



MAGSENS
We live in the magnetic field!

HT-03Dpro 高精度磁通门探管

www.magsens.com

HT-03Dpro 型 三轴数字磁通门探管/磁强计 用户手册

V1.1

2019年10月 修订



1 概况

HT-03Dpro 型三轴数字磁强计是一款专门用于水平钻井掘进定位而开发设计的弱磁场测量仪器。HT-03Dpro 是在原有 HT-03D 型产品基础上研制出的一款带有姿态测量功能的增强型数字磁通门探管/磁强计。产品具有同步、实时提供三路磁场数据和三路姿态角度数据的功能，用于远距离精确定位井下磁目标和钻具的姿态测量。产品主要技术指标如下：

低噪声：典型数字噪声 0.12nT。

高采样速率：三轴同步采集率/数据更新率 50Hz。

距离通讯远：采用 485 接口，在 9600 的波特率下最远可以传输 1200 米。

高精度姿态角度：俯仰角精度：±0.1°（当俯仰角≤60°）

横滚角精度：±0.1°（当横滚角≤60°）

航向角精度：±0.1°（当俯仰角和横滚角≤60°）

2 产品技术指标

其主要技术指标及参数如下表 1 所示。

表1 性能参数表

磁场测量范围	-9.8×10 ⁴ nT~9.8×10 ⁴ nT	
加速度计测量范围	±2g	
磁场噪声	最大值	0.15nT
	典型值	0.12nT
	最小值	0.1nT
加速度分辨率	0.05mg	
采样率/数据更新率	50Hz	
波特率	9600	
轴正交性	±0.1°	
航向角	精度	±0.1°（当俯仰角和横滚角≤60°）



	测量范围	0° ~360°
	重复性	0.05°
俯仰角	测量范围	-90° ~90°
	精度	±0.1° (俯仰≤60°)
横滚角	测量范围	-180° ~180°
	精度	俯仰角精度: ±0.1° (当俯仰角≤60°)
尺寸	Φ30×210	
工作温度	-40℃~85℃	
工作电压	DC18V~DC36V, 标准工作电压 DC24	
工作电流	60mA~90mA, 典型工作电流 75mA	

3 操作说明

HT-03Dpro 型三轴数字磁强计可以使用直流稳压电源供电，也可以使用电池供电。如果使用直流稳压电源供电，为了保证磁强计的低噪声性能，推荐使用品质优良的低纹波直流稳压电源。

HT-03Dpro 型三轴数字磁强计采用 RS485 模式输出，对外接线关系如下表 2 所示。

表2 接线表

磁强计输出线	对应关系	备注
红线	DC18V ~ DC36V	接线时正负极不要接反
黑线	电源负极	
黄线	接 RS485 口的 B 端	注意不能将供电电源接到串口端
蓝线	接 RS485 口的 A 端	

HT-03Dpro 型三轴数字磁强计的坐标系定义如图 1 所示。



★航向角定义:

X 轴绕 Z 轴顺时针方向旋转为航向角正向，X 轴绕 Z 轴逆时针方向旋转为航向角负向。

★俯仰角定义:

X 轴绕 Y 轴向上旋转为俯仰角正向，X 轴绕 Y 轴向下旋转为俯仰角负向。

★横滚角定义:

Y 轴绕 X 轴向下旋转为横滚角正向，X 轴绕 Y 轴向上旋转为横滚角负向。

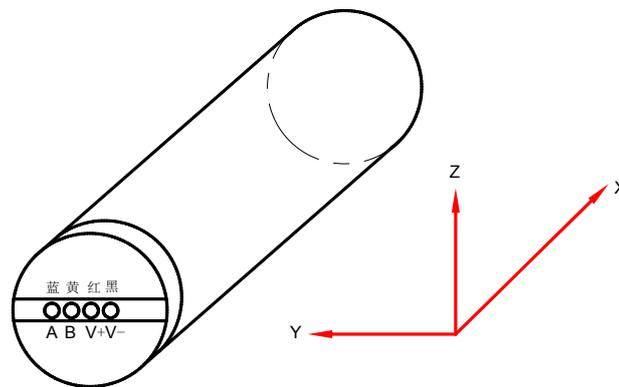


图 1 坐标定义示意图

4 对外输出数据格式解析

HT-03Dpro 型三轴数字磁强计在出厂时，设置的默认串口波特率为 9600，数据位为 8，停止位为 1，校验位为 None，这些参数中，只有波特率可通过指令修改。

磁强计通信指令遵守如下格式:

帧头	命令字	数据域	校验位
固定为 AA	根据不同的指令有相应的变化	根据命令字的不同内容有相应变化	帧头、命令字和所有数据域字节的和，取低八位

对外输出的磁场、加速度、角度和温度数据有以下四种组合，所有数据域字节都是高字节在前，低字节在后。

编码: 16 进制无符号数，由 2 个字节表示。



X 轴/Y 轴/Z 轴磁场， 16 进制有符号数，由 3 个字节表示。

X 轴/Y 轴/Z 轴加速度：16 进制有符号数，由 2 个字节表示。

航向角： 16 进制无符号数，由 2 个字节表示。

俯仰角和横滚角： 16 进制有符号数，由 2 个字节表示。

温度： 16 进制有符号数，由 1 个字节表示。

a) 发送三轴磁场、角度和温度。22 字节

帧头	命令字	编码		X 轴 磁场	Y 轴 磁场	Z 轴 磁场	航向角		俯仰角		横滚角		温度	校验位
		高	低				高	低	高	低	高	低		
AA	FF 55	八	八	3 字节	3 字节	3 字节	八	八	八	八	八	八	1 字节	和校验
		位	位				位	位	位	位	位	位		

b) 发送三轴磁场、三轴加速度和温度。22 字节

帧头	命令字	编码		X 轴 磁场	Y 轴 磁场	Z 轴 磁场	X 轴 加速度		Y 轴 加速度		Z 轴 加速度		温度	校验位
		高	低				高	低	高	低	高	低		
AA	FF 56	八	八	3 字节	3 字节	3 字节	八	八	八	八	八	八	1 字节	和校验
		位	位				位	位	位	位	位	位		

c) 发送角度和温度。13 字节

帧头	命令字	编码		航向角		俯仰角		横滚角		温度	校验位
		高	低	高	低	高	低	高	低		
AA	FF 57	八	八	八	八	八	八	八	八	1 字节	和校验
		位	位	位	位	位	位	位	位		

d) 发送三轴磁场和温度。17 字节

帧头	命令字	编码		X 轴 磁场	Y 轴 磁场	Z 轴 磁场	温度	校验位
		高	低					
AA	FF 00 58	八	八	3 字节	3 字节	3 字节	1 字节	和校验
		位	位					



		位	位				
--	--	---	---	--	--	--	--

e) 发送三轴磁场。16 字节

帧头	命令字	编码		X 轴 磁场	Y 轴 磁场	Z 轴 磁场	校验位
AA	FF 00 59	高 八 位	低 八 位	3 字节	3 字节	3 字节	和校验

编码是对所发送的每一帧数据都进行编号，每次接收到应答指令后，编码都从 1 开始。

在接收到某一帧数据后，如果计算后得到的校验位值与接收的校验位值一致，则数据接受正确。

对于三字节的 X 轴/Y 轴/Z 轴磁场转换公式如下所示：

```
x_magnetic = Convert.ToInt32(ss3 + ss4 + ss5, 16);
y_magnetic = Convert.ToInt32(ss6 + ss7 + ss8, 16);
z_magnetic = Convert.ToInt32(ss9 + ss10 + ss11, 16);
if (x_magnetic > 0x7fffff) x_magnetic = x_magnetic - 0xfffff - 1;
if (y_magnetic > 0x7fffff) y_magnetic = y_magnetic - 0xfffff - 1;
if (z_magnetic > 0x7fffff) z_magnetic = z_magnetic - 0xfffff - 1;
```

转换后的十进制磁场数据乘以转换系数 0.01192，可得到单位为 nT 的磁场值。

转换后的十进制加速度数据乘以转换系数 0.05，可得到单位为 mg 的加速度值。

5 常用通信指令

1) 应答/广播设置指令

AA	DB	00	01	校验位	设置为广播数据 a)
AA	DB	00	02	校验位	设置为广播数据 b)
AA	DB	00	03	校验位	设置为广播数据 c)
AA	DB	00	04	校验位	设置为广播数据 d)
AA	DB	00	05	校验位	设置为应答



注：串口返回指令与发送指令相同，表示设置成功。

2) 设置波特率指令

AA CB 00 0C 校验位	设置波特率参数为 1200
AA CB 00 18 校验位	设置波特率参数为 2400
AA CB 00 30 校验位	设置波特率参数为 4800
AA CB 00 60 校验位	设置波特率参数为 9600
AA CB 00 90 校验位	设置波特率参数为 14400
AA CB 00 C0 校验位	设置波特率参数为 19200
AA CB 01 20 校验位	设置波特率参数为 28800
AA CB 01 80 校验位	设置波特率参数为 38400
AA CB 02 30 校验位	设置波特率参数为 56000
AA CB 02 40 校验位	设置波特率参数为 57600
注：串口返回所发送的指令，表示写入成功。	

3) 读取波特率指令

读波特率	AA DC 00 06 校验位
注：串口返回 2) 的指令，表示读取成功。	

4) 应答数据指令

AA DD 00 01 XXH XXL 校验位	应答数据 a)
AA DD 00 02 XXH XXL 校验位	应答数据 b)
AA DD 00 03 XXH XXL 校验位	应答数据 c)
AA DD 00 04 XXH XXL 校验位	应答数据 d)
<p>注：XXH 和 XXL 代表 16 进制无符号数的高八位和低八位。将它们转换为 10 进制数后，代表发送一帧应答指令后会连续返回设定的数据帧数，该值应不大于 5000。</p> <p>注：以上四种应答指令，</p> <p>前三种是在接收到应答命令后，实时对外发送，发送的数据为当前的采样值。</p> <p>第四种是在接收到应答命令后，以 50HZ 的采样率实时连续采样，并实时保存采样值，串口把保存的采样值连续对外发送。</p> <p>对以上四种应答指令响应后所采集的数据均可实现磁场回放功能。</p> <p>回放帧数最大值为 5000</p>	

5) 数据回放指令

AA DF XXH XXL 校验位	数据回放
注：XXH 和 XXL 代表 16 进制无符号数的高八位和低八位。	



将
它们转换为 10 进制数后，代表需要回放的帧的编号。
注：返回数据为 e) 的格式。
注：该功能只能在应答工作模式下有效

磁强计在上电后，首先会处于待机状态，待机时间约 3s，在该时间段内可通过 RS485 接口接收外部的应答/广播指令。接收到设置指令后，会实时返回所接收的指令；接收到应答指令，会进入指定的应答模式。接收到广播指令，会进入指定的广播模式。未接收到任何应答/广播指令，则进入断电前所处于的工作模式。

在 3s 后会退出待机状态，进入所设置的工作模式。

对于 TTL 接口的使用，在通过 RS485 接口设置为广播后，TTL 接口才会对外连续输出数据。TTL 接口不响应外部控制指令。

6 用户软件操作说明

HT-03Dpro 型三轴数字磁强计用户软件可以安装在 Windows XP、Windows 7、Windows 10 等操作系统下运行。先安装用户软件安装程序包，点击“HT-03Dpro 型三轴数字磁强计用户软件-RS485”文件夹下的“setup.exe”可进入安装界面，如果提示缺少插件，未能安装成功，则先安装“Microsoft .net framework 4.0”。安装成功后，双击“HT-03Dpro 型三轴数字磁强计用户软件-RS485”会弹出软件操作界面，该软件只作为性能测试演示使用，采用的是应答通信模式。磁强计在正式使用前，需用户自己确认当前的数据输出模式。

用户软件操作界面共包含：串口设置、姿态数据、用户参数设置共三个界面。



图 2 串口设置界面

在“串口设置”界面下，用户可以选择串口号和通讯波特率。如果用户已经通过串口线正确地连接好罗盘到电脑，并上电启动工作，则点击“串口号”窗口右边的下拉箭头，会看到多个串口号选项，通常最后一个串口号为正确的串口号。

罗盘的出厂默认通讯波特率为 9600。如果串口号和波特率选择不正确，则软件后面的几个界面将无法工作。

点击软件右上角的“打开串口”按钮后，软件处于准备通信的待机状态。在确保磁强计上电时间达到 30s 后，点击“启动应答”按钮，则会进入下拉框所选择的应答模式下。



图3 “姿态信息”界面

若需停止显示，则点击“停止应答”按钮，此时可操作“用户参数设置”界面。

进入“用户参数设置”，可设置波特率参数。先在选项框内选择需要的波特率，之后点击“写波特率”按钮，即可完成波特率的修改。在界面右边一栏，用户可以读取波特率。



图4 参数设置界面



点击 “关闭串口” 按钮，可安全退出用户软件。

7 注意事项

- a) HT-03Dpro 型三轴数字磁强计采用隔离电源供电，供电电压需在要求的范围内，供电电压过低，设备无法工作，大于 36V，可能会造成传感器永久损坏。
- b) 接电源时注意电源接错或接反，可能会造成传感器永久损坏。
- c) 在进行弱磁场的精确测量时，请注意环境磁干扰的影响，汽车、火车、电梯、变压器等都会给传感器的输出带来噪声干扰，同时在测量时也要避免将传感器和起子、钳子等铁磁物体放在一起，这将会给传感器的输出带来巨大的误差。因此在测量中要避免这些因素。
- d) HT-03Dpro 型三轴数字磁强计属精密仪器，使用时注意轻拿轻放，避免发生撞击和跌落。

8 产品清单

表 3 产品清单

名称	数量	备注
HT-03Dpro 型三轴数字磁强计	1	标准配置
输出接口线	1	接口线长度可根据用户需求定制
产品手册	1	电子版