

第 30 届国际地质大会论文集



第 17 卷

前寒武纪 地质学和 变质岩石学

钱祥麟 游振东 主编



地质出版社

第 30 届国际地质大会论文集

第 17 卷

前寒武纪地质学和变质岩石学

钱祥麟 游振东 主编

地 质 出 版 社

· 北 京 ·

内 容 简 介

本卷论文集以现代地质科学为基础,论述了地球早期地质演化特征,探讨了古老陆壳的形成和地质历史,阐述了不同地质环境中的变质作用类型和岩类成因及与其紧密相关的成矿作用和矿产。前寒武纪地质学主要研究早期大陆成因和演化,它上及地球起源和原始岩壳,下与大陆区域地质相关,是认识现今大陆地质学的地质历史起点和开展区域地质研究的基础,因而是现代大陆地质学的主要前沿领域。本论文集的论文精选自第30届国际地质大会的学术报告,内容包括前寒武纪的重大地质事件和对比、太古宙与元古宙界限划分、前寒武纪的板块构造学、变质作用及其一些岩类成因、高压和超高压变质作用、花岗-绿岩带与成矿,以及区域地质、年代学和地球化学演化等主题。这些论文无论在具体实例的详实分析方面,还是在综合系统研究方面,都显示了现代地质学在该领域中的最新成果。

本文集可供地质类专业的科学研究人员、高校教师和研究生参考。

图书在版编目(CIP)数据

前寒武纪地质学和变质岩石学/钱祥麟,游振东主编.-北京:地质出版社,1999.5

(第30届国际地质大会论文集;第17卷)

ISBN 7-116-02769-6

I. 前… II. ①钱… ②游… III. ①前寒武纪地质-国际学术会议-文集 ②变质岩-国际学术会议-文集 IV. P5-53

中国版本图书馆 CIP 数据核字(1999)第 05548 号

地质出版社出版发行

(100083 北京海淀区学院路 29 号)

责任编辑:郝梓国 周继荣

责任校对:黄苏晔

*

北京印刷学院实习工厂印刷 新华书店总店科技发行所经销

开本:787×1092 1/16 印张:17.75 字数:420000

1999 年 5 月北京第一版·1999 年 5 月北京第一次印刷

印数:1—500 册 定价:40.00 元

ISBN 7-116-02769-6

P·1991

(凡购买地质出版社的图书,如有缺页、倒页、脱页者,本社发行处负责调换)

第 30 届国际地质大会论文集英文版共 26 卷,已由荷兰国际科学出版社(VSP)于 1997 年全部出版。中文版由第 30 届国际地质大会组织委员会编辑,地质出版社出版。

第 30 届国际地质大会论文集卷目

- 第 1 卷: 地球的起源和历史
- 第 2 卷: 地学与人类生存、环境、自然灾害
- 第 3 卷: 全球变化
- 第 4 卷: 岩石圈构造和深部作用
- 第 5 卷: 现代岩石圈运动 地震地质
- 第 6 卷: 全球构造带 超大陆的形成与裂解
- 第 7 卷: 造山带 地质填图
- 第 8 卷: 盆地分析 全球沉积地质学 沉积学
- 第 9 卷: 21 世纪能源矿产和矿产资源 矿床地质 矿产经济学
- 第 10 卷: 地学新技术方法
- 第 11 卷: 地层学
- 第 12 卷: 古生物学 地史学
- 第 13 卷: 海洋地质学 古海洋学
- 第 14 卷: 构造地质学 地质力学
- 第 15 卷: 火成岩岩石学
- 第 16 卷: 矿物学
- 第 17 卷: 前寒武纪地质学和变质岩石学
- 第 18 卷: 化石燃料地质——石油、天然气和煤
- 第 19 卷: 地球化学
- 第 20 卷: 地球物理
- 第 21 卷: 第四纪地质
- 第 22 卷: 水文地质
- 第 23 卷: 工程地质
- 第 24 卷: 环境地质
- 第 25 卷: 数学地质和地质信息
- 第 26 卷: 比较行星学 地质教育 地质学史

前 言

第 30 届国际地质大会已于 1996 年 8 月 4~14 日在中国北京的中国国际贸易中心举行。第 8 学术组——前寒武纪地质学和变质岩石学学术组共收到 356 篇论文摘要,从中组织了 132 篇在下列 10 个分组会上进行了报告。

8-1 分组,世界最古老岩石及太古宙划分(主持人:Umberto G. Cordani 和郭敦一);

8-2 分组,早前寒武纪大陆地壳性质、形成演化及成矿(主持人:沈保丰和王守伦);

8-3 分组,花岗-绿岩带及高级变质岩区(主持人:江博明和卢良兆);

8-4 分组,元古宙活动带的构造、地球化学及成矿作用(主持人:沈保丰和王守伦);

8-5 分组,元古宙大陆及大陆边缘的沉积环境与生物演化(主持人:陆松年和 Grant M. Young);

8-6 分组,前寒武纪重大地质事件及构造阶段分期(包括 IGCP-368)(主持人:Henry C. Halls, 钱祥麟和 Masaru Yoshida);

8-7 分组,亚洲大陆前寒武纪地质及其对比(IGCP)(主持人:白瑾和 K. Naha);

8-8 分组,变质作用类型及构造环境(主持人:M. Brown 和游振东);

8-9 分组,高压、超高压变质作用与动力变质岩石(主持人:从柏林和刘忠光);

8-10 分组,混合岩化作用及其形成机理(主持人:S. S. Augustithis 和游振东)。

本卷收入的 25 篇论文是由每个学术分组主持人推荐的,并按命题的性质分为三部分。我们感谢论文作者的合作,也感谢译审稿件的学者及时、细致的工作。他们的巨大帮助才使本卷在 1997 年得以完成编辑和出版工作。

以上是 1997 年荷兰科学出版社(VSP)出版的本论文集英文版中我们撰写的前言。第 30 届国际地质大会学术委员会论文集编委会要求出版中文版,以便使中国广大学者深入了解第 30 届国际地质大会的学术成果,并得到有益的参考。这是件很有意义的事情。为完成中译文稿,凡论文作者是中国学者或有中国学者参与撰稿的论文,全由中国学者承担中译,而外国学者的论文则请专人翻译。至于外国学者论文中所附的部分照片,因无原件而删略,请谅解。

钱祥麟 游振东

目 录

第一篇 前寒武纪主要事件与构造	(1)
地史中的太古宙与元古宙的分界	T. F. Negrutsa, V. Z. Negrutsa(1)
欧亚板块西北边缘斯瓦尔巴群岛前寒武纪与加里东事件——北大西洋与 北冰洋区域地质背景评述 ...	Y. Ohta, A. A. Krasilscikov, A. M. Tebenkov(10)
华北克拉通与波罗的海台盾前寒武纪构造演化对比	钱祥麟(25)
中国东北部一次晚泛非期麻粒岩相事件的识别——黑龙江省柳毛麻山群 锆石 U-Pb 年龄测定	S. Wild, H. Dorsett-Bain, 刘静兰(38)
华北克拉通五台杂岩中花岗质岩的时代、演化及其与长英质火山岩的关系	S. Wilde, P. Cawood, 王凯怡(50)
中国早前寒武纪陆壳的形成、破裂和焊接——动力学和周期性	白瑾, 王惠初, 颜耀阳(59)
南美圭亚那 Omai 地区古元古代火山岩和侵入岩的地球化学演化对构造 历史和源区的意义	 G. Voicu, M. Bardoux, L. Harnois, R. Stevenson, R. Crépeau(70)
怀玉山地区新元古代火山岩的地质、地球化学和地质年代学特征及其形 成的构造环境和成因.....	赵凤清, 金文山, 甘晓春, 孙大中(81)
第二篇 变质作用类型与变质岩石	(92)
从超高压变质岩看大陆岩石圈的演化	王清晨, 从柏林, 程裕淇(92)
中国东部大别-苏鲁地区无流体的超高压变质作用	刘忠光, 张儒媛, W. G. Ernst(102)
榴辉岩的麻粒岩相叠加变质——从扩散模式推测的短期事件	P. J. O'Brien(114)
论中国河北平山西北部新太古代阜平群一些变质岩类的深熔作用	程裕淇, 高吉凤, 万渝生(126)
混合岩与熔体迁移	M. Brown(137)
湖北大别杂岩具热中心混合岩成因的动力学模式	王江海, 常向阳, 邓尚贤, 孙敏(150)
变质带演化的一种新观点	M. Brown, P. J. O'Brien(161)
五台山原金刚库组中含蓝晶石片岩的高压变质作用	王凯怡, P. Cawood, 郝杰, S. A. Wilde(176)
澳大利亚新南威尔士南新英格兰褶皱带古生代前弧盆地系列的变质作用	R. Offler, J. Roberts, P. Lennox, J. Gibson(183)
华中桐柏-大别构造带后造山隆升的变质岩石学证迹 ...	游振东, 陈能松, 张泽明(193)
第三篇 前寒武纪岩类与矿床	(206)
斜长岩的起源——与中澳大利亚古元古代大陆边缘俯冲作用的关系	

.....	W. J. Sivell, M. T. McCulloch (206)
中国绿岩带金矿床的成矿特征.....	沈保丰, 毛德宝, 李俊建 (220)
华北地台绿岩带地质特征类型和演化.....	沈保丰, 李俊建, 毛德宝 (229)
天津蓟县中元古代铁岭组热液成因铁质碧玉岩的地质和地球化学特征	
.....	李怀坤, 陆松年 (239)
构造置换对前寒武纪铁矿床的控制.....	屈奋雄, 张宝华, 刘如琦 (251)
辽北清原地区太古宙地质演化及其对成矿的控制作用	
.....	毛德宝, 沈保丰, 李俊建, 李双保 (258)
板溪群的特征及对“板溪混杂岩”的讨论	汤加富, 赵凤清 (268)

第一篇 前寒武纪主要事件与构造

地史中的太古宙与元古宙的分界

T. F. Negrutsa V. Z. Negrutsa

(Geological Institute of Kola Science Centre RAS,
14 Fersman Str., Apatity 184200, Russia)

摘 要 对波罗的海台盾太古宙与元古宙分界的研究,以及对世界前寒武地区已有资料的系统分析,使我们有可能确定太古宙与元古宙的自然-历史分界。这是全球地壳克拉通化和太古宙沉积盆地被后太古宙准平原化区域破坏、断裂和海侵取代的时期。这些事件在不同时间、以不同的方式发生在太古宙期后的陆块、古生代陆地边缘以及从太古宙到古生代连续沉积盆地的轴部的区域内。因此,太古宙和元古宙的时间分界在其不连续面上没有发现,而在连续剖面上持续时间长达 500Ma 或更长。后者保存了从太古宙逐渐过渡到元古宙的记录。例如在波罗的海台盾,这种连续剖面见于科拉半岛 Lebyzhinskaya 组(2700~2800Ma)的变火山岩与 Chervurt 建造(>2450Ma)的高成熟度变质沉积岩之间。

关键词 太古宙 元古宙 分界 标准 不连续面 事件 地质年代学 年代学 参考剖面

1 引言

从许多方面来看,太古宙与元古宙地质分界是地球历史中最关键的界限。首先,那时发生的事件具有很大的意义,全球内生事件导致地壳生长,前元古宙地球表面的起源和陆-海地球动力学框架的形成均与此分界有关。在从太古宙向元古宙转换期间,岩石圈外部完整的外生-内生-外生循环被另一种循环取代,或者用另一句话讲,发生了外生和内生地壳的形成和转换作用。而且,太古宙与元古宙地层边界还因为其中存在各种大规模矿床而闻名,这些矿床的形成是外生作用、地幔和地壳 3 种分异作用和成矿作用独特结合的结果^[13]。

太古宙与元古宙的分界,在上个世纪是依据划分地球历史阶段的一些基本原则确定的。无生物遗迹的结晶片麻岩与含生物遗迹的沉积岩之间的大规模不整合界限由 Logan 等在加拿大台盾和波罗的海台盾的 Puzyrevsky 建立。后来,通过构造-成分特征,特此分界确定为地壳运动旋回、剥蚀阶段和地层间断的“重要”不整合面标志^[31,32,34,17,23,27,6,22]。

对波罗的海台盾中代表从太古宙到元古宙过渡岩石的长期历史-地质研究,以及对其它前寒武纪台盾中有关太古宙与元古宙分界资料^[4,21,22,27,28,31,33,36]的对比分析表明,在太古宙与元古宙过渡期间存在与重要不连续对应的各种沉积-火山序列。这些序列是与不连续事件

对应的物质标志。不同台盾、不同构造环境下所形成的不连续界限的时间和地层建造有所差异,因此,地层物质是讨论的话题。一方面,它们一般与太古宙绿岩带有关^[4],另一方面,它们与最初的“元古宙”岩石圈形成(即沉积物高度成熟)有关^[12,16,6,27,31]。这种“转换”序列^[22]含有确定该地区、地区间和全球范围内参考地层界限的重要信息,反映出太古宙与元古宙两个主要阶段界限的历史-地质本质。目前认可的 2.5Ga 年龄的地质年代界限不是由标准类型剖面及其辅助资料确定的^[5,7,19]。

2 太古宙与元古宙分界的识别标准

太古宙与元古宙分界的识别标准,与前寒武纪和显生宙其它地层单元一样,取决于地球历史分期的原则和方法。目前,存在两种根本不同的方法:历史-地质方法和地质年代学方法。

2.1 历史-地质方法

基于对显生宙地层的详细研究,笔者认为,此方法在于识别全球生物转化和转化期间非生物事件地质年代学上唯一对应的证据。

第一重要准则是结晶基底与变形、变质沉积盖层之间的主要构造-变质不连续。在波罗的海台盾(图 1)和加拿大台盾(图 2)上容易追踪到不连续和转换层的物质,它们是前者的 Sumian 和 Sariolian 组及后者的 Elliot 湖组。这两个台盾在此期间均以强烈的火山活动和岩浆侵入作用发育为特征。如图所示,主要不连续面的年龄在不同地区有所差异。以同样的可信度,不同地区的界限对应于自 2Ga 到 2.7~2.8Ga 范围内的不同时间间隔。这种误差反映出岩石圈演化过程的时空不均一性,它是地球动力学环境转变的结果^[15]。例如,在波罗的海台盾(图 3)大陆环境(卡累利阿克拉通)中,主要不连续很明显而且地质间断最长,那里的时间和不连续间断还不很确定,向大陆边缘方向(克拉通的北东向)它们逐渐转变到具有稳定沉积的盆地环境中,其间断可以忽略。图 4 表示出从太古宙片麻岩逐渐转变成高铝片岩的情形,那里岩浆作用和沉积作用的退化区被海侵序列所替代。不连续面的时间位置和太古宙与元古宙分界如图 5 所示,这也提供了下面要讨论的鉴定标准。

第二准则:在许多研究者看来,全球型的花岗岩发育事件发生在 2.8~2.5Ga 期间(高峰期 2.6Ga)^[4,22,31],这也是地球历史中无水阶段转变成含水阶段的灾难性变化时期,此事件标志着向元古宙的转变^[9]。然而,花岗质岩浆作用反映了由非同时绿岩带闭合引起的、与碰撞相关的地球动力学事件,因此不能作为鉴别年代-地层界限的标准。

第三准则:新太古代地壳的裂谷和破裂地区强烈发育的玄武质火山作用的初始时间也是重要的标准^[24]。层状侵入体一般与此期间的火山作用相关,在波罗的海台盾上发生在 2.35~2.5Ga 期间,在南非大岩墙为 2.41~2.5Ga^[3,4,22],这是裂谷发育和地幔物质进入地区外圈的高峰期,它记录了元古宙的开端。在加拿大台盾,2.5Ga 这一临时分界标志了强烈火山活动(Kenora 造山运动)的间断,并被认为是太古宙与元古宙的分界^[30]。

由于火山作用和侵入作用与岩石圈板块的地球动力学条件有关,因此,它们对确定时代-地层界限同样是无效的。

据许多研究者的观点^[6,11,12,16,22,27,31],太古宙与元古宙分界的第四准则是元古宙具明显的沉积岩,这些岩石标志着前元古宙沉积盆地的火山-沉积格局转变成高成熟度的陆源沉积

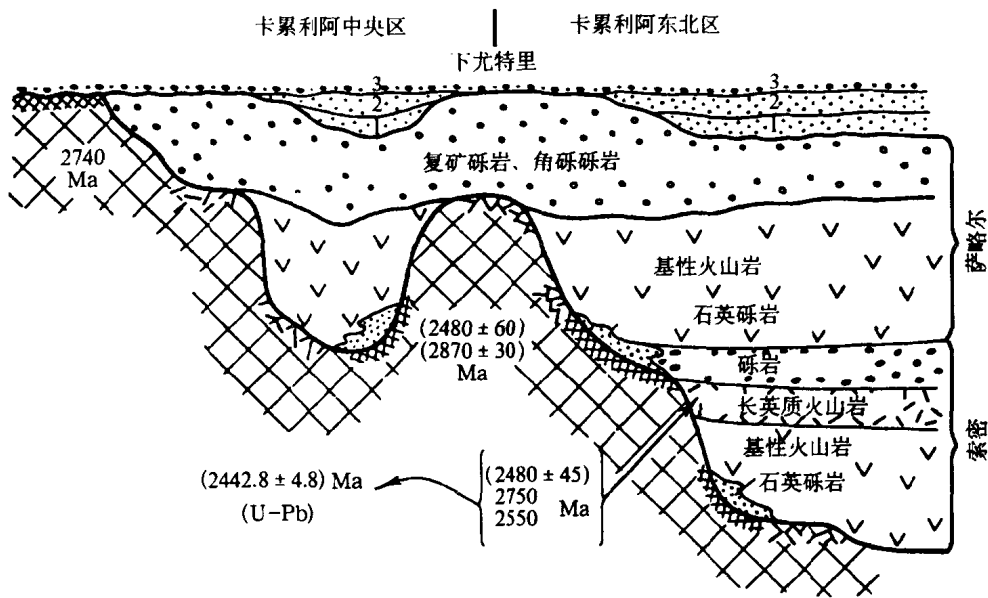


图1 波罗的海台盾后太古宙不整合面及太古宙-元古宙界线的可能解释^[16]

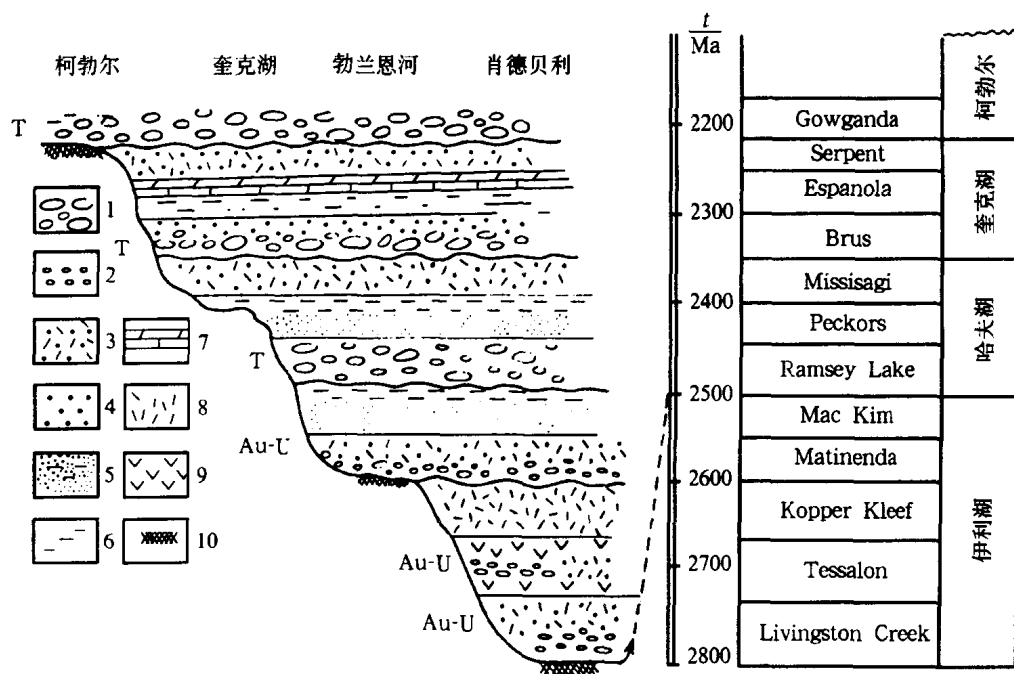


图2 加拿大台盾区太古宙与元古宙之间的地层不整合位置^[21,22,32,37]

1—复矿砾岩(T—冰碛岩); 2—石英岩质、长石砂质及少量复矿砂质含金-铀砾岩; 3—长石砂岩、长石石英砂岩、砾石岩; 4—硬砂岩; 5—细粒砂岩、粉砂岩; 6—泥岩; 7—碳酸盐岩; 8—长英质火山岩; 9—基性火山岩; 10—化学风化壳

格局。这种格局受强烈的化学风化和陆源壳物质发育条件的控制,它们与前太古宙地形明显的准平原化和地壳开始被破坏相关。此转变在不同地区发生在 2.85~2.35Ga 期间。不同台

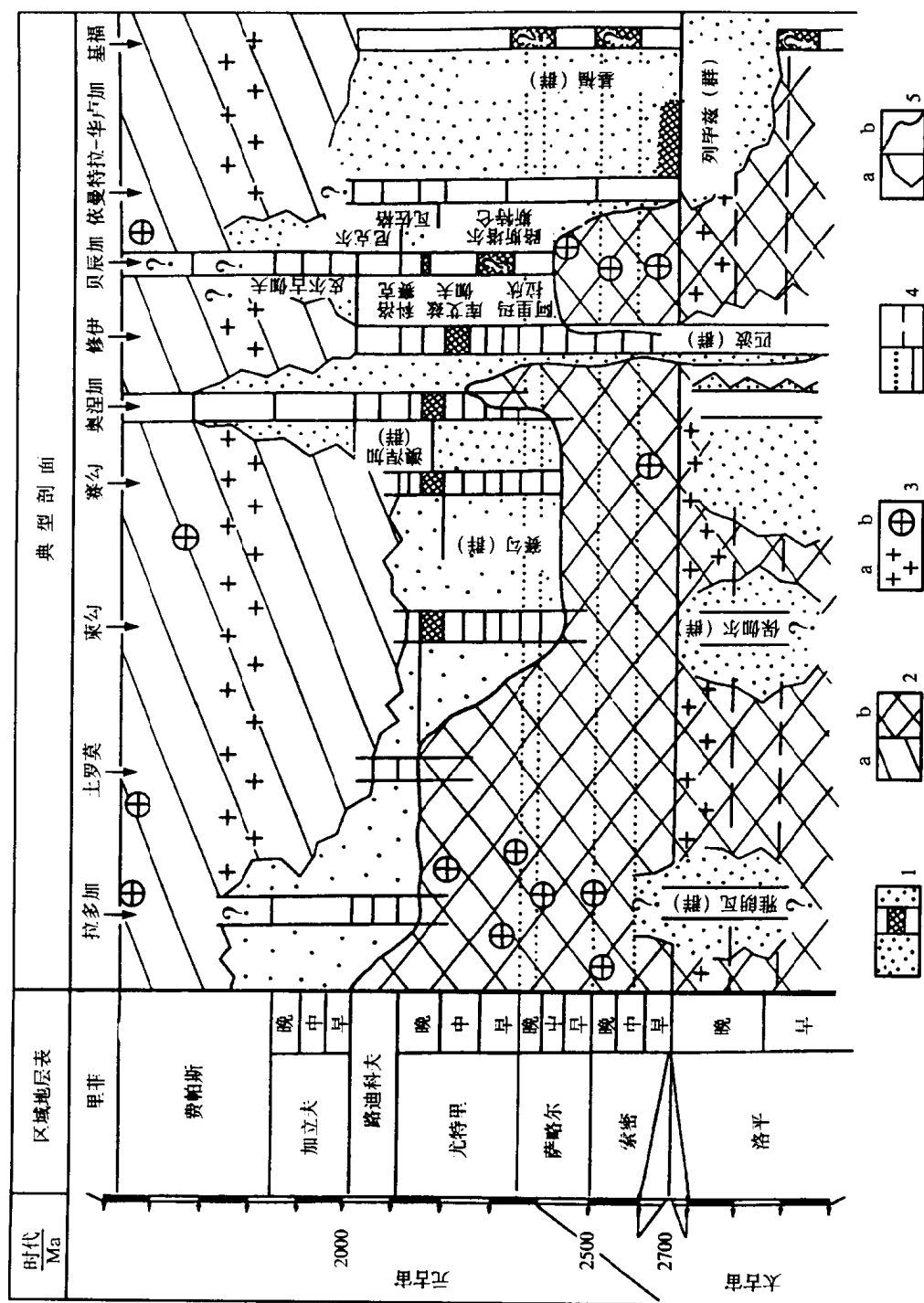


图 3 波罗的海台盾东部太古宙与元古宙分界位置和前寒武纪地层划分的时序关系

1—沉积火山岩区,剖面中的地层和不整合的界线;2—卡累利阿期(b)沉积岩的剥蚀区;3—花岗岩;(a)贯穿全区的露头;(b)局部地区的露头;

4—太古宙-元古宙界线时限的不同解释; 5—太古宙绿岩带残余(a)和元古宙火山沉积岩盖层(b)之间的分界

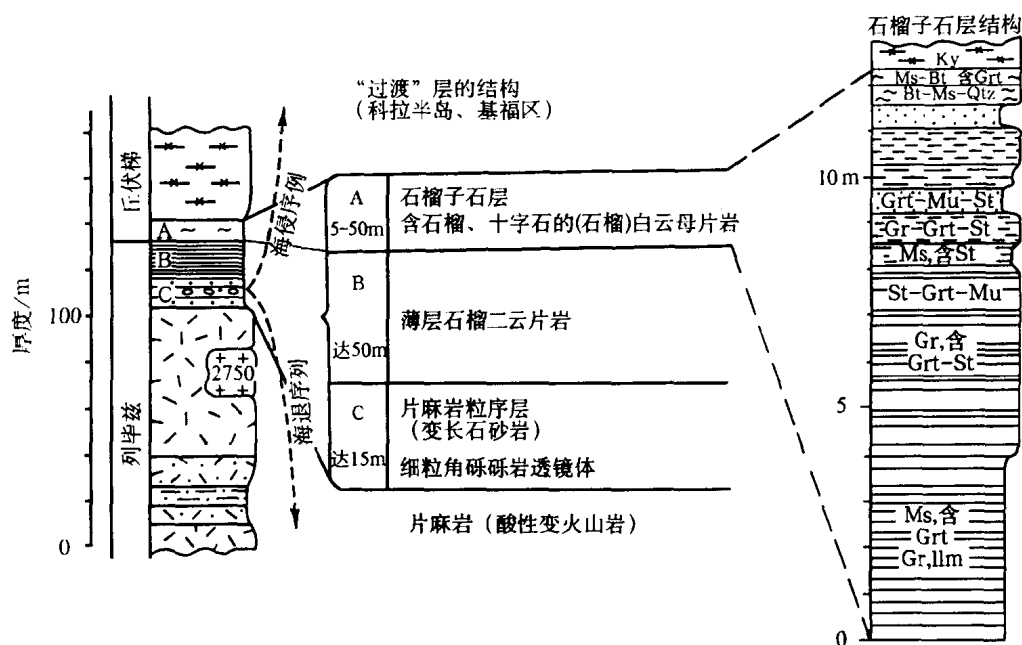


图4 波罗的海台盾基福构造中的太古宙片麻岩与蓝晶石片岩层序关系

盾中沉积物质强烈化学分异产物发育的时间间隔对应于“主要”的早前寒武纪不连续面。在南非 Pangola 超群和印度,这种沉积物出现在 3.1Ga 之前^[3,31,18,29],而它们在波罗的海台盾、南非及其它台盾上的广泛分布则发生在 2.7Ga 之前。

考虑到高成熟度沉积物与钾质花岗岩岩浆活动之间的直接关系,可以考虑把石英陆源沉积物作为决定全球地壳微气候的地球动力学事件的外生标志,这发生在 2.85~2.6Ga 期间,或者在其它地区稍早(图 5)。

第五准则:为考察太古宙与元古宙的分界,Taylor 和 McLennan 研究了太古宙与元古宙岩石中 REE 和主元素的分配特征^[31]。他们的资料以及其它来源的数据^[29]表明,从太古宙到元古宙,转变期间的地球化学谱图反映出同样的侧向非同步事件(500Ma 间隔的范围内):从太古宙向元古宙转变期间的地壳饱和富钾花岗岩,导致地壳组成的突变、克拉通化以及其后的破坏。太古宙和元古宙砾岩组成的变化说明同样的问题。

第六准则:这是对显生宙据生物遗迹变化特征分类的最重要的标准,此标准到目前为止在前寒武纪还未起重要作用。如图 5 所示,对太古宙和元古宙的剖面生物特征均典型,对应生物省的年龄还未确定^[25,26],早前寒武纪生物的高峰期可能对应于 2.7Ga,此期间全球退化作用向连续的新太古代—古元古代沉积作用转变。然而,全球生物事件的直接证据仅在前寒武纪的 2.2~2.1Ga 期间获得。目前,在俄罗斯古生物研究所由 A. Yu. Rozanov 及其同事开展的生物化学研究和细菌古生物学的进展将对早前寒武纪时期分段的生物标准评价作出贡献。

第七准则是古气候:此准则建立很早,但未广泛应用。尤其是 Eskola 确定元古宙自 Sarmatian 冰碛建造开始^[34],此建造被在热潮湿气候条件下沉积的石英砾岩覆盖,它标志着从岩石生成的低氧化态向高氧化态转换^[11,12,14]。此界限的年龄估计为 2.35Ga。

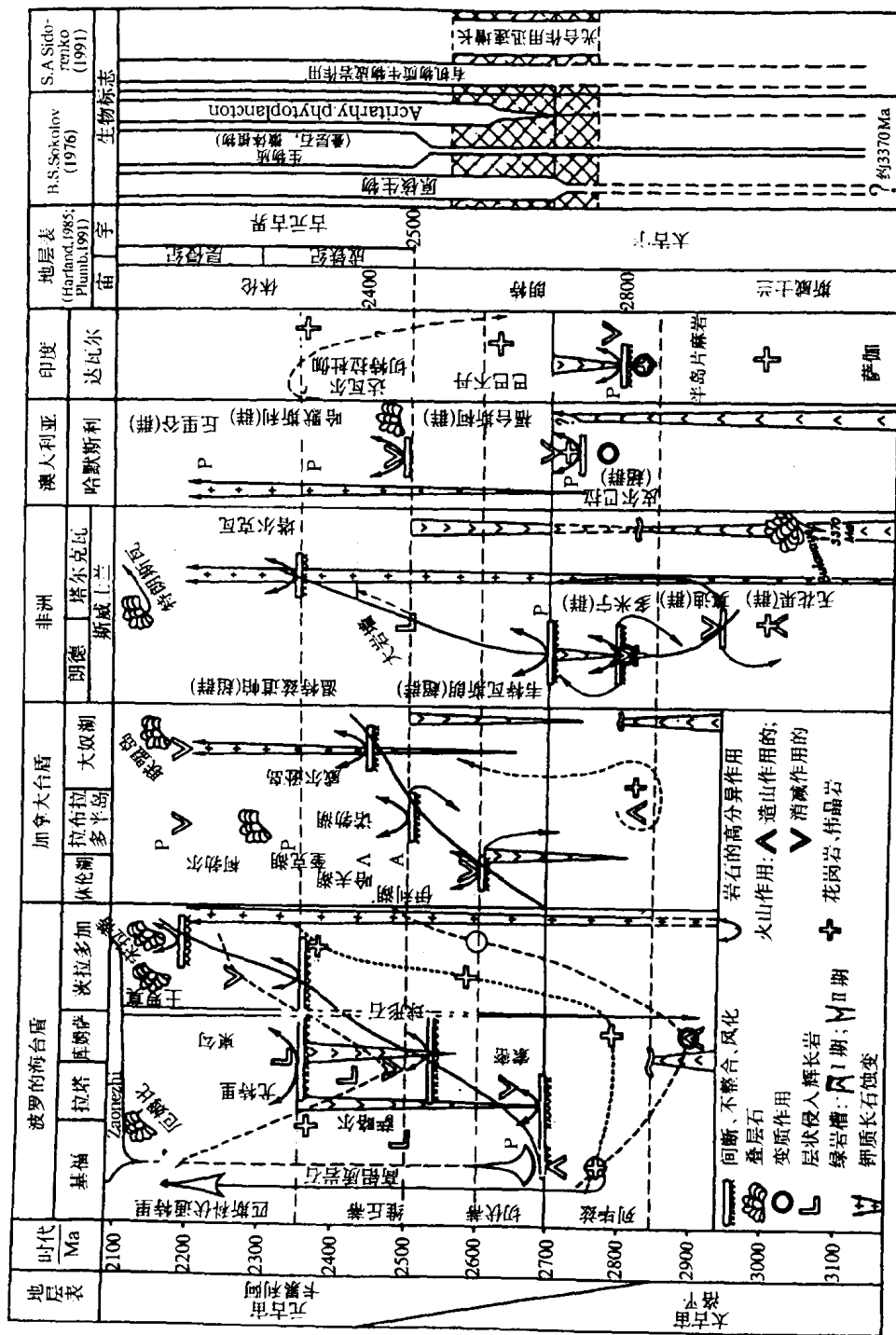


图5 太古宙-元古宙分界主要证据的时序位置及不同作者解释的分界时代

资料来源:波罗的海台盾,据参考文献[10~12,16,20,22及其它];加拿大台盾,据参考文献[1,8,21,22,30,32,35,37];非洲,据参考文献[31,33,22,4];印度,据参考文献[18,22,27~29];太古宙岩石的REE模型(A)和元古宙岩石的REE模型(P)据参考文献[32,29]

与这些相伴随,波罗的海台盾中揭露出的 Jatulian 岩石(石英砾岩和石英岩)在 Sario-lian 冰碛建造之前沉积,即从大约 2.7Ga 开始沉积^[12,14,16]。

2.2 地质年代学方法

早前寒武纪地层边界的同位素地球化学年龄由地层中的岩浆和变质标志确定。由于层理不明显,不同的地质构造和用不同的方法获得的同位素年龄是不同的。边界年龄或者为参考年龄,或者是一组数据的统计最大值,或者是一种选择年龄^[5,8,19,22]。

最后,所有这些方法在很大程度上在历史-地质角度均存在误差。区域地层参考界限和区域间地层标志(和可替代它们的事件)的年代学可交换证据或多或少提供了不明确的结果。

3 讨论和结论

记录从太古宙向元古宙转变的事件与岩石圈演化得越来越复杂的模式相吻合。所有大陆上这些事件结构-成分标志变化方向的全球性和普遍趋势反映在如下证据中:它们覆盖的时间间隔很长;一个地区地球动力学环境的可变性及其岩石圈不同部位造成的剥蚀水平;地球内部和外层演化原因的统一性和相关性。

地球从太古宙格局到元古宙格局的转换是一个演化过程中的重大转换持续时间约 500Ma。特定剖面中此边界的突变性标志是时间中断:该区作为陆地和准平原带演化的时间越长,间断就越长。地层间断对应于包含许多难以鉴别的,非物质化的事件。这些困难,如同地层的年代学一样,导致了界限的多解性。

如上所述,任何标准均不能单独用来唯一地确定太古宙与元古宙地层年代边界,只有相互检验和分析所有准则及其历史-地质关系时,才能提供一致的确定此分界的标准。

在现代一般地质年代范围内,习惯上假定太古宙与元古宙分界为 2.5Ga。在显生宙地层中,所有地层的界限通过参考剖面的自然-历史(年代地层学)方法确定,然后测定其年龄。在前寒武纪,情况则相反,首先确定内生事件的年龄,然后依据获得的年龄确定地层界限。周期性完整的原则因此被破坏。

确定显生宙地层分界的经验表明,太古宙与元古宙分界应该在由太古宙逐渐向元古宙转变的完整剖面中寻找^[16],而不是在不完整的间断中寻找。此转换的例证在科拉半岛 Keivy 脊地区存在。类似的关系可能在一些绿岩带的轴部保存,那里在自太古宙向元古宙转换期间无灾难事件发生且沉积作用持续不断。例如在澳大利亚 Hamersley 盆地,在 Mount Bruce 超群和其下伏的太古宙表壳岩 Pilbara 超群之间不存在重要间断^[31,33]。类似的关系也可能存在于加拿大的 Keewatin 和 Timiskaming 之间,其间的间断可以忽略。而且,Huronian 超群的最下部 Elliot Lake 还在争论中,此群或者属于 Timiskaming,或者被确定为 Keewatin-Timiskaming 与 Huronian 之间的过渡建造^[21,22]。这种情况在其它台盾区可能也有相同情况。

太古宙与元古宙分界的自然-历史标志是全球不断进化的大陆与向沉降和海侵退缩方向转化的在时间上有变化的证据。在努力鉴定此分界的同时,可以用成熟的陆源沉积物及其类似物作为指示。

因此,据现有资料,2.7Ga 作为此分界是最合理的建议,认为此界限记录了从太古宙向

元古宙转变时期沉积盆地发育的时刻。

在结论中要强调指出,所有曾被使用和使用的作为太古宙与元古宙分界标志的时间均代表地质-历史事件。对每一事件地质年代学年龄的估计是由其可信度和对已有同位素地球化学数据本质的理解程度所控制的。由于这方面的知识在不断增长,俄国关于分界的时限必然会变化。因此,最重要的是选择并全面研究局部、区域和全球的太古宙与元古宙分界标准,这是将来完善前寒武纪地层学的主要任务。

(朱永峰译,钱祥麟校)

参 考 文 献

- [1] M E Bikford. The formation of continental crust. Pt. 1: A review of some principles; Pt. 2: An application to the Proterozoic evolution of North America. *Geol. Soc. Amer. Bull.*, 1988, 100, 9.
- [2] Chen Yanjing, Ouyang Ziyuan, Yang Qiujiunm Deng Jian, Dizhi Junping. New idea of the boundary between Archean and Proterozoic. *Geol. Rev.*, 1994, 40, 6, 483~388.
- [3] E. S. Cheney and H. de la R. Winter. The Late Archean to Mezoproterozoic major unconformity-bounded units of the Kaapvaal Province of South Africa. *Precamb. Res.*, 1995, 74, 203~223.
- [4] K. C. Condie. Archean greenstone belts. Elsevier, Moscow (in Russian), 1983.
- [5] W. B. Harland, R. L. Armstrong, A. V. Cox, L. E. Craig, A. G. Smith, and D. G. Smith. A geological time scale. Cambridge University Press, Cambridge, 1989.
- [6] S. H. Haughton. Geological History of Southern Africa. *Geol. Soc. S. Africa*, Cape Town, 1969.
- [7] H. J. Hofman. New Precambrian time scale; Comments. *Episodes*, 1992, 15, 2, 122~123.
- [8] P. F. Hoffman. Aphebian supracrustal rocks of the Ahapuscow aulacogen, East arm of Great Slave Lake, district of Mackenzie. *Geol. Surv. Canada*, 1973, 73, Pt. A, 175~205.
- [9] A. N. Kazakov. Early history of the Earth and water sedimentation. *Lithology and Miner. Res.*, 1990, 1 13~19 (in Russian).
- [10] K. O. Krats, V. Z. Negrutsa, V. A. Sokolov et al. New in the study of Precambrian stratigraphy in the Soviet part of the Baltic Shield. *Sov. geologiya*, 1984, 7, 105~118.
- [11] V. Z. Negrutsa. Early Proterozoic stages of evolution in the eastern part of the Baltic Shield. Leningrad, Nedra (in Russian), 1984.
- [12] V. Z. Negrutsa. Precambrian formation of quartz conglomerates in the Baltic Shield. Apatity, Kola Science Centre Ac. Sci. USSR (in Russian), 1990.
- [13] V. Z. Negrutsa. Metallogenic model of the Kola geo-ecologic system. Apatity, Kola Sci. Centre RAS (in Russian), 1992.
- [14] T. F. Negrutsa. Paleogeography and lithogenesis of the Early Proterozoic in the junction area of Karelides and Belomorides. Leningrad Univ. (in Russian), 1979.
- [15] T. F. Negrutsa. Evolution of the lithosphere on the Archean-Proterozoic boundary. *Proc. 27 IGC, Moscow*, 1984, Leningrad Univ. Press 7(2), 11~18 (in Russian), 1986.
- [16] T. F. Negrutsa. The Archean-Proterozoic boundary on the Baltic shield. Kola Sci. Centre, Apatity (in Russian), 1988.
- [17] Negrutsa T. F. and V. Z. Negrutsa. A. A. Inostrantsev's unconformity of Padan-a type section of the Archean-Proterozoic boundary. *Proc. St. Petersburg University*, 1995, 7, 3(21), 42~47 (in Russian).
- [18] C. S. Richamuthu and R. Srinivasan. A billion year history of the Dharwar craton (3200 to 2100 m. y. ago). In: *Precambrian of South India*. S. M. Nagvi and I. I. W. Rogers (Eds). *Geol. Soc. India*, 1983, 4, 121~142.
- [19] K. A. Plumb. New Precambrian scale, *Episodes*, 1991, 14, 2, 139~140.

- [20] D. V. Rundkvist (Ed). Precambrian geology of the USSR. Elsevier, Amsterdam. London, New York, Tokyo, 1993.
- [21] S. M. Roscoe. Huronian rocks and uraniferous conglomerates in Canadian Shield, Geol. Surv. Canada Pap., 1969, 68(40), 205.
- [22] L. I. Salop. Geological evolution of the Earth in the Precambrian. Leningrad, Nedra (in Russian), 1982.
- [23] M. A. Semikhatov. A new stratigraphic scale of the Precambrian of USSR, analysis and lessons. Izv. AN SSSR, ser. geol., 1979, 11, 5~22.
- [24] M. A. Semikhatov. Modern scales of general subdivision of the Precambrian; a comparison. Stratigraphic and geological correlation. (in Russian)., 1993, 1(1), 6~20.
- [25] S. A. Sidorenko. Organic material and bio-lithogenic processes in the Precambrian. Moscow (in Russian), 1991.
- [26] B. S. Sokolov. Organic world of the Earth on the way to Phanerozoic differentiation. Izv. AN SSSR, 1976, 1, 126~143.
- [27] R. Srinivasan and S. Sreeniva. Dharwar stratigraphy. J. Geol. Soc. of India, 1972, 13, 1, 75~85.
- [28] R. Srinivasan. Present status of the Sargur Group of the Archean Dharwar craton. South India. J. Geol. Soc. of India, 1988. 60, 1, 57~72.
- [29] R. Srinivasan, Rao D. V. Subba, G. V. C. Pantulu et al. Negative europium anomalies and reset Rb-Sr ages of Archean detrital metasedimentary rocks of the low-grade supracrustal belts of the Dharwar craton, South India. Geology Dept. (Key Centre), Univ. Extension, The University of Western Australia, 1992, 22, 295~304.
- [30] C. H. Stockwell. Proposals for time classification and correlation of Precambrian rocks and events in Canada and adjacent areas of the Canadian shield. Part 1, a time classification of Precambrian rocks and events, Geol. Surv. Canada, 1982, 80, 19.
- [31] S. R. Taylor and S. M. McLennan. The Archean-Proterozoic boundary. In: The continental crust; its composition and evolution. Blackwell Scientific Publ. Geoscience texts, 1985.
- [32] The Proterozoic in Canada. Roy. Soc. Canada Spec. Publ., 1957, 2.
- [33] A. F. Trendall. Geology of the Hamersley Basin. Guide to excursion 43A. 25th IGC, Canberra, 1975.
- [34] K. Rankama (Ed.). The Precambrian in Skandinavia. Moscow, Mir (in Russian), 1967.
- [35] R. J. Wardle and D. J. Bailey. Early Proterozoic sequences in Labrador. Geol. Surv. Can., 1981, 81, 10.
- [36] J. C. G. Walker, C. Klein, M. Schidlowski, et al. Environmental evolution of the Archean-Early Proterozoic Earth. In: Earth's earliest biosphere; its origin and evolution. J. W. Shopf (Ed). Princeton, N. Y., Princeton University Press, 1983, 260~290.
- [37] G. M. Jong. Sedimentary structures in Huronian rocks of Ontario, Paleogeogr., Paleoclimat., Paleoecon., 1968, 4, 2.

欧亚板块西北边缘斯瓦尔巴群岛 前寒武纪与加里东事件

——北大西洋与北冰洋区域地质背景评述

Y. Ohta

(Norsk polarinstitutt, P. O. Box 5072-Majorstua, N-0301 Oslo, Norway)

A. A. Krasilscikov A. M. Tebenkov

(Polar Marine Geological Expedition, ul. Pobedy 24, 189 510 Lomonosov, Russia)

摘 要 近年来获得的同位素年龄为我们重新讨论前泥盆纪时期斯瓦尔巴(Svalbard)群岛的地质历史提供了新证据。该群岛现位于欧亚板块的西北边缘,在第三纪却位于格陵兰岛的北部。尽管中生代以来的资料匮乏,但目前已经初步恢复了古元古代事件、中元古代沉积作用、格陵威尔事件、新元古代沉积作用和两期加里东事件。斯瓦尔巴群岛西部和北部的前泥盆系基底在本文中按其构造特征划分为7个亚区。因为古元古代亚区未显示格陵威尔构造-热事件的迹象,所以它被认为是在格陵威尔运动之后才拼贴到现在位置上的。中元古代岩石经历了强烈褶皱作用和相对低级的变质作用,并为新元古代沉积层覆盖,其间的角度不整合反映了格陵威尔事件。新元古代沉积层覆盖了整个斯瓦尔巴群岛。加里东事件包括中奥陶世的早期阶段和中晚志留世的晚期阶段。

在斯瓦尔巴群岛,加里东运动叠加于格陵威尔造山带之上。已有的研究表明,这一地质特征分布于北大西洋的东部和西部,从墨西哥湾至北格陵兰约6000km的所有加里东构造带内;此次研究发现,这一构造现象沿着劳亚板块和欧亚板块的边界,经由斯瓦尔巴到埃尔斯米尔(Ellesmere)岛又延伸了1000km。这一特征是造山运动旋回历史所独有的证据,并且为造山运动提供了持续时间,也就是引起造山运动热对流的时间范围。

关键词 前寒武纪地质 加里东期事件 瓦尔巴群岛 欧亚板块边缘

1 前言

斯瓦尔巴群岛位于欧亚板块的西北角。在第三纪至大西洋张开期间^[20],斯瓦尔巴群岛可能位于格陵兰岛的东北部,北与北冰洋的罗蒙诺索夫(Lomonosov)洋脊相邻,西与埃尔斯米尔岛相邻。

从19世纪中叶开始^[1],沿着西斯匹兹卑尔根岛屿(Spitsbergen)的西部和北部海岸陆续识别出一些老于泥盆系老红砂岩的结晶基底,并且直至本世纪20年代,还一直认为该基底