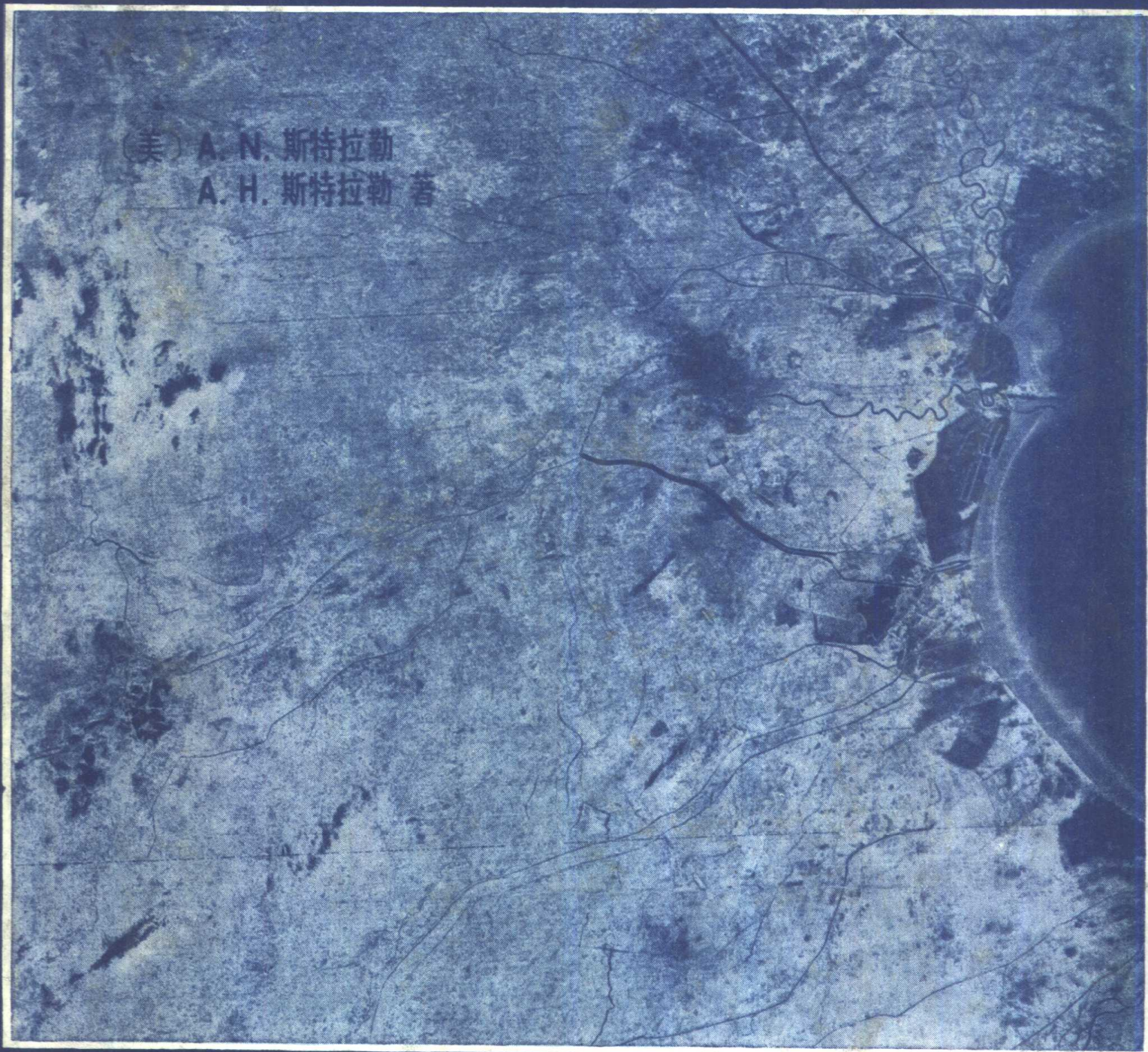


现代自然地理学

(美) A. N. 斯特拉勒
A. H. 斯特拉勒 著



科学出版社

现代自然地理学

[美] A. N. 斯特拉勒 A. H. 斯特拉勒 著

《现代自然地理学》翻译组 译

科学出版社

1983

内 容 简 介

本书是美国著名地理学家和生态学家 A. N. 斯特拉勒和 A. H. 斯特拉勒教授在前几年撰写的颇有影响的三部著作——《自然地理学》、《自然地理学导论》、《环境科学导论》的基础上,又吸收了生态系统的能量和物质循环、板块构造、遥感技术等八十年代最新的科学理论和成就,再经大量提炼而著成的。作者以渊博的学识,用通俗的语言,从自然环境这样一个综合体的角度,全面系统地论述了现代自然地理学的基本原理——日地关系、制图学、大气科学、气候学和气候分类系统、土壤学和生物地理学、剥蚀作用产生的一般地形及其地貌发育过程、火山、构造地形和受岩石结构控制的剥蚀地形、以及全球环境区等,同时还特别强调了人类社会活动对环境产生的影响。象这样一部既新又全、图文并茂的基本上反映出了当前自然地理学研究的最新成就的基础理论著作在我国还为数不多,因此,本书是配合地理教学、供大专院校地理系师生和中学教师及地理工作者学习的较理想的读物,也是与地理学有密切关系的环境、海洋、地质、生物、气象等有关专业人员学习的较好参考书。

A. N. Strahler A. H. Strahler
MODERN PHYSICAL GEOGRAPHY
John Wiley & Sons, New York, 1978

现 代 自 然 地 理 学

〔美〕 A. N. 斯特拉勒 A. H. 斯特拉勒 著
《现代自然地理学》翻译组 译

责任编辑 严梵庭 朱升堂

科学出版社出版

北京朝阳门内大街 137 号

中国科学院印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行 各地新华书店经售

*

1983 年 12 月第 一 版 开本: 787×1092 1/16

1983 年 12 月第一次印刷 印张: 32

印数: 精 1—2,940 插页: 精 2

平 1—3,000 字数: 800,000

统一书号: 13031·2421

本社书号: 3306·13—13

定价: 布脊精装 5.90 元
平 装 4.90 元

译 者 的 话

人类与地理环境息息相关。了解和探索人类赖以生存的自然环境是自然地理学的研究任务。自然地理环境则是由各自然要素组成,并深受人类活动影响的一个复杂的物质体系。在这个复杂的综合体中,各组成要素相互影响、相互制约,处于不断地变化和发展的过程之中。特别是在现代社会发展的情况下,自然资源的合理开发和利用、自然环境的演变和保护,业已成为世界公众极为关注的问题。这就向自然地理学提出了加强基础的和综合性研究的任务,加强自然因素和社会因素密切结合研究的要求。鉴于这一情况,我们翻译了本书,旨在为自然地理工作者,特别是高等院校的学生提供一本综合性的、基础的自然地理学参考书。

本书的作者 A. N. 斯特拉勒和 A. H. 斯特拉勒是美国著名的地理学家和生态学家,在学术上有较高的造诣。他们撰写了不少地理科学、环境科学,以及计量地理学和植物生态学方面的专著和学术文章。本书的前身——《自然地理学》(Physical Geography)和《自然地理学导论》(Introduction to Physical Geography),以及从环境问题的角度来讨论自然地理学基本问题的著作——《环境科学导论》(Introduction to Environmental Science)是作者撰写的颇有影响的自然地理学专著。而本书,正是作者序言所述,是在《自然地理学》第四版和《自然地理学导论》第三版的基础上,援引了现代地学各科学的新理论和新成就,特别强调了人类社会活动对自然环境的影响,从综合体的角度来论述自然地理学的基本原理的。这也是作者命名本书为《现代自然地理学》(Modern Physical Geography)的原由。

本书较为全面系统、图文并茂。不仅可以作为高等院校有关专业学生的参考书,而且也是广大中学地理教师及地理和环境科学工作者的有益读物。鉴于考虑篇幅等有关问题,原著的彩色图版及部分附录,在译本的出版时作了删节。

本书作者序、第一章、第四章、第二十一章、附录 III,由姚水安译;导言、第二章、第五至六章、第十八章、第二十四至二十六章,由王人龙译;第三章、第二十二章,由张立政译;第七至十章、第二十七章、附录 I,由郑秀灵译;第十一至十六章、附录 II,由洪庆文译;第十七章,林凡译;第十九章,朱生达译;第二十章,吴三保译;第二十三章,冰人译;第二十八章,刘卓澄译。全书译文,最后由郑秀灵、王人龙、姚岁寒、赵徐懿分别校阅。由于译校水平所限,译文错误、不足之处,敬请读者指正。

序

近年来,自然地理学的课目和研究论题已有很大的发展。新的课题,包括生态系统的能量和物质循环、板块构造,以及对地球上各种景观的遥感技术,已引入自然地理学的研究领域。传统的论题,由于引用了与新概念有关的新手段,也已取得了很大的进展。例如,过去数十年中习用的土壤和气候的传统分类,已被建立在更严密的土壤科学和水分-土壤平衡原理基础上的分类方法所代替。此外,自然地理学对自然环境的形成过程及其同人类活动的关系的多学科研究,为自然地理学的研究领域开辟了新的前景。环境区的概念,作为一个具有其独特问题和发展潜力的地理区域,为自然地理学的学生提出了一个学习的中心课题。

由于自然地理学的课文中引入了八十年代新的科学成就,因而本书是作为一本新的著作出版的,而不只是作者的《自然地理学》(第四版)和《自然地理学导论》(第三版)的修订本。为此,我们用了—个醒目的书名——《现代自然地理学》。

《现代自然地理学》前八章,仿效了已完善地建立起来的与日地关系、制图学以及大气科学基本原理有关的论题的模式,并在阐述这部分课题时,认真地吸收了现有的资料和最新的成就。

在第四章中,由于增加了全球的反照率图、日照图、长波辐射图和净辐射图,以及有关图表,从而使地球辐射平衡方面的内容得到了充实。遥感的基本原理也在这一章作了扼要的介绍,并将其与电磁波辐射原理列于同一节。

第九章和第十章介绍有关气候学与气候分类系统方面的内容。利用已完善地建立起来的描述方法,通过对各温度和降雨区系的认识,对气候作了分类,并引用了一些有代表性的台站的常用图表作了图解;同时,也列出了柯本分类系统,供选修参考。在第十章中,我们应用了桑思魏特土壤-水分收支原理将描述性的气候分类建立在定量基础上。这一分类方法大大增进了对全球的土壤和天然植被模型的认识。其所用的气候分类的依据是可能的年降水量、土壤-水分的盈亏情况以及土壤-水分存贮的月平均变化的台站资料。新的气候分类系统很好地显示了植物所需的有效热量和水分的分布情况。我们非常感谢 D. R. 柯里教授审阅了本书中有关新的气候分类方面的内容。

第十一章到第十六章介绍了两个密切联系、相互交叉的学科:土壤学和生物地理学。我们论述了这些学科的进展,每一个论题的阐述都是逻辑地建立在其前面所述的那些论题的基础上的。因此,在第十一章一开始我们就介绍土壤的成土矿物母质。在这一章也阐述了硅酸盐和它们的转化物——粘土矿物、稳定氧化物、风化物和沉积物等,因为这些物质提供了在生物圈循环和在成土过程中所涉及到的无机物质。第十二章探讨整个生物圈的能量和物质流。生态学的概念对于认识地球上的土壤和天然植被的演化是极为重要的,它也是评价农业生态系统及其管理的基础。第十三章以多立体剖面、水平发展、正离子变换、土壤的基础位置、土壤-温度、土壤-水分系统,以及成土过程等现代的概念,论述了土壤科学的基础,它也构成了第十四章中我们所提到的美国综合土壤分类系统(CSCS)和土壤分类学的骨架。这种可行的现代土壤分类系统也是本书区别于前两书的主要之处。我们非常感谢 R. W. 西蒙森博士和 H. D. 福思教授对土壤科学的章节作了仔细的审阅。

第十五章和第十六章介绍生物地理学的基本原理,特别着重于植物地理及其分类、全球生物

群落的分布及其类型的构成。在这一部分我们用了 S. R. 艾尔教授所编制的新的世界植被图。

第十七章到第二十三章系统地论述了由于剥蚀作用所形成的地貌发育过程及其形成的一般地形。根据指数衰减的概念和均衡上升的作用,对于河流侵蚀作用的近代的论述有了重要的修改。

第二十四章到第二十六章是有关地质方面的章节。在这几章中,板块构造是阐述火山和构造地形以及因受岩石结构控制所形成的剥蚀地形的基础。第二十四章介绍岩石圈和板块构造,包括板块俯冲、大陆破裂和碰撞,以及板块缝合等论题。第二十五章描述构造和火山活动所造成的地形,以及由于火山喷发和地震所造成的自然灾害。专门阐述构造地形的第二十六章,利用板块构造关于活动的板块边界、大陆的缝合线、稳定的板块内心和地幔热点等观点,按照其成因和位置来一一说明各种构造类型。利用板块构造对构造地形进行分类,使现代自然地理学向前迈进了一大步。

第二十七章和第二十八章,即最后两章反映了自然地理学的另一重大进展。由于建立了全球环境区的概念,我们不仅对于地理学的检验标志起到了统一的作用,而且使自然地理学在对于人类活动的管理方面产生了有效的结果。一个环境区,特别是以单一的气候区为基础的环境区,是由特殊的土壤、植被、水文系统和地貌过程构成的统一组合体。这些因素统统都被引入到对于某一环境区的描述中,一起用于评价各自然环境对于人类活动和农业生产的影响是否有利。因而,全球环境区的概念为人文地理学的各分支学科和环境管理的研究,提供了科学依据。

取自笔者已出版的自然地理和环境科学著作中的许多图表和地图,现已改成米制。整个书中采用米制单位。

出版者的一个新的想法是在书中尽量避免引用具有性别的词眼。所谓性别,也就是按其词性通常所说的男性(阳性)或女性(阴性)。作为地理教科书的作者问题是如何选择一个恰当的集合字眼来表达包括男性和女性在内的人类个体。现在许多人把 man (人)这个词,紧紧地同男性的人联系在一起,而不表示两性或整个人类。为了避免这经常会碰到的不必要的麻烦,我们选用了开头的字母总是大写的 Man (人)这个单词来集合地表示所有的个人或任何的人群。Man 源自拉丁文 Homo。我们用 Man 这个字并不含有性别的意义,正如 American (美国人)、Canadian (加拿大人)和 Navajo (美国西南各州的一支印第安人)那样,均包括两性在内的人的群体。在有关的环境论述中,我们也经常将 Man-made (人工)和 Man-induced (人为诱发)这两个名词的开头字母大写。除此以外,书中所引述的其他地理学者的著作,也尽量避免使用阴性或阳性两者的名词。在此,还有一点需要说明,我们非常感谢约翰·威利父子出版公司的地理编辑 P. A. 李在本书的出版过程中作了许多统一协调的工作。他在地理教育和地理书籍出版方面的专业知识和丰富的经验对本书的整个出版过程——从原稿到书籍装帧的各个阶段都起了宝贵的指导作用。

A. N. 斯特拉勒 A. H. 斯特拉勒

导 言

自然地理学是把组成人类自然环境的各种要素相互联系起来进行综合研究的领域。自然地理学的研究论题涉及到许多自然科学,其中包括: 大气科学(气象学、气候学)、海洋科学(海洋学)、固体地球科学(地质学)、土壤科学(土壤学)、植被科学(植物生态学、生物地理学)和地形科学(地貌学)等。但是自然地理学远非只是从其它科学中抽出来的论题的综合,而是把上述各种学科所提供的资料归纳成与人类有关的各种环境类型,可是它也不是各学科内容的简单重述。自然地理学作为地理学的一门分支,它特别强调空间的关系,即把地球表面上的各种环境要素系统地划分为区域,以及研究上述环境类型的成因。

自然地理学研究的中心是在**生命层**(life layer),即地球上绝大部分生命机体所生活的陆地和海洋上占厚度很小的一个圈,也就是所谓的生物圈。生命层的质量是自然地理学的研究所主要关心的问题;所谓“质量”是指适于各种动植物,但主要是人居住的自然因素的总和。我们使用第一个字母用大写的英语的 Man (人),相当于“人属”(Homo)的意思,用来代表整个人类的所有单个个体的集合名词。“人”(Man)的拉丁名全称为 Homo sapiens,是这一类中的唯一幸存者。大陆表面是人类起源地,因为人类需要陆地环境更甚于水下环境。

陆上自然环境的质量,是根据来源于其上面的大气圈和下面的固体地球的各种因素、营力和外来物质来确定的。大气圈决定了气候,气候又支配着大气圈与陆地间的热交换和水交换。大气圈又提供了维持陆地上所有生命所必需的元素(如碳、氢、氧和氮)。固体地球构成了生命层活动的稳定场所,也形成了各种不同的地形。这些地面景观特征,如山脉、丘陵和平原等造成了环境的另一维空间,并为植物提供了各种各样的生态环境。固体地球也是动植物生存必需的许多营养元素的基本来源。这些元素由岩石进入到土壤的表层,转化为生物体可吸收的各种形式。

从大气圈和固体地球进入生命层的能量与物质共同的作用,决定了环境质量和供给有机体生命活动的食粮和营养的富足程度。因此,自然地理学知识对于规划地球上迅速增长的人口今后如何生存下去是极为重要的。人类生存不仅有赖于能有多少淡水和食物,还要有一个没有被污染和破坏的自然环境。如果环境受到污染和破坏是要降低大地提供生活必需物质的能力的。这样,我们就接触到了自然地理学的另一个重要目的: 作出人类活动对大自然影响的评价。环境科学这一门研究人类与自然环境间相互关系的学科,今天已获得了广泛承认。很多人以为这还是一门新学科,但事实上地理学家几十年前已在研究了。自然地理学家在环境研究工作中通常还是居于中心位置的,因为这门学科的大方向即为阐明人类与环境间的相互关系。

我们研究自然地理学的计划是从研究大气圈和为生命层提供光、热和水的各种途径为起点的。随后即对气候作出评价;我们提供了全球自然环境区系统的背景材料。根据这一条脉络,我们介绍了全球水平衡的概念。通过土壤-水平衡再来研究各种植物随地点变换所获得水的不同情况。这种平衡关系正是建立严密和实用的气候分类系统所需要的重要基础。

以后几章专门叙述土壤和自然植被。我们从研究土壤的成土母质开始,这就需要对岩石和成岩矿物作一番综述。植物与土壤相互作用,这就使我们通过生物圈去探索能流和物质。从土壤科学我们就可以了解各种土壤类型全球分布的下属因素。生物地理学是自然地理学的一个分支学科,可以帮助搞清决定全球自然植被类型的根据所在。

植被和土壤也受地形(即地球表面的起伏情况)的影响。因此,再下面几章就是探讨太阳的动力作用所造成地面各种形状的一些过程,其中包括风化作用、物质坡移和流水活动、波浪、海流、冰川冰和风等。

只有研究了发生在地壳内和地壳下面造成整个地球的大陆形态的各种深部过程,才算是系统地学习了自然地理学。上述过程导致进一步细分地势和类型都差异极大的各块大陆。近年发展起来的所谓“板块构造”这个统一的地质学学说,为地理学家提供了建立世界构造类型体系的手段,每一种构造类型都强烈影响地形的发育。

本书最后几章通过划分许多全球环境区,把各种自然地理学要素纳入了一个综合体系。每一个环境区是气候、植被和土壤,以及某些特殊地形的统一组合。我们可以看到,人类所居住并有效地利用而获得很大成就的环境区,就是通过农业活动,利用了自然地理学要素才得到丰产的。某些环境区,如人口稀少的地区,是不适于粮食生产的,原因就是气候过于干旱、太冷或太潮湿;或土壤贫瘠缺乏植物营养物质;或地面崎岖不利农作。但通过自然环境区的研究,你就可以得出如下极有价值的结论:展望人类在这种贫瘠环境中为扩大粮食生产所作的持续努力的前途是大有希望的。

目 录

译者的话	(v)
序	(vii)
导 言	(ix)
第一章 地理坐标和地图投影	(1)
地球是个球体(1) 地球的圆周测量(2) 地球环境中的重力(3) 地球是个扁椭球体(4) 地球上 的大圆和小圆(4) 经线和纬线(5) 经度(6) 纬度(7) 海里(7) 地图投影(8) 几何展开面 (8) 地球仪和地图的比例尺(9) 在地图上保持面积不变的投影(10) 在地图上保持形状不变的投 影(10) 地图投影的分类(11) 球面投影(13) 割圆锥投影(14) 墨卡托投影(15) 等积投影(16) 正弦投影(17) 地图投影的选择(18) 等积正弦投影(18)	
第二章 季节和时间	(20)
地球的自转(20) 地球自转的证据(20) 地球自转的环境效应(21) 地球的公转(22) 近日点和远日 点(22) 地轴的倾斜(23) 至点和分点(23) 二分点(24) 二至点(28) 冬至日的情况(28) 夏至日 的情况(29) 太阳赤纬的季节交替(29) 时间(30) 纬度和时间(31) 地方时(32) 标准时(32) 美 国的标准时(32) 夏令时(33) 世界时区(34) 国际日界线(35)	
第三章 地球的大气和海洋	(37)
物质的几种状态(37) 大气的组成(37) 大气压力(38) 气压的垂直分布(40) 低层大气的温度结构 (41) 对流层与人类(42) 臭氧层——生命的屏障(42) 地球的磁性大气(43) 人类与海洋(44) 世 界大洋(44) 海水的组成(45) 大洋的层状结构(45) 大气和海洋小结(46)	
第四章 地球的辐射平衡	(48)
太阳的电磁辐射(48) 太阳常数(49) 太阳和地球辐射的能谱(50) 地球上的日照(52) 世界的纬度 带(53) 大气中日照的衰减(55) 长波辐射(57) 地球的辐射平衡(59) 纬度和辐射平衡(60) 净辐 射(61) 地理学中的遥感(62) 微波(63) 传感器系统(63) 短波辐射传感器(63) 扫描系统(63) 多光谱摄影(64) 热红外传感器(65) 雷达传感器系统(66) 地球轨道卫星(67) 天空实验室(68) 人类活动对地球辐射平衡的影响(68)	
第五章 地球表面的冷和热	(70)
气温的测量(70) 日照、净辐射和气温的日变化(71) 土壤温度的日变化(72) 逆温和霜冻(74) 城 市化和热岛(74) 气温的年变化(75) 土壤温度的年变化(76) 陆地和水体的温度对比(76) 气温图 (78) 世界气温型式(78) 气温的年较差(79) 太阳辐射与高空气温(79) 二氧化碳、尘埃和全球气 候变化(81) 对热环境问题的小结(82)	
第六章 风和全球环流	(83)
风和气压梯度力(83) 海风和陆风(84) 地面风的测量(84) 科里奥利效应和风(85) 气旋和反气 旋(86) 地面气压系统的全球性分布(87) 北半球气压中心(87) 地面风的全球性型式(88) 东南 亚的季风(89) 地方性风(90) 高空风系(90) 在不自转的地球上的风(91) 哈得来环流圈(92) 高空西风带和罗斯贝波(92) 极锋急流(94) 海流(96) 海流的概貌(96) 全球环流和人类的环境 (98)	
第七章 大气水分和降水	(99)
水的形态和热量(99) 湿度(99) 如何量测相对湿度(100) 比湿(101) 凝结和绝热过程(102) 云	

滴(103) 云状(103) 雾(104) 降水形态(105) 如何量测降水(106) 降水是如何产生的(106) 雷暴(108) 冰雹和闪电(109) 地形降水(109) 潜热与全球能量和水分平衡(110) 空气污染(111) 低空逆温(113) 高空逆温(114) 城市空气污染的效应(115) 大气污染的有害影响(116)	
第八章 气团和气旋风暴	(119)
移动气旋(119) 气团(119) 北美洲的气团(121) 冷锋和暖锋(122) 波动性气旋(123) 每日天气图上的气旋(124) 波动性气旋的路径(127) 波动性气旋和高空波(128) 陆龙卷(129) 热带和赤道带的天气扰动(131) 热带气旋(132) 天气现象的遥感测量(134) 气旋活动和地球环境(136)	
第九章 气候和气候分类	(137)
气候和气候分类(137) 净辐射作为气候分类的基础(138) 气温作为气候分类的基础(138) 热状况类型(139) 降水作为气候分类的基础(140) 降水的季节型(142) 以气团和锋带为基础的气候系统(143) 气候型(145) 干旱和湿润气候(145) 气候型的描述(145) 高地气候(155) 柯本气候分类系统(156) 植被、土壤和气候(159)	
第十章 土壤-水分平衡和世界气候	(160)
地表水和地下水(广义)(160) 水分循环和全球水分平衡(160) 全球各纬度带的水分平衡(161) 全球水分贮存(161) 全球水分平衡和气候变化(162) 渗入作用和径流(162) 蒸发和蒸腾(163) 地下水和河川径流(163) 土壤中的水分(163) 土壤水分的周期变化(164) 土壤水分平衡(165) 简单的土壤水分收支(166) 简单土壤水分收支的计算(166) 全球可能蒸散量分布(169) 土壤水分平衡作为气候分类的基础(170) 资料来源(170) 可能蒸散量作为有效热量的标志(170) 干旱和湿润气候的确定(171) 干旱气候的细分(171) 湿润气候的细分(172) 有明显湿季的气候型(172) 按土壤水分收支分类的世界气候类型(172) 土壤水分气候学和人类的食物资源(181)	
第十一章 土壤母质矿物	(182)
地壳的元素(182) 岩石和矿物(182) 硅酸盐矿物(183) 硅酸盐岩浆(184) 岩浆中的挥发物质(185) 火成岩的结构(185) 火成岩的分类(186) 岩石风化(187) 物理风化(187) 矿物颗粒的粒级(188) 化学风化(189) 水解作用和氧化作用的矿质产物(190) 碎屑沉积物(191) 崩积层和冲积层(192) 风积物(192) 沿岸带沉积物(193) 冰川沉积物(193) 碎屑沉积岩(195) 非碎屑沉积物和沉积岩(195) 沉积岩中的碳氢化合物(196) 变质岩(197) 岩石转变循环(197) 土壤物质与土壤(198)	
第十二章 生物圈中的能量流动和物质循环	(200)
生态系统和食物链(200) 光合作用和呼吸作用(201) 净光合作用(202) 食物链中的能量流动(204) 净初级生产量(204) 净生产量和气候(205) 生态系统中的物质循环(206) 生物圈中的营养元素(207) 碳循环(208) 氧循环(209) 氮循环(210) 沉积旋回(211) 农业生态系统(212) 农业生态系统的生产力和效率(212)	
第十三章 土壤形成过程	(216)
动力土壤(216) 土壤的性质(216) 单个土体的概念(217) 土壤颜色(217) 土壤质地分类(218) 土壤结持度(219) 土壤结构(219) 土层(221) 土壤溶液(222) 离子(222) 土壤胶体和阳离子交换(223) 土壤的酸度和碱度(224) 土壤盐基状况(226) 土壤温度状况(226) 土壤水分状况(227) 地形和土壤(228) 土壤形成的生物过程(229) 主要土壤发生过程小结(229)	
第十四章 土壤分类和世界土壤	(232)
早期的土壤分类(232) 第七次土壤分类系统(233) 土壤分类的诊断层(234) 土纲(239) 土壤亚纲(239) 新成土(240) 始成土(241) 有机土(242) 氧化土(243) 老成土(244) 变性土(244) 淋溶土(246) 灰土(246) 软土(247) 旱成土(248) 土壤和海拔高度(249) 世界土壤小结(249)	
第十五章 生物地理学的概念	(251)
水的生物学作用(251) 生物和需水量(251) 生物与温度(253) 其它气候因素(254) 生物气候界线(255) 陆地生态系统——生物群落(256) 生物群落和生境(257) 地形因素(257) 土壤因素(258) 生	

态演替(258) 老农田的演替(261) 人类对自然生态系统的影响(262)	
第十六章 自然植被的分布	(264)
植被的结构类型(264) 主要的生物群落(267) 植物群系(267) 森林生物群落(269) 热带稀树草原生物群落(277) 草原生物群落(279) 荒漠生物群落(280) 苔原生物群落(281) 植物的垂直分布带(282) 世界植被分布小结(282)	
第十七章 风化和物质坡移的地形	(285)
地貌学(285) 风化和物质坡移(286) 坡地的消损(286) 岩石破碎的几何形状(287) 冻裂作用和底冰所形成的地形(287) 盐晶体增大所形成的地形(288) 片状构造和剥蚀穹丘(288) 化学风化所产生的地形(290) 物质坡移(291) 岩锥(291) 土爬(292) 泥石流(293) 含有流动粘土的泥石流(293) 北极苔原区的融冻泥流(295) 泥流(295) 滑坡(296) 岩石滑坡(296) 块状滑坡(297) 人类是一种地貌营力(298) 小结(300)	
第十八章 地下水与地表水	(301)
地下水(301) 地下水的运动(302) 池塘、藓沼和沼泽(303) 含水层和隔水层(303) 地下水是一种资源(304) 地下水的污染(305) 咸水的侵入(306) 石灰岩洞穴(307) 喀斯特景观(307) 地表径流的各种形式(307) 地下径流(309) 水系(309) 河床的几何形状(310) 河川径流(310) 河流的流量(311) 河流的水文测验(312) 水流和降水(312) 基本径流和地表径流(313) 洪水(314) 洪水波的顺流传播(315) 洪水预报(315) 城市化对水文的影响(318) 水污染(319) 淡水是一种自然资源(319)	
第十九章 流水形成的地形	(321)
流水作用与地形(321) 正常坡面侵蚀和加速坡面侵蚀(322) 人为引起的渗入量变化(323) 土地利用与沉积量(324) 加速土壤侵蚀的各种形式(325) 河流的地质作用(326) 河流侵蚀(326) 河流搬运作用(327) 洪水时的河床变化(327) 大河的悬移质(328) 平衡的概念和均衡河流(329) 均衡河流的演变(330) 峡谷和瀑布的环境意义(332) 加积作用和冲积阶地(333) 人类活动引起的加积作用(334) 泛滥平原地形(335) 冲积河与人类(337) 减洪措施(337) 回春河与嵌入曲流(338) 流水作用小结(340)	
第二十章 剥蚀作用与气候	(342)
有效陆块的概念(342) 构造上升率(343) 剥蚀率(343) 剥蚀系统模式(344) 剥蚀作用和间歇上升(345) 陆块的回春作用(346) 干旱气候区的流水作用(348) 冲积扇(348) 地下水和冲积扇(349) 山地荒漠景观(349) 湿润气候与干旱气候区的山坡演化(352) 气候与景观区域(353) 气候过程系统(353)	
第二十一章 冰川作用形成的地形	(355)
冰川(355) 高山冰川(356) 冰川侵独(357) 高山冰川所形成的地形(357) 冰蚀谷和峡湾(360) 高山冰川的环境面貌(360) 现代冰原(361) 海冰(362) 冰山和冰岛(364) 更新世的冰原(365) 冰期(366) 大陆冰川的成因(366) 冰原侵蚀(368) 冰原堆积(369) 高山冰川的堆积环境和资源(372) 大湖的成因(373) 全新世的环境(373) 冰川作用和人类(375)	
第二十二章 波浪和海流形成的地形	(376)
深水中的波浪(376) 浅水波和破碎波(377) 海蚀(377) 海滩(379) 海滩剖面(380) 沿岸漂沙(380) 湾形海岸的波浪折射作用(382) 沿岸漂沙和海岸防护(383) 潮流(385) 潮流沉积物(385) 海岸线的一般类型(387) 沉降海岸的发展(388) 沙岛海岸(389) 三角洲海岸(390) 珊瑚礁海岸(392) 上升海滨线和海洋阶地(393) 海岸地形小结(394)	
第二十三章 风成地形	(396)
风的侵蚀作用(396) 尘暴和沙暴(397) 沙丘(398) 海岸沙丘与人类(399) 黄土(402) 人类活动是导致风蚀的营力(403) 地形和人类(403)	

第二十四章 岩石圈和板块构造	(405)
地球的内部结构(405) 地壳(406) 岩石圈和软流圈(406) 大陆和大洋盆地的分布(406) 地球地形要素的比例尺(407) 地质年代表(408) 大陆的二级地形要素(409) 高山链(409) 大陆地盾和山根(410) 大洋盆地的二级地形要素(412) 海底扩张(413) 海沟(413) 板块构造(414) 火山弧的起源(415) 大陆碰撞和火山链(416) 大陆破裂(416) 全球的岩石圈板块系统(419) 大陆漂移(419) 岩石旋回的新见解(421)	
第二十五章 火山地形和构造地形	(422)
火成岩体的形态(422) 复合火山(422) 破火山口(423) 复合火山的侵蚀地形(425) 玄武岩流和盾状火山(426) 火山渣锥(428) 火山活动和火山地形的环境问题(429) 构造活动地形(430) 断层和断层地形(430) 断层崖的侵蚀发育(432) 断块山(433) 断层和断块山的环境特性的资源特性(434) 地震——一种环境灾害(434) 地震海浪(435) 地震和城市规划——圣费尔南多地震(436)	
第二十六章 地形和岩石构造	(438)
大陆板块内的构造类型(438) 控制地形的岩石构造(438) 倾角和走向(438) 未扰动的沉积岩层(439) 海岸平原(439) 北美洲的海岸平原(440) 海岸平原的环境和资源情况(441) 内陆地盾盖层(441) 地盾盖层的资源(442) 变形岩层(443) 沉积穹窿(445) 黑山穹窿(445) 敞开褶皱的地形(447) 锯齿状山脊和倾伏褶皱(448) 褶皱区的环境和资源情况(448) 变质带(449) 浮露深成岩体(449) 对地形和板块构造的回顾(451)	
第二十七章 全球环境区: I. 低纬度环境	(453)
环境区(453) 雨林环境(A)(455) 稀树干草原环境(B)(459) 热带荒漠环境(C)(463) 低纬度环境小结(468)	
第二十八章 全球环境区: II. 中纬度和高纬度环境	(470)
亚热带湿润森林环境(D)(470) 地中海环境(E)(472) 西海岸海洋性森林环境(F)(474) 湿润大陆性森林环境(G)(475) 湿草原和干草原环境(H)(476) 中纬度荒漠环境(I)(480) 中纬度环境小结(480) 高纬度环境(480) 寒温带针叶林环境(J)(480) 苔原环境(K)(481) 冰原环境(L)(484)	
附录 I 气候定义和界限	(486)
附录 II 土壤系统分类学中的土类	(488)
附录 III 地图读法	(492)

第一章 地理坐标和地图投影

我们如果要了解人类所生活的自然环境，那首先要讨论天文学上的一些问题。因为，对自然环境起着控制作用的最根本的问题，同以下两个事实有关：第一，地球的形状近似于一个球体；第二，地球围绕着自转轴旋转，同时还在一个近似于圆形的轨道上绕着太阳运行。下面让我们来看看，这两个因素是如何对地球表面的环境特性起决定性影响的。

地球是个球体

今天，在出现了轨道卫星的这个时代，地球的形状是个球体已是不容置疑的问题；而这在对于地球的形状和大小全然无知的古代，是很难相信的。古时候，地中海上的海员在船上或是在视野开阔的陆地上了望大海，海面似乎非常平坦并被截止在一个圆形的地平圈内。据此，海员们可能会推测：地球的形状是个扁平的圆盘，如果船舶驶到它的边缘则会掉下去。即使这样，那时的海员们还是看到了一些现象，说明海面并不是平展的，而像球面的一小部分那样，是个向上凸起的曲面。即使不用光学仪器，通过观察日落后和日出前照射在高空云层和高山峰顶的阳光，可以得到地球的表面是一个向远方下弯的曲面的启示。

然而，在空间运载工具出现以前，关于地球的形状是个球体的精确而令人信服的证明，显然不是仅凭人们的观察就可以获得的。1519—1522年麦哲伦船队的幸存者成功地绕地球航行一周回到了他们在西班牙的出发地，这一探险航海可以认为是人们试图证实地球是个球体的首次尝试。但实际上，这次航行仅是证实了地球是个立体，而并不是一个具有明确边沿的扁平圆盘。因为，在一个立方体或是一个圆柱体上，甚至在一个不规则的立体上，都可以绕行

一周。为此，还需要寻找一些为世俗人们容易接受的关于地球是个球体的证据。至少以下三个基础实验，可以提供令人信服的证明：

通过海上的观察，可以获得地球是个球体的第一个证据。一艘向远方驶去的航船，当驶到一定远处时，我们可以看到它好像慢慢地沉入水面(图 1.1)。从望远镜中可以观察到，海面

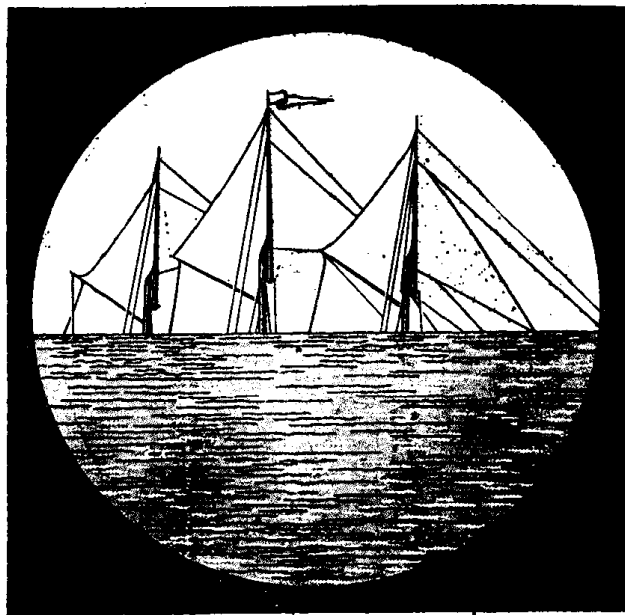


图 1.1 由于海面是一个曲面，所以通过望远镜看远方的船只时好像有一部分沉在水下

似乎升到了甲板上，然后海水淹过甲板，最后烟囱和桅杆逐渐地沉没；当船只再向远驶去，最后只能看到一缕黑烟留在地平线上。这一幕图景明显地说明了海面是一个向远方下弯的曲面。为了证明这个曲面是个球面，则需要进行大量的观测，在观测中要测定远离观察点的各个方向上，每单位距离船舶所沉没的情况。

根据许多多次的月食观察，可以得到地球是个球体的第二个证据。月食时，地球的影子落到了月球上，落在月球上的地球阴影的边缘呈一圆弧。从几何学可以证明，只有球体其投影才能始终呈一圆的阴影。我们可以设想，

每次月食，它不可能总是在地球摆正到某一侧面位置时才发生。然而，不管是地球的任一侧面投影到月球上，它都呈相同的圆影。由此可以说明，地球的形状必定是个球体。

利用一个简单的天文学原理，就可获得地球是个球体的第三个证据。这一原理古代人们就已认识，并早在公元九世纪已为阿拉伯人实际所应用。在北极，观测者总是可看到北极星是在天顶，因为北极星位于地球自转轴的延伸线上(图 1.2)。当观测者向南走时，北极星似乎

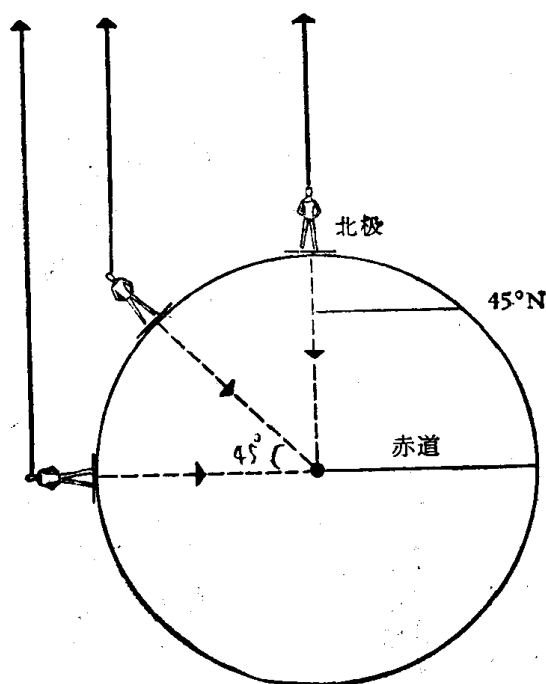


图 1.2 北极星在地平线上的高度，取决于观测者在北半球的位置

由于北极星离地球很远，因此它射来的光线可以画成为平行线

是在朝地平线方向移动；当他到达北极与赤道的中途时(纬度 45°N)，北极星好像位于天顶至地平线的中间位置上。在接近赤道处，则可看到北极星是在紧靠地平线处。通过对地平圈和北极星之间的一系列角度测定表明，北极星的高度角总是按每向南行进 111 公里减小 1° 的规律变化的。由这一观测表明，观测者是沿着一条圆弧的路线行进的。如果沿着许多条不同的南北向线(经线)反复进行这样的观测，就可以证实北半球是一个真实球体的半球。在南半球，可以利用位于南极上空的小恒星来进行类似的观测。由此可证实地球是个球体。利用恒

星导航(天文导航)就是这一原理的实际应用。为此，我们可以认为，既然两个多世纪以来，人们已能利用这一原理无数次地精确地测定船舶在海上的位置，显然，地球是个球体的问题，早已得到证实。

地球的圆周测量

在古希腊，有些学者就认为地球是个球体。毕达哥拉斯(公元前 540 年)和亚里士多德(公元前 384—322 年)的同事们就持有这样的观点。他们也曾推测过地球圆周的长度，但有很大的推测错误。直到公元前 200 年左右，埃及亚历山大图书馆馆长伊拉托塞斯(Eratosthenes)按照严格的几何学原理，才实现了地球圆弧的精确测量。他在亚历山大城正南方尼罗河上游的一个城市——西恩(Syene)，对一年中的一个特定的日子(夏至，6 月 21 日)观测发现，这天正午的太阳光可直接照射到很深的井底。换句话说，这天正午太阳位于该地的天顶点，太阳光线垂直照射在该地的地面上(图 1.3)。而在这

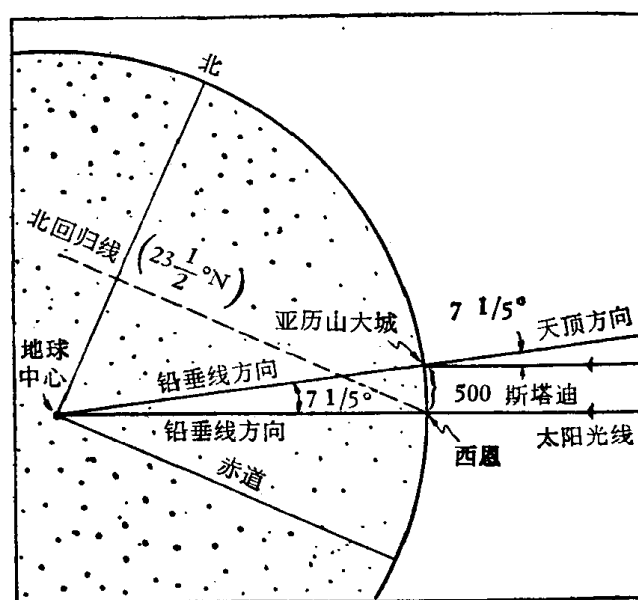


图 1.3 伊拉托塞斯测量地球圆周的方法

同一天，亚历山大城正午的太阳光线与天顶方向却成一角度，角值是整个圆周的五十分之一，即 $7^{\circ}12'$ 。

伊拉托塞斯只需要知道西恩到亚历山大城的南北向距离,就可算出地球的圆周长。简单地用 50 乘这地面距离,即可得出这一长度。在那时候,这两个城市之间的距离,只能按照旅行者的记载粗略估计。伊拉托塞斯取这距离为 5000 斯塔迪 (Stadia)。他的推算结果,现在很难评价它的精确性;因为我们不知道他所用的这一距离单位究竟有多长。如果它是古希腊的尺度单位——斯塔迪姆 (Stadium),那约相当于 185 米 (607 英尺);那么,他所测得的圆周长换算成现代的单位约为 43000 公里。与现代所测的圆周长——约为 40000 公里相比,伊拉托塞斯的测量结果,在当时来说是相当精确的。

按照伊拉托塞斯的古典实验,这就很容易设计一种利用恒星代替太阳测量地球形状的天文方法。我们只需要选择一条南北向的基线,其长度可在平整的地面上通过测量的方法直接测定。这基线应有数十公里长。在基线两端利用水准器或铅垂体,建立一个真水平的和垂直的参考面,任何一个选定恒星的位置可按它在地平面上空,即在通过它的垂直面上的最高点的位置来确定。基线两端恒星高度角之差,即为基线两端点间的圆弧之长。可以认为,公元九世纪阿拉伯人正是采用这样的测量方法。他们测量的结果可能比伊拉托塞斯的测量精确得多;但是,因为也不知道他们所用的测量单位与现代单位怎么相当,所以亦无法核对他们的测量成果。

以后几世纪,西方科学处于停滞状态,人们一直沿用伊拉托塞斯测量地球圆周长的方法。直到大约 1651 年,雷顿 (Leiden) 大学数学系教授威尔伯劳德·斯内尔 (Willebrord Snell) 发展了精确测量距离和角度的方法,并应用到了地球圆周的测量上。他的工作标志着科学大地测量¹⁾新纪元的开始,导致了一个世纪以后对地球形状作出了精确的测量。

地球环境中的重力

从地球上的生命角度来看,地球的形状近

似于一个真实的球体这一事实,这对什么具有最重要的意义呢?无疑地,一个答复是“重力”。重力 (gravity) 是作用在地表单位物体上的向着地球中心的力。任何两物体之间都存在着相互吸引的引力,而重力则是引力现象的一种特殊情况。其所谓特殊,即由于单位物质的质量同地球的质量相比是非常小,以致单位物体对地球的吸引力可以忽略不计。物体间的相互引力变化,同两物体质量中心的距离平方成反比。因此,重力取决于任何一个质体同地球质量中心的距离。这个质量中心,差不多就是位于地球的几何中心。

众所周知,根据几何学的基本原理,所谓“球体”,就是其表面上的各点具有一个公共的等距点——球心。根据上述原理,整个地球上同一海平面上的各点,其重力应是相等的。这是影响到地球上一切生命形式的极为重要的一个因素。虽然在数十亿年的生命演化过程中,重力可能有过微小的变化;但是,地质时代的生命演化几乎是在地球上重力不变的情况下进行的。因而,重力起着地球环境中的最小“公分母”的作用*。

重力,以多种形式起着环境因素的作用。它将不同密度的物质分选开呈层状排列,使密度最小的物质分布在顶上,密度最大的物质位于底部。空气、水和岩石之所以能按密度大小依次排列,就是因为重力在起作用。因而,地球上的生命圈可以定义为是大气同海洋以及大气同陆地地表之间的界面。

树木、动物、岩崖和各种人工建筑物,都必须有一定的坚固度经得起重力,而不致于压塌或压扁。如果地球上的重力较小,那末地球上的建筑物可以建得更高,或可用较软弱的材料把它建到预定的高度。重力为生命圈的自然系统提供了重要的动力,特别是河流和冰川对地面的侵蚀。为了估价重力作为一种环境因素的

1) 大地测量 (geodesy) 来自古希腊语,原意为“丈量土地” (to divide the earth)。

* 指对地球上任何生命形式都起作用的一个因素。

——译者注

重要意义,我们只要设想一下,如果重力作用被抵消或是处于失重状态时将会发生什么?倘若这样,整个地球环境就会顷刻毁灭!

在地球上,从一地到另一地重力值有微小的规律性变化。重力值在赤道要比在两极地方小些,在海拔较高的地方重力值也稍许有减小。但在一般的实际生活中,我们可以把整个地球上的重力值看成是固定的。

可以利用地球上各处重力保持不变,作为说明地球是个球体的验证。首先,我们承认牛顿的万有引力是正确的;那么,某一物体在地球表面上的各个地方应该具有同样的重量。我们若带着一杆弹簧称漫游世界各地,反复地称一小块铁并记下它的重量,倘测得结果表明它们的重量不变,则可以断定我们所作的测量是在同地球的质量中心等距的各点上进行的,即在一个球面上进行的。实际上,如果用非常精密的仪器,高精度地进行这样的测量,则可以知道地球的真实形状是同真实的球稍有出入的。

地球是个扁椭球体

1671年法国天文学家琼·里奇(Jean Richer)受路易十六派遣,到法属圭亚那卡宴(Cayenne)岛进行天文观察。他把一台钟的摆调节到了一米长(摆调节得较短,摆摆动得就较快;摆调节得较长,摆摆动得就较慢)。在巴黎这台钟的走时误差为几秒。当他在赤道附近的卡宴时,发现这台钟却每天走慢约二分半钟。当牛顿的万有引力和运动定律发表以后(1687年),才把这钟在卡宴走慢的原因归结为可能是由于赤道附近重力值稍有减小的缘故。由赤道地区重力值较小,就可推测出地球上的赤道地区比其更向北的地区离地球中心为远。

通过精确的测量表明,地球的真实形状是一个两极扁平、赤道周围稍微鼓起的球体(图1.4)。这种形状称为**椭球体**(oblate ellipsoid)。通过两极所作的剖面是个**椭圆**(ellipse),而不是个圆。赤道呈一个圆,而且是椭球体上最大的一个圆。地球两极扁平的这一特点是由于地球

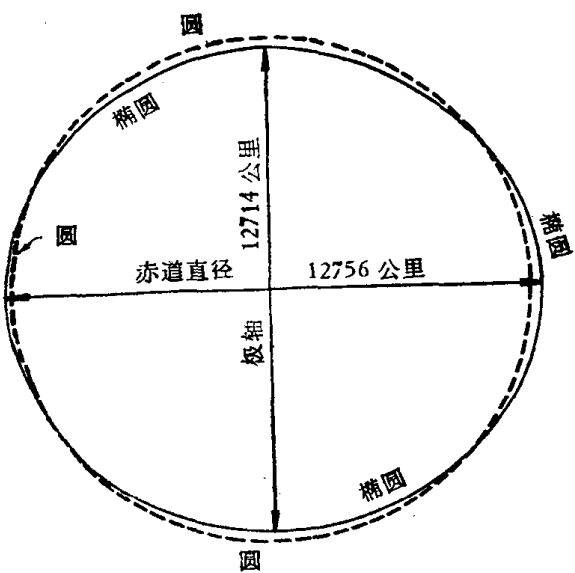


图 1.4 地球赤道的直径和极轴的长度
(根据 1976 年大地参考系统)

自转的离心力引起的,它使微有塑性的地球发生形变,以使重力与地球的自转力保持平衡。

如将地球的直径舍去零数取整公里数,则赤道直径为 12756 公里,极轴的长度约为 12714 公里。两者将近差 43 公里。地球椭球体的**扁平率**(oblateness),或者说是“两极的扁平率”,是赤道直径与极轴长度之差同赤道直径的比,其粗略值为 $43/12756$,可约略化为 $1/300$ 。即地球的极轴约比赤道短 $1/300$ 。按以上数字计算,地球的赤道圆周长为 40075 公里,如概略计算则可当作为 40000 公里。

地球上的大圆和小圆

对于自然地理学上的许多课题来说,可以把地球当作一个真实的球体。例如,为了便于理解地球是个在太阳光照射下的旋转体这一重要概念,就可以把两极的扁平率忽略不计。

众所周知,当一个球体被通过球心的平面精确地分成两半时,该平面同球面相切成的圆是在球面上可能画出的一个最大的圆,并称之为**大圆**(great circle)(图 1.5)。通过球心以外的任何地方的平面与球面相切成的圆,都比大圆小,这些圆称之为**小圆**(small circles)。

大圆具有下列特性,它涉及到地球上的经

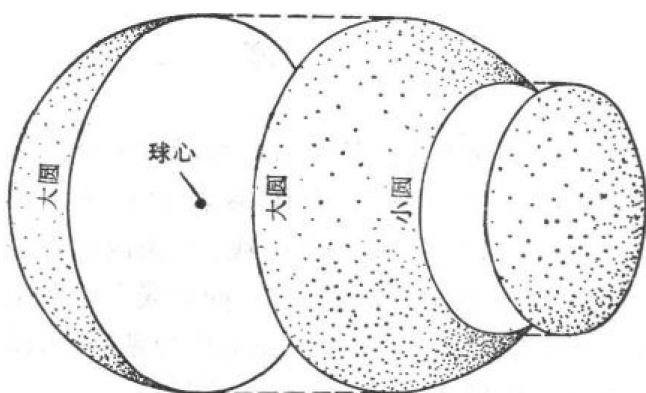


图 1.5 球体上的大圆和小圆

线、纬线、季节,以及地图投影等等问题。

1. 任何一个通过球心的平面与球面相切成的圆都是大圆,不管这平面与球体相切的方向如何。

2. 大圆是在球面上可以画出的一个最大的圆周。

3. 在一个球面上可以画出无数个大圆。

4. 通过球面上的两定点可以画出一个,而且只能画出一个大圆(除非这两点位于球面上正相对的位置,这样通过这两相对的点可以画出无数个大圆)。

5. 大圆弧是球面上两点之间的最短距离。

6. 相交的大圆总是相互等分。

大圆的这些特性应用于航行具有十分重要的意义。无论是在茫茫海洋上航行于相距很远的两港口间的船只,还是在空中作长途飞行的飞机,总是希望沿着两地之间所画出的大圆路线航行,以节省燃料和时间。当然,在这两地间必须没有障碍物或其它障碍因素。在领航员所用的专门地图上,大圆弧总是呈一直线。为了拟定出任何两港口之间的最短航线,领航员只需在航行图上这两点间简单地画一直线即可。

利用一根细绳和橡皮带,就很容易地在地球仪上找出两点间的大圆路线(图 1.6)。其方法是:把绳子贴在球面上并绷紧在两大姆指之间,这样在每两点之间量一次,就能得到两点间的大圆路线。如果用一条橡皮带,可以画出一个完整的大圆,对于地球仪上相对的两点作出的这样的圆的长度都是一个定值。许多地球仪上往往都标有太平洋、大西洋,以及印度洋上

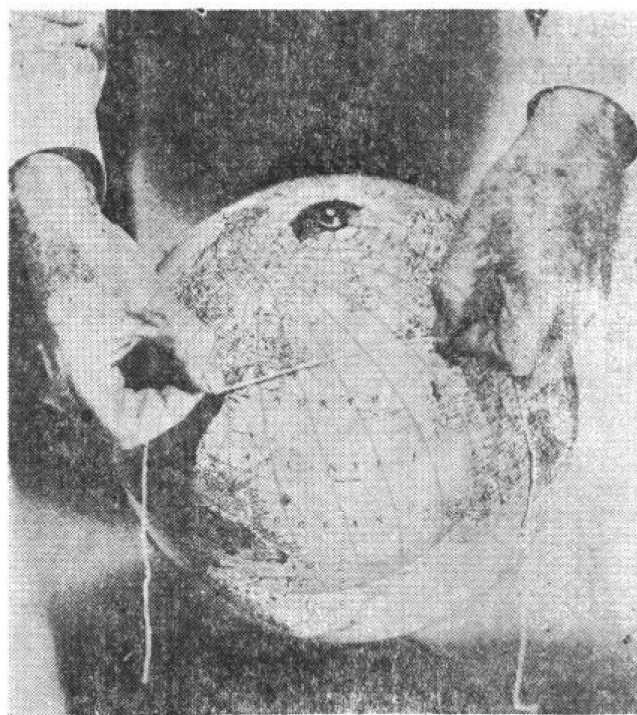


图 1.6 通过量测绳子的长度,在地球仪上找出大圆航线

一些相距很远的港口间的大圆航线。用一段绳子试一试它们沿着这些线是否拉紧,就能核对它们是否是大圆弧。

经 线 和 纬 线

地球围绕着自转轴旋转,在球面上形成两个特定的点——极点;根据极点,可以在球面上画出一组交叉的网格——**地理坐标** (geographic grid),以能确定地面特征点的位置。地理坐标是由一条条南北向的通过极点的经线和一条条东西向的与赤道平行的纬线所组成(图 1.7)。

经线(子午线)(meridians)是一些被极点二等分的大圆,它们的两个端点是南北两极。两条相背的经线合起来,组成一个完整的大圆;每条经线只是半个大圆,其弧长为 180° 。经线还有以下一些特点:

1. 所有经线的走向,都是真南北方向。
2. 在赤道,相邻两经线之间的间隔最大,而向两极收敛。
3. 在一个地球仪上,可以画出无数条经线。对于地球上的任何一个地点,都有一条与它相