

HPV 茎流量传感器/Sap Flow Sensor

HPV 茎流量传感器是一款校准型、低成本的热脉冲液流传感器，输出校准液流量、热速、茎水含量、茎温等数据，功耗低，内置加热控制，同时改善了传统的加热方式，其原理采用双方法（DMA）热脉冲法，测量范围：-200~+1000cm/hr(热流速度)或-100~+2000cm³/cm²/hr(茎流通量密度)，可广泛用于茎流量监测、植物茎流蒸发计算、植物茎流蒸腾量、植物灌溉等

植物茎流是树木内部的“水”运动，而蒸腾是从叶片通过光合作用蒸发流出的水分。树液流量和蒸腾量之间有很强的关联性，通常理解是同一回事。但是，严格地说，它们是不同的，这体现在它们是如何被测量的。

SAP 流量以 L/hr（或每天、每周等）为单位进行测量。蒸腾量以每小时、每天、每星期等毫米（mm）为单位测量。

$$\text{蒸散量} = \text{蒸腾量} + \text{蒸发量}$$

蒸腾量以毫米为测量单位，可与降雨量以毫米计作比较。随着时间的推移，降雨量（水输入）应与蒸腾量（输出）相匹配。如果蒸腾作用更高，通常是树木作物的蒸腾作用，那么这种差异必须通过灌溉来弥补。

蒸发量（evaporation），蒸发量是指在一定时段内，由土壤或水中的水分经蒸发而散布到空中的量。

1mm(降雨量)=1 m²地面 1kg 水

1mm(蒸腾量)=1 m²叶面积的 1 升树液流量（水）

例如：在果园和葡萄园等有管理的树木作物系统中，蒸发量与蒸腾量相比非常小。因此，为了简化测量，通常忽略蒸发量，将蒸腾量取为平均蒸散量（ET_o）。

技术指标

测量范围：-200~+1000cm/hr(热流速度)

分辨率：0.001cm/hr

准确度：±0.1cm/hr

探针尺寸：φ1.3mm*L30mm

温度位置：外 10mm，内 20mm

针距：6mm

探针材质：316 不锈钢

温度范围：-30~+70℃

响应时间：200ms

加热电阻：39Ω，400J/m

电源：12V DC

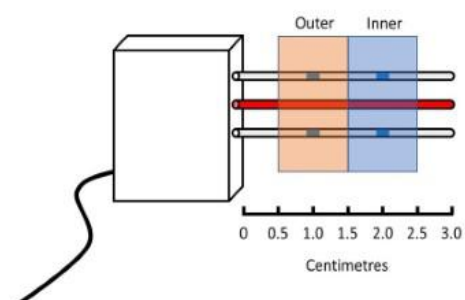
电流：空闲 5mA，测量<270mA

信号输出：SDI-12

线缆：5m，最大 60m



Outer and Inner Measurement Zones



茎流传感器安装前的数据修正和补偿工作

- (a) 有关 Sap 茎流传感器设置的完整详细信息，请参阅 Sap 茎流传感器集成指南 Sap 茎流传感器中提供。
- (b) -使用以下 SDI-12 命令执行这些基本配置功能：
- (c) SDI-12 地址。默认地址为 0。
- (d) 0XTDD! 输入-返回传感器地址 0 的中继直径值。默认值为 10.0 cm。
- (e) 0XTDD=24.3! 输入-将树干直径更改为 24.3 cm。插入值而不是 24.3

在步骤 2 (a) 中测量的树干直径。

- (f) 查看传感器地址 0 的树皮厚度值命令：0XBDD! 默认值为 0.5 厘米。
- (g) 更改传感器地址 0 的树皮厚度值命令：0XBDD=0.2! 输入-将树皮深度更改为 0.2 cm。

在步骤 2 (b) 中测量的树皮深度。

- (h) 查看传感器地址 0 的木材干密度命令：0XDDW! 默认值为 0.400 g/cm³。
- (i) 更改传感器地址 0 的木材干密度命令：0XDDW=0.558! 输入-将木材的干密度更改为 0.558 g/cm³。

以美国 Campbell 公司 CR1000 数据采集器为例

茎流传感器地址为：0

```
CR1000>
CR1000>SDI12
1: C1
2: C3
3: C5
4: C7
Select SDI12 Port: 1
Entering SDI12 Terminal
?!
0
0XTDD!
0TDD=10.00
0XBDD!
0BDD=0.50
0XTDD=15.5!
0TDD=15.50
0XTDD1
!0TDD=15.50
0XDDW!
0DDW=0.400

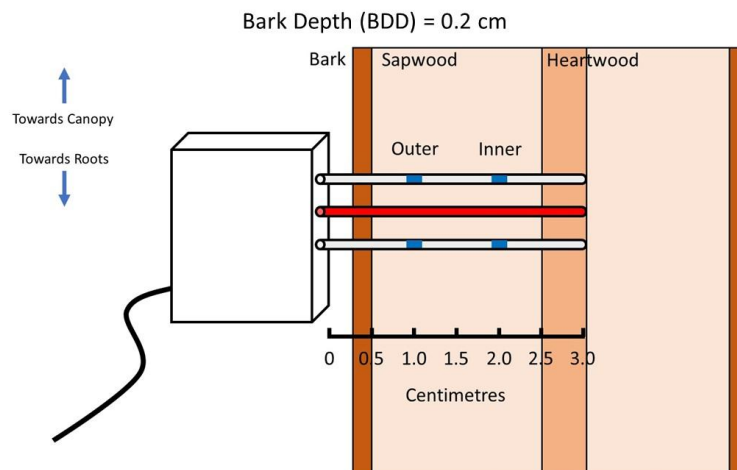
Exiting SDI12 Terminal
```

茎流传感器地址为：1

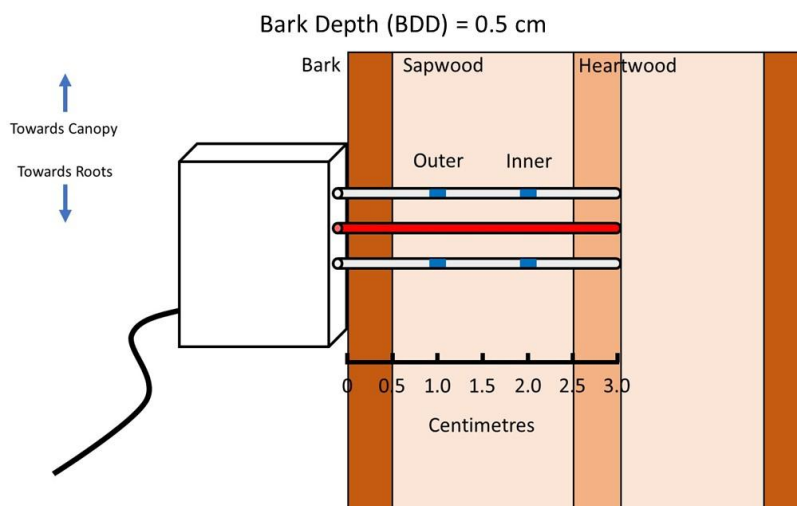
```
CR1000>
CR1000>
CR1000>SDI12
1: C1
2: C3
3: C5
4: C7
Select SDI12 Port: 1
Entering SDI12 Terminal
?!
0
0A1!
1
?!
1
1XTDD!
1TDD=15.50
1XBDD!
1BDD=0.50
1XDDW!
1DDW=0.400
?!
1
1A0!
0
?!
0
```

北京博伦经纬科技发展有限公司

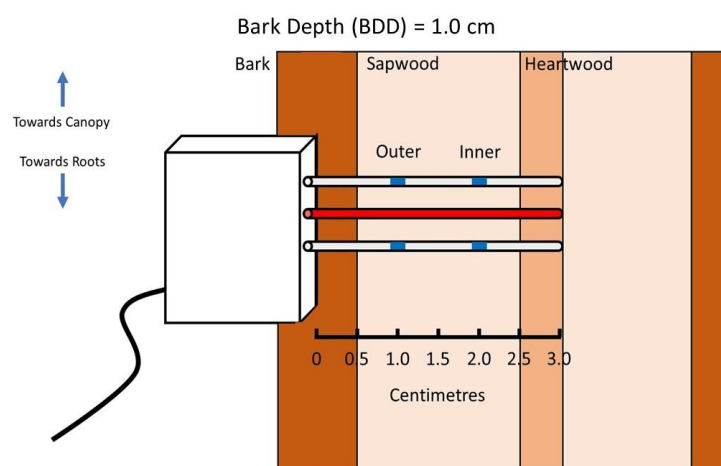
树皮小于 5mm 厚度，一部分探针将在树外。用泡沫/绝缘材料包裹



树皮等于 5mm 厚度，安装完成后，不需要包裹



树皮大约 5mm 厚度，用刀片或凿子仔细地去除树皮的一部分，直到树皮深度约为 0.5 厘米。



数据输出信息如下：

1. SapFlowTotal, the total sap flow of the stem in litres per hour
茎总液流量：单位 L/hr
2. VhOuter, heat velocity at the outer thermistor
外部茎流速度：单位 cm//hr
3. VhInner, heat velocity at the inner thermistor
内部茎流速度：单位 cm//hr
4. AlphaOuter, the natural log of the ratio of temperatures at the outer thermistor
 α 外部温度比自热对数（备注：内部计算使用，没有其它用处）
5. AlphaInner, the natural log of the ratio of temperatures at the inner thermistor
 α 内部温度比自热对数（备注：内部计算使用，没有其它用处）
6. BetaOuter, the natural log of the ratio of maximum temperatures at the outer thermistor
 β 外部最大温度比自热对数（备注：内部计算使用，没有其它用处）
7. BetaInner, the natural log of the ratio of maximum temperatures at the inner thermistor
 β 内部最大温度比自热对数（备注：内部计算使用，没有其它用处）
8. tMaxTouter, time to maximum temperature at the outer thermistor
外部温度最高温度时间：单位秒（备注：内部计算使用，没有其它用处）
9. tMaxTinner, time to maximum temperature at the inner thermistor
外部温度最高温度时间：单位秒（备注：内部计算使用，没有其它用处）



北京博伦经纬科技发展有限公司

