

用深海沉积测定宇宙尘年降落量*

彭汉昌 赵金基 陆 康

柴 之 芳

(国家海洋局第一海洋研究所, 青岛)

(中国科学院高能物理研究所, 北京)

关键词 深海沉积、宇宙尘、沉积速率、地球表面积

我们已对北太平洋 $6-13^{\circ}\text{N}$, $166-178^{\circ}\text{W}$ 面积达数十万平方公里的海域进行了深海宇宙尘调查研究^[1,2], 并根据该区平均沉积速率和数十个采样站位沉积物中宇宙尘实际含量测定了地球表面宇宙尘年降落量。结果表明, 各个站位的测定值比较相近, 都在每年降落百吨级至千吨级尘埃粒子的范畴(粒径大于 $60\mu\text{m}$), 同前人使用同种研究方法的测定结果比较一致。

一、含 量 统 计

对每个站位软泥样品称重后置于高压水柱下过 0.06mm 孔径铜筛, 冲洗去泥后收筛上砂样并烘干, 备作宇宙尘统计样品。在实体显微镜下做宇宙球粒挑选和统计工作。若为红粘土, 因含微体生物壳体甚少, 可直接进行挑选和统计; 若为硅钙质或钙质软泥, 因含大量生物壳体, 可先用三溴甲烷进行分离。对分离得来的重砂部分, 在显微镜下即能很快挑选出所有铁质、铁-硅酸盐质和硅酸盐质球粒。对轻砂部分, 先用 $5-10\%$ 盐酸溶液烧去生物壳体(往往需经多次)然后从中挑选出玻璃质球粒。挑选和统计结果列入表 1。

由表 1 看出, 各表层站位样品中的宇宙球粒含量不同, 最高站位 M6 每克湿沉积物中宇宙球粒含量达 $9.35\mu\text{g}$, 最低站位 N2 每克湿沉积物中宇宙球粒含量仅为 $0.70\mu\text{g}$, 平均每个统计站位中宇宙球粒含量为 $3.25\mu\text{g}$ 。宇宙球粒的含量成为计算地球年降落量的重要参数。

二、公 式 推 导

1. 基本参数 要计算地球表面宇宙尘年降落量, 必须先推导出比较合理的计算公式。在推导公式中所使用的基本参数是:

(1) 沉积速率(ν): 根据区内 M14($8^{\circ}00'\text{N}$, $176^{\circ}11'\text{W}$), P₁₇($8^{\circ}58'\text{N}$, $173^{\circ}54'\text{W}$) 和 P₁₈($16^{\circ}6'\text{N}$, $175^{\circ}30'\text{W}$)^[4] 三个柱状沉积物样品古地磁测量结果, 确定该区沉积速率 $\nu = 0.0018\text{m/ka}$ 。

(2) 取样深度(h): 使用大洋 50 型挖泥斗每次开挖软泥深度 $h = 0.3\text{m}$ 。

(3) 开口面积(S_g): 大洋 50 型挖泥斗的开口面积 $S_g = 0.25\text{m}^2$ 。

(4) 地球表面积 $S_e = 51 \times 10^{13}\text{m}^2$ ^[5]。

(5) 挖泥斗一次采挖的软泥重量 $O_m = 60\,000\text{g}$ 。

(6) 分析用沉积物湿样重量为 $M_s(\text{g})$ 。

(7) M_s 中宇宙尘总量 $N_m(\mu\text{g})$ 。

本文 1987 年 5 月 4 日收到。

* 国家自然科学基金资助项目。

表1 北太平洋20个表层站位沉积物中宇宙尘(大于60 μm)含量

样号	沉积物湿重 (g)	宇宙尘					
		铁球	硅球	玻球	总粒数	总重 (μg) [*]	每克湿样中含量 (μg)
M2	4230	154	64	1	219	29900	7.07
M6	385	12	15		27	3600	9.35
M8	1205	14	10		24	3300	2.74
M10	907	2	5		7	1000	1.10
M11	1718	16	11	2	29	3900	2.27
M15	562	1	3		4	400	0.71
M21	2850	61			61	8600	3.02
M赤	1140	22	18	1	41	5500	4.82
N2	1576	6	1	1	8	1100	0.70
N3	1936	16		1	17	2400	1.24
N4	855	29			29	4100	4.80
N11	386	14			14	2000	5.18
N12	176	1			1	200	1.14
N13	1250	23			23	3200	2.56
N15	1877	44	4	3	51	7100	3.78
N17	991	7			7	1000	1.01
N20	1174	12	22		32	4500	3.83
N26	1732	63	3		66	9300	5.37
N39	1372	6	4		10	1400	1.02
N41	500	3	9		12	1600	3.20
平均	1341	25.3	8.45	0.45	34.1	4700	3.25

* 计算时,每粒铁球平均重量为140.8 μg (8粒);硅球和玻球平均重量为128.9 μg (18)。

2. 公式推导

(1) 根据沉积速率 ν 计算沉积 h 厚度软泥所用时间 T :

$$T = 1000 \cdot h \cdot \nu^{-1} = 16.7 \times 10^4 (\text{a}), \quad (1)$$

(2) 根据分析样中宇宙尘总量 N_m 计算开口面积为 S_g 的挖泥斗一次挖掘泥样中宇宙尘总量(T 年中):

$$C_m = \frac{N_m \cdot O_m}{M_s} \quad (2)$$

(3) 根据(2)计算在 T 年里降于整个地球表面的宇宙尘总量:

$$E_m = \frac{N_m \cdot O_m \cdot S_g}{M_s \cdot S_g} \quad (3)$$

(4) 根据(1)和(3)计算地球表面宇宙尘年降落量 M_y :

$$M_y = \frac{N_m \cdot O_m \cdot v \cdot S_e}{M_a \cdot S_e \cdot h \cdot 1000} = 73.44 \frac{N_m}{M_a} \quad (4)$$

最终公式(4)中的 73.44 为本次测定中计算公式里的常数。

三、结果与讨论

利用上述推导公式,根据调查区内各表层站位及 M14 柱状沉积样顶部(0—0.3m)样中宇宙尘的含量,计算各站相应宇宙尘年降落量值列入表 2,并同文献值进行对比。

由表看出,各站年降落量值比较接近,在百吨级和千吨级范围内。另外,同文献值相比,这些测定值比较接近于前人使用同种方法得到的结果^[6]。

表 2 地球表面宇宙尘年降落量测定结果和对比

样 号	粒径 (μm)	降落量 (t/ka)	样 号	粒 径	降落量 (kg/a)
M2	>60	5191	N11	>60	3805
M6	>60	6867	N12	>60	584
M8	>60	2011	N13	>60	1880
M10	>60	810	N15	>60	2778
M11	>60	1667	N17	>60	741
M15	>60	523	N20	>60	2815
M21	>60	2216	N26	>60	3943
M赤	>60	3543	N39	>60	749
N2	>60	513	N41	>60	2350
N3	>60	910	M14(0—0.3m)	>60	1799
N4	>60	3522			
矢吹贞代	>10	10^2-10^3	太平洋沉积物	1972 ^[4]	
Laevastu	>25	10^2	太平洋沉积物	1955 ^[4]	
Petterson	>30	$2.4-5 \times 10^3$	太平洋沉积物	1958 ^[4]	
Petterson	>30	3.3×10^3	地中海沉积物	1960 ^[4]	
シイールな	>15	1.8×10^3	南极雪中	1961 ^[11]	
シュシット	>10	1.2×10^3	南极雪中	1963 ^[11]	
グジエビンな		6×10^3	地中海沉积物	1964 ^[11]	

必须指出,本测定中尚存在一些局限因素,如宇宙尘颗粒粒径限于 $60\mu\text{m}$ 以上,沉积速率取平均值,以及难免在镜下挑选过程中会有被遗漏掉的尘埃粒子。这也是任何研究者在使用同种方法计算时必然会遇到的局限因素,虽如此,作为使用大面积深海沉积测定地球表面宇宙尘年降落量的范例,这些宝贵资料还是值得各有关学科参考使用的。

参 考 文 献

- [1] Peng Hanchang et al., *Properties and Interaction of Interplanetary Dust* (Eds. R. H. Giese and P. Lamy), 1985, 163—168.
- [2] 柴之芳等,中国科学, B 辑, 1986, 10: 1089—1099.
- [3] 国家海洋局,中太平洋北部锰结核调查综合研究报告, 1986, 65—71.
- [4] 宋春青等,地质学基础, 1979, 7.
- [5] 矢吹贞代等,宇宙塵の研究(VIII)-海底泥(IP 番号 V-21-116)中の宇宙塵について, 48(1972), 80—86.