

MT 5V15 通讯磁编码器

产品说明书

Version: 1V0 | Ø35.97mm / DC 4~6V / 16bit分辨率 / 多摩川 & Modbus协议 / RS485通讯

1 简介

1.1 产品概述

MT 5V15 是一款基于磁电传感技术的高精度绝对值编码器，通过RS485总线差分方式输出位置数据。

支持多摩川通讯协议和Modbus RTU协议，可广泛应用于伺服电机反馈、关节机器人、自动化定位设备、精密仪器角度测量等领域。

1.2 产品特性

紧凑型设计，直径35.97mm，厚度7.46mm

16位有效(65536) · 16位格式输出

支持安装后自校准，可将角度误差提升至典型 $\pm 0.07^\circ$

支持多摩川通讯协议，兼容主流伺服驱动器

支持Modbus RTU协议，便于工业控制集成

RS485半双工通讯，支持多设备总线并联

支持通过Modbus读写配置参数(站号、波特率、零位偏移等)

板载LED状态指示灯

支持零点设置及参数掉电保存

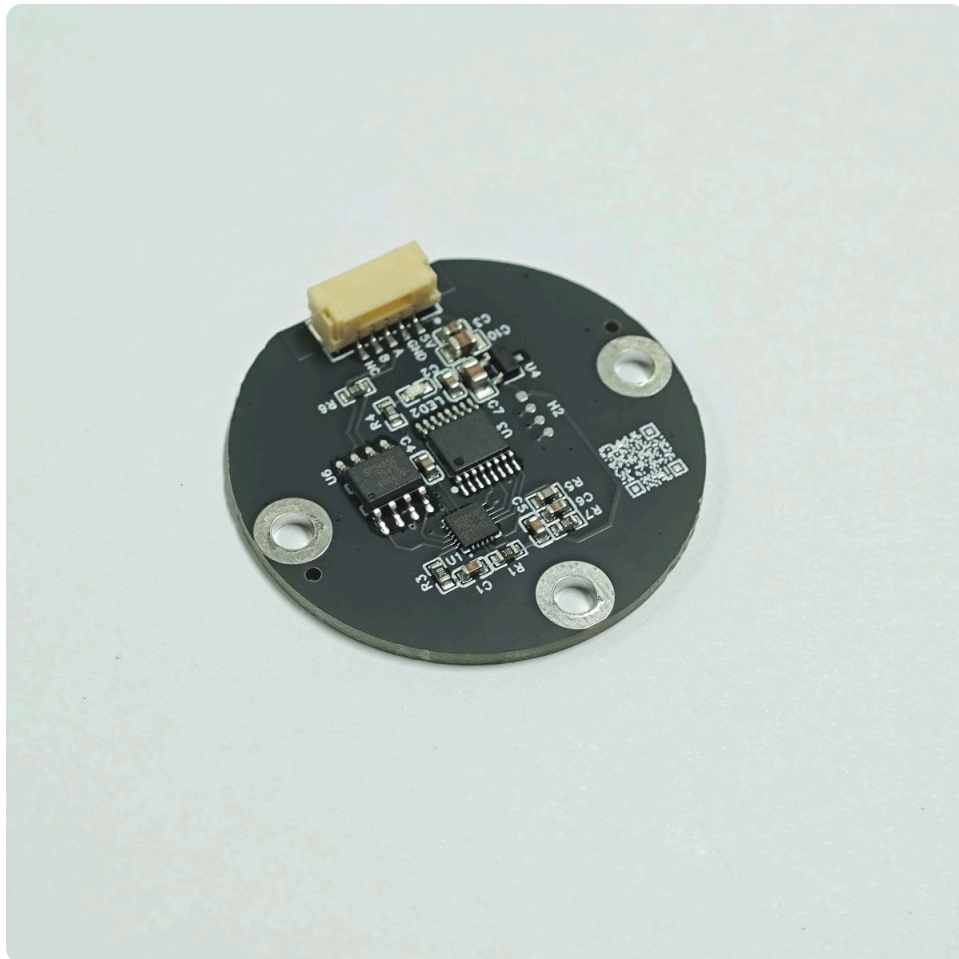
宽温工作范围 $-40^\circ\text{C} \sim +105^\circ\text{C}$

参数	说明
产品系列	MT 5V15 通讯磁编码器
通讯接口	RS485 半双工
通讯协议	多摩川协议 / Modbus RTU 根据型号选择
传输速率	RS485: 2.5Mbps (多摩川) / 9600bps~2.5Mbps (Modbus, 默认38400)
接口响应时间	5 μ s
默认波特率	38400 bps
数据格式	8位数据位, 1位停止位, 无校验
默认设备地址	1
支持功能码	03 (读)、06 (单写)、16 (多写)
工作电压	DC 4 ~ 6V
工作电流	<50mA
每圈分辨率	16位有效(65536) · 16位格式输出 (角度当量 $\approx$ 0.0055°/LSB)
测量范围	0° ~ 360° 连续旋转
角度误差 (INL)	出厂典型 $\pm 0.5^\circ$, 最大 $\pm 1.0^\circ$; 安装后自校准可提升至典型 $\pm 0.07^\circ$ (详见 4.4 节)
传感器技术	磁电
工作温度	-40°C ~ +105°C
存储温度	-40°C ~ +125°C
相对湿度	$\leq 85\%$ RH (无凝露)
磁铁规格	$\Phi 5\text{mm} \times 3\text{mm}$ 径向充磁钕铁硼磁铁
磁铁距离	建议1mm ~ 3mm

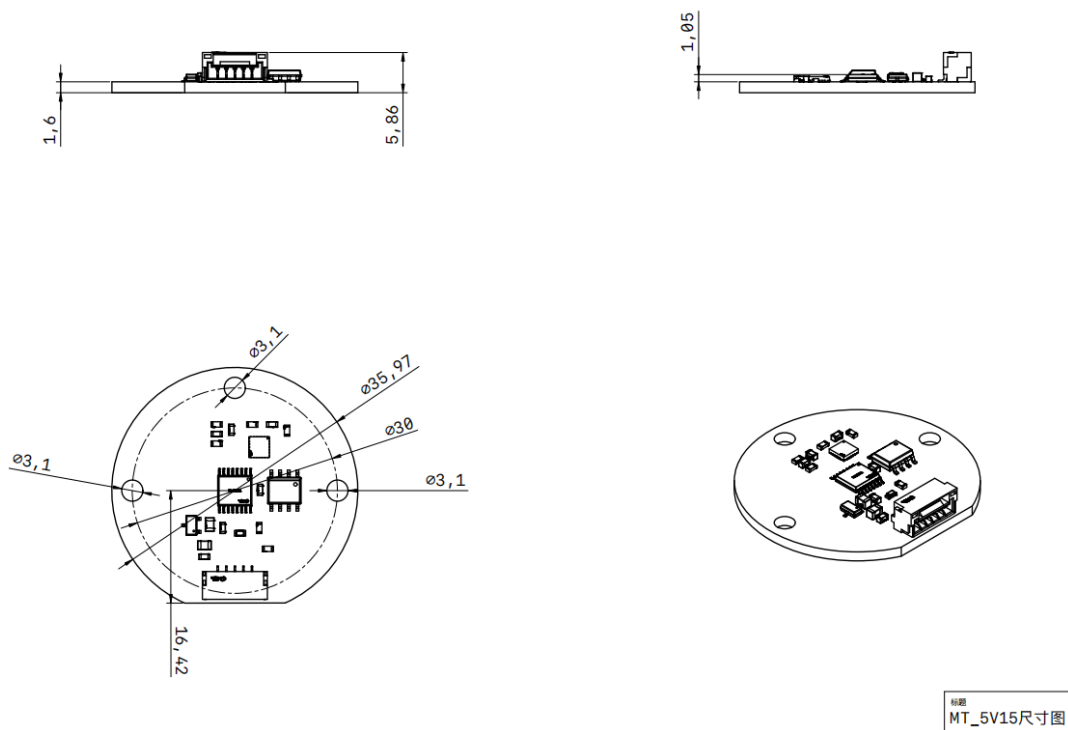
参数	说明
产品直径	Ø35.97mm
安装孔	3×Ø3.1mm
产品厚度	7.46mm (含连接器)
最高旋转速度	12000 rpm
重量	≈5g
连接方式	GH1.25 连接器

3 硬件说明

3.1 产品外观



产品实物图



外形尺寸图 (单位: mm)

3.2 状态指示灯

规律慢闪(约1秒一次): 正常工作, 等待主机通信; 快速闪烁(约0.1秒一次): 正在与主机进行数据通信; 常亮或常灭: 异常状态

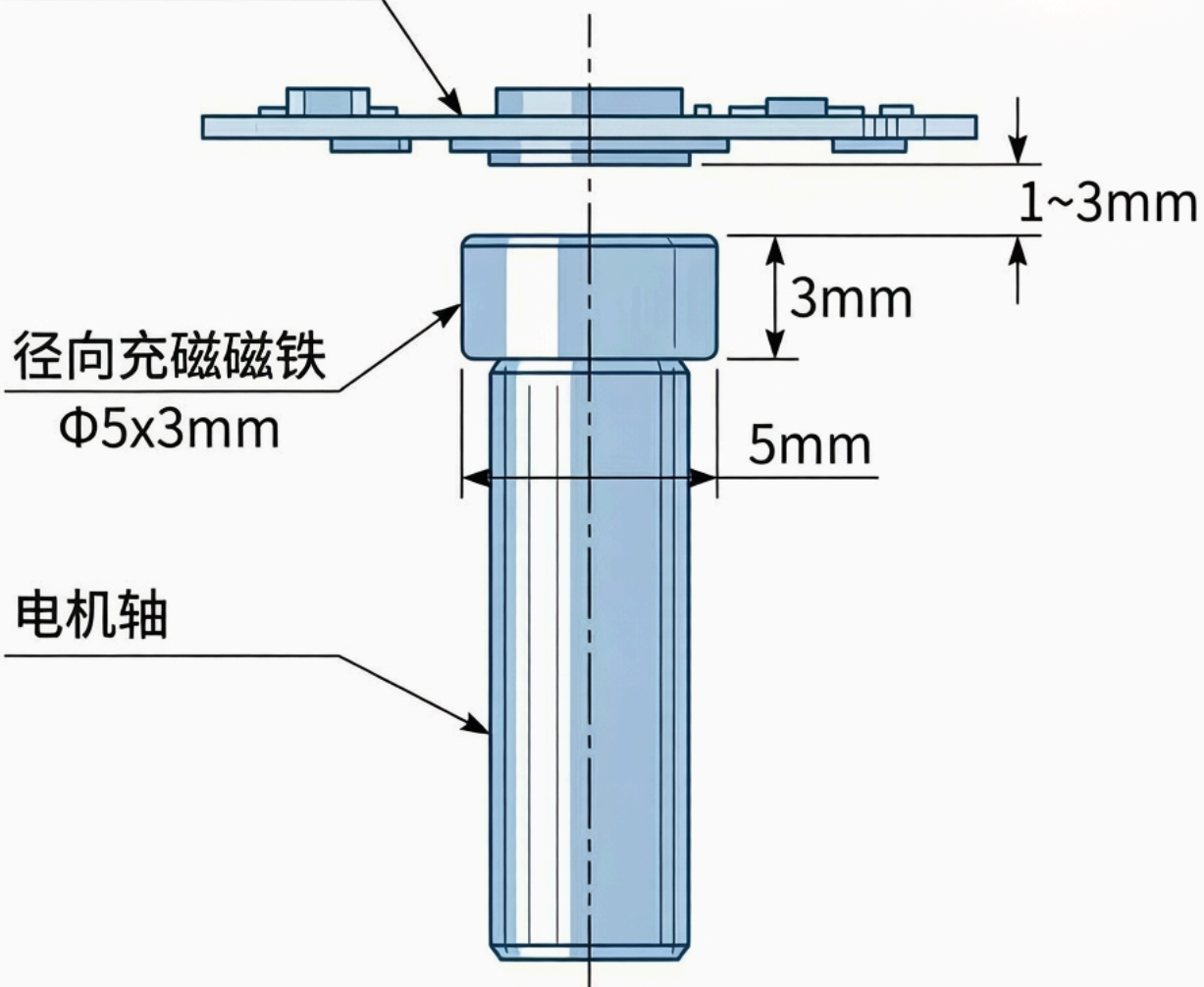
4 使用说明

4.1 安装步骤

1. 在电机轴末端固定径向充磁圆饼磁铁或磁环, 确保居中安装
2. 将编码器模块固定在磁铁正上方, 保持适当间距
3. 按照引脚定义连接电源和通讯线缆
4. 上电, 确认电源指示灯亮起
5. 通过RS485发送通讯指令读取编码器位置数据

4.2 安装示意图

MT系列磁编码器



编码器与磁铁安装示意图（编码器固定在磁铁正上方，与磁铁保持 1~3mm 间距）

4.3 磁铁安装要求

- 使用径向充磁（磁力方向垂直于圆面）的圆片状永磁铁
- 推荐规格：直径 $\Phi 5\text{mm}$ × 厚度3mm，N35级以上钕铁硼磁铁
- 磁铁中心应与编码器传感器中心对准
- 磁铁表面到传感器表面的距离建议保持在1mm ~ 3mm

- 确保磁铁固定牢固，旋转时不得松动或偏移

磁铁安装注意事项：

- 磁铁必须居中安装，偏心会导致测量误差增大
- 磁铁的N极或S极均可使用，但需垂直朝向芯片表面
- 安装后请手动旋转轴，观察输出数据变化是否平滑连续

4.4 自校准功能（安装后精度校准）

4.4.1 自校准的作用

编码器出厂时已完成基础精度校准。出厂状态下，角度积分非线性（INL，Integral Non-Linearity）典型值为 $\pm 0.5^\circ$ ，最大不超过 $\pm 1.0^\circ$ 。编码器安装到电机后，磁铁与位置检测元件的装配偏差、机械安装偏心（同心度误差）等因素会引入附加安装误差，叠加后实际角度误差将大于出厂 INL 指标。建议在整机安装完成后执行一次自校准：编码器内部自动测量并存储安装误差补偿数据（无需外部计算），补偿后角度误差典型值可达 $\pm 0.07^\circ$ （较出厂典型水平约改善 7 倍；实际补偿效果与安装质量及校准时的旋转匀速性相关）。

不执行自校准编码器也可正常使用，此状态下角度误差为出厂校准水平（INL 典型值 $\pm 0.5^\circ$ ）。建议在对角度精度要求较高的场合（伺服换相、精密定位等）安装后执行一次自校准。**更换磁铁或重新拆装编码器后，需重新执行自校准。**

4.4.2 校准条件

校准过程要求电机保持匀速旋转，需满足以下条件：

条件	要求	说明
安装	按安装规范装配	同心度、气隙符合安装要求，磁铁居中
旋转速度	匀速（速度波动 < 3%）	推荐使用对拖平台或闭环伺服驱动；开环步进等匀速性差的驱动方式可能导致校准失败
旋转圈数	≥ 64 圈	校准过程中保持连续旋转，中途停止会导致校准失败
保存时间	成功后等待 ≥ 6 秒	校准数据写入掉电存储区，期间不可断电，否则校准结果丢失

4.4.3 校准步骤（上位机软件方式，推荐）

使用配套上位机调试软件 **ServoTool**，通过 USB 转 RS485 连接编码器，按设备通信协议选择连接方式：

设备协议版本	连接方式	自校准入口
多摩川协议	多摩川模式，默认 2.5Mbps	多摩川面板 → 「自校准 (INL)」按钮
Modbus 协议	Modbus 模式，默认 38400bps（站号默认 255）	Modbus 面板 → 「自校准 (INL)」按钮

两种方式的校准窗口操作完全相同：

- 1. 打开串口 → 点击「**自校准 (INL)**」按钮打开校准窗口；
- 2. 让电机在目标速度段匀速旋转；
- 3. 点击「**开始校准**」，保持匀速旋转 ≥ 64 圈，窗口会自动轮询校准状态；
- 4. 状态显示「**校准成功**」后停止旋转，等待 ≥ 6 秒；
- 5. 给编码器断电 → 重新上电，校准参数即生效。

校准状态含义：空闲/未在校准 → 校准进行中 → 校准成功 / 校准失败。点击开始后状态约 100ms 后才刷新，请稍作等待再观察。若状态长时间停留在“空闲/未在校准”，请给编码器断电重新上电后再试；若显示“校准失败”，请检查旋转匀速性与机械同心度后重新开始校准。

4.4.4 校准命令帧（多摩川协议）

使用自研主控时，可通过以下自定义命令帧触发校准（单字节命令，帧尾 XOR 校验）：

命令	功能	响应帧（3字节）
0xB1	启动自校准	[0xB1][状态][CRC]
0xB2	停止自校准	[0xB2][状态][CRC]
0xB3	查询校准状态	[0xB3][状态][CRC]

响应帧中“状态”字节定义：

状态值	含义	处理建议
0x00	空闲 / 未在校准	未开始校准（或校准未启动）
0x01	校准进行中	保持匀速旋转，继续轮询等待
0x02	校准失败	检查匀速性/同心度后重新发送 0xB1
0x03	校准成功	等待 ≥ 6 秒后断电重启，参数生效

示例：发送 0xB1 启动校准，编码器响应 0xB1 0x01 0xB0（状态=校准中，CRC = 0xB1 XOR 0x01）。

注：0xB1~0xB3 为自定义命令，标准多摩川主站（驱动器）不会发送，不会产生冲突。

4.4.5 校准寄存器（Modbus 协议）

Modbus 协议版本可通过保持寄存器触发/监控校准（以 1 为基地址，报文地址 = 寄存器号）：

寄存器地址	读写	功能	说明
113	读/写	校准控制	写 1 = 启动自校准；写 0 = 停止校准（须使用功能码 06 写单寄存器）
114	只读	校准状态	0=空闲 1=校准中 2=失败 3=成功

报文中的寄存器地址字段：113 = 0x0071，114 = 0x0072。

启动校准：写寄存器 113 = 1（功能码 06）；随后轮询读寄存器 114 等待状态变化。启动后状态约 100ms 才开始刷新，刚写入立即读取可能仍为 0。

4.4.6 注意事项

- 校准会覆盖编码器内部已保存的安装误差补偿数据，请确认需要时再执行；
- 校准过程中可正常读取角度数据（返回值为校准前冻结值，属正常现象），校准完成后自动恢复实时输出；
- 校准成功后必须等待 ≥ 6 秒再断电，否则校准数据写入未完成会丢失；
- 若开始校准后状态长时间停留在“空闲/未在校准”，请给编码器断电重新上电后再试；
- 自校准仅补偿安装误差（磁铁装配偏差、机械安装偏心），不改变编码器分辨率与输出协议。注意区分：分辨率对应的量化误差（ $\pm\frac{1}{2}\text{LSB}$ ，约 $\pm 0.0014^\circ$ ）与角度综合误差（INL，补偿后典型 $\pm 0.07^\circ$ ）是两个不同维度的指标。

4 Modbus RTU 通讯协议

4.1 通讯参数

出厂默认通讯参数：

- **站号**：0x01 (可设置范围 0x01~0xFE)
- **数据首地址**：1

- **波特率**：38400 / 8 / N / 1

编码器支持 **0x03**、**0x06**、**0x10** 三种功能码。主机可以通过Modbus RTU模式读写寄存器来设置编码器参数以及读编码器位置。

4.2 读取角度数据（功能码 0x03）

主机发送读取命令：

设备站号	功能码	寄存器地址高	寄存器地址低	寄存器个数高	寄存器个数低	CRC高	CRC低
0x01	0x03	0x00	0x01	0x00	0x01	0xD5	0xCA

从机应答命令：

设备站号	功能码	数据长度	数据高字节	数据低字节	CRC高	CRC低
0x01	0x03	0x02	0x12	0x34	0xB5	0x33

0x12 0x34：角度分辨率值 = 0x1234 = 4660 (max. 65536/圈)
角度(°) = 读数值 × 360 ÷ 65536

4.3 写单个寄存器（功能码 0x06）

以写存储命令为例 — 主机发送：

设备站号	功能码	寄存器地址高	寄存器地址低	数据高	数据低	CRC高	CRC低
0x01	0x06	0x00	0x0A	0x00	0x01	0x28	0x08

从机应答（原样回显表示执行成功）：

设备站号	功能码	寄存器地址高	寄存器地址低	数据高	数据低	CRC高	CRC低
0x01	0x06	0x00	0x0A	0x00	0x02	0x28	0x09

4.4 写多个寄存器（功能码 0x10）

示例：将波特率改为115200 — 主机发送：

站号	功能码	起始地址高	起始地址低	寄存器数高	寄存器数低	字节数	数据高	...	数据低	CRC高	CRC低
0x01	0x10	0x00	0x65	0x00	0x02	0x04	0x00	0x01	0xC2	0x00	0x35

改完后需要再发存储命令，然后重新上电才生效。

4.5 Modbus 寄存器地址表

地址(十进制)	参数名称	说明	长度	读写
1	当前角度值	当前绝对角度，范围0~65535	2字节	只读
2	多圈计数	旋转圈数累计值（有符号整数）	2字节	只读
10	保存/设零点	写入1：保存所有参数 写入3：设零点并保存	2字节	读写
101	波特率(高字)	通信波特率高16位，占2个连续寄存器	2字节	读写
102	波特率(低字)	通信波特率低16位	2字节	读写
104	设备地址	Modbus从站地址，范围1~247	2字节	读写
105	零点偏移	角度零点修正值	2字节	读写
113	校准控制	写 1 = 启动自校准；写 0 = 停止校准（功能码 06）	2字节	读写
114	校准状态	0=空闲 1=校准中 2=失败 3=成功	2字节	只读