

铁质宇宙尘中的有机分子的发现*

彭 汉 昌

徐 培 苍

(国家海洋局第一海洋研究所 中国地质科学院西安地质矿产
研究所, 青岛 266003) (研究所, 西安 710054)

提要 于 1983 年 5—7 月, 利用向阳红 16 号考察船在太平洋 7—11°N, 167—178°W 海域进行锰结核调查, 从深海沉积物中分离出大量宇宙尘(或称宇宙球粒)。此后对宇宙尘进行了全面研究, 取得一定进展。最近, 又利用激光拉曼分子探针测定了铁质宇宙尘中的分子组成。结果表明, 铁质宇宙尘中除了含有 Fe-Fe, Fe³⁺-O, Fe-Ni, Al-O, Fe-Obr-Si 和 Si-Onb 分子外, 还含有较丰富的 C-H-O 和 C-H-S-O 有机分子, 无定形碳 C=C 和 C≡C, CH₂, CH₃, 和挥发分子 CO₂, H₂O, OH⁻, H₂S, SO₂ 等。这些成份与彗星尘埃的分子成分相一致。这一结果对于深入研究星际尘埃微粒的起源以及探索生命物质的起源都具有重要意义。

关键词 铁质宇宙尘 有机分子 激光拉曼分子探针 生命物质

随着分析测试技术的不断发展, 深海宇宙尘的物质组成研究也越来越深入。利用激光拉曼分子探针研究可揭示宇宙尘中某些特有的分子组成; 为行星际尘埃微粒(IDPs)研究提供新的研究途径。

1 样品的来源及处理方法

两粒铁质宇宙球粒是从不同深海站位的软泥沉积物中分离出来的, 其中, A 球粒来自 M₂ 站(10°58'N, 175°3'W, 水深 4 552m), 黑色强磁性铁质宇宙尘, 粒径为 382μm; B 球粒来自 M₂₁ 站(22°55'N, 157°55'E, 水深 5 390m), 黑色强磁性铁质宇宙尘, 粒径为 289μm。为了清除球粒上的污染物, 测试前用无水酒精溶液浸泡冲洗球粒。

实验中使用法国 Jobin-Yvon 公司 RAMANOR U100 型单道激光拉曼分子探针, 激光光源为美国光谱物理公司生产的 2020 型氩离子激光器, 波长 514.5 nm, 功率 800mw, 步进宽度 1cm⁻¹/s, 双单色器狭缝 320μm, 测试方法标准代号 DS-2613201-03。样品置于显微镜载物台上, 照射束斑面积为 2μm²。

拉曼光谱是光对物质分子的联合散射光谱。当一束频率为 ν_0 的激光光束聚焦在被测样品上时, 收集其散射光谱, 发现除了原有频率 ν_0 以外, 另产生频率改变为 $\nu_0 \pm \Delta\nu$ 的强度仅为原入射光的 10⁻⁹—10⁻¹² 倍弱散射光, 这种谱线即为拉曼光谱。 $\Delta\nu$ 值与入射光的频率无关, 而仅与激光所作用的物质分子的结构有关, 不同的分子有不同的 $\Delta\nu$ 值。 $\Delta\nu$ 与其对应的散射强度 I 就构成了拉曼光谱(徐培苍等, 1993)。

* 国家自然科学基金资助项目, 49176263 号。彭汉昌, 男, 出生于 1939 年 2 月, 研究员。

收稿日期: 1993 年 2 月 10 日, 接受日期: 1994 年 3 月 29 日。

2 结果

2.1 A球粒 其拉曼实测图谱示于图 1,初步鉴定出来的主要分子类型、振动类型以及它们所出现的拉曼位移范围示于表 1。从表 1 可以看出,在铁质宇宙球粒 A 的结构网络中,原子与原子之间通过键连结的分子(原子团)类型较多,它们在不同的拉曼位移上表现为不同的振动形式,但以收缩振动为主。

另据拉曼峰值和分子散射面积的计算机计算结果, A 球粒中 $\Sigma\text{FeO} + \Sigma\text{Fe} = 63\%$, $\text{SiO}_2 = 21\%$, 无定形碳 = 9% , $\text{C}-\text{H}-\text{O}$ 有机分子 = 7% 。由于束斑面积仅为 $2\mu\text{m}^2$, 这一结果仅供参考。此外,样品中尚含有 CO_2 , H_2S 和 OH^- 挥发分子, 它们的摩尔百分含量分别为 49.0% , 20.4% 和 30.6% 。

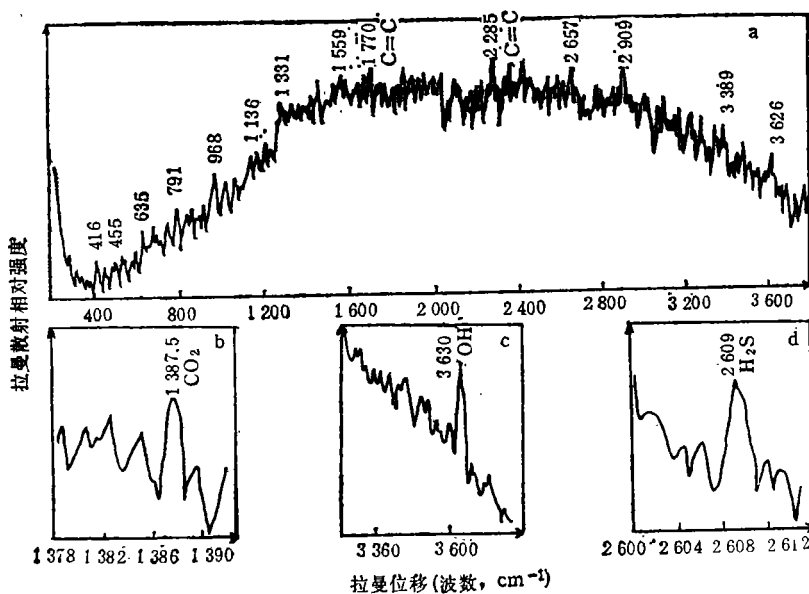


图 1 铁质宇宙球 A 球粒的拉曼图谱

Fig. 1 Raman spectrum of iron cosmic spherule

a. 为 A 球粒的全拉曼图谱; b. 为全拉曼图谱中挥发分子 CO_2 的放大图谱; c. 为 OH^- 分子的放大图谱; d. 为 H_2S 分子的放大图谱。

2.2 B球粒 是另一颗铁质宇宙球实测球粒样品,它的实测图谱示于图 2,初步鉴定出来的主要分子类型、振动类型以及它们所出现的拉曼位移范围示于表 2。从表 2 可以看出,铁质宇宙球 B 球粒中的分子类型也比较多,它们在不同拉曼位移上表现为不同的振动形式。

另据拉曼峰值、分子散射面积及重量的计算机计算结果, B 球粒的网络形成子 $[\text{SiO}_4]$ (用“T”表示)由二聚体或多聚体组成(用“Di”表示)的摩尔百分数为 6% ,网络形成子由层状分布(用“Sh”表示)的摩尔百分数为 30% ,网络形成子以架状形式在三维空间分布(用“Ne”表示)的摩尔百分数为 64% (徐培苍等,1993); B 球粒中硅酸盐玻相的重量百分含量为 26% ,有机质和无定形碳的重量百分含量和为 9% ,铁镁杆栏石晶相的重量百分含量为 10% ,金属铁总量 (ΣFe) 的重量百分含量为 55% ,挥发份的重量百分含量为 3.8% ;挥

表 1 铁质宇宙球 A 球粒的拉曼谱鉴定结果

Tab. 1 Determined results of Raman spectrum of iron cosmic spherule A

序号	拉曼位移 (cm ⁻¹)	振动类型	分子类型	备注
1	416	弯曲振动	Al-O	
	455		Fe-Obr-Si	
2	635	伸缩振动	Fe-Fe, Fe-O, Fe-Ni	
3	791			
4	968	伸缩振动	Si-Onb	Di ¹⁾
5	1 136			
6	1 331—1 559	伸缩振动	CH ₂	
7	1 700	伸缩振动	C=C	无定形碳
8	2 285	伸缩振动	C≡C	无定形碳
9	1 300—3 000		C-H-O 有机分子多	荧光辐射区大
10	1 387.5	对称伸缩	CO ₂	mol% ²⁾ 49.0%
11	2 609	伸缩振动	H ₂ S	mol% 20.4%
12	3 630	伸缩振动	OH ⁻	mol% 30.6%

1) Di 代表硅酸盐相网络结构中的 [SiO₄] 形成子(用“T”表示)由二聚体或多聚体组成 [Si₂O₇], 断键程度为 75%, Onb/T = 3。2) mol% 为宇宙球粒中挥发分子的相对摩尔百分比。

表 2 铁质宇宙球 B 球粒的拉曼谱鉴定结果

Tab. 2 Determined results of Raman spectrum of iron cosmic spherule B

序号	拉曼位移 (cm ⁻¹)	振动类型	分子类型	备注 ¹⁾
1	403	晶格振动	Fe-Fe	
2	613	弯曲振动	Fe ³⁺ -O	
3	725	弯曲振动	Si-Obr-Si	Sh
4	977	伸缩振动	Si-Onb	Di
5	1 313	伸缩振动	CH ₂	Ne
6	1 593	伸缩振动	C=C	无定形碳
7	2 216	伸缩振动	C≡C	无定形碳
8	2 741			
9	3 077	伸缩振动	CH ₃	
	3 231			
10			C-H-S-O 有机分子多	荧光辐射
11	1 151	伸缩振动	SO ₂	mol% 8.5%
12	1 385.5	对称伸缩	CO ₂	mol% 35.3%
13	2 610	伸缩振动	H ₂ S	mol% 9.4%
14	3 430	伸缩振动	H ₂ O + OH ⁻	H ₂ O, 20.8%
	3 500			
	3 605			
	3 745			

1) 据徐培苍等, 1993, 岩浆玻璃相工业硅酸盐玻璃的结构和应用研究。Sh 为网络形成子 [SiO₄] 以层状形式分布, 仅有一个非桥氧, 断键程度 25%; Di 为网络形成子 [SiO₄] 由二聚体或多聚体组成, 断键程度 75%; Ne 为网络形成子 [SiO₄] 以架状形式在三维空间分布, 断键程度 1%—8%。

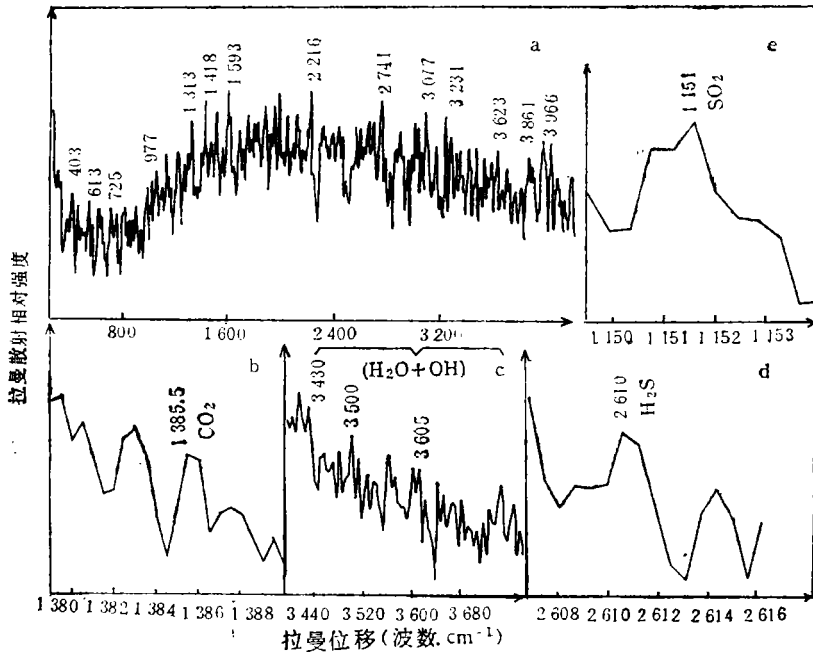


图2 铁质宇宙球B球粒的拉曼图谱

Fig. 2 Raman spectrum of iron cosmic spherule B

a. B球粒的全拉曼图谱； b. 为全拉曼图谱中挥发分子CO₂的放大图谱； c. 为(H₂O分子+OH分子)的放大图谱； d. 为H₂S分子的放大图谱； e. 为SO₂分子的放大图谱。

发份中 H₂O 的摩尔百分数为 20.8%，CO₂ 为 35.3%，OH⁻ 为 26.0% H₂S 为 9.4% 和 SO₂ 为 8.5%。

3 结论

3.1 利用激光拉曼分子探针成功地从深海铁质宇宙球粒中测定出了各类分子，包括 Fe-Fe, Fe³⁺-O, Fe-Ni, Al-O, Fe-Obr-Si, Si-Onb, 有机分子 C-H-O 和 C-H-S-O, 无定形碳 C=C 和 C≡C, CH₂, CH₃ 和挥发分子 CO₂, H₂O, OH⁻, H₂S, SO₂ 等, 说明激光拉曼分子探针可适用于各种宇宙尘微粒的分析和研究。

3.2 从铁质宇宙球粒网络结构中探测出来的诸多分子 Fe-Fe, Fe³⁺-O, Fe-Ni, Al-O, Fe-Obr-Si 和 Si-Onb 看, 它们和以前利用其他分析技术测得的铁质宇宙球粒常量化学成份反映出来的成分特征一致(彭汉昌等,1980),只不过是更进一步从分子网络结构或原子团的尺度来探讨它们的成分及结构特征,无疑这将更有利于研究宇宙尘埃的生成机制和起源。

3.3 深海铁质宇宙球粒中含有较丰富的有机分子 C-H-O 和 C-H-S-O, 无定形碳 C=C 和 C≡C, CH₂, CH₃, 及挥发分子 CO₂, H₂O, OH⁻, H₂S 和 SO₂ 等,这与使用 Vega 1, Vega 2 和 Giotto 宇宙飞船直接探测到的哈雷彗星尘埃群的分子类型(Kissel, et al., 1986) 以及使用 U-2 型飞机接收到的平流层宇宙尘埃的分子类型相一致(范章云等,1989)。可见它对人类探索地球的生命起源有重要意义。

3.4 分析和对比研究结果还表明, 至少有部分深海宇宙球粒来自彗星, 彗星在其低温环境下还可能保存有初始太阳星云物质。这一结论也与其他科学家利用别的分析研究方法得出的结论相一致 (Raisbeck, et al., 1985)。

参 考 文 献

- 范章云等, 1989, 行星际尘埃的同位素和 Raman 分析, 紫金山天文台台刊, 8(2): 101—108。
 徐培苍等, 1993, 岩浆玻璃相和工业硅酸盐玻璃相的结构和应用研究, 西北地质科学, 14(1): 63—77。
 彭汉昌等, 1980, 深海宇宙尘的初步研究, 科学通报, 11: 682—685。
 Kissel et al., 1986, Composition of comet Halley dust particles from Vega observations, *Nature*, 321: 280—282; 336—337。
 Raisbeck et al., 1985, $^{26}\text{Al}/^{10}\text{Be}$ in deep sea spherules as evidence of cometary origin, *In Properties and Interactions of Interplanetary Dust*, D. Reidel Publishing Company, Dordrecht (Holland), pp. 169—174。

DISCOVERY OF ORGANIC MOLECULE IN IRON COSMIC DUST

Peng Hanchang

Xu Peicang

(First Institute of Oceanography, (Xian Institute of Geology and
SOA, Qingdao 266003) Mineral Resources, CAGS, Xian 710054)

ABSTRACT

In May to July, 1983, a great quantity of cosmic dusts (spherules) were obtained from the deep-sea sediments during manganese nodule investigation by *R/V "Xiangyanghong No. 16"* in the area 7° — 11°N , 167° — 178°W in the Pacific. Later, comprehensive studies of the cosmic dusts and use of Laser Raman Molecular Microprobe (LRMM) to determined composition of the molecules in the iron cosmic dusts showed that besides molecules of Fe-Fe, Fe^{3+} -O, Fe-Ni, Al-O, Fe-Obr-Si and Si-Onb, the iron cosmic dusts also contained ntained the organic molecule of C-H-O and C-H-S-O, various nonfixiform molecules of C, CH_2 , CH_3 and volatile molecules CO_2 , H_2O , OH^- and H_2S etc. These molecular compositions are similar to that for cometary dust.

This result is very important for exploring the origin of interplanetary dust particles and life material.

Key words Iron cosmic dust Organic molecule Laser raman molecular microprobe Life material