

# 自然科学现状与展望

ZIRANKE XUE XIANZHUANG YI ZHANWANG

[下 册]

中国科学院图书馆情报研究室编



中国科学院管理干部学院

1982.12



4  
册

# 自然科学现状与展望

下 册

中国科学院图书馆情报研究室编

中国科学院管理干部学院

1982年12月

## 内 容 简 介

本书分上下两册，主要内容包括数学、物理学、化学、天文学、地学、生物学、和技术科学七部分的基础知识、研究现状及其发展方向，可供科技管理人员、科技计划工作人员及科技领导干部参阅。

## 编 者 的 话

实现我国社会主义现代化，科学技术的发展是关键。为帮助有关方面了解国内外科学技术的研究情况及其发展趋势，我们组织编写了这本《自然科学现状与展望》。

本书分上、下册，共计七章。内容包括数学、物理学、化学、天文学、地学、生物学和技术科学七部份。书中介绍了各学科的基础知识，概括了各科学技术领域的国内外研究现状及其发展方向，可供高中以上文化水平的科技管理人员、科技计划工作人员及科技领导干部参阅，也可作为干部进修教材。

本书的第一章数学由胡作玄、第二章物理学由阮祖启，其中原子核物理部分由赵文彦、第三章化学由胡文彦、第四章天文学由蒋世仰和朱保如、第五章地学由张景秀、第六章生物学由陆中定和蒋正齐、第七章技术科学由方天止，其中计算机技术部分由陆业才同志撰写。

本书各章节分别特邀杜石然、赵文彦、曾泽培、郭础、李竞、朱岗昆、邹继超、曾朝伟、吴仲贤等专家、教授审阅，对保证本书质量起了很大作用，特表示深切谢意。

鉴于水平所限，加之时间仓促，内容难免有不当之处，希望读者批评指正。

编 者

1982年12月

## 下 册 目 录

### 第五章 地球科学.....张景秀

- 一、引言..... ( 1 )
- 二、地学发展的现状..... ( 3 )
  - (一) 技术发展对地学的促进..... ( 3 )
  - (二) 板块构造学说..... ( 8 )
  - (三) 关于地球的总的图象..... ( 12 )
- 三、地学发展的趋势和展望..... ( 25 )
  - (一) 地学发展的趋势..... ( 25 )
  - (二) 本世纪地学某些应用方面的发展前景..... ( 28 )

### 第六章 生物学.....陆中定、蒋正齐

- 一、引论..... ( 34 )
  - (一) 研究生命的科学——生物学..... ( 34 )
  - (二) 生命的分子基础..... ( 36 )
  - (三) 生命的基本单位——细胞..... ( 41 )
  - (四) 生命起源和生物界的类型..... ( 45 )
  - (五) 遗传和变异..... ( 48 )
- 二、生命科学最新进展..... ( 53 )
  - (一) 分子生物学..... ( 53 )
  - (二) 细胞生物学..... ( 56 )
  - (三) 发育生物学..... ( 60 )
  - (四) 神经生物学..... ( 62 )
  - (五) 生态学的崛起..... ( 65 )
- 三、明天的生物学..... ( 68 )
  - (一) 边缘学科蓬勃发展..... ( 68 )
  - (二) 生命科学研究的应用前景..... ( 74 )
- 四、结束语..... ( 80 )

## 第七章 技术科学..... 方天止、陆业才

引言..... ( 82 )

一、能源技术..... ( 83 )

(一) 能源简介..... ( 83 )

(二) 太阳能..... ( 84 )

(三) 核能技术..... ( 87 )

(四) 新二次能源——氢能..... ( 91 )

(五) 地球热能..... ( 92 )

(六) 海洋能..... ( 93 )

(七) 风力能源..... ( 94 )

(八) 磁流体发电..... ( 94 )

(九) 其他能源..... ( 97 )

二、新型材料..... ( 97 )

(一) 陶瓷材料..... ( 98 )

(二) 金属材料..... ( 99 )

(三) 高分子材料..... ( 101 )

(四) 复合材料..... ( 102 )

三、激光技术..... ( 103 )

(一) 激光的基本原理..... ( 104 )

(二) 激光应用..... ( 106 )

(三) 展望..... ( 109 )

四、遗传工程·生物工艺学..... ( 110 )

(一) 遗传工程机理..... ( 110 )

(二) 遗传工程应用展望..... ( 111 )

(三) 生物工艺学..... ( 113 )

五、空间科学技术..... ( 115 )

(一) 卫星..... ( 115 )

(二) 载人飞船·航天飞机..... ( 117 )

(三) 行星际飞行..... ( 118 )

(四) 展望..... ( 118 )

六、表面科学及其分析技术..... ( 119 )

七、电子技术..... ( 124 )

(一) 高效超导器件..... ( 124 )

(二) 超晶格元件..... ( 124 )

|                        |       |
|------------------------|-------|
| (三) 固体显示器件.....        | (125) |
| (四) 分子束外延装置.....       | (125) |
| 八、计算机技术.....           | (126) |
| (一) 电子计算机的发展经过与构成..... | (127) |
| (二) 电子计算机当前发展的特点.....  | (128) |
| (三) 电子计算机的应用.....      | (131) |
| (四) 今后展望.....          | (133) |

# 第五章 地球科学

张景秀

## 一、引言

所谓地学就是地球科学，它是研究地球及其周围环境的科学。

由于研究对象的范围不同、研究的方法和手段不同，地学又划分为很多分支，如地理学、地质学、地球物理学、地球化学、古生物学等等。地质学和地理学是地学中比较古老的学科。地球物理学和地球化学是随着基础科学的发展，物理学和化学与地质学相结合而产生的边缘学科。古生物学是研究古生物化石的科学，它虽然是研究生物的，但依靠在地层中寻找化石，因此也作为地学的一个分支。

科学发展到今天，其特点之一是分科越来越细。这一方面是由于科学研究的深入，研究的对象和范围越分越细。另一方面也由于不同学科互相渗透形成许多边缘学科。因此，现在地学的分支越来越多。比如地球物理学是通过物理学的方法研究地球的学科，现在已发展为地学的一个重大领域，它包括固体地球物理学，详细分为大地测量学、地热测量学、火山学、地震学和构造物理学（地球动力学）；包括水圈的研究，主要是水文学（包括地下水研究）和海洋学；包括大气圈的研究，就是气象学和高空物理学；还包括相互交叉的一些地球物理学领域——地磁学、地电学、地质年代学、地球起源学说和地球物理勘探。地球化学是在二十世纪初才形成的一门独立的年轻的科学。它是研究地球中物质的化学运动和变化过程的科学。现阶段主要是研究地壳（尽可能是整个地球）中的化学成分和化学元素及其同位素的分布、分配、共生组合、集中分散及迁移循环规律、运动形式以及全部运动的历史。它在解决宇宙和地球的起源和演化、古地理古气候的变迁、地球能量循环、岩石矿床的成因以及许多地质中的疑难问题方面，在区域成矿预测、找矿勘探、矿石综合利用、农业和环境保护等方面都有着特殊重要的意义。在其发展过程中也逐渐出现宇宙化学、同位素地球化学、成岩及成矿作用地球化学、个别元素地球化学、地球化学探矿方法、深部地球化学、环境地球化学、有机地球化学、海洋地球化学、元素平均含量测定、区域地球化学、能量地球化学、实验地球化学、元素的分析测试方法等多个分支。地质学是研究地球的组成和地壳的构造，以探讨地球的形成和发展的科学。现在已发展为地层学、岩石学、矿物学、矿床学、构造地质学、海洋地质学、同位素地质学、能源地质学、数学地质、地质力学等多个分支。地球也是一个天

体，近年来太阳系世界从原来天文学者的研究对象正在转化为地质学者和地球物理学者的研究对象。由于宇宙探测的发展，把地学的研究方法逐渐应用于对天体的研究上，出现了宇宙地质学、宇宙地球化学、行星气候学、月质学、月震学等等新学科，这就使地学研究的空间范围大大地扩展了。同样，由于地学研究在时间上的扩展，也逐渐分化出一些新的地学分支。比如古地球物理就是近年来才发展起来的新学科。它包括古地磁学、地史学、古热流、古地电、古气候、古洋流、古重力、古地震等等。总之，地学的分科很多，并且随着科学和技术的发展，不断有新的分支学科出现。

地学是基础科学，通常所说的数理化天地生六大基础学科，地学是其中之一。但相对于数理化来说，地学又是数理化在地球各个方面的应用，从这个意义上来讲，地学又具有应用学科的性质。地球是人类生活的场所，文学家形容地球为“大地母亲”，研究大地母亲的科学——地学当然与人类有着密切的关系。就实际应用而言，概括起来，地学的任务主要有两大方面：一是寻找和利用资源，如矿产资源、水资源、土地资源、海洋资源，大气资源等等；二是研究和改造环境，如日地空间环境、气象、地震、火山、地貌、沙漠等等。

地学是一门古老的学科，可以说人类的科学开始于地学。追溯人类起源，人与动物的区别在于能亲自制造工具，而最初的工具是石器，所以说人类的科学是从岩石学和地质学开始的。然而，地学的发展虽然历史悠久，但是今天和数学、物理、化学、生物学和天文学相比，都是比较落后的。这是因为：

第一，地学研究的对象是地球，而地球如此之大，长期以来，由于科学技术条件的限制，难以掌握其全貌。

第二，地学是从时间、空间上研究地球产生和发展的科学。地球上的许多作用和过程是长期的和复杂的，不少地学现象的时间尺度往往是几万年、几百万年乃至几亿年，短时间无法直接通过观测和实验进行验证。

第三，地球只有一个，而且是人类及所有生物活动的舞台，因此，不能做破坏性的试验。一些地学现象也很难在实验室内试验。即使能做试验，多数也是模拟试验。而模拟试验是把时间、空间、物性等“缩小”进行的，结果往往与自然现象的本来面貌不完全相同。

因为这些特点，所以地学各学科的研究工作困难较大，发展比较缓慢。表现为地学在较长时间内，除若干个别分支以外，一直是一门宏观的定性描述性的科学。一些重大的理论二三十年来没有太大的突破，比如关于地球起源学说，基本停留在四十年代水平，不少规律性的认识，如成矿规律基本上是经验规律，有待更高度的理论概括。某些地学新技术的进展也不快，如深部钻井，二十年前是六千米，现在才刚刚超过一万里。

地球的起源和演化是地学的基本理论问题。各个地学分支都是从不同的侧面和不同的角度对地球进行研究，最终要彻底弄清这个问题。现在，关于这个问题的研究基本上还停留在假说的阶段。

从发展历史看,着眼于固体地球的研究,一般认为经历了三个时代。第一个时代是十八世纪末到二十世纪初,在研究地质年代时引入了生物观念(化石观念),用生物的化石来断定地质年代,称为生物学地球观。第二个时代二十世纪初,开始研究地球上地壳和海洋的化学成分的变化、矿物元素的分布,来推论地球在地质年代中的演化,称为化学地球观。现在是第三个时代,从六十年代开始,最大的特征是在大陆漂移和海底扩张学说的基础上发展了所谓板块构造学说,发现地球的外壳(包括大陆和海洋)是一块块拼起来的,块与块之间有相互作用,这样可以解释火山带、地震带的形成,称之为物理学地球观。这三种地球观都是着眼于地球的演化,也可以说都是从历史的观点来研究地球。近年来,为了弄清板块运动的动力问题,人们越来越注意地球动力学及地球深部物质的研究,也就是说,还要从力学的观点(把地球作为力学系统)及物质科学的观点来认识地球。

当前的地学正处于从描述性、宏观观测和定性为主转向定量的、宏观和微观相结合,逐步上升为理论概括的转折点。展望今后二十年地学的发展,将会把研究生物史的“生物学地球观”,研究物质演化史的“化学地球观”,研究地球物理结构和过程史的“物理学地球观”有机结合起来,从生物、化学、物理几方面共同对地球的演化历史进行研究。同时,也将会把历史观点、力学的观点以及物质科学的观点结合起来,从历史过程、力学过程和微观过程对地球进行研究。随着地学各种探测技术的发展,人们对地球的认识将会大大前进一步,地学将进入一个飞跃发展的新时期。

## 二、地学发展的现状

关于地学发展的现状问题,由于篇幅的限制,在这里我们不能对地学的每一个分支进行详细介绍,只能就几个方面使大家对地学的总体有一个轮廓性的概念。

### (一) 技术发展对地学的促进

如前所述,地学是基础学科,但相对于数理化来说又具有应用学科的性质。毫无疑问,数理化等学科的每一新成果都将迅速被应用于地学研究中,促进地学的发展。一方面,这些新成果在地学现象的研究中提供科学的认识。另一方面,由于地学是观测科学,这些新成果在技术上的应用,能不断为地学的观测提供崭新的手段。近二十年来地学的飞速发展,除了多学科相互渗透和广泛的国际合作等原因外,技术条件的进步是极其重要的原因。

#### 1. 空间技术促进了地学的进步

一九五七年第一颗人造卫星发射成功以后,二十多年来,卫星及空间探测技术有了飞速的发展。数千个卫星对地球及其周围环境进行了各种各样的探测,卫星及空间探测

的结果直接促进了地学的进步。二十多年前，我们对地球周围环境只能通过间接的方法进行研究，了解极其有限，而现在可以说在大的方面基本上搞清楚了。

首先是以前许多疑难问题得到了解答。如知道了高层大气的不同高度存在着怎样的分子、原子和离子，以及它们是如何运动及相互作用的；了解了大气外边太阳光谱现象及由此引起的反应；了解了电离强度和性质同高度、时间、季节、太阳黑子周期的关系及无线电通讯突然中断的原因。通过对地球卫星跟踪，乃至对阿波罗发射期间留在月球上的激光反射器的研究，已大大提高了对地球引力场的认识，提高了绘制地球表面图的精确性。用可见光和其它波长所拍摄的地球照片用于资源考察、环境监测、气象预报，甚至将来某个时候有助于预报地震或减轻地震损失。

其次是发现了许多新现象。空间探测弄清了地球环境是极其复杂的。发现太阳向周围空间不断地放出电离气体（等离子体）并携带着太阳磁场，即所谓太阳风。发现了地球磁层，并弄清了磁层的大尺度结构。最具戏剧性的是在磁层内发现辐射带。所谓辐射带就是被地球磁场捕获的大体稳定的辐射粒子群的总称，以地磁赤道面为中心充满着从离地心十个地球半径距地表一千公里近旁的空间。由于是衣阿华大学的范阿仑小组通过美国初期的人造卫星的一系列观测而确认其存在的，因此也叫范阿仑带。此外，还弄清了太阳微粒辐射与地球大气相互作用的机制与磁层密切相关。太阳微粒辐射与地磁场相互作用，引起一系列地球物理现象，如磁暴、极光、电离层扰动，进而影响中性大气的天气气候过程。对这些现象的发生过程和机制，已经有了相当的了解。

卫星和空间探测还把地学从研究单一星体改变为多星体的对比研究。对月球的载人、不载人探测，实际上应用了地质学、地球物理学和地球化学技术，探测结果使人们对地球有了新认识。例如月球研究表明，地球在它最初的十五亿年必然经受过大量陨石的极大轰击。金星大气中存在类似于地球的巨大环流结构，近年发现木星上的大红斑也是一种稳定的大气环流结构，通过研究具有稠密大气的金星、木星、地球以及具有非常稀薄大气的火星，将会告诉我们行星大气的演化，特别是地球大气可能处于什么演变阶段，这是目前与宇宙环境特别有关的一个重要问题。同样，对水星、木星的磁层和辐射带的研究，也将有助于对地球磁层和辐射带形成机制的了解。因此，空间技术的发展使地学、物理学、天文学的研究人员进一步联合起来，以便对太阳系主要问题进行广泛探讨。

过去一说到地学，人们往往只想到固体的地球，而忽略了地球周围环境的部分，这是片面的概念。实际上关于地球周围环境的研究所是地学不可缺少的组成部分，而且是地学中发展较迅速较先进的部分。日地空间环境的研究与其说是天文学的研究对象，不如说已经成为地学中地球物理学的研究对象。随着天文学研究的范围扩展到上百亿光年，太阳系这一空间范围不断为地学提供越来越多的研究课题。

## 2. 遥感技术为地学开辟了崭新的局面

伴随空间技术，遥感技术也得到了飞速的发展。人造卫星的出现，给我们观察地球表面的自然现象提供了一个极其优越的立足点，大大扩大了视野。而空间遥感技术的出

现，为人类观察和认识自然界的客观现象，提供了一种迅速而便宜的技术手段。两者的结合，使人类对地球的研究开辟了飞速发展的崭新局面。

空间遥感技术是六十年代蓬勃发展起来的一门综合性探测技术。它是在距地面几百米、几百公里甚至上千公里的飞机、卫星、飞船上，通过光学、电子和电子光学等遥感设备，接收从物体发射或反射的各种波长电磁波，变成图象或数据，再经分析、处理和判读，来识别地面目标，从而揭示出物体的性质和变化规律。目前，遥感设备和手段所能接收的电磁波，包括紫外、可见光、红外、微波等，因而可探测的目标范围非常广泛。特别是卫星遥感技术，由于观测范围大，取得资料迅速、全面，能重复观测反映动态的变化，收集资料受条件限制小，节省大量人力物力这些优点，已成为快速、大面积掌握自然现象与规律的具体数据必不可少的技术手段。

在各种遥感技术中，用得最为广泛的主要有微光夜视技术、红外技术和多波段扫描仪等等。以红外技术来说，卫星用红外探测器可以探测出水中四十米深处潜行的潜艇，可感知到海水温度仅有摄氏千分之五度的变化，可发现人群和车辆撤离数小时后留下的红外辐射痕迹，可发现地面加有伪装的地下导弹发射井，在二万米高空可分辨出汽车号码等等。

遥感技术在地质、地理、气象、海洋、水文和环境保护等地学各领域中得到广泛的应用。

遥感技术为地球大面积的地层结构勘察、探矿、找水、地热资源调查以及地震、地球演变、大陆漂移等研究提供了崭新的手段。特别是卫星遥感，可在几百公里高空进行大块地区勘测，并对关键性地区反复成象，用计算机分析可以很快发现新的地层断裂带，确定大的地质单元界线，推测深部隐伏的地质结构，为探矿和地震预报提供宝贵资料。在美国拍摄我新疆地区的照片上，显示一条二百多公里的大断层，这在地面和航空照片上就难以发现它的全貌。许多国家现已利用遥感资料和实地调查相结合，找到了铁、镍、钼、铜等宝贵矿藏和石油资源。如美国依靠卫星遥感在阿拉斯加发现了新的油田；根据“大地卫星”遥感资料的分析，发现巴基斯坦的铜矿矿藏，经勘察确证是个斑岩铜矿。巴西用侧视雷达对多云的亚马逊河流域进行航空探矿，发现了大量的铝土矿等等。

遥感技术可以大大加快土地利用的调查速度（包括农田荒地、牧场草地、森林资源等）。如土壤利用情况调查，绘制全国土壤分布图，用一般方法需十几年时间，而利用卫星遥感，一年内就能完成。遥感技术还用于勘察地面和浅层地下水的分布，从而有利于水利实施和寻找水源。如伊朗利用卫星遥感，掌握了干盐湖水源的季节性变化规律，确定在山区建设新的蓄水库，从而把以往大量流失的水源积蓄起来，以保证水源常年供应不断。绘制和更新地图是地理学的重要工作，利用卫星遥感照片与地面测绘相结合可以又迅速又准确。如美国利用资源卫星拍摄我国西藏地区的照片，与我国一九七〇年编制的青藏图相比，发现卫星照的塔罗克错湖比图上画的大五倍，而且图上还漏掉了一些

湖泊和岛屿。

遥感技术还用于气象预报工作。地球同步卫星连续拍摄云图、观测云的运动变化，可以提早发现台风等危险天气，以进行短期天气预报。遥感装置还可以在全球范围内对云量、风力、风向、气压、气温、湿度等主要气象参数进行监测，通过数值预报将能使天气预报时限从二十四小时提高到半个月以上。遥感技术还可以预报洪水、火山、森林火灾等自然灾害的发生。如菲律宾曾利用遥感探测并预报了大的火山爆发。

遥感技术还是开发海洋资源的一种有效而经济的手段。可用于探测大陆架矿藏，分析出暖流和寒流的推移，监测石油漏泄等海水污染，监视海上冰块活动等。如加拿大利用卫星遥感，勘探北冰洋的冰情，在漫无边际的特大冰块中为船队寻找航路。利用红外技术还能发现浅海中涌现出来的淡水水源，为海岛解决淡水供应问题。

总之，遥感技术的广泛应用，为地学各领域开辟了崭新局面，将大大促进地学各科的发展，改变地学的落后面貌。

### 3. 电子计算机技术促进地学由定性描述性科学向定量分析研究的科学转化

革命导师马克思曾经指出：“一种科学只有成功地运用数学时才算达到了真正完善的地步。”长期以来，除若干个别分支外，地学一直是一门定性描述性的科学，好象与数学没有多少关系。这一方面说明地学还没有发展到完善的程度，另一方面也因为地学现象是比较复杂的现象，往往不能简单应用数学公式来表示。只有电子计算机出现才使地学广泛应用数学方法成为可能。

地球物理学是最先广泛应用数学方法的一个地学分支。五十年代后气象学已开始应用电子计算机，大大促进了气象学的发展。在观测和预报天气实践的基础上，使用流体力学和数学方法来研究大气运动规律，根据一定的模式用电子计算机进行快速计算来进行天气预报，从而兴起了气象学的一个新分支——数值天气预报。目前用这种方法可以预报气压、温度、风向、风速、云量、降水等等，而且预报的范围、时效和对象也在不断扩大。水平尺度从小尺度天气系统直到全球预报，垂直尺度从近地面层到几十公里高空，预报期限由一两天逐渐增到三四天直到半个月。现在许多国家的天气预报，已是在数值预报基础上加上预报员的经验订正后发布的。

由于气象科学的实验室是整个大气，好些天气现象无法象物理、化学那样在实验室进行实验，借助电子计算机，可以对各种大气物理现象进行理论计算，来模拟物理过程。用这种方法能模拟寒潮的爆发、台风的形成、气旋的发展、一年四季的季节变化、气候的形成等。从全球环流直到云内雨滴的生成过程都可以进行模拟，并把云雾中的微观过程和动力的宏观过程结合起来。此外，近年来概率统计天气预报也得到重视和发展。所谓概率统计天气预报就是分析大量的天气演变的历史资料，应用统计数学方法，概括出预报量（对象）和预报因子（依据）之间的统计性关系建立天气预报的方法。这种预报方法也必须应用电子计算机。

六十年代以后，地质学已开始应用数学方法研究各种复杂的地质过程，数学方法渗

透到地质学的结果,使地质学逐渐形成一个新的学科分支——数学地质学。它是应用数学方法研究地质学基础理论和解决地质学中实际问题的地质学分支,而电子计算机技术是数学地质研究的主要技术手段。数学地质的主要研究内容,一是应用各种数学方法,尤其是数理统计、概率论的方法来研究各种复杂的地质过程,把各种地质体、地质作用变成数学模型进行分析研究,以便由过去的发展情况判断将来的发展趋势,使取样和勘探布局更合理,使矿产的品位计算和储量计算更精确等等。二是把地质过程变成数学模型,通过计算机模拟地质过程的运动发展变化,定量地估计地质时间的因素,在一定程度上重演地质过程。如模拟沉积盆地的形成、发展和沉积物的分布以及地层剖面的岩性变化、断层裂隙的形成和发展、岩溶的演化等等。三是利用电子计算机存储、索取、自动处理和显示地质数据,绘制各种地质图件,帮助解决各种地质工作中存在的实际问题。四是研究如何用数学的语言和公式表达地质学的定义、概念和基本规律,从而将地质学建立在数学的基础上,为在地质学中应用数学开辟广阔的道路。总之,数学地质的出现和发展将使地质学从一门主要是定性描述性的科学发展成一门定量分析研究的科学。

地震预报是近年来人们关心的课题,在地震预报方面的研究中也广泛地采用了电子计算机技术。如美国对容易发生地震的区域,设计了地壳数学模型,利用电子计算机模拟地震,研究地震机制、地面运动、地震的形成和发展规律。美国还利用电子计算机推算地震断层积蓄应力的过程,根据计算机所得到的总应力的情况,判断断层地区在今后几年内是否会发生地震。苏联也建立了包括中亚各共和国在内的区域性自动化监测地震系统,可把地震前兆的情报不断地传送到中心机构,用电子计算机加以处理,以便相当准确地预报地震。

归纳起来,随着电子计算机的广泛应用,地学各领域日益广泛地应用各种数学方法。主要有如下三方面:一是应用概率及数理统计的方法对地学现象进行分析研究,以便寻找相互关系、发现客观规律、预报发展趋势等等;二是建立数学模型,用电子计算机模拟地学现象的各种物理过程;三是利用电子计算机对各种地学数据进行存储、索取、自动处理和显示。

我们从上述三个方面看到了技术的进步对地学各分支的促进。事实上,不少地学分支的发展取决于技术手段的发展。以海洋地质为例,其发展在很大程度上取决于地球物理方法和技术的进展。卫星导航和无线电定位为海洋调查提供了精确的导航定位手段;核旋磁力仪的发明、微体古生物的相对年龄测定、应用放射性蜕变对沉积作绝对年龄测定,导致了洋底地磁条带异常的发现并确定了地磁年表。在测定海水深度、疏松沉积厚度、固结沉积的埋藏深度及海底地貌方面,地震测量技术发挥了很大作用;而深海取样和钻探技术以及对获取的样品利用质谱仪、色谱仪、电子显微镜进行超微体古生物鉴定、同位素年龄测定以及有机地球化学研究等等,使得对海底沉积与岩石组合的认识不断加深,并开拓了地质年代学、同位素地质及古海洋等新的学科领域。

## (二) 板块构造学说

为了了解地学的现状，有必要介绍一下板块构造学说。

板块构造学说总结和概括了大量前人的工作，代表了地学不同领域最新成果。它对地质、地球物理和地球化学等多种观测结果作出了统一的解释，使地球科学的整个领域统一起来。这一学说得出了简单的动力模式，能解释若干过去长期不能解决的关键问题，使人们对全球大地构造的认识向前推进了一步，不但对寻找固体和流体矿产提供了新的有力的理论根据，而且动摇了地质学及其它地球科学的一些重大理论，以致有必要大大改写有关地球科学的教课书。因此，有人称之为“地学的革命”。

板块构造学说是综合大陆漂移说、地幔对流说和海底扩张说而发展起来的关于地球海陆形成和变迁的学说。

地质学是从陆地现象的观察中发展起来的，一开始只认识到大陆有周期性的抬升，没有观察到大陆有水平方向的位移，因而设想大陆固定不动，而大洋盆地是永存的。

1912年，奥地利一位气象学家A.L.魏格纳综合前人的论述，并根据地理、气候、生物等方面的资料提出了大陆漂移说。魏格纳认为，在中生代以前，世界上只有一个超级联合古陆，也称为泛古陆。但在中生代期间，由于重力和地球自转所产生的离心力的影响，这个原始古陆逐渐瓦解，破碎成几块，这些矽铝质陆块在玄武岩基床上分离漂移，就象冰块浮在水面上一样，逐渐造成现今世界上各大陆和大洋的配置情况。这样，就提出了大陆之间不仅存在相对运动，而且这个运动在水平方向上的规模还是相当巨大的。

大陆漂移说解释了非洲和南美洲之间大西洋两岸海岸轮廓的吻合性(图5-1)、大地构造和古生物群的相似性以及南半球各大陆古生代后期的大冰期等问题。但由于他把漂移归因于重力和地球转动效应，在解释陆地漂移的原动力及深源地震等问题上具有困难。英国杰弗里通过计算证明，地球自转所产生的离心力十分微弱，根本不可能使大陆位移。加上当时地球固定论者的强大保守势力的反对，大陆漂移说曾一度沉默下去了。

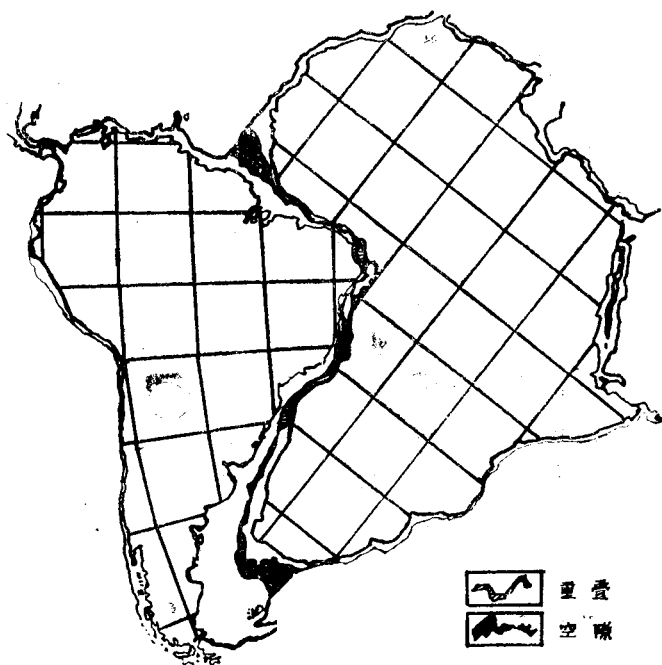


图5-1 非洲和南美洲在500米深处的拼合

五十年代以后,地球物理方法在海洋中的应用开始取得成效,不断为海洋地质提出了新的成果,大陆漂移说再度活跃起来,经过补充修改,逐渐为绝大多数地球科学家所接受。

通过深海调查制成洋底图,发现在大洋的盆地之上有连续分布的洋脊巍然矗立。它北起极地,纵贯大西洋中央,倒插进入印度洋直达亚丁湾,再沿 $90^{\circ}$ 经线南行,绕过澳大利亚并在东太平洋蜿蜒呈大弧分布,然后经阿拉斯加结束于北极,总长度超过 80000 公里。在大洋洋脊的大部分脊段上都存在着中央裂谷,而恰恰在这些地方是浅源地震经常活动的场所,也是高热流值出现的地方。根据这些认识,一九六一年赫斯创立了具有坚强说服力的海底扩张说。归纳起来,这个学说的基本内容如下。

大陆地壳被动地处于地幔物质之上,由于上地幔顶部缓慢的热对流体的活动,驱使那里的熔融物质钻进中脊(隆)的裂缝下端,一股接一股地穿过地壳升到洋底,固结成岩。新升起的一股把较老的一股向外推移,洋底地壳就逐渐增加新的部分,由中洋脊向两旁以相同的扩张率作横向移动,形成新的洋底(图 5-2)。

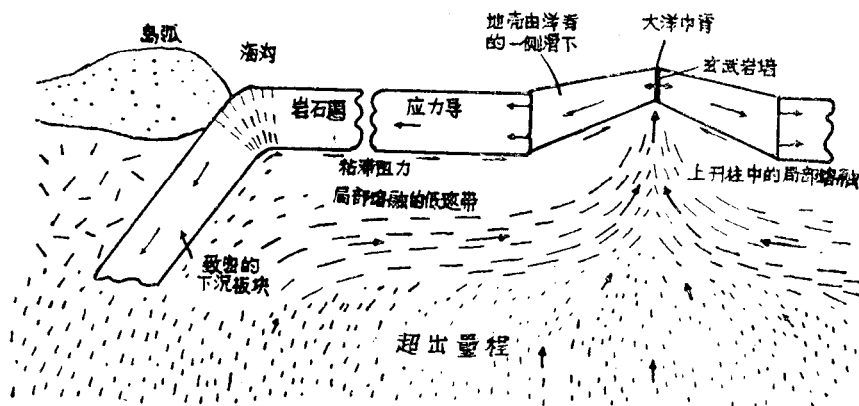


图 5-2 受重力体力驱动的板块运动图

海底扩张的证据之一是古地磁测量的大洋中脊两旁的岩石,各有一条一条的磁极反向带(图 5-3)。洋脊裂谷中涌出的熔岩在冷却过程中,受到当时地磁场的磁化,而在地磁场反向时,新涌现的熔岩又会受到相反方向的磁化。如果大洋地壳是连续形成的并从中央裂谷向两侧外移,则磁条带就应平行并对称于洋脊裂谷,而且磁条带距离洋脊轴线越

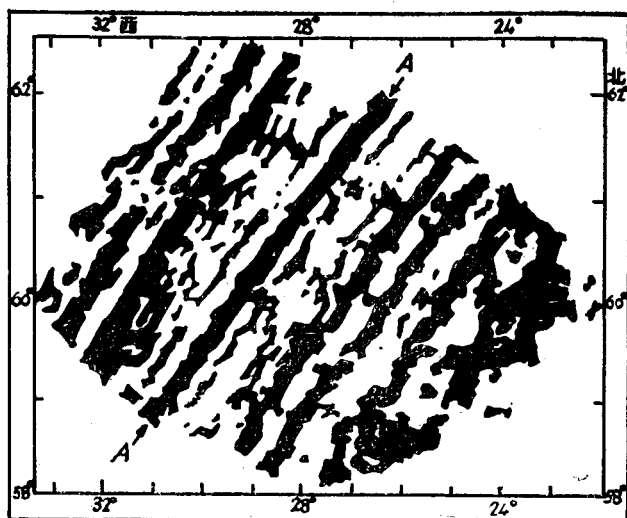


图 5-3 正负磁异常的条带分布

远，其年代就越老。1969年，“格洛玛·挑战者”号深海钻探船在南大西洋海底取得了一系列的岩心，岩心中的化石证实了上述论断，并发现化石的年龄与磁条带的年龄是吻合的，从而进一步证实了海底扩张说的预测和地磁年表（图 5-4）。

海洋的地壳是年轻的，这一发现支持了海底扩张观念。所有大洋岛屿和所有海底岩芯的最大年龄，沿洋脊从现代到更新世，在某些大陆边缘地区附近则是侏罗纪，没有发现任何早于侏罗纪时代（2 亿年）的证据。此外，海洋沉积物的厚度也从沿洋脊的零值，增加到某些海岸附近的数公里，这说明离扩张的洋脊越远，积累的沉积物年代越老，时间越长。

既然有新的地壳产生于洋脊，是否说地球正在膨胀之中呢？地球物理学家通过测量和计算，发现地球的体积并没有增加。这样在洋脊的对面，应该存在老地壳消亡的地方。结果发现，太平洋的磁条带异常都消失于海沟附近。海沟也是地震活动频繁的地方，但它和洋脊不同，其震源深度的分布向大陆一侧增大，除浅源外，还有中源和深源地震。最大的震源深度可达700公里。由此可以设想，大洋地壳在海沟处俯冲于大陆地壳之下，并消亡于高温高压的地幔之中。于是就对大洋盆地产生了一个全新的认识：洋底好象个巨大的传送带，新地壳产生于洋脊，老地壳消亡于海沟。正是这种新陈代谢的机制使大洋洋底得到不断更新。更新的周期，以太平洋东隆以西为例，约为 2 亿年。

一九六五年，加拿大地球物理学家威尔逊创立了转换断层的概念，这以后很多学者掀起了研究大陆漂移、海底扩张及板块分界和活动的高潮。一九六八年九月，伊萨克斯等三人汇总了大陆漂移、海底扩张、转换断层、板块活动等方面的成果，并考虑到古地磁、地震、海底地貌、海底岩石、海底沉积、海底火山、生物地层、绝对年龄、地幔对流、热流测量、重力测量、大陆断裂、超基性岩等方面的证据，概括为全球构造学说。但有人认为，由于板块活动机制和板块在地史上的变迁过程这个大问题尚待阐明，这一学说，目前还不能叫作全球构造，而称为岩石圈板块构造比较合适。

板块构造学说认为，以地震观测发现的低速带为界，地壳和地幔的最上部约至70~

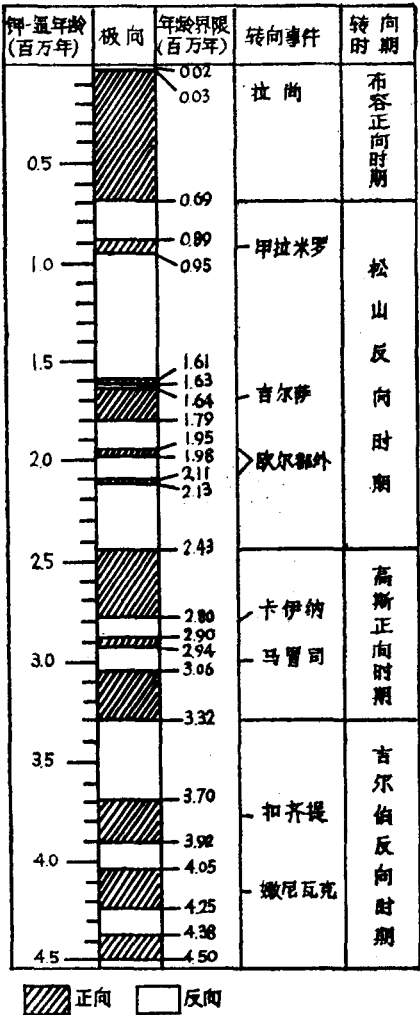


图 5-4 地磁极向年表