

Mc
Graw
Hill
Education

美国高中主流理科教材

科学发现者

地球科学

[美] 弗朗西斯科·博雷罗 等著 段玉山 等 译

地质学、环境与宇宙

第二版



Earth Science

Geology, the Environment and the Universe

中册



浙江教育出版社
ZHEJIANG EDUCATION PUBLISHING HOUSE

美国高中主流理科教材

科学发现者

地球科学

地质学、环境与宇宙

第二版



[美] 弗朗西斯科·博雷罗 等 著

段玉山 张佳琦 缪鑫 陈敏 侯璐 任苏蕊 朱琳 译

班武奇 郭剑峰 审校

Earth Science

Geology, the Environment and the Universe

中册

浙江教育出版社·杭州

第4单元

大气圈与海洋

第11章 大气圈	280
起步实验 是什么原因导致云的形成?	280
第1节 大气圈概述	282
第2节 大气圈的特性	289
技能实验 图表解读	294
迷你实验 调查露水的形成	295
第3节 云和降水	297
地球科学与环境 臭氧变化	304
地学实验 研究大气压力与温度的关系	305

第12章 气象学	312
起步实验 冷气团是如何形成的?	312
第1节 天气的成因	314
迷你实验 比较太阳高度	315
第2节 天气系统	318
第3节 采集气象数据	324
第4节 气象分析和预报	329
技能实验 解读科学图表	330
地球科学与社会 天气预报——在混沌中寻找精确	333
地学实验 解读气象图	334

第13章 风暴的本质	342
起步实验 为什么会形成电流?	342
第1节 雷暴	344
第2节 极端天气	350
第3节 热带风暴	355
第4节 重复出现的天气	361
迷你实验 模拟洪水环境	362
数据分析实验 表格解读	364
探险现场 风暴观测员	366
地学实验 追踪热带气旋	367

第14章 气候 374

起步实验 如何模拟云层的覆盖? 374

第1节 什么是气候 376

数据分析实验 数据解读 377

第2节 气候分类 381

第3节 气候变化 387

第4节 人类活动的影响 393

迷你实验 模拟温室效应 394

地球科学与社会 全球变暖对北极的影响 396

地学实验 识别小气候 397

第15章 地球上的海洋 404

起步实验 地球表面被水覆盖的面积有多少? 404

第1节 海洋的概述 406

第2节 海水 413

迷你实验 模拟海水 416

第3节 海水的运动 421

数据分析实验 图表数据 423

地球科学与环境 细菌数量与满月 428

地学实验 模拟水团 429

第16章 海洋环境 436

起步实验 白垩是如何形成的? 436

第1节 海岸线的特征 438

第2节 海底 447

技能实验 图表解读 449

迷你实验 测量沉积物的沉降速率 453

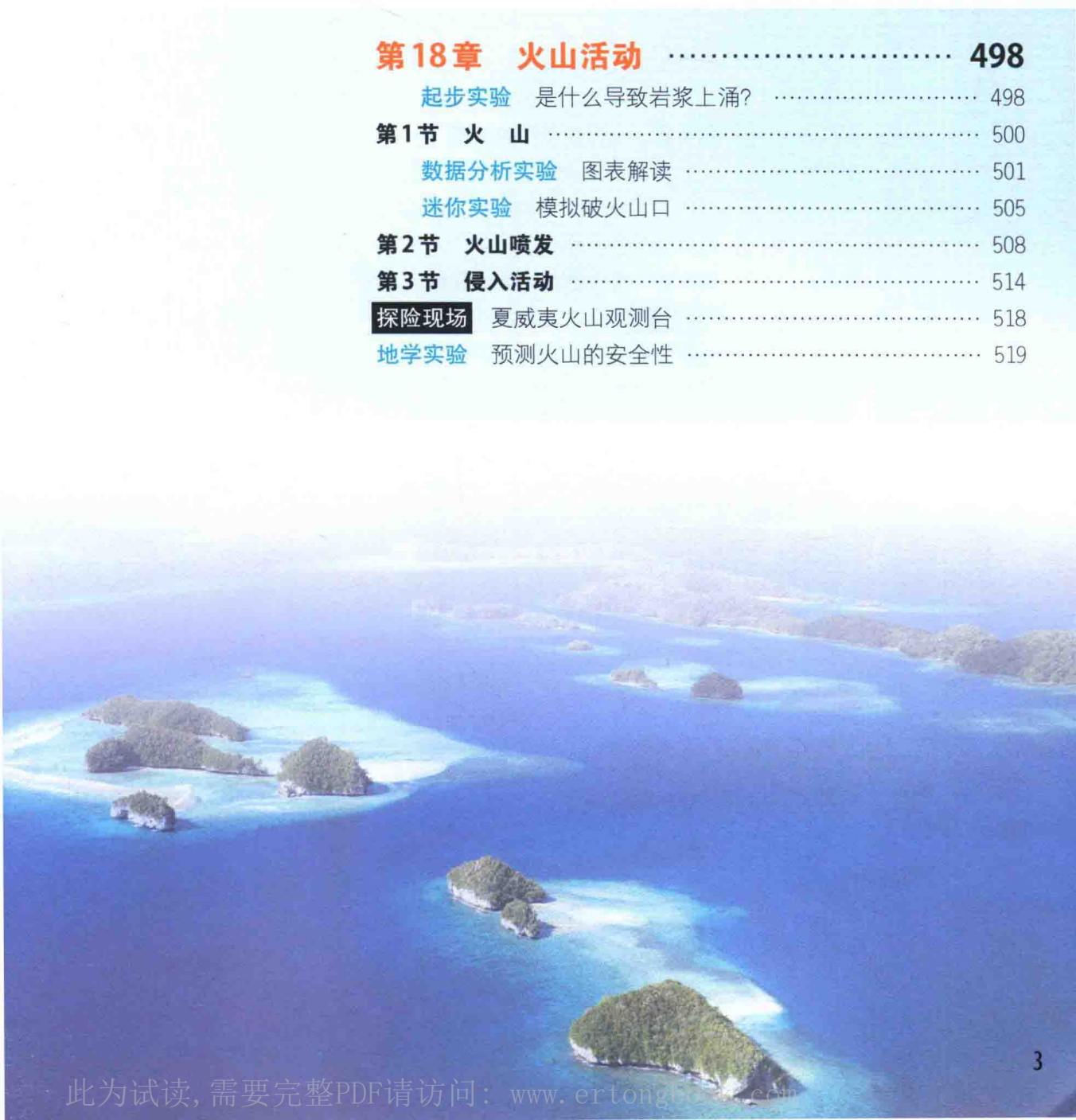
探险现场 探索深海海底 455

地学实验 辨识海岸地貌 456

第5单元
动态的地球

第17章 板块构造论	466
起步实验 加利福尼亚州在移动吗?	466
第1节 漂移的大陆	468
第2节 海底扩张	473
第3节 板块边界	480
迷你实验 模拟洋盆的形成	481
技能实验 解读科学图表	484
第4节 板块运动的成因	486
地球科学与环境 瓦鲁鲁海底山	489
地学实验 模拟板块边界和等时线	490

第18章 火山活动	498
起步实验 是什么导致岩浆上涌?	498
第1节 火山	500
数据分析实验 图表解读	501
迷你实验 模拟破火山口	505
第2节 火山喷发	508
第3节 侵入活动	514
探险现场 夏威夷火山观测台	518
地学实验 预测火山的安全性	519



第19章 地震 526

起步实验 地震是由什么造成的? 526

第1节 地球内部的力 528

第2节 地震波和地球内部 534

第3节 地震的测量与定位 539

迷你实验 制作地震烈度图 541

数据分析实验 解读数据 543

第4节 地震与人类社会 545

地球科学与社会 汲取过去的经验 552

地学实验 地震震中和板块构造 553

第20章 造山运动 560

起步实验 地壳如何置换它下面的地幔? 560

第1节 地壳和地幔的关系 562

迷你实验 模拟地壳均衡反弹 564

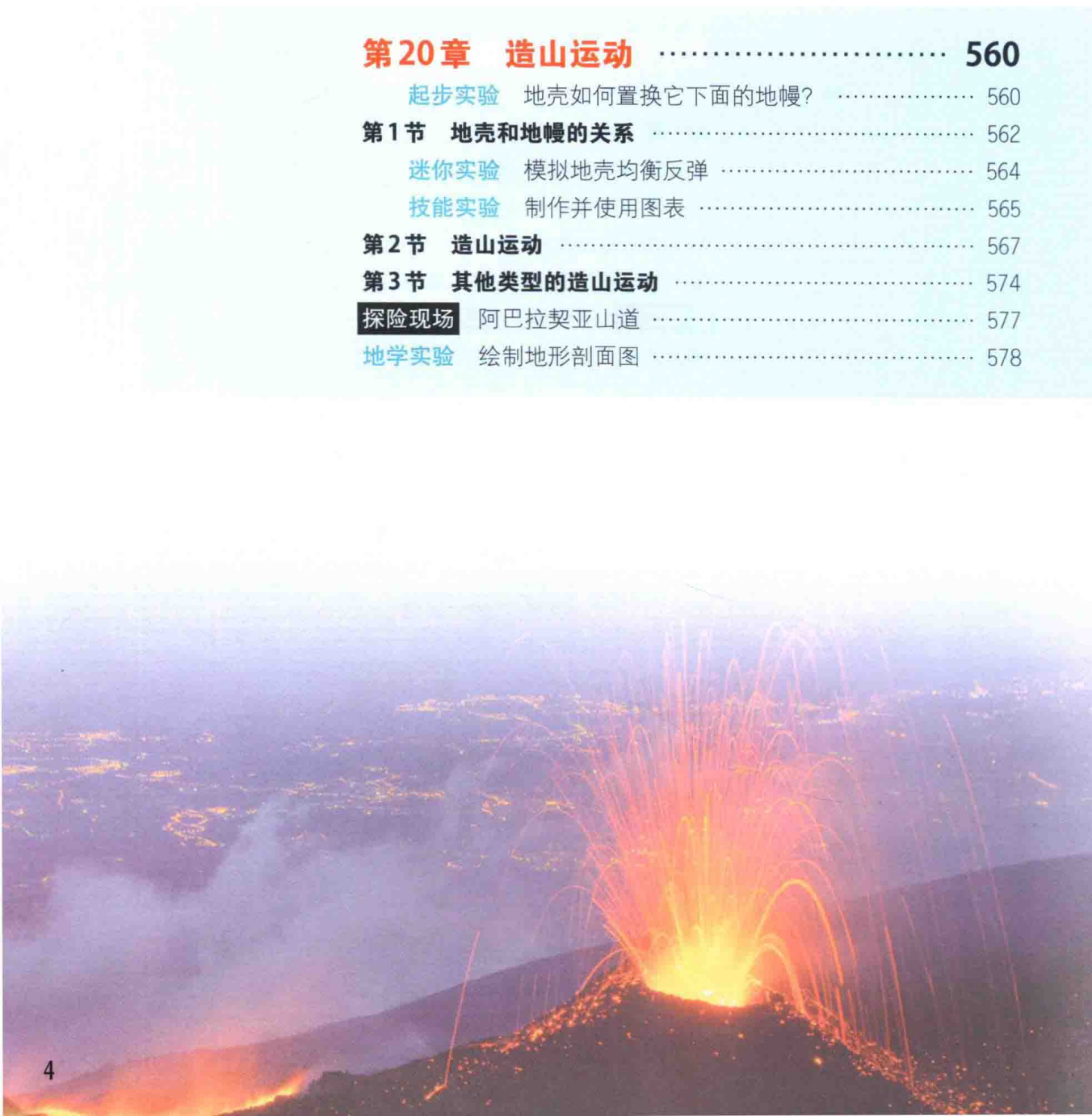
技能实验 制作并使用图表 565

第2节 造山运动 567

第3节 其他类型的造山运动 574

探险现场 阿巴拉契亚山道 577

地学实验 绘制地形剖面图 578

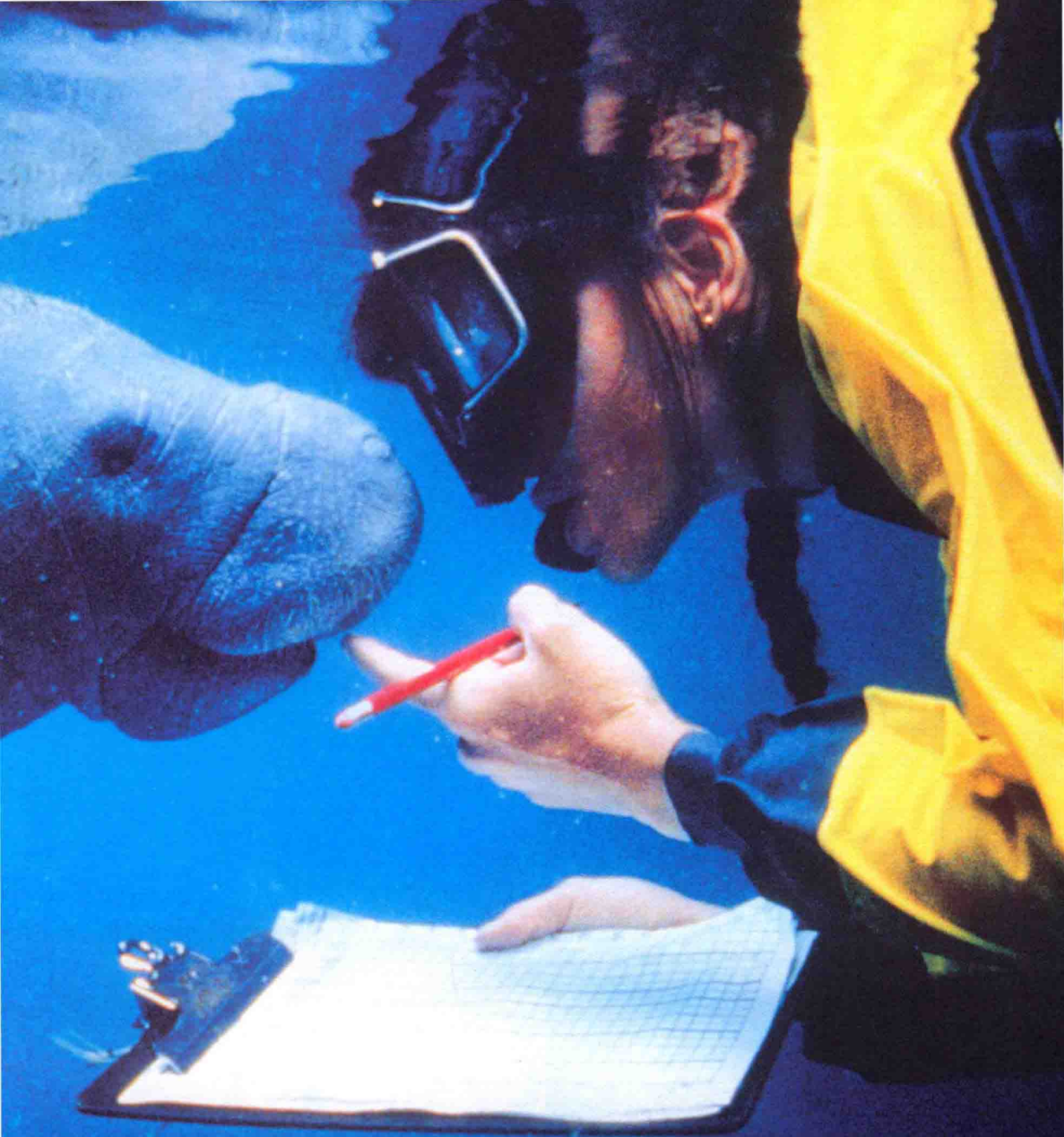




大气圈与海洋

单元内容

- 11 大气圈
- 12 气象学
- 13 风暴的本质
- 14 气 候
- 15 地球上的海洋
- 16 海洋环境



地球科学 相关职业

海洋学家

这位海洋学家正在研究一头年幼的海牛,想更多地了解它和它所生活的环境,以及它与环境之间的相互影响。海洋学家研究海洋,对水生生物进行分类和保护。

第11章

大气圈

本章大意

地球大气圈的组成、结构及特性是形成地球天气和气候的基础。

内容提要

- 1 大气圈概述
- 2 大气圈的特性
- 3 云和降水

起步实验

科学实验室

是什么原因导致云的形成?

当空气中的水蒸气凝结成小水滴或小冰晶时,便形成云。云能形成雨、雪、冰雹、雨夹雪或者冻雨。你可以在本次实验中研究凝结现象。

实验步骤

1. 阅读并遵守实验室安全守则。
2. 在一个透明的塑料碗中,倒入125 mL温水。
3. 用保鲜膜宽松地包住碗口,并盖住碗的边缘约5 cm。
4. 在自封袋里装入冰块,封好袋口,然后将自封袋放在碗口的保鲜膜上。将自封袋向下压,保鲜膜下凹,但是不接触水面。
5. 用胶带封好碗口的塑料保鲜膜。
6. 每隔10~30分钟观察冰块下面的保鲜膜上发生了什么情况,直到冰块完全融化。

实验分析

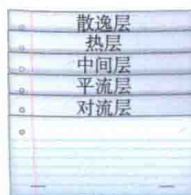
1. **推断** 保鲜膜下面出现了什么?为什么会发生这种情况?
2. **联系** 将你的观察结果与大气过程联系起来。
3. **预测** 如果碗里换成热水进行实验,又会出现什么现象?

折叠式

学习卡

大气圈的圈层

根据右图所示,制作一张五层折纸,并用它来整理你学习大气圈各个圈层过程中的笔记。



处在 6 000 m 以上高空中的云,通常由冰晶组成。低层云主要由小水滴组成,它们如同一层覆盖在天空上的“保护毯”。



冰晶



水分子

核心问题

- 大气圈中的气体和颗粒物的组成成分是什么?
- 大气圈的五个圈层分别是什么?
- 能量在大气圈中如何传输?

关键术语

对流层
平流层
中间层
热层
散逸层
辐射
传导
对流

地球科学
在你身边

摸一下某种金属制品,你能感觉到它凉凉的。金属摸起来冰凉,是因为它们从你的手中带走了热能。同理,能量也能直接从地球表面传输到大气圈最底层的空气中。

大气成分

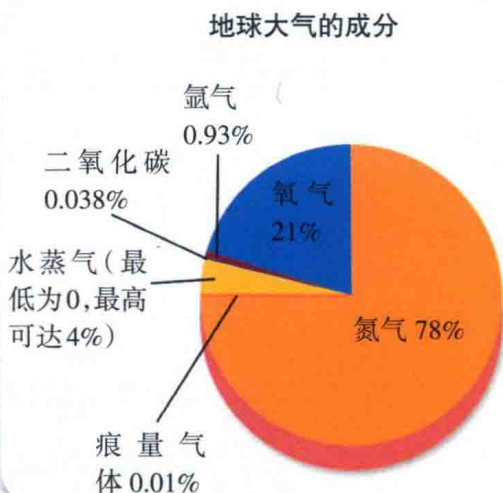
古希腊人认为,空气是组成万物的四种基本元素之一。事实上,空气是由包括氮气和氧气在内的气体,以及一些颗粒物,比如尘埃、水滴和冰晶等组成的混合物。这些气体和颗粒物组成了地球的大气圈,它包围着地球,并从地球表面一直延伸至外太空。

大气中的永久气体 空气中,氮气(N_2)和氧气(O_2)占到了约99%,剩下的1%是氩气(Ar)、二氧化碳(CO_2)、水蒸气(H_2O)和其他痕量气体,如图11-1所示。大气中氮气和氧气的数量在最近一段时期内是相对稳定的。然而,纵观地球的历史,大气的成分发生过很大的变化。例如,地球早期的大气可能主要包含氦气(He)、氢气(H_2)、甲烷(CH_4)和氨气(NH_3)。而如今,氧气和氮气不断地在大气圈、生物圈、水圈和地圈之间循环。

大气中的可变气体 大气中有些气体的浓度不像氮气和氧气那样是长期稳定的。像水蒸气和臭氧(O_3)这类气体,它们的浓度在不同的地方会有显著的变化。在这些可变气体中,一些气体,例如水蒸气和二氧化碳,它们的浓度在调节大气圈吸收和释放回地球表面的能量方面起着重要的作用。

水蒸气 水蒸气是看不见的气态水。大气圈中水蒸气的含量随时间和地点变化而变化。在一个特定的地点和时间里,水蒸气浓度可能高达4%,也可能接近于零。其浓度还会随着季节、特定气团的高度以及下垫面的地表性质而发生变化。例如,沙漠上的空气就比海洋上的空气干燥一些。

■ 图11-1 地球大气的主要成分是氮气(78%)和氧气(21%)。



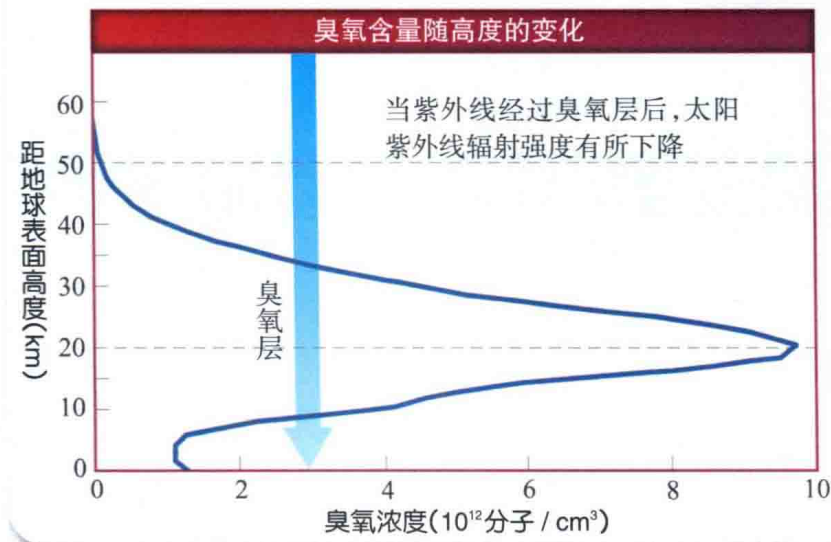
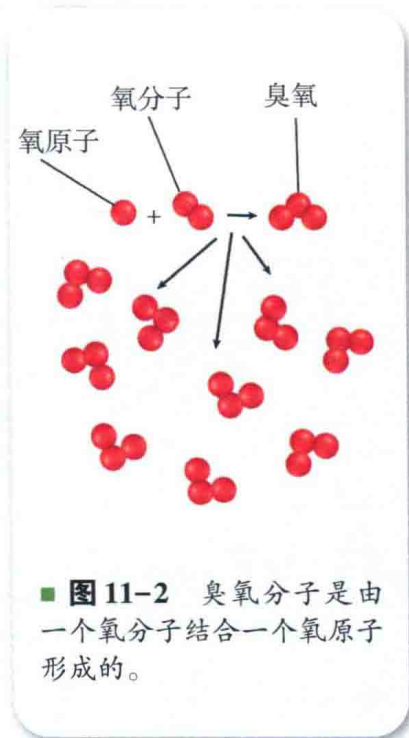
二氧化碳 二氧化碳作为一种可变气体,目前约占大气的0.038%。测量结果显示,在过去的150年里,大气中二氧化碳的浓度从0.028%增长至现在的水平。二氧化碳也同样在地球的大气圈、水圈、生物圈和地圈之间循环。

近代大气中的二氧化碳含量增加主要是由于化石燃料,比如石油、煤和天然气的燃烧。人类燃烧这些燃料,给房屋供热,发电,以及为汽车提供动力等。化石燃料燃烧还会产生其他气体,例如二氧化硫和氮氧化物,这些气体会引发呼吸系统疾病和其他环境问题。

臭氧 臭氧分子是由一个氧分子结合一个氧原子形成的,如图11-2所示。大气中的大部分臭氧存在于距离地球表面20~50 km的臭氧层中,如图11-3所示。臭氧层中臭氧的最高浓度是每立方厘米含 9.8×10^{12} 个分子,但这只占大气中的0.001 2%。

臭氧层中的臭氧浓度在高纬度地区呈季节性变化,春季达到最低值。南极洲上空臭氧的季节性变化最大。在过去的几十年间,春季南极洲上空测量到的臭氧含量显著降低。引起臭氧含量下降的原因是一种称为氟氯烃(CFCs)的化学物质,它能在大气中与臭氧发生化学反应,并将其分解。

大气颗粒物 地球大气圈中也包含了大量可变的、以微小颗粒形式存在的固体物质,比如尘埃、盐粒和冰晶。细微粒的尘埃和土壤是被风吹进大气圈的,海水飞溅时也会将盐粒带进大气。大气中的微生物,比如真菌和细菌,也被发现附着于大气中的微观尘埃粒子上。



大气圈层

大气圈可以分为五个不同的圈层,如表 11-1 和图 11-4 所示。这些圈层分别是对流层、平流层、中间层、热层和散逸层。每一层的组成和温度都不同。

折叠式学习卡

将本节信息整合到你的折叠式学习卡中。

对流层 作为距离地球表面最近的圈层,**对流层(troposphere)**含有大气圈中的绝大部分质量。天气现象发生在对流层中。在对流层里,大气温度随高度上升而下降。温度不再降低的这一高度称为对流层顶。对流层顶的高度是变化的,在赤道地区,它在距离地球表面大约 16 km 处;在极地地区,大约在 9 km 处。对流层顶的温度可以低至-60 ℃。

平流层 对流层顶的上方是**平流层(stratosphere)**。在这一层中,大气温度主要随高度上升而逐渐升高,并且它包含臭氧层。在臭氧层之下的低层平流层,温度随高度上升基本保持恒定。然而,从臭氧层下部开始,平流层中的温度就随高度上升而升高。这种加热作用主要是因为臭氧分子能够吸收大量来自太阳的紫外线辐射。在平流层顶,温度不再随着高度上升而升高。平流层顶位于距离地球表面约 50 km 的高空处。地球大气圈中大约 99.9%的质量都在平流层顶以下。

中间层 平流层顶的上方是**中间层(mesosphere)**,大约距离地球表面 50~85 km。中间层的大气温度随高度上升而下降,如图 11-4 所示。温度下降是因为这一层大气吸收的太阳辐射非常少。在中间层的顶部,温度不再随高度上升而下降,称为中间层顶。

热层 **热层(thermosphere)**约在距离地球表面 85~600 km 处。在这一层中,温度的上升是由极低的空气密度引起的,具体将在本章第 2 节中讨论。这一层的温度可以高达 2 000 ℃。电离层是热层的一部分,它由带电粒子组成。

表 11-1 大气圈的组成

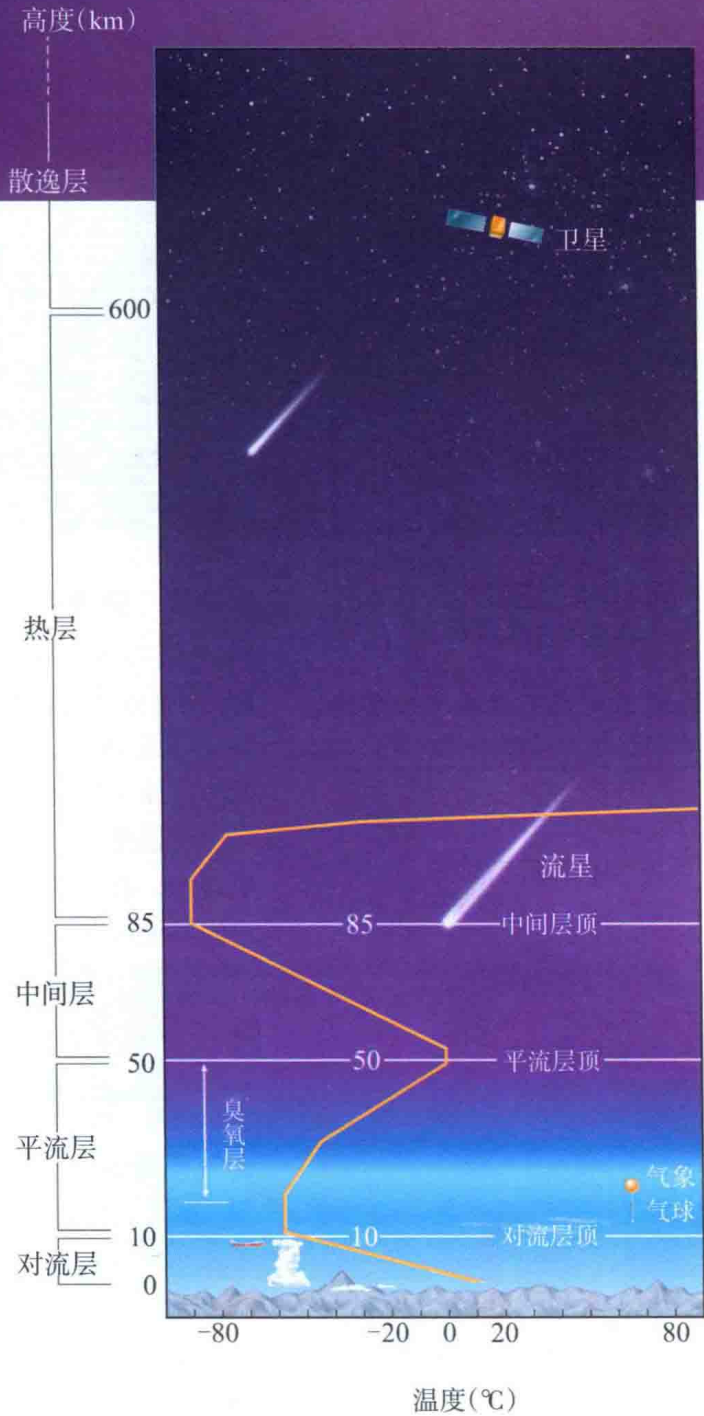
大气圈层	位置
对流层	距离地球表面最近的圈层,直到对流层顶
平流层	对流层上方的圈层,包含臭氧层,直到平流层顶
中间层	平流层上方的圈层,直到中间层顶
热层	中间层上方的圈层,吸收太阳辐射
散逸层	地球大气圈的最外层,地球大气圈和外太空的过渡带

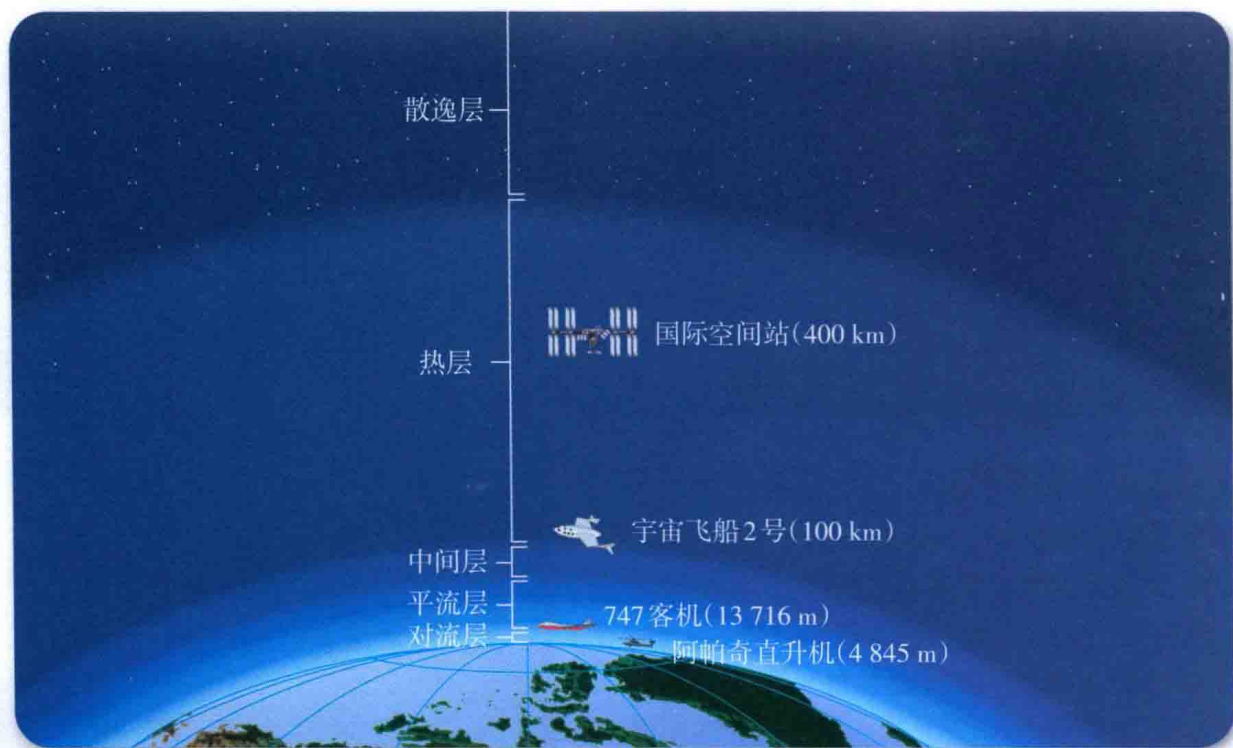
图解大气圈层

图 11-4 地球的大气圈有五层。每层的组成和温度各不相同。如图所示,大气温度随高度变化而变化。当你乘坐飞机时,起飞和降落阶段处在对流层,巡航阶段主要

在散逸层,气体分子可以在大气圈和太空之间运动。

夜光云是可以在夏季的黄昏,南北纬 $50^{\circ}\sim 60^{\circ}$ 地区看到的发光的云。它是唯一在中间层形成的云。





■ 图 11-5 不同航天器可以穿越不同的大气圈层。

比较 每种航天器在飞行过程中经过的大气圈层的数目。

散逸层 散逸层 (exosphere) 是地球大气圈的最外层, 如图 11-5 所示。散逸层从距离地球表面 600 km 处一直延伸至 10 000 km 以外的高空。在散逸层的顶部并没有明显的边界。散逸层可以看作是地球大气圈和外太空的过渡带。散逸层中原子和分子的数量随着高度的上升而变得非常稀少。

在散逸层中, 原子和分子间距离太远, 彼此之间很难发生碰撞。在这一层大气里, 一些原子和分子运动得足够快, 它们甚至可以逃到外太空。

☑ **读后自查 总结** 在大气圈较低的四个圈层中, 温度是如何随高度变化的?

大气圈中的能量传输

所有物质都是由粒子组成的, 比如原子和分子。即使物体并没有运动, 这些粒子也一直在运动着。粒子以不同的速度在各个方向上运动, 这种运动称为无规则运动。运动中的物体具有一种能量, 叫作动能。因此, 无规则运动的粒子具有动能。一个物体中由于粒子无规则运动而具有的全部能量, 称为热能。

加热是将温度较高的地方的热能传输到温度较低的地方。在大气圈中, 热能的传输方式有辐射、传导和对流。

辐射 太阳不停地向外辐射能量,它通过辐射温暖着地球表面的某些部分,如图 11-6 中的加热灯,通过辐射加热食物。**辐射(radiation)**是通过电磁波传输热能的方式。加热灯发出的可见光和红外线被食物吸收。这些电磁波携带的热能使得食物的温度上升。同样,热能也可以通过辐射从太阳传输到地球。太阳能到达地球的过程中,会被地球的大气层和地球表面吸收和反射。

吸收和反射 大部分太阳能以可见光和红外线的形式到达地球。几乎所有的可见光都可以穿越大气层,并到达地球表面。这些光波大部分被地表吸收。在地表吸收这些可见光的同时,它也会辐射红外线。大气层吸收太阳发出的部分红外线,同时也辐射出不同波长的红外线,如图 11-7 所示。

大约 30% 的太阳辐射被地球表面、大气层或云层反射到太空,另有 20% 被大气层和云层吸收。只有约 50% 的太阳辐射被地球表面直接或间接地吸收,正是这部分能量保证了地球表面的温度。

吸收率 对于任何一个特定区域而言,其吸收率会因该区域不同的物理特性及其所吸收的不同太阳辐射量而有所不同。不同区域吸收能量和不同地表物质的比热也不一样。例如,水域比陆地升温或降温速度慢。另外,总的来说,深色物体比浅色物体更容易吸收能量。比如,晴天黑沥青铺成的车道比浅色混凝土铺成的车道温度升高得更快。



■ 图 11-6 加热灯通过辐射传输热能。

■ 图 11-7 照射到地球的太阳辐射一部分被反射回太空,一部分被大气层和云层吸收,还有一部分被地球大气层或地球表面吸收。

追踪 太阳辐射被吸收和反射的路径是怎样的?

