

# 内蒙古阿拉善地区前寒武纪变质基底 阿拉善群的再厘定

耿元生 王新社 沈其韩 吴春明

(中国地质科学院地质研究所, 北京 100037)

**摘要:**原划分的阿拉善群包含了时代、成因各异、构造样式有别、变质程度不同的变质地层和变形深成片麻岩体。作为一个岩石地层单元已不合适, 应予解体并重新厘定。根据目前的研究, 原阿拉善群可划分成 3 套变质地层单元和两个变形深成片麻岩杂岩。本区最古老的岩石地层单元为迭布斯格岩群, 由深变质的变质表壳岩系组成, 是区内的基底岩系。初步的锆石 SHRIMP U-Pb 年代学研究表明, 它们形成于 27 亿年左右, 属于新太古代。新建立的巴彦乌拉山岩组主要由变质火山岩组成, 是区内的火山岩系。目前获得的年龄为 2264 Ma 和 2271 Ma, 属于古元古代。重新厘定的阿拉善岩群主要由变质碎屑岩和变质碳酸盐岩组成, 是陆缘沉积岩系, 形成于古元古代晚期或更晚。波罗斯坦庙英云闪长质-花岗质片麻岩杂岩, 由早期的英云闪长质片麻岩和晚期的花岗质片麻岩组成。早期英云闪长质片麻岩形成于 18 亿年左右, 晚期的花岗质片麻岩大致形成于古生代期间。毕及格台花岗闪长质片麻岩杂岩主要由角闪斜长片麻岩、黑云斜长片麻岩等组成, 初步的同位素年龄测定结果显示它们的主期形成于 8~10 亿年的晋宁期。

**关键词:**阿拉善岩群; 前寒武纪; 再厘定; 内蒙古阿拉善地区

**中图分类号:** P534.1 **文献标识码:** A **文章编号:** 1000-3657(2006)01-0138-08

## 1 引言

阿拉善岩群系指分布在内蒙古阿拉善左旗和阿拉善右旗东部的一套早前寒武纪变质岩系。1955 年由中国科学院地质研究所和地质部 621 地质队组成的巴彦乌拉—巴音诺尔公预查队, 对巴彦乌拉—巴音诺尔公一带进行了 1:20 万路线地质调查, 首次对该区的地层、构造和岩浆岩等进行了初步划分。他们将区内大面积出露的变质岩系命名为阿拉善系, 并划分为上阿拉善系和下阿拉善系两部分。其时代未分, 划归为“震旦系”(即现在的长城纪—青白口纪)至前“震旦纪”<sup>①</sup>。1972 年宁夏回族自治区地质局区调队首先把该区的中深变质岩层命名为阿拉善群。庆格勒图幅、阿拉坦敖包幅等 1:20 万区域地质调查报告分别在阿拉善群之下建立了一些变质岩组。1980 年《西北区域地层表(宁夏分册)》<sup>②</sup>在总结各幅 1:20 万区域地质调查报告的基础上, 将阿拉善群自下而上划分为迭布斯格组、波罗斯坦庙组、哈乌拉组、达布尔干组、达布苏乌拉组、德尔和通特组、克兰尼都组和祖宗毛道组等 8

个组。1987 年霍福臣等<sup>③</sup>将该区变质岩层进行了重新划分, 分为下部迭布斯格组, 包括查干陶勒盖组和哈尔呼舒组; 中部的阿拉善群, 包括波罗斯坦庙组和哈乌拉组; 上部阿拉坦敖包群, 包括布达尔干组、达布苏山组、德尔和通特组、克兰尼都组和祖宗毛道组。前两个群属太古宙, 后一个群为古元古界。杨振德等<sup>④</sup>认为, “在阿拉善群中层间滑动断裂和推覆构造十分发育, 由于多次强烈的构造变动, 使地质体呈断片推挤, 并无规律的叠置, 因而所划分的地层组除克兰尼都组外, 均不反映原始的地层顺序”。为此, 他将该区的变质地层划归太古宙绿岩带, 自下而上划分为 5 套岩石组合: 超基性—基性岩组、基性火山岩组、中酸性火山岩组、沉积碎屑岩组、沉积碳酸盐组。超基性—基性岩组与基性火山岩组之间经过多次强烈构造变动呈断层接触, 其余几个岩组之间则表现为过渡关系。陈志勇等<sup>⑤</sup>根据巴音诺尔地区 4 幅 1:5 万的区域地质调查成果和区域对比, 将该区的早前寒武系划分为乌拉山岩群(主要包括原划分的迭布斯格组、波罗斯坦庙组等)、色尔腾山岩群的柳树沟岩组(主要包括原划分的哈乌拉组、大

收稿日期: 2005-07-07; 改回日期: 2005-08-26

基金项目: 中国地质调查局地质大调查项目(199913000006)资助。

作者简介: 耿元生, 男, 1950 年生, 研究员, 主要从事前寒武纪地质和变质地质学的研究; E-mail: ys-geng@cags.net.cn。

① 中国科学院地质研究所, 地质部 621 地质队合组巴彦乌拉—巴音诺尔公预查队, 甘肃省阿拉善旗巴彦乌拉、巴音诺尔公一带地质预查报告, 1955。

布苏山组上部、德尔和通特组上部等)和色尔腾山岩群的点力素泰岩组(主要包括原划分的克兰尼都组和德尔和通特组的大理岩等),并将原划分的祖宗毛道组上部划归到中元古界的白云鄂博群。由此可见,对于该区变质地层的划分仍分歧较大。

由于研究程度较低,不仅对阿拉善岩群的划分存在不同认识,对阿拉善地区变质基底的归属亦存在不同的意见。任纪舜等<sup>[9]</sup>认为阿拉善地块是华北地台的次级构造单元,将其称为阿拉善台隆。杨振德等<sup>[10]</sup>和王莘等<sup>[11]</sup>分别从地质和地震活动图像方面提出,阿拉善断块或活动块体是晋宁期从华北古陆上分离出的一个小块体,周围是形成稍晚的断褶带。王廷印等<sup>[7]</sup>认为阿拉善地块是华北古陆的西延部分,但在晚古生代转变为活动大陆边缘。张振法等<sup>[12]</sup>根据古地磁研究,提出阿拉善—敦煌地块与华北地块在寒武纪、奥陶纪时古纬度接近,属同一块体,与塔里木地块之间存在 $10^{\circ}$ 左右的古纬度差。一种认识则认为,阿拉善地块、塔里木地块、柴达木地块具有新元古代早期形成的统一基底,并称之为西域克拉通,在震旦纪—早古生代期间与扬子、华南同属于东冈瓦那超级大陆的一部分<sup>[9]</sup>。郭进京等<sup>[10]</sup>也提出柴达木—祁连—阿拉善统一地块与扬子地块关系密切,在震旦纪之前可能属于扬子地块的组成部分。有的研究者提出,阿拉善微陆块和欧龙布鲁克微陆块在前晋宁期都属于塔里木陆块东缘的微陆块<sup>[13]</sup>。还有的研究者提出,阿拉善地块是界于华北地台与塔里木地台之间较小的稳定地块,该地块的南北缘在早古生代分别构成活动大陆边缘<sup>[13]</sup>。

因此,加强对阿拉善地区变质基底的研究,准确厘定变质基底的组成和它们的形成时代、形成环境,可为确定该区变质基底的大地构造属性和归属提供可靠的基础地质依据。通过近年的研究,笔者认为原来对阿拉善岩群的划分存在较多问题,在此提出新的认识,以期引起重视。

## 2 阿拉善地区变质岩层的基本特点

通过大量的路线地质观测和剖面测量,发现本区的变质岩层具有以下基本特征。

### 2.1 在变质岩层中存在大量的变质变形的深成片麻岩

在原划分的迭布斯格组下部、包罗项乌拉组、哈乌拉组等岩组中都存在相当数量的经变质变形改造过的深成片麻岩体,以往多将它们命名为片麻岩或混合岩,作为变质地层的组成部分。这些深成片麻岩的特点是,在较大范围内成分均匀,如在哈乌拉山它们主要是花岗闪长质片麻岩,在从包罗项乌拉到波罗斯坦庙的中部地区出露的主要是英云闪长质到花岗质片麻岩,在毕及格台东部出露的主要是闪长质片麻岩,在三个井以北出露的主要是花岗闪长质片麻岩。在其各自出露范围内成分变化小,构造均匀,缺少不同成分之间的间层。在深成片麻岩中时常可发现一些变质岩层的残体,残体的形态各异,有浑圆状、棱角状、透镜状及长条状等。这

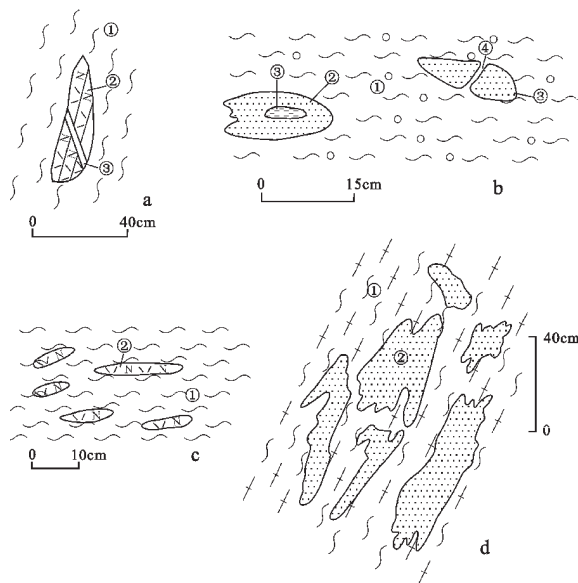


图 1 阿拉善地区变形花岗质片麻岩中的包体形态

- a—陶布查格村西(AL11 号点到 AL12 号点之间)黑云斜长片麻岩 ①中次浑圆状斜长角闪岩的包体②,在斜长角闪岩中有早期的长英质脉③;b—扫格特沟中(点号 AL44)含石榴黑云斜长片麻岩 ①中椭圆形黑云变粒岩的包体②,有的包体中夹黑云斜长片麻岩③,在有的包体边部有白色反应边④;c—陶布查格村西约 1.5km(AL11 号点)黑云斜长片麻岩①中透镜状的斜长角闪岩包体②;d—要劳阿木北(点 AL178)闪长质片麻岩 ①中形态不规则的细粒斜长角闪岩的残留体或包体②

Fig.1 Different shapes of enclaves in deformed granitic gneiss in the Alxa area

- a—Subrounded amphibolite enclaves ② in biotite-plagioclase gneiss ① and early-formed felsic veins ③ in amphibolite enclaves west of Taobuchage Village (between sites AL11 and AL12); b—Elliptical biotite granulite (leptite) enclaves ② in garnet-bearing biotite-plagioclase gneiss ① in the Saogete ravine (site AL44), with biotite-plagioclase gneiss ③ in some enclaves and white reaction rims ④ at some enclave edges; c—Lenticular amphibolite enclaves ② in biotite-plagioclase gneiss ① about 1.5 km west of Taobuchage Village (site AL11); d—Irrregular fine amphibolite ② residues or enclaves in diorite gneiss ① north of Yaolao'am Village (site AL187)

些残体有时孤立产出(图 1),有时则成群成带分布(图 2)。变质变形的深成片麻岩体与变质岩层的接触关系复杂,多数情况下,由于剪切变形的改造,其接触界线呈平直状。有时在一定范围内可以发现同一片麻岩体与不同的岩层相接触,如在哈乌拉山南坡,花岗闪长质片麻岩有时与蛇纹石化透辉橄榄大理岩相接触,有时则与黑云斜长片麻岩相接触,局部地区可以发现片麻岩体与围岩呈明显的侵入接触关系,有分枝现象。经变质变形改造的片麻岩,多为片麻状构造,部分地区显

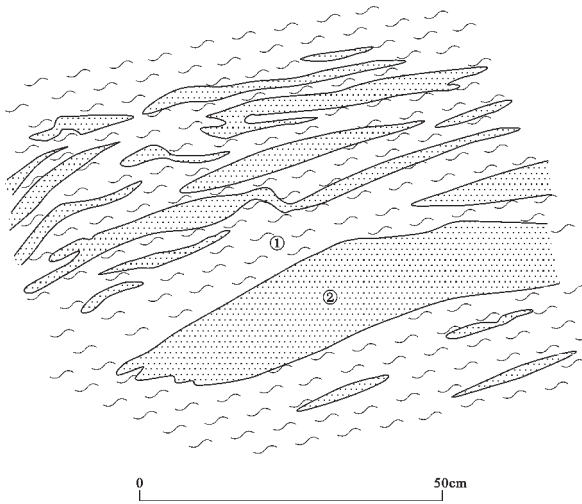


图2 牙马图附近花岗质片麻岩中(原称混合岩)条带状分布的黑云斜长片麻岩的残留体或包体

①—花岗质片麻岩;②—黑云斜长片麻岩的残留体或包体

Fig.2 Residues or enclaves of banded biotite-plagioclase gneiss in granitic gneiss (formerly called migmatite) near Yamatu

①—Granitic gneiss;②—Residues or enclaves of banded biotite-plagioclase gneiss

示眼球状构造。长石斑晶经变形改造,呈具拖尾的眼球状构造,有的经过后期剪切变形已成为花岗质碎裂岩或糜棱岩。以上特点表明,本区变质岩层内的一些片麻岩是岩浆成因的片麻岩,它们应从地层中剔除。

## 2.2 变质程度差异大

研究区内大范围的详细观测表明,原阿拉善群的变质程度差别很大。在东部的依肯乌苏一带的迭布斯克岩组内偶含紫苏辉石,表明其变质程度已达麻粒岩相,估算的温压条件为 $795^{\circ}\text{C}\sim 782^{\circ}\text{C}$ , $0.5\sim 0.6\text{GPa}$ <sup>[13]</sup>。在哈拉陶勒盖麻粒岩相分布区内见有白云母刚玉钾长片麻岩,表明其变质压力条件较高<sup>[14]</sup>。在中部的达布苏山一带的德尔和通特岩组中见有白云母+黑云母+斜长石+钾长石+堇青石+石英和白云母+堇青石+钾长石+斜长石+石英的组合,表明它们属于低压的角闪岩相,估算的温压条件为 $743^{\circ}\text{C}$ , $0.45\text{GPa}$ <sup>[13]</sup>,属中高温(偏低)区域动力热流变质作用。巴彦乌拉山地区的变质作用属于中高温区域变质作用,估算的温压条件为 $739^{\circ}\text{C}$ , $0.5\text{GPa}$ <sup>[13]</sup>。在东北部原划分的铁库木乌拉组以绢云石英片岩、(角闪)绿泥片岩和结晶灰岩为主,其变质程度仅为绿片岩相。另外,在西部雅布赖山中断续分布的原祖宗毛道组也以绿泥钠长片岩和(白云)绢云石英片岩为主,变质程度也属绿片岩相。显然将这些变质程度差别较大的岩组归入一个岩群不尽合理。

## 2.3 韧性剪切变形和褶皱构造对岩层的破坏改造强烈

区内变质岩层经历了多期复杂的变形改造,这种改造既包括了多期的褶皱变形改造也包括了多期的韧性剪切变形

改造。如巴彦乌拉山地区(角闪)绿泥片岩和白云石英片岩等构成的紧闭同斜褶皱,其轴面片理强烈地置换了原始层理,晚期韧性剪切变形形成的新的片理不仅进一步置换改造了原始层理,同时也部分地置换改造了早期的轴面片理。如果说,强烈的褶皱变形造成的岩层重复和原始层理的置换,还可以通过构造解析进行恢复的话,那么,强烈的韧性剪切变形造成的岩层改造则难以恢复。从本区看,强烈的构造改造和构造置换导致的构造平行化使得变质岩层在大部分地区形成貌似简单实则复杂的特点,主要表现如下:

### 2.3.1 强烈的构造破坏使一些区域岩层产状变化大、原始层理难以识别

从区域上看,研究区东部(迭布斯格到波罗斯坦庙一带)和北部(毕及格台一带)的岩层产状总体上呈近东西向,在中部的达布苏山一带则以北东东向为主,在东南部的巴彦乌拉山一带岩层产状则主要呈北东东向。在不同区段岩层产状的变化表明不同区段的边界条件、变形强度、变形方式和变形期次不尽相同。

由于强烈的平行化使得一些岩层之间看似平行整合接触,但仔细观察可以发现许多似乎平行的岩层界线并不是原始的层理,而是受到改造的构造面理。如在哈乌拉山南坡局部大理岩和条带状黑云片麻岩平行接触,但沿走向追索则可发现二者常小角度相交。显然这些面理是受到剪切变形改造的构造面理,它们之间有无缺失难以确定。在许多情况下,不同的片麻岩、变粒岩为主产出时,强烈的片理化使它们都呈条带状或“厚层状”,原始层理已难以识别。特别是原划分的一些组与组之间的界线,目前看主要是一些强变形的剪切带。如达布苏山组与德尔和通特组之间为一些强变形的眼球状片麻岩,部分地区可见到L型构造岩,表明它们之间完全是一种构造接触,原来的关系已难以恢复。

### 2.3.2 强烈的剪切变形导致某些岩层的缺失

强烈的多期韧性剪切变形由于剪切量的差异及塑性流动强度的差异导致某些部位岩层的缺失,产生“岩层缺失,隔层相触”<sup>[15]</sup>的现象。如在巴彦乌拉山地区,可以追索出一些较大的同斜褶皱的转折端,但褶皱两翼的岩层却常常难以对比(图3),就是由于受韧性剪切变形的改造,使某些部位岩层缺失,某些部位岩层叠置造成的。

### 2.3.3 强烈的剪切变形导致一些岩层的透镜化

研究区内一些岩层,如刚玉白云母钾长片麻岩、大理岩、透辉斜长石岩等常呈透镜状或串珠状分布。这些呈串珠状分布的岩层,有时沿主期片理断续分布,有时这些长透镜体单个平行于主期面理,但其包络面(总体延伸方向)却与主期面理斜交。显然,这些透镜化的岩层是受到构造强烈改造的结果,其原始产状已难以恢复。

## 2.4 原阿拉善群的同位素年龄差异大

杨振德等<sup>[16]</sup>曾报道过该区迭布斯格角闪斜长片麻岩、斜长角闪岩等 $3218\text{Ma}$ 的Rb-Sr等时线年龄,并据此将原阿拉善群划归太古宙。笔者对该区同位素年代数据的初步研究

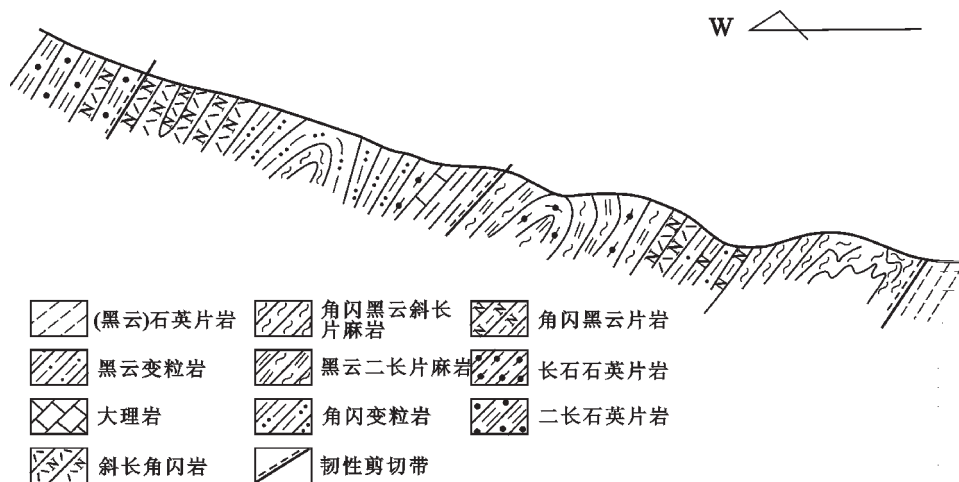


图 3 巴彦乌拉山北段路线示意剖面(显示褶皱两翼岩层的差异)

Fig.3 Route section showing the difference of rocks between two flanks of a fold in the north segment of the Bayan Ul Mountains

结果(详细资料将另文发表)表明,原阿拉善群内的同位素年龄差异很大。研究区东部哈拉陶勒盖角闪斜长片麻岩(AL012)的锆石逐层蒸发法年龄从(23 94±35)Ma 到(2 693±14)Ma,多数大于 2 450 Ma。同一样品的锆石离子探针(SHRIMP)分析结果显示出 3 组年龄:2 000 Ma 左右一组,2 400~2 500 Ma 一组,2 700 Ma 左右一组。2 000 Ma 左右的一组是后期变质改造的结果,2 700 Ma 左右的一组中锆石具有岩浆成因特征,可代表该样品的成岩年龄(关于本区变质岩系的形成时代的详细资料将另文发表)。以上数据表明该区有太古宙的岩石存在。在巴彦乌拉山,角闪斜长片麻岩的锆石逐层蒸发法年龄为(2 264±3) Ma 和(2 271±8) Ma。最近李俊建<sup>[4]</sup>报道了巴彦乌拉山地区花岗闪长质片麻岩的单颗粒锆石 U-Pb 法 2 200 Ma 的测年结果,这些资料表明部分岩层应属于古元古代。而一些原划归地层的片麻岩和混合岩则是较年轻花岗岩变质变形的结果。如原达布苏山组中的眼球状片麻岩 5 个锆石颗粒的逐层蒸发法年龄从(928±7) Ma 到(1 077±11) Ma,较一致,表明它们是晋宁期岩浆作用的产物<sup>[7]</sup>。而东部波罗斯坦庙一带原划分的哈乌拉组中一些片麻岩的年龄仅为(381±6) Ma 至(480±7) Ma,应为古生代岩浆活动的产物,并受到变形改造。如此不同的年龄结果说明它们是不同时代的产物。

上述的变质程度差异、同位素年龄差异、强烈的变形改造以及大量变形深成岩的产出等特点,充分说明,原划分的阿拉善群不是一个简单的连续的地层单元,其中包括了大量变形的深成片麻岩,变质地层的变质程度和同位素年龄也有较大的差异。因此,原划分的阿拉善群需要解体,进行重新划分和厘定。

### 3 对原阿拉善群的解体和重新厘定

根据野外的岩石组合特征、区域构造特征、年代学资料,并参考不同地区的地球化学特点,笔者对原阿拉善群进行了重新厘定和划分。分为 3 套变质地层组合和两个花岗质片麻岩杂岩,即迭布斯格岩群、巴彦乌拉山岩组、阿拉善岩群、波罗斯坦庙花岗质片麻岩杂岩和毕及格台花岗闪长质片麻岩杂岩(图 4)。各岩石单元的主要特征如下。

#### 3.1 迭布斯格岩群

1987 年霍福臣等<sup>[9]</sup>就将研究区东部的变质岩系称为迭布斯格群,笔者基本沿用了该名称,但剔除了区内分布的大量的深成片麻岩。根据岩石组合的不同和变质程度的差异,该岩群可分为两个岩组,下部称依肯乌苏岩组,上部称丹勒格廓勒岩组。上下两个岩组之间界线或被新近系覆盖或被韧性剪切带改造。

依肯乌苏岩组主要由黑云斜长(二长)片麻岩、石榴黑云斜长片麻岩、含辉角闪斜长片麻岩、长英质片麻岩、透辉大理岩等组成,其中夹有条纹带状铁英岩、长英石榴石岩、白云刚玉钾长片麻岩等。由于大量深成岩的侵位,使该岩组的岩石分布较零散。据前人资料,该区片麻岩中含有一定数量的紫苏辉石,变质程度达到麻粒岩相。该岩组中透辉角闪斜长片麻岩的锆石 Pb-Pb 逐层蒸发法年龄可达(2 693±14) Ma,表明它们形成于太古宙。

丹勒格廓勒岩组主要由黑云角闪斜长片麻岩、斜长片麻岩、透辉大理岩、白云石英片岩、(石墨)绢云母片岩等组成,夹磁铁矿石石榴石岩等。该岩组的特点是成层性较好、延伸较稳定,局部含石墨。该岩组的变质程度达到角闪岩相。

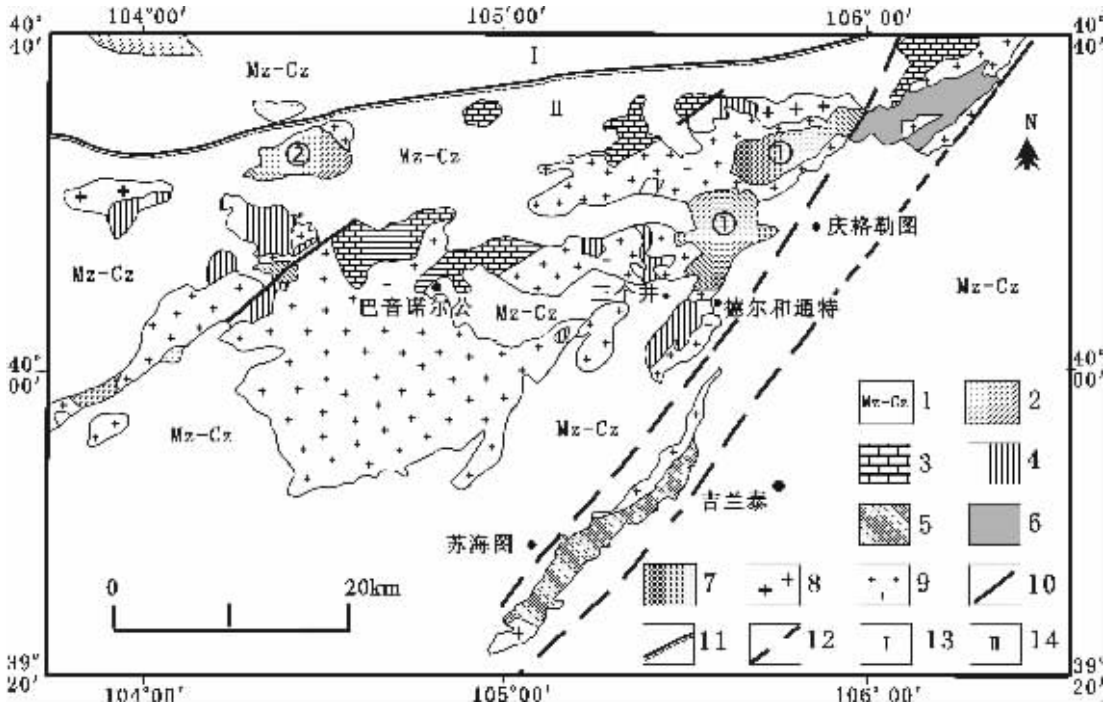


图4 阿拉善地区地质简图

1—中—新生界;2—古生界;3—中元古代巴音西别组;4—古元古代阿拉善岩群;5—古元古代巴彦乌拉山岩组;6—新太古代迭布斯格岩群;  
7—变质深成杂岩;①—波罗斯坦庙花岗质片麻岩杂岩,②—毕及格台花岗闪长质片麻岩杂岩;8—加里东期花岗岩;9—海西—印支期花岗岩;  
10—断层;11—边界断层;12—推断断层;13—海西期造山带;14—阿拉善地块

Fig.4 Geological sketch map of the Alxa area

1—Meso-Cenozoic;2—Paleozoic;3—Mesoproterozoic Bayinxibie Formation;4—Paleoproterozoic Alxa Group-complex;5—Paleoproterozoic Bayan Ul Formation-complex;6—Neoproterozoic Diebusige Group-complex;7—Metamorphic plutonic complex;①—Boluosutanmiao tonalitic-granitic-gneiss complex,②—Bijigetai granodioritic gneiss complex;8—Caledonian granite;9—Hercynian-Indosinian granite;10—Fault;11—Boundary fault;12—Inferred fault;13—Hercynian orogen;14—Alxa block

迭布斯格岩群中斜长角闪岩的地球化学特征表明,它们形成于大陆内部或边缘的裂隙环境<sup>[8]</sup>。该岩群的岩石组合特点与其他岩群或岩组明显不同,含有华北克拉通新太古代较特征的铁英岩、变质程度较深、获得了新太古代的锆石年龄数据,因此该岩群可作为该区的基底岩系。

### 3.2 巴彦乌拉山岩组

巴彦乌拉山岩组是指分布在研究区东南部巴彦乌拉山一带的变质岩层。过去多把该区的变质岩层划归于哈乌拉组。如前所述,哈乌拉、波罗斯坦庙、毕及格台等地原划分的哈乌拉组主体是变质变形的深成片麻岩,应从地层系统中剔除。巴彦乌拉山地区出露的变质岩层需重新命名,根据组一级岩石单位的命名原则,称为巴彦乌拉山岩组。

巴彦乌拉山岩组呈北北东向的条带状独立分布于研究区东南的巴彦乌拉山一带,与其他岩群未直接接触。北北东向延长约150 km,宽约7 km。该岩组主要由黑云石榴斜长角闪岩、透辉斜长角闪岩、黑云斜长片麻岩等组成。但到巴彦乌

拉山的南段,由于强烈的构造变形造成岩石的退变质和蚀变强烈。该段出露的岩石主要为黑云角闪片岩、绢云绿泥角闪片岩、绿泥钠长片岩、绿帘斜长片麻岩和绢云石英片岩等。

巴彦乌拉山岩组总体变质程度为角闪岩相,但受到了强烈的变形改造,部分地段退变质和蚀变强烈。该岩组中黑云斜长片麻岩的锆石 Pb-Pb 蒸发法年龄为  $(2264 \pm 3)$  Ma 和  $(2271 \pm 8)$  Ma,表明它们可能形成于古元古代。该岩组以变质基性火山岩为主,夹部分酸性火山岩和火山沉积岩,故该岩组为区内的火山岩系,主要形成于大陆内部或边缘的裂隙环境<sup>[8]</sup>。

### 3.3 阿拉善岩群

重新厘定的阿拉善岩群在研究区的东部和西部均有分布,根据岩石组合特征自下而上可分为两个岩组。

德尔和通特组是宁夏区队1976年在1:20万庆格勒幅区域地质报告中建立的,后来在1:20万阿拉坦敖包幅区域地质报告中在该组之下建立了大布苏山组。前已述及,大布苏

山组以原岩为斑状花岗岩的眼球状花岗片麻岩为主,应从地层中剔除,所剩的少部分变质地层归入德尔和通特岩组。重新厘定的德尔和通特岩组在德尔和通特、大布苏山一带分布较多。该岩组主要以角闪片岩、钙质绿泥绢云长英片岩、黑云长英片岩、角闪阳起片岩、白云石英片岩、含堇青电气二长片岩、含红柱石碳质绢云母板岩、含透闪石大理岩等组成。在大布苏山一带该岩组中含有较多的电气石、堇青石、红柱石等,这很可能与该区眼球状片麻岩的侵入导致的接触变质作用有关。

重新厘定的祖宗毛道岩组包括了原划分的克兰尼都组和祖宗毛道组。原划分的克兰尼都组以大理岩为主,原划分的祖宗毛道组下部以石英片岩为主,上部以大理岩为主,二者并未直接接触。考虑到岩石组合的相似性,将它们归并为一个岩组,称为祖宗毛道岩组。该岩组主要以白云斜长石英片岩、含石榴绿泥白云母石英片岩、阳起石英片岩、白云石英片岩、蛇纹石化橄榄大理岩、透闪金云大理岩等。该岩组主要分布在研究区西部的大布苏山—阿拉坦敖包一带。在研究区以西的雅布赖山也有零星分布。

德尔和通特岩组的原岩为一套碎屑至泥砂质建造,祖宗毛道岩组的原岩为一套硅质碎屑—碳酸盐建造,因此阿拉山岩群的原岩建造是一套陆缘碎屑—碳酸盐建造。据 1:20 万阿拉坦敖包幅区域地质报告,在原克兰尼都组大理岩中含核形石、叠层石等藻类化石。其组合特点与五台山地区滹沱群上部所含核形石、叠层石组合相近,因此推断阿拉善岩群应属于古元古代晚期。

### 3.4 波罗斯坦庙英云闪长质—花岗质片麻岩杂岩

主要分布在研究区东部的波罗斯坦庙到包洛项乌拉一带,包括该区原划分的哈乌拉组和部分波罗斯坦庙组。由于这套片麻岩在区域上成分均匀,缺少成分层;其中有形态不同的包体(详见第 2 节);同一片麻岩体与不同成分的围岩相接触;片麻岩中一些长石呈板状。这些特点均显示出岩浆成因的特点,因此将其单独划分出来。该杂岩区出露的主要是黑云斜长片麻岩、角闪斜长片麻岩、黑云二长片麻岩等。主期面理为近东西向。该杂岩中的深成片麻岩可分为两期,一期是片麻理较发育的黑云斜长片麻岩、角闪斜长片麻岩等,其  $\text{SiO}_2$  含量从 68.8%到 74.4%,  $\text{Na}_2\text{O}$  含量大于  $\text{K}_2\text{O}$  含量,以英云闪长质和花岗闪长质为主,此类片麻岩是该杂岩的主体,初步的年代学研究表明,它们主要形成于 18 亿年左右<sup>[18]</sup>。另一期呈条带状分布,有时为具眼球状构造的花岗质片麻岩,其  $\text{SiO}_2$  含量从 71.4%到 72.2%,  $\text{K}_2\text{O}$  含量大于  $\text{Na}_2\text{O}$  含量,它们形成较晚,锆石逐层蒸发法年龄值为  $(381\pm 6)\text{Ma}$  到  $(480\pm 7)\text{Ma}$ 。除深成的英云闪长质和花岗质片麻岩之外,在该杂岩中还见有不同规模的、透镜状分布的石榴黑云斜长片麻岩、斜长角闪岩、黑云变粒岩等变质地层的残留体。

### 3.5 毕及格台花岗闪长质片麻岩杂岩

主要分布在研究区西北部的毕及格台山一带,相对独立

分布,与其他前寒武纪变质岩层未直接接触。主期片理近东西向。过去将该套岩层划归哈乌拉组。由于这套片麻岩在区域上成分均匀、缺少成分层、岩石中的长石有时保留长板状的岩浆成因特点、地球化学的原岩恢复表明它们属于岩浆成因,因此将其作为深成片麻岩单独划分出来。该杂岩主要由黑云斜长片麻岩和角闪斜长片麻岩等组成。其  $\text{SiO}_2$  含量从 65%到 71%,与波罗斯坦庙英云闪长质—花岗质片麻岩杂岩相比,该杂岩的  $\text{SiO}_2$  含量较低,而  $\text{FeO}+\text{MgO}$  含量有所增加,  $\text{Na}_2\text{O}$  含量大于  $\text{K}_2\text{O}$  含量。在 An-Ab-Or 图解上多属于花岗闪长岩,主要形成于晋宁期<sup>[17]</sup>。除深成的花岗闪长质片麻岩之外,在片麻岩中还有少量( $<20\%$ )的石榴斜长片麻岩、石英岩、斜长角闪岩等透镜体或条带。由于数量少难以独立分出,因此将其统称为花岗闪长质片麻岩杂岩。

## 4 结 论

原划分的阿拉善群包含了时代、成因各异、构造样式有别、变质程度不同的变质地层和变形深成片麻岩体。根据目前的研究,原阿拉善群可划分成 3 套变质地层单元和两个变形深成片麻岩杂岩。①迭布斯格岩群是本区最古老的岩石地层单元,由深变质的变质表壳岩系组成,是区内的基底岩系,属于新太古代。②新建立的巴彦乌拉山岩组主要由变质火山岩组成,是区内的火山岩系,属于古元古代。③重新厘定的阿拉善岩群主要由变质碎屑岩和变质碳酸盐岩组成,是陆缘沉积岩系,该岩群形成于古元古代晚期。④波罗斯坦庙英云闪长质—花岗质片麻岩杂岩由早期的英云闪长质片麻岩和晚期的花岗质片麻岩组成。早期英云闪长质片麻岩形成于 18 亿年左右,晚期的花岗质片麻岩大致形成于古生代期间。⑤毕及格台花岗闪长质片麻岩杂岩,主要由角闪斜长片麻岩、黑云斜长片麻岩等组成,主期形成于 8~10 亿年的晋宁期。

## 参考文献(References):

- [1] 宁夏回族自治区区域地层表编写组. 西北地区区域地层表(宁夏回族自治区分册)[M]. 北京:地质出版社, 1978. 1~188.  
Compilation Team of Regional Stratigraphic Table of Ningxia Hui Autonomous Region. Regional Stratigraphic Table of Northwestern China (Ningxia Hui Autonomous Region Volume) [M]. Beijing: Geological Publishing House, 1978. 1~188(in Chinese).
- [2] 霍福臣, 曹景轩, 董燕生, 等. 贺兰山—阿拉善地区下、中前寒武系的划分对比及其变质、成矿作用特征[J]. 长春地质学院学报, 1987, 17(1): 35~46.  
Huo Fuchen, Cao Jingxuan, Dong Yansheng, et al. The division, correlation, metamorphism and mineralization features of the Lower and Middle Precambrian in the Helashan Mountain - Alashan region, China[J]. Journal of the Changchun Geological Institute, 1987, 17(1): 35~46 (in Chinese with English abstract).
- [3] 杨振德, 潘行适, 杨易福. 阿拉善地块及邻区地质构造特征与矿产[M]. 北京:科学出版社, 1988.1~254.

- Yang Zhende, Pan Xingshi, Yang Yifu. Geological Structure Characteristics and Deposits of Alaxa Blocks and Adjacent Region [M]. Beijing: Science Press, 1988. 1~254 (in Chinese).
- [4] 陈志勇, 杨帅师, 孟二根, 等. 内蒙古阿拉善左旗巴音诺日公地区前寒武系的厘定[J]. 地质通报, 2004, 23(4): 345~351.
- Chen Zhiyong, Yang Shuashishi, Meng Ergen, et al. Revision of Precambrian stratigraphic units in the Bayan Nuruarea, Alxa Zuoqi, Inner Mongolia[J]. Geological Bulletin of China, 2004, 23(4):345~351 (in Chinese with English abstract).
- [5] 任纪舜, 姜春发, 张正坤, 等. 中国大地构造及其演化[M]. 北京: 地质出版社, 1980. 1~124.
- Ren Jishun, Jiang Chunfa, Zhang Zhengkun, et al. Geotectonic Evolution of China [M]. Beijing: Science Press, 1980. 1~124 (in Chinese).
- [6] 王萍, 王增光. 阿拉善活动块体的划分及归宿[J]. 地震, 1997, 17(1):103~112.
- Wang Ping, Wang Zengguang. Division of the Alxa block and its attribution[J]. Earthquake, 1997, 17(1):103~112 (in Chinese with English abstract).
- [7] 王廷印, 王士政, 王金荣. 阿拉善地区古生代陆壳的形成和演化[M]. 兰州: 兰州大学出版社, 1994. 1~215.
- Wang Tingyin, Wang Shizheng, Wang Jinrong. The Formation and Evolution of Paleozoic Continental Crust in Alaxa Region [M]. Lanzhou: Lanzhou University Press, 1994. 1~215 (in Chinese with English abstract).
- [8] 张振法, 李超英, 牛颖智. 阿拉善—敦煌陆块的性质、范围及其构造作用和意义[J]. 内蒙古地质, 1997, (2): 1~14.
- Zhang Zhenfa, Li Chaoying, Niu Yingzhi. Role, significance, characteristics and range of Alaxan - Dunhuang land block [J]. Inner Mongolia Geology, 1997, (2):1~14 (in Chinese with English abstract).
- [9] 葛肖虹, 刘俊来. 被肢解的“西域克拉通”[J]. 岩石学报, 2000, 16(1):59~66.
- Ge Xiaohong, Liu Junlai. Broken “Western China Craton”[J]. Acta Petrologica Sinica, 2000, 16(1):59~66 (in Chinese with English abstract).
- [10] 郭进京, 张国伟, 陆松年, 等. 中国新元古代大陆拼合与 Rodinia 超大陆[J]. 高校地质学报, 1999, 5(2):148~156.
- Guo Jinjing, Zhang Guowei, Lu Songnian, et al. Neoproterozoic continental block collage of China and Rodinia supercontinent [J]. Geological Journal of China Universities, 1999, 5(2):148~156 (in Chinese with English abstract).
- [11] 陆松年, 王惠初, 李怀坤, 等. 柴达木盆地北缘“达肯大坂群”的再厘定[J]. 地质通报, 2002, 21(1):19~23.
- Lu Songnian, Wang Huichu, Li Huaikun, et al. Redefinition of the “Dakendaban Group” on the northern margin of the Qaidam basin [J]. Geological Bulletin of China, 2002, 21(1):19~23 (in Chinese with English abstract).
- [12] 郑昭昌, 朱鸿. 阿拉善地块边缘古生代地层发育及构造发展[A]. 见:阿拉善地块边缘古生代生物地层及构造演化[C]. 武汉:武汉地质学院出版社, 1986. 1~19.
- Zheng Zhaochang, Zhu Hong. Stratigraphy development and tectonic evolution of Paleozoic in the margin of the Alxa Massif [A]. In: Biostratigraphy and Tectonic Evolution in the Margin of Alxa Massif [C]. Wuhan: Wuhan Institute of Geology Press, 1986. 1~19 (in Chinese with English abstract).
- [13] 沈其韩, 耿元生, 王新社, 等. 阿拉善地区前寒武纪斜长角闪岩组成矿物特征及变质温压条件[J]. 地质调查与研究, 2004, 27(4):209~216.
- Shen Qihan, Geng Yuansheng, Wang Xinshe, et al. Mineral characteristics and metamorphic P-T condition of Precambrian amphibolites in Alxa region [J]. Geological Survey and Research, 2004, 27(4):209~216 (in Chinese with English abstract).
- [14] 沈其韩, 耿元生, 王新社, 等. 一种刚玉夕线钾长片麻岩的岩石学矿物学特征及形成环境[J]. 地质通报, 2004, 23(2):99~106.
- Shen Qihan, Geng Yuansheng, Wang Xinshe, et al. Petrology, mineralogy and formation environment of a corundum - sillimanite - K-feldspar gneiss [J]. Geological Bulletin of China, 2004, 23(2):99~106 (in Chinese with English abstract).
- [15] 徐仲元, 刘正宏, 杨振升. 内蒙古大青山地区早前寒武纪变质地层的组成及特征[J]. 世界地质, 2001, 20(3):209~218.
- Xu Zhongyuan, Liu Zhenghong, Yang Zhensheng. The composition and characteristics of the early Precambrian metamorphic strata in Daqingshan region, Inner Mongolia [J]. World Geology, 2001, 20(3):209~218 (in Chinese with English abstract).
- [16] 李俊建, 沈保丰, 李惠民, 等. 内蒙古西部巴彦乌拉山地区花岗岩闪长质片麻岩的单颗粒锆石 U-Pb 法年龄[J]. 地质通报, 2004, 23(12):1243~1245.
- Li Junjian, Shen Baofeng, Li Huimin, et al. Single - zircon U-Pb age of granodioritic gneiss in the Bayan Ul area, western Inner Mongolia [J]. Geological Bulletin of China, 2004, 23(12):1243~1245 (in Chinese with English abstract).
- [17] 耿元生, 王新社, 沈其韩, 等. 阿拉善地区新元古代晋宁期变形花岗岩的发现及其地质意义[J]. 岩石矿物学杂志, 2002, 21(4): 412~420.
- Geng Yuansheng, Wang Xinshe, Shen Qihan, et al. The discovery of Neoproterozoic Jinningian deformed granites in Alax area and its significance [J]. Acta Petrologica et Mineralogica, 2002, 21(4):412~420 (in Chinese with English abstract).
- [18] 沈其韩, 耿元生, 王新社, 等. 阿拉善地区前寒武纪斜长角闪岩的岩石学、地球化学、形成环境和年代学[J]. 岩石矿物学杂志, 2005, 24(1):21~31.
- Shen Qihan, Geng Yuansheng, Wang Xinshe, et al. Petrology, geochemistry, formation environment and ages of Precambrian amphibolites in Alxa region [J]. Acta Petrologica et Mineralogica, 2005, 24(1):21~31 (in Chinese with English abstract).

## Redefinition of the Alxa Group-complex (Precambrian metamorphic basement) in the Alxa area, Inner Mongolia

GENG Yuan-sheng, WANG Xin-she, SHEN Qi-han, WU Chun-ming

(*Institute of Geology, Chinese Academy of Geological Sciences, Beijing 100037, China*)

**Abstract:** The original Alxa Group-complex consists of metamorphic strata and deformed orthogneisses of different ages, geneses, tectonic styles and metamorphic grades; so it is not suitable for a lithostratigraphic unit and should be disintegrated and redefined. Based on recent studies, the original Alxa Group-complex may be divided into three metamorphic stratigraphic units and two deformed orthogneiss complexes. The oldest lithostratigraphic unit in the area is the Diebusige Group-complex, which consists of high-grade metamorphic supracrustal rocks and is the basement rock series in this area. Preliminary zircon SHRIMP U-Pb dating suggests that the Diebusige Group-complex formed at ~2700 Ma and is considered to be of Neoproterozoic age. The newly established Bayan Ul Formation-complex, which is principally composed of metavolcanic rocks, is a volcanic rock series in this area. Its newly obtained ages are 2264 and 2271 Ma, indicating a Paleoproterozoic age. The redefined Alxa Group-complex, which consists predominantly of meta-clastic rocks and meta-carbonate rocks, is a continental-margin sedimentary series and formed in the late Paleoproterozoic or still later. The Boluosutanmiao tonalitic-granitic gneiss complex is composed of early-stage tonalitic gneiss and late-stage granitic gneiss. The early-stage tonalitic gneiss formed at ~1.8 Ga and the late-stage granitic gneiss formed approximately during the Paleozoic. The Bijigetai granodioritic gneiss complex is mainly composed of hornblende-plagioclase gneiss and biotite-plagioclase gneiss and the preliminary isotopic dating indicates that the main stage of this complex occurred in the Jinningian at 0.8–1 Ga.

**Key words:** Alxa Group-complex; Precambrian; redefinition; Alxa area; Inner Mongolia

**About the first author:** GENG Yuan-sheng, male, born in 1950, senior researcher, mainly engages in the study of Precambrian geology and metamorphic geology; E-mail: ys-geng@cags.net.cn.