

DIZHIXUE JIANMING JIAOCHENG

地质学简明教程

苏文才 朱积安 编著

DIZHI XUE JIAN
MING JIAO CHENG

华东师范大学出版社

地质学简明教程

苏文才 编 著
朱积安

华东师范大学出版社

地 质 学 简 明 教 程

苏文才 朱积安 编 著

华东师范大学出版社出版

(上海中山北路3663号)

新华书店上海发行所发行 常州人民印刷厂印刷

开本: 787×1092 1/32 印张: 19.25 字数: 470 千字

1991年4月第一版

1991年4月第一印次刷

印数: 1—3,000本

ISBN 7-5617-0610-3/K·048 定价: 5.05元

前 言

地质学和地理学都是研究地球的科学，同属地学的范畴。

地质学是地理专业中的一门重要的专业基础课，它与自然地理基础的其他内容——水文学、地貌学、土壤学和区域自然地理学等有密切的联系。

本书是根据高等院校地理专业地质学课程教学大纲编写的教材。从地理专业的实际需要出发，本书重点对地球的结构、地质构造、地壳演化、矿产资源等方面的地质学基础理论作系统而概括的阐述，并在一定程度上反映了地质学科的新成就和新动向。

本书是我们在多年教学中使用的讲义和讲稿的基础上编写的。在教研室全体同志的关心与支持下，讲义已修改多次。因此本书的脱稿，包含着教研室全体同志的劳动成果，对此我们表示衷心感谢。

本书的绪论和第三、四、五、六、七、八、九、十、十五、十七章由苏文才编写；第一、二、十一、十二、十三、十六章由朱积安编写；第十四章由朱履熹编写。全书由苏文才统一定稿。书中插图由朱懿平、岑懿同志清绘。

我们对所有为本书修改、编辑、出版付出了辛勤劳动的同志深致谢意。由于我们的水平有限，错误及不妥之处在所难免，恳请读者批评指正。

编者

1989年1月

绪 论

地质学是一门研究地球的科学。在目前的科学技术条件下，人们还不能直接观测地球内部深处，因而地质学主要的研究对象是地球外层的岩石圈。它的主要研究内容包括岩石圈的物质组成、地质作用的发育过程和产物、地壳的结构和构造、地壳的发展历史以及矿产的形成与分布规律，从而为人类利用和改造自然提供必要的地质依据和矿产资源。

当前世界范围的新技术革命正在蓬勃兴起，随着经济建设的高度发展和生活水平的提高，人类共同面临着资源、能源、环境等重大问题，而这些问题都与地质科学有着十分密切的联系：

要发展工业，首先要查明各种矿产资源和工程设施的地质条件，不探明必要的矿产资源，冶金、化工、建材等基础工业的发展，就会处于盲目的状态；搞工程建设先要弄清地质条件，不查明地质情况，铁路、电站、桥梁、水库坝址、高层建筑、港口码头等就不能定线、定点和设计施工；工农业生产发展所需的煤炭、石油等能源资源，也要通过地质调查来探知其分布和储量。因此，地质工作是国民经济各部门发展的“尖兵”，必须走在各类建设的前面。

地球是人类生存的场所。它的运动和变化，直接影响着人类的安危。一些突发性的地质事件，如强烈的地震和火山喷发、大型的山崩和滑坡等，往往造成巨大的灾害，使人民的生命财产遭受重大损失。人类与这些自然灾害进行斗争，就必须应用地质学的知识，研究它们产生的机理和发展的规律，从而采取有效措施进行防护，将自然灾害所造成的损失，减至最低程度。

现代人类的活动已成为一种巨大的地质营力。矿产的勘探和开采常造成环境的破坏和污染；水库的兴建常常引起岸坡再造和崩塌；地下水的过量开采时常引起大面积地面沉降、海水倒灌和土地盐碱化；森林的过度砍伐和草原的破坏又可导致水土流失和河淤积。总之，地质环境的不断恶化已严重威胁着人类生活和生产的发展。因此，在利用、改造自然的过程中控制对环境的破坏，是当前一项艰难而紧迫的任务。在这方面，地质科学也有其重要的作用。

当然，新兴工业的崛起，尤其是原子核能工业和国防尖端工业的迅猛发展，矿物原料和同位素等新资源的要求与日俱增，……，这些都向地质科学提出了许多新问题、新要求，大大促进了地质科学的迅速发展。近三四十年来，地质科学吸取了物理学、化学和其他基础理论科学以及近代新技术的最新成就，冲破了陈旧的研究界限，加速了自身的发展，并逐步形成一些边缘学科。

随着生产发展的需要，近代地质学的各个部分已形成独立的学科体系，发展了很多分支学科，如：矿物学、岩石学、矿床学、构造地质学、大地构造学、古生物学、地史学、地层学、水文地质学、工程地质学、第四纪地质学、海洋地质学、同位素地质学、环境地质学等。

地质历史中各种地质事件的发生过程多数是极其缓慢的，许多地质现象都是经过漫长

的时间后才形成的；地质作用过程所涉及的范围和规模都较大，常会超越人类生活中的惯用尺度；地球又是一个极不均一的物体，它的各个部位无论在物质状态、运动和演变特点上都具有区域差异性；地质变动和地质作用更是极其复杂，既有物理、化学或生物的变化，也包括了离子和原子的微观过程，既有无机界的物质运动，也有有机界的物质运动。总之，地质学的研究对象具有历史性、地域性和复杂性的特点。

基于上述特点，地质学的研究十分重视野外地质调查工作。因为正确的地质理论必须建立在综合分析大量反映自然界客观规律的实际资料之上，并能经受反复实践的检验才能成立。而只有通过野外地质调查，才能获得可靠的原始资料来作为分析研究的基础。考察的方法，除通常的野外工作外，也可借助于遥感技术、航空测量及地球物理等现代技术手段。在野外考察调查的基础上，还应用各种物理、化学的手段和现代仪器设备，进行实验室分析和模拟试验。如用偏光显微镜、电子显微镜对矿物、岩石的内部结构和构造进行观察分析；仿照矿床形成时的高温、高压环境，模拟矿床的形成过程；以及在室内模拟在漫长地质时期形成褶皱山系的应力状态及发育过程等。

对野外和实验中所取得的资料，地质科学常常采用“将今论古”的历史比较方法进行综合分析研究。“将今论古”的含义是指根据研究现代地质作用所得出的规律，去认识和恢复地质时期中地质事件的过程。例如，若在高山上发现了含珊瑚化石的石灰岩，根据现代珊瑚只能生活在温暖的浅海环境中，即可推断此高山地区在地质时期中曾是浅海环境，后来由于地壳运动抬升才形成高山。又如在现代火山活动地区，常可见到岩浆喷出地表后凝固形成的火山岩。因而，当在某地发现火山岩时，就可得出结论，该地区在地质年代中曾经有过火山喷发活动。

当然，在地质历史中有机界和无机界都在进化和演变着，而且其进化过程是不可逆的，不存在古今绝对一致的规律。离现代时间愈久，这种差异性也就愈大。例如6亿年前的海洋中有大量硅质(SiO_2)沉积，这可能与当时的大气成分和海水的特性有关，随着大气圈和海洋的演变，在现代海洋中就很难形成类似的沉积。因此运用“将今论古”原则时，不能机械地将现代进行着的地质作用与过去类比，要考虑到地质历史上特定阶段的产物具有当时的地质、地理和生物演化的特点，只有综合分析各种条件，才能正确地了解过去与认识现在。

地质学是在生产实践中发展起来的一门科学，人们在长期的生产实践和与自然灾害的斗争中，累积了丰富的有关地球的知识。我国是世界文明古国之一，古代人民早就对地质现象有所认识，并在矿产的开采和利用中应用了有关的地质知识。远在公元前15世纪的商代，农业和生活上普遍使用了铜、锡、铅铸成的青铜器。公元前5世纪的春秋战国时，人们便发现了煤、金、银、锡、铜、磁铁矿、赤铁矿、雄黄等矿产原料，并已在四川开始打深井，开采井盐。在地质原理的认识方面，南宋的朱熹、北宋的沈括以及明代的徐霞客对地质现象都有独到的见解。朱熹提出了山脉形成和硬结成岩作用的最初概念；沈括在《梦溪笔谈》一书中首先提出了化石的概念，他根据太行山麓含螺蚌化石的砂砾岩，推断出太行山在远古曾处于滨海环境的结论，而且还论述了华北平原的成因；徐霞客对喀斯特地貌作过详细的描述，正确地揭示了地下水的地质作用。我国古籍中的地震记录是世界上最早、最完整的，它对现代研究地震区划仍有重要意义。东汉张衡于公元132年创造了世界第一台地震仪——候风地动仪，用这台仪器准确地测出了发生于公元138年距洛阳650公里

的陇西地震。

近代，我国地质学者也有许多重大的贡献。例如 1912 年章鸿钊首先开办了地质讲习班，积极培养地质人才，并成立了地质研究所。李四光应用力学的原理研究地质现象，创建了地质力学；并对庐山第四纪冰川进行了详细考察，为我国第四纪冰川研究累积了丰富的资料。裴文忠于 1929 年在周口店发现了中国猿人化石，对人类起源问题研究作出了贡献。新中国成立后，政府和人民对地质学非常重视，为其发展创造了有利条件。地质工作者为国民经济的发展提供了矿产资源开发和工程建设所需的大批地质资料。此外，在区域地质图的编制、海洋地质的调查与勘探、地下水资源评价和开发利用、地热利用、矿产形成条件与成矿规律，以及沉积相与古地理、中国大地构造及其演化、中国地层与晚期前寒武系地层、环境地质、地震地质等方面的研究，都取得了显著的成绩。

地质学中有许多问题需要人们进一步研究、解决。其发展对人类的科学进步和经济发展有不可取代的重要意义。

目 录

绪论	(1)
第一章 地球的内部结构	(1)
第一节 地球的内部圈层	(1)
一、地震波对地球内部圈层的探测	(1)
二、地球内部圈层的物质组成及特征	(5)
第二节 地壳的物质组成	(8)
一、地壳的化学组成	(8)
二、地壳的矿物、岩石组成	(10)
第三节 地壳的结构和类型	(10)
一、地壳的结构	(10)
二、地壳的类型	(11)
第二章 地质年代与地质作用	(17)
第一节 地质年代	(17)
一、相对地质年代	(17)
二、同位素地质年代	(19)
三、地质年代表	(19)
第二节 地质作用	(21)
一、内力地质作用	(23)
二、外力地质作用	(23)
三、内、外力地质作用的关系	(23)
第三章 外力地质作用	(25)
第一节 风化作用	(25)
一、物理风化作用	(25)
二、化学风化作用	(26)
三、生物风化作用	(27)
四、风化壳	(28)
第二节 剥蚀作用与搬运作用	(28)
一、地面流水的剥蚀与搬运作用	(28)
二、海水和湖水的剥蚀与搬运作用	(29)
三、地下水的剥蚀与搬运作用	(30)
四、冰川的剥蚀与搬运作用	(31)
五、风的剥蚀与搬运作用	(31)
第三节 沉积作用	(32)
一、机械沉积作用	(32)
二、化学沉积作用	(34)
三、生物沉积作用	(34)

第四节	成岩作用·····	(34)
一、	压固作用·····	(34)
二、	胶结作用·····	(35)
三、	重结晶作用·····	(35)
第四章	岩浆与岩浆活动·····	(36)
第一节	岩浆及岩浆作用的概念·····	(36)
一、	岩浆概述·····	(36)
二、	岩浆作用·····	(37)
三、	岩浆的起源·····	(37)
第二节	火山作用·····	(38)
一、	火山喷发现象·····	(38)
二、	火山喷出物·····	(38)
三、	火山喷发方式与类型·····	(39)
四、	火山的地理分布·····	(41)
第五章	矿物·····	(43)
第一节	概述·····	(43)
一、	晶体和非晶质体·····	(43)
二、	矿物的化学组成·····	(44)
第二节	矿物的形态·····	(46)
一、	矿物单体的形态·····	(46)
二、	矿物集合体的形态·····	(47)
第三节	矿物的物理性质·····	(49)
一、	矿物的光学性质·····	(49)
二、	矿物的力学性质·····	(51)
三、	矿物的其它物理性质·····	(53)
第四节	矿物分类和各类常见矿物的特征·····	(53)
一、	矿物的分类与命名·····	(53)
二、	自然元素矿物·····	(54)
三、	硫化物及其类似化合物矿物·····	(56)
四、	氧化物和氢氧化物矿物·····	(58)
五、	卤化物矿物·····	(61)
六、	含氧盐矿物·····	(62)
第六章	岩石·····	(69)
第一节	火成岩·····	(69)
一、	火成岩的物质成分·····	(69)
二、	火成岩的结构和构造·····	(71)
三、	火成岩的分类及主要岩石类型·····	(72)
第二节	沉积岩·····	(77)
一、	沉积岩的物质成分·····	(77)
二、	沉积岩的构造·····	(80)
三、	沉积岩的分类及主要岩石类型·····	(82)
第三节	变质岩·····	(87)

一、	变质作用的因素和类型	(87)
二、	变质岩的物质成分特点和结构、构造	(89)
三、	变质岩的分类及主要岩石类型	(92)
第四节	岩石的转化	(95)
第七章	地壳运动	(96)
第一节	地壳运动的形式与特点	(96)
一、	地壳运动的基本形式	(96)
二、	地壳运动的基本特点	(97)
第二节	地质时期中地壳运动的表现	(98)
一、	岩层剖面上岩相的变化	(98)
二、	海侵与海退层位	(98)
三、	沉积(岩)层厚度的变化	(99)
四、	地层间的接触关系	(99)
第三节	新构造运动	(101)
一、	新构造运动的特点	(101)
二、	新构造运动的表现	(101)
第四节	地壳运动构造阶段的划分	(103)
第八章	地质构造	(104)
第一节	岩层产状	(104)
一、	水平岩层	(104)
二、	倾斜岩层	(104)
第二节	应力和岩石变形	(107)
一、	应力与应变	(107)
二、	岩石变形的阶段	(109)
三、	影响岩石力学性质与岩石变形的因素	(110)
第三节	褶皱构造	(111)
一、	褶皱的几何要素	(112)
二、	褶皱形态的描述	(113)
三、	褶皱的类型及褶皱的组合型式	(114)
四、	褶皱构造的野外观测	(114)
第四节	断裂构造	(115)
一、	节理	(115)
二、	断层要素	(117)
三、	断层分类	(118)
四、	断层的野外观测与研究	(120)
第五节	火成岩体构造和变质岩区构造	(123)
一、	火成岩体的产状	(123)
二、	火成岩体的原生构造	(124)
三、	火成岩体的次生构造	(126)
四、	侵入岩体接触关系和形成时代的确定	(126)
五、	侵入岩体相带的划分	(127)
六、	变质岩区构造	(127)

第九章 地震	(130)
第一节 地震的成因及其类型的划分	(130)
一、按地震发生原因分类	(130)
二、按震源深度分类	(132)
三、按震中距分类	(132)
四、地震序列	(132)
第二节 地震震级和地震烈度	(133)
一、地震震级	(133)
二、地震烈度	(134)
第三节 地震的地理分布	(136)
一、世界地震的分布	(136)
二、我国地震的分布	(137)
第四节 地震预报	(139)
一、地震统计的方法	(139)
二、地震地质调查	(140)
三、地震前兆现象分析	(140)
第五节 地震宏观调查	(140)
一、地震烈度考察	(141)
二、地震区地质背景调查	(141)
三、工程震害调查	(141)
四、宏观前兆调查	(141)
第十章 海底扩张与板块构造	(142)
第一节 从大陆漂移、海底扩张到板块构造	(142)
一、大陆漂移说的由来和发展	(142)
二、海底扩张说的提出	(144)
三、板块构造说的诞生	(147)
第二节 板块构造概述	(148)
一、板块的划分	(148)
二、板块边界的基本类型	(148)
三、板块的运动	(150)
四、裂谷的发展和海洋的演化旋迴	(153)
五、板块构造与地质作用	(154)
六、板块运动的驱动力	(157)
第三节 板块构造与地槽—地台学说	(158)
一、地槽—地台学说的基本概念	(158)
二、板块构造与地槽—地台说的关系	(164)
第十一章 生命起源与生物演化	(166)
第一节 生命的起源	(166)
一、从无机物到原始生命的演化过程	(166)
二、地球上生命起源的有利条件	(168)
第二节 古生物和化石	(169)
一、古生物的概念和分类	(169)

二、化石	(170)
第三节 生物的演化	(171)
一、生物的萌芽阶段	(171)
二、植物界的演化及重要植物化石介绍	(171)
三、动物界的演化及重要动物化石介绍	(175)
第十二章 地层划分、对比与沉积相分析	(186)
第一节 地层划分与对比	(186)
一、地层划分	(186)
二、地层对比	(189)
第二节 沉积相分析	(190)
一、沉积相和沉积相分析的概念	(190)
二、沉积相类型及其特征	(191)
三、沉积相分析的标志及岩相古地图	(192)
第十三章 地壳构造发展与古地理演化	(195)
第一节 世界大地构造轮廓与古地理演化	(195)
一、前古生代——原始稳定古陆的形成	(195)
二、早古生代——北美古陆和欧洲古陆的连接	(197)
三、晚古生代——统一的泛大陆形成	(198)
四、中生代——泛大陆分裂、漂移,新海洋形成	(199)
五、新生代——现代自然地理面貌的形成	(201)
第二节 我国的地壳发展历史与古地理演化	(203)
一、前古生代	(203)
二、早古生代	(205)
三、晚古生代	(210)
四、中生代	(213)
五、新生代	(217)
第十四章 矿产资源	(222)
第一节 概述	(222)
一、基本概念	(222)
二、矿产资源的主要特点	(223)
三、矿产的工业分类及其评价	(224)
四、矿产资源的合理开发和保护	(226)
第二节 成矿作用和矿床成因类型	(226)
一、岩浆矿床	(227)
二、伟晶岩矿床	(229)
三、接触交代矿床(矽卡岩矿床)	(230)
四、热液矿床	(230)
五、风化矿床	(233)
六、沉积矿床	(234)
七、变质矿床	(236)
八、层控矿床	(238)
第三节 板块构造与成矿作用	(239)

一、	与离散型板块边界有关的成矿作用·····	(239)
二、	与汇聚型板块边界有关的成矿作用·····	(239)
三、	板块内部的成矿作用·····	(241)
第四节	矿床的工业类型·····	(241)
一、	铁·····	(241)
二、	铜·····	(244)
第五节	能源矿产·····	(244)
一、	煤·····	(244)
二、	石油和天然气·····	(247)
三、	铀·····	(250)
四、	地热·····	(252)
第六节	宝石和玉石·····	(254)
一、	宝(玉)石的概念及其评价原则·····	(254)
二、	世界及我国的宝(玉)石资源·····	(254)
第十五章	人类与地质环境·····	(257)
第一节	自然地质灾害对人类与地质环境的影响·····	(257)
一、	地震灾害·····	(257)
二、	火山灾害·····	(258)
三、	泥石流、滑坡灾害·····	(258)
四、	海啸灾害·····	(258)
第二节	人类工程—经济活动对地质环境的影响·····	(259)
一、	开发资源对地质环境结构的破坏·····	(259)
二、	大型工程设施危害地质环境·····	(259)
三、	废气、废物污染地质环境·····	(260)
第三节	地质环境对人体健康的影响·····	(260)
一、	人体中的元素含量·····	(260)
二、	地方病发生的环境因素·····	(262)
第四节	地质环境造福于人类·····	(263)
第十六章	行星地质概述·····	(265)
第一节	行星地质·····	(266)
一、	火星地质·····	(266)
二、	水星与金星地质·····	(268)
第二节	月球地质·····	(269)
一、	月球的基本特征·····	(269)
二、	月面形态·····	(269)
三、	月球表层的物质组成·····	(272)
四、	月亮构造·····	(274)
五、	月球的内部构造·····	(275)
第三节	陨石与陨击作用·····	(276)
一、	陨石类型及组成·····	(277)
二、	陨石表面特征·····	(278)
三、	陨击作用与陨击坑形成机制·····	(278)

第四节	研究行星地质的意义·····	(279)
一、	对地球演化史研究的意义·····	(279)
二、	对地球内部结构研究的意义·····	(280)
三、	对地球古气候研究的意义·····	(280)
四、	对地球表面形态和地质构造形成研究的意义·····	(280)
五、	对地球上灾难性突发事件研究的意义·····	(281)
六、	对地球上生命起源研究的意义·····	(282)
第十七章	地质调查的一般工作方法·····	(283)
第一节	野外调查前的准备工作·····	(283)
一、	调查区资料的搜集与研究·····	(283)
二、	野外踏勘·····	(283)
三、	编写和制定任务书·····	(284)
第二节	地质调查的一般野外工作方法·····	(284)
一、	地质剖面的测制·····	(284)
二、	路线地质调查与地质填图的方法·····	(285)
三、	标本和样品的采集·····	(288)
第三节	地质调查资料的室内整理·····	(288)
一、	野外采集标本、样品的整理·····	(289)
二、	定稿图的编制·····	(289)
三、	地质调查报告的编写·····	(290)
主要参考文献	·····	(291)

第一章 地球的内部结构

地球是一个很大的实心椭球体，由于自转，其表面形状不是理想的球形，而是一个扁球体，一般称为“地球体”，或“旋转椭球体”。它的极半径为 6356.779 公里，赤道半径为 6378.140 公里，平均半径 6371.012 公里，扁率为 $1/298.275$ ，体积为 1.0832×10^{12} 立方公里，质量为 $(5.9742 \pm 0.0006) \times 10^{24}$ 千克。^①

在漫长的地质历史时期中，地球不断地演化，形成了独特的成层构造，称为圈层结构。以地表为界，可将地球分为外部圈层结构和内部圈层结构。地球的外部圈层是可以直接观察到的，包括大气圈、水圈和生物圈。地球的内部圈层，由地表到地心，可分为地壳、地幔和地核（图 1-1）。

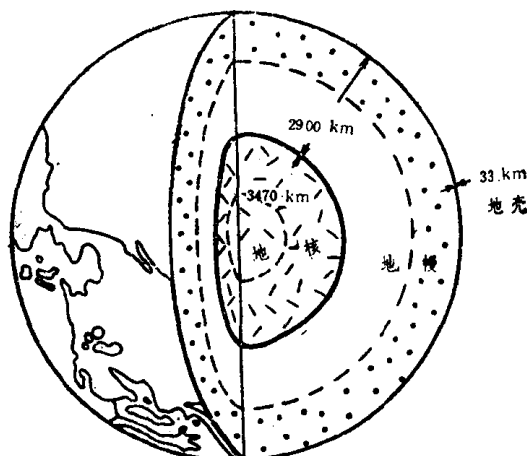


图 1-1 地球内部的结构

第一节 地球的内部圈层

一、地震波对地球内部圈层的探测

在当前的科学技术水平下，人们可以直接观测到的地下深度十分有限。现在世界上最深的矿井仅深 3 公里，最深的钻孔约 14 公里，即使是火山喷溢出来的岩浆，也不过是来自地面以下数十到一二百公里深度的物质。因而，地球内部的结构人们还无法直接观测。

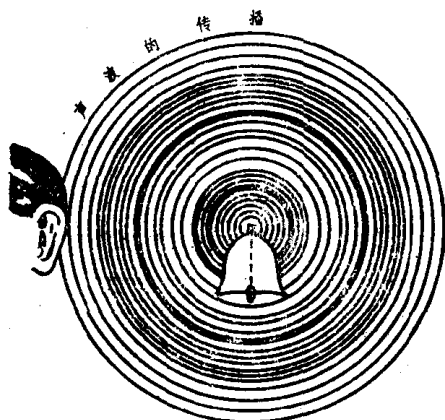


图 1-2 钟声形成的纵波

地质和地球物理工作者用地质学、地球物理学（地震、重力、磁力测定）、热力学、天体行星比较学，以及室内高温—高压试验等手段，对地球内部进行了分析研究。目前，地球内部圈层的探测，主要依赖于地震学的方法。地球内部圈层的划分，就是以地震波对地球的“透视图像”为依据的（表 1-1）。

当短暂的应力作用时，可以把地球介质看作一个弹性体。地震波在地球内部的传播是弹性波，它有体波和面波两种，体波是在地球体积中传播的，包括纵波和横波。纵波

^① 1975 年第 16 届国际大地测量和地球物理学会采用的数据。由人造卫星的观测推算而得。

$$\text{扁率} = \frac{\text{赤道半径} - \text{极半径}}{\text{极半径}}$$

表 1-1 地球内部分层结构

分 层	不连续面	深度 (半径) (公里)	位 置 深 度 (公里)	纵波速 (V_P) ($\frac{\text{公里}}{\text{秒}}$)	横波速 度(V) ($\frac{\text{公里}}{\text{秒}}$)	密 度 ($\frac{\text{克}}{\text{立方厘米}}$)	压 力 (大气压)	附 注
地 壳		海平面(6371)	地 面	5.5	3.2	2.7		岩石圈
			10—15	5.6	3.2			
	——康拉德界面——	(6351)	20	6.4	3.7	2.8		
				7.6	4.2	2.9		
	——莫霍界面——	(6338)	33				9000	
地 幔	上部 地 幔	古登堡低速层 地下 50 至 250	低 速 度 带	80	7.8	4.5	3.32	软 流 圈
				150	7.9	4.4	3.42	
				190	8.1	4.4 ⁺	3.47	
				270	8.4 ⁺	4.6	3.53	
	下部 地 幔	拜尔勒界面 高里村高速层 720 (最深地震)		413	8.97	5.0	3.64	140000
				900	11.3	6.3	4.60	270000
				984	11.42	6.3	4.64	382000
				1800	12.5	6.8	5.13	
				2700	13.6	7.3	5.60	
			13.64	7.3	5.66			
地 核	外核	古登堡界面 (3473)	速度降低	2898	8.1	—	9.71	1368000
	过渡 层	(1667)		4703			11.7	3180000
				4980	10.4	—	12.0	
				5120	11.2	—	15.0	
	内核	(1216)		5154			约16	约3300000
5200				9.6	2.2			
		(中心)	6371	11.3		17.9	约3600000	

• 表示大于此值

(据李四光:《天文、地质、古生物资料摘要》,略作补充)

— 一级不连续面

— 二级不连续面

(即P波,英语 Primary wave 的缩写)所引起的质点振动方向和波的传播方向一致,波速较快。日常生活中的声波就是一种纵波,当声波通过时,空气就会发生疏密相间、交替向前传播声波的现象(图 1-2)。横波(即S波,英语 Secondary wave 的缩写),它的质点振动方向和波的传播方向是垂直的,波速较慢。例如,当抖动绳子时,绳波表现为交替的横向运动,它的传播即是横波(图 1-3)。在地面和地球内部介质分界面上传播的波,则

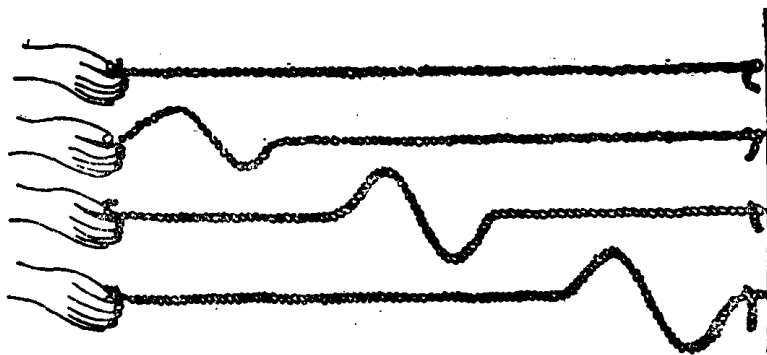


图 1-3 绳索抖动形成的横波

称为面波。根据地震学的原理和地震波的性质，地震波在介质内的传播有三个重要特征：

首先，在不同介质中传播的速度不同，传播的快慢与介质的密度和弹性有关^①。

第二，在固体中，纵波和横波都可传播，而在液体中，横波不能通过^②。这就是说，纵波和横波在介质中通过的性能，与介质的存在状态有关。

第三，地震波的传播方式与光的传播类似，在遇到波速不同的界面时，地震波会像光线一样，发生折射和反射。

当地震发生时，地震波从震源通过地球内部向周围传播，把地球内部的信息带到地面。一次强烈的地震，全世界大部分地震台都能记录到。假如地球是一个均匀的、弹性的、各向同性的球体，那么地震波在地球内部朝所有方向沿直线传播，并且在任何方向和任何深度上，其传播速度应该相同。但据地震波的测定，在地球内部，地震波是沿着弯曲的途径传播的；不同深度的地震波的传播速度各不相同。这表明地球内部的物质是不均一的，在物质性质改变得相当剧烈的地方，地震波既有反射，也有折射(图 1-4)。

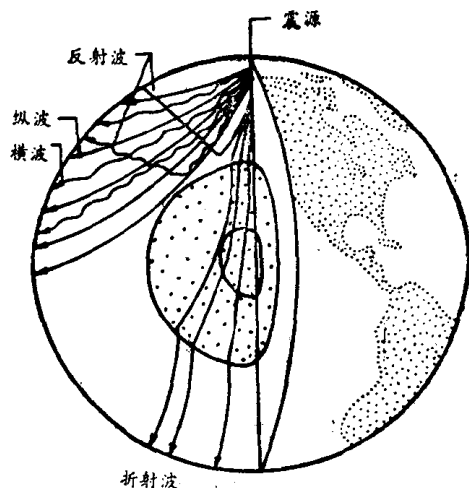


图 1-4 地球内部地震波传播的途径

图 1-5 是近 30 年来被广泛引用的地震波传播速度随地球深度增加的曲线。地震波在地球内部的传播中有两个明显的速度突变处，形成不连续面，反映该深度上下的物质成分或状态有变化。

在地下平均 33 公里处，纵波的速度从 6.4—7.6 公里/秒，突变到均值为 8.1 公里/秒，出现了第一个不连续面，说明物质有变化，是一个界面。这一界面是南斯拉夫地震学

① 根据地震学的原理，地震波速的快慢与介质的密度和弹性有关，其关系式是：

$$V_P = \left(\frac{K + 3/4\mu}{\rho} \right)^{1/2}, \quad V_S = \left(\frac{\mu}{\rho} \right)^{1/2}$$

式中 V_P 为纵波速度， V_S 为横波速度。 K 为介质的体积弹性模量，它反映物体抵抗压缩的程度， K 值愈大，体积愈难压缩。 μ 为刚性模量，反映物体抵抗形状改变的强度， μ 值愈小，形状愈易改变。 ρ 为介质的密度。从公式可知，波速与 K 和 μ 成正比，和 ρ 成反比。

② 在固体中纵波和横波都可传播，而在液体中，因刚性模量等于零，故横波不能通过。