

8 辐射及日照时数的观测

8.1 基础知识

辐射 电磁波传递能量的一种方式。太阳辐射是地表获能主要来源

辐射分类 **短波**: 0.29 微米-3 微米 占据太阳 97%

长波: 3 微米-100 微米

太阳辐射: 集中于**可见光辐射** 0.4-0.76μm

地面辐射: 长波辐射 99%的>5μm

黑体辐射定律

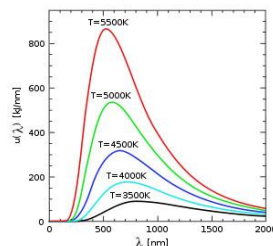
维恩位移定律 $\lambda_{max} = \frac{2897.8}{T}$

太阳 6000k→0.483μm 蓝光 地面 300k→9.659

大气 200k→14.489

辐照度: W/m² 瞬时值, 单位时间投射到单位面积上的辐射能

曝辐量: MJ/m² 兆, 累积量, 单位时间辐照度的总量



辐射组成

S_L 太阳直接辐射



包括来自太阳面的直接辐射和太阳周围一个狭窄的环形天空辐射。通过直接辐射表测量。

$S_L = S \cdot \sin H_A = S \cdot \cos Z$ H_A 为太阳高度角, Z 为天顶角。 S 为总辐射

太阳常数S₀ 在日地平均距离, 地球大气上界垂直于太阳光束方向上接收到的太阳辐照度

$S_0 = 1367 \pm 7 \text{ W/m}^2$

E_d ↓ 散射辐射

太阳辐射经过**大气散射或者云的反射**, 从天空 **2π立体角**以短波形式向下使用总辐射表**遮住太阳辐射**来测量。

E_g ↓ 总辐射

$E_g \downarrow = S_L + E_d \downarrow$ 直接辐射+散射辐射 约为 **800W**

太阳被云遮蔽, $E_g \downarrow = E_d \downarrow$ 夜间 $E_g \downarrow = 0$

E_r ↑ 反射辐射

总辐射到达地面后被下垫面向上反射的那部分**短波辐射**。将总辐射表感应面向下安装, 则可测量。

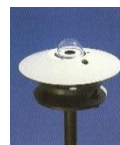
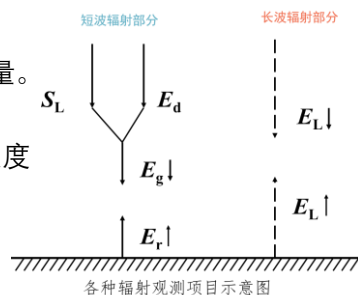
地表反照率 $E_k = \frac{E_r \uparrow}{E_g \downarrow}$ **反射比**, 表示下垫面的反射能力

E_L ↓ 大气长波辐射

大气以长波形式向下发射的辐射。辐射计接收球面使用**单晶硅黑色材质**透光玻璃, 可吸收短波, 便于长波透过。

E_L ↑ 地面长波辐射

地球表面以长波形式向上发射的辐射, 与地面温度有密切联系。包括地面长波反射辐射。



各种辐射观测项目示意图

全辐射 $E = E_g \downarrow + E_L \downarrow + E_r \uparrow + E_L \uparrow$ 短波辐射与长波辐射之和, 波长覆盖 0.29~100 μm

净全辐射 $E^* = E_g \downarrow + E_L \downarrow - E_r \uparrow - E_L \uparrow$ 净全辐射代表测站处**辐射收支的平衡状态**

净短波辐射 $E_g^* = E_g \downarrow - E_r \uparrow$

净长波辐射 $E_L^* = E_L \downarrow - E_L \uparrow$

地球辐射收支

太阳入射 100 → **大气分子反射 6**

【对大气层而言, 反射>吸收】

云反射含气溶胶 20

地球表面反射 4

→ **大气分子吸收 16**

云吸收 3

地面吸收 51

长波出射 → **地面直接发射 6**

热传递能量 7 给大气

潜热能量 23 给大气

大气层发射 64

8.2 辐射的观测仪器及原理

辐射传感器 由感应面和**热电堆**组成（热电堆为多个热电偶成排）

感应面：黑色的，吸热性能好的**薄金属片**

热电堆：工作段位于感应面下部，参考端位于没有辐射的隐蔽处
产生温差变化，产生**温差电动势**。

太阳直接辐射的测量（绝对直接辐射表）

PACRAD 型 绝对日射表 一级标准仪器

埃斯川姆（Ångström）补偿式绝对日射表 二级标准仪器

太阳直接辐射表

用于测量包括来自**太阳面的直射辐射**和太阳周围一个非常狭窄的环形天空辐射
含有大量遮光环以消除杂散光。

- **进光筒**：金属圆筒，筒口有石英玻璃
- **瞄准器**：为对准太阳，进光孔两端分别固定两个金属圆环
- **感应件**：感应面和热电堆组成，安装在光筒后端，面垂直于太阳
- **跟踪架**：使进光筒自动准确的跟踪太阳

总辐射表

用途较广，可测量**总辐射**、**散射辐射（加入遮光环）**、**短波反射辐射（朝下放置）**

方位响应：保证旋转一周，读数应当不变

余弦响应：天顶角改变时，仪器读数应当与天顶角满足余弦关系

长波辐射表

构造、外观与总辐射表基本相合，使用**硅单晶玻璃罩**阻隔 $3\mu\text{m}$ 以下的短波辐射

净全辐射的测量

$$E^* = E_{g\downarrow} + E_{L\downarrow} - E_{r\uparrow} - E_{L\uparrow}$$

使用**聚乙烯塑料罩**，热电堆与**上下的两个感应面**相连。

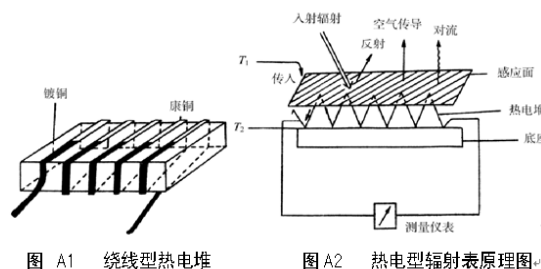
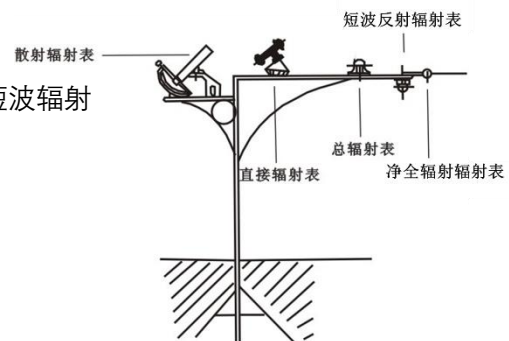
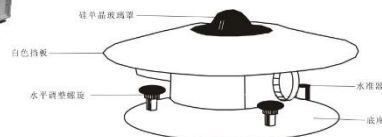
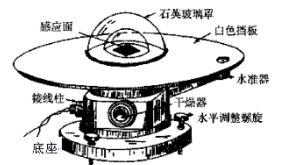
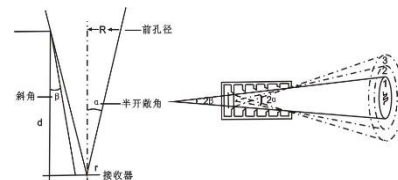


图 A1 绕线型热电堆

图 A2 热电型辐射表原理图



8.3 日照时数的观测

定义 太阳直接辐射**辐照度达到 $120\text{W}/\text{m}^2$** 的各时段时间的总和。单位：小时 取一位小数

可照时数 太阳从地平线到地平线的光线照射到地面所经历的时间。

日照百分比 (日照时数 / 可照时数) $\times 100\%$

暗筒式日照计（烧痕法）

利用阳光透过仪器上的小孔射入筒内，使涂有感光药剂的日照纸上留下感光痕迹线

聚焦式日照计（康司司托克）

实心玻璃起聚光作用，太阳经玻璃球聚焦后烧灼日照纸(卡片)留下的焦痕。用于高纬地区。

直接辐射表观测日照时数

直射表每日自动跟踪太阳输出的信号，自动测量系统把 $S \geq 120\text{W}\cdot\text{m}^{-2}$ 的时间累加起来，作为每小时的日照时数与每天日照时数。

8.4 光电式日照传感器



综合性传感器，不使用热电堆，使用光电二极管。

原理 前端有凹面镜，可接收全天空辐射

3个光电探测器位于筒身上、中、下三个位置，分别是一级、二级、三级光电探测器。

第一级光电探测器始终暴露在太阳辐射中，可以测量太阳总辐射；第二、三级光电探测器被设计为在任何时候都有一个被遮光筒遮蔽，不能接收到太阳直接辐射，该光电探测器测量出的信号经过计算处理可以得到太阳的散射辐射
通过太阳总辐射和直接辐射进行计算，可以得到当前的太阳直接辐射辐照度，再与 120W 阈值进行比较，输出日照信号或者通过计算，得到分钟日照、小时累计日照以及日累计时数。