

doi: 10.12029/gc20160314

方同明, 孙永华, 刘鸿, 等. 北京地区太古宙变质地层研究新进展[J]. 中国地质, 2016, 43(3): 890–898.

Fang Tongming, Sun Yonghua, Liu Hong, et al. The new progress in the study of Archean metamorphic strata in Beijing area[J]. Geology in China, 2016, 43(3): 890–898(in Chinese with English abstract).

北京地区太古宙变质地层研究新进展

方同明 孙永华 刘 鸿 程新彬 吴虎峻 尤世娜 吕金波

(北京市地质调查研究院, 北京 100195)

摘要: 北京北部山区密云—怀柔地区广泛分布太古宙变质岩。该区经历多期地质构造作用, 矿产丰富, 一直以来受到国内外地质学者的广泛关注。通过对北京密云—怀柔地区太古宙变质岩石和年代学深入系统的研究, 变质建造、变质作用条件、变形变质和同位素年代学等方面研究, 提出本区变质表壳岩新的划分方案, 在区内变质地层研究方面取得了新的进展。

关键词: 太古宙; 变质岩; 新进展; 北京

中图分类号: P534.2 **文献标志码:** A **文章编号:** 1000-3657(2016)03-0890-09

The new progress in the study of Archean metamorphic strata in Beijing area

FANG Tong-ming, SUN Yong-hua, LIU Hong, CHENG Xin-bin,
WU Hu-jun, YOU Shi-na, LV Jin-bo

(Beijing Institute of Geological Survey, Beijing 100195, China)

Abstract: Archean metamorphic strata are widely distributed in Miyun and Huairou District in the northern mountainous area of Beijing. This area has experienced multi-stage geological tectonism and produced abundant mineral resources, and thus aroused much interest among geological experts both in China and abroad. This paper puts forward a new classification scheme of the metamorphic strata and the supracrustal rock on the basis of deeply and systematically studying Archean metamorphic formation, metamorphic conditions, deformation and metamorphism, isotope chronology and some other aspects, thus raising the research level of metamorphic rocks to a new height.

Key words: Archean; metamorphic strata; new development; Beijing

About the first author: FANG Tong-ming, male, born in 1979, senior engineer, engages in geological survey and research; E-mail: fangtongming@163.com.

Fund support: Supported by China Geological Survey Project (No. 12120113012900, 12120114040101) and Compilation of the 1:100 000 Regional Geological Map in Beijing (No. dkjdzky 2015003).

收稿日期: 2015-10-08; 改回日期: 2016-04-07

基金项目: 中国地质调查局项目(12120113012900、12120114040101)和北京市1:100000区域地质图编制(dkjdzky2015003)联合资助。

作者简介: 方同明, 男, 1979年生, 高级工程师, 从事基础地质、矿产地质调查与研究工作; E-mail: fangtongming@163.com。

1 构造位置

北京地区太古宙变质地层位于华北陆块地层大区之冀东古陆核。集中分布在北京密云—怀柔地区,其范围北界为长哨营—古北口东西向断裂带;南界为密云—墙子路东西向断裂带,与蓟县拗陷相对应;东界为苍术会—程各庄断裂带,与兴隆拗陷毗邻;西边与延庆凹褶和八达岭岩浆岩带毗邻。

2 研究历史

北京地区太古宙的调查研究已有100余年。由于变质岩石极为复杂,导致对其研究认识受限制。最早研究主要结合铁、金、钨等矿产资源调查做了相应的观察和记录,统称为片麻岩,未作详细分类。20世纪30年代,地质工作者首次将密云一带的变质岩划归太古界,称之为桑干杂岩或桑干系。20世纪50年代末,由北京地质学院和北京市地质局联合组成的区测大队,在北京北部山区开展了第一轮1:5万区域地质调查,对太古宙变质岩进行了有关地层、构造、岩石、混合岩化作用和变质作用等多方面的研究。20世纪60年代,地质学者提出了密云—怀柔地区变质岩系两群7组的划分方案(表1),该方案被当时的1:5万区测报告普遍采用,并于1961年在北京地质学院刊物《北京的地质》上发表^[1]。

20世纪80年代,有学者提出在密云群中新建苇子峪组,并将苇子峪组置于沙厂组之下。周绍林等^[2]对北京东北部密云—怀柔地区变质岩进行了系统深入的研究,取得了诸多成果,提出原张家坟群石城组的片麻岩为变质闪长岩体,将其从变质地层中剔除;而原划分的椴树梁组被认为遭受变质作用改造的长城系,也就划分出太古界,解体了原张家

坟群,新建了新太古界四合堂群(表2)。

20世纪80年代前,众多专家学者在本区工作,积累了大量的资料,取得了诸多成果,同时也存在着明显不足,其最关键的问题是将沉积学原理和分析研究地壳浅部或表层脆性环境中地质现象的有关理论和方法单纯地应用到变质岩系划分工作中;未将变质岩系中构造现象与沉积现象系统梳理,将多期构造变形所产生的置换面理当作层理对待,按片理或片麻理产状厘定上下层之间关系,进行分层;忽视了韧性剪切变形等构造作用,将变质岩系中构造叠置当做沉积叠置序列处理等等。

20世纪80年代至2000年间,北京地区的早前寒武纪研究工作吸收、引用了当时的新理论、新方法开展了系列研究工作,其中着重与国外在前寒武纪变质地质学研究新进展对比,取得了重大进展。1987年长春地质学院出版《构造地质专辑》,指出区内变质岩系中存在大量古老变质侵入体,变质英云闪长岩—花岗闪长岩组合约占原密云群的50%,各变质作用均伴有不同程度的韧性变形和基性岩浆侵入活动。姬广义^[3]、许淑珍^[4]在怀柔崎峰茶至密云四合堂地区变质岩中识别出辉长闪长岩、闪长岩、英云闪长岩和奥长花岗岩等太古宙古老侵入体,认为区内四合堂地段变质岩为一套受逆冲韧性断层作用形成的构造堆叠体,不具备分组条件,建议取消分组,改称四合堂群。单文琅^[5]在不老屯区内识别出奥长花岗岩—花岗岩TTG岩系,发现了多条韧性剪切带,划分出四合堂和大漕2个表壳岩系。

王世发等^[6]在密云、高岭、墙子路地区开展调查工作,提出了变质岩划分新方案,指出区内变质岩岩性为石榴斜长辉石岩和磁铁石英岩为主体,遭受了多期变质变形改造后和重熔,并经历了后期侵入

表1 密云—怀柔地区太古宙变质岩划分^[1]
Table 1 Division of Archean metamorphic rocks in Miyun-Huairou area^[1]

群	组	主要岩性
张家坟群	宋营子组	黑云角闪斜长片麻岩, 黑云斜长片麻岩夹磁铁石英岩
	山神庙组	黑云斜长片麻岩, 角闪斜长片麻岩与黑云石英片岩互层夹黑云角闪石岩、磁铁石英岩
	椴树梁组	石英岩、大理岩、板岩
	石城组	黑云角闪斜长片麻岩、黑云母石英片岩
密云群	阳坡地组	黑云角闪斜长片麻岩为主, 夹花岗片麻岩、斜长角闪岩
	大漕组	角闪斜长片麻岩为主, 夹斜长角闪岩、磁铁石英岩
	沙厂组	角闪斜长片麻岩为主夹黑云斜长片麻岩、磁铁石英岩、斜长角闪岩

表2 密云—怀柔地区太古宙变质岩划分^[2]Table 2 Division of Archean metamorphic rocks in Miyun-Huairou area^[2]

群	组	主要岩性
四合堂群	山神庙组	下部以斜长角闪岩、磁铁石英岩互层为主, 上部为片麻岩夹变粒岩
	西湾子组	下部以斜长角闪岩与薄层浅粒岩互层为主, 上部以黑云二长变粒岩、浅粒岩为主, 近顶部见多层长石细砂岩
	宋营子组	以斜长角闪岩和黑云变粒岩互层为主, 夹少量片麻岩。混合岩较发育
	阳坡地组	中下部以片麻岩为主, 中上部以变粒岩为主, 上部为黑云变粒岩与浅粒岩互层
密云群	大漕组	下部以变粒岩为主, 夹片麻岩, 中部为斜长辉石(角闪)岩与黑云变粒岩互层夹浅粒岩, 上部以榴辉变粒岩为主, 夹辉石变粒岩、石榴二辉麻粒岩透镜体
	苇子峪组	下部以变粒岩为主, 上部以片麻岩为主, 浅粒岩少, 层位不稳定, 层中夹有特征性的环状石榴(角闪)二辉麻粒岩
	沙厂组	下部以片麻岩为主, 上部为变粒岩、片麻岩互层, 顶部夹浅粒岩薄层。地层中夹较多二辉麻粒岩层状体和透镜体

英云闪长质—花岗闪长质岩岩浆侵入破坏, 多呈大小不一的残片、捕虏体、包体等形态赋存, 层序难以建立。根据野外接触关系, 综合变形变质资料, 划分出7个片麻岩体单位和两期基性岩墙群, 确立了其形成发展序列(表3)。

金文山等^[7-9]对北京地区太古宙变质岩进行了专题调查研究, 进行了大量测试分析工作, 取得了重大突破, 其将区内变质岩划分为四合堂和大漕—沙厂2个混合岩化表壳岩系和阳坡地、马圈子、对角沟门、冯家湾、苇子峪5个TTG-M-Me杂岩(表4),

表3 1:5万密云幅、墙子路幅、高岭幅区调中太古代岩石地层单位划分^[6]Table 3 Division of Archean lithostratigraphic units in the 1:50000 regional geologic surveys of Miyun, Qiangzilu and Gaoling Sheet^[6]

时代	岩套	岩性
新太古代	旗杆顶花岗质片麻岩	
	潮河主坝基性岩墙群	
	荆子峪片麻岩套	康各庄奥长花岗质片麻岩 荆子峪花岗闪长质片麻岩
	放马峪基性岩墙群	
中太古代	苇子峪片麻岩套	穆家峪英云闪长质片麻岩 苇子峪辉长闪长质片麻岩 黑卧辉长质片麻岩
	沙厂英云闪长质片麻岩	
	密云表壳岩系	
古太古代	密云表壳岩系	

认为非层状岩石中含10%~20%的变质表壳岩, 着重探讨了变质岩中的混合岩化作用, 指出太古宙TTG岩具高度混合岩化、非层状分布特征, 其占北京地区太古宙岩石的60%。

鲍亦冈等^[1]在广义范畴基础上, 将本地区变质岩确定为10个变质岩石地层单位, 认为其是区内形成时代最老的变质岩系(表5), 其研究过程中充分吸收参考了王世发^[6]研究成果。

2000—2013年, 大陆动力学理论飞速发展, 测年方法也飞速进步, 在这一时期, 变质岩取得了众多的研究成果^[10-13]。随着TTG岩石的概念的提出, 太古宙变质地层方面的研究, 进一步将具有侵入岩特征的片麻岩从原表壳岩中剥离出来; 另一方面诸多学者在区内开展的系统测年工作数据表明, 原中太古代以前的大多数表壳岩系都形成于2.51~2.54 Ga, 即新太古代晚期, 空间上与表壳岩系共生的花岗质岩石也大都形成于这一时期。

研究区内资料丰富, 存在着许多不同的观点。总体上本区变质岩研究工作从20世纪50—90年代初, 经历了群—组—段划分的阶段, 到20世纪末随着认识的提高, 地质学者逐渐认识到太古宙变质岩系是集多期变质—变形作用、火山喷发及岩浆侵入作用、火山沉积作用、混合岩化作用、重熔作用为一体的复杂岩石组合^[14-17]。因此, 有必要进一步系统梳理本区太古宙变质岩系特征。

表4 北京地区早前寒武纪岩石地层单元^[7]
Table 4 Early Precambrian rock-stratigraphic units in Beijing area^[7]

时代	岩石地层单元	主要岩性
新太古代	四合堂混合岩化表壳岩系	杂砂岩, 中酸、中、中基性火山岩及其碎屑岩, 铁硅质沉积岩
	阳坡地 TTG-M-Me 杂岩	主要为英云闪长质—花岗闪长质非层状岩类
	马圈子 TTG-M-Me 杂岩	主要为英云闪长质非层状岩类
	对角沟门 TTG-M-Me 杂岩	主要为英云闪长质非层状岩类
	冯家湾 TTG-M-Me 杂岩	主要为花岗闪长质非层状岩类
中太古代	苇子峪 TTG(A)-M-Me 杂岩	主要为英云闪长质、花岗闪长质非层状岩类
	大漕-沙厂混合岩化表壳岩系	杂砂岩、中酸、中、基性火山岩及其碎屑岩, 铁硅质沉积岩

注: 岩石地层单元的上、下排列不具备形成时代的先后意义; M—混合岩类; Me—区域变质岩类(一般为表壳岩残体)。

表5 北京地区太古宙变质岩石地层单位划分^[1]
Table 5 Archean strata-rock units in Beijing area^[1]

时代	地层单位划分	
新太古代	旗杆顶花岗质片麻岩	
	潮河主坝基性岩墙群	
	荆子峪片麻岩套	康各庄奥长花岗质片麻岩 荆子峪花岗闪长质片麻岩
	放马峪基性岩墙群	
中太古代	苇子峪片麻岩套	宋营子英云闪长质片麻岩 苇子峪辉长闪长质片麻岩 黑卧辉长质片麻岩
	沙厂英云闪长质片麻岩	
	密云岩群	
古太古代		

3 变质岩特征简述

区内太古宙变质地层具有麻粒岩相和角闪岩相中—深层次变形变质典型特征, 岩石组成较为复杂, 变质地层划分主要针对的是变质表壳岩的划分, 岩性主要为变质超镁铁质岩类、变质基性(镁铁质)岩类、变粒岩类、磁铁石英岩类等。本次划分, 笔者依托新的1:5万~1:25万区域地质调查成果, 收集区内相关研究资料, 以含铁建造为重要依据, 将太古宙变质侵入体(原太古宙TTG侵入岩)作为侵入岩研究, 把太古宙变质表壳岩从太古代片麻岩中剥离出来, 根据变质程度不同划分为密云岩群和四合堂岩群(表6)。

3.1 密云岩群(Ar₃M.)

该岩系在密云水库南、北两侧以及崎峰茶断裂以西均有分布。北侧分布范围主要位于大漕、小漕、兵马营、高岭以及怀柔马圈子等地, 变质岩系呈不规则状分布, 总体沿NE向展布, 怀柔马圈子地区受云蒙山岩体侵位和崎峰茶断裂逆冲作用的影响

呈NE-NNE向; 南侧主要分布于蔡家洼—霍各庄—沙厂一线, 变质岩呈近SN向展布。岩性主要为辉石麻粒岩、含辉石黑云斜长变粒岩、浅粒岩、石榴斜长辉石岩夹多层辉石磁铁石英岩组成。受后期岩浆侵位, 使表壳岩分布不连续, 表现为有层无序的构造岩片或褶叠层的拼合或堆叠^[18]。由于受变质深成岩的侵位和构造作用影响, 均呈残带、残片或大小不等的包体分布, 很难鉴别层序的新老关系。代表性剖面密云水峪—沙厂—火郎峪, 主要岩石类型为二辉麻粒岩、黑云辉石变粒岩(呈韵律式互层), 夹浅粒岩、斜长辉石岩、斜长角闪岩、磁铁石英岩、角闪二辉石岩透镜体等(图1)。

密云岩群表壳岩:

- ⑦黑云辉石斜长片麻岩为主, 夹二辉麻粒岩及薄层磁铁石英岩。下部有斜长辉石岩薄层及角闪二辉石岩透镜体
125.6 m
- ⑥黑云辉石变粒岩和斜长片麻岩, 夹二辉麻粒岩、斜长辉石岩及多层厚层辉石磁铁石英岩
130.70 m
- ⑤石榴辉石变粒岩与石榴二辉麻粒岩、含石榴斜长角闪岩呈韵律式互层, 偶见辉石斜长片麻岩
192.6 m
- ④角闪斜长片麻岩为主, 夹黑云辉石变粒岩、角闪质混合岩
318.3 m
- ③黑云角闪辉石变粒岩与角闪辉石斜长片麻岩互层
96.5 m
- ②黑云紫苏辉石斜长片麻岩, 夹辉石变粒岩、二辉麻粒岩、斜长角闪岩等
186.6 m
- ①辉石变粒岩、黑云角闪变粒岩为主, 夹黑云斜长片麻岩、浅粒岩
165.6 m

3.2 四合堂岩群(Ar₃Sh.)

该岩群集中分布于密云冯家峪—山神庙—四

表 6 太古界划分沿革

Table 6 The evolution of Archean division

北京地质学院(1961) ^[5]	周绍林等 ^[2]	北京市地质调查所 ^[4]	金文山 ^[1]	蛇亦冈等 ^[1]	北京市地质调查研究院 ^[4]	本次方案
世代	世代	世代	世代	世代	世代	世代
太古代	太古代	新太古代	新太古代	新太古代	新太古代	古元古早期
张家坟群	四合堂群	旗杆顶花岗质片麻岩 潮河主坝 荆子峪 片麻岩套	四合堂混合岩化表壳岩系 阳坡地 TTG-M-Me 杂岩 马圈子 TTG-M-Me 杂岩	旗杆顶花岗质片麻岩 潮河主坝 荆子峪 片麻岩套	旗杆顶花岗质片麻岩 潮河主坝 荆子峪 片麻岩套	旗杆顶花岗质片麻岩
宋营子组	山神庙组	荆子峪花岗质片麻岩	对角沟门 TTG-M-Me 杂岩	荆子峪花岗质片麻岩	荆子峪花岗质片麻岩	荆子峪花岗质片麻岩
山神庙组	西湾子组	放马峪 基性岩墙群	冯家湾 TTG-M-Me 杂岩	放马峪 基性岩墙群	放马峪 基性岩墙群	放马峪 基性岩墙群
榎树梁组	宋营子组	荆子峪花岗质片麻岩		荆子峪花岗质片麻岩	荆子峪花岗质片麻岩	荆子峪花岗质片麻岩
石城组	阳坡地组	穆家峪 英云闪长质片麻岩 荆子峪 辉长闪长质片麻岩	荆子峪 TTG(A)-M-Me 杂岩	荆子峪 宋营子 英云闪长质片麻岩 荆子峪 辉长闪长质片麻岩	荆子峪 宋营子 英云闪长质片麻岩 荆子峪 辉长闪长质片麻岩	荆子峪 宋营子 英云闪长质片麻岩
阳坡地组	密云群	荆子峪 辉长闪长质片麻岩	荆子峪 TTG(A)-M-Me 杂岩	荆子峪 宋营子 英云闪长质片麻岩 荆子峪 辉长闪长质片麻岩	荆子峪 宋营子 英云闪长质片麻岩 荆子峪 辉长闪长质片麻岩	荆子峪 宋营子 英云闪长质片麻岩
大漕组	荆子峪组	黑卧 辉长质片麻岩	大漕-沙厂 混合岩化表壳岩系	黑卧 辉长质片麻岩	黑卧 辉长质片麻岩	荆子峪 辉长闪长质片麻岩 黑卧 辉长质片麻岩
沙厂组	沙厂组	沙厂英云闪长质片麻岩 密云表壳岩系	沙厂英云闪长质片麻岩 密云表壳岩系	沙厂英云闪长质片麻岩 密云表壳岩系	沙厂英云闪长质片麻岩 密云表壳岩系	沙厂英云闪长质片麻岩 四合堂岩群 新太古代密云岩群

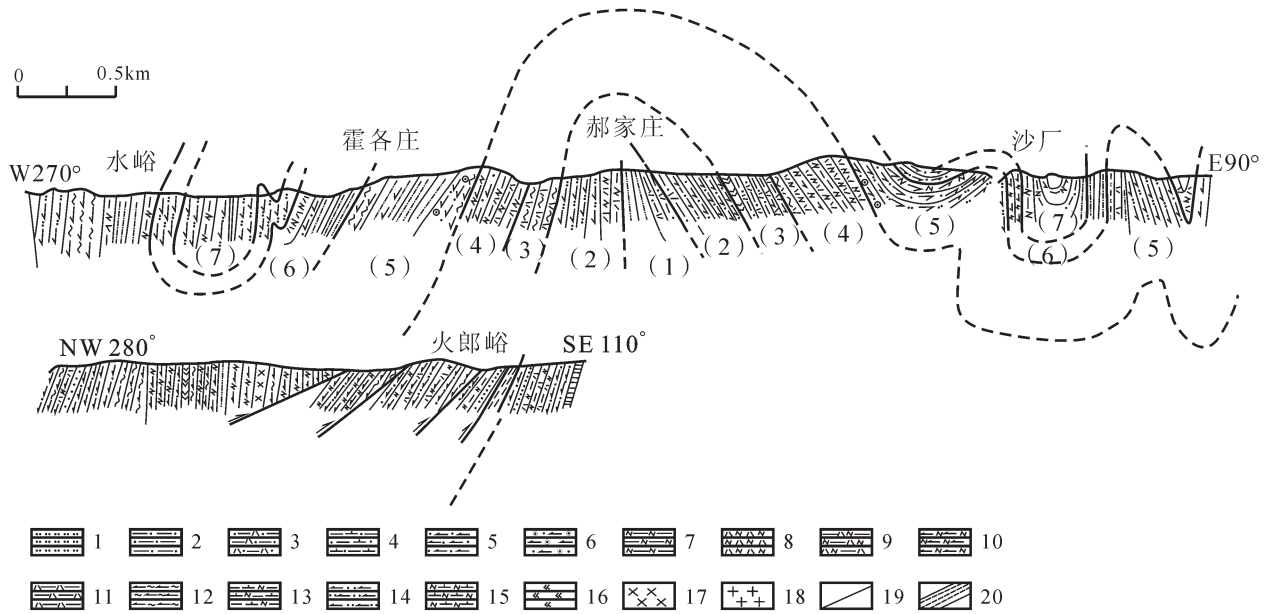


图1 水峪—沙厂—火郎峪密云岩群剖面图

1—浅粒岩; 2—黑云变粒岩; 3—黑云角闪变粒岩; 4—黑云辉石变粒岩; 5—辉石变粒岩; 6—石榴辉石变粒岩; 7—黑云斜长片麻岩; 8—角闪斜长片麻岩; 9—黑云角闪斜长片麻岩; 10—辉石斜长片麻岩; 11—角闪质混合片麻岩; 12—辉石质混合片麻岩; 13—云辉斜长片麻岩; 14—辉石麻粒岩; 15—斜长辉(角闪)石岩; 16—超基性岩; 17—基性岩; 18—花岗岩; 19—铁矿; 20—断层破碎带

Fig.1 The profile of Shuiyu-Shachang-Huolangyu Rock Group

1-Leptite; 2-Biotite granulite; 3-Biotite hornblende granulite; 4-Biotite pyroxene granulite; 5-Pyroxene granulite; 6-Garnet pyroxene granulite; 7-Biotite plagiogneiss; 8-Hornblende plagiogneiss; 9-Biotite hornblende plagiogneiss; 10-Pyroxene plagiogneiss; 11-Hornblende mixed gneiss; 12-Pyroxene mixed gneiss; 13-Winfair plagiogneiss; 14-Pyroxene granulite; 15-Plagioclase pyroxene (hornblende); 16-Ultrabasite rocks; 17-Basic igneous rocks; 18-Granite; 19-Iron ore; 20-Faulted shattered zone

合堂一线。变质岩系受云蒙山岩体侵位影响呈NW向狭长带状分布。岩系为一套角闪岩相含硅铁建造的变质表壳岩系,岩性主要为斜长角闪岩、条带状条带状混合质黑云变粒岩、黑云角闪变粒岩、混合岩、磁铁石英岩等。由于后期受到云蒙山岩体侵位,发生较强的剪切变形改造,原岩结构构造受到较大破坏。难以划分岩群内部各岩性层的相对层序,层间发育小型褶皱、韧性剪切带、片理化,斜长角闪岩、磁铁石英岩呈透镜状赋存其中。

四合堂岩群表壳岩:

- ⑨黑云角闪片麻状混合岩,下部为条带状混合质黑云角闪斜长片麻岩 59.8 m
- ⑧条带状混合质石榴黑云变粒岩及黑云角闪变粒岩 47.5 m
- ⑦中粗粒含石榴角闪岩夹石榴角闪石岩、角闪磁铁石英岩薄层 48 m
- ⑥黑云片麻状混合岩 23.0 m
- ⑤条带状混合质黑云角闪斜长片麻岩夹磁铁石英岩

27.2 m

④混合质斜长角闪岩与含绿帘黑云角闪斜长片麻岩互层,夹厚层磁铁石英岩,顶部有超基性辉石质岩石组成的小侵入体;下部以混合质斜长角闪岩、黑云角闪斜长片麻岩为主,夹磁铁石英岩、角闪石岩 97.6 m

③角闪黑云片麻状混合岩夹两层薄层磁铁石英岩,下部为阳起石化斜长角闪岩 34.4 m

②混合质角闪斜长片麻岩夹阳起石化磁铁石英岩,下部为阳起石化绿帘斜长角闪岩 14.9 m

①黑云片麻状混合岩夹阳起石片岩,下部为混合质黑云角闪斜长片麻岩和斜长角闪岩互层 112.7 m

4 时代归属及沿革

由于众多因素所限,北京地区太古宙的划分至今未能统一。密云岩群、四合堂岩群是本次划分北京地区的表壳岩单位,从其岩性组合、岩石化学、稀土元素含量、同位素年龄、接触关系等综合特征分析,其形成时代应早于其他各类变质地体,为北

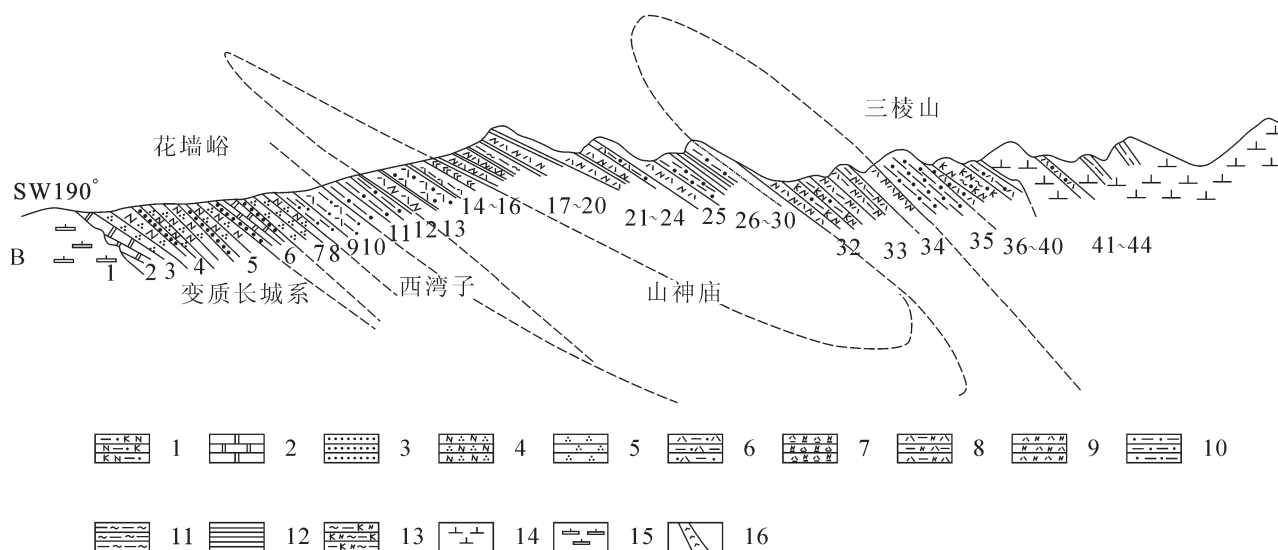


图2 花墙峪—三棱山—榆树底四合堂岩群剖面图

- 1—黑云二长变粒岩; 2—大理岩; 3—砂岩、粉砂岩; 4—长石英岩; 5—石英岩; 6—黑云角闪变粒岩; 7—角闪斜长片麻岩;
8—角闪黑云斜长片麻岩; 9—斜长角闪片岩; 10—黑云斜长变粒岩; 11—黑云混合岩; 12—千枚状板岩; 13—黑云二长混合岩;
14—黑云闪长岩; 15—变质闪长岩; 16—破碎带

Fig.2 The profile of Huaqiangyu-Sanlengshan-Yushudixia Rock Group

- 1-Biotite monzonite leptite; 2-Marble; 3-Sandstone, siltstone; 4-Feldspar-quartzose stone; 5-Quartzite; 6-Biotite hornblendite granulite;
7-Hornblende plagiogneiss; 8-Hornblende biotite plagiogneiss; 9-Plagioclase amphibole schist; 10-Biotite plagioclase leptynite;
11-Biotite mixed rock; 12-Phyllitic slate; 13-Biotite monzonite mixed rock; 14-Biotite diorite; 15-Metamorphic rock; 16-Fractured zone

京地区最古老的变质岩石(地层)单位。本次收集测年数据进行分析,也采集了3件变质岩锆石样品进行测试,通过对比分析认为密云岩群和四合堂岩群成岩时代为新太古代早、晚两期。

4.1 密云岩群(Ar_3M)

周绍林等^[2]获得阳坡地英云闪长岩片麻岩锆石U-Pb年龄(2444±12) Ma~(2563±50) Ma、宋营子英云闪长片麻岩(2516±28) Ma;贺高品等^[20]发表放马峪变质基性岩Sm-Nd模式年龄为2183.58~2686.21 Ma;金文山^[7]在密怀地区采集了大量锆石并进行了测试分析,锆石属于变质重结晶锆石,测得单颗粒锆石U-Pb年龄为(2362±31) Ma~(2553±74) Ma;石玉若^[21]对密云水库西南地区采取斜长角闪岩样品,得出锆石年龄(2619±25) Ma;耿元生^[22]开展了中国前寒武纪地质年代学研究,其认为迁西王寺峪条带状的围岩黑云斜长片麻岩(原岩为英安质火山岩)的锆石LA-ICPMS U-Pb年龄为(2516±9) Ma,该年龄与密云岩群年龄具可对比性;2015年3月,笔者在密云威克铁矿采场内采集黑云斜长片麻岩,获得锆石LA-ICPMS U-Pb年龄为(2544±16) Ma,反映了区

内密云岩群表壳岩和BIF的形成时代为新太古代。

通过对以往测年数据的收集整理,同时考虑到古老锆石中铅同位素有可能丢失,测得的年龄值可能低于真实年龄,推测密云岩群表壳岩系遭受麻粒岩相变质作用的年龄(2553±74) Ma,其成岩时代应早于该年龄。

4.2 四合堂岩群(Ar_3Sh)

金文山等^[9]在区内采集斜长角闪岩样品的单颗粒锆石U-Pb年龄为(2497±55) Ma~(2535±68) Ma,其锆石基本也属于变质成因,因此推断(2535±68) Ma为最接近该表壳岩系角闪岩相变质作用开始的年代;石玉若等^[21]在密云四合堂地区采集黑云斜长片麻岩,测得SHRIMP锆石U-Pb定年测试(2448±14) Ma~(2507±16) Ma;万渝生^[23]系统分析华北克拉通早前寒武纪条带状铁建造形成时代时认为四合堂地区黑云斜长片麻岩2.51~2.54 Ga可作为该表壳岩的限制年龄;陈印^[24]对四合堂地区斜长角闪片麻岩、斜长岩以及变形变质的侵入岩类进行了同位素测年,认为该区变质基底的原岩时代为2502~2406 Ma。

通过分析前人诸多资料,结合野外实际调查,

笔者认为四合堂岩群成岩年龄应为新太古代晚期,稍晚于密云岩群成岩年龄。

5 结 论

(1) 北京地区太古宙变质岩研究经历从早期群-组-段简单划分,到后期重视到多期变质-变形作用重新认识和划分变质岩系,随着大陆动力学发展太古宙TTG概念的提出,进一步将具有侵入岩特征的片麻岩从表壳岩中剥离的演变过程,以硅铁建造为划分原则,进一步提炼划分了本区密云岩群和四合堂岩群2个表壳岩系。

(2) 北京地区太古宙变质岩存在两分法、三分法和四分法多种划分方案,时代归属未统一。本次归纳前人资料,综合分析本区变质表壳岩岩性、岩石化学、稀土元素含量、同位素年龄、接触关系等综合特征,分析认为其形成时代应早于其他各类变质地质体,为北京地区最古老的变质岩石(地层)单位,认为密云岩群和四合堂岩群成岩时代为新太古代,成岩时代上密云岩群应早于四合堂岩群。

致谢: 研究过程中与天津地质矿产研究所陆松年研究员、王慧初研究员,北京市国土局王世发教授级高工,北京市地质调查研究院王增护总工等进行了交流沟通,并得益于他们的建议和意见;审稿专家、责任编辑杨艳老师对论文提出了宝贵修改意见,作者受益匪浅,在此一并致以诚挚的谢意。

参考文献(References):

- [1] 鲍亦冈,刘振锋,等.北京地质百年研究[M].北京:地质出版社,2000.
Bao Yigang, Liu Zhenfeng, et al. Study on the Geological Century of Beijing[M]. Beijing: Geological Publishing House, 2000 (in Chinese with English abstract).
- [2] 周绍林,等.北京早前寒武纪地质及铁矿[M].北京:地质出版社,1993.
Zhou Shaolin, et al. Early Cambrian Geology and Iron Ore in Beijing[M]. Beijing: Geological Publishing House, 2000 (in Chinese with English abstract).
- [3] 姬广义,等.中华人民共和国区域地质调查报告1:5万琉璃庙幅、范各庄幅区调报告[R].北京市地矿局,1993.
Ji Guangyi, et al. Regional Geological Survey Report of the People's Republic of China on Regional Surveys of the 1:50 000 Liulimiao Sheet, Fangezhuang Sheet[R]. Beijing Bureau of Geology and Mineral Resources, 1993 (in Chinese with English abstract).
- [4] 许淑珍.中华人民共和国区域地质调查报告1:20万怀柔幅区调报告[R].北京市地矿局,1990.
Xu Shuzhen, et al. Regional Geological Survey Report of the People's Republic of China on Regional Surveys of the 1:200 000 HuaiRou Sheet[R]. Beijing Bureau of Geology and Mineral Resources, 1990 (in Chinese with English abstract).
- [5] 单文琅,王人镜,钟增球,等.中华人民共和国1:5万区域地质调查报告不老屯幅[R].中国地质大学,1992.
Shan Wenlang, Wang Renjing, Zhong Zengqiu, et al. Regional Geological Survey Report of the People's Republic of China on Regional Surveys of the 1:50 000 Bulaotun Sheet[R]. China University of Geosciences, 1992(in Chinese with English abstract).
- [6] 王世发,李良景,等.中华人民共和国1:5万区域地质调查报告密云、高岭、墙子路幅区调报告[R].北京市地矿局,1994.
Wang Shifa, Li Liangjing, et al. Regional Geological Survey Report of the People's Republic of China on Regional Surveys of the 1:50 000 Mi Yun, Gaolin, Qiangzilu Sheet[R]. Beijing Bureau of Geology and Mineral Resources, 1994(in Chinese with English abstract).
- [7] 金文山,李双保,管爱莲.北京地区早前寒武纪结晶基底[M].北京:地质出版社,2000.
Jin Wenshan, Li Shuangbao, Guan Ailian. Early Precambrian Crystalline Basement in the Beijing Region[M]. Beijing: Geological Publishing House, 2000(in Chinese with English abstract).
- [8] 金文山,管爱莲.北京地区太古宙岩石、地层单元划分及其特征[J].前寒武纪研究进展,1999,22(2):1-10.
Jin Wenshan, Guan Ailian. Division of the Archean stratum-rock units, and its characteristics in the Beijing area[J]. Progress in Precambrian Research, 1999, 22(2): 1-10(in Chinese with English abstract).
- [9] 金文山,管爱莲.北京地区太古宙岩石同位素年龄及其意义[J].前寒武纪研究进展,1999,22(3):1-13.
Jin Wenshan, Guan Ailian. Isotopic age of the Archean rocks in Beijing area and their geological implications[J]. Progress in Precambrian Research, 1999, 22(3): 1-13(in Chinese with English abstract).
- [10] Peng Peng, Guo Jinghui, Zhai Mingguo, et al. Paleoproterozoic gabbro noritic and granitic magmatism in the northern margin of North China craton: Evidence of crust-mantle interaction[J]. Precambrian Research, 2010, 183(2010): 635-659.
- [11] Peng Peng, Mingguo Zhai, Qiu Li, et al. Neoproterozoic (~900 Ma) Sariwon sills in North Korea: Geochronology, geochemistry and implications for the evolution of the south-eastern margin of the North China Craton[J]. Gondwana Research, 2011, 20(2011): 243-254.
- [12] Nutman Allen P, Wan Yusheng, Du Lilin, et al. Multisite late Neoproterozoic crustal evolution of the North China Craton, eastern Hebei[J]. Precambrian Research, 2011, 189: 43-65.

- [13] 彭澎, 刘富, 翟明国, 等. 密云岩墙群的时代及其对长城系底界年龄的制约[J]. 科学通报, 2011, 56(35): 2975–2980.
Peng Peng, Liu Fu, Zhai Mingguo, et al. Age of the Miyun dyke swarm: Constraints on the maximum depositional age of the Changcheng System[J]. Chinese Science Bulletin, 2011, 56(35): 2975–2980 (in Chinese).
- [14] 陈能松, 王人镜, 单文琅, 等. 密云杂岩西段等压冷却 $P-T-t$ 轨迹确定及地球动力学成因[J]. 地质科学, 1994, 29(4): 355–365.
Chen Nengsong, Wang Renjing, Shan Wenlang, et al. Scientia isobaric cooling(IBC) $P-T-t$ path for the western portion of archaean Miyun Complex, Beijing: Constraints and its geodynamic genesis[J]. Geologica Sinica, 1994, 29(4): 355–365(in Chinese with English abstract).
- [15] 崔文元, 魏春景, 舒桂明. 北京密云变质杂岩矿物学和结晶的 $P-T$ 条件[J]. 矿物学报, 1990, 10(3): 208–220.
Cui Wenyuan, Wei Chunjing, Shu Guiming. Mineralogy and $P-T$ conditions of crystallization of the Miyun Metamorphic Complex, Beijing[J]. Acta mineralogica Sinica, 1990, 10(3): 208–220(in Chinese with English abstract).
- [16] 高凡, 高励. 燕山地区太古代麻粒岩相岩石退变质作用的研究[J]. 矿物岩石地球化学通讯, 1987, (1): 9–11.
Gao Fan, Gao Li. Study on the retreat modification of the archaean granulite facies rocks in the Yanshan Area[J]. Minerals Rocks Geochemical Communication, 1987, (1): 9–11(in Chinese with English abstract).
- [17] 刘允良, 张德云. 密云水库北部变质岩构造遥感图像特征的研究[J]. 长春地质学院学报, 1982, (1): 41–46.
Liu Yunliang, Zhang Deyun. A study on the features shown in the remote sensing image from the metamorphic terrain in Northern Miyun District Beijing[J]. Journal of changchun university of earth sciences, 1982, (1): 41–46(in Chinese with English abstract).
- [18] 傅昭仁, 单文琅, 葛蒙春. 变质岩层构造的形变相分析[J]. 地球科学——武汉地质学院学报, 1983, 22(3): 64–72, 149–150.
Fu Zhaoren, Shan Wenlang, Ge Mengchun. Deformation facies analysis of S RUC- URES of metamorphic lavars[J]. Earth Science——Journal of Wuhan College of Geology, 1983, 22(3): 64–72, 149–150.
- [19] 方同明, 等. 北京市矿产资源潜力评价成果报告[R]. 北京市地质调查研究院, 2014.
Fang Tongming, et al. Assessment of the Potential of Mineral Resources in Beijing [R]. China University of Geosciences, 2014 (in Chinese with English abstract).
- [20] 贺高品, 叶慧文, 夏胜利. 北京密云地区变质基性岩墙的 Sm-Nd 同位素年龄及其地质意义[J]. 岩石学报, 1993, 9(3): 312–317.
He Gaopin, Ye Huiwen, Xia Shengli. Sm-Nd Isotopic age of the metamorphic basic dykes in Miyun, Beijing and its geological significance[J]. Acta Petrologica Sinica, 1993, 9(3): 312–317(in Chinese with English abstract).
- [21] Shi Yuruo, Simon A A Wilde, Zhao Xitao, et al. Late Neoproterozoic magmatic and subsequent metamorphic events in the northern North China Craton: SHRIMP zircon dating and Hf isotopes of Archean rocks from Yunmengshan Geopark, Miyun, Beijing[J]. Gondwana Research, 2012, 21 (2012) 785–800 (in Chinese with English abstract).
- [22] 耿元生, 陆松年. 中国前寒武纪地层年代学研究的进展和相关问题[J]. 地学前缘, 2014, 21(2): 102–118.
Geng Yuansheng, Lu Songnian. Advances in the study of Precambrian chronostratigraphy in China[J]. Earth Science Frontier, 2014, 21(2): 102–118(in Chinese with English abstract).
- [23] 万渝生, 董春艳. 华北克拉通早前寒武纪条带状铁建造新城时代-SHRIMP 锆石 U-Pb 定年[J]. 地质学报, 2012, 86(9): 1448–1478.
Wan Yusheng, Dong Chunyan. Formation ages of Early Precambrian BIFs in the North China Craton: SHRIMP zircon U-Pb dating[J]. Acta Geologica Sinica, 2012, 86(9): 1448–1478(in Chinese with English abstract).
- [24] 陈印. 云蒙山变质核杂岩的演化及其与华北克拉通破坏的关系[D]. 合肥工业大学, 2014.
Chen Yin. Tectonic evolution for the Yunmengshan Metamorphic Core Complex and the Relationship with the Destruction of the North China Craton[D]. Hefei University of Technology, 2014(in Chinese with English abstract).