

中国地质科学院

天津地质矿产研究所所刊

第 29 号

地质出版社

中国地质科学院

天津地质矿产研究所刊

第 29 号

地质出版社

• 北 京 •

目 录

内蒙古中部变质岩同位素年代构造格架·····王 辉 陆松年等	(1)
绪言·····	(1)
第一章 前寒武纪岩石地层序列·····	(2)
第一节 岩石地层分布特点·····	(2)
第二节 岩石地层序列·····	(6)
第三节 太古宙高级变质区·····	(7)
第四节 太古宙花岗岩-绿岩地体·····	(11)
第五节 早元古代裂谷盆地沉积·····	(12)
第六节 白云鄂博群及渣尔泰群·····	(14)
第二章 前寒武系的原岩建造、变形及变质作用特征·····	(16)
第一节 岩石学及其变质作用·····	(16)
第二节 原岩建造及地质特征·····	(24)
第三节 构造序列及变形特点·····	(32)
第三章 同位素地质测年·····	(37)
第一节 同位素分析技术·····	(37)
第二节 样品的采集和处理·····	(39)
第三节 单颗粒锆石 U-Pb 和 Pb-Pb 年龄·····	(40)
第四节 Sm-Nd 同位素分析结果·····	(51)
第四章 同位素地质年龄的主要制约因素分析·····	(53)
第一节 矿物记时的封闭温度·····	(53)
第二节 麻粒岩相变质作用对记时的影响·····	(56)
第五章 前寒武纪变质岩群的年代构造格架·····	(58)
第一节 兴和杂岩、集宁岩群和乌拉山岩群的时代·····	(58)
第二节 色尔腾山群的时代讨论·····	(60)
第三节 二道凹群、白云鄂博群和渣尔泰群的时代·····	(61)
第四节 几个重要问题的讨论·····	(62)
第五节 前寒武纪地质年代构造格架·····	(65)
结语·····	(66)
编后记·····	(67)
参考文献·····	(67)
英文摘要·····	(69)
图版说明及图版·····	(71)
中国北方早前寒武纪富铁矿的成因类型和地质特征·····李俊建 沈保丰 骆 辉	(77)
河北庞家堡铅锌银多金属矿床中硫锑铅矿研究·····赵嘉农	(89)
内蒙古阿拉善地区太古宙 TTG 质片麻岩的识别及其地质意义·····李双保等	(95)

华夏地块前加里东期变质基底形成的构造环境及地壳演化

-赵凤清 孙大中 张惠民 (101)
- 辽河群早期变形成因机制及古构造环境分析.....胡国巍 (111)
- 鄂西北上武当群沉积特征及形成构造环境.....刘 波 (121)
- 蓟县常州沟组宇宙尘 Sm-Nd, Rb-Sr 年龄.....李增慧 林源贤 马来斌 (131)
- 内蒙古渣尔泰山群微古植物化石.....孙淑芬 (137)
- 黔西南早二叠世沙子塘组的四射珊瑚和异珊瑚化石新属种.....丁蕴杰 (145)
- 污水中铅的极谱测定方法.....安树清等 (161)

报道

- 天津地质矿产研究所 1992—1993 年科研活动概况 (165)
- 天津地质矿产研究所 1992—1993 年度在所外刊物上发表的论文统计表 (169)
- 天津地质矿产研究所所刊第 1—28 号目录..... (173)

内蒙古中部变质岩同位素年代构造格架

GEOCHRONOLOGIC FRAMEWORK OF METAMORPHIC ROCKS IN THE MIDDLE PART OF INNER MONGOLIA

王 揖^① 陆松年^② 李惠民^② 王汝铮^②
孙玉芳^① 李怀坤^② 李双庆^①

内容提要 依据年代构造格架的研究及采用“构造-地层-事件法”,对内蒙古中部变质岩群重新进行了厘定和初步的构造解析,将区内前寒武系分属太古宇和元古宇,界线置于2500Ma。中太古界兴和杂岩是由表壳岩和 TTG 系列岩石组成,它与上太古界的集宁岩群为不整合接触,界线为2900Ma。上太古界下部为集宁岩群和乌拉山岩群;上部为色尔腾山群,是花岗岩-绿岩地体。下元古界的二道凹群和中元古界的白云鄂博群及渣尔泰群,都属裂谷活动带沉积,界线置于1800Ma。白云鄂博含矿地层的年代标定,对研究该矿床形成的地质背景、演化规律及进行世界范围的对比具有十分重要的意义。

绪 言

“内蒙古中部地区前寒武纪变质岩群同位素地质年代构造格架的研究”是内蒙古地质研究所与天津地质矿产研究所于1990年初开始合作的科研课题。研究区位于内蒙古中部,地理坐标为东经109°至114°16′,北纬40°20′至42°。北界白云鄂博—达茂旗一线,南界包头—丰镇一线,西起乌拉特前旗,东至兴和县,总面积达50000km²。本课题的中心任务是确定内蒙古中部前寒武系各岩群的同位素地质年代。

本区的前寒武纪地质工作是从1927年丁道衡发现白云鄂博铁矿后开始的。继之1930—1933年孙健初涉足本区,将前寒武系划分为太古界桑乾系、元古界五台系、上震旦系什那干石灰岩等。1955年以来,李毓英等在白云鄂博外围开展了1:200000地质矿产普查等工作,建立了“白云鄂博系”;并将含铁矿的角闪片岩、片麻岩划为五台系,将白云鄂博系(不整合于五台系之上)划为元古界,与山西省的滹沱系相当^[3]。内蒙古呼和浩特幅1:1000000区域地质图,将内蒙古中部前震旦系划分为太古宇桑乾杂岩、五台群和元古宇白云鄂博群。1962—1963年李璞、钟富道等,在集宁地区测地质剖面及进行1:50000地质制图时,将研究区的桑乾片麻岩改称集宁群,指出本区变质岩属典型麻粒岩相,后来公布了本区最早一批同位素地

① 内蒙古地质研究所。

② 天津地质矿产研究所。

质测年数据^[24]。

60、70 年代,内蒙古中部正规 1:200000 区调工作陆续完成,对各图幅内前震旦系进行了重新研究和划分。“集宁群”是在进行卓资县幅 1:200000 区调时,正式公开启用的。其被划分为下部片麻岩组和上部变粒岩大理岩组。“内蒙古地层表”中将集宁群自下而上整理划分为 4 个组^[2]。“乌拉山群”是依据余太镇幅剖面建立的,首次出现在卓资幅区调报告中。“二道凹群”是本区的原五台群。

关于“白云鄂博群”,1971 年李士勤等据“珊瑚”化石将时代定为寒武纪至早志留世;1975 年召开的白云鄂博群时代讨论会,否定了珊瑚化石,将其定为元古宙。“渣尔泰群”是 1972 年谢海福等建立的,划为元古宇,可与山西省滹沱群对比^[31]。后在《地层表》中将其划分为 5 个岩组,置于震旦亚界^[2]。

基于前寒武纪地质研究中的新进展,发现该区变质岩区调填图中存在的主要问题是将传统地层学的原理和方法,简单地引用到变质岩系的填图中,并建立了岩石地层单位。因此,所填地质图往往是根据构造置换形成的片理、片麻理填出的单斜构造。这类问题在高级变质区表现得尤为突出。70 年代后半期,在国际前寒武纪地质研究热的推动下,内蒙古前寒武纪地质研究形成了新的高潮,取得了新成果。沈其韩等对内蒙古中部太古宙变质岩做了全面系统的总结^[19,20];长春地质学院与内蒙古地质研究队合作,研究了东五分子—朱拉沟地区前寒武系,首次确定了色尔腾山地区花岗岩—绿岩带的存在^[21];北京大学崔文元等对卓资—阳高、包头—忽鸡沟一带的麻粒岩进行了矿物学和结晶温压条件下的详细研究^[29,30]。80 年代初王楫等在重新厘定渣尔泰群、白云鄂博群的基础上,提出了“狼山—白云鄂博古裂谷系”的新认识^[11]。80 年代中期“内蒙古变质图”的编制和以后的《内蒙古自治区区域地质志》的出版,为内蒙古前寒武系的系统划分和对比,提供了较为全面的资料。

我们的研究工作是在前人丰硕的成果基础上开展的。完成路线地质调查 630km,实测地质剖面 9.8km,检查前人剖面 32 条(100km 余),鉴定岩石薄片 250 片,进行了岩化全分析(16 件),测制了 2 组 Sm-Nd 等时线,分析了单颗粒锆石样 29 组,进行了电镜扫描工作等等。据测年成果,建立了内蒙古阴山地区前寒武纪变质岩群的地质年代格架。根据野外地质和同位素年代学资料,确定了 2900Ma, 2500Ma, 1800Ma, 1600Ma 在地层划分和地壳演化过程中的重要性。获得了白云鄂博群铁—铌—稀土矿床顶板岩石的精确年龄,将白云鄂博群的年代学研究提到了新水平。在变质岩石序列、构造变形序列、变质作用及热构造事件研究基础上,建立了本区的地质事件表,从而对本区前寒武纪变质岩群进行了重新厘定和划分,对地壳演化进行了初步探讨,为进一步深入研究本区前寒武系构造岩石地层序列、建立前寒武纪地壳演化模式,打下了良好基础,提供了新的资料。

第一章 前寒武纪岩石地层序列

第一节 岩石地层分布特点

内蒙古中部基岩出露面积 50000km² 余,其中早前寒武系出露面积达 20000km² 余,占

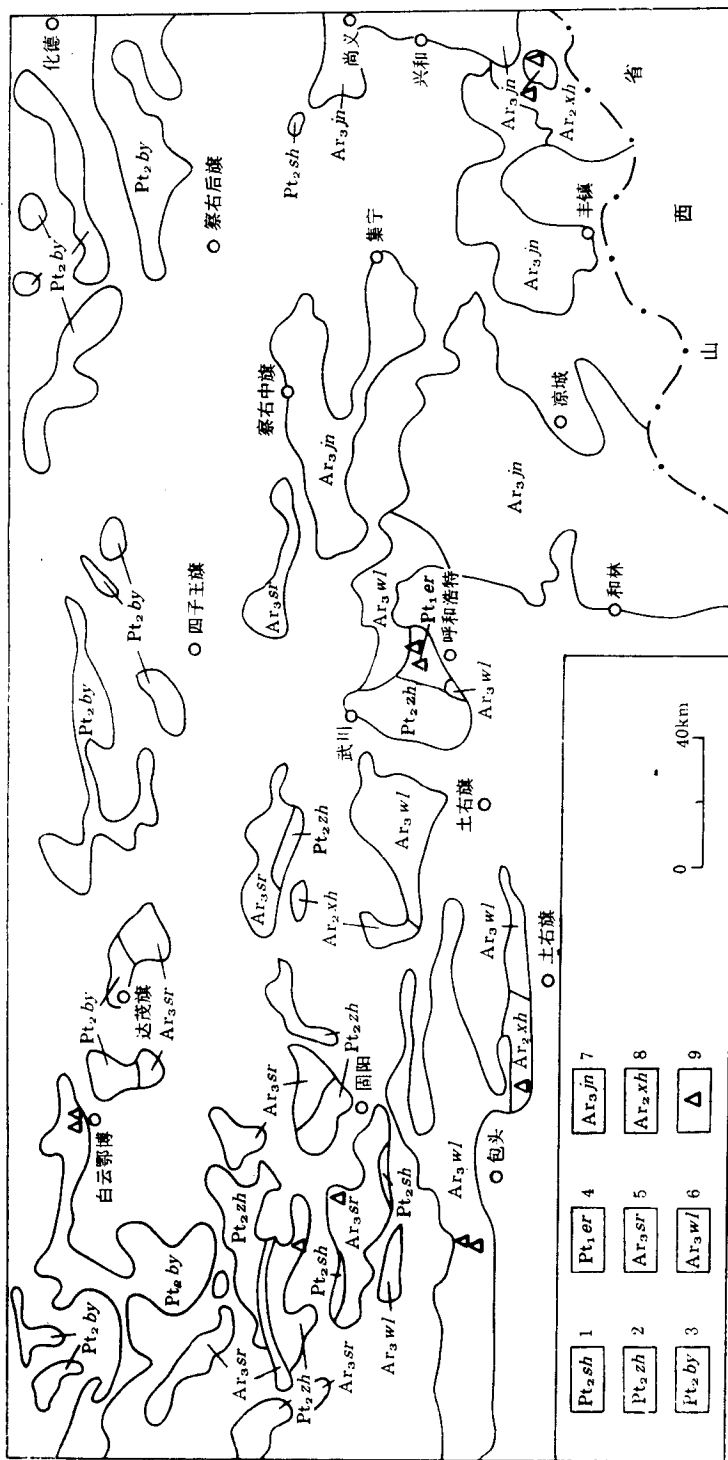


图 1-1 内蒙古中部地区前寒武系分布图

Fig. 1-1 Distribution map of Precambrian in middle part of Inner Mongolia

1—什那干群； 2—渣尔泰群； 3—白云鄂博群； 4—二道凹群； 5—色尔腾山群； 6—乌拉山岩群； 7—集宁岩群； 8—兴和杂岩； 9—同位素测年取样位置

表 1-1 内蒙古中部地
Table 1-1 The evolution of Precambrian stratigraphic

孙健初 1934	李毓英等 1957		朱相魁等 (1:1000000 呼市幅) 1964		李四勤等 (1:200000 白云幅) 1971		马秀等 (1:200000 呼市幅) 1972		谢海福等 (1:200000 余太幅) 1972			
什那干 灰岩	震旦系	什那干 灰岩	震旦系	什那干群	白 云 鄂 博 群 (S_1-e)	呼和艾力 更岩组	震旦系	什那干群	元 古 字	震旦系	什那干群	
五 台 系	元 古 字	白 云 鄂 博 群 (H_1-H_8)	元 古 字	白 云 鄂 博 群 (H_1-H_8)		阿拉胡都 格岩组	元 古 字	渣 尔 泰 群		渣 尔 泰 群	元 古 字	渣 尔 泰 群
						阿牙登 岩组						
						呼吉尔 图岩组						
						白音宝拉 格岩组						
						比鲁特 岩组						
						哈拉霍 特岩组						
						尖山 岩组						
					都拉哈 拉岩组							
桑 干 系	太 古 字	五 台 系	太 古 字	五 片 台 岩 群 系	前 震 旦 系	含 铁 变 质 岩	太 古 字	二道凹群	太 古 字	五 台 群		
				桑 干 杂 岩				魏家窑子群		变粒 岩组		
										斜长片 麻岩组		
										大理 岩组		
										片麻岩 夹大理 岩 组		

区前寒武系划分沿革表

division in middle part of Inner Mongolia

王棋等 (1:200000 卓资幅) 1973		内蒙古地层 表编写组 1978		沈其韩等 1987		吴应瑞、张 履桥等 1988		王棋等 1989		潘启宇等 (内蒙古区域 地质志) 1991	
元 古 界	震旦系	震旦系	震旦系	中 下 元 古 界	马 家 店 群	震旦系	震旦系	上元古界	上元古界	上元古界	上元古界
	什那干群	什那干群	什那干群			青白口系	青白口系				
	下元古界	下元古界	下元古界			白云鄂博群(同地层表)	白云鄂博群(同地层表)				
	马家店群	马家店群	马家店群			渣尔泰山群	渣尔泰山群				
太 古 界	二道凹群	二道凹群	二道凹群	上太古界	乌拉山群	二道凹群	二道凹群	下元古界	下元古界	下元古界	下元古界
	大理岩组	大理岩组	大理岩组			三合明群	三合明群				
	绿片岩组	绿片岩组	绿片岩组			东五分子群	东五分子群				
	大理岩组	大理岩组	大理岩组			三合明群	三合明群				
集 宁 群	角闪斜 长片麻 岩组	角闪斜 长片麻 岩组	角闪斜 长片麻 岩组	中下太古界	集 宁 群	上太古界	上太古界	上太古界	上太古界	上太古界	上太古界
	变粒岩 大理岩 组	变粒岩 大理岩 组	变粒岩 大理岩 组			二道凹群	二道凹群				
	片麻 岩组	片麻 岩组	片麻 岩组			三合明群	三合明群				
	片麻 岩组	片麻 岩组	片麻 岩组			三合明群	三合明群				

本区的太古宇可区分为高级变质区和花岗岩-绿岩带,前者分布于乌拉山、大青山、凉城山地至兴和县一带,后者则展布于高级区以北色尔腾山、固阳-察右中旗、白云鄂博-四子王旗等地。而元古宙裂谷活动带沉积遍布全区,但主要分布于乌拉山-大青山以北(图1-1)。

本区前寒武纪地质研究历史悠久,各家又有不同的划分方案(表 1-1)。这些划分方案都主张前寒武系二分,即分为太古宇和元古宇。但对太古宇和元古宇的时间界限,1978 年以

Table 1-2 Precambrian stratigraphic sequence in middle part of Inner Mongolia

地质年代单位 (Ma)			岩石地层单位 (包括构造岩石地层单位)			
元 古 宙	中 元 古 代	盖层纪 1600	什 那 干 群			
		稳化纪 (长城纪)	白 云 鄂 博 群	呼吉尔图组	渣 尔 泰 群	刘洪湾组
				白音宝拉格组		阿古鲁沟组
				比鲁特组		增隆昌组
				哈拉霍疙特组		书记沟组
				尖山组		
		都拉哈拉组				
	早 元 古 代	1800 造山纪				
		2050				
		层侵纪	二道凹群	哈拉沁组		
红山沟组						
		冯家窑子组				
太 古 宙	晚 太 古 代	2300 成铁纪				
		2500				
		上部	色尔腾山群	东官井组		
				公巨成组		
			东五分子组			
	2700	集 宁 岩 群	东沟村岩组	乌 拉 山 岩 群	桃儿湾岩组	
	沙渠村岩组		美岱召岩组			
	下白窑岩组		脑包山岩组			
	黄土咀岩组		小溪沟岩组			
	牧厂沟岩组					
中 太 古 代	2900	兴和杂岩		大石窑沟岩组		
				葛胡窑岩组		

前主张放在 2000Ma, 而 80 年代以后, 界限主要是置于 2500Ma。

本次研究是在变质岩群年代构造格架研究的同时, 采用“构造-地(岩)层-事件法”, 对研究区的变质岩群重新进行厘定和初步的构造解析。经对全部建群剖面的重新厘定, 参照同位素地质测年的成果, 将研究区变质岩群的岩石地层序列作如下的调整和划分。

1. 将区内前寒武系分属于太古宇和元古宇, 界线置于 2500Ma。将原置于下元古界的五台群、三合明群、东五分子群和色尔腾山群统称为色尔腾山群, 置于上太古界上部。

2. 太古宇内部划分为下、中、上三个界^[17], 界线分别置于 3500Ma 和 2900Ma。目前本区仅厘定出中、晚太古代岩石地层组合, 即中太古代兴和杂岩, 包括前人所称葛胡窑组、瓦窑口组、马市口组、右所堡组、大石窑沟组和下集宁群等, 均改称兴和杂岩; 晚太古代下部为集宁岩群和乌拉山岩群, 晚太古代上部为色尔腾山群。晚太古代末, 相当于华北地台今天轮廓的硅铝质大陆地壳形成, 并克拉通化^[4]。

3. 元古宇划分为下、中、上三个界, 界线置于 1800Ma 和 1000Ma。下元古界为裂谷活动带沉积, 称二道凹群, 相当于国际前寒武纪地层分会建议划分表中的层侵纪。二道凹群的时限为 2050—2300Ma。中元古界下部称白云鄂博群及渣尔泰群, 相当于稳化纪, 时限处于 1600—1800Ma 之间。之后华北克拉通最终稳定化, 沉积了一套厚度不大的、未经褶皱和变质的, 真正的盖层沉积——什那干群(相当于盖层纪)。什那干群的时限为 1400—1600Ma。我们认为 1600Ma 的界线是非常重要的, 代表了一次重要的地壳运动, 称之为色尔腾山运动^[7,8,9]。因此, 国际前寒武纪地层分会推荐的早元古代上限置于 1600Ma 是适合本区的。

4. 我们本着命名优先的原则, 对各群、组按建群、组地点冠以地方名称。

综合上述将内蒙古中部前寒武纪岩石地层序列划分如表 1-2。

第三节 太古宙高级变质区

高级变质区出露有兴和杂岩、集宁岩群和乌拉山岩群, 它们经受了强烈的多期构造改造, 有的在花岗质岩石中以包体或残留体的形式存在, 基本上是一些“无序”的岩层。因此, 我们采用了“岩群”或“杂岩”, “岩组”或“岩段”的构造岩石地层单位, 并按上述单位的含义重新厘定了高级变质区的诸构造岩石地层单元。

一、中太古界兴和杂岩

兴和杂岩由表壳岩及 TTG (英云闪长岩、奥长花岗岩、花岗闪长岩。下同) 系列岩石组成。主要分布于丰镇东南至兴和县南部, 在包头市东北、固阳至武川一带也有零星出露。研究区内兴和杂岩出露面积达 2000km² 多。这是研究区目前发现的最老岩群。

内蒙古区域地质志所称之下集宁群大致与兴和杂岩相当。在大石窑沟北发现集宁岩群与兴和杂岩之间存在角度不整合(图 1-2)。不整合面之下为 TTG 岩石, 表壳岩在其中呈残留体出现, 我们称其为兴和杂岩。根据葛胡窑—大石窑沟剖面构造解析的结果, 将兴和杂岩划分为 2 个岩组和 5 个表壳岩组合(图 1-3), 由下而上依次描述如下。

1. 葛胡窑岩组

I 组合 底部为超镁铁质岩石, 主要为辉石岩、角闪石岩等; 中部为中细粒二辉麻粒岩;

上部为细粒角闪斜长片麻岩(或麻粒岩)。

II 组合 底部为辉石岩,中部为暗色角闪斜长片麻岩、斜长角闪岩,上部为黑云斜长角闪岩。

→ E

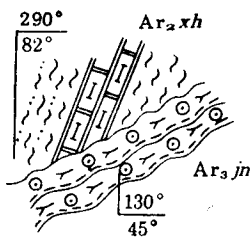


图 1-2 角度不整合平面图

Fig. 1-2 The plan of angular unconformity

2. 大石窑沟岩组

III 组合 底部为超镁铁质岩石,其上为大量的斜长角闪岩,再上为角闪二辉麻粒岩、二辉麻粒岩,中上部为绿泥石化辉石斜长片麻岩、角闪辉石麻粒岩,上部为斜长角闪岩、角闪斜长片麻岩夹透辉石大理岩。

IV 组合 底部为角闪石岩,其上为斜长角闪岩、含紫苏斜长角闪麻粒岩,再上为角闪斜长片麻岩、黑云紫苏斜长麻粒岩及紫苏斜长角闪麻粒岩,顶部为斜长角闪岩、角闪斜长片麻岩夹透辉磁铁矿石岩(局部形成铁矿层)。

V 组合 下部为透辉角闪斜长片麻岩、紫苏斜长角闪麻粒岩,中部为斜长角闪岩夹含磁铁角闪紫苏麻粒岩、含磁铁二辉麻粒岩,上部为斜长透辉角闪岩、退变质紫苏斜长麻粒岩、二辉麻粒岩。

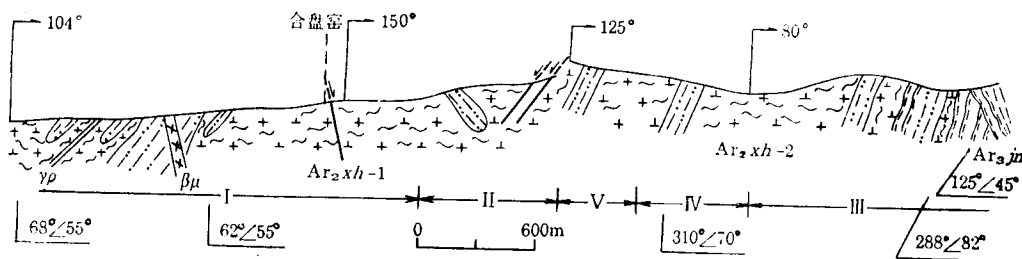


图 1-3 葛胡窑一大石窑沟兴和杂岩剖面图

Fig. 1-3 Section of Xinghe Complex in Gehuyao-Daishiyao

由于表壳岩均以包体和残留体形式存在,所以原始沉积厚度无从得知。于 I, II, III 组合中取表壳岩包体(包括个别 TTG 岩石),作 Sm-Nd 等时线,获 $2879 \pm 9\text{Ma}$ 的年龄结果。由此,我们认为兴和杂岩形成时间应老于 2900Ma , 属中太古代。

综上所述,兴和杂岩是一套经受了麻粒岩相变质的花岗岩和表壳岩组合。表壳岩以暗色麻粒岩为主,中上部夹透辉磁铁矿石岩薄层或透镜体(局部形成铁矿床)。整套岩石遭受了强烈的混合岩化作用。原岩建造为韵律性明显的基性火山岩、火山碎屑岩建造。初步可划分出 2 个火山-沉积旋回(即二个岩组)和 5 个次一级旋回(I—V 岩石组合)。与火山作用有关的条带状铁建造位于火山旋回的末期或建造的上部。兴和杂岩还是研究区金矿床成矿的重要矿源层之一。

二、晚太古代早期集宁岩群和乌拉山岩群^①

集宁岩群及乌拉山岩群,过去分别称集宁群和乌拉山群,《内蒙古区域地质志》称集宁群

^① 二岩群的岩组剖面描述可参阅有关的 1:200000 区域地质调查报告。

为上集宁群,置于乌拉山群之下^[3]。通过本次研究,我们认为集宁岩群各岩组均可与乌拉山岩群各岩组对比。两岩群均属麻粒岩相—高角闪岩相的多相变质的高级变质岩群。两者的变形与混合岩化特点亦相似,形成的地质构造环境基本相同。因此,我们将其并列置于上太古界下部。

(一) 集宁岩群

马杏垣等指出,华北地台的晚太古代的高级变质区,大致可以区分出活动与稳定两种不同的火山-沉积变质建造^[6]。本区集宁岩群属稳定类型的火山-沉积变质建造,呈角度不整合覆于兴和杂岩之上(图 1-2)。主要出露于乌兰察布盟东南部,北起卓资县旗下营镇—集宁一线,南至凉城、丰镇—兴和县黄土窑一带,出露面积占这个地区基岩出露总面积的 40% 左右。

经测制大石窑沟和黄土咀—落官窑剖面,发现了集宁岩群与兴和杂岩之间的角度不整合,并在集宁岩群下部新建了两个岩组——牧厂沟岩组(碎屑岩组)和黄土咀岩组(基性火山岩组),使其又恢复至初建集宁群时相近的含义和面貌。由于集宁岩群被 TTG 岩石和紫苏花岗岩等破坏,尤其下部两个岩组表壳岩呈包体或残留体存在,加之混合岩化和花岗岩化的影响,厚度无法恢复,只能建立构造岩石地层的组合。自下而上分为牧厂沟岩组、黄土咀岩组、下白窑岩组、沙渠村岩组及东沟村岩组,现分述如下。

1. 牧厂沟岩组

以高铝的片麻岩及石墨片麻岩为主。以葛胡窑—大石窑沟实测剖面(图 1-3)、黄土咀附近实测剖面(图 1-4)为代表,底部为含石墨矽线石榴钾长片麻岩与石榴长英浅粒岩互层,夹含石墨钾长石化石榴二云片岩及石墨片麻岩;中部为矽线石榴片麻岩及石墨片麻岩;上部为含石墨长英片麻岩和含石榴长英浅粒岩等。

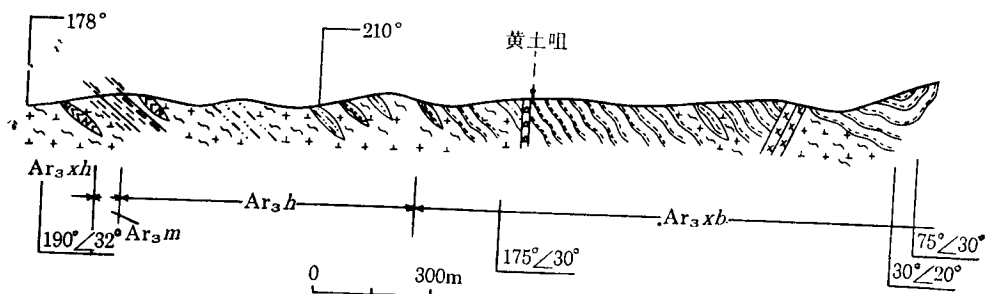


图 1-4 黄土咀—落官窑集宁岩群实测剖面

Fig. 1-4 Section of Jining Group in Huangtuzui-Luoguan Yao

2. 黄土咀岩组

以暗色麻粒岩为主。以黄土咀附近实测剖面(图 1-4)为代表,底部以 TTG 岩石中呈包体团块形式出现的斜长角闪岩及角闪石岩为主,其上为 20m 余厚的角闪紫苏麻粒岩夹二辉麻粒岩;中部为斜长角闪岩夹二辉麻粒岩及少量紫苏钾长片麻岩;上部为角闪斜长片麻岩、二辉麻粒岩夹含黑云紫苏石榴斜长麻粒岩。

3. 下白窑岩组

以高铝的片麻岩为主。以黄土咀附近剖面(图 1-4)及黄其窑剖面为代表,自下而上分为 21 个岩性段,主要为各种片麻岩,总厚度大于 5480m,未见顶。

4. 沙渠村岩组

以长石石英岩为主。以集宁市西郊沙渠村剖面为代表,自下而上分为 12 个岩性段,总厚度为 1230m,其上与东沟村岩组呈整合关系。

5. 东沟村岩组

主要为大理岩,以集宁六间房—东沟村剖面为代表,自下而上可分 7 个岩性段,总厚度为 2890m 以上,未见顶。

综上所述,集宁岩群主要是不整合于兴和杂岩之上的一套高级副变质岩系,总体为一套与印度孔达岩系非常相似的岩石组合。整个岩群厚度超过 10000m,各岩组之间呈整合接触,由下而上分为两个大的沉积旋回。整套岩石遭受强烈的混合岩化和花岗岩化。岩群中下部石墨片麻岩、含石墨大理岩是晶质石墨矿的重要含矿层,形成大、中型石墨矿多处,如著名的兴和黄土窑石墨矿等。

(二) 乌拉山岩群

乌拉山岩群主要分布于乌拉山、大青山地区,色尔腾山南部也有零星出露,是阴山地区分布最广、出露面积最大的前寒武系之一。其总体特征与集宁岩群相似并完全可以对比。整个岩群经历了高角闪岩相到麻粒岩相的变质作用,由于 TTG 等岩浆岩侵入的影响以及多期韧性剪切构造的破坏,只能建立构造岩石地层单位。与集宁岩群各岩组对应划分 5 个岩组,下部的泥质碎屑岩组出露不全未予命名,其上依次为小溪沟岩组、脑包山岩组、美岱召岩组和桃儿湾岩组。

1. 小溪沟岩组

原岩以基性火山岩及火山碎屑岩为特征,因强烈混合岩化和花岗岩侵入的影响,均以混合岩的基体或侵入岩的包体和残留体形式出现。以小溪沟剖面为代表,综合其它剖面资料,其下部为辉石岩、角闪石岩、斜长角闪岩、角闪斜长片麻岩夹黑云角闪二长片麻岩和紫苏斜长麻粒岩等;中部为黑云角闪斜长片麻岩、黑云二长变粒岩夹少量暗色角闪斜长片麻岩及紫苏麻粒岩;上部为紫苏角闪斜长麻粒岩、透辉二长片麻岩及辉石变粒岩互层,夹薄层磁铁矿石岩等,下以韧性剪切带与其它岩组相隔。估计厚度为 2000m 余。

2. 脑包山岩组

原岩以火山碎屑岩、碎屑岩及粘土质碎屑岩为特征。以脑包山剖面为代表。下与小溪沟岩组整合接触,上与其它岩组多以韧性剪切带相隔。估计厚度近 3000m。

3. 美岱召岩组

原岩为一套粗碎屑岩。以美岱召乡北的大青山南缘最为发育,以美岱召乡背锅沟剖面为代表,自下而上分为 17 层。岩组厚度 800m,与上、下岩组均为断层接触。

4. 桃儿湾岩组

即余太镇幅所建的大理岩组。岩组两侧均以韧性剪切带为界与其它岩组接触。由于大型顺层剪切作用使岩层变薄和石香肠化或透镜化^[4],于召林沟测得蛇纹石化厚层状大理岩厚 1165m,下部 95m 厚的蛇纹石化大理岩夹有黑云斜长片麻岩。整个岩组估计厚度大于

1200m。

综上所述, 乌拉山岩群为一套火山岩-火山碎屑岩-碎屑岩-碳酸盐岩的高级变质岩系, 整个岩群厚度大于 7000m。其变质作用强度从高角闪岩相到麻粒岩相, 并遭强烈混合岩化和花岗岩化作用。

第四节 太古宙花岗岩-绿岩地体

内蒙古中部地区广泛分布有晚太古代花岗岩-绿岩地体, 由于它们构成了色尔腾山的主体, 所以将其命名为“色尔腾山群”, 相应地废止了过去的“五台群”、“东五分子群”、“三合明群”等名称^[31]。色尔腾山群在阴山地区余太镇-武川县-察右中旗以北分布广泛, 而以南区未见出露。1986 年李树勋、张履桥等, 首次将东五分子地区的色尔腾山群(当时称东五分子群)确定为太古宙花岗岩-绿岩带^①。

色尔腾山群绿岩地体自下而上划分为东五分子组、公巨成组和东官井组, 其岩石组合如下。

1. 东五分子组

- | | |
|---------------------------------------|-------|
| ① 斜长角闪岩及蛇纹石化角闪石岩与透闪石岩互层以及块状蛇纹石化角闪辉石岩等 | > 20m |
| ② 角闪斜长片麻岩 | 850m |
| ③ 磁铁石英岩(铁矿层)、斜长角闪岩 | 150m |
| ④ 角闪斜长片麻岩 | 270m |
| ⑤ 黑云斜长片麻岩 | 200m |
| ⑥ 黑云角闪斜长片麻岩、角闪黑云斜长片麻岩夹含橄榄二辉角闪石岩及角闪石岩 | 120m |
| ⑦ 角闪斜长片麻岩、角闪石岩 | 700m |
| ⑧ 磁铁石英岩(铁矿层)、绿帘阳起磁铁石英岩 | 50m |
| ⑨ 角闪斜长片麻岩 | 120m |
| ⑩ 黑云斜长片麻岩 | 380m |

2. 公巨成组

- | | |
|---------------------|------|
| ⑪ 黑云斜长片麻岩 | 750m |
| ⑫ 斜长角闪岩 | 850m |
| ⑬ 含黑云斜长角闪片岩与黑云斜长变粒岩 | 150m |
| ⑭ 黑云斜长片麻岩 | 66m |
| ⑮ 角闪糜棱片岩 | 34m |
| ⑯ 黑云片岩 | 48m |
| ⑰ 角闪斜长片麻岩 | 128m |
| ⑱ 黑云斜长质糜棱片麻岩 | 180m |
| ⑲ 压碎黑云角闪斜长片麻岩 | 27m |
| ⑳ 混合质黑云斜长片麻岩 | 140m |
| ㉑ 斜长角闪岩 | 197m |
| ㉒ 二云母浅粒岩 | 22m |

① 李树勋、张履桥等, 内蒙古中部东五分子-朱拉沟地区太古宙地质特征及含矿性, 1986。

3. 东官井组

②③ 角闪斜长片麻岩	50m
②④ 混合质含角闪黑云斜长片麻岩	300m
②⑤ 含角闪黑云二长片麻岩	280m
②⑥ 角闪片岩	150m
②⑦ 含绿帘斜长角闪片岩	320m
②⑧ 绿帘石英片岩	40m
②⑨ 石英角闪片岩	90m
③⑩ 绿帘黑云斜长片岩	250m
③⑪ 黑云斜长变粒岩与黑云片岩	30m
③⑫ 二长黑云片岩	90m
③⑬ 方解斜长二云片岩	350m
③⑭ 绢英片岩	133m
③⑮ 变粒岩	32m
③⑯ 石英岩	53m
③⑰ 变粒岩	81m
③⑱ 云母石英片岩	35m
③⑲ 石英岩	30m
④⑩ 蛇纹石化大理岩	286m

各组之间多以韧性剪切带相隔,总厚度约 7900m。

概括起来,色尔腾山群下部以角闪斜长片麻岩、斜长角闪岩和黑云斜长片麻岩为主,夹两层磁铁石英岩;中部为黑云斜长片麻岩、黑云变粒岩夹斜长角闪岩;上部为石英岩、大理岩。即绿岩地体是以镁铁质火山岩、火山碎屑岩占优势的上壳岩层。其变质程度达角闪岩相。局部混合岩化作用显著。

第五节 早元古代裂谷盆地沉积

早元古代裂谷盆地沉积系指分布于大青山的二道凹群。该群始建于 60 年代末至 70 年代初。我们这里称的二道凹群与前人的含义不完全相同^[2,3]。二道凹群变质程度不高,但整群的岩石已因韧性剪切作用而变成各种构造片岩。据内蒙古第一区调队三分队建组剖面的位置将其分为三个组,由下而上为冯家窑子组、红山沟组、哈拉沁组。

1. 冯家窑子组

下与乌拉山岩群条带状混合质片麻岩呈角度不整合接触(图 1-5)。

① 灰色变质砾岩夹少量黑云片岩及浅粒岩	> 144m
② 黑灰色斜长变粒岩	> 4m
③ 灰白色厚层状透闪大理岩	87m
④ 灰白色二云石英片岩	21m
⑤ 灰白色厚层状大理岩	93m
⑥ 灰白色厚层状蛇纹石化大理岩	> 40m
⑦ 灰白色厚层状透闪大理岩	> 50m

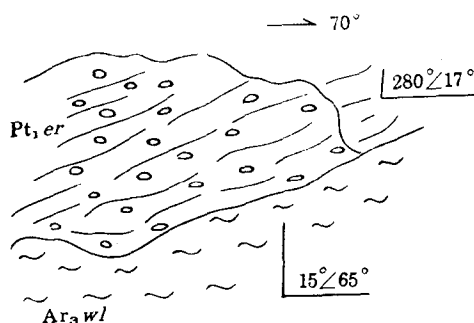


图 1-5 冯家窑子西南不整合素描

Fig. 1-5 Sketch of unconformity in southwest Fengjiayaozi

- | | |
|------------------|-----|
| ⑧ 灰白色厚层状含石墨透辉大理岩 | 31m |
| ⑨ 淡粉色硅化透辉大理岩 | 36m |

2. 红山沟组

- | | |
|--|-----|
| ⑩ 深灰色含砾榴石二云石英片岩,底部夹 2m 厚的透闪大理岩 | 39m |
| ⑪ 灰色蓝晶榴石十字黑云片岩 | 78m |
| ⑫ 深灰色含榴石二云石英片岩,含榴长石石英岩,顶部夹变质含砾石英粗砂岩透镜体 | 44m |
| ⑬ 黑灰色含砾榴石绿泥二云片岩 | 43m |
| ⑭ 灰色残斑含榴石、十字石二云长石石英片岩 | 12m |
| ⑮ 灰色残斑榴石二云片岩 | 36m |
| ⑯ 黑灰色残斑二云长石石英片岩 | 21m |
| ⑰ 灰白色片状方解透闪石岩与灰色含蓝晶石黑云石英片岩互层 | 25m |
| ⑱ 灰色含榴石二云石英片岩夹黑云石英片岩 | 58m |
| ⑲ 灰褐色含十字石蓝晶石榴石黑云片岩 | 23m |
| ⑳ 灰黄色含十字石蓝晶石二云石英片岩 | 49m |
| ㉑ 灰白色透闪大理岩与含榴石二云母片岩互层 | 55m |
| ㉒ 灰绿色碳酸盐化角砾状阳起石岩 | 11m |
| ㉓ 灰白色薄层状透闪大理岩 | 30m |

3. 哈拉沁组

- | | |
|-----------------------|-------|
| ㉔ 黑灰色混合质钙质黑云片岩 | 32m |
| ㉕ 黑灰色绿帘黑云角闪片岩 | 14m |
| ㉖ 黑灰色混合质残斑黑云斜长片岩 | 59m |
| ㉗ 黑灰色混合质绿帘黑云石英片岩 | > 31m |
| ㉘ 褐黄色绢云石英糜棱片岩 | > 25m |
| ㉙ 灰白色片理化蛇纹石化含水镁石橄榄大理岩 | 28m |
| ㉚ 灰白色石英白云母大理岩 | 25m |
| ㉛ 褐黄色糜棱岩化长石石英岩 | 5m |
| ㉜ 灰绿色蛇纹石化透闪橄榄大理岩 | 19m |
| ㉝ 灰色绢云石英片岩 | 11m |
| ㉞ 灰绿色蛇纹石化透闪橄榄大理岩 | 26m |
| ㉟ 灰色片理化长石石英岩 | 17m |