	古图八米日 pr/20	
2013年12月	GEOLOGY AND RESOURCES	Dec. 2013
第 22 卷第 6 期	地质与资源	Vol. 22 No. 6

文章编号:1671-1947(2013)06-0435-09

中图分类号 :P542.2

文献标识码 :A

华北板块北缘东段中元古代造山带地质特征及构造演化

刘 锦,李东涛, 蒯 兵,李玉超, 彭游博, 赵 辰, 杨仲杰, 刘文彬 (辽宁省地质矿产调查院 辽宁沈阳110031)

摘 要:研究区内的中元古代魏家沟岩群原岩为一套碳酸盐岩、陆缘碎屑岩及火山岩建造,形成于大陆裂谷—活动大陆边缘阶段,并于 1036 Ma 左右遭受变质变形.通过岩浆岩形成构造环境的判别,研究区中元古代岩浆活动贯穿于板块碰撞前、同碰撞及碰撞后.伴随着造 山带的演化,本区中元古代经历了3期韧性变形,分别形成于大陆裂谷、活动大陆边缘及碰撞造山阶段.通过上述研究,确定了本区中元古 代造山带的存在,并经历了大陆裂谷—被动大陆边缘—活动大陆边缘—碰撞造山的地质演化过程,证实了格林维尔造山运动在华北板块 北缘的存在和对中元古代末期 Rodinia 超大陆拼合的响应.

关键词 华北板块北缘 冲元古代造山带 构造演化 同碰撞花岗岩 魏家沟岩群

MESOPROTEROZOIC OROGENIC BELT IN THE EAST PART OF THE NORTHERN MARGIN OF NORTH CHINA PLATE: Geologic Characteristics and Tectonic Evolution

LIU Jin, LI Dong-tao, KUAI Bing, LI Yu-chao, PENG You-bo, ZHAO Chen, YANG Zhong-jie, LIU Wen-bin (Liaoning Institute of Geology and Mineral Resources Survey, Shenyang 110031, China)

Abstract : The Weijiagou rock group, originally a suite of carbonate rocks, clastic rocks and volcanic rocks, was formed during the continental rift-active continental margin stage, with metamorphism and deformation occurred in 1036 Ma. Based on the the tectonic environment discrimination of magmatic rocks, the Mesoproterozoic magmatism of the studied area lasted throughout the pre-, syn- and post-collision periods. Accompanying with the evolution of orogenic belt, this region suffered three times of ductile deformation, which separately formed in the stages of continental rift, active continental margin and collision-orogeny. Research has determined the existence of the Mesoproterozoic orogenic belt in the studied area, which experienced the process of continental rift, passive continental margin, active continental margin and collision-orogeny. It is also confirmed that the Grenville orogeny took place in the northern margin of North China plate and responded to the convergence of Rodinia super continent in late Mesoproterozoic.

Key words : northern margin of North China plate; Mesoproterozoic orogenic belt; tectonic evolution; syn-collisional granite; Weijiagou rock group

对华北板块北缘的区域构造研究一直以来是众 多地质学者的研究重点.长期以来,关于华北板块北 缘是长期处于陆缘状态还是在格林维尔造山运动时 期(中元古代末 1.0~1.3 Ga)发生过强烈的造山运动, 以及是否存在对中元古代末期 Rodinia 超大陆拼合的 响应等问题存在着争论.近年来,在华北板块北缘陆 续发现了许多中元古代变质沉积地层、变质火山沉积 地层、蛇绿混杂岩、同碰撞花岗岩等^[1-8]. 一些学者认为 中元古代华北板块北缘经历了大陆裂谷—被动大陆边 缘—活动大陆边缘—陆陆碰撞造山阶段,在白云鄂博– 温都尔庙–阜新旧庙一线存在着一条近东西向展布的 中元古代造山带^[9-11](图1). 此外,一批年代学资料也 表明,在1.7~1.8 Ga、1.0~1.3 Ga 期间华北板块北缘分 别经历了伸展裂解、汇聚拼接过程^[1-29,11]. 笔者近年来

收稿日期 2012-07-10 修回日期 2012-11-04. 编辑 李兰英.

基金项目:中国地质调查局"辽宁1:25万阜新市(K51C002002)幅区调修测"项目(编号1212011120728)资助.

作者简介 刘锦(1986—) 男 硕士 从事区域地质调查与固体矿产勘查工作 通信地址 辽宁省沈阳市皇姑区宁山中路 42 号 E-mail//liujin_819@163.com



图 1 研究区大地构造位置及地质略图



1—第四系(Quaternary); 2—白垩系(Cretaceous); 3—石炭系(Carboniferous); 4—燕山期花岗岩(Yanshanian granite); 5—二叠纪花岗岩(Permian granite); 6—中元古代二长花岗岩(Mesoproterozoic monzogranite); 7—中元古代斜长花岗岩(Mesoproterozoic plagiogranite); 8—中元古代闪长岩 (Mesoproterozoic diorite); 9—中元古代辉长岩(Mesoproterozoic gabbro); 10—中元古界魏家沟岩群(Mesoproterozoic Weijiagou rock group); 11—太古宙结 晶基底(Archean crystallized basement); 12—断层(fault); 13—韧性剪切带(ductile shear zone); 14—华北板块与西伯利亚板块界线(boundary between North China and Siberia plates); 15—板块内构造单元划分界线(boundary of tectonic units); 16—研究区位置(studied area); 17—准格尔-兴蒙陆缘造山带(Jungar-Xingan-Mongolia continental margin orogenic belt); 18—锡林浩特微板块(Xilinhot microplate); 19—松嫩-佳木斯微板块(Songnen-Jiamusi microplate); 20—晚古生代陆缘造山带(Late Paleozoic continental margin orogenic belt); 22—华北地块(North China massif)

在参与阜新幅 1:25 万区调项目中,发现了以构造岩片 或包体存在的中元古代魏家沟岩群、中元古代同碰撞 花岗岩及中元古代韧性剪切带等,证实了华北板块北 缘东段中元古代造山带的存在,并对上述中元古代造 山带内地质特征及其构造演化进行了较详细的研究.

1 研究区地质概况

研究区地处华北板块北缘东段,行政隶属于辽宁 省阜新市.区内太古宙结晶基底出露广泛,由变质深成 岩和变质表壳岩组成.区内出露地层主要有中元古界 魏家沟岩群、石炭系、白垩系和第四系,其中魏家沟岩 群以构造岩片形式逆冲推覆于太古宙变质深成岩之上 或以包体形式存在于中元古代侵入岩和中生代侵入岩 中.区内侵入岩时代以中元古代、海西期和燕山期为 主,其中中元古代侵入岩岩性多样,主要为辉长岩、闪 长岩、斜长花岗岩、二长花岗岩.研究区内构造以近东 西、北东、北西西向为主,其中近东西和北西西向构造 以韧性剪切带的形式存在.上述韧性剪切带同中元古 代侵入岩、魏家沟岩群一起构成了研究区内近东西向 展布的中元古代造山带(图1).下面将详细介绍魏家 沟岩群、中元古代侵入岩及韧性剪切带的地质特征 及其构造意义,并探讨本区中元古代造山带的构造 演化.

2 魏家沟岩群地质特征及构造意义

中元古界在华北板块北缘分布较广,为一套裂谷-大陆边缘环境沉积的碎屑岩、碳酸盐、火山沉积岩 建造,例如内蒙古西部的渣尔泰山群、白云鄂博群,内 蒙古中部的温都尔庙群、白乃庙群和阜新北部的魏家 沟岩群等^[4,12]⁰.

通过岩石地层学、微古植物、同位素测年、原岩建 造和地球化学研究,将研究区内一套浅变质岩从太古 宙建平群中解体出来,建立魏家沟岩群[®].区内因加里 东期以来的构造运动和岩浆活动改造与破坏,使魏家 沟岩群残缺不全、出露不连续,以构造岩片逆冲推覆 于太古宙变质深成岩之上(图2)或在海西期、燕山期 侵入岩中以包体形式存在.



图 2 魏家沟岩群推覆于太古宙结晶基底之上 (据文献[8])

Fig. 2 Weijiagou rock group overlaying on the Archean gneiss

as nappe (from Reference [8])

魏家沟岩群现今表现为一套低角闪岩相-绿片岩 相变质的岩石组合.根据原岩建造的不同可分为两个 岩组:下岩组由石英岩、片岩、大理岩、阳起石片岩组 成;上岩组由中酸性火山岩变质形成的变粒岩、浅粒岩 组成.魏家沟岩群下岩组主要可分为3种不同的岩性 组合:下部为石英岩、长石石英岩;中部为白云母片岩、 白云母石英片岩、大理岩夹阳起石片岩、绿泥片岩,其 内含有红柱石、石榴石、石墨等特征变质矿物,通过原 岩恢复,白云母片岩、白云母石英片岩原岩为富铝泥 岩,阳起石片岩、绿泥片岩的原岩为基性火山岩,可能 代表了裂谷形成时期的基性火山岩喷发事件,表明原 岩为一套富铝泥岩夹火山岩建造;上部为大理岩,并普 遍含有石墨,反映原岩中炭质含量较高.上述岩性组合 反映了海进沉积旋回,代表了本区从裂谷阶段—被动 大陆边缘阶段演化过程的沉积记录.魏家沟岩群上岩 组以变粒岩为主,夹有浅粒岩.岩石化学分析及原岩恢 复表明^[8],变粒岩与浅粒岩原岩类型相当于钙碱性系 列的安山岩、英安岩等中酸性火山岩,形成于活动大陆 边缘环境.

此外,刘正宏等^[8]曾对魏家沟岩群中的大理岩进 行了全岩 Rb-Sr 等时线测年分析,结果为1036 Ma,代 表了该套岩石的变质变形年龄,同时也表明了该区经 历了一次强烈的造山运动.

上述研究表明本区经历了裂谷发展—被动大陆边 缘—主动大陆边缘的不同构造演化阶段,并于中元古 代末期经历了强烈的造山作用.

3 中元古代岩浆岩地质特征及构造意义

3.1 岩石学及地球化学特征

研究区中元古代岩浆活动强烈 岩石类型丰富 ,包括辉长岩、闪长岩、斜长花岗岩和二长花岗岩等.

区内中元古代辉长岩、闪长岩体同属于旧庙中基 性岩体,为同期次岩浆不同分异阶段的产物.从表1可 知,该单元内中基性岩的里特曼指数为0.01~2.78,为 钙碱性岩,在稀土配分曲线上除样品A -7-1不具明 显的铕异常外,其余样品均显示出较高的铕正异常,为 轻稀土中等分馏型式(图3).前人曾对旧庙中基性岩 体进行了同位素测定,得到 Rb-Sr 全岩等时线年龄 1297±97 Ma及⁸⁷Sr-⁸⁶Sr 初始比值为0.70589[®],接近大 陆拉斑玄武岩的平均比值(0.7055),表明岩浆来源相 当于地幔源区.同时结合 Ti/Y-Nb/Yb 比值变异图和



Fig. 3 Chondrite-normalized REE patterns of the Mesoproterozoic intermediate-basic rocks in Fuxin area

●辽宁省地质矿产局. 旧庙镇沙宝台哈尔套镇幅 1:5 万区域地质调查报告. 1996.

表 1 中元古代侵入岩的岩石化学分析结果

 Table 1
 Petrochemical analysis results of the Mesoproterozoic intrusive rocks

序号	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
样品号	QA -29-1	A -7-1	A -13-1	A –26–1	A -11-3	QV1-4-1	QV1-6-1	QV1-33-1	QV1-1-2	QV1-10-2	M-1
SiO ₂	53.26	53.58	45.4	40.4	51.14	61.24	62.82	52.28	71.7	70.3	76.76
TiO_2	0.56	0.84	2.2	3.6	0.8	0.84	0.76	0.72	0.3	0.16	0.14
Al_2O_3	3.48	9.34	18.37	15.49	7.98	17.25	17.19	14.78	14.46	16.99	13.06
Fe_2O_3	5.2	4.57	7.53	9.24	3.34	4.98	4.34	4.7	1.56	1.82	0.53
FeO	7.36	7.95	7.03	9.57	7.32	1.33	0.93	5.98	0.38	0.28	0.19
MnO	0.18	0.18	0.15	0.11	0.2	0.08	0.08	0.2	0.06	0.04	0.08
MgO	15.55	7.85	4.8	5.22	12	2.15	0.14	4.69	0.56	1.13	0.38
CaO	11.13	12.99	9.5	10.82	13.86	4.16	4.55	9.7	1.19	2.38	0.73
Na ₂ O	0.21	0.95	2.66	2.7	0.86	2.81	4.11	3	3.46	3.71	3.11
K_2O	0.1	0.23	0.38	0.53	0.31	2.77	2.48	1.44	5.26	1.95	4.46
P_2O_5	0.08	0.07	0.12	0.22	0.15	0.14	0.22	0.16	0.08	0.06	0.08
Rb	4.1	12.3	19.5	7	34.2	83.4	85	67.9	178	35.5	139
Sr	55.8	446	609	1711	284	295	977	1149	216	320	86.7
Ba	200	252	180	185	160	147	89.5	113	690	840	480
Nb	8.4	8.4	8.5	8.8	8.1	12.2	11.9	7.2	15.2	8.2	11.2
Та	6.7	7.4	1.3	3.2	1.8	3.1	6.2	2.2	4	3.1	1.9
Zr	129	126	60.4	126	70.6	210	300	108	200	100	170
Th	-	-	5.1	-	3.9	38.2	10.5	9.2	31.8	13.8	11.2
Cr	42	40	49.5	15.8	160	49.2	5.1	56.2	7.4	6.7	18
Co	60	66.5	41.2	49.5	76.5	13.2	10.2	79.6	1.8	1.9	2.7
Ni	250	180	127	10.6	132	19.6	3.1	68	4.2	3.5	7.8
La	9.47	6.66	10.3	21.5	12.2	21.7	14.7	16	16	13	52.3
Се	20.8	19.5	26.61	50.2	29.6	39.2	28	28.4	28	24.8	73.2
Pr	3.31	2.14	3.26	5.63	4.8	5.08	3.36	2.72	4.16	2.32	7.73
Nd	15.4	8.59	13.2	21.7	21.9	16.2	13.4	12	11.8	12.6	31.1
Sm	4.42	2.39	3.05	8.18	6.36	3.75	2.16	2.16	2.46	2.19	5.94
Eu	2	0.78	2.15	2.66	3.84	0.78	0.7	0.8	0.28	0.22	2.11
Gd	4.63	1.93	1.68	4.89	5.13	3.36	1.77	1.87	1.53	1.81	4.73
Tb	0.15	0.19	0.19	0.12	0.46	0.46	0.4	0.32	0.42	0.38	0.72
Dy	3.1	2.12	1.31	2.69	3.45	2.59	1.56	1.75	1.44	1.47	2.44
Но	0.45	0.92	0.27	0.25	0.65	0.4	0.44	0.4	0.46	0.5	0.51
Er	1.09	0.84	0.58	0.71	1.41	1.92	0.88	1.36	0.88	1.12	1.08
Tm	0.39	0.071	0.11	0.2	0.26	0.18	0.17	0.2	0.22	0.14	0.23
Yb	0.64	0.59	0.55	0.27	1.28	1.3	0.46	0.98	0.84	0.8	1.46
Lu	0.2	0.23	0.22	0.3	0.16	0.1	0.08	0.08	0.1	0.06	0.22
Υ	4.32	5.55	5.11	11.9	11.9	25.8	6.6	10.5	9.9	10.8	13.6
LREE/HREE	8.70	8.26	8.60	8.44	59.10	8.41	10.82	8.92	10.65	8.78	15.13
δEu	1.34	1.08	2.64	1.19	1.99	0.67	1.09	1.22	0.44	0.34	1.22

注:1、2、3为辉长岩 4为角闪辉长岩 5为闪长岩 6、7、8为斜长花岗岩 9、10、11为二长花岗岩.含量单位 氧化物为%,元素为 10.6.

Cr-Ce/Sr 图解,确定该超单元岩浆来源于富集型的上 地幔橄榄岩源区 岩浆演化以分离结晶作用为主.

区内中元古代斜长花岗岩、二长花岗岩形成晚于 旧庙中基性岩体(前人曾在斜长花岗岩中测得 Rb-Sr 全岩等时线年龄1155±19 Ma[•]).上述花岗岩类的里特 曼指数为1.17~2.64,均为钙碱性岩.微量元素具有 Ba、Ti、Sr、Nb 强烈亏损,代表了造山环境下的大陆正 常弧花岗岩特征.稀土配分曲线表明(图4),除样品 QV1-4-1、QV1-1-2、QV1-10-2 具较明显的铕负异 常,其余样品不具明显的铕异常,形成原因可能是在造 山过程中,花岗岩岩浆源区受不同外来物质的混染作 用影响,也间接地反映了造山过程的复杂性.上述花岗 岩均表现为轻稀土相对富集的中等分馏型式.

3.2 构造意义

旧庙中基性岩体并未像中元古代沉积岩和花岗岩 一样遭受强烈的韧性剪切变形和构造破坏,且其内未 见有魏家沟岩群包体存在,表明其空间构造位置应位 于中元古代造山带靠近克拉通一侧或克拉通内.此外, 岩石地球化学特征表明其岩浆来源于上地幔橄榄岩源 区,应形成于被动大陆边缘阶段的板内拉张构造环境 下,地质特征及航磁、遥感资料亦表明岩体沿西倾的拉 张深断裂侵位^①.

上述地球化学特征研究表明,区内存在 I 型花岗



稀土元素配分图



岩(即英云闪长岩-闪长岩-二长花岗岩系列)、I-S过 渡性花岗岩及S型花岗岩(二长花岗岩-钾长花岗岩 系列).在 Rb-(Yb+Ta)、Rb-(Yb+Nb)图解(图5)中除 样品号为QV1-1-2的二长花岗岩落入同碰撞花岗岩 区域内外,其余样品均落入火山弧花岗岩区域(活动大 陆边缘环境).同时,在R₁-R₂图解(图6)中样品号为 QV1-4-1、QV1-6-1、QV1-33-1的斜长花岗岩及 QV1-10-2的二长花岗岩落入碰撞前的花岗岩区域,



图 5 阜新地区中元古代花岗岩类 Rb-(Yb+Nb)和 Rb-(Yb+Ta)图解

Fig. 5 Diagrams of Rb vs. Yb+Nb and Rb vs. Yb+Ta for the Mesoproterozoic granitoid in Fuxin area VAG—火山弧花岗岩(volcanic arc granite); ORG—洋脊花岗岩(oceanic ridge granite); WPG—板内花岗岩(within plate granite); COLG—同碰撞花岗岩(syn-collisional granite)

●辽宁省地质矿产局. 旧庙镇沙宝台哈尔套镇幅 1:5 万区域地质调查报告. 1996.





Fig. 6 Diagram of R₁ vs. R₂ of granitoids

R₁=3Si-11(Na+K)-2(Fe+Ti); R₂=Al+2Mg+6Ca; 1一地幔分离(mantel departure); 2一板块碰撞前的(pre-collisional); 3一碰撞后的抬升(uplift after collision); 4一造山晚期的(late orogenic); 5—非造山的(non-orogenic);

6—同碰撞期的(syn-collisional);7—造山期后的(post-orogenic)

样品号为 QV1-1-2 的二长花岗岩落入同碰撞期的花 岗岩区域 样品号为 M-1 的二长花岗岩落入造山晚期 的花岗岩区域.

综上所述,旧庙中基性岩形成于被动大陆边缘发 展阶段的板内拉张环境,I型花岗岩形成于大陆活动 边缘发展阶段 S型花岗岩形成于同碰撞期,而 I-S 过 渡性花岗岩则形成于大陆活动边缘向碰撞造山阶段的 过渡期.上述岩浆活动的演化过程很好地反映了研究 区从被动大陆边缘→活动大陆边缘→碰撞造山的构造 演化过程.同时,上述花岗岩均遭受了强烈的韧性剪切 变形,内部多见有魏家沟岩群的包体(图 1),也间接 证实了其经历了大陆边缘—碰撞造山的复杂地质演 化过程.

4 中元古代造山带内构造变形特征

国内外造山带内多发育有大型韧性剪切带 对大型 韧性剪切带的运动学研究可以反映板块运动的方式、造 山机制及演化过程,是大陆动力学研究的基础^[12].研究 区北部旧庙一带,分布有一条规模巨大的东西向中元 古代韧性剪切带,其内的太古宙片麻岩残块、中元古代 花岗质侵入岩和魏家沟岩群均发生强烈的变形(图1), 形成各类糜棱岩,其形成与本区中元古代强烈的造山 作用有关.根据构造变形的特征,可进一步划分为3个 变形幕,代表了中元古代造山带不同构造演化阶段的 产物.

4.1 第一幕变形

主要表现为在拉伸作用下太古宙黑云角闪斜长片 麻岩中形成一组十分发育的东西向片麻理,由早期太 古宙片麻岩中的北北东向片麻理和条带状构造经强烈 构造置换而成.该组片麻理与后期变晶糜棱岩中的糜 棱叶理产状一致,显示其与后期糜棱岩形成于相同的 构造应力条件下.未见该组片麻理发育于中元古代花 岗岩和魏家沟岩群中,说明其形成早于魏家沟岩群和 中元古代花岗岩形成时间,应为裂谷形成初期拉伸构 造作用下的构造变形.

4.2 第二幕变形

以大规模的中元古代斜长花岗岩侵位开始.中元 古代侵位的花岗岩及中元古代沉积的含碳碎屑岩、碳 酸盐岩(魏家沟岩群的原岩)遭受强烈变形,形成东西 向的糜棱岩带,是研究区大陆边缘发展阶段拉张构造 环境下的构造记录.因遭受强烈的静态重结晶作用,糜 棱岩中显微应变组构多消失,如丝带状石英、动态重结 晶颗粒、核幔结构等,仅在一些温度反应迟钝的长石残 斑和石榴石中保留少量的显微应变组构.在手标本尺 度上,糜棱叶理、矿物拉伸线理、不对称褶皱、旋转变斑 晶、石香肠构造等宏观应变组构发育.下面主要介绍糜 棱岩中宏观应变组构的特征.

(1)糜棱叶理

由糜棱岩中石英条带、黑云母、白云母、透镜状或 拉长的长石、方解石定向而成,叶理面平直且密集排 列,将糜棱岩分裂成平直的薄板状(图 7a).叶理产状 总体走向近东西向,倾向南,倾角 60~70°左右.

(2)矿物拉伸线理

矿物拉伸线理发育在糜棱叶理面上,由拉长的丝 状石英定向而成(图 7b).矿物拉伸线理产状 225~270° ∠15~45°,指示了由变晶糜棱岩组成的剪切带具有斜 向滑移的特征.

(3)不对称褶皱

不对称褶皱构造在变晶糜棱岩中较发育,并且多 见于黑云斜长花岗质糜棱岩中,主要表现为一翼长、一 翼短的褶皱,波长和振幅均在几厘米至十几厘米间.据 野外观察,不对称褶皱在平面上具有右旋剪切特征(图 8a、b),在剖面上具有正滑移特征(图 8c),结合拉伸线 理所指示剪切方向,确定该糜棱岩带具右旋正斜滑移 特征,为右旋滑脱型韧性剪切带.

(4)石香肠构造

在黑云斜长花岗质糜棱岩中发育,表现为岩石中



图 7 黑云斜长花岗质糜棱岩中的糜棱叶理(a)及拉伸线理(b) Fig. 7 Foliation (a) and stretching lineation (b) in biotite plagiogranitic mylonite

暗色矿物较少的变晶糜棱岩被强烈地拉断(图 8d),其 反映的剪切方向与不对称褶皱反映剪切方向一致.





Fig. 8 Macroscopic fabrics of the blastomylonite

4.2 第三幕变形

表现为东西向构造岩浆活动带中心及边部的糜棱 岩带,分别呈东西向和北西西向展布,与第二幕变形具 有明显的区别,宏观应变组构和显微应变组构均发育. 东西向糜棱岩带主要分布于第二幕变形阶段的变晶糜 棱岩中,北西西向糜棱岩带主要发育于太古宙片麻岩 及中元古代魏家沟岩群中,形成黑云斜长糜棱岩、花岗 质糜棱岩和方解石糜棱岩.其中在花岗质糜棱岩中变 形最为明显,糜棱叶理、拉伸线理、不对称褶皱等十分 常见,丝带状石英、核幔结构、长石双晶弯曲、S-C 组构 等显微组构发育.通过不对称褶皱、旋转结构及 S-C 组构所指示的剪切运动方向判断,东西向和北西西向 韧性剪切带均具有右旋逆斜滑移特征,为右旋滑脱型 剪切带.

该幕变形是在地壳收缩条件下形成的,反映了本 区在这一时期遭受了强烈的挤压,是洋壳俯冲的构造 记录.

5 中元古代造山带构造演化

通过上述对中元古代造山带内的魏家沟岩群、中 元古代侵入岩和中元古代韧性剪切带的地质特征及构 造意义研究,确定了本区中元古代造山带大致经历了 裂谷一被动大陆边缘—主动大陆边缘—碰撞造山的构 造演化过程(图 9).

(1)裂谷发育阶段

华北板块北缘中元古代陆缘裂谷沉积建造发育, 西段主要由渣尔泰山群和白云鄂博群下部地层组成, 东段由魏家沟岩群下部和色洛河群组成,以钙碱性火 山岩、碳酸盐岩、陆缘碎屑岩为主.白云鄂博尖山组和 呼吉尔图组火山岩年龄值 1383~1728 Ma^[13-16],渣尔泰 山群书记沟组和增隆昌组及炭窑沟组火山岩年龄为 1350~1824 Ma^[16-18],燕山古裂谷中大红峪组火山岩年龄 1434~1625 Ma^[13].上述火山岩同位素年龄表明,中元古 代早期华北板块北缘普遍经历了一次强烈的伸展热构 造事件.裂谷发育阶段,本区在接受碳酸盐岩、陆缘碎 屑岩沉积的同时,伴随有钙碱性的火山活动.此外,在 裂谷形成阶段拉张构造环境下,太古宙片麻岩中形成 了东西向片麻理.

(2) 被动大陆边缘阶段

在 1.4 Ga 左右,随着沉积环境趋于稳定,华北板 块北缘转变为被动大陆边缘,在内蒙古中西部地区 发育有白云鄂博群和渣尔泰山群上部滨海-浅海碎



图 9 华北板块北缘东段中元古代造山带构造演化示意图

Fig. 9 Tectonic evolution of the Mesoproterozoic orogenic belt in the east of northern margin of North China plate

屑岩和泥页岩建造,在本区发育有魏家沟岩群中部 原岩为富铝的泥页岩建造.同时本区在大陆边缘拉 张构造环境下,形成切割深度可达下地壳或上地幔 的深断裂,并成为岩浆活动的通道,形成旧庙中基性 岩体(1297±97 Ma[●]).

(3)主动大陆边缘阶段

在 1.1~1.3 Ga 期间, 华北板块北缘处于主动大陆 边缘阶段, 在洋壳俯冲作用下, 形成岛弧型火山沉积建 造, 发育大量的钙碱性中酸性火山岩, 如白乃庙群、魏 家沟岩群上部和色洛河群. 同时,构造岩浆活动强烈, 在华北板块北缘形成众多火山弧型花岗岩^{●●}, 如本区 的中元古代斜长花岗岩(1155±19 Ma)、狼山地区乌根 高勒勒蚀变闪长岩(1011 Ma)、二长花岗岩(1037 Ma) 以及塔巴达斯花岗闪长岩(1130 Ma)等. 该阶段,本区 在弧后拉张构造环境下, 形成了规模巨大的东西向韧 性剪切带.

(4)碰撞造山阶段

约在 1.1 Ga 左右, 华北板块北缘由主动大陆边缘 演变为碰撞造山阶段 在此构造环境下 形成大量碰撞 成因的 S 型花岗岩^[11] 强烈的碰撞造山作用致使造山 带内早期物质发生变质变形作用. 刘正宏等[8]在魏家 沟岩群大理岩中获得 1.036 Ga 的 Rb-Sr 全岩等时线 年龄,王思源等[19]在狼山地区中元古代云母石英片岩、 板岩中获得 1.198 Ga 的 Rb-Sr 全岩等时线年龄以及色 洛群的 Rb-Sr 年龄集中在 1.054~1.139 Ga^[20],上述 Rb-Sr 年龄值均反映了地层的变质变形年龄,证实了中元 古代末期古亚洲洋板块向华北板块北缘俯冲,发生了 强烈的碰撞造山运动 其缝合带位于温都尔庙一带 形 成温都尔庙蛇绿岩建造,并形成了典型的双变质带[9]. 此外,中元古代造山带南侧燕山古裂谷内蓟县系和青 白口系间的角度不整合亦是本次强烈挤压造山作用下 的产物. 这次造山运动证实了华北板块在格林维尔造 山期亦存在大陆拼合作用,而非长期处于陆缘状态,同 时也是对中元古代末期 Rodinia 超大陆拼合的响应,

443

使华北板块成为 Rodinia 超大陆的一部分.

6 结论与探讨

(1)依据造山带内沉积建造类型、岩浆活动特征、 构造变形作用,重塑了该区中元古代造山带的构造 演化历史,经历了大陆裂谷发育阶段、被动大陆边缘 阶段、主动大陆边缘阶段和碰撞造山阶段的复杂演 化过程.

(2)华北板块北缘中元古代造山带的识别证实了 格林维尔造山作用在本区的存在,也是对 Rodina 超大 陆拼合的响应.

(3)研究区内中元古代造山带因遭受海西期、燕山 期构造岩浆活动的强烈改造,中元古代魏家沟岩群、深 成侵入岩及构造形迹残缺不全,出露不连续,对进一步 探讨造山带内次级构造单元的划分造成困难.

(4) 华北板块北缘中元古代造山带内矿产资源丰富,有闻名于世的白云鄂博铁、稀有稀土矿床以及狼山、渣尔泰山地区的铜、铅锌矿床等,这些大型矿床的形成均与该陆缘造山带的构造演化密切相关.上述大型矿床均位于该造山带西段和中段,而东段(即本区)尚未发现有上述矿产的存在,

参考文献:

- [1]邵济安 涨履桥 ,李大明. 华北克拉通元古代的三次伸展事件[J]. 岩 石学报, 2002, 18(2): 152—160.
- [2]李江海 穆剑. 我国境内格林维尔期造山带的存在及其对中元古代 末期超大陆再造的制约[J]. 地质科学, 1999, 34(3): 260—272.
- [3]高坪山,刘新秒.试论中国古大陆中一新元古代汇聚与裂解的地质 记录[J].前寒武纪研究进展,1999,22(1):47—53.
- [4]聂凤军,裴荣富,吴良士,等.内蒙古白乃庙地区绿片岩和花岗闪长 斑 Nd 和 Sr 同位素研究[J].地球学报,1995(1):36—44.

- [5]郇彦清,裴士俊,陈树良,等.辽北开原岩群蛇绿混杂岩的特征[J]. 中国区域地质,1999,18(3):248—255.
- [6]张臣. 内蒙古苏左旗南部温都尔庙群地层研究的新进展[J]. 地学前缘, 1999, I6(3): 112.
- [7]陈跃军 彭玉鲸 ,路孝平 ,等. 华北板块北缘活动带元古宙构造岩片[J]. 吉林大学学报 地球科学版, 2002, 32(2): 134—139.
- [8]刘正宏 徐仲元 杨振升. 华北板块北缘中段中元古代魏家沟岩群的 建立及其地质意义[J]. 长春科技大学学报, 1999, 29(1): 9—14.
- [9]刘正宏 刘雅琴 ,冯本智. 华北板块北缘中元古代造山带的确立及其 构造演化[J]. 长春科技大学学报, 2000, 30(2): 110—114.
- [10]曲永强 ,孟庆任 ,马收先 ,等. 华北地块北缘中元古界几个重要不整 合面的地质特征及构造意义[J]. 地学前缘, 2010, 17(4): 112—123.
- [11]张臣. 华北克拉通北缘中段中新元古代热--构造事件及其演化[J]. 北 京大学学报:自然科学版, 2004, 40(2): 232—240.
- [12]许志琴,崔军文.大陆山链变形构造动力学[M].北京:冶金工业出版社,1996.
- [13]崔盛芹 李锦蓉 孙家树 ,等. 华北陆块北缘构造运动序列及区域构 造格局[M]. 北京 地质出版社, 2000.
- [14]沈宝丰,李俊建,翟安民,等.地壳演化和成矿耦合——以华北板块 北缘中段为例[J].前寒武纪研究进展,2001,24(1):9—16.
- [15]任英忱, 王凯怡. 白云鄂博超大型 REE-Fe-Nb 矿床研究[A]// 涂光 炽 编. 中国超大型矿床(1). 北京 科学出版社, 2000: 10—26.
- [16]王楫,陆松年.内蒙古中部变质同位素年代构造格架[J].天津地质 矿产研究所所刊, 1995, 30:49—50.
- [17]王楫 李双庆 ,王保良 ,等. 狼山-白云鄂博裂谷系[M]. 北京 北京大 学出版社, 1992.
- [18]肖荣阁,彭润民,王美娟,等.华北地台北缘西段主要成矿系统分析[J].地球科学——中国地质大学学报,2000,25(4):362—368.
- [19]王思源 杨海明. 狼山造山带喷溢成矿研究[M]. 武汉:中国地质大 学出版社, 1993.
- [20]吉林省地质矿产局. 吉林省地质矿产志[M]. 北京 地质出版社, 1989.