内蒙古白云鄂博地区早古生代弧一盆体系及其构造意义

尚恒胜,陶继雄,宝音乌力吉,郝先义 (內蒙古自治区地质调查院,呼和浩特市 010020)

摘 要:内蒙古中部白云鄂博地区的早古生代弧-盆构造体系是构成南蒙古洋板块与华北板块俯冲带的重要组成部分。岛弧岩系由中下奥陶统包尔汗图群钙碱性火山岩与侵入其中的岛弧深成岩组成;弧后盆地主要由中下 奥陶统呼和艾力更组石英砂岩、绿泥片岩、粉砂质板岩等组成,为一套复理石建造正常碎屑岩夹基性火山岩。而 且在岛弧岩系的南侧乌德一带首次发现并确定了一条构造混杂带,它们在构造上与早古生代期间南蒙古洋板块 和华北板块相互碰撞有直接的成生联系,为研究本区早古生代期间古板块构造活动提供了新的重要证据。 关键词:岛弧;弧后盆地;弧后扩张;构造混杂带;白云鄂博

中图分类号:P542^{*}.4 文献标识码:A

内蒙古白云鄂博地区早古生代弧一盆构造 体系位于华北地块北部大陆边缘陆壳增生带,对 研究华北板块与西伯利亚板块碰撞演化有着十 分重要的意义,是广大地质工作者所关注的目 标。二十世纪八、九十年代,李春昱①、王荃、唐 克东、邵济安等老一辈地质学家曾经对该地区的 板块构造活动进行了详细研究[1~3]。近年来, 随着本地区相继开展的 1.5 万区域地质调查和 1:5 万区域片区总结和 1:25 万国土资源大调查 工作的完成,获得了大量新的地质资料,对华北 板块北缘早古生代陆壳增生带有了许多新的认 识。本文中将以近期所取得的最新资料为基础, 结合前人研究成果,对本地区早古生代弧一盆构 造体系的形成演化做进一步的讨论,为研究内蒙 古中部地区早古生代古蒙古洋板块向华北板块 下插俯冲提供新的证据。

1 区域地质概况

白云鄂博地区大地构造部位横跨两种性质 完全不同的二级构造单元(图 1)。以乌兰布拉 格一呼吉尔图大断裂为界,南为华北地块,北为 华北板块北部早古生代大陆边缘增生带。早古 生代期间,由于古蒙古洋板块的扩张、俯冲消减 等,在大陆边缘形成了一套较为典型的弧一盆体 系及构造混杂带,客观地记录了本区早古生代板 **文章编号:**1672-4135(2003)03-0160-09

块活动的历史。

2 乌德火山岛弧

火山岛弧是洋壳下插重熔、上升喷溢的产物,它直接反映了板块活动的踪迹,是划分古板 块活动边界的基本标志之一。乌德火山岛弧分 布在大洋边缘靠近大陆一侧,为典型的活动陆缘 型岛弧。

2.1 岛弧岩系的基本特征

火山岛弧的组成主要为中下奥陶统包尔汗 图群哈拉组、布龙山组安山质火山岩、火山碎屑 岩及岛弧深成岩,火山岩构成岛弧主体,岛弧深 成岩侵入其中。岛弧火山岩系以熔岩类为主,计 有强阳起石化杏仁状玄武岩、蚀变角闪安山岩、 杏仁状蚀变辉石安山岩、碧玄岩、细碧岩、流纹岩 等。火山碎屑岩类有安山质凝灰岩,安山质晶屑 凝灰岩及安山质含角砾晶屑凝灰岩等,多为中性 火山碎屑岩类;岛弧深成岩由闪长岩、石英闪长 岩、斜长花岗岩等组成。

岛弧火山岩系的 SiO2 含量为 44.51% ~ 74.13%, FeO 为 0.91% ~ 8.55%, Na₂O 为 0.72% ~ 6.17%, K₂O 为 0.06% ~ 1.24%, Na₂O/K₂O>1(见表 1), σ 为 0.4 ~ 5.44, 属钙 碱性系列,具有 TH 系列火山岩的演化特征。

收稿日期:2003-06-06

基金项目:国家地质大调查项目(10101115015)

作者简介:尚恒胜(1954),男,地质矿产高级工程师,从事区域地质矿产调查工作,联系电话:0471-6682647。 ①李春昱 王荃,我国北部边陲及邻区的古板块构造与欧亚大陆的形成,中国北方板块构文集,第一集 1983。





图 1 白云鄂博地区乌德弧---盆体系构造路图

Fig. 1 Tectonic sketch map of Wude arc - basin system in Baiyunebo area

二连组; 2, 李三沟组; 3. 阿木山组; 4. 查干哈布组; 5. 西别河组; 6. 呼和艾力更组; 7. 哈拉组; 8. 布龙山组;
9. 阿牙登组; 10. 三叠纪石英闪长岩; 11. 奥陶纪石英闪长岩; 12. 乌德构造混杂带; 13. 混杂带构造岩块; 14. 正断层;
15. 逆断层; 16. 乌兰布拉格一呼吉尔图大断裂

岛弧火山岩组合中玄武岩(1P₆ - 3)的 REE 总量为 53.36×10⁻⁶, LREE/HREE = 0.837, (La/Yb)_N = 1.3, 轻稀土略显富集; δ Eu = 0.89, Eu 异常不明显;稀土模式曲线为平坦式 (图 2)。安山岩(1P₂₇-23, 1P₂₆-16, 1P₂₇-29)的 REE 总量为 118.1×10⁻⁶~ 175.2×10⁻⁶, LREE/HREE=2.2~4.0, (La/Yb)_N=4.2~ 10.08, 轻稀土明显富集, δ Eu=0, 79~1, 16, Eu 异常不明显,稀土模式为一系列向右缓倾的平滑 曲线(图 2);流纹岩($1P_{27}-15$)的 REE 总量为 316.7×10⁻⁶,LREE/HREE=1.7,(La/Yb)_N =2.3,轻、重稀土分馏不明显, δ Eu=0.4,具明 显负异常,稀土模式为 Eu 负异常明显的右倾曲 线(图 2)。由此可以看出,随着岩浆分异结晶程 度的增强,岛弧火山岩的 REE 总量逐渐增高, LREE 由亏损转向富集,并出现明显的 Eu 负异 常。



Fig. 2 The REE patterns of Baoehanta Group volcanic rocks

Table 1 Analyse results of the elements, REE and trace elements of island—arc rocks													
序号	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
样号	$1P_{6} - 3$	1P ₂₇ 34	1P ₂₇ - 23	1P ₂₆ -16	$1P_{27} - 29$	$1P_{26} - 31$	$1P_{27} - 15$	3087 - 1	$2P_{34} - 1$	2P ₁₁ - 20	2110	2P ₁₁ 15	110 - 1
SiO ₂	47.22	72, 29	55, 23	53.06	52.80	44. 51	74.13	69,24	64.66	59.35	60.36	57.59	56, 97
Al_2O_3	15, 76	7.97	18, 85	17.76	17, 98	13.09	12, 92	15. 15	17.77	19.34	17,88	17.16	18.92
Fc ₂ O ₃	1.68	1.12	2. 22	2,64	2, 49	6.01	1, 81	1.56	1.96	2.83	3.57	4,26	2, 97
Fe()	8, 55	0,91	5, 02	6.25	5, 56	1.29	1.06	1.42	1,82	2,10	1,74	2,42	3, 37
TiO ₂	0.95	0, 55	0.63	0.70	0,78	0, 78	0, 14	0,30	0.44	0,64	0, 57	0.81	0.60
CaO	9.94	4, 18	3, 84	4.6	6, 52	21, 50	1, 78	2.92	4.99	6.61	5.54	6.53	6.93
MgO	9, 89	0, 89	2, 56	4.75	3, 2	2, 23	0,4	1,08	1.40	1, 87	2, 31	2.87	3,07
K2O	0, 72	0,47	0, 25	0.68	0, 58	0, 06	0, 21	3,87	1.28	1, 30	1,73	1.38	1,51
Na ₂ O	2. 22	3.84	6.17	4.32	4, 32	0, 72	5, 62	4,90	4.17	4.08	3.01	3, 56	2, 77
MnO	0.18	0,14	0, 11	0.16	0,12	0.14	0, 05	0, 052	0.061	0.086	0, 095	0,12	0,12
P ₂ O ₅	0.14	0, 099	0, 124	0.16	0, 494	0.18	0.45	0, 115	0.28	0, 25	0, 20	0,33	0, 28
La	4. 23	24. 28	26, 42	31.7	17, 0	31, 4	38, 45	20, 42	24, 771	21, 667	9.68	14.678	17.581
Ce	10, 12	43.5	43, 18	45.3	35.0	56.6	103.9	36.07	66.486	51.122	38, 22	32.59	36, 688
Pr	1.43	5.73	6.18	5.65	4, 54	8, 10	9.37	4, 54	5, 78	5, 776	2, 74	4.516	4, 579
Nd	5, 56	20, 89	24, 79	18, 8	19, 0	34.4	35.66	15.13	21. 132	21.612	10. 542	18.684	21,03
Sm	2.16	4.8	4.89	4.13	4.55	6, 81	8,75	2.77	3, 97	4.814	2.06	4.214	4.75
Eu	0, 72	1,23	1, 14	t.10	1. 22	2.32	1. 29	0, 71	1, 16	1, 625	0, 779	1.391	1, 45
Gd	2.82	4.16	4, 56	3.00	4, 34	5, 18	8,87	2.02	3. 509	4. 579	2. 201	3.891	4, 681
Ть	0.45	0.16	0.69	0.50	0.66	0, 78	1.72	0.26	0, 43	0, 638	0.275	0.518	0, 707
Dy	3, 01	3, 37	3, 92	3.42	3.69	4. 72	11.43	1.21	1. 839	3, 171	1.20	2, 742	4, 011
Ho	0.68	0, 78	0.91	0.72	0, 87	0, 96	3,04	0, 25	0, 339	0, 675	0. 274	0.534	0, 839
Er	1.83	2.1	2, 45	1.85	2.42	2.54	9.02	0.66	0. 909	1.785	0,754	1.47	2.11
Tm	0, 31	0.31	0.38	0.28	0, 39	0, 38	1.54	0, 1	0, 126	0, 259	0,113	0.235	0. 301
Yb	1.99	1,66	2.32	1.74	2.38	2. 28	9, 73	0.56	0,614	1,425	0.604	1.305	1.668
Lu	0. 29	0.27	0, 36	0.26	0, 39	0.31	1.56	0.09	0. 083	0.224	0.095	0, 199	0.26
Y	17,67	18.62	21.7	14.6	21.4	18.4	72, 36	5,66	5,802	17.228	3.802	15,445	14.947
Ni	169.6	10.0	0.4	47.7	213.4	120, 8	139.5						
Rb	20.6	17.0	53.4	11.3	16.6	12,6	20, 0	40.2	40.6	42.9	66.9	47.9	91.8
Sr	204, 7	155.5	916, 9	193.6	362.2	295.3	223. 3	1230, 0	1232	1037.8	813.9	657.3	748.8
v	199, 3	12.7	103.3	253.9	223, 2	157, 2	249.7						
Zr	72.1	102.7	117.6	112.0	134.7	79.3	137.9						
Be								1.4	2, 0	1.5	1.6	1.4	1.6
Sn								1, 8	2, 2	2.7	2,6	2, 5	3, 2
Li								12.0	16, 3	16, 6	14.7	12.4	19.3
w								0, 80	0.2	0. 22	2, 42	0,60	0, 42
Th	6.4	1.1	12, 3	5.9	8, 8	11.9	7.6	10.4	10.5		13.1	12.1	23, 8
U								0.68	0.7		0.6	1,00	1.30
Ba	370	160	397	299	374	453	316	628	616		563	435	639
Cr	327	41.1	10.4	77.5	344, 2	295, 2	316, 7						

表1 岛弧岩系主量元素、稀土元素、微量元素分析结果

注: 1. 玄武岩: 2~6. 安山岩; 7. 流纹岩; 8. 花岗闪长岩; 9、10. 斜长花岗岩; 11、12. 石英闪长岩; 13. 闪长岩主量元素由内蒙古地质 矿产研究所采用原子吸收分光光度计分析; 稀土元素由北京大学地质学系测试中心采用 ICP - AES 法分析; 微量元素由内蒙古地质矿产 研究所采用 X-荧光法分析 火山岩中微量元素含量与其形成的构造环 境密切相关,由表1可以看出,岛弧火山岩组合 玄武岩中大离子亲石元素(LILE)Rb的丰度值 为20.6×10⁻⁶,Sr的丰度值为204.7×10⁻⁶,Ba 的丰度值为370×10⁻⁶,K₂O为0.72×10⁻², Th为6.4×10⁻⁶,强相熔元素Cr为327× 10⁻⁶,Ni为169.6×10⁻⁶;安山岩中的大离子亲 石元素Rb的丰度值范围为11.3×10⁻⁶~53. 4×10⁻⁶,Sr的丰度值范围为155.5×10⁻⁶~ 916.9×10⁻⁶,Ba的丰度值范围为160×10⁻⁶ ~557×10⁻⁶,K₂O为0.06×10⁻²~0.68× 10⁻²,Th的丰度值范围为1.1×10⁻⁶~12.5 ×10⁻⁶,总体表现为富集大离子亲石元素。

岛弧深成岩 SiO₂ 含量在 56.76% ~ 69.24%之间,主要为中性岩(表 1), Al₂O₃ > 15%, MgO 含量在 1.08% ~ 3.27%之间,多小于 3%, Mg # 值在 0.38 ~ 0.48, Na₂O/ K₂O 多





Fig. 3 REE patterns of island - arc magmatic rocks

2.2 构造环境的判别

岩浆岩组合和岩石成分与大地构造环境的 密切关系已经为越来越多的地质学家所接受,判 断岩浆岩形成的构造环境,除从岩石地球化学入 手外,还应结合区域构造的演化。这是因为钙碱 性岩浆地球化学特征,不仅取决于形成的构造环 境,有时还取决于源区。

对上述火山岩组合中的玄武岩、安山岩在w (MnO)×10-w(TiO₂)-w(P₂O₅)×10 三角图 上(图 5)投点,所有投点均落入岛弧玄武岩区 (IAB)。地球化学方面明显富集大离子亲石元 素(K、Rb、Sr、Ba、Th)。本区安山岩的稀土元素 大于 1, 在1.30 ~ 3.26 之间。σ = 1.305 ~ 2.411, A/CNK = 0.90 ~ 1.07, 为准铝质的钙 碱性岩石。

岛弧深成岩稀土总量普遍较低(表 1), Σ REE = (63.41 ~ 136.95)×10⁻⁶,成分变化区 间较大。 Σ Ce/ Σ Y = 2.89 ~ 20.63,为轻稀土 富集型,(La/Sm)_N = 2.18 ~ 7.37,(Gd/Yb)_N = 1.57 ~ 3.607,反映出轻稀土分馏程度要高 于重稀土的分馏程度。 Δ Eu = 0.96 ~ 1.226, 略具正铕异常。稀土模式曲线为右缓倾式(图 3,图中编号见表 1),而且不同岩石类型的模式 曲线极为相似,反映了它们的亲源性。

岛弧深成岩微量元素含量见表 1,大离子亲 石元素 Rb、Sr、Ba 含量较高, Rb = (40.3 ~ 91.8) ×10⁻⁶, Ba = (435 ~ 639) × 10⁻⁶, Sr = (657 ~ 1 232) × 10⁻⁶, 亏损 HFSE。在微量元素蛛网图 中,具明显的 Sr 正异常(图 4,编号见表 1)。



图 4 岛弧深成岩微量元素蛛网图

Fig. 4 Primitive mantel - normalized trace element spidergrams

组合特征与 Bailey 研究的 3 种造山环境安山岩 对比,尤其是对判别大地构造环境最敏感的 w (La)/w(Yb),w(La)/w(Y),w(P₂O₅)/w(La)、 w(Zr)/w(Y),明显可以看出,本区安山岩特征 与安第斯弧后安山岩相一致^[4]。

2.3 形成时代

1993 ~ 1997 年我们在此开展白云鄂博地区、 巴特敖包地区 1:5 万区调工作时,分别在岛弧深成 岩组合闪长岩及斜长花岗岩中获得一系列锆石 U - Pb 表面年龄 447.535 Ma、456.353 Ma、469.2 Ma、 473.4 Ma、493.485 Ma,结合其野外地质关系,确定 本区岛弧岩系的形成时代为晚奥陶世。



5. $1P_{22} = -29$; 6. $1P_{26} = -31$

3 弧后盆地

弧后盆地位于乌德火山岛弧南西侧,由于遭 受后期构造破坏、岩浆岩侵入以及中新生界掩 盖,盆地沉积物已所剩无几。主要由中下奥陶统 呼和艾力更组石英岩、变质粉细砂岩、绿泥片岩、 二云母片岩、粉砂质板岩等组成,并遭受了低绿 片岩相变质作用改造。原岩为一套细碎屑岩、基 性火山岩,厚度大于 608 m 。底部与阿牙登组、 苏吉组呈断层接触,其上被李三沟组角度不整合 覆盖。地层层序以达茂旗红旗牧场奥陶系呼和 艾力更组 1P5 剖面为代表,叙述如下:

呼和艾力更组(O1-2hh)

27. 灰白色细粒石英岩(未见顶)

>	34.5	m
26. 灰白色二云石英片岩	21.7	m
25. 灰白色绢云粉砂质板岩	37.3	m
24. 灰黑色石英岩状粉砂岩	39, 9	m
23. 灰黑色强菱铁矿化绢云石英片岩		
	45.9	m
22. 灰绿色二云片岩与结晶灰岩互层		
	21,7	m
21. 灰黄褐色页片状泥晶灰岩夹薄层	钙质	板
	42.7	m

20. 灰白色绢云粉砂质板岩与薄层粉砂质板

ī层	40.1 m
19. 褐黄色含硅质条带灰岩	59.0 m
18. 灰白色石英岩	28.5 m
17. 灰白色二云石英片岩	20 m
16. 灰白色石榴二云石英片岩	8.1 m
15. 灰绿色铜矿化碳酸盐化绿泥片和	븤
	10.8 m
14. 灰白色绢云石英岩	16.2 m
13. 灰白色绢云长石浅粒岩	19.0 m
12. 灰白色绢云石英片岩	8.2 m
11. 灰黑色含炭质绢云粉砂质板岩	32.6 m
10. 灰黑色绢云片岩	12.2 m
9. 灰绿色变质粉砂岩	10.9 m
8. 灰色绢云片岩	7.4 m
7. 灰绿色含绿泥二云片岩	7.4 m
6. 灰黑色含石榴二云片岩	16.9 m
5. 灰绿色、绿泥片岩与泥质粉砂质相	扳岩互层
	24, 6 m
4. 灰白色细粒石英岩	9.5 m
3. 灰黑色细粒粉砂质板岩、硅质板岩	岩 9.5 m
2. 灰白色石英岩	9.7 m
1. 灰黑色绢云粉砂质板岩(未见底))

13.6 m

碎屑物质来源主要是靠近大陆边缘的陆缘 剥蚀区,其中也夹杂有一定数量岛弧成分的碎屑 物质。从沉积盆地的岩石组成及分布特征可以 看出,沉积盆地具有深度展布的不对称性,即具 复理石建造的碎屑岩靠近陆缘发育,而砂泥质岩 石和火山岩则发育在盆地的中心。

4 乌德构造混杂带

分布于乌德南一带,走向北西一南东,宽处 可达2km,窄处有百余米。南界、西界被下白垩 统李三沟组掩盖,北界与下泥盆统查干哈布组断 层接触,东界被上白垩统二连组覆盖,总长度约 20km(图1)。

4.1 构造混杂带的岩石组合特征

混杂带是由不同时代、不同岩性、不同构造 特征的岩块组成的杂乱堆积体,它基本由原地岩 块、异地岩块和基质三部分组成。

异地岩块:为具洋壳性质的蛇纹岩、层状辉 长岩、透辉石岩、闪斜煌斑岩、超基性岩、阳起石 岩、滑石片岩;具结晶基底性质的古元古界宝音

岩

图岩群的大理岩、斜长黑云石英片岩、二云石英 片岩、片理化斜长变粒岩、斜长角闪岩及下寒武 统阿牙登组白云质灰岩等。

原地岩块:为包尔汗图群布龙山组的深水硅 质岩、复理石钙质变质粉砂岩;哈拉组的安山岩、 细碧岩、碎裂安山玄武岩、蚀变无斑安山岩;中下 奥陶统呼和艾力更组中粗粒石英岩、粉砂质板 岩、含燧石条带泥岩、二云片岩等。

基质由晚奥陶世碎裂石英闪长岩、细粒闪长 岩及超铁镁质碎裂蛇纹石化橄榄岩等组成。岩 石强烈破碎,蛇纹石化、滑石化极为发育。经强 动力的改造,强烈挤压破碎成极为细小的碎屑物 质,以柔流的形式充填于混杂岩块间。

乌德构造混杂带的岩石组合正如汤耀庆^[5] 对混杂带特点总结一样,总体表现为:

(1)构造混杂带组分较为复杂,它由不同性质、不同时代的外来岩块、原地岩块和基质三部分组成。它们分别来自华北地块边缘基底碎块, 残留洋壳中的超铁镁质岩石以及火山岛弧和弧后盆地的岩石碎块。

(2)岩块大小不等,形态各异。岩块差异甚为悬殊,形状呈不规则状、透镜状、长条状,大到几百平方米,小到几十平方厘米。整个混杂带延伸长,分布有宽有窄。有的在十几平方米的范围内可见到几种不同时代的岩石(块)混杂在一起。

(3)基质和岩块强烈片理化,普遍遭受不同 程度的剪切、碾滚、拉断,形成石香肠、菱形体、楔 状体、不规则柔褶等;它们之间多以断裂或剪切 面为界,同一岩块在走向上具有不连续性。岩块 与围岩接触部位无交代蚀变现象,岩块内部也无 明显分异特征。

(4)分布在特定的构造部位,基本沿弧后盆 地与乌德火山岛弧二者界线分布,形成在弧后扩 张仰冲的前端,它的展布基本代表了弧后仰冲会 聚位置。

4.2 构造混杂带镁铁质岩石化学及地球化学特征

超镁铁质岩:岩石化学成分见表 2,由于岩石 均已蚀变为蛇纹岩并碳酸岩化,导致其岩石化学 成分 CaO 的含量普遍增高;SiO₂ 含量 30.7% ~ 44.04%, Al_2O_3 为 4.93% ~ 13.85%, MgO/ (FeO)+MgO 比值为 0.25 ~ 0.73,与科尔曼在 SiO₂-FeO/(FeO+MgO)变异图上指出的变质橄 機岩平均成分十分接近。REE 总量为 101.39× 10⁻⁶ ~ 461.91×10⁻⁶,成分变化区间较大,与典 型蛇绿岩中变质橄榄岩的稀土元素平均总量 0.2965×10⁻⁶要高出 300 ~ 1 000 倍,系所取样 品强烈碳酸岩化所致。但经球粒陨石标准化后的 稀土配分曲线(图 6)基本平行一致,呈一系列右 倾式平缓曲线。ΣCe/ΣY = 0.98 ~ 20.95, (La/Yb)_N1.6 ~ 465,LREE 明显富集, δ Eu = 0.69 ~ 0.86,Eu 异常不明显,多为负异常。

镁铁质堆积岩:包括橄榄角闪辉长岩、层状 辉长岩、透辉石岩、拉辉煌斑岩等,岩石化学成分 见表 2。SiO₂ 一般在 43.54% ~ 46.5%, Al₂O₃ 14.55% ~ 17.38%, TiO₂ 1.04% ~ 1.62%, MgO 10.65% ~ 10.73%, MgO/(FeO* + MgO)值为 0.49 ~ 0.52。REE 总量为 78.41× 10^{-6} ~ 121.11× 10^{-6} , $\Sigma Ce/\Sigma Y = 1.14 ~$ 20.95, $(La/Yb)_N = 1.8 ~ 16.4$,轻、重稀土分 馏不明显; $\delta Eu = 0.75 ~ 1.12$, Eu 异常不明 显,稀土配分曲线表现为平坦式(图 6)。





4.3 构造混杂带的变形特征

该混杂带显示出强烈的破碎作用和混合作 用,不同岩块的变形样式出现明显的不一致。呈 岩块产出的洋壳残片,其变形方式以剪切破裂为 主,形成一系列菱形块体;而硅泥质岩石块体,其 变形显的比较复杂,形成一系列 b 型杆状构造、 塑性流变褶皱等。细碧岩、闪长岩岩块的变形表 现为十分发育的次级构造裂隙面,分布有方向不 同的镜面和擦痕,布满整个岩块的各个部位。含 榴石二云片岩、浅粒岩岩块形变相对较弱,而岩 块的规模相对较大,以叠加退变质为主,表现为 强烈的次生蚀变。

混杂带的基质在剪切作用下,破碎、扭曲和

流变形成大量碎糜岩、碎裂岩等粒度相对较细的 构造岩。

4.4 构造混杂带变质特征

混杂带无论基质或岩块均经受了不同程度 变形变质作用的改造,主要表现为低绿片岩相区 域低温动力变质作用。变质泥质岩中出现绢云 母、白云母、黑云母及石榴石;变质基性火山岩中 出现绿泥石、绿帘石、钠长石、阳起石变质矿物组 合,局部出现黑硬绿泥石、斜黝帘石等高压变质 矿物;变质侵入岩中斜长石普遍斜黝帘石化、角 闪石次闪石化、阳起石化;动力变质作用形成大 量糜棱岩和碎裂岩系。

本区构造混杂带以岛弧深成岩岩系作为基质,与天山库米什地区构造混杂带相类似,均以 岩浆弧作为基质,而大量外来岩块,洋壳残片呈 "顶垂体"式赋存于其中。李继亮等在碰撞造山 带中将该类地质体称为增生弧,把这种岩浆弧与 混杂带的共性体称为增生弧大地构造相^[6.7]。

5 乌德构造混杂带形成时代

乌德构造混杂带中大量不同时代的岩块混 杂在一起,其岩块时代确定了混杂带形成的时间 上限。最主要的是在混杂带中进行的同位素年 龄及古生物年代学研究,获取了大量年代资料, 为研究构造混杂带的形成时代提供了可靠的依 据。

构造混杂带中时代最新的岩块为布龙山组、 哈拉组及呼和艾力更组的火山岩及碎屑岩等,其 时代为中晚奥陶世。1980年1:20万区调时,在 岛弧火山岩与之相伴生的泥质岩石中采集到笔 石 Callograptus, Desmograptus sp.;Dictyonema sp.,经中国科学院南京古生物研究所鉴定 时代为早中奥陶世。1993~1997年本区进行 1:5万区调时,于混杂带中由藁纹层灰岩及含燧 石条带白云质灰岩组成的阿牙登组外来岩块中, 采集到了拟粘球藻 Gloecapsomorha sp.,黑色 穴面 膜片 Brocholaminarisnigrita 等。经中国 科学院南京古生物研究所鉴定,其时代为早寒武 世。基质为中晚奥陶世细粒石英闪长岩、斜长花 岗岩等。同时,结合其野外地质关系,上志留统 西别河组不整合覆盖于构造混杂带之上。因此 推断该构造混杂带形成时限在晚奥陶世一早中 志留世。

6 结语

内蒙古中部早寒武世时,古蒙古洋壳处于拉 张环境,区域上形成东西向洋盆。到奥陶纪,洋 盆由拉张转变为挤压,古蒙古洋板块向华北板块 下插俯冲,沿华北板块北缘形成一系列单型火山 岛弧链,如白乃庙火山岛弧一乌德火山岛弧。乌 德火山岛弧的形成,导致在大陆一侧构成边缘 海,接受中下奥陶统呼和艾力更组的复理式碎屑 岩及基性火山岩沉积。由于大洋岩石圈俯冲潜 没干大陆岩石圈之下,易产牛挤压,剪切和摩擦 生成热效应,进一步诱发小型对流体,地幔物质 底辟上涌,产生拉张效应和弧后的微型扩张[8]。 乌德弧后洋壳物质及沉积物向北运移(向北边岛 弧一侧),并在乌德火山岛弧南侧受阻。在缺乏 足够的动力和重力条件下,俯冲作用不易产生, 便在乌德火山岛弧南侧形成仰冲,使大量不同时 代、性质的构造岩块推挤在一条狭长地带,于晚 奥陶世到早中志留世形成乌德构造混杂带。根 据混杂带的岩石组合类型、岩浆演化特点、地球 化学特征及侵位机制等方面分析,证明混杂带中 的超基性岩块如蛇纹岩、变质辉长岩等是残留洋 壳的产物。随着弧后盆地的聚合,华北板块不断 向北增生,直到早中志留世结束了本区早古生代 俯冲造山作用,上志留统西别河组与包尔汉图群 的角度不整合表明,早古生代弧盆构造体系演化 结束,华北板块北缘早古生代陆缘增生带诞生。

本区的弧盆构造体系及构造混杂带仅反映 了内蒙古中部地区早古生代局部的板块活动特 征,但它与区域上古蒙古洋板块向华北板块俯冲 有着直接的联系,也就是说它是早古生代华北板 块陆缘增生带的重要组成部分,对它的深入研 究,有助于更深刻更具体的揭示华北板块区域构 造演化的历程和特点。

致谢

本文在完成过程中得到了教授级高级工程 师邵积东、胡凤翔、贾和义的指导和帮助,在此深 表谢意。

Table 2 Chemical compositions\geochemical characteristics of ocean crust remnant rocks									
	岩石名称		镁铁质	堆积岩		超基性岩			
	样品编号	1021	1P6 - 13	4032 - 1	2066а	1 P 4 - 6	1P6 - 12		
	SiO ₂	36.84	30, 7	44. 94	43.54	44.94	45. 42		
	AI ₂ O ₃	13.85	7.61	4, 93	14. 55	7.82	15.08		
	Fe ₂ O ₃	2.12	0.77	2.36	3, 98	3.96	2.74		
氧	FeO	8.23	4.95	2.71	6.16	3.77	8, 81		
化物	TiO ₂	1.26	0.4	0.19	1.28	0.38	1.62		
含量	CaO	17.47	14, 85	23.34	11.51	19.0	8.40		
重	MgO	3.37	15.83	5.11	10, 73	8.10	10.65		
0	K ₂ O	2.26	0.047	0.15	1.58	0.23	0.30		
Ş	Na ₂ O	0.67	0.15	0.18	1.98	0.49	2.64		
	MnO	0, 10	0.16	0.33	0.20	0,40	0,18		
	P ₂ O ₅	0.18	0.089	0.19 0.30		0.19	0.041		
	H ₂ O	0.46	4.47	3, 55	2.06	3.01	3.20		
	La	10, 94	10.07	24.34	9.39	101.86	8.62		
	Ce	24.02	21.87	38.81	17, 98	220, 65	17, 87		
	Pr	4.27	3.26	4.42	3.65	26.02	2,66		
**	Nd	18,56	13.49	15, 73	17.51	81.84	14.56		
ት ¶ji	Sm	4, 99	2.64	3.5	4.4	8.92	5, 2		
土	Eu	1,74	0.68	0.73	1.35	1.58	1, 32		
元	Gd	5.39	2.84	2, 82	4.18	5.72	4.93		
素	Tb	0.98	0, 47	0.35	0.63	0,6	0, 82		
_	Dy	6. 39	3.01	1,93	3.72	2.17	5.38		
$(\times 1)$	Ho	1.4	0, 58	0.39	0.73	10, 38	1.18		
.0 ;	Er	3, 99	1.67	0.95	2. 08	0.32	3.26		
\sim	Tm	0.57	0.24	0.13	0.29	0.78	0.51		
	Yb	3, 63	1.73	0.88	2.03	0.13	3. 28		
	Lu	0, 18	0.25	0, 13	0, 29	0.83	0.46		
	Y	34.06	15.61	10, 75		0.11	31.34		
	ΣCe	6452	52.01	87, 53	54, 28	440.87	50, 23		
~1.	ΣΥ	56. 59	26.4	18.33	36.12	21.04	51.16		
参	REE	121.11	78.41	105.86	90.4	461.91	101, 39		
数	$\Sigma Cc/\Sigma Y$	1.14	1.97	4.78	1.5	20, 95	0, 98		
	δΕυ	1.12	0, 83	0.75	1.04	0.69	0.86		
	(La/Yb) _N	1.8	3.5	16.4	2.7	465	1.6		

表 2 洋壳残片岩石化学\地球化学特征表

注:样号 1021、1P6-13. 层状辉石岩; 1P4-6、1P6-12. 超基性岩; 4032-1. 透辉石岩; 2066a. 橄榄角闪辉石岩; 主量元素由内蒙古地质矿产研究所采用原子吸收分光光度计分析,稀土元素由北京大学地质学系测试中心采用 ICP - AES 法分析

参考文献:

- [1]王荃,刘雪亚,李锦轶.中国华夏与安加拉古陆间的板 块构造[M].北京:北京大学出版社,1991.74-91.
- [2]唐克东,等.中朝板块北侧褶皱带构造演化及成矿规 律[M].北京:北京大学出版社,1992.60-179.
- [3] 邵济安. 中朝板块北缘中段地壳演化 [M]. 北京:北 京大学出版社, 1989.
- [4]吴根耀,吴浩若,钟大赉,等. 滇桂交界处古特提斯的洋 岛和岛弧火山岩[J]. 现代地质, 2000,14(4);393 -399.
- [5]汤耀庆, 混杂体 [A], 李春昱, 板块构造基本问题[M].

北京: 地震出版社 1986.91.

- [6]李继亮,孙枢,郝杰,等. 论碰撞造山带的分类[J].地质 科学,1999,34(2):129-138/
- [7]李继亮.碰撞造山带的大地构造相[A].李清波等.现代 地质科学研究论文集[C].南京:南京大学出版社, 1992,22,
- [8] 郭令智,施央申,马瑞士,等.论西太平洋弧后盆地区的基本特征和形成机理及大地构造意义[A].李春昱. 板块构造基本问题[M].北京:地震出版社,1986.455~ 462.

The arc—basin System and Tectonic Significance of Early Paleozoic in Baiyun'ebo Area Inner Mongolia

SHANG Heng - sheng, TAO Ji - xiong, BAO Yin - wu - li - ji, HAO Xian - yi

(Geological Survey Bureau of Inner Mongolia, Hohhot 010020, China)

Abstract: The arc – basin system of early Paleozoic in the central part of Baiyun'ebo is the important part of the subduction zone between Mongolia ocean plate and North China Plate. The series of island arc type rocks are composed by calc volcanics of Baoerhantu Group and deep – rocks of invading it in middle – lower ordaracai. The back arc – basin is a series of flysch formation made of ordinary clastic rock and basic volcanic rock. It mainly includes feldspathic quartz sandstone and chlorite and chlorite – schist and silt slate etc in Huheailigeng Group. In the southern Wude, mélange zone has firstly been discovered and made sure to show the direct connection of collision between south Mongolia ocean plate and North China Plate each other. It provides the important evidence for activity of old plate at early Paleozoic in Baiyun'ebo area .

Key words: island - arc; back - arc basin; back - arc extend; mélange zone; Baiyunebo