

文章编号:1009 - 0258(2000)04 - 0016 - 06

*

胶南地区伟德山超单元中 闪长质包体的特征及岩浆成因

宋明春¹, 严庆利²

(1. 山东省第四地质矿产勘查院, 山东 潍坊 261021; 2. 济宁市地质矿产局, 山东 济宁 272145)

摘要: 胶南地区伟德山超单元中有较多的微粒闪长质包体, 对其结构、化学成分、稀土配分模式、同位素地质年龄等特征进行分析研究, 并与寄主岩石进行对比, 认为闪长质包体为液态不混溶成因, 与寄主岩石准同时形成或包体形成略早; 伟德山超单元由幔源基性岩浆和下地壳部分熔融的酸性岩浆经岩浆混合作用形成。

关键词: 伟德山超单元; 闪长质包体; 岩浆混合作用; 胶南地区

中图分类号: P588. 11⁺1; P588. 12⁺2

文献标识码: A

胶南地区位于大别 - 胶南造山带的东部(图 1), 以大量发育晋宁期变质深成岩^[1]及

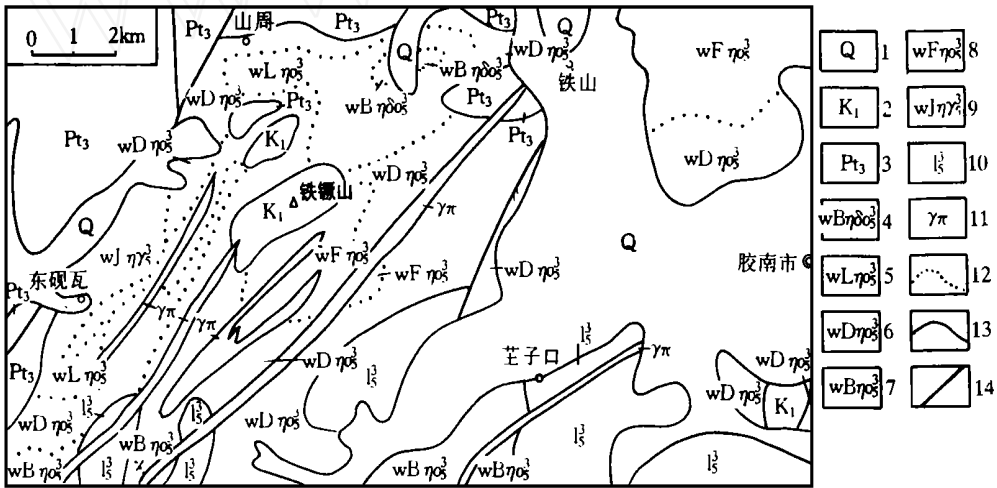


图 1 胶南地区地质略图

Fig. 1 Geological sketch of Jiaonan area

- 1—第四系; 2—早白垩世火山岩; 3—晚元古代片麻岩; 4—埠柳单元; 5—洛西头单元; 6—大水泊单元;
- 7—不落糇单元; 8—凤凰山单元; 9—金牌单元; 10—崂山超单元; 11—花岗岩斑; 12—脉动及涌动界线;
- 13—地质界线; 14—断裂

*收稿日期: 2000 - 02 - 15; 修订日期: 2000 - 12 - 10; 编辑: 孟舞平

作者简介: 宋明春(1963 -), 男, 山东莱阳人, 高级工程师, 主要从事区域地质调查和地质矿产管理工作。

燕山晚期侵入岩为特征。伟德山超单元是燕山晚期侵入岩的主要组成部分,对该超单元及分布其中的闪长质包体进行研究,对于揭示造山带的演化过程具有重要意义。胶南地区伟德山超单元共发育有六个单元,从早至晚分别是:埠柳中细粒含辉石黑云角闪石英二长闪长岩单元,洛西头少斑中细粒角闪石英二长岩单元,大水泊斑状中细粒含黑云角闪石英二长岩单元,不落耒巨斑状中粒角闪石英二长岩单元,凤凰山斑状细粒含角闪黑云石英二长岩单元,金牌斑状中细粒含角闪二长花岗岩单元。伟德山超单元中除埠柳单元外,其余各单元中均可见有微粒闪长质包体,且愈晚期的单元含包体数量愈多。

1 闪长质包体的岩石学特征

伟德山超单元中微粒闪长质包体呈椭圆形、圆形或各种不规则形态,其与寄主岩石之间多具清楚的边界。侵入体边部包体一般较多,中心略少,包体的结构及成分变化较大。

1.1 包体的结构类型

根据包体的结构特征及其与寄生岩石的相互关系,伟德山超单元中包体可分为 5 种结构类型(图 2)。

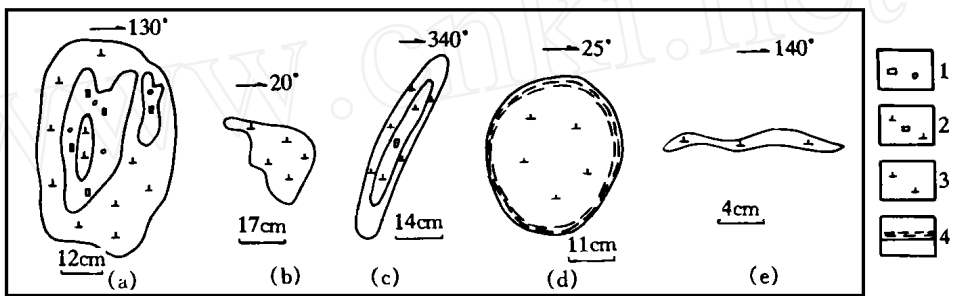


图 2 闪长质包体结构类型素描图

Fig. 2 Sketch showing structure types of dioritic inclusions

1—斑状石英二长岩;2—含斑细粒闪长岩;3—细粒闪长岩;4—淬冷边

(1) 混合包体(图 2 - a):包体与寄主岩石的界限模糊,但宏观上可看出包体的轮廓,在包体内部见有寄主岩石的混入物。说明包体与寄主岩石发生了一定程度的混合作用。

(2) 熔蚀包体(图 2 - b):包体与寄主岩石界限清晰,包体圆滑,包体局部内凹,形成类似于花岗斑岩中石英斑晶的熔蚀结构。这是包体冷却后,又遭受了高温酸性端元岩浆熔蚀的结构特征。

(3) 双包体(图 2 - c):包体之中又有包体,中心的包体更偏基性,显示了幔源岩浆间歇上升的特点。

(4) 淬冷包体(图 2 - d):包体边缘具数毫米宽的冷凝边,这是由于温度特高的基性岩浆与温度相对低的酸性岩浆混合时急速冷却的结果。

(5) 流动包体(图 2 - e):包体呈波状弯曲的细长条状,显示了流动拉长的特征,说明包体与寄主岩石曾同处于浆汁状态。

关于长英质岩石中暗色微粒闪长质包体的成因,目前有各种假说^[2]。研究区包体的上述结构特征说明它们可能为液态不混溶成因,即在伟德山超单元形成过程中,由原生基性岩浆与酸性岩浆不完全混合而成。由于基性与酸性岩浆在其形成的不同阶段,不同部位中温度和流动状态存在差异,故形成了与寄主岩石结构特征不同的各种包体。

1.2 包体的岩石类型

根据包体的矿物成分,可将伟德山超单元的闪长质包体分为三种岩石类型。

(1) 细粒含角闪黑云二长闪长岩:细粒半自形粒状结构,块状构造,矿物粒径 0.5~1cm。主要由斜长石(61%~84%)、钾长石(8%~16%)、石英(2%~10%)、黑云母(5%~15%)、角闪石(1%~10%)和少量的铁质矿物、磷灰石、榍石等组成。

(2) 细粒黑云角闪石英闪长岩:细粒半自形粒状结构,块状构造,矿物粒径 0.07~0.7mm。主要由斜长石(61%~66%)、石英(12%)、钾长石(3%~10%)、角闪石(10%~22%)、黑云母(5%)和少量的铁质矿物、磷灰石、榍石等组成。

(3) 斑状微粒角闪闪长岩:斑状结构(基质为微粒半自形粒状结构),块状构造。斑晶为斜长石和少量角闪石,粒径 1.2mm,含量 5%;基质粒径 0.07~0.5mm。主要由斜长石(81%)、角闪石(12%)、石英(2%)、钾长石(5%)和少量的铁质矿物、磷灰石、榍石等组成。

2 闪长质包体的地球化学特征

2.1 主量元素

伟德山超单元中闪长质包体的化学成分分析结果(表 1)显示其属碱钙性岩系,次铝型;SiO₂含量 56.21%~63.96%,为中性岩类。与伟德山超单元化学成分有较好的连续性,且化学成分在 Anr-Ab-Or 及 F-A-M 图解上投点位于演化曲线的起点,表明包体与岩体具有相同的演化规律和一定的成因联系。

表 1 伟德山超单元岩石化学成分(B %)

Table 1 Rock chemical compositions(B %) of Weideshan superunit

单元或包体	样品数或样号	SiO ₂	TiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	FeO	MnO	MgO	CaO	Na ₂ O	K ₂ O	P ₂ O ₅	灼失	总和
金牌	2	66.65	0.45	14.78	1.12	2.14	0.05	1.52	2.57	3.73	4.57	0.20	0.62	98.40
凤凰山	4	65.30	0.53	14.98	1.95	2.76	0.06	1.90	3.24	3.80	4.31	0.26	0.23	99.32
不落藕	1	65.54	0.48	14.70	2.26	3.08	0.07	1.36	2.78	4.09	4.21	0.20	1.31	100.08
大水泊	4	65.29	0.55	15.14	1.74	2.53	0.07	1.85	3.00	3.95	4.42	0.21	0.79	99.54
洛西头	2	61.39	0.62	16.20	1.94	3.58	0.08	2.55	3.57	4.50	3.95	0.28	0.98	99.64
包体	P ₃₃ GS ₂	63.96	0.40	17.04	2.16	2.08	0.04	0.84	2.73	4.64	4.10	0.15	0.57	98.17
	P ₃₃ GS ₃	56.76	1.00	13.42	2.14	4.34	0.17	5.66	5.42	2.66	5.01	0.55	1.57	98.70
	D ₁₄₃₂ GS ₁	56.21	0.89	17.07	3.51	4.15	0.11	3.08	5.67	3.74	3.54	0.71	0.90	99.58

注:P₃₃GS₂—黑云石英闪长岩;P₃₃GS₃—角闪闪长岩;D₁₄₃₂GS₁—二长闪长岩。

2.2 稀土元素

伟德山超单元及其包体的稀土元素含量列于表 2。包体的稀土元素配分曲线(图 3)呈右倾平滑斜线,无铕异常,轻稀土富集,轻重稀土分馏较明显。包体的稀土总量略高于岩体, LREE/HREE 总体较岩体低,即轻重稀土分馏没有岩体明显,铕异常比岩体低。包体与岩体的稀土元素分配很相似,指示二者经过了一定程度的岩浆混合作用。而包体与岩体稀土元素特征的差异则说明岩体比包体混入了更多的酸性岩浆成分。包体的流体包裹体研究表明,其内含有碱性闪石包裹体,说明其来源深度较大,可能为幔源物质分异的产物。

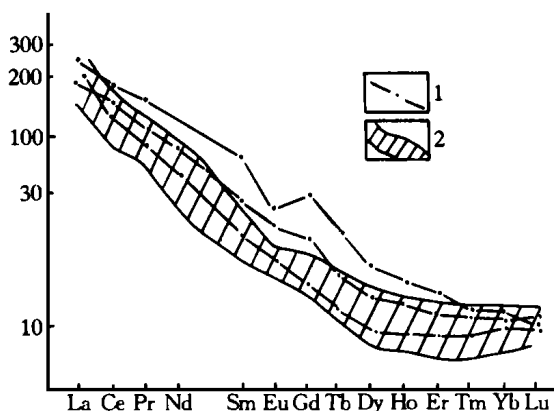


图 3 稀土配分模式图

Fig. 3 Sketch showing rare earth distribution model

1—包体;2—伟德山超单元

表 2 伟德山超单元稀土元素含量(10^{-6})

Table 2 Contents of Rare earth elements(10^{-6}) in Weideshan superunit

单元	样品数 或样号	La	Ce	Pr	Nd	Sm	Eu	Gd	Tb	Dy	Ho	Er	Tm	Yb	Lu	Y
金牌	2	56.8	98.2	10.0	34.0	5.29	1.19	4.51	0.59	3.05	0.66	1.91	0.28	1.91	0.27	17.6
凤凰山	4	60.2	105.2	11.1	37.7	5.98	1.36	5.02	0.64	3.31	0.73	2.00	0.31	1.96	0.29	18.3
不落耕	1	41.8	69.9	7.9	21.8	3.76	1.16	3.61	0.47	2.22	0.51	1.27	0.21	1.28	0.23	11.8
大水泊	3	59.7	105.2	10.6	38.2	5.94	1.46	5.27	0.68	3.55	0.73	2.01	0.31	1.97	0.28	18.6
洛西头	2	77.7	132.5	14.0	47.6	7.66	1.76	6.03	0.73	3.52	0.77	2.07	0.43	1.99	0.29	18.8
埠柳	1	61.9	112.0	12.6	43.4	6.59	1.73	6.01	0.73	3.55	0.78	2.03	0.31	1.93	0.28	18.8
包体	P ₃₃ GS ₂	63.3	102.0	10.4	36.2	5.42	1.60	4.40	0.56	3.13	0.66	1.92	0.29	2.11	0.32	17.4
	P ₃₃ GS ₃	80.1	152.0	18.4	74.5	14.30	2.99	12.80	1.48	6.74	1.22	3.13	0.41	2.39	0.33	31.6
	D ₁₄₃₂ GS ₁	62.6	125.0	13.3	50.2	8.39	2.42	7.65	0.88	4.48	0.96	2.44	0.37	2.30	0.35	22.6

2.3 同位素

(1) 稳定同位素:氧同位素分析结果(表 3)表明,伟德山超单元的 ^{18}O 变化于 $+1.3\%$ ~ $+8.0\%$ 之间,包体的 ^{18}O ($+6.3\%$) 位于伟德山超单元的变化范围之内。二者均处于低—正常的 ^{18}O 花岗岩类的变化范围中^[3]。如果以 $^{18}\text{O} < +10\%$ 为界,伟德山超单元应属 型花岗岩类。

表3 伟德山超单元氧同位素分析结果

Table 3 Analysis result of oxygen isotope in Weideshan superunit

单元	金牌	不落藕	大水泊	洛西头	埠柳	包体
样号	P ₂₃ WD ₁	D ₁₈₈₃ WD ₁	D ₁₅₂₆ WD ₁	D ₃₄ WD ₁	D ₁₈₅₂ WD ₁	D ₁₄₃₂ WD ₁
¹⁸ O(‰)	+1.3	+3.9	+8.0	+3.8	+4.2	+6.3

(2) 同位素年龄: 伟德山超单元中 K-Ar 同位素平均年龄值变化于 112 ~ 135Ma 之间(表 4), 对这些表面年龄进行等时线处理, 求得等时线年龄为 119.395Ma。对闪长质包体进行 U-Pb 等时线年龄测定, 求其下交点年龄为 109.6 ± 0.96Ma, 检测结果表明包体与伟德山超单元的等时线年龄接近, 说明二者是准同时形成或包体形成略早。

表4 伟德山超单元 K-Ar 同位素地质年龄

Table 4 Analysis results and ages of K-Ar in Weideshan superunit

单元	样号	测试对象	K(%)	⁴⁰ K (mol/g × 10 ⁻⁹)	⁴⁰ Ar (mol/g × 10 ⁻⁹)	⁴⁰ Ar/ ⁴⁰ K (10 ⁻³)	表面年龄(Ma)
凤凰山	14-247	黑云母	6.72	2.940	2.130	7.235	120
大水泊	D ₁₅₂₆ TW ₁	全岩	0.34	0.102	0.082	8.110	134.44 ± 3.56
洛西头	P ₃₄ TW ₁	全岩	6.01	1.789	1.292	7.220	120.17 ± 1.42
埠柳	D ₁₈₅₂ TW ₁	全岩	3.37	1.006	0.679	6.754	112.64 ± 1.35

3 伟德山超单元的成因探讨

在 A-C-F 图解中, 伟德山超单元均投于 S 型花岗岩区(图 4); 若以 $Al_2O_3 / (Na_2O + K_2O + CaO) = 1.1$ (分子比) 作为分界, 应属 I 型花岗岩类; 若按 Eu 对花岗岩进行分类(王中刚, 1986), 则属第一类, 即由基性岩浆分异, 下地壳或太古宙沉积岩部分熔融形成的^[4]。上述稳定同位素特征指示伟德山超单元属 I 型花岗岩类。可见伟德山超单元的成因较复杂, 根据以上包体及岩体的特征分析, 笔者倾向于认为伟德山超单元属岩浆混合成因^{[5][6]}, 主要依据为:

(1) 伟德山超单元中存在较多的闪

长质包体, 包体比寄主岩粒度细。包体结构类型复杂, 有的具淬火边, 有的与寄主岩呈渐变接触。包体中有继承性的火成结构, 有针状磷灰石及长形斜长石、角闪石, 有的呈似斑

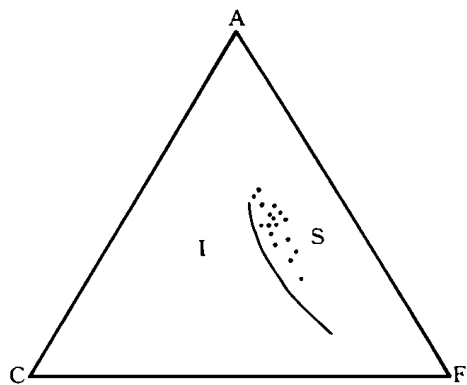


图4 伟德山超单元 A-C-F 图解

Fig. 4 A-C-F diagram of Weideshan superunit

状结构。

(2) 伟德山超单元存在基性与酸性端元的岩石类型,并有一系列过渡类型岩石伴生,具有 I 型与 S 型花岗岩的双重特点。

(3) 包体与寄主岩存在相似的矿物组合,主要由壳源型矿物长石、石英、角闪石、黑云母等组成,包体中出现幔源型矿物碱性闪石。

(4) 主要氧化物的 K_2O/Na_2O 与 $Al_2O_3/(K_2O + Na_2O + CaO)$ 值近于 1,在 SiO_2 与 $TiO_2, FeO, MgO, CaO, K_2O, Na_2O$ 的哈克图上投点成直线分布。

(5) ^{18}O 同位素比值多介于地壳与地幔之间,包体与寄主岩的同位素年龄一致。

另据混合定量模式计算(以包体为基性端员,金牌单元为酸性端员),伟德山超单元母岩浆是由 30.38% 的幔源基性岩浆与 69.62% 的壳源酸性岩浆经混合作用形成的。

参考文献:

- [1] 宋明春,张京信,吕发堂,等.胶南地区前寒武纪侵入岩的岩石谱系单位划分及地壳演化[J].山东地质,1997,13(1):40-49.
- [2] 朱茂旭,骆庭川,张宏飞,等.南秦岭东江口岩体闪长质包体地球化学特征及成因探讨[J].矿物岩石,1997,17(2):28-34.
- [3] 李昌年.火成岩微量元素岩石学[M].武汉:中国地质大学出版社,1992.
- [4] 王中刚,于学之,赵振华,等.稀土元素地球化学[M].北京:科学出版社,1989.
- [5] 洪大卫.花岗岩研究的最新进展及发展趋势[J].地学前缘,1994,1(1-2):79-84.
- [6] 周砥若.花岗岩混合作用[J].地学前缘,1994,1(1-2):87-96.

Characteristics of Dioritic Inclusions in Weideshan Superunit and Its Magma Origin in Jiaonan Area

SONG Ming - chun¹, YAN Qing - li²

(1. No. 4 Exploration Institute of Geology and Mineral Resources, Shandong, Weifang 261021, China; 2. Jining Bureau of Geology and Mineral Resources, Shandong, Jining 272145, China)

Abstract: Lots of micrograined dioritic inclusions exist in Weideshan superunit in Jiaonan area of Shandong province. According to their characteristic studies (including structure, chemical compositions, rare - earth distribution model and isotope age), and compared with their host rocks, it is regarded that inclusions may possess a genesis of solution - immiscibility, and they formed a little earlier than the host rock. Weideshan superunit formed from magmatization of mantle partial melting basic magma and the acid magma from lower crust.

Key words: Weideshan superunit; dioritic inclusion; magmatization; Jiaonan area