第20卷 第3期
2001年9月

世 界 地 质
WORLD GEOLOGY

Vol.20 No.3
Sep. 2001

内蒙古大青山地区早前寒武纪变质地层的组成及特征

徐仲元,刘正宏,杨振升

(吉林大学 地球科学学院,吉林 长春 130061)

摘要:内蒙古大青山地区是华北克拉通北缘早前寒武纪变质杂岩发育地区,也是高级变质地层发育地区。多年来,对该区早前寒武纪变质地层的组成和划分一直存在着争议。近几年来,作者以相同或相似的岩性组合为基本填图单位,以变形变质作用特征的研究为主线,结合岩浆活动作用、原岩建造等方面的研究,通过对内蒙古大青山地区的6幅1:5万区域地质调查,提出自该区早前寒武纪变质地层自下而上可划分为古太古代兴和岩群、中太古代乌拉山岩群和古元古代美岱召岩群3个岩群,并进一步划分为8个岩组。其中兴和岩群和乌拉山岩群均遭受了麻粒岩相-高角闪岩相条件下的多期强烈的变形变质作用改造,并相互参差交错地共生在一起。详细地构造解析结果表明,兴和岩群和乌拉山岩群均遭受到一期下地壳麻粒岩相环境下的近水平剪切变形和高角闪岩相条件下的近南北向和近东西向纵向构造置换作用的改造。早期近水平剪切导致乌拉山岩群的各个地层单元以透镜状岩片叠置于兴和岩群之上,后期纵向构造置换作用导致兴和岩群和乌拉山岩群的不同地层单元沿现存叶理相互穿插,造成以现存叶理为标志的"假互层"或"假夹层"。美岱召岩群为一套浅变质的碎屑沉积岩系,仅遭受绿片岩相变质,变形特征也不同于乌拉山岩群,其以角度不整合覆盖在由乌拉山岩群、兴和岩群及侵入其中变质深成岩组成的高级变质杂岩之上。

关键词:大青山地区;早前寒武纪;变质地层;近水平剪切

中图分类号:P534.1 **文献标识码**:A **文章编号**:1004-5589(2001)03-0209-10

早前寒武纪古大陆的研究和重建是现代地球科学的前沿研究课题之一,它涉及到早前寒武纪的大陆壳起源、性质、运动形式和特征、超级大陆的形成及演化。其中最关键的问题是全球陆块演化史中的可对比性证据的认识[1],这也包括早前寒武纪变质地层尤其是对构造复杂地区高级变质地层的组成、划分和对比的认识。内蒙古大青山地区是华北克拉通北缘早前寒武纪变质地层发育地区之一。区内变质杂岩最初被划为桑干系、五台系[1~5],之后又统归为乌拉山群[2],1992年内蒙古区域地质志[5]又从中解体出部分岩石归为上集宁群。90年代以来,研究区周围相继完成的1:5万区测中在剔除"假层状化"的变质深成岩之后,将测区内的高级变质地层自下而上划分为集宁群、乌拉山群。但即使如此,在对集宁群和乌拉山群的定义、地层的划分、层序和岩石组合的对比上都存在着明显的差异(表1)。很显然,区内早前寒武纪变质地层的复杂构造格局的不同认识是造成地层划分和对比的分歧和争论的主要原因。由于其变形构造的复杂性,许多文献在对区内变质杂岩进行讨论时,多用了孔兹岩系和麻粒岩系的称谓[6~8]。

通过对该区6幅1:5万的区域地质调查和研究发现,尽管区内变质地层经历了十分复

收稿日期:2001-06-19

作者简介:徐仲元(1963-),男,山西省临汾市人,副教授,博士,主要从事构造地质研究。

杂的变形变质作用的改造,但区内变质地层的组成仍具有十分明显的规律性,并显示出独特的地层结构。

1 区内早前寒武纪变质地层单位划分的思路和依据

大青山地区位于内蒙古中西部包头—呼和浩特市之间,是华北克拉通北缘以富含孔兹岩系为特征的高级变质杂岩区的一部分。除大面积分布的早前寒武纪变质杂岩外,还出露有中生代和古生代地层。在中生代强烈的板内造山作用下,区内变质杂岩被分割成南、北两个岩片,构成南部变质杂岩岩片、中部古生代地层岩片、北部变质杂岩岩片的三明治式结构(图 1)。

区内早前寒武纪变质地层不仅受到十分复杂的变形、变质作用的改造,还在下地壳麻粒岩相环境下遭受到岩石深熔作用的强烈影响。其变形变质过程中的多期岩浆活动也破坏了其连续性,而这些岩浆活动所形成的变质深成岩在变质变形过程中形成的"假层状"岩石明显增加了对上述高级变质地层鉴别和划分的难度。更需要指出的是,中生代强烈的逆冲推覆作用造成的岩片的拼贴所抹掉的部分变形变质作用的记录和部分地层的缺失也使岩片之间横向上的差异性增大。因此完全从沉积地层学的角度来划分和研究古老变质岩系,无疑会给变质岩系的研究带来许多分歧和争议[6],而合理地建立复杂变形变质地区高级变质杂岩中的变质地层单位则需要采用一种全新的思路和方法。

在总结前人工作经验的基础上,我们的基本思路是,查明高级变质地层的后期变形构造特征及其对变质地层的改造特征和岩石深熔作用、岩浆活动对变质地层的影响是确定高级变质地层的精细结构的前提,岩石组合及其组合规律是基础。因此,在工作过程中,以相同或相似的并在空间上密切共生的岩石组合为基本填图单元,通过点、线、剖面的详细观察和测量以及关键地段的大比例尺填图,查明这些填图单元的空间关系和空间分布特征、构造变形改造特征,关注变质深成岩的变形特征及与变质地层的关系。在消除变形构造的影响,剔除由于变形造成的具层状构造的变质深成岩之后,建立正式变质地层单元。

由于强烈的变形变质作用、岩石深熔作用和岩浆活动的改造和影响,区内高级变质地层中的原生沉积结构和构造已大部消失,不同岩层之间的界面或层面也多被后期变形强烈置换而失去意义,尽管可以通过对其中变形构造特征的查明来大致恢复层序,但很难建立起未被改造之前的真正意义上的地层层序。因此,所建立的变质地层单元应以岩群、岩组、岩段定名。

2 区内早前寒武纪变质地层的组成及基本特征

按照上述思路和工作方法,将区内变质地层划分为三个单位:①古太古代兴和岩群;②中太古代乌拉山岩群和③新元古代美岱召岩群。

2.1 古太古代兴和岩群的组成及特征

区内兴和岩群是指从原乌拉山岩群[5]的变质杂岩中解体出来的一套麻粒岩组合,根据《内蒙古自治区岩石地层》[9]对太古宙地层划分意见,将其归为兴和岩群。该岩群在区内多以不规则形态的条带状、团块状出露。根据岩性和岩石组合特征,可分为中色麻粒岩岩组和浅色麻粒岩岩组。

中色麻粒岩岩组由紫苏黑云斜长中浅色麻粒岩,磁铁紫苏斜长中色麻粒岩、角闪石化二

表 1　大青山—乌拉山地区早前寒武纪地层层序及其组成对比表

Table 1　The comparison between the strata sequence and composition in Daqingshan－Wulashan area

	内蒙古区域地质志 1991	呼和浩特市 6 幅 1∶5 万区测 1991	庙沟及东坡幅 1∶5 万区测 1992	包头市 6 幅 1∶5 万区测 1994	土默特右旗地区 6 幅 1∶5 万区测 2000	
乌拉山群	第四岩组：长石石英岩、黑云变粒岩、浅粒岩夹矽线红柱黑云片岩、透辉大理岩				美岱召岩群	黑云变粒岩岩组：黑云二长变粒岩、绿泥斜长变粒岩、阳起二长变粒岩夹石英岩
						石英岩岩组：石英岩、含长石英岩、二长石英岩
	第三岩组：透辉大理岩、矽线石英岩、含石墨石榴黑云斜长片麻岩、石墨矽线石榴片麻岩、石榴浅粒岩、斜长角闪岩			第三岩组：透辉黑云斜长片麻岩、透辉斜长变粒岩、长石石英岩夹蛇纹石化橄榄大理岩		大理岩岩组：厚层蛇纹石橄榄大理岩、含石墨大理岩、含石英大理岩夹薄层石英岩、石墨片麻岩、透辉石英岩
						透辉片麻岩岩组：透辉石岩、透辉长石岩、透辉片麻岩夹含墨金云透辉大理岩
	第二岩组：斜长角闪岩、混合岩、混合质斜长角闪岩、角闪斜长片麻岩、黑云角闪混合质斜长片麻岩、混合质黑云斜长变粒岩	第二岩组：蛇纹石化、硅化大理岩、透辉大理岩夹石榴黑云二长片麻岩	第二岩组：黑云斜长片麻岩、斜长角闪岩、辉石混合片麻岩、辉石斜长片麻岩、石榴黑云斜长片麻岩夹磁铁石英岩	第二岩组三岩段：黑云斜长片麻岩、角闪斜长变粒岩、矽线石榴黑云斜长片麻岩夹石英岩、透辉橄榄大理岩 第二岩组二岩段：厚层蛇纹石化透辉大理岩夹矽线石榴黑云斜长片麻岩 第二岩组一岩段：黑云斜长片麻岩、角闪斜长片麻岩夹矽线石榴黑云斜长片麻岩、蛇纹石化透辉大理岩	乌拉山岩群	榴云片麻岩岩组：石榴黑云片麻岩、矽线石榴黑云片麻岩、石墨石榴矽线堇青片麻岩、石榴长英片麻岩
						黑云角闪片麻岩岩组：上段黑云片麻岩、黑云长英片麻岩为主，夹黑云角闪片麻岩；下段黑云角闪片麻岩、斜长角闪岩为主，夹磁铁石英岩、黑云长英片麻岩
	第一岩组：细粒黑云斜长角闪岩、黑云角闪斜长片麻岩、透辉斜长角闪岩、透辉石岩、黑云角闪斜长片麻岩、斜长片麻岩、透辉斜长片麻岩	第一岩组：黑云斜长片麻岩、黑云角闪斜长片麻岩、变粒岩、浅粒岩、条带状混合岩	第一岩组：蛇纹石化镁橄榄大理岩、角闪黑云变粒岩、矽线石榴片麻岩、斜长角闪岩	第一岩组二岩段：含矽线堇青石榴黑云斜长片麻岩、透辉角闪斜长片麻岩夹磁铁石英岩 第一岩组一岩段：黑云角闪斜长片麻岩、黑云斜长变粒岩		浅色麻粒岩岩组：辉石二长片麻岩辉石碱长片麻岩夹角闪紫苏中色麻粒岩、暗色麻粒岩夹石英岩
					兴和岩群	中色麻粒岩岩组：中色紫苏斜长麻粒岩、紫苏二长麻粒岩夹浅色紫苏斜长麻粒岩、二辉碱长麻粒岩和暗色二辉麻粒岩
上集宁群	上部：石榴浅(变)粒岩、矽线堇青石榴斜长(二长）片麻岩夹石墨片麻岩和大理岩(钙硅酸盐岩) 下部：矽线堇青石榴片麻岩、浅(变)粒岩、麻粒岩、透辉石岩等	上部：石墨大理岩、金云母大理岩、透辉橄榄大理岩夹片麻岩 下部：矽线石榴斜长片麻岩、含石墨黑云斜长片麻岩、含石榴石墨堇青片麻岩、石榴浅粒岩	含石榴石英岩、石英岩、含石墨矽线石榴片麻岩、少量麻粒岩	第二岩组：透辉斜长变粒岩、透辉黑云斜长片麻岩、含石墨黑云斜长片麻岩、角闪斜长片麻岩、透辉大理岩 第一岩组：含矽线石榴黑云二长片麻岩、黑云斜长片麻岩、黑云角闪斜长片麻岩		

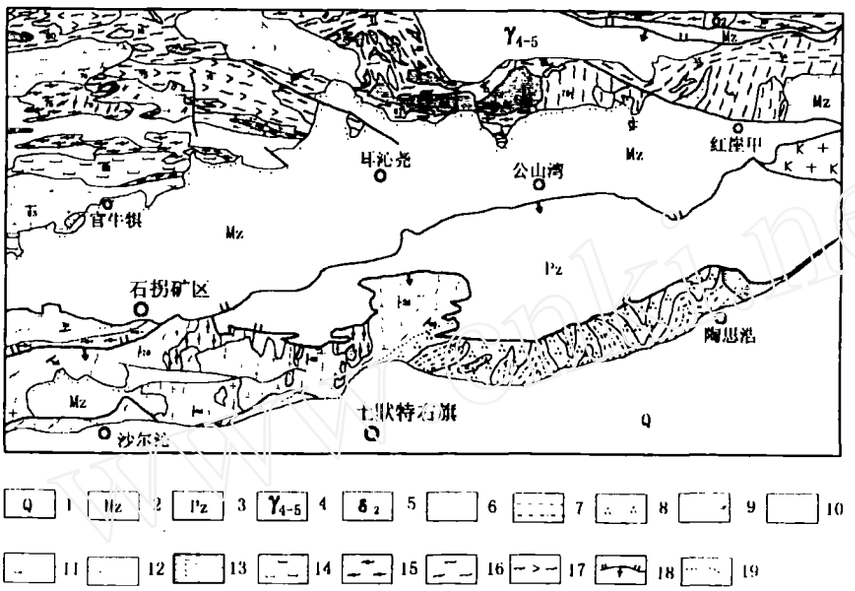


图 1 内蒙古大青山地区前寒武纪构造地质图

Fig. 1 The early Precambrian structural geological sketch in Daqingshan area, Inner Mongolia

1. 第四系;2. 中生界;3. 古生界;4. 古－中生代花岗岩;5. 中元古代闪长岩;6. 古元古代角闪钾长花岗岩;美岱召岩群:7. 黑云变粒岩组;8. 石英岩岩组;9. 紫苏石英碱长－二长质片麻岩;10. 眼球状花岗质片麻岩;11. 石英闪长质－英云闪长质片麻岩;12. 紫苏花岗质片麻岩;乌拉山岩群:13. 大理岩岩组;14. 透辉片麻岩岩组;15. 榴云片麻岩岩组;16. 黑云角闪片麻岩岩组上段;17. 黑云角闪片麻岩岩组下段;18. 构造界线;19. 兴和岩群

辉斜长中色麻粒岩、紫苏斜长浅色麻粒岩夹角闪石化紫苏二长浅色麻粒岩、紫苏碱长浅色麻粒岩和黑云角闪石化二辉暗色麻粒岩组成。总体岩貌灰绿色、灰褐色,细粒变晶结构。以中色麻粒岩为主,夹浅色麻粒岩和暗色麻粒岩层。大量的原岩恢复和岩石化学分析资料分析结果表明,该岩组为一套中基性火山碎屑沉积建造。

浅色麻粒岩岩组以辉石二长片麻岩为主,少量辉石(二辉)碱长片麻岩、辉石(二辉)斜长片麻岩,夹角闪紫苏中色麻粒岩－角闪暗色麻粒岩及少量石英岩。该岩组总体显红褐色－黄褐色,多具中粒变晶结构。属一套酸性夹中基性火山沉积建造。

中色麻粒岩岩组和浅色麻粒岩岩组均经历了多期强烈的变形作用的改造,但下列证据明显显示其变质地层的特征:①岩性复杂,矿物组成变化大,部分地段存在着明显的韵律变化;②岩石化学成分变化大,部分岩石明显富钾,原岩恢复结果显示出更接近沉积岩的特征。

总体上,兴和岩群为一套主动大陆边缘的火山碎屑沉积,相当于麻粒岩系。

2.2 中太古代乌拉山岩群的组成及特征

区内乌拉山岩群是剔除部分兴和岩群和美岱召岩群之后的一套高级变质地层,可再分为:黑云角闪片麻岩岩组、榴云片麻岩岩组、透辉片麻岩岩组和大理岩岩组。

黑云角闪片麻岩岩组 黑云角闪片麻岩岩组可分为上下两段:下段以含石英辉石斜长角闪岩、含石英碱长二长角闪岩、角闪斜长片麻岩、黑云角闪二长片麻岩、黑云碱长－二长片麻岩夹辉石磁铁石英岩为主,其中,还含有少量的辉石二长片麻岩、辉石斜长角闪岩和角闪

斜长辉石岩;上段以黑云碱长长英片麻岩、黑云二长长英片麻岩、含黑云斜长长英片麻岩、角闪长英片麻岩为主,夹薄层黑云二长片麻岩、黑云碱长片麻岩、黑云角闪斜长片麻岩、角闪二长片麻岩和条带状斜长角闪岩、含石英辉长斜长角闪岩,总体岩貌浅灰色-浅肉红色。总体上,下段为中基性火山沉积夹硅铁沉积建造,上段为中酸性夹中基性火山沉积建造及少量碎屑岩建造。

该岩组地层在空间分布上与兴和岩群关系密切(图1),但与榴云片麻岩岩组、透辉片麻岩岩组、大理岩岩组均有接触。

榴云片麻岩岩组　榴云片麻岩岩组可划分为上下两段。下段主要由石榴黑云二长片麻岩、石榴黑云碱长片麻岩、石榴黑云斜长片麻岩、石榴黑云碱长长英片麻岩(浅粒岩)、堇青矽线黑云石榴片麻岩、石榴黑云堇青矽线黑云二长片麻岩、夕线堇青石榴黑云二长片麻岩、含石榴黑云碱长片麻岩夹黑云二长片麻岩、黑云斜长片麻岩、含石榴透辉石英岩、含碱长夕线石英岩、石榴斜长角闪岩、角闪石化斜长石榴透辉石岩组成,该岩段以不含石墨为特征,总体呈白色、红褐色色调。上段由石墨夕线堇青碱长片麻岩、夕线石榴堇青碱长片麻岩、石墨夕线黑云二长片麻岩含石墨石榴二长片麻岩与石榴黑云片麻岩、石榴长英片麻岩、黑云二长长英片麻岩互层夹石英岩、薄层透辉大理岩、含石墨黑云透辉石岩、透辉片麻岩组成。

总体上看,榴云片麻岩岩组是以岩石中石榴石的广泛出现和含有较多的夕线石为特征,是一套富铝片麻岩系。其原岩为一套被动大陆边缘环境下的碎屑沉积建造。

透辉片麻岩岩组　该岩组主要由含斜长透辉石岩、透辉斜长岩、透辉斜长片麻岩、透辉二长岩、二长透辉岩透辉二长片麻岩、透辉钾长岩、钾长透辉石岩、钾长透辉片麻岩夹含金云透辉大理岩、含石墨方柱石透辉大理岩、含榍石方柱石透辉大理岩组成,总体岩貌呈浅绿色,以富含榍石、方柱石、透辉石为特征,是一套特殊的钙镁硅酸盐组合。为一套钙泥质沉积夹火山沉积建造。

尽管该岩组遭受到强烈的纵向构造置换作用,但在该岩组中,局部还见有透辉石岩→透辉长石岩→透辉片麻岩的韵律,透辉大理岩、含金云透辉大理岩多产于该岩石组合的上部层位,并多呈构造透镜体产出,与透辉二长石岩和二长透辉石岩空间关系密切。透辉大理岩中往往见透辉二长岩和二长透辉石岩的角砾,经详细观察发现,这些角砾实际上是透辉大理岩中的透辉二长岩或二长透辉石岩夹层石香肠化的结果。

大理岩岩组　大理岩岩组下部以厚层石英岩与浅肉红色长英质片麻岩互层,中部为厚层金云蛇纹石化橄榄大理岩、含石墨大理岩夹薄层透闪石岩、薄层石墨片麻岩、石墨石英岩、含黑云碱长石英岩和薄层蛇纹石化橄榄大理岩(或薄层方解石蛇纹石化橄榄岩),上部为厚层蛇纹石化橄榄大理岩、粗粒含方镁石金云橄榄大理岩、含榍石石英方柱透辉大理岩、厚层含石英大理岩,从化学成分特征和岩相特征上看,是一套富镁的碳酸盐沉积。

综合乌拉山岩群的岩石组合特征,基本可分为上下两大部分,下部为黑云角闪片麻岩岩组,为一套火山沉积建造及少量碎屑岩建造,上部由榴云片麻岩岩组、透辉片麻岩岩组和大理岩岩组组成,为一套被动大陆边缘的碎屑-钙镁硅酸盐-碳酸盐建造,相当于孔兹岩系。

2.3　美岱召岩群的组成及特征

美岱召岩群主要分布于工作区南部的纳太沟—白石头沟一带,是一套浅变质岩系,原划分为乌拉山岩群的第四岩组[5],经过我们的工作,认为这套岩石在岩石组合特征、原岩建造、变质和变形作用特征及岩浆活动特征等方面与乌拉山岩群明显不同,因而将其划分出来

单独建群，并将其定为美岱召岩群。

美岱召岩群可划分为二个岩组：石英岩岩组和黑云变粒岩岩组。

石英岩岩组 该岩组以绢云石英岩、白云母石英岩、含长石英岩、含绿泥二云长石石英岩夹绿泥黑云变粒岩为特征，之外，还有阳起方解二长石英岩等岩性。下部为厚层中粒白云母石英岩；中部为中厚层含长石英岩、薄层石英岩；上部为含长石英岩、长石石英岩夹黑云变粒岩或与黑云变粒岩互层，显示出明显的沉积韵律。岩石中变余砂屑结构、变余层理、波痕普遍存在，反映了其低级变质的特征。从剖面上看，它与黑云变粒岩岩组是渐变过渡的。很显然，其原岩为一套由石英砂岩、长石石英砂岩夹细砂岩、粉细砂岩组成的粗碎屑岩建造。其厚度约 555 m。

黑云变粒岩岩组 黑云变粒岩岩组主要由黑云二长变粒岩、绿帘绿泥石白云母斜长变粒岩、含方解阳起石斜长变粒岩、阳起二长变粒岩、黑云阳起二长变粒岩、黑云角闪二长变粒岩夹薄层石英岩组成。从岩相特征看，为一套由细砂岩、粉细砂岩或泥质砂岩组成的细碎屑岩夹火山碎屑岩建造。

根据石英岩岩组中的变余对称波痕、砂岩的高成熟度及其韵律特征综合判断，美岱召岩群应属一套浅海环境的沉积。厚度大于 260 m。

3 区内早前寒武纪变质地层的后期改造与产出特征

兴和岩群和乌拉山岩群均遭受下地壳麻粒岩相－高角闪岩相环境下的多期强烈的变形变质作用的改造。并且，大量的变质深成岩侵入其中，构成区内广泛发育的高级变质杂岩；而美岱召岩群仅遭受到绿片岩相的变质作用，变形特征也与之明显不同。

3.1 乌拉山岩群的后期改造特征及地层结构

乌拉山岩群后期改造特征 详细的区域地质调查显示，在中下地壳麻粒岩相－高角闪岩相环境下，乌拉山岩群遭受了早期近水平顺层剪切变形的强烈改造，形成一组由条带状构造、强变形叶理、鞘褶皱、A 型不对称褶皱、矿物拉伸线理、石香肠构造等组成的近水平剪切构造行迹；之后，又先后发生近南北向构造变形和东西向构造变形。近南北向构造变形以形成近南北向的叶理和十分紧闭的倒转褶皱为特征，呈带状产出；东西向构造变形早期以东西向的滑褶皱作用为特征，形成十分发育的东西向陡倾叶理带，并叠加了伸展剪切变形和右旋走滑中深构相韧性剪切变形。这些变形作用强烈改造了乌拉山岩群的变质地层并形成十分独特的地层结构。

乌拉山岩群产出特征 地质填图结果显示，区内孔兹岩系各地层单位的空间展布、空间关系等特征均具有特殊性。出露形式完全不同于显生宙地层的规则条带，而多以不规则残片状或补丁状的形式出露(图 1)，空间关系则十分复杂，具有“岩层缺失，隔层相触”、“犬牙交错，参差产出”的特征。

“犬牙交错，参差产出”表现为特征完全不同的变质地层单元沿现存叶理相互穿插，相间产出，显示出“互层”或“夹层”的特征。如榴云片麻岩岩组在兴和岩群的麻粒岩系中以“夹层”的形式产出，局部与麻粒岩系“互层”；麻粒岩系在透辉片麻岩中呈“夹层”，局部“互层”；大理岩岩组在榴云片麻岩岩组、黑云角闪片麻岩中或兴和岩群的麻粒岩系中也有类似的现象，但共同的特征是，岩石中的陡倾叶理十分发育，显然是后期近东西向或近南北向纵向构造置换的结果。

追踪上述变质地层单元之间的空间关系，仅部分地区如石拐矿区—石人塔一带层序比较完整，大部分地区往往缺失部分地层，造成"岩层缺失，隔组相触"的现象(图1)，如大理岩岩组既可以覆盖在榴云片麻岩岩组之上，也可以覆盖在黑云角闪片麻岩岩组或麻粒岩系之上；透辉片麻岩岩组可以盖在榴云片麻岩岩组之上，也可以盖在黑云角闪片麻岩岩组之上；榴云片麻岩岩组或者盖在黑云角闪片麻岩岩组之上，或者覆盖在麻粒岩系之上。如此复杂的接触关系显然仅依靠沉积学原理难以解释。而这种现象明显是强烈的近水平顺层剪切所引起的岩石塑性流动经常导致一些地层在某些部位缺失，造成正常地层中难得见到的非相邻地层直接接触的现象。

乌拉山岩群的的地层结构及特征　以孔兹岩系中的近水平剪切构造形迹为基础，恢复其中变质地层单元之间近水平剪切界面形态后，结合各变质地层单元之间空间关系的分析、区内弱变形域中近水平岩性界面的追索及综合对比发现，孔兹岩系的基本层序自下而上先后为：黑云角闪片麻岩岩组、榴云片麻岩岩组、透辉片麻岩岩组、大理岩岩组。其中，黑云角闪片麻岩岩组的原岩是一套火山沉积建造，而之上的三个岩组为稳定环境下的碎屑－碳酸盐沉积建造，这一沉积环境的差异可能意味着黑云角闪片麻岩岩组的归属问题还需进一步研究。对于透辉片麻岩岩组和大理岩岩组，大量的观察结果表明，除局部大理岩岩组底部有少量透辉片麻岩岩组的成分存在外，二者在区内基本没有直接接触，比较普遍的是，二者均覆盖在榴云片麻岩岩组之上。因此，把二者视为同时异相比较合理。比较奇怪的是，上述岩组在区内的不同部位又分别与兴和岩群直接接触，根据变形构造特征，这应与近水平剪切变形有关，实测剖面图不仅可以证实上述层序，还显示出这些变质地层剖面上的扁豆状或透镜状形态，就目前区域上的1:5万区域调查资料分析，似乎也存在着平面上的椭圆状形态。这种特殊的由近水平剪切界面所围限的透镜状地层堆垛而成的地层结构与显生宙的地层明显不同，显然反映了下地壳麻粒岩相环境下近水平顺层韧性剪切变形的特征。

3.2　兴和岩群的后期改造特征及与乌拉山岩群的关系

综合大量的剖面测量和路线观测发现，区内兴和岩群的产出状态十分复杂，可总结为如下几种：①呈残留体或包体产于变质深成岩中；②与乌拉山岩群的变质地层混杂产出。其中，作为后者，形式十分复杂，或者以"夹层"的形式产于乌拉山岩群中，或者与乌拉山岩群呈"互层"的形式，或者乌拉山岩群以"夹层"的形式在其中产出。这些形式说明，兴和岩群也遭受到乌拉山岩群形成后的近水平顺层剪切和近南北向、近东西向纵向构造置换的改造。在后期近南北向、近东西向纵向构造置换的弱变形域，可以发现兴和岩群中还存在一期与乌拉山岩群中的变形构造明显不协调的钩状褶皱，说明在乌拉山岩群沉积之前，兴和岩群已遭受了变形变质作用的改造。

在后期近南北向、近东西向纵向构造置换的弱变形域发现，乌拉山岩群以近水平的构造界面覆盖在兴和岩群之上(图2)，表明兴和岩群是位于乌拉山岩群之下的一套区内最古老的变质地层。由于多期强烈的变形尤其是强烈的褶皱作用和构造置换作用的改造，其多在十分复杂的复式背斜或穹隆式叠加褶皱的核部出露，这样，在乌拉山岩群的变质地层大量发育地区，该岩群的变质地层多以规模不等的不规则透镜状、团块状出露，空间分布不连续。可以确定孔兹岩系以构造不整合覆盖在麻粒岩系之上，之所以称为构造不整合是因为根据变形构造、变质作用、原岩建造等特征的分析可基本确定二者之间应为角度不整合[1,8,10,11]，但麻粒岩相环境下强烈的近水平剪切变形已完全抹掉角度不整合的痕迹。

3.3 美岱召岩群的后期改造特征及与乌拉山岩群的关系

美岱召岩群是本次区调工作中从原乌拉山岩群中解体出来的一套地层，属于一套底部以粗碎屑沉积为主，上部为细碎屑沉积夹火山沉积为特征的浅变质岩系，其在空间上与乌拉山岩群的黑云角闪片麻岩岩组和大理岩岩组以推覆断层接触。其建群的主要依据如下。

(1)美岱召岩群和乌拉山岩群的对比

美岱召岩群与乌拉山岩群在变质程度、构造变形特征和岩浆活动事件等方面均有显著的差别。

①变质程度的差异

乌拉山岩群是一套高级变质岩系，变质程度为麻粒岩相，岩石中原岩结构构造基本消失；而美岱召岩群是一套低级变质岩系，变质程度仅达绿片岩相，岩石中变余碎屑结构、变余波痕及变余斜层理等十分发育。二者之间没有变质程度的渐变过渡现象，说明二者之间变质程度是突变关系。

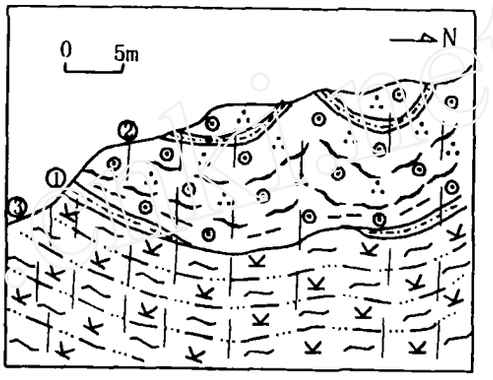


图 2 1512 高地檀云片麻岩岩组与中色麻粒岩岩组之间的近水平构造界面

Fig.2 The near horizontal structural boundary surface between Xinghe rock group and Wulashan rock group

①.檀云片麻岩岩组；②.近水平麻粒岩岩席；③.中色麻粒岩岩组

②变形的差异

从目前掌握的资料看，乌拉山岩群经历了十分复杂的变形，形成了早期近水平顺层剪切变形形迹群，近南北向陡倾叶理构造和规模巨大的东西向构造，后期叠加其上的有东西向小型逆冲韧性剪切带，岩石中叶理和条带状构造发育，矿物普遍显示高度塑性流变的特征；而美岱召岩群遭受后期变形改造较弱，仅显示了一期伸展滑动变形为特征的顺层剪切叶理和由顺层剪切叶理为变形面而形成的褶皱，岩石塑性流变不显著。

③岩浆活动的性质和强度的差异

乌拉山岩群遭受到多期岩浆活动的改造，可见韩同会片麻岩、毛忽洞片麻岩、立甲子片麻岩、叶白沟片麻岩、打井沟片麻岩、敖包山片麻岩、五当召片麻岩侵位其中或包含乌拉山岩群的包体。乌拉山岩群除与上述变质深成岩在空间上密切共生之外，在测区北部可见黑沙沟岩体和腮忽洞岩体侵位其中。更明显的是，乌拉山岩群中有多期基性岩墙(床)；而美岱召岩群中仅见细粒黑云二长花岗岩和中粒、粗粒黑云角闪花岗岩脉，可见与黑沙沟岩体和腮忽洞岩体同时的石片沟岩体侵入其中。

(2)美岱召岩群和乌拉山岩群的接触关系

由于后期逆冲推覆构造的改造，美岱召岩群与乌拉山岩群大部分以逆冲断层接触。这次工作中经详细观察，在土默特右旗沟门乡的枣儿沟、美岱召等地发现了二者之间的角度接触关系。

由于推覆构造把美岱召岩群石英岩岩组的下伏变质地层推覆到地表，从而在局部露头上可看到美岱召岩群的石英岩岩组角度不整合地覆盖在下伏乌拉山岩群大理岩夹含夕线石

榴黑云二长片麻岩之上,主要表现为:①二者之间的界面凸凹不平,下伏的大理岩局部出现由于岩溶作用形成的溶蚀沟;②具有明显的底砾岩,在不整合面之上,出现一层厚2 m的浅肉红色-灰白色块状含砾粗粒岩屑长石砂岩,其中含有大量的大理岩砾石和榴云片麻岩砾石;③产状不一致,上覆石英岩中的变余层理面(S_0//S_1)产状175°∠25°,产状平缓;界面之下的大理岩和石榴黑云片麻岩强烈糜棱岩化,糜棱叶理面产状90°∠10°~15°;④在下伏的榴云片麻岩和大理岩中还出现多条追踪张式的岩屑长石砂岩这一砂岩岩脉。

4 结　论

综上所述,可以得出如下结论:

(1)区内变质地层十分发育,是内蒙古中西部地区前寒武纪变质地层分布较广、发育齐全、特征明显的典型区域。包括3个岩群8个岩组,它们分别是,下太古界兴和岩群的中色麻粒岩岩组和浅色麻粒岩岩组;中太古界乌拉山岩群的黑云角闪片麻岩岩组、榴云片麻岩岩组、透辉片麻岩岩组和大理岩岩组;下元古界美岱召岩群的石英岩岩组和黑云变粒岩岩组。

(2)兴和岩群相当于麻粒岩系,由不同类型的麻粒岩以一定的韵律或组合形式产出的一套表壳岩组合,是一套镁铁质-长英质变质火山沉积岩系;乌拉山岩群可分为两部分,下部为中基性-酸性火山沉积建造,上部则相当于孔兹岩系,是一套稳定大陆边缘环境下沉积的碎屑-碳酸盐岩系。美岱召岩群为本次工作中从乌拉山岩群中解体出的一套低级变质碎屑岩系,由石英岩、长石石英岩和各种类型的变粒岩组成,以角度不整合覆盖于乌拉山岩群之上。

(3)区内乌拉山岩群和兴和岩群经历了中下地壳麻粒岩相-高角闪岩相环境下早期近水平顺层剪切变形和后期近南北向、东西向纵向构造置换的改造。后者导致不同地层单元沿现存陡倾叶理倾向上的"互层"或"夹层";而前者则导致乌拉山岩群的不同地层单元形成以近水平剪切界面所围限的透镜体堆垛结构,并导致乌拉山岩群以构造不整合覆盖在兴和岩群之上。同时这些变形造成了上述变质地层在空间展布、空间关系上"岩层缺失,隔层相触"、"犬牙交错,参次产出"的特征。

参考文献:

[1] 钱祥麟.华北克拉通与波罗的海台盾前寒武纪构造演化对比[A].见:钱祥麟,游振东主编.前寒武纪和变质岩石学·第30届国际地质大会论文集.第17卷[C].北京:地质出版社,1999.

[2] 内蒙古自治区地层表编写组.华北地区区域地层表·内蒙古分册[M].北京:地质出版社,1978.

[3] 沈其韩,张荫芳,高吉凤,等.内蒙古中南部太古宙变质岩[J].中国地质科学院院报.北京:地质出版社,1990,21号.

[4] 王楫,陆松年.内蒙古中部变质岩同位素年代构造格架[J].中国地质科学院天津地质矿产研究所所刊.北京:地质出版社,1995,29号.

[5] 内蒙古自治区地质矿产局.内蒙古自治区区域地质志[M].北京:地质出版社,1992.

[6] 卢良兆,徐学纯,刘福来.中国北方早前寒武纪孔兹岩系[M].长春:长春出版社,1996.

[7] 金巍,李树勋,刘喜山.内蒙大青山地区早前寒武纪高级变质岩系特征和变质动力学[J].岩石学报,1991,(4):281-289.

[8] 金巍,李树勋.内蒙古大青山地区早元古宙造山带的岩石组成及特征[A].见:钱祥林,王仁民主编.华北北部麻粒岩带地质演化[C].北京:地震出版社,1994.

[9] 内蒙古自治区地质矿产局.全国地层多重划分对比研究·内蒙古自治区岩石地层[M].北京:中国地质大学出版社,1996.

[10] 吴昌华,高亚东,梅华林,等.内蒙古黄土窑地区孔兹岩系与麻粒岩套的构造特征及不整合接触关系的论证[A].见:钱祥林,王仁民主编.华北北部麻粒岩带地质演化[C].北京:地震出版社,1994.

[11] 甘盛飞.内蒙古大青山太古宙麻粒岩带的变质构造演化及金矿[M].沈阳:辽宁科学技术出版社,1992.

The Composition and Characteristics of the Early Precambrian Metamorphic Strata in Daqingshan Region, Inner Mongolia

XU Zhong-yuan, LIU Zheng-hong, YANG Zhen-sheng

(*College of Earth Sciences, Jilin University, Changchun 130061, China*)

Abstract: Early Precambrian metamorphic complex and also high - grade metamorphic strata are well - developed in Daqingshan area in the northern margin of North China craton. But the composition and division of the early Precambrian metamorphic strata have been disputing for many years. In recent five years, 1:50 000 geological mapping with mapping uint of the same or similar rocks reveals that the early Precambrian metamorphic strata may be divided into Palaeoarchean Xinghe rock group, Mesoarchean Wulashan rock group and Palaeoproterozoic Meidaizhao rock group from lower to upper, of which Xinghe rock group and Wulashan rock group were overlapped and paragenesised by strongly poly - deformation and metamorphism under granulite - high amphibolite facies. All the Xinghe Rock group and Wulashan rock group are deformed by an early near horizontal and bedding parallel ductile shearing and later near N - S trending and near E - W trending deformation. The deformation results in a stratigraphic sequence characteried by "stratigraphic breaking, contact and intercalation of different uints". Meidaizhao rock group is a series of clastic rocks lowly metamorphismed with greenschist facies and unconformatially overlies on the high grade metamorphic complex composed of Xinghe rock group Wulashan rock group and metamorphosed plutonic intrusions into the supracrustal rocks above.

Key words: Daqingshan area; early Precambrian; metamorphic strata; near horizontal shearing