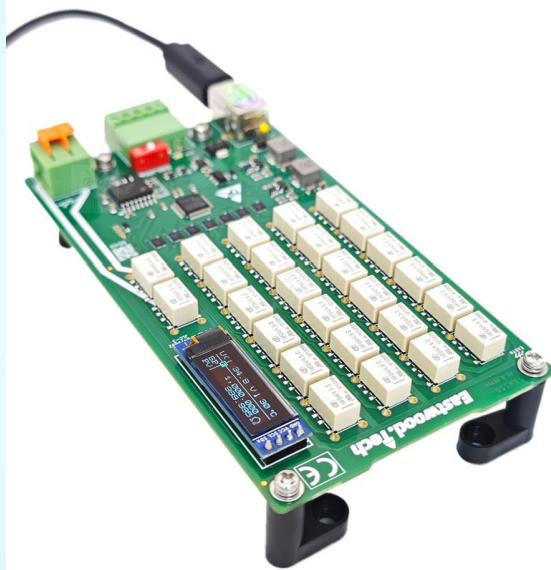


RM550 高性能经济型程控电阻模块

说明书 & 用户手册





RM550 系列经济型高精度程控电阻模块覆盖 0.7Ω-10MΩ 的输出量程（以及开路 and 短路输出）、拥有最小 0.02Ω 的步进以及最大 4.0W 的额定功率。

RM550 在全输出范围内表现较为优秀（保守初始精度 $\pm 0.05\% \pm 1$ 个步进 @ $T_{cal} \pm 10^{\circ}\text{C}$ ），适用于对精度和步进有稍高需求的应用。

RM550 的通讯接口继承了 QR10 系列的 USB-COM 口，连接电脑即插即用，AT 指令集方便用户调试和测试；同时，增加了隔离型 RS-485/232 端口，方便用户将本产品以 PCBA 模块的形式集成到自己的项目中。此外，最新固件版本 V0.80 已经支持标准 Modbus RTU 协议，双协议使用起来更加得心应手。

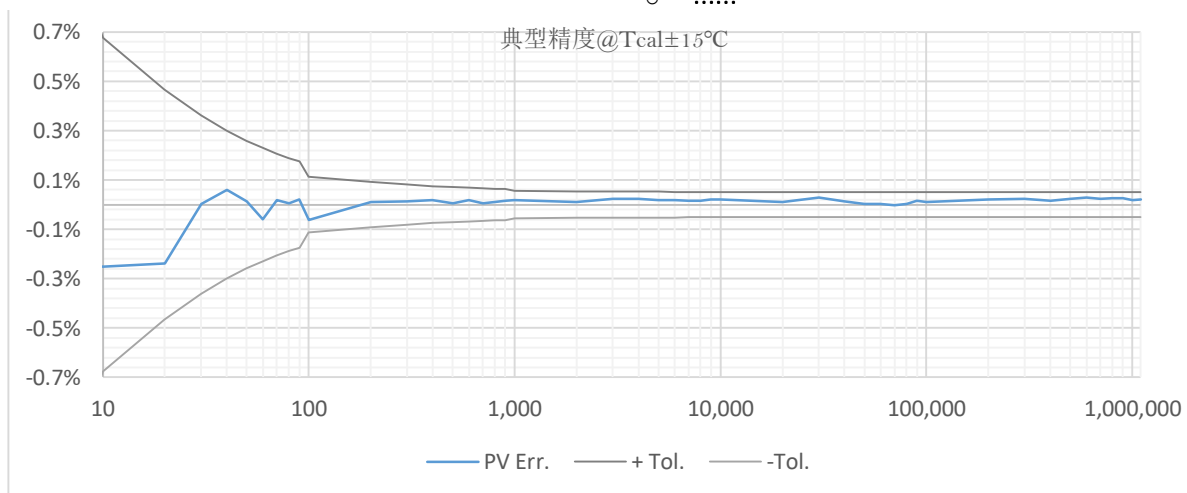
此外，集成 OLED 显示模块实时显示设定值、输出值、环境温度等其他信息，开机显示序列号、波特率等内容，方便实用。

特征概览

- 由继电器-电阻网络产生的真实电阻，支持开路和短路输出
- 高性能经济型
- 更快的输出响应：
继电器组整体切换时间 < 7ms
- 安全平滑的继电器组切换逻辑：
在继电器组切换过程中输出不会出现开路或短路的情况
- 多样的通讯接口：
即插即用的 USB-COM（适合人机交互）
隔离型 RS-485（适合远程模块组网）
隔离型 RS-232（短程抗干扰）
- 双指令集（固件版本 v0.80 及以上）：
同时支持 AT 指令集和 Modbus RTU 协议
- 大量程：
0.7Ω - 1.2MΩ（步进约 0.125Ω）
0.7Ω - 10MΩ（步进约 2Ω）
- 高精度（@ $T_{cal} \pm 10^{\circ}\text{C}$ ）：
0.7Ω-1.2MΩ： 优于 $\pm(0.05\% + 0.13\Omega)$
- 标准版 1-2W 额定功率
可定制 2-4W 额定功率
- 输出阈值安全限制（用户可自定义）
- 标配 OLED 显示
- 可选配金属外壳，搭配 DIN35 导轨安装
- PCBA 小尺寸，与 RM55T 兼容：
7.5（长）× 14.2（宽）× 1.7（厚）cm

适用于

- 工业自动化测试
- 传感器模拟
- 传感器校准
- 其他代替传统电阻箱的应用
-



订货码

RM550	订货码	描述
标准版 ¹	RM550-AM-2R	0.7 Ω ~10 MΩ, 约 2 Ω 步进, 初始精度±(0.05%+2Ω)@<1.2M, ±0.5%@>1.2M, 1~2W 额定功率, USB + ISO RS-485 通讯端口
	RM550-1M2-R1	0.7 Ω ~1.2 MΩ, 约 0.125Ω 步进, 初始精度±(0.05%+0.13Ω), 1~2W 额定功率, USB + ISO RS-485 通讯端口
	RM550-M3-R04	0.7 Ω ~320 kΩ, 约 0.04 Ω 步进, 初始精度±(0.05%+0.13Ω), 1~2W 额定功率, USB + ISO RS-485 通讯端口
	RM550-3K-R02	0.5 Ω ~3 kΩ, 约 0.02 Ω 步进, 初始精度±(0.05%+0.13Ω), 1~2W 额定功率, USB + ISO RS-485 通讯端口
改装项	RM550-HOUSING	标准版加装金属外壳 (含 DIN35 安装夹)
	RM550-PORT-RS232	标准版改为 USB + ISO RS-232 通讯端口
	RM550-PWR-2-4W	标准版改为 2~4W 额定功率

- 1 不同量程精度定义可能不同, 详见下文“初始精度”。
- 2 精确的输出范围因机而异、因批次而异。一般来说, 同一批次最大输出的差异在上述表格给定值的 1%以内, 最小输出值大约在 1.0 Ω 左右。

术语及定义

T_{cat}	模块校准时模块内部温度, 以板载温度传感器读数为准, 一般在 23~25°C 之间
校准环境	环境温度波动范围 T _{cat} ±1°C, 环境相对湿度 75%R.H, 供电电压 5VDC, 电源纹波 V _{pp} 约 15mV, 二线法测量原装接线端子引出的短线两端的电阻 (短线电阻<10mΩ)
精度 (R.D)	示值精度, 为返回值 (示值) 与实测值对比的误差+参考表自身的不确定度。每一点采样 10s 取平均值。
初始精度	指不考虑继电器触点磨损和基电阻的长期老化因素、输出电阻低负载功率 (<0.05 W) 条件下测得、出厂时的示值精度
SP	SetPoint, 用户设定值
PV	Process Value, 模块输出过程值, 通讯返回值或示值。在输出范围内, 通常与对应 SP 有 1 个步进内的误差
ΔT	模块内置传感器温度与 T _{cat} 的差值
R.H	相对湿度

规格书

主要参数	规格		备注
输出			
初始精度	误差	误差 1@T _{cat} ±10 °C (T _{cat} 一般为 23°C)	误差 2@全工作温域
	输出范围	±(0.05%+ r ₀)*	±(0.1%+ r ₀)*
	0.7 Ω ~ 1.2 MΩ	±0.5%	±1%
	1.2MΩ ~10MΩ		
	*当步进值>0.13Ω 时, r ₀ 取值为一个步进; 当步进值<0.13Ω 时, r ₀ 取值为 0.13Ω		精度定义条件: 1. 在继电器开关 100k 次以内, 输出电阻低负载功率 (<0.1 W) 条件下。 2. 精度定义同时适用于设定值 (量程范围内) 和返回值。一般情况下, 小阻值以返回值计算精度更高。
全寿命精度 (估算)	初始精度±0.5Ω@全输出范围		不考虑基电阻老化等因素
步进分辨率	>0.02Ω, 详见订货码		
设定值 SP 与示值 PV 差值	< 1 个步进分辨率		
额定功率	标准版 1.0~2.0 W (最高 100 Vdc), 因输出阻值而异; 可定制 2~4W 版本 (最高 100 Vdc)。		详见通讯端口返回数据
短路和断路输出	支持 (短路电阻典型值<0.1Ω, 最大短路电路 2A)		
继电器类型	电磁继电器		
继电器可靠性	切换电压 30VDC@1A: 大于 5 × 10 ⁵ 次 切换电压 100VDC@0.1A: 大于 2 × 10 ⁶ 次		
继电器组切换时间	< 7 ms		不考虑继电器触点震荡
继电器组切换模式	顺滑模式, 切换过程中电阻输出不会出现开路或短路		
最大操作频率	1Hz (间隔 1s 设置新值)		输出电阻额定功率使用条件下
极限最大操作频率	5Hz (间隔 0.2s 设置新值)		输出电阻微小功率使用条件下
输出端子	按压式快接端子, 两线		
通讯接口			
供电电源	5V±0.25V, 0.5A min.		
极限供电电压	5.5V		
最大峰值电流	<500mA@5V 供电, 持续 7ms		
最大保持电流	约 350mA@5V 供电		输出最小值时测得
供电端口	USB type-B (次优先级供电) 或插拔端子 (主优先级供电)		
通讯接口类型	USB 转串口, 以及隔离型 RS-485 或隔离型 RS-232		
USB-COM 驱动芯片	WCH CH340		
RS-485 最大节点数	64 节点(硬件版本 v0.4)、247 节点 (硬件版本 v1.1+)		
默认波特率及配置	115,200 bps, 数据位 8, 校验位 None, 停止位 1		

规格书 (续)

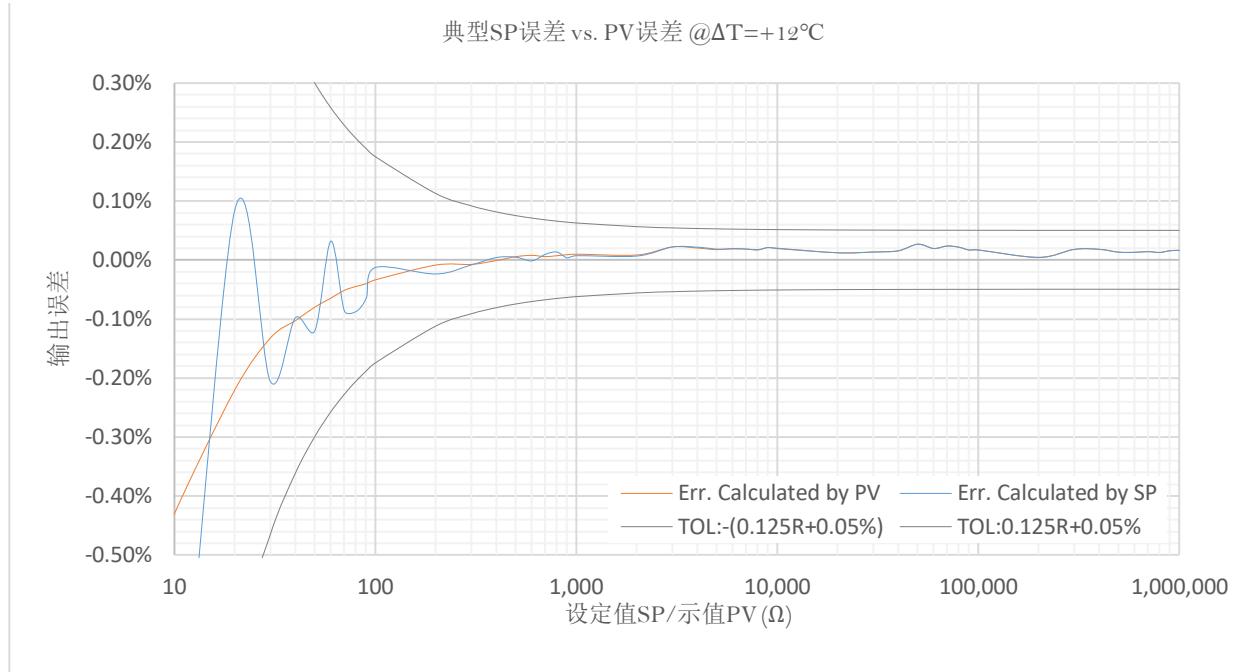
用户自定义波特率范围	9600~115200 bps (固件版本 v0.56+)	
通讯协议	Modbus RTU (固件版本 v0.80+) 私有 AT 指令集 (详见下文)	
附加功能		
环境温度测量	支持, 典型准确度 $\pm 2^{\circ}\text{C}$	
OLED 显示	支持。 主要显示模块信息、设定值(SP)、输出值(PV)、 输出两端允许的最高电压(U<)、环境温度和校准源等。	开机显示信息: S/N, 型号, 用户自定义 S/N (US/N), 默认波特率, FW 版本, 量程等
量程或额定功率定制	支持 (非标配)。 可定制最大额定功率 4W。 可定制最大输出范围 $0.7\Omega\text{-}20\text{M}\Omega$ ($>1.2\text{M}\Omega$ 精度约 0.5%-1%)。	
一般规格		
使用环境温度	0 °C to 50 °C	
相对湿度	至 90 % 非凝露	
存储温度	-20 °C 至 75 °C	
尺寸	PCBA: 7.5 (长) × 13.2 (宽) × 1.7 (厚) cm 金属外壳 (含 DIN35 安装夹): 8.2 (长) × 14.0 (宽) × 3.3 (厚) cm	
重量	PVBA: 约 75 g PCBA+外壳: 约 330g PCBA+外壳+DIN35 安装夹: 约 350g	
配件	金属外壳 (含 DIN35 安装夹, 选配)	
质保	1 年	

典型特性

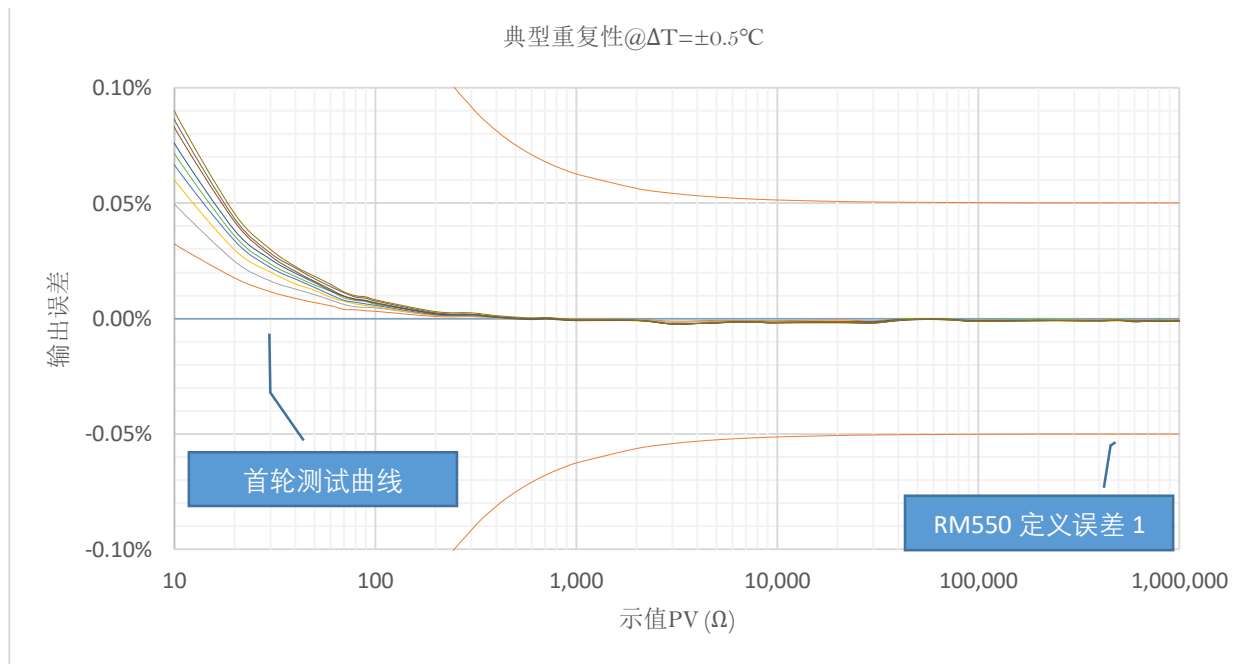
除非另有说明，所有测试基于样品在室温下测试数据，表中精度是指以参考表读数为准的相对精度。

所用参考表的精度在 $1\text{M}\Omega$ 量程以内优于 $\pm 0.01\%$ ，推算绝对精度时应考虑该参考表的不确定度。

定义: $\Delta T = \text{测试时的环境温度} - \text{校准时环境温度}$

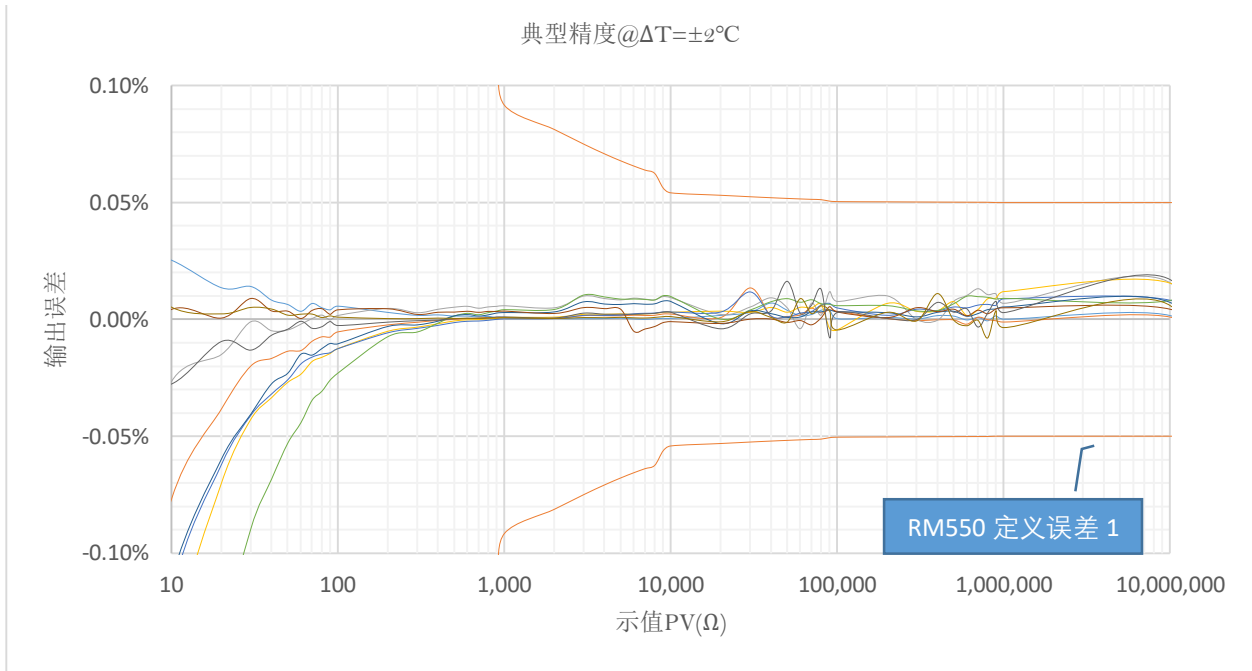


上图：基于 SP (Setpoint, 设定值) 和基于 PV (Process Value, 返回值/示值) 与参考表测量值分别计算输出误差。输出低于 $1\text{k}\Omega$ ，整体而言 PV 更接近实际输出电阻的阻值； $1\text{k}\Omega$ 以上可忽略二者差异。

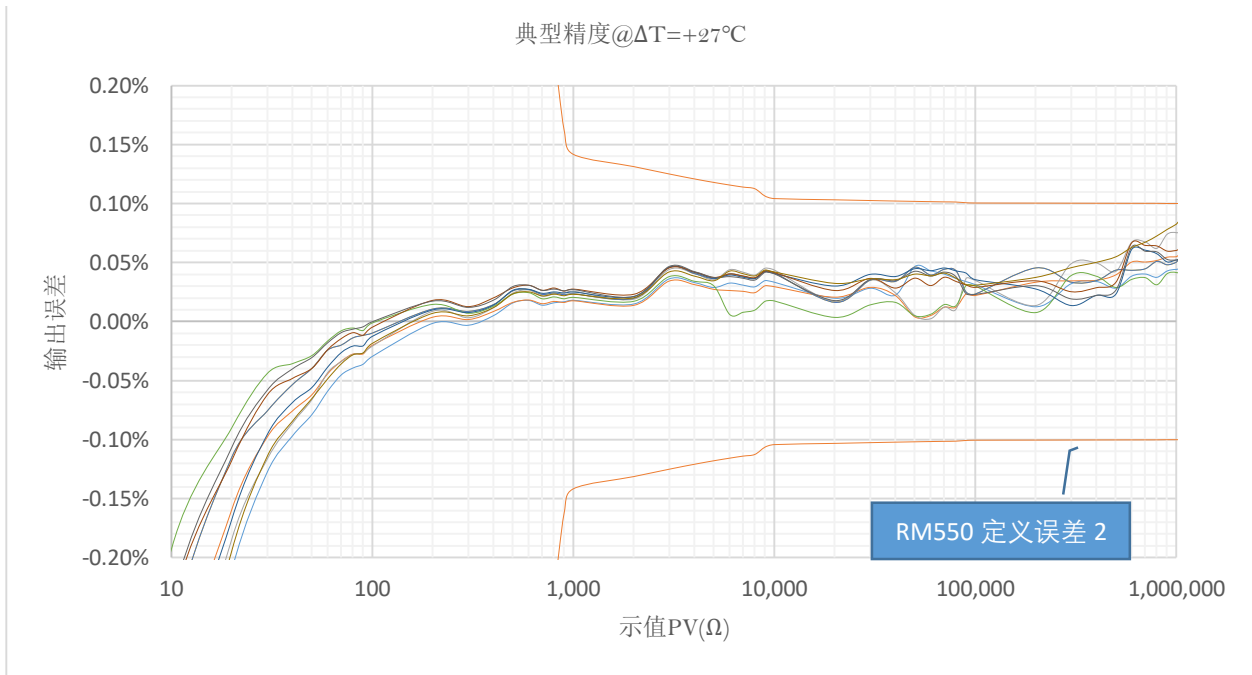


上图：重复性是基于同一样品在恒温箱（温度波动范围 $T_{cal} \pm 0.5^\circ\text{C}$ ）连续测试 10 轮的结果。为更直观展示重复性，上图做了归一化处理，各误差曲线均为与首轮测试结果对比的相对误差。

典型特性(续)

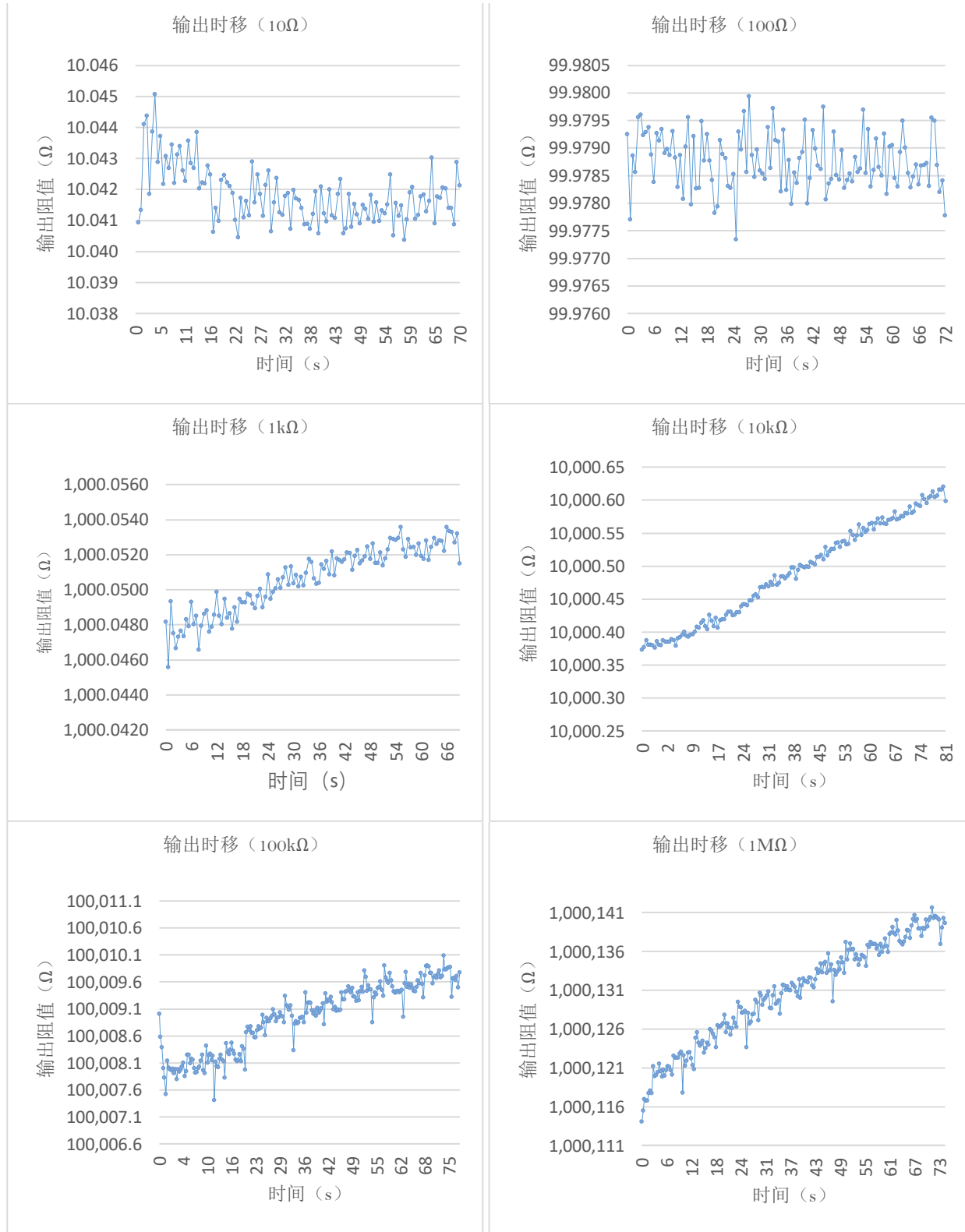


上图：精度是基于 10 个样品在恒温箱内（温度变化区间： $T_{\text{cat}} - 2^\circ\text{C} \sim T_{\text{cat}} + 2^\circ\text{C}$ ）测试的结果汇总



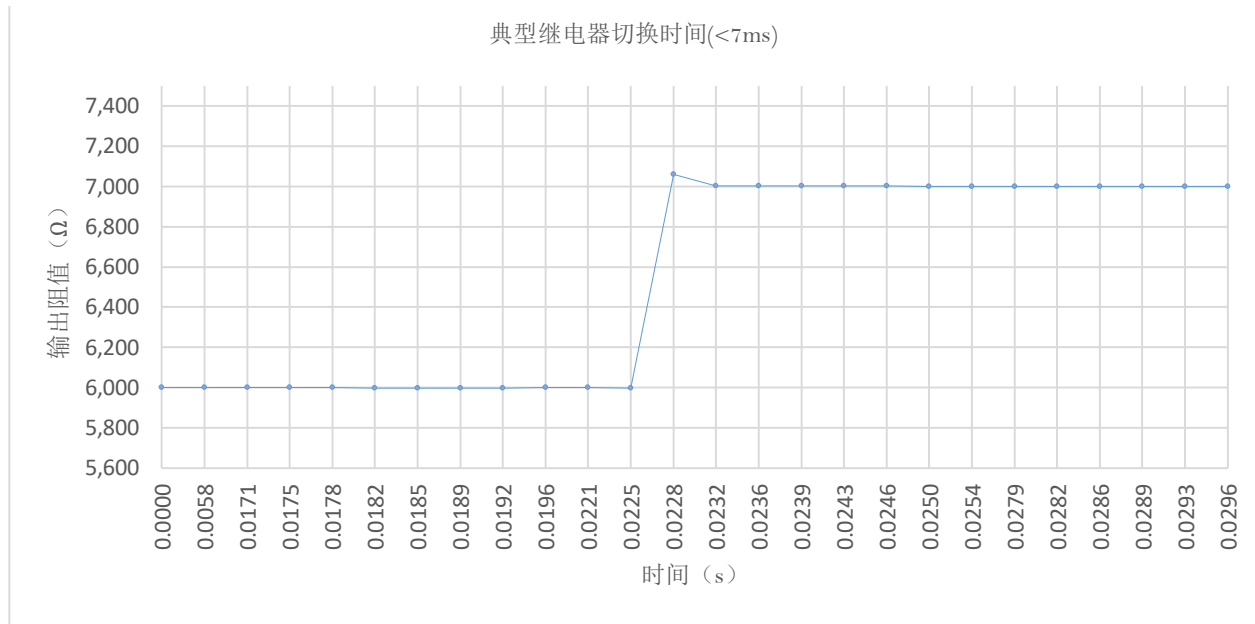
上图：精度是基于 10 个样品在 $T_{\text{cat}} + 27^\circ\text{C}$ (50°C) 条件下测试的结果汇总

典型特性(续)

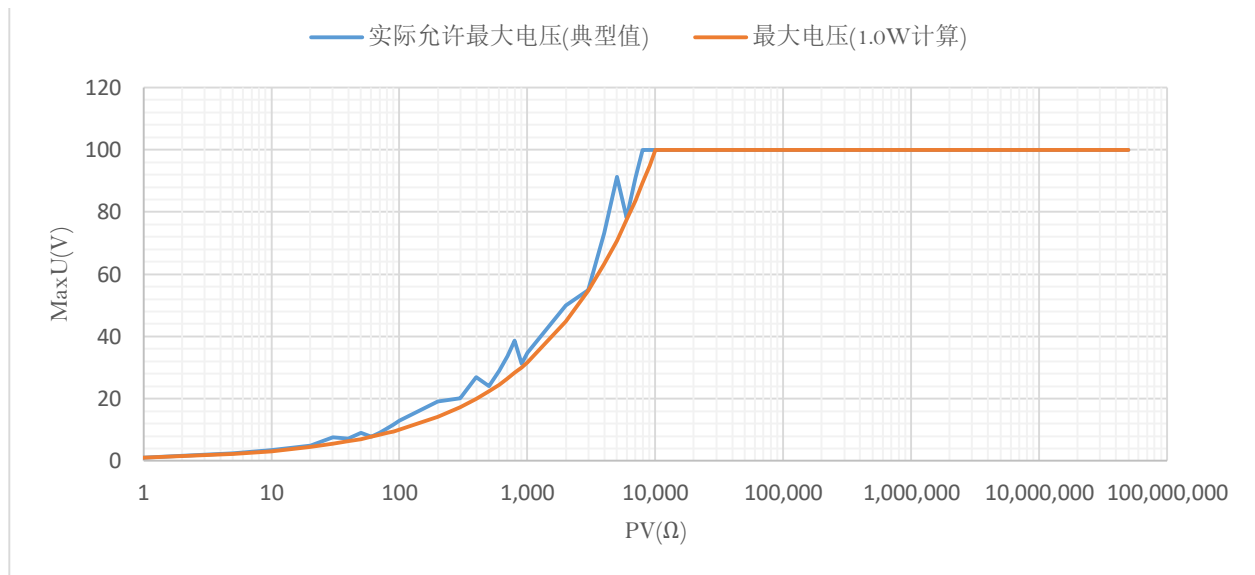


典型特性(续)

以上各图：由于受继电器线圈温升、继电器触点 EMF、寄生电容/电感、测量仪器或测量方法等因素的影响，通常输出电阻测量值需要经过一段时间才能稳定下来，这个过程可能持续数秒乃至数分钟。在高精度或长时间保持固定值应用中或许应该考虑到这一点（更高标准的应用推荐 BMR-L 系列）。测试方法是在输出新值的第一瞬间（t=0）开始测量，并记录约 1min 左右的测量数据。

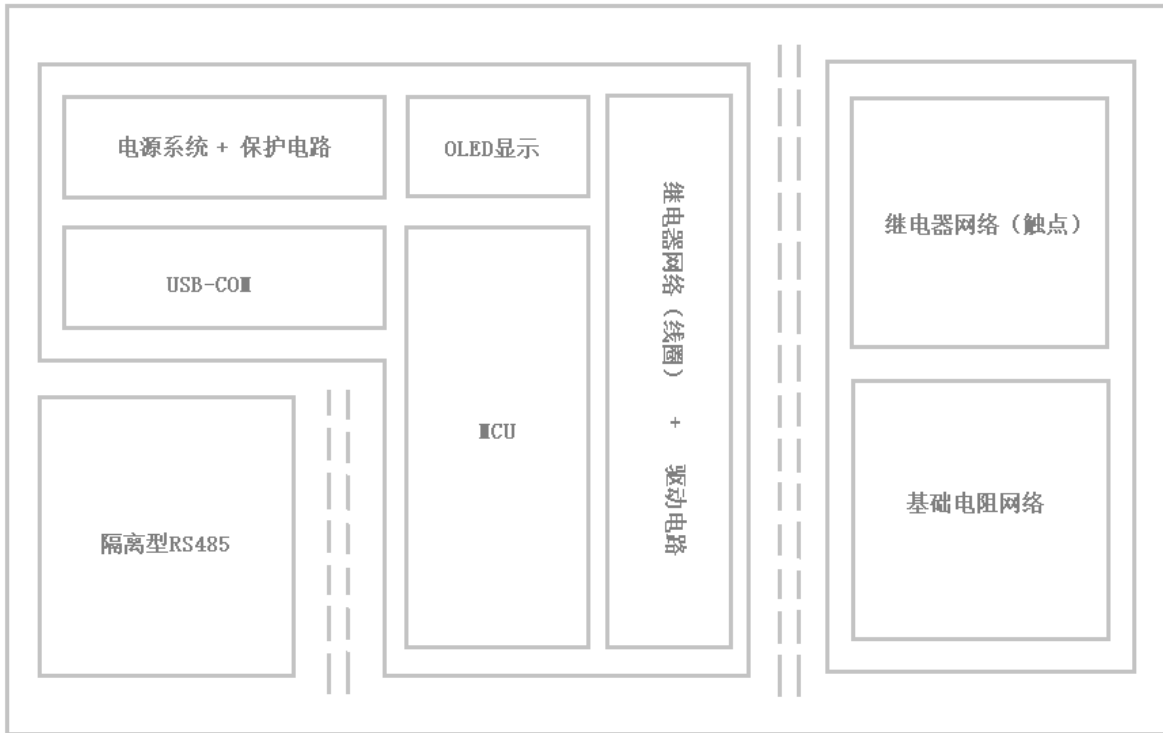


上图：继电器组切换时间抽取 6kΩ 切换至 7kΩ 这一上升沿进行量测，代表典型的切换过程。



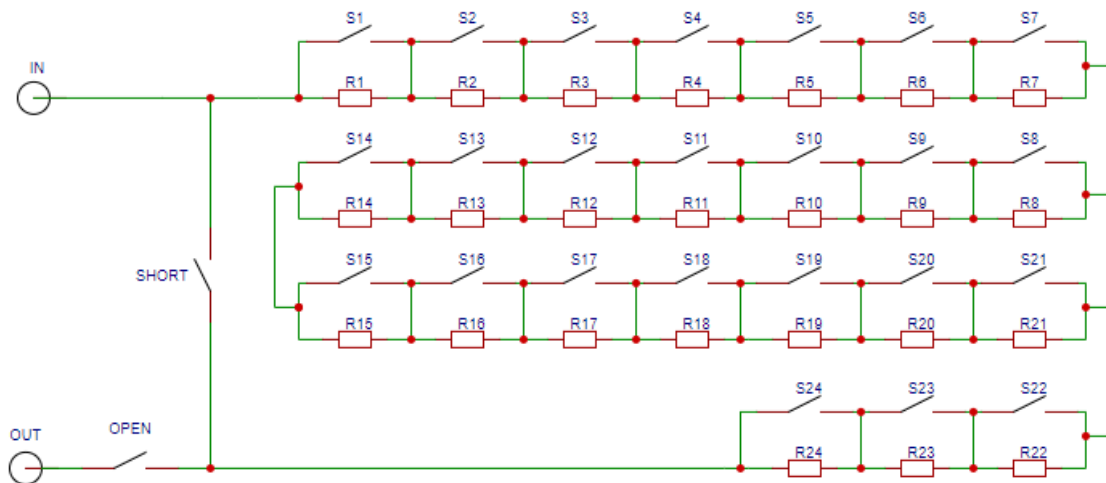
上图：RM550 标准版基础电阻的额定功率是 1.0W，而实际上对于绝大多数的输出值（PV），其额定功率通常在 1W 至 2W 之间。用户可根据串口实际返回的 MaxU 来使用；简化起见，也可一律按照 1W 根据公式 $MaxU = \sqrt{PV \cdot 1}$ 计算出的额定电压来处理。需要注意的是，输出电阻两端最大施加电压不能超过 100V。

模块系统框图

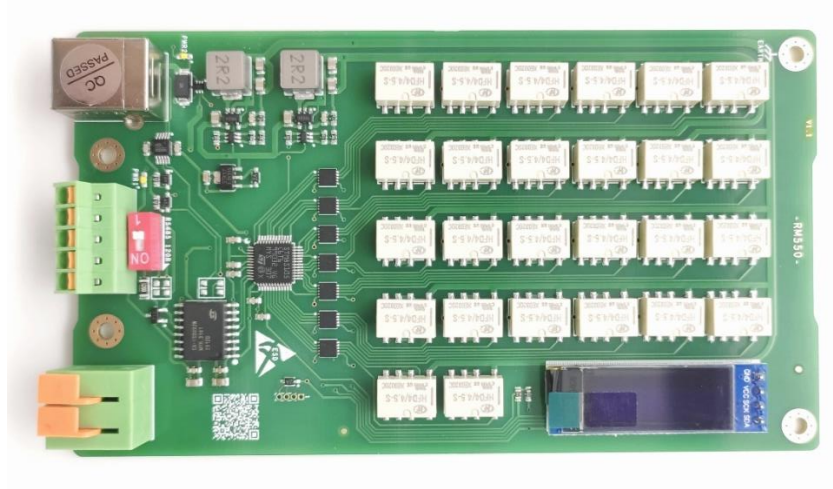


上图：RM550 模块系统框图

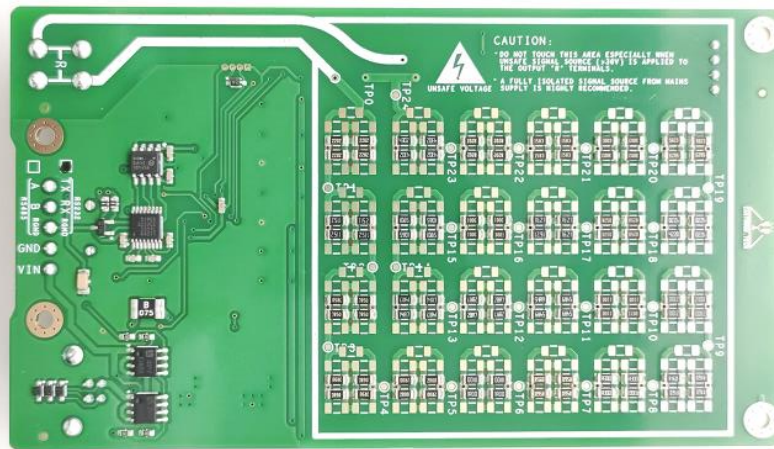
工作原理



上图：继电器-基础电阻阵列以及输出短路、断路原理图（注：未通电状态下以及刚上电后，图中所有开关均为开启状态）



上图：模块 TOP 视图 (HW v1.1)



上图：模块 BOT 视图 (HW v1.1, 上图为 RS-232 接口)

其中信号电源接线端子 (中, 5PIN) 的引脚信号分配为 (以方框记号标记区分 RS-485/RS-232) :

信号定义	功能
A/Tx	RS-485 差分信号 A / RS-232 TXD
B/Rx	RS-485 差分信号 B / RS-232 RXD
RGND	RS-485 保留地 (可选接) / RS-232 GND (必接)
GND	模块供电 (负)
VIN	模块 5VDC 供电 (正) , 最大请勿超过 5.5V

BOT 面标记“-R-”的端子为电阻输出快接端子。USB 端口可直接连接电脑，上位机软件通过映射的 COM 口发送指令控制。

端口信号分配（金属外壳）



上图：外壳接线端子（以记号标记区分 RS-485/232 版本，图中为 RS-485 版本）

信号定义	功能
Tx/A	RS-485 差分信号 A / RS-232 TXD
Rx/B	RS-485 差分信号 B / RS-232 RXD
RG	RS-485 保留地（可选接） / RS-232 GND（必接）
GND	模块供电（负）
+5V	模块 5VDC 供电（正），最大请勿超过 5.5V



上图：外壳背部

外壳背部可选装 DIN35 导轨安装夹具。此外，外壳留有接地螺丝，必须在 >36V 或输出 >100kΩ 应用时正确接地。

使用须知



防静电措施

本产品可能以 PCBA 模组形式提供给用户，尽管在设计中各主要接口增加了 ESD 防护，然而用户在安装、调试、测试过程中需做好静电防护，以防静电损伤或损坏元器件。



防触电!

由于本产品输出电阻最高支持 100V DC/AC 的电压，PCBA 在高压使用时务必做好防护，禁止触碰电路板（特别是电阻继电器区域裸露的针脚）避免人员或设备受损。带金属外壳时，请将接地螺孔正确接地。

使用环境温度和湿度

请在推荐使用环境范围内使用。过高温度可能导致本模块工作异常或损坏，以及导致输出电阻额定功率的下降；高湿度或凝露可能影响输出电阻（特别是 1MΩ 以上）的准确度以及缩短继电器的使用寿命。

安装

PCBA 产品请勿直接将其背面（基础电阻所在面）直接放置在桌面上调试或测试，这样可能造成高阻值测量异常。推荐选配金属外壳使用。

按压式输出端子用于电阻输出，请使用合适的线径（22 - 14 AWG）。过粗或过细的导线均会造成接触不良。

供电

使用 USB 2.0 及以上的标准 USB 端口即可为本产品供电（以及串口通讯），本产品在继电器切换时需要峰值电流不超过 500mA（最长持续 7ms），可放心使用标准 USB 端口为本模块供电。

此外，通过中间的接线端子也可以为线路板供电，并且是作为高优先级（USB 电源此时被切断，但是 USB 端口仍然可以作为通讯接口使用）。推荐 5.0V 作为供电输入，在高温环境中使用可适当提高供电电压，但最大不得超过 5.5V，否则电路板芯片可能被损坏（硬件版本 2.0 以上已增加防护，12V 供电仍可正常通讯，然而兼容起见请使用 5V 供电）。

请使用低纹波电源为本产品供电。

测试

上电后，固件 v0.79 以下需要等待 OLED 进入主界面才可正常发送控制指令；固件 v0.80+ 可以在开机画面阶段发送任何指令打断 OLED 显示，提前进入工作状态。对用户来说，不能在同一时刻使用 USB-COM 接口和 RS-485 发送指令，否则会造成模块接收信息混乱。

模块电阻输出默认是断路状态（Normal Open），固件 v0.79 以下需要每次上电后需要发送指令来闭合干路 OPEN 继电器。闭合该继电器后，电阻默认输出最大值；固件 v0.80+ 上电后可以直接通过指令“AT+RES.SP=<阻值>”来设置电阻输出数值，不需要用户执行闭合干路继电器的操作，如需设置开路或短路，可以直接发送指令“AT+RES.SP=OPEN”或“AT+RES.SP=SHORT”（新增的 Modbus RTU 协议同样有类似功能，详见下文）。

RM550 在使用过程中继电器线圈会发热，最坏情况下引起周围环境约 6°C 的温升，不过温升所引起的阻值变化已包含规格书给定的精度指标中。

组网

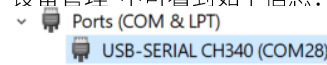
使用 USB 集线器（USB HUB）可以通过电脑同时控制多个模块（不同模块映射在电脑上是不同的 COM 口）。

如需通过串口进行更远距离的通讯，隔离型 RS-485 为多模块组网提供了可能和便利（HW v1.1 版本以上最大支持 256 个节点挂在同一条 RS-485 总线上）。本模块固件版本 v0.80+ 及以上支持 Modbus RTU 标准协议，用户可直接使用 PLC 等系统组网控制。同时，本模块的 AT 指令集，允许主机与总线上的任一模块单独通讯。

AT 指令集

用户可通过串口控制软件在 PC 端控制设备的输出、执行用户校准以及查看设备信息等内容。

RS-485 与 USB-COM 口共享同一指令集和通讯协议配置。

通讯环境配置		
驱动芯片	WCH CH340	WIN 驱动链接 MAC 驱动链接
驱动安装方法	使用 USB type-C 数据线连接本模块与电脑。电脑自行搜索安装驱动或手动安装驱动。	如正确安装，在 Windows 系统“设备管理”中可看到如下信息： 
默认波特率及配置	115,200 bps, 数据位 8, 校验位 None, 停止位 1	
指令结束符	\r(CR) 或 \n(LF)或字符'/' 或字符\'	注意：每条指令末尾需加入指令结束符才算一条完整的指令。

AT 指令集扩展

RM550 支持自定义的“AT+XXX@<S/N>”型指令。如果<S/N>与模块本身的序列号相符，则执行指令并应答；否则忽略该指令。该类指令适用于组网应用。

RM550 同时也兼容不含“@<S/N>”的指令，并对这些指令“总是执行并应答”。该类指令简化了长度，适用于模块单独控制（组网时所有模块均执行，但是主机收到的返回数据会乱码）。详见下文使用示例。

固件 v0.57 以上允许用户自定义 S/N (User S/N, 即 US/N)来取代默认的 S/N 进行组网控制，固件 v0.80+增加了关于 Modbus RTU 配置的查询指令，方便用户调试。详见下文指令列表。

AT 指令集列表

序号	功能描述	指令 (每条指令末尾需加入指令结束符)	缺省单位	示例/备注
① 基础指令				
1	干路 OPEN 继电器闭合 (不推荐固件 v0.80+使用)	AT+RES.CONNECT		TX: AT+RES.CONNECT\ RX: +OK. 注: OPEN 继电器为常开 (Normal Open)，因此需要在每次上电后将之闭合才能正常输出电阻
2	干路 OPEN 继电器断开 (不推荐固件 v0.80+使用)	AT+RES.DISCONNECT		TX: AT+RES.DISCONNECT\ RX: +OK. 注: 该指令实现输出电阻开路
3	干路 SHORT 继电器闭合 (不推荐固件 v0.80+使用)	AT+RES.SHORT		TX: AT+RES.SHORT\ RX: +OK. 注: 该指令仅仅将 SHORT 继电器闭合。要实现输出电阻短路，必须将 OPEN 继电器也闭合
4	干路 SHORT 继电器断开 (不推荐固件 v0.80+使用)	AT+RES.UNSHORTEN 或 AT+RES.DESHORT (固件 v0.80+)		TX: AT+RES.UNSHORTEN\ RX: +OK. 注: 该指令将 SHORT 继电器断开，恢复常态 NO

5	查询 SP	AT+RES.SP?	Ω	TX: AT+RES.SP?/ RX: +RES.SP=100.000
6	设置 SP (固件 v0.80+增加开路和 短路设置)	AT+RES.SP=<float string> 或 设置开路: AT+RES.SP=OPEN 设置短路: AT+RES.SP=SHORT	Ω	TX: AT+RES.SP=100/ RX: +OK. +SP(R)=100.000 +PV(R)=100.200 +UMax(V)=12.9 +RLimit(R)=0.0 +TAmb(C)=27.84
7	设置 SP (递增)	AT+RES.SP+=<float string>	Ω	TX: AT+RES.SP+=100/ RX: +OK. +SP(R)=200.000 +PV(R)=200.200 +UMax(V)=19.2 +RLimit(R)=0.0 +TAmb(C)=28.04
8	设置 SP (递减)	AT+RES.SP-=<float string>	Ω	
9	查询最小输出限制值	AT+RES.RLIMIT?	Ω	TX: AT+RES.RLIMIT?/ RX: +RES.RLIMIT=0.0
10	设置最小输出限制值	AT+RES.RLIMIT=<float string>	Ω	TX: AT+RES.RLIMIT=500/ RX: +OK. +CalSrc=F +SP(R)=200.000 +PV(R)=500.200 +UMax(V)=24.1 +RLimit(R)=500.0 +TAmb(C)=28.04 注: 上述指令将最小输出 RLIMIT 设置为 500。此时尽管 SP=200, 但是 PV 此时跟随 RLIMIT。
11	获取环境温度	AT+RES.T_AMBIENT?		
12	获取输出电阻详细信息	AT+RES.INFO?		TX: AT+RES.INFO?/ RX: +RES.INFO: .SP(R)=200.000 .PV(R)=500.200 .UMax(V)=24.1 .RLimit(R)=500.0 .TAmb(C)=28.5 .TCal(C)=20.4
① 模块信息查询				
13	查询继电器使用次数	AT+DEV.RL_CNT?		TX: AT+DEV.RL_CNT?/ RX: +DEV.RL_CNT=100
14	查询错误代码	AT+DEV.ERRCODE?		TX: AT+DEV.ERRCODE?/ RX: +DEV.ERRCODE=<null>

15	查询模块综合信息	AT+DEV.INFO?		TX: AT+DEV.INFO?/ RX: +DEV.INFO: .SN=00000003 .USN(EN=0)=00000001 .TYPE=RM550-1M2-R1 .PRDSTEP=CHECK .FW=0.8 .HW=0.4H .TCR(ppm)=25 .PWR(W)=1.0 .MAXU(V)=100.0 .PROD=20231101 .RL_CNT=167 .ERRCODE=<null>
16	查询 Modbus RTU 配置 (FW v0.80+)	AT+DEV.MODBUS.INFO?		TX: AT+DEV.MODBUS.INFO?/ RX: +MODBUS.INFO: .SlaveAddr = 1 .baud(bps) = 115200 .FFC = 0: 8,N,1 .delay(ms) = 0 .muteSP = OFF
②用户自定义配置 (FW v0.57+新增)				
16	设置通讯波特率	AT+DEV.BAUDRATE=<string>		TX: AT+DEV.BAUDRATE=9600/ RX: +ok 设置后立即生效。 注意波特率范围为: 9600~115200 之间 (9600, 14400, 19200, 38400, 43000, 57600, 76800 和 115200 其中的一种)。另外开机时可从 OLED 显示屏上读取当前设备波特率。
18	设置用户自定义 S/N (US/N)	AT+DEV.USN=<string>		TX: AT+DEV.USN=00000001/ RX: +ok 注意字符串长度必须为 8 位, 不可缺省。
19	允许使用 US/N 组网通讯	AT+DEV.USN.EN=1		该指令使 US/N 取代 S/N 作为组网通讯的 ID
20	恢复使用默认 S/N 组网通讯	AT+DEV.USN.EN=0		该指令使 S/N 恢复作为组网通讯的 ID

保持寄存器					
可用功能码: 0x03(读寄存器)/0x06(写单寄存器)/0x10(写多寄存器); 字节顺序: ABCD					
偏移地址	寄存器定义	类型	长度	合法数值及默认值	单位
0	设定值, SP	float	2	IEEE 754 浮点数, 0x7F800000 (开路值) 0xFFFF0000 (短路值) 默认值 (上电后): 开路值	Ω
1					
2	输出下限值 (最小输出限制值)	float	2	IEEE 754 浮点数, 默认值: 0.0	Ω
3					
4	串口波特率	long	2	9600,14400,19200,38400, 43000,57600,76800,115200 默认值: 115200	bps
5					
6	从机地址	int	1	1-247 默认值: 1	
7	从机回复延时*	int	1	0-1000 默认值: 0	ms
8	串口帧格式代码	int	1	0-5: 8N1,8E1,8O1,8N2,8E2,8O2 默认值: 0 (8N1)	

*从机回复延时功能: 防止从机回复过快。设计初衷是: 1.适配速度较慢主机 2. 允许主机向更多从机连续发送指令, 防止从机过快回复造成总线数据干扰

除 SP 外, 其他保持寄存器在更改后掉电保存。注意, 写寄存器时, 必须单次覆盖该寄存器全部的地址。

若忘记 Modbus 配置信息, 可借助 AT 指令“[AT+DEV.MOVBUS.INFO?](#)”快速查询。

示例(以默认从机地址为例, 十六进制发送):

- 读设定值 **SP**:
01 03 00 00 00 02 C4 0B
- 设置输出 **12.345Ω (SP = 12.345Ω)** :
01 10 00 00 00 02 04 41 45 85 1F D5 1E
- 设置输出 **OPEN (SP = OPEN)** :
01 10 00 00 00 02 04 7F 80 00 00 EB 93

注意, 0x7F800000 (OPEN 定义值) 非 IEEE 754 浮点数, 需要当作 long 长整型类型来发送。SHORT 定义值 0xFFFF0000 同理。

输入寄存器					
可用功能码：0x04(读输入寄存器)；字节顺序：ABCD					
偏移地址	寄存器定义	类型	长度	合法数值及默认值	单位
0	示值, PV	float	2	IEEE 754 浮点数, 0x7F800000 (开路值) 0xFFFF0000 (短路值) 默认值 (上电后) : 开路值	Ω
1					
2	输出电阻额定电压	float	2	IEEE 754 浮点数	V
3					
4	设备内部温度	float	2	IEEE 754 浮点数	°C
5					

示例(以默认从机地址为例, 十六进制发送):

- 读示值 **PV**:
01 04 00 00 00 02 71 CB
- 读**设备内部温度**:
01 04 00 04 00 02 30 0A
- 读所有输入寄存器:
01 04 00 00 00 06 70 08

线圈					
可用功能码：0x01(读线圈)/0x05(写单线圈)					
偏移地址	线圈定义	类型	合法数值及默认值	说明	
0	恢复出厂设置	boolean	ON (读写), OFF (只读) 默认值: OFF	设置“ON”成功后, 涉及串口配置的保持寄存器全部恢复默认值, 随后自动将本线圈置“OFF”	
1	SP Mute*	boolean	ON, OFF 默认值: OFF	设置“ON”成功后, 发送设置 SP 的 Modbus 设置指令从机将不再回复任何数据。该设置掉电后不保存。	

*SP Mute 功能设计初衷是: 单通道需要以最快速度 (例如<100ms) 连续切换阻值, 或多通道电阻需要以最快速度扫描 (主机连续发送指令扫描), 此时禁止 SP 在设置后回复可防止从机回复数据干扰总线, 从而缩短主机指令间隔。用户可随后通过查询 PV 值或直接通过输出电阻判断是否设置成功。

示例(以默认从机地址为例, 十六进制发送)

- **SP Mute = ON**:
01 05 00 01 FF 00 DD FA

AT 指令集使用示例

示例 1 (普通操作, 输出阻值)

步骤 1: 固件 V0.79 及以下, 上电后需首先发送 AT+RES.CONNECT\r\n 闭合干路 OPEN 继电器。

固件 V0.80 及以上版本可省略此步骤。

步骤 2: 发送 AT+RES.SP=123.4\r\n 将输出设置为 123.4Ω

示例 2 (模拟开路 and 短路)

固件 v0.79 及以下版本 (不推荐固件 v0.80+使用) :

步骤 1: 上电后发送 AT+RES.SP=\r\n 闭合干路 OPEN 继电器

步骤 2: 发送 AT+RES.SHORT\r\n 闭合 SHORT 继电器, 此时输出短路

步骤 3: 发送 AT+RES.DISCONNECT\r\n 复位干路 OPEN 继电器, 此时输出开路

固件 v0.80 及以上版本:

步骤 1: 上电后直接发送 AT+RES.SP=SHORT\r\n 输出短路

步骤 2: 上电后直接发送 AT+RES.SP=OPEN\r\n 输出开路

示例 3 (使用 S/N 作为 ID 进行 RS-485 组网)

步骤 1: 将主机、从机#0000001 和从机#0000002 通过 RS485 总线组网连接好 (各模块差分线 A 互联, 差分线 B 互联, 根据需要通过板载拨码开关使能从机差分信号 AB 之间 120Ω 匹配电阻)

步骤 2: 主机发送 AT+RES.CONNECT\r\n 闭合所有从机的干路 OPEN 继电器, 所有从机应答 (不过由于从机应答时序不可能完全一致, 主机收到的数据大概率会乱码)

步骤 3: 主机发送 AT+RES.SP=123@00000001\r\n 将从机#0000001 输出设置为 123Ω, 只有从机#0000001 应答

步骤 4: 主机发送 AT+RES.SP=456@00000002\r\n 将从机#0000002 输出设置为 456Ω, 只有从机#0000002 应答

示例 4 (使用 US/N 作为 ID 进行 RS-485 组网)

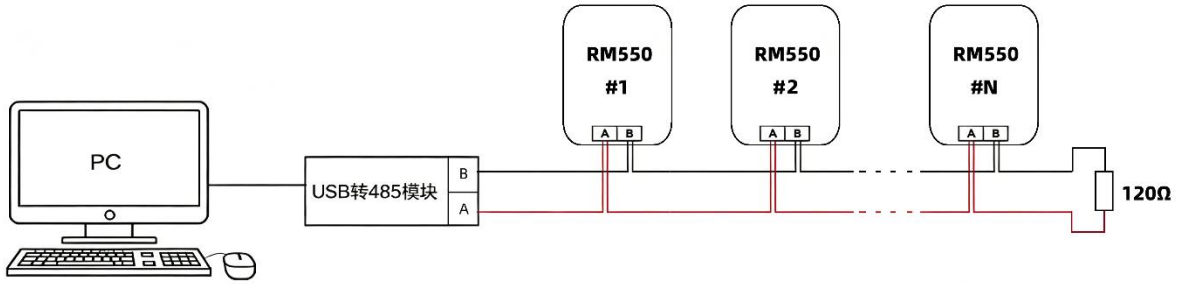
步骤 1: 单独连接从机 1, 发送 AT+DEV.USN=12345678\将其 US/N 设置为 12345678; 发送 AT+DEV.USN.EN=1\ 使 US/N 取代该从机出厂时默认的 S/N。

步骤 2: 单独连接从机 2, 发送 AT+DEV.USN=87654321\将其 US/N 设置为 87654321; 发送 AT+DEV.USN.EN=1\ 使 US/N 取代该从机出厂时默认的 S/N。

步骤 3: 参考示例 3, 使用新的 US/N (12345678 和 8765432) 进行组网通讯单独控制。

示例 5 (Python 控制示例)

```
import serial, time
ser = serial.Serial('COM6',115200,timeout=1,parity=serial.PARITY_NONE)
#定义要打开的串口号、波特率、停止位、校验位, 需要在设备管理器中查看弹出的串口号, 必须保持一致
ser.write(b'AT+RES.CONNECT\')
#闭合干路继电器
time.sleep(1)
#延时 1s 等待继电器响应
ser.write(b'AT+RES.SP=10\')
#写入 AT 指令 (说明书里有规范的格式), 这里是将电阻值设为 10
time.sleep(1)
#延时 1s 等待继电器响应
response=ser.readall().decode()
print(response)
ser.close() #关闭串口
```



PCBA 外形尺寸及 M3 安装孔位置



Eastwood Instruments

- 略胜一筹.

更多信息: www.eastwood.tech

©2026 Eastwood Instruments (Huizhou) Ltd.

文档如有变更, 恕不另行通知.

本文档由 Channing Chang 编写和发布

未经书面许可, 禁止修改本文档.