

湖南宁乡钾镁煌斑岩中 火山微球粒的初步研究*

刘观亮 张自超 李志昌 简平 刘灵燕

(地质矿产部宜昌地质矿产研究所, 宜昌 443003)

马文运 李子芸 邓尔森

(湖南省地质矿产局 413 地质队, 常德 415133)

主题词 微球粒 钾镁煌斑岩 火山喷发作用

提要 本次研究从钾镁煌斑岩中挑选出上万个微球粒进行了系统研究。微球粒有三种: 无磁性无色透明一半透明浅黄色、棕褐色至不透明黑色; 弱磁性—强磁性黑色; 强磁性钢灰色铁质。除微球粒外, 还有岩浆溅射碎片和炉渣状溅射碎片等火山尘。微球粒具有火山喷发条件下可出现的多种多样的表面结构和内部结构。其化学成分主要为: (1) 贫铁型, 富 Si、Mg、Ca、P, 贫 Ti、Mn、K; (2) 富铁型, 富 Si、Ti、Mn、K, 贫 Ca、Mg、P; (3) 高铁型, 以 Fe 为主。单个微球粒中还出现高 Si 相和高 Si、Mg 相。据微球粒化学成分的多变性推测, 在钾镁煌斑岩浆侵入至地壳深部环境下, 经历过液态熔离作用, 当火山喷发时, 在快速冷凝条件下形成火山微球粒。

1 前言

Lamproite 这一术语是 P. 尼格里 (P. Niggli, 1923) 对具 K、Mg 含量高、Al 含量低的极端成分的岩石的命名, 使用这一术语是为了表明这些岩石具有与煌斑岩类似的成分。因此, 国内将该术语译为钾镁煌斑岩。早期也曾将其译为金云火山岩。

作为火山岩类的钾镁煌斑岩与其它火山岩(金伯利岩、玄武岩等)一样, 是在火山喷发条件下形成的, 普遍含有火山微球粒等火山尘, 并可出现于各个地质历史时期中。本文作者注意到, 近年来国内外学者发表的有关宇宙尘的研究成果^[1-5], 与本文研究的火山尘十分相似。要确切判别哪些是宇宙尘, 是何种类型的宇宙尘, 已摆到日程上, 但本文不可能涉及如此广泛的问题, 只着重于研究钾镁煌斑岩中的火山微球粒。

2 火山微球粒样品的地质背景

所研究的样品采自湖南省宁乡地区的钾镁煌斑岩。

宁乡地区的钾镁煌斑岩群中, 大多数岩体的直接围岩为中元古界板溪群五强溪组, 少数岩体侵位于泥盆系, 被第三系覆盖, 其侵位时代推测为晚古生代早期。

* 国家自然科学基金资助项目(编号: 49273166), 地质矿产部科学技术司提供部分经费。
本文于 1995 年 3 月 3 日收到, 1995 年 4 月 3 日改回。

区内已发现 14 个岩体,组成一呈北西向展布的长约 5km、宽 0.1—0.8km 的岩体群。岩体主要为火山管道相,部分为脉状浅成侵入相。管道相岩体的规模为 (500—250) × (150—20) m,脉状岩体长 300—100m,宽 10—0.1m。

管道相岩体主要由火山碎屑岩(角砾岩—凝灰岩)组成,脉状岩体为岩浆型块状岩石。岩石类型有橄榄—透辉—金云钾镁煌斑岩和白榴—金云—橄榄—透辉钾镁煌斑岩等。

所研究的微球粒样品选自 1 号岩体火山管道相的火山碎屑岩选矿大样,各个级别的无磁性、弱磁性(电磁性)和强磁性微球粒在重砂中均能选到。与其共生的重砂矿物有铬铁矿、镁铝榴石、铬透辉石、金红石、锐钛矿、钛铁矿、刚玉、碳硅石、锆石和金刚石等。

据岩体产出的地质条件分析,岩体可能已剥蚀千余米。

3 火山微球粒的特征

在所选到的上万个微球粒中,据其颜色、磁性等特点,可分为三类:(1) 无磁性微球粒,无色透明至浅黄色、棕褐色直至黑色、不透明;(2) 弱磁性—强磁性微球粒,均为黑色、不透明;(3) 强磁性铁质微球粒,钢灰色。按其形态可分为微球粒、岩浆溅射碎片和炉渣状溅射碎片(后两者的表面和内部同样发育有微球粒),其中以微球粒居多。

3.1 火山微球粒的大小

微球粒的粒径范围从几 μm 至 2mm,大于 2mm 者极少。将所选到的微球粒样品的 1/4 按磁性及无磁性分别进行统计,其结果见图 1。

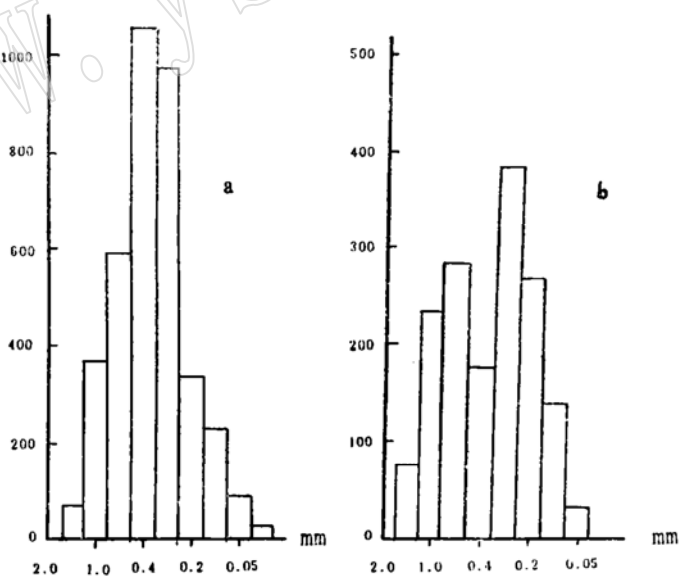


图 1 钾镁煌斑岩中火山微球粒的粒径分布直方图

Fig. 1 Histogram showing size distribution of volcanic microspherulites from lamproite
a—黑色磁性微球粒; b—无色—棕色无磁性微球粒

磁性微球粒的粒径以 0.3—0.4mm 为最多。无磁性微球粒的粒径分布出现双峰,第一峰在 0.5—1.0mm 之间,第二峰在 0.2—0.3mm 之间。应说明的是,粒径小于 0.1mm 的微球

粒,因挑选困难,故反映在图上的含量比实际含量要低。

3.2 火山微球粒的表面形态结构

微球粒的表面形态结构多种多样,几乎每个微球粒都具有一定的微细结构。微球粒以球体为主,绝大多数为椭球体、圆球体和不规则球体。

除单球体外,还经常见有连球体,有二连球、三连球和多连球。多连球可由数个至数十个甚至数百个微球粒组成。连球体一般以两种方式构成:一是由不同球体粘连而成;一是由生长形成,微球粒在尚未凝固时,内部气体带着熔浆一道外泄而成。有时在连球体上这两种方式均能见到(图版 I 1—12)。

微球粒表面常见到的结构有:

(1) 气孔结构 为微球粒的主要结构之一,除一些铁质微球粒外,大多数微球粒上均能见到,只是发育程度不同。气孔形状有圆形、水滴形或不规则形,有时数个气孔连成串珠状气孔群(图版 I 13—15)。气孔内壁一般是光滑的,但也有不光滑的。由于球体内部的气体外逸,还在球体表面生成其它结构:

① 瘤状结构 在球体表面常可见到形状各异的突起小瘤,有乳头状、圆饼状和不规则状(图版 I 14—17)。小瘤与球体之间为过渡关系,通常球体表面粗糙,有饰纹,而小瘤则是光滑的,如小瘤增大时,则与连球体一样。

② 喷气孔结构 当微球粒尚未凝固时,内部气体向外冲破塑性球壳,造成向外翻出或向内塌陷,形似火山口(图版 I 16—18)。有时可见到被冲破的外壳没有塌陷、也未外翻,而成酒杯状。

(2) 撞击凹陷结构 其它物质与熔融塑性状态的微球粒碰撞,球体表面形成不同的凹陷坑(图版 I 19)。

(3) 龟裂纹结构 微球粒表面出现由不规则裂隙连成的网状裂纹。该结构在无磁性微球粒表面最常见,有的球体表面布满龟裂纹(图版 I 20—22)。

(4) 环带层结构 微球粒表面出现层状生长纹,各层有自己的直径,但层与层间衔接得很好,连微饰纹也相通(图版 I 23,24)。这可能与球体形成时其内部气体发生间歇性膨胀和收缩有关。

(5) 锥状结构 微球粒表面或一端有小锥体突起,可能与微球粒在空气中下坠时的拉伸作用有关,也可能与其它微球粒碰撞脱落时的拉伸作用有关(图版 I 25,26)。

(6) 裂开结构 常沿微球粒中部垂直椭球体长轴方向较平直地裂开,裂口内部仍有不光滑壳体愈合其上,也有的无壳体愈合,有时可见裂开后,像包饺子一样又愈合在一起。尚未裂开时的纹理可称之为裂纹结构(图版 I 27—30)。

(7) 拉伸结构 在无磁性或弱磁性的微球粒表面常见。按其形态可分为两向拉伸和三向拉伸两种,以两向拉伸居多。两向拉伸强烈时,形成长椭球体、棒状、骨针状。三向拉伸的微球粒通常表现出不均衡特点,其中一、两个方向明显,另一、两个方向不明显,仅有微小的锥状突起(图版 I 31—36)。拉伸作用显然与火山喷发时熔浆滴在复杂的空气动力学系统中的旋转有关。

(8) 饰纹结构 是火山微球粒表面结构中最常见的结构之一。微球粒表面由许多不规则的三角形、四边形、六边形小凹坑有规律地排列而成的形似蜂巢状、鱼鳞状的花纹。在球体落

地一端花纹常常细小,仅几 μm ,向上逐渐增大至 $100\mu\text{m}$ 以上。鱼鳞坑内有的粗糙,有的光滑,有时还出现有规律的淬火结构细纹(图版 II 10—18)。有一些微球粒的表面结构不是凹坑,而是向外凸出,与龟裂纹不同,其表面突起高度不一。饰纹结构的成因还是一个谜,很可能与玄武岩中柱状节理的形成机理相似。

有关宇宙尘研究的文章也提到该类结构是宇宙尘中常见的结构。

(9) 镶嵌结构 指火山微球粒在从空中降落至火山口附近地表的过程中,微球粒尚未凝固时,地表物质(包括火山物质)镶嵌到微球粒中的现象。镶嵌物有石英、粉砂质岩屑、火山溅射碎片、铬铁矿等(图版 II 1—9)。其中石英砂最常见。据镶嵌物的种类、形态可推测火山喷发时的地表环境。

(10) 泥漆结构 有的微球粒表面沾上了一层在高温下焙烧过的红泥浆,像涂上了一层薄漆一样。该结构表明火山喷发时地表比较潮湿,还可能刚下过雨。

3.3 火山微球粒断面的内部结构

在透明一半透明、无磁性微球粒和黑色磁性微球粒的碎块中,一些宏观的内部结构均能观察到,而一些微细结构则需用其它方法来观察。主要有下列内部结构:

(1) 空腔结构 是微球粒内部的主要结构。真正无空腔而具有实心结构的比较少见。空腔以圆形、椭圆形为主,少数为不规则状,核心大小不等,数目不等,可从一个到数十个,也可互相沟通(图版 II 19, 21)。

(2) 脑纹结构 一些微球粒中出现较为松散的不规则脑纹状结构,常位于球体中心部分或偏向一侧,而球体的外壳或壳内边缘部分仍为致密体。脑纹结构可能是在球体冷却速度相对较慢的条件下形成的(图版 II 20)。

(3) 层状结构 是磁性微球粒的常见结构,是由不同成分的物相组成的环带状结构,多数微球粒以双层结构为主(图版 II 22),三层或四层结构(图版 II 23, 25)偶见,有时可见不规则层状结构(图版 II 24)。多数球体的核心以圆形为主,少数为不规则形,核心的大小、数目不等,可由一个或数个组成,形成“球中球”或环带结构。金属核心常偏向一侧,居中者极少。

(4) 鬣刺结构 与科马提岩中所描述的鬣刺结构形态完全一致,由许多密集束状骸晶大致成平行交叉但互不穿切排列而成(图版 III 1—3)。但鬣刺的成分不是橄榄石、辉石,而是富 Fe、Ti、Mn、K、Si 的骸晶。

(5) 蜘蛛网(或雪花状)结构 由许多骸晶规则地排列成形似蜘蛛网的六边形花纹。该结构罕见(图版 III 4, 5)。

(6) 编织纹结构 骸晶呈折线状互相平行排列而成多姿多态的图式(图版 III 6—9)。

4 火山微球粒的成分特征

4.1 火山微球粒的矿物成分

所观察过的火山微球粒薄片,均无独立的矿物相。透明一半透明无磁性微球粒在正交偏光镜下多为全消光,有时出现十字消光,说明是火山玻璃。弱磁性—强磁性黑色微球粒,部分具微弱透光,多数不透光,反光镜下不具金属矿物所具有的反射特点。铁质金属微球粒的反射率与磁铁矿相似。

使用X射线衍射法对弱磁性—强磁性黑色微球粒和火山溅射碎片作物相分析(图2),主要矿物成分为方铁矿和镁铁矿,其峰值强度很低,说明其结晶程度极低。

4.2 火山微球粒的化学成分

使用 JCXA-733 型电子探针仪对钾镁煌斑岩中各类火山微球粒及同一球体内不同相的化学成分进行了分析,其化学成分见表1。各微球粒的成分中, SiO₂、FeO 的变化最明显(图3)。按铁含量可将其分为下列三种类型(图4):

(1) 贫铁型 TFeO含量不超过4%,以富 Si、Ca、Mg、P, 贫 Ti、K、Mn 为特点。主要是透明—半透明、无色—棕褐色无磁性微球粒。

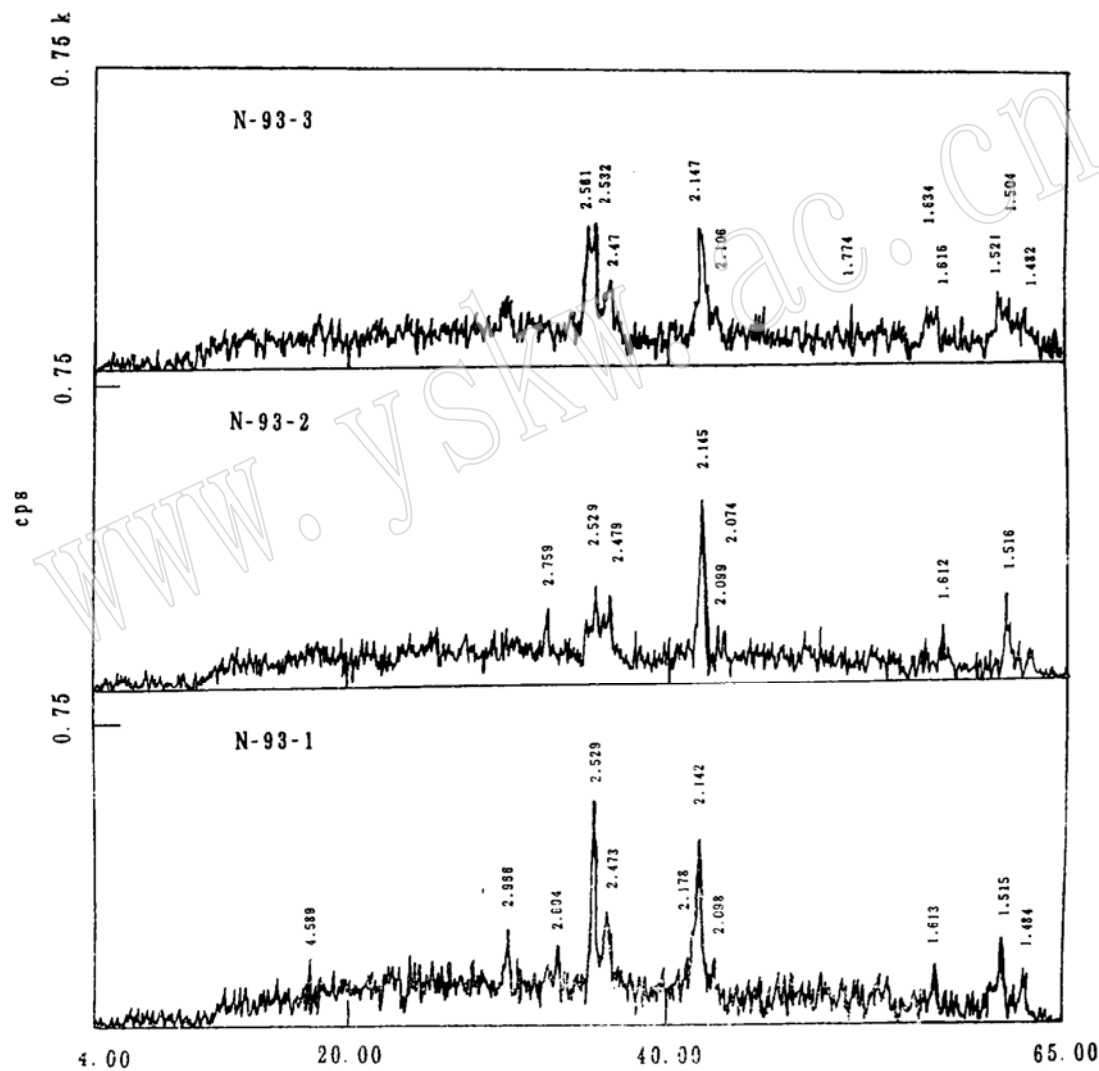


图2 钾镁煌斑岩中铁质微球粒和火山溅射碎片的X射线粉晶衍射分析图
Fig. 2 X-ray powder diffraction data of iron microspherulites and splashed fragments from lamproite

测试仪器: 日本理学公司产 D/max-rB X 射线衍射仪。测试条件: 最大功率 12kW; 电流 200mA; 电压 60kV。测试单位及测试者: 宜昌地质矿产研究所第二研究室X光组 黄新耀、熊贤权。

表 1 钾镁煌斑岩中火山微球粒的化学成分(wt%)

Table 1 Chemical composition (wt%) of volcanic microspherulites from lamproite

编号	样品号	SiO ₂	TiO ₂	Al ₂ O ₃	FeO	MnO	MgO	CaO	Na ₂ O	K ₂ O	P ₂ O ₅	CO ₂	总和
1	N-1a	29.79	0.15	5.39	0.02	0.00	13.18	35.82	0.09	0.74	14.15	未测	99.33
2	N-1b	29.89	0.34	5.53	0.12	0.00	12.96	35.53	0.07	0.73	14.05	未测	99.22
3	N-2	28.44	0.24	4.35	0.04	0.00	12.43	38.43	0.07	0.57	15.11	未测	99.68
4	N-3	29.46	0.42	4.57	1.74	0.09	12.95	32.86	0.04	0.44	15.08	0.38	98.03
5	N-4	30.20	0.50	4.36	3.19	0.08	11.97	31.40	0.77	0.50	14.37	0.36	97.70
6	N-5	29.14	0.46	5.28	2.14	0.07	12.37	31.97	1.36	0.71	16.07	0.56	100.13
7	N-6	31.65	0.34	4.66	3.01	0.56	11.85	26.91	1.48	0.83	17.31	0.44	99.04
8	N-7	26.67	0.38	7.00	1.22	1.34	11.10	32.60	1.70	1.17	15.24	1.20	99.62
9	N-8	24.88	0.44	4.31	2.95	0.31	11.80	33.53	1.14	0.99	16.66	2.41	99.42
10	N-9	35.08	0.38	4.96	1.72	0.12	11.96	30.14	1.15	0.71	11.85	0.84	98.91
11	N-10	31.15	0.42	5.42	1.19	0.07	12.29	31.78	1.46	0.67	13.64	0.48	98.57
12	N-11	32.19	0.42	4.79	2.04	0.10	11.09	31.04	0.64	0.70	14.84	0.20	98.05
13	N-12	25.02	0.24	3.09	1.19	0.03	11.46	35.94	0.20	0.42	20.34	0.38	98.31
14	N-13	22.15	34.35	6.79	7.32	15.10	1.94	6.66	0.62	3.64	0.00	未测	98.57
15	N-14	21.27	36.22	5.69	9.01	14.03	1.59	6.20	0.74	3.71			98.46
16	N-15	19.06	37.11	5.16	14.32	13.15	1.27	6.54	0.11	1.42			98.14
17	N-16	21.46	36.64	6.74	9.63	12.16	1.41	6.56	0.84	3.14			98.58
18	N-17a	22.64	35.86	5.38	14.13	10.41	1.48	5.48	0.84	2.99	0.00		99.21
19	N-17b	19.15	41.35	5.79	14.74	7.77	1.53	5.22	0.85	2.13	0.00		98.53
20	N-18	21.42	41.62	5.35	11.64	11.98	1.21	5.16	0.22	1.54			100.14
21	N-19	18.81	47.65	5.18	7.68	11.10	1.33	4.14	3.36	3.36			102.61
22	N-20	24.80	36.03	5.59	11.49	11.79	1.42	5.59	0.75	3.30			100.76
23	N-21	21.68	36.24	4.46	16.36	11.10	1.16	5.14	0.56	2.80			99.50
24	N-23	21.12	39.90	5.22	19.18	7.67	1.29	6.21	0.37	1.11			102.07
25	N-50	0.01	0.00	0.00	124.85	0.00	0.02	0.00	0.01	0.00			124.89
26	N-51	0.05	0.00	0.02	106.80	1.12	0.23	0.00	0.00	0.00			108.22
27	N-52	0.03	0.00	0.13	109.75	0.89	0.00	0.00	0.00	0.00			110.80

N-1—N-13—无磁性微球粒；N-14—N-23—弱磁性—强磁性微球粒；N-50—N-52—强磁性铁质微球粒，其 NiO 为 0.00%—0.21%，Cr₂O₃ 为 0.00%—0.15%。测试所用仪器：日本产 JCSA-733 型电子探针。测试条件：加速电压 25kV；电流 20mA。测试单位：武汉工业大学测试中心，中国地质大学(武汉)测试中心。

(2) 富铁型 TFeO 含量为 6%—50%，以富 Ti、Mn、Si、K，贫 Ca、Mg、P 为特点。主要是弱磁性—强磁性黑色微球粒，还包括部分火山溅射碎片。

(3) 高铁型 TFeO 含量大于 50%。主要是强磁性铁质微球粒。有些微球粒的 TFeO 含量超过 100%，说明其中含自然铁较多。

第一类型微球粒与第二类型相比，前者含 SiO₂ 稍高，平均约为 30%，而后者稍低，平均约为 20%。K₂O 含量，后者较高，一般大于 1%，最高可达 3.71%，而前者一般不超过 1%。Al₂O₃ 含量变化不大，普遍较高，但后者稍高于前者。所有微球粒的 Cr、Ni、Co 含量均很低。

表 2 列出了磁性火山微球粒中不同相的化学成分。由表 2 和图 3 可知，其成分与表 1 所列的磁性火山微球粒基本相似，唯一的不同是，在单个微球粒中出现高 Si 相。高 Si 相在球体中多数呈不规则状，有的亦呈圆球状。SiO₂ 含量为 97.85%—99.29%，即与石英的成分一

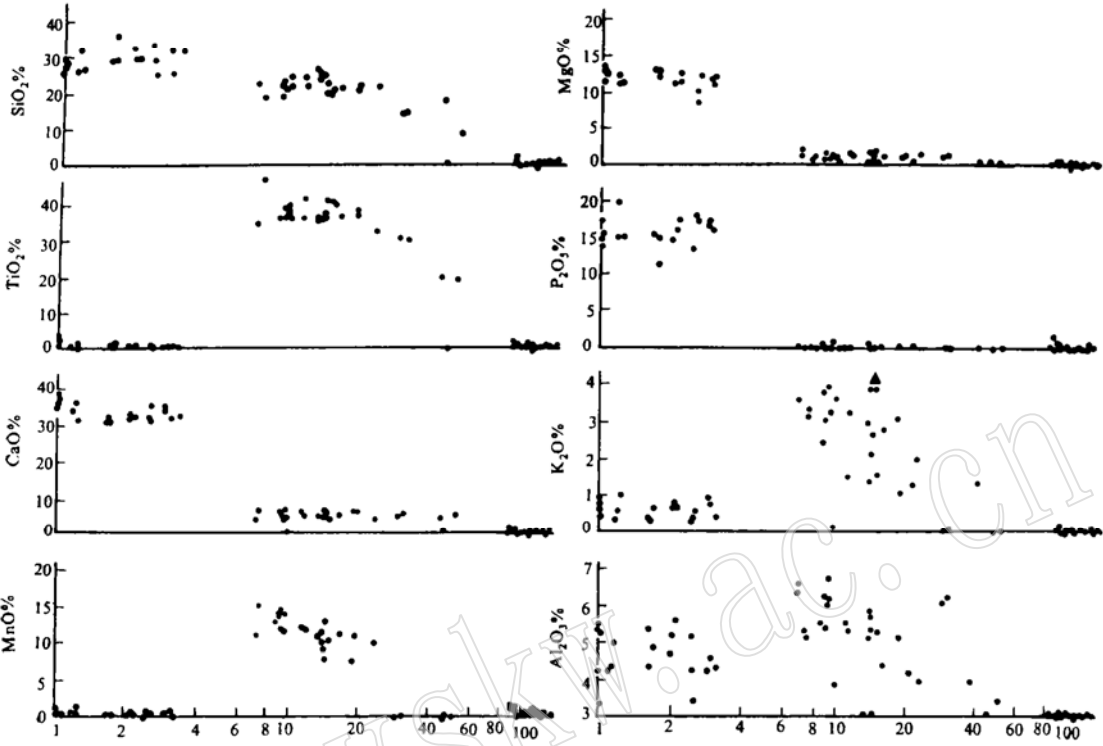


图 3 钾镁煌斑岩中火山微球粒主要化学成分关系图

Fig. 3 Main chemical composition of volcanic microspherulites from lamproite

注: FeO 含量小于 1% 者均在纵坐标上 ●—表 1 中的成分; ○—表 2 中的成分

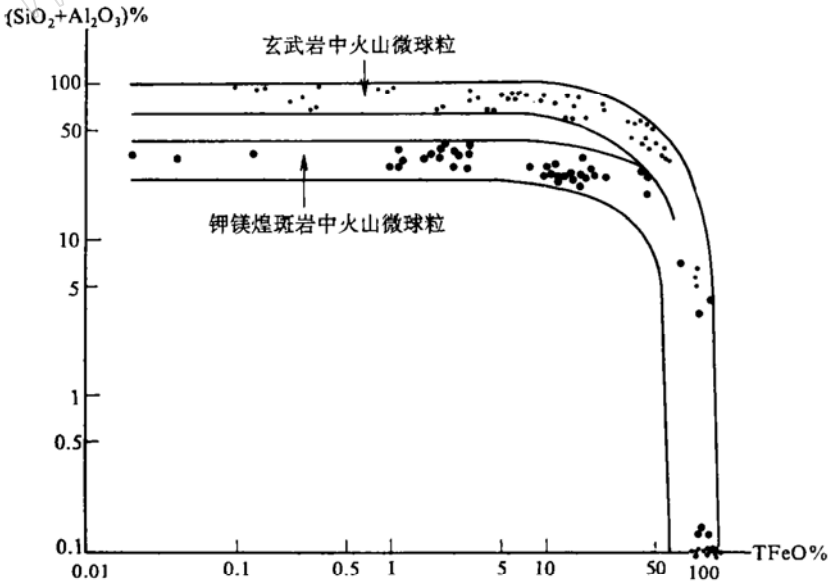


图 4 钾镁煌斑岩与玄武岩中火山微球粒的 $(\text{SiO}_2 + \text{Al}_2\text{O}_3)$ —TFeO 对比图

Fig. 4 $(\text{SiO}_2 + \text{Al}_2\text{O}_3)$ —TFeO diagram of volcanic microspherulites from lamproite and basalt

致,其它成分含量很低(图版 II 28—34)。高 Si 相中有一个不规则状的高 Si、Mg 相 (SiO_2 80.35%, MgO 达 10.91%)。高铁型微球粒的 FeO 含量可达 128.21%, 基本上由自然铁组成(图版 II 35,36), 未发现 Cr、Ni、Co 成分相。

表 2 钾镁煌斑岩中磁性火山微球粒内主要相的化学成分(wt%)

Table 2. Chemical composition of main facies of magnetic volcanic microspherulites from lamproite

No	样品和成分相			SiO_2	TiO_2	Al_2O_3	FeO	MnO	MgO	CaO	Na_2O	K_2O	P_2O_5	总和
1	N-55	第一层	基体	0.00	0.07	0.07	98.20	1.84	0.10	0.00	0.00	0.00	0.11	100.39
2			球体	0.00	0.00	0.06	126.96	0.04	0.01	0.00	0.00	0.03	0.39	127.49
3			球体	0.00	0.02	0.00	126.15	0.00	0.02	0.00	0.05	0.00	0.32	126.56
4		第二层	基体	0.00	0.07	0.17	96.64	2.76	0.06	0.00	0.19	0.03	0.00	99.92
5			基体	0.00	0.10	0.00	96.06	3.40	0.00	0.04	0.00	0.03	0.03	99.66
6			球体	3.56	0.05	0.04	90.10	2.99	0.00	0.17	0.00	0.04	2.67	99.62
7	N-56		基体	24.95	35.83	0.27	15.53	10.83	0.59	4.05	1.90	5.84	0.18	99.97
8				26.48	37.72	0.26	12.86	11.87	0.74	4.59	0.85	4.58	0.00	99.95
9			亮球	0.00	0.45	0.00	128.85	0.08	0.00	0.00	0.00	0.03	0.00	129.41
10			暗球	97.89	0.06	0.02	0.15	0.05	0.00	0.00	0.01	0.03	0.05	98.26
11	N-57		基体	4.07	0.00	0.00	124.23	0.00	0.03	0.00	0.13	0.00	0.33	128.79
12			外壳	0.00	0.00	0.00	103.75	0.02	0.46	0.00	0.00	0.00	0.39	104.62
13			暗体	80.35	0.00	0.45	6.09	0.17	10.91	0.19	0.00	0.00	0.20	98.36
14	N-58		基体	19.20	40.28	5.57	16.13	10.37	0.92	4.81	0.54	1.59	0.19	99.60
15			亮球	0.00	0.76	0.00	128.12	0.14	0.00	0.01	0.01	0.01	0.24	129.29
16			暗体	97.85	0.05	0.00	0.09	0.12	0.03	0.00	0.01	0.01	0.13	98.29
17	N-59		基体	23.60	39.79	6.07	8.66	14.60	1.97	2.69	0.40	2.13	0.00	99.91
18			球体	0.00	0.52	0.00	128.21	0.22	0.00	0.00	0.25	0.01	0.01	129.22
19	N-60		基体	26.09	34.91	6.96	13.91	7.94	1.42	5.47	0.60	2.38	0.18	99.86
20			球体	0.00	0.17	0.00	124.25	0.67	0.10	0.00	0.00	0.00	0.00	125.19
21	N-61		基体	25.32	35.89	4.24	11.94	12.14	0.92	5.05	0.57	3.86	0.02	99.95
22			暗体	99.29	0.13	0.00	0.13	0.02	0.20	0.02	0.08	0.04	0.02	99.93
23	N-62		基体	19.95	38.28	6.36	9.84	13.92	1.35	4.75	1.26	4.16	0.00	99.87
24			外壳	25.93	39.03	6.12	10.01	14.45	1.11	0.16	0.38	0.26	1.41	98.86
25	N-63		基体	19.05	20.22	4.81	43.07	5.89	0.52	3.44	0.36	1.51	0.11	98.98
26			球体	0.37	2.37	0.03	93.84	1.66	0.00	0.00	0.00	0.03	0.20	98.50

测试所用仪器、测试条件及测试单位同表 1。

5 讨论

上述火山微球粒的诸特征均与火山喷发作用有关。

微球粒的表面特征表明, 它们是钾镁煌斑岩岩浆在熔融状态下喷射到空中, 然后降落到地表, 在淬火条件下快速冷却而成。当熔融岩浆喷发时, 微球粒在强大的火山喷发气流中运

动,从而产生了多姿多态的表面结构,如拉伸、旋转等。熔浆滴随着在空气中运动,其内部气体组分不断外逸,以突破球体的表面张力,致使微球粒表面不同程度地发育有气孔、瘤状、环带层、多球体、气泡塌陷、外翻、裂开、龟裂纹、各种饰纹、空腔等结构。在熔浆滴尚未凝固时,微球粒的密度较大,当发生碰撞时,粘成连球体或在球体表面形成擦痕、凹陷坑、锥状等结构。

火山微球粒表面的镶嵌物、泥漆等表明,宁乡地区的钾镁煌斑岩在火山喷发时的环境为陆相,地表比较潮湿。石英、岩屑等镶嵌物多为尖棱角状,表明其离蚀源区不远。

火山微球粒中基本上没有结晶的矿物,仅有一些骸晶,而主要是玻璃。球体内部的鬃刺结构、蜘蛛网结构、编织纹结构等表明,它们是在高温下快速淬火凝固而成。

火山微球粒的三类化学成分和层状结构等表明,钾镁煌斑岩岩浆侵位至地壳深部某一位时,曾有一段停留时间,使岩浆在岩浆房内发生液态分异熔离作用,形成不混溶的岩浆。单个微球粒中一些端员成分相(石英、自然铁)的出现,说明岩浆的液态分异熔离作用已发展到更为高级的阶段。

钾镁煌斑岩中火山微球粒的表面和内部结构与其它类型(如宇宙尘^[2]、玄武质火山岩^[6])微球粒的结构相比,无甚大差别,凡宇宙尘、玄武质火山岩的火山微球粒内能观察到的结构,在钾镁煌斑岩的火山微球粒中均能见到。其原因是,所有的微球粒均具有相同或相似的形成过程:都经历了熔融阶段,都含有气体,都以塑性状态在空气中运动,直至降落到地表快速冷却凝固而成。

判别不同成因类型的微球粒,较为可靠的依据是它们的化学成分(微量元素、稀土元素和同位素组成)(另文讨论)。在火山微球粒中未发现高 Fe、Ni 核心,而有别于宇宙尘。若宇宙尘无高 Fe、Ni 核心,则很难辨别。玄武质岩中的火山微球粒以高 Si、Al、Ca 贫 Mg、Ti、Mn、P 为特征,而有别于钾镁煌斑岩中的火山微球粒。当微球粒的 FeO 含量大于 50% 时,则难以区别。

在研究过程中,本文作者得到了张培元、孙培基高级工程师,李增慧、马大铨研究员,彭长琪教授的热忱帮助,在此一并致谢。

参 考 文 献

- 1 李增慧等. 内蒙白乃庙群和温都尔庙群宇宙尘表面形态及结构的扫描电镜研究. 天津地质矿产研究所刊, 第 16 号, 1986.
- 2 梁日暄等. 西藏泽当地区的宇宙尘. 岩矿测试, 1982, 1(3).
- 3 王先兰等. 海底地外起源磁性球粒的类型和特征. 空间科学学报, 1983, 6(1).
- 4 胡雄伟等. 大吉山花岗岩中宇宙尘的初步研究. 岩石矿物学杂志, 1983, 7(3).
- 5 Deuser W G et al. Fly-ash particles intercepted in the deep Sargasso sea. Nature, 1983, 305: 216—218.
- 6 万渝生、伍家善、杨明明. 辽宁弓长岭太古宙斜长角闪岩中微球粒之发现. 岩石矿物学杂志, 1993, 12(2).
- 7 Lefever R et al. Silicate microspherules intercepted in the plum of Etna volcano. Nature, 1986, 322: 817—820.

A Preliminary Study of Volcanic Microspherolites from Lamproite, Ningxiang County, Hunan Province

Liu Guanliang, Zhang Zichao, Li Zhichang, Jian Ping, Liu Lingyan
(Yichang Institute of Geology and Mineral Resources, Yichang 443003)

Ma Wenyun, Li Ziyun, Deng Ersen

(No. 413 Geological Party, Hunan Bureau of Geology and Mineral Resources, Changde 415133)

Key words: microspherolite; lamproite; volcanic eruption

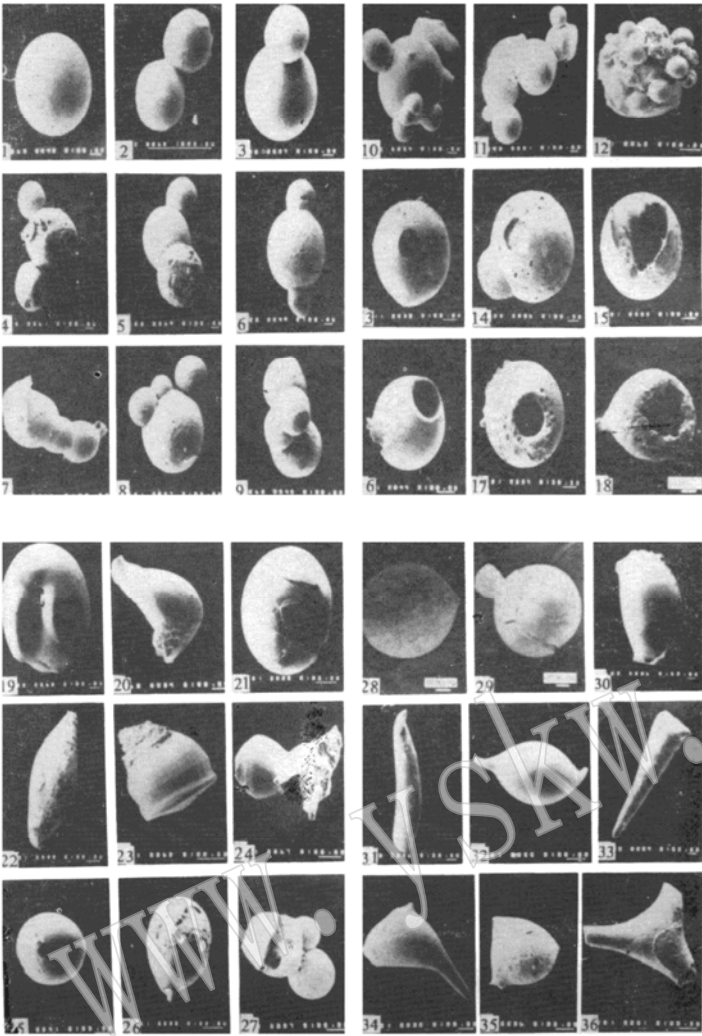
Abstract

A large number of microspherolites selected from Ningxiang lamproite, Hunan Province, South China, were examined and analysed by several approaches. In terms of their physical properties and chemical compositions, three groups of microspherolites can be distinguished. They are considered as volcanic microspherolites although those from sedimentary rocks and ocean floor are traditionally attributed to cosmic dusts.

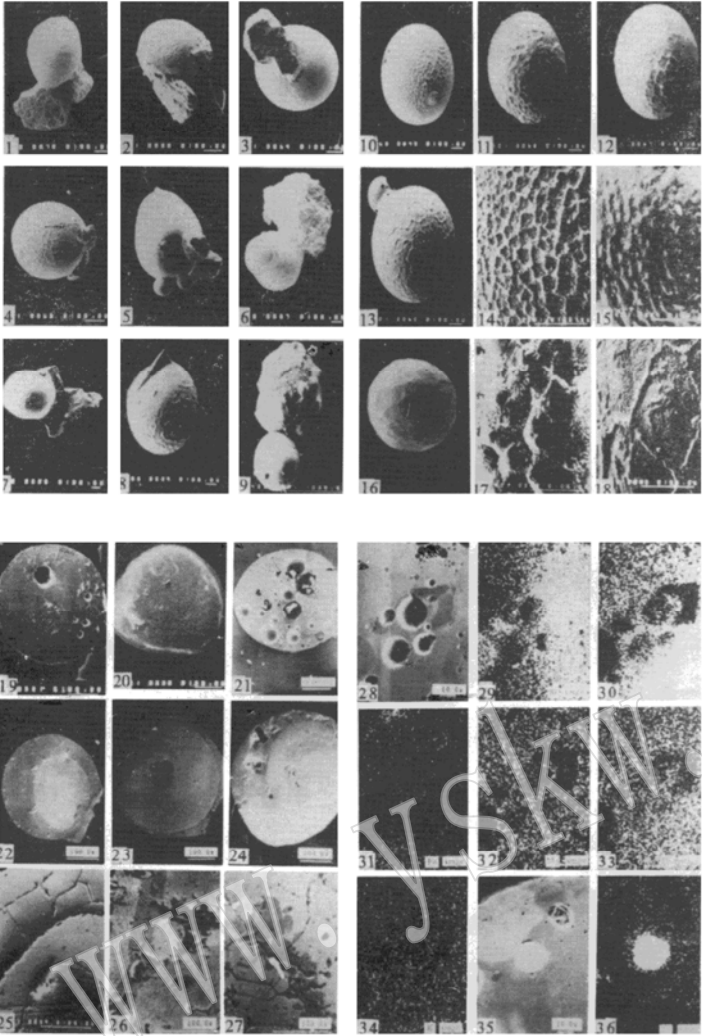
The microspherolites are described as of the following three groups: (1) nonmagnetic group, which is colorless and transparent, pale-yellow and semitransparent to dark yellow and opaque; (2) magnetic group, which is dark in color; (3) strong magnetic group, which is steel grey and dominated by iron. In addition, some volcanic dusts, such as magmatic splashed fragments and blocks, can also be observed. The features of microspherolites are varied, and their facies and textures show evidently that they are products of volcanism.

Chemical compositions of these microspherolites vary in a wide range, from iron deficiency to iron dominance: (1) Fe-poor type, which is rich in Si, Mg, Ca and P, but poor in Ti, Mn and K; (2) Fe-rich type, which is high in Si, Ti, Mn and K, but poor in Ca, Mg and P; (3) Fe-high type, which is dominated by Fe.

Lamproite microspherolites are characterized by diversity both in chemical composition and in physical properties. It is concluded that liquation took place in the magma chamber after the emplacement of lamproite magma in the deep crust, and afterwards microspherolites were formed as a result of rapid cooling and quenching during volcanic eruption.



ac.cn



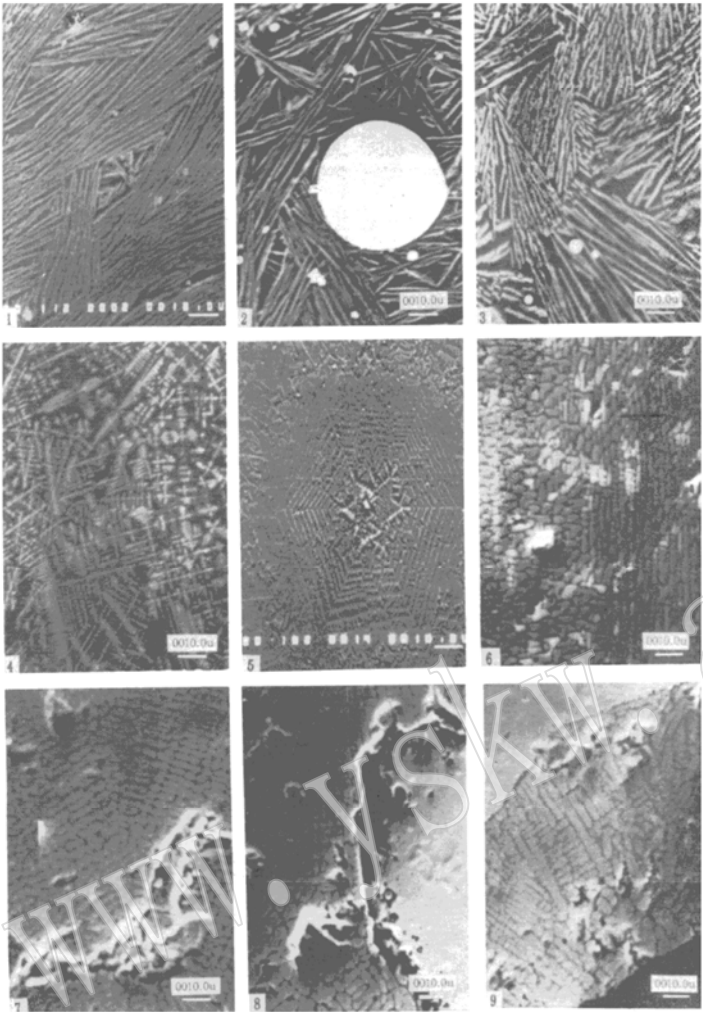


图 版 说 明

图版 I

- 1—单球体;
- 2—3—二连球;
- 4—6—三连球;
- 7—9—四连球;
- 10—12—多连球;
- 13—18—气孔结构,其中,14—17—可见球体表面有一些小突起,为瘤状结构;16—18—分别出现气体外逸时外翻(16、17)和塌陷(18)的喷气孔;
- 19—撞击凹陷结构;
- 20—22—龟裂纹结构;
- 23—24—环带层结构;
- 25—26—锥状结构;
- 27—30—各种形式的裂开结构;
- 31—33—二向拉伸结构;
- 34—36—三向拉伸结构

图版 II

- 1—9—镶嵌结构,其中1—3的镶嵌物为石英砂,4—6为粉砂质岩屑,7—9为岩浆溅射碎片;
- 10—18—火山微球粒表面常见的饰纹结构,其中,14、15、17、18为饰纹的放大形貌;
- 19—27—火山微球粒的内部结构,其中,19、21为空腔结构,20为脑纹状结构,22—25为层状结构,26、27为层状结构的放大部分;
- 28—火山微球粒背散射图像;
- 29—34—分别为28的 Si、Ti、Fe、Mn、Ca、K 元素成分相(请注意球体内的 Si 高相);
- 35—36—球体内部高 Fe 相

图版 III

- 1—3—火山微球粒内部的鬃刺结构;
- 4—5—蜘蛛网(或雪花状)结构;
- 6—9—编织纹结构。这些结构均在淬火条件下形成