

## TP02 土壤热导率探头

非稳定状态探头——热导率测量

在针式热导率传感器的设计上, Hukseflux 是目前市场上的领导者。这些针式传感器中有一些比较大的型号用于现场测试, 也有一些小的型号用于小样本热导率测量, 可以用一些比较短但是很牢固的放射性材料测量海边土壤的热导率。

TP02 可以快速准确的测量出介质的热导率(或热阻), 可以以\*高的精度来插入。该探头依从 ASTM D 5334-00, D 5930-97 和 IEEE 442-1981 标准, 标准的 TP02 探头在土壤、热回填材料, 沉淀物、食品、粉末、 污泥、油漆、胶水以及其它各种材料中已经被证明具有非常好的稳定性。非稳定状态探头(NSSP)测量方法(众所周知的瞬时线性源, 热针, 热脉冲和专线技术)有一些基本的有利条件, 这些条件可以使得采样快速、一概。 Hukseflux 特定于 NSSP 设计, 特殊的型号已经开发用于现场实验。为了长久性的安装在土壤里面, 设计了一个专注的型号——TP01。TP02 的设计和测试都是和瓦格宁根大学的应用物理小组一起合作完成。

通常情况下, TP02 连接在 Campbell Scientific 公司的 CR1000 数据采集器上。

ASTM 的表尊和 IEEE 的标准描述证明了测量材料热导率的方法。ASTM D 5334-00 和 D 5930-97, 以及 IEEE Std 442-1981 "标准测试方法"特殊用于非稳定状态探头 NSSP, 并且已经在各种领域得到应用。一个 NSSP 由加热导线, 上乘线源, 一个温度传感器组成, 温度传感器用于测量这个源的温度。NSSP 的原理是独立依赖与一个线源: 短时温度上升期间,  $\Delta T$ , 仅依赖于加热器功率,  $Q$ , 以及介质热导率  $\lambda$ :

$$\Delta T = (Q / 4 \pi \lambda) (\ln t + B)$$

$\Delta T$  单位是 K,  $Q$  单位是 W/m,  $\lambda$  单位是 W/mK,  $t$  是时间, 单位是 s 和 B 是一个常数, 在测量加热期间, 加热温度的时间可以计算出来(对于 TP02, 典型为 2 分钟),  $\lambda$  也可以被计算出来。没有限定采样尺寸, 在针的周围, \*大 20mm 半径可以被覆盖范围。

为了测量  $Q$ ,  $t$  和  $\Delta T$ , 可以分别直接测量功率, 时间和温度。完成这些测量不需要参考材料, 因此 TP02 的测量是一概的。

TP02 作为一个单独的探头, 可以和用户的其它测量和控制系统一起工作, 可以和 Campbell Scientific 的 CR1000 数据采集器一起工作。Hukseflux 的 TP02 设计可以用于非常宽的应用范围, 设计考虑了一下因素:

- \*佳精度: TP02 包含 2 个热电偶, 外形为针式, 输出为电压信号,  $U$ , 和  $\Delta T$  成比例。一个尖不能被加热, 只是作为一个参比。

开始测量之前, 这个电压总是很小, 独立于介质温度。设计在针中仅一个传感器, 信号  $U$  降出现在\*大信号上。

两个热电偶设计有着非常上等别的精度, 尤其是在测量高温和低温时。此外, 针中的参比结和加热结, 介质温度变化的灵敏度已经被\*小化。

- 基本温度传感器：传感器基于 Pt1000 铂电阻，作为一个冷结测量建立了-概的介质温度 T。(需要 ASTM)。这个用于温度热电偶灵敏度校正，也可以在整個量程范围内提供上等别的精度。
- 温度和水分抵抗性：TP02 上所有的材料都很高的温度抵抗性，针全部由不锈钢制作，焊接尖的保等级为 IP68，压缩热塑电缆的保护等级为 IP67，整个针防水。
- 标准电缆和连接器：在底部装如 Pt1000 铂电阻温度传感器，使用铜芯电缆和连接器，可以用普通的电缆延长 TP02 的电缆。
- 长期稳定性：全部密封的结构可以在实质上保护内部不会受到侵蚀，长时间的维持传感器的稳定性。
- 数据处理：从 TP02 获得的数据可以用电子表格程序进行直接处理。

#### 标定/ISO 9000

探头稳定性的确认可以通过在甘油中的重复（每年）测试，而且更适合在多个温度条件下。标定参比筒(CRC)可溯源至 NPL，标定参比筒可以从 Hukseflux 公司购买。TP02 适合在 ISO 标定实验室中使用。

#### 建议使用：

- ※ 土壤和软石研究
- ※ 食品、塑料和粉末研究

#### 可选项

- ※ 标准：ASTM 标准可以在 <http://www.astm.org> 上获得
- ※ 比较设计：Hukseflux 特定指向 NSSP 设计，比较模型，比如更小，更牢固，温度抵抗性更强
- ※ 土壤的长久性安装：TP01 专门设计用于长期监测
- ※ 测量和控制解决方案：详见 TP02 手册
- ※ 手册：可以通过 Email 索取

为了更高精度的标定，CRC 标定参比筒可以使用

为了插入硬度很高的土壤，GT 系列导深管可以使用

#### 技术性能参数

测试方法：ASTM D 5334-00 和 D 5930-97 IEEE Std 442-1981

针长：150 mm

可溯源：NPL

范围( $\lambda$ ): 0.1—6 W/m.K

灵敏度( $\Delta T$ ): K 型热电偶, ANSI MC96.1-1982

温度范围：-55—180℃

精度(@ 20 ° C):  $\pm(3\%+0.02)$  W/mK

温度依赖性精度： $\pm 0.02$  %/K (附加)

测量循环周期：200 s (典型)

供电需求(开关): 3 V, 1 Watt (\*大)

介质/采样需求：颗粒状材料，粉末，泥浆，凝胶，糊状物，某些采样需要预先钻孔

采样尺寸：\*小 20 mm 半径

更小采样：咨询 HUKseflux

注意：请参阅手册获得更加详细的信息

针和基部保护等级：IP 68

整个传感器保护等级：IP 67