



BSRN 基准辐射观测站

对辐射收支的长期测量不仅对研究天气和气象学有着非常重要的意义,同时还有助于了解地球气候系统以及人类对气候变化的影响。地面辐射监测网络和卫星上的辐射观测二者结合,便构成了一个完整的全球地表辐射收支评估系统。地面辐射监测能对卫星上的辐射观测进行有效的校准和修正,从而为全球观测提供长期有效的观测数据;同时对家庭和工业太阳能技术的发展提供直接依据。这样的测量对于评估大气辐射传输的理论分析结果、验证气候模式计算、研究地表辐射变化趋势、农业气象及生态学研究也都是必不可少的。与此同时,辐射的收支对于蒸发、植物蒸腾、水的循环研究等也具有及其重要的价值。

系统原理

辐射的测量分为太阳辐射测量和地球辐射的测量。

太阳辐射或称短波辐射的测量可细分为天空总辐射 ($E_g\downarrow$) 直接辐射 (S) 和散射辐射 ($E_d\downarrow$) (备注: $E_g\downarrow = S + E_d\downarrow$), 在进行收支测量计算时, 短波辐射还包括地面反射辐射 ($E_r\uparrow$)。

地球辐射或称长波辐射分为天空向下辐射 ($E_i\downarrow$) 和地面向上辐射 ($E_i\uparrow$)。收入辐射 (E_i) = 天空总辐射 ($E_g\downarrow$) + 天空向下辐射 ($E_i\downarrow$); 支出辐射 (E_e) = 地面反射辐射 ($E_r\uparrow$) + 地面向上辐射 ($E_i\uparrow$)。辐射收支的差为净辐射 (E^*), 净辐射 (E^*) = 收入辐射 (E_i) - 支出辐射 (E_e)。

紫外辐射常常单独测量, 到达地面的紫外辐射分为两类: UV-A (315 - 400nm) 和 UV-B (280 - 315nm), 监测地面的紫外辐射及其定量变化对于加强环境评估和公众安全都有十分重要的意义。因此, WMO 强烈建议增加紫外辐射监测进行国家紫外指数的预报。

我们的基准辐射站是参照世界气象组织世界气候研究计划 (WCRP) 下垫面辐射基准站网 (BSRN) 的要求建立起来的。基准辐射站作为我国的辐射测量基准, 可用于其他太阳辐射资料的校准, 能适应国家气候监测网的业务需求, 满足观测数据的高精度和高稳定性要求。同时, 基

准辐射站不仅可以作为我国一般辐射站的样板和辐射科研的基地,而且还兼备评价现存辐射数据的参照标准,为改进我国辐射观测工作发挥应有的作用。

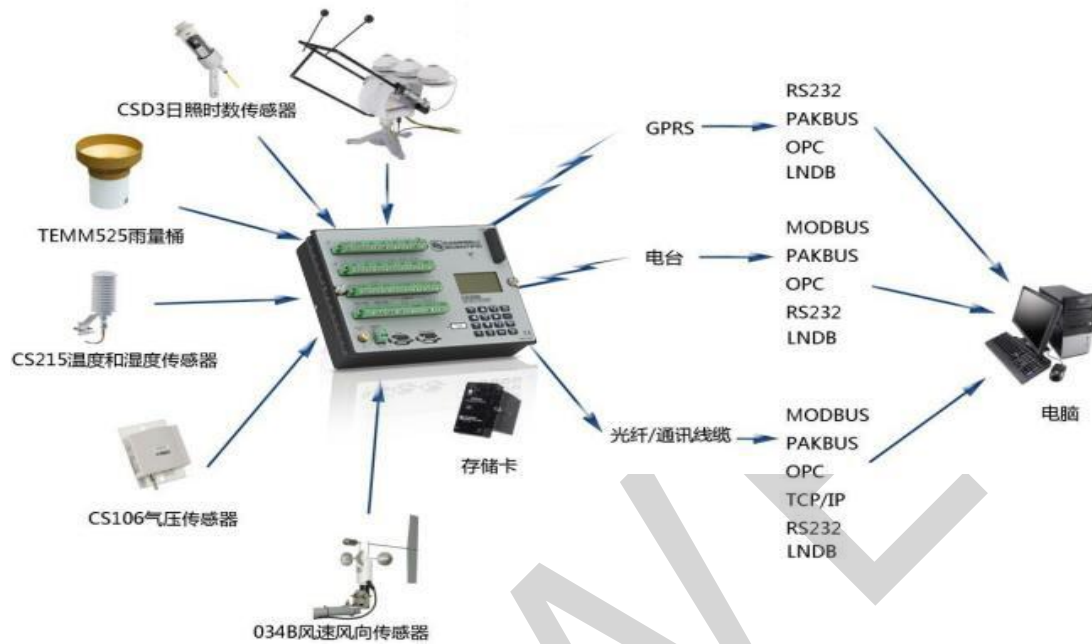
基准辐射观测主要包括:太阳总辐射、散射辐射、直接辐射、反射辐射、大气长波辐射、地球长波辐射、

紫外辐射、光合有效辐射等辐射测量。除此之外,根据需要还会增加同步的常规气象要素。严格地说,测量直接辐射和散射辐射必须采用太阳自动跟踪系统(Tracker),而且对于辐射表而言需要加强制通风罩,以保持探头的身体温度的相对稳定,以及去除可能聚结在探头上的雨露和雾气。

系统特点

- 可以从前期到太阳能发电站全寿命期间长期可靠运行,提供长期可靠辐射数据
- 全天候双轴定位,覆盖太阳全天在天空的位置
- 全自动独立运行,无需计算机或人为干预
- 高效率传动系统不需维护
- 内置 GPS 接收器,定位和定时
- 配备用于修正跟踪位置的太阳感应器,保证精准定位,保证大风和震动导致的跟踪器的微小移动及时纠偏
- 支持 24VDC 和 90~264VAC 两种供电方式,在短期断电下可采用 UPS 保证系统运行
- 工作温度支持-40°C~85°C 的严酷气候特点;针对沙尘天气的通风罩可有效降低维护要求,能有效去除沙尘、露水、霜冻和降雪等
- 出厂前完成编程和测试,减少现场接线错误和缩短调试时间
- 符合国家太阳能监测网的标准要求
- 符合国际辐射观测网络(BSRN)的技术要求、国际气象组织(WMO)标准、ISO9060-1990 标准
- 支持有线、无线等多种数据传输方式,实时查看观测数据
- 用户可自动调整测量时间,自动记录测量的辐射平均值、各测量要素均值、极值等。也可自定义存储时间,输出各种用户要求的数值
- 可在跟踪器上增设斜面总辐射表,对 CPV 和双轴跟踪平面太阳能板系统的效率有直接指导意义
- 可在数据采集器上直接读取跟踪器计算的太阳位置,给跟踪式太阳能发电系统提供控制对比依据
- 设计参考“太阳能资源和气象工程(solrmap)”和“国家可再生能源实验室(NREL)“相关指南

系统配置



技术参数

DR02 快速响应一级直接辐射传感器

DR02 是一款研究级的直接太阳辐射传感器（也叫做太阳热量计）。传感器依据“一级”分类，按照 ISO 和 WMO 标准制造。传感器具有独一无二的特点，快速响应，窗口加热。DR02 需要安装在跟踪器上使用，主要是用于短波辐射直接辐射测量，尤其是用于太阳能研究应用。

DR02 是一款专门开发用于太阳能利用应用方面的直接辐射传感器，由于其快速响应的特点，对于 PV 应用非常的理想。和其它型号相比，该传感器在控制响应匹配上非常的紧密。

DR02 具有热隔离的特点，低功率的窗口/镜头加热器非常实用；在太阳升起之前，加热器循环打开/关闭，可以有效的消除窗口/镜头上的结露，因此大大的改善了直接辐射传感器在太阳升起之前的测量精度。测量太阳直接辐射，DR02 需要连接在一个数据收集设备上，数据采集设备需要有 10mV 的测量能力或者更好，而且还需要一个全自动的双轴太阳跟踪器平台。每个 DR02 在出厂前都经过了单独标定，依据 WRR 可溯源标准标定。



应用范围

- 气候学/气象学
- 测了测试研究
- 太阳能收集器以及 PV 控制效率确认

- 可再生太阳能资源评估

更多信息/可选项

可选项: 延长电缆, AC100/AC420 放大器
Hukseflux 可以提供多种形式的跟踪方案

技术参数

- ISO 分类: 一级
- 响应时间: $1/e@0.2s$; $95%@1s$
- 窗口加热(@12VDC): 0.5W
- 全开视角: 5°
- 灵敏度: $10\mu V/W/m^2$
- 工作温度范围: $-40-+80^\circ C$
- 温度依赖性: $<0.1\%/^\circ C$
- 电缆长度: 标准 5m, 可选择延长

SR20 标准总辐射表

SR20 标准辐射表是一款新的标准辐射表, 设计用于测量太阳总辐射。传感器包括一个水平调节装置, 一个水平泡和水平调节螺栓以及一个干燥器。SR20 标准辐射表是世界气象组织 (WMO) 二等标准辐射表, 用于测量太阳和天空辐射, 适应很宽的波长范围。它由一个组合热电堆电路组成, 可以很好的抵抗机械震动和打击。传感器的接收器上有一层黑漆, 底部为一个半球形玻璃顶罩。



技术参数

- 测量: 总辐射
- ISO 等级: 二级标准总辐射表
- 校准溯源: WRR
- 光谱范围: 300-2800NM
- 校准不确定性: $<1.2\%$ ($K=2$)
- 零点漂移: $<5W/m^2$
- 灵敏度: $15\mu V/Wm^2$
- 工作温度: $-40^\circ C-80^\circ C$
- 温度响应 $<\pm 1\%$ ($-10+40^\circ C$); $<\pm 0.4\%$ ($-30+50^\circ C$) 校准时
- 内部温度传感器: PT100, 或 10K Ω 精密热敏电阻
- 加热器功率: $1.5W@12VDC$

IR20 研究级长波辐射表

IR20 是美国 Hukseflux 公司生产的一款研究级的长波辐射表, 180°的视场角, 自带加热功能, 内部带有温度传感器用于定向温度相应测试, 以及温度校正性能稳定, 低偏移, 性价比高, WS-版本, 灵敏度温度依赖性低, 容易安装以及标定。

IR20&IR20WS 技术参数

- 测量范围: 长波辐射
- 可选测量要素: 天空温度, 被测对象表面温度
- 光谱范围: IR20: $4.5^*-40 \times 10^{-6}$ 米
- IR20WS: $1.0-50 \times 10^{-6}$ 米
- IR20WS 限制使用在辐射较小的光谱波段
- 视场角: 180°
- 响应时间(95%): 3s
- 灵敏度: $17 \times 10^{-6} \text{V}/(\text{W}/\text{m}^2)$
- 额定工作温度范围: -40+80 摄氏度
- 温度依赖: $< \pm 0.4\%$ (-30+50°C)
- 校准溯源到: WISG
- 可选的可追溯性: 黑体(ITS-90)
- 温度传感器: 10kΩ热敏电阻温度传感器
- 加热器: 12 伏直流电, 1.5W
- 标准的电缆长度: 5 米



北京华益瑞科技有限公司

LI190SB 光合有效辐射传感器

LI190SB 采用硅光电探测器测量太阳光辐射。在传感器电缆里面有一个内置电阻, 将传感器信号转变为 μV -mV 电压信号, 可使数据采集器对起直接进行测量。

LI190SB 可以精准测量自然和人为的光合光子通量密度 (PPFD)。PPFD 是单位时间照在单位表面 400 到 700nm 波段光子的数量。

LI190SB 技术参数

- 稳定性: 变化 $< \pm 2\%$ /年
- 反应时间: 10 μs
- 温度相关: 最大 0.05%/°C
- 余弦校正: 上至 80°入射角
- 工作温度: -40 至 65°C
- 相对湿度: 0 至 100%
- 校准: $\pm 5\%$ (NIST)
- 灵敏度: 典型 $5\mu\text{A}/1000\mu\text{moles}\cdot\text{m}^{-2}$
- 线性: 至 $10,000\mu\text{moles}\cdot\text{m}^{-2}$ 最大背离度 1%



- 内置电阻: 604ohms
- 光谱波段: 400—700nm

LI190SB 的安装

为保证精准安装, 传感器采用一个 LI2003S 基础水平校正仪校正水平。LI2003S 有一个水平气泡和三个调节螺丝。LI2003S 安装在三角架或塔上。

TUVR 总紫外辐射表

TUVR 总紫外辐射表是一个耐用的、相对简易的太阳紫外辐射传感器。传感器的操作非常的容易, 性能精度对于 0.295—0.385 μm 的短波辐射非常好, 主要用于紫外测量。

传感器利用一个密封的硒光电管阻隔层, 其保护了石英串口。传感器可以在低光线条件下工作, 而且只有中等条件的功耗。为了得到高度的稳定性, 采用了特殊的 teflon 散射设计, 不仅减少了接收的辐射通量, 而且提供了紧密的余弦抵抗。一个窄的压缩带通过过滤器, 限制光电池的光谱响应, 波长在 0.295—0.385 μm 之间。

传感器的结构材料为黄铜, 含水平调节螺栓和圆形水平仪。传感器的标定可溯源 NIST。

技术参数

- 灵敏度: 大约 150 $\mu\text{V}/\text{Wm}^{-2}$
- 阻抗: 大约 1500 欧姆
- 温度依赖性: $\pm 0.3\%/^{\circ}\text{C}@-40\text{---}40^{\circ}\text{C}$
- 线性: $\pm 2\%$, 0—70 Wm^{-2}
- 响应时间: ms
- 余项响应: $\pm 3.5\% @ 0\text{---}70^{\circ}$ 天顶角
- 机械震动: 最大 20g's 无损坏
- 标定: 参比紫外辐射副标准
- 尺寸: 直径 5.75 英寸, 高度 6.75 英寸
- 重量: 6 磅



CR3000 数据采集器

一款便携式的, 耐用的, 强力数据采集系统

CR3000 数据采集器采集器的测量组成包括: 控制电路, 通讯端口, 键盘显示器, 电源, 手动传输。采集器的功耗很小, 在野外可以由一个支流电源供电。

- 程序执行频率可达到 100Hz
- 16 位数模转换
- 16 位微型控制器, 32 位内部 CPU
- 温度补偿实时时钟
- 随着时间过去和温度的变化, 系统可后台标定
- GDT 输入保护
- 数据存储为表格格式, 包含时间和记录号码



- 4M 内存
- 电池支持的 SRAM 和时钟确保当 CR3000 与电源断开后, 程序和数据不会丢失, 时钟保持精准时间

- 4 个独立的 COM 端口或者 SDI-12 测量串口传感器

传感器连接:

模拟输入: 28 个单端通道, 14 个差分通道, 电压测量; 16 位分辨率, 5 组软件选择电压范围

连续脉冲通道: 4 个 24 位脉冲通道测量开关量, 高频脉冲, 或者低位交流

数字控制口: 8 个多功能数字控制口, 包括数字控制输出, 接口, 连续脉冲, 开关量, 频率/周期测量, 定时采集, SDI-12 通讯, 115.2kbps 串口传感器通讯。3 个附加 SDM 设备测量端口。

连续模拟输出: 2 个连续模拟输出, 提供电位显示或者比例控制器

开关激发输出: 4 个开关电压输出和 3 个开关电流输出, 为比率传感器/桥测量提供精准激发

连接电源: 连续 5 伏和 12 伏端子, 可连接传感器和非 Campbell 设备, 2 个 12 伏端子控制程序。

恶劣环境操作:

标准操作范围是 - 25 ~ 50°C; 可扩展至 - 40 ~ 85°C。CR3000 机箱采用干燥剂保护, 防止湿气或者其他污染物。

数据存储能力:

CR3000 提供 2M 闪存, 主要存储操作系统, 电池支持的 SRAM 4M 内存提供给 CPU, 程序存储, 数据存储。数据存储为表格形式, 通过 CFM100 以及 CF 卡可以把 CR3000 的存储能力增加。

采集器程序:

CR3000 使用 CRBasic 进行编程。可以使用 ShortCut 程序生成器或者 CRBasic 编辑器创建 CR3000 的程序, 通过 4 个简单的步骤即可使用 ShortCut 程序生成器完成 CR3000 的编程, 它可以支持 Campbell 所有的传感器。CRBasic 编辑器使用 Basic 的灵活程序结构创建更多的 CR3000 程序, ShortCut 程序生成器可以被输入到 CRBasic 编辑器里面增加指令, 或者提供 ShortCut 支持的其它功能。ShortCut 和 CRBasic 编辑器在 PC400 和 LoggerNet 数据采集器软件中都是可应用的。

通讯协议:

CR3000 支持 PAKBUS 协议, PAKBUS 网络具有分布式路由功能, 可以连续的评估连接。连续评估连接可优化传输的时间, 在传输失败的情况下, 允许自动开关去配置一个备份路由。

通讯:

兼容的无线电通讯选项包括以太网, 电话调制解调器 (固定电话和移动电话), 无线电电台, 短程拖拽调制解调器, 微型传输, 以及多种调制解调器。在 PC 上或者在采集器的面板显示器上,

可以现实实时数据和历史数据, 并且可以把这些数据绘制成图形。通过一个 RS-232 电缆或者一个 CSI/O 口和 SC32B 接口把 PC 和 CR3000 连接起来。

用户还可以通过 CF 卡来传输程序/数据。CFM100 是用来支持存储程序/数据的存储卡模块, 一个 SanDisk Image Mate 读卡器可以把 PC 中的程序/数据下载到存储卡中。

TRUVEL