

海进海退和大陆漂移之地球“沧桑”史 ——葛利普的脉动和极控理论

孙承晟

(中国科学院自然科学史研究所 北京 100190)

摘要 葛利普(Amadeus W. Grabau, 1870~1946)的科学贡献主要在于古生物学和地层学,以及在此基础上所提出的全球性脉动和极控理论。因其着眼点在于整个地球之历史,故后者更受其重视。本文对葛氏脉动理论的产生、发展、影响及相关背景进行了新的探讨,指出该理论在1913年的《地层学原理》一书中即有发端,至1933年发表于《时事日报》(*The Peiping Chronicle*)的文章奠定基本框架,同年在美国的第16届国际地质大会正式提出。葛氏自美国返回中国后,在与国内学者深入讨论的基础上,对该理论进行了修正、发展,并与极控理论相结合,1940年以《年代的节律》(*The Rhythm of the Ages*)一书进行系统的总结。脉动理论以全球性的海进和海退解释规律性地层的形成,并对地层(尤其是古生界)作了新的划分;极控理论则以魏格纳大陆漂移说为基础,用来说明硅铝圈在地球自转的带动下围绕两极的运动,并作为脉动理论的补充,说明规律沉积中的不规则性。这两个理论虽引起不小的反响,但揆诸实际,还是因太过理想主义而未能得到进一步的发展。

关键词 葛利普 脉动理论 极控理论 地质学 古生物学 海进 海退 大陆漂移

中图分类号 N091:P5-091

文献标识码 A 文章编号 1000-0224(2015)04-0470-17

0 “沧桑”新解

晋代葛洪(284~364)在《神仙传》中记载王远与麻姑的对话“麻姑自说‘接待以来,已见东海三为桑田,向到蓬莱,水又浅于往者,会时略半也,岂将复还为陵陆乎?’方平笑曰‘圣人皆言,海中行复扬尘也。’”^[1]这可谓世界上最早关于海陆变迁的论述。后颜真卿(709~785)任抚州刺史时撰《有唐抚州南城县麻姑山仙坛记》,记述了此事,

收稿日期: 2015-04-13; 修回日期: 2015-08-13

作者简介: 孙承晟, 1977年生, 云南宣威人, 副研究员。

基金项目: 中国科学院重点部署项目“地质学在中国的本土化研究”(项目编号: KZZD-EW-TZ-01)

对抚州南城县麻姑山赞誉有加,并说麻姑山山顶古坛之“高石中犹有螺蚌壳,或以为桑田所变”,注意到山石中的螺蚌壳,并与葛洪的“沧海桑田”相呼应,堪为化石观念的最早萌芽。^[2-3]

宋代沈括(1031~1095)在其巨著《梦溪笔谈》亦记载北太行山崖之间的螺蚌壳之遗迹,并以此表明陆地常为河海所淹没。^[4]朱熹(1130~1200)则采纳邵雍(1011~1077)十二万九千六百年为宇宙演化周期之说,进而指出“常见高山有螺蚌壳,或生石中,此石即旧日之土,螺蚌即水中之物。下者却变而为高,柔者变而为刚,此事思之至深,有可验者。”^[5]其中关于宇宙之演化虽多为思辨,但却以沧海桑田的现象加以说明,不能不说是难能可贵的。^[6]

这些或朴素或思辨的论述,反映了中国古人关于海陆变迁的思想,在世界上亦属地质学之萌芽。19世纪上半叶,以赖尔的《地质学原理》为标志,地质学作为一个现代学科在西方得以建立。经过几代学者的探索与争论,所谓“沧海桑田”逐渐成为地质学中一个显然的事实。因此李四光1918年在其伯明翰大学的硕士学位论文^①中开篇即以中国古代的“沧海桑田”(blue seas change into mulberry fields)一语引申,进而展开关于中国地质学的论述,后发展为地质力学。

“沧海桑田”更可用来反映葛利普(Amadeus W. Grabau, 1870~1946)^[7-14]的主要地质学思想。1924年,葛利普在其《中国地质史》(*Stratigraphy of China*)第一卷卷首以《神仙传》和《朱子语类》中关于沧海变桑田的论述作为题记,引出是书主题,^②书中以海进海退理论解释地层的形成。后来,他的多篇关于脉动理论的文章均以“沧桑”一语作为中文的翻译,如1933年在华盛顿第16届国际地质大会上发表的“Oscillation or Pulsation?”即被翻译为“沧桑论中之轩轩”,1933年11月以“沧桑论及古生代地层之分法”宣读于中国地质学会第十次年会,1934至1935年在《国立北京大学自然科学季刊》(*Science Quarterly of the National University of Peking*)连续发表的长文“Palaeozoic Formation in the Light of the Pulsation Theory”(后刊行成书四卷)则被译为“古生代地层之沧桑观”^③。地球的“沧桑”史通过脉动和极控理论获得了新的解释。

葛利普综合中西方地层、古生物资料提出的脉动和极控理论是20世纪重要的地质学理论之一。脉动理论发端于1913年的《地层学原理》(*Principles of Stratigraphy*),极控理论则主要源自魏格纳的大陆漂移说,1933年正式将两者结合起来,至1940年在《年代的节律》(*The Rhythm of the Ages*)一书中进行系统的总结,并不断用来诠释地球的历史,发表了很多种论著。作为葛氏自认为最重要的科学贡献,脉动理论当时在国内外即引起

① 感谢刘晓博士提供该论文。

② 这两段引文由章鸿钊帮助摘引并翻译。葛利普还在“中国之古生物学”(《科学》,1931年,15卷8期,1207~1211页)一文中对朱熹的该段文字进行阐释。1928年,《中国地质史》下卷则引《庄子·寓言篇》中的“万物皆种也,以不同形相禅,始卒若环,莫得其伦,是谓天均。天均者,天倪也。”作为题记(英文翻译采用英国驻华使馆领事倭纳(Edward Chalmers Werner, 1864-1954)转译法国传教士戴遂良(Léon Wiegner, 1856~1933)的法译本。

③ 以上中文译名见《国立北京大学研究教授工作报告》(1933年)23~26页。感谢郭金海研究员提供此材料。民国时期的地质学者似乎复活了“沧桑”的地质学含义,多加采用,如莫柱孙1944年就曾在《新学生》撰有长篇连载的《大地沧桑史话》,名曰“新石头记”。

广泛的关注,如计荣森和田奇璘随即分别发表长篇评论,对海进海退机制及其对地层的重新划分进行了分析。^[15-17]西方学者亦多有评论。^①美国著名古生物学家舒克特(Charles Schuchert, 1858~1942)很大程度赞同规律性的海进海退,但对葛利普的地层新划分却颇多批评。^[18]孙云铸则结合地壳运动、沉积相和古生物群等方面对脉动理论提出了修正。^[19-20]

阮维周从地层纪录和动力来源两方面正确地指出葛利普的脉动理论是后来兴起的海底扩张和板块构造学说的先声。^[21]王鸿祯曾对葛利普的脉动和极控理论有过简要的论述。^[12]约翰逊(Markes Johnson)指出葛利普是在综合北美、欧洲和亚洲的地层信息提出脉动理论的。^[22]马文(Ursula B. Marvin)将葛氏的脉动和极控理论作为一个全球的框架进行阐述,作了高度且中肯的评价。^[23]澳大利亚科学史家奥尔德罗伊德(David R. Oldroyd)将葛利普的脉动学说置于世界地质学史的背景中进行评述,但表示该理论是在与西方隔绝的情况下提出来的,则与事实不符。([24], 251~256页)梅热(Allan Mazur)为葛利普及其夫人玛丽·安亭(Mary Antin, 1881-1949)撰写了精彩的传记,其中对脉动和极控理论也作了适当的述评,指出葛氏坚持脉动理论很大程度上是基于美学上的信念。([13], 353~355, 361~364页)然而,关于脉动理论的发展脉络、葛氏古生物研究与脉动理论之间的关系、脉动理论与极控理论之间的关系,以及极控理论与魏格纳的大陆漂移说之间的关系等,尚有不少讨论的必要。因此,本文将从科学史的角度对该理论的渊源、发展及其影响进行系统的梳理,以深入理解葛利普在地质学史和20世纪地质学在中国本土化过程中的地位。

1 海进海退:地球之脉动

葛利普的脉动理论可分为两个部分:一是规律性海进(transgression)和海退(regression)的脉动机制,二是以此对地层的重新划分。规律性的海进海退可谓脉动理论的核心和基础。

关于海进海退的现象很早就有人注意。最早对海平面升降进行系统研究的是法国外交官德马耶(Benoît de Maillet, 1656~1738)。他综合笛卡尔地表聚集水和尘埃的理论,以及阿拉伯关于山崖海生动物贝壳的观察等,从而收集有关海平面逐渐下降的详尽证据,并提议建立水文观测站严密监测这种变化。([22]; [24], 123~124页)

拉瓦锡(Lavoisier, 1743~1794)在从事化学研究之前,曾对地质学有过兴趣。受其化学老师鲁埃勒(G. F. Rouelle, 1703~1770)的启发,认识到深海沉积和沿海沉积的不同,进而有过海进和海退的猜想。([24], 102~103页)

法国著名科学家居维叶(Georges Cuvier, 1769~1832)和矿物学家布龙尼亚(Alexander Brongniart, 1770~1847)合作,通过对巴黎盆地沉积环境的考察,发现那些看起来相似

① 如 G. B. Barbour 于 1938 年在 *The Geographical Journal*, A. A. M 于 1939 年在 *The Geographical Journal*, Raymond E. Janssen 于 1939 年在 *The Journal of Geology*, H. J. F. 于 1942 年在 *Geography* 分别对 *Palaeozoic Formations in the Light of the Pulsation Theory* 一书相关卷次发表书评。

的地层,有的能看到贝壳化石,有的却全无化石的痕迹,他们因此得出巴黎地区曾有过海进和海退的结论。([24], 158 页)

奥地利著名地质学家修斯(Eduard Suess, 1831 ~ 1914) 进一步从地球整体的角度来看待海进和海退。在其著名的《地球的面貌》(*Das Antlitz der Erde*) 一书中,他将构造理论与地层记录中所揭示的全球地史联系起来,指出海底的塌陷将会造成世界范围的海退,随后出露的陆地被侵蚀,使得沉积物不断增加,填入洋盆,导致海水复侵入陆地。他将大陆与大洋盆地的消长看作一次次的循环,从而引致周而复始的海进海退,最终使地球再一次被一个统一的大洋淹没。^[23]他还创造“海面升降运动”(eustatic movement) 这一术语,以解释大地构造与地层形成之间的关系,此即我们今天所常用的“海面升降”(eustasy) 概念之前身。([24], 239 ~ 242 页; [25])

以全球的视角研究海面升降、地壳运动和地层对比的还有美国著名的地质学家钱柏林(Thomas C. Chamberlin, 1843 ~ 1928) 。他相信地球历史中存在着“脉动”现象,强弱的地质构造相互间隔,形成一次次的脉动,因此引发海进和海退的循环。周期性的海进和海退,使得地层柱上的主要地层系统得以形成。([24], 248 ~ 249 页)

作为一位百科全书式的地质学家,葛利普深谙上述各种学说,尤其是修斯和钱柏林^①的理论,此外他对当时世界各地的地层资料亦极为熟稔。结合这些地层资料(尤其是北美、欧洲和中国),葛利普研究了全球性的海进海退现象,由此提出解释全球地层系统和地球变迁的脉动和极控理论,并通过规律性的海进和海退将古生代重新划分为 14 个脉动纪和 14 个间脉动纪。([26], 27 页)但他并未认同欧洲流行的地球收缩说,而是采用爱尔兰地质学家乔利(John Joly, 1857 ~ 1933) 地壳岩石放射性热源周期性生成并传导的理论,指出地球以此能源而发生不断的地壳隆起与塌陷,持有一种美国式的“均衡”说。

葛利普说“周期性的增热通过冷的大洋底传导而消失。膨胀之后是收缩,大洋随着其洋底的变化而升降;海进之后是海退,一个脉动纪就完成了。”他深信,岩石放射性引发的脉动为地球带来永恒的生命力,使之永葆青春。([26], 15 页)但他依据乔利的理论估算,海进和海退大概各需 3000 万年(30Ma),间脉动纪又约 3000 万年,这样以 14 个脉动纪和 14 个间脉动纪组成的古生代,即要经过漫长的 12.6 亿年(1260Ma),以现在约 2.9 亿年(541Ma ~ 252Ma) 的古生代分期,实在太过漫长了。^[23]

2 脉动和极控理论: 一种新地球观

2.1 脉动理论的提出

一般认为,葛利普的脉动理论发端于 1933 年 7 月在华盛顿召开的第 16 届国际地质大会。事实上,早在 1913 年的巨著《地层学原理》(*Principles of Stratigraphy*) 一书中,即已出现脉动思想的端倪。他以地球作为一个整体(“The Earth as a Whole”)来看待古生物和地质现象,并将地球从上到下分为气圈(atmosphere)、水圈(hydrosphere)、

^① 葛利普在来华前,即与钱柏林等美国著名地质学家熟悉。参见文献[14]。

岩石圈(lithosphere)、岩浆圈(pyrosphere)、重圈(barysphere)、地核(centrosphere),以及分布于上三圈层的生物圈(biosphere)。他在水圈部分专门解释了海进和海退及其对地层沉积的影响。([27], 1~16页)他还明确表示该书的目的是“把我们努力获得的全部事实和原理汇集起来,通过遗留在岩石中的地质记录来解释地球的历史。”([27], vii)

1920年丁文江延揽葛利普来华,那时葛氏尚对被哥伦比亚大学解聘一事颇有纠结,但或许是希望建立一个全球性的地层理论,他还是被召唤来到大洋彼岸。1920年10月刚到中国,葛利普即投入到对中国古生物和地层的研究和在北京大学地质系的教学工作,并随即于1920年在中国或美国的期刊上发表多篇关于中国古生物的论文,尤其是1922年为新创刊的《中国古生物志》连续刊发新著,并在《中国地质学会志》上发表“震旦系”(The Sinian System)的长文,深受学界重视。他以百科全书式的地质学知识,一方面迅速掌握中国的古生物学、地层学资料,另一方面以此完善他的知识结构,试图构建一个会通中西的地球理论。

通过对中国地层学的深入探索,他于1924年出版《中国地质史》(*Stratigraphy of China*)上卷(古生代及之前),下卷(中生代)于1928年问世,堪为中国地层学的里程碑著作。他在书中系统探讨了中国的地质,奠定中国地层学的基础。同时,他一直强调地质学应将地球作为一个整体来研究^[28],并开始用海侵海退理论来解释地层之形成^[29]。但他那时关于中国古生代地层的划分仍属于传统的范畴。

前人殊少注意到,关于脉动和极控理论以及地球历史的整体框架其实早在1933年即已建立。1933年5月28日和30日葛利普在《时事日报》(*The Peiping Chronicle*)上发表“年代的节律——脉动论 地球历史的新观点”(The Rhythm of the Ages: The Pulsation Theory, A New Aspect of Earth History, Lecture at Yenching University)一文(葛氏在燕京大学的演讲),首次提出了“脉动理论”,并将之与魏格纳的大陆漂移学说相提并论。

该文除未提及“极控理论”之名,实际已奠定葛氏后来的全部理论框架。作者以地外星体的假设、大陆漂移说以及脉动理论解释了泛大陆的产生、海陆格局的形成,以及生物的出现和演化等地球的恢弘历史。文中着重阐述其脉动理论,指出规律性的海进海退是全球现象,海进即正脉动(positive pulse-beat)将海水带入所有地槽(geosyncline),海平面上升,海退即负脉动(negative pulse-beat)使得海水撤退,海平面下降。如此一正一负脉动构成一次脉动纪。海洋的进退可用以解释地层的形成和生物的生灭。文中还以海进海退阐述了古生代各纪地层的三分法,即每个系的下部代表海进,中部为海退,上部又代表海进,下一系的下部则为海退,依次类推。^[30]

2.2 第16届国际地质大会

脉动理论是葛利普在第16届国际地质大会上正式提出来的。1933年7月22~29日,第16届国际地质大会在华盛顿召开,共有54个国家的1182人注册了会议(实际参会665人),34个国家派遣了141名官方代表参会。中国共注册8位代表^[31],但只有6人参加:巴尔博(George B. Barbour, 1890~1977)夫妇、步达生(Davidson Black, 1884~1934)、

葛利普、德日进(Pierre Teilhard de Chardin , 1881 ~ 1955)、丁文江^①阵容强大。

1933年6月23日,葛利普同丁文江、德日进、赫那(Nils Horner)^②、葛利普的秘书伍德兰(Alice Woodland)女士等人从上海乘船前往美国,参加第16届国际地质大会。因美国地质学会提供部分经费,葛利普方能参加此次会议。^[32]这是葛氏自1920年来华后唯一一次离开中国之行,那时他的腿疾已经十分严重,且已基本不出门进行地质考察,可见他对此次会议的重视。此行的主要目的是在该会议上宣扬其脉动理论,同时亦借此机会返美探亲访友。

在此次会议上,他共发表了3篇论文,一篇即是关于脉动理论的,另外两篇则为与丁文江合作关于中国石炭纪和二叠纪的论文。1933年7月25日下午,葛利普在“中古生代”(Middle Paleozoic)分会上作了“沧桑论中之轩轻”(Oscillation or Pulsation)的报告,对哈尔曼(Erich Haarmann)的颤动理论(oscillation theory)提出质疑,进而提出脉动理论。哈尔曼1930年在其《颤动理论》一书中,指出大陆的垂直运动是构造地质的主要动力,一地上升,必有另一地下沉,上升之地因不断侵蚀而沉积于低地,因此伴随有海进海退之现象,成为地质构造的次要动力。^[33-35]

与哈氏相反,葛利普认为海进与海退为地质构造的主要动力,因此带来的陆地升降运动则居于次要的地位。他在文中论述了海平面有节奏的脉动,正脉动代表全球性的海进,广遍的代表性构造沉积形成,大量海洋生物同时侵入地槽和陆缘浅海;接下来的全球性海退(或称为负脉动)则导致陆相沉积的形成或广泛的侵蚀。下一次脉动又是全球性的海进。因此两次海进之间则为沉积间断(hiatus)或陆相沉积。这正好形成了每一个系的三重划分,如某一系的上下层为海进所形成,中间为海退,下一系的上下层则为海退,中间为海进,造山运动与海进海退的关系亦可因此获得解释。葛利普因此对古生代地层(寒武系、志留系、泥盆系、狄南阶、宾夕法尼亚系、二叠系)作了重新划分(图1)。^[36]

报告后,德国地质学家施蒂勒(Hans Stille , 1876 ~ 1966)和美国地质学家伊莱亚斯(Maxim K. Elias)分别与葛利普进行了交流与讨论。前者赞成葛利普提出的海进海退确有全球性的意义,但其原因更多地在于构造运动,因而构造运动也是地质现象的主要动力。葛利普对施蒂勒的评论表示感谢,但不赞同他认为构造运动是主要动力的看法,虽然在其报告中引用了施蒂勒关于构造运动的研究,作为脉动间歇期的地质作用。^[36]

在166篇所提交的论文中,葛利普的这篇报告被认为是此次大会上11篇最为重要的文章之一。此外,戴维斯(W. M. Davis , 1850 ~ 1934)的“山地沙漠地貌学”(Geomorphol-

① 翁文灏原也计划参会,但因事未成行,参见李学通《翁文灏年谱》,济南:山东教育出版社,2005年,90页。但翁文灏1933年4月曾为中国化石人的研究致信组委会,表示会上将公布相关研究报告,后步达生在会上散发了该报告并作总结,参见文献[30]第1171页。李四光可能是因筹建地质研究所办公楼而未参会,但递交了论文,参见马胜云、马兰编著《李四光年谱》,北京:地质出版社,1999年,111~112页。中国代表提交论文为:(1)葛利普《沧桑论中之轩轻》;(2)丁文江、葛利普《中国之二叠纪及其对二叠纪分层的意义》;(3)丁文江、葛利普《中国之石炭纪及其与密西西比纪和宾夕法尼亚纪的关系》;(4)李四光《东亚构造的框架》;(5)德日进《大陆地质学中山麓砂砾之意义》;(6)步达生《中国化石人》;(7)巴尔博《中国之黄土》。参见文献[31]和《国立北京大学研究教授工作报告》(1933年)23~26页。

② 赫那是中瑞西北考察团(Sino-Swedish Expedition)成员,在青海、新疆做了大量的考察工作,此次是一起乘船返回瑞典。

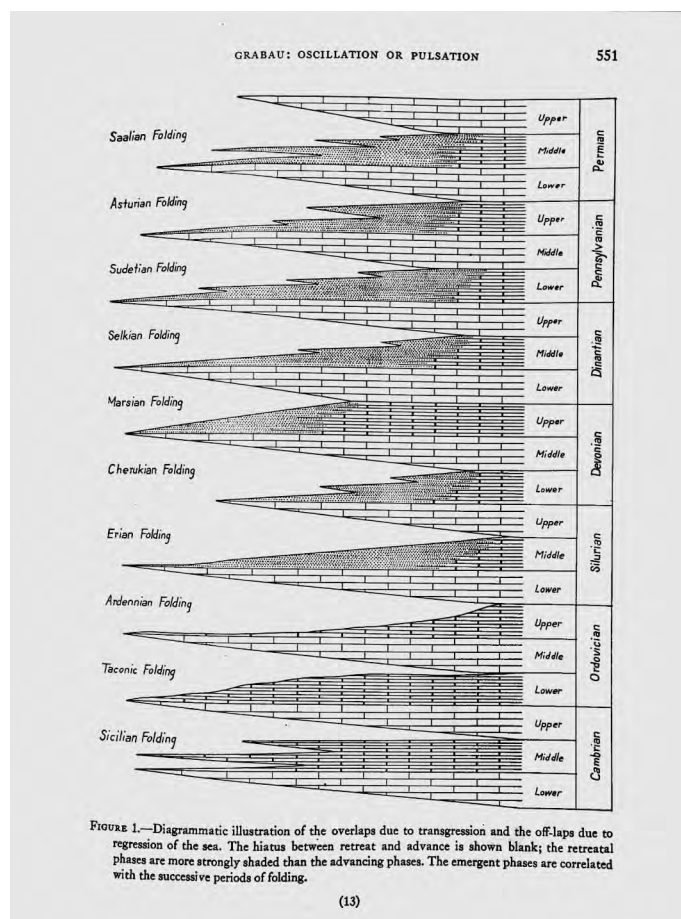


图1 海进海退与构造运动关系示意图

ogy of Mountainous Deserts)、李四光的“东亚构造的框架”(The Framework of Eastern Asia)亦名列其中。^[37]至于葛利普与丁文江合作的两篇论文,反响并不大,为此丁文江还显得比较沮丧。^[38]

葛利普会后与伍德兰女士前往波士顿、布法罗会见师友、亲人。两个月后,1933年9月初,葛利普抵达加州,在加州大学伯克利分校作了关于脉动理论的演讲^[39]。9月8日,葛利普、伍德兰和德日进等从旧金山乘船返回中国。

2.3 脉动理论下的古生代地层

葛利普自美国返回中国后,即全力发展和完善其脉动理论,至1940年,以《年代的节律:从脉动理论和极控理论看地球的历史》(*The Rhythm of the Ages: Earth History in the Light of the Pulsation and Polar Control Theories*)为名的洋洋巨著诞生,脉动和极控理论及一部新地球史最终形成。在此期间,葛利普经常撰文或报告,与同行交流讨论。如他多次在中国地质学会年会上报告其关于脉动理论的论文。1933年10月于中国地质学会与北京博物学会的联合会议上报告。1933年11月以《沧桑论及古生代地层之分法》宣读于中国地质学会第十次年会,引起热烈讨论。^[15,40]1936年,在南京举行的中国地质学会第十

二次年会上发表论文《依据脉动学说来划分古生代系统并各系统名称之订定》,因未亲自出席,由计荣森代为宣读,并以图示说明。报告后亦有热烈讨论,如翁文灏指出脉动说属全球性的理论,而葛利普所拟的新名多用中国地名,且有新旧混用者,似有不妥;此外,据葛氏理论,同一脉动纪的造山运动应大体相当,但为何太平洋沿岸的中生代运动甚为剧烈,而大西洋沿岸的则轻微不著,对脉动说提出了质疑。中央大学的贝克(Hans Becker)则表示很赞赏提出脉动说的理论勇气,但在此一理论尚未获得证实之前,即用于全球颇有危险。黄汲清在赞赏葛氏的理论勇气之余,亦表示需厘清所谓正负脉动的显著区别,以及它们是以海的范围还是沉积的类型而确定。葛利普对这些质疑都作了相应的答复。^[41-43]

葛利普系统综合世界各地的古生物和地层信息,对上述论文或报告扩充发表。1934至1935年在《国立北京大学自然科学季刊》连续发表长文《古生代地层之沧桑观》(Palaeozoic Formation in the Light of the Pulsation Theory)根据脉动理论将古生代地层分为:下寒武脉动系;中寒武或艾伯特(Albertian)脉动系;寒奥脉动系。这些文章修订后于1936~1938年分为4卷出版。惜后续各卷未能问世。

在多方交流讨论的基础上,葛利普对其理论作了修正,即将原来每一系以下、中、上的三分法改为二分法,即下部代表海进,上部代表海退,共成为一个独立的脉动单位。^[15]传统的三分法是美国地质学家威廉斯(Henry S. Williams, 1847~1918)提出来的,每一个系分为下、中、上三个部分,用以表示古(Eo-)、中(Meso-)、新(Neo-)之意,代表动物或植物群之兴、盛、衰三个连续的时期。葛利普刚提出脉动理论时,亦采用三分法,但其意却与威廉斯略异,所谓下、中、上分别代表连续的海进或海退层序,标志则是海相动物群。但由于这种三分法与脉动理论不相协调,因此他将之改为两分法,如寒武脉动系分为海进的下部和海退的上部,成为一独立的脉动周期,但这仅占传统寒武系的一部分。1936年,葛利普根据脉动理论对古生代地层重新作了厘定,在《脉动理论下的古生代地层分类修订》(Revised Classification of Palaeozoic Systems in the Light of Pulsation Theory)一文中将古生代分为12个脉动周期。^[41]在1940年出版的《年代的节律》一书中则被划分为14个脉动。([26], 27页)

在地球的脉动历史中,间脉动纪(interpulsation period)代表海退之后以陆相沉积为主的地质构造时期。1938年2月26~28日,中国地质学会在长沙举行年会,葛利普在会上发表《间脉动期在中国地层学上之意义》一文,由王钰代读。^[44]在重新划分14个脉动纪的基础上,葛利普以世界各地地质现象为例,对14个间脉动纪中主要的地质活动:侵蚀(erosion)作用、陆相沉积(continental sedimentation)、造山变形(orogenic deformation)、火山活动(volcanicity)进行了系统的论述。^[45]葛氏认为地槽是“山链的孵化器”,地槽消耗殆尽的时候就是发生褶皱之时,山脉因此生长形成,这就是间脉动纪。([26], 51页)

规律性的海进海退是脉动理论的基础。葛利普认为地球的脉动能用保存于地层记录的海进和海退现象加以说明,全球性规律的海进海退就像人的脉搏一样,导致各地区地层建造、古生物演化及古地理变迁具有一定的节律。他正是以此为原则并以丰富的化石证据对古生代地层作了新的划分。但这个划分同他的脉动理论一样,也经历了不断的修正与发展。现以《中国地质史》、“沧桑论中之轩轾”、“脉动理论下的古生代地层分类修订”(简称“修订”)、《年代的节律》为例说明葛氏对于古生代地层划分之发

展(表 1)。^①

表 1 葛利普古生代地层划分之演变

序号	《年代的节律》(1940)	“修订”(1936)	“沧桑论中之轩轾”(1933)	《中国地质史》(1924~1928)		
14	二叠脉动系	二叠脉动系	Supra	二叠系		二叠系
			上		上	
13	乌拉尔丁斯克脉动系 (Uralinskian)	乌拉尔脉动系	中	二叠系	中	二叠系
			下		下	
12	顿巴斯脉动系	顿巴斯脉动系	上	宾夕法尼亚系	上	石炭系
		狄南脉动系	中		中	
11	维宪脉动系	狄南脉动系	下	宾夕法尼亚系	下	石炭系
			丰宁脉动系		上	
10	丰宁脉动系	丰宁脉动系	中	狄南系	中	狄南系
			泥盆脉动系		下	
9	泥盆脉动系	泥盆脉动系	上	泥盆系	上	泥盆系
			志泥脉动系 (Silurian)		中	
8	志泥脉动系 (Silurian)	志泥脉动系 (Silurian)	下	泥盆系	下	泥盆系
			志留脉动系		上	
7	志留脉动系	志留脉动系	中	志留系	中	志留系
			奥陶脉动系		下	
6	奥陶脉动系	奥陶脉动系	上	奥陶系	上	奥陶系
			寒奥脉动系		中	
5	斯基达夫脉动系	斯基达夫脉动系	下	奥陶系	下	奥陶系
4	寒奥脉动系	寒武脉动系	上	寒武系	上	寒武系
3	寒武脉动系	塔康脉动系	中		中	
2	塔康脉动系	塔康脉动系	下		下	
1	震旦脉动系	震旦脉动系				

葛利普 1933 年提出脉动理论时,他对于古生代地层的划分还采取传统的方式,分为寒武、奥陶、志留、泥盆、狄南、宾夕法尼亚(石炭)、二叠 7 个系,每个系又分为上、中、下三个统。至 1936 年则分为 12 个脉动系(pulsation system),但方案尚不甚清晰。1940 年则明确分为 14 个脉动系,每个系分上下两部,下部代表海进,上部为海退,共同组成一个脉动沉积地层。每两个脉动系之间代表一个间脉动纪,如震旦脉动系和塔康脉动系之间为比尔森纪(Pilsenerian),以此类推从下至上分别为:普里布拉姆纪(Pribramian)、阿克通纪(Arctomian)、若贝尔纪(Rhobellian)、彼得洛夫纪(Petrovian)、普林利蒙纪(Plynlimonian)、沙林纪(Salinan)、奥里斯坎尼纪(Oriskanian)、蒙特普勒桑特纪(Monteplaisantian)、毛赫丘

^① 葛利普生前亦从事中生代、新生代的地质新划分,但未能完成问世。

克纪(Mauch-chunkian)、拉纳克纪(Lanarkian or Hintonian)、洛钦瓦尔纪(Lochinvarian)、后昆古尔纪(Post Kungurian or Lebachian)、阿帕拉契纪(Appalachian)。([26], 27 页)

2.4 极控理论

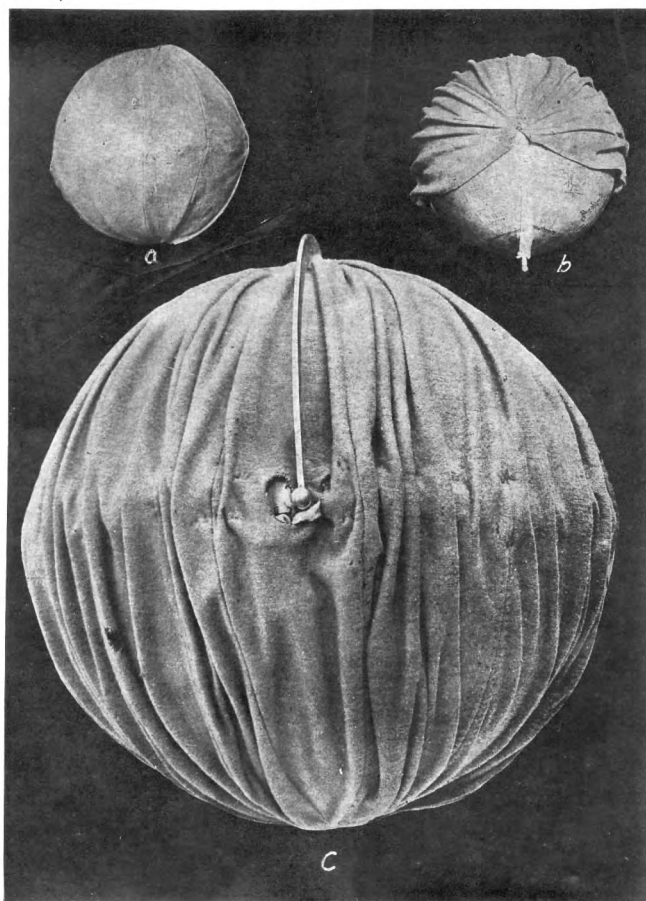
在葛利普的地球理论体系中,脉动理论是其核心和重点,极控理论则用来配合前者一起说明地球的演变与历史。与脉动理论一样,关于极控理论的整体框架早在1933年即已形成。在“年代的节律——脉动论,地球历史的新观点”一文中,除未提及“极控理论”之名,实际上葛利普已经以地外星体的假设、大陆漂移说以及乔利的岩石放射性理论解释了泛大陆的产生、海陆格局的形成,以及海进海退之原因。

1940年,葛利普出版《年代的节律:从脉动理论和极控理论看地球的历史》一书,是对脉动理论和极控理论的总结。书中用这两个理论系统阐述了从原始地球到人类出现的历史,被他看作是最重要的贡献,并将此书献给他的妻子安亭、女儿约瑟芬和两个外孙女。

葛利普指出在众多的地质现象中,有两类是最为重要的。其一是海洋的脉动,通过节律性的全球海进和海退,影响了古生代以后地层的形成和生物的迁移。其二是极控(polar control),即硅铝圈(sial-sphere)在地球自转离心力的作用下绕极轴的周期运动。([26], vii-ix)两者合在一起即可解释地层的形成以及整个地球的历史。葛利普采纳当时的地球结构理论,将原始地球(primitive earth)从外至内分为六个圈层:最外为气圈(atmosphere),主要由二氧化碳组成;下面是包裹整个地球的水圈(hydro-sphere),厚度约2.64公里;以下依次为富含硅和铝的酸性岩层硅铝圈(sial-sphere),厚度约40公里;富含硅、镁、钙、氧化铁的硅镁圈(sima-sphere),厚1200公里;其下或为富铁橄榄岩圈(pallasite sphere),厚1700公里;最中心为由镍、铁及其他重金属元素组成的镍铁圈(nife-sphere),厚3500公里。各圈的比重从地表至地心累增,地表为2.75,硅铝圈和硅镁圈交接处约3.1,硅镁圈和橄榄岩圈交接处4.75,橄榄岩圈和镍铁圈交接处约5.0,地心达11.0,整个地球的平均比重则为5.52。([26], 6~8 页)

原始地球何以转变成为现在的样子?在当时板块学说尚未兴起,以及天体动力学尚未成熟的情况下,葛利普设想一个外来的客星体(stellar visitor)靠近地球南极,在适当的位置将地球北部的硅铝圈吸引至南极周围,形成魏格纳所谓的泛大陆(Pangaea),硅铝圈在被拖拽的过程中即形成山脉和地槽;水圈则被迫向北方撤退,淹没硅铝圈移出的硅镁圈,形成最初的泛大洋(Panthalassa)。([26], 11~13、18~19 页)此后,出露的硅铝圈(即泛大陆)就在地球自转离心力(impetus)的驱动下周期性地移动,各大陆分裂形成。大陆边缘遭遇硅镁圈的阻碍便会形成地槽,另一端则因牵拉张力产生断裂或火山。因地球自转轴基本恒定,两极和气候带保持不变,因此大陆在移动的过程中会遭遇不同的环境与气候带,从而产生化石链条的断裂以及冰川的迁移。([26], viii)但在一些火成力量(如岩脉、岩柱、岩基)入侵极盖(sial-cap)附近时,因周围力量或比重的变化,从而导致两极顺时针或逆时针的移动,进一步会影响到硅铝圈的漂移。([26], 13 页)这就是所谓的极控理论。在《年代的节律》一书的扉页葛利普以一块台面呢(代表硅铝圈)包裹着一个地球仪,来模拟泛大陆的形成(图2)。在该书的最后,作者则以24幅彩色插图表示从泛大陆到第四纪详细的海陆变迁,尤其是地槽和陆表海位置的变化。此外,葛利普还猜想地球的生命来自于地球之外的星体。([26], 16 页)

PLATE I



Three Photographs of a 14-inch globe covered by green baize, to represent the sial-sphere (1 mm + in thickness). *a* The undisturbed sial; *b* The same, side-view after pole-ward withdrawal of sial; *c* The same (larger polar view), showing primitive mountain systems. Compare text-fig. 4, p. 11.

图2 《年代的节律》(1940)中泛大陆形成示意图

极控理论是在魏格纳(Alfred Wegener , 1880 ~ 1930) 大陆漂移说的基础上发展起来的。魏格纳 1912 年在法兰克福会议上最早提出大陆漂移的假说。1915 年出版著名的《海陆的起源》,从地球物理学、古生物学、古气候学、大地测量学等方面论证了现在的海陆格局是如何从“泛大陆”漂移形成的。其核心思想是,现在地球上所有的陆地,在石炭纪之前是连接在一起的泛大陆,周围则是泛大洋;从中生代开始,泛大陆在潮汐力和地球自转产生的离心力的共同作用下,产生向西和向赤道的分裂、漂移,形成现在的海陆格局。^[46]但早期魏格纳这种“犁地式前进”的大陆漂移理论,因其驱动力实在太过微小,再加上他作为一名气象学家的身份,故支持者寥寥。1929 年《海陆的起源》第四版才把大陆漂移的动力归于地幔对流。^[23]

葛利普对魏格纳大陆漂移说极为赞赏。早在 1933 年的那篇“年代的节律”一文中即支持该学说,并将自己的脉动理论(及极控理论)与之相提并论。这在当时对大陆漂移说

普遍不看好的情况下是很罕见的。很明显,葛利普的极控理论与魏格纳大陆漂移说十分相似,不同的是葛利普设想了一个外来的星体以解释泛大陆的形成,且他的大陆漂移并没有魏格纳所说的潮汐力。可以设想,倘若他能活到 20 世纪后半叶,一定会是板块构造理论的积极推动者。此外值得一提的是,黄汲清在瑞士的老师阿尔冈(Emile Argand, 1879~1940)亦是当时为数不多大陆漂移说的支持者之一,曾以该理论对阿尔卑斯山和亚洲的地质构造进行解释。

极控理论不仅用来解释大陆的起源及相关地质现象,而且还可说明脉动理论下一些不规则的地层沉积。根据脉动理论,地层的累积形成因海进海退的规律性而应该较为规则,但实际情况并非如此。在葛利普看来,极控理论下的硅铝圈漂移则可解释地层沉积的不规则现象,如地壳之间的碰撞可产生地层不整合,硅铝圈从南到北或从北到南的移动可出现化石证据的误植等,这些均使原本规律的地层沉积产生改变。([26], viii-ix)

3 脉动理论的反响

自葛利普提出其脉动理论后,随即引起国内外学者的重视和评论。国内如田奇璁和计荣森分别发表长篇评论^[15-17],翁文灏、黄汲清等亦提出相应的看法与质疑。德日进亦相信地球表面确实存在节律性的运动,但对葛利普将脉动与沉积、造山等联系起来却不认同,当然他也指出脉动理论在不少地方仍具有启发性,对传统的地层理论带来了新的看法,并在给朋友的信中调侃葛利普因“脉动”而变得年轻起来。^[47]①西方学者对葛利普的著述亦给予了及时的评价,其中作为乌尔里克(Edward Oscar Ulrich, 1857~1944)同盟的舒克特虽对脉动理论颇为欢迎,尤其对其著作中所给出的丰富的古生物信息和系统的世界地层对比高度赞赏,但对葛氏所作的古生代地层新划分并不满意,很多都不赞成。^[18]总之,中外学者对脉动理论的一个共同点是,他们在赞扬葛氏广博的知识和非凡的理论勇气之外,均提出了相应的质疑。

的确,尽管规律性的海进和海退确实存在,但单以脉动理论来解释地层的划界显然不够。对此,正如舒克特所指出的:海进是否为全球同时发生的现象;如何区分海进与颤动;海进后可能没有海退但也可能伴随着多次海退,而且其中有些海退造成很厚的沉积,这些都是葛氏脉动理论所无法解释的。^[18]因此葛利普在中国的第一个助手孙云铸以更全面和实际的态度对葛利普的脉动理论提出了修正。他承认葛氏所提出的规律性海进和海退确实存在,但单以此和化石证据来对地层进行划分显然不够,因此提出古生代地层应按沉积旋回(cycle of sedimentation)、地壳运动(diastrophism)、动物群组合(faunal assemblage)三个条件分类,从而把古生代地层划分为 8 个系:塔康系(Taconian)、寒武系、奥陶系、志留系、泥盆系、狄南系、石炭系、二叠系,其中寒武系、石炭系和二叠系可各分为两个统,其他五个系则分为三个统。^[19-20]

1949 年后,外国科学家在中国均遭到不同程度的批判。或许是由于葛利普的巨大影响以及他对中国人极为友好的人格魅力,对他的批评没有太上纲上线,但与 1949 年前相

① 感谢业师韩琦研究员提示该文献。

比也有了微妙的反差。^[48] 自称受葛利普影响最深的杨钟健即在不同场合对葛氏提出批评。1953年,在学习《实践论》一次会议上,杨钟健说“科学工作者搜集事实是唯物的,但要通过实践。……Grabau 葛利普脉动学说把这理由找到唯心一方面去。吾道一以贯之,没有经过实践。2. 列宁所说,要经过实践,成果才能达到。3. 发现是偶然的还是有系统的?”可见杨钟健乃是基于马列主义和毛泽东的实践论而指出葛利普的脉动理论没有经过实践。杨钟健接着对奥斯朋提出了批评“Osborne 晚年有许多惟心著作,但少年时说哺乳动物是始于中亚,但以后以为人类始于蒙古,那是错了。朱子以山上的化石认定山谷可以在海中,是唯物的,但是许多理论是惟心的。科学家有所谓 Pet theory。”^[49]① 接续上述引言,杨钟健实际将葛利普的脉动理论和奥斯朋人类起源于蒙古的猜想都归为所谓的“宠物理论”(Pet theory)^②,意指他们都太偏执自己的理论而忽略了其客观性。杨钟健的批判虽带有意识形态的情绪,但将葛利普的脉动理论比作“宠物理论”却也不无合理性。

现在来看,正如舒克特和孙云铸所评论的那样,葛利普虽具有百科全书式的古生物学和地层学知识,但他所创建的脉动理论及古生代地层新划分却因理想化而与实际有较大出入。这是该理论未能得以继续传承和发展的原因。至于在美国,有学者指出,葛利普的海平面升降和脉动理论并没有得到恰当的反应和发展,可能与他在美国没有学术继承人有关。^[22]

一个花絮,据葛利普夫人战时从曾长期担任协和医学院校长顾临(Roger S. Green)处获得的一份重庆的时报(1942年11月10日)记载,日本人出于对葛利普在脉动理论贡献的认可,给予他每月6美元的资助。^[50]此时,他应已被日本人囚禁于东交民巷的集中营,该消息的真实性存疑。即使属实,以他对日本人的憎恨,恐怕也不会接受。

4 余 论

葛利普虽以古生物学和地层学见长,但其着眼点却在于整个地球的历史。因此,他在1913年的《地层学原理》一书中即表达了通过地质纪录还原地球漫长历史的宏愿,并且采用海进海退来解释地层的沉积。他毕生均以此为目标,尤其是1920年入华后,在综合中西方地质资料和各家之说的基础之上,于1933年提出了脉动和极控理论,至1940年以《年代的节律》一书进行全面的总结,系统地解释了整个地球之“沧桑”史。

脉动和极控理论是20世纪重要的地质学理论之一。脉动理论以丰富的古生物、地层知识,指出由于海底的升降及所造成的全球规律性的海进和海退,导致地层的规律性累积,阐释了沉积、侵蚀连续不断的循环思想,并对传统的地层分类作出新的调整。动力方面,葛利普采用了乔利地壳岩石因放射性产生热效应的理论,指出地球因此而具有驱动海进海退的“永动”能源。同时,葛利普在魏格纳大陆漂移说的基础上,提出大陆在地球自转离心力的驱动下绕极轴周期性移动的极控理论,“泛大陆”慢慢分裂成大陆碎块,最终

① 感谢上海科技教育出版社殷晓岚博士帮助核查此条资料。

② “宠物理论”是指理论创建者对自己理论如对宠物一般极度偏爱,而对其他理论有抗拒心理,从而有失客观性。

呈现出现在的海陆格局; 并作为脉动理论的补充, 说明规律沉积中的不规则性。

即使以现在的海平面升降和板块构造学说而言, 这亦不失为一个宏大而富有启发性的理论。但以实际情况而言, 还是因太过理想主义而未能得到进一步的发展。正如孙云铸、舒克特等所指出的那样, 葛利普单以规律性海进海退来解释地层的形成有失偏颇; 且葛氏诉诸“特设性”的星体来解释泛大陆的形成、将地球自转的离心力作为硅铝圈漂移的动力, 以及假设生命来自地球之外, 现均不被接受。然而, 他通过脉动理论对世界地层的对比、硅铝圈绕极轴的漂移、大洋底部的热能转换在当时都是极具前瞻性的, 他广阔的视野和创新精神仍是人类的宝贵财富, 更不用说他在古生物学、地层学上的卓越贡献了。

葛利普生前曾说过, 他的脉动理论时人未必能理解, 但 30 年后必得世人之公认。^[51] 其自信可见一斑。这不由让人想起开普勒 1619 年在其《世界的和谐》第五卷序言所说的: “……总之书是写成了, 骰子已经掷下去了, 人们是现在读它, 还是将来子孙后代读它, 这都无关紧要。既然上帝为了他的研究者已经等了 6000 年, 那就让它为读者等上 100 年吧。”^[52] 两者之言论颇有异曲同工之处。此处开普勒兴奋溢于言表的正是他终生探索而得出的宇宙的秘密: “天体的运动只不过是某种永恒的复调音乐”。现在看来, 开普勒最重要的贡献是他发现的行星运动三定律(为牛顿提出万有引力定律铺平了道路), 而其所谓的“世界和谐”仅具有一种形而上学的审美价值。葛利普也一样, 他自认为最重要的脉动和极控理论很大程度上也是出于美学的信仰, 如今也仅具有历史的意义, 但他对理论的自觉追求及所作的思考仍具有鲜活的价值。

葛利普曾指出, 科学的历史分为思辨、实证、理性三个阶段。思辨即古代对自然的幻想, 实证就是通过收集科学事实认识自然, 最后的理性阶段则是通过广泛的科学事实提出科学理论。他还多次说过, 科学不仅在于收集科学事实, 更重要的是通过科学事实提出科学理论。具体到地质学, 地质资料的积累固然重要, 但对这些资料的分析进而解释地球的历史和各种地质现象是一项更重要的工作。^[30, 53] 因此不难理解他为何更看重其脉动和极控理论。葛利普一生不仅皓首穷经积累世界各地的地质学知识, 对科学理论的总结更是不遗余力。他所掌握的浩瀚的古生物、地层学知识令人惊叹, 其老而弥坚的科学精神更让人钦佩。田奇璜曾表示“他这种‘老而弥坚’、‘为学不倦’的精神, 实值得我们十二万分的佩服!”^[16] 胡适 1937 年 1 月 9 日在参加葛利普 67 岁生日宴会后在日记中称“此公半生残废, 而努力作学问, 至死方休, 真是我们的模范!”^[54] 可谓这个伟大学者的真实写照。

致 谢 承潘云唐教授、张九辰研究员、颜茂都博士、魏荣强博士、王光旭博士给予宝贵建议并审阅初稿, 使我获益很多, 特致谢忱! 本文部分初稿分别在第 40 届国际地质科学史会议(2015 年 6 月, 北京)和“赛先生在中国: 中国科学社成立百年纪念暨国际学术研讨会”(2015 年 10 月, 上海)报告。

参 考 文 献

- 1 葛洪. 神仙传校释[M]. 胡守为, 校释. 卷 3. 北京: 中华书局, 2010. 94.
- 2 章鸿钊. 中国研究地质学之历史[J]. 中国地质学会志. 1922, (1): 27~31.

- 3 尹赞勋. 中国古生物学之根苗[J]. 地质论评. 1947, 12(1~2): 63~69.
- 4 胡道静. 新校正梦溪笔谈[M]. 卷24. 香港: 中华书局, 1975. 237.
- 5 黎靖德. 王星贤. 朱子语类[M]. 卷94. 北京: 中华书局, 1986. 2367.
- 6 李仲均. 我国古代关于“海陆变迁”地质思想资料考辨[J]. 科学史集刊. 1982, (10): 16~21.
- 7 Ting V K. Biographical Note [J]. *Bulletin of the Geological Society of China*, 1931, 10: iii~xviii.
- 8 Sun Y C. Professor Amadeus William Grabau: Biographical Note [J]. *Bulletin of the Geological Society of China*, 1947, 27: 1~26.
- 9 Kay M. Grabau, Amadeus William [C] // Gillispie C C. (ed). *Dictionary of Scientific Biography*, Vol. 5. New York: Charles Scribner's Sons, 1981. 486~488.
- 10 潘云唐. 葛利普——中国地质科学工作者的良师益友[J]. 中国科技史料, 1982, (3): 22~30.
- 11 杨静一. 葛利普传略[J]. 自然科学史研究, 1984, 3(1): 83~89.
- 12 王鸿祯. 葛利普教授——中国地质学界的良师益友 [C] //王鸿祯. 中国地质事业早期史. 北京: 北京大学出版社, 1990. 81~93.
- 13 Mazur A. *A Romance in Natural History: The Lives and Works of Amadeus Grabau and Mary Antin* [M]. Garret: Syracuse, 2004.
- 14 孙承晟. 葛利普与北京博物学会[J]. 自然科学史研究, 2015, 34(2): 182~200.
- 15 计荣森. 葛利普氏之脉动学说[J]. 科学, 1935, 19(8): 1186~1210.
- 16 田奇璜. 对葛利普氏脉动学说之我见[J]. 地质论评. 1936, 1(5): 523~530.
- 17 田奇璜. 对葛利普氏脉动学说之我见(续) [J]. 地质论评. 1937, 2(6): 515~532.
- 18 Schuchert C. What is the basis of stratigraphic chronology? [J]. *American Journal of Science*, 1937, 34(204): 475~479.
- 19 Sun Y C. Bases of the Chronological Classification with Special Reference to the Palaeozoic Stratigraphy of China [J]. *Bulletin of the Geological Society of China*, 1943, 23(1~2): 35~56.
- 20 孙云铸. 海侵的基本概念和问题——着重讨论中国古生代各纪动物群及其分区[J]. 地质学报, 1963, 43(2): 99~115.
- 21 阮维周. 葛氏脉动学说与海底扩张 [C] //阮维周教授文集, 1992. 100~108.
- 22 Johnson M. A. W. Grabau's Embryonic Sequence Stratigraphy and Eustatic Curve [C] // Dott R H (ed). *Eustasy: The Historical Ups and Downs of a Major Geological Concept*. Boulder, Colorado: Geological Society of America Memoir 180, 1992. 43~54.
- 23 Marvin U B. The Global Theories of Amadeus W. Grabau (1870~1946): A Retrospective View [C] // Wang H Z, et al (eds). *Comparative Planetology, Geological Education, History of Geology* (Proceedings of the 30th International Geological Congress, Vol. 26), Utrecht (Netherlands): VSP, 1997. 165~175.
- 24 戴维. R. 奥尔德罗伊德. 地球探踪索隐录: 地质学思想史 [M]. 杨静一, 译. 上海: 上海科技教育出版社, 2006.
- 25 Wegmann E. Suess, Eudard [C] // Gillispie C C. (ed). *Dictionary of Scientific Biography*, Vol. 13. New York: Charles Scribner's Sons, 1981. 143~149.
- 26 Grabau A W. *The Rhythm of the Ages: Earth History in the Light of the Pulsation and Polar Control Theories* [M]. Peking: Henri Vetch, 1940.
- 27 Grabau A W. *Principles of Stratigraphy* [M]. New York: A. G. Sellen And Company, 1913.
- 28 Grabau A W. *Stratigraphy of China* (Part I: Palaeozoic and Older) [M]. Peking: Geological Survey of China, 1924. 1~3.
- 29 Grabau A W. *Stratigraphy of China* (Part II: Mesozoic) [M]. Peking: Geological Survey of China, 1928. 773~774.
- 30 Grabau A W. The Rhythm of the Ages. The Pulsation Theory, A New Aspect of Earth History. A Lecture Delivered at Yenching University [N]. *The Peiping Chronicle*, 1933-5-28: 6; 1933-5-30: 5 & 8.
- 31 *International Geological Congress: Report of the XVI Session, United States of America (1933)* [M]. Washington, 1936. 16~17.
- 32 丁文江. 苏俄旅行记(1934~1935) [C] // 欧阳哲生主编. 丁文江文集(第七卷). 长沙: 湖南教育出版社, 2008. 107~117.
- 33 Haarmann E. *Die Oszillations-Theorie: Eine Erklärung der Krustenbewegungen von Erde und Mond* [M]. Stuttgart:

- Ferdinand Enke, 1930.
- 34 Holmes A. The Mechanism of Earth Movements (Review on *Die Oszillations-Theorie*) [J]. *The Geographical Journal*, 1931, 77(2): 164 ~ 165.
- 35 Melton F A. Review on *Die Oszillations-Theorie* [J]. *The Journal of Geology*, 1931, 39(3): 296 ~ 299.
- 36 Grabau A W. Oscillation or Pulsation [C] // *International Geological Congress: Report of the XVI Session, United States of America* (1933), Washington, 1936. 539 ~ 553.
- 37 Nolan T B & Siegrist M. Recalling the 16th IGC, Washington 1933 [J]. *Episodes*, 1987, 10 (4): 329 ~ 331.
- 38 黄汲清. 我的回忆: 黄汲清回忆录摘编 [M]. 北京: 地质出版社 2004. 113.
- 39 Grabau A W. Palaeozoic Formations in the Light of Pulsation Theory (Pt. 1, The Lower Cambrian Pulsation) [J]. *The Science Quarterly of the National University of Peking*, 1934, 4(1): 27 ~ 184.
- 40 中国地质学会第十届年会纪略 [J]. 湖北教育月刊, 1933, (3): 163 ~ 167.
- 41 Grabau A W. Revised Classification of the Palaeozoic Systems in the Light of the Pulsation Theory [J]. *Bulletin of Geological Society of China*, 1936, 15(1): 23 ~ 51.
- 42 中国地质学会第十二次年会记事 [J]. 地质论评. 1936, 1(1): 81 ~ 86.
- 43 翁文灏. 翁文灏日记 [M]. 李学通等 整理. 北京: 中华书局 2010. 11.
- 44 地质学会年会首次在湘举行 [N]. 申报(汉口版). 1938-02-27: 2.
- 45 Grabau A W. The Significance of the Interspulsion Periods in Chinese Stratigraphy [J]. *Bulletin of Geological Society of China*, 1938, 18(2): 115 ~ 120.
- 46 Wegener A. *The Origin of Continents and Oceans* [M]. Skerl J G A (trans). London: Methuen & Co. Ltd., 1924.
- 47 Cuénot C. *Teilhard de Chardin: A Biographical Study* [M]. Colimore V (trans). London: Burns & Oates, 1965. 156 ~ 157.
- 48 张九辰. 科学史事的时代解读: 对中国地质学史的案例分析 [J]. 自然科学史研究. 2015, 34(1): 74 ~ 87.
- 49 竺可桢. 竺可桢全集 [M]. 第 13 卷. 上海: 上海科技教育出版社 2007. 109.
- 50 Shimer H W. Dr. A. W. Grabau in China [J]. *Science* (New Series), 1943, 97 (2529): 555 ~ 556.
- 51 杨钟健. 地质学家葛利普 [J]. 人物杂志. 1947, 2(2): 59 ~ 61.
- 52 (德) 开普勒. 世界的和谐 [M]. 张卜天译. 北京: 北京大学出版社 2011. 3 ~ 4.
- 53 Grabau A W. A New Interpretation of Earth History [J]. *Peking Natural History Bulletin*, 1940, 15(1): 1 ~ 12.
- 54 胡适. 胡适全集 [M]. 第 32 卷. 季羨林 主编. 合肥: 安徽教育出版社 2003. 605.

The Vicissitudes of the Earth in the Light of Trans- & Regression and Sial-crust Shifting: Amadeus W. Grabau's Pulsation and Polar Control Theories

SUN Chengsheng

(Institute for the History of Natural Sciences , CAS , Beijing 100190 , China)

Abstract Amadeus W. Grabau (1870–1946) , a world famous paleontologist and geologist of the 20th century , made outstanding contributions to paleontology , stratigraphy , and advanced global pulsation theory and polar control theory. He focused his attention on the latter topic. This paper , a new investigation of the development and influence of his pulsation theory , argues that this theory can be traced back to the *Principles of Paleontology* in 1913. Its framework was then laid out in an article published in *The Peiping Chronicle* in 1933 , and was formally presented at the 16th International Geological Congress (Washington , USA) in the same year. After returning to China , Grabau revised and developed the theory based on communications with Chinese scholars , systematically summarizing it in *The Rhythm of the Ages* in 1940 , along with the polar control theory. With the pulsation theory , Grabau explained and gave a new (Paleozoic) stratigraphic classification based on global transgressions and regressions; while with the polar control theory , mainly based on Alfred Wegener's theory of continental drift , he demonstrated sial-crust shifting around the polar axis owing to the impetus of the Earth's rotation. Here he also tried to explain the irregularity of sedimentation , which should be rhythmic according to his pulsation theory. Though these two theories had worldwide influence at the time , they could not , however , on the basis of fact , be further developed due to being over-idealistic.

Keywords Amadeus W. Grabau , pulsation theory , polar control theory , geology , paleontology , transgression , regression , sial-crust shifting