

大洋底的玻璃微粒*

彭汉昌

(国家海洋局第一海洋研究所, 青岛)

柴之芳

(中国科学院高能物理研究所, 北京)

于众

(石油部石油勘探开发科学研究院, 北京)

庄世杰

(中国有色金属工业总公司矿产地质研究院, 桂林)

内容提要 大洋沉积物中的微玻璃陨石和火山玻璃是两类性质截然不同的微玻璃体, 前者 SiO_2 含量十分稳定, MgO 含量比较高, Na_2O 和 MnO 含量都很低, 并具有Os、Ir等重要地外元素丰度特征。另外, 还具有特殊的表面结构以及一定的形成年代。后者的 SiO_2 含量不稳定, MgO 含量很低, Na_2O 和 MgO 含量比较高, 不具有Os、Ir等地外元素丰度特征。因此, 不可将它们混为一谈。

主题词 玻璃微粒 微玻璃陨石 火山玻璃。

第一作者简介 彭汉昌 男 46岁 助研 海洋地质学

赋存在数千米水深大洋底各类沉积物中的微玻璃体(颗粒大小一般为亚毫米级), 虽然其颜色、形态、表面结构等多种多样, 但就来源讲仅为两大类, 即地外物质——多称之为“微玻璃陨石”和地内物质——海底火山玻璃。从物质成分上看, 它们两者有着本质上的差别, 犹如陆地上的玻璃陨石和黑耀岩的差别一样, 不可将它们混为一谈。

广泛分布于世界各地的玻璃陨石一直是地学、陨石学、空间科学等科学家们十分重视的研究对象。例如, 美国芝加哥大学的安德斯(Edward Anders)通过对月球玻璃体等物质研究, 得出了月球上的逃逸速度为每秒钟2.5公里, 此乃所谓“安德斯极限”, 已成为阿波罗飞行后的陨石学理论。又如, 美国国家航空与航天局艾米斯研究中心的查普曼(Dean R·Chapman)通过对达尔文玻璃的研究, 提出了卓越的空气消融理论, 该理论一直是该局宇宙飞船和军事导弹防热层的设计基础^[8]。

笔者曾对发现于中太平洋底和其它洋底的微玻璃陨石作过研究^[1,2,3], 后来又对广泛分布于中太平洋和北太平洋底的火山玻璃作了研究, 特别对其中形态和结构都十分象于微玻璃陨石的“炸弹形玻璃体”作了较深入研究。电子探针和中子活化分析结果都表明, 这两类大洋玻璃体有着本质上的差别。

* 国家自然科学基金资助项目。

一、微玻璃陨石

粒径不足毫米的微玻璃陨石广泛分布于世界各大洋中,它们和具有相似的物理性质、成分、结构和年龄的陆地大玻璃陨石一起组成所谓“玻璃陨石散落区”〔⁶〕。在实体显微镜下清楚地看到,微玻璃陨石是一些无色透明或瓶绿色、褐色、墨绿色半透明的玻璃球,其形态除了球形外,尚有椭球形、泪滴形、哑铃形或其它不规则形状。球体表面常见凹坑、麻点。在偏光显微镜下测得它们的折光率为1.48—1.55,比重为2.50左右,在正交偏光镜下为全消光〔图版I、1〕。

利用具有高放大倍率和高分辨能力的扫描电镜进行观察,微玻璃陨石的表面特征更加清楚。有的表面十分光滑,有的具有波状起伏(图版I、2)。有的表面布有大小不等的圆形凹坑(称之为气印),它们或者集中于球体一部分表面上,另一部分面上根本没有或很稀少,有的凹坑相互重叠(图版I、3,5,6)有的球体表面还具有类凸缘结构〔⁹〕。这些特征似乎暗示了球体形成时曾经受到气流的阻碍作用。据报道,位于不同散落区中的微玻璃陨石,具有不同类型的表面刻蚀(凹坑),如北美洲玻璃陨石散落区中的玻璃陨石表面布有“星状”凹坑,象牙海岸玻璃陨石散落区中的玻璃陨石表面布有“圆形凹坑”。这些不同刻蚀特征反映了母体物质和生成环境的差异性〔⁵,⁶〕。

微玻璃陨石的重要化学成分标志是具有稳定的SiO₂含量,高含量的MgO,低含量的Na₂O和MnO〔⁵〕。这是它和海底火山玻璃之间的重要区别。表1列出了用电子探针分析技术测得的一些微玻璃陨石、大玻璃陨石、北太平洋玻璃体、海底玄武玻璃以及我国东北长白山火山玻璃的化学成分,并列出了部分文献值。由表看出,微玻璃陨石(样号1—6)的化学成分中, SiO₂含量为66.27—68.33%,相互接近, MgO为2.11—5.37%,比较高; Na₂O为0.35—2.07%,一般比较低; MnO为0.01—0.17%。它们的化学成分比较接近于月球土壤中的玻璃球〔⁷〕和大玻璃陨石〔⁴〕。据报道,这些微玻璃陨石的形成年代与所在散落区的其他玻璃陨石的形成年代相一致。很显然,它们是地外物质。

利用高灵敏度且具有多元素分析能力的中子活化技术分析了北太平洋瓶绿色玻璃球(M₃: 11°N, 171°2.51'W)获得了重要的分析结果(表2)。

已知地外物质与地壳物质在化学组成上的另外重要差别之一是Os、Ir、Ru等难熔亲铁元素在地外物质中的浓度远比地壳物质中的高〔³〕。北太平洋微玻璃陨石中Os、Ir等元素的获得,进一步证明它起源于地球之外,而非地球火山物质。

二、火山玻璃

同时赋存于深海沉积物中的其他微玻璃体有两种类型,一是棕色或无色玄武玻璃,是明显的海底火山喷发物。另一种是无色透明炸弹形态的玻璃微粒,它的常量化学成分明显不同于微玻璃陨石,中子活化分析结果也未能找到任何难熔亲铁元素。所以,暂将其归于火山玻璃之列。

玄武玻璃连同其他火山物质为广泛分布于大洋底部的基性喷发物,它们是一些白色

表1 大洋底玻璃陨石和火山玻璃电子探针分析结果(重量%)

Table 1 Results of the electron probing analysis of microtektites and volcanic glasses in oceanic bottom (weight%)

类型	氧化物 序号	SiO ₂	TiO ₂	Al ₂ O ₃	FeO	MgO	CaO	Na ₂ O	K ₂ O	MnO	备注
玻 璃 陨 石	1	68.33	0.90	16.10	6.24	2.66	2.57	0.68	2.29	0.10	图版 I、2
	2	66.64	0.91	16.19	5.25	2.94	2.65	0.51	2.96	0.10	图版 I、6
	3	38.16	0.68	16.55	7.08	3.69	0.80	0.35	2.48	0.17	
	4	67.71	0.63	15.36	7.02	5.37	1.41	1.17	1.93	0.16	
	5	65.77	0.59	18.80	5.52	3.17	2.56	1.40	2.19	—	
	6	66.27	0.57	18.45	5.69	2.11	1.54	2.07	3.30	—	
	7	73.90	0.64	12.50	3.20	1.10	2.00	1.30	4.90	0.06	
	8	68.10	0.92	16.50	5.75	2.96	1.82	1.08	2.52	—	
	9	71.92	0.85	12.80	5.24	1.99	2.54	1.04	2.43	0.49	
火 山 玻 璃	10	38.82	<0.01	<0.01	0.04	0.04	<0.01	0.04	<0.01	<0.01	
	11	37.65	<0.01	<0.01	0.03	0.03	<0.01	0.08	<0.01	<0.01	
	12	38.38	<0.01	<0.01	0.04	0.02	<0.01	0.05	<0.01	<0.01	
	13	39.35	<0.01	<0.01	0.03	0.03	<0.01	0.08	<0.01	<0.01	
	14	67.55	<0.01	18.63	1.35	0.52	1.10	3.53	7.21	—	图版 I、4
	15	74.40	0.08	11.97	1.40	0.08	0.46	4.02	4.77	0.34	

注 1.中太平洋微玻璃陨石(C₁₀₂₅: 6°13'N, 173°15'E), 文献[1]。2.中太平洋微玻璃陨石(C₂₀₃₀: 5°N, 165°E) [1]。3.象牙海岸玻璃陨石(K₉₋₅₈: 8°15'N, 25°06'W)。4.加勒比海玻璃陨石(RC₉₋₅₈)。5.加勒比海玻璃陨石(Site94), [6]。6.加勒比海玻璃陨石(Site 149), 文献[6]。7.月球玻璃球(Apollo 14), [7]。8.低钙高铝玻璃陨石[7]。9.雷公墨10.北太平洋玻璃体(M₁₃: 8°59.06'N, 172°6.32'W)11.北太平洋玻璃体(M₁: 10°57.51'N, 178°3.58'W)12.北太平洋玻璃体(M₂₁: 22°4.72'N, 157°55.10'W)13.北太平洋玻璃体(M₁₃: 8°59.061'N, 172°6.32'W)14.北太平洋玻璃体(M₁₂: 8°51.09'N, 175°1.39'W)15.东北长白山火山玻璃

表2 北太平洋微玻璃陨石的中子活化分析结果 (ppm)
Table 2 Results of the neutron activity analysis of
North Pacific Microtektites (ppm)

Os	Ir	La	Ce	Sm	Eu	Tb	Yb	Lu	Fe(%)	Co	Sc
3.7	2.2	1.9	6.1	1.3	0.99	0.53	1.40	<0.05	0.99	6.0	46.1

(折光率值为1.510—1.525)和棕色(折光率值为1.522—1.540)纤维状、腐竹状、泡壁状、圆弧状玻璃碎屑,也常与长柱状或短柱状辉石晶体、八面体磁铁矿(常包含于辉石晶体之中)、火山灰等粘连一起。泡壁结构是火山物质特有的结构。

玄武玻璃的化学成分明显不同于微玻璃陨石(表1,样品号14),最明显的差别是 Na_2O 含量比较高, MgO 含量明显低于玻璃陨石, K_2O 含量也远远高于玻璃陨石。玄武玻璃的化学成分特征类似于长白山火山玻璃(黑耀岩)。

“炸弹形”玻璃体是笔者首次发现的一类海底玻璃微粒(亚毫米级),除了“炸弹形”外,还有“黄瓜形”、“茄子形”、“葫芦形”,以及棒状、针状等等,但没有泡壁形态。在每种形态较粗的一端,表面往往见有密集的麻点,不是分布于一个面上,而是密布于四周。较细的一端往往拉长,但多被折断(图版I、7)。它们的折光率为1.48左右。在扫描电子显微镜下,它们的表面微结构特征显得格外清楚,密集的麻点变为蜂巢状(图版I、8),不同于微玻璃陨石表面的圆浅坑。蜂巢状微结构似乎暗示了形成时在抛起和坠落过程中曾受到炽热蒸汽的阻碍作用。

电子探针分析结果表明,“炸弹形”玻璃体的主要成分为 SiO_2 ,其他氧化物的含量都非常低(表1),明显有别于微玻璃陨石。

中子活化分析结果表明,从“炸弹形”玻璃体中仅仅测出了极微量的Co、Fe、Au等少数几种元素,其他地外物质中常见的一些微量元素如Ir、Os、Ru、Re、La、En等都未曾测到,充分证明它们并非是地外物质。

三、讨论

以上分析结果表明如下几点:

1.大洋底部的微玻璃陨石确系地外物质,它们同其他海底玻璃微粒之间,存在着微结构、常量化学成分和微量化学成分等的巨大差别,不可将二者混为一谈。

2.首次发现于海底沉积物中的“炸弹形”玻璃微粒,经分析表明,它们不是地外物质,可能也属于海底(或岛屿)火山喷发物质。但对其特征和确切的起源,尚需作深入研究。

3.各类玻璃体中 Na_2O 、 K_2O 、 MnO 等常量组分和Ir、Os、Ru、Re等微量组分含量是鉴别它们系地内或地外物质的重要标志。

收稿日期 1985年12月16日

参考文献

- [1] 彭汉昌、于众、缪昕、庄世杰, 1983, 海洋学报, V. 5, N. 2, 194—201页。
- [2] 彭汉昌、庄世杰、于众, 1985, 地球物理学报, V. 28, N. 5, 497—501页。
- [3] 马淑兰、柴之芳、毛雪瑛、肖小月、欧阳自远, 1985, 科学通报, 第10期, 772—774页。
- [4] Chapman, D.R. and Scheiber, L.G., 1969, J. Geophys. Res., V. 74, p. 6737—6776.
- [5] Glass, B.P., 1974, Geological Society of America Bulletin, V. 85, p. 1305—1314
- [6] Glass, B.P. and Zwart, M.J., 1979, Geological Society of America Bulletin, Part I, V. 90, p. 595—602.
- [7] O'Keefe, J.A., 1976, Tektites and Their Origin. Elsevier Scientific Publishing Company, 142.
- [8] O'Keefe, J.A., 1978, Scientific American, V. 239, N. 2 p. 116—125.
- [9] Peng Hanchang, Zhao Kuihuan and Chin Suitian, 1982, Journal of Geophysical Research, V. 87, N. B7 p. 5563—5565.

THE GLASSY GRAINS IN OCEANIC BOTTOM*

Peng Hanchang

(First Institute of Oceanography of State Oceanic Administration, Qingdao)

Chai Zifang

(Institute of High Energy Physics, Academia Sinica, Beijing)

Yu Zhong

(Institute of Petroleum Exploration and Planning, Beijing)

Zhuang Shijie

(China National Nonferrous Metals Industry Corporation, Research Institute of Geology for Mineral Resources, Guilin)

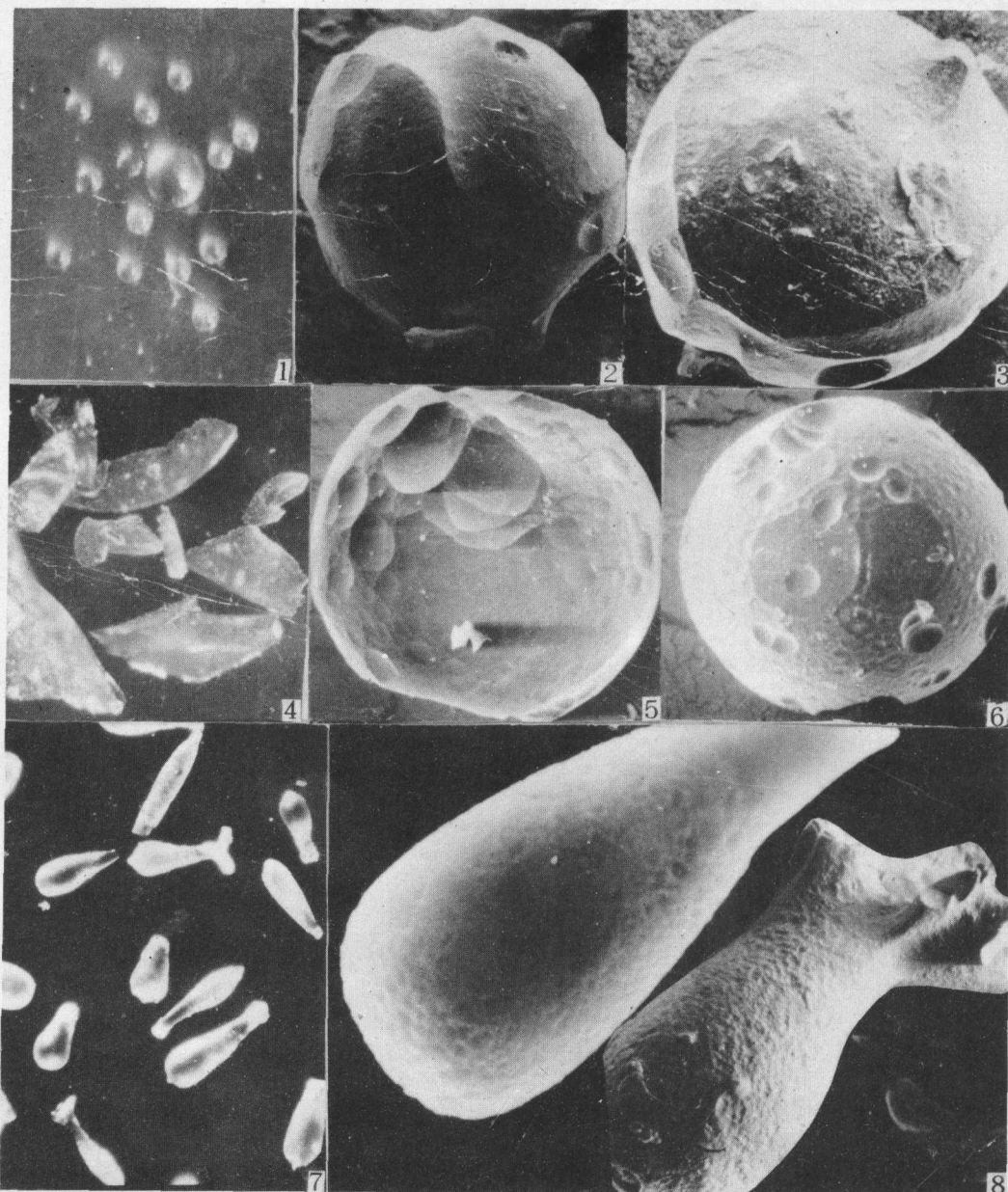
Abstract

In the oceanic sediments generally contained two kinds of glassy grains (the size less than a millimeter), i. e. the microtektites which are extraterrestrial material, and seafloor volcanic glass which are terrestrial material. Because both of them are very different in properties, should not lump together.

The tektite distributed widely all over the world is still attended by geologists, meteorists and space scientists, an important research object in various sciences. The microtektites distributed widely in Atlantic, Indian Ocean and Pacific are also same material because they have same physical, chemical properties, surface feature and formed age, which they were divided into different strewn fields. Important characteristics in chemical composition of microtektites are that their contents of SiO_2 are stable, contents of MgO are higher, and contents of Na_2O and MnO are very low. In addition, also microtektites contained Os, Ir, etc. important trace elements, which are suggested that originate from extraterrestrial. Different microtektites in each strewn fields have variety physical properties, surface feature and formed age.

The basaltic glasses in ocean floor are volcanic products in the affirmative. Their properties in colour, type, structure, etc. suggest that they had passed ejected and melted process. Important characteristics in chemical composition of basaltic glasses are that their contents of MgO are very low, contents of Na_2O , K_2O and MnO are all higher, which similar to chemical composition of volcanic glasses on the continent.

The "bomb-shaped glass" different from microtektites and basaltic glasses. They are mainly composed of SiO_2 in chemical composition (contents of SiO_2 90%), contents of other oxides are all low. The results of neutron activation analysis indicate that they contained only a few of trace elements (Fe, Co, Au, etc.) none contain Os, Ir, etc. particular trace elements. Therefore, they are not extraterrestrial material, and perhaps they are products ejected by volcano from ocean bottom.



1. 洋底微玻璃卵石实体镜下照片 $\times 45$ 2. 3. 中太平洋微玻璃卵石的扫描电镜照片 $\times 240$, 表面起伏和圆形凹坑多集中在一个面上, 其化学成份见表1 4. 洋底玄武玻璃, 多呈薄片状 $\times 45$, 其化学成份见表1 5. 6. 象牙海洋微玻璃陨石的扫描电镜照片 $\times 240$, 表面圆形凹坑多重叠 7. 洋底“炸弹形”玻璃体的显微照片 $\times 45$ 8. “炸弹形”玻璃的扫描电镜照片, 左边瓶状玻璃的放大倍数为300倍, 右边为180倍, 表面蜂巢状凹坑主要集中在粗的一端, 细端的树枝状尾端已被折断。