

## 大洋起源假说简介

范时清

(中国科学院海洋研究所)

大洋起源问题与地球地质发展史问题密切相关,是现代地质学或整个自然科学中最重要的研究课题之一。

关于大洋起源问题,目前尚处在学术讨论阶段,有许多不同的概念和假说。归纳起来,可分以下几种:

### 一、大陆漂移说

大陆漂移比较完整而轰动一时的论述,以德国地球物理学家 Alfred Lothar Wegener 所提出的假说最为著名<sup>[1]</sup>。这个假说是以均衡地漂浮在塑性玄武岩基底(硅镁壳)上的花岗岩陆块(硅铝壳)的侧向水平迁移,来解释地球面貌变化的。Wegener 认为,所有的古陆约在两亿年前,曾聚合成一个单一的原始古陆(联合古陆)。但在石炭纪以后的地质年代内,由于地球自转所产生的离心力影响,这个原始古陆便逐渐瓦解、破碎成几块,在玄武岩基底上分离漂移,造成现今世界上诸大洲和大洋的配置状况。其中,美洲陆块脱离了欧洲与非洲,并且相距愈来愈远;结果,在这两块相互分开的古陆中间,逐渐出现了一个具有现代宽度的、带有玄武岩基底出露的大西洋。也就是说,他认为大西洋盆地是形成在原始古陆裂开部分的位置上。美洲陆块在向前漂移过程中,由于受到玄武岩基底的阻力,于是古陆前缘被挤压成褶皱,结果产生了安第斯山脉(科迪勒拉山脉)。至于大西洋海底山脉,可以看作是一些以前所存在的陆块在漂移时被拉掉的残余。Wegener 的假说,解释了非洲与南美洲之间大西洋两岸海岸轮廓的吻合性、大地构造和古生物群的相似性以及南半球诸大陆古生代后期的大冰期等问题。

然而, Wegener 的大陆漂移假说,存在着不少弱点。它对下列一些重大问题,均不能充分地说明或甚至是矛盾的:

(1) **力学问题:** Wegener 认为,在原始古陆解体后,所分裂的某些陆块,个别地向不同的方向

运动与漂移:“美洲和格陵兰向西,南极洲向南,印度向东北,澳大利亚向东”。地球自转所产生的离心力影响,是否有可能迫使上述陆块以如此奇怪的方式、大规模地沿玄武岩基底自由漂移?何况许多物理学家曾通过计算,认为在地球自转力影响下,不可能产生地壳的水平移动。如顾登堡指出, Wegener 所假定的使陆块漂移的原动力是不够的。

(2) **深源地震问题:** Wegener 的假说,把地壳的发展看作是地壳各部分移动的结果,而几乎同地球深处所发生的作用毫无联系。但地震学的发展很快就证明,不能把地壳和地球内部的东西分割开来。如在太平洋边沿地区的堪察加、鄂霍茨克海、日本海及其西部的亚洲大陆、马利亚纳群岛、菲律宾、巽他群岛、俾士麦群岛南部、克马德克-汤加群岛等地附近以及南美西部等地范围内,均可发现有深达 250—700 公里的深源地震。这些深源地震,其地下震动过程和浅源地震是一样的。深源破坏性地震的存在,反映出环太平洋构造断裂线确实奠基于很深的地方。表明了在这个深度上存在着断裂破坏作用和地球至少在 700 公里深处的壳下物质(地幔),仍处在可以积累大量弹性应力的状态。深震现象,正是这些具有弹性的地球固体物质积累的可以导致岩体破裂的构造应力的释放。也就是说,深源地震的存在,证明地球深处岩层呈不易流动的状态,并与硅铝壳之间有着最紧密的联系,同时证明了整个岩石圈是统一地连结在一起的。因而,硅铝壳的陆块,不可能象 Wegener 所推想的那样,会从硅镁壳截然地分裂开来,并沿着它自由漂移。

(3) **科迪勒拉山脉安第斯山脉的形成问题:** Wegener 以美洲大陆块前缘在漂移过程中所受到的挤压来解释褶皱作用和产生科迪勒拉山脉与安第斯山脉的说法,是极不科学的。因为如果玄武岩基底比在它上面漂移的大陆块软,那末,被挤压成褶皱的,应当是软的基底而不是大陆块。如果

基底比陆块硬,那末,就难以设想陆块会产生漂移作用。

**(4) 大西洋海底山脉的性质问题:**把大西洋海底山脉,看作是硅铝壳陆块在漂移时被拉掉的残余这一说法,亦是和近代实际材料矛盾的。如按 C. B. Officer, M. A. Ewing 等报导,地壳厚度等于 15 到 22 公里的中大西洋山脉,主要由玄武岩或与之相联系的岩石构成。Bath Markus (1960) 亦表明,在冰岛的地壳构造分为三层,第一层由熔岩和火山凝灰岩构成,其他两层是由不同成分的玄武岩所构成(纵波在第一层的传播速度为  $3.69 \pm 0.04$ , 在第二层为  $6.71 \pm 0.02$ , 在第三层为  $7.38 \pm 0.02$  公里/秒)。也就是说,大西洋海底的这些山脉的性质,仍属大洋型地壳。因而不可能是残余的硅铝壳陆块。

除上述 Wegener 所提出的假说以外,可归属大陆漂移说范畴的或与之相关的某些中间性派别,尚有下列数种:

**(1) 月球分出说** G. H. Darwin 和 W. H. Pickering 曾提出论据<sup>[9]</sup>,认为太平洋是月球脱离时留下的创伤或遗迹的说法。由于在太平洋,硅铝层有一巨大的缺口,他们推测,地壳这一部分硅铝层的剥离,发生在前地质时期。当时,地球自转速度是每昼夜 3—4 个小时。硅铝层剥离部分的物质,乃造成月球。也就是在太平洋的位置,由地球分出月球。它剥离后在地球所留下的创痕,乃暴露出地壳的硅镁圈部分,并造成太平洋。当太平洋失掉花岗岩层以后,其余的硅铝质大陆块,乃在这个基础上逐渐地沿下伏的硅镁层作侧向漂移。

但是,Harold Jeffreys (1929 年)亦提出许多计算<sup>[10]</sup>,证明上述说法是不现实的。他的计算指出,构成月球的物质在大气压力下其密度为  $3.29$  克/厘米<sup>3</sup>,亦即具有橄欖岩圈的密度。而与硅铝圈的密度 ( $2.8$  克/厘米<sup>3</sup>) 全不相符。

**(2) 流星下降说** 1955 年,法国学者 G. Demortier 以灾变论的观点提出<sup>[8]</sup>,太平洋是由于前阿尔卑斯期的流星(看来是地球卫星,它的直径几乎大于月球两倍)坠落地球,冲开了当地大陆的硅铝外壳,穿进硅镁层而造成的。同时,由于流星深入地球内核,并引起了地球强烈的膨胀与收缩,大西洋,可以看作是由于地球总膨胀时陆块岩壳破裂张开而在这里所形成的裂缝。

而 И. В. Кириллов (1958 年)认为<sup>[4]</sup>,引起

硅铝壳移动的地球的膨胀,并不是由于流星下降,而是由于宇宙射线射入地球内圈,被放射性元素吸收后所引起。在一定时期(可能是上泥盆纪—石炭纪和上白垩纪)地球增大得很快,并引起整个硅铝壳破裂张开,个别的作侧向移动了的硅铝层地段,乃成为陆地。而在破裂带露出硅镁层的地方,就成了现代海盆。

但总的看来,这些假说的根据,都是不够充分的。

**(3) 热对流说** 最近,Arthur Holmes, D. T. Griggs, S. K. Runcorn, 以及 J. T. Wilson 等,在热对流的基础上,提出了一种新的大陆漂移说。他们认为,地球内部存在着一种极其缓慢的热对流。同煮开水时所呈现的状况类似,热流从地球内部通过地幔与地壳流向地面,当两股热流上升到近地表处然后分向两侧流动时,乃使地壳破裂并向两边作侧向漂移,而破裂带乃被地幔物质及内部喷出的熔岩流所填充。这个过程继续下去,随着大陆岩壳向两边不断地水平移动,逐渐地乃在其间开拓出大洋。

但是,我们知道,要直接观测到地球深处的热对流,目前还是相当困难的。

## 二、次 生 说

这种假说认为,大洋是靠大陆倾没与破坏而重新形成的。属于次生说范畴的有下列几种:

**(1) 大陆沉降说** 这种学说认为,海洋是年青的、次生的。是由于巨大完整的大陆块分裂或地壳大陷落而形成与扩大的。如 Г. Михайлович (1955) 认为<sup>[6]</sup>,太平洋在地质历史上,曾是一个巨大的古老的大陆,联结着美洲、西伯利亚、中国和大洋洲,并具有坚硬的陆台构造。在第三纪,这个大陆遭受到许多大断裂的破坏,与中国、西伯利亚大陆分离而沉陷成为大洋。E. Haug 亦曾指出,关于太平洋,推测是发生在沉没了的“巴切非克”大陆的位置上。与此类似的,并有“大西洋曾被现已破裂下沉的大陆所占据”<sup>[7]</sup>。“北极盆地中有一个下沉很深的陆台”,“印度洋是联结非洲、印度、澳大利亚、南极的统一的贡瓦纳古陆块分割、破裂、解体后所沉陷的部分”等等<sup>[3]</sup>。

这个假说是同许多实际材料抵触的。现代国际考察成果表明,地球硅铝圈是不相连续的。大洋岩石圈同大陆岩石圈是有显著差别的。在大洋底部,缺少大陆地壳所特有的花岗岩壳,并且是由

密度较大的硅镁壳组成的。如 В. Ф. Бончковский 指出<sup>[2]</sup>,在大陆上,瑞雷波传播速度  $V_r = 2.7 - 2.9$  公里/秒。而在大洋底部,  $V_r = 3.7$  公里/秒。这样,大洋底部地震波传播速度就超过它们在大陆上传播速度的 27%。П. Н. Кропоткин 报导,震波传播速度是因地体密度而不同的,震波传播速度在横过大西洋与太平洋时,约高于大陆上的 20%。此外,Кропоткин (1956 年) 和 Ю. М. Шейман (1958) 亦指出<sup>[5]</sup>,在所有大洋 4000—6000 米深度上,以正重力异常占优势(由 +200 到 +450 毫伽),而缺乏为大陆所特有的、巨大的负重力异常。上述所有这些差别表明,大洋底部的物质成分,同大陆物质成分是有深刻而原则的差别的。而大陆沉降说却不能很好地解释这些差别。

**(2) 玄武岩化说** 目前一些学者认为,“地球体积缩小,是和地球内部高压下的物理和化学作用有关”(В. Г. Фесенков)。“地心核形成中的物理过程,使地球体积普遍缩小”(Б. Ю. Левин)。“地球内部受压变密是地球半径缩小的原因”(Кропоткин)。等等。В. В. Белоусов 亦曾指出,大洋的形成,是地球不平衡发展的普遍收缩过程的表现;而在大洋底部大洋型地壳的形成,则是由于花岗岩质地壳随着大陆沉降加深过程所产生的“玄武岩化”作用而转化形成的。也就是说,他认为,花岗岩层的聚积是一个可逆过程,当海洋低地下沉的时候,花岗岩层即被破坏,并逐渐融化到横亘在它下面的玄武岩层里去。他并推断,太平洋中央部分,一定曾经有过和地台条件相应的花岗岩层。后来,这些花岗岩层被断裂所破坏,并被大量玄武岩脉所贯穿,重新被玄武岩流所掩盖,最后,它的残余便完全沉没而融化到玄武岩层里去了。

最近(1960), Белоусов 对上述这个观点有了进一步发展,他认为<sup>[3]</sup>,地球的构造发展史可分花岗岩阶段与玄武岩阶段。在花岗岩阶段,主要是地槽的形成与发育。而玄武岩阶段,即地球发展的后一阶段,它在地球表面的不同部分,可开始于不同时间(从古生代末到新、老第三纪),在这个阶段中,由于地幔较深层的融化,由于榴辉岩向玄武岩过渡时密度的减少和玄武岩中挥发组分的析出,过热的玄武岩乃沿壳圈断裂系从很深的地方大规模地上升到地表,这时,大陆地壳在深成侵入玄武岩的高温影响下即熔化,最终乃使花岗岩

壳破坏和大洋化。由于大陆地壳熔化时水和易挥发组分的析出,在大陆地壳熔化地点和其下冷却后保存下来的固体物质平均密度的增大,乃引起地球表面的沉降和海盆地或大洋盆地的形成。Белоусов 认为,上述这些变化并未破坏地壳的均衡条件:代替厚的花岗岩-玄武岩大陆壳的是形成薄的水-玄武岩大洋壳。在这种情况下,水层同壳圈的固体一样,保证了地壳的均衡状态。此外,Белоусов 并列举了许多事实来作为大洋和深海晚期生成和进一步发展及加深的证据。他认为,无论是大洋或海的开始发展,不会早于中生代,而在很多情况下,还要晚得多。

Белоусов 继续发展了大洋次生性的观点和大洋在地质上极为年青(中生代和新生代)的观点,同时,也发展了大洋目前仍靠大陆的破坏而继续扩大的观点。

但是,Белоусов 上述的“玄武岩化说”,也有不少地方是值得怀疑的,如:

1. Белоусов 认为,地幔是历史上大量析出玄武岩的源泉,地幔上层具有玄武岩成分,由于巨大压力,这些玄武岩处于榴辉岩状态。按 Н. П. 瓦西里科夫斯基(1962)指出,地幔的真正成分,迄今不明。但根据地球物理资料,榴辉岩的密度(3.6—3.9)却比壳下地幔物质的密度(3.3—3.5)大得多。

2. Белоусов 断言,汹涌着无边浪涛的大洋盆地的形成,不会早于中生代,在许多情况下还要晚得多,而大陆花岗岩地壳转变成大洋“玄武质”地壳的玄武岩化阶段,也似乎主要完成于中生代,并一直延续到现代。

可以认为,在只占整个地壳存在和发展时间二十分之一的中生代和新生代,在如此短暂的时间内,能完满地充分完成上述这些不同地壳类型的转化,以及产生全部或大部分大洋水体的问题,是令人怀疑的。何况,连 Белоусов 本人也承认,过热的玄武岩交替或融化花岗岩壳的化学性或可能性问题,至今亦尚未完全弄清楚。例如,В. В. 吉洪米诺夫就提出了相反的看法,他认为花岗岩壳的再融化是不大可能的。因此,他以来自地幔的铁镁溶液对花岗岩类岩石交代作用的影响,来解释基性岩化。

### 三、原生说

这种海洋原生说的观点,实质上亦是承认在

大洋地壳上发展大陆地壳的观点。提出这类观点的有 А. Д. Архангельский, А. Н. Мазарович, П. Н. Кропоткин, В. А. Магничкий, В. Е. Ханн, А. Holmes 等。

这种假说认为,典型的大洋从来就不是大陆。洋盆可看作是宇宙状态的地球残迹。而大陆是从覆盖全球的大洋里随着时间的推移而逐渐生长出来的。也就是说,这种假说认为,海洋是古老的。硅镁质的“原生”海洋由于遭受地槽化的作用,可逐渐被侵蚀和改造,并经过地震、火山活动及褶皱作用后,可生成完整发育的硅铝质陆块或形成稳定的陆台。

除了上述诸点有关大洋形成的概念以外,至于填充大洋盆地的水体来源问题, W. W. Rubey 曾认为,大洋水主要是在地壳花岗岩层形成时的结晶分异过程所直接析出的。而 Белоусов 认为,在地球发展的最后阶段(玄武岩阶段),在过热玄武岩流从深部大规模上升并使硅铝质陆壳熔化的过程中,可能析出更大量的水体。不过,有关这个问题,尚待深入探讨。就一般说来,目前学者们多把大洋水说成是深部成因的。因为物质分异作用是决定地球发展深处的基本作用,因此,水圈的形成,正是逐渐和长期的物质分异作用的结果。也就是说,水的来源只能从地球深处去找。大部分水体的析出,是由地球深处物质受到某种作用而引起的。

### 参 考 文 献

- [1] Андреева, Е., 1955. Вековые загадки. Госгеолтехиздат, Москва.
- [2] Бончковский, В. Ф., 1953. Строение земной коры. Изд-во АН СССР. стр. 125.
- [3] Белоусов, В. В., 1960. Развитие земного шара и тектогенз. *Советская геология*. 7:15.
- [4] Кириллов, И. В., 1958. Бюл. Моск. о-ва. испыт. *Природы. отд. геол.* 33(2):142.
- [5] Кропоткин, П. Н., Е. Н. Люстих и Н. Н. Повало-швейковская, 1959. Аномалии силы тяжести на материках и океанах и их значение для геотектоники. Изд-во московского университета, стр. 27.
- [6] Михайлович Г., 1955. *Геол. ан. балкан. полуострова* 23: 243—247.
- [7] Barrell, Joseph, 1927. On Contiental fragmentation and the geological bearing of the moon's surficial features. *Am. Jour. Sci.*, 5(13):283—314.
- [8] Demortier, G., 1935. *Bull. Inst. agron. et stat. rech. Gembloux*, 23(4):378—429.
- [9] Darwin, G. H., 1881. On the tidal friction of a planet surrounded by several setellites and on the evolution of the solar system. *Phil. Trans., Royal Society London*, 172(2): 491—535.
- [10] Jeffrcys, Harold, 1929. The earth, its origin, history and physical constitution. The Macmillan company, pp. 37—47. 300—303.
- [11] Wegener, Alfred, 1922. The origin of continents and oceans. 3rd. ed., trans. by J. G. A. Sker. E. P. Dutton.