


中等职业教育宝玉石专业试用教材

# 宝玉石地质基础

中等职业教育宝玉石专业教材编委会 编

BAOYUSHI DIZHI JICHU



地质出版社

中等职业教育宝玉石专业试用教材

# 宝玉石地质基础

主 编：赵其强

副主编：周春江 刘琼林

编 者：王红霞 刘琼林 周春江

赵其强 聂瑞骏

地 质 出 版 社

· 北 京 ·

## 图书在版编目 (CIP) 数据

宝玉石地质基础/中等职业教育宝玉石专业教材编委会 编. -北京:地质出版社,1999.9  
ISBN 7-116-02899-4

I. 宝… II. 中… III. ①宝玉石-地质学-中等教育, 地质学-中等教育-教材②玉石-地质学-中等教育: 技术教育-教材 IV. P619.23-44

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (1999) 第 14794 号

### 地质出版社出版发行

(100083 北京海淀区学院路 29 号)

责任编辑:屠涌泉

\*

北京地质印刷厂印刷 新华书店总店科技发行所经销

开本:787×1092<sup>1</sup>/<sub>16</sub> 印张:9.125 字数:210千字

1999年9月北京第一版·1999年9月北京第一次印刷

印数:1—4000册 定价:15.00元

ISBN 7-116-02899-4  
P·2053

(凡购买地质出版社的图书,如有缺页、倒页、脱页者,本社发行处负责调换)

# 中等职业教育宝玉石 专业教材编写工作领导小组

**组 长:**袁 晓 北京市职教成教教材建设领导小组办公室  
主任

**副组长:** (按姓氏笔划顺序排列)

王玉琪	北京市商业技术学校校长
王家维	北京市华夏职业高中校长
付希恭	青岛市经济职业高中副校长
孙 珉	宁波市九中校长
李 丽	北京市东城商业学校校长
陈显诚	杭州市商贸职业高中校长
杨德立	昆明市宝石职业学校校长
周春江	武汉市商业职业学校副校长
徐恩生	北京市石景山卫生学校校长

# 中等职业教育

## 宝玉石专业教材编委会

**主任：**赵庭芳 北京市宝、艺石协会教育委员会秘书长  
北京市东城商业学校（原）校长、高级教师

**副主任：**（按姓氏笔划顺序排列）

吴振寰 中国地质矿产信息研究院高级工程师、  
北京市大兴（八中）宝石职业高中兼职教师

李鸿超 长春科技大学研究员、北京大学地质系兼职教授

张肇新 中国地质科学院研究员、北京石景山卫生学校兼职教授

林培英 中国地质大学教授、北京市东城商业学校顾问兼教师

赵松龄 中国地质博物馆研究员、中国宝玉石协会副秘书长、北京市东城商业学校顾问兼教师

赵其强 中国地质大学教授、北京市华夏职业高中兼职教师

# 前 言

改革开放以来，我国国民经济飞速发展，人民生活水平日益提高。在我国有悠久历史的宝玉石文化，焕发了新的光彩。宝玉石饰品、宝玉石工艺品在市场经济的大潮中，向世人展现了全新的面貌。宝玉石业的振兴，创造了较多的就业机会，但是，有一部分从业人员专业水平差，营销素质低。据中国宝玉石协会有关专家统计，当前 50 万从业人员中受过专业教育的不足 1%。因此，社会上急需大量有良好职业道德、有一定理论基础、有专业知识和技能、初、中级宝玉石鉴定与营销人员。

当前，在北京、昆明、武汉、青岛、杭州、天津等地的中等职业学校，顺应市场需求，纷纷开设了宝玉石鉴定与营销类专业，努力培养一批既具备良好职业道德和文化素质，又懂得宝玉石基本知识 with 基本理论；既了解宝玉石加工工艺，又掌握宝玉石营销的基本知识与技能的、适应宝玉石业发展需要的初、中级宝玉石鉴定与营销人才。

虽然中等职业学校宝玉石专业开设已有五、六年的时间，也有了二、三届毕业生，但时至今日，没有一本适合中等职业学校宝玉石专业的教科书。因此，编写适合该专业的教材，不但是开设该专业的职业学校当前所急需，更是职业教育事业发展的急需。

1998 年底~1999 年初，北京市和部分省市开设宝玉石专业的中等职业学校的校长、教师和宝玉石界的专家、教授聚会北京，经过讨论和研究，一致同意，组织由行业专家和教学人员参加的编委会，在各中等职业学校校长组成的领导小组的领导下，用最短的时间编写出高质量的适合当前我国开设宝玉石专业的中等职业学校教学需要的教材。

1999 年 8 月，北京及部分省市的中等职业学校的校长和各教材编者在云南春城相聚，听取了编者的工作汇报并讨论、通过了教材的编写大纲、及部分教材的初稿。

现在将编写好的宝玉石专业教材奉献出来，算是我们奉献给从事宝玉石专业教学的广大师生一份微薄的礼物！因编写时间仓促，肯定有疏漏之处，望各界人士斧正。

愿我们的工作能为宝玉石业的发展和中等职业教育的发展作出一点贡献！

编者

1999 年 8 月

# 编者的话

本教材是根据中等职业教育宝玉石专业教材编写工作领导小组和编委会的要求，由赵其强教授主持编写的。编写过程中，首先由编写小组提出编写大纲。编写大纲经领导小组、编委会多次讨论并经编写小组多次修改后定稿；4月中旬开始分工编写初稿；初稿完成后由主编进行统编、定稿；初稿在8月初昆明教材编审工作会中讨论通过。经进一步修改后送交出版。

编写本教材的目的主要是为给学生学习宝玉石学及宝玉石学有关的地质类课程（矿物学、岩石学、矿床学等）打下牢固的基础。主要是地质作用的过程和产物及观察、分析地质问题的思维方法等方面的基础。同时也传授某些业务知识和技能，如地质构造、地质年代和古生物、放射性同位素宝玉石矿床等。这些知识对学习、研究宝玉石学很重要，但因没有相应的后继课程，因此在本书中有较详细的阐述。

本教材的取材，力求贴近宝玉石专业的要求、贴近教学、贴近学生的水平，但同时也要体现出学科的科学性、系统性和连贯性。力求使全书的结构紧凑、重点突出，尽量减少可有可无的名词术语，做到概念明确深入浅出、通俗易懂。每章之后，都附有作业及思考题。

本教材原则上是按60学时编写的，但稍有扩大，以便在教学中有选择的余地。学时的大体分配是：绪论2~3学时；第一章6学时；第二章6~8学时；第三章6学时；第四章12~14学时；第五章14学时；第六章10~12学时。附录及实习可根据实际情况插入相应的章节。

本教材是由赵其强教授主编，编写的具体分工是：

绪论、第一章及第二章的第一节由刘琼林（北京商业技术学校讲师）编写；

第二章的第二、三、四节及第三章由周春江（武汉商业职业学校一级教师）编写；

第四、五章、附录、全书作业及思考题由赵其强（中国地质大学教授、北京市华夏职业高中兼职教师）编写；

第六章由王红霞（青岛市宝石质量监督检验站讲师，青岛经济职业中学兼职教师）编写。

在本书的编写过程中参考了赵松龄教授编著的《宝玉石地质基础（普通地质学）》（北京市东城商业学校1994~1998版）。并得到北京市华夏职业高中校领导和老师们的大力支持、得到地质出版社屠涌泉副编审及北京职成教教材办公室张淑英、杜红老师的支持和帮助。刘琼林讲师在录入、排版中做了大量工作，在此一并致谢。

本教材虽吸收了各学校多年的教学实践经验，但由于编者水平及编写时间的限制，书中定有疏漏和错误之外，恳请使用本书的老师和同学们批评指正。

1999年8月

# 目 录

绪论	(1)
第一章 地球概况	(5)
第一节 地球的形状、大小及运动	(5)
一、地球的形状和大小	(5)
二、地球的运动	(6)
第二节 地球的外部圈层结构	(7)
一、大气圈	(7)
二、水圈	(8)
三、生物圈	(9)
第三节 固体地球的物理性质	(10)
一、密度	(10)
二、重力	(10)
三、压力	(11)
四、磁性	(11)
五、温度	(12)
六、弹性和塑性	(13)
第四节 地球的内部圈层结构	(14)
一、地球内部圈层划分的依据	(14)
二、地球内部圈层的划分	(16)
三、地球内部各圈层的基本特征	(17)
作业及思考题	(20)
第二章 岩石圈	(21)
第一节 岩石圈表面的形态	(21)
一、陆地地形	(21)
二、海底地形	(21)
第二节 岩石圈的物质组成	(23)
一、组成岩石圈的化学元素	(23)
二、岩石圈中的矿物	(24)
三、岩石圈中的岩石	(33)
第三节 岩石圈的结构	(34)
一、岩石圈的垂直分层	(34)
二、岩石圈板块	(35)
第四节 地质作用概述	(36)
一、地质作用概念	(36)
二、外力地质作用	(36)
三、内力地质作用	(37)
作业及思考题	(38)
第三章 地质年代	(39)



第一节	地质年代的概念 .....	(39)
第二节	相对地质年代的确定 .....	(39)
一、	地层层序律 .....	(39)
二、	化石层序律 .....	(40)
三、	切割、穿插律 .....	(42)
第三节	同位素地质年龄的测定 .....	(42)
第四节	地质年代表 .....	(43)
一、	地质年代单位及地层单位的划分 .....	(43)
二、	地质年代单位及其生物特征 .....	(43)
	作业及思考题 .....	(48)
<b>第四章</b>	<b>外力地质作用 .....</b>	<b>(49)</b>
第一节	风化作用 .....	(49)
一、	物理风化作用 .....	(49)
二、	化学风化作用 .....	(50)
三、	生物风化作用 .....	(51)
四、	风化壳 .....	(52)
第二节	剥蚀作用 .....	(53)
一、	地面流水的剥蚀作用 .....	(53)
二、	地下水、冰川、风的剥蚀作用 .....	(58)
三、	海洋（及湖泊）的剥蚀作用 .....	(60)
第三节	搬运作用 .....	(62)
一、	搬运作用的方式 .....	(62)
二、	搬运过程中碎屑物的变化 .....	(63)
第四节	沉积作用 .....	(64)
一、	河流的沉积作用 .....	(64)
二、	地下水、冰川、风的沉积作用 .....	(66)
三、	海洋、湖泊的沉积作用 .....	(67)
第五节	成岩作用 .....	(72)
一、	压实作用 .....	(72)
二、	胶结作用 .....	(72)
三、	重结晶作用 .....	(72)
第六节	沉积岩的基本特征 .....	(73)
一、	沉积岩的物质成分 .....	(73)
二、	沉积岩的结构 .....	(73)
三、	沉积岩的构造 .....	(73)
四、	含生物化石和有机质 .....	(74)
五、	分布面积广 .....	(74)
	作业及思考题 .....	(75)
<b>第五章</b>	<b>内力地质作用 .....</b>	<b>(76)</b>
第一节	岩浆作用 .....	(76)
一、	岩浆及岩浆作用的概念 .....	(76)

二、岩浆的喷出作用（火山作用）	(77)
三、岩浆的侵入作用	(80)
四、岩浆岩的基本特征	(82)
第二节 变质作用	(84)
一、引起变质作用的因素	(84)
二、变质作用的基本类型	(85)
三、变质岩的基本特征	(87)
第三节 构造运动及构造变形	(87)
一、构造运动的概念	(87)
二、构造运动的标志	(88)
三、构造变形	(91)
四、褶皱构造	(93)
五、断裂构造	(95)
作业及思考题	(99)
<b>第六章 宝玉石矿床概述</b>	<b>(101)</b>
第一节 矿床概念及成因分类	(101)
一、矿床、矿体、围岩和矿石	(101)
二、成矿作用及矿床的成因类型	(103)
第二节 内生矿床	(104)
一、岩浆矿床	(104)
二、伟晶岩矿床	(106)
三、热液矿床	(109)
四、接触交代矿床	(113)
五、火山成因矿床	(116)
六、变质矿床	(118)
第三节 外生矿床	(119)
一、风化矿床	(120)
二、砂矿床	(123)
三、可燃有机矿床	(126)
作业及思考题	(127)
<b>附录：地形图和地质图的基本知识</b>	<b>(129)</b>
一、地形图	(129)
二、地形地质图	(131)
<b>参考文献</b>	<b>(135)</b>

# 绪 论

珠宝玉石在人们的心目中往往是财富、权力、地位的象征，是纯洁、幸福、成功的象征。因此珠宝玉石深受人们的钟爱，都期望能拥有珠宝玉石。但究竟什么是珠宝玉石？珠宝玉石是怎样形成的？有什么功能？如何识别等等问题就未必都很清楚。为了使珠宝玉石的爱好者和立志于从事珠宝玉石工作的同学们，对这些问题有清楚的认识，并掌握必要的理论知识和基本技能，从这门课程开始，我们由浅入深地系统讲授这方面的内容。为了使大家在学习过程中有共同语言，首先介绍一些有关的名词概念。

## 一、什么是珠宝玉石

珠宝玉石是天然珠宝玉石和人工珠宝玉石的统称，简称宝石。

天然珠宝玉石，包括天然宝石、天然玉石和天然有机宝石。本课程中简称之为宝玉石。

天然宝石：由自然界产出，具有美观、耐久、稀少性，可加工成装饰品的矿物的单晶体（可含双晶），如钻石、红宝石、蓝宝石、祖母绿、水晶等。

天然玉石：由自然界产出的，具有美观、耐久、稀少性和工艺价值的矿物集合体，少数为非晶质体。如翡翠、羊脂玉、岫玉、独山玉等。

天然有机宝石：由自然界生物生成，部分或全部由有机质组成的可用于装饰的固体。养殖珍珠也归于此类。如珍珠、珊瑚、琥珀等。

由上面的定义不难看出，天然的宝玉石都是自然界产出的矿物或矿物集合体（岩石），都具有美观、耐久、稀少的特点。因此宝玉石都是矿物、岩石中的精品，如现在已知的矿物有 3000 多种，但能做宝玉石原料的仅 230 种左右，市场上常见的也只有 20 多种。

宝玉石之所以深受人们的喜爱，是因为它在人们的社会生活中有其特有的地位和作用（功能），归纳起来以下几方面。

### 1. 商品功能

宝玉石是一种商品。因为在寻找、开采、加工、销售宝玉石的过程中，人们都要付出很大劳动，因此就具有价值。另外它本身就是一种资源，也应有其价值。据报道，宝玉石的产值，占世界非能源矿产产值的第三位，仅次于金和铁。

### 2. 货币功能

天然的宝玉石大多具有不可再生性，随着开采量的增加，储量日益减少，价格不断上涨。因此宝玉石作为硬通货的趋势日益明显，许多国家都将高档的优质宝石（钻石、祖母绿、红宝石、蓝宝石等）列为国家银行的资产。

### 3. 艺术价值

艺术价值是宝玉石极具特色的功能。从人类用兽牙、贝壳、砾石串成的项链开始，到今天琳琅满目的宝玉石工艺品和装饰品，无不体现人类对美的追求和向往。一件玲珑剔透的宝玉石装饰品，有着无以伦比的艺术魅力，它不仅使佩戴者显得雍容华贵、美丽动人，而且还代表着一些美好的祝愿：永恒、成功、友爱、吉祥等。能工巧匠的精心之作，往往可以焕发永久的艺术魅力。

#### 4. 收藏价值

由于天然的宝玉石都具有美丽、稀少和不可再生的特点，且增值较快，因而深得收藏者的珍爱。

#### 5. 药用和保健功能

我国有水晶“辛寒无毒”，能“安心明目”的记载。认为水晶饰品能起解除烦躁、稳定情绪的作用，玉石能起缓衰老、调节气血的作用。孔雀石可祛痰、镇惊。珍珠粉自古以来被作为美容的佳品等。

另外在文物、科学研究等方面也有一定作用，在此不再一一列举。

### 二、宝玉石是怎样形成的

1. 宝玉石都是由地质作用形成的。从上面的定义我们知道宝玉石都是矿物或矿物的集合体（岩石）。地质学的很多事实都说明，自然界的矿物是地质作用形成的，因此天然的宝玉石也必然是地质作用形成的。如金刚石（加工后的宝石称为钻石）是在地下 200~300 km 的深处形成的，后被带至近地表的浅处，就是说金刚石的形成与岩浆的活动（称岩浆作用）密切相关。又如琥珀，是松柏类植物的树脂被埋在地下，经石化作用而形成的。因此可以说，宝玉石矿物（或岩石）是由地质作用使成矿的元素相对富集，在适当的物理、化学条件下形成的。当具有开采价值时，就成为宝玉石矿床。

2. 地下深处形成的宝玉石矿物、岩石，由于构造运动被带到地球表层或地表，这样才有开采利用的可能。

3. 地质作用及地质环境改变，对宝玉石的性质和质量都有很大影响，如成矿以后的构造运动对宝玉石矿物、岩石及矿床都可产生很大的破坏作用，使它们产生很多裂隙以至完全破碎。再如金刚石，由于温度、压力变化，不但影响晶形，还影响颜色，在绝氧的条件下加热到 2000~3000℃，金刚石可缓慢地变成石墨。

### 三、宝玉石学与地质学的内在联系

一般认为，宝玉石学是研究宝玉石及原料的科学。

具体地说，宝玉石学是研究各种宝玉石的物质成分、物理和化学性质、工艺特点、加工技术、分类、营销及宝玉石矿物岩石的特征、产状、成因等内容的科学。它集宝玉石鉴定、合成和仿制、加工和制作、勘探和开采及宝玉石经营等为一体的学科。

宝玉石学是与地质学艺术、加工、商贸等学科密切相关的边缘学科。从以下对地质学的介绍可以看出宝玉石学与地质学的内在联系。

地质学是研究固体地球的科学，当前主要是研究地球的表层（地壳或岩石圈）。地质学的研究内容很广泛，现已形成具有很多分支学科的学科体系：

(1) 研究地球的物质组成的学科，如结晶学、矿物学、晶体光学、岩石学、矿床学、地球化学等；

(2) 研究地球的内部结构及构造运动的学科，如构造地质学、大地构造学等；

(3) 研究地球的形成及演化的学科，如古生物学、地层学、地史学等；

(4) 研究地质学应用的学科，如找矿勘探地质学、水文地质学、工程地质学、石油地质学、煤田地质学、环境地质学等。

在上述学科中，与宝玉石学最为密切的是结晶学、矿物学、晶体光学、岩石学、矿床学等，它们是宝玉石学的基础。因此可以说，宝玉石学是地质学的一个边缘学科。它是作

为矿物学的一个专门分支发展起来的学科。但宝玉石学的深入研究又促进了矿物、岩石学的发展。

#### 四、本课程的目的任务

《宝玉石地质基础》不是一个独立的学科，而是一门学习宝玉石入门的课程，它的目的是：

(1) 为后继课程打基础。本课程重点是讲述各种地质作用，而各种矿物和岩石都是由地质作用形成的，因此有了地质作用的基础，为深入学习矿物、岩石等课程会起到事半功倍的作用，因此称之为入门课。

(2) 地质学中的一些内容对宝石学的学习、研究是很必要的，但由于时间所限，不能单独开设课程，因此在本课程中给予较详细的介绍。如构造地质、地质年代及古生物、放射性同位素、宝玉石矿床等。

(3) 培养观察分析问题的能力。地质现象是很复杂的，如何运用“将会论古”的原则进行分析，建立正确的时空观和辩证唯物的思维方法，对后继课程的学习及今后的工作都是很有必要的，也是很有益处的。

#### 五、学习中应注意的几个问题

宝玉石矿物都是地质作用形成的，宝玉石矿床绝大多数都产生于地球内部，宝玉石矿床的分布规律受地质因素的控制等等，决定了宝玉石专业必须学习地质学中的一些课程。在学习地质学课程时应注意以下几个问题。

1. 明确地质学研究对象的特点。地质学的研究对象是地球或是地球的某一区域，其特点是：

(1) 整体的规模很大，岩石圈的表面积 $>5 \times 10^8 \text{ km}^2$ 、平均厚度 100 km；

(2) 发展时间长，46 亿年；

(3) 作用的因素复杂，除物理、化学作用外，还有生物的作用，而且错综复杂相互交织；

(4) 区域差异明显。

2. 建立起地质事件的时空观。由于地质作用的过程缓慢、时间长、范围大，因此计量地质事件的时间通常是以百万年 (Ma) 为单位，空间是以 km 为单位。

3. 掌握辩证的思维方法。学习、研究地质问题，必须有全面的观念、发展变化的观念，由现象到本质，这样方能得到正确的结论。

4. 学会运用现实类比和历史分析的原则，简称为“将今论古”的原则，即从研究现代正在进行的地质过程入手，总结出规律，再去推论地质历史上同类地质过程的发展和结局。例如现代的珊瑚是生长在热带或亚热带的浅海环境，当发现某时代的岩石中也含有珊瑚化石时，则可推断该地区当时也是热带或亚热带的浅海环境。但运用时应有发展的眼光，因现在的地质过程与地质历史时期的同类过程不可能完全相同。

5. 实践、实践、再实践。地质学是在人们向大自然索取矿产资源和改善环境的实践过程中发展起来的。地质工作都是在实地对地质现象仔细观察取得资料后，经过鉴定和综合分析，再回到实践中得到验证，才能得出规律性的认识。有时要经过几次反复。既使对矿物、岩石、宝石的识别，也只有反复观察才能真正掌握。因此，实践是理解和掌握地质知识的重要方法。

## 作业及思考题

1. 为什么说宝玉石学与地质学有密切的内在联系？是一门边缘学科？
2. 宝玉石专业的同学为什么要学习矿物学、岩石学等地质课程？
3. 学习本课程的目的目的是什么？
4. 试举例说明“将今论古”原则的基本思路。

# 第一章 地球概况

地球是太阳系的九大行星之一，到太阳的平均距离为  $1.496 \times 10^8$  km（称 1 个天文单位）。地球创造了生物，也创造了人类，是人类赖以生存和发展的空间，天然宝石都赋存于地球之中，是地球演化过程中的产物，因此对地球的情况应有所了解。

## 第一节 地球的形状、大小及运动

### 一、地球的形状和大小

关于地球的形状，一直是人类关注的问题，我国古代曾有“天圆地方”的说法，但随着科学技术的发展，人们对地球的形状及其大小的认识也愈来愈准确，特别是通过人造地球卫星，获得了相当准确的数据（图 1-1）。下面所列的是国际大地测量与地球物理联合会 1980 年公布的数据：



图 1-1 人造地球卫星从 36000 km 高空拍摄的地球照片  
(从地中海到南极冰盖)

赤道半径	6378.137 km
两极半径	6356.752 km
长、短半径之差	21.385 km
平均半径	6371.012 km
扁率	$1/298.257 = 0.0033528$
赤道周长	40075.7 km

子午线周长	40008.08 km
表面积	$5.101 \times 10^8 \text{ km}^2$
体积	$1.0832 \times 10^{12} \text{ km}^3$

大家知道，地球表面是崎岖不平的，因此我们通常所说的地球形状，是指由大地水准面所圈闭的地球的形状（地球体），而不是由地球表面圈闭的实际形状。大地水准面是指由平均海平面构成并延伸通过陆地的封闭曲面。它是一个假想面。为了简化计算，地球的形状也可以看成是由赤道半径、极半径构成的椭圆绕极轴（地轴）旋转所形成的旋转椭球体的形状，它与地球体的形状很接近，但并不完全重合。地球体的南半球略粗，南极向内下凹约 30 m；北半球略细，北极向外凸出约 10 m，好似一个梨的形状，因此有人也称地球体为“地球梨状体”（图 1-2）。

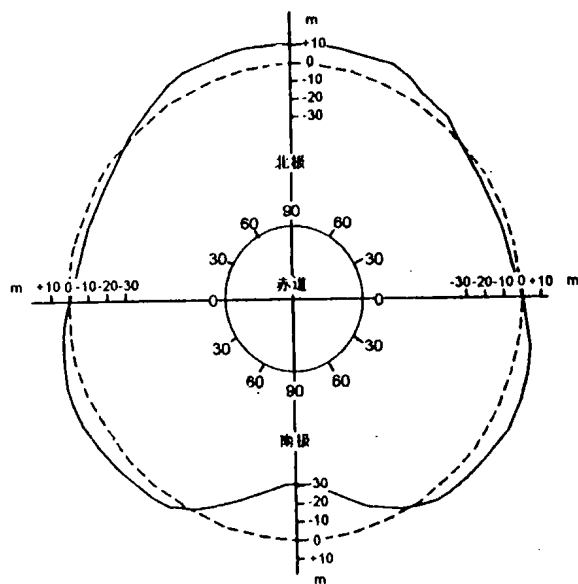


图 1-2 地球的形状示意图

（据 D. G. King-Hele 等，1969）

实线—大地水准面圈闭的形状（比例夸大）；虚线—旋转椭球体形状

根据对地球形状的分析，我们可以推论：

(1) 地球具有弹性，因此在自转力的作用下才能形成赤道半径略长、扁率很小的旋转椭球体的形状；

(2) 地球内部的物质是不均一的，因此地球体的形状与旋转椭球体虽很接近，但并不是完全重合。

## 二、地球的运动

在宇宙空间，地球处于不停的运动之中，包括自转、公转及极移等。

### (一) 地球的自转

地球的自转是指地球沿赤道面绕地轴（极轴）由西向东（逆时针方向）旋转的运动。地球自转一周的时间为 23 小时 56 分 4 秒（一昼夜），自转的角速度  $15^\circ/\text{h}$  或  $15'/\text{min}$  或  $15''/\text{s}$ ，



赤道的线速度为 465 m/s。经长期观察，地球自转的速率快慢略有变化，这是由于地球内部物质运动引起的。

## （二）地球的公转

地球在自转的同时，还与其它行星一起绕太阳由西向东旋转（公转）。地球公转的平面称黄道面。公转的角速度平均为  $59'08''/d$ ，线速度为 30 km/s，公转一周的时间平均为 365.256 d（一年）。赤道面与黄道面的交角（赤黄交角）为  $23^{\circ}26'$ ，由于该交角的存在，地球在绕太阳公转一周的时间中，太阳对地球的直射点将发生周期性的变化，就产生了四季和 24 个节气。另外地球还要随太阳系在星际空间运行。

## （三）极移

极移是指地极在地面上的移动，包括周期的运动和长期的漂移等。极移的范围不大，约  $24 m^2$ 。但极移可引起地球各地的纬度、经度和离心力发生颤动式的变化，影响构造运动。

# 第二节 地球的外部圈层结构

地球具有圈层结构，这是地球的另一个重要特点，是地球运动、演化的结果。地球的圈层可以地表为界，划分为外部圈层和内部圈层。内部圈层是指固体地球具有的圈层；外部圈层是指固体地球的外部（地表以上）所具的圈层，包括大气圈、水圈和生物圈，它们各自形成一个围绕地球分布的封闭体系，但各圈层之间又相互渗透、相互影响，共同促进地球外部环境的演化。

## 一、大气圈

大气圈是指由气体构成的环绕固体地球的连续圈层。大气圈没有明显的上界，如赤道上空 40000 km 的地方仍有大气的踪迹；地面以下，在土壤、岩石以及水中也都有少量气体存在（其深度一般小于 3 km）。大气圈是地球的保护层，不但防止地球免遭流星的撞击以及紫外线的辐射，也使地球保持恒定的温度和充足的水分，这些都是人类和生物赖以生存必不可少的物质条件，因此大气圈是促进地表形态演化的重要动力和媒介。

大气圈总质量约  $5.136 \times 10^{18} kg$ ，约占地球总质量的  $9/10^7$ ，但由于地球引力的作用，其中 73% 聚集在距地面 10 km 的范围内。因此越接近地面，大气的密度越大，压力和温度也越高。大气圈中的大气，是多种气体的混合物，其主要成分有氮（78.09%）、氧（20.94%）、氩（0.93%）、二氧化碳（0.03%）、惰性气体以及水蒸气等。但随着人类活动的日益增强和工业化的发展，大气中的有毒、有害物质和悬浮颗粒也明显增多。

根据大气的温度、压力及运动特点等，大气圈自下而上可分为对流层、平流层、中间层、电离层（暖层）和扩散层（逸散层）（图 1-3）。但与人类和地质作用最密切相关的是对流层，其次为平流层。

### （1）对流层

对流层是指大气圈最底部、大气具有显著对流运动的圈层。与固体地球直接接触。其厚度在赤道地区约 16~18 km，两极约为 7~10 km，冬季的厚度较夏季厚度薄。由于对流层靠近地面，受地球引力最大，故其质量最大，约占大气圈总质量的 79.5%。大气的成分主要是氮和氧（约占 98.5%），此外还有少量二氧化碳、水蒸气和尘埃、烟粒等固态杂质。对流层中大气的温度主要是由于吸收地面的辐射热（即由太阳光照射地面后辐射出来的