

威尔逊旋回学说的来龙去脉

王志朗¹, 费小倩¹, 姜瀚¹, 颀炜^{1*}, 黄小龙²

1. 河海大学 海洋学院, 自然资源部海洋灾害预报技术重点实验室, 南京 210024;

2. 中国科学院 广州地球化学研究所, 同位素地球化学国家重点实验室, 广州 510640

因为大洋的生成与消亡, 大陆与大陆之间也存在“合久必分, 分久必合”的现象。巧妙的是, 威尔逊旋回(Wilson Cycle)学说(后文均简称为“威尔逊旋回”)从科学的角度揭示了这种“世间多分合, 山水亦如此, 循环常往复”的规律。“威尔逊旋回”这一术语是1974年由约翰·弗雷德里克·杜威(John Frederick Dewey)和凯文·查尔斯·安东尼·伯克(Kevin Charles Antony Burke)两位英国地质学家为纪念伟大的加拿大地质学家和地球物理学家约翰·图佐·威尔逊(John Tuzo Wilson)对大洋形成、演化与消亡的高度总结而正式命名的。威尔逊旋回之所以掀起了地球科学界的巨浪, 引得无数后继者响应, 是因为它彻底改变了人们对地球过去40多亿年里是如何运作和演化的认知, 推翻了地球固定论的观点, 推动了板块构造理论革命的伟大胜利。在如此辉煌又灿烂的成就背后, 威尔逊旋回是如何脱颖而出的? 让我们打开回首往事的窗户, 走进威尔逊旋回与威尔逊本人, 去探究威尔逊旋回的发展历程。

1 何为威尔逊旋回?

威尔逊旋回是描述大洋盆地从形成到消失整个演化过程的地质学理论。其演化由大陆岩石圈裂解开始, 以裂谷为生长中心形成新的大洋岩石圈, 之后通过洋中脊进行海底扩张进一步形成成熟的大洋盆地, 随着大洋岩石圈向两侧的大陆岩石圈下方俯冲, 洋盆缩小并最终

消失, 两侧大陆岩石圈又拼合成一整体的过程。威尔逊旋回描述了大洋的生命周期, 表征着大洋盆地“生与死”的演化过程, 为地球科学家提供了一个全新的见解, 即沿着同一板块边界, 洋盆的反复打开与关闭或许是超大陆的分离与汇聚的一个关键过程。

1968年, 威尔逊在他的文章*Static or mobile Earth: the current scientific revolution*(《静止或是运动的地球: 当前的科学革命》)中依照大洋盆地的形成和打开以及收缩和关闭将大洋盆地的演化过程分为六期(图1a)。(1)胚胎期。大陆岩石圈因拉伸作用开始张裂, 出现裂谷, 如东非大裂谷等;(2)幼年期。裂谷进一步打开, 洋盆初步形成, 如红海、加利福尼亚湾等;(3)成熟期。新生洋盆通过海底扩张进一步形成更大的洋盆, 并且与大陆相连的两侧洋盆未发生消亡(板块俯冲作用), 如大西洋等;(4)衰退期。洋盆虽然继续扩张增生, 但大洋边缘板块俯冲作用较为强烈, 洋盆开始收缩, 如太平洋等;(5)终了期。板块进一步俯冲, 洋盆进一步收缩, 导致两侧大陆板块相互逼近, 仅残留很小的洋盆, 如地中海等;(6)碰撞期: 洋盆完全消失, 两个陆地板块相向碰撞, 仅留存洋盆发育的痕迹(缝合线), 如喜马拉雅山脉等。近几十年来, 地质学家对全球构造有了进一步认识, 故在威尔逊旋回六期的基础上新添了两期(图1b):(7)遗痕期: 构造活动减弱, 大陆保持相对稳定, 无造山活动, 如北美西海岸等;(8)克拉通期: 盆

地凹陷, 发生热沉降, 逐步接受外来沉积, 如西伯利亚西部等。威尔逊旋回八大期次的具体变形过程、运动原理以及对应的阶段性地质特征请详见图1与表1。

2 威尔逊旋回的发展历程

如今, 威尔逊旋回已经深深地扎根在地球科学理论中, 让后来者深深信服。但其辉煌的成就并非一蹴而就, 而是如同威尔逊旋回发展的主要进展图所示(图2), 经历了非常曲折的发展历程。本文将从威尔逊旋回的理论基础、诞生之刻、逐步成熟和支撑之柱四个方面详细介绍这一学说的来龙去脉。

2.1 威尔逊旋回的理论基础

在大陆漂移假说问世之前, 海洋在漫长的地质年代里一直变化着, 只是在地球上生活了500万年的人类感觉不到她微妙的心跳和脉搏而已。甚至在20世纪60年代中期之前的全球构造学学术论坛中, 大多数人认为大陆和大洋的位置是保持固定的, 仍未发现海洋在悄无声息地变化着。当时, 人们将这种固定论观点称之为地槽学说, 指的是大陆尺度上的超级盆地(包括我们现在认识的被动大陆边缘、前陆、海沟和岛弧等), 即便在发生变形或处于造山时期, 也能保持位置上的固定不变。

虽然该时期以地槽学说为主导, 却不乏与之逆向而行的开创性学说的提出, 为威尔逊旋回的形成奠定了重要基础。首先就是我们所熟知的大陆漂移假

收稿编号: 2024-0151, 2024-08-13 收到, 2024-09-23 改回

基金项目: 国家自然科学基金资助项目(42276067); 河海大学大学生创新创业训练计划项目(2023102941233)

第一作者简介: 王志朗(2003—), 男, 2021级本科生, 海洋科学专业。email: 2113010229@hhu.edu.cn

*通信作者简介: 颀炜(1985—), 男, 副教授, 研究方向: 洋中脊岩浆岩地球化学。email: weixie@hhu.edu.cn

引用此文:

王志朗, 费小倩, 姜瀚, 颀炜, 黄小龙. 2026. 威尔逊旋回学说的来龙去脉. 矿物岩石地球化学通报, 45(2): 675–681

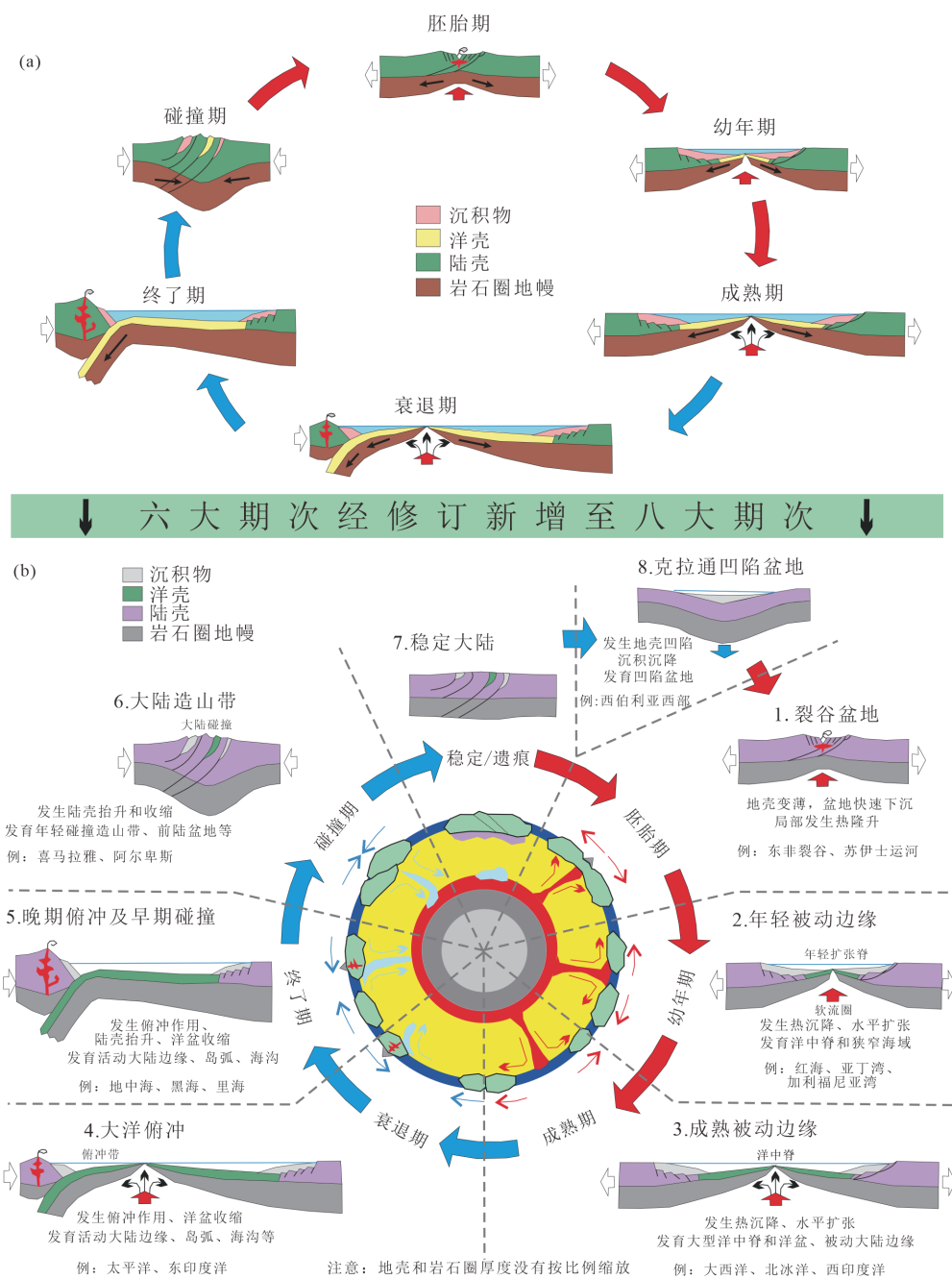


图1 (a)原始威尔逊旋回;(b)新威尔逊旋回(据Wilson R W et al., 2019修改)

说。1912年,德国地质学家、气象学家和天文学家阿尔弗雷德·魏格纳(Alfred Lothar Wegener)在发表的*Die Entstehung der Kontinente*(德文版《大陆的起源》)一文中提出:大陆是由坚硬的硅铝质岩石组成的硅铝层,漂浮在主要由硅镁质岩石组成的硅镁层之上;由于曾经连续成片的硅铝层发生破裂,其碎片在地球的自转下漂流到现如今的地理位置,也就是今天我们所看到的大陆,硅镁层的可塑性(黏性)造就了大陆漂移。欧洲和非洲曾经与北美洲和南美洲连在一

块,组成一个超级大陆,即盘古(Pangea)大陆。由于当时的观测结果无法用物理学来证明和解释大陆漂移,魏格纳的观点因此备受冷漠和唾弃。

1915年,英国地质学家亚瑟·霍姆斯(Arthur Holmes)首先认识到放射性衰变是地球内部的重要热源之一。1916年,英国物理学家罗德·瑞利(Lord Rayleigh)就大陆漂移的动力学问题提出了热对流假说,但当时的科学家还不能完全理解它。对此,Holmes于1928年提出地壳的运动是由于地壳之下的熔体层发

生对流导致的,并进一步指出这种熔体对流在垂向运动上类似于大气环流,水平运动方向则类似于季风环流。1937年,美国地球物理学家诺曼·亚伯拉罕·哈斯克尔(Norman Abraham Haskell)最先对地幔的黏性进行估算,为熔体层的对流提供了理论依据。有了这一系列“非常规”认识之后,1944年Holmes正式提出地幔对流假说,即在整个地质历史时期,地幔都在对流单元中流动,这种对流能使地壳发生移动,具备了解释地表地质特征(如大陆运动、裂谷和造山带)

表 1 新威尔逊旋回简介 (据Wilson R W et al., 2019修改)

构造旋回	期次	例子	主要地壳运动	地质地貌特征	沉积岩类型	变质作用 (等级)
大洋 开 放	胚胎期	东非大裂谷 苏伊士湾	地壳变薄 盆地快速下沉 局部发生热隆升	裂谷	陆相-浅海相沉积, 但沉积作用弱	可忽略
	幼年期	红海 亚丁湾 加利福尼亚湾	热沉降 水平扩张	发育洋中脊和 狭窄海域	浅海-深海相沉积, 蒸发岩常见	低级/热变质作用 弱
	成熟期	大西洋 西印度洋	热沉降 水平扩张	发育大型洋中脊和 洋盆、被动大陆边缘	浅海-深海相沉积	低级/热变质作用 弱
大洋 关 闭	衰退期	太平洋	俯冲作用 洋盆收缩	发育活动大陆边缘、 岛弧、海沟等	浅海-深海相沉积, 出现并发育岛弧火山 沉积物源	中级变质作用 强
	终了期	地中海 黑海 里海	俯冲作用 陆壳抬升 洋盆收缩	发育活动大陆边缘、 岛弧、海沟	浅海-深海相沉积, 以浅海相为主, 岛弧火山沉积非常发育	中-高级变质作用 强
	碰撞期	喜马拉雅 阿尔卑斯	陆壳抬升和收缩	发育年轻碰撞造山带、 前陆盆地等	陆相(风积红层)- 浅海相碎屑沉积	高级变质作用 强
克拉 通	遗迹期	澳大利亚 非洲	稳定大陆构造	开阔平原与低地	陆源(风积红层)沉积	变质作用 弱
	克拉 通期	西西伯利亚西部 巴西帕纳奈巴盆地	地壳凹陷 沉积沉降	发育凹陷盆地	陆相沉积,沉积作用强	可忽略

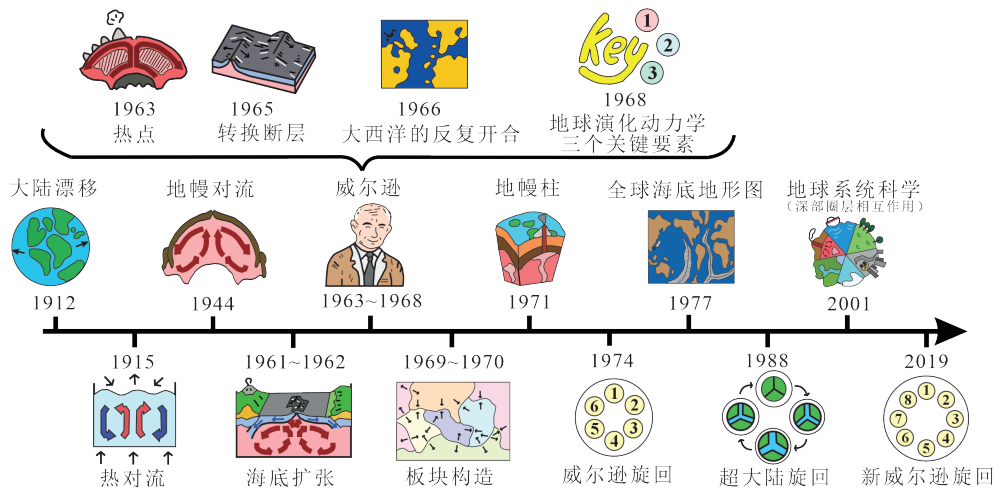


图2 威尔逊旋回发展的主要进展图

的可能性。

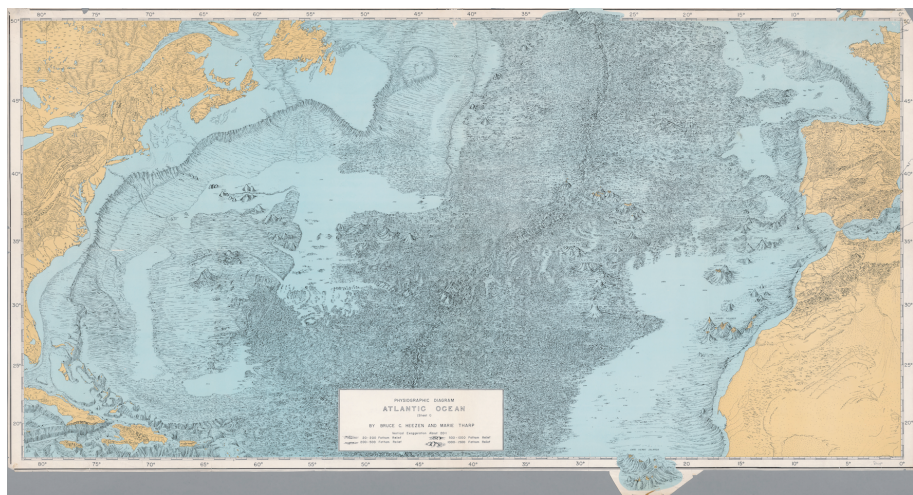
1959年,美国的两位地质学家玛丽·萨普(Marie Tharp)和布鲁斯·查尔斯·希森(Bruce Charles Heezen)成功绘制了北大西洋海底地形图(图3),并发现了大西洋洋中脊的存在。海底地形图的问世,犹如蒙娜丽莎的微笑艺术再现,地球科学家哪怕只是不经意的一瞥,也会被洋底宛若游龙的山链所吸引,何况还有如刀割的横向断层存在。这一巨大的海底山脉极大地促进了海底扩张学说的诞生。1961—1962年,美国地质学家哈

里·哈蒙德·赫斯(Harry Hammond Hess)和美国地球物理学家和海洋学家罗伯特·辛克莱·迪茨(Robert Sinclair Dietz)首次提出海底扩张学说,这是地幔对流的直观体现,打消了海底不存在任何形变的疑惑。从此之后,大陆漂移假说逐渐被越来越多的学者认可,整个地球科学界开始进入一场星星之火成燎原之势的革命潮流当中。

2.2 威尔逊旋回的诞生之刻

早期受地槽学说的影响,威尔逊并不认可大陆漂移假说。主要有两个原

因:一是阿尔弗雷德·魏格纳(Alfred Lothar Wegener)和美国冰川学家弗兰克·伯斯利·泰勒(Frank Bursley Taylor)认为大陆漂移是在新生代或者中生代之后开始的,威尔逊对大陆漂移的起始时间表示质疑,认为大陆如果真的可以漂移,那中生代之前也很可能存在;二是在阿巴拉契亚山脉与加拿大地盾的研究经历中,让他坚信造山运动并不会随地质时间的演化而发生明显的位移,同时认为大陆漂移假说的证据不够充分,没有解决大陆为什么会漂移的问题,其运行



手稿现收藏于哥伦比亚大学的拉蒙特-多赫提地球观测所。来源: <https://marietharp.ldeo.columbia.edu/>

图3 玛丽所作的大西洋海底全景图的原手稿

机理和动力来源不明确(Polat,2014)。

1959年,威尔逊还不能完全接受大陆漂移假说,他对此说道:因为魏格纳没有解释清楚大陆漂移的原理,这让他更偏向于“在太古宙时期,大陆以地核为球心而固定演化”的固定模型(Wilson J T, 1959)。直到1961年底,他在阅读完 Dietz关于“海底扩张在大陆漂移中的作用”的相关文章之后,对大陆漂移假说的看法才迅速发生转变(Hoffman,2014; Wilson J T,1961)。自那之后,他开始与支持大陆漂移以及海底扩张的学者深入探讨,从此义无反顾地投身到新的大地构造革命浪潮中。1965年,他发表了题为“A New Class of Faults and Their Bearing on Continental Drift(一种新的断层及其对大陆漂移的影响)”的论文,首次提出了转换断层的概念,指出大陆漂移存在第三种运动——除简单的离散和汇聚外,板块还会相互错动,为大陆如何漂移与海底如何扩张提供了新的见解(Wilson J T,1965)。与此同时,他的朋友爱德华·布拉德(Edward Bullard,英国地球物理学家)发表了关于环大西洋大陆的定量拟合和地图重建(Bullard et al.,1965),这给他带来了新的科学启发。1966年,威尔逊的又一部经典代表作“Did the Atlantic close and then re-open?(大西洋是否关闭后又重新打开?)”问世,通过讲述大西洋的反复开合(图4),开创性地对板块构造提出新的理解。它不仅很好地解释了大西洋两岸动物分布规律的原因,也建立起了威尔

逊旋回六大期次的雏形。两年后,他又进一步阐述了地球动力学的三个关键要素,Burke 2011年将该要素总结归纳为板块构造、地幔柱和威尔逊旋回,彻底改变了地质学家对地球构造过程

的看法。

一石激起千层浪,威尔逊的诸多创新性成果在地球科学界引起了巨大反响,致使越来越多的科学成果为海底扩张和洋盆演化等学说的成熟完善提供了可靠证据和卓越见解,板块构造的概念也随之慢慢建立起来。总而言之,1961

年这一年,对威尔逊而言是至关重要的转折点,倘若他并未转变思想,依旧选择走地槽学说的道路,也许就不会有今后的威尔逊旋回。这样一个有胆魄,有眼界,有决心,有毅力,有判断力的学术精神是值得我们学习和借鉴的。为了突出威尔逊对地球科学的辛勤耕耘与卓越贡献,许多关于他的纪念性文章相继发表,以表示对他推动地球科学伟大革命致以崇高的敬意。

2.3 威尔逊旋回的逐步成熟

“大西洋反复开合”的学术思想自提

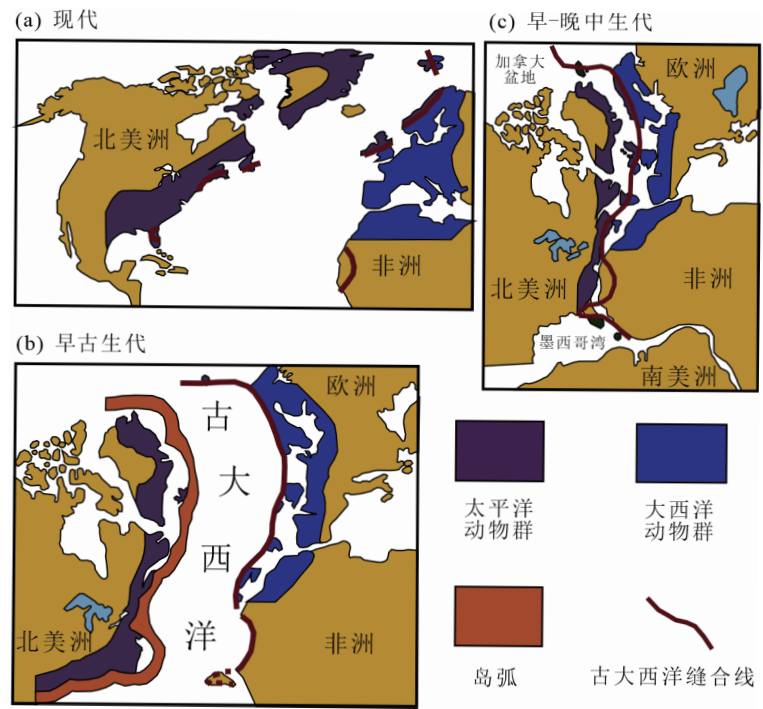


图4 大西洋反复开合的历史演化图(据Wilson R W et al.,2019修改)

出后被广泛认可,吸引了越来越多的学者对它进行学习和研究并进一步补充,使其变得更加成熟和完善。1972年,Dietz基于“大西洋曾经打开过,但又闭合过,之后再次重新打开”的假设,推测产生阿巴拉契亚褶皱带的褶皱机制,对其绘制了一幅演化模型示意图。后人基于该模型示意图精雕细刻,刻画出了一幅幅崭新的威尔逊旋回模型示意图。1973年,加拿大地球科学家约翰·亚瑟·杰克伯(John Arthur Jacobs)总结了威尔逊旋回各个期次的具体特征和实例(表1的最早期版本)。1974年,Dewey和Burke两位英国地质学家为了纪念威尔逊对大洋形成、演化与消亡的高度总结而正式命名为威尔逊旋回(Wilson cycle)。

虽然威尔逊旋回是讲述大洋开合的洋盆演化,但在构造方面也被广泛认为是大陆的聚合和分离。因此,20世纪80年代,威尔逊旋回逐渐发展到超大陆旋回学说,其中关于板块构造与地球演变、气候变化与生物演化之间的联系也开始慢慢被挖掘出来。1984年,超大陆的聚合和分离首次被英国地质学家理查德·达米安·南斯(Richard Damian Nance)等三位学者提出。1988年,Nance在威尔逊旋回的基本思想之上,提出超大陆旋回学说:随着地质年代的时针向前转动,大陆经历了多次聚合和分解的构造运动,大部分或所有的大陆曾多次聚集形成一个超级大陆,也曾多次分裂成许多较小的大陆碎块,之后又重新汇聚形成一个超级大陆,从而形成一个个旋回,且具有周期性。根据各大造山事件和裂谷事件的时间规律来推测,一个完整的旋回周期大约需要5亿到7亿年。这样一种周期性的构造运动,很可能推动了地球地质构造运动和气候变化,并促使生物演化。

从本质上讲,威尔逊旋回和超大陆旋回概念是可以互换的,它们都是描述大洋或大陆板块的聚合和分离;当然,有学者更喜欢将它们区别开,因为它们可能在不同时间、空间和尺度上运作时有着显著差异。由此可见,超大陆旋回是威尔逊旋回成熟的直观体现,更是一种升华。威尔逊旋回在后继学者的共同努力下,蓬勃发展,不断地补充和完善,在地球科学的道路上行稳致远。

2.4 威尔逊旋回的支撑柱

随着技术与设备的发展,越来越多的新方法和新数据为威尔逊旋回提供了强有力的证据支撑。如1967年,美国地球科学家唐纳德·特克特(Donald Turcotte)和英国地质学家罗恩·罗纳德·奥克斯伯格(Lord Ronald Oxburgh)首次提供了关于如何将大洋岩石圈理解为地幔对流的上边界层的定量分析。1971年,美国地球物理学家约翰·埃特尔·杰克·奥利弗(John Ertle Jack Oliver)等人利用全球地震仪网络精确确定地震位置,从而描绘了浮在地幔上的板块,进一步解释了大洋的打开和关闭。之后,在电子计算机的快速发展及技术支持下,美国地质学家丹·麦肯齐(Dan McKenzie)等人在1974年带来了一项里程碑式的贡献:利用对流方程的数值解释地幔对流对板块移动速度、地形、重力和热流等表现参数的影响。随着计算能力的迅猛提升,用于对流模拟的计算已然成为探索地幔对流如何控制板块构造的一项重要工具。另外,继北大西洋海底地形图成功绘制发表十八年后,Tharp和Heezen在1977年完成了全球海底地形图的绘制,再次震惊了整个地球科学界。从先前海底年龄的计算到地震震源机制的揭秘,从当初的北大西洋海底地形图到全球海底地形图,这一系列成果的进展为大陆漂移、海底扩张以及威尔逊旋回提供了强有力的证据。

总结前人的诸多成果,支撑威尔逊旋回的证据主要有以下五点:指示大洋闭合的蛇绿岩套的发现、以及揭示海底扩张的地质年代学方法和地磁数据的挖掘;不断更新和积累的全球地震和重力等地球物理实测数据的解译;基于计算机技术支持,像GPlates等软件对过去板块结构和地幔对流的重建和论证;飞速发展的全球定位导航系统(GPS)精确测量出的板块边界位移方位和速率的佐证;矿物流变定律等显微构造定量计算岩石圈变形机制的正反演。

时代在进步,方法和技术在革新,我们唯有与时俱进,开拓创新,才能为威尔逊旋回筑就更为坚固的地基,令其屹立万年而不倒。

3 对威尔逊旋回的思考

3.1 威尔逊旋回与其他学说的联系

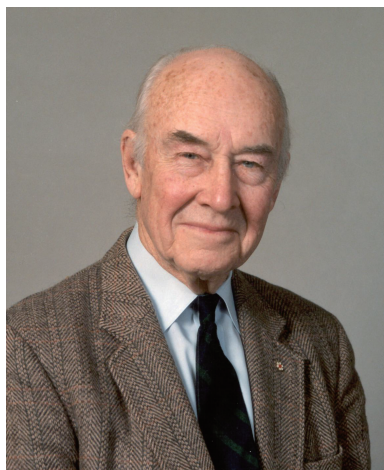
回顾完威尔逊旋回的发展历程,我们总结出威尔逊旋回与其他学说之间的关系:(1)大陆漂移学说是威尔逊旋回的理论基础,为威尔逊旋回开辟了一条与固定论截然相反的道路;(2)海底扩张学说为威尔逊旋回提供了“大洋是在变化着的”背景,引领其目光聚焦在洋盆演化阶段上,进而解释大陆的聚合与分离;(3)地幔对流学说作为威尔逊旋回的主要驱动源,令威尔逊旋回的运作过程得以生动形象地描摹出来;(4)板块构造理论是对威尔逊旋回更为全面的诠释,而威尔逊旋回作为板块构造理论的主体,决定了板块构造理论的中心思想;(5)超大陆旋回学说则是对威尔逊旋回的升华,将聚焦在大洋的目光转移到了大陆上,基于“大陆的合久必分,分久必合”,提出了超大陆分离聚合的循环过程。

3.2 威尔逊旋回中待解答的科学问题

板块构造理论与威尔逊旋回自20世纪70年代提出以来,已经取得了巨大飞跃和进步。然而,它们也和大多数科学领域一样,当观察到的现象得到解释或提出的问题得到解答时,新的疑惑又会油然而生。虽然威尔逊旋回已经在地球科学的道路上走得足够远,但它在一些重要研究方向上的科学问题仍有待解答,如:(1)如何辨识古老的威尔逊旋回呢?可以用什么样的标准去分辨?哪一次旋回是第一次超大陆旋回?第一次威尔逊旋回又发生在什么时候?板块构造是什么时候在早期地球的高温地幔之上开始运作的?(2)是什么驱动着超大陆的漂移?这个驱动力是否位于地幔内部和/或由俯冲带提供的?如果是后者,俯冲又是如何启动的?

4 威尔逊是何许人也?

威尔逊的全名叫做约翰·图佐·威尔逊(John Tuzo Wilson,1908—1993,图5),杰出的加拿大地质学家和地球物理学家,加拿大勋章获得者,大英帝国勋章获得者(图6),英国皇家学会院士,加拿大皇家学会院士,爱丁堡皇家学会院士,美国科学院院士,美国艺术与科学院院士,美国哲学学会会员。他的诸多研究



来源: https://en.wikipedia.org/wiki/John_Tuzo_Wilson

图5 约翰·图佐·威尔逊

成果推动了现代地球科学的发展,引领出板块构造理论的问世。他获得过美国科学院授予的约翰·卡蒂奖(John J. Carty Award),伦敦地质学会的沃拉斯顿奖(Wollaston Medal)和加拿大皇家地理学会的金质奖章(Gold Medal)。正是如此,他的名字在地球科学界绽放光彩,如此灿烂且耀眼。

威尔逊生于一个移民到加拿大安大略省渥太华的苏格兰家庭。1930年他毕业于多伦多大学三一学院。他是加拿大第一个修过地球物理学大学课程的大学生。之后,他先后于普林斯顿大学(哲学博士,1936年)、剑桥大学(文学硕士,1940年;理学博士,1958年)获得了多个硕士/博士学位。在普林斯顿大学毕业后,进入加拿大地质调查局工作,但在1939年作为一名工程师加入加拿大陆军,投笔从戎于第二次世界大战。二战后,1946年他毅然脱下军装,以陆军上校军衔退伍。他回归本心,在多伦多大学当教授。晚年(1972—1983),他继续在科学和教育领域发光发热,辛勤耕耘,指导出许多优秀的年轻地质学家,也曾担任过美国地球物理学会主席、加拿大安大略科学中心主任、加拿大约克大学和多伦多密西沙加大学校长。为了纪念他和板块构造论,安大略科学中心外面的地面上有一个巨大的“不动的”箭头,指着自威尔逊出生以来北美大陆的漂移量。

威尔逊作为20世纪加拿大最伟大的科学家之一,对地球科学有着巨大贡献,领导了板块构造理论的形成,彻底改变

了我们对地球在过去40亿年里是如何运作和演化的认识。1963年,威尔逊首次提出了“热点”假说,以此解释了夏威夷岛链的成因,让美国地质学家和地球物理学家威廉·杰森·摩根(William Jason Morgan)站在巨人的肩膀上提出了地幔柱学说。在1965年,他最早发现了一种新的断层——“转换断层”,这为板块边界提供了全新的认知,使得对板块运动及其动力学的分析发生变革。紧接着于1966年,威尔逊在提出关于大西洋关闭后又重新打开的假设之时,就世界大洋在生命周期中的成长阶段进行了分类,即“威尔逊旋回”学说内容的首次提出,但当时还未被正式命名。最后在1968年中,威尔逊将板块构造、地幔柱和威尔逊旋回确定为地球动力学的三个基本要素,让这场伟大的地球科学革命走向了华丽激昂的高潮点。

在他人对威尔逊的评价中,他的学生们都称赞他是一位才华横溢、精气十足的好导师。他痴迷于地球的研究,总能在繁杂的地质图中发现规律之美。他还非常注重细节,能够化繁为简,常常通过卡纸片来模拟各类地质活动来教导学生。更难能可贵的是,威尔逊与那些固执己见、思想保守的学者不同,他敢于承认错误,转变思想,从固定论者跃升为漂移论者,成为复兴大陆漂移假说的主要代言人之一。在教学之外,他还任职电视系列片*The Planet of Man*《人类行星》的主持人。19世纪70年代,因为威尔逊提出的诸多学说,地球科学发生了翻天覆地的变化。为了纪念威尔逊,加拿大一座年轻的海底火山即以他的名字命名为图佐·威尔逊海山。这是一个热点火山,其地理坐标为北纬51.4°、东经130.9°。加拿大地质联合会还以他的名字命名“图佐·威尔逊奖”,颁予在地球物理学界取得非凡成就的学者。另外,地球物理学界利用地震层析成像技术在非洲和太平洋底部的核幔边界处发现了两个巨大的大型低剪切波速异常区(Large low-shear-velocity provinces; LLSVPs),并把其中位于非洲下方的大型低剪切波速异常区命名为TUZO异常区。2016年,威尔逊入选密西沙加星光大道传奇人物(Legends Row: Mississauga Walk of Fame)。

4.1 威尔逊与中国的不懈之缘

值得一提的是,威尔逊还是中国科学家的良师益友,与中国结下了不解之缘。1958年,他面临着令人困扰的国际政治问题:中国科学院(北京)和中央研究院(台北),该由哪方代表中国来参加国际大地测量与地球物理联合会(International Union of Geodesy and Geophysics, IUGG),在会务组的委托下,作为IUGG的主席,他秉着努力实现全球参与国际地球物理年会的目标,为了调解中国大陆和中国台湾当局关于IUGG的参会资格,他在访问完苏联后,前往中国访问了北京和台北。在当时错综复杂的国际形势下,他勇敢地走出来,对社会主义国家苏联和中国进行友好学术访问。通过对北京和台北学术界的访问,威尔逊与中国科学家建立起了深厚友谊。

1971年,威尔逊携夫人伊莎贝尔(Isabel)再度访问中国,为中国讲授构造地质学,在他授课期间也去往中国多地旅行,记录了中国老百姓的日常生活等见闻,在他回国后出版了一本关于中国的游记*Unglazed China*(《未上釉的中国》),该书在一定程度上刷新了欧美国家对中国的认知,缓解了他们对中国的敌对之意,促进了中国与欧美国家进一步的文化和科技交流。此外,也是在威尔逊的帮助下,中国获得了在加拿大安大略科学中心展览的官方批准。在加拿大和中国的设计师和顾问进行了三次互访后,科学展览于1982年夏天成功开幕。在该展览中,中国古代科学在日常生活中的应用(如造纸术、印刷术和抗震建筑设计等)第一次全方位展现在加拿大的国土上,从而向世界弘扬了中国深厚的文化、工匠精神以及科学智慧。总的来说,威尔逊在中国与欧美国家的文化和科技交流中也贡献了一份不可忽视的力量。

5 后记

在固体地球科学理论发展的漫漫长路中,威尔逊旋回便是那盏指向“揭示地质奥秘”的明灯。它继往开来,鼓励着莘莘学子继续行走在这一条璀璨的星光大道上,以开创性的见解开启了板块构造理论的诞生,促使“地球诗篇”(海底扩张学说)与“地球画卷”(海底地形图)逐步转

化为“地质事实”(板块构造理论),推动了地球科学革命的伟大胜利。

当然,我们不仅要肯定和歌颂威尔逊旋回的伟大,更要铭记其背后的伟人——图佐·威尔逊。如果没有他对大陆漂移假说的思想转变,没有那番更正错误的勇气和眼光,没有对真理的执着追求与刻苦钻研,就不会有颠覆人们的地质新认知,也不会有地球科学欣欣向荣的壮举。也正是威尔逊这位杰出的地质学家,鼓励着一批又一批优秀的科学家们,为地质学界注入全新的活力,挖掘地球乃至宇宙更深处的奥秘。

致谢: 感谢两位匿名审稿人对论文提出的宝贵修改意见,感谢中国矿物岩石地球化学学会科普委员会在第一屆地球与行星科学科普作品大赛时对文章初稿的评阅和肯定。特别鸣谢谭文睿在前期文章构思与准备中的热心建议。

主要参考文献:

- Bullard E, Everett J E, Smith A G. 1965. The fit of the continents around the Atlantic. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London Series A, Mathematical and Physical Sciences*, 258(1088): 41–51
- Burke K. 2011. Plate tectonics, the Wilson cycle, and mantle plumes: Geodynamics from the top. *Annual Review of Earth and Planetary Sciences*, 39: 1–29
- Burke K, Steinberger B, Torsvik T H, Smethurst M A. 2008. Plume Generation Zones at the margins of Large Low Shear Velocity Provinces on the core-mantle boundary. *Earth and Planetary Science Letters*, 265(1–2): 49–60
- Dewey J F. 2016. Tuzo Wilson: An appreciation on the 50th anniversary of his 1966 paper. *Geoscience Canada*, 43(4): 283
- Garland G D. 1995. John Tuzo Wilson, 24 October 1908—15 April 1993. *Biographical Memoirs of Fellows of the Royal Society*, 41: 535–552
- Heron P J. 2019. Mantle plumes and mantle dynamics in the Wilson cycle. *Geological Society, London, Special Publications*, 470(1): 87–103
- Hoffman P F. 2014. Tuzo Wilson and the acceptance of pre-Mesozoic continental drift. *Canadian Journal of Earth Sciences*, 51(3): 197–207
- Kay M. 1951. *North American Geosynclines*. Washington: Geological Society of America
- Nance R D, Worsley T R, Moody J B. 1988. The supercontinent cycle. *Scientific American*, 259: 72–79
- Nance R D, Murphy J B, Santosh M. 2014. The supercontinent cycle: A retrospective essay. *Gondwana Research*, 25(1): 4–29
- Polat A. 2014. John tuzo Wilson: A Canadian who revolutionized earth sciences. *Canadian Journal of Earth Sciences*, 51(3): v–viii
- Wilson J T. 1959. Geophysics and continental growth. *American Scientist*, 47(1): 50A–524
- Wilson J T. 1961. Continental and oceanic differentiation. *Nature*, 192: 125–128
- Wilson J T. 1965. A new class of faults and their bearing on continental drift. *Nature*, 207: 343–347
- Wilson J T. 1966. Did the Atlantic close and then re-open? *Nature*, 211: 676–681
- Wilson J T. 1968. Static or mobile earth: The current scientific revolution. *Proceedings of the American Philosophical Society*, 112(5): 309–320
- Wilson R W, Houseman G A, Buiter S J H, McCaffrey K J W, Doré A G. 2019. Fifty years of the Wilson cycle concept in plate tectonics: An overview. *Geological Society, London, Special Publications*, 470(1): 1–17