

## 内蒙古乌斯尼黑蛇绿混杂岩带形成时代的地质新证据

鲍庆中<sup>1</sup>, 张长捷<sup>1</sup>, 吴之理<sup>2</sup>

(1. 沈阳地质矿产研究所, 辽宁 沈阳 110034; 2. 内蒙古地质矿产勘查院, 内蒙古 呼和浩特, 010010)

**摘要:** 贺根山-乌斯尼黑蛇绿混杂岩带的属性和形成时代存在明显的认识上的分歧。早期认为是二叠纪侵入的超镁铁质岩体。该超镁铁质岩体侵入了下二叠统格根敖包组, 并被哲斯组地层不整合覆盖, 形成时代为二叠纪。20世纪80年代以来, 通过中国北方板块构造研究, 在硅质岩中采集到的一系列化石资料表明, 贺根山地区蛇绿混杂岩的形成时代应为中一晚泥盆世或更早。笔者在野外调查过程中发现, 蛇绿混杂岩顶部的古风化壳及晚石炭世一早二叠统格根敖包组不整合于其上, 因此认为乌斯尼黑蛇绿混杂岩带的形成不晚于晚石炭世。

**关键词:** 蛇绿混杂岩带; 古风化壳; 不整合面; 形成时代; 地质证据; 乌斯尼黑; 内蒙古

## NEW GEOLOGICAL EVIDENCES FOR THE FORMING AGE OF WUSINIHEI OPHIOLITIC MÉLANGE IN INNER MONGOLIA

BAO Qing-zhong<sup>1</sup>, ZHANG Chang-jie<sup>1</sup>, WU Zhi-li<sup>2</sup>

(1. Shenyang Institute of Geology and Mineral Resources, Shenyang 110032, China; 2. Inner Mongolia Institute of Geology and Mineral Resources Exploration, Hohhot 010010, China)

**Abstract:** Arguments remain on the structure environment and forming age of the Hegenshan-Wusinihei ophiolitic mélangé. It used to be considered the ultramafic intrusive rock into the Permian Gegenaobao formation, covered unconformably by Zhesi formation. Since 1980s, with the discovery of radiolarian fossils in associated silicalite, the ophiolitic mélangé was dated Early-Middle Devonian or earlier. During field survey, the authors found paleo-weathering crust on the top of the rock series and disconformity between the ophiolitic mélangés and Gegenaobao formation of Late Carboniferous-Early Permian. Therefore the ophiolitic mélangé should be formed before Late Carboniferous.

**Key words:** ophiolitic mélangés belt; paleo-weathering crust; unconformity; forming age; geological evidence; Wusinihei in Inner Mongolia

### 1 形成时代沿革

乌斯尼黑蛇绿混杂岩出露于内蒙古锡林浩特东北部, 属于索伦山-贺根山蛇绿混杂岩带的东延部分。关于索伦山-贺根山-乌斯尼黑蛇绿混杂岩带的属性和形成时代, 存在明显的认识上的分歧。①早期认为是二叠纪侵入的超镁铁质岩体, 该超镁铁质岩体侵

入了下二叠统格根敖包组, 并被哲斯组地层不整合覆盖<sup>①</sup>, 形成时代为二叠纪<sup>[1-10]</sup>。②20世纪80年代以来, 通过中国北方板块构造研究及在硅质岩中采集到的一系列化石资料, 表明贺根山地区蛇绿混杂岩的形成时代应在中一晚泥盆世或更早<sup>[11-20]</sup>。③贺根山地区与蛇绿岩有关的放射虫硅质岩中的放射虫时代为中—

收稿日期: 2010-12-29; 修回日期: 2011-02-22. 编辑: 李兰英.

基金项目: 中国地质调查局地质调查项目(200213000026)资助.

作者简介: 鲍庆中(1964—), 男, 博士, 教授级高级工程师, 主要从事区域地质矿产研究, 通信地址 沈阳市黄河北大街1号16楼, E-mail//baoqingzhong2008@163.com

①阿尔山宝力格幅1:20万区域地质调查报告. 1974. 贺根山幅区域地质调查报告. 1974.

晚泥盆世<sup>[21]</sup>。④据地矿部天津地质矿产研究所(1975)所作的 2 个纯橄岩全岩 K-Ar 法年龄均为 346 Ma, 斜辉橄榄岩为 380 Ma<sup>[22]</sup>, 说明贺根山蛇绿岩形成时代应为中泥盆世—早石炭世。⑤在索伦山岩块周围的石炭纪地层与蛇绿岩呈断层接触, 下二叠统底部砾岩直接覆于蛇绿岩块之上, 该砾岩中含有蛇绿岩砾石, 据此断定蛇绿岩的形成早于二叠纪; 索伦山带与玄武岩伴生的灰岩透镜体中含有簇科化石 *Profusulinella* sp.<sup>[22]</sup>, 由此看来其形成时代为中石炭世或更早一些。⑥在贺根山蛇绿岩剖面的硅质岩中含有 *Entactinia* sp., *Tetrentactinia* sp. 等放射虫化石, 其时代为中—晚泥盆世; 夹于玄武岩内的灰岩透镜体含有珊瑚化石 *Thamnopora*, *Favosites* sp. 等, 时代为中泥盆世<sup>[22]</sup>。⑦贺根山地区蛇绿岩的 Sm-Nd 等时线年龄为  $403 \pm 27$  Ma<sup>[23]</sup>。⑧作者等在野外调查过程中发现: 乌斯尼黑蛇绿混杂岩顶部具有古风化壳, 晚石炭世—早二叠世格根敖包组角度不整合覆盖在古风化壳之上<sup>①</sup>, 认为其形成不晚于晚石炭世。

## 2 乌斯尼黑蛇绿混杂岩带地质-岩石学特征

分布于西乌珠穆沁旗西北部的乌斯尼黑地区, 其西延部分即为著名的索伦山-贺根山蛇绿混杂岩带。主体呈 NEE 向展布。岩石组成以原始地幔超镁铁质岩为主, 少量的辉长岩和辉绿岩脉(墙), 上覆岩系可见变质玄武岩和硅质岩, 呈零散的块体夹杂于超镁铁质岩组合之中。

测区内乌斯尼黑蛇绿混杂岩带呈 NEE 向带状展布(见图 1), 出露于测区西北部的哈丹呼舒-艾很延昭一带, 同属索伦山-贺根山蛇绿混杂岩带, 与区域构造线方向一致。

乌斯尼黑蛇绿混杂岩带总面积 33.3 km<sup>2</sup>, 其上被格根敖包组不整合覆盖, 致使蛇绿混杂岩带呈近东西向的 3 个亚带出露。自南而北分布如下。

①艾很延昭亚带: 东西出露长约 11 km, 中部最宽约 6 km, 东西两端被第四系草原砂土覆盖, 南北被格根敖包组不整合覆盖。岩体呈不规则纺锤形出露, 与辉长岩共生。岩体走向 50~70°。

②吉力很萨那亚带: 位于中部, 与辉长-辉绿岩共生。东西出露长约 8 km, 平均宽度 2~3 km, 东端狭小, 西端较宽。岩体走向 50~70°。东西两端均被第四系草原砂土覆盖, 南北两侧被格根敖包组不整合覆盖。

③哈丹呼舒亚带: 位于北部, 东西出露长度约

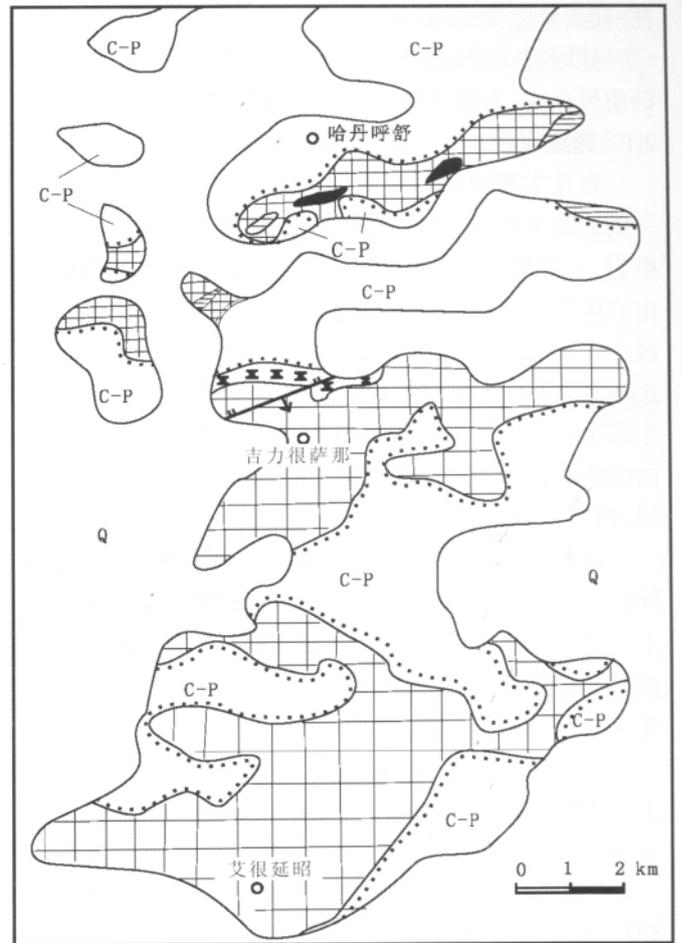


图 1 乌斯尼黑蛇绿混杂岩分布图

Fig. 1 Distribution of Wusinihei ophiolitic mélangé

1—第四系(Quaternary); 2—石炭-二叠纪地层(Carboniferous-Permian strata); 3—超镁铁质岩石(urtromafic rocks); 4—辉长辉绿岩(gabbro-dolerite); 5—强劈理化变质玄武岩(strongly cleavaged metamorphic basalt); 6—硅质岩(silicalite); 7—角度不整合界线(angular unconformity)

10 km, 西部宽处约 2 km, 东部变窄。岩体走向约 70°。南被格根敖包组不整合覆盖, 北被阿木山组不整合覆盖。

虽然测区蛇绿岩出露极差, 但蛇绿岩的各个岩石单元均有出露, 可与世界上典型蛇绿岩对比。地幔岩石有二辉辉橄岩、斜辉辉橄岩、纯橄岩, 少量的堆晶杂岩, 包括橄榄岩、含长纯橄岩和辉长(辉绿)岩; 辉长(辉绿)岩席状岩墙群(在梅劳特乌拉地区大面积发育); 蛇绿岩之上覆岩系有变质玄武岩和硅质岩。

蛇绿岩各组成部分变形变质特征差别非常大, 构造线方向主体以 NEE 向为主, 但各个岩块之间差别较大。各块体之间均为构造接触, 以构造岩片的形式交织

①中国地质调查局. 内蒙古西乌珠穆沁旗幅 1: 25 万区域地质调查报告. 2003.

在一起,称之为蛇绿混杂岩。

蛇绿混杂岩后期风化强烈,地表表现为碳酸盐化、硅质风化壳,为超镁铁质岩地表风化淋滤的产物。

### 2.1 超镁铁质岩

岩性主要由斜辉辉橄岩组成。其中夹杂有大小不一的岩浆分离体,诸如单辉辉橄岩、纯橄橄岩、二辉辉橄岩、二辉橄橄岩、橄辉岩及辉石岩等。空间上表现出由岩体边部至中心镁铁质组分增高的特点,如岩体边缘主要为二辉辉橄岩以及少量单辉辉橄岩等包体,大小不等,由几十米到数千米,较宽大者均分布于各岩体东部边缘,岩体中心部分包体则多以透镜状或椭圆状的纯橄橄岩为主,局部偶见有橄橄岩、单辉斜辉辉橄岩、橄辉岩的同源包体。

斜辉辉橄岩:为组成超镁铁质岩体的主要岩石。黑绿色-褐绿色,块状及片状构造,橄橄石含量70%以上,已全部蚀变为蛇纹石,形成网格状构造;斜方辉石晶形不完整,含量为5%~28%,一般为10%~15%,均蚀变为绢石,铬尖晶石少量。

纯橄橄岩:黑色-灰绿色及紫色,橄橄石占95%以上,全部被蛇纹石交代,呈网格状构造。铬尖晶石少于5%。

二辉橄橄岩、单斜斜辉辉橄岩:灰绿色-灰黑色,辉石含量5%~30%,单斜辉石含量略少于斜方辉石。当单斜辉石减少至3%~7%,则为单斜斜辉辉橄岩。主要分布在超镁铁质岩的边缘。

### 2.2 辉绿岩、辉绿玢岩

主要分布于中部吉力很萨那亚带,主要有变质辉长岩、变质辉绿玢岩,呈脉状侵入。

变质辉绿岩:分布于岩体中部及南部。岩石呈灰绿色,变余辉绿结构,块状构造。矿物成分:斜长石含量为45%,已绿帘石化;辉石15%,多已变为次生纤闪石;钠黝帘石20%;次闪石20%。矿物次生变化强烈,斜长石黝帘石化,辉石次闪石化和绿帘石化。副矿物中含微量铁矿。

蚀变辉绿玢岩:呈脉状产于变质辉绿岩中,灰绿色、斑状结构,基质为辉绿结构,块状构造。斑晶为拉长石(绿帘石化)15%,粒径0.8~1.4 mm;基质由斜长石35%,次生绿帘石、绿帘石40%和方解石10%组成。

### 2.3 变质玄武岩

呈带状产出,岩石由一系列透镜体组合而成并紧密胶结在一起,局部透镜体规模较大,而且表面非常光滑,组成透镜体的岩石具有明显的条纹状、条带状构造。浅色条纹非常细,由绿帘石石英细脉组成。多数呈

角砾岩形式出现,角砾由条纹状变形玄武岩组成。

镜下见岩石主要由阳起石(角闪石蚀变而来)、斜长石和绿泥石组成,偶见石英。阳起石具有明显的定向排列,含量约30%,他形,长轴方向呈锯齿状、火焰状,表面新鲜,晶体相对较大;斜长石,为钠长石-更长石,他形-半自形,具碎裂特征,与阳起石一起组成似斑晶(变斑晶)。基质由颗粒非常微小的斜长石、绿泥石组成,定向分布。

### 2.4 硅质岩

该岩石为浅蓝灰色,具块状、角砾状(由不同粒级的硅质岩质角砾(砾石)组成)、条纹状、网脉状构造,局部片状构造。多呈小的块体夹杂于超镁铁质岩组合之中。展布方向及内部构造线均与蛇绿混杂岩带的主体构造线方向不一致。由于岩石坚硬,地貌上构成尖山而突出于地表。

显微镜下见岩石为极细粒的石英糖粒状集合体(95%以上),具较多的针状矿物(玉髓)放射状集合体,裂隙发育,肠状,内充填钠长石石英脉,粒度相对较大,糖粒状石英微粒略具定向。偶见似放射虫化石遗迹。

## 3 蛇绿混杂岩带构造变形特征

乌斯尼黑地区分布有岩石组合比较齐全的蛇绿岩,呈NE-NEE向带状展布。该带蛇绿混杂岩由二辉橄橄岩+斜辉辉橄岩(亏损上地幔的组成部分)、超镁铁质和镁铁质堆积杂岩+块状辉长岩和变质基性火山岩+硅质岩(上覆岩系)组成。

### 3.1 超镁铁质岩组合的变质变形作用

测区超镁铁质岩露头极差,但前人曾挖了大量的浅井,得以概略的观察超镁铁质岩的变形变质作用。

超镁铁质岩的变质作用极其强烈,多已蚀变为蛇纹岩、碳酸盐化蛇纹岩、绢石化蛇纹岩等,原生矿物仅保留了晶体假象。岩石具块状、片状及透镜状构造。

超镁铁质岩的变形作用也非常强烈,岩石主体呈透镜状、块状、角砾状、片状构造产出。大小不一的透镜状块体相互镶嵌在一起是超镁铁质岩变形的主要特征。任何一块超镁铁质岩标本,几乎总是透镜状或豆荚状多面体,每个岩石自然面上均为很光滑的凹凸不平的滑动面,均有滑动擦痕,且各个面上的擦痕方向多不相同(图2),反映了冷侵入的特点。部分超镁铁质岩内见较多的硅质、碳酸盐岩网脉穿切,使超镁铁质岩破碎明显,外观似角砾状。风化后呈蜂窝状、硅质骨架状,组成古风化壳,呈紫红色、褐红色。

### 3.2 上覆岩系的变形特征

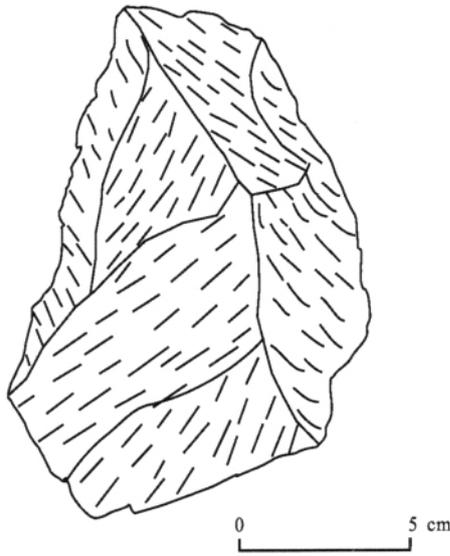


图 2 透镜状蛇纹岩各个面具有不同方向的划痕线理示意图  
Fig. 2 Sketch of slip-marks in different directions on surfaces of lentiform serpentinite

上覆岩系主要为-硅质岩和海底拉斑玄武岩系列岩石出露于测区北西部的乌斯尼黑蛇绿混杂岩带的北部边缘的石灰窑附近. 组成岩石主要包括兰灰色、灰绿色硅质岩, 片理化蚀变拉斑玄武岩, 硅质岩与蚀变玄武岩多呈互层产出.

硅质岩宏观上为块状、角砾状、条纹状和网脉状构造, 局部为片状构造, 岩石坚硬而呈正地形.

变质玄武岩地表表现为正地形, 宏观上呈带状产出, 岩石由一系列北倾的透镜体混杂而成并紧密胶结在一起, 局部透镜体规模较大, 透镜体各个面均呈羊背石状弯曲, 而且非常光滑, 各个面上镜面滑动擦痕明显且方向各异, 显示了典型的构造侵位特征.

#### 4 结论与讨论

对于贺根山-乌斯尼黑蛇绿混杂岩带的属性和形成时代, 笔者已进行了叙述. 笔者根据区调工作及综合区域资料, 认为西伯利亚板块与华北板块拼合时间上限为晚泥盆-早石炭世. 同位素年龄证据固然重要, 但野外地质证据更是不容置疑的直接证据. 主要地质证据叙述如下.

①乌斯尼黑蛇绿混杂岩由二辉橄榄岩+斜辉辉橄岩(亏损上地幔的组成部分)、超镁铁质和镁铁质堆积杂岩+块状、脉状辉长岩(席状岩墙群)及变质基性火山岩+硅质岩(上覆岩系)组成. 作者在蛇绿混杂岩顶部与上覆盖层岩系的接触处发现普遍发育有明显的碳酸盐化、硅化的古风化壳.

②蛇绿混杂岩变形变质(退变质-蚀变)极其强烈, 晚石炭-早二叠世格根敖包组碎屑岩系未明显变形, 且呈角度不整合覆盖于前者之上(图 3、4).

③在格根敖包组底部存在数米厚的底砾岩性质的

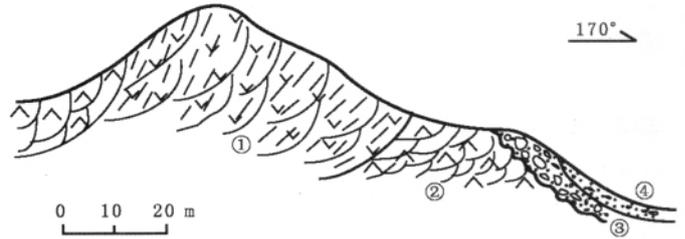


图 3 晚石炭-早二叠世格根敖包组不整合覆于蛇绿混杂岩之上信手剖面图

Fig. 3 Sketch section of unconformable contact between Gegenaobao fm. and ophiolitic mélangé

1-透镜状阳起斜长片岩(变拉斑玄武岩)(lentiform plagioclase schist/metamorphic tholeiite); 2-蛇纹岩(变斜辉辉橄岩)(serpentinite/metamorphic pyroxene peridotite); 3-玄武安山质沉底砾岩(basaltic-andesitic sedimentary basal conglomerate)



图 4 晚石炭-早二叠世格根敖包组陆源碎屑沉积岩不整合覆盖在蛇绿混杂岩之上

Fig. 4 Unconformable contact between the terrigenous clastic sedimentary rock of Gegenaobao fm. and ophiolitic mélangé

1-硅质岩(silicalite); 2-变质玄武岩(metamorphic basalt); 3-蛇纹石化橄榄岩(serpentinized peridotite); 4-格根敖包组含硅质岩砾石粗粒长石蛇纹石英砂岩(macrograined feldspar quartz sandstone of Gegenaobao fm.)

含灰绿色、浅蓝灰色硅质岩的沉积角砾岩、蛇纹石砂粗碎屑岩层.

根据野外第一手资料, 并结合邻区资料, 证明乌斯尼地区黑蛇绿混杂岩形成于晚古生代早期的晚泥盆-早石炭世, 为目前在内蒙古东部古亚洲洋构造域发现的年代最新的蛇绿混杂岩. 该蛇绿混杂岩可与国内外典型的蛇绿岩组合进行对比. 它们作为古亚洲洋的洋

壳残片,代表了中朝古板块和西伯利亚古板块最后碰撞对接的产物<sup>[24-27]</sup>.

参加野外考察的还有张允平、朱洪森、王宏、桑家和、金鑫、李伟、刘永生.李之彤研究员对本文提出了宝贵的修改意见.在此对他们表示衷心的感谢!

#### 参考文献:

- [1]刘长安,单际彩.试论蒙古-鄂霍茨克海带古板块构造的基本特征[J].长春地质学院学报,1979,(2):15—22.
- [2]任纪舜,姜春发,张正坤,等.中国大地构造及其演化——1:400万中国大地构造图简要说明[M].北京:科学出版社,1980.
- [3]HUANG Ben-hong. Permo-Carboniferous flora of Tianshan-Xingan foldbelt [J]. A monthly Journal of Science (Kexue Tongbao), 1980, 25 (11): 933—936.
- [4]黄本宏.东北北部石炭二叠纪陆相地层及古地理概况[J].地质论评,1982,28(5):395—401.
- [5]王平.内蒙古达茂旗巴特敖包地区的西别河剖面与西别河组[J].吉林大学学报:地球科学版,2005,35(4):409—413.
- [6]郭伟,林英钰,刘广虎.内蒙古西乌旗地区早二叠世皱纹珊瑚化石组合及其地质意义[J].吉林大学学报:地球科学版,2003,33(4):399—405.
- [7]王鸿祯.从活动论观点论中国大地构造分区[J].地球科学:武汉地质学院学报,1981,(1):42—66.
- [8]李春昱,王荃,刘雪亚.中国的内生矿产与板块构造[J].地质学报,1981,55(3):195—204.
- [9]李春昱,等.亚洲大地构造图及说明书[M].北京:地质出版社,1982.
- [10]李春昱,王荃,刘雪亚,等.亚洲大地构造演化[J].中国地质科学院院报,1984(10):3—11.
- [11]黄汲清.中国大地构造特征的新研究[J].中国地质科学院院报,1984(9):5—17.
- [12]肖序常,刘涌泉.内蒙古地质的几点新认识[J].地质学报,1962(4):379—387.
- [13]唐克东,苏养正,王莹.乌拉尔-蒙古褶皱区东部地质发展的某些特点[J].沈阳地质矿产研究所所刊,1982(3):1—14.
- [14]张允平,唐克东,苏养正.由陆壳增生旋回的观点试论内蒙古中部地区的加里东运动[A]//中国北方板块构造论文集.北京:地质出版社,1986(1):102—114.
- [15]邵济安.内蒙古中部早古生代蛇绿岩及其在恢复地壳演化历史中的意义[A]//中国北方板块构造论文集.北京:地质出版社,1986(1):158—172.
- [16]Zhang Y P, Tang K D. Pre-Jurassic tectonic evolution of intercontinental region and the suture zone between the north China and Siberian platforms [J]. Journal of Southeast Asia Earth Science, 1983, 3 (1-4): 47—55.
- [17]胡晓,许传诗,牛树银.华北地台北缘早古生代大陆边缘演化[M].北京:北京大学出版社,1990:215.
- [18]刘家义.内蒙古贺根山地区蛇绿岩研究及构造意义[A]//中国北方板块构造论文集.北京:地质出版社,1983(1):117—137.
- [19]曹从周,杨芳林,田昌烈,等.内蒙贺根山地区蛇绿岩及中朝板块和西伯利亚板块之间的缝合带位置 [A]//中国北方板块构造论文集.北京:地质出版社,1986(1):164—86.
- [20]王荃,等.中国华夏与安加拉古问的板块构造[M].北京:北京大学出版社,1991.
- [21]Muan A, Osborn E F. Phase equilibria at liquidus temperatures in system MgO-FeO-Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>-SiO<sub>2</sub> [J]. Amer Ceramic Soc Jour, 1956, 39: 121—140.
- [22]梁日暄.内蒙古中段蛇绿岩特征及地质意义[J].中国区域地质,1994(1):37—45.
- [23]包志伟,陈森煌,张祯堂.内蒙古贺根山地区蛇绿岩稀土元素和Sm-Nd同位素研究[J].地球化学,1994,23(4):339—349.
- [24]唐克东.中朝陆台北侧褶皱带构造发展的几个问题[J].现代地质,1989,3(2):195—204.
- [25]Tang K D. Tectonic development of Paleozoic fold belts at the north margin of the Sino-Korean craton [J]. Tectonics, 1990, 9(2): 249—260.
- [26]邵济安.中朝板块北缘中段地壳演化[M].北京:北京大学出版社,1991:136.
- [27]唐克东,等.中朝板块北侧褶皱带构造演化及成矿规律[M].北京:北京大学出版社,1992:227.