

满 足 好 奇 之 心 开 启 未 知 世 界



海洋是一座宝库

Ocean as a Treasure

李莎莎 编著



一所没有**围墙**的学校

一座**知识**与智慧的**乐园**

中西書局

海洋是一座宝库

李莎莎 编著

中西書局

图书在版编目(CIP)数据

海洋是一座宝库/李莎莎编著. —上海:中西书局,
2015.3

(科学探索丛书)

ISBN 978-7-5475-0790-2

I. ①海… II. ①李… III. ①海洋—普及读物
IV. ①P7-49

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2015)第 035957 号

海洋是一座宝库

李莎莎 编著

责任编辑 李碧妍

出版 上海世纪出版集团
中西书局(www.zxpress.com.cn)

地址 上海市打浦路443号荣科大厦17F(200023)

发行 上海世纪出版股份有限公司发行中心

经销 各地新华书店

印刷 上海世纪嘉晋数字信息技术有限公司

开本 700×1000毫米 1/16

印张 15

版次 2015年3月第1版 2015年3月第1次印刷

书号 ISBN 978-7-5475-0790-2/P·001

定价 29.00元



前言

海洋是生命的摇篮,孕育了无数生灵。这里拥有最古老的生命、最绚丽的色彩、最奇特的现象、最有趣的故事。你是否渴望探索美丽而神秘的海底世界?是否期待与各种海洋动物零距离接触?如果你已经心动,就赶快与我们一起行动吧!

在我们赖以生存的地球上,有 70% 以上的面积被海洋覆盖着。在海洋的世界里,不仅有连绵不断的海底山脉、深深的海沟,还有冒着好几百度热水的火山口;如花儿一般绚丽缤纷的珊瑚多得可以形成一个个海岛;听上去很单薄的海草竟可以像森林一样茂密。

光阴似箭,历史的车轮滚滚向前。进入 15 世纪,人类终于有了建造坚船利器的能力。于是,一些海洋大国的考察船纷纷出海。他们都想去探索大海的尽头,同时探索海洋的奥秘。一个探索海洋的新时代悄悄地来到了人间。

中国是最早发展航海事业的国家。明永乐三年至宣德八年,我国航海家郑和七下西洋,访问了亚非 40 多个国家,开创了探索海洋的先河。郑和的船队每到一地,都悉心了解当地的风土人情,宣传中国的传统文化,在中国周边的海洋国家播种友谊与和平的种子。据明史记载,郑和的船队有大船“修四十四丈,广十八丈者六十二”,随行人员达两万七八千人。其规模之大,世无其匹。他们发现了马达加斯加岛,好望角已经在望。2002 年,英国海军军官加文·孟席斯著文认为,是郑和而不是哥伦布于 1421 年首先发现了美洲。遗憾的是,由郑和开创的航海事业没有持续很久,明王朝及马上得天下的清王朝再次将注意力转向内地,长期采取闭关锁国的政策。之后中国国力衰微,成为帝国主义觊觎的鱼肉。就在这时候,西方资本主义开始兴起,欧洲一些相对发达的海洋国家纷纷出海探索海洋,出现了一批为了航海事业而舍生忘死的航海家。哥伦布、麦哲伦、库克等都是那一时期的佼佼者。紧跟着他们的脚步,殖民主义像瘟疫一样在亚洲、非洲和拉丁美洲蔓延开来。



殖民主义用炮舰开疆掠土,是一部充满血腥的历史。由于离我们的主题较远,我们姑且将它放到一边。还是来说说人类认识海洋的科学历史。

航海家们的首要任务是认识海洋。而就认识海洋而言,人们在当时最急于知道的莫过于两件事:一是海洋究竟有多深,二是海洋的深处究竟有什么。早期的航海家都曾做过测深和取样的尝试,但都没有留下可靠的历史记录。1818年,英国海洋学家J. 罗斯爵士首次在格陵兰以西的巴芬湾水深1945米处取得了泥质沉积物的样品。十多年后,他的儿子小罗斯爵士在南大西洋水深4491米和好望角外水深4958米处取得了深海沉积物的样品。人们开始积累原始的测深资料。1855年,马修·毛利在他所著的《普通海洋地理学》一书中,附上了一张北大西洋的水深图,那是历史上最早的测深资料的汇集,标志着现代海洋学的发端。

本书用浅显易懂、活泼有趣的文字,配以精美的图片,使读者在充分掌握知识的同时,可以身临其境地领略到海洋世界的独特风采,仿佛进入了一个五彩缤纷的海洋世界。



目 录

第一章 海洋的起源	1
第二章 海岸出世	23
第三章 四大海岸	41
第四章 无限神奇的海岛	81
第五章 海岸边的遗迹	150
第六章 中国海的壮丽奇观	159
第七章 蔚蓝海洋的故事	177



第一章 海洋的起源

混沌的时刻

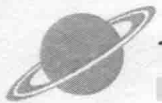
人类的先民终于站立起来了！他们走出莽莽苍苍的丛林，看到日月经天，江河行地，鹰击长空，鱼翔浅底，禁不住要问，如此壮丽的大千世界，究竟从何而来？

我们的祖先将这个多彩多姿而又充满谜团的大千世界称为“宇宙”。“宇”的意思是无边无际的空间；“宙”的意思是无穷无尽的时间。“宇宙”之意，就是时空无限。不仅它的规模无可比拟，对它的探索也是没有穷尽的。

从人类文明的萌芽时期就开始出现各种各样有关宇宙成因的故事。中国古代就有盘古开天辟地和女娲炼石补天的传说。据说天地之初，宇宙原是混沌一片，巨人盘古被困其中。为了争取自由，他以拔山之力挥动巨斧，向着那茫茫无际的黑暗用力



盘古开天辟地



劈砍,终于将这一片混沌劈为两半。上浮者日升一丈为天,下沉者日厚一丈为地。从此有了天地的分野。

但是,初始的天并不是那么齐整完美的。有一位“风”姓的古代“天子”(就是我们常称的女媧氏或者“媧皇”),突发奇想,炼五色石补天,我们才有了现在像穹庐一样笼盖四野的蓝天白云。

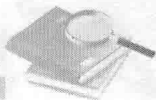
中华大地是古文明的摇篮。除了坊间的传说,中国古代文献中对于宇宙和地球的起源问题,也有许多古朴的观察和充满哲理的讨论。老子无疑是其中最杰出的一位。他说,“有物混成,先天地生,寂兮寥兮,独立不改,周行而不殆,可以为天地母。吾不知其名,强字之曰道”。又说,“道生一,一生二,二生三,三生万物。万物负阴而抱阳,冲气以为和”。他用“道”来概括天地以前的物质存在,包含朴素的唯物主义。



哥白尼

西方早期的宇宙成因观都是以地球为中心的,史称“地心说”。比较完整地提出“地心说”的学者是古希腊的欧多克斯,后经亚里士多德、托勒密进一步发展,成为统治一时的一种科学假说。在教会主宰一切的年代,“地心说”符合宗教的需要,深得教会的支持和保护。凡是不符合于“地心说”的言论和行动,一律被视为异端。1543年,波兰天文学家哥白尼在临终时发表了《天体运行论》,提出了以太阳为中心、地球围绕太阳转动的思想,史称“日心说”。

哥白尼之所以选择临终之际发表这一科学著作,纯是为了逃避宗教迫害,可见其用心良苦。“日心说”问世后,被教会斥为大逆不道的异端邪说,但是得到了大批具有科学良心和正义感的科学家的拥护和支持。为了捍卫这一学说,意大利思想家布鲁诺惨遭火刑,意大利科学家伽利略因此也被



宗教法庭判处终身监禁。这些事实彰显了真理的伟大,暴露了宗教统治的残酷。那是人类历史上黑暗的年代。

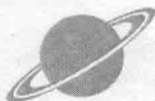
时间是推动历史前进的火车头。欧洲的文艺复兴结束了宗教对科学的干扰和统治,人类对宇宙成因的认识也有了一次又一次大的飞跃。

宇宙包含着数不尽的大小星系。银河系是其中之一。而太阳系又是银河系的一员。在漫无边际的宇宙内,太阳系真好比沧海一粟,其实是十分渺小的。

太阳是一颗恒星。周围有八大行星沿着各自的轨道围绕太阳运行。在行星周围,还有一些更小的星体围绕着它们转动。这些小的星体称为卫星。月亮就是地球的一颗卫星。

太阳系中星体与星体之间的运动学和几何学关系是非常有规律的。比如:太阳系的星球,包括太阳在内,都无例外地处于转动状态;行星除了自转,还要围绕太阳公转;每一颗行星的公转都有一个近圆形的轨道;所有行星的轨道几乎都处在垂直于太阳自转轴的同个平面内,那就是天文学家所说的黄道面,其公转方向与太阳的自转方向一致;行星的自转轴与其黄道面垂直;太阳自转方向、行星自转方向及行星围绕太阳公转的方向,三者近乎一致。行星轨道与太阳的距离,也是有规律的。如果我们按照行星与太阳之间的距离排序,那么,某行星与太阳的距离大致是前一颗行星与太阳的距离的两倍。行星可以分为两类。内行星或类地行星与地球的性质比较相近,都是石质的,体积较小;外行星或类木行星的性质与木星比较相似,都是气质的,体积较大。除了八大行星外,太阳系还有许多小行星,如阿波罗小行星,艾莫尔小行星和艾登小行星等。它们的情况更加复杂。关于太阳系的形成,有着各种各样的假说。但是,不管是哪一种假说,都必须能够解释上面所说的运动学和几何学的规律性。

天文学史上有关太阳系起源的假说,大致可以分为“演化论”和“灾变论”两类。演化论又称“一元论”。它认为太阳系是由同一种原始物质在运动过程中形成的。1644年,法国哲学家和数学家R. 德斯卡迪斯提出了一种涡流理论。他说,宇宙之初,天空充满了呈涡旋运动的气体。就像旋风会使尘埃聚集一样,旋转的气体中也会形成一些大小不同的物质凝聚中



心。有一个大的,还有一群小的,它们因旋转而凝聚,最终变成了太阳和行星。1755年,德国哲学家I.康德在涡流理论的基础上,引入牛顿的万有引力定律来解释物质的凝聚,认为那种旋转的气体云就是星云。它一边旋转,一边在引力的作用下缩聚。旋转促进缩聚,缩聚加速旋转,星云逐渐变成了扁圆形。最后,星云的中心缩聚成为太阳,剩下的物质凝聚成为行星,就形成了我们现在看到的太阳系。行星公转方向就是星云旋转的方向。

法国天文学家和数学家M. P. S. 拉普拉斯在1796年提出的星云假说与康德的假说大同小异。太阳系起源于一个旋转着的尘埃云。万有引力使物质发生缩聚。缩聚使旋转速度加大,在星云边缘产生强大的离心力。当离心力超过向心力时,星云就会甩出一个环状物。这样的过程重复了九次,一共甩出了九个环状物。最后,星云的中心凝聚成为太阳,而每一个环则凝聚成为一颗行星。因为拉普拉斯的假说与康德的假说并无原则区别,后人把它们联系到一起,称之为“康德—拉普拉斯假说”。

“康德—拉普拉斯假说”流行了差不多一百年。在18世纪末,质疑的声浪日高一日。引起“堤防”决口的最后一次冲击来自太阳系角动量的分布。反对者决心借助一个外来的星体来解释太阳系的成因,于是出现了“灾变论”或者“二元论”。

早在1745年,法国科学家C. 布丰就提出过一个具有灾变色彩的太阳系起源假说,比康德还要早10年。他说,在很久很久以前,有一个质量与太阳相近的彗星与太阳迎头相撞。撞下的大量太阳物质经过岁月的打磨,逐渐变成了行星。布丰的假说就像一幅科学漫画,很快被束之高阁。谁知到了20世纪初期,他的这一思想又复活了。

从1900年开始,美国地质学家T. C. 张伯伦和天文学家F. R. 莫尔顿连续发表文章,抨击“康德—拉普拉斯假说”。他们说,太阳系确是从一个旋转星云发展而成的。但是星云旋转的原因,不是物质的缩聚,而是来自星云近处擦肩而过的一颗恒星。外星的潮汐力不仅引起了星云的旋转,而且还从太阳星云里拉出了大量的物质。这些物质一部分回落到太阳,一部分则留在外层空间继续旋转直到凝聚成为行星。这样的过程一共发生过五次。每次都造成两个尘埃潮。一个在靠近外来恒星的一侧,一个在相反的

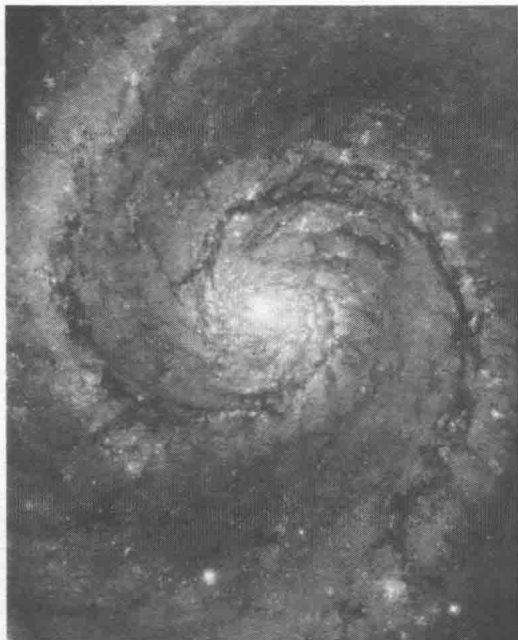


另一端。五次潮汐形成十个舌状的尘埃群,它们逐渐凝聚,形成所谓的“星子”。星子进一步聚集就成为行星和它们的卫星系。靠近外来恒星的一侧拉出的物质多,离太阳也较远,形成外行星;相反的一侧甩出的物质少,离太阳也较近,形成内行星。卫星的形成过程与之大同小异。这就是“星子说”。它的核心是,除了星云物质本身外,还需要一个不期而遇的外来星体,因此称为“二元论”或者“灾变论”。

1917年,英国科学家詹姆斯·金斯和哈罗德·杰弗里斯对“星子说”进行了修正。他们设想,那个不速之客从太阳里拽出来的,不是一般的星际物质,而是一个雪茄状的灼热气流。“雪茄”的近太阳一端重返太阳,远端的物质则凝聚成为行星。最大的行星位于中间,向两端逐渐变小。杰弗里斯后来又放弃潮汐论,转而主张外星与太阳的碰撞。

提出“灾变论”或“二元论”的初衷,是为了解释太阳系角动量的异常分配。20世纪初,有人提出可以用磁场相互作用或太阳风来解释太阳角动量偏小的原因,无须借助外星来解决这个科学难题。于是,“碰撞说”渐趋式微。1930年,H. N. 鲁塞尔用数学证明,碰撞不能为行星物质提供观察到的角动量,成为压断骆驼脊梁骨的最后一根稻草。待到40~50年代,“碰撞说”退出历史舞台。

20世纪40年代,天文学家们在星际介质中发现了不透明星云物质的“团块”或者“球状体”。密度很低,但足以在运动中发光。可能代表尘埃气体物质正在缓慢收缩,处于形成恒星的中途,因而称为“初星”。这一发现进一步激发了科学家的想象力。新的假说纷至沓来。美国天文学家F. 惠普尔提出了“尘埃云假说”。奎佩尔又提出原始行星假说等,均曾风行一时,其中尤以奎佩尔的假说最为引人入胜。1951年,奎佩尔著文指出,太阳系的形成,始于一个湍流强烈、规模巨大、密度不均匀的太阳星云。星云具有宇宙或太阳的成分,主要由氢、氦和少量较重的元素组成。其温度甚低,甚至可以在 -200°C 以下。由于尘埃之间的引力,星云开始收缩凝聚,湍流消失,发生旋转,并在赤道方向逐渐凸出,成为原始行星。原始行星也在旋转,其密度因旋转而逐渐增高,并在旋转加快的过程中形成卫星。其旋转方向也逐渐与它的公转方向取得一致。行星形成后,它们的物质开始重力



尘埃云

分异。重者下沉,轻者上浮,出现圈层构造,形成以氢氦为主的大气圈。

人类对太阳系成因问题的认识,经历了否定之否定的曲折过程。时至今日,人类已经登月成功,而对太阳系的起源却依然争论不断。至于宇宙的成因,更是扑朔迷离。近年来,天文学界比较流行的“宇宙大爆炸”的假说是一种新的探索和尝试。

1929年,天文学家哈勃发现,宇宙的年龄要比人们预想的大得多,而且一直在膨胀。所有河外星系都在远离我们而去。另一位

天文学家勒梅特根据现在的膨胀速率反推,认为在100亿~200亿年以前,宇宙物质应当集中在一个点上。由此推论,宇宙曾经发生过一次大爆炸。

1948年,美国天文学家伽莫夫接受并发展了勒梅特的思想,正式提出了宇宙起源的大爆炸学说。伽莫夫认为,宇宙最初原是一个温度极高、密度极大的“原始火球”,由最基本的粒子组成。根据现代物理学的原理,这个火球必定会迅速膨胀。膨胀过程之迅速犹如一次巨大的爆炸。正是这一次大爆炸启动了宇宙星体的形成过程。

宇宙大爆炸的学说一直没有引起人们的关注,在仓库里搁置了差不多20年。

1965年后,宇宙背景辐射的发现使宇宙大爆炸理论重见天日。原来,大爆炸学说曾经预言,当代宇宙中还应该存在着“原始火球”的“余热”,表现为一种四面八方无处不在的背景辐射,背景辐射的温度就是“余热”的温度。天文学的研究证明,这种宇宙的背景辐射确实存在。另一方面,由于天文学数据精度的提高,根据这些数据推算出来的宇宙膨胀年龄,也已从



原来的 50 亿年增到 100 亿—200 亿年,而这个年龄与迄今所发现的最老的天体年龄竟然很相近。这些事实使得人们再一次认识到,宇宙曾经有过一段从热到冷的历史,而且一直在不断地膨胀,使物质密度发生从密到稀的演化。宇宙大爆炸并非空穴来风。

现代的宇宙大爆炸理论认为,在宇宙演化的早期,其温度在 100 亿度以上。物质密度极高。宇宙间只有中子、质子、电子、光子和中微子等基本粒子。宇宙的迅速膨胀使它的密度和温度不断降低,形成了由原子、分子构成的气体物质。当温度降到 10 亿度左右时,中子开始失去自由存在的条件,它要么发生衰变,要么与质子结合成重氢、氦等元素,化学元素就从这一时期开始形成。温度进一步下降到 100 万度后,化学元素的早期形成过程结束。宇宙间的物质主要是质子、电子、光子和一些比较轻的原子核。当温度降到几千度时,辐射减退,宇宙间主要是气态物质,气体逐渐凝聚成为星云。而由于物质不均引起的涡流运动,使得星云发生旋转或自转。星云中的固体颗粒聚集起来形成大小不等的星子。引力使星子发生碰撞形成石质的原星。有了原星,宇宙星体的诞生就为期不远了。太阳系就是在无边无际的宇宙的一隅形成的。

按照大爆炸理论,宇宙没有开端。它只是一个循环不断的过程,从大爆炸到黑洞,周而复始,便是宇宙创生与毁灭并再创生的过程。至于宇宙大爆炸的原因,至今尚未有定论。

走近我们的地球

地球形成以后,并没有停止物质的凝聚和分异。持续的分异过程形成了由大气圈、水圈、生物圈和岩石圈构成的圈层结构。

大气圈位于地球最外层,由氮、氧、氩、氖、氦、氫、甲烷、臭氧等气体物质组成。其中,氮气占 78.08%,氧气占 20.95%,氩气占 0.93%,二氧化碳占 0.038%,水汽占 0.247%。其他均为微量。大气



圈的厚度约 500 千米。其底界为地面,渐高密度渐稀。最后过渡为星际空间。大气圈与外层空间的分界线大约在 100 千米的高处。这一条界线也称为“卡曼线”。

大气圈的总质量约在 5×10^{18} 千克左右,3/4 的质量集中在距地表 11 千米以内。大气圈也有物质的分异,由下而上又可分为对流层、平流层、中层、热层和外层五个层圈。平流层也称为同温层,是保护地球热量平衡的一个重要圈层。对地面气候有直接影响的是平流层和对流层,两者的总厚度约在 50 千米。大气圈是地球生命的保护伞。它不仅能吸收来自太阳的紫外线辐射,使生命免遭伤害,还能通过温室效应保持地球的气候使之适宜生物的生存,减少地球日夜的温差,使地球成为太阳系唯一的生命乐园。

水圈是由地球表面的水和大气圈中的水组成的一个圈层,位于岩石圈与大气圈之间。地球表面约有 71% 的面积为水所覆盖,其中 97% 的水体储存在海洋中,大约有不足 3% 的水储存在陆地上。陆地上的水主要以冰的形式储存于两极冰盖和高山冰川中,余下的是为量甚微的地下水。储存在大气圈中的水主要以水蒸气的形式存在,不到地球水量的 0.001%。

地球上共有四个大洋,即北冰洋、大西洋、印度洋和太平洋,总面积 3.62×10^8 平方千米。北冰洋水深 1200 米,印度洋 3840 米,大西洋 3597 米,太平洋 4188 米,平均为 3800 米。全球海水的总质量为 1.39×10^{21} 千克,比大气圈的质量大 225 倍,占地球总质量的 0.23%。

海水中含有溶解盐,主要是钠、钙、镁、钾的氯化物和硫酸盐。按重量百分比统计,氯占 55%,钠占 31%,硫酸根占 7.7%,镁占 3.7%,钙占 1.2%,钾占 1.1%。这些物质主要来自火山的排气作用和陆地岩石的化学风化。河流每年输入海洋的溶解物质大约在 3.5×10^{15} 克。海水中溶解盐的含量称为盐度,以重量千分比来表示,平均盐度为 34.5。

德国地质学家爱德华·徐士最早将生物圈一词引入地质文献,用来泛指地球生命各种生态系统的组合。20 世纪 20 年代,著名的苏联地球化学家弗拉基米尔·维尔纳茨基将研究地球生物圈的科学定义为“生态学”。迄今为止,还没有资料证明太阳系的其他星球上存在生命。

地球生命的发生大约是在 38 亿年以前。长期以来,人们都以为,生物

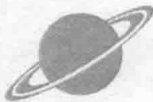


的生存离不开阳光和空气,因此生命只能生存于陆地和海洋的表层。现在知道其实不然。继深海钻探之后,地球科学家又发起了大陆深部钻探计划,了解地球深处的物质组成和地质作用,同时追踪生命的深度极限。迄今已经在瑞典的 5000 米深井内发现有细菌之类的低级生命形式存在。而没有阳光,压力高达几百个大气压的深海海底,过去认为是生命的禁区,现在却发现了品类繁多的生物类群,竟然是一个生机盎然的世外桃源。根据近代微生物学的研究,在所谓“不适合生物生存的”地球表面以下的生命总量,要比地表所有动植物量的总和还要多得多!

生物圈的厚度究竟有多大,各家的说法不一。科学家提供的数据是,鸟类可以翱翔在 1800 米的高空,鱼类可以游弋在波多黎各海沟 8372 米深的海底。至于微生物,从 41 千米高处的同温层,到 5000 米深井的岩心中,都不乏细菌之类的生命形式。

至于固体地球的内部结构,因为它涉及地球科学的许多基本理论,一直是地球科学家关注的焦点。但是人类只能通过间接的手段来了解地球深部的情况,因此,众说纷纭。该领域也是地球科学中争论最多的领域之一。

我们在中学课本上已经学到,地球是一个像橘子一样的扁球体。平均直径 12 756 千米。极半径比赤道半径小 24 千米。根据牛顿第二定律计算得出的地球的平均密度为 5.52 克/立方厘米,要比地球表层岩石的平均密度 2.7 克/立方厘米大出一倍。这一巨大的密度差说明,地球深部必有高密度的物质存在。19 世纪中叶,英国皇家学会的一位天文学家乔治·艾利曾经设想,地球有一个薄薄的固体外壳,包裹在密度较大的液态核心外面。炽热的熔岩从地球深部的液态核心上涌,沿着薄壳的裂缝溢出地表,就形成火山。因此火山喷发就是地球深部存在液态核心的明证。他把地球外圈的这一层固体薄壳称为“地壳”。较轻的地壳漂浮在比重较大的液态物质之上,就像木头浮在水里,势必保持一种重力平衡,这就是史称的“艾利均衡(等压)平衡”。地球科学家一直都用艾利的均衡模式来解释一些地质现象,例如海洋中盖奥特的沉落和地槽在沉积负荷下发生的沉降等。20 世纪初,由泰勒和魏格纳创立的大陆漂移说,也是以艾利的均衡平衡模式



作为它的动力学基础的。

后来,魏格纳的理论遭到了以杰弗里斯为代表的地球物理学家的猛烈批评。问题也出在地球的内部结构和艾利的均衡平衡上。杰弗里斯说,他们有充分的证据证明,地壳下面较重的物质都是固体物质,地壳并非漂浮在比重较大的液态层之上。当然也就无所谓均衡平衡,更不可能有什么大陆的漂移。那么,地球物理学家这一推论的根据又是什么呢?

地球上天天都在发生地震。地震虽然是一种可怕的地质灾害,但也是传递地球深部信息的一种基本载体。地震通过地震波释放能量。地震波的传播速度根据牛顿力学的常识,是地下介质密度的线性函数。因此,道理非常简单,只要我们能在地表用仪器接收地震波并计算出它的传播速度,就可以反映地球深部物质的密度,进而推断地球深部的结构和过程。我们对地球深部圈层构造的知识,主要是从研究地震中取得的。

1909年10月8日,一次强烈地震震撼了巴尔干半岛。震中位于南斯拉夫扎格勒布市郊一个名叫巴布斯波斯柯的小山村附近。南斯拉夫地震学家安德烈·莫霍洛维奇(1857~1939)用仪器记录了地震波的首波到达各地震站的时间,即科学家们所说的“初至时间”。

一次地震产生的地震波有两种。一种是通过弹性介质的伸缩来传递的压缩波,称p波;另一种是通过介质的震荡来传播的剪切波,也称为s波。压缩波是一种纵波,传播最快。不论介质是什么性态,都能通行无阻。剪切波是一种横波,传播速度相对较慢且只能在固体中传播。它遇到液体就只能“望液兴叹”了。

在均匀介质中,压缩波的传播速度 V_p 是一个常数。莫霍洛维奇将距震中300千米范围内的地震记录都整理到一张以初至时间 t 为纵轴、传播距离 s 为横轴的坐标纸上,得到一条通过原点的直线,证明确实存在这么一种简单的线性关系。直线的斜率,亦即初至时间与传播距离的商,就是地震波传播速度的倒数。莫霍洛维奇通过计算得知,300千米范围内压缩波的传播速度为每秒5~6千米。

但是,300千米以外的地震站接收到的地震波都迥然不同。他按照同样的方法,得到的却是一条不通过原点的、斜率小得多的直线。根据这条



直线的斜率算得的地震波速度为每秒7~8千米。那是另一种速度更快的地震波呢,还是同一种压缩波遇到了密度更高的介质了呢?莫霍洛维奇一时颇为迷惑。

莫霍洛维奇选择了后者作为他的答案。他认为传播速度最快的地震波只有一种,那就是压缩波。但是,300千米以外最先到达的压缩波选择了一条虽然曲折但却更快的传播途径。所谓“曲折”,就是“波的折射”;而所谓“更快传播的途径”,就是一种深度更大、密度更高的介质。压缩波在其中的传播速度要比它在地球浅层的传播速度快得多。

地震波的横波对我们了解地球深部的情况也是不可缺少的。如果我们到处都能收到横波,说明地震波经过的介质都是固体。反之,如果我们在一些遥远的地震站接收不到横波,那就说明地球的深部有液态物质存在,把横波给屏蔽了。所有地震资料都证明,地球深部确有一个横波的禁区,因此地球有一个液态的核心似无疑义。可是,这个液态的核心深得很,它不在地壳的下界,而是在2900千米以下的深处,要比艾利设想的均衡面深得多。换言之,地球的核心与地壳之间,有一个接近2900千米的圈层。J. E. 维丘特早在1897年就注意到这一现象。他把地壳下面的这一个圈层称为“地幔”。地震波的传播证明,地幔也是由固态物质组成的。杰弗里斯之所以敢于顶着风浪断然否认魏格纳的大陆漂移,其基本依据就在这里!

总之,地壳与地幔之间有一个地震波速或物质密度的不连续面。莫霍洛维奇是最先用地震波的速度数据确定那个不连续面的科学家,后人为了纪念他的功绩,把这个界面称为“莫霍洛维奇不连续面”或“莫霍洛维奇界面”,简称“莫霍面”。至于地幔与地核之间的不连续面,最先由美国加州理工大学的地球物理学家古登堡在1912年加以定义,因而称为“古登堡界面”。

地震地质研究使我们知道了固体地球内部的圈层结构,由表及里依次为:地壳、地幔和地核。

位于地球最外圈的一个密度较小的刚性薄壳称为“地壳”。其纵波速度为每秒5~6千米,平均成分相当于安山岩。它在地球表面的分布并不是均匀的。在大陆下面较厚,平均在35千米左右。山区厚于平原,山越高