

湖北宜昌磷矿新工业磷矿层(Ph_2^1)的特征及其地质意义

冉瑞生¹, 赵小明²

(1. 湖北省宜昌地质勘探大队, 湖北宜昌 443100; 2. 宜昌地质矿产研究所, 湖北宜昌 443000)

摘要: 在宜昌磷矿杉树垭磷矿区新一轮地质勘探工作中, 在原主要工业矿层之下新发现了一工业磷矿层, 命名为中磷层一矿层(Ph_2^1)。 Ph_2^1 矿层受 NW 向古构造控制, 其厚度、品位的变化具有明显的分区性和方向性, 即呈 NW-SE 向展布, 从杉树垭矿区东部矿段向北, 其厚度、品位均呈增加趋势。新工业磷矿层的发现不仅具有巨大的经济价值, 而且对宜昌磷矿北部地区找矿具有重要意义。

关键词: 宜昌磷矿; 新工业磷矿层(Ph_2^1); 杉树垭矿区

中图分类号: P613; P619. 213 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-1412(2008)04-0326-05

0 引言

宜昌磷矿位于湖北省宜昌市境内, 是我国大型磷矿基地之一, 已探明磷矿石资源总量超过 10 亿 t, 约占湖北省磷矿资源总量的 40%, 约占全国磷矿资源总量的 6%^[1-3]。最近几年, 湖北省宜昌地质勘探大队对宜昌磷矿北部杉树垭磷矿区进行了地质勘探, 在原主要工业矿层(Ph_2)之下新划分出一个工业矿层, 命名为“中磷层一矿层”(Ph_2^1), 原主要工业矿层(Ph_2)改称“中磷层二矿层”(Ph_2^2)。新划分出的 Ph_2^1 矿层从杉树垭东部矿段开始出现, 向北至江家墩、孙家墩矿段, 已递变为蕴含富矿带的重要工业矿层, 不仅具有较大的经济价值, 而且对宜昌磷矿北部地区找矿具有重要的指导意义。

1 区域地质背景

宜昌磷矿地处扬子地台鄂中褶断区黄陵断穹中部北缘, 属扬子地层区上扬子分区^[4]。磷矿层赋存于上震旦统陡山沱组, 形成于世界两大重要成磷期^[5]之一的晚震旦世陡山沱成磷期。其中磷块岩发育地段主要在黄陵断穹北翼和东翼的宜昌市夷陵

区、兴山县、远安县, 呈 NE-SW 向展布(图 1), 南起晓峰、北至肖家河、西至白果园, 面积约 360 km²。

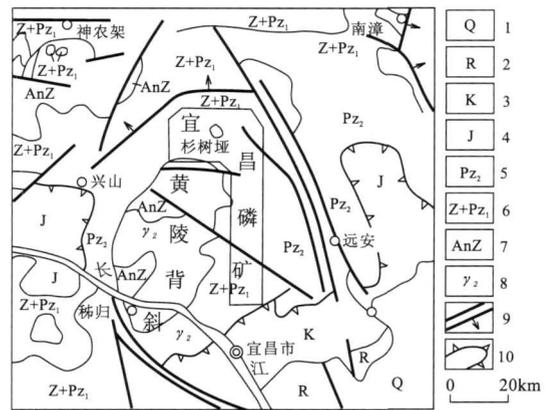


图 1 研究区区域地质略图

Fig. 1 Geological sketch of the study area

- 1. 第四系 2. 第三系 3. 白垩系 4. 侏罗系 5. 上古生界
- 6. 下古生界(含震旦系) 7. 前震旦系 8. 花岗岩
- 9. 断裂 10. 中生代盆地

区内陡山沱组含磷岩系分布比较稳定, 变化不大, 上覆地层为上震旦统灯影组, 下伏地层为上元古界马槽园群或南华纪南沱组。共有 4 个含磷层位: 自下而上分别为樟村段中亚段(Z_2d_1)(Ph_1)、胡集段(Z_2d_2)底部(Ph_2^2)、王丰岗段(Z_2d_3)底部(Ph_3)及陡

收稿日期: 2008-05-10

作者简介: 冉瑞生(1969), 男, 湖北利川人, 高级工程师, 1991年毕业于长春地质学院, 从事地质矿产勘探工作。通信地址: 湖北省宜昌市夷陵区罗河路特 1 号 湖北省宜昌地质勘探大队, 邮政编码: 443100

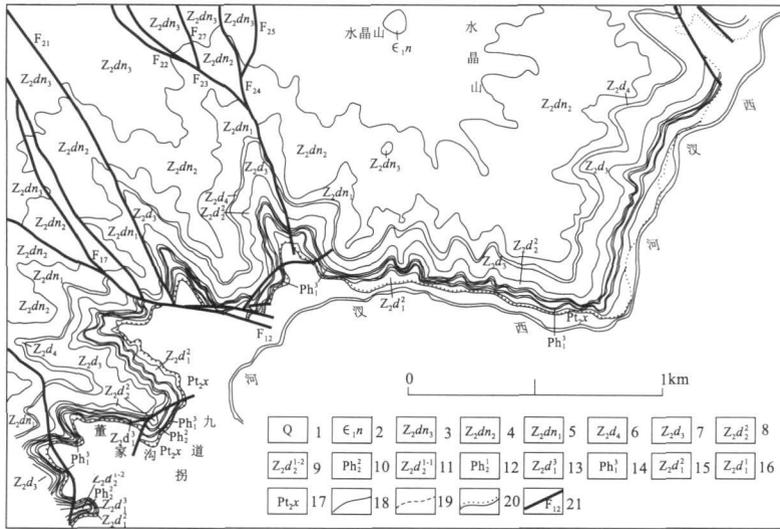


图 2 杉树垭磷矿区东部矿段地质图

Fig. 2 Geological map of the east Shashuya ore domain

1. 第四系
2. 下寒武统牛蹄塘组
3. 灯影组白马沱段
4. 灯影组石板滩段
5. 灯影组蛤蟆井段
6. 陡山沱组白果园段
7. 陡山沱组王丰岗段
8. 陡山沱组胡集段上亚段
9. 陡山沱组胡集段下亚段上部
10. 第二含磷层主矿层
11. 陡山沱组胡集段下亚段下部
12. 第二含磷层一矿层
13. 陡山沱组樟树坪段上亚段
14. 第一含磷层三分层
15. 陡山沱组樟树坪段中亚段
16. 陡山沱组樟树坪段下亚段
17. 中元古界西汉河组
18. 断裂

山沱组白果园段(Z_2d_4)(Ph_4);其中 Ph_2 和 Ph_1 构成区内的工业磷矿层赋存于陡山沱组下部及近底部(图2),距不整合面5.40~14.96 m,岩石组合为底砾岩-硅质白云岩-黑色页岩-磷块岩-白云岩,属半开阔海台地内潮坪鲕滩-潮坪泻湖-潮间泻湖-滩缘-海湾环境沉积^[5]。

下磷层(Ph_1):位于陡山沱组樟树坪段中亚段($Z_2d_1^1$),由黑色含钾页岩与磷块岩等组成,厚度一般为7~24.56 m,向北有变薄趋势,含有3层磷矿,由下而上分别编号为 Ph_1^1 , Ph_1^2 , Ph_1^3 ,以上部一层(Ph_1^3)为主要工业矿层。

中磷层(Ph_2):赋存于陡山沱组胡集段下亚段($Z_2d_2^1$)底部,为含云质、硅质磷块岩-白云岩建造。由砂(砾)屑磷块岩、致密条带状磷块岩夹白云岩和硅质团块组成,厚度0.99~15.38 m。含 Ph_2^1 , Ph_2^2 两层磷矿,其中 Ph_2^1 为本次勘探工作中新划分出的工业磷矿层。中磷层(Ph_2)与 Ph_1^3 矿层相比较,其分布范围较小,富集中心明显北移。

2 Ph_2^1 矿层特征

2.1 赋矿层位

Ph_2^1 矿层赋存于胡集段下部 Ph_2^2 矿层之下,呈层状-似层状产出。顶板为胡集段下亚段下部($Z_2d_2^{1-1}$)灰白色厚层状含硅磷质团块粉细晶白云岩,底板为樟树坪段上亚段($Z_2d_1^1$)浅灰-灰白色厚-巨厚层状粉细晶白云岩。在杉树垭东部矿段, Ph_2^1 矿层与 Ph_2^2 矿层之间平均层间距 2.1 m,与下伏的 Ph_1^3 矿层平均层间距 13.6 m(图 3)。

2.2 矿石特征

2.2.1 矿物组成

磷块岩矿石的矿物成分由磷酸盐矿物和脉石矿物两大类组成。磷酸盐类矿物主要为泥晶磷灰石(胶磷矿)及亮晶磷灰石,磷块岩中泥晶磷灰石占 55%~93%,亮晶磷灰石占 1%~5%;脉石矿物主要为白云石、石英、玉髓、钾长石及少量白云母、水云母、黄铁矿、重晶石、有机质、岩屑等。

(1) 泥晶磷灰石:是组成泥晶磷块岩最主要的磷酸盐矿物(胶磷矿)。在偏光镜下不显光性或光性很弱,EDAX 能谱图证实了磷灰石的存在,当在透射电镜下(放大 30 000~100 000 倍)则能见到完好的晶形颗粒。泥晶磷灰石呈隐晶质点聚集,与白云石、黄铁矿、石英等混合共生,是从海水中直接结晶沉淀形成的^[9]。

(2) 亮晶磷灰石:呈纤维状或微粒状集合体,以胶结物形式垂直环绕磷灰砂屑呈环壳状,形成的亮晶砂屑磷块岩常为优质富矿。

(3) 白云石:为磷块岩矿中的主要脉石矿物,其嵌布形式有 3 种:①粉晶、细晶白云石组成白云石条带或夹层与磷质条带相间互层,构成白云岩条带状磷块岩;②细晶和粉晶白云石以胶结物形式分布于磷质砂屑、磷质团块或磷质砾屑空隙中,构成白云质砂屑磷块岩;③少量微晶白云石碎屑以杂质形式混入泥晶磷块岩中。

(4) 石英、玉髓:石英常以碎屑形式与磷质砂屑伴生,分布于白云质砂屑磷块岩和白云岩中,或呈硅质薄层夹杂于条带状磷块岩内,或被泥晶磷灰石包裹,局部以胶结物形式出现在砂屑磷块岩中,少量石英碎屑混杂散布于泥晶磷块岩中;玉髓多呈纤维状集合体构成硅质岩屑或以胶结物形式出现在磷质砂

组	段	地层代号	矿层代号	柱状图	厚度(m)	岩性	沉积建造	工业意义	
陡山沱组	白果园段	Z_2d_4			2.65-13.61	中厚层状粉晶云岩	硅质岩-白云岩建造		
	王丰岗段	Z_2d_3			35.73-52.84	中厚层状粉晶云岩夹薄层泥质云岩			
			Ph ₃		0.05-0.1	豆粒硅质磷块岩			不具工业意义
	胡集段	$Z_2d_2^{1-2}$			17.00-36.00	含缝石扁豆体粉晶云岩	白云岩-硅质白云岩建造		
					2.00-16.00	中厚层云岩与薄层泥质云岩互层			
	樟村坪段	$Z_2d_1^{1-1}$	中磷层	Ph ₂ ²		1.00-8.97	磷块岩夹云岩	白云岩-磷块岩建造	主要工业矿层
						0-7.64	厚层状含硅质细晶云岩		次要工业矿层
				Ph ₂ ¹		0-5.86	磷块岩夹云岩		
	樟村坪段	$Z_2d_1^3$	下磷层			6.91-36.84	厚层状细晶云岩	黑色页岩-磷块岩建造	
				Ph ₁ ³		0.42-8.20	磷块岩夹白云岩及页岩		次要工业矿层
				K ₂		1.01-23.00	黑色含钾页岩夹磷块岩条带		不具工业意义
				Ph ₁ ² K ₁ Ph ₁					
上元古界马槽园群	Pt_3m			1.17-5.08	中厚层粉晶白云岩	陆源碎屑岩-白云岩建造			
				1.23-6.03	底砾岩				
中元古界西汉河组	Pt_2x			0-55.0	厚层粉晶白云岩 厚层状砾岩				
				厚度不详	绢云石英片岩				

图3 宜昌磷矿陡山沱组含磷岩系柱状图

Fig. 3 Column of the phosphorous strata in Doushantuo Formation in Yichang phosphorite mine

屑孔隙中。

(5) 黄铁矿: 呈半自形、他形细粒(粒径 0.01~0.03 mm), 以星点状分布于含磷白云岩中, 有时呈浸染状嵌布于泥晶磷块岩中, 属沉积型黄铁矿, 含量较少。

(6) 碳质物: 呈细分散状, 以杂质混入物的形式少量分布于泥晶磷块岩和磷质砂屑中。

2.2.2 矿石结构

磷块岩的结构主要有泥晶结构、砂屑结构、砾屑结构, 次为龟裂纹结构。其结构特征如下:

(1) 泥晶结构: 由磷酸盐胶体沉积形式的一种质地均一的泥晶磷块岩。偏光镜下显示均质性或弱非均质性, 主要由泥晶磷灰石构成, 粒径 0.001~

0.004 mm, 集合体形态呈凝胶状, 形成泥晶磷块岩, 肉眼观察呈致密块状, 反映了原地磷酸盐胶体沉淀特征^[9]。

(2) 砂屑结构: 由泥晶磷灰石组成磷质砂屑呈次圆状或椭圆状, 粒径 0.1~2.5 mm。颗粒支撑, 基底胶结, 形成磷质砂屑结构的磷块岩(图 4 A); 被亮晶磷灰石胶结形成亮晶砂屑磷块岩; 被泥晶磷灰石胶结形成泥晶砂屑磷块岩; 另一种较少的结构类型为磷质砂屑被细晶白云石胶结, 构成白云质砂屑磷块岩。

(3) 砾屑结构: 由泥晶磷灰石组成磷质砾屑磷块岩, 呈次圆状或次棱角状, 粒径为 3~30 mm。若被白云石胶结则形成白云质砂砾屑磷块岩。

(4) 龟裂纹结构: 原地磷酸盐胶体沉淀的泥晶磷块岩, 经过失水干裂作用, 形成龟裂纹结构(图 4 B), 反映了 Ph₂²⁻¹ 矿层开始为潮坪相, 水体相对平静, 沉淀质地均一的泥晶磷块岩后, 逐步向潮间带过渡, 并短暂暴露于水面之上的沉积特征。

2.2.3 矿石构造

根据磷块岩矿石构造特征, 划分为层纹状构造、条带状构造、致密条带状构造等 3 种类型。Ph₂¹ 矿层磷矿石以条带状构造为主, 亦见少量致密条带状构造。

(1) 层纹状构造(图 4C): 由深色泥晶磷块岩与浅色泥晶白云岩呈纹层相间互层分布, 构成层状、细条纹状构造。

(2) 条带状构造(图 4D): 由黑色磷块岩条带与深灰-灰白色白云岩条带相间互层组成, 形成条带状矿石构造, 是新发现矿层矿石的主要构造类型。

(3) 致密条带状构造: 由泥晶磷块岩、亮晶砂屑磷块岩、泥晶砂屑磷块岩、磷质砂砾屑磷块岩、砂屑泥晶磷块岩等相间互层, 重复叠置, 构成致密条带状构造。

2.2.4 矿石自然类型与工业类型

根据磷块岩矿石构造特征和脉石矿物组成, 矿石自然类型划分为 2 类: ①白云条带状磷块岩(主要类型), 由磷块岩夹白云岩条带, 或两者相间互层组成; ②致密条带状磷块岩(次要类型), 由泥晶磷块岩、亮晶砂屑磷块岩、泥晶砂屑磷块岩、磷质砾屑磷块岩、磷基质砂屑磷块岩等组成。

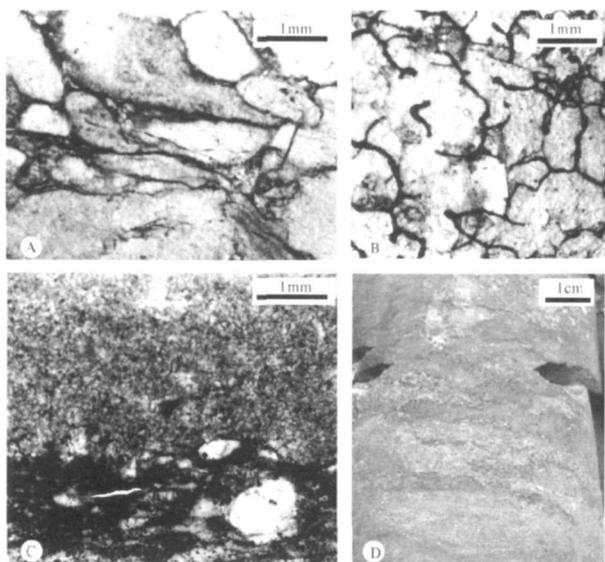


图 4 矿石结构构造

Fig. 4 Photo showing the ore structure and texture

A. 砂屑结构(单偏光) B. 龟裂纹结构(单偏光)

C. 层纹状构造(单偏光) D. 条带状构造(岩心)

根据《磷矿地质勘查规范》(DZ/T 0209-2002), 矿石工业主类属磷块岩矿石, 亚类主要属碳酸盐型, 少量为混合型^[10]。

2.2.5 矿石化学成分

表 1 矿石化学成分表

Table 1 The chemical composition of ores

(w_B/%)

矿层代号	P ₂ O ₅	SiO ₂	MgO	Fe ₂ O ₃	Al ₂ O ₃	CaO	CO ₂	F	备注
Ph ₂ ³	25.41	6.28	6.24	0.65	0.85	43.72	14.61	2.26	
Ph ₂ ²	32.68	4.20	2.71	0.23	0.37	49.25	7.43	3.02	
Ph ₂ ¹	21.69	10.04	7.72	0.33	0.41	41.26	18.03	1.89	
Ph ₁ ¹	20.27	5.15	9.43	0.25	0.31	41.88	21.47	1.73	新矿层
Ph ₁ ¹	19.21	27.31	1.57	2.18	5.36	28.39	3.91	1.62	

注: 据杉树垭磷矿东部矿段勘探组采样计算。

Ph₁¹ 矿层为宜昌磷矿北部新发现的磷矿层, 开始出现于杉树垭矿区东部矿段, 属次要工业矿层。向北至江家墩矿区、孙家墩矿段则发育成为主要工业矿层, 矿层分布较广, 规模较大, *w*(P₂O₅) 稳定。目前, 仅杉树垭矿区东部矿段, Ph₁¹ 矿层的资源储量就超过 1000 万 t, 其经济价值超过 10 亿元。2005 年, 我国中低品位磷矿的用量约 2 800 万 t^[6]。随着磷矿石选冶技术的进一步提高, 中低品位磷矿石将会越来越多地被利用^[11, 12], Ph₁¹ 矿层的经济价值还将大幅提高。

3.2 Ph₁¹ 矿层的地质意义

Ph₁¹ 矿层层位稳定, 位于胡集段下亚段下部

矿石化学成分以 CaO, P₂O₅, CO₂, SiO₂, MgO, 酸不溶物为主, 其次为 F, Al₂O₃, Fe₂O₃, Cl, 另外 I, As, Cd 微量分布。现以杉树垭东部矿段为例, 将各矿层的矿石主要化学成分(平均值)列表 1。

Ph₂¹ 矿层与主要工业矿层(Ph₂²)、次要工业矿层(Ph₂³)相比较, MgO 和 CO₂ 的质量分数较高, 其他成分与 Ph₂²⁻¹ 矿层接近, SiO₂, Fe₂O₃ 和 Al₂O₃ 的质量分数比 Ph₂³ 低。反映出 Ph₂¹ 矿层的矿石自然类型与 Ph₂² 矿层比较接近, 但又有所区别的特点。

3 Ph₁¹ 工业矿层的经济价值及其地质意义

3.1 Ph₁¹ 矿层的经济价值

我国磷矿资源供应主要为云南、贵州、湖北 3 省, 湖北省磷矿资源十分丰富, 是我国磷矿资源蕴藏量较大的省份之一^[2, 3, 7, 8]。宜昌磷矿因其资源储量巨大、矿石质量上乘、交通条件便利, 而成为湖北磷矿资源的主要基地^[1, 2]。近几年来, 国内外对磷矿石的需求不断扩大, 磷矿价格稳中有升, 以标矿(P₂O₅ = 30%)计, 2006 年底, 宜昌原矿价格达 300 元/t。

(Z₂d₂¹⁻¹) 含硅磷质团块粉晶白云岩之下、樟村坪段上亚段(Z₂d₁³) 厚-巨厚层状粉晶白云岩之上, 其顶、底岩性标志明显, 易于识别。沉积岩相和旋回结构特征很有规律, 属白云岩-磷块岩沉积建造, 位于陡山沱组 3 个含磷沉积旋回的第 2 旋回, 属半开阔海台地边缘滩相-浅水盆地相; Ph₁¹ 矿层沉积时, 受 NW 向古构造控制, 使其在岩性岩相、沉积厚度等方面的变化具有明显的分区性和方向性, 即呈 NW-SE 向展布, 从杉树垭矿区东部矿段向北, 其厚度、品位均呈增加趋势。因此, 根据 Ph₁¹ 矿层分布规律, 可以预测宜昌磷矿北部赋存连续稳定的中磷层隐伏矿床。Ph₁¹ 矿层的发现, 对宜昌磷矿北部深部找矿具

有重要的指导意义,是宜昌磷矿北部找矿的突破,必将推动宜昌磷矿危机矿山向北部深部找矿的战略转移,也将使宜昌磷矿石供需紧张的矛盾有所缓解。

致谢:本文为2001~2006年度矿产资源补偿费项目杉树垭磷矿勘查成果的一部分,该项目2007年获国土资源部优秀地质找矿项目一等奖(国土资发[2007]252号)。感谢共同参加野外工作的宜昌地质勘探大队地勘院的全体同事。

参考文献:

- [1] 胡纲. 湖北省磷矿采矿权评估现状及价格体系研究[J]. 中国矿业, 2006, 15(1): 38-41.
- [2] 彭三国, 姚敬劬. 湖北磷矿资源的保护[J]. 中国矿业, 2005, 14(12): 30-33.
- [3] 王邵东, 张红映. 中国磷矿资源和磷肥生产与消费[J]. 化工矿物与加工, 2007(9): 30-32.
- [4] 湖北省地矿局. 湖北省岩石地层[M]. 武汉: 中国地质大学出版社, 1996.
- [5] 东野脉兴. 扬子地块陡山沱期与梅树村期磷矿区域成矿规律[J]. 化工矿产地质, 2001, 23(4): 193-209.
- [6] 李海延. 我国磷矿资源的合理开发利用[J]. 中国石油和化工, 2007, (8): 21-23.
- [7] 胡慧蓉, 郭安, 王海龙. 我国磷矿资源利用现状与可持续发展的建议[J]. 磷肥与复肥, 2007, 22(2): 1-5.
- [8] 刘颐华. 我国与世界磷资源及开发利用现状[J]. 磷肥与复肥, 2005, 20(6): 9-12.
- [9] 唐冬初. 湘西洗溪磷矿区泥晶磷块岩特征及其沉积环境分析[J]. 地质与勘探, 1999, 35(1): 30-31.
- [10] 陈磊. 磷矿地质勘探规范(DZ/T 0209-2002)[S]. 北京: 地质出版社, 2003.
- [11] 高惠民, 毛益林, 王向荣. 远安低品位胶磷矿浮选试验研究[J]. 武汉理工大学学报, 2007, 29(6): 27-30.
- [12] 张允湘, 蒋绍志, 罗洪波, 等. 料浆法磷铵用宜昌中品位磷矿的实验室评价实验[J]. 磷肥与复肥, 2007, 22(4): 13-16.

CHARACTERISTIC OF NEW INDUSTRIAL LEDGE (Ph_2^1) IN YICHANG PHOSPHORITE MINE, HUBEI AND ITS GEOLOGICAL SIGNIFICANCE

Ran Rui-sheng¹, Zhao Xiao-ming²

(1. Yichang Geological exploration Party, Yichang 443100, Hubei, China;

2. Yichang Institute of Geology and Mineral resources, Yichang 443000, Hubei, China)

Abstract: In prospecting for Shashuya diggings, Yichang phosphorite mine, a new industrial ledge of phosphorite(Ph_2^1) have been found below the originally major industrial ledge. Ph_2^1 ledge is controlled by palaeo-structure and the thickness and grade change in NW-SE direction. From the east Shashuya ore domain to north the new ledge appears to increase in thickness and grade. Finding of the new industrial ledge have not only the great economy value, but also important guidance for the P ore-searching in north of Yichang phosphorit mine.

Key Words: Yichang phosphorite mine; new industrial ledge of phosphorite (Ph_2^1); Shashuya diggings