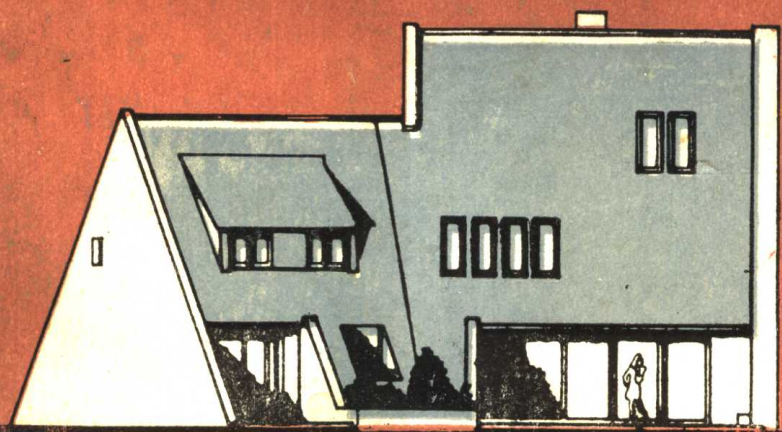


太阳能

在建筑物中的应用



学苑出版社

太阳能在建筑物中的应用

〔法〕 Charles Chauviagnet 等著

翟启明 周济民 译

张福臻 校

学苑出版社

内 容 提 要

本书共分九章：第一章太阳能建筑学；第二章一般原理；第三章热工学数据；第四章设计概念；第五章应用；第六章太阳能建筑的实例；第七章太阳能工程的经济资料；第八章使用太阳能提出的法律问题；第九章展望。附有实用公式和丰富的图表曲线，可供太阳能技术工作者、建筑技术工作者参考，亦可供有关专业的大中专师生阅读。

太阳能在建筑物中的应用

Charles Chauviagnet 等著

翟启明 周济民译

学苑出版社出版 社址：北京西四颁赏胡同4号

山西新华印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行

开本787×1092 1/32 印张 8.125 字数 152 千字 印数 0,001—2,300

1988年12月第1版 1988年12月第1次印刷

ISBN7—80060—115—3/TU·1 定价：2.50元

主 要 符 号 表

G_{OH}, G_H	晴朗天空和一般天空时水平面上的总辐射强度 (瓦/米 ²)
I_0	在大气层上面的直射强度 (瓦/米 ²)
I_0^*, I^*	晴朗天空和一般天空时地面上接收到的直射强度 (瓦/米 ²)
D_{OH}, D_H	晴朗天空和一般天空时水平面上的 散 射 强 度 (瓦/米 ²)
S_{OH}, S_H	晴朗天空和一般天空时垂直于水平面的直射强度分量 (瓦/米 ²)
D_0, D	晴朗天空和一般天空时斜面上的 散 射 强 度 (瓦/米 ²)
α	反射率
σ	日照系数
Q	每天接收到的总能量 (瓦时/米 ² 或千瓦小时/米 ²)
h, h_{max}	太阳高度, 太阳最大高度
ϕ	纬度
δ	太阳的偏斜角
HA	时角
a	太阳的方位角
α	平面对于正南方向的角度
G	容积损失系数 (瓦/米 ³ ·°C)
D	度日

K	集热器中总损失的传导系数
Q_a	集热器的吸收功率 (瓦/米 ²)
Q_b	消耗功率或损失功率 (瓦/米 ²)
Q_u	收集功率或可用功率 (瓦/米 ²)
$\dot{m}C_p$	集热器中流体的质流量 (升/小时·米 ²)
η	集热器的瞬时效率
F_R	集热器的效率系数
C_R	聚光因数
α	吸收系数
τ	透射系数
COP	热泵特性系数

(注: 1 千瓦小时 = 860 千卡)

译 序

本书根据Joan McMullan英译的《SOLAR ENERGY IN BUILDINGS》一书译出。原书为法国 Charles Chau-liaguet 等著《L'Énergie Solaire Dans le Bâtiment》。

大力开发和应用太阳能，是当今许多国家极为关注的课题，节能技术的研究也是我国能源政策的重要组成部分。利用太阳能不仅可以在节能方面有很大收益，而且在减轻环境污染方面也很有意义。本书概括了近代世界上先进的太阳能技术在建筑中的应用，列举了各国很多有代表性的、性能好的太阳能建筑实例，提出了许多精辟的观点和方法，是一本理论和实际紧密结合的好书。不仅对太阳能技术工作者、建筑技术工作者有理论和实用价值，对大中专院校的有关专业师生，均有参考价值。

在本书翻译出版过程中，得到周培源先生以及太原工业大学张福臻教授、李世温教授和山西省电力工业局副总工程师于世侃、山西省电力试验研究所副总工程师罗国祥等同志的鼓励和支持，谨致谢意。张福臻教授在百忙中精心校阅了全部译稿，并作了重要修改，特表感谢。

译者并向原作者Charles Chau-liaguet等和英译者Joan McMullan先生致意。

由于我们翻译水平有限，谬误之处难免，诚望读者指教。

译 者

1988年5月20日

英文版序

目前出版了很多太阳能方面的书籍，但其中有些是高度技术性的，有些只能称为一般水平的，而试图达到理论结合实际的书却为数极少。此外，多数出版物都是论述高日照低纬度国家的情况，或是美国的情况。虽然美国纽约和西班牙马德里处于同一纬度，英国格拉斯哥和北美哈德逊湾中部的纬度相当，但北欧的气候，跟进行太阳能工程研究的大部分地区的气候，差别甚大。

若想把纯粹的太阳能理论同建筑学和建筑设施结合起来，最好莫过于首先从法国开始。法国人很早就对太阳能发生了兴趣。这可追溯到笛卡儿时期或更早的年代，他们有领先于世界其它地方发展能源系统的记录。为了说明这一点，只需回顾一下拉朗斯的圣马洛潮汐发电站和比利牛斯省奥特洛巨大的太阳炉。该太阳炉的功率为1,000千瓦，可以产生高达3,800°K的高温。廉价的地热能也正在被广泛开发。法国有关明智地利用太阳能的许多设想和丰富经验，对地中海至北海的许多国家来说都是极有参考价值的。

本书作者力图以易懂的方式，把恰当评价太阳房设计前所必需掌握的一些基本科技资料，介绍给建筑师和建筑物维护工程师；作者还介绍了一些常为人们忽视的重要事项，包括具体场所可行性的评价方法，以及判断某一工程在经济上是否有价值可取的标准。

书中的例证取自世界各地，而对法国本国的工程作了尤

为详细的讨论,但这样并未降低本书普遍的实用意义;相反,对于我们这些欧洲大陆国家和处于相同纬度的国家,更有参考价值。对有兴趣在建筑上应用太阳能的工程技术人员来说,本书无疑是一本有价值的重要文献。

原 序

目前，法国利用太阳能采暖和生产热水的建筑物只有数十座；可是到八十年代这样的建筑物将数以千计。

太阳能的利用，是与各种公共建筑工程密切配合的（如柯西卡的一些学校、游泳池和一所托儿所，沙龙省的一个税务所等均利用了太阳能）。在一些地区，这些工程可进行太阳能的系统试验，同时也促使公众了解太阳辐射是一种巨大的潜在能源。

军需部通过中介组织H·O·T·正提出一些想法，并提供太阳能试验的机会。

法国太阳能利用研究与发展协会和地中海地区太阳能协作会法国分会，通过其成员的研究，推动了法国太阳能应用技术的发展。

本书的目的，在于对正在迅速发展的太阳能技术领域作出判断，并对太阳能装置实现工业化生产的范围进行探讨。

目 录

译序	(I)
英文版序	(II)
原序	(IV)
第 1 章 太阳能建筑学	(1)
§ 1.1 历史的回顾和生物界利用太阳能的 例证	(1)
§ 1.2 “传统的”太阳能建筑学	(5)
§ 1.3 太阳热的特性	(6)
第 2 章 一般原理	(11)
§ 2.1 太阳辐射律	(11)
§ 2.2 大气现象及其对接收太阳能的影响	(14)
§ 2.3 地面上太阳辐射的测量	(18)
§ 2.4 测量设备	(21)
§ 2.5 某地上空的太阳高度和任意平面上 接收到的辐射表达式	(23)
§ 2.6 某现场的气象数据	(36)
§ 2.7 场地地形	(53)
第 3 章 热工学数据	(56)
§ 3.1 引言	(56)
§ 3.2 隔热与建筑物的热损失	(58)

§ 3.3 建筑结构中热量的贮存——热惯性

..... (64)

第4章 设计概念 (69)

§ 4.1 平板集热器及其运行 (69)

§ 4.2 密闭式充水集热器 (101)

§ 4.3 空气集热器 (103)

§ 4.4 滴流式集热器(重力自流式) (108)

§ 4.5 聚光集热系统 (110)

§ 4.6 太阳能的贮存 (117)

§ 4.7 热力回路的分布和控制 (122)

§ 4.8 集热器面积的确定 (125)

第5章 应用 (130)

§ 5.1 生产家用热水 (130)

§ 5.2 建筑物采暖 (138)

§ 5.3 太阳能空调 (150)

§ 5.4 太阳能蒸馏 (164)

§ 5.5 太阳能发动机(干燥地区用于抽水)

..... (166)

第6章 太阳能建筑的实例 (169)

§ 6.1 美国马萨诸塞州M.I.T.4号太阳房

..... (169)

§ 6.2 美国丹佛太阳房 (173)

§ 6.3 意大利卡普里的瑞典皇家研究院大

楼..... (178)

§ 6.4	美国托马逊太阳房	(181)
§ 6.5	菲列普斯实验太阳房, 1975年	(184)
§ 6.6	法国阿拉蒙的太阳房, 1975年	(190)
§ 6.7	法国北滨海省, 特里加斯特, 蓬塔 布鲁的太阳房	(196)
第 7 章	太阳能工程的经济资料	(211)
§ 7.1	收集到的成果的分析	(211)
§ 7.2	集热板和太阳能装置的价格	(214)
§ 7.3	目前的可能性	(216)
§ 7.4	发展前景	(219)
第 8 章	使用太阳能提出的法律问题	(220)
§ 8.1	使用太阳能的法权问题	(220)
§ 8.2	现行规章的作用——建筑执照	(223)
§ 8.3	设计师和安装工的责任	(226)
§ 8.4	太阳能工程的材料及其性能	(226)
第 9 章	展望	(227)
§ 9.1	能量的贮存	(227)
§ 9.2	光合成——光化生物学	(228)
§ 9.4	光电池	(229)
§ 9.5	太阳能发电站	(230)
§ 9.5	结论	(232)
索引		(233)

第 1 章 太阳能建筑学

§ 1.1 历史的回顾和生物界利用太阳能的例证

1.1.1 引言

建筑设计的主要目的，是建立一个人造的小气候，使之能满足人们对舒适条件的现代含义，即适当的空气流速，温度，热辐射和湿度等。

就这些条件而言，在进行逐项的住房形式研究中，上述目的是很明显的；但是将建筑设计简化到这个单一定义就不全面了。因为现代建筑设计还要考虑其它许多因素（如防御能力、非气候因素、环境条件、历史因素等）。

过去一个时期，对于住宅小气候特性的研究仅强调经济因素，即强调技术收益的选择，因而太阳能的利用，只局限于日照时间长的地区。精心研制成的太阳能装置在干燥的无云地区得到了很大发展。这种过于单纯的应用，对太阳能的利用并不要求规定气候区，但由此却开辟了一个广泛利用太阳能的壮观前景。

“太阳能建筑学”是丰富多彩的观点实际上可以肯定，脱离了与当地日照水平直接有关的热工参数，世界上就不存在什么动物住所。类似动物界那些巢穴模式的应用，正是这一观点的反映。从这个意义上说，各种窝巢型式实际都可起到建立小气候的作用。

1.1.2 说明

传统的太阳能应用，可以概括为四个方面。

(i) 绝热

(a)光辐射的反射：反射率，表面状况，颜色，表面特性。

(b)热流的分布：例如双层隔墙，空气循环，外部热量的排出。

(ii)太阳辐射的放热反应 暴露于太阳辐射中的物体温度的上升。

(iii)太阳辐射的吸热反应

(a)蒸发。

(b)夜间太阳热量的再辐射。

(iv)贮热 主要要求对夜间热损失 (iii b) 进行补偿。

1.1.3 自然界中的例证

在白蚁巢中可以发现非常复杂的太阳能应用方式，而且这种最理想的技术已在建筑方面被模仿采用。

这些例子的性质是非常确切的；由于白蚁群受外界环境的不利影响远比人类所受的不利影响严重，故白蚁巢的作用直接与其温度有关。

除利用太阳能外，白蚁巢似乎不用其它能源来控制温度、通风和湿度。

特例

澳洲白蚁（小白蚁）*构筑的是一种分层的垂直蚁巢（其高度超过5米）。在这种蚁巢中，水平切面的主轴一律

注：* *Hamitermes Meridionalis*

都是南北方向的。这样在阳光弱的时候，可有最大的受照面，而在阳光强的时候，可减少受照面。

开普兰白蚁群^{*1}的蚁巢是呈黑色的，而周围地面则呈浅色。这种蚁巢颜色通常得到良好的维护，而一旦蚁巢被遗弃，在风吹日晒的作用下，蚁巢颜色就渐趋消失。

白蚁巢的分格结构具有绝热性能，可使蚁巢栖息区的温度维持在30℃左右，而巢外有阳光时的温度可达70℃，晚间则只有10℃。

在干燥地区，白蚁可潜入35米以下的深度寻找水源，使蚁巢保持湿润。在这种深度，土壤在手中就可挤出水来。

在另一种白蚁（大白蚁）^{*2}的蚁巢中，外壁的厚度超过50厘米，以保证热惯性。欧洲蚂蚁还提供了一个昆虫界依赖于日照程度的例证。在冬末蚁群处于冬眠状态的时候，一些对低温缺乏敏感而整个冬天仍保持清醒状态的蚂蚁，不时离开它们冬眠的巢穴，当天气转暖，阳光使它们暖和起来之后，它们又回到巢内，传入部分热量，从而使蚁巢内温度上升；在面临寒冷袭击时，通过蚂蚁的不同反应，就有可能造成连锁反应使蚁巢维持一定的温度。

1.1.4 白蚁巢中的太阳能工程

虽然在专门文献中还没有找到太阳能工程的处理方法，可是白蚁巢中太阳能工程的模式却是十分清楚的（图1）。这种结构模式产生如下的力学性能。

注，*1 Cape colony termites

*2 Macrotermes Natalensis

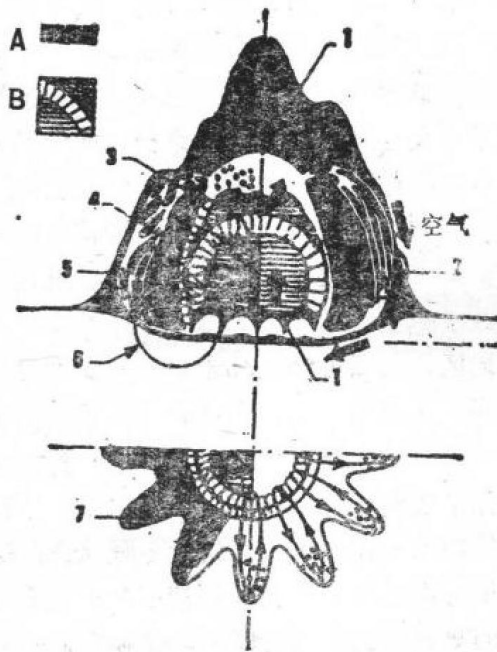


图1 白蚁巢中的热交换过程

- 1—头道墙；
- 2—空气和热交换区；
- 3—通风区；
- 4—绝热层；
- 5—二道墙（蚁王室）；
- 6—通过坑道内的气流变化进行热量控制的区域；
- 7—空气和热交换区。

A—实体材料，具有大的热惯性；

B—多孔材料，造成绝热层。

由于对流作用使热空气从底部经蚁巢流向顶部空间（1），然后再从顶部经风道（2）回到底部，风道穿过墙的外部区域，在此空气的温度、湿度和成分均要进行调整。

I. 对流方面

(1) 可使外部区域得到冷却。

(a) 当外部区域过热时，通过蒸发作用冷却；

(b) 选择部分区域进行冷却，处于阴影中的区域可用作单独的热交换区；

(c) 晚间利用外表面冷却。晚间外表面变凉，流经外墙的气流可使蚁巢内隔墙的热量散发出去。

(2) 底室是一个处于土层与巢基之间的空间，冷空气即存于其中。蚁巢形成一个台面，用圆锥形泥柱与土壤相连。因此晚间的气流就可能产生，并起到通风控制作用。

II. 整体传导方面

厚实的外墙起着储存热量的作用，其厚度可达60厘米，能使内外条件进行转换。

蚁巢正是搁置在台座上的，台座既完善了外墙，又完成了与土壤的隔离。

蚁巢的横断面显示了外边几层中不同的蜂窝舱，而外边几层形成同心的环状隔热墙。中心部分材料的构成完全是匀质的，有一个厚实而封闭的蚁王室（厚达数厘米，并具有一个只容一只工蚁通过的水平出口）。

§ 1.2 “传统的”太阳能建筑学

在这里叙述实际采用的具体设计方法是不适当的，我们将只限于说明住宅建筑的热工性能，并只限于有说明价值的住宅形式。

在说明比较详细的应用之前，我们先简要地讨论一下太