

土壤热通量传感器

SN-3001-TR-SHF-N01

Ver 2.0



目录

第 1 章 产品简介	3
1.1 产品概述	3
1.2 功能特点	3
1.3 主要参数	4
1.4 系统框架图	5
1.5 产品选型	6
1.6 产品外观	6
第 2 章 硬件连接	6
2.1 设备安装前检查	6
2.2 接口说明	6
2.2.1 传感器接线	6
第 3 章 使用方法	7
3.1 注意事项	8
第 4 章 配置软件安装及使用	9
4.1 传感器接入电脑	9
4.2 传感器监控软件的使用	9
第 5 章 通信协议	10
5.1 通讯基本参数	10
5.2 数据帧格式定义	10
5.3 寄存器地址	11
5.4 通讯协议示例以及解释	11
第 6 章 常见问题及解决方法	12
6.1 注意无输出或输出错误	12

第 1 章 产品简介

1.1 产品概述

土壤热通量传感器（又称“土壤热通量板”、“热流计”）主要用于测量土壤的能量平衡和土壤层的热传导。土壤热通量传感器采用热电堆测量，该热电堆由两种不同的金属材料组成。热电堆接收热辐射后产生温差电势，再根据算法得出热通量数值。

土壤热通量是指通过土壤表面传递的热能量，它是地球表面能量平衡的重要组成部分。土壤热通量的大小受多种因素影响，包括太阳辐射、土壤特性、植被覆盖等。太阳辐射是土壤热通量的主要驱动力，它直接照射在土壤表面，使土壤吸收能量并升温。土壤特性如土壤热导率、容重等也会影响土壤热通量的大小。植被覆盖可以通过调节土壤表面的辐射、蒸发和传导过程，进而影响土壤热通量。

土壤热通量在地球系统中具有重要的作用。首先，它是地球表面能量平衡的重要组成部分，对地球能量平衡和气候变化具有重要影响。其次，土壤热通量还可以影响土壤水分的分布和蒸发过程。当土壤热通量较大时，土壤温度升高，水分蒸发速率增加，土壤水分含量减少。最后，土壤热通量还可以影响土壤生物活动和植物生长。土壤热通量的变化可以直接或间接地影响土壤生态系统的结构和功能。

在大多数气象实验中，白天的主要能量来源是向下的太阳辐射。太阳的最大功率约为 $1500\text{w}/\text{m}^2$ 。在晴朗的天空条件下，低纬度地区，太阳辐射或被土壤反射或被土壤吸收。所吸收的热量分为水的蒸发、环境空气的加热和土壤的加热。在晚上，太阳消失，净辐照度是向上的。然后，土壤通过远红外线辐射向天空释放能量。最大向上净辐照度约为 $150\text{ W}/\text{m}^2$ ，在晴朗的天空条件下。在 0.05 m 深度的土壤中的热通量通常在 $-100\sim+200\text{W}/\text{m}^2$ 之间。

产品采用标准 ModBus-RTU 485 通信协议，可直接读取当前土壤热通量值，无需使用采集器单独采集。接线方式简单，使用方便。无需使用采集器。

本传感器适用于岩土工程中土壤热路径分析、气象表面通量测量、科学研究中土壤传热过程等场合。

1.2 功能特点

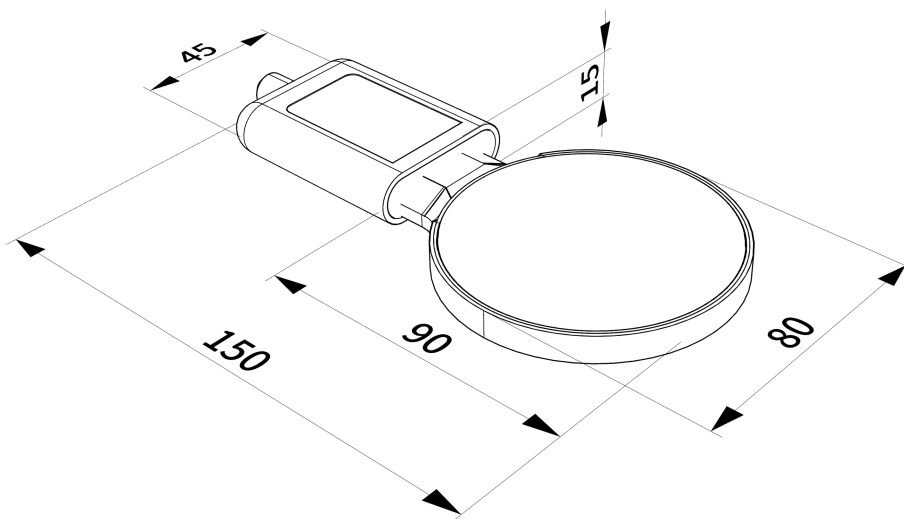
- 5-30V 直流宽压供电，适应现场多种的供电场合。
- 产品采用标准 ModBus-RTU 485 通信协议，直接读取当前土壤热通量值，无需再使用采集器采集后转换。
- 可以接入我公司气象站或主机上传至手机 APP、小程序、本地平台以及免费云平台进行实时数据监控，并在 LED 大屏显示数据。

■ IP68 防护等级设计，可埋入土壤进行长期动态检测。

1.3 主要参数

直流供电（默认）	DC 5-30V
最大功耗	0.3W（24V DC 供电）
工作温度	-40°C~+60°C
精度	±5%（@±200W/m ² ）
防护等级	IP68
量程	-2000~2000 W/m ²
密封材料	黑色阻燃环氧树脂
默认线缆长度	2m，线缆长度可按要求定制
输出信号	RS485(ModBus 协议)

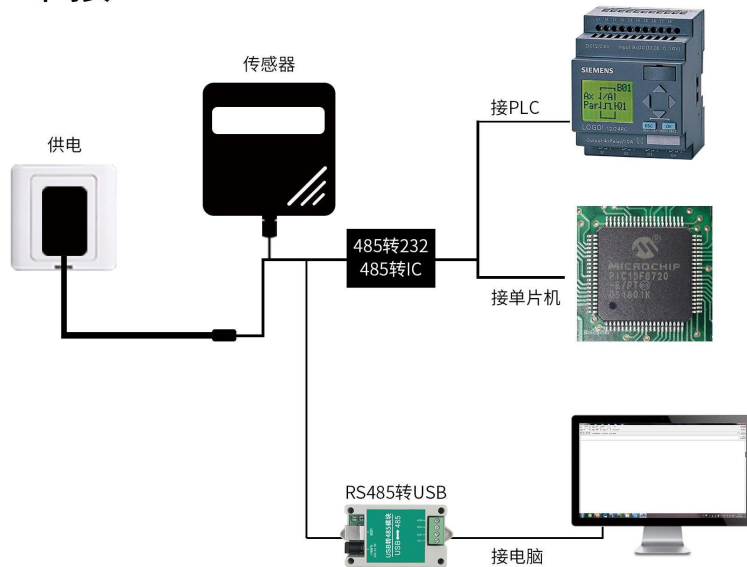
壳体尺寸



设备尺寸图（单位：mm）

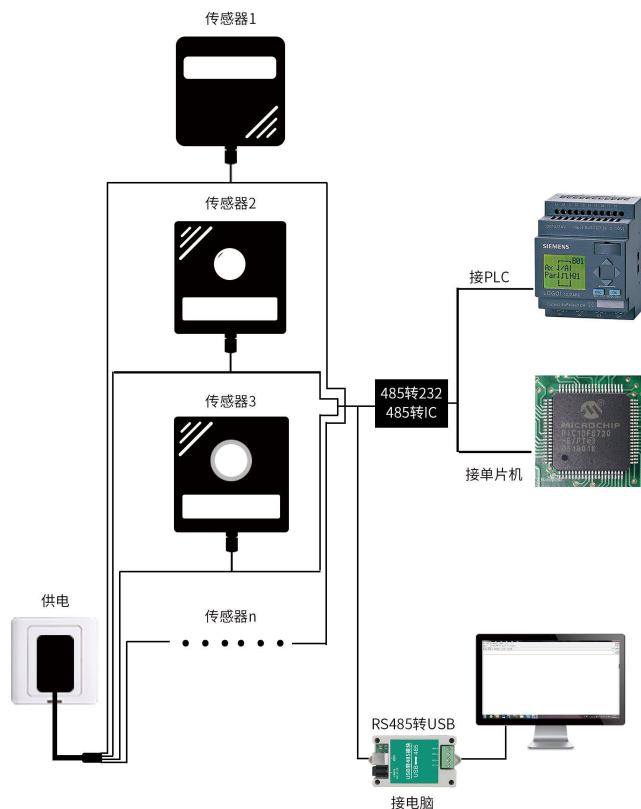
1.4 系统框架图

单接



本产品也可以多个传感器组合在一条 485 总线使用，理论上一条总线可以 254 个 485 传感器，另一端接入带有 485 接口的 PLC、通过 485 接口芯片连接单片机，或者使用 USB 转 485 即可与电脑连接，使用我公司提供的传感器配置工具进行配置和测试（在使用该配置软件时只能接一台设备）。

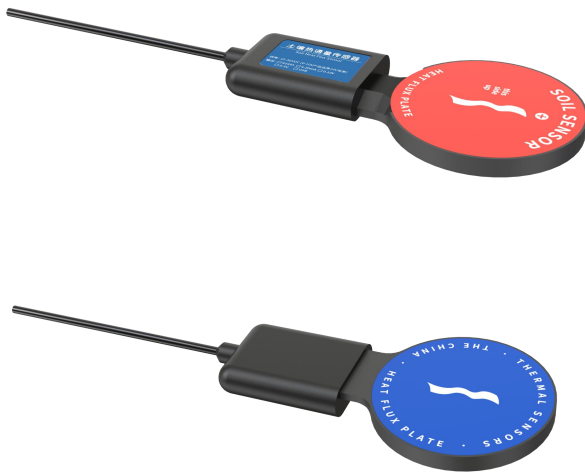
多接



1.5 产品选型

SN-				公司代号
	3001-			
		TR-	土壤检测外壳	
			SHF-	土壤热通量传感器
				N01 RS485 (ModBus-RTU 协议)

1.6 产品外观



第 2 章 硬件连接

2.1 设备安装前检查

设备清单：

- 设备 1 台
- 合格证、接线说明等
- USB 转 485 (选配)

2.2 接口说明

宽电压电源输入 4.5~30V 均可。485 信号线接线时注意 A/B 两条线不能接反，总线上多台设备间地址不能冲突。

2.2.1 传感器接线

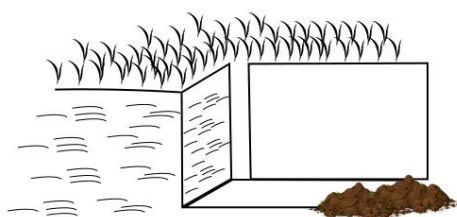
线色	说明	备注
棕色	电源正	10~30V DC

黑色	电源地	GND
黄色	485-A	485-A
蓝色	485-B	485-B

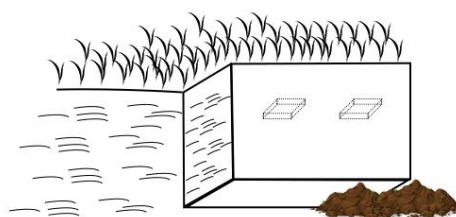
第 3 章 使用方法

选择研究范围内相对均匀且能代表观测区域的开阔场地中，避开石块。首先，用铲子挖一个垂直的坑，保持被挖处土完整，以便安装传感器后可恢复原土结构。传感器安装在被挖坑的一侧，测量将要挖掘送往孔到土壤表面的深度（一般为0.05m）。用刀或铲在所需的安装深度进行水平挖掘。将热通量传感器插入水平切口。为了测得精确的土壤热通量，必须保证热通量板与土壤充分接触，并将土按照原有土壤的密度进行回填。切勿将传感器电缆直接引到表面，将传感器电缆水平埋在至少 1 米的距离，以减少通过导线的热传导。传感器和电缆安装完毕后，将土全部回填原有位置。

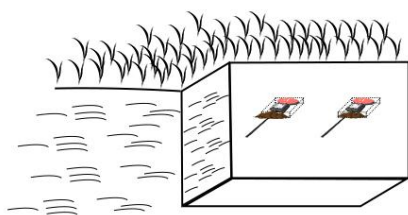
若同时安装土壤温度传感器，通常安装在热通量传感器附近区域距离土壤表面 0.02 或 0.04 m 处。



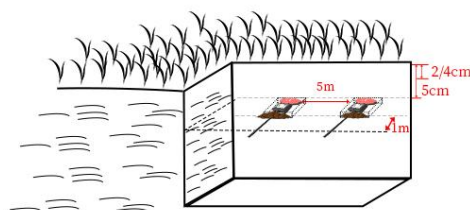
1. 挖一个侧面



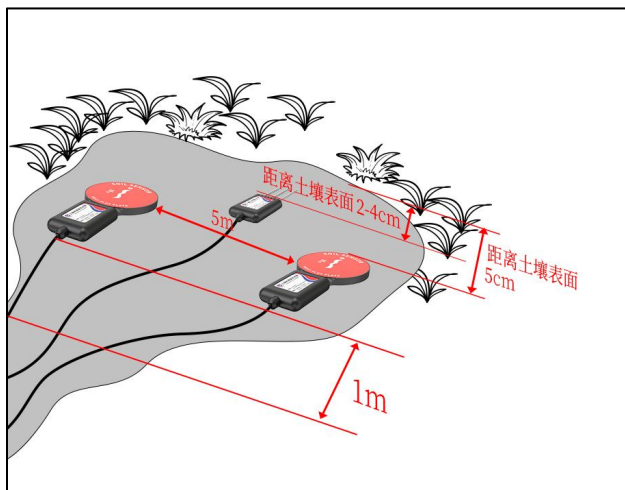
2. 然后量一下离地面5cm的地方
水平挖一个能放进传感器的空隙



3. 将传感器红面朝上水平放进去
然后把土回填



4. 传感器的线不要出现在安装设备的正上方，
水平顺延1m左右后再引出地面，设备间距5m
如果安装土壤温度的话，在土壤热通量附近
距离地面2cm或者4cm的位置安装



3.1 注意事项

- 1.在野外实验中，很难找到一个能代表整个区域的单一位置。因此，我们通常建议在每个测量区域在 $> 5\text{ m}$ 的距离上使用两个传感器。
- 2.热通量传感器的灵敏可能会随着周围环境的导热率而发生变化。这是由于周围环境、土壤的性质是未知的，而且也随土壤含水量的变化而变化。一个典型的热通量设备的导热系数为 $0.8\text{ W}/(\text{m}\cdot\text{K})$ ，而土壤的导热系数可在 0.2 和 $2.5\text{ W}/(\text{m}\cdot\text{K})$ 之间变化。相对于干燥条件下的砂粒的导热系数约为 $0.8\text{ W}/(\text{m}\cdot\text{K})$ ，经水饱和后可达到 $2.5\text{ W}/(\text{m}\cdot\text{K})$ 。
- 3.温度的变化会实际影响传感器的精度。
- 4.由于各种实用和科学的原因，设备必须安装在土壤下，而不能直接安装在土壤表面。首先，安装在表面上会扭曲水分的流动，而测量到的热通量将不再代表周围土壤中的热通量。第二，对太阳辐射的吸收将不具有代表性。第三，该传感器将会更为脆弱。气象应用中的热通量传感器通常埋在土壤表面以下约 0.05 米的度。不建议在深度小于 0.05 米的地方进行安装。在大多数情况下，在传感器顶部的 0.05 米的土层提供了足够的稳定性，以保证稳定的测量条件。不建议在深度大于 0.08 米的地方进行安装，因为在较大的安装深度下，测量的热通量不太准确地可以追踪到土壤表面的最大通量。
- 5.传感器防护等级 IP68 ，可以将传感器整体浸入水中。
- 6.安装时务必保持红面朝向土壤表面，蓝面朝向土壤深处。如果反向安装实际输出的数据会与实际热通量数值相反。

第 4 章 配置软件安装及使用


我司提供配套的“485 参数配置软件”，可以方便的使用电脑读取传感器的参数，同时灵活的修改传感器的设备 ID 和地址。

注意，使用软件自动获取时需要保证 485 总线上只有一个传感器。

4.1 传感器接入电脑

将传感器通过 USB 转 485 正确的连接电脑并提供供电后，可以在电脑中看到正确的 COM 口（“我的电脑—属性—设备管理器—端口”里面查看 COM 端口）。



打开资料包，选择“调试软件”---“485 参数配置软件”，找到  打开即可。

如果在设备管理器中没有发现 COM 口，则意味您没有安装 USB 转 485 驱动（资料包中有）或者没有正确安装驱动，请联系技术人员取得帮助。

4.2 传感器监控软件的使用

- ①、首先根据 4.1 章节的方法获取到串口号并选择正确的串口。
- ②、点击软件的测试波特率，软件会测试出当前设备的波特率以及地址，默认波特率为 4800bit/s,默认地址为 0x01。
- ③、根据需要使用修改地址以及波特率，同时可查询设备的当前功能状态。
- ④、如果测试不成功，请重新检查设备接线及 485 驱动安装情况。



第 5 章 通信协议

5.1 通讯基本参数

编 码	8 位二进制
数据位	8 位
奇偶校验位	无
停止位	1 位
错误校验	CRC（冗余循环码）
波特率	1200bit/s、2400bit/s、4800bit/s、9600bit/s、19200bit/s、38400bit/s、57600bit/s、115200bit/s 可设，出厂默认为 4800bit/s。

5.2 数据帧格式定义

采用 ModBus-RTU 通讯规约，格式如下：

初始结构 ≥4 字节的时间

地址码 = 1 字节

功能码 = 1 字节

数据区 = N 字节

错误校验 = 16 位 CRC 码

结束结构 ≥4 字节的时间

地址码：为传感器的地址，在通讯网络中是唯一的（出厂默认 0x01）。

功能码：主机所发指令功能指示。本传感器可用功能码 0x03（读取寄存器数据）0x06（写入寄存器

数据区：数据区是具体通讯数据，注意 16bits 数据高字节在前！

CRC 码：二字节的校验码。

主机问询帧结构：

地址码	功能码	寄存器起始地址	寄存器长度	校验码低位	校验码高位
1 字节	1 字节	2 字节	2 字节	1 字节	1 字节

从机应答帧结构：

地址码	功能码	有效字节数	数据一区	第二数据区	第 N 数据区	校验码
1 字节	1 字节	1 字节	2 字节	2 字节	2 字节	2 字节

5.3 寄存器地址

寄存器地址	PLC或组态地址	内容	操作	定义说明
0000 H	40001 (十进制)	热通量值	03/04	土壤热通量实时值
0052 H	40083(十进制)	偏差值	03/04/ 06/10	土壤热通量偏差值 (-200~200)
07D0 H	42001 (十进制)	设备地址	03/04/ 06/10	1~254（出厂默认1）
07D1 H	42002 (十进制)	设备波特率	03/04/ 06/10	0代表2400 1代表4800 2代表9600 3代表19200 4代表38400 5代表57600 6代表115200 7代表1200

5.4 通讯协议示例以及解释

举例：读取热通量数值

问询帧



地址码	功能码	起始地址	数据长度	校验码低字节	校验码高字节
0x01	0x03	0x00 0x00	0x00 0x01	0x84	0x0A

应答帧

地址码	功能码	返回有效字节数	水分值	校验码低字节	校验码高字节
0x01	0x03	0x02	0x00 0x64	0x9B	0xAF

计算：

0064(十六进制)=100=> 土壤热通量值=100W/m²

第 6 章 常见问题及解决方法

6.1 注意无输出或输出错误

可能的原因：

- 1)电脑有多个 COM 口，选择的口不正确。
- 2)设备地址错误，或者存在地址重复的设备（出厂默认全部为 **0x01**）。
- 3)波特率，校验方式，数据位，停止位错误。
- 4)485 总线有断开，或者 A、B 线接反。
- 5)设备数量过多或布线太长，应就近供电，加 485 增强器，同时增加 120Ω 终端电阻。
- 6)USB 转 485 驱动未安装或者损坏。
- 7)设备损坏。