

被动式太阳房热工设计手册

清华大学 甘肃自然能源研究所
天津大学 北京太阳能研究所
中国建筑科学研究院空调所
国家气象局气象科学研究所

编

李元哲 主编



清华大学出版社

内 容 简 介

本手册共分十三章,在基础部分概述了被动太阳房的主要分类及工作原理,提出了本书主要采用的名词术语,并根据我国气候特点、资源情况提出了太阳房的发展规划,讲述了其基本热工参数的计算方法,给出了当玻璃的光学特性不同时,阳光透射率的修正方法以及加反射器后的阳光得热增量。在设计导则部分讲述了被动太阳房建筑总体设计原则,并分别介绍了直接受益式、实体墙式、附加阳光间式、花格集热墙式及组合式等各类太阳房的热工设计要点。本手册介绍了节能计算的基本方法—SLR法,并给出上述各类被动房性能计算公式、曲线和示例。特别值得一提的是本书首次提出了多种集热部件的效率曲线和公式及太阳房的平均室温预测方法,以便在工程设计阶段就能更清楚地了解到设计效果。最后,本手册提出了被动太阳房的技术经济评价标准和统一热工测试方法。

本手册有内容丰富的附录。给出了大量的被动太阳房设计计算用的技术资料,如我国42个城镇的气象参数,透过玻璃以及被玻璃吸收后放给室内的日射辐照量等。

(京)新登字 158 号

被动式太阳房热工设计手册

李元哲 主编

☆

清华大学出版社出版

北京 清华园

北京市人民文学印刷厂印刷

新华书店总店科技发行所发行

☆

开本: 787×1092 1/16 印张: 15.25 字数: 373 千字

1993年3月第1版 1993年3月第1次印刷

印数: 0001—4000

ISBN 7-302-01110-9/TU·70

定价: 9.70 元

前 言

利用太阳能采暖是一项有战略意义的技术。它不仅可以节约大量的常规燃料,保护环境、资源,而且可以使缺煤少柴地区的广大人民群众的生活水平得以提高。

被动式太阳房是一种简单、经济、有效地利用太阳能采暖的建筑。早在 70 年代末,我国的科学工作者就开始从事这个领域的研究工作,八十年代以来,无论是理论工作还是工程技术都有了迅速的发展。然而,由于缺乏科学的、系统的、完善的总结工作,太阳房的设计方法、图表、数据和规程都沿用国外的资料或凭经验摸索,这就在一定程度上阻碍了被动式太阳房在我国的发展。

为此,清华大学、甘肃省科学院自然能源研究所、天津大学、北京太阳能研究所、中国建筑科学研究院空气调节研究所和国家气象局气象科学研究所等六个单位承担了农业部环保能源司主持的国家“七五”科技攻关课题,历时五年编写出这本被动式太阳房热工设计手册。

编写手册的出发点是立足于我国的气象条件、建筑与材料的特点、居住习惯与生活水平等国情,总结已有的理论与工程实践成果,引进国外先进技术,提出一套科学、完整的设计方法,并运用我国自行研究编制的数学模拟程序进行大量的运算,从而获得便于设计使用的数据、图表。内容力求简洁明了、通俗实用,能为广大的工程设计、管理人员甚至业余爱好者所接受。

全书共分十三章,其中第一、四、五、十三章及附录 B 为甘肃省科学院自然能源研究所王德芳、喜文华、袁士孔编写;第二章及附录 A 由国家气象局气象科学研究所王炳忠编写(清华大学配合);第三、七章由天津大学李苏兰、张军工、陈庭耀编写;第六章及附录 C 由中国建筑科学研究院空气调节研究所郑瑞澄编写;第八、十二章由北京太阳能研究所郑敏樟、胡京、张延宝编写;第九、十、十一章由清华大学李元哲、狄洪发编写。附录 D 由李元哲、狄洪发、王德芳编写。

本手册与中国建筑工业出版社出版的“被动式太阳房建筑构造”一书配合使用可使设计计算与构造绘图相结合,能全面指导被动式太阳房的设计工作。

限于水平,错误在所难免,敬请读者批评指正。尤其需要的是在使用中进行检验,加以修改完善。

本手册经清华大学建筑学院蔡君馥教授主审。在编写过程中承农业部、国家教委大力支持,在此表示感谢。

编 者

1991 年 4 月

目 录

前 言	V
符号表	VI
第一章 概述	1
一、被动式太阳房的基本类型	1
二、术语	5
参考文献	6
第二章 太阳房设计计算用气象参数	8
一、太阳房设计中为模拟计算用的气象参数	8
二、太阳房设计用的气象参数	12
三、太阳房设计用气候区划	13
参考文献	14
第三章 被动式太阳房总体热工设计	15
一、太阳房的方位及集热面的布置	15
二、太阳房的日照间距与环境绿化	17
三、集热面的遮阳及设计	21
四、太阳房的层高与建筑进深	22
五、太阳房的平面布置、蓄热及出入口防冷风渗透措施	22
六、太阳房外围护结构的保温	24
参考文献	25
第四章 基本热工参数	26
一、度日值 DD 的计算和基础温度 T_b 的选取	26
二、负荷系数的计算	26
三、通过玻璃后的日射得热	29
四、基准房的选择及其负荷系数的计算	41
五、对比房的选择及其负荷系数的计算	43
参考文献	44
第五章 太阳房采暖设计的 SLR 法和室内平均气温的预测	45
一、太阳房的热平衡和 SLR 法的引出	45
二、SLR 法的设计步骤	47

三、太阳房室内空气平均温度的预测 51

参考文献 51

第六章 直接受益式太阳房设计 52

一、概述 52

二、直接受益式太阳房的基本设计要素 52

三、直接受益式太阳房的 SHF-SLR 关系曲线 56

四、设计示例 57

参考文献 61

第七章 实体墙式集热蓄热墙太阳房设计 62

一、概述 62

二、实体墙式集热蓄热墙的墙体厚度、风口设置及大小、盖层玻璃层数、
墙面涂层材料 63

三、实体墙式集热蓄热墙的定型结构 65

四、集热蓄热墙太阳房的 SHF-SLR 曲线 66

五、SHF-SLR 曲线灵敏度分析 66

六、设计计算示例 66

参考文献 71

第八章 附加阳光间式太阳房设计 72

一、概述 72

二、附加阳光间式太阳房 SHF-SLR 曲线 72

三、附加阳光间的基本参数对 SHF-SLR 曲线的影响 75

四、设计示例 77

参考文献 80

第九章 花格墙式太阳房设计 81

一、概述 81

二、花格集热蓄热墙的设计参数 82

三、花格墙式太阳房 SHF-SLR 曲线 84

四、设计计算示例 88

参考文献 90

第十章 组合式被动太阳房的设计 91

一、概述 91

二、符号注释 91

三、分区 92

四、组合式太阳房供暖热特性的计算	93
五、组合式太阳房的节能率及节能量的计算	94
六、设计计算示例	95
参考文献	99
第十一章 热舒适性评价及技术经济分析	100
一、热舒适性概述	100
二、不舒适指标及其算法	100
三、舒适性评价方法举例	101
四、经济评价思想	102
五、经济评价指标及其计算	102
六、经济评价方法举例	104
参考文献	105
第十二章 热工测试	106
一、引言	106
二、热模型及热工参数	106
三、测试分级及要求	107
四、基本热工参数的测量	110
五、测试程序及数据处理	112
参考文献	115
第十三章 设计文件的编制	116
一、原始资料	116
二、总体方案的考虑	117
三、热工计算举例	118
参考文献	125
附录 A1 赤纬表	126
附录 A2 我国 42 城镇被动房设计用气象参数	127
附录 B1 我国国产平板玻璃基本光学特性表	149
附录 B2 不同 KL 值的平板玻璃在不同日射入射角时的透过系数以及 透过和吸收总得热率	150
附录 B3 不同纬度的逐时太阳位置 and 不同朝向表面的直接日射入射角	162
附录 B4 全国 42 个城镇通过南向垂直面玻璃($KL=0.135$ 时) 的总日射辐照量	170
附录 B5 玻璃透过率的 KL 值修正系数 α_{KL} 及通过玻璃的日射得热总	

	量对日射透过得热量之间的比例系数 R_{tr}	183
附录 B6	通过不同朝向玻璃窗与南窗的总日射辐照量之比	184
附录 B7	投射在不同朝向倾斜面上的总日射辐照量和水平面上的总 日射辐照量的比值 $\bar{R}_{\theta}$	185
附录 B8	不同朝向及倾角的玻璃($KL=0.135$ 时)的总日射透过系数 $\bar{\tau}_{\theta}$	192
附录 B9	南向挑檐对南窗的遮阳修正系数 $\bar{\alpha}_{sh}$	200
附录 B10	南向集热部件在装设镜面反射板以后的日射辐照量修正系数 $\bar{\alpha}_r$...	209
参考文献		212
附录 C1	围护结构外表面的太阳辐射吸收系数	213
附录 C2	不同材料表面对太阳辐射的平均反射率	214
附录 C3	不同材料表面的发射率	215
附录 C4	建筑材料热物理性能计算参数	216
附录 C5	常用门窗及围护结构传热系数	220
附录 C6	不同窗的有效透光面积系数 X_m	221
附录 C7	空气间层热阻值($m^2 \cdot ^\circ C/W$).....	221
附录 D	被动式太阳房冬季月平均室温的预测	222

第一章 概 述

被动式太阳房(简称太阳房)是通过建筑朝向和周围环境的合理布置、内部空间和外部形体的巧妙处理以及建筑材料和结构的恰当选择,使其在冬季能集取、蓄存和分配太阳热能的一种建筑。它不仅能在不同程度上满足建筑物在冬季的采暖要求,而且也能在夏季遮蔽太阳辐射,散逸室内热量使之达到降温的目的。

被动式太阳能系统一般不需要机械设备及动力,以区别于需要其它设备和动力的主动式太阳房。

南向玻璃窗是被动式太阳房中利用太阳能的一个最基本的部件和组成部分。为使房间温度在夜间不致过低以及白天温度不致过高,还需要有蓄热物质和夜间保温装置(如窗帘、保温板等)。通常,被动式太阳能集热部件与房屋结构合为一体,作为围护结构的一部分。这样既可达到利用太阳能的目的,又可作为房屋总体结构中的一个组成部分而发挥它的多功能作用。

一、被动式太阳房的基本类型

太阳房的类型很多,到目前为止尚无统一的划分标准,分类方法也不尽相同。如果从利用太阳能的方式来区分,大致有以下几种:

1. 直接受益式

这是被动式太阳能采暖中最简单而又最常用的一种,也是采用较早的一种太阳房。冬阳光通过较大面积的南向玻璃窗,直接照射到室内的地面、墙壁和家俱上面使其吸收大部分热量,因而温度升高,少部分阳光被反射到室内的其它面(包括窗),再次进行阳光的吸收、反射作用(或通过窗户透出室外)。被围护结构内表面吸收的太阳能,一部分以辐射和对流的方式在室内空间传递,一部分导入蓄热体内,然后逐渐释放出热量,使房间在晚上和阴天也能保持一定的温度。为了使太阳能采暖房在冬季有较高的室内平均温度和较小的室内空气温度波动,采用这种方法时,房屋南面应安装较大面积的玻璃窗,同时要求窗扇的密封性能较好并配有保温窗帘。另外,要求外围结构具有较大的热阻,室内要有足够的重质材料,而且蓄热性能要好,以便集热较多,热损失较少并有较好的蓄热性能。目前,人们所用的最普遍的两类蓄热材料是重质材料和水。重质材料包括砖石、混凝土和土坯。

这些材料既可单独使用,又可结合使用。一般来说,围护结构的室内侧至少要有 $1/2$ 或 $2/3$ 采用较厚的砖石材料建造,以确保内表面积有足够的外露重质材料,用以充分地吸收和贮存热量。白天,重质材料吸收了热量,到夜间,当室外温度和房间温度开始下降时,重质材料中所蓄存的热量就会释放出来,维持室内的温度。其工作原理见图 1.1。

在炎热的夏季,如果夜晚比较凉爽,则重质材料也能够白天保持凉爽。这首先是由于它具有热惰性,因为厚实的墙在白天能够阻滞热量传到室内;其次是由于夜间室外空气流进室内,使重质材料冷却。这样在白天它就能延缓室内温度的上升。

2. 集热蓄热墙式

这种太阳房主要是利用南向垂直集热蓄热墙吸收穿过玻璃采光面的阳光,然后通过传导、辐射及对流,把热量送到室内。集热蓄热墙通常是由蓄热性能好的混凝土、砖、土坯或贮水装置构成,墙的外表面一般被涂成黑色或某种暗颜色,以便有效地吸收阳光。集热蓄热墙的形式较多,如:

(1) 实体式集热蓄热墙

实体式集热蓄热墙,一般利用在南向实体墙外覆盖一玻璃罩盖,有的在墙的上、下侧开有通风孔(见图1.2),太阳辐射通过玻璃被墙壁吸收。被集热墙吸收的太阳辐射热可通过两种途径传入室内:其一是通过墙体热传导,把热量从墙体外表面传往墙体内表面(即面向房间侧的表面),再由墙体内表面通过对流及辐射将热量传入室内;其二主要由集热墙外表面通过对流方式将热量传给集热墙玻璃罩盖和墙体外表面之间的夹层空气,再由被加热后的夹层空气通过和房间空气之间的对流(经由集热蓄热墙上、下风口),把热量传给房间,达到采暖的目的。对于不设风口的集热蓄热墙,或集热墙风口关闭时,上述由集热蓄热墙向房间的第二项传热量等于零。夏季关闭集热墙上部的通风口,打开北墙调节窗和南墙玻璃盖层上通向室外的排气窗,利用夹层的“热烟筒”作用,将室内热空气抽出,达到降温的目的。

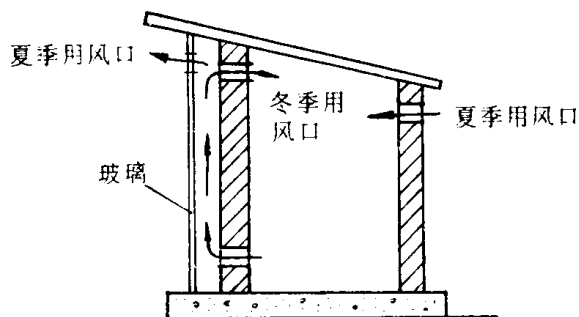


图 1.2 实体集热蓄热墙式太阳房工况示意图

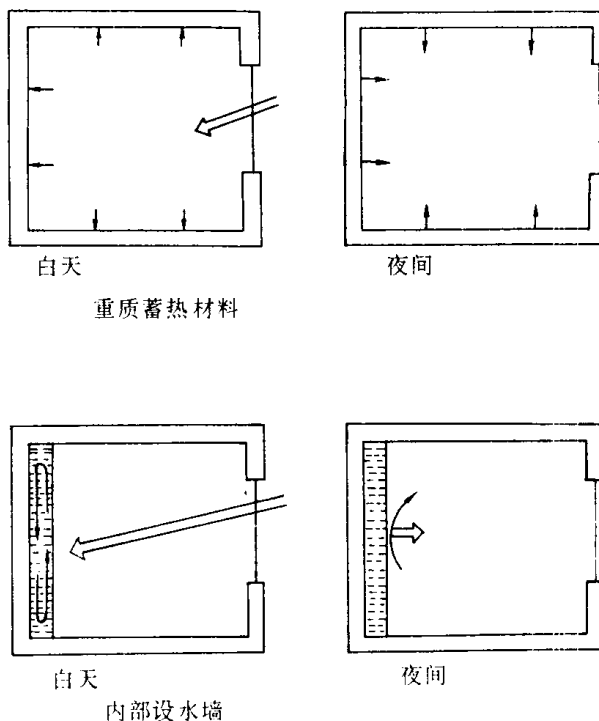


图 1.1 直接受益式太阳能采暖系统工况示意图

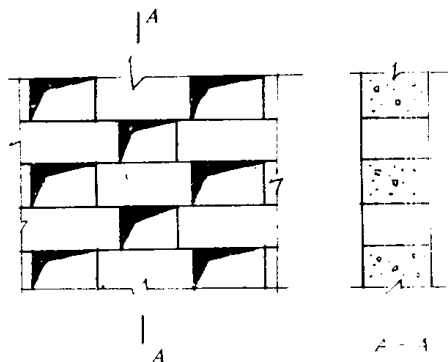


图 1.3 花格集热蓄热墙立面图

(2) 花格式集热蓄热墙

花格式集热蓄热墙和实体式集热蓄热墙的主要区别是前者墙体上遍布了通风孔,如图 1.3 所示。其运行方式如图 1.4 所示。白天,保温板打开,后挡板关闭,使花格墙处于集热、蓄热状态;夜间,保温板关闭,后挡板打开,将白天花格墙所集蓄的热量放到房间。

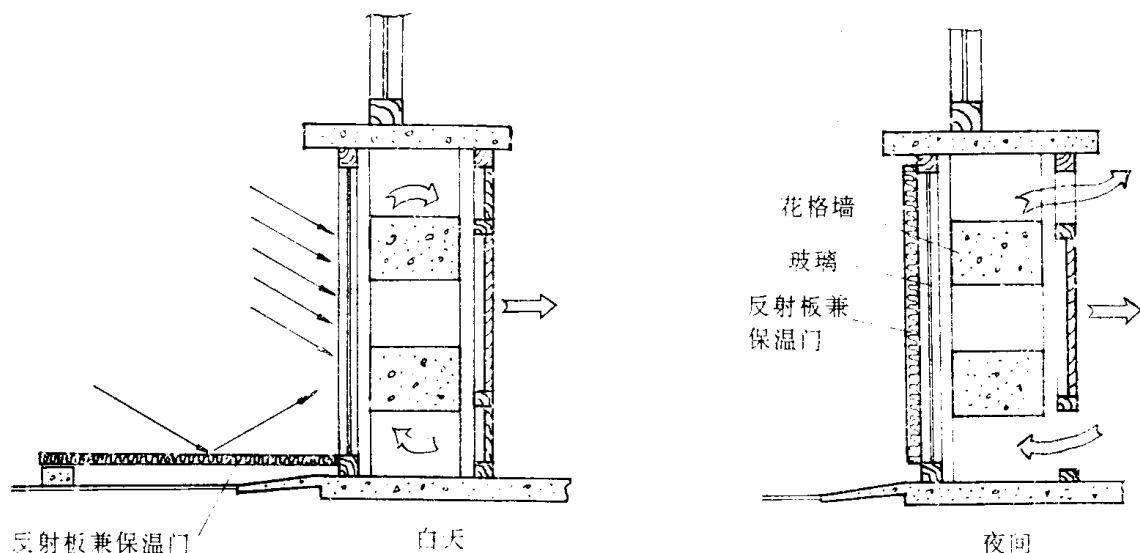


图 1.4 花格式集热蓄热墙运行方式示意图

(3) 水墙式集热蓄热墙

水墙式集热蓄热墙简称水墙。

作为蓄热材料的水通常置于屋内的一面墙中,称为“水墙”。水墙应该建在房间里一天中大部分时间阳光能够直接照射到的地方(见图 1.5)。用来建造这种“水墙”容器材料一般为塑料或金属。

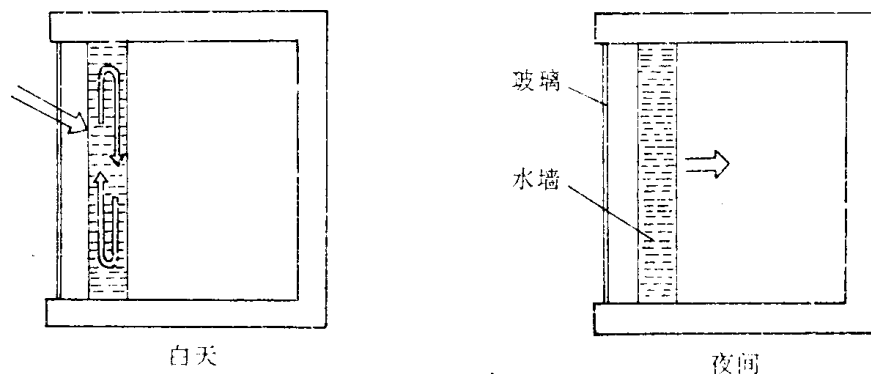


图 1.5 水墙式被动太阳房工况示意图

(4) 相变材料蓄热墙式

它与水墙式相似,只是蓄热物质不同而已。

3. 附加阳光间式

这种太阳房是直接受益和集热墙技术的混合产物。其基本结构是将阳光间附建在房子南侧,中间用一堵墙把房子与阳光间隔开。实际上在一天的所有时间里,附加阳光间内的温度都比室外温度高。因此,阳光间既可以供给房间以太阳热能,又可以作为一个缓冲区,减少房间的热损失,使建筑物与阳光间相邻的部分获得一个温和的环境。由于阳光间直接得到太阳的照射和加热,所以它本身就起着直接受益系统的作用。白天当阳光间内空气温度大于相邻的房间温度时,通过开门(或窗或墙上的通风孔)将阳光间的热量通过对流传入相邻的房间内(见图 1.6)。

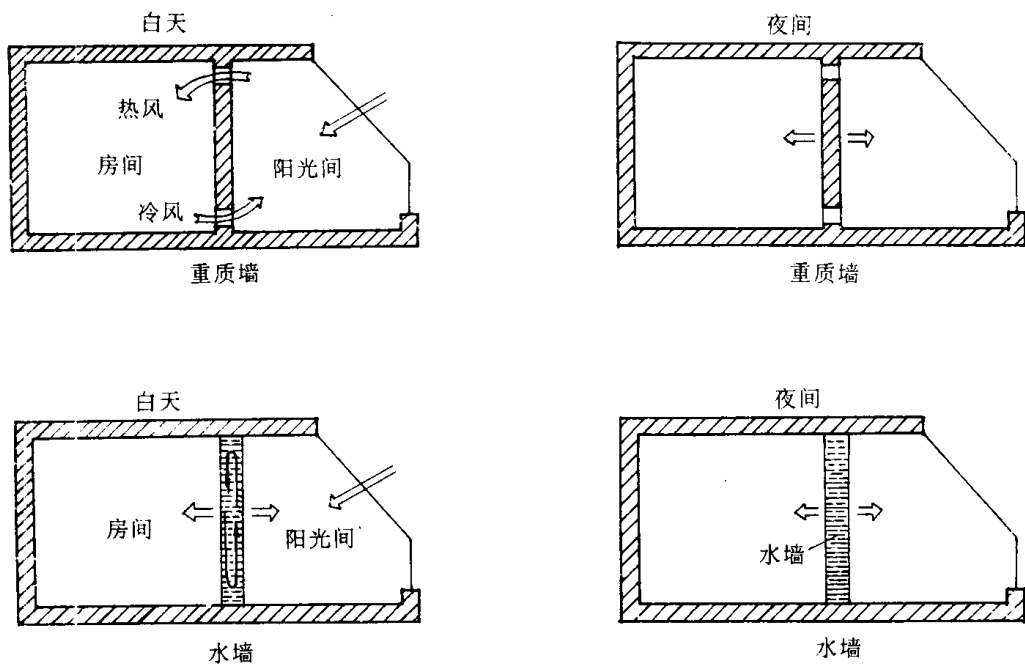


图 1.6 附加阳光间式被动太阳房工况示意图

4. 组合式

以上简述的几种基本类型的被动式太阳房都有它们的独特之处。我们把由两个或两个以上被动式基本类型组合而成的系统称为组合式系统。不同的采暖方式结合使用,就可以形成互为补充的、更为有效的被动式太阳能采暖系统。图 1.7 是由直接受益窗和集热蓄热墙两种形式结合而成的组合式太阳房,可同时具有白天自然照明和全天太阳能供热比较均匀的优点。组合式被动太阳房已显示出它的强大生命力,成为当今世界被动式太阳能建筑发展的一个趋势。

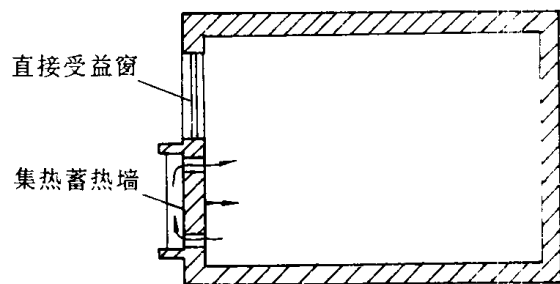


图 1.7 组合式被动太阳房示意图

在以后各章中,我们将分别介绍我国目前常用的几种典型被动式太阳能采暖房及其组合系统的设计、性能评价以及经济分析等内容。

二、术 语

基础温度 $T_b(^{\circ}\text{C})$ ——是根据采暖水平而设定的某个室内最低空气温度,当室内空气温度低于该温度时就要投入辅助热源。基础温度常用于计算采暖度日值。它有两个特点:(1)是根据采暖水平人为选定的;(2)一经选定,在计算中即保持不变。结合我国目前太阳房的实际,在本手册中,将此值定成 12°C 和 14°C 两种,可根据具体条件加以选用。

度日值 $DD(^{\circ}\text{C} \cdot \text{d})$ ——其数值等于基础温度和该日室外日平均气温的差值。如果室外日平均气温高于基础温度,则取该日的度日值为零。由定义可见,度日值和基础温度的选定高低有关。相应地,定义月度日值为该月各天度日值之和,年度日值为该年各月度日值之和。

集热部件——主要用来完成房间的太阳能采暖系统集热功能的设施,如直接受益式太阳房中的直接受益窗,集热墙式太阳房中的集热墙,以及附加阳光间型太阳房中的附加阳光间。

集热系统——完成太阳能采暖中集热、蓄热及保温的设施总称。

总负荷系数 $\text{TLC}(\text{kJ}/(^{\circ}\text{C} \cdot \text{d}))$ ——其数值等于房间在未计入太阳作用的情况下,维持 1°C 室内外温差,每日所需的总热耗。

净负荷系数 $\text{NLC}(\text{kJ}/(^{\circ}\text{C} \cdot \text{d}))$ ——指房间除太阳能集热部件以外的热负荷系数。即净负荷系数等于总负荷系数减去太阳能集热部件的热负荷系数。

总负荷 $Q_t(\text{kJ})$ ——指房间在不计入太阳作用的某个计算期间为维持室温等于基础温度 T_b 的总计算热耗。其数值等于房间的总负荷系数和计算期间度日值的乘积,即

$$Q_t = \text{TLC} \cdot DD \quad \text{kJ}$$

净负荷 $Q_{net}(\text{kJ})$ ——指房间除太阳能集热部件外,在不计入太阳作用的某个计算期间,为维持室温等于基础温度 T_b 的计算热耗。其数值等于房间的净负荷系数和计算期间度日值的乘积,即

$$Q_{net} = \text{NLC} \cdot DD \quad \text{kJ}$$

基准太阳房——为了进行逐时热性能模拟计算而设定的一些有代表性的“标准”的被动式太阳能采暖房。其模拟计算结果被整理成太阳房热特性的计算图表(譬如某个影响参数在不同的 SLR 情况下和 SHF 之间的关系曲线),以方便设计选用。对于和基准太阳房不同的太阳房,可用相应的“灵敏度”加以修正。有关基准太阳房的详细介绍见第四章第四部分。

基准负荷系数 $(\text{kJ}/(^{\circ}\text{C} \cdot \text{d}))$ ——即基准太阳房的负荷系数,包括基准房的净负荷系数 NLC 及总负荷系数 TLC 。在基准房的辅助热量计算中采用净负荷系数。详见第四章第四部分。

对比房——是与设计的太阳房同种类型、同样面积的当地非太阳能采暖的一般房屋,是计算太阳房节能率和经济性的比较对象。详见第四章第五部分。

辅助热量 Q_{aux} (kJ)——在室温低于基础温度 T_b 期间由辅助供热系统向房间提供的使室温不低于 T_b 所需要的热量。

内热源 Q_{in} (kJ)——由室内的人、照明及非专设的采暖设备等产生的热量,不包括辅助热量在内。

净玻璃投影面积 A_p (m^2)——直接受益窗或集热墙的净玻璃投影面积,其值等于直接受益窗或集热墙上玻璃盖板的净透光面积;附加阳光间的净玻璃投影面积等于净透光面积在阳光间主要朝向垂直面上的投影。

太阳有效得热量 S_p (kJ/ m^2)——相对于每平方米净玻璃投影面积 A_p 的通过太阳能集热部件的玻璃,被集热系统所获得的月太阳得热量。

集热部件净供热量 Q_{cg} (kJ)——由太阳能集热部件扣除了本身热损失后供给房间的净热量。

集热部件效率 η ——指集热部件净供热量 Q_{cg} 和投射在集热部件玻璃盖层(包括窗框)表面上的总日射辐照量的比值。

太阳能供暖率 SHF——是计算太阳房所需辅助热量 Q_{aux} 的过渡参数,其计算式为:

$$Q_{aux} = (1 - SHF)NLC \cdot DD - Q_{in} \quad \text{kJ}$$

太阳房节能率 ESF——表示太阳房和对比房相比,所节省的采暖能量百分比,即

$$ESF = 1 - (Q_{aux}/Q_{aux,c})$$

式中: Q_{aux} , $Q_{aux,c}$ 分别表示太阳房和对比房所需的辅助热量。

太阳得热负荷比 SLR——等于通过太阳能集热部件玻璃,被集热系统每月所获得的太阳热量 $S_p \cdot A_p$ 和房间的月净负荷 Q_{net} 的比值。可利用 SHF 和 SLR 的相互关系对 SHF 进行逐月计算。详见第五一九章。

灵敏度——太阳房的 SLR 算法对应于特定的基准房,为了处理一些可能遇到的非基准设计,可使用灵敏度加以修正。灵敏度表示不同设计参数对 SHF 的影响,这些影响已被表示成灵敏度曲线,可供设计查用。

墙体方位角 γ ($^\circ$)——墙体外法向和正南向之间的夹角,偏西为正,偏东为负。正南向 $\gamma=0^\circ$; 正东向 $\gamma=-90^\circ$; 正西向 $\gamma=90^\circ$ 。

太阳高度角 h ($^\circ$)——由观察点(或被阳光投射的表面)指向太阳的向量和地平面之间的夹角。

太阳方位角 α ($^\circ$)——由观察点(或被阳光投射的表面)指向太阳的向量在地平面上的投影与正南方向之间的夹角。

平面倾角 θ ($^\circ$)——表面与地平面之间的夹角。对于垂直面 $\theta=90^\circ$; 水平面 $\theta=0^\circ$ 。

(日射)入射角 i ($^\circ$)——太阳入射线与被投射面法线之间的夹角。

参 考 文 献

- [1] 李元哲等,被动式暖房的研究及其进展,太阳能学报,第6卷第3期
- [2] 王长贵等,《中国新能源的开发与利用》,能源出版社,1986
- [3] 方贤德,关于太阳墙试验小室的探讨,太阳能应用与研究,1985年第2期

- [4] J. Douglas Balcomb etc. , Passive Solar Heating Analysis (A Design Manual), American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers, 1984
- [5] Edward Mazria, Passive Solar Energy Book, Rodale Press, 1979
- [6] John A. Duffie etc. . Solar Engineering of Thermal Processes, A Wiley-Interscience Publication, 1980
- [7] U. S. Department of Energy, Passive Solar Design Handbook, Vol One, 1980
- [8] 葛新石等,《太阳能工程——原理和应用》,学术期刊出版社,1988
- [9] 王德芳等,被动式太阳能采暖房数学模型及其模拟计算程序——直接受益型和集热墙型 PSHDC (上、下篇),甘肃科学学报,1989 年第 1 期和 1990 年第 1 期
- [10] 王德芳等,附加阳光间型被动式太阳能采暖房数学模型及其模拟计算程序 PSHS,甘肃科学学报,1990 年第 2 期

第二章 太阳房设计计算用气象参数

一、太阳房设计中为模拟计算用的气象参数

太阳房设计中为进行模拟计算,主要要求提供对某地区有代表性的采暖期各月逐日逐时的日射、气温和湿度资料。为了得到有代表性的月份,我们采用了文献[1]、[2]中提出的平均月的概念。下面就介绍平均月的选定方法。

1. 平均月选定的统计法

(1) 月平均值 $W_{k,M}$ 的计算 考虑到资料的完整性、近期代表性以及该方法原文献中列举的情况,我们选择了 1971—1980 年这一时段做为统计的基础。

(a) 从 1971—1980 年逐年的气象资料中将各年各月的气温、绝对湿度和水平面总日射辐照量的月平均值抄列于一表格中。

(b) 分别求取各月份各气象要素的 10 年平均值,即

$$\bar{W}_{k,M} = \sum_{y=1971}^{1980} W_{k,y,M} / 10 \quad (2.1)$$

式中: $W_{k,y,M}$ 为 1971—1980 年间气温、绝对湿度和总日射辐照量的历年月平均值。

k 为气象要素($k=1$ 为气温, 2 为绝对湿度, 3 为日射);

y 为年份($y=1971-1980$ 年)

M 为月份($M=1-12$ 月)

(2) 距平值 $DW_{k,y,M}$ 的计算

(a) 将三个气象要素历年的月平均值减去相应的 10 年平均值, 就是其距平值, 即

$$DW_{k,y,M} = W_{k,y,M} - \bar{W}_{k,M} \quad (2.2)$$

(b) 计算各个气象要素各月的标准偏差, 即

$$SW_{k,M} = \sqrt{\sum_{y=1971}^{1980} (DW_{k,y,M})^2 / 10} \quad (2.3)$$

(3) 数值指标值 $DM_{y,M}$ 的计算

(a) 根据各个气象要素的距平值按下式计算出其数值指标值 $DM_{y,M}$

$$DM_{y,M} = DW_{1,y,M} + K_2 DW_{2,y,M} + K_3 DW_{3,y,M} \quad (2.4)$$

(b) k_2, k_3 的取值按表 2.1 中所给定的。

表 2.1 标准建筑的基础数值 k_2, k_3 取值

k_2	$k_3 \times 10^{-4}$											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12 (月)
0.5628	250	209	164	131	115	116	117	125	148	187	232	263

表 2.2 典型站 DM_{1,M}值计算实例

郑州	月 份											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
71	0.2816	-2.5516	-2.2126	-1.4454	0.7085	-2.5909	4.3859	-0.7330	-0.1514	-0.4425	0.4647	-2.9563
72	-2.5893	-3.7939	0.1052	0.4242	-0.3402	1.3778	-2.4005	-0.5783	-1.5341	-0.0847	-0.1752	-0.2931
73	0.0863	0.3898	1.1482	0.4668	-1.5938	-0.0509	-0.3241	2.4888	0.0651	-1.7507	-0.5141	0.8974
74	-1.3546	-3.6811	-0.6153	2.7230	1.8953	-0.3404	1.4934	-0.9658	0.2247	-22916	-0.5092	-1.9395
75	2.0451	1.5466	1.8257	-0.6433	-0.4235	0.0341	1.3882	1.9123	1.1216	0.1223	-1.2199	-1.7291
76	0.3289	-0.2418	-1.1812	-3.4443	-0.3261	-1.4618	-2.0625	-2.6982	1.0179	1.0023	-3.2037	-0.0874
77	-4.0929	1.1375	2.9192	2.0136	-1.8335	-0.1437	1.1917	-0.5893	0.2252	-2.9488	0.5331	2.6633
78	3.1027	1.0515	0.1985	3.1217	2.2235	2.0486	1.0874	1.8460	0.2442	1.3871	1.7115	0.7823
79	1.7568	3.3017	0.5005	-1.8182	-1.1125	0.8922	-0.4855	0.3672	-1.6069	3.9682	0.7048	1.8118
80	0.4354	-0.1586	-2.6880	-1.3982	0.8024	0.2349	-1.4976	-1.0496	0.3937	1.0384	2.2082	0.8505
西 安												
71	-0.4185	0.7240	2.1489	0.2350	0.4936	-0.5848	2.9378	-0.5621	-1.9948	-2.6720	0.5898	2.3673
72	1.7266	-3.6663	1.7028	-0.7158	1.4810	0.9881	0.4854	2.0518	0.2689	-0.0139	-0.4019	0.3540
73	1.2722	3.1988	1.4640	1.6110	-0.4360	-1.3231	-0.6578	1.3893	1.2527	-0.7728	1.1528	0.3074
74	0.4753	-4.3838	-2.0837	1.7131	-0.1029	0.9454	0.1290	0.2428	-0.4590	-0.8446	1.7221	0.7916
75	1.0659	1.6204	1.2260	-1.1888	-1.5838	0.1152	-1.3007	1.5391	1.5284	1.8964	-0.8245	-3.5026
76	0.6183	1.1860	-1.6882	-0.5539	0.1719	-0.0190	-1.4675	-2.8637	0.3183	-0.5391	-3.2466	-1.5943
77	-2.4767	-0.5186	-0.9350	-0.8443	-1.0662	-0.8486	1.1653	-0.9110	0.7953	0.5423	-0.2987	-0.1627
78	-1.5029	-0.0387	-0.4381	0.9544	2.1529	-0.1488	0.1175	-0.2920	-0.4371	0.0162	0.3985	-0.5933
79	0.8521	2.9951	-1.4233	-1.3033	-0.5858	1.2295	-1.9327	-0.8356	-0.9181	1.2776	-1.3979	1.0210
80	-1.6123	-1.1168	0.0266	0.0927	-0.5247	-0.3539	0.5238	-0.3586	-0.3546	1.1101	2.3065	1.0116
拉 萨												
71	0.3227	-0.9623	0.5910	0.5002	-0.1133	-0.3937	0.3520	-0.0234	1.6014	0.6332	-0.6663	-1.0664
72	1.1479	0.8885	0.5205	-1.1263	1.9709	0.7168	2.7087	0.3529	-0.6148	0.1802	-1.4048	1.0383
73	2.1343	-0.6223	0.6294	0.4565	1.8673	-1.0281	0.8735	0.3906	0.7610	0.1412	-3.8564	1.0086
74	-0.4008	2.4486	-0.5102	0.7499	1.3614	1.3264	-0.8855	-0.3194	0.3522	4.1880	1.0869	0.6069
75	0.4493	-0.6138	0.4617	0.0651	0.6439	1.9975	0.3515	0.8428	-0.7068	2.2867	1.1541	-0.5769
76	-2.0624	0.3218	0.4165	-0.2309	0.5177	-0.5470	-1.1562	-0.3922	-0.1742	-1.1343	3.0684	1.2424
77	0.1551	1.9968	1.0582	-0.8813	-1.5006	-2.8473	-1.2650	0.6306	0.1266	-2.8035	-0.5471	-0.5188
78	-2.0859	-1.4735	-1.0272	-0.5852	-3.3402	-0.0703	-0.2866	-0.4945	-0.9078	-0.2366	0.0632	-0.3064
79	0.4618	-1.3365	-1.5340	0.6291	2.7078	0.7110	-0.8382	-0.9569	-1.3978	-1.2904	1.7309	-1.7641
80	-0.1221	-0.6473	-0.6059	0.4230	-4.1150	0.1347	0.1458	-0.0305	0.9602	-1.9646	-0.6289	0.3365
伊 金 霍 洛												
71	-1.9218	-2.3223	-1.8694	0.8430	-0.3458	-1.2473	1.4939	0.6964	-1.5560	-1.0709	-0.0274	-2.4625
72	-0.7779	-3.6789	1.6073	-0.9106	1.8484	0.9442	-0.6501	-0.9817	-1.0356	-1.5514	0.1968	0.1926
73	-0.8429	2.1028	2.3747	1.5571	-1.5927	-0.2837	-0.5179	0.4066	-0.4576	-2.6115	0.3443	0.5349
74	0.8558	1.2458	-2.0636	0.8807	1.5154	-1.2393	0.2037	0.3123	-0.6065	2.3373	0.7087	-3.7466
75	2.3996	0.8221	0.3963	-0.7366	-0.7882	0.9180	0.4918	3.0231	2.0401	0.3367	0.1567	-0.8600
76	0.5857	2.6509	-2.0165	-2.3115	-1.6174	-1.6344	-1.5122	-2.5836	1.4835	1.5106	-2.8515	-0.2007
77	4.4006	-0.1837	1.6569	1.2582	-0.2739	-0.4188	2.2607	-0.0335	0.8394	2.4812	0.8307	3.4921
78	1.0457	-0.9398	0.5351	2.0631	1.9621	1.4042	0.4029	0.5190	0.7719	-0.3208	0.7669	1.9881
79	3.5008	3.6655	-0.1298	-1.1949	-1.3039	-0.0252	-3.1209	-1.1337	-0.6713	2.7720	-2.5309	1.2736
80	0.0556	-0.8709	-0.4909	-1.4484	0.5959	1.5823	0.9479	-0.2249	-0.8078	0.7914	2.3946	-0.2114
哈 密												
71	1.3487	1.5394	0.7383	1.0758	-0.9403	-2.2378	-0.3208	-0.2754	-0.7002	-0.3344	0.5543	3.0146
72	-0.1112	-5.0910	1.1820	-0.1484	2.1738	0.5829	-0.5090	1.0484	-2.4822	-1.8589	0.7650	0.3803

续表

哈密	月 份											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
73	2.5038	1.3463	1.3850	1.8188	-6.6018	-0.4507	-0.1979	-0.5919	1.1731	-1.9003	1.1638	2.6595
74	2.8299	-1.6962	-1.5652	3.2769	2.9755	1.3382	2.5041	1.3198	-1.5569	-1.9811	1.0576	-5.5621
75	1.8750	1.7264	2.3696	-2.4420	-2.6607	0.8921	0.5702	0.9407	0.5611	1.1018	-1.7049	-6.8600
76	-0.4562	3.0143	-2.1855	-1.5667	0.6748	0.2927	-2.2685	-2.3009	-0.3604	0.3098	-5.0003	-2.3766
77	-5.6889	-2.3495	-0.5359	-1.3400	-2.2305	0.2799	-0.0956	1.0891	2.4586	0.8648	2.1485	2.6995
78	-5.0191	-2.9270	0.5000	2.0880	0.9697	1.3382	0.6931	-1.0625	0.7742	-0.0596	0.9602	1.9692
79	0.4538	3.1305	-1.2221	-2.3361	-1.5067	0.8921	-1.2083	-0.7493	-0.3902	2.4143	-4.1399	1.5202
80	2.2750	1.3069	-0.6664	-0.4252	1.1962	-0.2927	0.8330	0.5819	0.5229	1.4432	3.8954	2.7913
伊宁												
71	-1.6314	0.8351	-1.5908	-3.0175	-1.4178	0.7791	-2.0824	0.2197	-0.4856	-2.3188	2.5419	4.9961
72	-2.1250	-7.4813	-2.6760	-1.5688	2.2452	-0.5652	-2.0875	-0.7551	-0.9044	-0.6920	1.1854	-1.6855
73	0.0313	0.7889	-0.9816	0.9695	-6.9369	0.7257	1.5968	0.0308	-0.9414	-0.3965	2.2942	1.4733
74	-1.1038	-5.4575	-1.9750	1.8089	1.9670	0.6556	1.8852	-1.1218	-4.1264	-1.2558	0.3125	-5.9030
75	3.7270	2.5684	3.4058	0.7470	-1.6852	-0.2864	0.3770	0.8176	0.2674	-0.0914	-4.0391	-3.2553
76	5.6621	1.3366	-0.1410	-1.0382	1.7062	-3.8856	-0.0784	0.9520	-0.5397	-1.7854	-6.3799	-5.2213
77	-5.3932	-1.0774	1.3708	1.1456	1.0383	2.9267	-0.6172	0.3821	2.4544	1.0272	2.8997	-1.1607
78	-0.4632	0.1530	1.9901	2.3457	1.5541	-2.0370	1.6515	-0.9385	1.4796	0.7987	-1.6384	4.4105
79	1.7937	6.8906	1.1312	-2.0389	-3.3815	-0.9150	-1.0218	-0.1054	-1.5741	2.9129	-2.0698	1.1056
80	-0.4859	1.3938	-0.4833	0.6468	2.3195	-1.4721	0.3268	0.5185	0.2482	1.8011	4.8936	3.3091

一些典型站的计算结果如表 2.2 所列。

(4) 平均月的选定

各月均以历年 $DM_{j,M}$ 绝对值中最小者为该月份的平均月,在表 2.2 中以黑体字标出。

表 2.3 中开列了各典型站平均月所在的年份。

表 2.3 各典型站平均月所在年份

台站	月 份											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
伊金霍洛旗	1980	1977	1979	1975	1977	1979	1974	1977	1973	1978	1971	1972
哈密	1972	1980	1978	1972	1973	1977	1977	1971	1976	1978	1972	1972
伊宁	1973	1978	1976	1980	1973	1975	1976	1973	1980	1975	1974	1977
郑州	1973	1980	1972	1972	1972	1975	1973	1979	1973	1972	1972	1976
西宁	1971	1978	1980	1980	1974	1976	1978	1974	1972	1972	1977	1977
拉萨	1980	1976	1976	1975	1971	1978	1980	1971	1974	1973	1978	1978
北京	1979	1973	1978	1975	1979	1974	1974	1980	1974	1972	1972	1976

2. 模拟计算用逐时气象要素的计算

逐时气象要素的计算由于受到原始数据来源的限制,无法全面铺开,只能从针对完全不加专用辅助采暖措施气候区划(详见气候区划一节)的每个区中挑选一些有代表性的站