津巴布韦古元古界 Deweras 群地层特征研究

苏俊亮,张明云,孙国锋,李青蔓 (河南省地质调查院,郑州450007)

摘 要: Deweras 群位于太古界津巴布韦克拉通的西北边缘 Magondi 沉积变质带内,岩性主要为变质陆相沉积岩和 玄武岩,是古元古界地壳运动形成大陆边缘裂谷盆地相。 出露在南部的 Deweras 群沉积岩和基性火山岩与北中部 能进行较好的对比。通过分析 Deweras 群变质玄武岩的地球化学元素含量,分别使用不活泼痕量元素比值 Zr/TiO_2 与 SiO_2 、Nb/Y 与 SiO_2 两对参数统计,认为 SiVerside 地区的变质玄武岩属于亚碱性玄武岩。各种微量元素分布模式和比值参数相图分析也表明: 位于变质带南部即 Munyati, Mupfure 和 Alaska 地区的基性熔岩与变质带北中部 Doma 西部地区角闪岩岩席特征一致,此处变质玄武岩均是慢源型原始岩浆演化成因。

关键词: Deweras 群; Magondi 变质带; 亚碱性玄武岩; 角闪岩岩席; 古元古界; 津巴布韦

中图分类号: P634

文献标识码: A

文章编号: 1672-4135(2007)03-0161-07

1引言

本次研究主要依据 2006 年国外矿产资源风险 勘查项目"津巴布韦 Chinhoyi-Chipinge 一带铬铁铜 铂矿勘查报告"中的成果。研究区位于津巴布韦北 中部 Alaska - Doma 一带。津巴布韦元古界 Magondi 变质带位于太古界津巴布韦克拉通的西北边缘,南 自 Munyati 河,向北延至 Zambezi 活动变质带,全长 超过 250 km (图 1)。该变质带主要由古元古界的 Deweras 群陆相变质沉积岩和变质玄武岩、 Lomagondi 群和 Piriwiri 群海相变质沉积岩组成印。 Deweras 群变质沉积岩中赋存有 Mhangnra, Norah, Shackleton, Avondale, Angwa 和 Hans 6 个层控型铜 矿床。1994年1:100万津巴布韦填图时,变质带北 部 Deweras 群中基性火山岩被描述为 "不同时代的 粗玄岩",而 1999 年 Bartholomew 认为是"不同时代 的角闪岩席"。依据野外产状、褶皱变形特征和相似 化学成份分析, 笔者认为 Dorna 西部角闪岩岩席与 变质带南部及 Silverside 区的变质玄武岩应属同一 层位,均属于 Deweras 群亚碱性玄武岩经历变形变 质作用形成。

2 北中部地区地层特征

古元古界 Deweras 群属于 Mogondi 海盆的东部

边缘沉积建造四,出露呈熔岩或岩席产出的玄武岩和陆相红层及陆缘相沉积岩夹层(图 2),在 Mogondi造山运动中经变质作用达到绿片岩 - 角闪岩相。其北中部包括 Silverside,Mhangura 和 Doma 西部地区,此处的 Deweras 群地层具有明显的水平和垂向相变分带特征。对出露在这 3 个地区的 Deweras 地层的岩相描述和区域地层对比(图 3、表 1)分述如下:

(1) Silverside 地区

该区包括位于 Mhangura 南东东方向 16 km 处 的 Silverside 矿区。这里 Deweras 群厚度可达 1 200 ~ 1300 m, 自上而下分为砂质岩组、火山岩组和底 部沉积岩组。底部沉积岩组多呈局部出露,不整合 状覆盖在太古界克拉通之上。组成岩性主要为石英 绢云片岩,厚度为 150 m, 可与变质带南部下部砂质 岩组进行对比。火山岩组厚度为 800 m,主要由玄武 质熔岩、绿泥石片岩和层间沉积变质岩如石英绢云 片岩、泥质板岩、变质砾岩和粗砂岩等组成,偶见玄 武质熔岩中枕状构造和上部熔岩流动构造。该火山 岩与古克拉通呈断层接触或不整合覆盖在克拉通 之上,有一薄层红土岩层出露在熔岩流层中。因此, 可以推论该区应属于陆相与海相交互沉积区。 Hohndorf 等曾于 1985 年通过 Rb-Sr 法测年间,得出 Deweras 群熔岩年龄为 20.5 亿年。该玄武岩已发生 变质作用,变质程度达绿片岩相。它的一般特征具

收稿日期: 2007-04-04

责任编辑: 刘新秒

基金项目: 中央财政国外矿产资源风险勘查专项资金项目(财建[2005]897)

作者简介: 苏俊亮(1968 -),河南新乡人,1987 年毕业于中国地质大学,工程师,现从事国外地质矿产勘察工作。

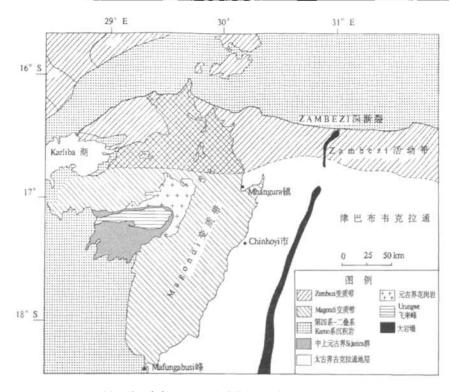


图 1 津巴布韦 Magondi 变质带大地构造位置图

Fig.1 Location map of the geotectonic Unit- Magondi Belt in Zimbabwe

强烈的绿泥石化、绿帘石化和碳酸盐化,蚀变作用 往往导致 SiO₂ 流失。岩石具块状构造,经常可见到 杏仁体,杏仁体成份为方解石或绿帘石。绿泥石片 岩是由玄武质熔岩经区域变质作用形成, 达绿片岩 相四,使用不活泼元素对比值 Zr/TiOz 等相图对岩石 进行描述, Silverside 区的变质玄武岩除一个样品不 属于亚碱性玄武岩外,其余均落在亚碱性玄武岩区 (图 4、5 和表 2)。它们的成份与南部 Munyati. Mupfure 和 Alaska 区熔岩相似,这种特征 Master 已 于 1991 年进行了证实[4],这四个地区的变质玄武岩 均系幔源型标准元素分布模式,属幔源原始岩浆成 因。砂质岩组仅出露在 Silverside 矿区的北部,该岩 石主要由砾岩、长石砂岩、石英岩组成.局部可见含 叠层石白云岩,呈不整合覆盖在太古界结晶基底的 古老花岗岩和 Deweras 火山岩建造的变质玄武岩之 上。

(2) Mhangura 地区

在 Mhangura 矿区的 Deweras 群岩性为灰色 - 灰红色砾岩和长石砂岩, 呈不整合覆盖在太古界 Doma 花岗岩岩基之上。这里基性熔岩被一系列灰

色泥岩、泥灰岩、石英砂岩和白云岩覆盖, Mhangura 矿区西部和 Norah 矿区东部的熔岩及火山碎屑岩明 显地属于不同的地层层位。

Stagman 于 1959 年对该区火山岩进行地质填图,认为该火山岩为粗玄岩¹⁹。1961 年他又进一步向南即在 Temperlag, Dedsi 和 Znyati 农场附近发现了基性火山岩,又认为应属于一种"基性含杏仁火山岩"。1991 年 Master 对 Mhangur 的岩石进一步分组¹⁹。 Mangular 组(砾岩和长石砂岩)、Norah 组(泥岩)、Suiwerspruit 组(铁镁质火山岩和火山碎屑岩)和Chimsegna 组(长石砾岩、泥岩和粉砂岩)。 Mhangura矿区西部 Suiwerspruit 农场附近钻孔也切穿了该处的火山岩地层。Master 于 1991 年对该处的火山岩与Munyati, Mupfure 和 Alaska 亚碱性玄武岩进行了对比¹⁹(表 1)。

(3) Doma 西部地区

在 Doma 西部地区,Bartholomew (1999) 命名 Deweras 群为"Kapiri 组" ^{ITI}。他认为该区岩石为含砾长石砂岩相,该红色岩层以出露变质粉砂岩和长石石英云母片岩互层为特征。Maminga 山东部 6 km 为

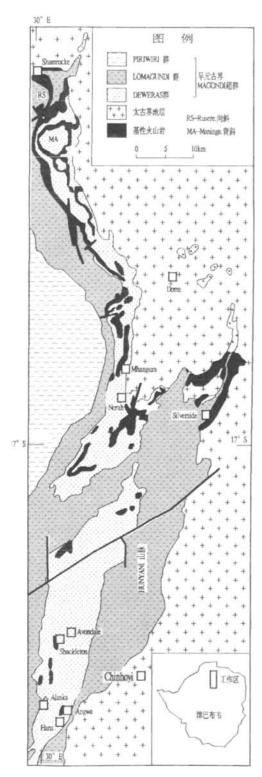


图 2 Magondi 变质带古元古界地层和主要铜矿床分布图 Fig. 2 Distribution of Palaeoproterozoic stratigraphy and the major copper deposits

白云质沉积岩,主要由不纯的碳酸盐岩、变质粉砂岩和砂屑灰岩组成。此处的沉积相和沉积岩出露位置和邻区的 Deweras 群层位可以对比,应属于 Deweras 群(表 1)。 Maninga 长石砂岩段仅局部出露,主要由块状粉红色不含云母的长石砂岩组成,形成了该群地层底部岩段。该段岩石分别在 Kismet Estate, Tsandzwa 农场以及东南相邻的 Guruwe 西部图幅中出露,均呈独立的岩层覆盖在太古界结晶基底之上。Thole 等在对北部 Shamrocke 矿区地质填图时发现,该区地层也发育长石砂岩和长石质粗砂岩为主的红层,同时也伴有少量石英岩、云母片岩、角闪石岩和透闪石片岩出露啊。

3 地层对比

对于 Deweras 群玄武质火山岩产状、成因的解释推断及与围岩关系仍存在较多的争论。但大多认为在 Doma 西部出露在 Deweras 沉积岩中的角闪岩席 与出露在 Mhangura 西部 Suiwerspruit 组及 Silverside 地区火山岩组中基性火山熔岩应属同一岩浆作用事件的产物。Norah 地区的火山岩与Silverside 地区的 Deweras 群变质玄武岩野外产状一致,在该地区的工作证实 Hunyani 山脉的北端,即Cotswold Estate,Mcherengi和 Chiridsa 农场均有变质玄武岩的存在(图 2)。Cotswold Estate 火山岩与其南西部 Norah 地区的火山岩距离仅有几千米远。它们的接触关系被上覆 Lomagundi 群厚层白云岩所覆盖。

Doma 西部角闪岩岩席野外产状表明该岩石与 其周围沉积岩石一起在 Magondi 造山运动中发生褶 皱作用和挤压片理化作用,后经同位素年龄测定,该 地质作用发生在 17 ~ 20 亿年前左右 ^[3]。 Silverside 和 Mhangura 地区火山岩变质成绿片岩相以及 Doma 西部变质达到角闪岩相也均是这次造山运动的结果。

在 Magondi 变质带的北部,第一次变形的岩石又经历了泛非造山运动,从而发生第二次褶皱作用,本次造山运动的时间为 5.3 亿前左右。第一次变形多形成北北西向的 Magondi 褶皱,第二次变形则多形成北东向褶皱,二者叠加后在该岩石中产生典型的干涉褶皱,如本区发育的 Rusere 向斜和 Maninga 背斜构造形迹。本次研究对 Doma 西部出露在Deweras 群中四个角闪岩岩席以及发育在 Alaska,Mhangura 和 Silverside 地区的变质玄武岩采用Zr/TiO₂和 Nb/Y 比值与 SiO₂相图进行投影分析,表

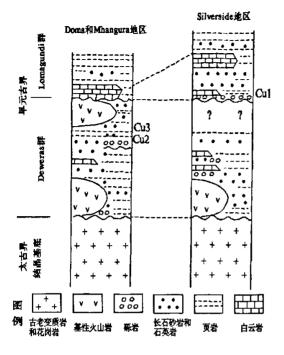


图 3 Magondi 变质带北中部 Deweras 群地层岩性对比图 Fig. 3 Stratigraphy and lithology of the Deweras Group in the northern and middlepart of the Magondi Belt Cu1-Siverside 铜矿; Cu 2-Mhangura 铜矿; Cu 3-Norah 铜矿

明它们的化学成份相似,均属亚碱性安武岩(表 2、 图 4、5)。也有人认为采用不活泼元素比值相图对 Deweras 群中的玄武质熔岩和角闪岩岩席讲行化学 成份对比有一定的局限性®, 因为以往有人对 Zambezi 活动变质带中的 13 个变质粗玄岩墙进行 过投影,也同样地落入相同的亚碱性玄武岩区[10]。图 6显示上述地区变质玄武岩中 17 个微量元素的含 量分布曲线基本趋于一致,更进一步说明火山岩成 因类型具有同源性。通过对沉积岩中基性熔岩和火 山碎屑岩赋存位置的比较,也同样说明在 Silverside 和变质岩带的北部地区均看到火山岩出露在底部 沉积岩组与砂质岩组之间 (表 1)。在 Mhangura-Norah 地区,有两处玄武岩出露,一个出露在 Deweras 群下部地层中、与 Silverside 地区的变质玄 武岩产状一致;另一个出露在上部,与Suiwerspruit 组中火山岩产状一致。在 Doma 西部地区向北 仍可见两个发育不连续的角闪岩岩席,一个出露在 Deweras 群下部地层中,而另一个在上部四。二者均 分别与 Silverside 和 Suiwerspruit 变质玄武岩产状特 征相一致。依据野外产状、地层接触关系、变形特点 及相似的化学成份特点,可以得出如下结论: Deweras 玄武质岩浆岩绵延长达 250 km, 均属于

表 1 Magondi 变质带北中部地区 Deweras 群地层对比

Table 1 Correlation of stratigraphy of the Deweras Group in the northern and middle Magondi Belt

Chinhoyi和Mhangura 地区[5][6]	Silverside 地区 [10]	Mhangura地区 [2]	Mhangura地区. [4]	Doma 西部地区 [7]		
- · · · · · · · · · · · · · · · · · · ·	· · · · · · · · · · · · · · · · · · ·	Lomagu	ndi 群			
不整合接触	不整合接触	不整合接触	不整合接触	不整合接触		
		Dewer	95群			
长石砂岩、砾岩和 白云岩	砂质岩组(长石砂岩、砾岩、石英岩、白云岩和片岩),400米厚			Kapiri组(长 石砂岩、变质 粉砂岩、石英 角闪岩席 云母片岩和少 量白云岩)		
不整合接触	不整合接触					
基性火山岩和 绿片岩	火山岩组(变玄武 岩和沉积岩), 800米厚	Angwa砂岩组(长石 砂岩、砾岩、粗砂岩	Mangula组(长石砂岩、砾岩、杂砂岩和泥岩)200米厚	Kapiri组Maninga长石砂岩 段(砾岩、长石粗砂岩		
局部发育云母石英 片岩	底部沉积岩组(石 英云母片岩,粗砂 岩)0~100米厚	和泥岩)	S.H. HORBIT V. HORBITA	和长石砂岩)		
不整合接触	不整合接触	不整合接触	不整合接触	不整合接触		
	<u> </u>	太古界基	底地层			

注: 方括号内的数字是参考文献编号

表 2 不同地区常量及微量元素含量列表

Table 2 Abundances of major and trace elements of Deweras in the silverside, Doma, Alask and Mhangura area

地区	Silverside 地区[10]			Alaska地区(本次) n = 7		Mhangura地区[3] n = 18			Doma西部地区[3] n = 4			
样品数	并品数 n = 10											
结果	平均值	最小值	最大值	平均值	最小值	最大值	平均值	最小值	最大值	平均值	最小值	最大值
SiO ₂	46.39	44.74	49.00	45.25	41.94	47.19	47.44	41.13	57.77	49.25	47.40	50.90
TiO ₂	1.00	0.46	1.42	1.63	1.92	2.15	1.43	1.20	2.17	1.30	0.90	2.28
A ₁₂ O ₃	15.64	10.73	16.83	14.47	13.23	15.42	15.49	14.02	17.54	13.17	12.00	14.50
Fe ₂ O ₃	12.34	9.22	15.97	13.63	9.14	16.92	12.60	12.25	15.01	12.52	11.90	13.40
MnQ	0.19	0.08	0.23	0.14	0.08	0.21	0.18	0.09	0.24	0.21	0.10	0.25
MgO	7.16	5.93	8.40	9.53	7.21	11.33	6.47	3.46	7.69	9.30	6.50	13.10
CaO	10.92	9.89	11.77	4.29	1.90	8.64	9.22	6.10	12.20	8.57	6.40	9.70
Na ₂ O	2.48	1.46	3.71	3.30	2.37	3.98	2.66	0.60	3.56	2.27	1.10	3.10
K ₂ O	0.25	0.08	0.69	1.40	0.27	3.22	0.22	0.03	0.68	0.16	0.09	0.27
P ₂ O ₅	0.12	0.04	0.21	0.33	0.16	0.42	0.15	0.10	0.20	0.12	0.06	0.24
LOI	0.97	1.16	8.50	4.54	3.03	5.01	3.31	2.75	5.73	1.45	0.36	2.64
Ba	260	43	1033	236	6	366	145	11	456	38	29	53
Bi	12	7	14	10	7	11	11	6	27			
Ce		<5	36	109	60	143	60	34	107	9.5	1	25
Со	48	37	59	61	50	79	55	20	74			
Cr	343	132	631	283	181	751	135	36	265	291	37_	574
Cu		22	3443	133	17	291	74	5	158			
Nb	4.7	3	9	11	5	17	6	4	10	5	3	11
Ni	195	81	314	96	76	151	88	5	153	221	56	482
Pb		<5	23	20	5	34	63	5	710			
Rb	11	5	28	40	6	83	7	3	19	4	2	7
Sc	37	24	44	46	42	53	43	_ 33	61	<u> </u>		
Sr	162	98	250	112	6	198	307	100	543	121	41	254
Ta		<5	<5	5.8	5	8	5.3	5	6	<u> </u>		<u> </u>
Th		<5	5	5.2	5	7	7	5	11	1.7	0	2
v	245	109	319	314	21	399	260	169	328	278	171	374
	22	11	26	36	25	42	27 .	19	39	29	18	52
Zn	100	71	142	427	100	811	90	5	106	209	43	577
Zr	64	48	84	151	100	180	109	73	173	84_	45	176

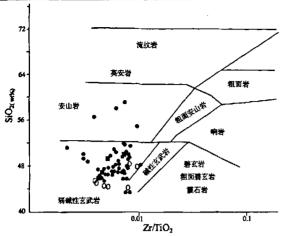
注:化学分析工作由津巴布韦大学实验室承担;方括号内的数字为参考文献

Magodi 盆地火山沉积建造,位于南自 Munyati 河,北到 Shamrocke 矿的广大地区。

4 沉积环境

Deweras 群中的沉积岩主要为一套砂质红层,局部有少量的泥质岩层和薄层的白云质或其它蒸发岩层。据 Master 研究证明红层多沉积在与裂谷有关的大陆冲积扇、弯曲河道、干盐湖低地和干盐湖区¹⁴。Bartholomew 也认为该群地层以砂质红层为主¹⁷。对于沉积岩,浅水沉积环境多以出现交错层理、波痕、泥裂、含泥砾岩和层内角砾岩为特征。Deweras

群沉积环境主要以陆相为主,局部为海相侵人,主要证据是岩层中可见到含叠层石的白云岩交替出现。Zimbabwe 克拉通西北边缘的 Magondi 沉积盆地的演化首先是沿陆地边缘形成深大断裂,断裂扩张形成裂谷,同时断裂也是 Deweras 玄武岩喷发或飞形成裂谷,同时断裂也是 Deweras 玄武岩喷发或侵入的通道。上覆的地层如 Lomagundi 群多掩盖了玄武岩的通道。裂谷的进一步发展导致盆地的稳定下降和变宽,并接受太古界古陆剥蚀物质的沉淀。这一过程形成了太古界古陆上覆的几个沉积岩组,同时伴随玄武岩的喷发或侵入。在沉积盆地的北部,两期的熔岩溢出地表,或是岩席侵入沉积层中,这



● Madure, Muniyati和Alaska区变玄武岩 ■ Doma西部地区变玄武岩 〇 Silverside地区变玄武岩

图 4 Zr/TiO₂与 SiO₂火山岩分类相图

Fig. 4 Zr/TiO₂verus SiO₂ classification diagram for volcanics

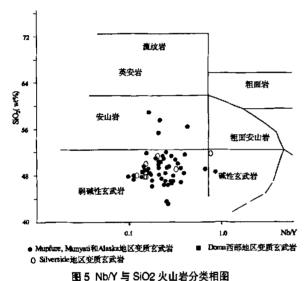


Fig. 5 Nb/Yberus SiO2 Classification diagram for volcanics

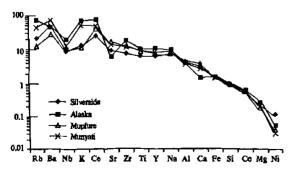


图 6 Deweras 群变质玄武岩中 17 个微量元素含量分布模式图 Fig. 6 Average concentration of 17 trace elements of the Deweras Group metabasalt

些均与裂谷作用有关。

5 构造背景

在 Magondi 变质带南部与 Silverside 地区 之间, Deweras 群被分为三个次构造层, 出现明 显的不整合接触, 均以出露底砾岩为特征。即:

Lomagundi 群广泛的海侵
——不整合——
砂质岩组
——不整合——
火山岩组
———不整合——
底部沉积岩组
———不整合——

太古界基底杂岩

Deweras 岩石的沉积环境标志着当时地壳 的不稳定性。在 Magondi 沉积盆地的南部,底部 沉积岩组主要由砾岩和粗砂岩组成, 出露多不 连续且范围小,呈不整合覆盖在太古界结晶基 底之上。在 Silverside 地区,该群地层仅由石英 云母片岩组成,而在 Doma 西部地区含砾长石砂 岩和砾岩沉积相广泛出露、且以不整合覆盖在 太古界结晶基底之上,局部可见二者呈断层接 触。火山岩组的玄武质熔岩、凝灰岩和火山角砾 岩标志局部发生了强烈的火山喷发作用,这些 火山岩直接地覆盖在结晶基底之上。横向上它 们多逐步过渡为沉积岩、尤其是在 Silverside 矿 区北东部该特征十分明显。在砂质岩组底部有 一层砾岩特征十分显著,砾石成分包括下覆火 山岩组玄武岩的砾石和基底杂岩的岩屑,是地壳 上升后剥蚀作用形成此沉积建造。构造活动持续 至到整个 Deweras 群沉积后并逐步抬升和变形, 形成了大的沉积间断。

6结论

位于太古界津巴布韦克拉通西北边缘 Magondi 变质带中的古元古界 Magondi 超群,主 要由 Deweras 群陆相火山沉积岩和 Lomagundi 和 Piriniri 群海相沉积岩组成。Deweras 群中最显著 的岩石为亚碱性玄武岩,多以熔岩或岩席产出。 在变质带的南部和中部即 Munyati 河与 Silverside 矿区之间,有唯一的变质玄武岩出露在该群沉积 岩的下部地层中;而在变质带的北部即 Mhangura 和 Doma 西部地区,也发现另一变质玄武岩出露在该群的上部地层中。依据野外产状,褶皱变形特征和相似化学成份分析,认为 Doma 西部角闪岩岩席与变质带南部及 Silverside 区的变质玄武岩应属同一层位。18~20 亿年前的 Magondi 造山运动,使得角闪岩岩席与周围的 Deweras 沉积岩一起发生褶皱变形作用。大约在5.3 亿年泛非造山运动又使得 Deweras 变质沉积岩发生第二次褶皱变形。

参考文献

- [1] Bliss R. The Deweras Group between the Umfuli and Umniati rivers[J]. Geological Society of South Africa, 1988,79,123-137.
- [2] Newham W D N. The Lomagundi and Sabi metallogenic provinces of Zimbabwe.In:C Ranhaeusser and S Marke, Mineral Deposits of southern Africa [J]. Geological society of South Africa, 1986,4 (126): 1351-1393.
- [3] Hohndorf A, BRODERICK T J, Kramers J D. Age determination of the Proterozoic Deweras laves, Zimbabwe: Another case of too old SM-ND ages [J]. Proceedings of the Rhodesia Scientific Association, 1989,12(42):83-87.
- [4] Master S. Stratigraphy, tectonic setting, and

- mineralization of the Early proterozole Magondi. supergroup, Zimbabwe:a review [J]. Information Circular, Economic Geology, Research Unit, University of the Witwatersrand, Jobannesburg, South Africa, 1991, 5(26): 43-46.
- [5] Stagman J G. The geology of the lower Umfuli gold belt [R]. Geological Survey of Rhodesia Bulletin 32, 1959, (11):12-14.
- [6] Stagman, J.G. The geology of the country around Sinoia and Banket Lomagundi District [R]. Geology survey of southern Rhodesia Bulletin 15, 1961, 46, 84.
- [7] Bartholomew D. Geology of the northern of Doma, Makonde and Guruve Districts [R]. Zimbabwe geological survey short report, 1999, 54, 103.
- [8] Thole R H. The geology of Shamrocke Mine, Rhodesia-A stratiform copper deposit [R]. 1976, 7 (13): 55-62.
- [9] Tennick E P, Phaup A E. The geology of the country around Magondi, Lomagundi, Hartley and Gatooma Districts [R]. Geological Survey of Rhodesia Bulletin 14.1976,.65,314.
- [10] Hahn L, Steiner L. The geology of the country west of Guruve, Makonde and Guruve Districts, Zimbabwe [R]. Zimbabwe Geological Survey Bulletin48, 2001,96,188.

Stratigraphy of the Palaeoproterozoic Deweras Group in Zimbabwe

SU Jun-liang Zhang Ming-yun, SUN Guo-feng, LI Qingman (Henan Institute of Geological Survey, Zhengzhou 450007 China)

Abstract: Deweras Group, belonging to the Magondi Belt at the northwest rim of Archean Zimbabwe Craton, is composed of the metamorphic rocks of continental sediments and basalts deposited in a rift-related basin margin environment marked by crustal movement in the Palaeoproterozoic. The sediments and basic volcanic rocks of this group, occurring in the southern part of the belt, show a good stratigraphic correlation with those between the northern and middle part of the belt. Through the analysis of the elements in the metabasalt, using the immbole trace elements Zr/TiO₂ versus SiO₂ and Nb/Y versus SiO₂ of whole rock geochemical data, the Deweras Metabasalt of the Silverside area were classified as subalkaline basalts, in addition various trace elements have a similar distribution of their values. The plot coincides with that of Deweras basic lavas of the Munyati, Mupfure and Alaska (southern part of the belt) and amphibolite sills in Doma West area (northern and middle parts of the belt). They are characterised by a similar trend of their primitive-mantle normalised element patterns.

Key words: Deweras Group; Magondi Belt; Subalkaline Basalt; Amphibilite Sill