

# 华北克拉通基底绿岩的岩石 大地构造学研究\*

张福勤

(中国科学院地球物理研究所; 中国矿物资源探查研究中心, 北京 100101)

刘建忠 欧阳自远

(中国科学院地球化学研究所, 贵阳 550002)

## 摘 要

首先阐述了对早前寒武纪时期绿岩(变质火山-沉积建造)的岩石大地构造分类. 结合其它地质、地球物理和地球化学研究结果, 通过基底动力边界各项标志的识别, 新厘定了华北克拉通基底构造格架. 基底构造单元由大陆块壳和活动带组成. 大陆块壳是相对独立演化的地壳构造单元, 这时的活动带是内克拉通性质的基底构造带. 研究表明, 华北克拉通基底早前寒武纪时期不同阶段形成的大陆块壳有: 阴山-冀北联合块壳、鲁冀辽联合块壳、辽东联合块壳、胶北块壳、皖北块壳、太华块壳、阜平块壳、临汾块壳和东胜-桑干联合块壳. 基底活动带有: 大青山活动带、燕辽活动带、五台山活动带、中条山活动带、雁翎关活动带、夹皮沟活动带等. 认为绿岩是基底大地构造分区的重要物质标志, 基底绿岩可以划分为伸展台地型绿岩和裂谷带型绿岩, 后者发育于活动带前造山内克拉通裂谷盆地. 华北克拉通基底地质特征显示, 早前寒武纪时期构造动力学体制是内克拉通性质的.

**关键词** 绿岩, 华北克拉通, 岩石大地构造格架, 内克拉通硅铝盆地.

## 1 引 言

Windley 和 Sutton 将变质的太古宙火山-沉积建造(呈片麻岩杂岩状)称为绿岩<sup>[1]</sup>. 完整的绿岩建造具有三位一体结构, 即下部超基性或超镁铁质岩群、中部火山岩群(拉斑系/钙碱系/双峰系)和上部沉积岩群(BIF、燧石、石英岩、页岩、硬砂质浊积岩和磨拉石等). Condie<sup>[2]</sup>认为, 绿岩带主要分布在花岗质和片麻状岩石中, 呈线状到不规则状的向形盆地的表壳岩序列. 绿岩建造与围岩花岗片麻岩系常常构成花岗-绿岩带或花岗-绿岩区.

本文将早前寒武纪经受了不同程度变质的火山-沉积建造统称为绿岩建造, 将经历了强烈陆壳再造作用(continent-crustal reworking)尤其是重熔分异作用后绿岩建造的残留体或包体组合称为残留绿岩. 考虑到增生地壳以及早期硅铝壳后期经历一些复杂的相互关联的地质过程, 陆壳再造作用涵盖了变质、变形、混合、交代以及重熔作用等. 根据作者研究, 地壳的演化单元包括增生地壳和硅铝壳, 两种不同性质的相邻构造单元的陆壳再造

\* 国家自然科学基金资助项目(49573194).

本文 1998 年 1 月 16 日收到, 同年 4 月 30 日收到修改稿.

作用产物是有明显差异的。

对绿岩建造形成的构造背景,不同学者有不同理解<sup>[3-13]</sup>。已经提出的模式包括密度倒转模式、先存硅铝壳的盖层岩系<sup>[4]</sup>、残留原始扩张洋壳模式<sup>[9]</sup>、陨石冲击模式<sup>[8]</sup>、裂谷模式(大洋裂谷模式<sup>[7]</sup>和大陆裂谷模式<sup>[7]</sup>)、火山岛弧及活动陆缘边缘盆地模式<sup>[2,10]</sup>,其中大陆裂谷模式和岛弧及活动陆缘模式被广泛注意。大陆裂谷模式得到了绿岩建造地质证据的支持,岛弧及活动陆缘模式主要得到火山岩地球化学资料的支持。

近年来,包括中国华北在内的世界许多克拉通基底地质研究逐渐证实这样的—一个事实,即一个地区绿岩建造的发育是多时代的。中国华北冀东地区绿岩型表壳包体和再造残留地体就存在多时代特点<sup>[14]</sup>,而且,在同一地区不同时代的绿岩建造性质是随时间变化的<sup>[15,16]</sup>。这无疑说明,采用现代岛弧或活动陆缘模式还存在一定的问题。另外,绿岩建造的多样性往往使单一的模式置于无法解释的地步。因此,对于大陆克拉通基底复杂多变的绿岩建造及其残留体的演化特征,本文倾向于内克拉通增生—再造模式<sup>[17]</sup>;绿岩建造形成的原始构造环境,本文倾向于内克拉通伸展构造或裂谷模式<sup>[8]</sup>。部分绿岩型火山岩地球化学特征以及早期岩石普遍的钙碱性趋势,是不能简单地用现代板缘动力学模式加以解释的(另文论述)。

## 2 岩石大地构造分类

表 1 为早前寒武纪大陆克拉通基底绿岩的成因类型。

表 1 早前寒武纪大陆克拉通基底绿岩建造的成因类型

特 征	类 型	
	伸 展 台 地 型	裂 谷 带 型
分布特点	面型分布,可恢复成绿岩型表壳岩岩区	线形分布,为岩带
基底特征	具早期增生表壳建造或再造陆壳基底,较厚/较薄/未出露	一般具硅铝基底,薄或未出露
受陆壳再造程度	弱/中,呈层状岩系;强烈,呈包体组合	弱/中/强,一般呈层状岩系
区域演化特点	一个地区可以出现多时代绿岩增生,并经历多期再造作用	时代比较单一、集中
沉积建造类型	碎屑岩型或化学沉积物型	主要为碎屑岩型
火山岩特征	拉斑系、钙碱系和双峰系火山岩都有	主要为钙碱系和双峰系
主要形成时代	整个太古宙都可以形成	一般为新太古代至古元古代
伴生岩浆杂岩	TTG 质,可构成花岗-绿岩区或麻粒岩-绿岩区	TTG 质及花岗质,可构成花岗-绿岩带
伴生特征变质岩	中、低级变质的片岩、片麻岩或出现中、低压麻粒岩	可出现中、高压麻粒岩
特征区域构造	“等间距”穹盆构造或片麻岩褶皱椭圆形构造	区域线性构造
后增生地质背景	晚期弱或强再造地壳块体	内克拉通伸展构造带
绿岩形成的构造环境	区型伸展构造台地,区域面型火山作用和间隙期亚稳沉积 (内克拉通盆地)	裂谷带型火山作用和活动沉积互层 (裂谷盆地)
典型实例	北美 Superior 绿岩;津巴布韦 Bulawayan 绿岩;西澳 Pilbara 绿岩区;中国冀东迁安残留绿岩;印度 Kolar 残留绿岩;印度克拉通 Sagor 片岩;津巴布韦 Sabakwian 残留绿岩	冀东遵化—青龙绿岩带;五台山绿岩带;夹皮沟绿岩带;南部非洲 Limpopo 绿岩带等

大陆克拉通基底绿岩建造的发育是多期的,其形成的构造动力学背景是不同的,受后增生地壳再造作用的程度也往往存在明显的差异。大陆克拉通基底绿岩建造露头区特征变化多样,主要有以下几种产状:1)区域变质杂岩或 TTG 质岩浆杂岩中广泛分布的残留

包体或残留条带;2)呈各种弧线形或其它形态的残留绿岩地体;3)发生过低程度再造和低程度变质的、断续相连的、大面积发育的绿岩区(构造区);4)一定规模的具有区域走向的绿岩带(构造带)。

本文根据华北克拉通太古宙基底大地构造格架和绿岩建造的研究,综合全球绿岩建造研究资料,并结合 Condie<sup>[5]</sup>和 Groves 等<sup>[7]</sup>分类方案,将太古宙绿岩建造按照时间、空间、物质特征,即从岩石大地构造学角度提出一个综合分类方案(表 1)。其基本思想是:按时间、空间、建造性质和产出构造部位等要素的统一性,分为伸展台地型绿岩和裂谷带型绿岩;按绿岩建造受后增生或增生后陆壳再造程度及残留形态分为强再造绿岩和弱再造绿岩;按区域绿岩形成时间差异,分为区域早期绿岩和区域晚期绿岩。

### 3 华北克拉通基底绿岩岩石大地构造格架

#### 3.1 两类绿岩的空间分布及特征

华北两类绿岩建造的露头分布特点请参见图 1。

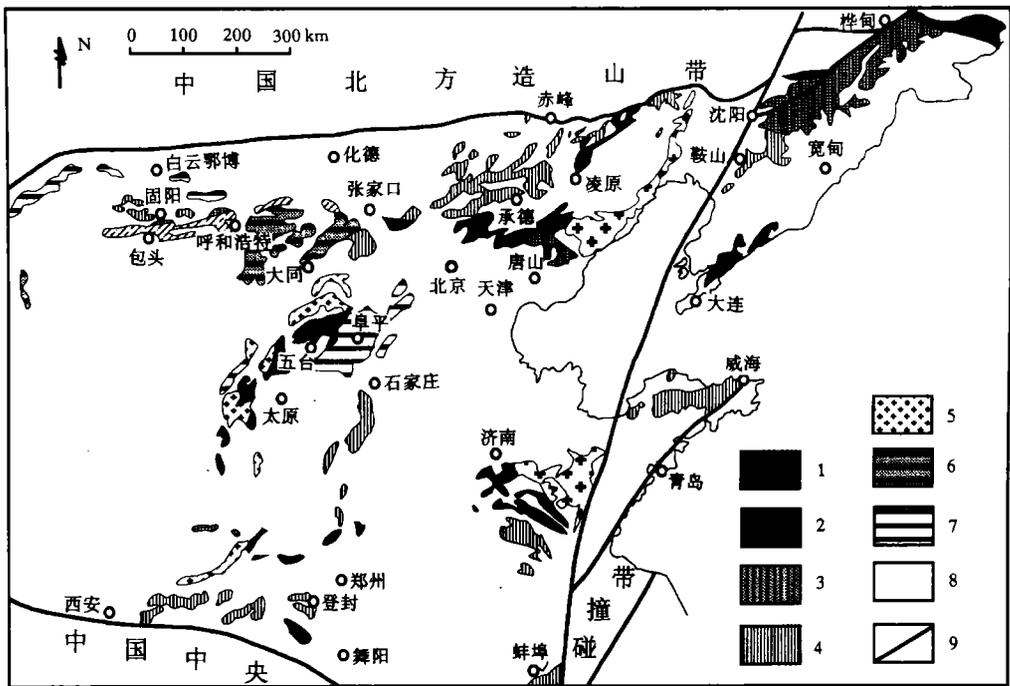


图 1 华北克拉通基底两类绿岩建造的露头分布

- 1. 麻粒岩相-高角闪岩相裂谷带型绿岩; 2. 角闪岩相裂谷带型绿岩; 3. 麻粒岩相花岗-绿岩区;
- 4. 角闪岩相花岗-绿岩区; 5. 钾质花岗岩区; 6. 麻粒岩相沉积岩区(孔兹岩区); 7. 角闪岩相沉积岩区;
- 8. 盖层覆盖区; 9. 区域边界大断裂。

华北克拉通基底伸展台地型绿岩大多呈残留绿岩,露头特征多为残留变质地体、残留包体以及残留条带等。沉积建造既有变质碎屑岩-泥岩类,也有变质化学沉积岩类。裂谷带

型绿岩中的火山岩既有钙碱系火山岩和拉斑系火山岩,也可以构成双峰系火山岩.裂谷带型绿岩的岩石学特征与伸展台地型绿岩没有本质区别,但其它地质特征如形成时代、构造环境、变形特点等与伸展台地型绿岩有明显不同.线形构造带特征、相对低的变质程度和后增生陆壳再造程度是区别于伸展台地型绿岩的一般标志.

华北克拉通基底早前寒武纪绿岩形成的时代参见表2和表3.

表2 华北克拉通基底不同大陆块壳火山-沉积建造的时间序列

序号	冀东块壳	桑干块壳	阜平块壳	冀北块壳	鲁西块壳	胶北块壳	太华块壳	辽东块壳
1	3.5—3.6Ga (B)	3.4—3.5Ga (B)						
2	3.2—3.3Ga (B)							
3	3.0—3.1Ga (B)				2.9—3.2Ga (B)		>3.0Ga(B)	
4		2.8—2.9Ga (B)	>2.9Ga (B)		2.7—2.8Ga (B)	2.8—2.9Ga (B)		2.8—3.0Ga (B)
5	2.6—2.7Ga (B)				2.6—2.7Ga (B)	2.6—2.7Ga (B)		
6	2.4—2.6Ga	2.4—2.6Ga (B)		2.3—2.6Ga (A)		2.4—2.6Ga		
7						1.6—2.4Ga	2.4—2.6Ga (B)	2.4—2.6Ga (B)
8							1.6—1.9Ga	1.6—2.0Ga

注:表中数值为同位素年龄(主要据文献[15]的汇编资料).(A),(B)分别代表伸展台地型绿岩中弱再造和强再造绿岩;未注明类型的增生期为含少量火山岩的富铝碎屑建造(孔兹岩系)或其它建造类型.

表3 华北克拉通基底不同活动带Ⅱ类绿岩建造的形成时间

序号	遵化—青龙	雁翎关	崇礼	夹皮沟	密云	金厂沟	五台山
1	3.0—2.7Ga						
2		2.8—2.7Ga	2.8—2.7Ga				
3				2.7—2.6Ga	2.7—2.6Ga	2.7—2.6Ga	
4							2.56—2.52Ga
5							2.35—1.9Ga*

\* 指作为叠加盆地建造的“津沱群”火山-沉积建造.

### 3.2 华北克拉通基底构造格架

用于确定大陆克拉通基底活动带的主要标志(另文论述)有:(1)区域晚期裂谷带型绿岩带,(2)含高压麻粒岩的麻粒岩相杂岩带,(3)区域晚期(TTG质)岩浆岩带,(4)具区域延伸的构造片岩带(大型韧性剪切带或强应变带),(5)基底高温混杂岩带(另文论述),(6)区域大型基底断裂带或岩相区分界,(7)具区域延伸的与两侧基底岩系中线呈高角度关系的对称的片理化构造带,(8)两侧地质特征与演化历史迥异的地质转变带,(9)区域地球化学场特征差异巨大的转折带,(10)地球物理场梯级带.

如图2所示,作者利用华北克拉通基底上述区域构造、岩石、地球化学和地球物理场方面的标志,将华北克拉通基底按照两种构造单元即大陆块壳(continental crustoblock)和

活动带(mobile belt),厘定出一个全新的构造格架。

所谓大陆块壳是指早前寒武纪时期由基底活动带分割的、长期演化(发生多期增生一再造作用)的、与相邻大陆块壳演化历史有异、地壳性质不同乃至存在明显区域化学不均一性的地壳构造单元,作者认为早前寒武纪时期的构造活动层圈不是具有现代特征的岩石圈(地壳和壳下岩石圈地幔),而是地壳<sup>[18]</sup>。

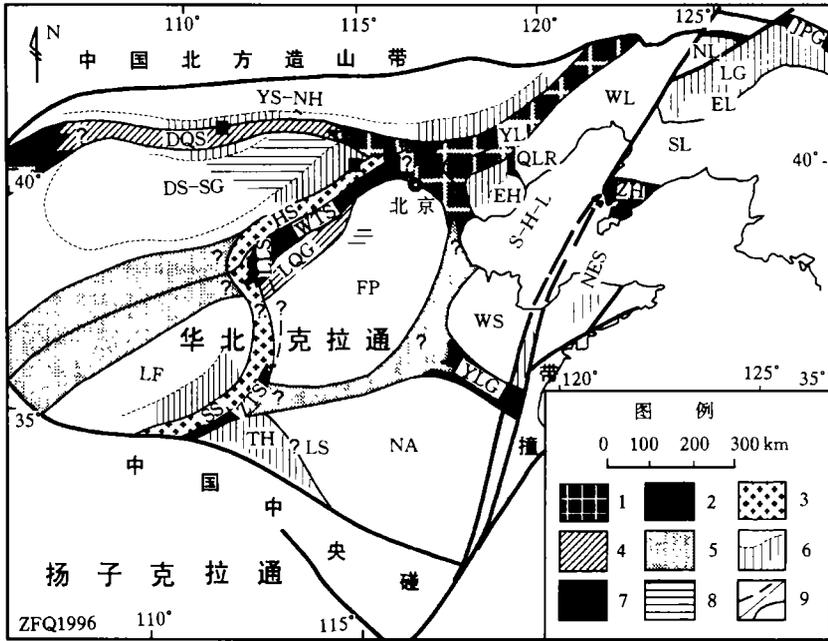


图2 华北克拉通太古宙基底构造格架与两类绿岩分布

1. 麻粒岩相裂谷带型绿岩;2. 角闪岩相裂谷带型绿岩;3. TTG 质岩浆岩带;4. 强应变构造带;5. 隐伏的基底构造带;6. 大陆块壳边缘抬升的麻粒岩相绿岩基底;7. 古元古代早期裂谷带型绿岩;8. 沉积型表壳岩区;9. 基底构造单元边界线。图中黑方块为高压变质岩出露位置。大陆块壳及变质地体: YS-NH 表示阴山-冀北联合块壳;DS-SG 表示东胜-桑干联合块壳;FP 表示阜平块壳;S-H-L 表示鲁冀辽联合变质地体;EH 表示冀东变质地体;WS 表示鲁西变质地体;WL 表示辽西变质地体;EL 表示辽东联合变质地体;NL 表示辽北变质地体;LG 表示龙岗变质地体;SL 表示辽南变质地体;NES 表示胶北联合变质地体;NA 表示皖北块壳;TH 表示太华块壳;LF 表示临汾块壳。活动带: DQS 表示大青山活动带(绿岩带、裂谷带与大型韧性剪切带复合构造带);YL 表示燕辽活动带(花岗-绿岩带);JPG 表示夹皮沟活动带(花岗-绿岩带);WTS 表示五台山绿岩带;HS 表示恒山 TTG 岩浆岩带;LQG 表示龙泉关强应变带(大型韧性剪切带);LLS 表示吕梁山裂谷带;SS 表示涑水 TTG 岩浆岩带;ZTS 表示中条山岩浆岩带;LS 表示鲁山活动带(花岗-绿岩带);YLG 表示雁门关活动带(花岗-绿岩带);QLH 表示青龙河裂谷带。

### 4 两类绿岩建造形成的动力学背景讨论

本文认为,绿岩建造的形成环境是各种内克拉通伸展盆地. 伸展台地型绿岩建造尤其是伴生台型沉积的绿岩建造如 Pilbara 绿岩区不可能形成于现代岛弧一类的挤压构造环

境.如果是洋盆环境,则基底的穹盆构造特点表明至少没有经历如 Wilson 旋回式的构造演化.

以研究得比较详细的 Superior 绿岩区为例<sup>[15,16]</sup>,该区明显存在至少两个时期的绿岩建造.较老的一种是分布在 Berens-Sachigo 地区大于 2.8Ga 的绿岩建造,伴生典型的台型沉积建造,以含成熟度高的石英杂砂岩、砾岩透镜体交互层,上覆碳酸盐岩和铁建造为特征.火山岩为玄武岩-流纹岩双峰火山岩系,沉积在年龄大于 3.0Ga 硅铝壳之上的浅水裂谷环境.世界上类似的绿岩建造如南部非洲 Kaapvaal 克拉通 Moodies 群,印度 Dhawar 克拉通 Bababudan 群,以及西澳 Pilbara 克拉通绿岩建造.在 Superior 克拉通 Wabigoon 地区,类似于这种火山-沉积建造的是 Lumby 群和 Steeprock 群,但年龄似乎要小一些.这一期绿岩建造受后增生陆壳再造程度相对要高,形成穹盆构造区.第二期绿岩建造发育于 Superior 绿岩区的中部和东部地区,年龄在 2.8—2.7Ga,火山岩主要为比较典型的钙碱性火山岩系,在 Abitibi 地区的 Timiskaming 群出现粗面质碱性火山岩,伴生典型的“槽型”沉积建造. Superior 绿岩区内部岩相近平行分带现象,可以简单地归结为后增生褶皱区剥蚀导致的不同深位建造的露头特点.从西北向东南方向时代似乎有渐新趋势<sup>[19]</sup>,这应该和整个 Superior 绿岩区的区域地质演化相联系,因为如此大规模的区域火山作用,不可能具有绝对的同时性,不同时代构造背景的差异与克拉通基底特征的横向变化及区域火山作用中心的迁移,可能是导致西北 Berens-Sachigo 地体的特征与东南部 Abitibi 地区“绿岩带”差异的主要原因.因而,作者认为不需要借助现代板块构造理论中的俯冲带模式解释该区地壳演化特征.对于绝大多数伸展台地型绿岩建造形成的具体构造环境,采用堑沟式盆岭构造(伸展构造)模型可以比较贴切地说明绿岩区内部的多样性.

裂谷带型绿岩带的成因机制同样不需挤压俯冲模型解释,关键证据是两侧邻近大陆块壳内部或周缘一般绝少同期盆地相火山沉积建造.另外,多数变质程度较低的裂谷带型绿岩建造内部,沉积建造内部往往发育特征的互层结构,即火山岩与碎屑岩互层,或同时在建造底部发育富硅铝的碎屑岩层以及砾岩层,或者保留了与邻侧大陆块壳的不整合接触.以华北五台山裂谷带型绿岩带为例,该绿岩带显示出硅铝基底的内克拉通伸展盆地建造的典型特征.

传统划分的“五台群”最下部是板峪口组,从下至上以一套含砾石英岩、长石石英岩-黑云变粒岩、黑云石英片岩、透闪大理岩、金云大理岩、透闪变粒岩-细粒石英岩为特征,不整合于“龙泉关群”片麻岩(可能属于五台绿岩盆地以前形成的强应变剪切构造带)之上(“铁堡不整合”).五台群其它组段出现了比较多的典型斜长角闪岩以及黑云变粒岩等相当于基性、酸性火山岩的变质岩,火山岩与沉积岩形成互层特点,表明五台群绿岩建造不可能是大洋盆地的沉积建造,而是典型的内克拉通硅铝盆地建造.与火山岩互层的伴生沉积建造有硅铁(石英岩及 BIF)建造、碎屑岩建造(硬砂质复理石建造?)、碳酸盐岩建造.沉积建造富碳,形成石墨.从区域关系上,五台山绿岩带在吕梁山地区向西南延伸,可能分割了东胜-桑干联合块壳与临汾块壳,古元古代时期的吕梁山-云中山活动带叠加并切过这一绿岩带.五台山绿岩带向东北延伸到云蒙山一带,切过燕辽活动带(从绿岩带演化而来的基底复合构造带).这种构造带之间的交切关系以及时空演化特征,可以确定五台山绿岩带中五台群绿岩建造形成于比较狭窄的“槽型”内克拉通硅铝盆地中,而不是宽阔的大洋盆地,绿岩带不具有蛇绿岩相同的构造和动力学涵义,后者所代表的是前造山期洋盆环

境和造山过程的岩石圈板块碰撞<sup>1)</sup>. 到目前为止,在早前寒武纪时期还没有发现代表岩石圈意义的物质标志,所以,作者认为早前寒武纪可能不存在现代意义的岩石圈,早期的活动构造层圈是地壳,而不是岩石圈. 早前寒武纪时期内克拉通构造动力学体制以及缺乏存在岩石圈物质标志的特征,是作者将被基底活动带分割的基底地块不称为板块而称为大陆块壳的重要理由.

时代相对更老、变质或受陆壳再造程度更高的裂谷带型绿岩带,如遵化—青龙绿岩带、鲁西雁翎关绿岩带等,情况要复杂一些. 遵化—青龙绿岩带内部暗示可能存在相对年轻的麻粒岩(这种年轻化的成因还需要讨论,但已经在世界许多地区发现). 雁翎关绿岩带内部发现有一些砾岩夹层. 这些都表明裂谷带型绿岩建造不大可能是岛弧或洋盆构造环境.

根据上述讨论,认为早前寒武纪绿岩建造产出的时空特点及构造环境有四种情形(图3). 第一种为横向变化不明显的伸展台地构造环境,绿岩建造发育以若干伸展中心作面型

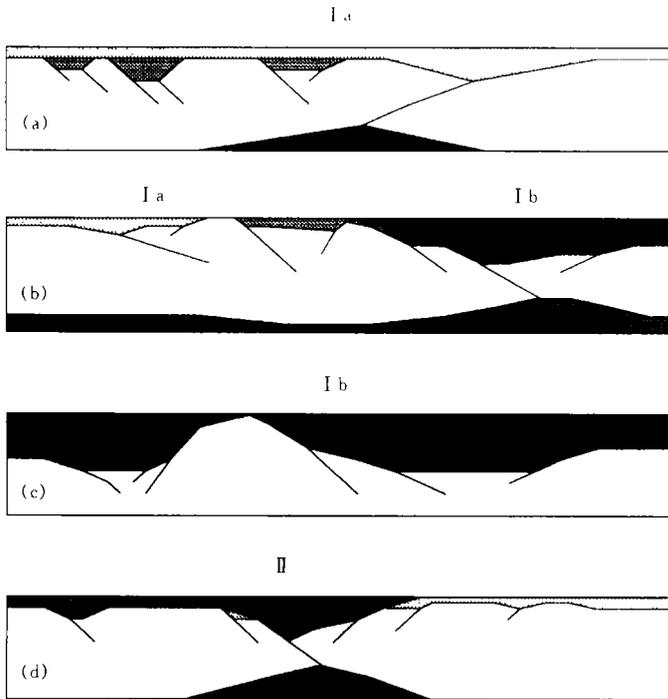


图3 早前寒武纪绿岩建造形成的构造环境

(a) 伸展台地型绿岩,双峰火山岩系和稳定沉积,横向变化不明显,演化时间长,图中记为 Ia; (b) 伸展台地型绿岩,双峰至钙碱性火山岩,伴生沉积可以从相对稳定沉积(Ia)至相对活动沉积(Ib),横向变化明显,演化时间较长; (c) 伸展台地型绿岩建造,钙碱性至双峰火山岩系,伴生相对活动沉积,存在横向变化,演化时间短; (d) 裂谷带型绿岩建造,钙碱性或双峰火山岩系,伴生活动沉积,内部可以分带,时代比较单一,演化时间或长或短,裂谷带型绿岩带两侧是其前盆地阶段形成的、相对稳定的大陆块壳.

展布,伴生典型的台相沉积,出现碳酸盐岩、大面积延伸的铁建造等化学沉积,如西澳

1) 蛇绿岩中所包含的特征镁质超镁铁岩( $m/f > 6.5$ ),这是由于地幔中作为易熔组分的单斜辉石选择性熔融形成拉斑玄武岩浆以后,残留地幔将因富含斜方辉石和橄辉石而具有高的镁/铁比值,在构造特征上具有变形特征,显示构造侵位;在地球化学上显示了玄武岩浆大量抽提以后亏损特征;在动力学特征上,显示发生碰撞的构造层圈为岩石圈(岩石圈地幔参与了碰撞过程). 绿岩中的超镁铁岩一般不具有上述特征,属于铁质超镁铁岩.

Pilbara的Warrawoona群、Yilgarn的Norseman-Wiluna层序之下的地层单元和加拿大Superior省Uchi绿岩建造,火山岩系主要为双峰系或拉斑系.第二种为复合环境,绿岩建造横向变化明显,从典型的台地相直到向地槽相过渡的火山沉积都有,这一环境既有同时性的“相变”,也有时代存在差异的构造环境的演变,如Superior克拉通从西北向东南就存在明显的横向变化,津巴布韦克拉通以及西澳Yilgarn克拉通也应存在这种变化,这与区域火山作用发育的不均匀性有关,火山岩系既有双峰系也有钙碱系.第三种是典型的“槽相”环境,沉积建造以比较厚的碎屑岩为主,碳酸盐岩较少,这种绿岩建造出露区一般见不到前增生基底,推测前增生硅铝基底比较薄,陆壳伸展幅度较大所致,如Superior的Abitibi绿岩区,火山岩系以钙碱系为主,甚至出现碱性火山岩.上述三种环境为“面型”伸展构造背景即所谓伸展台地环境,主要增生伸展台地型绿岩建造.第四种环境为“带型”伸展构造环境,区域上比较易于分辨,以出现在晚太古代的线形构造带为特点,发育裂谷带型绿岩建造,沉积建造为碎屑建造为主,火山岩系以双峰系/钙碱系或过渡型火山岩为特征.对于两类绿岩型火山岩系的岩石地球化学特征,将另文发表.

### 参 考 文 献

- 1 张秋生等. 中国早前寒武纪地质及成矿作用. 长春:吉林人民出版社,1984
- 2 Condie K C. Archaean Greenstone Belt. Amsterdam: Elsevier, 1981
- 3 李俊建. 太古代绿岩带研究现状. 国外前寒武纪地质, 1992, (3): 50—63
- 4 Platt J P. 太古宙绿岩带——大地构造假说的构造检验. 高亚东译. 国外前寒武纪地质, 1981, (3): 41—52
- 5 Condie K C. Plate Tectonics and Crustal Evolution. 3rd ed. New York: Pergamon Press, 1989
- 6 Condie K C, Hunter D R. Trace element geochemistry of Archaean granite rocks from the Barberton region, South Africa. *Earth Planet. Sci. Lett.*, 1976, **29**: 389—400
- 7 Groves D I, Batt W D. Spatial and temporal variations of Archaean metallogenic associations in terms of evolution of granitoid-greenstone terrains with particular emphasis on the Western Australian shield. In: Kroner A, Hanson G N, Goodwin A M ed. Archaean Geochemistry. New York: Springer-Verlag, 1984. 73—98
- 8 Green D H. Archaean greenstone belts may include terrestrial equivalents of Lunar Maria. *Earth Planet. Sci. Lett.*, 1972, **15**: 263—270
- 9 Glikson A Y. Earliest Precambrian ultramafic-mafic volcanic rocks: Ancient oceanic crust or relict terrestrial maria? *Geology*, 1976, **4**: 201—206
- 10 Tarney J, Dalziel I. W, De Witt M J. Margin basin “rocas verds” complex from Southern Chile: A model for Archaean greenstone formation. In: Windley B F ed. The Early History of the Earth. New York: Wiley, 1976. 131—146
- 11 Windley B F. The Evolving Continents. 2nd. ed. John Wiley & Sons, 1984.
- 12 Barley M E, Groves D I. Deciphering the tectonic of Archaean greenstone belts: The importance of contrasting histories and the distribution of mineralization in the Yilgarn craton, Western Australia. *Precam. Res.*, 1990, **46**: 3—20
- 13 Thurston P C, Chivers K M. Secular variation in greenstone sequence development emphasizing Superior Province, Canada. *Precamb. Res.*, 1990, **46**: 21—58
- 14 伍家善等, 华北陆台前寒武纪重大地质事件. 北京: 地质出版社, 1991.
- 15 Card K D. A review of the Superior Province of the Canadian Shield, a product of Archaean accretion. *Precam. Res.*, 1990, **48**: 99—156
- 16 Poulsen K H et al. Archaean tectonic and metallogenic evolution of the Superior Province of the Canadian shield. In: Gaal G, Schulz K J. ed. Precambrian Metallogeny related to Plate Tectonics. *Precam. Res.*, 1992, **58**(1—4): 25—54
- 17 张福勤. 前寒武纪大陆壳体构造理论: 华北克拉通早前寒武纪基底构造格架、地壳演化及其与区域地球化学不均一性的关系研究[博士论文]. 贵阳: 中国科学院地球化学研究所, 1995.

- 18 张福勤, 欧阳自远, 地球构造圈演化的两个阶段——从大陆地壳到岩石圈. 壳幔相互作用与岩石圈演化学术讨论会论文摘要集, 1997, 北京
- 19 Krapez, B. Sequence stratigraphy of the Archaean supracrustal belts of the Pilbara block, Western Australia. In: Blake T S, Meakins ed. Archaean and early Proterozoic geology of the Pilbara region, Western Australia. *Precam. Res.*, 1992, 60:1—45

## GREENSTONE PETRO-TECTONIC FRAMEWORK OF CRATONIC BASEMENT, NORTH CHINA

ZHANG FU-QIN

(*Institute of Geophysics; The Research Center for Mineral Resources Exploration,  
Chinese Academy of Sciences, Beijing 100101, China*)

LIU JIAN-ZHONG OUYANG ZI-YUAN

(*Institute of Geochemistry, Chinese Academy of Sciences, Guiyang 550002, China*)

### Abstract

In the basis of the petro-tectonic classification of early Precambrian greenstone and some other research works such as regional geological, geophysic and geochemical analysis, the authors show a new basemental tectonic framework, North China craton according to structural and petrological marks (greenstone belt, granulite belt, TTG belt, ductile belt etc). Greenstone belt can be regarded as a significant material mark for ascertaining a dynamic tectonic mobile belt.

**Key words** Greenstone, North China craton, Petro-tectonic framework, Intracratonic sialic basin.

**作者简介** 张福勤,男,1964年生,1986,1989年在南京大学获得学士学位和硕士学位,1995年在中国科学院地球化学研究所获博士学位,1996—1998年在中国科学院地球物理研究所从事博士后研究,现为中国科学院地球物理研究所副研究员.主要从事早前寒武纪地壳演化与大陆动力学等方面的研究.