

## OPEC-6 涡动（涡度）相关仪

### 碳通量观测系统

碳通量观测，适用于森林、草地、农田、沙漠及城市等各种下垫面环境，广泛应用于中科院、林科院、农科院、气象局及各科研领域，对区域碳、水循环过程的研究，作为生态系统与大气之间的  $\text{CO}_2$ 、 $\text{H}_2\text{O}$  和能量交换信息的有效手段，为分析地圈-生物圈-大气圈的相互作用，评价陆地生态系统在碳循环中的作用提供重要的数据基础，为大尺度、长期和连续的科学研究提供支撑。

美国 Campbell 公司（简称 CSI）的通量观测系统已国内各领域得到广泛应用，中国科学院、中国林科院及中国农科院等不同领域的生态站已实现网络化观测。

近地层通量观测系统是空气动力学梯度法、涡度相关法和能量平衡法的高度结合，相互印证，确保了长期观测数据的有效性，是边界层研究的重要手段。通常由两个部分组成，一个是涡动协方差系统，另一个是背景梯度系统。这两个部分彼此结合，却又相互独立，它们采用两个数采单独来运行，保证了系统的稳定性和数据的有效性。

### 涡动协方差系统---通量观测的标准方法

涡动协方差系统，亦称涡度相关系统，是一种微气象学的测量方法，采用涡度相关原理，利用快速响应的传感器来测量大气下垫面的物质交换和能量交换，它是一种直接测定通量的标准方法，已成为近年来测定生态系统碳、水交换通量的关键技术，得到了越来越广泛的应用，并逐渐成为国际通量观测网络的主要技术。

涡动协方差系统可以测量显热通量、潜热通量、动量通量、摩擦风速，以及其它物质通量（如  $\text{CO}_2$  等），主要应用在边界层理论研究、大气扩散、能量收支研究、水分及其它物质收支研究等众多领域。

工作原理：

系统实际运行中，超声风速仪高频响应三维风速（ $U_x$ 、 $U_y$ 、 $U_z$ ）和虚温（ $T_s$ ）， $\text{CO}_2/\text{H}_2\text{O}$  分析仪高频响应  $\text{CO}_2$  和  $\text{H}_2\text{O}$ ，数据采集器实时采集这些变量数据，并对其做同步处理，之后在线计算得到感热通量、潜热（水汽）通量、 $\text{CO}_2$  通量、动



官网：[www.qdgocean.com](http://www.qdgocean.com)

邮箱：[manager@qdgocean.com](mailto:manager@qdgocean.com)

电话：86-0532-83932272

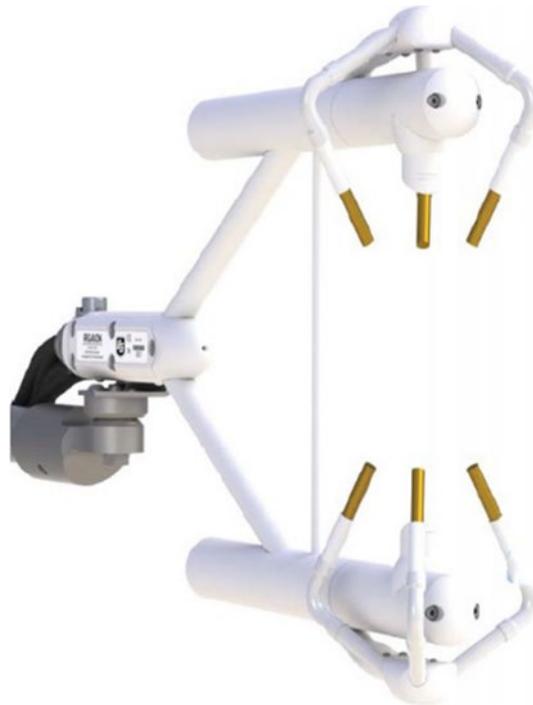
地址：中国山东省青岛市即墨区凤凰山路 8 号 11 号别墅

量通量及摩擦风速，以及这些数据所需的协方差/均值等，并将计算结果保存在数据采集单元，以此同时各种高频变量的原始数据也会保存在数据采集单元中，用户可以对这些原始数据进行后期处理（分析和插补），从而获得理想通量数据。

注意：从湍流原始数据到通量产品生成的整个过程，质量控制 / 质量保证必不可少，如对原始数据的异常值剔除，水汽/ CO<sub>2</sub> 数值采集相对于垂直风速的时间滞后订正以及观测结果的代表性（Footprint）的检验等。

### 一、三维超声与二氧化碳水汽分析仪 IRGASON

Campbell Scientific 公司的 IRGASON 仪器集专门设计测量涡流的三维声波风速计和绝对开路式 CO<sub>2</sub>/H<sub>2</sub>O 分析仪于一体。IRGASON 使用的固态分析仪器是非色散红外检测原理，能同时测量绝对二氧化碳浓度和水蒸气浓度，空气温度，三维风速，声波空气温度采用一体式设计，严格保证数据信号同步。



超声风速仪：

输出：U<sub>x</sub>、U<sub>y</sub>、U<sub>z</sub>、C（U<sub>x</sub>、U<sub>y</sub>、U<sub>z</sub> 是参照于风速仪的坐标轴的风分量，C 是声速）

输出频率：可编程从 1~60Hz，瞬时测量，并有两种超采模式径组平均后成为 20Hz 或 10Hz。



官网：[www.qdtkocean.com](http://www.qdtkocean.com)

邮箱：[manager@qdtkocean.com](mailto:manager@qdtkocean.com)

电话：86-0532-83932272

地址：中国山东省青岛市即墨区凤凰山路 8 号 11 号别墅

技术参数:

<p>风速部分</p> <p>分辨率:</p> <p>Ux、Uy: 0.01m/s;</p> <p>Uz: 0.05m/s;</p> <p>C: 15mm/s-1rms; 值为瞬时测量。</p> <p>风速精度: 1.5%RMS@ 12m/s</p> <p>范围: 0~65 m/s</p>	<p>风向部分</p> <p>范围: 0-359°</p> <p>分辨率: 0.1°</p> <p>精度: 0.5°@ 12m/s</p>
<p>声温部分</p> <p>工作温度: -40~70℃</p> <p>分辨率: ≤0.01℃</p>	<p>声速部分</p> <p>声速: 300~370 m/s</p> <p>分辨率: 优于 0.001 m/s</p> <p>精度: 0.025% @ 20℃</p>
<p>气体分析仪:</p> <p>输出: 水汽浓度, CO<sub>2</sub> 浓度</p> <p>功耗: 5W (任意温度运行下), 启动时最高 30W</p> <p>测量范围: CO<sub>2</sub>: 0~3000μmol/mol (出厂标定)</p> <p style="padding-left: 40px;">H<sub>2</sub>O: 0~60 mmol/mol (出厂标定)</p> <p>测量频率: 100Hz</p> <p>输出频率: 5~50Hz 可选</p> <p>输出带宽: 5, 10, 12.5, 20, 25HZ; 用户可编程。</p> <p>输出信号: SDM, RS-485, USB, 模拟。</p> <p>温度: ±0.15℃(-30-+50℃)</p> <p>CO<sub>2</sub> 零点温度漂移 (最大): ±0.55mg/m<sup>3</sup>/℃ (±0.3μmol/mol/℃)</p> <p>增益漂移 (最大): 读数的±0.1%/℃</p> <p>CO<sub>2</sub> 测量准确度: &lt;1%μmol/mol</p> <p>相对 H<sub>2</sub>O 灵敏度 (最大): ±1.1×10<sup>-4</sup>μmolCO<sub>2</sub>/molH<sub>2</sub>O</p> <p>H<sub>2</sub>O 零点温度漂移 (最大): ±0.037g/m<sup>3</sup>/℃ (±0.05mmol/mol/℃)</p>	



增益漂移（最大）：读数的 $\pm 0.3\%/^{\circ}\text{C}$

$\text{H}_2\text{O}$  测量准确度： $< 1\% \mu\text{mol/mol}$

相对  $\text{CO}_2$  灵敏度（最大）： $\pm 1.1 \times 10^{-4} \mu\text{molCO}_2/\text{molH}_2\text{O}$

相对  $\text{CO}_2$  灵敏度（最大）： $\pm 0.1 \text{molH}_2\text{O}/\text{molCO}_2$

## 二、TN1102 开路甲烷分析仪 TN1102

采用波长调制光谱技术，中红外可调谐激光光源对射的方式进行测量，首先 QCLAS 的分子检测灵敏度比近红外更高， $\text{CH}_4$  在  $3.3\mu\text{m}$  的吸收强度是近红外  $1.6\mu\text{m}$  的 163 倍，其吸收强度更强，完全弥补了物理光程上的不足；其次，在相对宽的中红外光谱范围内，分子谱线的重叠更少，交叉干扰更小。所以在保证超高精度的同时，由于物理光路短，环境适应性更强，稳定性更佳。监测仪器的高频浓度分析特性，使之非常适合于微气象涡动相关（Eddy Covariance）测量技术，结合通量观测系统可准确定量不同生态系统和大气间的净交换通量。

特点：

- ❖ 采用中红外激光器对射式结构，无需多次反射，结构更稳定，不受温度变化和震动影响
- ❖ 超短腔室结构设计，体积小重量轻，适应于各类环境场景部署的便携式设计，环境适应性极强
- ❖ 100Hz 高响应速度，适合小涡流、高风速环境下的精准测量
- ❖ 低功耗，适合无电网区域和移动平台等野外场景，能以太阳能电池板或蓄电池供电



官网：[www.qdgocean.com](http://www.qdgocean.com)

邮箱：[manager@qdgocean.com](mailto:manager@qdgocean.com)

电话：86-0532-83932272

地址：中国山东省青岛市即墨区凤凰山路 8 号 11 号别墅

技术参数:

测量原理: 波长调制光谱 QCLAS 中红外激光直接吸收光谱技术(WMS)

测量范围: 0~50 $\mu$ mol/mol@ -25 $^{\circ}$ C 和 0~50  $\mu$ mol/mol @ 25 $^{\circ}$ C

分辨率 (RMS 噪声):  $\leq$ 5ppb @ 10 Hz, 2000 ppb CH<sub>4</sub> 和  $\leq$ 2 ppb @ 1 Hz,

2000 ppb CH<sub>4</sub>

精度:  $<$ 1%  $\mu$  mol/mol

工作环境温湿度: -25~60 $^{\circ}$ C, 0~100% R.H.

工作环境压力: 50~110kPa

输出频率: 1~100Hz 可调

电源电压: 12VDC

正常功耗: 4W

传感器尺寸: 直径 7cm, 高度 52cm

物理光程: 37cm

重量: 1.5kg (不包含测量主机)

输出接口: 以太网

防护等级: IP6

### 三、四分量净辐射传感器 CNR4

CNR4 四分量净辐射传感器分别对入射的短长波远红外 (FIR) 辐射与地表反射短波和逸出长波辐射之间的能量平衡进行测量。CNR4 四分量净辐射传感器包含一对太阳总辐射表, 分别朝上和朝下放置; 还有一对长波辐射表, 采取相同的配置设置。太阳总辐射表对测量短波辐射, 而长波辐射表对测量长波辐射。CNR4 上部的长波探测器有一个弯月面圆顶, 确保水滴能够轻松向下滚落, 将视角范围扩大到接近 180 $^{\circ}$ , 而一般平面窗口的视角则只能达到 150 $^{\circ}$ 。所有 4 个传感器没有以单独模块安装在外壳上, 而是直接集成到仪器主体当中, 但是均分别进行过校准, 以确保优度。

其中集成的两个温度传感器为 Pt-100 和热电阻, 以便与各种数据记录仪相兼



官网: [www.qdgkocean.com](http://www.qdgkocean.com)

邮箱: [manager@qdgkocean.com](mailto:manager@qdgkocean.com)

电话: 86-0532-83932272

地址: 中国山东省青岛市即墨区凤凰山路 8 号 11 号别墅

容。温度传感器提供相关的温度信息，以校正仪器外壳温度的红外读数。我们在放置长波传感器时，已注意将其互相放在一起并全部放置在温度传感器的附近。这样就确保了测量表面的温度相同并被准确知晓，从而提高了长波测量的质量。

本款净辐射计重量非常轻，并且还集成有一个遮阳罩，以减弱热量对短长波测量的影响。我们所有的新辐射计产品均配有带防水连接器的黄色电缆。您也可以取下安装杆上的螺丝，方便运输。

其还有一款带加热器的选装 CNF4 通风装置，设计作为遮阳罩的扩展功能使用。您可以在 CNR4 中加装新款版本，或者也可以后续对该通风装置进行改造。由于该装置为紧凑类型，因此圆顶和窗口上方的空气能够快速有效流通，更大化减少露水的形成和清洁的频率。如需融化结霜，可使用集成的加热器进行加热。

CNR4 的规格符合 WMO 优异标准的分类要求。属于 WMO 优异标准分类



技术参数：

输出：4 个输出，分别是向上的短波、向下的短波以及向上的长波和向下的长波

光谱范围：短波 300~2800nm，短波校准溯源：WRR

长波 4500~50000nm，长波校准溯源：ITS90

测量范围：0~2000W/m<sup>2</sup>

温度传感器：pt100

灵敏度：5~20 $\mu$ V/W/m<sup>2</sup>（短波）；5~15 $\mu$ V/W/m<sup>2</sup>（长波）

响应时间：<6s（63%）；<18s（95%）

工作环境温度：-40℃~80℃，0~100%RH



官网：[www.qdgkocean.com](http://www.qdgkocean.com)

邮箱：[manager@qdgkocean.com](mailto:manager@qdgkocean.com)

电话：86-0532-83932272

地址：中国山东省青岛市即墨区凤凰山路 8 号 11 号别墅

视角：短波辐射传感器 180°，长波辐射传感器向下 150°，长波辐射传感器向上 180°

防护等级：IP67

具有 ISO 9060 认证标准及 IEC61724-1:2021 《检测和校准实验室能力的通用要求》标准证书。

## 五、气象辅助系统

### （一）、气象数据采集器 CR6



CR6 数据采集器是一款强大的系统控制单元，集数据采集与系统控制等核心功能于一体，它在继承 CSI 的 CR 系列采集器数十年来的高品质的基础上，博取百家之长，包容并蓄，集成了 microUSB 口、Ethernet 网络接口（WiFi 选配），支持 MicroSD 卡扩展，同时保留了原有的高性能 CS I/O、RS-232 等接口，使这套数据采集单元具有非常丰富和完善的扩展性，能够支持众多类型的传感器和扩展模块/设备。

此外，CR6 数据采集器进一步提高了 CR 数据采集器原有的模拟输入精度和分辨率，通讯速率更高，而功耗更低。

CR6 第一次引入通用端子（Universal terminal）概念，通过巧妙的设计，“通用端子”（U terminal）能够兼容几乎所有的模拟/数字传感器或智能传感器。同时，



官网：[www.qdgkocean.com](http://www.qdgkocean.com)

邮箱：[manager@qdgkocean.com](mailto:manager@qdgkocean.com)

电话：86-0532-83932272

地址：中国山东省青岛市即墨区凤凰山路 8 号 11 号别墅

CR6 也是我们第一款具有静态振弦测量功能的多功能数据采集器。

CPU: 32bit, FPU, 100Hz, 1MB 运存

模拟输入: 16 个单端通道 (8 个差分)

时钟精度:  $\pm 3$  分钟/年;

测量分辨率: 0.01 $\mu$ V RMS

模拟精度:  $\pm$  (0.04%的测量值+偏移量)

测量速率: 125Hz (8ms)

配备: 8G 存储卡 2 个。

### 通道扩展板 VOLT116

Volt116 该通道扩展板是公司生产的一款新型满足高频测量需求的一款设备，可以与高频处理采集器 CR6, CR1000X 兼容，应用于高频输出处理测量；该扩展板采用 24 位数模转换器，以及低噪音设计，提供优良的模拟信号测量；另外该扩展板还支持周期平均测量，电压电流的激发通道，可兼容更多的传感器，可扩展 16 差分或 32 单端模拟量信号输入。



产品特点:

24 位 ADC 和低噪声的输入

可通过 CPI 总线通道数扩展



官网: [www.qdtkocean.com](http://www.qdtkocean.com)

邮箱: [manager@qdtkocean.com](mailto:manager@qdtkocean.com)

电话: 86-0532-83932272

地址: 中国山东省青岛市即墨区凤凰山路 8 号 11 号别墅

水平测量通道的数量不会增加时间

配置简单

可选择的噪音抑制

CANbus 2.0 A / B 输出可用

USB 2.0 接口可连接电脑操作设置

供电：9.6 至 32 Vdc

精度：±(0.04% 读数 + 偏移补偿) 0°至 40°C

±(0.06% 读数 + 偏移补偿) -40°至 +70°C

±(0.08% 读数 + 偏移补偿) -55°至 +85°C

扩展通道数量：16 个差分或 32 个单端

环境温度：-40°C~70°C；

多路最大采样速率：3kHz (使用快速输入[100μs]设置)

最大极限采样速率：30 kHz

输入电压范围：±5000 mV, ±1000 mV, ±200mV

平均周期：周期平均（模拟输入通道）

CPI：数据记录器的连接。波特选择从 50 kbps 到 1Mbps。

至少支持的协议：SDI-12,PakBus,Modbus,DNP3,NTCIP,NMEA0183,以及更多

编程工具：可以使用 3 种编程工具 ShortCut/Edlog/CRBasic 的 1 种创建。

Shortcut:

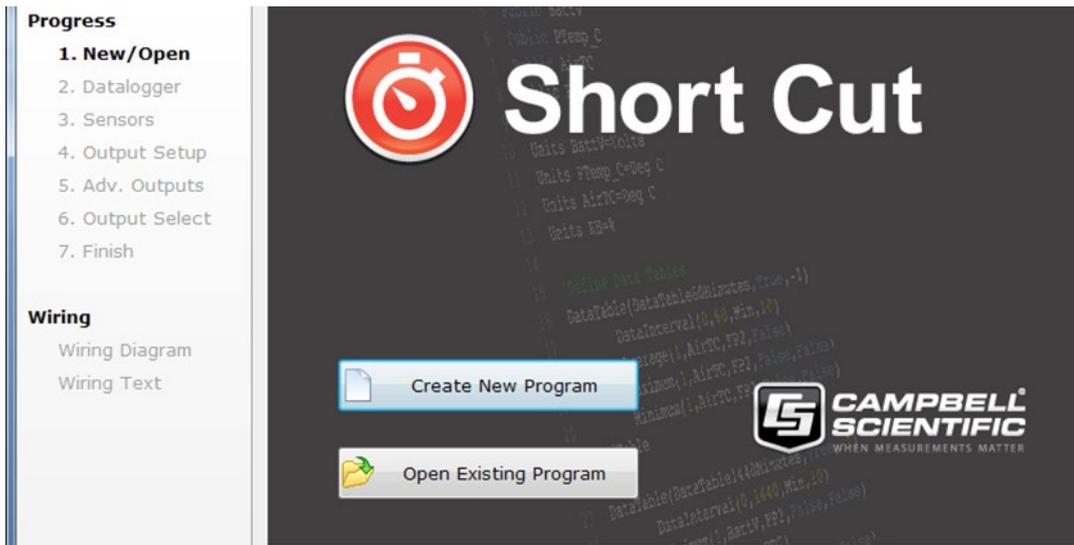


官网：[www.qdgkocean.com](http://www.qdgkocean.com)

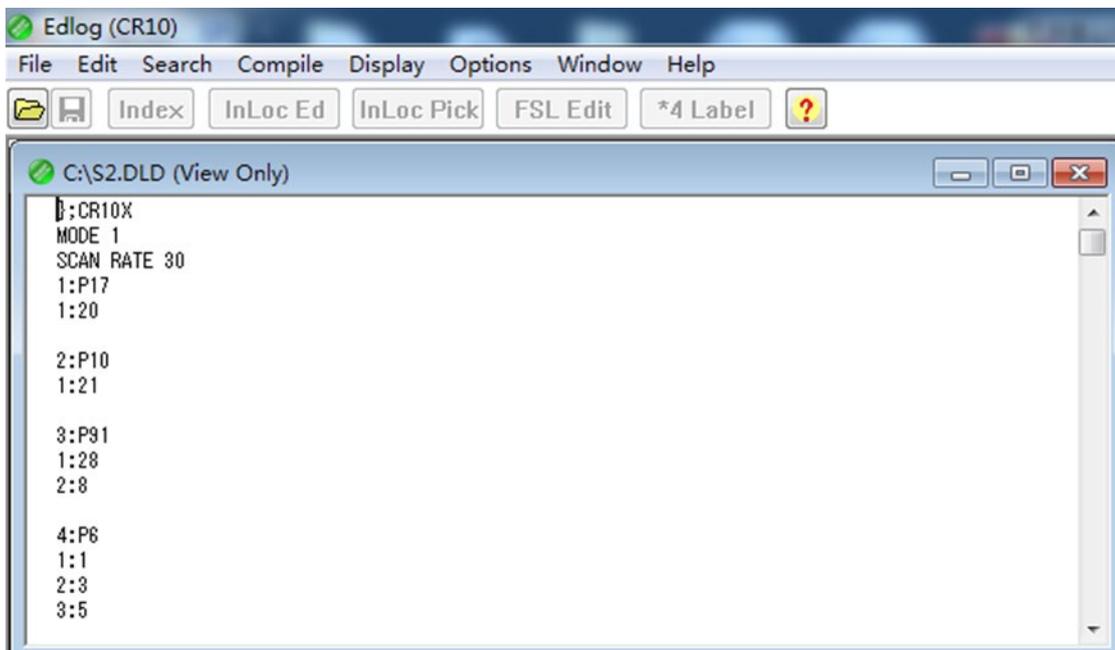
邮箱：[manager@qdgkocean.com](mailto:manager@qdgkocean.com)

电话：86-0532-83932272

地址：中国山东省青岛市即墨区凤凰山路 8 号 11 号别墅



## Edlog



## CRBasic

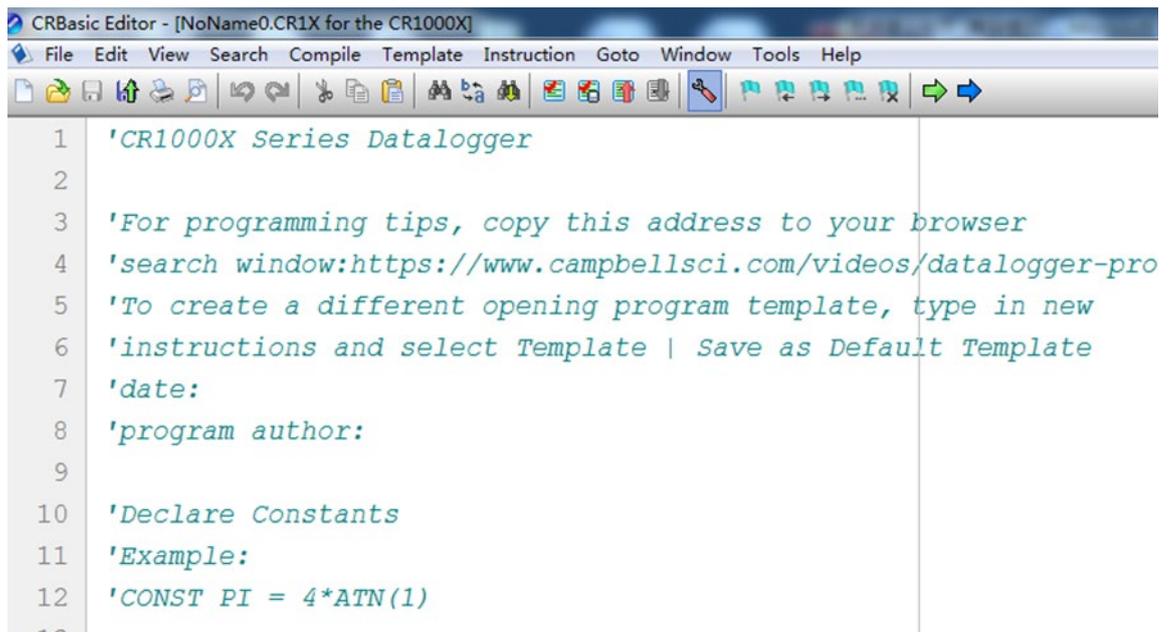


官网: [www.qdtkocean.com](http://www.qdtkocean.com)

邮箱: [manager@qdtkocean.com](mailto:manager@qdtkocean.com)

电话: 86-0532-83932272

地址: 中国山东省青岛市即墨区凤凰山路 8 号 11 号别墅



```
CRBasic Editor - [NoName0.CR1X for the CR1000X]
File Edit View Search Compile Template Instruction Goto Window Tools Help
1 'CR1000X Series Datalogger
2
3 'For programming tips, copy this address to your browser
4 'search window:https://www.campbellsci.com/videos/datalogger-pro
5 'To create a different opening program template, type in new
6 'instructions and select Template | Save as Default Template
7 'date:
8 'program author:
9
10 'Declare Constants
11 'Example:
12 'CONST PI = 4*ATN(1)
```

## (二)、空气温湿度一体传感器 HMP155A

HMP155A 温度相对湿度传感器是一款性能优异的温度相对湿度传感器。

HMP155A 温度相对湿度传感器采用全新研制的具有专利技术的 HUMICAP®180R 加热型相对湿度探头，并结合当前先进的制造工艺，具有卓越的稳定性和强大的环境适应能力。HMP155A 温度相对湿度传感器凭借其灵敏度更高、反应更加迅速的新型温度探头，HMP155A 温度相对湿度传感器能够以更快的速度对环境温度的变化做出反应，让您随时掌握温度变化的第一手数据资料。HMP155A 温度相对湿度传感器支持 0~1V 电压输出，对 CSI 的全系列数据采集器拥有良好的兼容性；HMP155A 温度相对湿度传感器采用节能设计，仅在测量时由数据采集器供电，非工作时可停止供电。

HMP155A 温度相对湿度传感器温度湿度可广泛应用于气象观测与预报、道路环境监测、民航、工业检测等领域。为了使 HMP155A 温度相对湿度传感器能够消除环境影响进行更加精确的测量，并使 HMP155A 温度相对湿度传感器拥有更加长久的使用寿命，我们配备 41005-5 防辐射罩，或者将其安装在百叶箱内。



官网: [www.qdgocean.com](http://www.qdgocean.com)

邮箱: [manager@qdgocean.com](mailto:manager@qdgocean.com)

电话: 86-0532-83932272

地址: 中国山东省青岛市即墨区凤凰山路 8 号 11 号别墅



技术参数:

工作环境:  $-80^{\circ}\text{C}\sim 60^{\circ}\text{C}$ ,  $0\sim 100\%\text{RH}$ ;

外壳防护等级: IP66;

温度传感器

量程:  $-80^{\circ}\text{C}\sim 60^{\circ}\text{C}$ ;

准确度: (模拟电压输出):  $\pm(0.226-0.0028\times\text{温度范围})^{\circ}\text{C}$  ( $-80^{\circ}\text{C}\sim 20^{\circ}\text{C}$ );  
 $\pm(0.055+0.0057\times\text{温度范围})^{\circ}\text{C}$  ( $20^{\circ}\text{C}\sim 60^{\circ}\text{C}$ ) (采用 RS-485 信号输出时, 准确度  
优于模拟电压);

相对湿度传感器

量程:  $0\sim 100\%\text{RH}$ ;

准确度:  $+15\sim +25^{\circ}\text{C}$ :  $\pm 1\%\text{RH}$  ( $0\sim 90\%\text{RH}$ )、 $\pm 1.7\%\text{RH}$  ( $90\sim 100\%\text{RH}$ );

$-20\sim +40^{\circ}\text{C}$ :  $\pm (1.0+0.008\times\text{读数})\%\text{RH}$

$-40\sim -20^{\circ}\text{C}$ :  $\pm (1.2+0.012\times\text{读数})\%\text{RH}$

$+40\sim +60^{\circ}\text{C}$ :  $\pm (1.2+0.012\times\text{读数})\%\text{RH}$

$-60\sim -40^{\circ}\text{C}$ :  $\pm (1.4+0.032\times\text{读数})\%\text{RH}$  配备防辐射罩;

### (三)、翻斗式雨量筒 TE525MM

TE525MM 系列翻斗式雨量桶可测量 0.1mm 的降水增量。雨量桶通过翻斗来  
测量降雨量, 降雨通过漏斗进入机械式翻斗, 当翻斗充满到标定线时自动倾斜倒



官网: [www.qdgkocean.com](http://www.qdgkocean.com)

邮箱: [manager@qdgkocean.com](mailto:manager@qdgkocean.com)

电话: 86-0532-83932272

地址: 中国山东省青岛市即墨区凤凰山路 8 号 11 号别墅

掉雨水，从而通过翻斗的反转次数来测量降雨量。该产品可与 CSI 出品的数据采集器连接。用户可以根据实际需要来定制线缆长度。

此外，您可为 TE525MM 选配 260-953 风挡，以减小在大风对测量准确性的影响，您也可以为其配备 CWS900 系列无线传感器接口，将传感器接入无线传感器测量网络，实现测量数据的数字化无线传输



技术参数：

温度范围：0~50℃；

分辨率：0.5mm

精度：2.0%@50mm/hr

集雨器直径：200mm

漏斗深度：150mm

飞溅保护：>50mm

每斗雨量：0.1mm

#### （四）、土壤三参数传感器 TDR310H



TDR310H 土壤水盐热传感器是推出的新产品，此产品代替了 TDR310S，它是一个集成的时域反射计，结合了超快速的波形生成和数字化功能，以及精密的



官网：[www.qdgocean.com](http://www.qdgocean.com)

邮箱：[manager@qdgocean.com](mailto:manager@qdgocean.com)

电话：86-0532-83932272

地址：中国山东省青岛市即墨区凤凰山路 8 号 11 号别墅

5ps 皮秒分辨率时基和高度复杂的波形数字化及分析固件，提供土壤传播波形的实时时域分析。它在 TDR310S 的基础上改进了响应时间、产品功耗和盐性土壤的稳定性。

土壤水盐热传感器技术指标：

VWC 是使用 TOPP 方程由介电常数计算得出。因此，VWC 的准确度是介电常数的准确度；注意，TOPP 方程仅对约 50% 的 VWC 有效。Acclima 用传播时间超过 50%VWC 的线性函数代替了方程的那部分。

土壤体积含水量：0~100% VWC

分辨率：0.1% VWC

重复性（RMS 偏差）：0.07%

准确度：±0.01W<sub>FV</sub> (粗中介质，细纹理介质，适用于大部分土壤)

土壤温度：-40~+60°C

分辨率：0.1°C

重复性（RMS 偏差）：0.1%

准确度：±0.1°C

介电常数范围：1~80C<sup>2</sup>/(N·M<sup>2</sup>)

分辨率：0.1°C

重复性（RMS 偏差）：0.07%

准确度：±1%

土壤体积电导率范围：0.01~1.5 dS/m

孔隙水电导率：0~55000μS/cm

分辨率：1 μS/cm

重复性（RMS 偏差）：3 μS/cm

电导率准确度：±0.025 dS/m



官网：[www.qdgkocean.com](http://www.qdgkocean.com)

邮箱：[manager@qdgkocean.com](mailto:manager@qdgkocean.com)

电话：86-0532-83932272

地址：中国山东省青岛市即墨区凤凰山路 8 号 11 号别墅

### (五)、HFP01 热通量传感器 HFP01

Hukseflux HFP01 热通量传感器可用于测量土壤、墙体或其他建筑物内部的热通量，它已在世界范围内得到广泛使用，尤其适用于能量平衡研究和波文比系统。传感器外壳采用陶瓷-塑胶材料，内含一个热电堆。传感器通过感应热通量板上下温差产生电压信号，结合介质热传导率对热通量进行测量。HFP01 使用简便，只需配备一只精准的毫伏级电压表即可。

技术参数：

传感器类型：热电偶

量程：-2000~2000W/m<sup>2</sup>

灵敏度：50 $\mu$ V/W/m<sup>2</sup>

标称电阻：2 $\Omega$

工作温度：-30 $^{\circ}$ C~70 $^{\circ}$ C

尺寸：直径 80mm，厚 5mm

标定电压输入：9~15VDC

标定电压输出：0~2VDC

重量：200g

传感器内阻：<0.00625km<sup>2</sup>/W

预期准确度：5%

### 六、实时在线通量计算模块 EC100

自动调用 USB 存储器内的原始通量数据、气体分析仪和超声诊断数据以及 Biomet 数据，计算输出感热通量、潜热通量、蒸散、CO<sub>2</sub> 通量、H<sub>2</sub>O 通量、CH<sub>4</sub> 通量等结果。

安装方式：安装在塔底，确保数据安全。

其他功能：给三维超声风速计供电，支持三维超声风速计数字信号采集及供电。



官网：[www.qdgkocean.com](http://www.qdgkocean.com)

邮箱：[manager@qdgkocean.com](mailto:manager@qdgkocean.com)

电话：86-0532-83932272

地址：中国山东省青岛市即墨区凤凰山路 8 号 11 号别墅



## 七、数据分析软件 EASY FLUX

### CR6 在线数据处理（On-line）vs EddyPro 离线处理

概要：系统以 10Hz 采集并保存原始数据，利用 EddyPro 对保存的 10Hz 原始数据做离线处理，生成半小时通量数据，并与 CR6 半小时在线计算通量数据做对比。CR6 在线计算包含，数据同步、野点剔除、坐标旋转、频率补偿、WPL 修正、显热通量的超声虚温修正、稳态测试、湍流发展程度测试、数据评级等。

#### (1) CR6 在线处理流程图

EC150 (IRGASON) CO <sub>2</sub> (mg/m <sup>3</sup> )、H <sub>2</sub> O(g/m <sup>3</sup> )、 CO <sub>2</sub> _sig_stregh、H <sub>2</sub> O_sig_stregh、diag_irga	CSAT3A Ux(m/s)、 Uy(m/s)、 Uz(m/s)、Ts(°C)、 diag_sonic	HMP155A Ta_hmp(°C) 、 RH_hmp(% )、 e_hmp(kPa )
↓		↓
EC100		
Ta(°C)、Pa(kPa)		
↓		



官网：[www.qdgkocean.com](http://www.qdgkocean.com)

邮箱：[manager@qdgkocean.com](mailto:manager@qdgkocean.com)

电话：86-0532-83932272

地址：中国山东省青岛市即墨区凤凰山路 8 号 11 号别墅

时间同步 10HZ 原始数据	→	输出 10HZ 原始数 据
↓		
根据设定阈值及仪器诊断值进行硬野点 (hard spike) 剔除		
↓		
将超声虚温 $T_s$ 修正成真实气温 $T_c$ 【Kaimal and Gaynor (1991) Eq. (3)】		
↓		
计算三维风的半小时平均值、标准差；计算 $T_s$ 、 $CO_2$ 、 $H_2O$ 的均值、标准差；风速与标量的协方差		
↓		
坐标旋转校正 计算二次坐标旋转角度 $\alpha$ 、 $\beta$ 【Tanner and Turtell (1969)】		
↓		
计算坐标旋转后的动量通量( $\tau$ )、摩擦速度 ( $U_{star}$ )、显热通量( $H_s$ )、潜热通量 ( $LE$ )		
↓		
预处理		
超声温度的水汽修正 有效高度计算	莫宁奥布霍夫长度、稳定度参数计算	
↓		
动量和显热通量的高低频损失补偿 【Moore (1986) Moncrieff (1997)】		
↓		
再处理		
超声温度的水汽修正 有效高度计算	莫宁奥布霍夫长度、稳定度参数计算	
↓		
所有通量高低频损失补偿 【Moore (1986) Moncrieff (1997)】		
↓		
WPL 密度变化修正		
↓		
质量控制		
湍流平稳性验证	湍流发展性验证	
↓		
输出半小时动量通量、水汽通量、二氧化碳通量、显热通量、潜热通量、各通量对应质量等级；稳定度参数、水平风速、风向、摩擦风速等大气湍流特性参数；大气温度、气压、密度等各属性参数等.....		

## (2) On line 在线处理实际应用



官网: [www.qdgkocean.com](http://www.qdgkocean.com)

邮箱: [manager@qdgkocean.com](mailto:manager@qdgkocean.com)

电话: 86-0532-83932272

地址: 中国山东省青岛市即墨区凤凰山路 8 号 11 号别墅

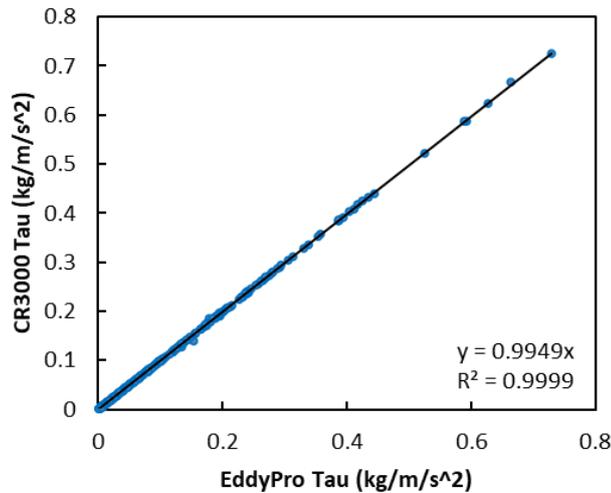
摘要：以 2014/7/15 ~ 2014/7/22 南京大学仙林校区 50m 高塔涡动相关系统的 10Hz 原始数据为基础，采用 CR6 在线通量计算和 EDDYPRO 离线处理做了分析。

对比结果显示：各物质通量、能量通量、稳定度参数等的相关系数平方、过零点回归斜率都近 1。二次坐标旋转角度、旋转过后的主风向风速相关系数平方、过零点回归斜率都为 1。CR6 在线处理的各协方差的高低频补偿系数因为采用的积分处理方法与 EddyPro 不同，结果略有偏差。

结论：在线数据处理（on line）与 Eddypro 离线处理软件功能和处理结果吻合，而在线计算大大提高的用户的便利性。

备注：详细对比结果图形化显示见下方

对比结果图形显示（共十组对比图）：On line 在线处理与 EDDYPRO 离线处理结果比较。



官网：[www.qdgocean.com](http://www.qdgocean.com)

邮箱：[manager@qdgocean.com](mailto:manager@qdgocean.com)

电话：86-0532-83932272

地址：中国山东省青岛市即墨区凤凰山路 8 号 11 号别墅

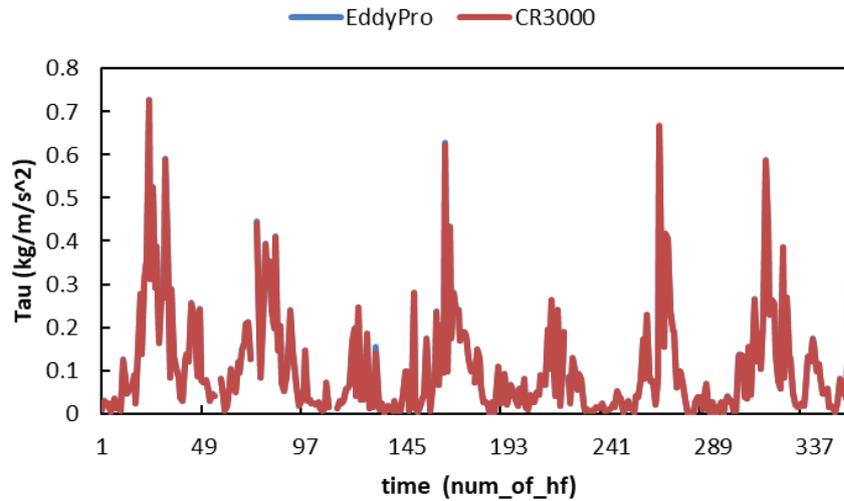
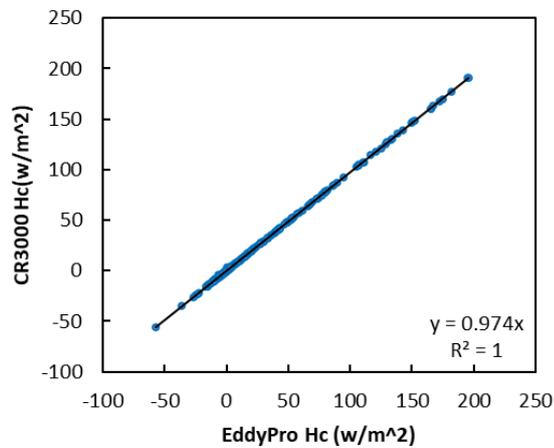


图 1 online 与 EddyPro 动量通量回归分析及时序对比

数采在线计算的动量通量与 EddyPro 离线计算的动量通量结果非常一致。过零回归系数及相关系数的平方非常接近 1。两者时序上的变化趋势振幅相位几乎完全相同，见图 1。



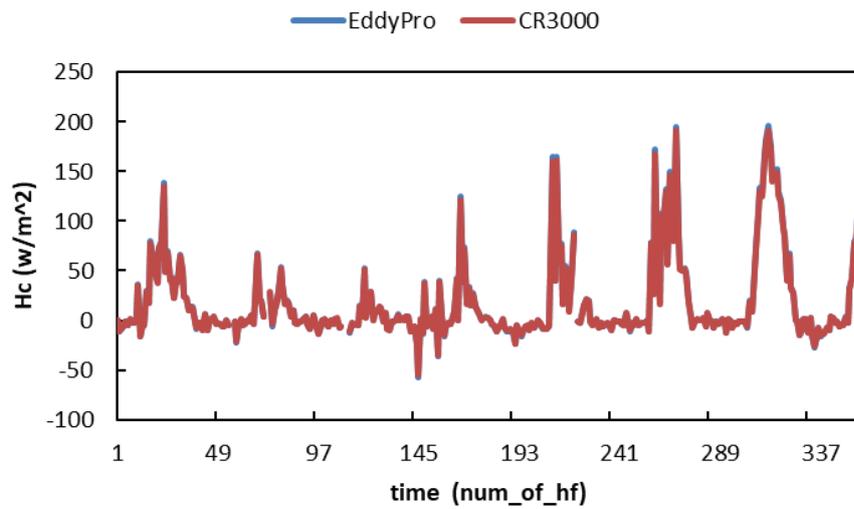
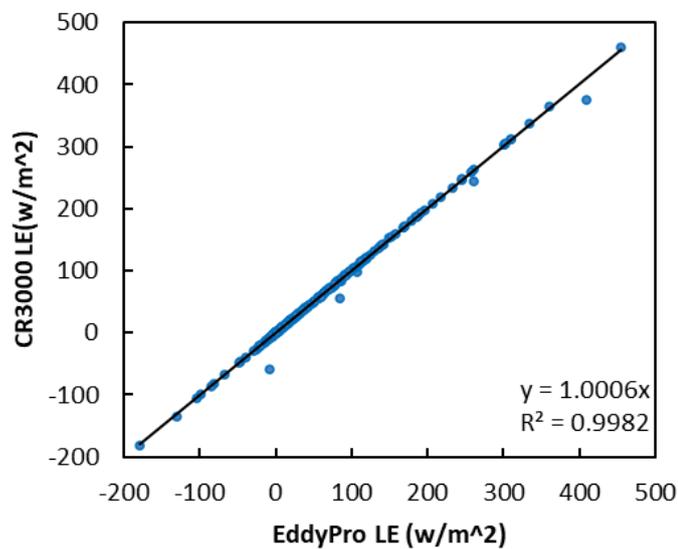


图2 online 与 EddyPro 显热通量回归分析及时序对比

数采在线计算的显热通量与 EddyPro 离线计算的显热通量结果一致。过零回归系数接近 1，相关系数的平方等于 1。两者时序上的变化趋势振幅相位一致，见图 2。



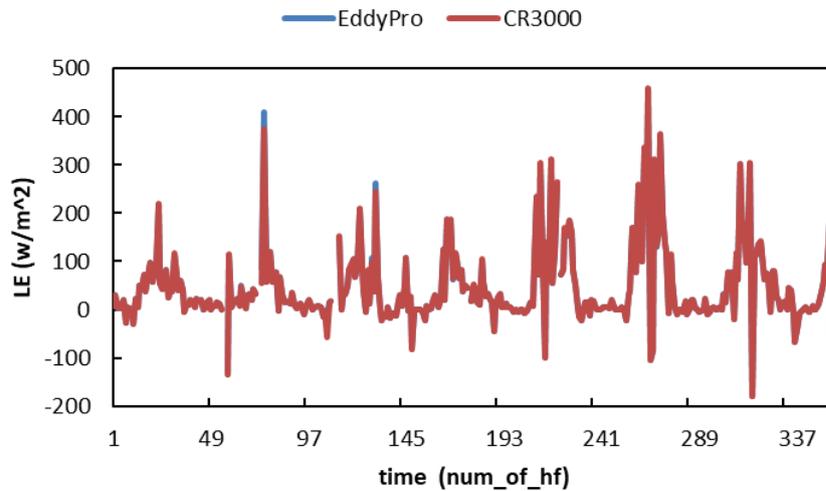
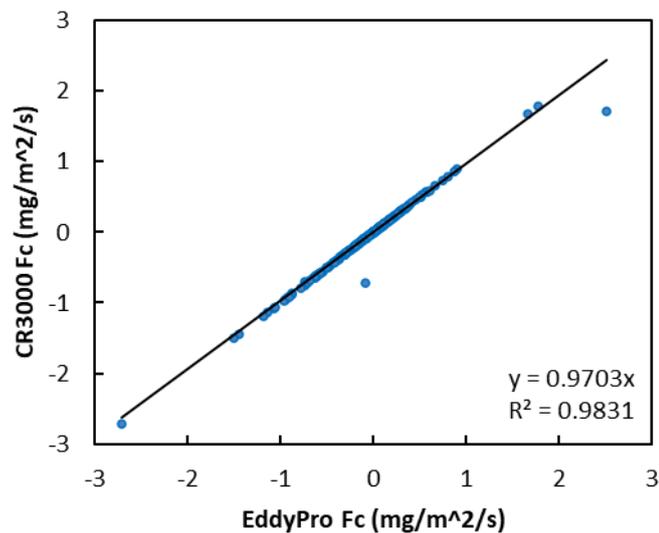


图3 online 与 EddyPro 潜热通量回归分析及时序对比

数采在线计算的潜热通量与 EddyPro 离线计算的潜热通量结果一致。过零回归系数及相关系数的平方非常接近 1。两者时序上的变化趋势振幅相位一致，见图 3。时序上看，在个别点 EddyPro 计算的值略大于数采在线计算值。但从过零回归系数可以看出这个差异基本可以忽略不计。



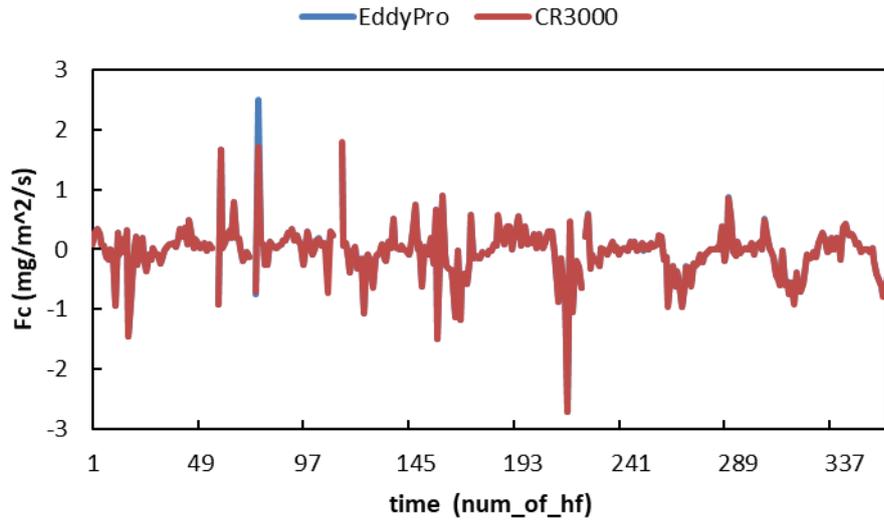
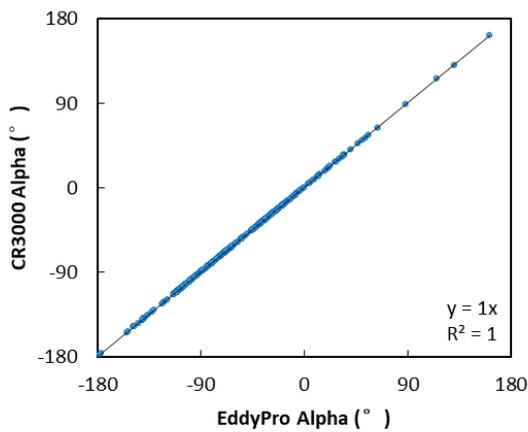


图4 online 与 EddyPro 二氧化碳通量回归分析及时序对比

数采在线计算的二氧化碳通量与 EddyPro 离线计算的二氧化碳通量结果一致。过零回归系数及相关系数的平方接近 1。两者时序上的变化趋势振幅相位一致，见图 3。在个别点 EddyPro 计算的值略大于数采在线计算值。



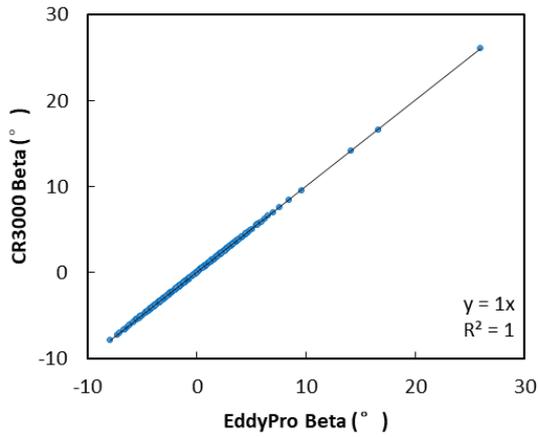
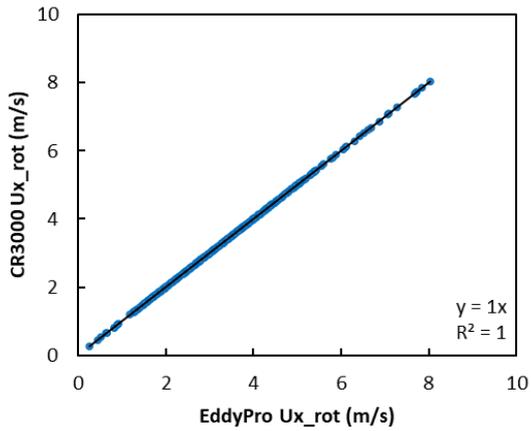


图5 online 与 EddyPro 二次坐标旋转角度对比  
数采在线计算和 EddyPro 离线计算的坐标旋转角度结果完全一致。



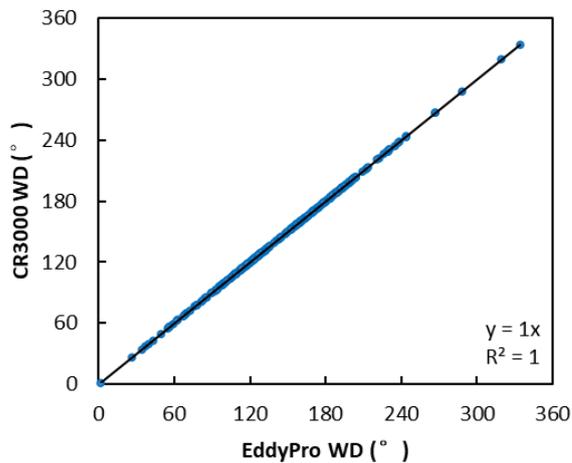


图6 online 与 EddyPro 坐标旋转后的主流风速、风向

数采在线计算和 EddyPro 离线计算的坐标旋转后的主风速和风向完全一致。

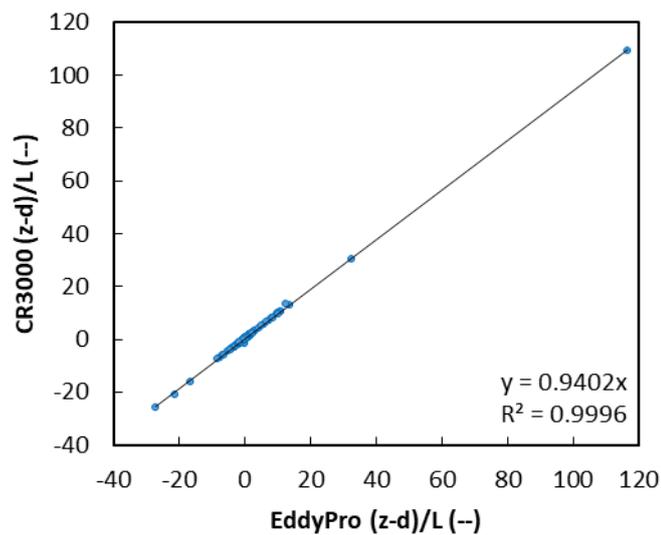


图7 online 与 EddyPro 稳定度参数

数采在线计算和 EddyPro 离线计算的稳定度参数基本一致。

对应的高低频补偿系数也非常一致。见图 8,9,10。



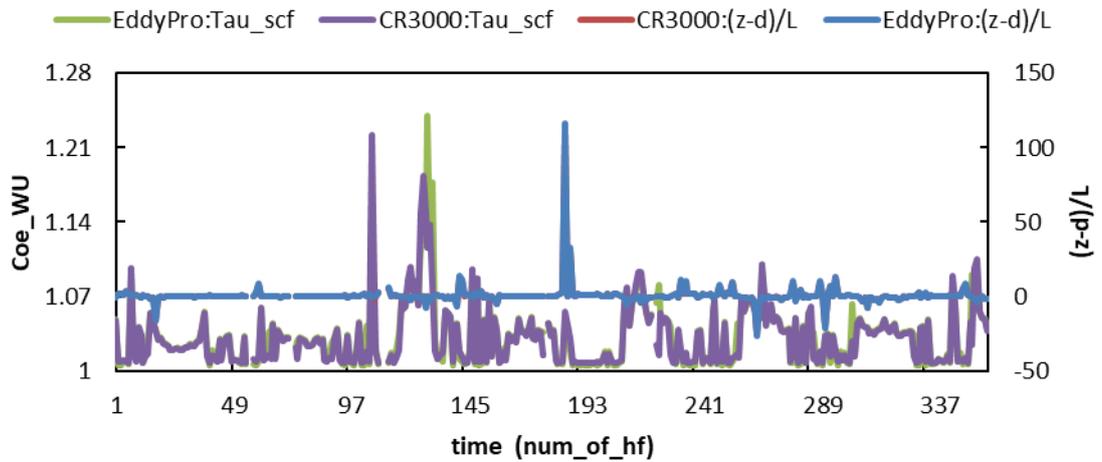


图 8 online 与 EddyPro 稳定度参数下的动量通量补偿系数

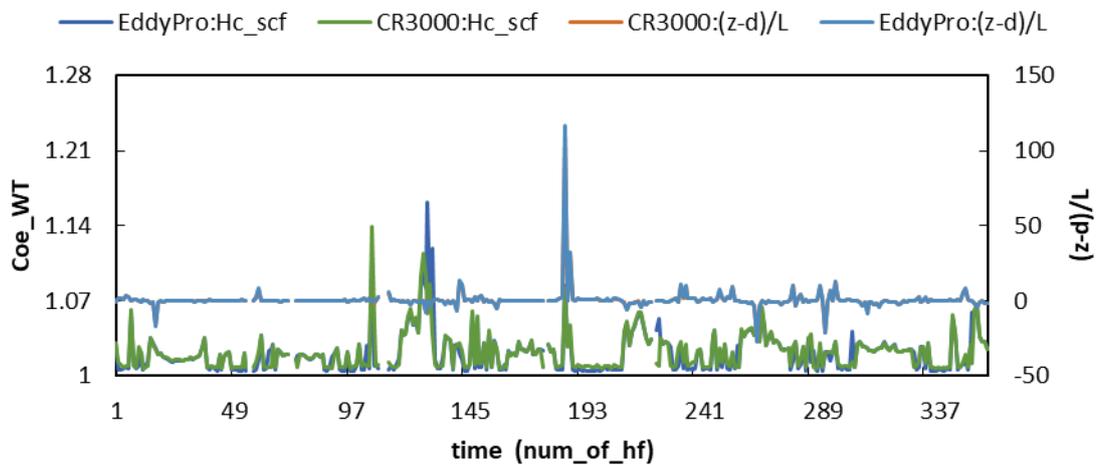


图 9 online 与 EddyPro 稳定度参数下的显热通量补偿系数

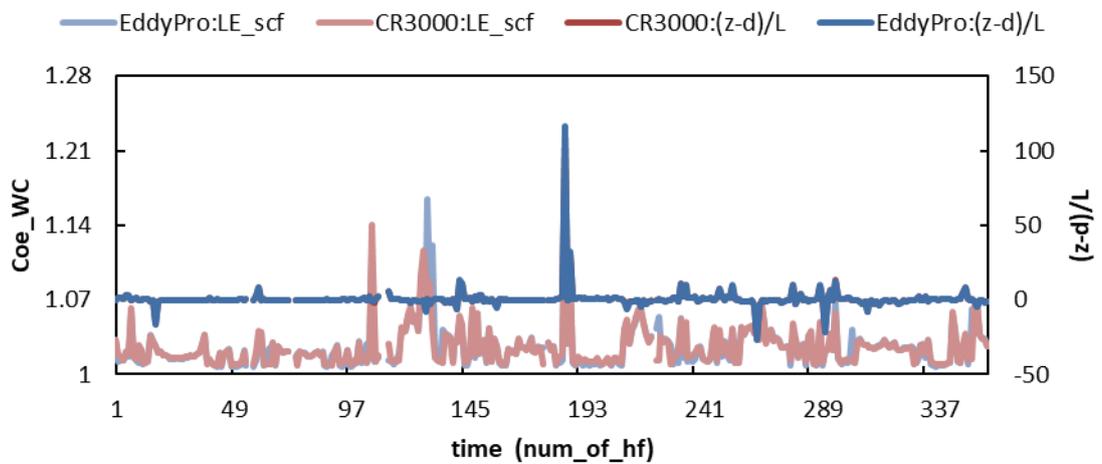


图 10 online 与 EddyPro 稳定度参数下的气体通量补偿系数



CR6 数采在线计算的优势：

1.数据采集器直接输出半小时通量计算结果，无需对原始 10Hz 数据再处理，可直接用于科研用途。

2.继续保留 10Hz 原始数据，老用户可以采用 Matlab、Edire、EddyPro 等第三方软件对原始数据再处理做深入分析。

3.可将半小时平均通量与半小时的常规气象数据保存为同一表格，方便调用查看。

4.可以根据需要设置每个文件的保存周期，如一天一个文件、一个月一个文件等。

5.数采可配备 3G 无线模块，远程实时查看半小时通量数据及常规气象数据并远程下载，可以实时查看原始 10Hz 数据及采样频率下的常规气象站数据。现场信号强度好时，亦可对 10Hz 原始数据远程下载。

6. 包含各种修正：去倾，数据同步，WPL 修正，谱修正等常用修正和主要数据修正功能。

7.软件功能：

支持野外实时通量计算

整合气象传感器和通量系统的数据

批处理海量数据，操作简单快捷

直接支持 GHG 格式，数据输出与 GHG-Europe 与 AmeriFlux 标准兼容

## 八、供电及支撑系统 TN15

提供太阳能供电系统，数采防护机箱 IP66、配电箱。根据现场实际情况确定供电额度，满足系统断电或长期阴雨天 7 天的数据稳定。

<p>(一)、塔及其他附件</p> <p>15 米安装塔：</p> <p>支架类型：四角稳定塔</p>	<p>(二)、辅助设备</p> <p>安放测量设备的横杆</p> <p>辐射强度计支架</p>
---	---



官网：[www.qdgocean.com](http://www.qdgocean.com)

邮箱：[manager@qdgocean.com](mailto:manager@qdgocean.com)

电话：86-0532-83932272

地址：中国山东省青岛市即墨区凤凰山路 8 号 11 号别墅

<p>支架材质：钢制金属架</p> <p>高度：标准高度 15 米</p>	<p>水平横杆和放置温湿度传感器的辐射罩</p> <p>地杆，避雷针，接地线缆</p> <p>密封箱(白色带锁箱)</p>
---------------------------------------	---

