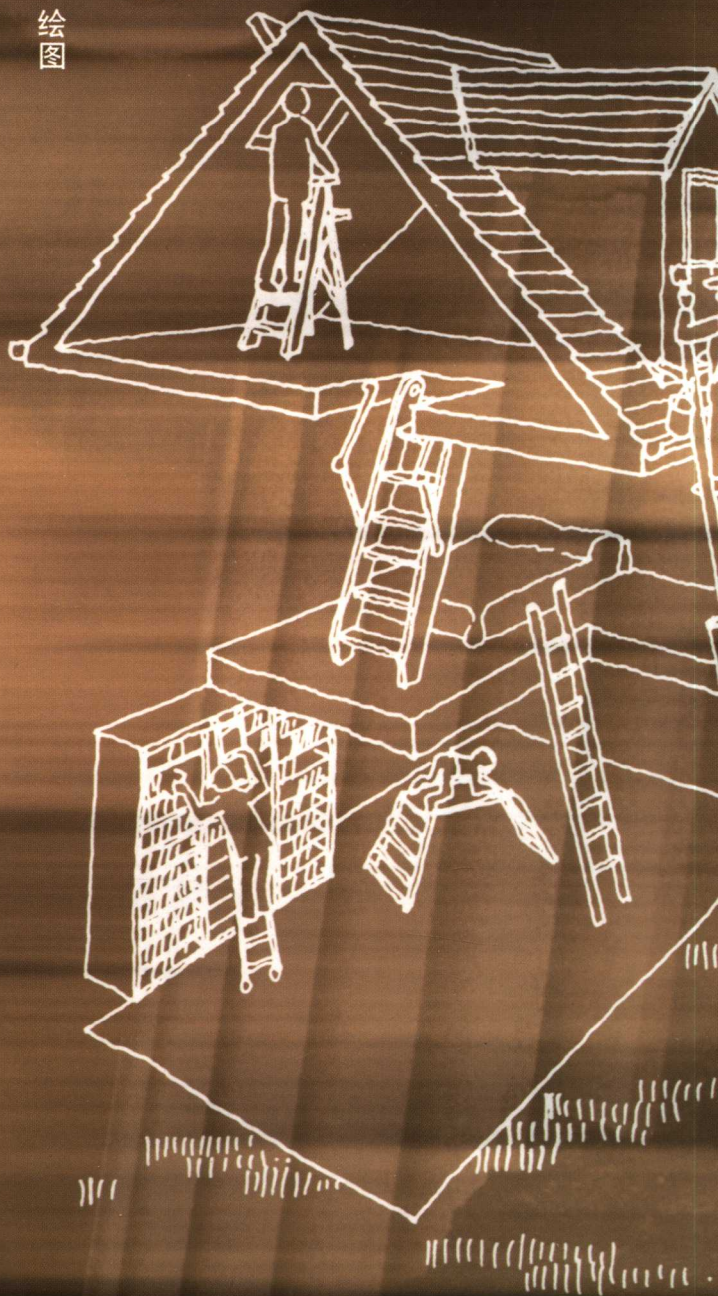


「美」爱德华·艾伦 著  
戴维·斯沃博达 爱德华·艾伦 绘图  
刘晓光 王丽华 林冠兴 译  
北京城市节奏科技发展有限公司 中文版策划



国外高等院校建筑学专业教材

How Buildings Work

# 建筑初步

原第二版



中国水利水电出版社  
www.waterpub.com.cn  
知识产权出版社  
www.cnipr.com



国外高等院校建筑学专业教材

# 建筑初步

原第二版

[美] 爱德华·艾伦 著

戴维·斯沃博达 爱德华·艾伦 绘图

刘晓光 王丽华 林冠兴 译

北京城市节奏科技发展有限公司 中文版策划

中国水利水电出版社  
[www.waterpub.com.cn](http://www.waterpub.com.cn)  
知识产权出版社  
[www.cnipr.com](http://www.cnipr.com)



## 内容提要

本书总结了作者设计 60 多座楼房的经验,通过简明的非技术性语言以及生动的图画、远离复杂的数学运算,详细讲述了建筑的功能、建筑工作的基本原理以及建筑与人之间的关系,有效地帮助了建筑从业人员和学生,以及非专业人士去深刻了解和体会诸如太阳能、支撑结构、防水、热效率等等建筑基本概念,为人们展示了丰富的建筑文化和生动的建筑生命力。

选题策划 阳 森 张宝林 yangsanshui@vip.sina.com z\_baolin@263.net

责任编辑 阳 森 张宝林

文字编辑 彭天放

版权登记号:01—2001—2513

## 图书在版编目(CIP)数据

建筑初步:第2版/(美)艾伦著;(美)斯沃博达,  
(美)艾伦绘;刘晓光,王丽华,林冠兴译. —北京:  
中国水利水电出版社:知识产权出版社,2003.1  
(2005.5重印)

国外高等院校建筑学专业教材

ISBN 7-5084-1199-4

I. 建... II. ①艾...②斯...③艾...④刘...⑤王...  
⑥林... III. 建筑学—高等学校—教材 IV. TU

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2005) 第 051058 号

原书名: How Buildings Work

Copyright © 1980, 1995 by Oxford University Press, Inc. Published by Oxford University Press,  
Inc., 198 Madison Avenue, New York, New York 10016-4314

Oxford is a registered trademark of Oxford University Press

All rights reserved. No part of this publication may be reproduced, stored in a retrieval system, or  
transmitted, in any form or by any means electronic, mechanical, photocopying, recording, or other-  
wise, without prior permission of Oxford University Press.

本书由 Oxford University Press 正式授权中国水利水电出版社和知识产权出版社在中国以简体中文  
翻译、出版、发行。未经出版者书面许可,不得以任何方式和方法复制、抄袭本书的任何部分,违者  
皆须承担全部民事责任及刑事责任。本书封面贴有防伪标志,无此标志,不得以任何方式进行销售或  
从事与之相关的任何活动。

国外高等院校建筑学专业教材

建筑初步 (原第二版)

[美] 爱德华·艾伦 著 戴维·斯沃博达 爱德华·艾伦 绘图

刘晓光 王丽华 林冠兴 译

北京城市节奏科技发展有限公司 中文版策划

中国水利水电出版社 出版发行 (北京市西城区三里河路6号;电话:010-68331835 68357319)  
知识产权出版社 (北京市海淀区马甸南村1号;传真、电话:010-62024794)

全国各地新华书店和相关出版物销售网点经销

北京市兴怀印刷厂印刷

787mm×1092mm 16开 14.5印张 361千字

2003年1月第1版 2006年7月第3次印刷

定价:38.00元

ISBN 7-5084-1199-4

版权所有 侵权必究

如有印装质量问题,可寄中国水利水电出版社营销中心调换

(邮政编码 100044, 电子邮件: sales@waterpub.com.cn)

人们对建筑物的要求很高：期望建筑物高高耸立为自己遮风挡雨；期望自己能够在建筑物中享受安逸；期望建筑物提供清澈的水源供人们饮用；期望建筑物提供新鲜的空气供人们呼吸；期望建筑物能够处理垃圾，能够为所有东西，包括为工具和烤箱提供动力；人们更期望建筑物能够通过门窗、电话、邮箱把人类与外部世界连成一体；人们期望建筑物能方便自己出出进进；人们还期望花在建筑物上的维护费用不要太昂贵。

但是建筑物怎样满足人们的这些要求呢？这就是爱德华·艾伦（Edward Allen）在他全部重新修订的第二版《建筑初步》一书中所孜孜探求的问题。书中配有几百幅清晰的插图，虽然个别插图只是些用线条画就的怪诞轮廓，但它们大部分是出自作者的原创。这本通俗易懂的图书几乎揭示了建筑物功能方面的所有问题，例如：怎样将建筑物搭建起来？怎样确保使用者的安全和舒适？建筑物建造、老化、最终消逝的过程如何？以及诸如为什么有些建筑在某些方面会强于其他建筑等等。那些曾经提出过“为什么建筑物不能保持恰当温度？”“为什么我的地下室每年夏天都要‘发洪水’？”或“为什么他们不能把楼房建造得让我听不到邻居每天喋喋不休的争吵？”之类问题的人们，都将在这本书里找到想要的答案。

爱德华·艾伦总结了自己设计60多座楼房(包括他自己的房子)的经验，进而对许多复杂现象进行了解释，包括太阳在为建筑提供热量过程中的作用；从桁架梁、承重墙到预应力混凝土梁和支撑顶拱等用来支撑建筑结构的装置的范围；他强调了智慧的设计在处理诸如过热、过冷、过度能源消耗、屋顶和窗子的渗漏、防火以及内部噪声等问题时所具有的重要作用；同时，他也展示了怎样利用建筑结构本身来解决下雨、撞击房门以及偶然情况所产生的噪声等问题。他阐述了所有建筑物，从最小的搭建在后院里的茅屋到最高大的摩天大楼，是怎样不停地受到各种力量作用的，而如果没有设计师的考虑，这些力量就会将建筑物撕得粉碎。

爱德华·艾伦的写作风格简洁明快，无论是经验丰富的建筑学教师、马路边上的业余监理，还是建筑专业的学生，都能够从中了解巨大的建筑物在建筑 and 结构方面的复杂与神奇。建筑物怎样将废物再生利用，怎样控制空气流动，怎样让建筑具有生命力，这些作者都在书中娓娓道来。每一个对建筑的工作原理感兴趣的人都会从此书中得到启发和享受。

## 感谢下列人士在本书出版过程中所提供的帮助

乔伊斯·贝里 (Joyce Berry)  
诺埃尔·卡尔 (Noel Carr)  
阿尔伯特·G. H. 迪茨 (Albert G. H. Dietz)  
埃伦·B. 富克兹 (Ellen B. Fuchs)  
N. J. 哈布拉肯 (N. J. Habraken)  
弗兰克·琼斯 (Frank Jones)  
冬林·林登 (Donlyn Lyndon)  
道格拉斯·马洪 (Douglas Mahone)  
詹姆斯·拉密斯 (James Raimes)  
J. N. 塔恩 (J. N. Tarn)

## 特别感谢

玛丽·M. 艾伦 (Mary M. Allen)

# 第一版前言

我常常希望有人能编写一个单行本的建筑科普书，书中所涵盖的内容要广泛，所使用的语言和插图要通俗易懂，以便清楚地阐述建筑做什么和怎么做；就像生理学书籍描述人体的结构和作用那样。这样的一本书几乎对每个与建筑有关系的人都有用，不管他们是建筑师、房屋的使用者、空想建筑师或马路监理。但是，目前没有人写这样的一本书，因此我不得不自己来写了。这本书的第一版是一个只有 40 页长的草稿，出版于 1974 年，当时我准备了几个星期，本来是作为课堂上的讲义用的。两年后，在我从麻省理工学院（MIT）休假时，我又写了一个增补本。目前的这本书我准备了四年，书中，我总结了自己作为建筑师和建设者的经验，吸收了我在英国和美国的研究成果以及我一生中与其他建筑师、工程师、建筑科学家、熟练的销售人员以及建筑专业的学生交流过的一些看法。

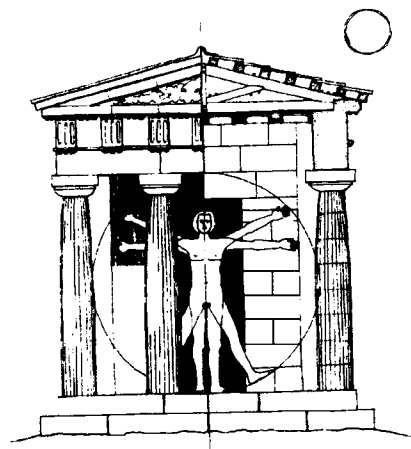
这四年的工作增强了我从开始时就坚信的理论：那就是，建筑有一种天然的顺序，这是一种不受时间、地点或风格限制的顺序；这个顺序比古希腊的多立克（Doric）或爱奥尼克（Ionic）建筑更能持久，比现代最清新的建筑风格更次序井然。这是一种物理顺序，是建筑物在其中发挥作用的方式。该种顺序在作为整体理解的时候，有着一种无以复加的雅致与实用性。我希望这本书将帮助读者了解这种顺序。

写这样的一本书可以有许多方法，我本人是从自己认为应该是从起点的地方写作的。我开始就将野外的环境条件与人类所要求的健康、充实的生存环境进行了比较。在这种比较中，我列举了人们期望建筑弥合二者之间差异的方式。然后，我将本书的主要章节用来详细回答所涉及和比较难回答的诸如建筑怎样满足这些期望的问题。

于马萨诸塞州，南纳提克

爱德华·艾伦

1979 年 6 月



## 第二版前言

在过去的 15 年中，建筑实践在某些领域发生了巨大的变化，特别是在机械、电气和通信系统诸方面。在此期间，人们对建筑作用的理解也有了相应的发展，这主要应归功于许多个人与机构的研究工作。这个新的版本正如以前的版本一样，紧紧围绕着基本问题展开，但书中却包含了许多能够反映目前建筑水平和建筑科学水平变化的细节。我保留了原版中的组织结构和外在感受，因为对我来说这些东西似乎还没有过时。再者，新版本的前提和宗旨都没有改变。

于马萨诸塞州，南纳提克

爱德华·艾伦

1994 年 9 月

# 目录

**第一版前言**

**第二版前言**

**建筑的作用**..... (1)

    1 野外环境 ..... (3)

    2 人类环境..... (13)

    3 庇护所的概念..... (20)

**建筑的工作原理** ..... (25)

    4 建筑的功能..... (27)

    5 水的供给..... (29)

    6 废物利用..... (35)

    7 舒适的温度..... (41)

    8 建筑组件的热力学特性..... (45)

    9 控制热辐射..... (60)

    10 空气的温度和湿度 ..... (68)

    11 空气流动的控制 ..... (83)

    12 防水 ..... (93)

    13 视觉与照明..... (106)

    14 声音的传播和阻隔..... (115)

    15 集中能源的供应..... (122)

    16 建筑尺度..... (128)

    17 结构支撑..... (141)

    18 建筑的变形..... (168)

    19 防火..... (175)

    20 建筑的建造..... (187)

    21 建筑生命力的保持..... (197)

**建筑物的建筑组块**..... (209)

    22 建筑组成及其功能..... (211)

**专业词汇**..... (216)

# 建筑的作用





# 1

## 野外环境

### 太阳和地球

地球是太阳系中独一无二的适合生命存在的星球。但是，在地球上的大部分地区，人类的生活远不是那么容易。地球有一个巨大的大气发动机，太阳辐射给它以动力，散发到宇宙空间的辐射又使它降温。这个大气发动机推动着空气、水气和热量源源不断地运行于地球表面，创造出各式各样并且常常是非常极端的野外环境。

太阳在人们的生活和建筑中是不可或缺的重要因素。人们呼吸的氧气、吃的食物，以及烧的燃料都来自于太阳对植物的光合作用；甚至人们所饮用的水，也是经过太阳能所提供动力的大气蒸馏过程净化过的。阳光直接或通过空气传递来温暖人们的身体和建筑；有时，阳光可以增加人们的舒适程度，但有时，阳光也可以使人们很不舒服。阳光照亮野外并对它照射的表面进行消毒。阳光既可以在人体内制造改善人们体质的维生素 D，也可以灼伤人们的皮肤，所以太阳既是生命的给予者也是生命的破坏者。

阳光包含着不同波长的电磁辐射。照射到地球上海洋表面的阳光中，有不足 1% 的是不可见的紫外线，它们的波长在  $160 \sim 400\text{nm}$  之间 ( $1\text{nm} = 10^{-9}\text{m}$ )。可见光的波长一般在  $400 \sim 780\text{nm}$  之间，它们包含着一半的太阳能量。太阳能的另外一半在红外线光谱中，红外线的波长一般在  $780 \sim 1500\text{nm}$  之间。

地球沿着一个类似椭圆形的轨道绕太阳公转，轨道的平均半径为 0.929 亿 mile (1.495 亿 km)；地球沿本身的轴线每天自转一周，每  $365\frac{1}{4}$  天绕太阳公转一周。在任何时间地球背对太阳的一半都是黑夜，另外一半则为白昼 (图 1.1)。地球

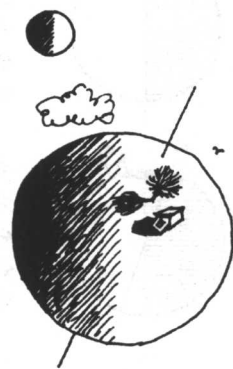


图 1.1

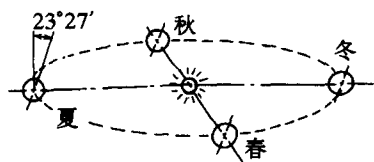


图 1.2

轨道有 3% 的偏移，这种偏移导致 7% 照射到地球上的阳光在 6 个月的时间里比较集中。但这种变化并没有造成地球上四季的形成，因为地球在冬天的时候离太阳最近，因此，应当说轨道的偏移对调节季节还有少许作用。事实上，地球上的四季是由于地球自转轴与其运行轨道（黄道）存在一个  $23^{\circ}27'$  的夹角（图 1.2）形成的。

在地球轨道上北极是向太阳倾斜最厉害的地方，阳光穿过北半球的大气层并以很小的角度照射到地球表面（图 1.3）。在阳光到达地面之前，大气层吸收并分散一小部分阳光，因此，单位区域接受的阳光非常集中。在轨道位置的阳光应该是最炽热的；此时，也就是人们所说的夏至，夏至大致在每年的 6 月 21 日。在 6 月 21 日，北半球得到的总体太阳热量因另一种因素而大大增加：这个因素就是，这一天人们看到太阳的时间比一年中其他任何一天看到太阳的时间都要长。在这一天，早晨 6 点钟之前，太阳从东方的北面升起，并在下午 6 点钟之后在西方的北面落山。至于太阳早上 6 点钟之前什么时候升起，傍晚 6 点钟之后什么时候落山完全依一个地方的纬度而定。在赤道上，白天和黑夜的时间终年都是 12 小时。向北移到北回归线，6 月 21 日的白天时间要略长于 12 小时；中午时，阳光以  $90^{\circ}$  的角度直射地球表面（从这一点，人们可以推断北回归线位于北纬  $23^{\circ}27'$ ）。如果继续向北移动，人们就会发现越往北白天时间越长，太阳的位置也越来越靠北，到北极地区，人们就会发现太阳终日不落，太阳只是在午夜时分轻轻划过地平线，阳光要照射 24 小时。越靠北，中午时太阳照射的角度也越小，在赤道上为  $90^{\circ}$ ，在纽约的纬度上这个角度为  $70^{\circ}$ ，而在北极圈，这个角度则降为  $47^{\circ}$ ，到了北极点，这个角度则只有  $23^{\circ}27'$ 。因此，随着纬度的增加，太阳照射到地球表面的热量越来越低。总体来说，越往北走，天气越凉爽。

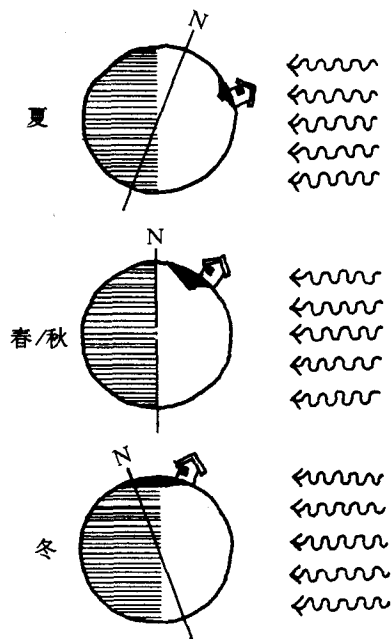


图 1.3

毫无疑问，夏至出现在每年比较温暖的季节。但是，平均来说，每年最热的时间却要比夏至晚 4~6 个星期，通常是在 7 月末和 8 月初。之所以有这种延迟是因为自 6 月份以后，陆地和海洋吸收和控制了大量太阳热量；在夏末，这些积聚的热量就会散发出来，因此，太阳照射相对不太强烈的夏末，天气反而更热。

而在轨道相反的位置，则会成为冬至。冬至日大约在每年的 12 月 21 日；那时的北极点则会远离太阳。在北半球，阳光照射的角度更大，阳光就像一个拖得很长的长条通过大气，

阳光对地面的热效也会相应较弱。这一天阳光照射的时间比一年中其他日期都要短，太阳从东南方升起，在西南方落山。中午时太阳爬得也不是很高，并且早早地就在西南天际落山。在北极圈的上空，终日见不到太阳，只是在中午的时候能见到天边的一抹霞光。陆地和海洋仍旧在散发以前储存的热量，所以冬天最冷的时候仍要到1月末2月初才能最后到来。

3月21日和9月21日，是立春和立秋的日子，南极和北极离太阳距离相等。地球上的各个地方都能看到太阳在正东方升起并在正西方落山，除极地之外，东西两半球相隔12小时，在极地，太阳24小时都沿着地平线旋转。

人们必须记住，在热带地区，昼夜长短随季节的变化以及每天太阳的高度表现得最不明显，而在极地地区表现得最为显著。在热带，白天的长度几乎都是12小时，但白天在夏季略长而在冬季略短（赤道地区除外）。太阳总是在正东方附近升起，但在夏天稍偏北，而在冬天则稍微偏南；并且，太阳总是在正西方附近落山，中午时分太阳照射的角度也几近垂直。太阳总是在早上和晚上以几近垂直的角度穿过地平线，因此，太阳升起和落下的时间都非常短暂（图1.4）。

越靠北，季节变化越明显。在这儿夏天每天的长度要比热带长，冬天每天的长度要比热带短。中午时分太阳的高度要低，在单位区域所受到太阳照射的强度比热带也要弱。太阳升起和落山的方向显示出更明显的季节性变化，太阳升起和落下的时间也要长一些（图1.5）。在北半球，最典型的地方是北极点，白天和黑夜的时间均为6个月。太阳在3月21日升起，6月21日爬升到“中午”，并于9月21日落山（图1.6）。以年为单位计算，地球上的每一点暴露于阳光直射的时间都只占半年。但是在极地，这半年的时间是连续的。在赤道地区，白天和黑夜的时间相等。在中纬度地区，夏天白天的时间较长，而冬天白天的时间则较短。

在南半球，太阳挂在天空的北边，季节正好与北半球相反；在北半球白天变短太阳照射微弱的时候，南半球则白天较长，太阳照射也较强烈。从赤道到南极的季节的影响与北半球的情况类似。

太阳辐射对地球的影响

有许多因素影响照射到某个表面的阳光。正如人们看到的，这些因素包括白天的长度，阳光在每天的各个时间入射到地面的角度，以及每天受到太阳光照射的大气的情况。大

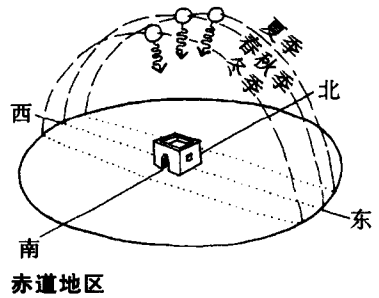


图 1.4

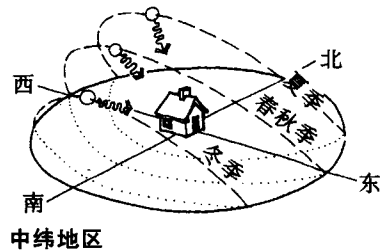


图 1.5

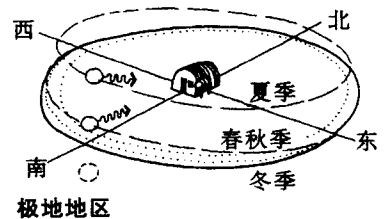


图 1.6

气干扰是最难评价的因素。在地球大气层之外阳光的密度为  $130\text{W}/\text{ft}^2$  ( $1400\text{W}/\text{m}^2$ )。在大约 15mile (24.1km) 的高度, 有一层臭氧和游离态氧吸收了太阳光的大部分紫外线。在大气层的低处, 碳氧化物、水蒸气、云彩、灰尘和污染物以各种形式反射、分散、吸收并辐射太阳光的不同部分。阳光中波长较短的光受影响最大, 它们形成了白天蔚蓝的天空的外貌。太阳光能量的很大一部分被“洁净”空气剥离——这一部分能占到几乎所有能量的一半。这种能量的大部分被大气反射到宇宙空间, 但仍有相当数量辐射到地球和扩散到天空, 成为散射。因此, 也多少增加了地球表面太阳能的总量。云彩几乎时时覆盖着地球表面的一半, 它们截断了大量的太阳辐射, 但仍有不少阳光以散射的方式透过云彩。考虑这些纷繁的因素, 在  $45^\circ$  的纬度, 在一片 50% 被云彩覆盖的地方, 每平方英尺每年所受到的太阳直接辐射为  $75\text{kW}\cdot\text{h}$ , 加上大约  $20\text{kW}\cdot\text{h}$  的太阳散射, 每年太阳辐射的总数为约  $100\text{kW}\cdot\text{h}$ 。每平方米的土地所受到的太阳照射大约是这个数量的 10 倍。

由太阳直接传入大气层的能量很少。但是, 正是这些能量, 才温暖了地面和地面上的物体; 地面和地面上的物体又依次将它们的热量传播到空气中。一块地方被温暖的速度首先依赖于有多少太阳能照射到了它的表面。假设大气条件相同, 由于辐射的高度不同, 离赤道比较近的地区比离赤道较远的地区会得到更多的太阳辐射。同理, 地表的坡度对于太阳光照射的密度也有重要影响。第二种影响地面被温暖的速度因素是地面能够反射的太阳辐射; 这一部分大致占总辐射的 20%, 80% 的辐射会被吸收。在这 80% 之中, 有一部分可能会温暖土壤, 因此, 会被暂时保存起来。有些辐射消耗在土壤蒸发出来的水分之中; 而另外一部分则以较长的红外线波长从土壤中返回天空, 或到达辐射表面能“见到”的更冷的陆地目标: 如栅栏、建筑或其他东西。这 80% 的辐射中的剩余部分将温暖那块它们对应的表面上空的空气。

到目前为止, 我们一直在探讨白天发生的事情。在夜晚, 辐射的流动开始倒转, 地球黑暗的一面开始以  $4000\sim 8000\text{nm}$  波长的红外线向空间散发能量, 地球红外线的波长比太阳的还要长。在多云、潮湿的夜晚, 大气层中那些特别能吸收这种红外线的水汽阻挡了这种能量的外流; 但是在晴朗干燥的夜晚, 由于地球温暖的一边向寒冷一边的快速辐射, 会产生强烈的降温效应。空气中的露水常常在大地表面、汽车或房屋的顶上凝结。寒冷的地表又使临近的空气降温, 如果大气

构成稳定，地表之上就会形成一层滞留的冷空气，人们称作“逆温”。在这一层冷空气中水分凝结的地方可能形成雾，在一人高的高度如果温度达到结冰点，地面上也可能会形成一层霜。夜里的风会把地球上的冷空气与暖空气融合，形成露、霜，而不大可能形成雾。在水体上部，水的大量热能以及其混合对流将使水面的空气在夜间的降温没有在陆地上剧烈。

## 天气

如果大气条件类似，夜里的热量损失在世界各地都应相同。但是，白天热量的获取，正如我们所看到的，则在各处皆不相同。在一年之中的任何一天，热带和处于温暖季节的半球要比极地地区和处于寒冷季节的半球得到更多的热量。平均起来，一年中热带地区至  $40^\circ$  纬度的地区得到的热量要比损失的多。 $40^\circ$  纬度以上的地区热量的平衡结果则为负值。因此，大气发动机运行的条件已经完全具备了：它带着热带的热量，在极地地区散发出来。其运行的润滑剂就是空气，特别是空气中的水汽。空气在热带上空的地面上受热，而后膨胀、上升并从赤道向两边的高纬度地区散开并逐渐降温，然后下降并从南北两侧的高纬度地区流向赤道。同时，地球向东的自转将这些地球表面的气流向西偏转形成信风。再往极地去，类似但较弱的气穴对流开始流动，导致气流吹向东方（图 1.7）。

太阳的热量持续将海洋和陆地上空的水分蒸发到空气之中。因此产生的温湿气流开始上升，或者由于对流或者由于陆地上较高的山坡形成的风而移动。当空气上升时，由于大气压力减弱，空气就会膨胀。而膨胀时，空气就会发生绝热降温，直到达到湿度凝结的温度。凝结的湿气而后演变成潜在的热量进入空气之中，抵消了部分膨胀降温的效应。但当空气继续上升的时候，缓慢的降温过程仍在继续；此时，将形成水滴和冰晶云。在这样的云彩中常常有大量水分，一大块堆积云的重量，估计有  $10$  万  $t$  ( $10^8 kg$ )。

云彩释放水分的具体机制目前还不完全清楚，但一般包括进一步降温和出现细微的粉尘颗粒这样一个原因；细微的粉尘可以使附近的小水珠凝聚成雨滴或冰晶。由于上升气流的快速降温，山脉地区的降水比较多地并经常扩散到山地的下风地区，下风区的下降气流会将空气中过多的水分排出（图 1.8）。雨水和融雪在地球表面被汇入河流和小溪并最后流入大海，在流动的过程中，它们的水分又蒸发到空气中开始新的循环。



图 1.7

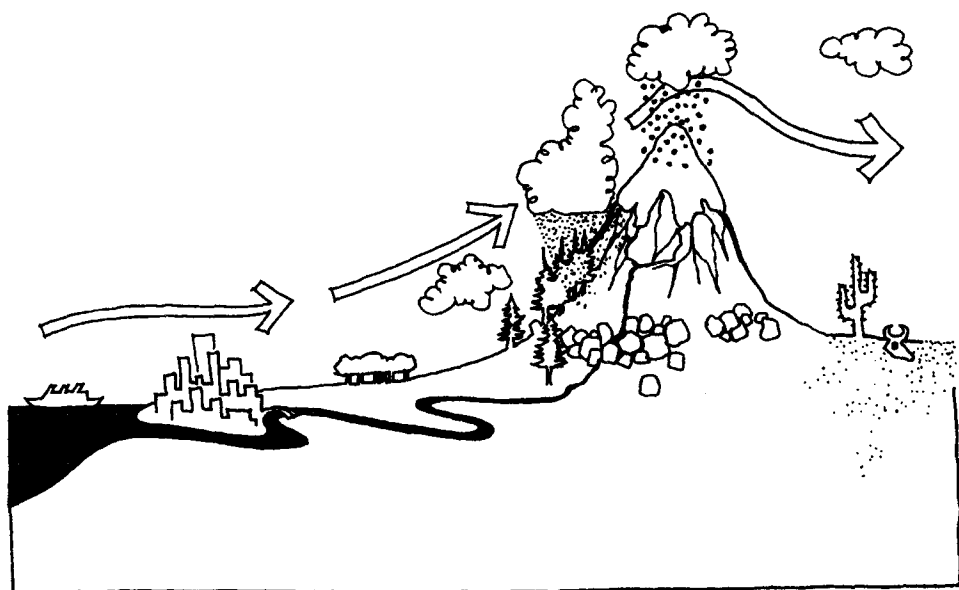


图 1.8

在中纬度地区，来自热带的大量的温暖湿润空气向北移动并接触到来自极地寒冷干燥的空气。温暖空气的前锋部分（暖锋），由于气压较低，与气压较高的冷空气前沿（冷锋）交锋并互相交错，增加了局部的风速并在热空气与冷空气接触突然受冷时发生降水（图 1.9）。中纬度地区的天气状况主要受这种锋面体系的左右，并且比热带的气候更不稳定，更难于预测；因为热带的气候主要是受太阳引起的大气环流所影响的。

风是地球气候形成的重要作用力，它使地球上水分和热量的分布更均匀。风在高空刮得快且顺畅。但在接近地球表面的地方，风的流动受到丘陵、高山、树林、建筑物和各种空气对流的影响。平均的风速被这些临近地面的障碍物持续影响，因此，风的流动变得更突然，并且在风速和风向方面变得更难以捉摸。

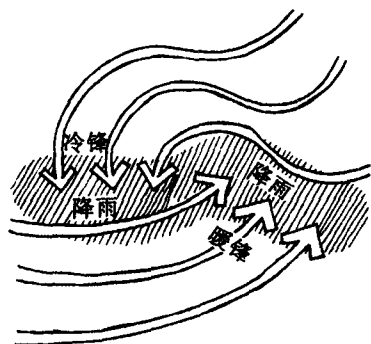


图 1.9

大量的能量被大气发动机从阳光转换成了风，从阳光转换成了雨。尽管大气在将辐射转换成某种形式运动时，其效率只有 3%，但这架巨大的发动机运行的动力却要以万亿马力的巨大能量来计算（ $10^{12}$  W 级）。这种巨大的能量很难被驯服并被人类直接利用；在风的状态，它们很分散，在高空和极地，也就是风最强烈的地方，它很难被驾驭；在水的状态，只有占比例很少的降在山谷中的雨水可以被人们蓄起来并用

以发电，而降在海洋或其他分水岭的雨水则无法通过安装设备让它们为人类所利用。

水和土地都有能力吸收和保存热量，但是，由于水自身的特性，作为存储热量的媒介其功效更为显著。因此，大规模的水体与内陆相比，更能缓和附近的气温。这种效果，在风向恒定的情况下，在风从水面吹到陆地的时候最为明显。例如，美国的西海岸终年受到太平洋沿岸的西风吹拂，冬暖夏凉，天气比东海岸更宜人，因为东海岸经常刮的是大陆风。水还可以长距离地传送热量，如大西洋暖流，它夹带着热带的热量向北流去，同时给西欧带来了温暖气候。伦敦，由于受大西洋暖流的影响，即使到了冬天，结冰的天气也很少；而美国被陆地包围的明尼安纳波里斯，虽然纬度比伦敦还要低，冬天却奇冷无比，并且雪也下得很大。因此，纬度本身并不能作为解释世界上一个地区天气状况的准确参数。

在个别建筑工地，可能会有更多的天气变数。根据一定的地理纬度，太阳在工地上空的运动轨迹是确定的；但太阳辐射的能量依据地势的坡度和方向、地面吸收红外线的能力、有没有植物遮阳、地面建筑反射和地表特征，会有千差万别的变化。工地的空气温度还受到工地的海拔高度、工地与水体的距离、工地常年刮的风向和工地的遮阳的植被等影响。泉水、瀑布和树木可能会将足够的水分散发到空气中，增加空气的湿度并降低空气的温度。当地的风向在很大程度上要依赖于处于通风口上所有的障碍物，如森林、树木、建筑或小山等。太阳光会把耕耘过的土地和暗色调的人行道晒得比周围地区温度更高，因而，也就增加了附近表面的辐射热度，并导致小范围的暖空气上升。地形对当地气流的对流有重要作用：刮风时，山谷比山头更有保护作用；但在安静凉爽的夜里，大量的冷空气就会汇集于山谷并在低洼的地方集中，而温暖的空气则会上升到山顶。城市中车辆和建筑物排放的能量被逐渐以热量的形式散发到野外，常常将空气温度增加，一般会比周围农村高出  $5\sim 10^{\circ}\text{F}$  ( $3\sim 6^{\circ}\text{C}$ )。大城市还经常能制造相当大的上升对流气流，这对整个地区的天气也有相当大的影响。

### 其他太阳现象

除了增加热量的效应——如温暖地球、形成风雨等，太阳还有非常重要的非热效应。如太阳可提供可见光；为植物的光合作用提供能量；同时还可以辐射出紫外线。