

日照辐照量计算文档

1、相关参数说明：

- φ : 纬度，赤道南北角，北纬为正，范围是-90 到 90 度
- β : 倾角，平面与水平面的夹角，0 到 180，大于 90 度说明平面朝向地面
- δ : 赤纬角，太阳光线正午时分与赤道面的夹角，北为正，范围-23.45 到 23.45.
- γ : 组件斜面方位角，斜面法线在水平面上的投影与当地子午线的夹角，当斜面朝向正南时为 0，偏东为负，偏西为正，范围-180 到 180.
- ω : 时角，太阳运动导致太阳光线与当地子午线东西方向夹角每小时变化 15 度，上午为负，下午为正，正午为 0
- θ : 入射角，平面上的射入光线与平面法线的夹角
- θ_z : 天顶角，地球水平面的垂直方向与太阳地球连线的夹角
- α_s : 太阳高度角，地球水平面与太阳地球连线的夹角
- γ_s : 太阳方位角，太阳光线在地平面上的投影与当地子午线的夹角，偏东为负，偏西为正。

2、天空各向同性模型

任意朝向和倾斜角度下逐时太阳能总辐照量由逐时直射、逐时散射和逐时反射组成
关键参数：

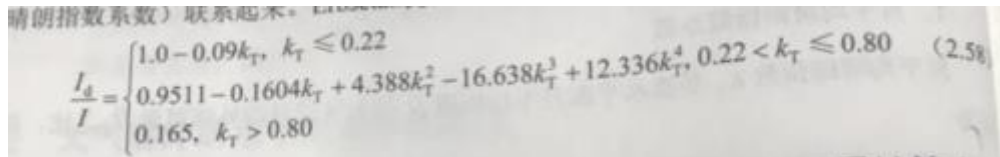
1、水平面逐时总辐照度 (I)

$$I = I_b + I_d \text{ (数据第一行就是 } I \text{ 总共)}$$

2、水平面逐时直射辐照度 (I_b)

计算方法，通过求得 I_d ，利用水平面逐时总辐照度 (I) 进行反减得到。

3、水平面逐时散射强度 (I_d)

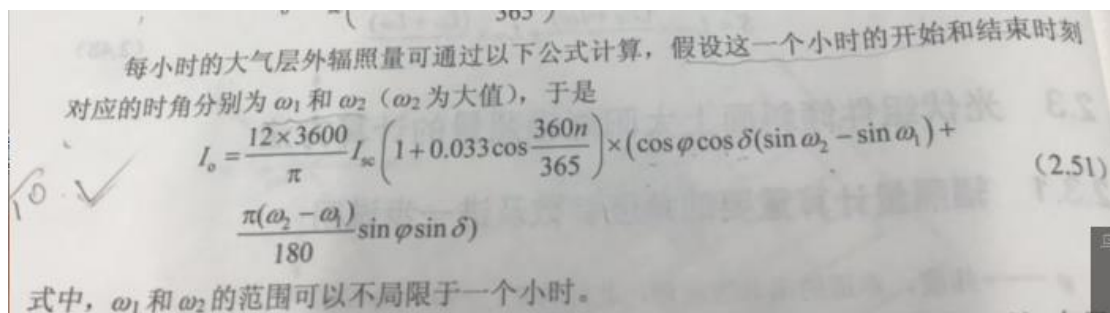


$$\frac{I_d}{I} = \begin{cases} 1.0 - 0.09k_T, & k_T \leq 0.22 \\ 0.9511 - 0.1604k_T + 4.388k_T^2 - 16.638k_T^3 + 12.336k_T^4, & 0.22 < k_T \leq 0.80 \\ 0.165, & k_T > 0.80 \end{cases} \quad (2.58)$$

这里可以由 I 和 k_T 反求出这个小时的 I_d 。既然 I 是给定的，那么 k_T （即小时晴朗指数系数如何计算呢？）

$$k_T = \frac{I}{I_0}$$

其中 I_0 是大气层外辐照量，计算公式如下：



每小时的大气层外辐照量可通过以下公式计算，假设这一个小时的开始和结束时刻对应的时角分别为 ω_1 和 ω_2 (ω_2 为大值)，于是

$$I_0 = \frac{12 \times 3600}{\pi} I_{sc} \left(1 + 0.033 \cos \frac{360n}{365} \right) \times \left(\cos \varphi \cos \delta (\sin \omega_2 - \sin \omega_1) + \frac{\pi(\omega_2 - \omega_1)}{180} \sin \varphi \sin \delta \right) \quad (2.51)$$

式中， ω_1 和 ω_2 的范围可以不局限于一个小时。

只需要输入这个小时开始时和结束时的太阳时角。

天空各向同性模型逐时总辐照量计算公式：

逐时的天空各向同性模型最早由 Liu 与 Jordan 提出^[8]，其计算公式如下：

$$I_T = I_b R_b + I_d \left(\frac{1 + \cos \beta}{2} \right) + I \rho \left(\frac{1 - \cos \beta}{2} \right) \quad (2.65)$$

其逐时散射部分的计算公式为

$$I_{d,T} = I_d \left(\frac{1 + \cos \beta}{2} \right) \quad (2.66)$$

其中 R_b 是如何计算的呢？

$$R_b = \frac{\cos \theta}{\cos \theta_z}$$

$$\cos \theta_z = \cos \varphi \cos \delta \cos \omega + \sin \varphi \sin \delta$$

$$\cos \theta = \cos \theta_z \cos \beta + \sin \theta_z \sin \beta (\cos \gamma_s \cos \gamma + \sin \gamma_s \sin \gamma)$$

模型输入：

1、各项气象条件：

地面反射率(ρ)，纬度(φ)

另外组件斜面角 β ，以及方位角 γ 由外部输入给定。

2、入射角 θ 如何计算？

$$3、\cos \theta = \cos \theta_z \cos \beta + \sin \theta_z \sin \beta (\cos \gamma_s \cos \gamma + \sin \gamma_s \sin \gamma)$$

4、赤纬角 δ 如何计算？

式 (2.4) 的最大计算误差为 0.0006rad。若略去式中最后两项，则其最大计算误差为 0.0035rad。在太阳能工程设计中，对 δ 的计算通常采用以下更为简便的计算式。

(1) Brinchambaut 提出以下计算式^[3]：

$$\delta = \arcsin \left[0.4 \sin \frac{360^\circ (n - 82)}{365} \right] \quad (2.5)$$

5、时角 ω 如何计算？

[-180-180]在 24 小时内每隔一小时变化 15 度。

5、太阳方位角 γ_s 如何计算？

2. 太阳方位角 (γ_s)

太阳方位角按下式计算：

$$\cos \gamma_s = \frac{\sin \alpha_s \sin \varphi - \sin \delta}{\cos \alpha_s \cos \varphi} \quad (2.10)$$

也可按下式计算：

$$\sin \gamma_s = \frac{\cos \delta \sin \omega}{\cos \alpha_s} \quad (2.11)$$

根据地理纬度、太阳赤纬及观测时间，利用式 (2.10) 或式 (2.11) 即可求出任何地区、任何季节某一时刻的太阳方位角。

其中 α_s :太阳高度角如何计算呢?

图 2.7 太阳角的定义

1. 太阳高度角 (α_s)

计算太阳高度角的表达式为

$$\sin \alpha_s = \sin \varphi \sin \delta + \cos \varphi \cos \delta \cos \omega \quad (2.9)$$

式中 φ —— 地理纬度;
 δ —— 太阳赤纬, °;
 ω —— 太阳时角, °。