维普资讯 http://www.cqvip.com

河北省兴隆地区太古宙变质岩系的变形变质构造演化

曹 燕 宁书年
(中国矿业大学北京研究生部·北京·100083)

从变质作用演化、构造变形作用演化方面探讨了处于冀东与密云之间的兴隆地区太古宙变质岩系的变形变质构造演化史。

关键词 片麻岩 水厂岩组 麻粒岩相 角闪岩相 绿片岩相 韧性变形带

兴隆地区属于冀东地区的WN边缘,太古宙变质岩系一直缺少深入的研究。

1 变质作用演化

本区变质岩区的特征与冀东地区基本相同。关于变质作用的年龄,冀东有一组数据,大约是大于3000 Ma的麻粒岩相年龄(孙家树,1982),应代表表壳岩的形成(或变质作用)年龄。在这一期表壳岩达到麻粒岩相变质作用(P = 5.513 kbar ~ 7.292 kbar, T = 777 ℃ ~ 899 ℃)。小关庄和秋花峪片麻岩,在麻粒岩相的基础上又发生了角闪岩相退变质作用,其P—T条件相对较低(P = 3.910 kbar ~ 6.511 kbar, T = 421 ℃ ~ 599 ℃),形成广泛分布的角闪石与紫苏辉石共生的矿物组合,以至辉石完全消失,麻粒岩相矿物组合被以角闪石、黑云母等含水矿物为主的矿物组合所取代,这期变质作用没有确切的年代数据。在角闪岩相退变质作用之后,又发生了绿片岩相退变质作用,其分布广泛,但规模很小,在空间上呈几厘米至几十米宽的带,至2300 Ma时,沿NW—NNW方向的裂隙侵入了石门岩墙,局部的热流活动使其发生了角闪岩相变质作用,原有岩石也受到一定程度的改造。

由此可见,变质作用的规模一次比一次小,变质矿物组合的级别一次比一次低,所反映的P—T条件也同样越来越低,这说明在变质演化过程中,地壳是不断抬升的。

2 构造变形作用演化

通过对变质岩区变质变形作用和深成岩侵入顺序的详细研究,可以确定本区线性带内各种地质事件的演化表(表1)。根据变质岩区在不同时期内所具有的不同构造演化特征,可以将本区的构造演化分为5个主要阶段(表2)。

2.1 表壳岩水平挤压阶段

形成各种褶皱。这期作用是根据区域上的资料得出的结论。

2.2 麻粒岩相变形阶段

深部地壳拉伸、剪切使水厂岩组遭受麻粒岩相变形作用,形成片麻理再变形和表壳岩褶皱,在深成岩中有大量的表壳岩包体,其中发育各种面状构造,以及由面状构造发生弯曲而形成的各种褶皱,这些面状构造和褶皱的产状与围岩的构造要素非常不协调,前者明显早于后者。这些充分说明了在大量深成岩侵入并遭受角闪岩相变形作用改造之前,本区已经发生过构造变形作用,同时伴有麻粒岩相变质作用。从这期构造作用对表壳岩的改造程度上看,其规模和强度都很大,使表壳岩形成片麻状或条带状构造,原始组构完全消失,由此可以推断变质岩区的雏形在这次构造变形过程中已经形成了。

表1 兴隆地区变质变形作用事件表

侵入作用与原岩建造	构造变形作用	变质作用	同位素年龄(Ma)
石门岩墙形成(基性岩墙)			2300
	绿片岩相韧性变形(新生片理)	绿片岩相	
	角闪岩相韧性变形(片麻理事件褶皱构造置换)	角闪岩相	
秋花峪片麻岩侵位(奥长花岗岩)			
小关庄片麻岩侵位(英云闪长岩)			
	强烈褶皱形成片麻理	片麻岩相	
水厂岩组形成(基性火山碎屑岩、沉积岩及硅铁质岩)			3047(迁西运动)

麻粒岩相条件下的变形作用对表壳岩的改造,

本文1997年12月收到,张启芳编辑。

维普资讯 http://www.cqvip.com

首先表现在结构构造方面的改造,主要形成透入性较差的断断续续分布的片麻构造,横向和纵向上都发育有强弱不等的分带变化。从显微构造方面来看,矿物的显微构造变化是导致岩石结构构造变化的最根本原因。由于麻粒岩相的变形温压条件较高,当应力作用在辉石类矿物颗粒上时,形成链状构造,散状逐渐集中形成浅色条带;另一方面由于重晶作用,使它们显示出明显的应变迹象,只是通过结晶作用发生粒化,粒度由粗相对变细。这样浅色条带和暗色条带相间排列,形成了片麻状构造和条带状构造。

麻粒岩相变形作用在形成各种面状构造和条带状构造的同时,还形成了大量的褶皱,主要为形态不规则的流动褶皱和一些鞘褶皱。

2.3　角闪岩相韧性变形阶段

麻粒岩相变形作用之后,地壳相对抬升,小关庄片麻岩的原岩和秋花峪片麻岩原岩相继侵入形成花岗岩穹隆,岩石变形的温压条件相对较低,从而进入角闪岩相韧性变形阶段。同时,NS 向角闪岩相条件下的变形强烈置换早期的片麻理,形成第二期片麻理。这期变形作用的范围相对减小,强变形带的宽度一般在几十米至几百米之间,由于其面状构造是在深构造相基础上进一步发育起来的,因此发育程度很高,片麻理分布的密度也比较高,沿片理面具有很好的劈开性,角闪岩相的强片麻理带延伸比较稳定,形成区域透入性片麻理。在变形过程中透辉石以脆性破裂的方式发生粒化,形成链状结构,在分布上相对集中并与其它暗色矿物一起组成暗色条带。与此同时,斜长石和石英一方面通过构造分异作用,由分散变为相对集中,另一方面在应力作用下,斜长石发生粒化,石英发生定向拉长、重结晶形成条带。但总体上看,角闪岩相变形作用过程中的重结晶作用十分发育,由浅色条带和暗色条带相间排列形成了岩石的片麻状和条带状构造,这种构造在角闪岩相变形带中非常发育。

在岩石结构构造变化的同时,其矿物组合也发生变化,在角闪岩相变形作用的促使下,麻粒岩相变质构造岩发生退变质作用,矿物组合中的紫苏辉石消失,全部转为角闪石、黑云母等含水矿物,同时形成许多磁铁矿。变质深成岩在变形过程中,大部分透辉石转变为含水矿物,以角闪石、黑云母为主的含水矿物在应力的作用下定向生长。由于这些变质构造岩的片理面上分布有大量的定向角闪石和黑云母等矿物,因此沿片麻理具有很好的劈开性,形成各种条带状、板状片麻岩。角闪岩相是在变形作用的促使下,岩石发生角闪岩相变质作用而形成的,在这一过程中,变质和变形作用密切相关,只有在变形作用的"催化"作用下,岩石发生较为彻底的退化变质作用。

在岩石转变的同时,角闪岩相变形作用还伴生产出各种褶皱和矿物线理,以及由包体、脉体拉长和构造置换作用形成的各种条带状构造。从褶皱形态上看,角闪岩相条件下,岩石的塑流性相对于麻粒岩相有所降低,矿物线理说明角闪岩相韧性变形具有由 NW 向 SE 运动的特征。

表 2　构造变形作用演化阶段

构造相	岩石物理性质	变形机制	褶皱特征	面状构造				变质构造岩			规模	变质作用
				发育程度	显微构造			类型	矿物组合			
					Hy Di	pl Q	重结晶		被动	主动		
麻粒岩相变形阶段	粘性流体塑性流体		形态及不规则的流动褶皱和鞘褶皱	透入性差的弱—中等片麻理	粒化,形成链状结构,集中形成暗色条带	粒化、熔离集中形成浅色条带,无拉长	显著	弱—中等片片麻岩	Hy Di	无	较小	麻粒岩相
角闪岩相变形阶段	塑性粘塑性体	韧性剪切变形	紧闭同斜的顶厚褶皱	透入性非常好的片麻理	Di 破碎形成链状结构与其它暗色矿物集中形成浅色条带	pl 粒化、拉长不明显;Q 拉长、定向,pl、Q 分异形成浅色条带	不太显著	劈开性较好的条带状、板状片麻岩	Di pl Q	Hb Bi	几十至几百 m 宽	角闪岩相
绿片岩相变形阶段	粘弹性体		不发育	发育完好的片理、糜棱页理	少量辉石、角闪石和斜长石呈残斑,Q 拉长、Chl、Act 定向排列		不显著	绿泥石化、阳起石化的糜棱岩	pl Q Hy Bi Hb	Act	几 cm 至几十 m 宽	绿片岩相
脆性变形阶段	固体弹性体	脆性变形	开阔等厚褶皱		无			由脆性断裂作用形成的各种碎裂岩			大小不等	常温常压

维普资讯 http://www.cqvip.com

2.4 绿片岩相韧性剪切变形阶段

在角闪岩相环境下发生的变形作用完成后，地壳又进一步抬升，变形环境的 P、T 条件也随之降低，进入第四阶段，发生绿片岩相韧性剪切变形作用，对麻粒岩相、角闪岩相形成的变质构造岩进一步改造形成新的变质构造岩。绿片岩相变形作用的规模较角闪岩相又进一步减小，一般形成宽几厘米至几十米的绿泥石、阳起石化或变余糜棱岩带，绿片岩相变形带中的岩石发育有良好的片理和糜棱页理，而且连续性较好，但褶皱构造和线理不发育，从显微构造上看，岩石的片理主要由新生绿泥石和阳起石等定向生长所形成，辉石、角闪石和斜长石只有很少量的残晶发生脆性破裂，石英则仍然发生定向拉长。岩石的矿物组合转变主要表现在几乎所有的辉石、角闪石和黑云母等矿物都退变为绿泥石和阳起石，形成绿片岩相的变质构造岩，它们的空间分布与绿片岩相变形带相一致，这说明这些岩石的形成是在变形作用的促使下通过岩石发生绿片岩相的退变质作用来完成的，变质变形作用是密切相关的。

2.5 脆性变性阶段

绿片岩相变形作用结束后，变质岩的变形环境接近地表，处于常温常压条件下，主要为脆性变形作用，形成规模大小不等的各种断裂和褶皱构造，同时侵入一些岩墙、岩脉等，这些构造改造和破坏了麻粒岩相、角闪岩相变形作用形成的各种构造形迹，不形成任何定向组构，岩石发生机械破碎，矿物组合无变化，从而形成各种碎裂岩。

3 小结

综上所述，可见在 3000 Ma 之前，本区处于不稳定大陆边缘环境，沉积了巨厚的表壳岩系，其中主要为火山碎屑岩—沉积岩，由于地体（或称古陆）之间的相对运动、相互并帖，使这些表壳岩受到挤压，发生强烈褶皱和大型逆冲作用，这些岩层被改造成岩片而互相堆垛重叠。由于改造加厚作用使部分地壳深达 30 km。大约 3000 Ma 左右开始重结晶，随着温度迅速增高，水压降低，围压增加，这样的物化条件持续了相当长的时间，因此形成麻粒岩相矿物共生组合。之后，随着地壳的缓慢抬升，发生了近等压降温作用，同时由拉斑玄武岩分异出的各种岩浆（小关庄、秋花峪）侵位，并受到变质改造。随着地壳的抬升与拉伸，形成角闪岩相韧性变形带。当地壳基本回返时古陆之间相互运动，相互挤压，形成了绿片岩相变形带；之后，地壳不断向刚性化发展，最后沿 NW—NNW 向裂隙侵入石门岩墙，到此结束了韧性变形历史，进入脆性变性阶段。

参考文献

1 孙大中. 冀东早前寒武纪. 天津：天津科学技术出版社，1984

2 杨振升. 变质岩区层状构造问题. 中国区域地质，1989(1)

3 李勤，杨东升. 高级变质岩区填图方法. 北京：地质出版社，1991

4 游振东，王方正. 变质岩岩石学教程. 武汉：中国地质大学出版社，1991

5 孙忠实，场晓东. 深部构造相变形显微组构特征及形成机制. 长春地质学院学报，1992

6 Kenneth R Wilks, Neville L Carter. Rheology of some continental lower crustal rocks. Tectonophysics, 1990, 182: 57－77

7 Jan Tullis, Richard A Yund. Transition from cataclastic flowto dissocaton creep of feldspar. In: Mechanisms and microstrucures. Geology, 1987, 15

8 Alan B Thompson, J A D Connolly. Metamorphic fluids and anomalous porosities in the lower crust. Tectonophysics, 1990: 182

9 Jessell M W. Grain－boundary migration microstructures in a naturally deformed quartrite. Journal of Stuctural Geology, 1987(9): 8

EVOLUTION OF METAMORPHISM AND DEFORMATION OF ARCHEAN METAMORPHIC ROCKS, XINGLONG, HEBEI

Cao Yan, Ning Shunian

Based on characteristics of metamorphism and deformation of Achean metamorphic rocks, the evolution of metamorphism and deformation of Achean metamorphic rocks in the Xinglong area in Hebei province is inquired into.

Key words Qiuhuayu gneiss, Xiaoguanzhuang gneiss, Shuichangya Formation, granulite facies, amphibolite facies, greenschist facies, ductile deformation belt

第一作者简介：

曹 燕 女，1969 年生。1991 年毕业于山西矿业大学煤田地质勘探专业，1996 年于中国地质大学地质系获硕士学位，现在中国矿业大学攻读博士学位，主要从事遥感图像处理。

通讯地址：北京市海淀区学院路丁 11 号 中国矿业大学计算中心 邮政编码：100083