

56.08

01621

003175

中国地质科学院院报

562 综合大队分刊

第1卷 第1号

1980年



521
08

562 综合大队 编

地质出版社 出版

中国地质科学院院报

562 综合大队分刊

第1卷 第1号

1980年

562 综合大队 编

地 质 出 版 社

中国地质科学院院报

562 综合大队分刊

第1卷 第1号

1980年

562 综合大队 编

*

地质部书刊编辑室编辑

地质出版社出版

(北京西四)

地质印刷厂印刷

(北京安德路47号)

新华书店北京发行所发行·各地新华书店经售

*

开本: $787 \times 1092^{1/16}$ ·印张: $9^{1/4}$ ·插页: 3·字数: 222,000

1980年8月北京第一版·1980年8月北京第一次印刷

印数1—3,333册·定价1.20元

统一书号: 15038·新541

发 刊 词

我国卓越的地质学家李四光教授，早在本世纪二十年代，首先将力学与地质学结合，经过长期不懈的地质实践和科学实验，创立了一门崭新的学科——地质力学，为地质学的发展开辟了新途径。解放以后，地质力学这门新兴的边缘科学，同其它学科一样，有了蓬勃发展，在生产实践中，得到了较为广泛的传播和应用，越来越引起了科学技术界的注意。

地质力学以实际构造现象为基础，根据力学的原理，坚持用运动的、联系的和发展的观点看问题，寻找构造现象之间的内在联系，建立起不同类型的构造体系以及根据由此所反映的构造应力场，进一步追索地壳运动的方式、方向和动力来源，最终解决地壳运动问题。

为要在本世纪末把我国建设成一个具有现代工业、农业、国防和科学技术的社会主义强国，我们必须进一步发展地质力学理论，使其为我国的科学事业和建设事业做出应有的贡献。

为此，我们结合自己的深部地质、地震地质和能源矿产地质的专业科研方向，创办了这个刊物。它作为中国地质科学院院报的分刊，是我队的学术刊物之一，暂不定期按顺序编号出版。主要反映我队的科研成果，也适当刊载生产、教学、科研等单位的外来稿件。主要内容是：地质力学的基础理论、地震地质、矿产分布规律、深部地质及深部构造、海洋地质和全球构造体系的研究成果，以及地质力学的工作方法、经验和实验报导等。

我们的业务水平不高，经验不足，深望广大读者多给予支持和指导，使我们这个刊物的质量不断提高。

562 综合大队分刊编委会

特邀：孙殿卿 吴磊伯 陈庆官 杨开庆 徐景文

(以下按姓氏笔划排列)

马曙照 王宗杰 王承颜 孙 叶 刘树桐 朱松年

麦昌荣 邵云惠 明奎海 崔作舟 唐昌韩 高庆华

张国维

主 编：邵云惠

副 主 编：张国维



编 后：本期文中插图系由河北省地质局综合研究队的尤进泉、刘俊琴、
刘惠云、张兰华、张建五位同志帮助清绘的，在此一并致谢。

目 录

发刊词

地球自转与全球构造.....	孙殿卿 高庆华 (1)
试论我国东部的北西向构造及其理论意义.....	邵云惠 (19)
震源机制与地应力测量.....	崔作舟 (28)
地质力学研究中的深部地质问题.....	徐景文 (38)
福州热田的地质力学分析.....	黄汉纯 (49)
断裂带内变形石英质岩石显微构造特征和应力状态的分析.....	刘元祯 (66)
试谈侵入岩的原生构造和岩相分带与构造体系的关系.....	高庆华 (81)
海城和唐山地震形成机制的讨论.....	崔作舟 (95)
白银铜矿区地质构造特征初析.....	韩子芳 (106)
构造体系对福建省中生代煤系地层形成和形变的控制作用.....	雷振民 费淑英 (114)
纬向构造体系的模拟实验研究.....	张国铎 (127)
京津地区地质构造的光弹模拟实验初步研究.....	孙叶 高德禄 (132)
蓟县黄崖关长城形变的发现及其初步研究.....	叶定衡 (137)

CONTENTS

Preface

The rotation of the earth and global tectonics

.....Sun Dianqing, Gao Qinghua (18)

The northwesterly striking structures in the eastern part of China and their significance to the research of earth's movements

.....Shao Yunhui (26)

The seismic source mechanism and the stress measurement

.....Tsui Zuozhou (36)

The problems of deep-seated geology in geomechanical studies

.....Xu Jingwen (48)

The geomechanical analysis of Fuzhou geothermal field

.....Huang Hanchun (65)

Analysis of microstructural features and stress states of the deformed quartzose rocks in fault zones

.....Liu Yuanzhen (80)

Primary structures and facies of intrusive rocks as related to tectonic systems

.....Gao Qinghua (93)

A discussion on the mechanism of Haicheng and Tangshan earthquakes

.....Tsui Zuozhou (105)

A preliminary analysis of the structural features of Baiyinchang copper-ore deposit

.....Han Zifang (113)

The tectonic system and the formation of the Mesozoic Cretaceous

.....Fei Shuying (125)

The model experiment on the formation of the Tangshan fault

.....Chang Guoduo (130)

A preliminary study on the geological structure of the Tangshan area

.....Ye, Gao Delu (136)

The discovery and the formation of the Tangshan fault

.....Ye Dingheng (141)

地球自转与全球构造

孙殿卿 高庆华

康德—拉普拉斯的天体演化假说，至今仍为许多人所推崇。旋涡星系和旋棒星系在宇宙中大量存在；太阳系家族中的绝大多数成员按同一方向旋转；木星和土星被美丽的大气环所包围着；还有其它一些现象，都说明了旋转运动在天体形成和运行中的重要作用。

地球是太阳系家族中的一个成员，它一方面围绕太阳转动，另一方面也在不停地由西向东自转着。作为地球这个整体的各个组成部分——气、水、岩石圈等，也必然随着地球的自转而运动着。因此，尽管从现象上来看，各圈物质的运动形式不同，但彼此是有内在联系的。本文试图通过地球表部各层物质运动形式所表现的特征，来推断运动的起源，了解它们之间可能存在的联系，进而探讨全球构造的形成与地球自转运动的关系。

一、气流运动和气候变化的一些现象

气圈是地球的最外层，它的上限，从理论上说应该是地球的引力与离心力相抵消的界面，这个界面是一个封闭的椭球面。在这个界面之外，物质将脱离地球的羁绊，飞入星际。气圈可以分为几层，最内一层叫对流层，它在两极约为 8—10 公里厚，中纬度为 12 公里厚，赤道部分为 16—18 公里厚。

由于在不同的纬度上大气受热程度不同，在发生交流时，又由于地球的自转，就构成了一幅复杂的气流运行图。概括地说，气流的水平运动十分明显，在赤道至南北纬度 30° 之间和南北纬度 65° 以上地区，都盛行偏东气流，分别称为“低纬度东风带”和“极地东风带”，其中“低纬度东风带”影响的面积最大。在南北纬度 30° — 65° 之间盛行西风流，称为中纬度西风带（图 1）。

近赤道地区，常出现巨大的旋卷气流——台风。台风旋转的方向在赤道以北为逆时针方向，在赤道以南恰好相反。

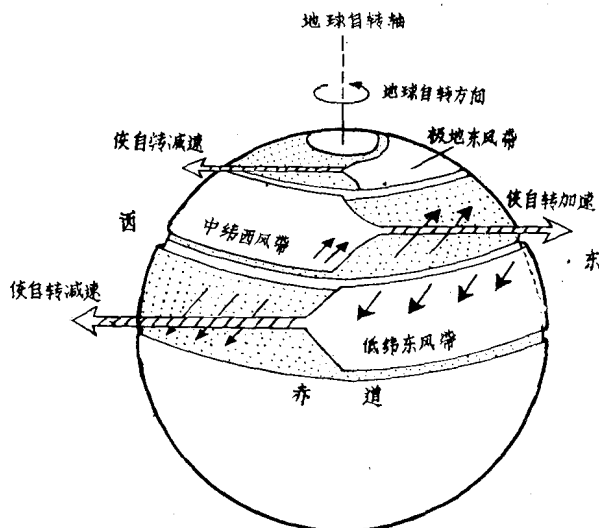


图 1 北半球风带分布示意图

(据“十万个为什么”〔21〕)

造成以上各种现象的原因,主要是因与地球自转时在不同纬度上线速度不同,从而产生了纬向的剪切力所致。

弗耶 1865 年计算出星球自转速度随纬度而异的规律。他认为在赤道速度最大,向两极逐渐减小,可用公式:

$$\omega = a + b \cos^2 \varphi$$

式中 a 、 b ——常数; φ ——星球纬度。

不论那种解释,都一致说明,气流的运动与地球自转有关。

在地质历史上,地球的气候在不断地变化着。几亿年的地球气候史,是以温暖时期与寒冷时期交替出现为其基本特点。在漫长的古气候变迁过程中,反复经过多次大冰期与大间冰期气候。比较明显,为地学界所公认的是自震旦纪以来出现的三次大冰期,它赋有全球性意义。这三期就是,震旦纪大冰期;石炭—二叠纪大冰期和第四纪大冰期。对于大规模冰川的形成有着不同的解释,某些大陆漂移和板块运动论者,主张用极地迁移或以曾在极地的陆块向四处大距离漂移来解释。这样大距离反复的极迁移和陆块漂移,至今还难以在理论上得到令人信服的论证,而且仅以这一种解释也难以说明三大冰期的产生和冰川的分布。

震旦纪的冰川广布于中国、印度、苏联、挪威、芬兰、格陵兰、法国、北美、中非、南非和澳洲中南部等地。也就是说,除了现今的赤道两侧外,几乎遍及全球。面对震旦纪冰川分布的事实,看来是很难用大陆和极地的位置移动所能解释的。

石炭—二叠纪冰川目前主要见于南半球,但在冰碛层之下,许多地方可见到只能在温暖气候下生存的珊瑚化石。紧靠冰碛层之上,普遍见有煤系,如印度大吉尔冰碛层之上的大木达煤系;非洲德维卡冰碛层之上的埃卡煤系。澳洲冰碛层之上也有煤系。南极洲在石炭—二叠纪冰碛层之上毕康群中也夹有煤层。北半球在这个时期气候比较温暖,对气候的这种冷热反复地变化,若以地块和两极的位置改变来加以解释,那么地块和极地将以多大的变动才能适应呢?何况在大冰期与大间冰期中还有许多亚冰期和亚间冰期,地极或陆块的位置是否也要相应地发生如此频繁的大幅度变化呢?

第四纪大冰期也是全球性的,在我国分布很普遍,迄今不过二三百万年,如果说第四纪的大陆冰川也是由于极区大陆漂移而来的话,按照板块构造提出的陆块平均漂移速度计算,在二三百万年的时间内只不过漂移了几十公里。这样的漂移距离,显然是不足以说明大陆第四纪冰期气候的。

据竺可桢教授“物候学”中的资料,我国最近五千年的气温平均降低了 2°C ,如果说这是由于我国大陆往北漂移引起的话,那末按照板块平均漂移速度每年 2 厘米计算,5000 年内只不过漂移了 100 米。即使将漂移速度加大 100 倍,我国大陆也只能向北移动 10 公里,仍不足以使气温达到降低 2°C 的效果,何况现在并没有地质构造方面的资料能证明我国大陆有大规模向北移动的迹象。

在此,我们并不排除某些大陆上气候变迁的遗迹可能与大陆漂移有关,但并不认为这是唯一的主要因素。因为许多古气候资料提供的地质历史中出现过的全球性时冷时暖的气候变化,不得不促使我们面对这些事实从中提出另一种可能比较更为合理的认识 and 解释。

从图 2 中可以看出,地质历史上的几次气候变冷的情况。其主要时期为震旦纪末、泥

盆纪初、石炭—二叠纪间、三叠—侏罗纪间、白垩—第三纪间以及第三纪之后至第四纪。引人注目的是，这几个时期恰好是地壳运动比较激烈的时期，即相当于元古代末的地壳运动、加里东运动、海西运动、印支运动、燕山运动和喜马拉雅运动时期。

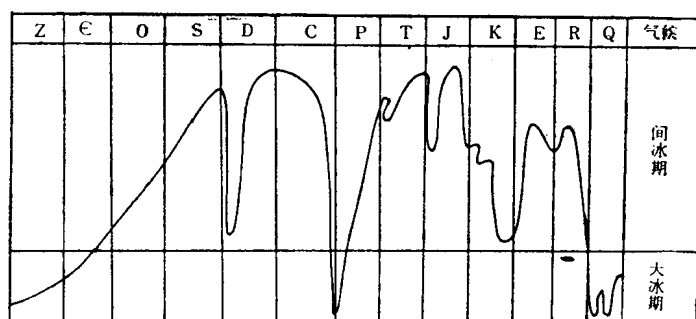


图2 地质时代气候变迁图

(据张家诚, 略有修改)

为什么在地质历史上气候的变迁史和地壳运动历史会有这样的巧合呢？这些迹象启示我们考虑，气圈和岩石圈运动之间可能存在有一定的内在联系，因此当我们在研究这两者的运动规律时，不应该把这两方面所取得的资料分割开来孤立的加以讨论，而应该综合分析。

二、现代洋流和地质历史上海水进退表现的运动方式

在现代各个大洋中，有许多洋流（图3）。太平洋的水体，从中美洲西缘开始，大致沿赤道向西流动，至西伊利安岛以东，分为两支；北面的一支，循亚洲东岸向北流动，在日本以东转向东流，然后在加利福尼亚以西又转向南流，大致构成一个椭圆形；南面一支，循澳洲东岸南流，至新西兰转向东流，再平行南美西岸北流，也构成一个椭圆形。值得注意的是，北太平洋洋流的流动方向刚好与南太平洋相反，前者为顺时针向，后者为反时针向。类似的情况在大西洋和印度洋均可见到。在这两个大洋中，也分别构成了南北两个环形洋流，北面一个作顺时针的流动，南面一个作反时针的流动。如果把这些对称的洋流看作是水体中差异运动引起的话，则意味着赤道部份的海水有一股向西去的洋流，越靠近赤道流速越快，这与低纬度东风带的运动方向极其相似。

在地质历史上，我国大陆上也曾发生过多次海水进退；即震旦纪海进，下古生代初期海进、上古生代初期海进、三叠纪初海进、侏罗纪初海进等；震旦纪末海退、下古生代末海退，上古生代末海退，三叠纪末海退和侏罗纪末海退等。在每一次海水进退过程中，又包含若干小规模的海进海退（图4）。

李四光教授从1926年开始，在他的著作中曾多次指出，每一次海进方向大体都是自南而北的（从宏观上看）；每一次海退方向则是自北而南的。

在每一次海进时，气候常由寒冷干燥转变为温暖潮湿；而在每一次海退时，气候常由温暖潮湿转变为寒冷干燥。从图2与图4可以清楚地看到，在地质时期中气候的变更和海

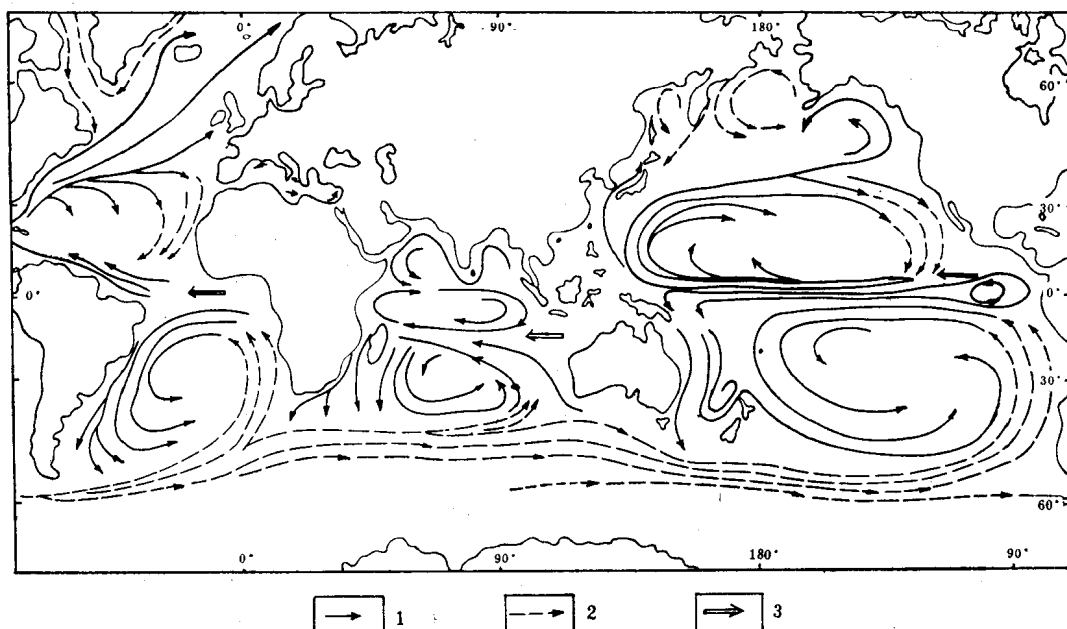


图 3 世界洋流略图

1—暖流方向；2—寒流方向；3—与地球自转有关的水平力作用方向

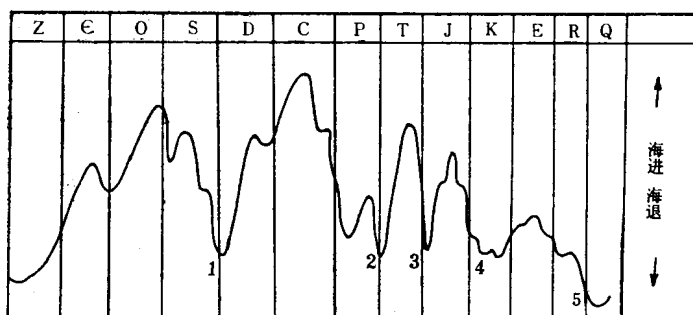


图 4 地层时代海水进退示意图

水的进退之间的对应关系。而且，每一次海水进退，都相应地发生一场激烈的地壳运动。

综上所述，不难看出，水体运动，不仅与地球自转轴具有一定的空间关系，还与不同地质时期大规模的地壳运动有关。

三、大陆构造反映的地壳运动方式和方向

地壳大陆的运动方式和方向，可以通过大陆壳岩石圈中的褶皱和断裂等构造形迹组合而成的构造体系以及它们排列方位，来取得认识。李四光教授对大陆上的主要构造体系已作了总的论述，概括起来，可归纳为以下几点：

1. 纬向构造体系。主要发育在北纬 $40^{\circ}30'$ — $42^{\circ}30'$ 、 $32^{\circ}30'$ — $34^{\circ}30'$ 、 24° — $25^{\circ}30'$ 及

赤道附近, 北纬 10° 、北纬 18° — 20° 、北纬 50° 、北纬 57° — 58° 、南纬 25° — 26° 、南纬 34° 、南纬 50° , 大约每隔 8° 出现一带。纬向构造带多具有悠久的历史, 许多在古生代以前即已存在, 以后历经多次活动, 产生了强烈的东西向褶皱、冲断层和挤压带, 以及南北向的张裂和北东、北西向的扭性断裂, 反映了南北向的挤压作用。纬向构造的一侧, 常见巨大的平错断裂, 错动方向多是赤道方面相对向西。

2. 经向构造体系, 可分两种: 一种为挤压构造带, 如我国川、滇西部, 苏联的乌拉尔山、安第斯山脉等地都是强烈的南北向挤压构造带, 反映东西方向的挤压; 另一种为张裂带, 如东非大断裂、莱茵河断裂等, 反映东西方向的引张。沿许多经向构造带, 也有平移的特征。经向构造带, 有些为古老的构造体系, 许多地方资料表明南北向构造形成在20亿年前。

3. 中国东部有一系列走向北东至北北东的构造带, 按其生成时期分华夏系、新华夏系、华夏式, 反映中国大陆对太平洋相对向南的水平扭动。北美洲东部的北东向构造、反映了北美大陆相对向南的扭动。

4. 欧亚山字型、托罗斯山字型、祁吕山字型等, 弧顶向南突出, 反映欧亚大陆向南运动。北美山字型弧顶向南突出反映北美大陆向南运动。非洲南部林波波河山字型弧顶向北突出, 反映非洲南部大陆向北移动。南美山字型弧顶向西突出, 反映南美北部向西运动。

5. 巨大的旋卷构造, 反映了水平扭动, 其中北美歹字型和青藏滇缅印尼歹字型构造分别反映了北美大陆与中国大陆相对向西和向南的水平运动。

6. 非洲、印度、中亚大规模棋盘格式构造反映了南北向的挤压。

7. 有一些构造体系的主要构造成分(如褶皱轴或冲断层)走向平行, 但在剖面上呈多字型斜列, 反映了地壳表层对下层发生过水平移动。

以上各种类型的构造体系, 包括有不同级别, 不同序次, 不同性质, 不同形象的构造成份。有些构造成份, 单独来看, 可能是水平运动, 也可能是垂直运动引起的, 但是它们在平面上组合而成的总体, 不管是什么型式, 都一致的反映了地壳运动的大方向是一致的。换句话说, 从构造体系分布和排列规律来看, 各大陆的区域性运动方向和地壳整体运动方向是一致的, 即不是经向水平移动, 就是纬向水平移动。也就是说, 它们在空间上与地球的自转轴保持着密切的关系。

大陆构造大多具有漫长的发展历史, 迭经多次地壳运动。一般认为, 地壳运动是时而激烈, 时而缓和持续进行的。古生代以来比较激烈的运动有加里东运动、海西运动、印支运动、燕山运动、喜马拉雅运动等。

四、洋壳构造反映的运动方式和方向

在前面的讨论中我们看到气圈、水圈和大陆壳的运动与地球自转有着极为密切的关系。洋壳作为地壳的另一个组成部份, 它的运动是否也与地球自转有关呢?

对于洋壳的运动问题, 近来许多地质学家大多热衷于用板块构造学说来进行解释。该学说认为, 地壳和地幔的上部为刚性块体, 称为岩石圈, 厚约70—100公里。其下地幔强

度较小,叫软流圈。由于某些原因,在软流圈中物质发生对流,地幔下部某一部分的物质受热缓缓上升,当到达岩石圈的下部,便分两支,相背流动,这个地区叫发散区或上升区。然后,经过一定的流程到某一部位与另一股对流的物质相碰,转而向下流动,这个部分叫汇集区或下降区。软流圈的流动必然要影响到岩石圈,使它在发散区受到引张,地幔物质上升到海底,形成海岭,叫洋中脊。被海岭分裂的岩石圈板块,随着软流圈物质的流动向相反的方向作水平扩张,在汇集区两个板块相撞,一个仰起,一个俯冲,海洋板块与大陆板块相撞形成俯冲带,一侧产生海沟。板块运动伴有强烈的火成岩活动、变质作用和地震。由于板块的扩张速度不等,出现与扩张带接近垂直的大规模的剪切断层,将扩张带(洋中脊)切割开来。这些剪切断层的错动方向,在被错开的两段海岭之间由于海底扩张转换了断层水平位移的方向,叫转换断层。

从板块构造提出的洋底构造特征,就它们所代表的力学意义来看,海岭(有些叫海堤、海隆),实际上是由于地壳遭受引张的结果;海沟和俯冲带是地壳发生挤压的产物;转换断层是由于两部份地壳的剪切作用引起的一种水平扭动现象。按照这个观点,来检阅洋壳构造所反映的运动方式和方向,也许能使我们得到一些新的启示,从而引出与“板块说”不尽相同的另外的解释,以助于说明“板块说”应该进一步探求解决的问题。下面我们将分别列述一下各大洋中这些洋底构造所表现的特征:

(一) 海岭的分布

沿海底张开的裂缝中,常有大量的玄武岩涌出,固结后形成海岭、海堤或海隆。

在巨浪滚滚的大西洋底,潜伏着一条巨龙般的海岭,称为大西洋海岭。它从冰岛以北,向南曲曲折折延伸到特里斯坦一达库尼亚群岛以南,高出两旁海底约1600米。海岭的中央,有一条大裂口,被火山岩所充填。沿着这个带,有许多活火山,1963年在冰岛附近一次火山喷发产生了色特赛岛。沿这个带地震频频发生,可以看出它是比较晚近发生的构造现象。据大地测量资料,1870年—1907年格陵兰向西移动了1190米。1926年—1933年,在 45° 处欧洲和美洲大陆移开了4.55米。

大西洋中央海岭,总体呈S形。在 15° 以北和赤道以南,基本走向南北。两者之间,显然在赤道附近发生了水平扭动,使北段向西推移了约1000公里。

印度洋方面,有几条大致走向南北的海岭。中印度洋海岭(北段有时称卡尔斯堡海岭或阿拉伯—印度海岭)约呈新月形。与马达加斯加岛遥遥相对,呈半面包围的形势。其中段走向南北,约位于东经 65° — 70° 之间,从赤道往北去逐渐转向北西,经索科特拉岛,与红海断裂相接。向南约在南纬 20° 从罗德里格斯岛向南分为两支:一支逐渐转向南西称西印度洋海岭(也有统称中印度洋海岭),另一支逐渐转向南东称中印度洋海岭,与包围南极洲的海岭连在一起。马达加斯加岛两侧,有一组走向笔直的南北向海底断裂,包括有莫三鼻给断裂带,德华断裂带,马尔加什断裂带和欧文断裂带。马达加斯加岛东岸象刀切一样整齐,就是这组断裂切割的地貌反映。

紧靠阿拉伯—印度海岭之东为马尔代夫海岭。它从印度西南,在东经 70° — 75° 之间很整齐地向南延,经拉克代夫,马尔代夫,恰果斯群岛,切过中印度洋海岭,继续向南甚至可延伸到克尔恰冷岛以南。

沿东经 90° 发育有一条窄长的海岭,叫东印度洋海岭(也有称 90° 海岭)。它是世界

上直线部分最长的海岭。一般认为是由大洋壳西盘上冲于东盘所形成。所以这一条在地貌上是海岭,但看来它不是由于海底扩张,而可能是由东西方向的挤压造成的。

在太平洋的东部,也有一条大致走向南北的海岭,称东太平洋海岭。北起温哥华岛附近,经过加利福尼亚半岛和加利福尼亚海湾往南伸展。在这一隆起带中的许多段落,发现了很多高达3.06—8.09卡/平方厘米秒的热流。

另外,在北太平洋的中部,还散布着一系列北西向的海岭和海堤,包括夏威夷海岭,马绍尔、吉尔伯特和埃利斯群岛海堤,莱恩群岛海堤等。

环绕着南极大陆,有一圈不规则的海岭分布。根据海洋地质调查和南极考查,发现南极被一系列的近于纬线和经线方向的断裂所控制。从载维斯海到罗斯海,与海岸平行的海沟深500—1440米。

北冰洋底,横卧着一条陡峭的罗蒙诺索夫海岭。它沿东经140°线通过北极,从新西伯利亚群岛延至加拿大的厄尔兹米尔地,在海底高2500—3000米。另外还有一条与之平行的海岭,叫门捷列夫海岭。此外在北极还存在着许多与经线平行的辐射状断裂。

(二) 海沟的分布

海沟的数量远远少于海岭。海沟是海底深陷的槽子,在它的一侧,往往有一条巨大的俯冲断层,伸向大陆的深处。沿着这个带挤压强烈。有变质带、火成岩带和强烈地震带相伴生。

太平洋的西部,有一条深达十多公里的海沟,北起堪察加半岛的南端,向西南延伸,经千岛海沟,日本海沟向南分为两支:东面的一支沿着小笠原海沟到达马里亚纳海沟,再转向南西。在这一段由三条较短的北北东向海沟,从东北向西南呈雁行状斜列排列。抵达加罗林群岛后,又转向南东东,又由一系列走向北西的海沟,如新不列颠海沟,维拉亚兹海沟和平行萨摩亚群岛的海沟组成雁行状排列。然后再转向南,与汤加海沟,克马德克海沟连在一起,成为一个S形,这就是通常所说的安山岩线所在的位置;西面的一支,沿琉球群岛海沟南下,经菲律宾海沟,再向南卷入以班达海为中心的旋涡。

绕过班达海旋涡,循苏门答腊岛和爪哇岛南侧,又有一条近于北西走向但略向南面突出的弧形海沟,叫爪哇海沟。

南美洲的西岸,紧靠一海沟,包括阿塔卡马海沟和秘鲁—智利海沟。这一深陷的海沟向北延伸,称危地马拉海沟。在巴拿马西边即开始转向北西直到加利福尼亚湾与东太平洋海岭相遇,海沟从此消失渺无。但在北美西岸,却发育有与南美西岸可类比的强烈的褶皱山系。

太平洋的北部,在阿拉斯加与阿留申群岛的南侧,有一条弧形的阿留申海沟,像悬挂在北美洲和亚洲之间的一条锁链垂向太平洋。

另外,在南、北美洲中间,南美洲南端,还有两个小型的弧形海沟向东突出。一个在小安得列斯群岛的西侧,另一个在南桑德韦奇群岛附近。

(三) 转换断层的分布

转换断层绝大多数与海岭相伴而生,其走向基本上与海岭的走向相垂直。

东太平洋海岭上发育了一系列长达一千多公里近东西向的断裂带,从北向南,主要有奇努克断裂带,门多西诺断裂带,默里断裂带,莫洛凯断裂带,克拉里永断裂带,克利帕

顿断裂带, 加拉帕格斯断裂带, 复活节岛断裂带, 查林杰断裂带, 弗尔南德斯断裂带和埃尔塔宁断裂带等。这些断裂带的走向, 在赤道附近为近东西向, 在赤道以北偏向北东, 而且离赤道越远偏角越大, 在赤道以南偏向北西, 而且离赤道愈远偏角越大。断裂平移的方向有左推也有右推, 反映出大致沿纬度方向的平移。值得注意的是, 克利帕顿断裂, 在中美洲以东的加勒北海海岸有与它相对应的断裂。

大西洋中间海岭上, 也发育了许多巨大的近东西向转换断层, 包括大西洋断裂, 罗曼奇断裂等。从罗曼奇断裂向北, 至北纬 15° 之间, 一系列平推断裂的北盘节节向西错动。转换断层的走向, 在赤道附近走向近东西, 以北偏向北西, 而且离赤道愈远偏角越大; 以南偏向南西, 也是愈远离赤道偏角越大, 与太平洋的情况遥相对应。

非洲以南和澳洲以南, 海岭弯曲呈弧形, 总体走向近于东西, 转换断层呈放射状, 平均走向近南北。

值得注意的是, 印度洋的几条海岭, 没有象太平洋海岭和大西洋中间海岭那么多大规模的转换断层相伴生。但是在各海岭之间, 常出现有一系列与主要海岭平行的近南北向小海岭。

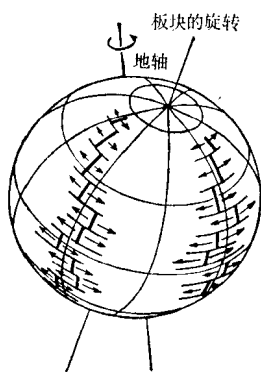


图 5 板块的刚体旋转扩张
(根据海兹勒)

某些板块构造研究者, 对海岭、海沟、转换断层作为板块边界所反映的各板块间相对运动的论述, 值得引起注意。譬如, 有的研究者认为, 每一板块的相对运动, 可以用通过地球中心的一个轴的旋转称之为板块旋转轴来表示 (图5), 所有转换断层和洋中脊扩张的方都与这个极的垂线方向相平行, 这个旋转轴与地轴有一个不大的交角。麦肯齐和帕克认为, 如果板块边缘的地震是由于板块之间的相对运动产生的话, 那么在海岭处的地震应属张力地震; 转换断层处的地震应属剪切力地震; 海沟处的地震应属压力地震。这一推想已为地震机制解释计算出的动力作用方向所证实。说明扩张确实是沿着地球的纬度方向扩张的。

1970 年霍威尔注意到北半球的转换断层主要是顺时针的, 而南半球则相反, 也就是说越靠近赤道部分相对向西的位移量越大。有的板块构造研究者计算了近 350 万年来海底扩张的速度。认为扩张程度最大的是赤道附近。板块构造的创始人勒皮琼还详细研究了转换断层方向条带状地磁带的宽度。得出了海底扩张的速度与纬度的余弦成正比的结论。于是“旋转扩张”的特征便给人们留下了深刻的印象。

这些论述对洋底构造特征的认识又提供了许多重要线索, 至于这些线索是否完全能以板块之间的相对运动和壳下对流作为基本原因来解释, 确很有讨论的必要。下面我们不妨就板块构造研究者从板块相对运动对洋底构造所做的某些解释做些探讨。

为什么在中低纬度区扩张带 (即海岭) 和俯冲带 (即海沟) 大都作近南北方向分布? 为什么转换断层大都作近东西走向? 为什么板块围绕旋转轴作旋转扩张? 这些问题, 按照板块学说的论点, 势必要假定地壳以下发热物质的分布应为南北方向, 地热流上升以后, 再作东西平流, 只有这样才能产生上述现象。这种解释必然会引出另一个问题, 即地下发热物质为什么作南北分布? 而且又恰恰在现在海岭下面聚集?

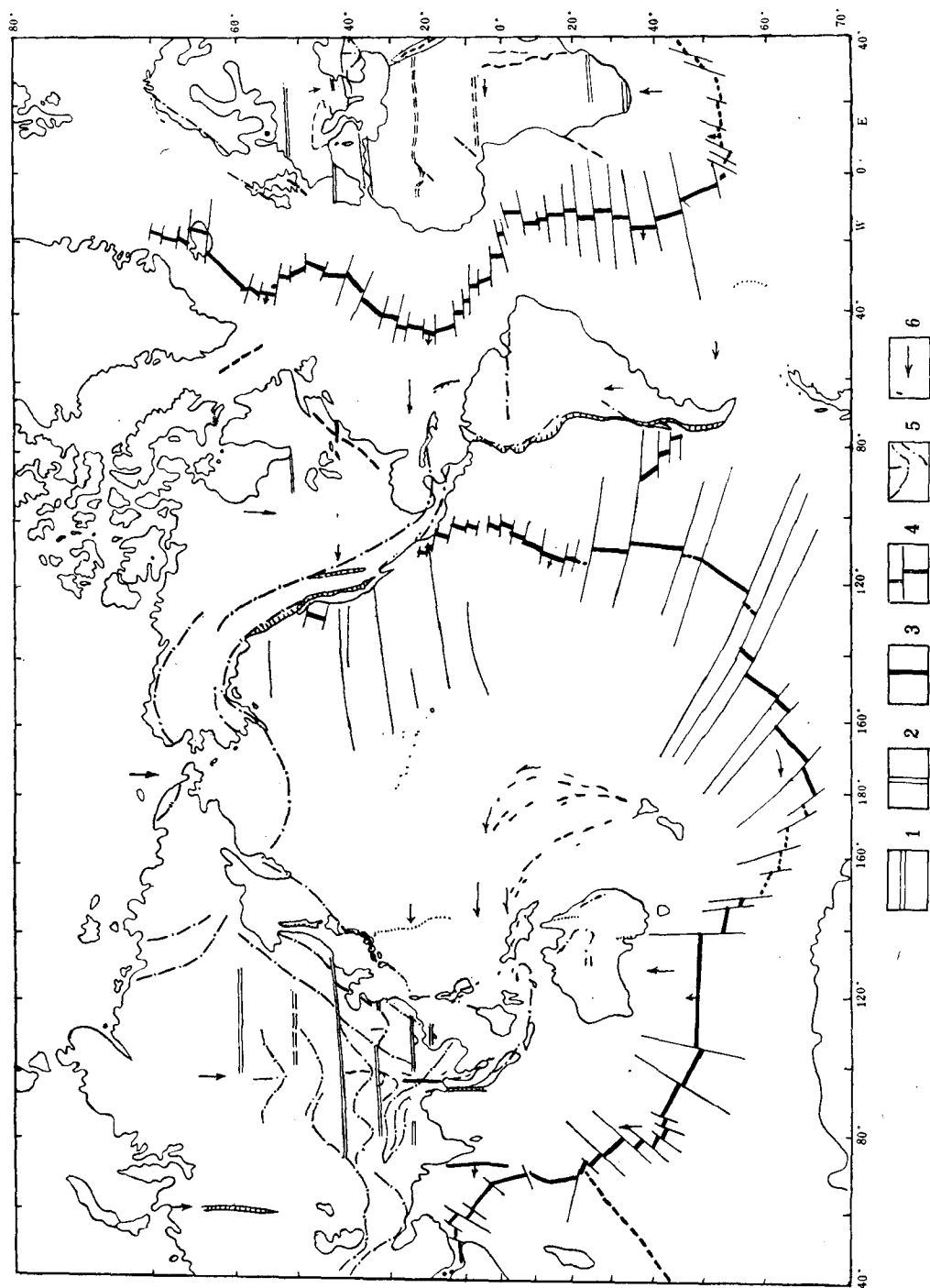


图 6 全球构造略图

1—纬向构造带, 2—经向构造带, 3—海底扩张带, 4—转换断层, 5—扭动构造体系, 6—动力作用方向

按照板块学说,相背扩张的板块,水平滑移一段距离后,必将通过俯冲带潜入壳下。这一论点对解释东太平洋海岭两侧的板块运动是易于接受的,因为在它们的東西两边确有海沟出现。但是当把大西洋中间海岭、东非大断裂、印度洋中间海岭也按这一论点处理,就会遇到不可克服的困难。如果印度洋中间海岭西侧的地块向西扩张;大西洋中间海岭以东的地块向东扩张,其结果必然使非洲受到东西方向的挤压,从而出现南北向挤压带,决不应该产生张开的东非大断裂。只有在东非大断裂以西的地块比它以东的地块向西运动的幅度更大,而大西洋中间海岭以西的地块,又比它以东的地块,向西运动的幅度更大时,才有可能出现非洲大断裂和大西洋的中间张裂口。而且,随着张裂口的逐渐扩大,所有的地块和中间张裂口,都将不断地向西运动,并且愈靠西边的运动幅度愈大。如果认为这些现象都是由于壳下对流引起的话,那是什么原因引起对流系流不断地向西移动呢?

从全球构造图(图6)上不难看出,大西洋中间海岭,美洲西岸的褶皱山脉,太平洋东部的海沟,太平洋西部的海沟,都大体为S形,而且外形都极其相似,一致反映出赤道以北地区,对赤道以南地区,相对向西扭动了约1000公里。如果这也是由于壳下对流带动板块运动引起的话,那是什么因素决定赤道以北比赤道以南向西对流的推动力更强呢?

前已提及,许多板块构造研究者,包括创始人之一的勒皮琼在内都认为海岭的扩张速度与纬度的余弦成正比(图7),但对这一事实,主张对流说的研究者都没有给予应有的解释。

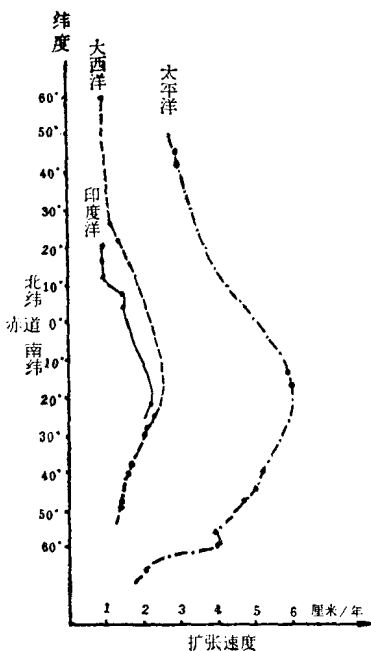


图7 几条海岭的扩张速度图

围绕南极洲有一圈形状不规则的环状海岭,有人认为非洲、澳洲向北运动就是由于这些海岭的扩张引起的。若果然如此,那么在海岭的另一侧——即南极洲——就应该相应的发现一系列规模相当可观的环状褶皱构造。但事实不然,南极洲出现的主要是北北西向的构造带,与海岭的方向接近垂直。

从东太平洋海岭的资料看,距海岭最近、时代最新的转换断层为纬向方向;距海岭愈远,即时代较老的转换断层,在赤道以北愈偏向北东,在赤道以南愈偏向北西。假如时代较老的转换断层最初的走向也应该大体为纬向走向的话,这个现象则意味着欧亚大陆与非洲大陆和澳洲大陆之间发生过南北向的挤压。这一推论显然与特拉斯带的出现是吻合的。这些现象,如果一概用壳下对流来解释的话,就必然假定在壳下的这一部份,有东西和南北两种方向的对流存在。以这种假定为前提的对流系统,是难以想像的。

在海岭出现的一系列转换断层,通常是用扩张速度不均一来解释,假如仅仅是这一个原因,那末不论转换断层两侧海岭的扩张速度是否相同,其扩张的中心线,至少不应该发生较大的位移。但事实上许多扩张中心线沿转换断层常被平错几百甚至一千多公里(图6),在大西洋中间海岭和东太平洋海岭,这一类情况尤