

房屋的朝向

⑥
26-29

唐鸣放

陈璞 ✓

TU113.3

(重庆建筑大学建筑城规学院 400045) (绵阳师范高等专科学校物理系)

郑开丽 何容盛

(重庆建筑大学建筑城规学院 400045)

摘要 通过研究垂直面上的太阳辐射强度以及其达到最大值的太阳高度角和方位角, 提供了一种确定房屋朝向的优化方法。

关键词 太阳辐射强度, 大气透明系数, 日照, 朝向

中图法分类号 TU113.3

日照对居住环境具有重要影响。冬季室内引进阳光, 有利于消灭细菌、干燥房间、提高室温和降低采暖能耗; 夏季, 在炎热地区, 强烈的太阳辐射照射屋顶和外墙, 会造成房间过热, 从而增大空调能耗。可见日照对建筑环境和节能有利也有弊。

为了尽可能地利用日照或限制日照, 应该合理地选择房屋的朝向。在建筑日照设计中, 房屋朝向的选择应该有利于冬季引进阳光夏季避免日照。很显然, 冬季具有较大日辐射强度而夏季具有较小日辐射强度的垂直表面方向即为房屋的最佳朝向。本文的工作是从理论上求解垂直面上的最大太阳辐射强度, 由此便可以确定冬季争取日照的朝向和夏季防止日晒的方位。

1 地面上法向太阳辐射强度

阳光经过大气层时, 其强度按指数规律衰减^[1], 即

$$dI/dx = -kx \quad (1)$$

解此式可得

$$I_x = I_0 \exp(-kx) \quad (2)$$

式中: I_x ——距离大气层上边界 x 处, 在与阳光射线相垂直的表面上的太阳直射辐射强度, W/m^2 (见图 1); I_0 ——太阳常数, $I_0 = 1\ 353\ W/m^2$, k ——比例常数, m^{-1} ; x ——光线穿过大气层的距离, m 。

当太阳位于天顶时, 即太阳高度角 $h_s = \pi/2$ 时, 到达地面的法向太阳直射辐射强度为

$$I_t = I_0 \exp(-kl) \quad (3)$$

或写为

$$I_t = I_0 P \quad (4)$$

式中 $P = I_t / I_0 = \exp(-kl)$, 称为大气透明系数, 是衡量大气透明程度的标志。 P 值越接近

收稿日期: 1997-09-08

唐鸣放, 女, 1957年生, 副教授

1,表明大气越清澈,阳光通过大气层时被吸收的能量越少。

一般地,到达地面的法向太阳直射辐射强度为:

$$I_r = I_0 \exp(-kl') \tag{5}$$

当太阳高度角 h_s 大于 20° 时,由图 1 有: $l/l' = \sin h_s$

于是(5)式又可写为:

$$I_r = I_0 \exp\left(-\frac{kl}{\sin h_s}\right) = I_0 [\exp(-kl)]^{\frac{1}{\sin h_s}} = I_0 P^{\frac{1}{\sin h_s}}$$

可见,到达地面的法向太阳直射辐射强度由太阳高度角确定,与大气的透明程度有关。可简写为:

$$I = I_0 P^{\frac{1}{\sin h_s}} \tag{6}$$

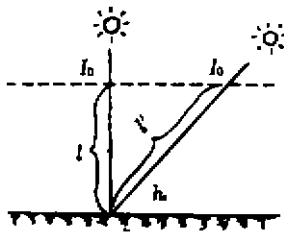


图 1 太阳辐射衰减示意图

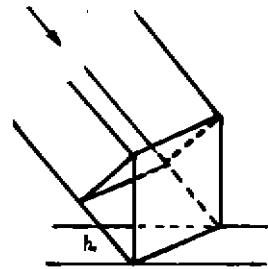


图 2 垂直表面在阳光法线方向的投影

2 垂直面上的最大太阳辐射强度

照射到垂直表面上的太阳直射辐射强度就是单位垂直表面在阳光法线方向形成的投影面上的太阳直射辐射量,如图 2 所示。当垂直表面的方位与太阳的方位一致时,垂直表面上的太阳直射辐射强度可以表示为^[2]:

$$I^\perp = I \cos h_s \tag{7}$$

其中 I 为法向太阳直射辐射强度。

把(6)式代入(7)式得:

$$I^\perp = I_0 P^{\frac{1}{\sin h_s}} \cos h_s \tag{8}$$

图 3 表示了 I^\perp 随太阳高度角 h_s 变化的规律。从图上看到,对于每一个 P , I^\perp 必有一个最大值,可写为:

$$I^\perp_{\max} = I_0 P^{\frac{1}{\sin h_{s0}}} \cos h_{s0} \tag{9}$$

式中: h_{s0} 为 I^\perp 达到最大值的太阳高度角,可由数学上的极大值原理求出。即 h_{s0} 满足下式

$$\frac{d I^\perp}{d h_s} = \frac{I_0 P^{\frac{1}{\sin h_s}}}{\sin^2 h_s} (\sin^3 h_s + \ln P \cos^2 h_s) = 0 \tag{10}$$

上面方程的解为:

$$\sin h_{00} = \frac{\ln P}{3} + \sqrt{\frac{P}{2} + \sqrt{\left(\frac{b}{2}\right)^2 + \left(\frac{a}{3}\right)^3}} + \sqrt{\frac{P}{2} - \sqrt{\left(\frac{b}{2}\right)^2 + \left(\frac{a}{3}\right)^3}} \quad (11)$$

$$a = -\frac{(\ln P)^2}{3}, \quad b = (\ln P)\left(1 - \frac{2}{27}(\ln P)^2\right)$$

从图 3 还可以看到垂直面上达到最大太阳辐射强度的太阳高度角随大气透明系数的增加而减小; 而最大太阳辐射强度随大气透明系数的增加而增加, 对于某个地区, 还可以由下式得到此时的太阳方位角 A_{00} :

$$\cos A_{00} = \frac{\sin h_{00} \sin \varphi - \sin \delta}{\cos h_{00} \cos \varphi} \quad (12)$$

式中: φ ——地理纬度; δ ——赤纬角。

显然 A_{00} 是能够达到最大太阳辐射强度的垂直面的方位角。应用这种方法可以更有效地进行建筑日照设计。

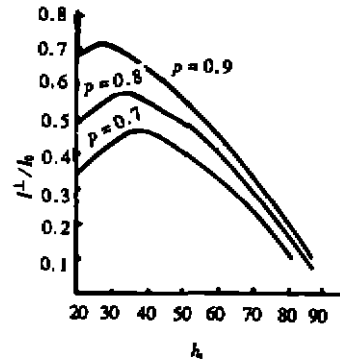


图 3 垂直面上的太阳辐射强度随太阳高度角的变化

3 朝向的选择

太阳的高度角和方位角随着地球的自转和公转呈现出规律性的变化: 日出、日没时太阳高度角 $h_s = 0$, 正午时太阳高度角达到当天的最大值 h_{max} , 该最大值在冬至日最小, 夏至日最大。因此在房屋的日照设计中历来都是以冬至日南向左右的方位作为房屋争取日照的朝向, 以夏至日的日照情况作为建筑防热设计的依据。

上面得到的垂直面上达到最大太阳辐射强度的太阳高度角 h_{00} 和方位角 A_{00} 与大气透明系数有关。大气透明系数随时随地而有不同。冬季最小, 夏季最大, 农村较大, 城市较小, 污染越重的地区, 大气透明系数越小。因此在房屋的日照设计中应该根据当地大气观测数据, 冬季取较小值, 夏季取较大值。

一般夏至日正午太阳高度角 h_{max} 比垂直面上达到最大太阳辐射强度的太阳高度角 h_{00} 大, 因此夏至日能够获得最大太阳辐射强度的垂直面方向有两个, A_{00} 和 $-A_{00}$, 分别在东向和西向。这样将房屋外表面积最小的一面指向 A_{00} 和 $-A_{00}$ 方向有利于避免外墙强烈的日晒。如 $A_{00} = 90^\circ$, 这时达到最大太阳辐射强度的垂直面方向近似于正东向和正西向, 对于长方形平面的建筑, 其外表面积最小的两个面正好可以指向正东向和正西向, 同时避免强烈的东、西晒。

冬至日高纬度地区 h_{max} 可能比 h_{00} 小, 这时能够达到最大太阳辐射强度的垂直面方向为正南向, 房屋朝向正南向最有利于争取日照。低纬度地区 h_{max} 可能比 h_{00} 大, 这时获得最大太阳辐射强度的垂直面方向有两个, A_{00} 和 $-A_{00}$, 分别在南偏东和南偏西, 房屋的朝向取这两个方向都对争取日照有利。

例如对于北纬 30° 地区, 如果大气透明系数冬、夏季分别取为 0.75 和 0.9, 用公式 (11) 和 (12) 分别求得冬至日和夏至日时, $A_{00 \text{冬}} = \pm 14^\circ$, $A_{00 \text{夏}} = \pm 103^\circ$, 因此房屋的朝向应该尽量取南偏东或南偏西 14° 左右, 避开东向和西向 103° 的方位。

4 结 论

本文研究了垂直面上的太阳辐射强度以及其达到最大值的太阳高度角和方位角, 说明了太气透明系数对它们的影响。垂直面上的最大太阳辐射强度随大气透明系数的增加而增加, 而此时的太阳高度角减小, 方位角增大。这就说明房屋的合理朝向不仅与地理纬度有关还与大气透明系数有关。本文的研究为房屋日照设计中的朝向选择提供了一种参考方法。

参 考 文 献

- 1 刘加平. 城市环境物理. 西安: 交通大学出版社, 1993
- 2 陈启高. 建筑热物理基础. 西安: 交通大学出版社, 1991

Location of Buildings

Tang Mingfang

(Faculty of Architecture and Urban Planning, Chongqing Jianzhu University, 400045)

Chen Pu

(Mianyang Teachers' College)

Zheng Kaili He Rongsheng

(Faculty of Architecture and Urban Planning, Chongqing Jianzhu University, 400045)

Abstract The maximum intensity of direct solar radiation falling on a vertical surface and the relative solar altitude and azimuth angles under this condition are given, which can be used in urban planning to determine the relative location of buildings.

Key Words intensity of solar radiation, atmospheric clearness coefficient, sunshine, location of buildings

(编辑: 袁 江)