

# 西藏泽当地区的宇宙尘

梁日暄 宛传永 王炳熙 彭佑华

(中国地质科学院地质研究所) (西藏地质二队)

宇宙尘也称微陨石<sup>[1]</sup>、陨砂<sup>[2]</sup>、微玻璃陨石<sup>[3]</sup>，我国海南岛、雷州半岛产的玻璃陨石称为雷公墨<sup>[4]</sup>，其中也有微玻璃陨石，或称为显微熔融石<sup>[5]</sup>。

宇宙尘最早是1872—1876年英国“挑战”号考察船在大洋底淤泥中发现的<sup>[6]</sup>，Murray根据这些宇宙尘球粒表面构造特征与铁质陨石相似，认为它们是宇宙物质，称它们为宇宙球 (Cosmic spherules)。但当时因技术条件所限，只是推测它们为地球外物质。后来，人们采集了大量的样品，作了很多研究工作并证实是地球外物质。

宇宙尘分布很广，从空中到地面，从陆地到海洋，从现代沉积到古老地层中都有分布。两极冰川中也有发现。我国燕山震旦纪地层中<sup>[7]</sup>、吉林地区石炭纪地层中、本溪地区古老的变质岩中、烟台地区的胶东群中、北京顺义地区第四纪更新统地层中都有发现。国家海洋调查船“向阳红09号”在1978—1979年于中太平洋西部深海中采到了深海宇宙尘<sup>[8]</sup>。陨石雨陨落区也有发现<sup>[9]</sup>。据统计每年散落到地球上的宇宙尘达 $10^3$ — $10^4$ 吨，其中 $10\mu\text{m}$ 以上的有 $4.8 \times 10^{16}$ 个<sup>[10]</sup>。

宇宙尘的研究有助于了解太阳系的物质来源、形成和演化，特别是对地球的成因，表生地球化学中物质的平衡以及对空间飞行等都有着重要意义。

人们所能得到的球外物质，除陨石和“阿

波罗”从月球上取回的岩石样品外，那就是宇宙尘了。它们可以为人类研究宇宙奥秘带来天外信息。因此，它们都是非常珍贵的宇宙物质。

## 一、本区宇宙尘的发现

本文所研究的宇宙尘，是笔者在雅鲁藏布江蛇绿岩带东部罗区超基性岩体内的沟谷中采集的一个自然重砂样品中发现的。这是西南地区首次发现，这一发现使我国又增加一个宇宙尘的分布区。样品为现代冲积砂。样品体积约为0.2立方米，我们把它筛分为不同粒级，在小于80网目的粒级中，在双目镜下找到了百余颗不同颜色的透明或不透明发亮的细小球状和椭圆状宇宙尘。

## 二、本区宇宙尘的一般特征

(一) 形态：宇宙尘的形态是多种多样的，但以球形为最多。本区也不例外，已发现的宇宙尘中，95%以上为球形 (图版 I—38018)，仅有少量为椭球状、滴状、半个球状及空心球状等。

(二) 粒度：本区宇宙尘的粒度和深海宇宙尘及老地层中的一样，粒度都很细小，最大的直径在1毫米左右，最小的为0.05毫米，平均在0.15毫米左右，一般为0.1—0.3毫米。有人把海南岛的雷公墨称为宇宙尘，这样，就把宇宙尘和陨石两者之间的大小界线混淆了。从现有资料可知，陆地和深海中的宇宙尘都小于1毫米，所以陨石和宇宙尘

的大小界线宜以 1 毫米为界。凡大于 1 毫米者应称为陨石，小于 1 毫米者称为宇宙尘。

(三) 一般物理性质：宇宙尘多具有磁性，从硅酸质到铁质磁性越来越强。各种宇宙尘球粒颜色也不同。硅酸质多无色，淡黄绿色，有的微带棕褐色。透明到半透明。多为玻璃光泽。铁质球粒多为黑色，少数为黑红棕色。多具黑色熔壳、金属光泽。都具脆性、易碎。断口参差不平。无色透明的玻璃球的折光率约为 1.545 (只测一颗)。

### 三、宇宙尘表面及断面构造特征

宇宙尘球粒的表面和断面有着各种构造形态，特别是铁质宇宙尘表面形态最为复杂。硅酸质宇宙尘较为简单，其表面和断面多为光滑无纹。下面就本区宇宙尘表面及断面构造形态作一简单的介绍：

#### (一) 表面构造形态：

1. 皱纹状构造：这是铁质宇宙尘中最为发育的特征构造形态。形似脑纹，其特点是像有序但实为无序的一些皱纹紧密排列。归纳起来有如下几种：

(1) 似文象皱纹构造：球体表面皱纹隆起与洼陷构成相互重叠的扭曲条带，形成文象构造 (图版 I—38009)。

(2) 流纹环状皱纹构造：在球体的一极 (可能是球体运动的前峰) 皱纹呈放射状沿子午线方向分布。有似从极点向四周流动之势，而球体中部则呈环状 (图版 I—38111)。

(3) 雪花状或蛛网状皱纹构造：球体表面的一点向外呈放射状粗皱纹，而另一组互相平行的细皱纹垂直粗皱纹，形似蛛网 (图版 I—38010)。

上述数种皱纹构造，虽然它们的微细形态各有特点，但它们的成因却是相同的，都是熔融液滴在急速冷凝过程中形成的。

2. 辐射状裂痕构造：表面裂痕呈辐射状沿子午线方向分布，裂痕之间收缩纹分左右两组平行排列，垂直于裂痕纹。辐射线收

敛于极点，极点有一凸出小锥，形似“火山锥”，在“火山锥”的四围有如花瓣状“溶岩流”分布。这种构造也是熔融液滴急速冷凝收缩形成的。其形成过程可分两个阶段，开始时冷凝速度比较缓慢，表面形成较均匀微细的皱纹，而内部尚为液态，后来冷凝速度增大，外壳收缩产生裂痕并因收缩力迫使内部液态物质从极点流出而形成上述构造 (图版 I—38104)。

3. 鱼鳞坑状气印构造：这是一般陨石表面常见的、引人注目的一种构造特征，但在宇宙尘表面很少见到。其特点是在宇宙尘球粒表面有规律的排列着鱼鳞状的小凹坑。对于这种小凹坑的成因还不太清楚，有人认为是由于陨落到大气层时产生烧蚀而形成的\*；也可能是由宇宙射线轰击的结果 (图版 I—31029)。

4. 气孔状构造：这种球粒表面比较光滑，而气孔不规则地分布在球体的一侧。气孔大小不同，向球体内延伸的深度不一。这种气孔可能是由于球体中含有气体，当球粒运行在某一特定环境时，内部压力增大，气体从球体一侧逸出而形成的 (图版 I—38013)。

5. 碎裂状构造：宇宙尘球体表面光滑，无皱纹，球体内部成分也很均匀，从断面上未见有特殊构造。碎裂纹在球体表面清晰可见。这种碎裂纹可能是在液滴缓慢冷凝过程中收缩而成，或在高空飞行中互相撞击的结果 (图版 I—38007)。

6. 冲击坑构造：这种构造发育普遍。其特点是球粒表面发育大小不一，多少不一，形态相似的凹坑。其成因是球粒在塑性状态下互相撞击的结果 (图版 I—38009, 38101)。

7. 球粒状构造：这种构造的特点是宇宙尘球粒由无数更小的球体无一定规律的相互粘在一起组成。其成因可能是熔融液滴在

\* 陨石上的气印。林同骥等，1981年10月。

缓慢的冷却过程中, 其内由无数结晶中心同时结晶成晶芽的结果, 也可能是直接由许多塑性状态微小球体相互粘结而成(图版 I—38005)。

8. 钮扣状或葵花构造: 这种构造也称“达尔文玻璃”结构, 是宇宙尘的特征构造。光滑的一端为出露的铁镍合金核(可能是前峰), 其周围为铁质熔融物向后端流动, 形成似花瓣状皱纹, (图版 II—38102)。

#### (二) 断面构造形态:

断面构造形态从我们已磨好的几个光片来看, 比较简单, 没有表面构造那么复杂。现就几个较为特征的断面构造形态简述如下:

1. 席纹状构造: 断面由无数不规则状灰白色磁铁矿斑点组成近三角形席纹状骨架花纹, 包围深灰色富铁—硅的玻璃(图版 II—31037)。

2. 球粒状构造: 这种断面构造形态和其表面构造形态一样, 由无数微小球体或近方形或不规则形颗粒粘结而成。由微小球体组成的断面, 小球体之间为无规律的紧密排列(图版 II—31017)。小球多为同心环状(图版 II—31016)。断面由方形或不规则形颗粒组成时似有规律紧密排列(图版 II—31018)。这种方形、不规则形或多边形颗粒的形成可能是由半凝固状态的液滴相互粘结并由凝聚力挤压的结果。

3. 熔蚀边构造: 主要见于硅质玻璃球断面。熔蚀边呈典型港湾状多层构造。最外层可能为熔壳(图版 II—31002)。从断面看其熔蚀程度不同, 一侧较弱, 另一侧较强, 港湾较深, 可能是陨落前峰。

4. 双层构造: 这种构造是宇宙尘的典型构造(图版 II—31009)。其特点是最外层为熔壳, 很薄, 黑色, 相当于“蛋壳”, 其内为方铁矿, 较厚, 相当于“蛋白”; 中心为铁镍合金核(箭头所指处), 相当于“蛋黄”。

这种核往往不在中心, 而偏向一侧。铁镍合金核具有不规则的龟裂纹。

5. 空心球构造: 这种构造也很普遍。其特点是只是一很薄的壳, 中心为空腔, 表面具孔洞(图版 II—38016)。其成因可能是原来内部为铁镍合金, 并有气孔通向表面。当它们陨落到地球后遇水中酸类将其内部的铁镍溶解从气孔中流出, 而外壳不易溶解, 便形成了这种空心球<sup>[11]</sup>。

#### 四、本区宇宙尘的矿物及化学组成特征

宇宙尘颗粒虽然很小, 但它们的矿物组成是相当复杂的。因而它们的化学组成也是相当复杂的。如有的球粒为双层构造或多层构造, 而每层的成分又不相同。再加上多数为玻璃质, 结晶程度又较差。因此, 想定出它们确切的矿物名称是很困难的。在此, 我们根据镜下及 X-光分析, 电子探针分析的结果, 概略地将本区宇宙尘分为硅酸质宇宙尘和铁质宇宙尘。硅酸质宇宙尘又可分为硅酸质玻璃和铁—石质宇宙尘(表 1)。

由表 1 可以看出, 2—4号样品其化学成分接近于雷公墨, 但  $\text{SiO}_2$  略高。3—2号样品(熔壳与核之间的方铁矿)和 3—2—1号样品(铁镍合金核)是一个铁质球粒断面的两个部位, 与中太平洋深海宇宙尘成分相似。2—2号样品的成分相当于月壤中钙长石成分的玻璃。1—1号样品为富铁质硅酸玻璃, 而 1—1—1号样品为磁铁矿(1—1号和 1—1—1号为图版 II—31037 中的两种不同成分), 在成分和结构上和深海宇宙尘相同<sup>[13]</sup>。为了便于对比, 我们将部分球外物质的化学成分也列于表 1。

根据以上分析资料可将本区宇宙尘的矿物组成大致分为: 石英玻璃、钙长石质玻璃、富铝铁玻璃、方铁矿、铁—镍合金混合物和磁铁矿、钙铁辉石(?)等。这些物质在化学成分上与表 1 中所列的球外物质极为相似。

表 1 本区宇宙尘及部分球外物质电子探针分析结果

| 氧化物<br>样<br>号         | 氧化物               |                                |                  |                  |      |         |                  |                                |      |        |      | Fe | MnO | Ni | 备注 | 照片号 |                            |                       |
|-----------------------|-------------------|--------------------------------|------------------|------------------|------|---------|------------------|--------------------------------|------|--------|------|----|-----|----|----|-----|----------------------------|-----------------------|
|                       | Na <sub>2</sub> O | Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | SiO <sub>2</sub> | K <sub>2</sub> O | MgO  | CaO     | TiO <sub>2</sub> | Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | FeO  | MnO    | Ni   |    |     |    |    |     |                            |                       |
| 硅<br>质                | 2-2               | 0.01                           | 9.12             | 42.52            | 0.02 | 0.13    | 21.04            | 0.16                           | 0.01 | 1.93   | 0    |    |     |    |    |     | 富钙的钙长石玻璃                   | 31002                 |
|                       | 2-4               | 0.17                           | 8.54             | 89.06            | 0.35 | 0.83    | 0.03             | 0.02                           | 0.10 | 2.71   | 0    |    |     |    |    |     | 二氧化硅玻璃                     | 未附                    |
|                       | 3-4               | 0.12                           | 15.29            | 54.20            | 1.08 | 2.02    | 0.18             | 0.03                           | 1.75 | 9.61   | 0.02 |    |     |    |    |     | 富铝铁玻璃                      | 未附                    |
| 酸<br>质                | 1-1               | 0.01                           | 0.85             | 27.63            | 0    | 21.70   | 0.92             | 0.04                           | 0.10 | 49.24  | 0    |    |     |    |    |     | 富铁橄榄石玻璃                    | 31037                 |
|                       | 1-1-1             | 0.25                           | 1.42             | (7.02)?          | 0    | (8.55)? | 0.04             | 0.22                           | 0.90 | 91.53  | 0    |    |     |    |    |     | 磁铁矿                        | 未附                    |
|                       | 2-1               | 0.06                           | 1.22             | 34.42            | 0    | 0.12    | 17.92            | 0.05                           | 0.35 | 25.69  | 0.08 |    |     |    |    |     | 钙铁辉石?                      |                       |
| 铁<br>质                | 3-1               | 0.14                           | 7.69             | 5.84             | 0    | 0.64    | 0.18             | 0.02                           | 0.21 | 55.89  | 0.05 |    |     |    |    |     |                            |                       |
|                       | 3-3               | 0.62                           | 10.46            | 14.13            | 0.11 | 1.42    | 0.24             | 0.03                           | 0.15 | 51.19  | 0    |    |     |    |    |     |                            |                       |
|                       | 2-3               | 0                              | 0.01             | 0.64             | 0    | 0.09    | 0.03             | 0                              | 0.18 | 98.79  | 0    |    |     |    |    |     | 磁铁矿                        | 31017                 |
| 有核<br>质               | 3-5               | 0.01                           | 1.98             | 4.94             | 0    | 0.34    | 0.20             | 0.04                           | 0.22 | 67.40  | 0.08 |    |     |    |    |     | 可能未磨出核                     | 31018                 |
|                       | 3-6               | 0.24                           | 0.91             | 7.84             | 0    | 0.37    | 0.32             | 0                              | 0.26 | 68.87  | 0.39 |    |     |    |    |     |                            |                       |
|                       | 3-2               | 0.06                           | 0                | 0                | 0    | 0       | 0.01             | 0.02                           | 0.38 | 100.15 | 0.03 |    |     |    |    |     | 壳与核之间为方<br>铁矿, 核部铁—<br>镍合金 | 31009                 |
| 球<br>外<br>部<br>分<br>样 | 1                 | <0.02                          | 1.95             | 47.60            | 0    | 3.30    | 17.10            | 1.55                           | 0.13 | 29.20  | 0.43 |    |     |    |    |     |                            | [12]P100 月球辉石         |
|                       | 2                 | 0                              | 0                | 33.40            | 0    | 16.10   | 0.26             | 未测                             | 0.07 | 48.50  | 0.54 |    |     |    |    |     |                            | [12]P103 月球橄榄石        |
|                       | 3                 | 0.08                           | 15.89            | 66.06            | 2.93 | 3.02    | 0.18             | 0.95                           | 0    | 6.11   | 0.09 |    |     |    |    |     |                            | [8] G10 中太平洋宇宙尘玻璃     |
|                       | 4                 | 0                              | 0                | 0                | 0    | 0       | 0                | 0                              | 0    | 0      | 0    |    |     |    |    |     |                            | [8] G16 中太平洋宇宙尘铁质球核   |
|                       | 5                 | 0                              | 0                | 0                | 0    | 0       | 0                | 0                              | 0    | 0      | 0    |    |     |    |    |     |                            | [8] G16 中太平洋宇宙尘铁质球壳   |
|                       | 6                 | 1.39                           | 11.69            | 73.85            | 2.60 | 1.64    | 2.11             | 0.78                           | 0    | 6.00   | 0    |    |     |    |    |     |                            | [4] P333 海南岛雷公墨 (玻璃石) |

分析者: 中国科学院矿床地质研究所黄进。

## 五、讨论

(一) 形态: 宇宙尘的形态是多种多样的, 但主要以各种球形为多。本区已发现的有球形, 椭球形和空心不规则球形。之所以多为球形, 可能是因为陨落到地球上的物质, 当它们进入大气层中, 由于与大气发生摩擦产生高温而熔为液滴。这些液滴因表面张力及温度急剧下降而凝固为球形。它们表面所具有的构造形态的多样性可能是由于所处的冷凝环境不同所致。

(二) 从成分上可以分为两大类: 铁质球和硅酸质球。铁质球又可分为有核球和无核球; 硅酸质球可分为玻璃球和铁—石质球。

(三) 宇宙尘的成因: 以前述特征, 可以清楚看到这些球粒物质和地球上的岩石、矿石和矿物在表面及断面构造上, 在化学成分上均有许多不同。因此, 我们认为它们不属于地球上的物质, 而是球外陨落到地球上的物质。关于它们的成因假说很多, 归纳起来有下列几种: (1) 地球上火山爆发形成的; (2) 工业污染形成的; (3) 闪电熔融了空中及地表物质形成的; (4) 来自地球以外的物质。前三种成因可能性很小, 因为它们基本上都属于地球内物质。而宇宙尘在很多方面用地球内物质成因是很难解释的。迄今为止, 尚未找到与这些尘埃有关的原生矿脉和它们的来源; 球粒表面的气印构造及具有铁镍合金核的双层构造等, 地球上矿物都是不存在的; 雷公墨的化学成分和当地火山喷发物有很大的差别<sup>[4]</sup>, 说明雷公墨并非火山产物。在各个时代地层中及两极冰川中发现宇宙尘也否定了工业污染的可能性。因此, 它只能来自地球以外的物质。田泽雄二把宇宙尘的宇宙成因假说归纳为下列五种<sup>[14]</sup>;

1. 来自太阳系以外的宇宙尘埃;
2. 原始太阳系星云残留微粒;
3. 小行星互相碰撞而产生的碎片;

4. 陨石进入大气层后的熔融飞溅物;

5. 地球捕获的慧星尘埃等。

O'Keefe认为月球火山成因可能性更大。我们认为, 上述几种宇宙尘成因假说都有可能。但根据我们对宇宙尘的研究, 更相信它们是陨石成因和月球火山成因。

各种成分的陨石, 当它们进入大气层后, 由于和大气高速摩擦产生高温, 使其前峰熔融成液滴, 飞溅空中, 或者陨石在空中发生爆炸, 使大块陨石变成无数陨砂, 而后在高温条件下也变成液滴。这些液滴漂荡在空中, 遇冷后迅速凝固并陨落到地球上就是宇宙尘。

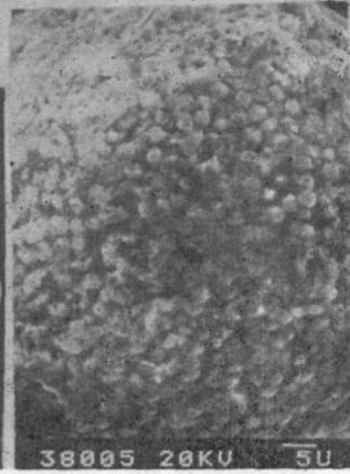
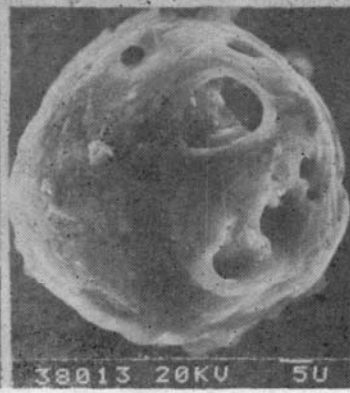
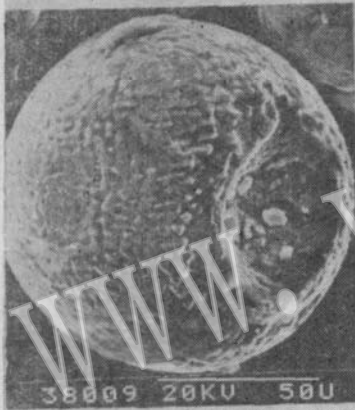
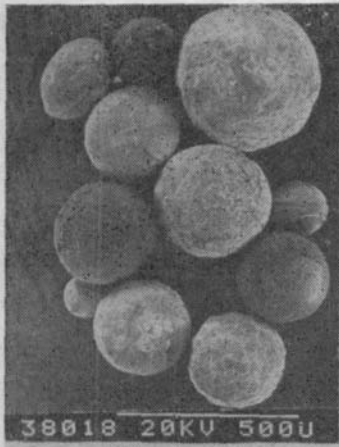
本区宇宙尘中有些成分接近于月球上某些矿物成分, 因此, 这些物质也可能是从月球上逃逸到地球上的。只要这种逃逸的速度大于月球上的逃逸速度 (2.5Km/秒), 月球上的物质就能被送到地球上。John. A. O'Keefe认为月球火山喷发速度就能起到这种作用。

在编写本文过程中王恒升先生提出了宝贵意见; 在野外工作期间得到西藏地质二队及其所属一分队严铁雄、贾荣富等同志的帮助; 陈惠兰、康志勤、刘铁山同志作了大量选矿工作; 戎合同志担任了X-光分析工作; 全部照片由杨安国同志完成, 在此一并致谢。

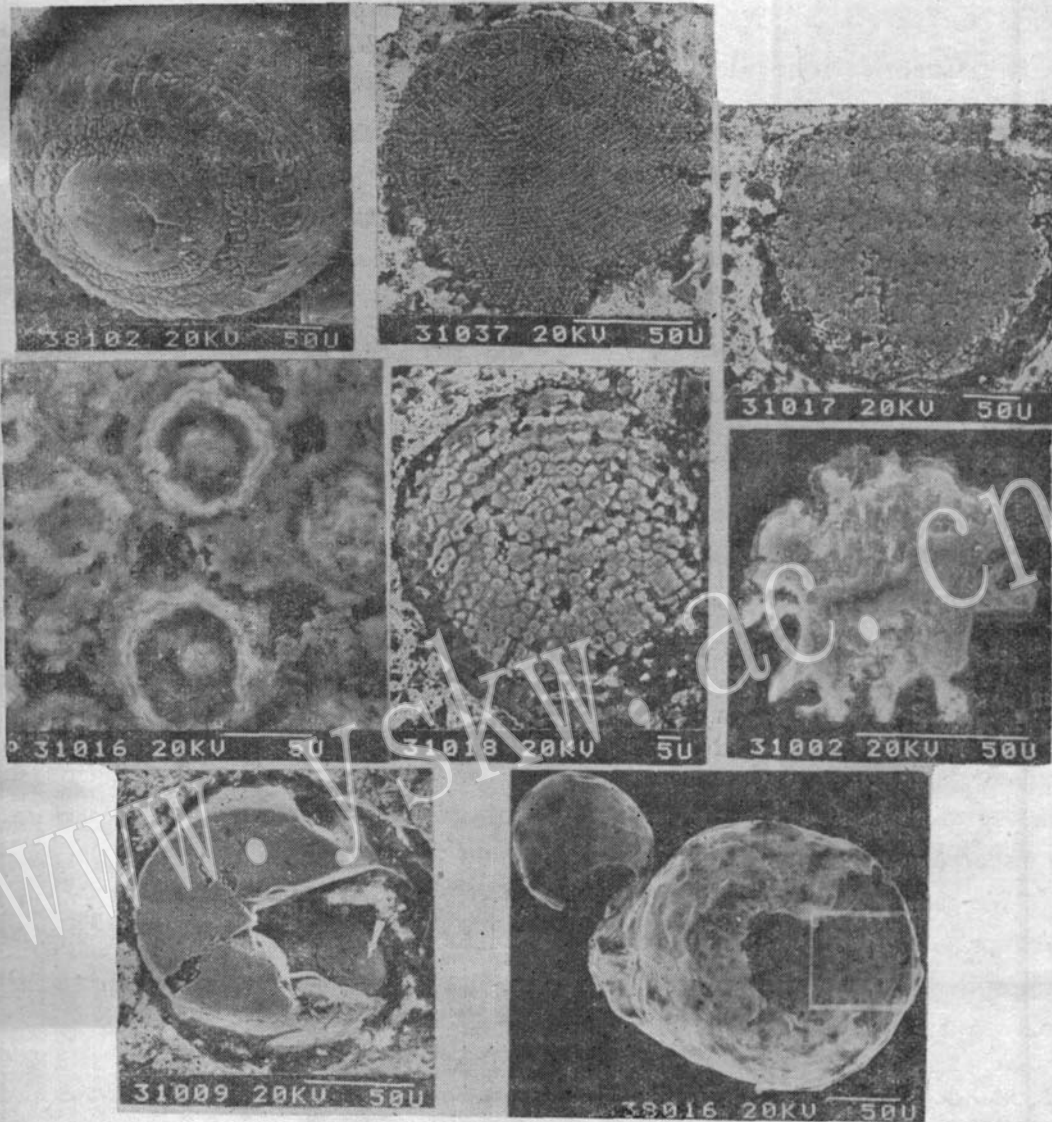
## 参 考 文 献

- [1] 王道德: 1980, 陨石类型简介, 地质地球化学, 第二期。
- [2] 赵信: 1981, 陨砂的初步研究, 长春地质学院学报, 第1期。
- [3] John. A. O'Keefe: 1979, 玻璃陨石问题, 科学, 第十期。
- [4] 袁宝印: 1981, 海南岛雷公墨 (玻璃陨石) 起源问题的初步探讨, 地质科学, 第四期。
- [5] 震师: 1981, 天外飞来过玻璃雨吗? 地球, 第一期。
- [6] H. Petterson, and K. Fredrison: 1958,

图版 I



图版 II



Magnetic spherules in deep-sea deposits. Pacific science, Vol XII, No. 1.

〔7〕 叶连俊等：1964，十亿年前的宇宙尘，地质科学，第三期。

〔8〕 彭汉昌、赵奎寰、陈穗田：1981，深海宇宙尘的初步研究，科学通报，第十一期。

〔9〕 Н. И. Заславская：1970，Сбор и предварительное образыов почвы из района падения СИХОТЭ—АЛИНСКОГО метеоритного дождя. Метеоритика Вып XXX.

〔10〕 山越和雄：1979，深海底の宇宙塵—微小

球粒の起源と特性，海洋出版株式会社。

〔11〕 小林和男：1977，海洋底地球科学，p. 239。

〔12〕中国科学院贵阳地球化学研究所：1977，月质学研究进展，科学出版社。

〔13〕 M. B. Blanchard et:1980, Meteoroid ablation spheres from deep-sea sediments. Earth and Planetary Science Letters. Vol. 46, No. 2, p. 178—190.

〔14〕 田泽雄二：1979，深海底堆积物中の宇宙塵の鉱物学的特征，海洋科学，第六期。

## Cosmic Spherules from Zedang, Xizang (Tibet) in China

Liang Rixuan, Wan Chuanyong, Wang Bixing, Peng Yuhua

### Abstract

The cosmic spherules have been found from heavy fraction of placer near the Luobu ultramafic rock body in Zedang, Xizang. According to their characteristics of surficial texture and the compositions, the spherules can be divided into two groups: silicate and iron. They are similar to those from present-day deep-sea sediments and ancient strata.

The iron spherules are characterized by distinctive surficial textures, such as wrinkled, air-etched, break-cracked and buttonlike. Most of the iron spherules discovered in this area are dominantly globular, black in colour and with metallic luster. They possess black fusion crust and weak magnetism. The diameters of spherule range from 0.05 to 1 mm. Some particles are polylayered in cross section. The outmost fusion crust is composed of magnetite, the interior of wüstite. The core is of Ni-Fe metal.

The silicate spherules are less abundant. They are also globular with smooth surface of weak magnetism, and may be divided into two types: colourless-transparent and brown-subtransparent.

We suggest that most of the iron and silicate spherules might be the droplets sprayed from the fusion crust of a meteorite as it ablates by grazing in atmosphere, or these spherules would have been produced by extrusion of the lunar volcano.