

宁强碳质球粒陨石的岩石、 矿物特征研究

王锡岳 张慧敏

王思潮 吴月珍

(地矿部南京综合岩矿测试中心)

(中国科学院南京紫金山天文台)

主题词: 宁强; 碳质球粒陨石; 岩石; 矿物

提 要: 宁强碳质球粒陨石的结构复杂, 有粒状、斑状和炉条状等结构。球粒分为玻璃质和晶质两种, 聚合体含量丰富、形态各异, 有钢性和塑性两种聚合体。目前已查明的矿物有 20 余种, 主要是镁橄榄石、贵橄榄石、顽火辉石、普通辉石和黄长石类矿物等。在宁强陨石中出现罕见的方解石、白云石。不透明矿物有陨硫铁、铁纹石—镍纹石、镍铁矿、磁铁矿和非晶质碳质。 Fe/SiO_2 为 0.71—0.72, SiO_2/MgO 为 1.37—1.40。根据化学及矿物特征, 该陨石应属 C₂ 群。

1983年6月25日19时许, 在陕西省宁强县燕子砭的安家山, 张家合、院子坝和姚家巷等地陨落了四块陨石。这是我国首次收集到并被研究的碳质球粒陨石, 下面我们就其岩石学和矿物学等特征进行讨论。

一、宁强碳质球粒陨石岩石特征

陨石共有四块, 分别落在安家山、院子坝、张家合, 姚家巷村。该陨石外壳为褐黑色—炭黑色 (照片1), 壳厚约0.3—1毫米, 并随着壳的厚度颜色加深。新鲜面呈灰黑色, 在这些灰黑色的基质中, 无规则嵌布着灰白色的球粒和聚合体 (照片2), 粒径一般在1—4毫米, 较

表 1 宁强陨石特征表

Table 1 Characteristics of Ningqiang chondrite

陨落地点, 东经/北纬	陨 石 特 征
安 家 山 105°54'4"/32°55'5"	落地碎成4小块, 原呈椭圆形, 长轴10厘米, 短轴7厘米, 熔壳流纹和旋转条纹明显, 颜色呈红褐—褐黑色。重3100克。
张 家 合 105°54'8"/32°55'1"	落地已碎、残块呈圆块状。长轴近似短轴为7厘米左右。残块重376克。
院 子 坝 105°55'0"/32°55'0"	碎裂, 原似馒头状, 长6厘米, 高5厘米, 熔壳厚1毫米, 呈黑褐色、重350克。
姚 家 巷 105°54'5"/32°53'8"	形似“斧头状”, 侧面呈弹头状, 斧头底宽4.5厘米, 刃宽约8.5厘米。熔壳一面呈黑色, 表面具流纹。另一表面粗糙, 呈褐黑色, 是球粒或聚合体熔壳残留物所致, 780克。

大者可达8毫米。硬度低,易碎、污手。陨石体重为2.78克/厘米³。

二、陨石的结构构造特征

(一) 熔壳

熔壳可分为原生和后生两种,原生熔壳系指陨石进入大气层直至落地全过程所形成的外壳,这类熔壳较厚,一般在0.7—1毫米,颜色为黑色,表面有流纹构造—旋转构造和似鱼鳞构造。后生熔壳是陨石进入大气层,在陨落过程中由于某种应力作用而破碎,破碎后在新鲜面上形成的熔壳。

经扫描电镜观察,从熔壳横断面的表层向内依次是玻璃质,半玻璃质和球粒聚合体,基质三部份组成。玻璃质中气孔发育,个体较大,并且往往相互连通,长轴方向平行纵断面方向,酷似藕孔,半玻璃质气孔小,呈单体出现,并往往有残晶和球粒,表明尚未达到全熔状态。表层与内层界线明显,说明熔壳向内1毫米处基本没有发生热变质作用。

(二) 球粒

宁强球粒陨石就球粒形态而言,有圆形、浑圆形、椭圆形、扇形和各种不规则状的球粒;按结晶程度和内部结构,有玻璃质球粒、半玻璃质球粒、复合球粒和一系列粒状和斑状球粒等等(照片3—6)。现将球粒的主要结构类型和特征分述如下:

(1) **粒状球粒结构** 此种球粒主要是由半自形、自形辉石和橄榄石组成(见照片3、5),其中有等粒状球粒、不等粒状球粒和一系列斑状球粒,反映它们的形成和演化不尽相同。

(2) **包含、包裹球粒结构** 在球粒中还包含或包裹着另一小球粒(见照片5),当被包之球粒全部包裹称包裹球粒结构,部分包裹称包含球粒结构。

(3) **净边球粒结构** 在球粒或球屑边部存在着一环状亮带,宽度不等,一般在0.01—0.1毫米(照片3),多数亮带是在破碎前形成的。

(4) **炉条状球粒结构** 球粒中的辉石、橄榄石呈条带状分布,条带间往往是一些维晶、微晶矿物,貌似炉条故称炉条状结构(见照片6)。

(5) **束状球粒结构** 辉石呈束状和纤维状晶出,形似草束,束的间隙为辉石和橄榄石等微晶矿物。

(6) **复合球粒结构** 两种以上不同结构的球粒共同组成一个球粒,这类球粒比较普遍,种类繁多,形态也很复杂。应注意的是球粒中有破碎,旋转、穿插交代、塑性变形等等现象。因此,进一步研究球粒类型和成因有重大的科学意义。

(三) 聚合体(难熔包体)

宁强陨石中聚合体含量较丰富,分布也广泛,形态极其复杂,有蠕虫状,火焰状和各种不规则状(见照片2)

为了查明聚合体的组成,在两个较大的颗粒的不同部位进行电子探针分析,其结果见下表:

从上述两个聚合体分析结果表明,矿物组成主要是黄长石类矿物,第一个聚合体中部以钙铝黄长石为主,而边部则以镁黄长石为主,在第二个聚合体上共分析了10个点,其成分与镁黄长石和透辉石类矿物相近(见5和6),分析结果还表明,有的颗粒有分层性,但有的颗

表 2 聚合体电子探针分析结果

Table 2 Electron microprobe analyses of aggregates

		MgO	Al ₂ O ₃	Na ₂ O	SiO ₂	K ₂ O	CaO	FeO	Cr ₂ O ₃	TiO ₂	MnO	总计
椭圆形隐晶质 粒径0.5毫米	1	0.13	35.82	1.41	42.82	0.03	18.01	0.18	0.03	0.14	0.03	98.6
	2	17.72	1.99	0.11	53.97	0.01	25.00	0.50	0.26	0.17	0.01	99.94
	3	15.03	7.74	0.11	48.76	0.01	27.02	0.28	0.40	0.64	0.05	100.10
椭圆形隐晶质 粒径6毫米	4	0.00	35.10	0.23	40.71	0.03	21.23	0.34	0.00	0.04	0.02	97.69
	5	18.44	1.00	0.08	35.30	0.00	24.87	0.34	0.03	0.02	0.03	100.11
	6	13.57	33.54	0.19	27.45	0.00	19.23	4.93	0.19	1.61	0.01	98.71

1. 中部4个点的平均值; 2. 左右两个点的平均值; 3. 上下两个点的平均值; 4. 上部1点的分析值; 5. 左右两个点的平均值; 6. 下部1点的分析值。

电子探针由张淑若、王美华分析, 下同。

粒组分很零乱, 说明聚合体成份是十分复杂的。

(四) 基质

宁强碳质球粒陨石的基质较一般的普通球粒陨石的基质更为细小, 加之碳质污染, 所以在一般的光学显微镜下几乎不透明, 黑棕色。根据偏光显微镜下4个薄片统计, 基质和球粒(包括橄榄石、辉石晶体)各占45%左右, 微晶聚合体占10%左右。为了进一步了解基质的矿物组成, 做了X光衍射和扫描电镜分析, 结果表明是由非晶、潜晶、雏晶和微晶质及一些细小的球屑、晶屑等组成。粒径一般在0.001毫米以下。X光分析结果证明基质矿物与全岩的矿物基本相同, 仅镁橄榄石和斜方辉石等结晶较好的矿物含量偏低。

三、矿物特征

经初步工作, 目前已查明宁强碳质球粒陨石透明矿物有镁橄榄石、贵橄榄石、顽火辉石、普通辉石、钙铝黄长石、镁黄长石、尖晶石、磷钙石、磷灰石、方解石、白云石、陨石英、培长石、钠长石。不透明矿物有陨硫铁、镍铁矿、铁纹石、镍纹石、磁铁矿、镍黄铁矿、铬铁矿等20种, 现将矿物特征简述如下:

表 3 镁橄榄石电子探针分析结果

Table 3 Electron microprobe analyses of forsteriites

氧化物 特征	SiO ₂	MgO	Al ₂ O ₃	FeO	CaO	K ₂ O	TiO ₂	MnO	Na ₂ O
1 无色*	42.01	57.43	<0.01	<0.01	0.35	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
2 无色*	41.99	57.03	<0.01	<0.12	0.54	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
3 无色	39.05	54.60	0.13	4.18	0.23	0.01	0.04	0.04	0.03
4 无色	40.09	57.43	0.23	0.47	0.45	0.01	0.07	0.00	0.05
5 浅黄	41.76	57.34	<0.01	0.16	0.57	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
6 浅黄	40.46	57.56	0.26	0.57	0.34	0.01	0.12	0.02	0.08
7 白色	41.91	57.16	<0.01	0.17	0.63	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01

* 样品由庄世杰分析, 下同。

镁橄榄石 无色—淡黄色, 粒状、球粒状, 镜下呈自形—不规则粒状, 粒径一般在0.1—0.3毫米, 折光率 $N_{g1.668}$, $N_{m1.650}$, $N_{p1.636}$, $2V=79^{\circ}(+)$, 极少数 $2V=86^{\circ}(+)$, 化学成份列于表3。

根据7个探针分析Fa一般为5, 并与折光率查得的Fa是吻合的。

镁铁橄榄石 物理性质: 灰白—黄绿色, 半透明—不透明, 偏光镜下淡绿色, 折光率为 $N_{g1.672}$, $N_{m1.654}$, $N_{p1.639}$, $2V=85^{\circ}(+)$ 。其化学组成列于表4。

表4 镁铁橄榄石电子探针分析结果

Table 4 Electron microprobe analyses of hortonolites

氧化物 特征	SiO ₂	MgO	Al ₂ O ₃	FeO	CaO	K ₂ O	TiO ₂	MnO	Na ₂ O
1 灰白	39.42	51.43	<0.01	9.53	0.12	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
2 白色	38.54	40.38	<0.01	19.48	1.60	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
3	41.85	42.45	<0.01	12.10	1.89	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
4	37.28	37.28	<0.01	26.42	0.27	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
5	38.70	37.76	<0.01	23.16	0.16	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01

辉石 测定结果表明, 宁强陨石中的辉石以顽火辉石—古铜辉石为主, 普通辉石次之。淡绿灰色至灰黑色, 多数为纤维柱状, 镜下为纤维状、粒状, 粒径一般在0.05—0.1毫米, 折光率 $N_{g1.663}$, $N_{p1.652}$, $2V=80^{\circ}(+)$ 。

X光晶体测定d/n值主要特征线:

① 3.17(3)、253(3)、1.475(1)。

② 3.21(3)、292(9)、2.51(10)、1.747(7)、0.620(6)、1.426(5)。

特征线表明: ①是斜方辉石, ②是单斜辉石。化学成份列于表5中。

表5 辉石电子探针分析结果

Table 5 Electron microprobe analyses of pyroxens

元 素	SiO ₂	MgO	Al ₂ O ₃	FeO	CaO	K ₂ O	TiO ₂	MnO	Na ₂ O
1	52.99	43.20	<0.01	0.87	1.43	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
2	53.96	42.64	<0.01	1.14	0.74	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
3	55.29	37.79	0.35	4.31	0.25	0.04	0.12	0.26	0.12
4	57.17	45.45	<0.01	<0.01	1.75	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
5	53.32	44.94	<0.01	2.55	1.42	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01

黄长石 电子探针分析表明: 宁强陨石中黄长石种属是很复杂的, 但主要是钙铝黄长石, 在聚合体中常见到镁黄长石, 但它们的种属还要进一步研究。

钙铝黄长石 白色微晶粒状及板状集合体, 常赋存在聚合体中, 折光率 $N_o 1.655$, $N_e 1.651$, 一轴晶负光性。

X光晶体测定d/n值主要特征线是;

4.65(3)、243(10)、2.02(9)、1.650(2)

1.554(6)、1.430(10)。化学组成列于表6。

碳酸盐 以白云石为主，方解石次之。呈隐晶质和微晶质赋存在基质中。次生方解石菱面体清楚，往往赋存在辉石晶体中。

表6 黄长石电子探针分析结果

Table 6 Electron microprobe analyses of melilites

元 素	SiO ₂	MgO	Al ₂ O ₃	FeO	CaO	K ₂ O	TiO ₂	MnO	Na ₂ O
1	27.79	3.45	25.75	0.01	41.56	0.01	0.08	0.00	0.00
2	28.59	3.36	25.89	0.01	40.34	0.02	0.00	0.00	0.16
3	22.72	2.10	37.45	<0.01	37.36	<0.01	<0.01	<0.01	22.72

斜长石 球粒中往往以基性斜长石为主，并常见到辉长辉绿结构，经测定An为81—83，平均是An82属培长石。基质中见有细粒钠长石，钠长石双晶清楚，负突起，干涉色灰白色，斜消光。

尖晶石 淡紫色至紫色，粒状均质，具环带结构，折光率N₁1.727，无环带构造的折光率N₁1.714，常与橄榄石，黄长石共生。

X光晶体测定d/n主要特征线：

4.65(3)、243(10)、2.02(9)、1.650(2)、1.554(6)、1.430(10)

磷酸盐 以磷钙石为主，磷灰石次之。磷钙石：乳白色，无色半透明—透明，不规则他形粒状，干涉色一级灰，平行消光，一轴负晶，常分布在橄榄石、辉石核部。

陨石英 实体镜下为淡肉红色，粒状，一轴晶正光性。

陨硫铁 暗古铜色，微晶粒状，反射色为棕黄色，非均质性，反射率为44.62%，维氏硬度183.3克/公斤（摩氏3.9），粒径一般为0.1—0.2毫米，常与铁纹石—镍纹石伴生，细粒与磁铁矿伴生，化学成份列于表7中。

表7 陨硫铁电子探针分析结果

Table 7 Electron microprobe analyses of troilites

元 素	Fe	S	Co	Cr	Ni
1	62.8	36.00	0.74	—	—
2	62.75	37.14	0.31	—	—
3	62.35	36.73	0.41	—	—
4	62.20	35.99	0.28	—	—
* 5	62.41	36.51	—	0.03	0.02

* 5是四个颗粒的平均值，1—4是砂矿物的分析值。

铁纹石—镍纹石 微晶粒状至不规则他形粒状，粒径一般在0.05毫米左右，反射色银白均质，反射率60.32%，维氏硬度268.0克/公斤（摩氏4.3）。化学成份列于表8中。

镍铁矿 他形粒状，粒径一般在0.05毫米，较大者可达1毫米左右，均质，反射色为银

表 8 铁纹石电子探针分析结果

Table 8 Electron microprobe analyses of kamacites

元 素	Fe	S	Co	Cr	Ni
1	93.03	0.02	0.04	—	5.84
2	92.96	0.02	0.05	—	5.63
3	92.15	0.05	0.04	—	6.14
4	94.03	0.02	0.02	—	5.41
5	93.62	0.00	0.07	—	6.36

表 9 镍铁矿电子探针分析结果

Table 9 Electron microprobe analyses of catarrinites

元 素	Ni	Fe	S	Cr	Co
1	67.21	31.47	0.02	0.13	—
2	65.16	33.58	0.03	0.12	—
3	67.76	35.27	—	—	2.60
4	63.82	34.39	—	—	1.53
5	59.71	38.42	—	—	1.62

1. 为光片分析值; 2. 为砂粒分析值; 两者都是4个颗粒分析数的平均值; 3. 4. 5是砂粒分析值。

表 10 镍黄铁矿电子探针分析结果

Table 10 Electron microprobe analyses of pentlandites

元 素	Fe	Ni	S	Co
1	46.20	19.16	33.48	0.68
2	49.08	17.28	32.94	0.35
3	48.49	16.62	32.91	0.84
4	48.28	17.17	32.95	0.12
5	48.04	17.60	33.50	0.08

表 11 磁铁矿电子探针分析结果

Table 11 Electron microprobe analyses of magnetites

元素	MgO	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	Cr ₂ O ₃	MnO	TiO ₂	SiO ₂	CaO
1	0.01	0.52	93.50	3.26	0.09	0.03	0.11	0.75
2	0.15	0.50	94.62	4.80	0.06	0.00	0.10	0.20
3	0.25	0.55	95.59	3.81	0.03	0.01	0.12	0.13
4	0.25	0.61	93.70	3.90	0.00	0.07	0.13	0.16

白色, 反射率60.90%, 维氏硬度381克/公斤。化学成份列于表9。

镍黄铁矿 古铜黄色, 粒状性脆, 金属光泽。化学成份列于表10。

磁铁矿 黑色微晶粒状, 金属光泽, 反射色为褐灰色, 均质, 多呈细分散状, 常与碳质伴生, 并见有磁铁矿、铁纹石和陨硫铁呈环带状。化学成分列于表11。

铬铁矿 颗粒细小, 常与陨硫铁伴生。

炭质 黑色不透明, 经X光衍射分析和红外分析未发现结晶碳质矿物, 故可能是非晶无定形碳, 常与磁铁矿伴生。

玻璃质 一般分布在球粒间隙, 颜色深浅不一。

四、化 学 组 成

(一) 化学分析

根据宁强陨石易粉碎和金属矿物细小等特征, 我们将样品直接磨细并通过180目筛子, 然后把样品分成磁性和非磁性两部分, 但因试样中铁元素赋存状态复杂, 加之无定形炭质干扰的原故, 给测定铁元素造成很大的困难, 因此, 在测定过程中采用物相方法, 并应用阿连

表 12 陨石的主要元素成份对比表

Table 12 Comparison of compositions in various chondrites

元 素 陨石名称	宁强碳球陨石		1 [*]	2	3	4
	张家合	安家山	阿连德	阿连德	阿连德	阿连德
SiO ₂	34.20	33.70	34.22	34.20	34.26	34.23
Al ₂ O ₃	2.72	2.76	3.06	3.36	3.18	3.27
TiO ₂	0.134	0.134	0.153	0.16	0.14	0.15
CaO	2.26	2.24	2.60	2.65	2.57	2.61
MgO	24.47	24.55	24.15	24.50	24.75	24.62
FeS	5.34	6.13	4.03	3.98	4.08	4.03
Fe	0.36	0.25	0.17	0.15	0.19	0.17
FeO	26.38	25.83	27.15	27.22	27.09	27.15
Na ₂ O	0.54	0.55	0.48	0.44	0.45	0.45
MnO	0.20	0.19	0.19	0.18	0.18	0.18
P ₂ O ₅	0.25	0.25	0.25	0.23	0.23	0.23
Cr ₂ O ₃	0.53	0.53	0.53	0.51	0.53	0.52
Ni	0.88	1.02	0.36	0.32	0.40	0.36
Pb	—	—	—	—	—	—
Zn	0.015	0.005	0.011	—	—	—
C	0.383	0.418	0.389	0.29	0.29	0.29
NiS	0.91	0.96	1.60	1.64	1.56	1.60
CoS	—	—	—	0.08	0.08	0.08
Co	0.068	0.071	0.066	0.01	0.01	0.01
Cu	0.031	0.032	0.029	—	—	—
总计	99.71	99.72	99.73	99.95	100.02	99.98

- 阿连德陨石全分析结果是本次测定的, 2、3、4见参考文献1。
化学分析由朱月英、张秀英完成。

德已知样品做内标, 分析结果与国外资料 (见 2、3、4) 吻合, 见表12。

(二) 化学参数特征

表 13 陨石的主要化学参数

Table 13 Main chemical parameters of various chondrites

陨 石 比 值	宁 强 球 粒 陨 石		阿 连 德	C 群
	张 家 合	安 家 山		
Fe/SiO ₂	0.71	0.72	0.70	0.77 ± 0.07
SiO ₂ /MgO	1.40	1.37	1.39	1.42 ± 0.05
Fe ⁰ /Fe	0.0148	0.0103	0.01	—

表 14 陨石一些数值对比

Table 14 Comparison of some compositions in various chondrites

元 素 陨 石	宁 强 陨 石		阿 连 德	C ₁	C ₂	C ₃
	张 家 合	安 家 山				
SiO ₂	34.20	33.70	34.22	22.56	27.57	33.58
MgO	24.47	24.55	24.15	15.21	19.18	23.74
C	0.383	0.418	0.389	3.54	2.46	0.46
H ₂ O	<1	<1	<1	20.08	13.35	0.99
S	2.27	2.59	2.04	6.70	3.25	2.27

从上述结果表明: 宁强和阿连德碳质球粒陨石同属W. R范旋穆斯球粒陨石分类中C类。1967年, 范旋穆斯及伍德提出成分和岩石学二维分类, 将Wiik的类型 I、II、III命名为C₁、C₂、C₃, 同时提出从C₁到C₃变质程度递增。

五、讨 论

(一) 四块宁强球粒陨石原可能来自同一母体

(1) 根据熔壳的颜色和厚度推测, 陨石可能有3—4次破碎, 第一次是进入大气层不久就裂成两块陨石碎块; 一块是姚家巷陨石, 另一块就是安家山、张家合和院子坝陨石, 前者落地后仍保留了完整外貌。从陨石表面清楚观察到两个不同阶段而形成的熔壳, 一面较平整光滑 (但流纹气印构造清楚), 壳厚约1毫米。另一面粗糙不平, 即被熔烧的残余球粒和残余晶体的似疹状突起, 壳厚约0.7毫米。安家山、张家合和院子坝陨石, 熔壳从黑色、黑褐色至红褐色几种颜色, 熔壳的厚度由0.3至1毫米, 黑色的深度与厚度成正比。因此, 可能是多次碎裂的产物。

(2) 这四块陨石矿物组合和结构构造相同。

(3) 安家山和张家合陨石化学全分析结果基本一致。

(二) 球粒和聚合体的矿物组成与外貌差异较大

(1) 球粒多数是由结晶质橄榄石和辉石组成, 而聚合体多由隐晶和潜晶质组成, 其成份与黄长石类矿物接近。

(2) 常见球粒碎屑, 并保留了钢性破碎的特征, 而聚合体则往往保留了浆屑的特征, (见照片2、4等), 表明二者在凝聚和固结时状态的差异。

(三) 聚合体成份复杂, 分布不均匀

在一个聚合体块体中部富含钙、铝, 成份同钙铝黄长石接近, 而边部富含钙、铝和镁等元素, 与镁黄长石接近。另一颗粒虽然组成同前者相近, 但分布却没有规律。

(四) 宁强陨石和阿连德陨石虽同属C群, 但它们形成的物化条件有所不同

(1) 宁强陨石含有较多的磁铁矿, 而阿连德陨石其含量很小或缺失(X光衍射分析测定)

(2) 宁强陨石中金属铁和金属镍之和为1.05%, 而阿连德陨石仅有0.36%。

(五) 根据W. R. 范旋穆斯、J. A. 伍德的化学—岩石学分类标准, 宁强陨石应属C₃—C₄型

(1) 根据橄榄石的折光率和MgO的百分含量所求得的Fa, 一般都在5%左右。

(2) 基质含有较多的单斜辉石。

(3) 球粒间见有微晶次生长石。

(4) 基质主要是火成玻璃, 半透明。

(5) 硫化镍低, 一般在0.94%左右, 金属镍较高, 大于20%。

(6) 球粒轮廓清楚, 根据矿物和结构特征陨石应属C₃—C₄型。

(六) 宁强碳质球粒陨石与一般的普通球粒陨石结构构造上的差异

(1) 普通球粒陨石基质一般以结晶质矿物为主, 而宁强陨石则以隐晶和微晶质为主, 加之碳质污染, 镜下往往呈半透明棕黑色。

(2) 普通球粒陨石纤维状球粒较多, 因此常见纤维放射状球粒和束状球粒, 而宁强陨石以隐晶质粒状和各种粒状球粒为主, 纤维状球粒很少见, 表明它们的热变质作用也不一样。

陕西省宁强县燕子砭乡沈荣林、沈中华、和季金贵等同志在样品收集和野外考察中给予了热情帮助和大力支持。中国科学院杨捷兴和王子玉等同志参加了第一阶段工作, 在此深表感谢。

参 考 文 献

[1] Jack, R. Hyde and others. The Allende, Mexico, Meteorite shower. Smithsonian Institution Press, City of Washington. 1970.

[2] 杨风英, 1985年, 国外陨石矿物学研究简介, 矿物岩石地球化学通讯, 第4期, 152页。

[3] W. R. 范旋穆斯、J. A. 伍德, 1974年, 球粒陨石的化学、岩石学分类, 地质地球化学, 第3期, 18页,

[4] 吉林陨石雨论文集编辑组, 1979年, 吉林陨石雨论文集55—125页。

[5] 王锡岳、王思潮等, 1981年, 溧水陨石的矿物成分和球粒结构研究, 地球化学, 第4期, 415页。

Study on Mineralogical and Petrographic Characteristics of Carbonaceous Chondrite in the Ningqiang Area

Wang Xiyue, Zhang Huimin

(Nanjing Laboratory of Rock and Mineral
Resources, Ministry of Geology and
Mineral Resources)

Wang Sichao, Wu Yuezhen

(Nanjing Zijinshan Astronomical
Observatory, Academia Sinica)

Key words: Ningqiang; carbonaceous chondrite; rocks; minerals

Abstract

Four chondrites fell in the Ningqiang county, Shanxi province (i. e. Longitude $105^{\circ}54'E$, Latitude $32^{\circ}55'N$) at 7:00 P. M. of 25 June 1983. About 4606g specimens have been collected.

The exterior of chondrite is a layer of fusion crust, approximately 0.7—1 mm thick. In the interior of chondrite, white gray chondrules and aggregate irregularly disperse through the black matrix, and light yellow troilite and silver gray Awaruite and iron-nickel Kamalite are observed.

The morphologies of chondrite are circular, elliptic and irregular. According to the crystalline degree, they are glassy, cryptocrystalline, microcrystalline and various porphyritic, grained chondrite texture. The forms of aggregate are more complex. But, they are largely elliptical, irregular and myrmekitic texture.

There are more than 30 types in Mineral compositions. Transparent minerals have been found as follows:

eorsterite, chrysolite, enstatite, augite, gehlenite, akermanite, spinel, apatite, monetite, calcite, dolomite, quartz, bytownite and albite.

Opaque minerals have been found as follows:

troilite, iron-nickel kamalite, pentlandite, magnetite, awaruite, chromite, and uncrystallized carbon.

Chemical composition (%):

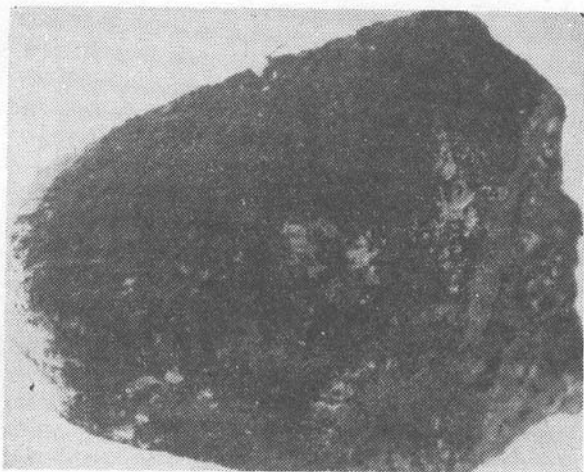
SiO ₂	33.95	Al ₂ O ₃	2.74	TiO ₂	0.134	CaO	2.25
MgO	24.5	Na ₂ O	0.55	MnO	0.20	P ₂ O ₅	0.25
Cr ₂ O ₃	0.53	Ni	0.95	Co	0.070	Cu	0.032
Zn	0.010	C	0.401	NiS	0.94		

(total 99.718)

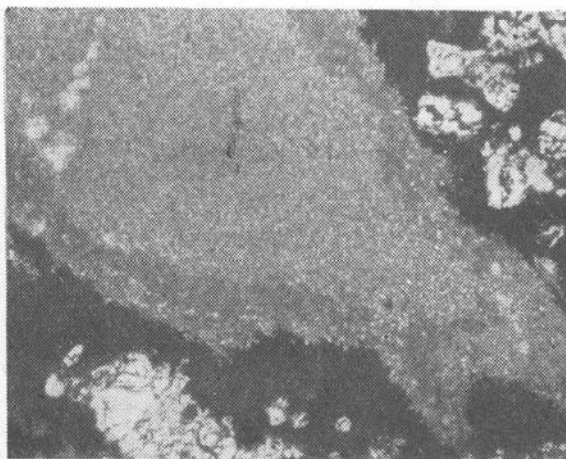
Main chemical parameters:

Fe/SiO₂ 0.72, SiO₂/MgO 1.39

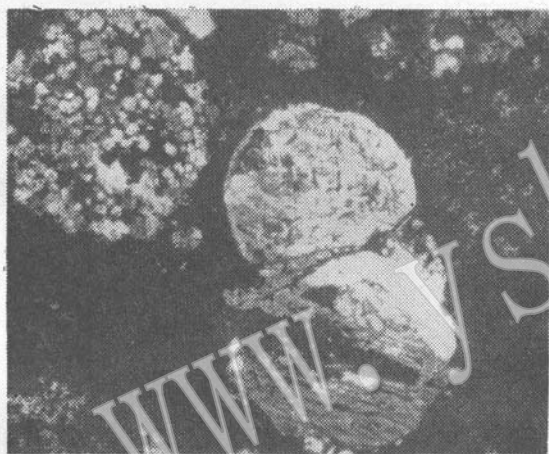
The above characteristics show that these chondrites should belong to C₃ type.



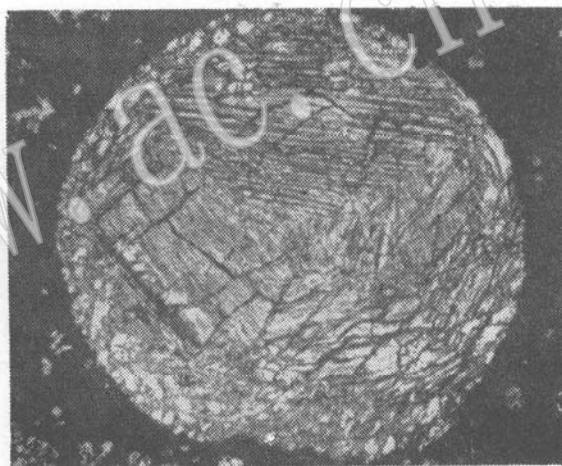
照片 1 安家山陨石，标本表面有清晰黑色熔壳和气印，熔壳表面旋转，流纹状构造清楚



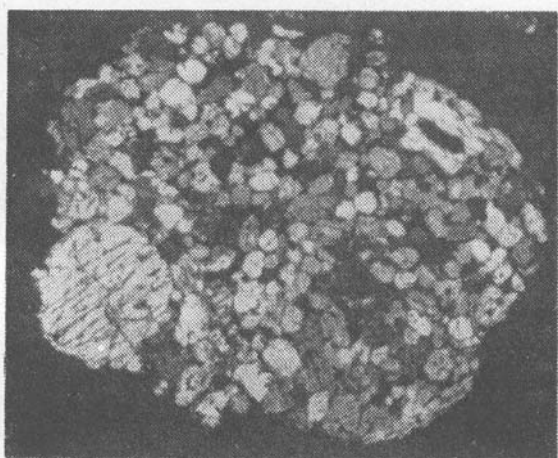
照片 2 火焰状集合体，主要由黄长石类矿物组成



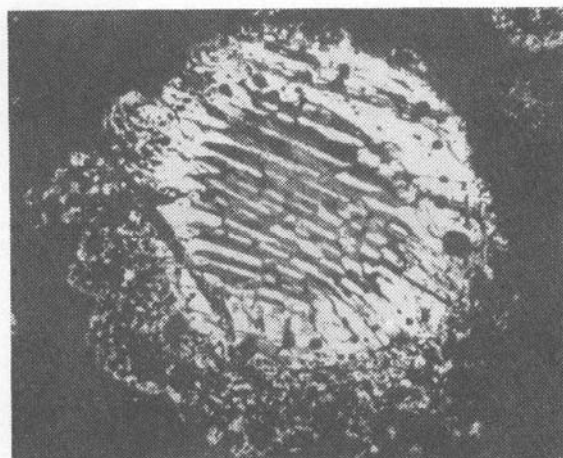
照片 3 复合球粒，上部为粒状球粒，中间为净边球粒，下面为复合球粒



照片 4 单个球粒，整个球粒由似环状生长的辉石组成



照片 5 粒状包含球粒，边部包含着橄榄石单晶小球粒



照片 6 炉条状球粒，炉条间隙是玻璃和无定形碳质