

LWTD-1001 一体化 油液在线监测传感器 使用手册

2024 年 2 月 1 日
版本：A

在线式油液一体化传感器使用手册及通讯协议
On-Line Oil Integrated Sensor
User Manual and Communication Protocol Manual

目录

一、前言	3
二、定义	4
三、介绍	6
四、技术参数	7
五、安装及接线	9
六、Modbus 通讯规约	14
七、维护	24

一、前言

欢迎访问我们的网站 www.luwatech.com

版权所有：上海罗湾实业有限公司

本手册内容如有变更，恕不另行通知。未经本公司书面许可，不得以任何形式复制、处理或通过电子方式传播文件或软件的任何部分。

在尝试安装或操作本手册关联产品或相关设备之前，请您仔细阅读并理解本用户手册。

如果设备的使用方式或目的与本手册中描述的不同，可能损坏传感器。

最终用户或集成商确保相关系统、软管或含流体管道工程的安全。

重要提示:本设备必须由有资质的人员安装和操作。

重要提示:除非另有说明，所有单位均为公制：毫米或米，bar，℃等。

在新安装或者维护前，必须关闭所有连接传感器的电源和油路，可以通过在断开电源连接或关闭 LWTD-1001 传感器的油路阀门将 LWTD-1001 与系统分开。

不要在易燃气体或液体附近使用 LWTD-1001 传感器。

切勿自行拆卸、修理 LWTD-1001 传感器。

确保油路压力低于传感器最大限值。

确保电源电压在相应的规格范围内。

确保负载电流不超过额定值。

确保所有相关设备和管件规格符合或大于 LWTD-1001 的操作规格，在给传感器供电前，检查所有相关设备和管道是否连接正确。

在给传感器供电前，检查所有接线是否连接正确。

不要将传感器焊接到管道上。

LWTD-1001 传感器必须可靠接地。

传感器出厂有压力测试，故传感器内部可能残留少量油液，属正常现象。

二、定义

Fe	铁磁性金属磨损颗粒
NFe	非铁磁性金属磨损颗粒
Fe1~5	铁颗粒尺寸带归档，默认五档
NFe1~5	非铁颗粒尺寸带归档，默认五档
T	油温，单位：℃
AW	水活性 Water Activity，又称饱和度，单位：%RH
DW	溶解水分含量 Water Content，单位：ppm
KV	运动粘度 Viscosity，单位：cSt
D	密度 Density，单位：kg/m ³
P	介电常数，无量纲
FW	游离水，单位：%
V	预估流速，单位：米/秒
PBCT	传感器内部温度，单位：℃
TTR	总运行时间，单位：秒
U16	无符号 16 位整型
U32	无符号 32 位整型
F32	32 位浮点型

检测下限

传感器可以检测的最小颗粒：纯度 99.9%电解铁，球形，直径 40um，0.3 米/秒流速；

颗粒统计与归档

Fe1	40~100um	默认五档尺寸带的铁颗粒数量统计， 上电后持续累计累加，可手动清零，或定时到自动清零；
Fe2	101~200um	
Fe3	201~300um	
Fe4	301~400um	
Fe5	大于 400um	
FeTol	铁颗粒总数	
NFe1	150~200um	默认五档尺寸带的非铁颗粒数量统计， 上电后持续累计累加，可手动清零，或定时到自动清零；
NFe2	201~300um	
NFe3	301~400um	
NFe4	401~500um	
NFe5	大于 500um	
NFeTol	非铁颗粒总数	

三、介绍



LWTD-1001 一体化传感器是一款实时的、在线式的流体监测类传感器，主要用于监测液体介质内如润滑油中铁磁性和非铁磁性金属磨损颗粒数量，以及运动粘度，密度，水分含量，水活性，介电常数，油温，流速等多项理化指标。

通过对磨损和理化指标的长期跟踪，用户可以在早期阶段识别部件故障，从而降低维护维修成本，减少停机时间，提高生产安全性，保障您的贵重资产和生产效益。该产品可以广泛应用于船舶、风力发电、液压、传动和齿轮箱等众多机械设备平台。

LWTD-1001 采用了多线圈电磁感应原理，可以检测和估计球形直径从 40um 铁磁性金属颗粒和直径 150um 的非铁磁性金属颗粒及以上尺寸。传感器同时可以输出颗粒的类型、大小、近似质量、预估流速等，并且用户可以自定义尺寸带归档等级和数量。

该产品设计紧凑、坚固，可以安装在任何机器上的任何润滑系统。通过隔离型的 RS485 MODBUS RTU 串行通讯，将磨损颗粒和理化指标的实时数据传输到用户监控系统，完成对机械设备状态的跟踪，用户可以根据实时数据做出明智的维护解决，从而提升资产运行管理效益。

LWTD-1001 油路通道直径 $\phi 8\text{mm}$ ，两侧配置了 G1/4" 内螺纹油路接口。

四、技术参数

容许流量	0.15 ... 2.9m/s ¹⁾	
检测能力	铁磁性磨粒 Fe	> 40µm (ESD) ²⁾
	非铁磁性磨粒 NFe	> 150µm (ESD)
	运动粘度	1...1000 cSt ³⁾
	密度	600...1250 kg.m ⁻³
	溶解水分	量程: 1...5000ppm ⁴⁾
	水活性	量程: 0...1aw
	油温	量程: -40...85°C
	介电常数	量程: 1...6εr
	游离水	量程: 0...20%
首次启动	启动自检 30 秒	
油路直径	Φ8mm	
数字输出	RS485 MODBUS RTU, 隔离电压 2.5kv	
工作电源	DC 9~30V, < 200mA	
探头耐压	10bar Max ⁵⁾	
适用流体	润滑油和液压油等液体	
流体温度	-20 ... 90 °C	
环境温度	-40 ... 80 °C	
外壳材质	316L 不锈钢	
螺纹接口	G1/4" ⁶⁾	

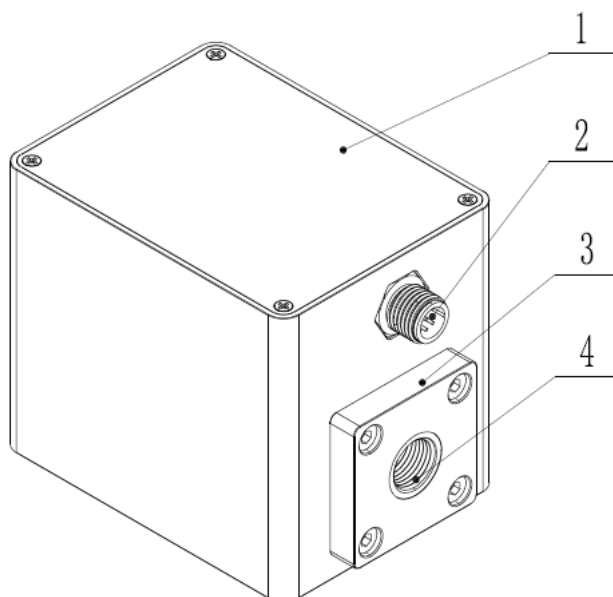
重 量	<6 kg
防护等级	IP66
连接电缆	2 米 M12-- 8 芯 (默认)
电磁兼容	EN 61326-1-2-3: 2021

- 1) 流速对信号幅值有影响，建议最优流速在 0.3~0.5 米/秒之间。
- 2) ESD：等效球形直径。
- 3) 更大粘度量程请垂询。
- 4) 溶解水分含量需要依据油品标定。
- 5) 更大压力请垂询我们。
- 6) 接受按需定制。
- 7) 每个订单可能有定制需求，具体见订单要求。

五、安装及接线

1. 传感器组成

下图为 LWTD-1001 传感器组成示意图。传感器属于精密检测仪器，用户不能自行拆卸传感器，以免造成设备故障和保修失效。



LWTD-1001 示意图

序号	LWTD-1001
1	上盖板
2	M12 8 芯法兰座或 M12 葛兰头（接电缆）
3	油路法兰
4	G1/4" 内螺纹

2. 安装位置选择

正确安装 LWTD-1001 传感器对于确保传感器可靠运行至关重要。选择确定 LWTD-1001 传感器最佳位置时，应考虑以下因素：

- 传感器必须安装在流速在一定流速范围内的管道中。

名 目	LWTD-1001
允许流量范围 (升/分钟)	0.2~8.9
最优流量范围 (升/分钟)	0.9~1.5
允许流速范围 (米/秒)	0.15~2.9
最优流速范围 (米/秒)	0.3~0.5

- b) 传感器必须安装在待监控的齿轮箱/部件的下游和过滤器之前。
- c) 传感器进出油口前后 30 厘米内, 不得有急弯油路, 避免颗粒在传感器内形成反复统计和颗粒积聚在传感器内。
- d) 避免将 LWTD-1001 安装在高温热源体表面上。
- e) 为了避免误报, 提升传感器对小颗粒的灵敏度, 建议传感器安装尽量远离振动源。

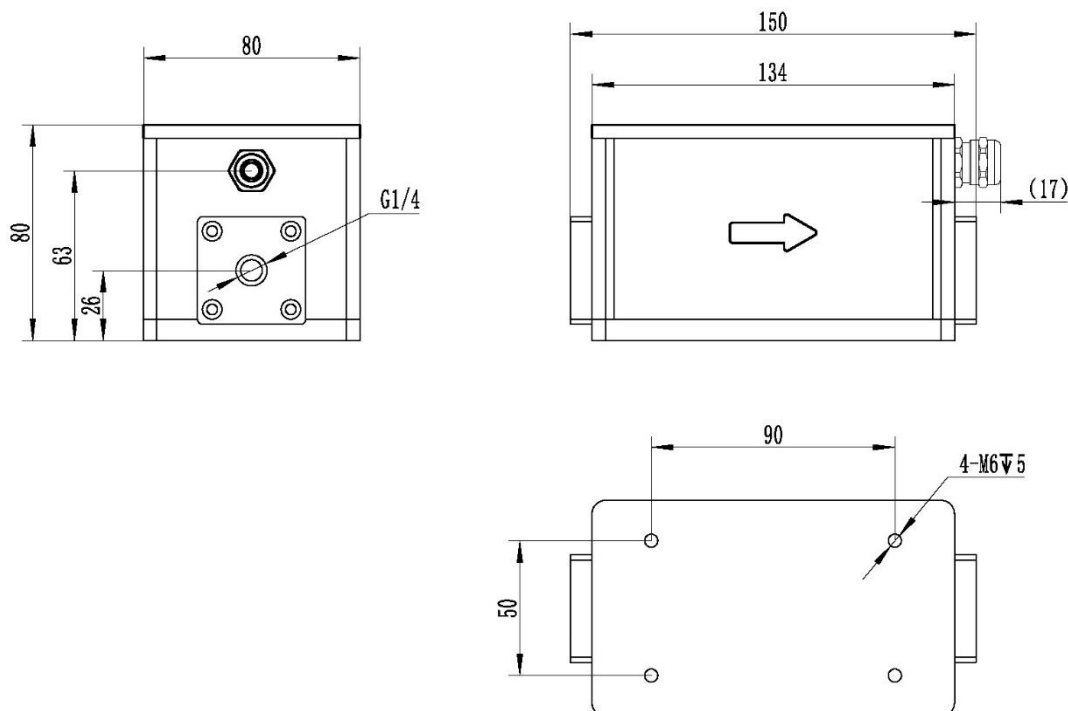
3. 传感器油路接口

LWTD-1001 传感器设有两个油路机械接口, 用于和系统连接。可采用常用软管接头或卡套接头连接, 端面处采用 O 型圈或和生胶带等进行密封。

LWTD-1001 默认规格 M14*1.5 内螺纹, 螺牙深 12mm。

注: 传感器油路接口可定制。

4. 传感器外形尺寸



传感器外形尺寸为 150mm (长) × 80mm (宽) × 80mm (高)，通过底板上四个 M6 的内牙进行固定，孔中心距为 90mm × 50mm。

5. 传感器安装时应便于观察传感器运行状态，并预留一定操作空间。
6. 配套电缆 (如有)

通电前，请仔细核对电缆接线是否正确，避免因接错线导致传感器内部器件烧毁。



M12 8 芯电缆 2 米 直头

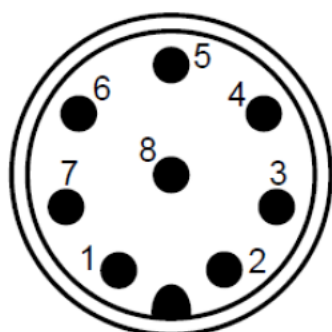
7. 传感器本体法兰座 (如有)

请勿带电热插拔航空插头。

电缆接头有物理限位，请仔细观察传感器本体法兰座公头，与连接电缆母头的限位，勿错位插拔传感器电缆。

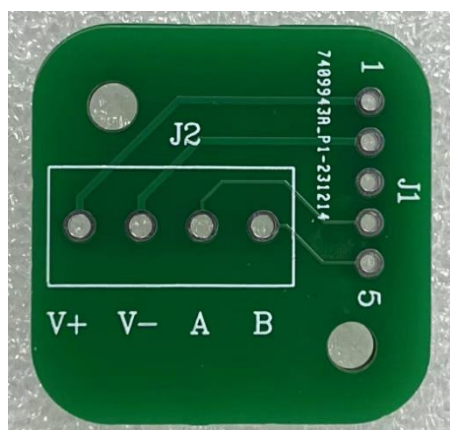


LWTD-1001 传感器默认配置 M12*1.0 连接器型航空插头，电缆 2 米，8 芯，具体定义如下图：



管脚	电缆颜色	定义
8)	红色	V+
5)	灰色	V-
1)	黄色	RS485+/A
3)	绿色	RS485-/B

8. 如产品为 M12 葛兰头接线模式，打开上盖板后，接线请见下图转接板标识：



9. 油流方向

请注意传感器侧边油流箭头方向，需按方向布置传感器。

六、Modbus 通讯规约

LWTD-1001 传感器对外提供标准的 RS485 通讯接口，采用 MODBUS RTU 通讯协议与主机进行通讯。在一个完整的在线监测系统中，主控设备作为主机，传感器作为从机。每一次通信握手总是由主机发出访问请求，从机响应。使用规范标准：《GB/T19582-2008 基于 Modbus 协议的工业自动化网络规范》。

1. 数据帧格式

传感器发送的每个字节（帧）格式完全遵循 GB/T19582-2008 标准的 MODBUS 通讯协议，功能码支持读、写、批量写等。CRC 校验：（CRC-16/MODBUS $x^{16}+x^{15}+x^2+1$ ）从“地址码”开始到“数据”结束。数据帧包含起始位、信息位以及停止位，共 10 个位。

帧格式（10 位）：

起始位	D0	D1	D2	D3	D4	D5	D6	D7	停止位
-----	----	----	----	----	----	----	----	----	-----

具体定义如下：

第 1 位：起始位（“0”有效）；

第 2~9 位：信息位；

第 10 位：停止位（“1”有效）；

大小端：数据帧采用由低位到高位发送和读取顺序，对多字节数据，先传高字节，后传低字节。

对于 16 位或 32 位二进制数据分成两个或四个数据帧，按由高字节到低字节的先后顺序串行传送。

2. 报文格式

传感器接收和发送的每个报文格式如下：

——地址

——功能码

——数据数量

——数据 1

——...

——数据 n

——CRC16 校验码

3. MODBUS 串口设置

串口通讯默认设置如下：

参数	属性
波特率	9600
数据位	8
奇偶校验	无
停止位	1
传感器地址	1

4. MODBUS 功能码

使用以下 MODBUS 功能码可对传感器进行相关操作。

功能码		说明
03	0x03	读保持寄存器
04	0x04	读输入寄存器
05	0x05	写单个线圈寄存器
06	0x06	写单个保持寄存器
16	0x10	写多个保持寄存器

5. MODBUS 寄存器

5.1 保持寄存器信息列表，传感器相关设置参量信息如下：

寄存器地址	参量名称	访问权限	16 位字长	数据类型	范围	单位	说明
1000H	Fe 尺寸带数量	读/写	1	U16	5 ~ 8	bins	默认值：5
1001H	Fe1 上端点	读/写	1	U16		um	默认值：100
1002H	Fe2 上端点	读/写	1	U16		um	默认值：200
1003H	Fe3 上端点	读/写	1	U16		um	默认值：300
1004H	Fe4 上端点	读/写	1	U16		um	默认值：400
1005H	Fe5 上端点	读/写	1	U16		um	默认值： 32767
1006H	Fe6 上端点	读/写	1	U16		um	默认值： 32767
1007H	Fe7 上端点	读/写	1	U16		um	默认值： 32767
1008H	Fe8 上端点	读/写	1	U16		um	默认值： 32767
1009H	NFe 尺寸带数量	读/写	1	U16	5 ~ 8	bins	默认值：5
100AH	NFe1 上端点	读/写	1	U16		um	默认值：200
100BH	NFe2 上端点	读/写	1	U16		um	默认值：300
100CH	NFe3 上端点	读/写	1	U16		um	默认值：400
100DH	NFe4 上端点	读/写	1	U16		um	默认值：500
100EH	NFe5 上端点	读/写	1	U16		um	默认值： 32767
100FH	NFe6 上端点	读/写	1	U16		um	默认值： 32767
1010H	NFe7 上端点	读/写	1	U16		um	默认值： 32767
1011H	NFe8 上端点	读/写	1	U16		um	默认值： 32767
1012H	颗粒方向	读/写	1	U16	0 ~ 1		默认值：0
1013H	累计时间	读/写	1	U16	300 ~ 60000	秒	默认值：300 累计时间到自

							动清零
9000H	设备地址	读/写	1	U16	1 ~ 200		默认值: 1
9001H	波特率	读/写	1	U16	0 ~ 6	bps	默认值: 2 0 = 2400 1 = 4800 2 = 9600 3 = 19200 4 = 38400 5 = 57600 6 = 115200

5.2 输入寄存器信息列表

传感器相关数据参量信息如下:

寄存器地址	参量名称	访问权限	16 位字长	数据类型	范围	单位	说明
0000H	T	只读	2	F32	-40.00 ~ +100.00	°C	油温
0002H	AW	只读	2	F32	0.000 ~ 1.000	%RH	水活性
0004H	DW	只读	2	F32	0 ~ 10000	ppm	溶解水
0006H	D	只读	2	F32	600.0 ~ 1300.0	kg/m ³	密度
0008H	KV	只读	2	F32	1.0 ~ 1000.0	cSt	运动粘度
000AH	P	只读	2	F32	1.00 ~ 7.00	-	介电常数
000CH	FW	只读	2	F32	0.00 ~ 20.00	%	游离水
0010H	Fe1 颗粒数量	只读	2	U32	0 ~ 4294967295	pcs	上电持续累计 累计时间到自动 清零 可手动清零
0012H	Fe2 颗粒数量	只读	2	U32	0 ~ 4294967295	pcs	
0014H	Fe3 颗粒数量	只读	2	U32	0 ~ 4294967295	pcs	
0016H	Fe4 颗粒数量	只读	2	U32	0 ~ 4294967295	pcs	
0018H	Fe5 颗粒数量	只读	2	U32	0 ~ 4294967295	pcs	
001AH	Fe6 颗粒数量	只读	2	U32	0 ~ 4294967295	pcs	
001CH	Fe7 颗粒数量	只读	2	U32	0 ~ 4294967295	pcs	
001EH	Fe8 颗粒数量	只读	2	U32	0 ~ 4294967295	pcs	
0020H	FeTol 总数量	只读	2	U32	0 ~ 4294967295	pcs	上电持续累计
0022H	NFe1 颗粒数量	只读	2	U32	0 ~ 4294967295	pcs	

0024H	NFe2 颗粒数量	只读	2	U32	0 ~ 4294967295	pcs	累计时间到自动 清零 可手动清零
0026H	NFe3 颗粒数量	只读	2	U32	0 ~ 4294967295	pcs	
0028H	NFe4 颗粒数量	只读	2	U32	0 ~ 4294967295	pcs	
002AH	NFe5 颗粒数量	只读	2	U32	0 ~ 4294967295	pcs	
002CH	NFe6 颗粒数量	只读	2	U32	0 ~ 4294967295	pcs	
002EH	NFe7 颗粒数量	只读	2	U32	0 ~ 4294967295	pcs	
0030H	NFe8 颗粒数量	只读	2	U32	0 ~ 4294967295	pcs	
0032H	NFeTot 总数量	只读	2	U32	0 ~ 4294967295	pcs	
003AH	V	只读	1	U16	0.20 ~ 2.90	m/s	读数×0.01
003BH	PCBT	只读	1	S16	-20.00 ~ +85.00	°C	读数×0.01
003CH	TTR	只读	2	U32	0 ~ 4294967295	s	

5.3 单个线圈寄存器信息列表

传感器相关操作参量信息如下：

寄存器 地址	参量 名称	访问 权限	16 位 字长	数据 类型	范围	单位	说明
0001H	Fe/NFe 统计清零	写	1	U16			写 FF00H 有效

6. MODBUS 寄存器操作

6.1 读保持寄存器

请求:

从机地址	功能码 (0x03)	寄存器起始地址 高字节 (MSB)	寄存器起始地址 低字节 (LSB)	寄存器数量 高字节 (MSB)	寄存器数量 低字节 (LSB)
CRC16 校验 低字节 (LSB)	CRC16 校验 高字节 (MSB)				

响应:

从机地址	功能码 (0x03)	字节数量	第一个寄存器数据 高字节 (MSB)	第一个寄存器数据 低字节 (LSB)
...			最后一个寄存器数据 高字节 (MSB)	最后一个寄存器数据 低字节 (LSB)
CRC16 校验 低字节 (LSB)	CRC16 校验 高字节 (MSB)			

示例: 读累计时间值 (传感器地址为 1, 累计时间 300 秒) :

发送	01 03 10 13 00 01 71 0F
接收	01 03 02 01 2C B8 09

6.2 写单个保持寄存器

请求:

从机地址	功能码 (0x06)	寄存器起始地址 高字节 (MSB)	寄存器起始地址 低字节 (LSB)	数据 高字节 (MSB)	数据 低字节 (LSB)
CRC16 校验 低字节 (LSB)	CRC16 校验 高字节 (MSB)				

响应:

从机地址	功能码 (0x06)	寄存器起始地址 高字节 (MSB)	寄存器起始地址 低字节 (LSB)	数据 高字节 (MSB)	数据 低字节 (LSB)
CRC16 校验 低字节 (LSB)	CRC16 校验 高字节 (MSB)				

示例： 设置传感器地址（传感器地址由 1 改为 2）：

发送	01 06 90 00 00 02 25 0B
接收	01 06 90 00 00 02 25 0B

6.3 写多个保持寄存器

请求：

从机地址	功能码 (0x10)	寄存器起始地址 高字节 (MSB)	寄存器起始地址 低字节 (LSB)	寄存器数量 高字节 (MSB)	寄存器数量 低字节 (LSB)
字节数量	第一个数据 高字节 (MSB)	第一个数据 低字节 (LSB)	...	最后一个数据 高字节 (MSB)	最后一个数据 低字节 (LSB)
CRC16 校验 低字节 (LSB)	CRC16 校验 高字节 (MSB)				

响应：

从机地址	功能码 (0x10)	寄存器起始地址 高字节 (MSB)	寄存器起始地址 低字节 (LSB)	寄存器数量 高字节 (MSB)	寄存器数量 低字节 (LSB)
CRC16 校验 低字节 (LSB)	CRC16 校验 高字节 (MSB)				

示例： 设置颗粒方向和累计时间（传感器地址为 1，颗粒方向为 1；累计时间为 600 秒）：

发送	01 10 10 12 00 02 04 00 01 02 58 EF E0
接收	01 10 10 12 00 02 E5 0D

6.4 读输入寄存器

请求：

从机地址	功能码 (0x04)	寄存器起始地址 高字节 (MSB)	寄存器起始地址 低字节 (LSB)	寄存器数量 高字节 (MSB)	寄存器数量 低字节 (LSB)
CRC16 校验 低字节 (LSB)	CRC16 校验 高字节 (MSB)				

响应：

从机地址	功能码 (0x04)	字节数量	第一个数据 高字节 (MSB)	第一个数据 低字节 (LSB)	...
...	...	最后一个数据 高字节 (MSB)	最后一个数据 低字节 (LSB)	CRC16 校验 低字节 (LSB)	CRC16 校验 高字节 (MSB)

示例 1： 读 Fe 和 NFe 各尺寸带颗粒数量和总颗粒数量（传感器地址为 1，Fe1 颗粒数量为 4，Fe2 颗粒数量为 8，Fe3 颗粒数量为 24，Fe4 颗粒数量为 4，Fe5 颗粒数量为 0，FeTol 总数量为 39；NFe1 颗粒数量为 3，NFe2 颗粒数量为 18，NFe3 颗粒数量为 6，NFe4 数量为 11，NFe5 数量为 10，NFeTol 总数量为 48）：

Fe 尺寸带	数量	NFe 尺寸带	数量
0 – 125	4	0 – 175	3
126 – 250	8	176 – 275	18
251 – 375	24	276 – 375	6
376 – 500	4	376 – 600	11
> 500	0	> 600	10
总计	40	总计	48

发送	01 04 00 10 00 24 F1 D4
接收	01 04 48 00 00 00 04 00 00 00 08 00 00 00 18 00 00 00 04 00 28 00 00 00 03 00 00 00 12 00 00 00 06 00 00 00 0B 00 00 00 0A 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 30 EE 4B

6.5 写单个线圈寄存器

请求：

从机地址	功能码 (0x04)	输出地址 高字节 (MSB)	输出地址 低字节 (LSB)	输出值 高字节 (MSB)	输出值 低字节 (LSB)
------	---------------	----------------------	----------------------	---------------------	---------------------

CRC16 校验 低字节 (LSB)	CRC16 校验 高字节 (MSB)
--------------------------	--------------------------

响应:

从机 地址	功能码 (0x04)	输出地址 高字节 (MSB)	输出地址 低字节 (LSB)	输出值 高字节 (MSB)	输出值 低字节 (LSB)
CRC16 校验 低字节 (LSB)	CRC16 校验 高字节 (MSB)				

示例： 铁/非铁磁颗粒数量清零（传感器地址为 1）：

发送	01 05 00 01 FF 00 DD FA
接收	01 05 00 01 FF 00 DD FA

七、维护

清洁

正常使用时，传感器外壳不需要清洗。如确实需要，请用软布或纸巾擦拭即可。如果内部通油管道堵塞，应使用常规方法进行清洗。不要使用腐蚀性化学物质或机械方法，如钢丝刷或刮刀来清除 LWTD-1001 孔中的堵塞，因为这可能会划伤和损坏内部管道。

校准和服务

LWTD-1001 使用经过验证的专利多线圈电感测量技术，结合内部精密数据采样及处理组件，完成对金属磨损颗粒的在线监测和趋势跟踪。传感器内部没有运动部件和其他易消耗部件，具有较高的可靠性和长期稳定性。

为了保持可靠的性能，推荐用户每隔两年对 LWTD-1001 传感器进行维护、检查和校准。

技术支持

如有疑问，请联系我们：

上海罗湾实业有限公司

ShangHai LUWATECH Industrial Co.,Ltd

地址：上海浦东新区康桥东路 333 号 5 栋南门 2 楼

TEL: 13917337146 微信 021-58073569

E-mail: maorong.long@luowansy.com

<https://luwatech.1688.com>

<http://www.luwatech.com>

油品检测仪器专业供应商

留白