1743,84.7395,0002

<CR><LF>OK<CR><LF>

3. 设备日期时间

(1) 查询命令: **AT+TIME?**

应 答: <CR><LF><datetime>

<CR><LF>OK<CR><LF>

(2) 设置命令: **AT+TIME=<datetime>**

(3) 参 数:

datetime: 字符串, 年-月-日 时:分:秒, 24 小时制本地时间。

(4) 说 明: 时间设置后立即有效, 无需执行 AT+SAVE 保存

4. 内存状态

(1) 查询命令: **AT+FLASH?**

应 答: <CR><LF>

<erase_counter>,<copy_counter>,<sector>,<offset>,<used>,<total>

<CR><LF>OK<CR><LF>

(2) 设置命令: 无

(3) 参 数:

erase_counter: 内存历史记录擦除次数, 整数。当内存存储满时设备会自动覆盖最旧的历史记录, 此时会进行一次擦除。

copy_counter: 历史记录备份到 SD 卡上的次数, 整数。每次内存满时, 设备会自动将

数据备份到 SD 卡上，该值表示自动备份的次数。

sector: 板载存储器存储当前使用的扇区。

offset: 内存当前使用的扇区内的偏移量。

used: 内存使用量，单位 KB（返回值中带有 KB 字符）。如果 erase_counter 非 0，则表示存储器已经存储满过，当前是擦除过后的历史记录。

total: 内存总容量，单位 KB（返回值中带有 KB 字符）。

(4) 说 明:

示例:

命令: AT+FLASH?

应答: <CR><LF>

0,0,1158,2,4569.0KB,16384KB

<CR><LF>OK<CR><LF>

5. SD 卡状态

(1) 查询命令: **AT+SD?**

应 答:

成功:

<CR><LF>

<total>,<free>,<fat>

<CR><LF>OK<CR><LF>

失败:

<CR><LF>ER:N<CR><LF>

(2) 设置命令: 无

(3) 参 数:

total: 字符串, SD 卡存储空间, 单位 MB。(返回值带 MB 字符)

free: 字符串, SD 空闲空间, 单位 MB。(返回值带 MB 字符)

fat: SD 卡文件系统,包括 FAT12,FAT16,FAT32。

N: 错误代码:

1: 复位读取设备失败。

2: 读取设备测试失败。

3: 设置读取设备模式失败。

4: 加载 SD 卡失败, 可能是因为 SD 卡不存在。

5: 查询 SD 卡信息失败, 可能是因为 SD 卡故障或设备不支持。

(4) 说 明:

示例:

命令: AT+SD?

应答: <CR><LF>

1894MB,1722MB,FAT32

<CR><LF>OK<CR><LF>

6. GPRS 状态

查询 GPRS 工作状态, 启动或停止 GPRS 设备。

(1) 查询命令: **AT+GPRS?**

应 答:

<CR><LF>

<state>,<flag>,<on_timer>,<wait_timer>,<retry_times>,<debug>

<rssi>,<ber>,<net_name>

<CR><LF>OK<CR><LF>

(2) 设置命令: **AT+GPRS=<command>,<mode>**

应 答: 参数正确: <CR><LF>OK<CR><LF>

参数错误: <CR><LF>ER:N<CR><LF>

(3) 参 数:

state: GPRS 工作状态,整数。

0: 未初始化

1: 已初始化

2: 已启动

3: 完成网络初始化

4: 已登录移动网

5: 已连接 TCP 服务器

flag: 16 进制, GPRS 错误指示。每位表示一种错误, 具体如下:

位	掩码	含义	位	掩码	含义
1	0x0001	GPRS 启动错误	9	0x0100	连接 TCP 服务错误
2	0x0002	初始化错误（总）	10	0x0200	不允许发送 TCP 数据
3	0x0004	无 SIM 卡	11	0x0400	发送 TCP 数据失败
4	0x0008	登录移动网络错误	12	0x0800	GPRS 服务未允许
5	0x0010	无法登录 TCP 服务器（总）	13	0x1000	无法注册 GPRS 服务
6	0x0020	设置 SMS 服务错误	14	0x2000	需要输入 PIN 码
7	0x0040	设置 SMS 接收模式错误	15	0x4000	连接 TCP 无应答
8	0x0080	启动 TCP 连接错误	16	0x8000	-

on_timer: GPRS 关闭剩余时间，整数，单位秒。

wait_timer: GPRS 下次操作延时，整数，单位秒。（调试用）

retry_times: GPRS 剩余重试次数，整数。（调试用）

debug: GPRS 工作模式，整数。0：正常模式；1：调试模式。

rsi: 信号强度，整数。该值越大，表示信号强度越高。

0: 小于等于-115dBm

1: -111dBm

2..30: -110..-54dBm

31: 大于等于-52dBm

99: 未探测到网络信号

ber: 信号误码率，整数。该数值越大表示信号质量越差。

0: <0.2%

1: 0.2-0.4%

2: 0.4-0.8%

3: 0.8-1.6%

4: 1.6-3.2%

5: 3.2-6.4%

6: 6.4-12.8%

7: >12.8%

99: 未探测到网络信号

net_name: 运营商名称，字符串，带双引号。如，“CHINA MOBILE”

command: 设置命令,字符串,不带双引号。

ON: 启动 GPRS

OFF: 关闭 GPRS

mode: 设置模式, 字符。

command 为 ON 时:

N: 正常启动

D: 带调试信息的启动

command 为 OFF 时:

P: 关闭电源

T: 停止 TCP 连接。

N: 错误代码:

-1: 参数数量错误。

0: command 参数不合法。

1: mode 参数不合法。

(4) 说 明:

- P 模式的关闭会立即断开 TCP 连接、关断 GPRS 电源, 设备进入关机状态。设备将在下次需要启动时设备才会再次进行 TCP 连接。
- T 模式下设备不会主动断开 TCP 连接,但是会在 TCP 连接断开后不再主动连接 TCP 服务器。此后设备处于开机模式,可以接收短信。当设备经过一次关机、开机循环后,该命令的影响将会消失。在接收到 AT+GPRS=ON, <mode>命令后, 该模式的影响也会消失。

示例:

AT+GPRS=ON,N

AT+GPRS=OFF,P

7. 实时测量数据

(1) 查询命令: AT+DATA?<tblid>[,<varid>]

应 答:

<CR><LF>

<varid-varname>:<D0>,<D1>,<D2>,<D3>,<D4>,<D5>,<max_time>,<min_time><CR><LF>

.....

<varid-varname>:<D0>,<D1>,<D2>,<D3>,<D4>,<D5>,<max_time>,<min_time><CR><LF>

<CR><LF>OK<CR><LF>

(2) 设置命令: 无

(3) 参 数:

tblid: 存储表序号, MC301 型采集器支持的有效值为 1, 2。

varid: 变量 ID 号, 1..17。

varname: 变量名称, 字符串。

D0: 实时测量值, 最近一次测量获得测量值。

D1: 平均值, 在该存储表周期内的平均值。

D2: 最大值, 在该存储表周期内测量到的最大值。

D3: 最小值, 在该存储表周期内测量到的最小值。

D4: 周期累积值, 在该存储表周期内的累积和。

D5: 永久累积值, 对于使用 P2 通道的变量, 该值为真正的永久累积值, 其它为本次上电后的累积值。

max_time: 最大值出现的时间, 整数, 从当日的 00:00 分开始的分钟数。

min_time: 最小值出现的时间, 整数, 从当日的 00:00 分开始的分钟数。

(4) 说 明:

该命令返回的值为设备最近一次测量的值, 测量时间根据设备的测量计划不同而不同。

可以通过 AT+SYS? 查询测量时间。

varid 为空时, 命令返回变量 1 到变量 17 的值; **varid** 不为空时, 返回指定的 **varid** 的值。

(5) 示 例:

命令: AT+DATA?1,1

应答: 1-空气温度:16.450,16.453,16.460,16.450,49.360,0.000,1192,1191

OK

命令: AT+DATA?1

应答:

1-空气温度:16.410,16.425,16.460,16.410,164.250,0.000,1192,1206

2-空气湿度:40.902,41.054,41.223,40.902,410.542,0.000,1204,1210

3-空气露点:3.076,3.142,3.211,3.076,31.416,0.000,1192,1210

4-降雨:0.000,0.000,0.000,0.000,0.000,1.600,1191,1191

5-风速:0.000,0.000,0.000,0.000,0.000,0.000,1191,1191

6-风向:0.000,0.000,0.000,0.000,0.000,0.000,1191,1191
 7-太阳辐射:0.000,0.000,0.000,0.000,0.000,0.000,1191,1191
 8-紫外线:15.800,15.780,15.800,15.700,157.800,0.000,1191,1206
 9-大气压力:4.354,4.354,4.355,4.354,43.543,0.000,1191,1204
 10-土壤水分 1:0.000,0.000,0.000,0.000,0.000,0.000,0,0
 11-土壤温度 1:0.000,0.000,0.000,0.000,0.000,0.000,0,0
 12-土壤水分 2:0.000,0.000,0.000,0.000,0.000,0.000,0,0
 13-土壤温度 2:0.000,0.000,0.000,0.000,0.000,0.000,0,0
 14-土壤水分 3:0.000,0.000,0.000,0.000,0.000,0.000,1171,1171
 15-土壤温度 3:0.000,0.000,0.000,0.000,0.000,0.000,0,0
 16-土壤水分 4:0.000,0.000,0.000,0.000,0.000,0.000,0,0
 17-土壤温度 4:0.000,0.000,0.000,0.000,0.000,0.000,0,0

OK

8. 设置变量累积值

初始化变量的长久累积值。

- (1) 查询命令: 无
- (2) 设置命令: **AT+AC=<varid>,<ac>**
 应 答: 标准应答。
- (3) 参 数:
varid: 变量 ID, 整数, 1..17。
ac: 浮点数,通道的累积值。
- (4) 说 明:
AT+AC=1,12.2<CR>

7.2. 参数设置

9. 设备参数

- (1) 查询命令: **AT+DEVICE?**
 应 答:
<CR><LF><unid>,<model>,<version>,<id>,<name>,<zone>,<bton>,<key>,<bps>,<pro

to col><rp><rdate>

<CR><LF>OK<CR><LF>

(2) 设置命令:

AT+DEVICE=<id>,<name>,<zone>,<btontime>,<key>,<bps>,<protocol>

(3) 参 数:

unid: 设备唯一识别号, 18 字节字符串。

model: 设备型号, 字符串, 以双引号括起来。

version: 版本号, 字符串, 以双引号括起来。

id: 设备 id 号, 0-255 之间的整数。

name: 设备名称(蓝牙设备的名称), 字符串, 以双引号括起来, 不超过 10 个字符。

zone: 时区, 整数, -12 到+14, 设备通过 GPS 自动校时使用。不使用自动校对功能时, 将 zone 设置为 15-20 之间的数值。

btontime: 蓝牙自动关闭时间, 单位分钟。整数, 取值范围 0-1440。设置为 0 时蓝牙将一直处于开启状态 (设备上电开机时蓝牙即自动开启)。

key: 设备解锁密码, 字符串, 6 位, 不能使用空格。以双引号括起来。

bps: RS485 接口速率, 字符串, 取值包括: 1200, 2400, 4800, 9600, 19200, 38400, 57600, 115200。

protocol: RS485 接口的通信协议, 包括:

- RTU-M: MODBUS RTU 主机协议。
- ASCII-M: MODBUS ASCII 主机协议。
- RTU-S: MODBUS RTU 从机协议, 采集器为从设备。
- ASCII-S: MODBUS ASCII 从机协议, 采集器为从设备。

rp: 整数, 最近一次读取历史记录的指针

rdate: 字符串, 最近一次读取历史记录的时间, 未读取过时为"2000-00-00 00:00:00"。

(4) 说 明:

设置命令: AT+DEVICE=1,"MC301V10",8,120,"888888",9600,RTU-M

查询命令: AT+DEVICE?

应答:

D262C8565324262900,"301","2.01",1,"24262900",8,5,"MC301",9600,RTU-S,20,2015-03-12 12:30:06

OK

10. 测量通道

- (1) 查询命令: **AT+CHN? [<chn_name>]**

应 答:

<CR><LF>

<chn_id>:<chn_name>,<pwr_name>,<chn_mode><CR><LF>

.....

<chn_id>:<chn_name>,<pwr_name>,<chn_mode><CR><LF>

<CR><LF>OK<CR><LF>

- (2) 设置命令: **AT+CHN=<chn_name>,<chn_mode>**

- (3) 参 数:

chn_id: 通道编号, 整数, 1-18。

chn_name: 设备测量通道名称, 字符串。分别如下:

- SHT 通道: SHT
- 计数频率通道: P2,P3
- 模拟量通道: AN0,AN1,AN2,AN3,AN4,AN5,AN6,AN7,AN8,AN9,AN10,AN11
- RS485 通道: RS485
- SDI-12 通道: SDI
- Wireless 通道: WL

pwr_name: 电源通道名称, 分别如下:

- 3V1: 可控 3V 电源通道 1。
- SWV1..SWV6: 可控 5V/12V 电源通道 1-6。

chn_mode: 通道工作模式, 分别如下:

- N: 默认模式, 除 AN0..AN11 外的通道都使用该模式
- V: 电压模式, AN0..AN11 通道使用, 表示通道处于测量电压模式。
- C: 电流模式, AN0..AN11 通道使用, 表示通道处于测量电流模式。

- (4) 说明:

- 查询命令中, 指定通道名称时, 返回指定通道的设置信息; 不指定时返回 1-18 号全部通道的信息。
- 改变 AN0..AN11 的工作模式时, 必须保证采集器中跳线设置的正确性, 否则可能导致测量错误, 甚至损坏采集器 (参加 4.2 节)。

- (5) 示例:

- 查询全部通道参数: AT+CHN?

应答:

1:SHT,3V1,N
2:P2,NULL,N
3:P3,NULL,N
4:AN0,NULL,V
5:AN1,3V1,V
6:AN2,SWV1,C
7:AN3,SWV1,V
8:AN4,SWV2,V
9:AN5,SWV2,V
10:AN6,SWV3,V
11:AN7,SWV3,V
12:AN8,SWV4,V
13:AN9,SWV4,V
14:AN10,SWV5,V
15:AN11,SWV5,V
16:RS485,SWV6,N
17:SDI,SWV6,N
18:WL,NULL,N

OK

- 查询通道 AN8 的参数: AT+CHN?AN8

应答:

12:AN8,SWV4,V

OK

11. 电源通道

查询和设置电源通道的供电起始时间、供电时长等参数。

(1) 查询命令: **AT+PWR? [<pwrid>]**

应 答:

<CR><LF>

<pwrid>:<onmode>,<starttime>,<warmtime><CR><LF>

.....

<pwrid>:<onmode>,<starttime>,<warmtime><CR><LF>

<CR><LF>OK<CR><LF>

(2) 设置命令: **AT+PWR=<pwrid>,<onmode>,<starttime>,<warmtime>**

应 答: 参数错误返回错误序列号 N, 0-6, 对应 7 个参数。

(3) 参 数:

pwrid: 电源通道名称。分别如下:

- 3V1: 可控 3V 电源通道 1。
- SWV1-SWV6: 可控 5V/12V 电源通道 1-6。

onmode: 通道开启方式:

- 0: 自动模式, 测量时自动打开电源, 测量结束后自动关闭电源。
- 1: 常打开模式, 从第一次测量开始, 电源保持持续供电状态。
- 2: 外部模式: 由外部命令控制开启及开启时长, 与测量无关。

starttime: 通道供电起始时刻, 整数, 0-1200000, 单位毫秒。**warmtime:** 使用该通道的变量在测量前预热时长, 整数, 0-600000, 单位毫秒。

(4) 说 明:

使用查询命令时, 如果提供了查询通道名称, 则返回的是该通道的信息; 如果没有提供参数, 则返回所有通道的信息。

onmode 为 1 时, 电源通道将保持开启状态, 即在使用该电源通道的变量完成测量后电源通道也不会关闭。相反, 当该值为 0 时, 通道在完成变量测量后自动关闭电源。**onmode** 设置为 2 时, 电源通道将不受测量计划的影响, 转而由外部命令 (AT+SETPWR) 命令控制电源的开启和关闭。

保持电源为常供电模式, 将增加采集器功耗。

保持为外部模式, 且处于打开状态时, 采集器将无法进入休眠状态。

(5) 示 例:

- 查询命令: **AT+PWR?**

应答:

3V1:0,0,900
 SWV1:0,1000,1900
 SWV2:0,3000,1900
 SWV3:0,5000,1900
 SWV4:0,7000,1900
 SWV5:0,9000,1900
 SWV6:1,11000,1900

OK

- 查询指定通道: AT+PWR?3V1

应答:

3V1:0,0,900

OK

- 设置命令: AT+PWR=3V1,0,100,500

12. 测量变量

- (1) 查询命令: **AT+VAR? [<var_id>]**

应 答:

<CR><LF>

<var_id>:<var_name>,<chn_name>,<datatype>,<address>,<reg>,<k₀>,<k₁>,<k₂>,<k₃><CR><LF>

<var_id>:<var_name>,<chn_name>,<datatype>,<address>,<reg>,<k₀>,<k₁>,<k₂>,<k₃><CR><LF>

.....

<var_id>:<var_name>,<chn_name>,<datatype>,<address>,<reg>,<k₀>,<k₁>,<k₂>,<k₃><CR><LF>

<CR><LF>OK<CR><LF>

- (2) 设置命令:

AT+VAR=<var_id>,<var_name>,<chn_name>,<datatype>,<address>,<reg>,<k₀>,<k₁>,<k₂>,<k₃>

应 答: 参数错误返回错误序列号 N, 0-9, 对应 10 个参数。

- (3) 参 数:

var_id: 变量编号, 整数, 1-17。

var_name: 变量名称, 字符串, 双引号括起来, 不超过 11 个字符。

chn_name: 测量通道名称, 字符串 (不需要双引号)。表示该变量要使用的测量通道:

- SHT 通道：温湿度和露点测量通道。
- 计数频率通道：P2,P3
- 模拟量通道：AN0,AN1,AN2,AN3,AN4,AN5,AN6,AN7,AN8,AN9,AN10,AN11
- RS485 通道：RS485
- SDI-12 通道：SDI
- Wireless 通道：WL
- 未使用的变量：NULL

datatype: 字符，数据类型，用于 RS485 通道读取从设备数据时字节的识别和数据转换。

- BIT: 位变量，MODBUS 协议操作码 01 和 02 的变量使用。
- U16: 双字节无符号整数，高字节在前，FF2,FF1。
- S16: 双字节有符号整数，高字节在前，FF2,FF1。
- U32M: 四字节无符号整数，高字在前(FF4,FF3,FF2,FF1,unsigned Long Swapped)
- S32M: 四字节有符号整数，高字在前(FF4,FF3,FF2,FF1,signed Long Swapped)
- U32L: 四字节无符号整数，低字在前(FF2,FF1,FF4,FF3,unsigned Long Integer)
- S32L: 四字节有符号整数，低字在前(FF2,FF1,FF4,FF3,signed Long Integer)
- FP32M: 四字节浮点数，高字在前(FF4,FF3,FF2,FF1,float Swapped)
- FP32L: 四字节浮点数，低字在前(FF2,FF1,FF4,FF3,float)

address: 字符或整数，变量所在的传感器（或从设备）的地址。用于在 SDI-12 通道和 RS485 通道 MODBUS 主机模式下传感器和从设备的地址设置。

- 对于 RS485 通道，使用 0-255 的整数。
- 对于 SDI-12 通道，使用单引号括起来的字符'0'-'9'、'a'-'z','A'-'Z'。

reg: 整数，变量在 SHT、MODBUS 从设备和 SDI-12 传感器中的寄存器地址。

- SHT 通道
 - 1: 温度
 - 2: 湿度
 - 3: 露点
- RS485 通道：使用 MODBUS 协议时该变量在从设备中的寄存器位置：
 - 000001-099999: 01 操作码（Coil Status）下的 1-99999 寄存器
 - 100001-199999: 02 操作码(Input Status)下的 1-99999 寄存器
 - 300001-399999: 04 操作码(Input Register)下的 1-99999 寄存器
 - 400001-499999: 03 操作码(Hold Register)下的 1-99999 寄存器

■ SDI 通道:

该值表示使用 SDI-12 协议读取变量时使用的 D 命令读取时在返回的数据中的顺序,有效值为 1-9。比如,某传感器使用 M!命令时,返回的数据个数为 9,在使用 D!命令读取时,从 D0..D9 命令依次返回的第一个变量的寄存器地址为 1,最后一个变量值的寄存器地址为 9。命令如下:

0M!00029

0D0!0+0.050+0.005+15.1

0D1!0+59.2+0.004+4.428

0D2!0+1.486+4.426+1.734

其中,0D0 命令行的三个返回值的偏移值依次为 1, 2, 3; 0D1 命令行应答的三个量的寄存器地址依次为 4, 5, 6; 0D2 命令行应答的三个变量的寄存器地址依次为 7, 8, 9。

k₀-k₄: 通道计算校正公式系数,浮点数。

$$y = k_0 + k_1x + k_2x^2 + k_3x^3$$

其中, x 为测量的电压值,单位为 V。y 为设备使用多项式转换后的值,该值将作为最终的测量值进行存储和发送。

(4) 说明:

- 查询命令中,指定变量序号时,返回指定变量的设置信息;不指定时返回 1-17 号全部变量的信息;

(5) 示例:

- 查询全部变量参数: AT+VAR?

应答:

1:"空气温度",SHT,U16,0,0,0.000,1.000,0.000,0.000

2:"空气湿度",SHT,U16,0,1,0.000,1.000,0.000,0.000

3:"空气露点",SHT,U16,0,2,0.000,1.000,0.000,0.000

4:"降雨",P2,U16,0,0,0.000,0.200,0.000,0.000

5:"风速",P3,U16,0,0,0.000,1.010,0.000,0.000

6:"风向",AN0,U16,0,0,0.000,109.090,0.000,0.000

7:"太阳辐射",AN1,U16,0,0,0.000,1670.000,0.000,0.000

8:"紫外线",SDI,U16,'a',1,0.000,1.000,0.000,0.000

9:"大气压力",AN3,U16,0,0,0.000,1.000,0.000,0.000
 10:"土壤水分 1",AN4,U16,0,0,0.000,1.000,0.000,0.000
 11:"土壤温度 1",AN5,U16,0,0,0.000,1.000,0.000,0.000
 12:"土壤水分 2",AN6,U16,0,0,0.000,1.000,0.000,0.000
 13:"土壤温度 2",AN7,U16,0,0,0.000,1.000,0.000,0.000
 14:"土壤水分 3",AN8,U16,0,0,0.000,1.000,0.000,0.000
 15:"土壤温度 3",AN9,U16,0,0,0.000,1.000,0.000,0.000
 16:"土壤水分 4",AN10,U16,0,0,0.000,1.000,0.000,0.000
 17:"土壤温度 4",AN11,U16,0,0,0.000,1.000,0.000,0.000

OK

- 查询变量 12 的参数: AT+VAR?12

应答:

12:"土壤水分 2",AN6,U16,0,0,0.000,1.000,0.000,0.000

OK

- 设置变量 2 的参数: AT+VAR=2,"空气湿度",SHT,FP32M,0,1,0,1,0,0

应答: <CR><LF>OK<CR><LF>

13. 测量计划

查询和设置采集器测量周期、测量通道参数。

- (1) 查询命令: **AT+MEAS?[<meas_id>]**

应 答:

<CR><LF>

<meas_id>:<start_time>,<end_time>,<interval>,<var_id><CR><LF>

<meas_id>:<start_time>,<end_time>,<interval>,<var_id><CR><LF>

<CR><LF>OK<CR><LF>

- (2) 设置命令: **AT+MEAS=<meas_id>,<start_time>,<end_time>,<interval>,<var_id>**

应 答: 标准应答。

- (3) 参 数:

meas_id: 测量计划序号,有效值为 1 和 2。

start_time: 测量的起始时刻，一天内的分钟数，0-1439，单位分钟。测量包括起始时刻。

end_time: 测量结束时刻，一天内的分钟数，0-1440，单位分钟。测量不包括结束时刻。

interval: 测量间隔，整数，0-1440，单位分钟。

var_id: 测量变量，16 进制，32 位整数。最低位到最高位分别代表变量 1-32，值为 1 表示该变量加入了当前测量计划，值为 0 则表示不测量该变量。

(4) 说 明：

测量计划用来定义什么时候、测量哪些通道。

- 定义测量计划 1 在每天的 00:00 到 20: 00 之间每分钟测量一次变量 1..7:

AT+MEAS=1,0,1200,1,007F

- 定义测量计划 2 在每天的 20:00 到 24: 00 间每隔 10 分钟测量一次变量 8-17:

AT+MEAS=2,1200,1440,10,1FF80

14. 存储表

(1) 查询命令： **AT+TBL? [<tbl_id>]**

应 答：

<CR><LF>

<tbl_id>:<start_time>,<end_time>,<interval>,<send><CR><LF>

<tbl_id>:<start_time>,<end_time>,<interval>,<send><CR><LF>

<CR><LF>OK<CR><LF>

(2) 设置命令： **AT+TBL=<tblid>,<starttime>,<endtime>,<interval>,<send>**

(3) 参 数：

tbl_id: 存储表序号，MC301 型采集器的有效值为 1，2。

start_time: 存储表起始时刻，整数，0-1439，单位分钟。存储包括起始时刻。

end_time: 存储表结束时刻，整数，0-1440，单位分钟。存储不包括结束时刻。

interval: 存储循环间隔，整数，0-1440，单位分钟。

send: 是否通过 GPRS 发送。

0: 只存储，不发送。

1: 存储并且发送。

(4) 说 明：

MC301 型采集器中的存储表会存储全部变量（无论变量是否使用）。

(5) 示 例:

定义存储表 1 在每天的 00:00-15: 00 间每 10 分钟存储一次, 但是不通过 GPRS 发送;

定义存储表 2 从每天的 15: 00-24: 00 每 1 小时存储一次, 且通过 GPRS 发送, 则命令如下:

AT+TBL=1,0,900,10,0

AT+TBL=2,900,1440,60,1

15. GPRS 网络参数

(1) 查询命令: **AT+GPRSSET?**

应 答:

<CR><LF>

<on_time>,<server>,<port>

<CR><LF>OK<CR><LF>

(2) 设置命令: **AT+GPRSSET=<on_time>,<server>,<port>**

(3) 参 数:

on_time: GPRS 开启时长, 整数, 0-32767, 单位秒。其中, 0 表示保持常开机状态。

server: 服务器域名或 IP, 字符串, 使用双引号括起来。长度不超过 40 个字符。

port: 服务器端口号, 整数, 1-65535。

(6) 说 明:

示例:

AT+GPRS=200,"www.vgomc.com",4089

7.3. 设备控制类指令

16. 备份内存数据到 SD 卡

(1) 查询命令: 无

(2) 设置命令: **AT+COPY=<type>**

应 答:

参数正确, 返回 START 后, 每秒返回一次完成进度, 最后返回 OK:

<CR><LF>START:<counts><CR><LF>

[<CR><LF><copied><CR><LF>]

.....

[<CR><LF><copied><CR><LF>]

<CR><LF>OK<CR><LF>

参数正确，复制过程中出现错误，最后返回 ER:N:

[<CR><LF>START:<counts><CR><LF>]

[<CR><LF><copied><CR><LF>]

.....

[<CR><LF><copied><CR><LF>]

<CR><LF>ER:N<CR><LF>

参数错误:

<CR><LF>ER:N<CR><LF>

(3) 参 数:

type: 复制类型，字符。

R: 复制参数设置和历史记录到 SD 卡。

F: 复制内存中的全部数据到 SD 卡。

counts: 需要复制的总扇区数，整数。

copied: 已经复制完成的扇区数量，整数。该值与 counts 相除可以获得复制进度。

N: 错误指示。

-1: 参数数量错误。

0: 参数 type 错误

1: 复位读取设备失败

2: 读取设备测试失败

3: 设置读取设备模式失败

4: 加载 SD 卡失败，可能是因为 SD 卡不存在。

5: 查询 SD 卡信息失败，可能是因为 SD 卡不存在、故障或不支持。

8: SD 卡的文件系统非法。采集器只支持使用 FAT32 文件系统的 SD 卡。

9: SD 卡剩余空间不足 16MB。

10: 在 SD 卡上建立文件夹错误

11: 在 SD 卡上建立文件错误

12: 设置文件创建日期错误

13: 写入文件过程中发生错误

(4) 说 明:

■ 复制的记录会写入到 SD 卡如下文件中:

type=R: SD 卡根目录\<YYMMDD>\R<hhmmss>.MC

type=F: SD 卡根目录\<YYMMDD>\F<hhmmss>.MC

其中,

- YYMMDD:当前的年月日, 比如 141209
- hhmmss:时分秒, 比如 224403

如果在 2014 年 11 月 10 日 10 点 10 分 12 秒开始复制记录到 SD 卡上, 则复制的文件将会被存储在\141110\R101012.MC 文件中。

■ 复制记录到 SD 卡中需要的时间较长, 因此, 该命令会在这行过程中每秒返回一个进度报告。复制整个板载存储器到 SD 卡中需要 6 分钟。

■ TCP 和 SMS 不支持该命令。使用这两种模式发送该命令会返回 ER 错误。

17. 下载内存历史记录

(1) 查询命令: **AT+RECORD?<type>**

应 答:

<CR><LF>

<counts>,<start>

<CR><LF>OK<CR><LF>

(2) 设置命令: **AT+RECORD=<start>,<record_index>,<record_counts>**

应 答:

参数正确:

<CR><LF>

<record>

<CR><LF>OK<CR><LF>

参数错误:

<CR><LF>ER:N<CR><LF>

(3) 参 数:

type: 读取历史记录的范围:

- A: 全部历史记录
- N: 新记录, 从上次读出后新增加的历史记录。

counts: 历史记录总数, 整数, 0-32640。

start: 历史记录起始位置。查询命令返回该值。写入命令使用查询获取的值。

record_index: 要下载的历史记录序号, 从 1 开始, 最大值为 counts。

record_counts: 要下载的历史记录的数量，蓝牙通道最大为 4，TCP 通道最大为 2，短信通道不支持该命令。该值加上 **record_index** 不能超过 **counts**。

record: 历史记录，16 进制。每条记录 512 字节。总长度为 512***record_counts**。记录格式参见 5.4 节描述。

(4) 说明：

■ 下载历史记录的过程如下：

- 使用 AT+RECORD?A 或 N 获得当前历史记录的总数 **counts** 和起始位置 **start**。
- 循环使用 AT+RECORD=<start>,<record_index>,<record_counts> 命令，从记录 1 开始下载记录，每次可以下载最多 4 条（蓝牙）或 2 条（TCP）。其中，**start** 参数为使用查询命令获得的值，**record_index** 从 1 开始，不能超过 **counts**。
- 使用 AT+SAVE 命令保存本次读取的位置。

18. 启动/暂停测量

(1) 查询命令：AT+PEND?

(2) 设置命令：AT+PEND=<pend_time>

应 答：

<CR><LF><pend_time>

<CR><LF>OK<CR><LF>

(3) 参 数：

pend_time: 整数，0-60，测量暂停时间，单位分钟。查询命令返回的是剩余的暂停时间，如果为 0 表示采集器处于测量状态。

- 0: 恢复采集器为测量状态且立即启动一次测量。
- 1..60: 暂停测量，暂停时长为设置值。暂停命令从正在进行的测量结束后开始。计时误差为 1 分钟。

(4) 说 明：

pend_time 设置为 0 时，将立即启动一次对所有变量的测量。

(5) 示例：

■ 查询：AT+PEND?

应答：

4

OK

■ 设置命令：AT+PEND=10

19. 打开/关闭电源通道

(1) 查询命令: **AT+SETPWR? [<pwr_id>]**

(2) 设置命令: **AT+SETPWR=<pwr_id>,<on_time>**

应 答:

<CR><LF><pwr_id>:<pwr_status>,<on_time>

<CR><LF>OK<CR><LF>

(6) 参 数:

pwr_id: 电源通道名称, 包括 3V1, SWV1 到 SWV6。

pwr_status: 电源状态, 0: 关闭; 1: 开启。

on_time: 整数, 0-2147483647(0x7FFFFFFF), 电源通达打开时长, 单位秒。查询命令返回的是剩余的打开时间。

● 0: 设置 0 时关闭电源通道。

● 1..2147483647: 打开电源通道, 打开时长为该设置值。

(7) 说 明:

查询命令可以针对所有的电源通道, 但设置命令只能针对开启模式为外部模式的通道(参见命令 11), 设置工作于其它模式时将返回 **ER:0** 错误。

电源开启时长设置为 0 时将关闭电源通道。设置为大于 0 的数值时将开启电源通道, 并在经过该时间后自动关闭电源通道。电源通道被手动打开后, 采集器将无法进入休眠状态, 也就是说将增加采集器的功耗。

(8) 示例:

■ 查询: **AT+SETPWR?**

应答:

3V1:0,0

SWV1:1,90

SWV2:0,0

SWV3:0,0

SWV4:0,0

SWV5:0,0

SWV6:0,0

OK

电源通道 SWV1 处于开启状态，开启剩余时长为 90 秒。

■ 设置命令：

打开 SWV1 电源通道 100 秒：AT+SETPWR=SWV1,100

关闭 SWV1 电源通道：AT+SETPWR=SWV1,0

20. 打开/关闭蓝牙

(1) 查询命令：AT+BT?

应 答：

<CR><LF>

<signal><state><flag><ontimer><waittimer><retrytimes>

<CR><LF>OK<CR><LF>

(2) 设置命令：AT+BT=<command>

应 答：标准应答

(3) 参 数：

command: 设置蓝牙模块命令，字符串，不需要双引号。

- ON: 启动蓝牙。
- OFF: 关闭蓝牙。 ‘

signal: 蓝牙通信任务信号，16 进制整数。

- 位 0: 启动信号
- 位 1: 关闭信号

state: 蓝牙工作状态，整数，0-5

- 0: 未初始化
- 1: 初始化
- 2: 电源关闭
- 3: 电源打开
- 4: 配置
- 5: 工作

flag: 错误标志，16 进制整数。

- 位 0: 配置蓝牙错误
- 其它位: 未使用

ontimer: 蓝牙自动关闭时长，单位秒。0 表示保持常开状态。

waittimer: 响应时间, 单位毫秒, 调试使用。

retrytimes: 重试错误, 调试使用。

(4) 说 明:

打开或关闭蓝牙。如果正在通过蓝牙通信, 执行关闭命令后将导致连接丢失。

21. SDI-12 透明传输

(1) 查询命令: 无

(2) 设置命令: **AT+SDIC=<command>**

应 答:

<CR><LF>OK<CR><LF>

<SDI-12 Echo>

(3) 参 数:

command: 字符串, 发送给 SDI-12 传感器的命令, 长度不超过 10。

SDI-12 Echo: SDI-12 传感器的应答字符, 包括用户发送的命令, 该应答与标准应答之间会有时间间隔。

(4) 说 明:

使用 SDI-12 透明模式, 只有满足以下条件才能使用:

- COM 通道工作为主机模式。
- 当前采集器没有使用 SDI 通道进行测量。

当 SDI 通道空闲时, 如果采集器接收到 SDI-12 传感器发送的 **service request** 等信息, 采集器会将接收到的数据发送给用户。

值得注意的是, 使用 SDI 透明传输时, 由于采集器处于空闲状态, 故采集器不会自动为传感器供电。因此用户要考虑为 SDI-12 传感器提供正确的供电通道, 用户可以选择使用外部电源或将 SDI 接口的 SWV6 电源通道配置为常供电模式。

7.4. 其它命令

22. 复位参数设置

(1) 查询命令: 无

(2) 设置命令: **AT+INIT=<key>**

应 答:

参数正确:

<CR><LF>OK<CR><LF>

参数错误:

<CR><LF>ER:N<CR><LF>

(3) 参 数:

key: 字符串, 复位设置密码, 为采集器当前日期。

格式为 YYYY-MM-DD

N: 参数错误代码。

0: 复位密码 key 错误。

(4) 说 明:

该命令将恢复采集器的所有参数设置到默认状态。使用该命令复位采集器设置后需要使用 AT+SAVE 命令将修改保存到 FLASH 中。

该命令会初始化历史记录读取地址和时间, 即影响使用 AT+RECORD?N 命令获得的记录数量和位置。

(5) 示 例:

AT+INIT=2015-03-09

23. 清除历史记录

(1) 查询命令: 无

(2) 设置命令: **AT+CLRRECORD=<key>**

应 答:

参数正确:

<CR><LF>OK<CR><LF>

参数错误:

<CR><LF>ER:N<CR><LF>

(4) 参 数:

key: 字符串, 清除历史记录密码, 为采集器当前日期。

格式为 YYYY-MM-DD

N: 参数错误代码。

0: 复位密码 key 错误。

(4) 说 明:

发送该命令前, 必须首先发送 AT+UNLOCK 命令, 且两条命令间隔不超过 60 秒, 两条命令中间不能发送其它命令, 否则命令会进入锁定状态。执行过一次清除命令后, 必须重新

重复 AT+UNLOCK 命令才可以再次发送清除命令。

该命令将清除采集器内存中的历史记录，同时也会清除历史记录的读取记录，使用该命令后需要使用 AT+SAVE 命令将修改保存到 FLASH 中。

(6) 示 例：

AT+UNLOCK=MC301

AT+CLRRECORD=2015-03-09

AT+SAVE

24. 保存设置

(1) 查询命令： 无

(2) 设置命令： **AT+SAVE**

应 答： <CR><LF>OK<CR><LF>

(3) 参 数： 无

(4) 说 明：

除 AT+TIME 之外的设置命令，都需要使用该命令保存参数，否则，采集器重启后所有的修改都将丢失。

25. 复位

(1) 查询命令： 无

(2) 设置命令： **AT+RESET=<type><CR>**

应 答： 不应答

(3) 参 数：

type: 复位类型，字符。

W: 热重启

C: 冷重启（断电重启）

(4) 说 明：

接收到该命令后，设备会在 1-2S 内重启。重启后，蓝牙连接、TCP 连接都会被断开。

26. 帮助

(1) 查询命令： **AT+HELP?**

应 答：

<CR><LF>

<command><CR><LF>

.....

<command><CR><LF>

<CR><LF>OK<CR><LF>

(2) 设置命令: 无

(3) 参 数:

command:采集器支持的命令列表

(4) 说 明:

返回采集器支持的所有命令列表，查询命令和设置命令分别显示。

8. 机械参数

8.1. 外形尺寸

外壳尺寸：250×253×100；防护等级：IP65。

默认情况下，MC301 型采集器出厂时底部安装有 3 个 PG16 的防水接头，若有其它需求，请在订货时说明。

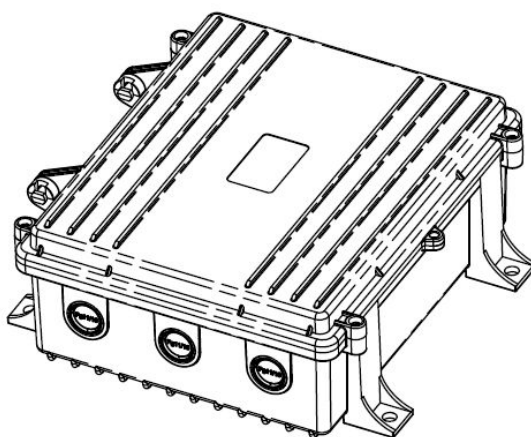


图 8-1 MC301 外形

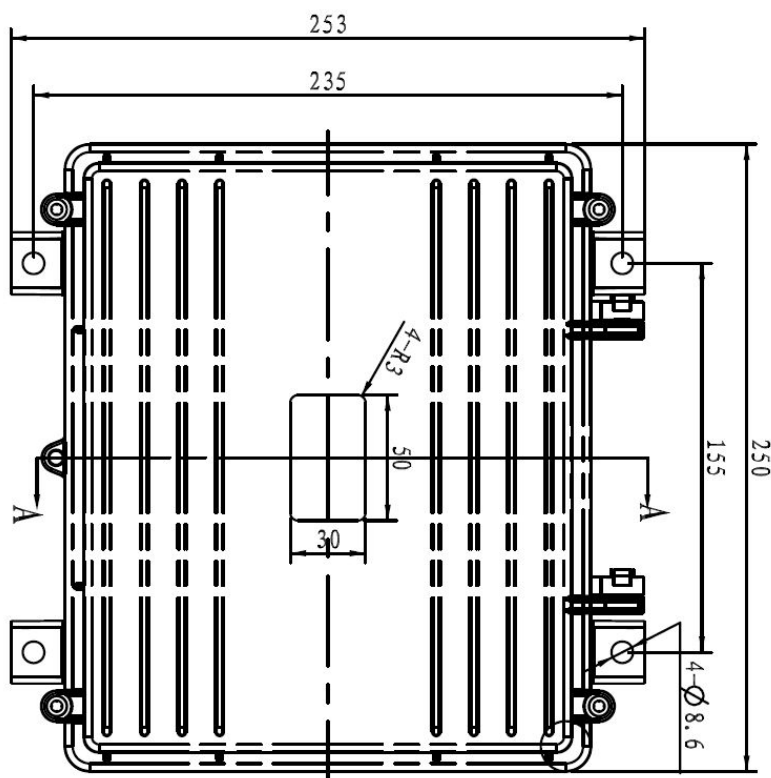


图 8-2 MC301 外壳尺寸图

8.2. 安装方式

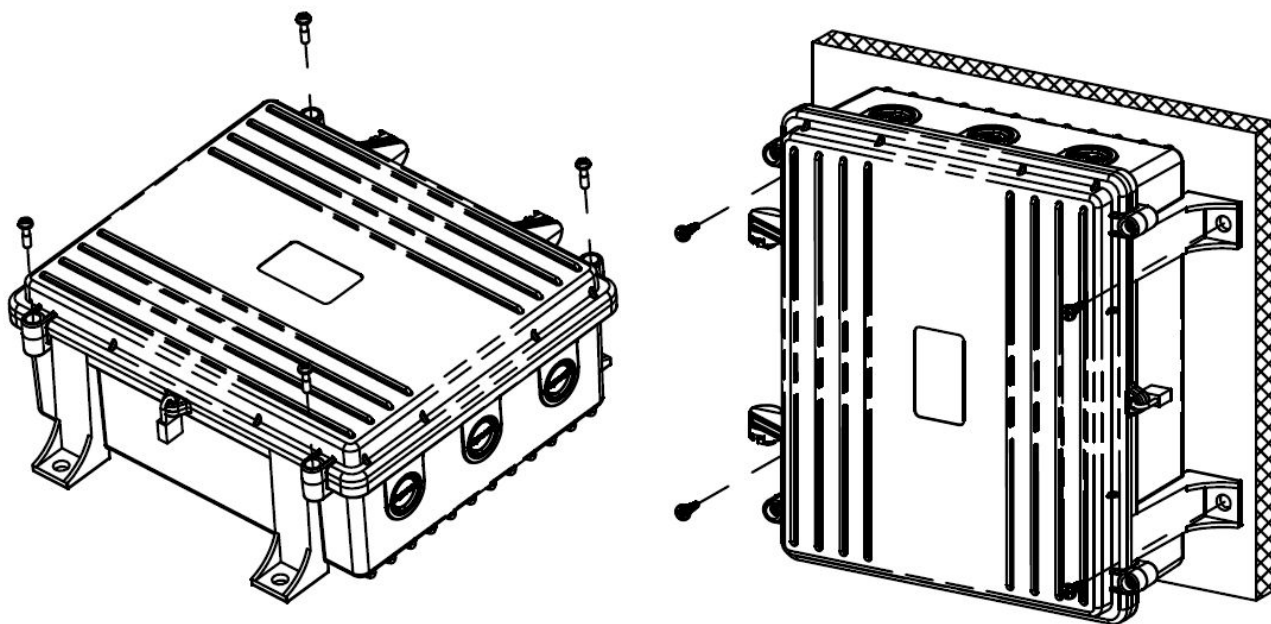


图 8-3 安装方式 1：背固定式安装



图 8-4 安装方式 2：支架式固定安装