

文章编号: 1001-1412(1999) 03-0001-09

# 华北陆台北缘前寒武纪 基底构造与陆台演化

胡桂明

(天津地质研究院, 天津 300061)

**摘要:** 华北陆台北缘“基底”是由不同时代、不同特征的独立的构造单元组成的。它们原岩主体是以花岗质为主的深成侵入杂岩, 层状岩石呈不同尺度的包体包镶在其中。这些构造单元是由构造原因, 依一定的时空序列拼贴在一起的。

**关键词:** 华北陆台; 基底构造; 陆台演化

**中图分类号:** P548

**文献标识码:** A

## 1 引言

华北陆台北缘是中国早前寒武纪变质杂岩重要分布区。由于基底岩石经变质变形改造得面目全非, 认识上存在诸多争议。

有一种带有倾向性的意见认为: 陆台有个先存的“基底”, 因其升降、开合(沉积)发育了不同的岩群。近来, 有越来越多的证据表明: 太古宙岩群主体不是层状岩石, 而是以花岗质岩石为主的深成侵入杂岩; 层状岩石以不同尺度的包体形式包镶在前者之中。已出露的“基底”, 实际上是各自不同的独立的构造单元, 它们有着不同的演化历史, 依一定时空序列才拼合在一起的。

## 2 变质杂岩特征

### 2.1 空间分布

很多学者注意到, 华北陆台基底岩群特征各异, 呈不大的孤立的块体展布, 周围被新生地壳镶合。

收稿日期: 1999-06-15; 修订日期: 1999-06-25

科技项目: 冶金工业部“八五”重点科技项目(1991-07-14)的部分成果。

作者简介: 胡桂明(1937-), 男, 河北玉田人, 天津地质研究院教授级高工, 构造地质学。

陆台北缘前寒武纪变质杂岩, 主要分布在辽吉、冀北-辽西和晋北地区(图1)。

辽吉地区分布有著名的“鞍山群”, 被断裂分割成清原-靖宇、浑北、抚南、鞍山等几个各具不同特征的块体。太子河流域被新元古界和古生界盖层覆盖, 南侧为近东西向带状分布的元古宙辽河群, 岫岩东侧为同时代的花岗质深成杂岩穹群。冀北-辽西地区, 在著名的“燕辽沉降带”中发育了蓟县层型中-新元古界盖层, 周边分布有太古宙变质杂岩块体。南侧遵化至山海关一带是“迁西群”命名地区。在青龙河附近, 发育有近南北向狭长带状分布的元古宙(双山子-青龙河群)火山-沉积岩带, 将该区变质杂岩分成东西两部分, 之后南侧的冷口断裂、滦河断裂和油榨断裂又将其分成迁西、迁安和滦县三个孤立的块体。“沉降带”北侧曾命为“建平群”(及密云群), 被断裂分割成辽西、承德和密云几个块体。最北部赤峰地区还有一些零星分布的变质岩残块。“沉降带”西侧最早曾命为“桑干群”, 被洋河断裂分成张宣和怀安两个块体。太行山北部地区“阜平群”和“五台群”都是孤立的块体。两者北部以韧性剪切带相接; 南部被具有盖层特征的元古宙“溥沱群”盖层覆盖。溥沱河断裂北西侧是恒山-云中山变质杂岩, 主体是深成侵入杂岩。汾河断裂西侧发育有“吕梁群”和“界河口群”, 其间被近南北向狭长带状展布的元古宙“野鸡山群”火山岩带分割。非常引人注意的是, 该区最早的盖层是古生界。北部大同断裂北西侧还有一块“上集宁群”。

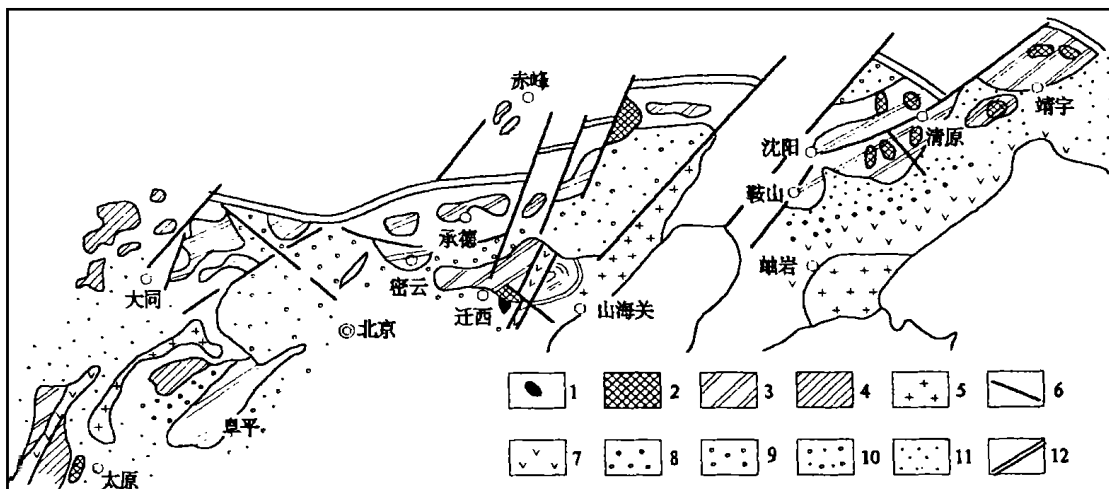


图1 太古宙杂岩空间分布

Fig. 1 Spatial distribution of Archean complexes

1. 古太古代岩石 2. 中太古代岩石 3. 新太古代岩石 4. 古元古代岩石 5. 新太古代、古元古代花岗杂岩带 6. 断裂带
7. 古、中元古代拼贴带及火山盆地 8. 古、中元古代拼贴带及沉积盆地 9. 古元古代晚期拼贴带及长城系始盖层盆地
10. 中元古代早期拼贴带及上长城统始盖层盆地 11. 元古宙晚期拼贴带及古生界始盖层盆地 12. 震旦纪拼贴带

上述分布表明, 太古宙变质杂岩被断裂带、元古宙火山-沉积岩带以及由侵入杂岩构成的岩基带和元古宙盖层盆地, 分割成且各具特征的孤立块体。它们时代不同、建造组合不同、主构造线方向不同, 很难设想它们就是陆台“先存的统一基底”的组成部分。

## 2.2 形成时代

太古宙岩群时限是由同位素测年数据表示的。从各国实际测年数据看, 不同地区岩群演化阶段并非首尾一致。或者说对给定的年代学阶段, 很多岩群演化阶段是穿时的。

1991年, 伍家善研究员曾建议中国古、中、新太古代和元古宙下限分别为 3 500 Ma、2 900 Ma、2 500 ~ 2 600 Ma、1 700 ~ 1 800 Ma。按此建议陆台北缘还没有能圈出明显界线的独立的古、中太古代陆核。但在大面积分布有新太古代岩群的鞍山地区, 存在中太古代岩体——铁架山花岗岩(锆石 U-Pb 法, 2 970 Ma, 钟富道, 1984)、立山花岗岩(宋彪等, 1993)。铁架山岩体东侧又包有古太古代岩块——陈台沟花岗岩残块(刘敦一, 1992)和表壳岩残块(宋彪等, 1993)。冀东迁安陆核中, 同样有分布广泛的新太古代杂岩, 其西侧包有中太古代花岗岩(羊崖山花岗岩, 2 990 Ma, 刘敦一等, 1992)及其表壳岩(基性火山岩)包(残)体(3 230 ~ 3 228 Ma, 江博明, 1990)。

迁安陆核南西侧有古太古代曹庄岩系分布(伍家善, 1991), 它实际上是“漂”在中新太古代杂岩中的一些零星残块(图2)。其中灰色片麻岩同位素年龄为 3 500 ~ 3 240 Ma(模式年龄, 黄萱等, 1990; 乔广生等, 1987)。斜长角闪岩包体  $3\ 240 \pm 307$  Ma、 $3\ 490 \pm 200$  Ma(Rb-Sr 等时、Sm-Nd 等时; 刘宇光等, 1993)。铬云母石英片岩 3 600 ~ 3 700 Ma, (刘敦一等, 1992)。

早期变质杂岩包在晚期深成岩穹中或残存在岩穹群之间, 呈包体或残块产出, 是陆台北缘变质杂岩存在的普遍形式。除上述实例外, 类似的情况如吉林桦甸地区白山镇灰色片麻岩及其基性火山岩包体(形成于 3 000 Ma 前, 乔广生, 1993); 清原地区浑北英云闪长岩及其基性火山岩包体(2 800 Ma, 辽宁冶金 101 地质队); 清原小莱河基性火山岩包体(下绿岩, 2 989 Ma, 王松山等, 1987); 在密云、宣化、怀安洋河河谷等个别地区也曾测得少数中太古代年龄数据, 它们都是新太古代深成杂岩中的包体或残块。在新太古代阜平群副变质岩石中, 还存在着来自中太古代岩石的锆石碎屑。

就现有测年数据看, 陆台北缘古太古代杂岩, 只在冀东曹庄(曹庄岩系)和鞍山陈台沟地区见到一些碎片, 它们都是中、新太古代深成杂岩中的残体。面积很小, 最大的如曹庄岩系灰色片麻岩不超过  $0.5\text{ km}^2$ 。中太古代杂岩(表壳岩和深成岩)同样呈残块镶在新太古代深成杂岩中。比起古太古代杂岩, 不仅块体面积普遍增大(如白山镇灰色片麻岩约百余平方公里), 分布范围显著扩大。陆台北缘分布范围最广的是新太古代杂岩, 约占太古宙杂岩分布面积的 80% 左右。

## 2.3 构造特征

太古宙杂岩通常被划分为高级变质区和花岗岩-绿岩区。它们共同特征是深成花岗质岩石面积很大。冀东地区, 各类花岗质岩石分布面积约占 90% (孙大中, 1984), 清原地区各类花岗质岩石分布面积也在 80% ~ 90%。鞍山地区约占 60% ~ 70%。冀西北怀安-大同地区, 原“桑干群”中分布有大面积浅色麻粒岩, 岩性相对均匀, 且不受包体种类影响, 岩石化学特征表明它们是典型的“TTG”型岩浆岩组合(刘宇光等, 1993), 分布面积约占 80%。晋北恒山-云中山地区各类花岗质岩石占 90% 以上, 构成一个复杂的岩基带。“阜平群”、“上集宁群”副变质岩相对多的地区, 花岗质岩石的比例相对较小, 但杂岩成分总的趋势是偏硅铝质。五台、吕梁地区花岗质岩石约占 40% ~ 50%, 但中酸性火山岩占有较大比例, 也是硅铝质成分占了绝对优势。

深成花岗质岩石是太古宙陆核或克拉通的主要组成部分, 这是古老变质杂岩最显著, 也是

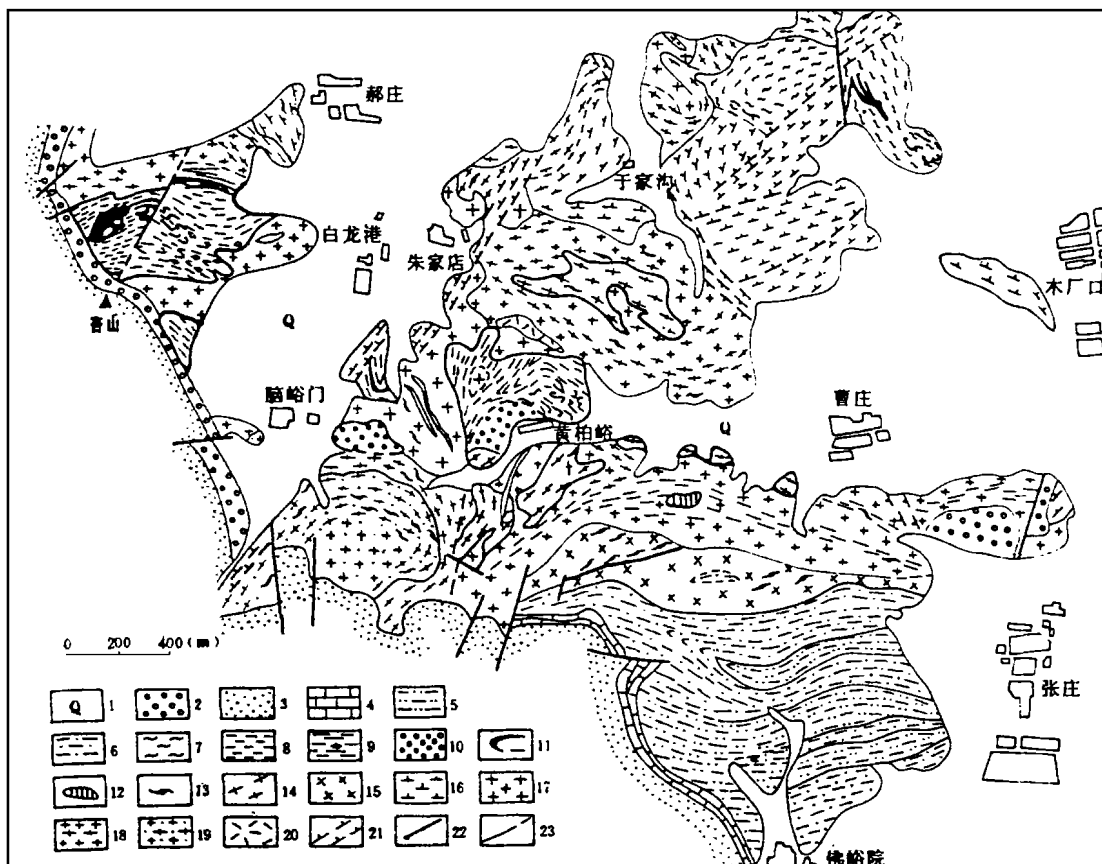


图2 曹庄-杏山一带岩性地质图(据伍家善, 1991)

Fig. 2 Geological map showing lithologies in Chaozhuang-Xingshan area

1. 第四系 2~4. 中元古代长城系 2. 砾岩 3. 砂岩 4. 灰岩 5~6. 晚太古代滦县群 5. 含黑云母变粒岩
6. 黑云母变粒岩 7. 中太古代迁西群麻粒岩 8~12. 早太古代曹庄岩系 8. 黑云片岩、角闪黑云片岩
9. 黑云斜长片麻岩及含夕线黑云斜长片麻岩 10. (铬云母) 石英岩、钙硅酸盐岩、大理岩及斜长角闪岩
11. 磁铁石英岩 12. 斜长角闪岩 13. 花岗质岩石中表壳岩包体带 14. 灰色片麻岩 15. 早元古代黑云母花岗岩
- 16~19. 晚太古代深成岩 16. 紫苏花岗岩 17. 石英二长岩 18. 红色花岗岩及片麻状红色花岗岩
19. 花岗闪长岩及片麻状花岗闪长岩 20. 变超基性岩 21. 韧性剪切带 22. 脆性断裂 23. 地质界线及推测地质界线

最重要的特征。它是建立早期地(陆)壳演化模式的重要依据之一。

几乎所有古老“TTG”杂岩中,总包有大小不等,形态各异和不同成分的各种表壳岩包体。一类是变基性火山岩和酸性火山岩。另一类是沉积表壳岩。构成复杂的花岗岩-绿岩地体。即使高级变质区,原岩恢复后,情况也是如此。

绿岩(表壳岩)有的呈包体包镶在单个花岗岩穹内,常称下绿岩(或早期绿岩):有的呈形态较为复杂的残体、残片分布于花岗质岩穹之间,称上绿岩(或晚期绿岩)。

上述岩穹群虽经褶皱构造叠加改造,但其穹状构造(相对后期叠加改造)是先存的。很多花岗岩穹隆具有较完整的卵形构造,先后侵入、穿插关系明显。穹隆体之间岩性也有显著差别(图

3)。表明花岗岩穹窿是底辟侵位成因, 并非象层状岩石那样经多期褶皱叠加而出现的干扰格式。

太古宙花岗岩-绿岩区和高级变质区, 同期或不同期花岗岩体在底辟侵位过程中, 侵蚀并包裹表壳岩, 使之成为包(残)体。这种构造特征说明, 早期陆壳物质聚集是以深成花岗质岩穹垂直向增生来实现的。

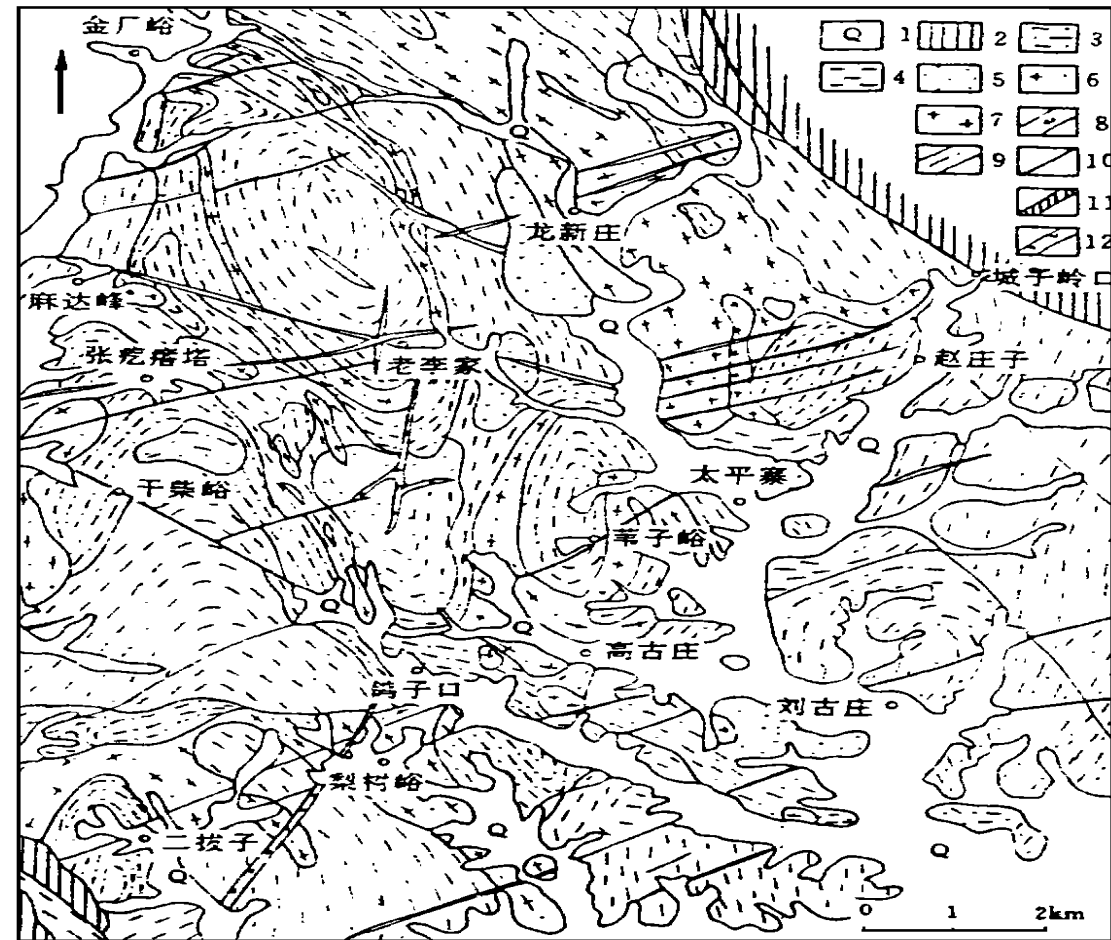


图 3 太平寨地区太古宙变质构造图(据宋述光, 1987)

Fig.3 Structural map of Archean in Taipingzhai area

1. 第四系 2. 中-晚元古界 3. 包有上壳岩系列的岩穹 4. 斜长紫苏花岗岩 5. 紫苏花岗岩 6. 奥长花岗岩  
7. 二长花岗岩 8. 超基性岩脉 9. 角闪二辉麻粒岩 10. 石榴角闪斜长透辉岩岩脉 11. 变质辉绿玢岩脉 12. 辉绿岩脉

元古宙, 构造格式发生了重大变化。除一些地区(如辽南岫岩)仍有花岗质岩穹形成外, 出现了规模较大的区域性线型构造。如辽东太子河南侧“辽吉岩套”火山-沉积岩带(张秋生, 1984)、冀东青龙河火山-沉积岩带、吕梁地区“野鸡山群”火山岩带、锦西-彰武岩基带、晋北恒山-云中山岩基带, 以及大型克拉通盆地, 如晋北“滹沱群”盆地及其元古宙盖层。表明太古宙垂

向增生已聚集了较大克拉通块体之后,到了元古宙,地(陆)块水平向拼贴增生留下了引人注目的岩石记录。

## 2.4 原岩建造及其形成环境

2.4.1 古太古代岩石 古太古代曹庄岩系由深成岩和表壳岩残块构成。表壳岩主要有石英岩、铁英岩、石榴云斜片麻岩、透辉状大理岩、透辉石夕线石云斜片麻岩和斜长角闪岩。原岩为基性-酸性火山岩和碎屑沉积岩夹碳酸盐岩。沉积岩具有陆表海浅水盆地沉积特征(伍家善, 1991; 张国伟等, 1993)。

灰色片麻岩为深成岩,在 An-Ab-Or 分类图上落在奥长花岗岩和花岗岩区。因后期交代局部钾含量偏高。稀土模式以轻稀土强烈分馏为特征。有的样品具十分明显的 Eu 异常,有的则不明显,这种变化与 K<sub>2</sub>O 含量无对应关系(伍家善, 1991)。该灰色片麻岩中见有黑云斜长片麻岩和斜长角闪岩包体。

斜长角闪岩为基性火山岩。一类是呈条带状与沉积岩共生, SiO<sub>2</sub> 偏高, 含少量石英, 原岩为浅水环境喷发的基性火山岩; 另一类多为块状构造, 有时能见辉绿结构, 常呈残块包在不同时代花岗质岩石中。原岩有可能是基性熔岩。上述基性火山岩属高铁拉斑玄武岩, 但也有一些属岛弧玄武岩。表明它们就位环境很可能类似于岛弧环境。

2.4.2 中太古代岩石 中太古代岩石分布比较广泛。冀东迁安穹窿西侧羊崖山花岗岩及其绿岩包体, 水厂含铁岩系、吉林白山镇灰色片麻岩及其绿岩包体、辽宁小莱河英云闪长岩、鞍山铁架山花岗岩、怀安一带麻粒岩中也有中太古代岩石存在信息。但和古太古代岩石一样, 大都被新太古代花岗岩包裹, 成为若干互不相连、大小不等的包体或残片。

铁架山花岗岩出露面积约 100 km<sup>2</sup>, 是个复合岩体, 可分钾质和钠质两种花岗岩。钾质花岗岩稍晚, 轻稀土富集且有明显 Eu 负异常。冀东迁安羊崖山花岗岩 K<sub>2</sub>O 高, 稀土总量低且有 Eu 正异常。吉林白山镇灰色片麻岩属 "TTG" 系列, 轻稀土富集, 无或正的铕异常。这些花岗质岩石都有较低的 <sup>87</sup>Sr/<sup>86</sup>Sr 初始值(铁架山花岗岩为 0.702 ± 0.001; 白山镇灰色片麻岩为 0.701 0 ± 0.002), 表明它们形成于早期基性火山岩的部分分熔。

包在花岗质岩石中的表壳岩包体分布很广。白山镇灰色片麻岩包体中, 有浅色的黑云斜长片麻岩、石榴黑云斜长片麻岩和深色斜长角闪质岩石(包括基性麻粒岩和含辉石斜长角闪岩)。前者原岩为正常沉积的粉砂岩; 后者为拉斑质和钙碱质玄武岩。

类似情况在清原地区、冀东地区都有分布。

2.4.3 新太古代岩石 新太古代是大陆地壳形成的重要时期。本区绝大部分太古宙杂岩是这个时期形成的。

花岗质深成岩仍是主体。其分布面积占同期岩石的 70% 以上。该期岩体规模大, 分布广, 类型多, 期次明显。冀东地区有四期, 分别是: 三屯营片麻岩、英云闪长岩-奥长花岗岩、紫苏花岗岩和迁安片麻岩。后者构成迁安陆核的主体。

上述第三期紫苏花岗岩与麻粒岩相岩石相联系, 意味着形成和侵位深度较大。

表壳岩仍呈大小不等的包(残)体, 包镶在花岗质岩石中, 但规模和范围明显扩大。其中基性火山岩的岩性、稀土模式变化较大。以拉斑玄武岩为主, 也有钙碱性玄武岩, 还夹有一些超基性岩。沉积表壳岩尽管占同期岩石的一小部分, 但比起古、中太古代确有相当规模的堆积。巨

大的含铁岩系就是从这时开始出现的。由于地(陆)块的扩大,有可能提供较丰富陆源物质,这时出现了‘孔兹岩系’(上集宁群)和高铝富钾岩系(阜平群)。岩相分析表明,它们是浅海环境形成的(伍家善,1991;刘金中,1989)。

太古宙陆壳物质的聚集,是以垂向增生为主来实现的。侧向拼贴主要是使已聚集的地(陆)块拼合长大。

### 3 陆台早期演化

30多年前,在传统构造学知识基础上,人们‘熟悉’大陆而不了解海洋。而今,‘板块构造’模式,简明地说明了大洋的演化。而大陆因其古老的岩石记录和复杂的结构,反而成为当今地质领域的前沿性课题。尽管板块构造在说明大陆早期演化上存在某些困难,但它的动力学机制却为我们提供了有用的概念类比。

地壳由陆壳和洋壳两种截然不同的单元组成。前者主体是花岗质岩石;后者为玄武质(镁铁质)岩石。花岗质岩石是大陆建造的基础,它为我们探求大陆的起源提供了十分重要的线索。

#### 3.1 前太古宙阶段

由于没有留下岩石记录,目前仍处于推测阶段。很多学者认为在地球早期,由于地球吸积(星际物质陨积)热和放射热的聚积,地球从冷变热,在其高峰期出现广泛熔融的地幔。之后,地球进入冷却期,出现了地幔对流,它是热耗散的一种重要形式(A. M. Goodwin, 1981)。几乎同时,或早在地幔熔融阶段,在重力场的作用下,地球核、幔、壳的分异作用就已经开始。

现代洋中脊资料说明,由地幔不能直接分异出大量的花岗质岩浆。因此,花岗质岩石主体不是地幔直接分异的。推测最早的地壳应该是由升流位置生成的‘基性壳’。由于存在地幔对流,总是不断参与地幔再循环,而不能被保存。现代洋壳是这样,地史时期(或史前)更应是如此。

分异的效应,是按物质的密度使之分离(或分层);对流效应在趋势上却使之均一。随着降温过程对流逐渐减弱,而分异累积效应却越来越强。这是地壳演化不可逆转的动力。

前太古宙时期,地温梯度高,地幔对流极为强烈。升流点多,‘下降柱’也多(图4),表现为中心式对流。从不同方向传送来的洋壳,在某处下插形成下降柱。对流体下降柱位置,平面上呈不规则的等轴状。这里,出现类似于‘俯冲’现象。发生(相对升流点的)二次火山喷发,形成钙碱性火山岩;在弧前、弧后盆地形成沉积表壳岩。下降柱深部,以大离子亲石元素为主的低熔点共结组份形成花岗质熔浆。以岩穹形式底辟上侵,侵蚀、携带表壳岩(下降的洋壳、钙碱性火山岩、沉积岩)残(包)体,升到地壳浅部位置。这种上侵作用可以多次发生。

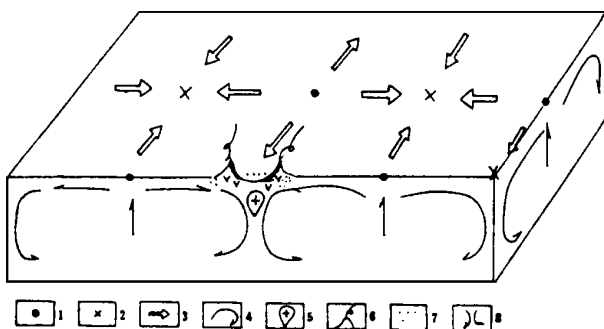
前太古宙时期,一是‘对流’太强烈,二是上述陆壳物质聚集量太少,停留不了多久便随洋壳一起被卷入地幔再循环。没有留下,或留下了却难于辨认的岩石记录。

#### 3.2 太古宙阶段

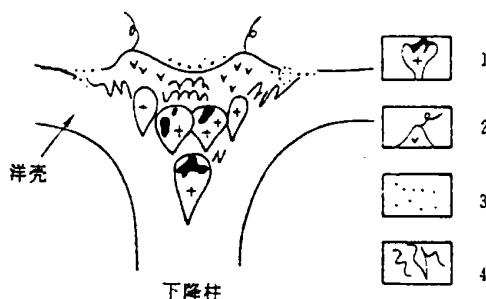
随着对流逐渐减弱,分异累积效应越来越明显。终于在某个时期,在较大的下降柱位置,聚集了足够多、面积足够大的以花岗质岩石为主的陆壳物质,不能(至少不能全部)卷入再循环而

被保存下来, 这就是古太古代岩石。最早被保存下来的岩石, 是极为稀少和零碎的, 无法知道它们的相对位置。和洋壳在(地幔)升流点上部位置形成相反, 花岗质岩石是在对流下降部位(下降柱)一定深度下形成的。这些组份是低熔点共结组份, 受均衡浮力作用, 总是漂在洋壳之上, 随洋壳传送, 被重新赶到新的下降柱位置, 拼合长大。下降柱位置是它们的诞生地和归宿。

A、前太古代时期



B、古太古代时期



C、新太古代时期

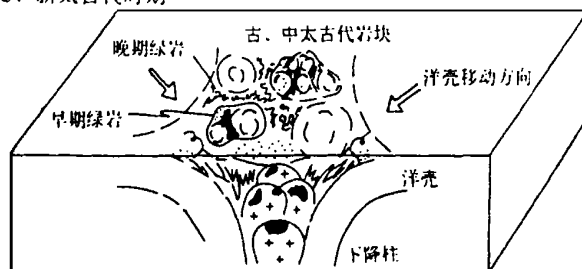


图4 陆壳形成、演化示意图

Fig.4 Sketch map for formation and evolution of continental crust

- A: 1. 地幔升流点 2. 对流下降位置 3. 洋壳移动方向  
4. 对流体流动方向 5. 深成岩体 6. 钙碱性火山喷发岩  
7. 沉积表壳岩 8. 对流体下降柱
- B: 1. 深成岩体及其绿岩包体 2. 钙碱性火山岩  
3. 沉积表壳岩 4. 褶皱后的表壳岩(绿岩)

新太古代是陆壳块体急剧增长期, 规模大, 分布广。不同地体与地块的拼接(克拉通化)广泛出现。

“克拉通化”是在当时的(地幔对流)“下降柱”位置发生的。这里拼接的岩块各不相同; 深成岩、火山岩、沉积岩混杂, 岩石类型、时代、成岩方式也不一样, 且受“俯冲”挤压、岩穹上侵及侧向拼贴挤压, 以致变质变形程度、期次、样式极为复杂。这些相聚在一起的杂岩, 拼接之前也许相隔千里, 互不相干。

### 3.3 太古宙晚期至元古宙阶段

这个时期地壳演化进入了一个新阶段。由于大的地块拼接, 出现了明显的线型构造: 除了断裂带、韧性剪切带外, 还有敛合型火山岩带、岩基带以及大型克拉通盆地。

基底构造单元拼接时, 虽是压性构造环境, 但由于挤压程度或相拼块体边界形态等方面的

原因, 有时会留下残海海盆。其发展趋势是盆地由大到小, 海水由深到浅。这里是盖层发育的场所, 盖层发育趋势是由浅海相到滨海、湖泊海, 蒸发岩出现在晚期, 最后有时出现代表盆地封闭的类磨拉石建造。这种盖层在相序上和两侧基底单元可比性上, 与拉张环境下的‘拗拉谷’是不同的。

依据这些拼贴带和盖层盆地时空分布, 可以追索陆台的晚期演化。

### 参考文献:

- [1] 白 瑾. 五台山早前寒武纪地质[M]. 天津: 天津科技出版社, 1986.
- [2] 胡桂明. 华北陆台北缘地体构造与铁金矿产[M]. 北京: 地质出版社, 1998.
- [3] 刘敦一, 佩吉 R W, 康普斯顿 W, 伍家善. 太行山-五台山区前寒武纪变质岩系同位素地质年代学研究[J]. 中国地质科学院院报, 1984.
- [4] 兰玉琦. 冀东迁安太古代变质地质[M]. 长春: 吉林科学技术出版社, 1990.
- [5] 沈保丰, 等. 华北陆台太古宙绿岩带地质及矿产[M]. 北京: 地质出版社, 1994.
- [6] 孙大中. 冀东早前寒武纪地质[M]. 天津: 天津科技出版社, 1984.
- [7] 伍家善. 华北陆台早前寒武纪重大地质事件[M]. 北京: 地质出版社, 1991.
- [8] Howell D G, et al. Crustal evolution of northern Alaska inferred from sedimentology and structural relation of the Kandik basin [J]. Tectonics, 1987.
- [9] Condie K C. Plate tectonics and crustal evolution [M]. Third edition, Pergamon Press, 1989.
- [10] Mitchell A H G, Garson M S. Mineral Deposits and Global Tectonic Settings [M]. Academic press London- New York, . 1981.

## PRECAMBRIAN BASEMENTAL STRUCTURE AND CONTINENTAL PLATFORM EVOLUTION IN THE NORTH MARGIN AREA OF THE NORTH CHINA PLATFORM

HU Gui-ming

(Tianjin Geological Academy, Tianjin 300061, China)

**Abstract:** Basement of the North margin area of The North China platform includes separate tectonic units with different ages and characters. Their protoliths are mainly granitic plutons. Layered rocks occur as inclusions in varied sizes and are inlaid within the units. The units are collaged together by a serial tectonic events related spatially and temporally.

**Key words:** The North China continental platform; basement structure; continental platform evolution.