

[英] B. F. 温德利 编著

进化中的大陆



中国地质大学出版社

内容提要

Windley 教授编著的《进化中的大陆 (The Evolving Continents)》教材,提供许多地史知识,按板块构造观点着重分析全球大陆进化的历史过程,在理论和实践上都具有重要意义。

全书 22 章,系统讲述了太古代、元古代和显生宙期间有关大陆进化方面的地层学、岩石学、地球化学、大地构造学诸学科内容;尤其着重分析了绿岩带、麻粒岩—片麻岩带、加里东、海西、阿尔卑斯和喜马拉雅造山带等的形成过程和机制;同时还介绍有关联合古陆形成和解体、弧沟系以及各个时期成矿作用等内容。

本书可供地质类专业师生及有关科研、教学和生产人员使用。

Brian F. Windley

THE EVOLVING CONTINENTS

Second Edition

John Wiley & Sons Ltd, 1984

进 化 中 的 大 陆

[英] 布赖恩 F. 温德利 著

赵锡文 杜宽平 赵福堂 耿小云 蒋良朴 译
辛文杰 杜远生 顾桂新 董林芬 吴顺宝

杜 宽 平 校

责任编辑 杜宽平

责任校对 郭静先

中国地质大学出版社出版

(武汉市 喻家山)

中南冶勘印刷厂印刷 湖北省新华书店经销

开本 787×1092 1/16 印张 24.5 字数 590 千字

1989 年 7 月第一版 1989 年 7 月第一次印刷 (照相胶印)

印数 1—1000 册

ISBN 7-5625-0325-7/P-94

定价: 5.65 元

校者的话

众所周知,大陆地质及其进化,一向是地学界研究的中心课题。自从本世纪六十年代板块构造学说兴起以来,许多学者研讨了板块构造能否解释大陆地质以及重建中生代以前的地质历史问题。这已是板块构造学说中最为引人瞩目的问题之一。《进化中的大陆》一书正是针对这一问题问世的。因此,译者及时将本书译出而供我国读者参考。

本书作者英国累斯特大学(University of Leicester)地质系教授布赖恩 F. 温德利(Brian F. Windley)博士,根据当今盛行的板块构造学说的全球构造活动论观点,以地球历史发展阶段为主线,将众多的地学界成果贯穿起来,对全球大陆进化予以全面论述,其主要目的是希望读者获得有关地球科学总的综合知识。本书独特之处是追溯自从有地质记录以来的大陆地质进化史程,而不只是讨论典型地区的地层演替。作者是从大陆地质观点出发,而不只是集中于大洋地质的演化。本书第二版本为1984年 John Wiley & Sons 有限公司出版发行的最新版本的教科书;作者已在书中比较详细地概括了大陆进化研究方面的最新进展。

全书共分二十二章,前四章讲述太古代高级变质地体、绿岩带以及太古代地壳演化。第五、六、七、八、九和十章论述元古代基性-超基性侵入体、稳定盆地和活动带、非造山岩浆活动和天折裂谷作用、冰川活动和生命形式以及元古代地壳演化;尤其着重阐述了元古代期间的板块构造作用问题。第十一和十二章分别讲述古地磁和大陆漂移、古气候和化石记录。第十三与十四章,介绍了加里东-阿巴拉契亚褶皱带和海西褶皱带。第十五和十六章分别阐述联合古陆形成及其分裂史实。第十七、十八、十九、二十和二十一章,讲述了板块构造和海底扩张、岛弧、美洲西部的大陆边缘造山带、阿尔卑斯和喜马拉雅造山带。最后一章,第二十二章,为总结性地阐述涉及大陆进化的大气圈和水圈、沉积作用、岩浆活动、成矿作用以及地壳演化等方面的内容。全书观点鲜明、内容完整系统、资料翔实丰富、图表文字并茂、通俗易懂、适用于地学专业学生和研究生阅读、也适用于教学、科研和生产人员使用。本书可作为讲授“世界地质”课程的参考教材。

本书的译者及所译的章节如下:序言、第一、二、三、四、九、十三章以及第二十、二十一和二十二章:杜宽平、辛文杰和童林芬初译了部分章节,龙祥符初审了序言和第一章译文;第五、六章:蒋良朴;第七章:耿小云;第八、十章:赵福堂,并校译其它章的部分译文;第十一、十二、十四、十五和十七章:赵锡文;第十六、十八和十九章则由辛文杰、杜远生、颜佳新和吴顺宝等译成。全书由杜宽平进行统稿以及全书译文的校审工作。

由于本书内容相当广泛、综合性比较强,兼之我们的水平有限,译文中谬误之处在所难免,敬希读者不吝赐正。

校者 杜宽平 谨识

1988年12月

第一版 序 言

当今的大学里，学生们往往是由教师们各自独立地分别授予其自成体系的种种课程。为了

避免孤立片面地理解地球科学，日益需要有一门综合课程，以便能把各课程中的许多主题交织起来论述。在累斯特大学，学生毕业前都要上这样一门综合课，就是以地球历史为主线，将许多课程贯穿起来。本书即源自这门课程。

在过去的一、二十年，地球科学发生了两大进展。第一，在六十年代中，在涉及全球大洋底部及其板块状嵌合的地球物理新认识基础上，地球科学发生了众所周知的大革命。七十年代初以来，学者们日益企求以海底扩张和大陆漂移的最新概念来解释显生宙褶皱带的构造及演化。第二，主要在七十年代，由于相当大程度上得力于年龄测定技术的改善，而对前寒武纪地盾区的了解取得了巨大进步。总观这两个因素，可以说，六十年代是“海洋时期”，七十年代则是“大陆时期”，幸运的是，这些进展刚好发生在我准备编写此书之时。

本书主要内容如下：第一，大多数论述地史的书籍很少注意前寒武纪。而在我看来，现在对太古代及元古代已知之甚多，足以使它们在此类教材中占一席之地。因此，本书的前半部分着重论述前寒武纪。第二，许多论及板块构造的书籍，重点是讲述地球物理、洋壳及板块运动的原理，很少从大陆角度用大量篇幅论述板块构造的“地质学”。为此，本书的后半部分便是用板块构造学说，论述大陆分裂和显生宙主要褶皱带的地质情况。在最后一章，我综合讨论了岩石记录中许多长期变化的原因，正是这些岩石记录，指示了大陆演化历史。另外一点，由于矿床成因经常被学者们忽略，因此，我在每一章都总结了各大地构造带和地史时期中特有的矿化情况。因面我在全书中着重论述的主题，读者们在别的综合书籍中将难于找到。

书中并没有将全球的地盾和褶皱带都详尽无遗地一一论述，而是选择了一些在某一特定地史时期内发育的岩石组合或构造带中有代表性的典型地区，因而有可能利用大量文献证实了的实例，来说明陆壳发育过程中各个连续阶段的特征。

总而言之，我力图避免象流水帐似地只描述一下“哪里有什么”，而是尽可能多地论述形成过程和构造模式的原理。因为没有起论贯穿的素材罗列是很枯燥乏味的。当前对许多资料的解释存在着分歧，为了让大学生和研究生成把眼光投向当今的论战，我突出了许多此类有争议的地区。

依我之见，逐一描述各个褶皱带或大陆，未免失之重复，因为其地质背景常常十分类似，所以我将褶皱带、克拉通或某一时限内同时发生的有关内容综合在一起；对前寒武纪是如此（如绿岩带、岩墙群和冰碛岩），对显生宙也是如此（如岛弧、古气候标志和联合古陆）。但就许多章节而言，我感到在已有文教中，迄今尚无恰当地或令人满意地予以综合评述；所以我就以新的观点把诸如太古代深变质区，太古代与元古代地壳演化模式，元古代活动带和地槽，以及联合古陆的解体等资料和见解汇集在一起。通常，不同作者对于某一特定褶皱带提出自己的模式，或者他们仅总结了一种岩类，象冰碛岩，科迪勒拉火成岩、岛弧沉积、蒸发岩、斜长岩或碱性杂岩体；我则致力于将各褶皱带和各地史时期的不同岩类的模式总结都摆出来，以便兼收并蓄各学科之见解，再现大陆发展过程的综合全貌。

对显生宙，我大胆地采用了板块构造观点，而对前寒武纪，我则小心地陈述互相对立的各家观点和意见，以资反映地球科学的现状。但同时力求突出那些能用板块构造学说比较顺利地解释前寒武纪地质的地区。*

本书主要面向对地质学的主要学科已有所了解的高年级本科生和有能力更深刻地了解其所学专业研究生，亦适用于那些对大陆演化的最新进展作多学科研究感兴趣的专业地球科学家。我毫不犹豫地列出了一个庞大的参考书目，因为在这些文献中，由资料和理论升华的结论，推动了地球科学的发展。这样可以节省学生们进图书馆查阅资料的很多时间。

这些年来，许多朋友与我一起讨论，帮我理解一系列错综复杂的问题，使我从中获益匪浅，下列同事阅读并修改了各个章节，尤其要向他们致谢。他们是 F.B. Davies, J. D. Hudson, C. H. James, M. A. Khan, M. J. Le Bas, P. C. Sylvester-Bradley 和 J. H. McD. Whitaker。但书中任何缺点或疏漏由我个人负责。感谢莱沃休姆 (Leverhulme) 信托基金会 1975—1976 年向我提供研究基金，使我得以脱离教学任务而完成写作计划。最后的，但决非最小的谢意，要奉献给我妻子朱迪丝 (Judith)，感谢她耐心打完了数不清的手稿以及她在编辑中必不可少的帮助。

B. F. Windley

一九七六年九月 于累斯特

第二版 序 言

本书第一版完稿,距今已有七年了。在这段时间内,地球科学有了许多重大进展,其中几项具有深远的意义。第二版希望将其中与地壳演化有关的最新进展反映出来,因此,删掉了第一版中比较陈旧或不重要的部分,增补了很多学科的大量新资料、新观点。我得承认,第一版中不少内容现已过时,但有了此第二版,读者便可看出所有近期的最新进展。

新的绪论一章,给出了有关的地质年代表,提供了阅读本书的注意事项。另外新增一章,专讲人们对其兴趣大增的喜马拉雅造山带。

有关元古代的五章内容修改很大,新增一章论述晚元古代活动带,“元古代地壳演化”一章则全部重写。

关于太古代,有这样一些新内容:早期的活动大陆边缘,地壳演化,印度和西澳大利亚绿岩带,绿岩带的条带状含铁建造,以及印度及林波波麻粒岩-片麻岩带。

关于元古代,新增的节有“波罗的地盾的瑞卡造山带(Svecokarellides),沃普梅(Wopmay)造山带,伍拉斯顿(Wollaston)湖褶皱带,磷灰岩,蒸发岩,沉积作用类型及其环境,早期板块构造环境,斜长岩,奥长环斑花岗岩中锡的成矿作用,灰岩中的钨矿,碎屑岩中的铀-钼-铜矿,格林维尔(Greenville)、达尔斯兰德(Dalslandian)及泛非活动带,元古代绿岩带和麻粒岩-片麻岩带。

至于显生宙,则有以下新添部分:磷灰岩及海洋涌升,动物群绝灭,亚皮塔斯洋(Iapetus),阿巴拉契亚及海西褶皱带的构造演化,联合古陆的海拔与气候,大洋中脊的构造,太平洋东西两岸弧区的对比,热点轨迹及大洋岛屿,海洋环境中的成矿作用,北美西部科迪勒拉造山带的可疑地体和变质核杂岩体,安第斯山脉的构造和成矿作用,不列颠哥伦比亚海岸山脉深成杂岩体,古特提斯与新特提斯,阿尔卑斯带的中新世蒸发岩和矿床;构造增生,变质带,岛弧的弧前与弧后区,喜马拉雅构造及其演化和亚洲的压入构造。

最后一章“进化中的大陆”,作了很大改动,以便全面考虑这些新资料。新添的部分是:早前寒武纪含氧大气圈,早元古代和新生代的铀成矿作用,显生宙沉积物同位素组成随时间变化的趋势,陆壳化学演化及岩浆作用模式与大陆增生模式,板块构造环境中的热状态,地壳演化中的热能产量及地热梯度,早前寒武纪的有色金属硫化物矿床和太古代-元古代的界线。

增添了103幅图表,删去了几幅陈旧的图表。增补了自1976年下半年至今发表的约1250篇参考文献,同时删去了与此等量的旧文献目录。参考文献是科学著作的结构单元,对第一版提供的详细参考文献大多反映不错,因此我继续保持这一风格。

地球科学多学科齐头猛进的快速发展令人惊奇。我期望本书已抓住了这些最新进展的精华,希望读者会从本书看到一幅具有进化气息的综合远景图。

目 录

校者的话

第一版 序言	11
第二版 序言	13
第一章 绪论	1
一、前寒武纪地质年代表	1
二、显生宙地质年代表	2
三、大陆格局	5
四、本书内容展望	6
第二章 太古代麻粒岩—片麻岩带	7
一、分布	7
二、岩石单位	7
1. 长英质片麻岩	8
2. 上地壳岩石	10
角闪岩	10
云母片岩	11
大理岩	11
石英岩	11
含铁建造	11
3. 层状火成杂岩	12
斜长岩—淡色辉长岩	12
镁铁质岩—超镁铁质岩	14
三、地质年代学 and 同位素数据	15
四、变质作用	16
五、变形型式	17
六、主要地区概述	17
1. 西格陵兰	17
2. 拉布拉多	20
3. 苏格兰斯考里	21
4. 非洲南部林波波带	22
5. 印度南部	23
七、对照总结	23
八、成矿作用	23

1. 含铁建造	24
2. 斜长岩和超镁铁质岩中的铬	24
3. 角闪岩中的镍、铜、铅	24
4. 副片麻岩中的刚玉	24
5. 副片麻岩中的石墨	25
第三章 太古代绿岩带	26
一、总的形状和分布	26
二、地质年代学	26
三、地层学	27
1. 一般特征	27
2. 南非巴伯顿斯威士兰超群	29
3. 津巴布韦带	30
4. 澳大利亚西部	31
5. 印度南部达瓦尔超群	32
6. 加拿大苏必利尔省和斯累夫省	33
四、火山岩的地球化学	34
五、构造	35
六、变质作用	36
七、成矿作用	37
1. 铬铁矿	37
2. 镍	37
3. 金、银	38
4. 铜、锌	41
5. 钽	41
6. 铁	41
八、最早的生命形式	41
1. 微生物	42
2. 叠层石	44
第四章 太古代地壳演化	45
一、绿岩带	45
1. 传统模式	45
2. 板块构造模式	49
二、麻粒岩-片麻岩带	53
1. 重结晶的上地壳岩	53
2. 洋壳	54
3. 活动大陆边缘	54
三、绿岩带和麻粒岩-片麻岩带之间的关系	56
四、太古代地壳演化的现代解释	57

五、附记	60
第五章 早、中元古代基性-超基性侵入体	62
一、美国蒙大拿斯蒂尔瓦特(静水)杂岩	62
二、津巴布韦大岩墙	62
三、西澳大利亚威德吉莫尔塔岩墙套	64
四、加拿大萨德伯里侵入岩	64
五、南非布什维尔德杂岩	64
六、基性岩墙群	65
1. 分布和范围	65
2. 构造关系	67
3. 化学成分	67
七、成矿作用	68
第六章 早、中元古代克拉通盆地和活动带	70
一、非洲南部的克拉通盆地	70
二、波罗的地盾的瑞卡造山带	72
三、加拿大环苏必利尔褶皱带	73
四、加拿大沃普梅造山带	75
五、加拿大伍拉斯顿褶皱带	79
六、最初的勃拉谷	80
七、冰碛岩	83
八、沉积组合类型	84
九、条带状含铁建造(BIF)	85
十、红层	87
十一、磷块岩	88
十二、蒸发岩	88
十三、成矿作用	89
1. 砾岩中的金和铀	89
2. 沉积岩中的锰	89
3. 碳酸盐岩中的铅、锌	90
4. 碎屑岩中的铀、钒、铜	91
十四、微体化石	92
第七章 中元古代非造山岩浆活动和天折裂谷作用	94
一、地质年代学和地层对比	94
二、斜长岩	95
三、石英二长岩、环斑花岗岩和酸性火山岩	97
四、陆相砂岩和玄武岩	100
五、克拉通内的侵入岩体	102

1. 基性岩墙群	102
2. 层状杂岩	
3. 碱性杂岩	105
六、成矿作用	108
1. 花岗岩中的锡矿等	108
2. 斜长岩中的钽、铁、钒	108
3. 玄武岩中的铜和铀、银	108
4. 碱性侵入体中的铀、钽、铍等	109
七、小结和现代类比	109
第八章 中、晚元古代盆地、岩墙、冰川作用和生命形式	111
一、沉积环境	111
1. 北美西部的贝尔特-普赛尔超群	112
2. 澳大利亚的阿地雷德系	114
阿地雷德盆地	114
阿马迪厄斯盆地	114
金伯利盆地	114
二、基性岩墙	115
三、冰碛岩和全球冰川作用	117
1. 分布	117
2. 年龄	119
3. 地层学	120
4. 冰川环境	120
5. 古地磁和古纬度	121
四、成矿作用	122
1. 沉积岩中的铜	122
2. 沉积岩中的锰	123
3. 石灰岩中的钨	123
五、叠层石的发育	123
元古代生物地层学	124
六、最早的后生动物	125
性别出现	126
七、前寒武纪/寒武纪界线	127
第九章 晚元古代活动带	128
一、格林维尔带	128
二、达尔士兰德带	132
三、泛非带	133
第十章 元古代地壳演化	141

一、元古代绿岩带和麻粒岩-片麻岩带	141
1. 绿岩带	141
2. 麻粒岩-片麻岩带	142
二、现代类型板块构造的开始时间	143
1. 早元古代地壳状态	143
2. 深部基底因素	144
3. 蛇绿岩和蓝闪石片岩	145
4. 高压麻粒岩类	146
缝合线	147
5. 古地磁约束	147
第十一章 古地磁和大陆漂移	151
一、古地磁极	151
二、磁极迁移轨迹	152
1. 劳伦古陆	152
2. 冈瓦纳古陆	152
三、显生宙期间的大陆漂移	152
四、地史中的 U 形转弯和超级间隔	
第十二章 古气候学和化石记录	159
一、碳酸盐岩和生物礁	159
二、蒸发岩	160
三、红层	161
四、煤	161
五、磷块岩	162
六、特提斯海域的石油	163
七、冰川作用: 奥陶纪和石炭-二叠纪	165
八、影响生物种分布、分异度和灭绝的因素	165
九、显生宙化石记录	168
1. 早古生代	169
2. 晚古生代	169
3. 中生代	171
4. 新生代	172
第十三章 加里东-阿巴拉契亚褶皱带	173
一、亚皮塔斯洋 (原始大西洋)	174
1. 张开阶段	174
2. 闭合阶段	174
二、动物群区系	174
三、蛇绿岩套	176

1. 纽芬兰	176
2. 巴伦特雷	178
3. 安格路西	178
四、古地磁和大陆方位	179
五、英国加里东褶皱带	179
1. 构造分区	179
2. 构造演化	180
晚前寒武纪	180
陶里登群	181
莫英群 / 中达雷德群	181
寒武纪	182
奥陶纪	183
最后阶段	183
六、阿巴拉契亚带	184
1. 构造分区	184
2. 构造演化	185
晚前寒武纪	185
寒武纪—早奥陶世	186
中、晚奥陶世	187
早、中志留世	187
早泥盆世	187
中、晚泥盆世	187
石炭纪—二叠纪	188
七、成矿作用	188
1. 纽芬兰	188
2. 南阿巴拉契亚造山区	188
3. 英国加里东带	188
第十四章 海西褶皱带	191
一、构造分带	192
二、沉积作用和火山活动	194
三、花岗岩、混合岩及变质作用	194
四、成矿作用	195
1. 石灰岩中的铅、锌矿	196
2. 裂谷中的铜、铅、锌矿	196
3. 花岗岩中的锡、钨、铀等矿	196
五、构造演化的模式	197
第十五章 联合古陆: 二叠、三叠纪	200
一、古地磁资料	201

二、冈瓦纳古陆的冰川作用	202
三、舌羊齿植物群	202
四、地势和气候	203
五、四足动物	204
六、年龄省的匹配	205
七、成矿区	206
第十六章 联合古陆的解体: 中、新生代	208
一、三联点、拗拉谷、穹窿和裂谷	208
二、裂谷作用的构造控制	210
三、解体时间的确定	212
四、沉积作用	213
五、陆缘海盆	214
六、蒸发岩类	215
七、火成活动	216
1. 基性岩墙	216
2. 拉斑玄武质溢流玄武岩	217
3. 碱性火山岩和侵入杂岩	218
4. 金伯利岩	220
5. 大陆裂谷作用和火成活动之间的年龄关系	220
八、成矿作用	221
1. 与岩浆岩有关的矿产	221
2. 与沉积岩有关的矿产	221
第十七章 板块构造和海底扩张	223
一、板块镶嵌	223
二、板块的主要构造	225
三、板块边界类型	225
1. 离散边界	225
2. 转换断层	227
3. 聚合边界	228
四、大洋磁性和海底扩张	230
五、洋壳地层学——层 1, 层 2, 层 3	232
六、大洋盆地的发展旋回	234
七、大洋岛屿	234
八、大洋环境的成矿作用	235
第十八章 岛弧	239
一、位置和年龄	239
二、俯冲带	239

三、岛弧类型及其构造	242
四、火山活动	243
五、沉积作用	248
1. 海沟消减杂岩带	248
2. 弧前盆地	249
3. 岛弧主部	249
4. 弧后盆地	249
六、双变质带	250
七、边缘盆地	250
八、成矿作用	251
第十九章 美洲西部大陆边缘造山带	254
一、构造演化	254
二、北美科迪勒拉带	256
三、南美安第斯带	260
四、沉积作用	264
1. 海沟消减杂岩	264
2. 弧前区	264
3. 弧本部	265
4. 前陆盆地	265
5. 继承盆地	266
五、火成活动	266
1. 火山岩	266
2. 花岗岩岩基	269
六、变质带	271
七、成矿作用	273
第二十章 阿尔卑斯褶皱带	276
一、概况	277
二、岩石单位	277
1. 晚三叠世蒸发岩	277
2. 碳酸盐岩台地	278
3. 蛇绿岩——洋壳的残体	279
4. 阿尔卑斯式复理石和板块碰撞	283
5. 晚造山到后造山磨拉石	284
6. 中新世晚期蒸发岩	285
7. 成矿作用	285
三、构造演化	286
1. 早期裂谷作用	287
2. 大洋地壳	287

3. 板块和微板块运动	289
第二十一章 喜马拉雅造山带	292
一、构造演化	292
二、构造单位	294
1. 喀喇昆仑区	294
2. 外喜马拉雅深成岩带和科希斯坦-拉达克弧	296
3. 印度河-雅江缝合带	298
4. 高喜马拉雅带	299
5. 低喜马拉雅带	300
6. 次喜马拉雅带	301
三、压入构造	301
第二十二章 进化中的大陆	305
一、大气圈和水圈	305
1. 放气模式	305
2. 地球的氧的来源	305
无机光解作用	306
有机光合作用	306
3. 二氧化碳平衡	308
4. 地史中沉积岩同位素化学的演化	308
5. 大气圈演化和生命形式的发展	309
二、沉积作用	311
1. 与年龄相关的沉积岩分布	311
2. 再循环作用	312
3. 沉积学演化趋势	312
4. 化学演化趋势	314
三、岩浆活动	316
四、地热状态	319
1. 变质作用类型和变质带	319
2. 显生宙片麻岩	320
3. 前寒武纪麻粒岩	321
4. 热产量和地温梯度	321
五、成矿作用	323
1. 太古代	325
2. 元古代	325
3. 显生宙板块边界	328
穹窿、拗拉谷和裂谷	328
增生板块边缘	328
消减板块边缘	329

转换断层	331
六、地壳演化	331
1. 大陆增生模式	331
2. 前寒武纪期间的克拉通化	333
3. 太古代/元古代界线	336
七、结语	337
参考文献	339
英汉术语对照	370

第一章 绪 论

在开始这次长达 3800Ma 的“时间旅行”之前，先作一个引言性的简略介绍。本书力图按地质记录对地球历史作一番最新的综述，因此，未考虑地球形成至最早的岩石产出时之间的最初八亿年的“空白时间”（Smith, 1981）。为了便于讨论其后的 3800Ma，我们应首先确定出地质年代表，特别应弄清世界各地对前寒武纪和显生宙进一步划分的差别。

现有两类表示时代的单位系统（Harland, 1975; Harland 等, 1982）。**年代地层单位**，以上地壳岩层叠覆律为基础，以不整合面和古生物确定界线；**年龄测定单位**则按一个标准年持续时间的倍数计（在 SI 单位中： 10^0 年 = 1a； 10^3 年 = 1Ka； 10^6 年 = 1Ma； 10^9 年 = 1Ga）。年龄测定单位利用同位素方法确定时间界限，对前寒武纪的时代细分尤其有用。1976 年国际地科联地质年代分会推荐了一组标准 U、Th、Rb、Sr、K、Ar 的衰变常数及同位素丰度，现已广泛用于地质年代学中（Steiger 和 Jager, 1977）。第二版中用到的大部分年龄值都以此类新常数为依据。

一、前寒武纪地质年代表

前寒武纪从何算起尚无定论，这取决于对最古老岩系地质年代研究的进展。国际地科联已认可“太古代（Archaean）”和“元古代（Proterozoic）”这两个术语（James, 1978），但关于它们的分界时限，在各大洲不尽相同：加拿大和美国定在 2500Ma，苏联和中国定在 2600Ma（表 1-1）。选定这一界线是为了便于区分通常高度变形、变质的太古代岩石和轻微变形的不整合于太古界之上的陆棚型元古代岩石。然而，从非洲南部大约 30 亿年开始产出的“类似元古代”的未变形盖层庞戈拉系（Pongola Series）的发现说明，地壳演化不是齐步进行的而是穿时的。只有苏联广泛采用“远太古代（Katarchaeon）”一词。表 1-1 列出了元古代的次一级划分及地方性命名。“阿菲布（Aphebian）”、“海利克（Helikian）”和“哈德瑞（Hadrynian）”三词在加拿大用来命名“代”（Douglas, 1980）；而美国地质调查所则用 W、X、Y、Z 代表前寒武纪地层（H. L. James, 1972），同时美国和墨西哥各地大多采用更通用的划分法，即早、中、晚元古代（Harrison 和 Peterman, 1980）。国际地科联前寒武纪地层分会于 1979 年同意将元古代划分为三个纪，其时限分别为 1600Ma 和 900Ma（Sims, 1980），同时推荐以 2900Ma 和 3500Ma 再分太古代。元古代的次级单位在苏联是卡累利阿（Karelian）和里菲（Riphean），后者又分为 R_1 — R_4 ，最年轻的元古代单位是不老于 680Ma 的文德系（Keller, 1979; Semikhatov, 1981）；而且在苏联的欧洲部分（波罗的地质盾）和亚洲部分（阿尔丹地质盾），都有太古代和元古代各地层单位的层型参考剖面（超群和群）（Kratz 和 Mitrofanov, 1980）。中国的前寒武纪划分为震旦纪和前震旦纪（表 1-1 所列单位系据王鸿祯, 1980）；请注意对于早、中前寒武纪，马杏垣和吴正文（1981）将其再分为迁西、阜平、五台和吕梁四个阶段，分别以 3000、2500、2050 和 1750Ma 作为其分