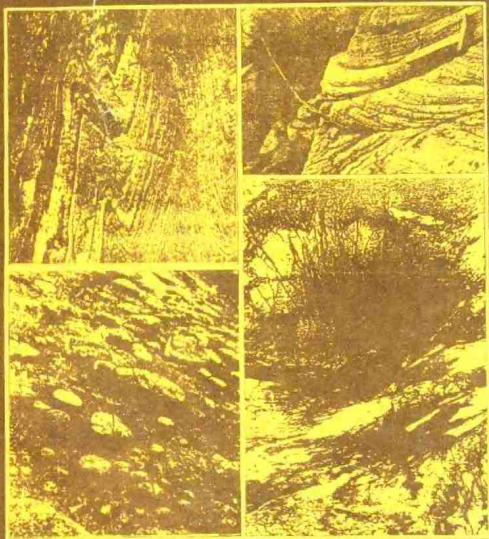


中国 CHINA 前寒武纪 地壳演化

白瑾 黄学光 戴凤岩 吴昌华 著



地质出版社

· 078970



中国前寒武纪地壳演化

5928/11
白瑾 黄学光 戴凤严 吴昌华 著



200392011



地质出版社

(京)新登字 085 号



中国前寒武纪地壳演化

白 瑾 黄学光 戴凤严 吴昌华 著

*

责任编辑：王西川 毕立君

地质出版社 出版发行

(北京和平里)

北京地质印刷厂印刷

(北京海淀区学院路 29 号)

新华书店总店科技发行所经销

*

开本：787×1092 1/16 印张：14.5 字数：350 千
1993 年 12 月北京第一版·1993 年 12 月北京第一次印刷
印数：1—600 册 国内定价：11.80 元
ISBN 7-116-01396-2/P·1145

前言

中国的前寒武纪岩石分布广泛,发育齐全,蕴藏着丰富的矿产,记录了地球早期30多亿年的地质历史及其复杂的演变过程。对我国前寒武纪地质的调查研究已逾百年,特别在中华人民共和国建立以来,进行了广泛的区域地质调查和多学科的研究工作,积累了大量经典地区的和区域性的研究成果。近20年来,随着国际学术交流的不断扩大和新理论新技术的引进,我国前寒武纪地质研究的领域不断扩大,并得到了蓬勃的发展。然而,从前寒武纪地壳演化的角度看,尚缺乏全国性的较系统的总结。

本书是应用现代地质学原理,特别是适当应用了板块构造理论,在总结我国大量前寒武纪地质研究成果和作者自身实践的基础上写成的;它是从全国的角度全面论述我国前寒武纪地壳演化的第一本专著,总结出了一些中国大陆在前寒武纪时期地壳演化的规律性认识。但是由于以往对有些地区的某些重大问题,限于地质情况的复杂性和方法学方面的问题,加之所参考的许多资料出于不同观点、不同学科的学者之手,根据已有的资料尚未能作出较确切的论证。然而,通过专著的总结,使我们比较明确地认识到中国前寒武纪地壳演化的关键问题所在。这就为我们在这基础上进一步对这一课题进行研究指出了方向。

实践证明,正确的思维方法,应能准确理解事物发展所遵循的、既是循环不已的、又是不可重复的、从量变到质变的发展过程。对这种过程表现在地壳演化中的认识,就是地质发展的阶段论。地质发展的各个阶段既有个性,又有共性。既不能完全以某一阶段的个性去鉴别另一阶段的个性,更不能以不同阶段的个性去否定各阶段的共性。如果均变论容纳了这种阶段论的话,那些看起来像灾变的事件,假若在地质发展过程中成为周期性出现的现象,那么这种灾变也就包含在均变过程之中了。由此可见,结合地质发展阶段的特点和实际地质情况,有分析地、历史地应用均变论原则,即地质发展阶段论原则,似应成为认识地壳演化历史的基本准则(白瑾,戴凤岩,1990)。

一般认为,地球在它的历史早期,具有地壳薄、塑性大、地热梯度陡等特点。由于时代久远,经历了多期变形变质和剥蚀等地质事件的改造,使早寒武纪的地体在岩石学、地球化学和构造等方面表现出极度的复杂性。因此,在地壳演化的研究中自然会呈现出仁者见仁、智者见智的局面。我们主张,对这一时期活动带构造环境的鉴定,必须在重视野外地质观察研究的基础上,以热构造分析为主线,从构造岩石组合特征、区域构造样式、古地热状态和区域地球物理异常特征以及区域地质背景特征等多方面进行综合研究,才能减少从个别方面研究问题的多解性,从而得出比较确切的结论。当作者在论述每个活动带时,总是先从岩石组合(包括地层系统)、变形、变质等方面的叙述开始,以便从中归纳阐明活动带性质的综合信息。

我们所谓的活动带“热构造分析”就是对古老岩石中记录的区域构造样式和古地热状态的综合分析。区域构造样式是活动带物质运移轨迹的三维空间记录。而热流是一种无形的物质,在活动带中,同构造的热扩散必然会受到其中统一的物质运移规律的制约。热在

扩散过程中所记录下来的热状态（简单地说，如地热脊或地热槽等）总体上同区域构造样式是协调一致的，两者相得益彰。活动带内区域性的热动力变质作用，与物质运移过程中热扩散相关。因此，一期变质作用的不同变质相带的矿物共生组合所表达的由较高温度到较低温度的变化就是这一热扩散路径的空间记录。而等温面，包括变质相带界面的构成，便展示了古地热状态的三维空间形象。由此可见，将区域构造样式和古地热状态结合起来进行综合研究，亦即进行热构造分析，即成为鉴定活动带构造环境的一种更为有效的途径。可以预期，如果再将有效的 PTt 轨迹测定结果结合起来进行研究，便可以探求活动带在四维空间的演化过程了。

全书包括六章。第一章绪论，由白瑾执笔。第二章为太古宙地壳，其中的第一节麻粒岩-片麻岩区和第三节太古宙构造演化特征由白瑾、戴凤岩执笔；第二节绿岩带由吴昌华和戴凤岩执笔。第三章早元古代地壳，由白瑾和戴凤岩执笔。第四章中晚元古代（前震旦纪）地壳和第五章震旦纪地壳，由黄学光执笔。第六章结论，由白瑾执笔。最后，由白瑾统编成全书。

本书是由马杏垣教授牵头、地质出版社和 Springer-Verlag 联合出版的英文版《Precambrian Crustal Evolution of China》的中文稿。从编写提纲的确定到全部书稿的完成，自始至终得到马杏垣教授的精心指导和热情帮助。书稿译成英文后，经过马杏垣教授的修改补充而成英文定稿。在英文稿成稿过程中，程裕淇、董申保、钱祥麟、游振东和谭应佳诸教授审阅了部分章节；王鸿祯、沈其韩、孙大中、刘敦一、王启超、伍家善诸教授提出了宝贵的意见；另外，谭应佳对太行山的阜平群、游振东对秦岭活动带、胡维兴和孙大中中对中条山的地壳演化补充了新的内容；谨致衷心的感谢。在撰写胶辽活动带和晋豫裂陷带的过程中得到胡国巍、郭进京和王惠初诸助理研究员的帮助；王官福助理研究员提供了部分地球物理资料；在编绘前寒武纪岩石分布图的工作中得到梁若馨副研究员的指导；许开英、王绍君承担了图件的绘制工作；在此一并致谢。

白瑾

1993年2月于天津

目 录

前言

第一章 绪论	(1)
1. 1. 中国前寒武纪岩石的分布	(1)
1. 2. 中国前寒武纪主要构造事件和前寒武纪年表	(1)
1. 2. 1. 太古宙—元古宙界限	(5)
1. 2. 2. 太古宙的划分	(7)
1. 2. 3. 早元古代—中元古代的界限	(8)
1. 2. 4. 中元古代—晚元古代的界限	(9)
1. 2. 5. 震旦纪的下限	(9)
1. 2. 6. 前寒武纪同显生宙的界限	(10)
1. 3. 中国前寒武纪构造区的划分	(10)
1. 3. 1. 西伯利亚-蒙古板块的南缘区	(10)
1. 3. 2. 华北原地台	(12)
1. 3. 3. 塔里木原地台	(12)
1. 3. 4. 塔里木原地台、华北原地台的南部边界	(13)
1. 3. 5. 扬子原地台	(14)
1. 3. 6. 华夏古陆区	(14)
1. 3. 7. 冈瓦纳大陆北缘区	(15)
第二章 太古宙地壳	(16)
2. 1. 麻粒岩-片麻岩区	(16)
2. 1. 1. 几个典型地区	(16)
1. 辽吉南部地区	(16)
2. 冀东地区	(16)
3. 阴山地区	(18)
4. 鲁西泰山地区	(18)
5. 太行山地区	(20)
6. 秦岭地区	(20)
2. 1. 2. 岩石组合	(21)
1. 花岗岩片麻岩类	(21)
2. 上壳岩	(24)
2. 1. 3. 变质作用	(26)
2. 1. 4. 变形型式	(27)
2. 1. 5. 地质年代	(32)
2. 1. 6. 构造格架	(34)
2. 2. 绿岩带	(35)
2. 2. 1. 典型绿岩带描述	(36)
1. 清原绿岩带和桦甸绿岩带	(37)

2. 2. 1. 遵化绿岩带	(41)
3. 东五分子绿岩带	(43)
4. 阿拉善绿岩带	(44)
5. 鲁西绿岩带和胶东绿岩带	(46)
6. 五台绿岩带	(50)
7. 登封绿岩带	(53)
8. 康滇绿岩带	(55)
2. 2. 2. 岩石组合和层序	(57)
2. 2. 3. 变质作用	(58)
2. 2. 4. 变形样式	(58)
2. 2. 5. 构造环境	(59)
2. 2. 6. 地质年代	(59)
2. 3. 太古宙构造演化特征	(60)
第三章 早元古代地壳	(68)
3. 1. 华北原地台的破裂、焊接和边缘增生	(70)
3. 1. 1. 胶辽活动带	(70)
3. 1. 2. 青(龙)-滦(县)活动带	(75)
1. 岩石组合	(75)
2. 构造变形	(77)
3. 变质作用	(78)
4. 构造环境及其演化	(79)
3. 1. 3. 晋豫裂陷带	(81)
1. 岩石组合	(81)
2. 构造变形特征	(88)
3. 变质作用	(92)
4. 动力学过程	(93)
3. 1. 4. 阴山-燕山活动带	(93)
3. 1. 5. 秦岭-大别活动带	(95)
1. 活动带的中西段	(95)
2. 活动带的东段	(96)
3. 活动带的性质	(98)
3. 1. 6. 敦煌-龙首山活动带	(99)
3. 2. 塔里木原地台的侧向增生	(100)
3. 2. 1. 天山-北山-祁连活动带	(101)
1. 天山-北山段	(101)
2. 达甫大坂-祁连段	(104)
3. 2. 2. 昆仑活动带	(106)
1. 西昆仑-阿尔金段	(106)
2. 东昆仑(柴达木盆地南缘)段	(108)
3. 3. 扬子原地台的形成及增生	(109)
3. 3. 1. 扬子原地台基底的出现	(109)
3. 3. 2. 川南-滇中活动带	(111)

3. 4. 构造岩石组合·····	(112)
3. 5. 变质作用·····	(113)
3. 6. 构造·····	(114)
3. 7. 后造山花岗岩和基性岩墙群·····	(115)
3. 8. 叠层石和微化石·····	(116)
第四章 中—晚元古代地壳·····	(119)
4. 1. 刚性陆壳的再破裂·····	(119)
4. 2. 华北原地台内部和边缘的裂陷槽和沉降带·····	(119)
4. 2. 1. 燕山裂陷槽·····	(119)
4. 2. 2. 熊耳—汉高拗拉槽和秦岭—大别地块·····	(126)
4. 2. 3. 华北原地台东缘的凹陷带·····	(131)
4. 2. 4. 渣尔泰拗拉槽和白云鄂博地斜·····	(132)
4. 2. 5. 华北原地台西部的凹陷带·····	(136)
4. 2. 6. 五佛山重力滑动构造·····	(136)
4. 3. 塔里木原地台及其周边的活动带·····	(140)
4. 4. 扬子原地台和华夏古陆的构造体制·····	(142)
4. 4. 1. 扬子原地台周围的沟—弧—盆系统·····	(142)
1. 扬子原地台西缘·····	(142)
2. 扬子原地台北缘·····	(149)
3. 扬子原地台东南缘·····	(153)
4. 4. 2. 华夏古陆·····	(157)
4. 4. 3. 大型断裂系统·····	(160)
4. 4. 4. 构造变形样式·····	(162)
4. 5. 冈瓦纳大陆北缘区的基本特征·····	(164)
4. 6. 古地磁证据·····	(165)
4. 7. 上壳岩系的一般特征·····	(167)
4. 8. 非造山期岩浆活动·····	(169)
4. 8. 1. 中国北方的斜长岩及奥长环斑花岗岩事件·····	(169)
4. 8. 2. 基性岩墙群·····	(170)
4. 9. 古生物和叠层石·····	(172)
4. 10. 构造格架·····	(176)
第五章 震旦纪地壳·····	(178)
5. 1. 中国南部的构造特征·····	(178)
5. 1. 1. 扬子原地台区·····	(178)
5. 1. 2. 扬子原地台北缘·····	(184)
5. 1. 3. 扬子原地台东南缘活动带·····	(184)
5. 1. 4. 华夏古陆的构造特征·····	(185)
5. 2. 华北原地台边缘的凹陷带·····	(186)
5. 2. 1. 胶辽—徐淮凹陷带·····	(186)
5. 2. 2. 华北原地台南缘的裂陷海槽和南部的凹陷带·····	(187)

5. 2. 3. 华北原地台西缘的凹陷带	(188)
5. 3. 塔里木原地台的构造特征	(189)
5. 4. 高喜马拉雅活动带	(191)
5. 5. 古地磁证据	(191)
5. 6. 震旦纪冰川作用特征	(192)
5. 7. 古生物和叠层石	(197)
5. 7. 1. 植物界的演化和后生动物群的出现	(197)
5. 7. 2. 叠层石	(198)
第六章 结论	(199)
6. 1. 构造格架的变迁	(199)
6. 2. 岩浆作用	(201)
6. 3. 沉积作用	(201)
6. 4. 地热状态	(202)
6. 5. 生命发展同大气圈演化	(203)
参考文献	(205)
照片说明及说明	(222)

第一章 绪 论

1. 1. 中国前寒武纪岩石的分布

前寒武纪岩石在中国大陆上有广泛的分布,记录了30多亿年的地质历史,成为探索前寒武纪地壳演化的根本依据。

在寒武纪时,除有或推断有零星的岛群和陆块出现外,广阔的中国版图均为海域所覆盖(王鸿祯,1985)。因此,现今地表的前寒武纪露头,多为显生宙时基底的抬升侵蚀和地块边缘造山带的再造侵蚀而呈现出来的。除露头分布外,地球物理异常和部分地区深部钻探揭露指出,整个华北地台、扬子地台和塔里木地台的内部均具有太古宙结晶基底。

太古宙和早元古代的岩石主要出露在华北地台,另在扬子地台的西缘和北缘、塔里木地台的周边和华夏古陆的西缘也有零星出露(图1-1),太古宙地体由多期变形变质的高级区和花岗-绿岩区组成。早元古代活动带则由优地槽相和复地槽相的火山沉积建造组成。

太古宙和早元古代岩层,在华北地台上出露齐全,连续性较好,历来作为划分太古宙和早元古代岩石地层单元的典型地区,并以此为全国对比的依据。

分布在冀东地区的迁西群(包括曹庄群)由于获得较大的年龄(38亿年),而作为太古宙最早的一个单元。往上,则接续五台-太行山区的发育完整的剖面,自下而上为阜平群、五台群、溥沱群,它们之间均为不整合接触(照片1-1、1-2、1-3)。

中上元古界露头,主要分布在华北地台的内部和周边,扬子地台、塔里木-柴达木地块的周边和华夏古陆的西北边缘,并断续出露在高喜马拉雅地带(图1-2)。华北地台的基底于早元古代的末期最终固结,中上元古界形成盖层沉积,在地台主体部分形成巨厚的以碎屑岩、泥质岩、碳酸盐岩为主的稳定型组合。以地台内部天津蓟县剖面为典型(Gao ZX et al., 1934; 王曰伦等, 1980; 陈晋镛等, 1980),划分为长城系、蓟县系、青白口系(全国地层委员会, 1982)。中晚元古代,在扬子地台的周边出现以蛇绿岩、钙碱系列火山岩和复理石建造为代表的沟-弧-盆地或活动带岩石组合,并以扬子地台西缘的盐边群、会理群和东南缘的四堡群及板溪群为代表。

上元古界上部的震旦系,在中国大陆上发育完整,主要分布在扬子地台及其周边,柴达木地块和高喜马拉雅地带也零星出露(图1-3)。在地台内构成典型的盖层,以各种碎屑、泥质和碳酸盐沉积组合为主,并有多次冰川活动的遗迹,同下伏地层普遍呈微角度和角度不整合。震旦系,以扬子地台的三峡地区发育最好,最具代表性,作为全国对比的标准。其生物群特点、同位素年龄和冰川沉积,均可同世界其它大陆相当地层单元对比。

1. 2. 中国前寒武纪主要构造事件和前寒武纪年表

80年代以来,中国同位素地质年代学研究有了长足的进展,除了不同单位和不同学者

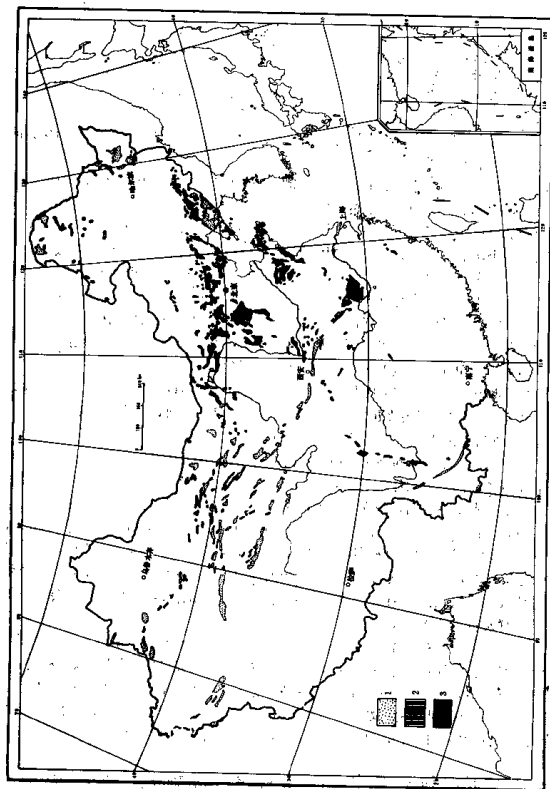
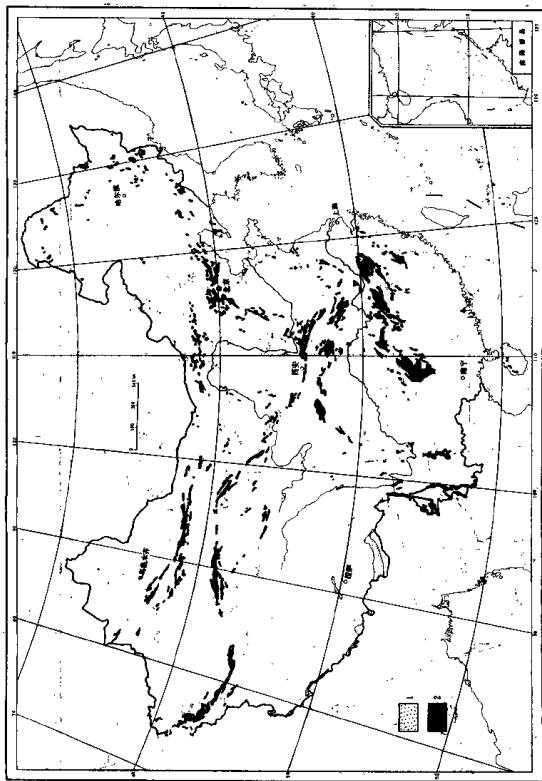


图 1-1 中国早前寒武纪岩石分布图

(据中国地质图, 1:5000000, 1993)

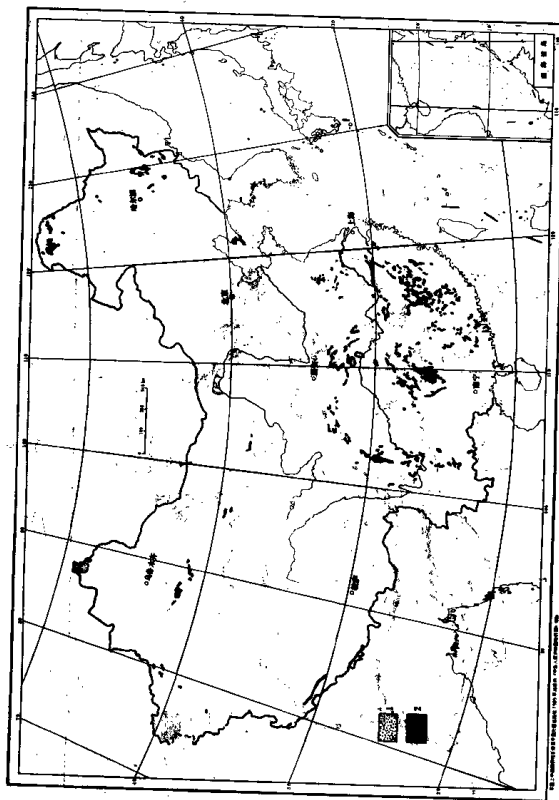
1. 早元古代岩石, 2. 早元古代—太古宙岩石类分, 3. 太古宙岩石



据中国地质图, 1:500000, 1990

图 1-2 中国中上元古代 (前震旦纪) 岩石分布图

1. 前震旦纪岩石; 2. 中上元古代岩石



(据中国地质图, 1:5000000, 1980)

图 1-3 中国震旦纪岩石分布图

1. 震旦纪寒武纪岩石未分 2. 震旦纪岩石

分别做了不少同位素地质年代学工作之外,地质矿产部又专门组织了“中国同位素地质年表”的专题研究,并已出版了“中国同位素地质年表”(地质矿产部中国同位素地质年表工作组,1987,以下简称年表工作组)。这对合理地进行地质年代的划分打下了较好的基础。

对于中国早前寒武纪来说,最重要的两个同位素年代界限是太古宙同元古宙的界限,和早元古代同中元古代的界限。

1. 2. 1. 太古宙—元古宙的界限

地质学家一般都接受这样的概念,即太古宙—元古宙划分最根本的标志是地壳构造体制的转变,即从全活动体制转化为地台-地槽体制(Windley, 1984; Salop, 1977),或者说全球性的克拉通化(Plumb, 1986)。在太古宙全活动阶段,在全球范围内产生了广泛发育的高级区和花岗岩岩区组合。

许多中国地质学家在划分早前寒武纪构造阶段和岩石建造时,均以重大地质事件所标志的地壳演化的阶段性作为准则(图1—4)。并以大陆壳普遍的快速增生和大面积克拉通化以后的分异,也即全活动体制转变为槽台体制,作为太古宙—元古宙划分的标志。

在具有太古宙地质特征的地体内,较广泛地获得了2500Ma左右的年龄数据,除了在华北地台上较集中地获得这类年龄数据外,在各个构造单元上均有出现(见第二章)。在华北地台上,在五台太行地区的五台群角闪岩相的黑云母变粒岩中,自变质锆石测得了 $2508 \pm 2\text{Ma}$ (2σ)、 $2557 \pm 11\text{Ma}$ (2σ)的U-Pb一致线年龄,在花岗岩岩体中获得的锆石U-Pb一致线年龄为 $2522 \pm 11\text{Ma}$ (2σ)、 $2557 \pm 11\text{Ma}$ (2σ)、 $2520 \pm 30\text{Ma}$ (2σ)和 $2507.2 \pm 11\text{Ma}$ (2σ) (刘敦一等, 1984; 白瑾等, 1986)。在冀东地区太平寨麻粒岩中锆石U-Pb一致线年龄 $2480 \pm 11\text{Ma}$ (2σ) (Pidgeon, 1980)。在鲁中西的泰山杂岩的花岗岩中,获得 $2560 \pm 5\text{Ma}$ 、 $2560 \pm 11\text{Ma}$ 的锆石U-Pb一致曲线年龄, $2595 \pm 100\text{Ma}$ 、 $2490 \pm 50\text{Ma}$ 的Rb-Sr全岩等时代年龄(Jahn et al., 1988)。其它地区,如华北地台上的中条山、胶东、秦岭、大别、扬子地台上的西南缘和北缘,均有2500Ma左右的年龄数据出现。这些年龄数据,比较充分地代表了早期以钠质花岗岩、晚期以钾质花岗岩为标志的岩浆活动,以角闪岩相至绿片岩相的区域变质和太古宙将结束时的强烈的构造变形时间,正是五台运动(见下文)的鲜明象征。中国地质学家一般都认为,以这些岩浆活动、变形和变质为标志的地质作用,是一次重大的构造-热事件。产生上述年龄数据的地体,一般均经历了多期的变形和变质,多呈现穹隆构造;某些地质单元即便呈现类似槽形活动带的形象,但为后期叠加变形的结果。根据大量而广泛出现的2500Ma左右的可信年龄数据,可以认为,不管现存于中国大陆的前寒武纪构造区在当时的地理分布如何,它们基底的主题形成于太古宙末。也就是说,中国大陆壳基本形成的时期,也接近全球性的克拉通化时期,并将太古宙同元古宙的界限厘定为 $2500 \pm 100\text{Ma}$ (Cheng YQ et al., 1982; Ma XY et al., 1984; 王鸿祯, 1986; 白瑾等, 1986; 孙大中、陆松年, 1985; 年表工作组, 1987)。

目前,中国地质学家对划分太古宙同元古宙地质年代界限所遵循的原则是基本一致的,但是,对具体单元的时代归属问题,却又有不同的见解。究其原因在于如何认识这些单元所表达的构造体制。对中国太古宙和元古宙的划分最有代表性的剖面是华北地台上五台-太行山区从阜平群-五台群-滹沱群的连续剖面。太古宙—元古宙的界限划在阜平群同五台群之间?抑或划在五台群同滹沱群之间?是当前存在的主要分歧。问题的焦点在于如何认识五台群及其相伴随的地质事件所反映的构造环境信息。主张五台群属早元古代的最主要的

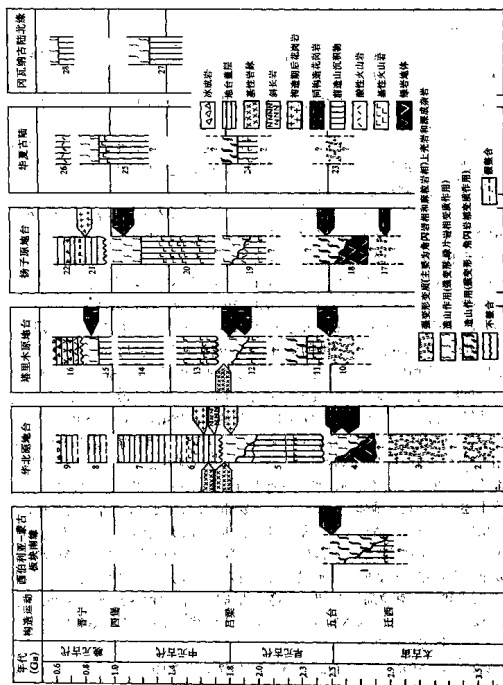


图 1—4 中国前寒武纪建造和构造热事件柱

1. 麻山群; 2. 曹庄杂岩; 3. 迁西杂岩; 4. 五台群; 5. 姚家群; 6. 长城系; 7. 蔚县系; 8. 青白口系; 9. 震旦系 (徐淮群、宿县群、栏杆群); 10. 兴地塔群; 11. 兴地塔群; 12. 兴地塔群; 13. 兴地塔群; 14. 姚家群; 15. 大柳群; 16. 震旦系; 17. 姚家群; 18. 震旦系; 19. 大柳群; 20. 四堡群; 21. 板溪群; 22. 震旦系; 23. 结晶基底; 24. 陈蔡群; 25. 麻山群; 26. 震旦系; 27. 震旦系; 28. 北塘组

理由是,五台群现在在平面上所表现的北东东的构造方向,即为五台群成岩时的盆地长轴方向,代表成岩时的线形地槽构造,标志着槽台体制的开始。然而详细的区域构造解析结果(白瑾等,1986)证明,这种线形构造是后期构造运动改造的结果。

五台群是一个夹有超基性岩的以基性火山岩为主、火山旋回发育的绿岩建造,伴生有阿尔戈马型的条带状铁建造;发育多期变形变质,反映了地壳强烈的活动性。已获得了大于2500Ma的变质年龄和花岗岩的成岩年龄(刘敦一等,1984;白瑾等,1986)。五台群所处盆地现在所显示的形态和方位,是最终经受了吕梁运动北西-南东向挤压改造的结果。从区域构造解析结果可知,由五台群早期构造方向所反映的盆地早期方位,同现在的构造方位近于垂直或大角度相交。五台群下部,岩层虽以不整合覆于下伏岩层之上,但以其变形受力方向的多次改变和始终使盆地边界同岩层构造方位一致的现象,以及广泛发育于五台群和下伏岩层中的透入性叶理,可以看出五台群所在盆地两侧岩块在五台群变形时不是稳定的克拉通。此外,五台群主要的反映地壳成分、构造环境以及成熟度等的地球化学参数,均显示了太古宙的特征(白瑾等,1986)。

经过造山运动,称五台运动(王曰伦,1953;马杏垣等,1957),在不整合面上堆积了滦沱群巨厚的夹有大陆拉斑玄武岩的冒地槽型沉积,覆盖在五台群三个亚群不同层位之上。滦沱群底砾岩厚度大,砾石成分复杂而且下伏层位变化大,说明基底侵蚀范围很广,侵蚀时间也很长。因此代表五台运动的不整合面的规模是巨大的,在地质构造上的分异是极其显著的(王曰伦,1953;白瑾等,1986)。

滦沱群主要经历了一次褶皱运动,称吕梁运动(Lee, 1939; 马杏垣等, 1957)。以其下部层位超覆边界的展布,所勾画出的沉积槽地线形延长的轮廓,同区域褶皱轴向平行,表明地壳显著减弱的活动性和槽地两侧基底的相对稳定性。

滦沱群中大量的和多种类型的碳酸盐质叠层石的繁衍,以及红色地层的出现,标志着藻类生物空前茂盛和氧气大量形成。同五台群形成时缺氧的状况相比,滦沱群形成时代的大气圈、水圈和生物圈发生了巨大变革。此外,火山作用的急剧减弱,成熟度较高的沉积物和碳酸盐沉积的大量形成,都显示出划时代的特征。

综上所述,太古宇、元古宇的分界,似应划在五台群的顶界。滦沱群应为元古宙的第一个单元。

1. 2. 2. 太古宙的划分

在中国太古宙变质岩分布区已获得了3800—2500Ma的许多同位素年龄数据。在冀东的曹庄群(即迁西群的下部)变质基性岩中获得了 3515 ± 115 Ma (Jahn BM et al., 1987)、 3500 ± 80 Ma (Huang X et al., 1986)的Sm-Nd等时线年龄。此外,王松山等(1985)对同一地区的斜长角闪岩进行了 $^{39}\text{Ar}-^{40}\text{Ar}$ 法测定,获得了3600Ma的坪年龄。目前在中国板块上,这类年龄值的数据不多。如果可以认为这一年龄值代表一期基性火山活动的时限的话,无疑可以推论上壳岩在3500Ma之前即已出现,并且意味着这一上壳岩出现以前,即已存在更古老的基底。近来,刘敦一等(刘敦一等,1991)在冀东黄柏峪绿帘角闪岩中获得 $35.5-38.5$ Ga的锆石U-Pb年龄,就是鲜明的征兆。

在辽宁鞍山铁架山花岗岩片麻岩中,曾获得Rb-Sr全岩等时年龄 2829 ± 62 Ma (2 σ)、Pb-Pb等时年龄 2860 ± 50 Ma (2 σ)和锆石U-Pb一致年龄2970Ma,认为属花岗岩的侵位年龄(钟富道,1984)。近来,刘敦一等(1991)又在铁架山花岗岩中发现了更古老的花岗岩,并

获得了 $3804 \pm 5\text{Ma}$ 的锆石 U-Pb 年龄。在辽宁清原地区, 英云闪长岩已测得 $2880 \pm 170\text{Ma}$ 的锆石 U-Pb 一致年龄和 $2900 \pm 0.90\text{Ma}$ 的黑云母 K-Ar 年龄, 据此认为在 $2800-2900\text{Ma}$ 以前有一期钠质岩浆活动和混合岩化作用以及相伴随的区域变质作用 (程明国等, 1986)。刘敏一等 (Liu DY et al., 1985) 自河北省太行山阜平群下部浅色麻粒岩中获得 $2700-2900\text{Ma}$ (2σ), 和黑云二长片麻岩中获得 $2800 \pm 100\text{Ma}$ (2σ) 的锆石 U-Pb 一致年龄, 认为采样的岩石为副片麻岩, 其中呈次滚圆状的褐色锆石为碎屑锆石, 同时指出因受变质作用的影响, 使 Pb 有丢失, 使测试结果有一定离散。如此说来, 不论锆石的成因如何, 这个年龄值基本反映了一期变质作用。在冀东地区, 孙家树等 (1982) 以迁西群麻粒岩中的斜长石和黑云母测得 $3055 \pm 250\text{Ma}$ 的 Pb-Pb 等时线年龄, 又在冀东迁西地区迁西群麻粒岩中获得过 2777 和 2750Ma 的 Rb-Sr 全岩等时线年龄, 二辉麻粒岩中辉石 $^{40}\text{K}-^{40}\text{Ar}$ 等时年龄 2763Ma ; 此外还有紫苏斜长麻粒岩全岩 K-Ar 年龄 2862Ma , 二辉麻粒岩 K-Ar 年龄 2896Ma 和 2757Ma , 推测迁西群麻粒岩相变质年龄为 2800Ma 左右 (年表工作组, 1987)。

江博明等 (Jahn BM et al., 1988) 在山东泰山杂岩的变质英云闪长岩中获得了 $2690 \pm 80\text{Ma}$ 的 Rb-Sr 全岩等时线年龄和 $2700 \pm 35\text{Ma}$ 的 Sm-Nd 全岩等时线年龄, 并在斜长角闪岩中获得 $2767 \pm 45\text{Ma}$ 的 Rb-Sr 全岩等时线年龄和 2820 ± 163 的 Sm-Nd 全岩等时线年龄。

杨振德等 (1988) 在阿拉善太古宙绿岩带中获得了 2855Ma 和 3219Ma 的 Rb-Sr 全岩等时线年龄, 它们的 I_{e} 分别为 0.7030 和 0.7083 。

此外在扬子地台的西南缘康定群麻粒岩中也获得了 $2957 \pm 304(1\sigma)$ 的 Pb-Pb 全岩等时线年龄 (袁海华等, 1985)。在扬子地台北缘的“黄腹背斜”中的片麻岩中也获得了 2850Ma 的锆石 U-Pb 不一致年龄 (刘观亮, 1987), $2866 \pm 12\text{Ma}$ 的单颗粒锆石蒸发法 Pb-Pb 年龄 (袁海华等, 1991) 和 $2980 \pm 36\text{Ma}$ 的全岩 Sm-Nd 等时线年龄 (马大铨等, 1991)。

综上所述, $2900 \pm 100\text{Ma}$ 以前, 曾经发生过强烈的以麻粒岩相为主的区域变质作用、相应的构造变形和以钠质花岗岩为主的岩浆活动为特征的重大构造-热事件, 体现了地壳演化过程中重要的造山运动, 称为迁西运动, $2900 \pm 100\text{Ma}$ 可视为中晚太古宙的界限年龄。

1. 2. 3. 早元古代—中元古代的界限

划分早元古代和中元古代的代表性剖面也分布在华北地台的五台—太行山区。早元古漳沱群同上覆中元古代长城系呈角度不整合接触。自相当于漳沱群上部的东焦群含磷地层中获得了磷灰石 Pb-Pb 等时年龄为 $1802 \pm 68\text{Ma}$ (1σ), U-Pb 一致线年龄为 $1810 \pm 180\text{Ma}$ (1σ) (叶伯丹等, 1985)。在相当于漳沱群的甘陶河群顶部变质玄武岩中测得 $1868 \pm 175\text{Ma}$ (1σ) 的 Rb-Sr 全岩等时年龄 (年表工作组, 1987)。

在漳沱群东冶亚群中, 曾自变质闪长岩中获得过 1928.4 和 1802.4 的角闪石单矿物 K-Ar 年龄 (白瑾等, 1986)。在豆村亚群板岩、千枚岩中, 曾得到过 $1851 \pm 11\text{Ma}$ 的全岩 Rb-Sr 等时年龄, $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ 初始值为 0.715 ± 0.008 (钟富道, 1983)。这些都代表变质作用的时限。

因此, 早、中元古代的时限划在 1800Ma 。

关系到漳沱群下限的很重要的一个年龄数值是伍家善等 (1986) 自漳沱群豆村亚群青石村组变质玄武岩中, 获得 $2366 \pm 13\text{Ma}$ (2σ) 的 U-Pb 一致年龄。所测试的锆石光亮透明, 自形程度高, 粒度细, 不同单形 (monotype) 锆石成分变化小, 反映这些锆石是在同一环境下形成的结晶锆石, 所得年龄代表火山岩的形成年龄。漳沱群在采样点附近经历过绿片