

高校建筑环境与设备工程学科
专业指导委员会推荐教材

GAO XIAO
JIAN ZHU
HUAN JING YU
SHE BEI
GONG CHENG
XUE KE
ZHUAN YE
ZHI DAO WEI
YUAN HUI TUI
JIAN JIAO CAI

建筑 环境学

金招芬 朱颖心 主编
金招芬 朱颖心 编著
亢燕铭 刁乃仁
彦启森 主审

1-023

54

中国建筑工业出版社

高校建筑环境与设备工程学科专业指导委员会推荐教材

建筑环境学

金招芬 朱颖心 主编
金招芬 朱颖心 亢燕铭 刁乃仁 编著
彦启森 主审

中国建筑工业出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

建筑环境学/金招芬, 朱颖心主编. —北京: 中国建筑工业出版社, 2001.12

高校建筑环境与设备工程学科专业指导委员会推荐教材

ISBN 7-112-04637-8

I. 建… II. ①金…②朱… III. 建筑学-环境理论-高等学校-教材 IV. TU-023

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2001) 第 21203 号

“建筑环境学”是高等学校建筑环境与设备工程专业基础课。本教材在介绍了建筑外环境、室内的热湿、空气流动、空气品质、声、光环境的同时, 还从物理、人的生理和心理角度出发, 分析介绍了人对室内外环境的舒适与健康要求, 以及典型工艺过程对环境的要求, 为创造适宜的建筑室内环境提供理论依据。本教材由六大部分组成: 建筑外环境、室内空气品质、热湿环境及人对该环境的反应、建筑光环境、建筑声环境、典型工艺过程对室内环境的要求, 每部分均相对独立。

高校建筑环境与设备工程学科专业指导委员会推荐教材

建筑环境学

金招芬 朱颖心 主编

金招芬 朱颖心 亢燕铭 刁乃仁 编著

彦启森 主审

*

中国建筑工业出版社出版 (北京西郊百万庄)

新华书店总店科技发行所发行

北京云浩印刷厂印刷

*

开本: 787×1092 毫米 1/16 印张: 10½ 字数: 252 千字

2001 年 12 月第一版 2002 年 2 月第四次印刷

印数: 12001—17000 册 定价: 15.20 元

ISBN 7-112-04637-8

TU·4107 (10087)

版权所有 翻印必究

如有印装质量问题, 可寄本社退换

(邮政编码 100037)

前 言

建筑环境学是建筑环境与设备专业一门重要的专业基础课，它包含了建筑、传热、声、光、材料及生理、心理等多门学科的内容，是一门跨学科的边缘科学。它是建筑环境与设备专业由单纯的建筑设备向建筑环境系统转化的一个产物。

本教材在介绍了建筑外环境、室内的热湿、空气流动、空气品质、声、光环境的同时，还从物理、人的生理和心理角度出发，分析介绍了人对室内外环境的舒适与健康要求，以及典型工艺过程对环境的要求，为创造适宜的建筑室内环境提供理论依据。本教材由六大部分组成：建筑外环境、室内空气品质、热湿环境及人对该环境的反应、建筑光环境、建筑声环境、典型工艺过程对室内环境的要求，每部分均相对独立。

本书由清华大学金招芬主编并负责第一章，第二章和第八章的编写工作，清华大学的朱颖心负责第四章和第五章，西安建筑科技大学的亢燕铭负责第六章和第七章，山东建筑工程学院的刁乃仁负责第三章的编写工作，由清华大学彦启森教授主审。书中各章公式中所用符号只在本章内统一。本书作为建筑环境与设备专业的试用教材，由于编写时间仓促且所涉及内容的广泛性，存在的不当之处请大家提出宝贵意见。

目 录

第一章 绪论	1
第一节 建筑环境学的作用与地位	1
第二节 建筑环境学的主要研究内容及研究方法	2
第二章 建筑外环境	4
第一节 地球绕日运动的规律	4
第二节 太阳辐射	7
第三节 建筑物的配置和外形与日照的关系	11
第四节 室外气候	13
第五节 我国气候分区特点	19
第三章 建筑环境中的空气环境	23
第一节 空气污染的指标与来源	23
第二节 空气污染物种类及其所造成的污染	30
第三节 换气量与换气次数	35
第四节 通风与气流分布对空气质量的影响	40
第四章 建筑环境中的热湿环境	54
第一节 太阳辐射对建筑物的热作用	54
第二节 建筑围护结构的热湿传递	59
第三节 以其他形式进入室内的热量和湿量	67
第四节 冷负荷与热负荷	70
第五节 典型负荷计算方法原理介绍	74
第五章 人体对热湿环境的反应	84
第一节 人体对热湿环境反应的生理学和心理学基础	84
第二节 人体对稳态热环境的反应描述	100
第三节 人体对动态热环境的反应	103
第四节 其他热湿环境的物理度量	106
第五节 人体热反应的数学模型	107
第六章 建筑光环境	111
第一节 光的性质与度量	111
第二节 视觉与光环境	115
第三节 天然采光	121
第四节 人工照明	125
第七章 建筑声环境	131
第一节 声音的度量与声环境的描述	131

第二节	人体对声音环境的反应原理	139
第三节	环境噪声控制途径	142
第四节	噪声控制基本原理和方法	144
第八章	工业建筑的室内环境要求	153
第一节	室内环境对典型工艺过程的影响机理	153
第二节	典型工业建筑的室内环境设计指标	157

第一章 绪 论

第一节 建筑环境学的作用与地位

建筑是人类发展到了一定阶段后才出现的。人类的一切建筑活动都是为了满足人的生产和生活需要。从最早的为了躲避自然环境对自身的伤害，用树枝，石头等天然材料建造了原始小屋，到现代化的高楼大厦，人类其间几千年的建筑活动无不受到了环境和科学技术条件发展的影响，同时，随着人们对人与自然的关系、建筑与人的关系、建筑与环境之间关系的认识的不调整与深化，人们对建筑在人类社会中的地位、建筑发展模式的认识也在不断地提高。

人类几千年的建筑活动，根据各自环境的特点，总结出适合自己需要的“营造法式”。随着社会的发展，对艺术的追求，在营造法式的基础上又产生了许多有价值的“图式理论”。进入 20 世纪，建筑业的扩大，物质技术条件的增长，又出现了以功能法则为基础的“建筑空间理论”。到了 20 世纪 70 年代，环境问题成了世界的中心话题，人是环境的主体，于是人和环境又成为建筑创作的中心课题。也就是说建筑设计已经从经营构图、组织空间扩大到创造环境，这是对建筑本质理解的深化，是建筑设计观念的进步和革新。

所谓建筑环境学，就是指在建筑空间内，在满足使用功能的前提下，如何让人们在使用过程中感到舒适和健康的一门科学。根据使用功能的不同，从使用者的角度出发，研究室内的温度、湿度、气流组织的分布、空气品质、采光性能、照明、噪声和音响效果等及其相互间组合后产生的效果，并对此作出科学的评价，为营造一个舒适，健康的室内环境提供理论依据。

人们在长期的建筑活动中，结合各自生活所在地的地形，为了适应当地的气候条件，就地取材因地制宜积累了很多设计经验。例如生活在北极圈的爱斯基摩人利用当地的冰块及动物皮毛，盖起了“圆顶小屋”，并使得小屋内的温度能满足人的生活需要。在我国北方寒冷的华北地区，由于冬季干冷，夏季湿热，为了能在冬季保暖防寒，夏季防热防雨及春季防风沙，就出现了“四合院”。而在我国的西北，华北黄土高原地区，由于土质坚实，干燥，地下水位低等特殊地理条件，人们就创造出了“窑洞”来适合当地的冬季寒冷干燥，夏季有暴雨，春季多风沙，气温年较差较大的特点。生活在西双版纳傣族人民，为了防雨，防湿和防热以取得较干爽阴凉的居住条件，创造出了颇具特色的架竹木楼“干阑”建筑。

除了使用上述这些设计经验来创造和改善自己的居住环境以外，随着科学技术的不断进步，人们开始主动地创造受控的室内环境。20 世纪初，能够实现全年运行的空调系统首次在美国的一家印刷厂内建成，这标志着人们可以不受室外气候的影响，在室内自由地创造出能满足人类生活和工作所需的温热环境。随着科学技术的发展，大量新材料、新设备的使用，使得人们在室内的生活变得更方便，“感觉”更好。因此建筑设计不仅要求造

型新颖美观、功能合理，还必须把它提高到人工环境的角度上来，以满足人们物质文明和精神文明的需求。

1999年第20届世界建筑师大会的北京宣言中指出“20世纪以其独特的方式丰富了建筑史，大规模的技术和艺术革新造就了丰富的建筑设计作品”，同时又指出“技术是一种解放的力量。人类经过数千年的积累，终于使科技在近百年来释放了空前的能量。科技发展，新材料，新结构，新设备的应用，创造了20世纪特有的建筑形式。如今，我们处在利用技术的力量和潜能的进程中”。由此可见，使用科技手段，与建筑设计有机地结合创造出舒适、健康的室内环境是现代建筑设计质量的保证，是现代建筑创作的一个有机组成部分。

在强调可持续发展的今天，建筑环境学也面临着两个亟待解决的问题，第一是如何协调满足室内环境舒适性与能源消耗和环境保护之间的矛盾。目前建筑物的年耗能量中，为满足室内温湿度要求的空调系统能耗所占的比例约为50%，照明所占比例约为33%。而所消耗的电能或热能大多来自热电厂或独立的工业锅炉，其燃烧过程的排放物是造成大气温室效应和污染环境的根源。所以研究和制订合理的舒适标准，以便有效地合理地利用能源，是我们的一个艰巨而紧迫的任务。第二，在室内的空气品质方面，由于大量使用合成材料作为建筑内部的装修和保温，并一味地为节能而减低新风量出现了所谓的病态建筑，在这些建筑内长期停留和工作的人，则会产生气闷、粘膜刺激、头疼及嗜睡等症状。流行病学研究进展也使我们认识到在这种低水平环境污染下的潜在危险，以及在这种环境下对人体健康可能产生的有害影响。研究和掌握形成病态建筑的起因，分析各因素之间的互相影响，为创造一个健康的环境提供科学依据也是我们面临的一个很重要的任务。

第二节 建筑环境学的主要研究内容及研究方法

建筑环境学主要由建筑外环境、室内空气品质、室内热湿与气流环境、建筑声环境和光环境等若干个部分所组成。

由于建筑环境学内容的多样性，各组成环节相对的独立性和应用的广泛性，人们从各个学科的角度对其内容进行了研究，如在建筑学专业的范畴内，为了完成建筑规划的总体布局、单体建筑设计、建筑围护结构和室内装修等设计的需要，从材料的物理性能着手，对材料的热物性、光学性能、声学性能进行研究的建筑物理学。

生理学从研究人体的功能出发，用热生理学、心理学来研究人体对热和冷的反应机理，从中去认识包括像血管收缩和出汗等一系列的反应机理。

心理学家非常关心人在某些给定的热、声、光环境下的感觉。在一给定的刺激下，人是如何感觉的，又如何来定量地描述这种感觉都必须借助心理学的研究手段，通过观察受试者的反应得出结论。由于感觉是不能测量出来的，需要通过某些间接的途径来实现，所以心理学家又通过不同的测试手段来研究反应与感觉的关系。

劳动卫生保护专家则从室内的一些不太令人舒服的环境出发，例如在过冷或过热的环境，空气组分比例不符合卫生健康要求的场合，有着噪声的工厂，采光条件太差或者光对比度过强的操作空间等诸如此类的环境下，研究这些环境可能对人体健康和安全带来的危害及由此造成的工作效率下降的问题。

综上所述，我们可以知道，建筑环境学包含了建筑、传热、声、光、材料及生理、心理和生物学等多门学科的内容，事实上，它是一门跨学科的边缘科学。因此对环境的认识需要综合以上各类学科的研究成果，这样才能完整和准确地描述一个环境，并有可能给出一个评判环境的标准。

参 考 文 献

- [1] 柳孝图等. 人与物理环境. 北京: 中国建筑工业出版社, 1996
- [2] 赵荣义等. 空气调节. 北京: 中国建筑工业出版社, 1996

第二章 建筑外环境

建筑物所在地的气候条件，会通过围护结构，直接影响室内的环境，为得到良好的室内气候条件以满足人们生活和生产的需要，必须了解当地各主要气候要素的变化规律及其特征。

一个地区的气候是在许多因素综合作用下形成的。对建筑密切有关的气候要素有：太阳辐射、气温、湿度、风、降水等等。

第一节 地球绕日运动的规律

地球上的任何一点位置都可以用地理经度和纬度来表示。

一切通过地轴的平面同地球表面相交而成的圆叫经度圈，经度圈都通过地球两极，因而都在南北极相交。这样每个经圈都被南北两极等份成两个 180° 的半圆，这样的半圆叫经线，或子午线。全球分为 180 个经圈，360 条经线。1884 年经国际会议商定，以英国伦敦的格林威治天文台所在的子午线为全世界通用的本初子午线，见图 2-1。

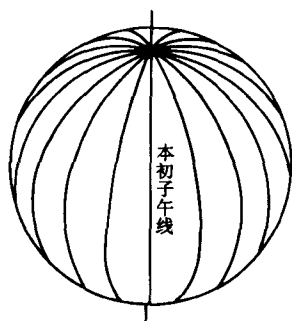


图 2-1 地球经度圈

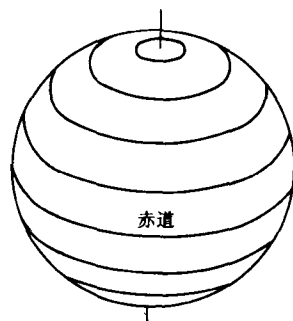


图 2-2 地球纬度圈

一切垂直于地轴的平面同地球表面相割而成的圆，都是纬线，它们彼此平行。其中通过地心的纬线叫赤道。赤道所在的赤道面将地球分成南半球和北半球，见图 2-2。

不同的经线和纬线分别以不同的经度和纬度来区分。所谓经度，就是本初子午线所在的平面与某地子午线所在平面的夹角。因此，经度以本初子午线为零度线。自零度线向东分为 180° ，叫东经，向西分 180° ，称为西经。纬度是以本地法线（地平面的垂线）与赤道平面的夹角，是在本地子午线上度量的。赤道面是纬度度量起点，赤道上的纬度为零。自赤道向北极方向分为 90° ，称为北纬，向南极方向分为 90° ，称为南纬。

一天时间的测定，是以地球自转为依据的，昼夜循环的现象给了我们以测量时间的一种尺度。日照设计中所用的时间，均以当地平均太阳时为准。它与日常钟表所指的标准时之间有一差值，应予换算。

所谓平均太阳时，是以太阳通过该地的子午线时为正午 12 点来计算一天的时间。这样经度不同的地方，正午时间均不同，使用起来不方便。因此，规定在一定经度范围内统一使用一种标准时间，在该范围内同一时刻的钟点均为相同。经国际协议，以本初子午线处的平均太阳时为世界时间的标准时。称为“世界时”。把全世界按地理经度划为 24 个时区，每个时区包含地理经度 15°。以本初子午线东西各 7.5°为零时区，向东分 12 个时区，向西也分 12 个时区。每个时区都按它的中央子午线的平均太阳时为计时标准，称为该时区的标准时，相邻两个时区的时差为 1 小时。图 2-3 给出了时区的划分。

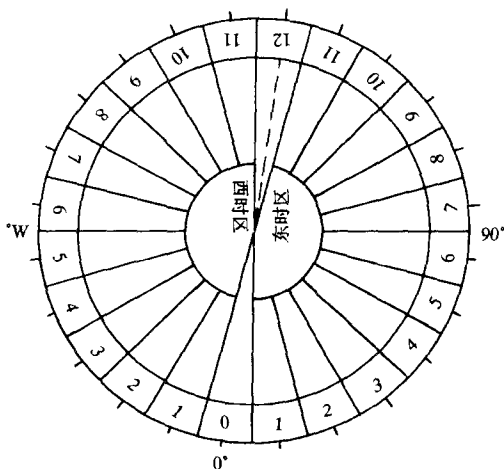


图 2-3 时区的划分

我国地域广阔，从东 5 时区到东 9 时区，横跨 5 个时区。为计算方便，我国统一采用东 8 时区的时间，即以东经 120°的平均太阳时为中国的标准，称为“北京时间”。北京时间与世界时相差 8 小时，即北京时间等于世界时加上 8 小时。

标准时与地方平均太阳时可近似地按式 (2-1) 来计算：

$$T_0 = T_m + 4(L_0 - L_m) \quad (2-1)$$

式中 T_0 ——标准时间，min；

T_m ——地方平均太阳时，min；

L_0 ——标准时间子午线的经度，deg；

L_m ——当地时间子午线所在处的经度，deg；

4——系数，是这样确定的，地球绕其轴自转一周位 4 小时，地球的经度分为 360 度，所以每转 1 度需要时间 4min。地方位置在中心经度线以西时，经度每差 1 度要减去 4min；地方位置在中心经度以东时，经度每差 1 度要加上 4min。

日照是指物体表面被太阳光直接照射的现象。建筑对日照的要求主要是根据它的使用性能和当地气候情况而定。太阳在天空中的位置因时、因地时刻都在变化，正确掌握太阳相对运动的规律，是处理建筑环境问题的基础。

图 2-4 为地球绕着太阳旋转过程中的位置示意图。地球绕地轴自转同时绕太阳公转，地球绕着太阳公转轨道的平面（黄道面）始终保持在 66.5°的倾角，而且在公转运行中，这个交角和地轴的倾斜方向都保持不变。图 2-4 中给出的是地球在公转轨道上的几个典型位置：春分（0°），夏至（+23.5°），秋分（0°），冬至（-23.5°）。

地球在公转中，阳光直射地球的变动范围用赤纬 d 来表示，赤纬是太阳光线与地球赤道平面之间的夹角。它是随地球在公转轨道上的位置、即日期的不同而变化的，全年的赤纬在 +23.5°~ -23.5°之间变化。从而形成了一年四季的更替。见图 2-5。

赤纬从赤道平面算起，向北为正，向南为负。春分时，太阳光线与地球赤道面平行赤

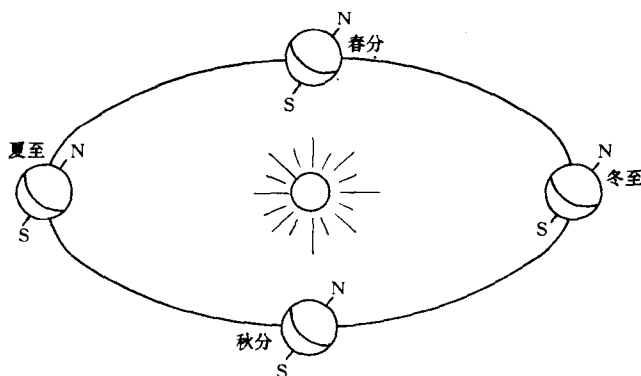


图 2-4 地球与太阳的相对运动

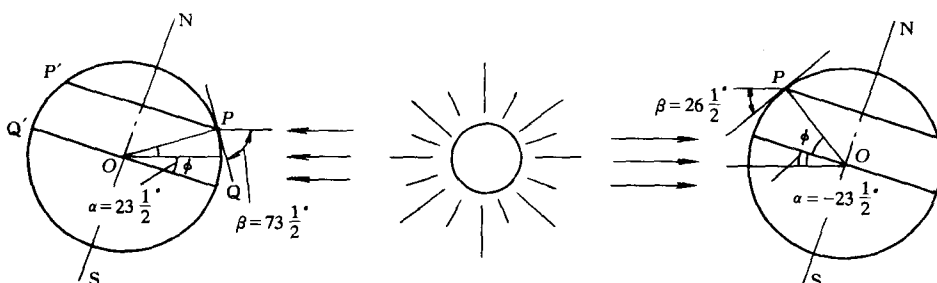


图 2-5 夏至和冬至时太阳高度角与纬度之间的关系（北纬 40° ）

纬为 0° ，阳光直射赤道，并且正好切过两极，南北半球的昼夜相等。春分以后，赤纬逐渐增加，到夏至为最大，太阳光线直射地球北纬 23.5° ，即北回归线上。以后赤纬一天天地变小，秋分时赤纬又变回到 0° 。在北半球，从夏至到秋分为夏季，北极圈处在太阳一侧，北半球昼长夜短，南半球夜长昼短，到秋分时又是日夜等长。当阳光又继续向南半球移动时，到冬至日，阳光直射南纬 23.5° 即南回归线，赤纬 -23.5° 。这时情况恰与夏至相反。冬至以后，阳光又向北移动返回赤道，至春分太阳光线与赤道平行。如此周而复始。地球在绕太阳公转的行程中，不同日期有不同的太阳赤纬，春分、夏至、秋分、冬至是四个典型季节日，分别为春夏秋冬四季中间的日期。从天球上看，这四个季节把黄道等分成四个区段，若将每一个区段再等分成六小段，则全年可分为 24 小段，每小段太阳运行大约为 15d 左右。这就是我国传统的历法——24 节气。

地球与太阳的相对位置可以用纬度 φ 、太阳赤纬 d 、时角 h 、太阳高度角 β 和方位角 A 等来表示。图 2-5 为夏至到冬至这一段期间太阳在中午照射时的几何图形。O 点表示地心，QQ' 表示赤道，NS 表示地球轴线。

纬度 (φ)：地球表面某地的纬度是该点对赤道平面偏北或偏南的角位移。

时角 (h)：如图 2-6 所示，时角是指 OP 线在地球赤道平面上的投影与当地时间 12 点时日、地中心连线在赤道平面上的投影之间的夹角。当地时间 12 点时的时角为零，前后每隔一小时，增加 $360^\circ/24 = 15^\circ$ ，如 10 点和 14 点均为 $15 \times 2 = 30^\circ$ 。

地球上某一点所看到的太阳方向，称为太阳位置。太阳位置常用两个角度来表示，即

太阳高度角 β 和太阳方位角 A 。太阳高度角为太阳方向与水平面的夹角，太阳方位角为太阳方向的水平投影偏离南向的角度。见图 2-7。

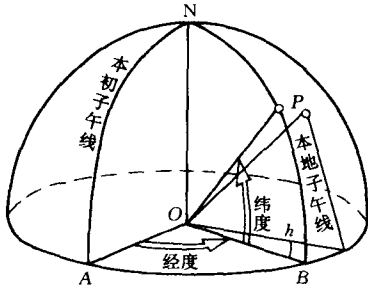


图 2-6 本初子午线和本地子午线

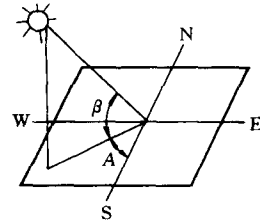


图 2-7 太阳高度角与方位角

确定太阳高度角和方位角的目的在于进行日照时数、日照面积、房屋朝向和间距以及房屋周围阴影区范围等的设计。

影响太阳高度角和方位角的因素有三：赤纬(d)，它表明季节(日期)的变化；时角(h)，它表明时间的变化；地理纬度(φ)，它表明观察点所在的位置

太阳高度角 β 和方位角可用下式来表示

$$\sin\beta = \cos\varphi\cos h \cos d + \sin\varphi\sin d \quad (2-2)$$

$$\sin A = \frac{\cos d \sin h}{\cos\beta} \quad (2-3)$$

第二节 太 阳 辐 射

太阳辐射能是地球上热量的基本来源，是决定气候的主要因素，也是建筑物外部最主要的气候条件之一。

2.2.1 太阳常数与太阳辐射的电磁波

太阳是一个直径相当于地球 110 倍的高温气团，其表面温度约为 6000K 左右，内部温度则高达 2×10^7 K。太阳表面不断以电磁辐射形式向宇宙空间发射出巨大的能量，地球接受的太阳辐射能约为 1.7×10^{14} kW，仅占其辐射总能量的二十亿分之一左右。

太阳辐射热量的大小用辐射强度 I 来表示。它是指 1m^2 黑体表面在太阳辐射下所获得的热量值，单位为 W/m^2 。太阳辐射热强度可用仪器直接测量。在地球大气层外，太阳与地球的平均距离处，与太阳光线垂直的表面上的辐射强度 $I_0 = 1353\text{W}/\text{m}^2$ ，被称为太阳常数。

太阳辐射的波谱见图 2-8，在各种波长的辐射中，能转化为热能的主要是可见光和红外线。太阳辐射中约有 46% 来自波长为 $0.38\mu\text{m}$ 到 $0.76\mu\text{m}$ 的可见光，其次是波长在 $0.76\mu\text{m}$ 到 $3.0\mu\text{m}$ 的近红外线。当太阳辐射透过大气层时，由于大气对不同波长的射线具有选择性的反射和吸收作用，因此，在不同的太阳高度角下，光谱的成分也不相同，各种辐射能量占太阳辐射总能量的百分比与太阳高度角的变化见表 2-1。从表中可以看出，太阳高度角越高，紫外线及可见光成分越多；红外线则相反，它的成分随太阳高度角的增加

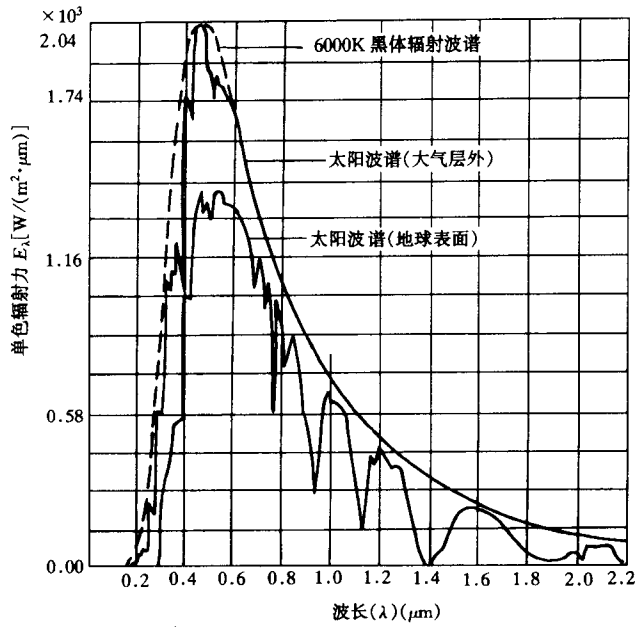


图 2-8 太阳辐射的波谱

而减少。

太阳辐射与太阳高度角的关系

表 2-1

太阳高度角	紫外线	可见光	红外线	太阳高度角	紫外线	可见光	红外线
90°	4%	46%	50%	0.5°	0	28%	72%
30°	3%	44%	53%				

2.2.2 大气层对太阳辐射的吸收

太阳辐射通过大气层时，其中一部分辐射能被云层反射到宇宙空间，另一部分则受到天空中的各种气体分子、尘埃、微小水珠等质点的散射，还有一部分被大气中的氧、臭

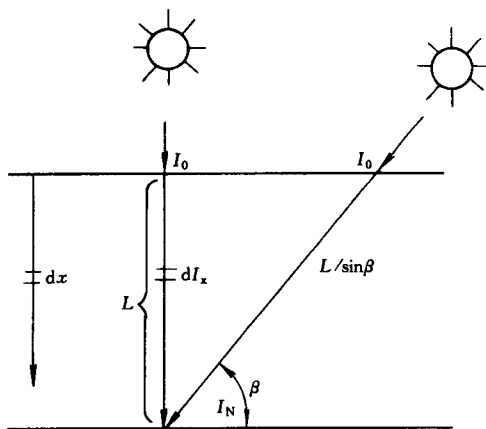


图 2-9 太阳光的路程长度

氧、二氧化碳和水蒸气所吸收。由于反射、散射和吸收的共同影响，使到达地球表面的太阳辐射强度大大削弱，辐射光谱也因此发生了变化。到达地面的太阳辐射由两部分组成，一部分是太阳直接照射到地面的部分，称为直射辐射；另一部分是经过大气散射后到达地面的，成为散射辐射。直射辐射与散射辐射之和就是到达地面的太阳辐射总和，称为总辐射。

大气对太阳辐射的削弱程度取决于射线在大气中射程的长短及大气质量。而射程长短又与太阳高度角和海拔高度有关。水平面

上太阳直射辐射强度与太阳高度角、大气透明度成正比，在低纬度地区，太阳高度角高，阳光通过的大气层厚度较薄，因而太阳直射辐射强度较大。高纬度地区，太阳高度角低，阳光通过大气层厚度较厚，因此太阳直射辐射强度较小。又如，在中午太阳高度角大，太阳射线穿过大气层的射程短，直射辐射强度就大，早晨和傍晚的太阳高度角小，射程长，直射辐射就小。

距大气层上界 x 处的太阳直射辐射强度 I_x 的梯度与其本身强度成正比：

$$\frac{dI_x}{dx} = -kI_x \quad (2-4)$$

式中 I_x ——离开大气层上部边界距离 x 处的辐射强度，积分式 (2-4) 可得， W/m^2 ；

k ——比例常数， m^{-1} 。

$$I_x = I_0 \exp(-kx) \quad (2-5)$$

k 值越大辐射强度衰减越大， k 值又称为消光系数，它的大小与大气成分、云量等有关。 x 为太阳光线的行进路程，即太阳光线透过大气层的距离，可由太阳位置来计算。

当太阳位于天顶时（日射垂直地面），到达地面的太阳辐射强度

$$I_1 = I_0 \exp(-kL) \quad (2-6)$$

令 $I_1/I_0 = P$ ，称为大气透明度，它是衡量大气透明度的标志， P 越接近 1，大气越清澈。 P 值一般为 0.65~0.75。即使在晴天，大气透明度也是逐月不同的，这是因为大气中水蒸气含量不同的缘故。当太阳不在天顶，太阳高度角为 β 时，路程长度 $L' = L/\sin\beta$ ，见图 2-9。地球表面处与太阳光线垂直于平面上的太阳直射辐射强度

$$I_N = I_0 P^m \quad (2-7)$$

式中 $m = L'/L = 1/\sin\beta$ ，称为大气质量； L 为太阳距地距离， m 。

到达地面的太阳辐射强度大小取决于地球对太阳的相对位置（太阳高度角和路径），和大气透明度。

根据太阳直射辐射强度可以分别算出水平面上的直射强度和垂直面上的直射强度。

$$\text{水平面上的直射强度} \quad I_{s,z} = I_N \sin\beta \quad (2-8)$$

$$\text{垂直面上的直射强度} \quad I_{c,z} = I_N \cos\beta \cos\theta \quad (2-9)$$

式中 θ ——墙-太阳方位角，太阳辐射线在水平面上的投影与墙面法线的夹角 $\theta = A \pm \alpha$ ；

A ——太阳方位角；

α ——墙面方位角，墙面法线偏离南向的角度，deg。

图 2-10 表示了各种大气透明度下的直射辐射强度。图中表明在法线方向和水平面上的直射辐射强度随着太阳高度角的增大而增强，而垂直面上的直射辐射强度开始随着太阳高度角的增大而增强，到达最大值后，又随着太阳高度角的增大而减弱。

图 2-11 给出了北纬 40° 全年各月水平面、南向表面和东西向表面每天获得的太阳总辐射热量。

从图中可以看出，对于水平面来说，夏季总辐射热量达到最大；而南向垂直表面，则

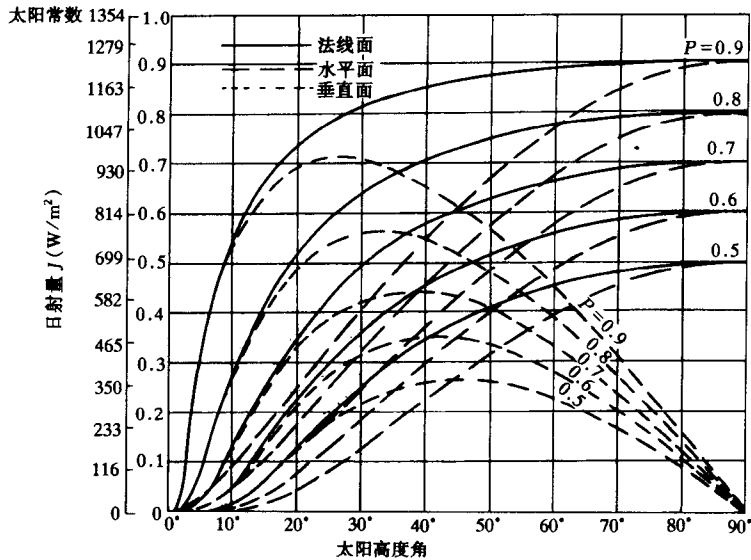


图 2-10 不同太阳高度角和大气透明度下的太阳直射辐射强度

冬季所接受的总辐射量为最大。

2.2.3 日照的作用与效果

日照是指物体表面被太阳光直接照射的现象。从太阳光谱可以知道，到达大气层表面太阳光的波长范围大约在 $0.2 \sim 3.0 \mu\text{m}$ 之间。太阳光中除了可见光外，还有短波范围的紫外线，长波范围的红外线。

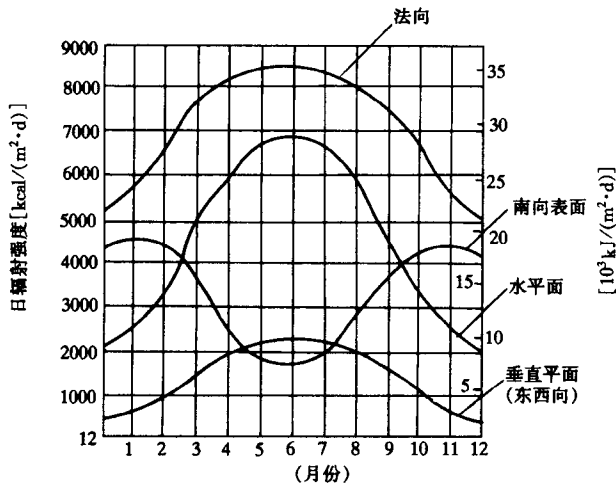


图 2-11 北纬 40° 的太阳总辐射量

对于住宅室内的日照标准一般是由日照时间和日照质量来衡量。保证足够或最低的日照时间是对日照要求的最低标准。中国地处北半球的温带地区，居住建筑一般总是希望夏季避免日晒，而冬季又能获得充分的阳光照射。居住建筑多为行列式或组团式布置，考虑到前排住宅对后排住宅的遮挡，为了使住户保持最低限度的日照时间，总是首先着眼于底层住户。北半球的太阳高度角全年中的最小值是冬至日，因此，冬至日底层住宅内得到的日照时间，作为最低的日照标准。在我国一般民用住宅中，要求冬

至日的满窗日照时间不低于 1h。住宅中的日照质量是通过日照时间的积累和每小时的日照面积两方面组成的。只有日照时间和日照面积都得到保证，才能充分发挥阳光中紫外线的杀菌作用。

紫外线的波长大约在 $0.2\sim 0.4\mu\text{m}$ 。紫外线具有强大的杀菌作用，尤其是波长在 $0.25\sim 0.295\mu\text{m}$ 范围内杀菌作用更为明显。波长在 $0.29\sim 0.32\mu\text{m}$ 的紫外线还能帮助人体合成维生素 D。由于维生素 D 能帮助人们的骨骼生长，对婴幼儿进行必要和适当的日光浴，则可预防和治疗由于骨骼组织发育不良形成佝偻病。当人体的皮肤被这一段波长所照射后，会产生红斑，继而色素沉淀，也就是人们所说的晒黑。

另一方面，过度的紫外线照射，会危及人类的身体健康。臭氧在地球的大气层中最高浓度是在距地面大约 30000m 处的平流层，也被称为臭氧层或臭氧带。臭氧层吸收波长在 $0.32\mu\text{m}$ 以下的高密度紫外线，对地球的生态环境和大气环流有重要的影响，由于氯氟碳化合物（CFCs）的光解破坏和氯原子在平层流中间释放，消耗大量的臭氧从而导致臭氧层浓度降低，会造成紫外线辐射增强。研究表明波长在 $0.23\sim 0.32\mu\text{m}$ 的紫外线（又称 UV-B 短波）是一种黑瘤的一个致病因素，而目前黑瘤死亡率大约在 45% 。

可见光的波长大约在 $0.4\sim 0.77\mu\text{m}$ 的范围内，是我们眼睛所能感知的光线，在照明学上具有重要的意义。波长在 $0.77\sim 0.63\mu\text{m}$ 范围的是红色， $0.63\sim 0.59\mu\text{m}$ 的为橙色， $0.59\sim 0.56\mu\text{m}$ 为黄色， $0.56\sim 0.49\mu\text{m}$ 为绿色， $0.49\sim 0.45\mu\text{m}$ 为蓝色， $0.45\sim 0.4\mu\text{m}$ 为紫色。

波长在 $0.77\sim 4.0\mu\text{m}$ 左右的红外线是造成热效果的主要因素。建筑物周围或室内有阳光照射，就会受到太阳辐射热能的作用，尤其是红外线含有大量的辐射热能。

日照强度大小和时间长短还会对人类的行为产生影响。研究表明，在一些纬度较高的地区，每当到了日照时间变少的冬季，有些人会变得非常胆小，疲劳而又忧郁。随着春夏的到来，日照时间变长，这些症状会逐渐消失，人又恢复正常。这是因为在无光照的黑暗环境中，人的机体内会分泌一种褪黑激素，由于冬季日短，褪黑激素分泌增多，使得一些人的精神受到压抑。在这种情况下，如果患者连续数次接受光照治疗，包括红外线、紫外线等模拟阳光，忧郁症即可明显缓解。

虽然阳光对生产和生活是不可缺少的，但直射阳光对生产和生活也会产生某些不良影响。如夏季直射阳光会使室内温度过高，人们易于疲劳，尤其是紫外线能破坏眼睛的视觉功能。又如在直射阳光中注视物体，或阳光反射到人的视野范围中，引起显著的明暗对比，会产生眩光感，时间过长会影响视觉功能。因此，直射阳光的高度角低于 30° ，或反射光与工作面所夹的角在 $40^\circ\sim 60^\circ$ 之间的光线是有害的。

第三节 建筑物的配置和外形与日照的关系

建筑对日照的要求主要是根据它的使用性质和当地气候情况而定。寒冷地区的建筑、病房、幼儿活动室等一般都需要争取较好的日照，而在炎热地区的夏季一般建筑都需要避免过量的直射阳光进入室内，尤其是展览室、绘图室、化工车间和药品库都要限制阳光直射到工作面或物体上，以免发生危害。

由于建筑物的配置、间距或者形状造成的日影形状是不同的。对于行列式或组团式的建筑，为了得到充分的日照，必须考虑南北方向的楼间距。在我国一般民用住宅中，要求冬至日的满窗日照时间不低于 1h ，有的国家则要求得更高。最低限度日照要求的不同，建筑所在地理位置即纬度的不同，使得建筑物南北方向的相邻楼间距要求也不同。图2-12 给出了日照时间南北方向相邻楼间距和纬度之间的关系。从图中可以看出，对于需要同一