

深海宇宙尘的初步研究

彭汉昌 赵奎寰 陈穗田

(国家海洋局第一海洋研究所)

1978—1979年,我国海洋调查船“向阳红 09”号在参加首次全球大气试验活动中,从中太平洋西部海域(10°S — 5°N , 160° — 173°E)数千米深的洋底采回了表层及柱状沉积样品。当我们在对样品进行矿物分析时,发现其中含有许多铁质、硅酸盐质和硅酸盐玻璃质球粒(图 1)。经初步分析认为,它们是来自地球之外的宇宙尘。现就主要的分析结果略述于下:

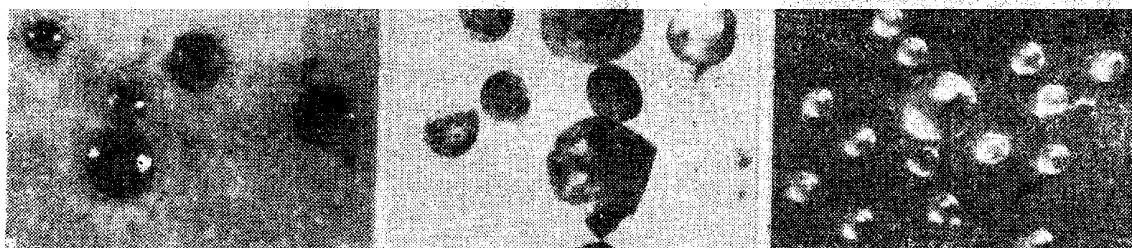


图 1 铁质(a)硅酸盐质(b)和硅酸盐玻璃质(c)宇宙尘

(实体显微镜下, $\times 34$ 。其中最大的硅酸盐质棱角状宇宙尘的实际大小为 0.42 毫米)

一、显微特征

在一般五、六十倍的实体显微镜下,可以清楚地看到铁质宇宙尘为黑色或褐黑色的滚圆球粒,表面光亮耀眼,形如一颗颗闪闪发光的小钢球,有的球粒表面还留有熔蚀坑穴。铁质宇宙尘都具有强磁性,所以国外研究者称之为“磁球”(图 1a)。

硅酸盐质宇宙尘为暗绿色或暗褐色且带有灰白色调的球状、椭球状或棱角状颗粒,有的颗粒上粘附有赤铁矿碎屑。硅酸盐质宇宙尘也有磁性,但比铁质宇宙尘弱(图 1b)。

硅酸盐玻璃质宇宙尘为无色透明或淡黄绿色的玻璃状球体,有的球体表面布有圆形凹坑。硅酸盐玻璃质宇宙尘没有磁性(图 1c)。

以上三种宇宙尘的粒径大小多为 20—200 微米,最大者为 420 微米。它们在各种沉积物(生物软泥和红色粘土)中的含量,以铁质宇宙尘为最高,硅酸盐质宇宙尘次之,硅酸盐玻璃质宇宙尘仅见于柱状样的个别层位中。

二、化学成分

对上述三种宇宙尘的不同颗粒试样主要作了电子探针分析,其结果列于表 1 中,并附有各自的 X 射线截面分布图象(图 2)。

本文 1980 年 5 月 10 日收到。

表 1 深海宇宙尘电子探针分析结果

类型	氧化物 样号	MgO	Al ₂ O ₃	SiO ₂	K ₂ O	Na ₂ O	CaO	TiO ₂	FeO*	MnO	Fe**	Ni	备注
铁质宇宙尘	NO ₁	—	—	—	—	—	—	—	—	—	61.37	37.89	核心 (图 2a)
	NO ₁	—	—	—	—	—	—	—	—	—	71.19	0.30	外壳 (图 2b)
硅酸盐质宇宙尘	NO ₂	27.10	2.59	35.33	—	—	2.16	0.14	34.28	0.18	—	0.28	图 2c
	NO ₃	26.81	2.32	35.53	—	—	2.18	0.09	34.09	0.10	—	0.70	
硅酸盐玻璃质宇宙尘	NO ₄	3.01	15.89	66.06	2.93	0.08	2.70	0.95	6.11	0.09	—	—	图 2d

* FeO 由全铁换算而成; ** Fe 应为全铁。分析者: 冶金部地质研究所庄世杰。

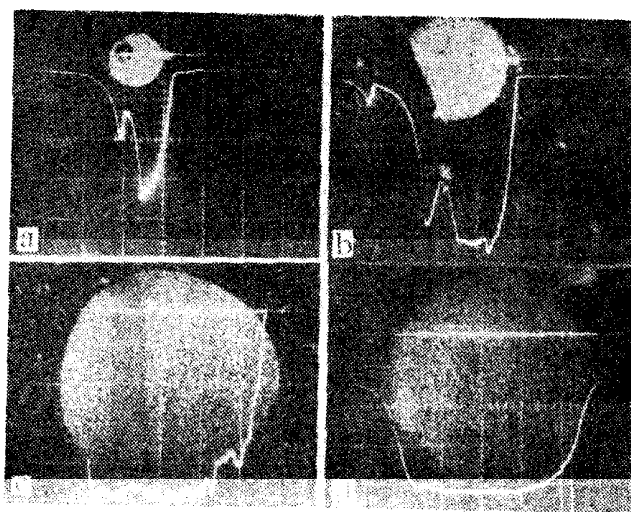


图 2 深海宇宙尘 X 射线微面力分布象

- a. 铁质宇宙尘 (NO₁ 核心) NiKα X 射线截面分布象, ×150;
 b. 铁质宇宙尘 (NO₁ 外壳) FeKα X 射线截面分布象, ×150;
 c. 硅酸盐质宇宙尘 (NO₂) FeKα X 射线截面分布象, ×135;
 d. 硅酸盐玻璃质宇宙尘 (NO₄) FeKα X 射线截面分布象, ×135

由此看出, 铁质宇宙尘是由内核和外壳构成, 内核的化学成分主要是铁和镍, 外壳主要是铁。硅酸盐质宇宙尘的化学成分是由各种氧化物组成, 其中 MgO、SiO₂ 和 FeO 的含量相对较高, 镍的含量极微。硅酸盐玻璃质宇宙尘的化学成分中 SiO₂ 的含量最高, Al₂O₃ 的含量次之, 其它成分的含量都较低。这些特征与国外所报道的同类宇宙尘的化学成分基本相似^[1]。

三、矿物成分

利用 X 射线粉晶照相法对铁质宇宙尘作了矿物成分分析。实验条件为: Fe 靶, 未滤波, 电压 35 千伏, 电流 10 毫安, 曝光 16 小时, 相机直径 57.3 毫米。将测得结果列于表 2 中, 并与标准矿物及国外所测同类宇宙尘资料作了对比^[3]。从与标准矿物的 d 值对照来看, 试样中含主要矿物为磁铁矿 (Fe₃O₄, $a_0 = 8.394 \pm 0.008 \text{ \AA}$), 次要矿物为方铁矿 (FeO, $a_0 = 4.279 \pm 0.0018 \text{ \AA}$)。

表2 铁质宇宙尘X射线粉晶照相结果对比

No	标准矿物 ^[3]				太平洋底的宇宙尘			
	磁铁矿 (Fe ₃ O ₄)		方铁矿 (FeO)		中国采*(L1025)6°00' 07''S, 173°15'06''E (水深5443米)		日本采 ^[1] (2-12-1) 11°00'07''S, 146°00' 26''W(水深4912米)	
	d(Å)	相对强度	d(Å)	相对强度	d(Å)	相对强度	d(Å)	相对强度
1	4.86	W			4.847	W	4.91	MW
2					3.298	VW		
3					3.147	VW		
4	2.98	M			2.963	S	2.98	M
5					2.788	M		
6					2.699	VW		
7	2.54	S			2.528	VS	2.56	S
8			2.47	S	2.471	VW	2.48	MW
9	2.43	MW			2.421	VW	2.42	W
10					2.311	VW		
11			2.14	MS	2.139	W	2.16	M
12	2.10	M			2.099	M	2.096	M
13					1.974	W		
14					1.935	VW		
15					1.794	VW	1.82	VW
16	1.71	M			1.715	W	1.72	M
17					1.633	W	1.62	MS
18	1.61	MS			1.616	S		
19			1.51	MW	1.514	M	1.51	M
20	1.486	S			1.481	W	1.484	MS
21	1.329	W			1.330	W	1.327	VW
22	1.282	M			1.281	VS	1.285	MW
23					1.265	VW		
24			1.241	W	1.235	VW	1.239	W
25	1.212	W			1.213	VW		
26					1.206	VW	1.208	W
27					1.157	W		
28	1.123	W			1.123	VW	1.116	MW
29	1.094	M			1.092	W	1.073	VW
30			1.074	W	1.069	W		
31					1.0499 α_1	M		
32	1.051	W			1.0493 α_2	M	1.048	VW
33	0.972	MW	0.986	W	0.990	VW	0.984	VW

注: VS:最强; S:强; MS:稍强; M:中; MW:稍弱; W:弱; VW:最弱。 * 中国科学院地质研究所李家驹测定。

据有关资料指出,由于宇宙尘所含矿物的复杂性,多种矿物面网间距往往十分接近,难于区分,即或同一种矿物因所含微量元素的干扰,常常出现衍射线缺失和位置变化。这些因素都给矿物鉴定带来一定困难^[3]。从我们拍摄的德拜图看,也出现了类似情形。

四、微结构

我们对上述三种宇宙尘进行了表面及断面上的扫描电镜观察,并拍摄了电子象照片。

铁质宇宙尘:表面多具有流纹构造和龟裂纹结构(图3a),新鲜断面清楚地显示出由外壳

层和内核所组成的双重结构,且内核中的流纹构造同样清楚可见(图 3b)。

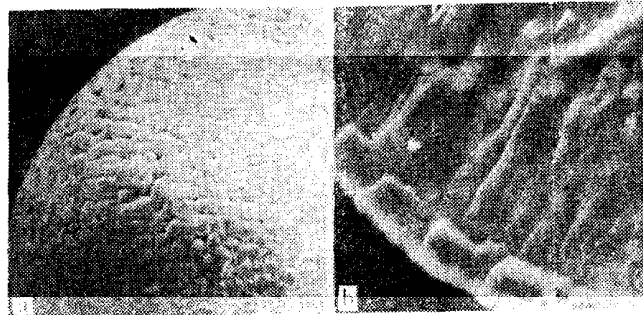


图 3

a. 铁质宇宙尘表面的龟裂纹结构 (SEM, $\times 480$); b. 铁质宇宙尘断面的双重结构 (SEM, $\times 2,400$)

硅酸盐质宇宙尘: 表面除了有流纹构造外,往往还留有熔蚀构造(图 4a),断面上还有残留构造,板状、柱状矿物晶体成层排列,它们可能是辉石类矿物(图 4b)。

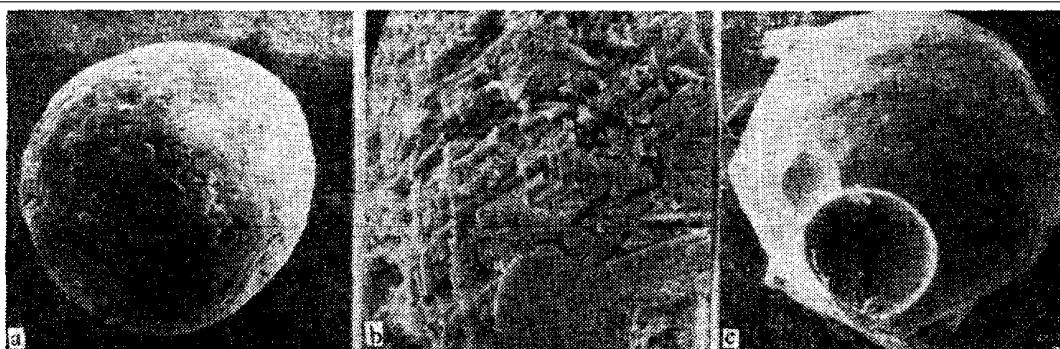


图 4

a. 硅酸盐质宇宙尘的表面熔蚀构造 (SEM, $\times 240$); b. 硅酸盐质宇宙尘的断面残留构造 (SEM, $\times 960$);
c. 硅酸盐玻璃质宇宙尘的表面气印构造 (SEM, $\times 240$);

硅酸盐玻璃质宇宙尘: 从它的表面图象中可以清楚地看到大小不等的凹坑(图 4c)。

五、简单结语

通过以上分析结果的概述,我们认为三种不同类型之球粒或稜角状尘粒不是地球上固有的,而是陨落物质以每秒钟数十公里的速度冲向地球,当与地球大气碰撞、摩擦以及在冲击波的作用下,因高温高压作用使得陨落物质发生燃烧、熔融,后来因速度降低,温度骤然减低,致使熔融物质迅速冷却,从而形成了特殊形态和结构的不同种宇宙尘粒。

致谢: 本文曾得到刘敏厚同志的指导,深海组的同志提供了研究样品。此外,还得到了于众、宋华中、毛兴元、李家驹、庄世杰、李维华等同志,以及山东省地质局中心实验室的支持和帮助,在此一并致谢。

参 考 文 献

- 【1】 小林和男,海洋底地球科学, 1977, 239—241.
- 【2】 岛诚,海洋科学, 1972, 通卷 28 号.
- 【3】 田沢雄二,海洋科学, 1979, 通卷 116 号.