

5.1. BSRN3000基准辐射站

系统概述 SYSTEM OVERVIEW

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。



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_{r1})。地球辐射或称长波辐射分为天空向下辐射($E_l\downarrow$)和地面向上辐射($E_l\uparrow$)。收入辐射 ($E\downarrow$) = 天空总辐射 ($E_g\downarrow$) + 天空向下辐射($E_l\downarrow$)；支出辐射 ($E\uparrow$) = 地面反射辐射(E_{r1}) + 地面向上辐射($E_l\uparrow$)。辐射收支的差为净辐射 (E^*)，净辐射 (E^*) = 收入辐射 ($E\downarrow$) - 支出辐射 ($E\uparrow$)

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密闭通风罩，以保持探头的身体温度的相对稳定，以及去除可能凝结在探头上的雨露和雾气。

BSRN3000型基准辐射站主要配置技术指标

型号及名称	图 片	主要性能	功能及说明
数据采集器 (CR1000X)		<p>CPU : 32bit , 100Hz , 1MB运存 内存 : 128MB , 可通过MicroSD卡扩展8GB 时钟精度 : ± 3分钟/年 ; $10\mu\text{m}$ (选配GPS) 测量分辨率 : $0.02\mu\text{V RMS}$ 模拟精度 : $\pm (0.04\% \text{读数} + \text{漂移})$ 模拟输入 : 16个单端通道 (8个差分) 控制端子 : 数字I/O , RS232/RS485 , 半/全双工</p>	数据采集控制单元
短波辐射表 (SMP22可选)		<p>最大范围 : $-400 \sim 4000\text{W/m}^2$ 热辐射偏移 (200W/m^2) : $< 3\text{W/m}^2$ 温度变化偏移 (5K/h) : $< 1\text{W/m}^2$ 响应时间 : < 0.7秒 (95%点) 温度响应 : $< 0.3\%$ ($-20 \sim 50^\circ\text{C}$) 不稳定性 (变化/年) : $< 0.5\%$ 非线性 ($100 \sim 1000\text{W/m}^2$) : $< 0.2\%$ 方向响应 : $< 5\text{W/m}^2$ 倾斜误差 : $\pm 0.2\%$ (1000W/m^2) 光谱范围 (50%点) : $250 \sim 3500\text{nm}$ 灵敏度 : $7 \sim 14\mu\text{V/W/m}^2$ 平均无故障时间 : > 10年 防护等级 : IP67</p>	可用于总辐射、散射辐射或反射辐射的测量； 反射辐射安装在独立的“折”型架上，测量时需加遮光片
短波辐射表 (SMP21可选)		<p>最大范围 : 4000W/m^2 热辐射偏移 (200W/m^2) : $< 7\text{W/m}^2$ 温度变化 (5K/h) : $< 2\text{W/m}^2$ 响应时间 : < 2秒 (95%点) 温度响应 : $< 0.3\%$ ($-20 \sim 50^\circ\text{C}$) 非稳定性 (变化/年) : $< 0.5\%$ 方向性误差 : $< 10\text{W/m}^2$ 倾斜误差 : $< 0.2\%$</p>	可用于总辐射、散射辐射或反射辐射的测量； 反射辐射安装在独立的“折”型架上，测量时需加遮光片
长波辐射表 (SGR4)		<p>光谱范围 (20%点) : $270 \sim 3000\text{nm}$ 光谱范围 (全波段) : $4400 \sim 50000\text{nm}$ 测量范围 : $0 \sim 1000\text{W/m}^2$ 窗口加热偏移 : $< 4\text{W/m}^2$ 响应时间 (95%) : 18s 不稳定性 (年变化) : $< 1\%$ 非线性 ($-250 \sim 250\text{W/m}^2$) : $< 1\%$ 视角 : 180°</p>	可用于地球长波或大气长波辐射的测量 地球长波安装在独立的“折”型架上

型号及名称	图片	主要性能	功能及说明
直接辐射表 (SHP1)		响应时间 (95%) : <2s 光谱范围 : 200~ 4000 nm 非线性误差 : <0.2 % 不稳定性 (变化/年) : <0.5 % 零点漂移 (因温度变化,5K/hr) : <1W/m ² 最大辐射强度 : 4000W/m ² 视角 : 5±0.2°	配置在双轴太阳自动跟踪器上
太阳自动跟踪器 (SOLYS2)		双轴自动跟踪器 定位与时间校准 : 全自动GPS 负载 (平衡) : 20Kg 定向精度 : < 0.02° 角速度 : 最大5°/s 加速度 : 最大3.6 °/s ² 供电 : 18-30VDC , 90-264AC , 50/60HZ 功耗 : 21W (晚上降至13W) 温度范围 : -20°C-50°C (直流供电) -40°C-50°C (交流供电) 重量 : 23Kg (跟踪器) , 5Kg (支架)	跟踪器上可配置直接辐射、散射辐射、总辐射以及大气长波辐射
强制通风罩 (CVF4)		输入电压 : 12VDC, 0.9A (带5.5W加热器) 操作温度 : -40 - 70°C 通风耗电 : 5W (连续通风) 加热耗电 : 5.5W 加热器减小偏移 : <1W/m ²	用在总辐射、散射辐射及长波辐射表上
紫外辐射表 (SUV-A/SUV-B)		光谱范围 : UVS-A-T(315-400nm) UVS-B-T(280-315nm) 输出范围 : 0-90W/m ² , 0-6W/m ² 零点漂移 : <10 mv 响应时间 : <1.5s 日预期不确定度 : <5 % 非线性 : <1% 工作温度 : -40-50°C	紫外辐射安装需在独立的“折”型架上
光合有效辐射表 (PQS1)		量程 : 0-10000μV/μmol/m ² /s 灵敏度 : 4至10μV/μmol/m ² /s 光谱范围 : 400至700nm±4nm 响应时间(95%) : < 1μs 非稳定性 (变化/年) : <2% 非线性 : <1% 方向响应 : <30μmol/m ² /s 灵敏度温度依赖性 : -0.12%/°C 工作温度 : -30—70°C	光和有效辐射需安装在独立的“折”型架上