内蒙古好老鹿场地区晚古生代超基性-基性岩的发现及意义

刘建雄,张 彤,许立权

(内蒙古自治区地质调查院,呼和浩特 010020)

摘 要:在内蒙古东部好老鹿场地区 1:5 万区调工作中,发现了一套新的岩石组合,分别由铁镁质堆积岩、基性 岩墙群、蚀变基性火山岩等组成。该套岩石组合经较强的构造破坏,呈大小不等的岩块产于本巴图组砂板岩之 中。总体延伸方向呈近东西向展布,明显受区域性构造控制。岩石化学、岩石地球化学等方面的资料表明,辉石 橄榄岩、辉长岩具有低 Al、贫 Ca 和富 Na 的特点,MgO / (MgO + FeO)比值为 0.25,MgO 含量偏低。稀土元素 总量偏低,为 76.03×10⁻⁶~114.81×10⁻⁶,轻重稀土富集不明显,分馏作用较弱。 $\Sigma L/\Sigma H$ 为 0.73 ~ 0.8,配 分曲线呈平坦的"W"型, dEu = 1.03 ~ 1.23,略显正异常。基性火山岩具明显的富 Fe、Mg、Na,贫 Al、Ti、K 的特 征,微量元素显示形成于洋中脊环境。同时在辉长岩中获得单颗粒锆石 U – Pb 年龄为 362.4 Ma,时代为早泥盆 世晚期。其形成环境为洋中脊,属于泥盆纪古亚洲洋消减部分的残留体。

关键词:超基性—基性岩;洋中脊玄武岩;洋壳残片;好老鹿场;内蒙古

中图分类号: P588.14⁺5 文献标识码: A

文章编号:1672-4135(2006)01-0021-09

内蒙古扎鲁特旗好老鹿场地区位于西伯利 亚地台南缘,晚古生代地层较为发育。主要为 一套活动性较强的火山岩、火山碎屑岩组合。 总体呈北东向条带状展布,由北西向南东依次 出露中泥盆统大民山组、上石炭统本巴图组,二 叠系中统大石寨组。后者呈角度不整合于前二 者之上。

区内岩浆活动频繁,不仅有强烈的火山活动,同时伴随了各种花岗岩类岩石,甚至包括超基性岩类。但前人所做工作较少,尤其是对晚古生代火成岩研究程度很低,仅在1:20万区调时笼统归属为华力西晚期花岗岩、闪长岩。

2001 ~ 2003 年,笔者在该地区参加了 1: 5 万区调工作^①,从前人所划华力西晚期闪长岩 体中发现了一套新的岩石组合,分别由铁镁质 堆积岩、基性岩墙群、蚀变基性火山岩及细碎屑 沉积岩等组成。经过野外工作和室内研究,发 现该套岩石组合从岩石学、岩石化学等方面与 侵入的闪长岩类差别甚大,尤其是其中的火山 岩,具明显的洋中脊玄武岩特征。

1 超基性—基性岩的基本特征

分布特征:超基性--基性岩分布于内蒙古

扎鲁特旗好老鹿场西约 15 km 的阿金郭勒河两 岸,出露面积约 5 km²。该套岩石组合经较强的 构造破坏,呈大小不等的岩块产于晚石炭世本 巴图组砂板岩之中,但总体延伸方向呈近东西 向展布,明显受区域性构造控制,属阿金郭勒断 裂带的组成部分(图 1)。

变形特征:该套岩石与围岩呈构造接触,围 岩及岩块变形均较强,尤以围岩更甚,岩块相对 较弱。同时在二者接触面两侧,形成宽度不等 的强劈理化带,劈理产状与接触面产状协调一 致,表明经受了强烈的构造挤压作用。同时,在 该套岩石组合的上部沉积岩夹层中,发育一组 区域性千枚理,除局部受断裂改造发生变化外, 总体上与本巴图组内叶理产状一致。值得一提 的是,这期区域性的构造面理不进入大石寨组 内,表明晚石炭世之后,中二叠世之前本区经历 一次重要的构造事件。

岩石组合特征:由铁镁质堆积岩、基性岩墙 群、蚀变基性火山岩及细碎屑沉积岩等组成,但 出露并不连续,具有总体无序,局部有序的特征 (图 2)。笔者在出露宽度最大的牙都乌拉一带 进行了详细的追索和剖面测制,除辉石橄榄岩、

收稿日期:2005-10-13

基金项目:中国地质调查局区域地质调查项目(20101115002)

作者简介:刘建雄(1954-),男,1982年毕业于河北地质学院,高级工程师,一直从事区调工作。

① 内蒙古曾播区地质调查院. 1:5 万好老鹿场幅区域地质调查报告. 2003.



1. 正断层; 2. 逆断层; 3. 平移断层; 4. 区域性(大)断裂; 5. 韧性变形带; 6. 角度不整合界线; 7. 背斜; 8. 向斜; 9. 片理 及糜棱面理产状; 10. 玄武岩; 11. 辉长岩; 12. 辉(石)岩; 13. 辉石橄榄岩、橄榄辉长岩; 14. 第四系; 15. 晚侏罗世火 山岩; 16. 万宝组; 17. 大石寨组; 18. 本巴图组; 19. 大民山组; 20. 超基性一基性岩; 21. 晚侏罗世花岗岩; 22. 晚三叠 世花岗岩; 23. 中二叠世闪长岩; 24. 同位素年龄取样点



图 2 好老鹿场超基性一基性岩剖面图

Fig. 2 Geological section of ultrabasic - basic rock in Haolaoluchang

1. 绢云母化;2. 黑云母化;3. 青盘岩化;4. 阳起石化;5. 碳酸盐化;6. 枕状构造;7. 杏仁状构造;8. 层状(角闪)辉长 岩;9. 玄武岩;10. 块状(角闪)辉长岩;11. 辉(石)岩;12. 千枚状板岩;13. 千枚岩

橄榄辉长岩等出露于阿金郭勒断裂以北外,其 余各种岩石均见于剖面中,由南东而北西,依次 叠覆而成。根据岩石组合及接触关系将该套岩 石组合分为三部分:下部由辉石橄榄岩、橄榄辉 长岩、辉石岩组成,在剖面中仅有辉石岩(14 层) 出露,厚度大于 120 m。中部包括 12、13 层,为 块状角闪辉长岩、层状角闪辉长岩、层状细粒辉 长岩,厚度 310 m。上部由基性火山岩及沉积岩 组成,总厚度大于 300 m。由下而上为气孔状、 杏仁状玄武塔英千枚岩及千枚状板岩,向上过 渡为致密块状玄武岩、枕状玄武岩,其内赋存大 量的基性岩墙群(层状辉长岩和辉绿岩等),大 部分与围岩产状基本相同,呈整合式侵入,少数 斜切层面。

2 超基性—基性岩的岩石类型及 特征

该类岩石组合成分单一,未见典型的纯橄 榄岩,出露的岩石有铁镁质堆积岩,基性火山熔 岩以及少量沉积岩。

2.1 铁镁质堆积岩

(1)辉石橄榄岩:出露于阿金郭勒断裂以北 一带,呈不规则团块状产出,与围岩本巴图组为 构造接触而被中生代花岗岩侵入。岩石呈灰 黑一灰绿色,基本新鲜,蚀变甚弱,镜下具细粒 辉长结构、细粒半自形结构,岩性均一。矿物成 分:橄榄石呈 0.2 ~ 2 mm 的粒状。含量达 60%,裂纹发育,具伊丁石化。暗色矿物由普通 辉石、紫苏辉石及极少量云母组成,含量约 30% ~ 35%,程度不同地受到纤闪石化蚀变。斜长 石为中基性,含量不足 8%,钠黝帘石、绿泥石化 普遍。岩石中零散分布小于 0.2 mm 微粒状、针 状铁矿物及绿泥石集合体。

(2) 橄榄辉长岩: 与前者相伴出露。岩石呈 灰绿色,具变余辉长结构,块状构造,矿物组成 为斜长石、单斜辉石、斜方辉石、橄榄石、帘石类 矿物及假像纤闪石、少量伊丁石、绿泥石等。斜 长石半自形板柱状,发育聚片双晶,具环带构 造,为中基性长石,含量 40%,不均匀钠黝帘石 化。斜方辉石(30%~35%)呈 0.2~1.2 mm 粒状及柱粒状,多较新鲜,少数被假像纤闪石、 少量绿泥石矿物集合体交代。单斜辉石(20%) 多为柱粒状,辉石式解理发育。橄榄石呈粒状, 伊丁石化普遍,在岩石中分布不均,含量变化较 大,一般为 15% 左右。帘石类矿物小于 0.2 mm,为显微鳞片状集合体,推测为基性斜长石 蚀变的产物,与辉石多呈粒状及近直边粒状接 触,分布不均匀。岩石受蚀变及碎裂作用改造 强烈。

(3)中细粒辉石岩、中细粒角闪辉石岩:出 露于牙都乌拉及以西一带,剖面中属最下层位。 岩石具变余中细粒半自形结构,块状构造。原 岩矿物组成为辉石、角闪石及少量铁质。辉石 颗粒在 1.5 ~ 3.5 mm 间,为柱粒状晶体,普遍 发生较强绿帘石化、阳起石化,部分已变为绿帘 石集合体,仅有少数保存辉石残留,C / Ng = 48°;角闪石为 1.5 ~ 3 mm 柱状体,强烈阳起石 化,基本无残留,仅部分保留角闪石假象;新生 矿物以阳起石为主,最高可达 55%,浅绿色,呈 针柱状杂乱分布,部分保留原矿物外形。绿泥 石(10%)、绿帘石(20%)大部分呈集合体产出, 部分保留原碱物假象。该类岩石的显著特征是 不含长石类矿物。

(4)细粒辉长岩、细粒角闪辉长岩:分布于 阿金郭勒河南岸,是出露面积最广的岩石,约占 该岩石组合的 50%。该类岩石成层性明显,具 有清楚的垂直分带,呈岩(床)墙状产于辉岩之 上,二者产状基本一致,稍有角度差异。层状构 造由堆晶长石构成,中性斜长石大致定向组成 宽窄不一的浅色条带,暗色矿物充填其间,条带 宽者数十厘米,窄者数毫米。矿物粒度亦有变 化,多数条带较宽者粒度相对较粗。岩石呈灰 黑色,具细粒半自形粒状结构,块状或层状构 造,组成矿物为斜长石(25% ~ 50%)、辉石 (35% ~ 50%)或角闪石(35% ~ 40%)。斜长 石多强钠黝帘石化、绢云母化,部分具清晰的聚 片双晶,为中一拉长石;辉石、角闪石均强绿泥 石化,且含量互有消长。

2.2 基性火山岩

该类岩石主要是玄武岩,由于结构构造的 不同,可分为致密块状玄武岩、杏仁状玄武岩、 气孔状玄武岩、枕状玄武岩。根据蚀变强度及 蚀变类型进一步命名为绿泥石化玄武岩、绿帘 石化玄武岩、阳起石化玄武岩、青盘岩化玄武岩 等。现将具有基本特征的蚀变玄武岩和特殊构 造的枕状玄武岩介绍如下:

(1) 蚀变玄武岩: 灰绿、灰黑色, 斑状结构, 基质为变余间粒、变余玻基交织结构, 块状、气 孔状、杏仁状构造, 斑晶含量一般少于 5%, 个别 达 15%, 主要为斜长石: 呈 0.15 ~ 2.50 mm 板 条状, 发育聚片双晶, 部分颗粒见环带构造, 为 中一拉长石, 普遍发生绿泥石化、阳起石化、绢 云母化; 次为普通辉石, 0.1 ~ 1.0 mm 短柱状, 发生强烈绿泥石化、绿帘石化、阳起石化, 几乎 无残留, 仅保留其柱体假象。基质由隐晶质和 玻璃质组成, 玻璃质脱玻化形成隐晶质, 岩石后 期蚀变强烈, 无论斑晶或基质均发生了强烈的 绿泥石、绿帘、阳起石化和绢云母化。

(2)枕状玄武岩:灰绿色、灰紫色,内含大量 的玄武岩枕状体,局部完全由玄武岩枕状体堆 积而成,岩枕个体长 30 ~ 500 cm,宽 10 ~ 100 cm,枕状体最外层发育 1.0 cm 厚的玻璃质外 壳,已全部绿泥石化,向中心颜色逐渐变深,粒 度变粗,并具平行外壳的同心弧状色带,气孔由

主要元素的含量大小、种类多少不仅决定

了岩石的类型,而且与岩浆构造成因及其演化

密切相关,历来为地学界高度重视。尤其是对

于结晶程度及化学成分差异较大的超基性—基

性岩组合来说,其岩石种类的确定、对比、成因

分析若没有岩石化学成分是不全面或不可能

酸盐分析来看,具有低铝、贫钙、高钛富钠的特

点(表 1), SiO₂ 含量 43. 34%, Al₂O₃ 9. 59%,

CaO 7. 68%, MgO 6. 35%, Na₂O/K₂O 为 8,

 $M_{gO} / (M_{gO} + FeO)$ 比值为 0.25,除 M_{gO} 含 量偏低外,其它元素与世界上典型的橄榄岩平

辉石橄榄岩中样品较少,从所取的一个硅

中心向枕状体外壳数量逐渐增多,个体变小,气 孔一般呈浑圆状,1 ~ 3 mm 大小,最大达 10 mm,枕状体间常见致密隐晶状玄武质熔岩充 填。

2.3 变质沉积岩

沉积岩有千枚状板岩、千枚岩等,呈互层状 或夹层状分布于基性火山岩中,灰绿—深灰紫 色,鳞片变晶结构,千枚状构造。岩石由黑云 母、绢云母、石英组成。云母类矿物为 0.05 ~ 0.1 mm 的鳞片状,定向分布。石英为 0.05 mm 以下细小颗粒,少数保留陆源磨圆特征,大部分 已重结晶为细小的不规则状集合体,弱定向或 沿裂隙分布。

3 岩石化学及地球化学特征

3.1 岩石化学特征

表 1 超基性—基性岩的岩石化学分析结果(wt%)

的。

均值基本一致。

Table 1 Petrochemistry composition of the ultrabasic - basic rocks(wt%)

岩石名称	样品号	SiO ₂	${\rm TiO}_2$	$\mathrm{Al}_2\mathrm{O}_3$	$\mathrm{Fe}_2\mathrm{O}_3$	FeO	CaO	MgO	MnO	K_2O	Na_2O	P_2O_5	Los	Σ
玄武岩	P8GS14	48.92	0.60	8.92	10.30	8.80	9.49	7.43	0.21	0.35	4.12	0.12	0.73	99.26
	P8GS16	49.50	1.10	6.14	11.86	9.67	8.62	6.08	0.16	1.04	3.34	0.10	1.42	98.58
	P8GS8	48.80	1.12	12.43	10.17	7.3	12.00	5.74	0.14	0.26	0.96	0.12	1.40	98. 60
辉长岩	P8GS7	49.30	1.13	9.27	11.63	7.36	9.22	7.23	0.13	0.20	3.32	0.11	1.11	98.89
	P8GS19	50.40	1.27	10.95	12.83	6.77	6.15	5.26	0.12	1.54	4.49	0.13	1.09	98.91
	P8GS21	48.80	1.26	9.47	11.38	7.38	9.53	7.29	0.15	0.34	2.80	0.12	1.48	98.52
	P8GS23	46.34	0.93	11.84	9.24	6.71	8.37	10.77	0.11	0.15	3.89	0.08	1.62	98.38
辉岩	P8GS26	47.76	2.52	3.67	17.36	10.6	8.45	4.58	0.18	0.25	3.12	0.12	1.39	98.61
辉石橄榄岩	GS8159	43.34	1.73	9.59	17.39	7.66	7.68	6.35	0.18	0.34	2.72	0.08	1.94	98.59

资料来源:好老鹿场地区1:5万区调,2002;均由内蒙古第十地质矿产勘查院采用原子吸收分光光度计分析

辉长岩类具有低铝、富钛、钠的特点,而且 各样品间元素含量均匀,变化不大。 Al_2O_3 为 9.27% ~ 11.84%,Ti O_2 为0.93% ~ 1.27%, MgO为5.26% ~ 10.77%,CaO为6.15% ~9.53%。与内蒙古中西部华力西地槽区层状体 中的辉长岩相比,Ti O_2 、Fe₂O₃、Na₂O的含量偏 高,而 MgO 偏低,但全铁含量相近,其它成分则 基本一致。这表明本区的辉长岩类与内蒙古中 西部索伦山乃至世界典型地区华力西期层状体 中的辉长岩是相似的。

基性火山岩的 SiO₂ 含量为 48.80% ~ 49.50% 万痘激扬 6.14% ~ 12.43%, TiO₂ 含

量为 $0.48\% \sim 0.60\%$, CaO 含量为 $9.49\% \sim$ 12.0%, K₂O 含量为 $0.26\% \sim 1.04\%$, MgO 含量为 $5.74\% \sim 7.43\%$, 具明显的富铁、镁、钠, 贫铝、钛、钾的特征。

综上所知,岩石中的常量元素总体上富 Fe、 Na,而贫 Mg、Al。由下岩层到上岩层具较清楚 的演化趋势:Ca、Na 含量增加,Fe₂O₃/(FeO + MgO)、Na₂O/K₂O比值递增,TiO₂、FeO 则明显 减少,向偏酸偏碱的方向演化。表明随着岩浆 演化的进行,结晶分异作用亦较明显。在 SiO₂ - FeO* / MgO 的判别图解上,属拉斑玄武岩系 列(图 3),从 Na₂O、K₂O 相对含量看,所有样品

Na,O-2>K,O,属钠质类型。在 TiO, - MnO $-10 \times P_2O_5$ 判别图解上(图 4),样点落入洋中 脊玄武岩区(MORB),并具有由深成岩向喷出 岩 TiO, 减少、 P_2O_5 增加的演化趋势, 说明成分 属钙碱性,物质来源地幔,成因与构造关系密 切[1]。



图 3 SiO₂ - FeO* / MgO 判别图解(据 J. N. Irvine 1971) Fig. 3 SiO₂ - FeO* /MgO diagram

稀土元素特征 3.2

辉石岩、辉石橄榄岩的 SREE 总量偏低,为

76.03×10⁻⁶~ 114.81×10⁻⁶(表 2),平均值近 似于球粒陨石的稀土元素含量,接近于上地幔 岩石的平均值。轻重稀土富集不明显,分馏作 用较弱。 $\Sigma L/\Sigma H$ 为 0.73 ~ 0.8,曲线呈平坦 型(图 5), δEu = 1.03 ~ 1.23, 略显正异常。



图 4 TiO₂ - MnO - P₂O₅ 判别图解

Fig. 4 TiO₂ - MnO - P₂O₅ diagram

OIT. 大洋岛弧拉斑玄武岩; MORB. 洋中脊玄武岩; IAT. 岛 弧拉斑玄武岩; OIA. 大洋岛弧碱性玄武岩; CAB. 钙碱性玄 武岩

	样号	序号		孫 十 元 麦 含 畳(×10 ⁻⁶)													参数			
岩石															<i>> XX</i>					
<u> </u>			La	Ce	Pr	Nd	Sm	Eu	Gd	Tb	Dy	Ho	Er	Tm	Yb	Lu	ΣREE	$\Sigma L / \Sigma H$	δEu	
玄武岩	5P8XT2	1	16.9	42.20	5.73	23.60	6.76	1.79	9.03	1.58	9.87	2.25	6.63	0.91	6.03	0.88	192.17	2.62	0.8	
	5P8XT8	2	5.77	13.57	1.80	7.60	1.96	0.70	2.23	0.35	2.07	0.43	1.26	0.18	1.16	0.17	70.00	4.03	1.1	
辉长岩	5P8XT7	3	4.40	13.03	2.03	10.30	3.33	1.32	4.48	0.83	5.13	1.11	3.20	0.45	2.74	0.38	85.82	1.88	0.8	
	5P8XT19	4	13.29	34.13	4.58	20.32	5.49	1.35	6.40	1.16	7.20	1.52	4.54	0.60	3.63	0.49	182.51	3.10	1.13	
	5P8XT21	5	4.27	12.95	2.09	10.35	3.42	1.30	4.39	0.81	4.87	1.08	3.05	0.41	2.50	0.34	84.91	1.96	1.22	
	5P8XT23	6	2.59	7.71	1.26	6.23	2.08	0.87	2.82	0.52	3.12	0.70	1.95	0.26	1.69	0.23	51.90	1.83	1.20	
辉(石) 岩	5P8XT26	7	5.69	18.82	3.19	15.53	5.39	2.10	6.45	1.18	7.32	1.51	4.36	0.60	3.67	0.54	124.97	1.94	1.03	
	5XT0132 - 2	8	3.91	12.45	1.64	9.81	3.34	1.19	4.21	0.82	5.15	1.12	3.19	0.46	2.85	0.39	81.68	1.77	1.0	
辉石橄 榄岩	5XT8159	9	4.24	12.32	2.0	10.09	3.27	1.09	4.11	0.77	4.75	1.04	2.98	0.40	2.56	0.37	81.91	1.95	1.23	
平均值(n7)			6.78	18.58	2.70	12.56	3.89	1.30	4.90	1.09	5.50	1.20	3.44	0.47	2.98	0.42	106.20	2.34	1.03	

Table 2 REE composition and some parameters of the ultrabasic-basic rocks

资料来源:好老鹿场地区1:5万区调,2002;均由北京大学地质学系测试中心采用 ICP-AES 法分析

辉长岩的稀土总量在 48.43 × 10^{-6} ~ 142.18×10^{-6} 之间,轻、重稀土分馏不明显, $\Sigma L/\Sigma H$ 为 0.75 ~ 1.25,呈现重稀土适度亏 损。 δ Eu = 1.17 ~ 1.25, 无显著 Eu 异常, 配分 曲线表现为平坦式曲线,具典型洋中脊火山岩 万方数据

稀土元素地球化学特征。(图 5)。

玄武岩的稀土元素总量为 50.36 \times 10⁻⁶ \sim 189.1×10^{-6} (表 2),接近原始固相拉斑玄武岩 的平均值,轻、重稀土元素分馏作用较前有所增 强,LREE/HREE 比值为 1.05 \sim 1.8, δ Eu =

1.02 ~ 1.16,稀土配分曲线呈平坦型或轻稀土 略显富集型,为洋中脊拉斑玄武岩的岩石特点。

在稀土配分曲线图中,不同岩性稀土元素 配分曲线相互平行,基本协调一致,属平坦型。 由下而上(或由早到晚)∑REE及LREE/ HREE比值增加,δEu平均值大于等于1,Eu不 亏损或亏损不明显,轻稀土富集程度连续而缓 慢地增加。结合 TiO₂ – MnO – P₂O₅ 的判别图 解,整体显示了岩浆同源性。

3.3 微量元素特征

本区代表性样品的微量元素含量列于表 3, 经地幔值标准化后的分配型式(蛛网图)如图 6。 从表 3 及图 6 中可以看出,微量元素的含量及 变化有如下特征。



图 5 稀土元素配分曲线

Fig. 5 REE patterns of the gabbro in Haolaoluchang

图 6 微量元素蛛网图 Fig. 6 Cobweb of the microelement in Haolaoluchang area

岩	序	样	微量元素含量(×10 ⁻⁶)														
石	号	昭号	Cr	Nb	Ni	Rb	Sr	Th	Ti	V	Ba	Co	U	Zr	Y	K	Pr
玄 武 岩	9	P8DG16	388.0	6.6	145.4	42.2	81.0	7.4	7 598	193.5	66. 0	35.8	0.6	110.8	25.2	4 300	5.73
	8	P8DG8	262.6	6.0	634.2	25.3	72.1	4.6	4 507	127.6	63.0	39.4	0.5	79.5	11.1	2 300	1.80
	7	P8DG6	232.8	5.3	101.4	23.2	78.6	5.1	8 257	199.4	67. 0	15.0	0.8	102.8	26.9	2 200	2.03
辉长岩	6	P8DG19	105.4	8.8	28.6	58.1	152.1	7.6	8 340.0	138.5	158 . 0	16.3	0.7	76.8	37.5	6 800	4.58
	5	P8DG21	276.6	7.8	84.4	40.3	162.1	8.1	7 342.0	194.4	163 . 0	17.1	0.6	144.9	25.2	5 100	2.09
	4	P8DG23	354.4	5.8	197.5	12.2	157.1	5.3	5 615.0	158.1	42.0	20.8	0.5	68.8	16.4	2 500	1.26
辉	3	P8DG26	87.0	7.1	33.4	13.9	262.4	4.1	15 694.0	314.2	150.0	32.6	0.5	67.9	38.4	1 300	3.19
岩	2	DG0132	303.3	4.9	119.8	20.1	200.6	3.7	6 717.0	203.9	64 . 0	22.9	0.5	89.4	26.4	2 400	1.64
橄 榄 岩	1	DG8159	378.0	6.8	129.6	13.7	158.5	8.0	8 015	215.8	31.0	32.3	0.7	109.4	26.0	1 800	2.0
			239 9	6 85	135_0	28 02	181 30	6 29	8 170 9	186 08	112 7	26 08	0 69	123 1	25 9	3 200	2 70

表 3 超基性—基性岩微量元素含量一览表 Table 3 Microelement composition of the ultrabasic - basic rocks

资料来源:好老鹿场地区 1:5万区调,2003;由内蒙古地质矿产研究所分析

辉石橄榄岩及辉岩的微量元素中具有富集 亲石元素的特征。V的丰度值 215.80×10⁻⁶~ 314.20×10⁻⁶, Rb 的丰度值范围为 12.20× 10⁻⁶~20.10×10⁻⁶, Sr 的丰度值范围为158.50 ×10⁻⁶~**万**宛数₄ × 10⁻⁶, Ba 的丰度值为31.00 ×10⁻⁶~ 150.00×10⁻⁶;高场强元素 Ti 的丰度 值范围为 8 015×10⁻⁶~ 15 694×10⁻⁶,Zr 的丰 度值范围为 67.90×10⁻⁶~ 109.40×10⁻⁶,Y 的 丰度值为 26.00×10⁻⁶~ 38.4×10⁻⁶,除个别元 素外,总体含量均匀,变化在 1 个数量级内。

岩石/球枪陨石

辉长岩中微量元素富集不相容元素 Ba、 Rb、La 及大离子亲石元素 Sr、Yb、Th 等。相容 元素 Cr、Ni、Co 较为贫化,与内蒙古中部地区超 镁铁岩的平均值相近^[2]。

基性火山熔岩中强不相容元素 K 的丰度值 范围为 2 200×10⁻⁶~4 300×10⁻⁶, Rb 的丰度 值范围为 23. 20×10⁻⁶~42. 20×10⁻⁶, Sr 的丰 度值范围为 72. 10×10⁻⁶~81. 00×10⁻⁶, Ba 的 丰度值为 63. 00×10⁻⁶~67. 00×10⁻⁶, 高场强 元素 Ti 的丰度值范围为 4 507×10⁻⁶~8 257× 10⁻⁶, Zr 的丰度值范围为 79. 5×10⁻⁶~110. 80 ×10⁻⁶, Y 的丰度值为 11. 10×10⁻⁶~26. 90× 10⁻⁶, 具有洋中脊玄武岩的特征。

在蛛网图(图 6)上看出,不同岩性的变异曲 线十分协调,总体上岩石中贫相容元素 Cr、Co、 Ni,而富亲石元素 Rb、Zr、Ba、Th 等,大部分不 相容元素低于同类岩石的平均值,而且具有由 早到晚大离子亲石元素 Sr、Ba、Th、Zr 递增的趋 势。

我们将本区该套岩石组合的稀土配分及微 量元素特征与索伦山蛇绿岩进行比较。从稀土 配分曲线图上可以看出(图 5),二者曲线吻合程 度较好,表明成因的相似性。在微量元素蛛网 图上亦可得出同样结论,除分析元素有所差异 外,现有 20 个元素所构成的曲线基本协调一 致,均具有大离子亲石元素相对富集,高场强元 素亏损的特征(图 6)。

众所周知,索伦山蛇绿岩带是我国目前研 究程度较高,存在争议较小的蛇绿岩带之一。 其形成时代为早泥盆世晚期,呈构造岩片产于 本巴图组之中。地质特征与本区超基性—基性 岩组合相似^[3,4]。结合岩石地球化学特征,可以 得出二者物质来源于地幔,成因类型属于洋壳。

在 Ti/100 - Zr - Sr/2 图解(图 7)中样品分 布相对集中,具有较好的代表性,绝大部分样点 在洋中脊玄武岩区(OFB)^[5]。在 TAK 判别图 解中(图 8)投影,样点全部落入洋脊玄武岩区 (I),并与三江地区各带洋中脊玄武岩平均值 范围和三江准洋中脊玄武岩平均值范围十分接 近,与其成因具有相似性。因此,该套岩石类型 应属洋中脊弦武岩,形成环境与洋壳有关^[6]。



图 7 Ti/100 - Zr - Sr/2 判别图解 (据 y Pearce & Cann 1973) Fig. 7 Ti/100 - Zr - Sr/2 diagram

OFB. 洋脊拉斑玄武岩; MORB. 洋中脊玄武岩; LAB. 岛弧拉斑玄武岩; CAB. 钙碱性拉斑玄武岩



图 8 玄武岩 TAK 判别图解(据莫宣学等 1993 修改)

 Fig. 8 TAK diagram of the basalt

 A. 三江地区各带洋中脊玄武岩平均值范围; B. 三

 江淮洋中脊玄武岩平均值范围; Ⅰ. 洋脊玄武岩;

 [].大陆裂谷玄武岩; []].造山带玄武岩及安山岩

4 超基性—基性岩形成时代

4.1 同位素地质年龄

2002 年在该地区进行 1:5 万区域地质调 查时,对该套岩石组合进行了同位素年龄测定。 样品采自牙都乌拉剖面中(图 2),相当于该套岩 石组合的中下部,岩性为角闪辉长岩。岩石新 鲜,蚀变甚弱,呈灰绿色,组成矿物斜长石、角闪 石、辉石、阳起石等。原始样重 30 kg 左右,选出 的锆石可分为两种:褐黄色锆石较少,晶形不完 整,多呈浑园状;淡黄色锆石占 90%,晶形完好, 透明。样品首先经内蒙古地调院化验室粉碎, 对锆石进行挑选分组后,送宜昌地质矿产研究 所第五实验室测定,采用同位素稀释法,给出两 组单颗粒锆石的 U - Pb 同位素年龄值分别是 523 Ma、362 Ma。从锆石的晶形特征和含量分 析,前者年龄值偏大,系由继承性锆石所致。结 合构造演化的连续性,362 Ma 这一年龄值更为 客观。因此,笔者认为本区该套岩石组合形成 时代大约在早泥盆世晚期。

4.2 与围岩接触关系

本次区域地质调查过程中在相当于本巴图 组一段顶部的变质岩屑砂岩中采到了大量的生 物化石,但由于变质变形较强,可供鉴定者不多, 仅有少数化石可资提供时代依据。经南京古生 物研究所许汉奎、夏风生鉴定,含有腕足、珊瑚、 苔藓虫三个门类,其中有腕足:Atrypids(无洞贝 类),苔藓虫:Dyscritella SP. Indet(疑难苔虫)。据 有关资料,前者主要产于志留—泥盆纪,石炭纪 仍有少量种属,后者时代仅限于石炭—二叠纪, 在中国南方以中晚二叠世最多,但大兴安岭地区 则多见于石炭纪。综合二者时代特征归属为石 炭纪,而超基性—基性岩与本巴图组呈构造接 触,属冷侵位的产物,时代理应早于石炭纪。

综上所述,利用同位素年龄、"围岩"化石并 结合区域地质资料对该套超基性—基性岩进行 时代锁定,形成时代大约在早泥盆世晚期。

5 形成环境及地质意义

本区出露的超基性—基性岩在区域上延伸 稳定。在东邻的科尔沁右翼中旗幅牤牛海一带 出露(当时称之为超基性岩体群)^①,由蛇纹石化 辉石橄榄岩、蛇纹岩、蛇纹石化辉石岩等组成。 岩石中 MgO 含量分别为 38.9%、37.7%、 36.5%,为典型的超铁镁质岩,并具铬、镍等矿 化。该套岩石组合受控于东西向的恩孟陶勒 盖—牤牛海大断裂,呈东西向展布于该断裂带 中,时代归属为华力西期。西邻幅(甘珠尔庙 幅)在开展1:20万区调时^②,同样发现了该套 岩石组合的踪迹,称之为蛇绿混杂岩,出露于内 蒙古西乌珠穆沁旗呼和楚鲁特附近,均呈不规 则状岩块混于石炭系地层之中,接触面斜切地 层走向,呈构造接触。超基性岩变质变形较强, 主要由蛇纹岩、滑石岩组成,在变形较弱的岩块 中心可鉴别出原岩成分为蛇纹石化橄辉岩、辉 石橄榄岩、二辉岩等。该套岩石组合呈东西向 展布,为"锡盟东西向超基性岩带"(笔者注:贺 根山蛇绿岩带)的东延部分,成岩时代为华力西 期。

总体看来,相邻两侧的超铁镁质岩(或蛇绿 混杂岩)和本区所产的超基性—基性岩三者位于 同一构造线上,延伸方向协调一致,呈近东西向 展布,形成时代大体相同,应属同一构造带,大体 相当于二连浩特—乌兰浩特断裂带的东段^[7]。

本区超基性—基性岩与毗邻地区的蛇绿岩 相比较,超铁镁质岩石不发育,可能与后期构造 破坏有关,而具堆积岩特征的层状辉长岩、基性 岩墙群则十分发育,基性火山熔岩更是不同颜 色、不同结构、构造的岩石均可见及。因此并不 排除为蛇绿岩中的组成部分,更不影响对其形 成环境的判别。

根据上述岩石组合的宏观特征、岩石学、岩 石地球化学特征判别,结合区域地质特征与本 巴图组的接触关系,笔者推断本区的超基性— 基性岩形成环境为洋中脊^[8],应属泥盆纪古亚 洲洋消减部分的残留体。它代表泥盆早期古亚 洲洋向西伯利亚板块的一次俯冲,同时使西伯 利亚板块南缘发育增生地体,大民山组拼贴于 该板块之上。石炭纪—中二叠世之间,本区又 经历了较强的构造混杂作用,不仅使该套岩石 组合的层序遭到了破坏,部分岩石种类缺失,而 且使残存的、不全的岩石组合呈岩块赋存于本 巴图组之中。

参考文献:

[1]赵宗溥. 蛇绿岩与大陆缝合线[J]. 地质科学, 1984, 4: 359-372.

[2]梁日暄. 内蒙古中段蛇绿岩特征及地质意义[J]. 中国

① 吉林省地质局直属专业综合大队. 1:20 万科尔沁左翼中旗幅区域地质调查报告,1973.

② 辽宁晋勒援局第二区域地质测量队. 1:20万甘珠尔庙幅区域地质调查报告,1973.

- [3]陶继雄.内蒙古满都拉地区蛇绿混杂岩研究新进展 [J].地质通报,2004,23(4):1238-1242.
- [4]陶继雄,白立兵,宝音乌力吉,等.内蒙古满都拉地区二 叠纪俯冲造山过程的岩石记录[J].地质调查与研究, 2003,26(4):241-249.

[5]赵振华. 微量元素地球化学原理[M]. 北京:科学出版

社, 1997, 112-132.

- [6]邓晋福. 岩石成因、构造环境与成矿作用[M]. 北京:地 质出版社,2002,218-219.
- [7]朱绅玉.内蒙古索伦敖包地区蛇绿岩[C].中国北方板 块构造文集,第一集,1983,105-114.
- [8]高坪仙. 蛇绿岩及蛇绿岩构造侵位[J]. 前寒武纪研究 进展, 2000, 23(4): 250-256.

Discovery and Significance of the Late-Paleozoic ultrabasic-basic rocks in Haolaoluchang Area, Inner mongolia

LIU Jian-xiong, ZHANG Tong, XU Li-quan

(Inner mongolia Geological Survey, Hohhot, 010020, China)

Abstract: A new kind of rock association composed of mafic-cumulate rocks, the basic rock dikes and the altered basic volcanic rocks is discovered in Haolaoluchang area, eastern Inner Mongolia during the 1:50 000 regional geological survey. The rock association strongly deformed, and occurs in the sand-slate of Benbatu Formation in different shapes. The distribution of the rock masses controlled by the regional tectonic, and distributed in EW direction. The data of rock chemistry and geochemistry indicate that the pyroxene- peridotites and gabbros have low Al , Ca and MgO but high Na. MgO / (MgO + FeO) is about 0.25. The REE contents is low (76.03 × 10⁻⁶ ~ 114.81 × 10⁻⁶), too. The enrichment of the light and heavy REE is not obvious, and the fraction is weak. $\Sigma L / \Sigma H = 0.73 \sim$ 0.8. REE normalized patterns show a flat type. $\delta Eu = 1.03 \sim 1.23$, and Eu show weak positive abnormality. The basic volcanic rock enrich in Fe, Mg, Na, and poor in Al, Ti, K. According to the trace element, the palaeo-environment is suggested as mid-ocean ridge environment. The age of single grain zircon U-Pb of the gabbro is 362.4 Ma(early Devonian). The new rock association formed on the mid-ocean ridge of Devonian Period. It is the oceanic crust remains of the ancient Asia on the subduction zone,

Key words: urbasic-basic rocks; mid-ocean-ridge basalts; remains of oceanic crust; Haolaoluchang; Inner Mongolia