

# 鄂西磷块岩沉积序列

胡珞兰 东野脉兴 郑文忠

(化工部化学矿产地质研究院)

**提要** 鄂西震旦系陡山沱组磷块岩共有五个层位, 根据每一层磷块岩的自然类型、结构构造和物质组分等在剖面上的变化, 提出了磷块岩的宏观和微观沉积序列, 探讨了序列中磷质颗粒类型与基质及胶结物之间的联系, 并按沉积序列的发育程度划分出完整型、不完整型和无序型三种, 提出了序列类型与磷块岩工业品位之间的关系。

**关键词** 沉积序列 磷块岩 完整型 不完整型 无序型 震旦系

**第一作者简介** 胡珞兰 女 32 岁 工程师 沉积学

## 概 述

鄂西震旦系陡山沱组磷块岩主要分布在兴神保(兴山—神农架—保康)、荆襄、宜昌地区, 有五个含磷层, 由下至上为  $ph_0$ 、 $ph_1$ 、 $ph_2$ 、 $ph_3$ 、 $ph_4$ 。其中  $ph_1$  和  $ph_2$  为主要工业矿层, 笔者对具代表性的兴神保地区的瓦屋、郑象河矿区; 荆襄王集矿区; 宜昌樟村坪矿区主要工业矿层中磷块岩的组构及沉积序列进行了深入地研究。重点研究了磷块岩自然类型的结构、构造、物质组分等在纵向上的宏观与微观序列特征, 通过野外、室内工作, 研究磷块岩宏观与微观、微观中磷质颗粒类型与基质或胶结物的内在联系, 探讨了磷块岩沉积序列及各矿区磷块岩的主矿层、次矿层及非工业矿层之间的关系。研究磷块岩的沉积序列对找矿尤其是对富矿的寻找和对矿床评价有一定的理论和实际意义。

## 1 矿石类型

### 1.1 自然类型

在各矿区中主要出现四种自然类型的磷块岩, 从下至上为泥质条带状磷块岩—泥质条纹状磷块岩—白云质条带状磷块岩—致密块状磷块岩有顺序的叠置, 其矿石特征如下:

#### 1.1.1 泥质条带状磷块岩 (I) 及泥质条纹状磷块岩 (II)

在各矿区磷矿层下部都有分布, 是由灰黑色的磷块岩条带或条纹与黑色、灰黄色泥质条带或泥质条纹互层组成。下部以条带状构造为主, 条带宽 1.0—6.0cm 不等, 矿物成分以磷灰石和粘土矿物为主, 富含有机质、炭质和黄铁矿,  $P_2O_5$  平均含量 19% 左右; 向上以条纹状构造为主, 条纹宽约 1—10mm, 矿物成分以磷灰石为主, 粘土矿物、有机质量少,  $P_2O_5$  平均含量 26%。

在磷质条带或条纹中, 磷块岩主要为胶状结构, 其次是团粒结构、藻菌粒结构, 其中藻

迹发育, 常常构成层纹石磷块岩。

在泥质条带或条纹中, 泥岩以含粉砂质泥质为主, 水云母矿物常具定向排列, 含少量磷质团粒、藻菌粒。

### 1.1.2 白云质条带状磷块岩 (III)

由灰黑色磷块岩与灰、灰白色白云岩互层构成。磷块岩条带宽 2—8cm 不等, 多不规则, 连续性差, 塑性变形明显 (图版 I, 1)。矿物成分主要是磷灰石、白云石, 少量粘土矿物、硅质、有机质、炭质、黄铁矿。磷块岩条带主要为团粒结构, 次为壳粒结构。白云岩条带以粉—细晶结构的白云石为主, 时含少量磷质砂屑、核形石, 具定向性分布。

此类型在各矿区均有分布, 位于矿层的中部, 具波状层理及冲刷面和水下滑坡构造。 $P_2O_5$  平均含量 16%。

### 1.1.3 致密块状磷块岩 (IV)

由单一的黑色、灰黑色磷块岩组成, 块状构造, 矿物成分以磷灰石为主, 次为粘土矿物、硅质, 含较多的葛万藻、红藻化石 (图版 I, 2)。此类型以壳粒结构为主, 时见胶状结构与壳粒结构呈显微互层。

该类型主要分布于矿层的上部, 在区域上分布不稳定。 $P_2O_5$  平均含量为 30% 以上。

## 1.2 结构类型

1.2.1 胶状磷块岩 (A) 是由粒径为 0.05—0.5 $\mu$ m 的磷灰石超微颗粒构成。显微镜下表现为色浅质纯, 分辨不出颗粒, 呈均质性, 常见收缩裂纹。磷灰石含量高达 95% 以上, 含少量泥质、白云石、硅质、有机质、铁质、炭质等, 富含菌藻类微生物化石 (图版 I, 3)。

### 1.2.2 团粒磷块岩 (B)

主要由磷质团粒或藻菌粒和泥基质或磷基质组成。团粒是由不同类群的磷质微生物宿营、粘结在一起形成的集团——群落 (图版 I, 4)。在微观下, 团粒内部可见到细胞、藻丝体等。当所含的藻菌、有机质呈不规则同心纹状分布时, 则称藻菌粒 (图版 I, 5)。团粒粒度较均一, 一般为 0.3—0.6mm, 呈浑圆状、不规则状, 颗粒边缘模糊不清, 团粒呈紧密堆积, 颗粒间彼此粘结, 具似粒非粒之特点, 在正交镜下可影约见到颗粒界线。团粒间多以粘土矿物或磷基充填, 有时可见少量硅质。团粒含量一般 50—90%, 同时见 5—10% 的陆源碎屑掺合。

### 1.2.3 壳粒磷块岩 (C)

主要由磷质壳粒、磷基质或磷亮晶胶结物组成。壳粒是由核心和壳层两部分组成, 核心为各种磷质颗粒, 其中以团粒为主, 陆源碎屑也可以成其为核心; 壳层为垂直核心生长的纤维状磷灰石组成 (图版 I, 6)。壳层厚 0.02—0.07mm, 具同心纹结构; 同心纹一般 1—6 层。壳粒间为磷质基质或磷亮晶胶结物, 当壳粒紧密堆积时, 其充填物多为磷基质, 有时为白云石充填。壳粒含量一般 60—80%, 常有少量陆源碎屑掺合。

### 1.2.4 内碎屑磷块岩 (N)

该类型分布具局限性, 仅在荆襄  $ph_3$  构成较厚且贫的矿层, 其它几个矿区不具工业价值。内碎屑主要是砾屑和砂屑, 以砂屑为主 (图版 I, 7)。内碎屑具磨蚀痕迹, 一般砂屑较砾屑的分选性、磨圆度高。内碎屑常呈椭圆状、扁豆状、长条状及塑性变形的不规则状, 略具定向性排列, 长轴基本平行层理。粒间充填物多为白云石。

### 1.2.5 核形石磷块岩 (H) (图版 I, 8)

主要分布在  $ph_1$  白云质条带状磷块岩和  $ph_4$  中。核形石大小不一, 小者 2mm, 大者可达 35mm。同心纹层是由富藻层与富屑层互层组成, 呈不规则状, 弯曲、褶皱、波状, 宽窄不一。此类型常与磷质内碎屑共生, 充填物多为白云石、硅质。硅化较强。

## 2 磷块岩的沉积序列

通过对鄂西磷块岩的研究, 笔者发现磷块岩无论在宏观上还是在微观上都具有一定的沉积序列规律, 兹选择具代表性的矿区论述如下:

### 2.1 宏观沉积序列

由图 1 可见鄂西磷矿 (兴神保磷矿、荆襄磷矿、宜昌磷矿) 每一工业矿层 ( $ph_1$ 、 $ph_2$ ) 由下至上均依次出现泥质条带状磷块岩 (I)、泥质条纹状磷块岩 (II)、白云质条带状磷块岩 (III)、致密块状磷块岩 (IV), 特别是  $ph_1$  矿层, 这种序列极为明显。但由于古地理和沉积环境的制约, 这种沉积序列有时发育不全, 它们中间可缺失一到两个单元, 但它们仍保持这种序列特征, 如郑家河矿区的  $ph_2$  矿层就表现为 I—III 和 I—IV 的两个不完整序列, 第一个序列缺失了 II 和 IV, 第二个序列缺失了 II 和 III。

### 2.2 微观沉积序列

通过大量的磷块岩薄片观察, 发现磷块岩在微观上也表现出较强的沉积序列规律, 即不同结构的磷块岩在沉积层序上有规律的自然叠置, 沉积序列由下至上为: 胶状磷块岩 (A) — 团粒磷块岩 (B) — 壳粒磷块岩 (C)。这个沉积序列在鄂西各磷矿普遍存在, 尤以瓦至矿区最为发育。A—B—C 这种沉积序列可多次重复出现, 其中也可缺失一个或二个单元。上述矿石自然类型的宏观序列与矿石结构类型的微观序列之间也有一定的构成关系, 即宏观矿石自然类型序列的每一单元由若干微观序列的结构类型组成 (图 1), 如泥质条带状磷块岩 (I) 中, 是以 A、B、为主, C 次之; 在泥质条纹状磷块岩 (II) 和白云质条带状磷块岩 (III) 中, 则以 B 为主, A 次之; 在致密块状磷块岩中则以 C 为主, A 次之。笔者所划分的微观序列的每一个结构单元, 只是以该单元为主 (>50%), 其中还可以划分若干显微结构序列, 如图 1, 瓦屋矿区  $ph_1$  矿层的 I 中, C 单元和 A 单元均由毫米级的结构序列组成。

在基质或胶结物的成分上, 也具有一定的序列特征, 由下至上为泥基—磷基—云基 (云亮晶)—磷亮晶, 反映了水体能量逐渐增强。基质序列变化与上述结构类型单元 (A、B、C) 有密切的生成联系, A 主要分布于矿层的下部, 它常与泥岩互层; B 中常见泥基—磷基有顺序的出现, 向上可以出现云基; C 中主要是磷亮晶胶结物。研究表明, 颗粒与基质两种序列有机结合, 在剖面上 (由下至上) 构成了一个明显的磷块岩序列: 胶状磷块岩—含团粒胶状磷块岩—泥基团粒磷块岩—磷基团粒磷块岩—磷基壳粒磷块岩—云基壳粒磷块岩—壳粒磷块岩。

磷块岩宏观上和微观上的这些沉积序列并不是孤立的, 而是有成生联系和有规律的, 反映了磷块岩在整个成矿过程中的演化趋势。磷块岩的这种沉积序列是磷块岩在形成过程中微生物作用、沉积环境、古地理等条件下综合因素作用的产物。

笔者将具备 I—II—III—IV / A—B—C 发育完整的序列称为完整型序列; 而缺失其中一、两个单元的称为不完整型序列; 只有内碎屑 (N) 或核形石 (H) 者为无序型。

### 2.3 各矿区磷块岩的沉积序列特征

磷块岩的上述沉积序列在各矿均可见到 (图 1), 但由于其古地理、沉积环境、微生物作用等诸多因素的影响, 致使在总的磷块岩沉积序列下, 出现若干差别, 兹将鄂西各主要磷块岩序列概述如下:

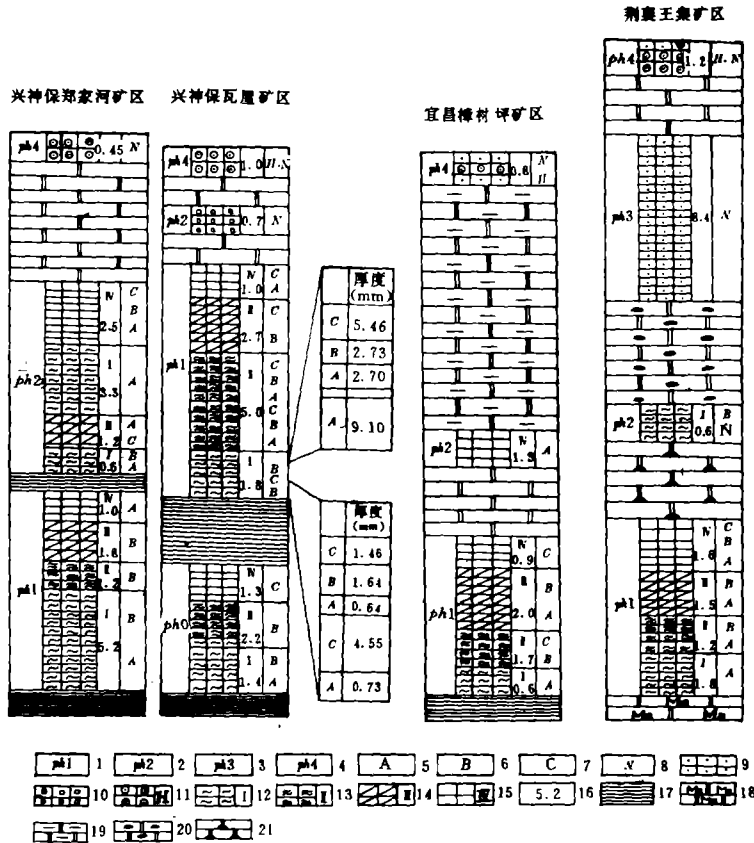


图 1 鄂西主要磷矿区磷块岩序列

Fig.1 The phosphorite sequence map in the main phosphorus deposit area of the western Hubei Province.

- 1.第一磷矿层; 2.第二磷矿层; 3.第三磷矿层; 4.第四含磷层; 5.胶状磷块岩; 6.团粒磷块岩; 7.壳粒磷块岩; 8.内碎屑磷块岩; 9.砂屑磷块岩; 10.砾屑磷块岩; 11.核形石磷块岩; 12.泥质条带状磷块岩; 13.泥质条纹状磷块岩; 14.白云质条带状磷块岩; 15.致密块状磷块岩; 16.厚度; 17.泥岩; 18.含锰白云岩; 19.泥质白云岩; 20.含硅质、磷质核形石白云岩; 21.含硅质团块白云岩。

#### 2.3.1 瓦屋矿区

瓦屋矿区主要发育  $ph_1$  矿层, 局部地方存在  $ph_0$  矿层。由图 1 可知, 在  $ph_0$  矿层中, 宏观序列为 I-Ⅱ-Ⅳ, 微观序列以 B-C 序列为主; 在  $ph_1$  矿层中, 宏观上表现为完整的 I-Ⅱ-Ⅲ-Ⅳ序列, 在微观上, 在 I、Ⅱ、Ⅲ中表现出完整的 A-B-C 序列, 在Ⅳ中则主要出

现 A-C 序列, 表明 A-C 序列构成富矿, 总结瓦屋矿区  $ph_1$  是 I-II-III-IV / A-B-C, 为完整型序列,  $ph_0$  为不完整型序列。

### 2.3.2 郑家河矿区

郑家河矿区主要发育  $ph_2$  矿层, 其次是  $ph_1$  矿层。  $ph_1$  矿层宏观上也具有 I-II-III-IV 序列, 但微观上却只以 A-B 序列韵律出现;  $ph_2$  矿层宏观上表现为 I-III 和 I-IV 不完整序列, 而在微观上则又表现为完整的 A-B-C 序列。该矿区  $ph_1$  为 I-II-III-IV / A-B 序列;  $ph_2$  为 I-III-I-IV / A-B-C 序列, 它们均为不完整型序列。

### 2.3.3 荆襄王集矿区

荆襄王集矿区主要发育  $ph_1$  和  $ph_3$  矿层,  $ph_1$  矿层宏观上的序列特征同瓦屋矿区相似, 为 I-II-III-IV 序列, 但在微观上则有所差别, 其下部主要表现 A-B 序列, 而上部则出现完整的 A-B-C 序列, 即  $ph_1$  为完整型序列。  $ph_3$  矿层既不具有宏观上的 I-II-III-IV 序列, 也不具有微观上的 A-B-C 序列,  $ph_3$  有时在外观上容易与  $ph_1$ 、  $ph_2$  中的白云质条带状磷块岩 (III) 混淆, 其实它们有本质上的差别 (表 1)。

表 1  $ph_1$ 、  $ph_2$  白云质条带磷块岩与  $ph_3$  条带状白云质砂屑磷块岩特征对照表

Table 1 The contrast table about characteristics of the  $ph_1$ ,  $ph_2$  dolomitic striped phosphorite and  $ph_3$  striped-shape dolomitic psammitic one

特 征 类 别	项 目	矿 层		$ph_3$
		$ph_1$	$ph_2$	
		白云质条带状磷块岩		条带状白云质砂屑磷块岩
宏 观 特 征	颜 色	黑灰与灰白相间出现		浅灰与灰相间出现
	主体条带	由胶状磷块岩或团粒磷块岩组成, 有时见壳粒磷块岩。		由白云质砂屑磷块岩组成
	副体条带	由白云岩组成, 含少量磷质团粒、壳粒		由含磷质砂屑白云岩组成
	条带间的界线	截 然		过渡, 是由含磷砂屑多寡而显示出条带
	I-II-III-IV 序列	位于序列中的 III, 常与 I、II、IV 互层出现		不具此特征
微 观 特 征	颗粒类型	团粒、壳粒		内碎屑, 并具有定向性, 成层分布
	充 填 物	泥质、磷质		白云质
	A-B-C 序列	有序弄		无序型
稀 土 元 素 特 征	$\sum REE$	$ph_1 = 79.98$	$ph_2 = 112.29$	230
	$\sum Ce / \sum y$	$ph_1 = 3.06$	$ph_2 = 2.01$	1.07
	Ce / Ce	$ph_1 = 0.73$	$ph_2 = 0.61$	0.53
	Eu / Eu	$ph_1 = 0.86$	$ph_2 = 0.85$	0.76
	Ceamon	$ph_1 = -0.110$	$ph_2 = -0.205$	0.237

这是由于  $ph_3$  与  $ph_1$ 、  $ph_2$  矿层的成因与形成环境截然不同所致,  $ph_3$  是在较强水动力条

件下形成的内碎屑磷块岩，它的序列特点表现为单一的 N 型，为无序型。

#### 2.3.4 宜昌樟村坪矿区

宜昌樟村坪矿区主要发育  $ph_1$  矿层，宏观上也具 I-Ⅱ-Ⅲ-Ⅳ序列，微观上为 A-B-C 序列，属完整型序列。

此外，对无矿的唐家营等地研究表明，它们虽然有  $ph_1$  和  $ph_2$  层位存在，仅可见到含磷条带粗晶白云岩和云质磷块岩，但在微观上，它的磷质颗粒类型与荆襄  $ph_3$  矿层的磷质颗粒类型是相同的，也是内碎屑磷质颗粒，宏观上的自然类型序列和微观上的结构序列都不存在，属于无序型，即贫矿或无矿型序列。

在各矿区  $ph_4$  中均可见到厚度较薄的硅化核形石磷块岩，这种磷质核形石常与磷质内碎屑共生，为单一的 H 型，也属无序型，不构成工业矿层。由此可见，由磷质内碎屑或磷质核形石组成的含磷层，不具备磷块岩所特有的沉积序列，往往只构成贫矿或根本不成矿。

### 3 序列的成因

磷块岩沉积序列、序列结构，不但见于鄂西磷矿中，而且普遍存在于我国上扬子地块上的晚震旦世和早寒武世各磷矿中。深入研究序列的成因，对阐明上升洋流、古地理、微生物活动、成磷作用、富集规律都是十分重要的。

宏观序列主要受沉积环境、古地理的控制。上扬子晚震旦世陡山沱期磷块岩几乎全部分布于鄂西-黔中陆棚<sup>1</sup>内。在此古地理单元内，较深水盆地相中形成不完整型序列，盆地中相对隆起区浅水高能带形成不完整型或无序型序列，在上述两者之间的斜坡地带形成完整型序列，也是主要工业矿体堆积的最佳场所。

研究表明，上升洋流的前锋形成的矿层 ( $ph_0$ ) 和洋流尾声形成的矿层 ( $ph_4$ ) 有序性较差，洋流高锋形成的矿层 ( $ph_1$ 、 $ph_2$ ) 有序性强。而受局部潮汐、波浪等作用形成的粒屑磷块岩矿层 ( $ph_3$ ) 则为无序型。

微观序列受微生物活动的控制。磷质微生物单体死亡堆积，并进一步磷酸盐化，构成胶状磷块岩。磷质微生物群落的堆积则形成团粒、藻菌粒磷块岩。各种生物作用阶段形成的颗粒在悬浮、沉降过程中经生物化学作用，磷酸钙无选择地敷淀在颗粒表面形成壳粒磷块岩。上述胶状、团粒、壳粒三大结构类型磷块岩的相互叠置常常组成  $<1\text{--}n\text{mm}$  不同的的微观序列，它们不可能是环境变化的产物，而是在同一环境下微生物周期性活动的结果。

### 小 结

综合鄂西陡山沱期磷块岩序列总的特点如下：

1.  $ph_1$  在全区最发育，且相对稳定，是主要工业矿层和富矿层，其磷块岩序列主要是完整型序列。

2.  $ph_2$  的发育和稳定程度略差，也是主矿层之一，局部地区为富矿层，磷块岩的序列属完整型到不完整型序列。

<sup>1</sup> 东野脉兴等，1991，磷块岩生物成矿论，中国地质学会“七·五”重要地质成果要求交流会论文。

3.  $ph_0$  发育差, 分布极不稳定, 属不完整型序列。

4.  $ph_3$  只分布于荆襄磷矿区内, 它的品位低, 是贫矿层, 属无序型序列。

5.  $ph_4$  虽在全区均有分布, 但并不构成工业矿层, 也属无序型序列。

6. 宏观序列是受沉积环境、古地理的控制, 微观序列是受生物活动的控制。

野外工作得到湖北省化工地质大队总工程师朱熙槐及工程师赵涛、吴新义等大力支持, 在此表示感谢。

收稿日期: 1991年3月25日

### 参 考 文 献

- (1) 周茂基等, 1984, 中国南方震旦系的磷质叠层石. 第五届国际磷块岩讨论会议文集1, 北京: 地质出版社 129-142页。
- (2) 东野脉兴等, 1984, 扬子盆地磷块岩岩石学及磷块岩序列. 第五届国际磷块岩讨论会议论文集. 北京: 地质出版社 283-302页。
- (3) 周茂基等, 1984, 中国南方震旦系的成磷环境和成磷作用. 第五届国际磷块岩讨论会议论文集 北京: 地质出版社 255-272页。
- (4) 曾允浮、沈丽娟, 1989, 滇东磷块岩的沉积环境和成矿机理. 矿物岩石, 9卷2期 45-59页。
- (5) 陈其英、郭师曾, 1985, 中国东部震旦纪和寒武纪磷块岩的结构成因类型及其沉积相和环境. 地质科学 3期 224-235页。
- (6) 东野脉兴, 1985, 微生物建造的磷块岩. 沉积学报 3卷3期 1-5页。
- (7) 沈丽娟, 1989, 滇东磷块岩的成因类型. 矿物岩石 9卷2期 12-24页。
- (8) 单满生, 1987, 震旦系陡山沱组磷块岩的成岩作用成岩环境. 长春地质学院院报 17卷2期 169-176页。

## Sedimentary Sequences of Phosphorites in Western Hubei Province

Hu Luolan      Dongye Maixing      Zheng Wenzhong

(Geological Institute of Chemical Minerals Product, Ministry of Chemical Industry)

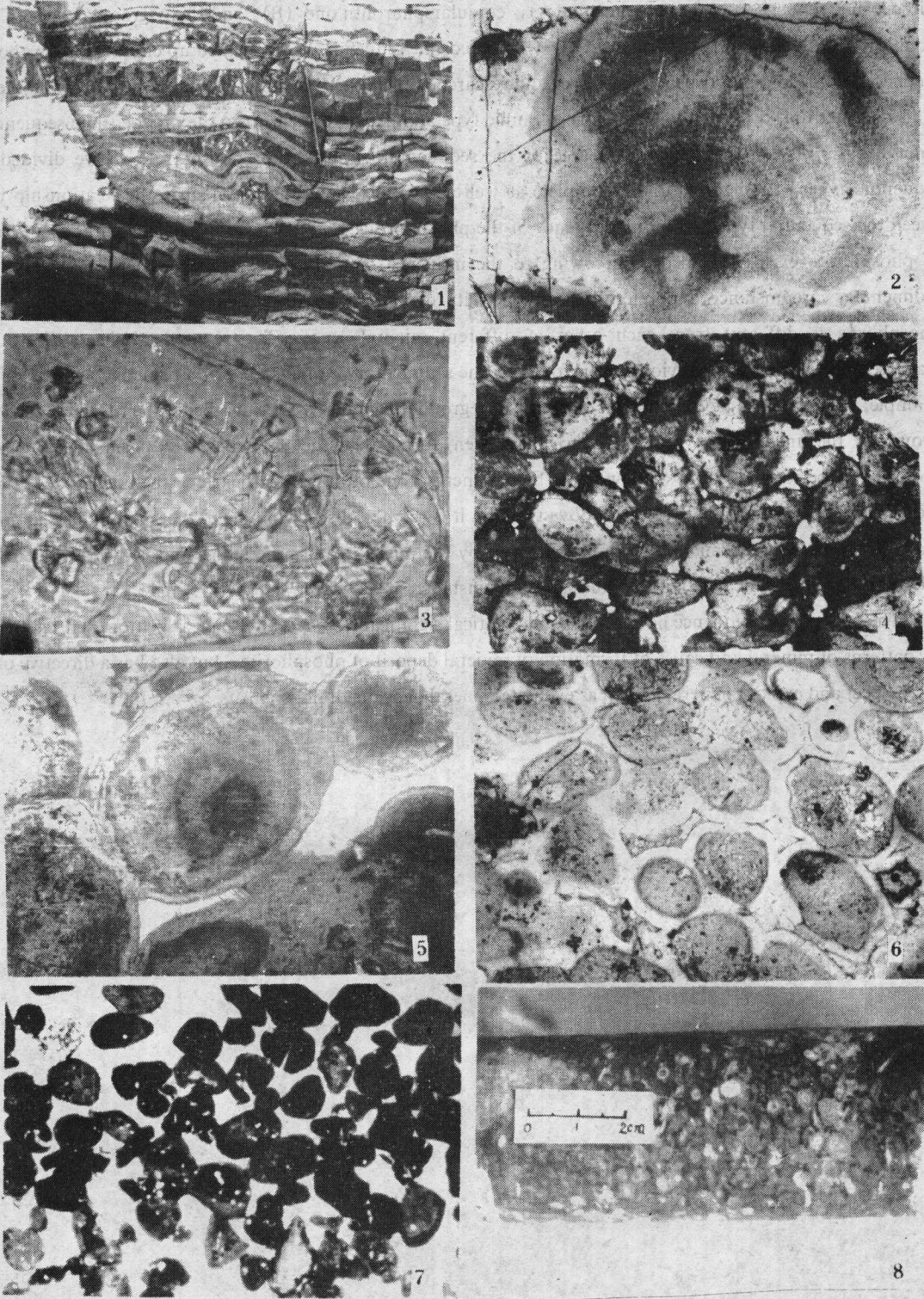
### Abstract

The phosphorites of Doushantuo Formation of Sinian System are mainly distributed in the Xingshenbao, Jinxiang and Yichang prefectures of Western Hubei Province. There are two main industrial ore beds, i. e.,  $Ph_1$  and  $Ph_2$ . According to the characteristics of texture and structure as well as material components of phosphorites, on the sedimentary section we've divided the ore bed into argillaceous striped phosphorite (I), argillaceous onyx one (II), dolomitic striped one (III) and compact block one (IV) from the bottom to the top. They are naturally piled up together and form the I-III-IV sequences in macro-structure and the different textures of phosphorites are also regularly and naturally piled up in the

microcosmic sequences, gel-phosphorite (A), cumularspherolith one (B) and shelly granular one (C) from lower to upper and they form an A-B-C microcosmic sequence. We've summed up characteristics about the macroscopic and microcosmic sequences and researched the inner link among them in the paper and there is also a inner link between the phosphorus granule type and matrix or cement in the microcosmic sequence. On the basis of the developmental degree of the sedimentary sequence of phosphorite we've divided 3 sequential types of integrated and incomplete as well as no-order ones and summed up the relationship between the sequential type and industrial tenor of the phosphorous. The characterized sedimentary sequence of phosphorite exists universally but owing to the influence of many factors such as palaeogeography, sedimentary circumstance and microorganism activity etc., the integrity and developmental degree of phosphorite is different from each other in different mineral areas. The researchs indicate that the macroscopic sequences are obviously controlled by the sedimentary circumstance and palaeogeography, for example, in the palaeogeographic unit of shelf back-ground from the Western Hubei to the Middle Guizhou provinces the incomplete-type sequence has been formed in the deeper water basin facies, but no-order-type formed in the shallow water higher energy zone of upwarded district, the intergraded-type did in the clinoforn zone between the above two and it is the best district to pile up the main industrial mineral body. The microcosmic sequence is controlled by the microorganism activities and is a product of the microorganism periodical activities in the same circumstance.

The phosphorite sequence not only has a theoretical significance to research mineralization, enrich regular patterns of mineral and cause of formation of mineral deposit of phosphorite, but also has a directive one to prospect and explore mineral as well as evaluate mineral deposits of phosphorites.





1. 白云质条带状磷块岩, 条带塑性变形明显。 2. 红藻化石。单偏  $3.3 \times 10$ 。 3. 胶状磷块岩中的真菌类化石。单偏  $3.3 \times 100$ 。 4. 团粒磷块岩。单偏  $3.3 \times 4$ 。 5. 藻菌粒磷块岩。单偏  $3.3 \times 10$ 。 6. 壳粒磷块岩。单偏  $3.3 \times 4$ 。 7. 砂屑磷块岩。正交  $3.3 \times 4$ 。 8. 核形石磷块岩 ( $ph_4$ )。