

# 大水闸与青龙哨陆相磷块岩

东野脉兴 郑文忠 曹作奇 韦 钊

(化工部地质研究院, 河北涿州 072754)

**提 要** 大水闸磷矿和青龙哨磷矿是我国两个最重要的陆相磷块岩矿床, 矿床规模大、品位高, 是我国正在开采利用的重要磷矿基地中的两个磷矿基地。我们称这种陆相磷矿为“大水闸式磷矿”。该类陆相磷块岩是世界罕见的一种具有重大工业价值的新的磷矿类型, 在磷矿分类中又增加了一个新的成员。

**关键词** 陆相磷块岩 大水闸式磷矿 磷锶铝石矿层

**第一作者简介** 东野脉兴 男 57岁 高级工程师 矿床学与沉积学

## 前 言

四川大水闸磷矿与云南青龙哨磷矿是我国两个最重要的陆相磷块岩矿床。两矿相距约 800 km, 地质特点十分相近, 完全可以对比, 乃由于矿床成因与成矿环境相同。大水闸磷矿系指分布于四川什邡与绵竹两县交界处的大水闸背斜两翼的原“什邡式磷矿”的主体——角砾状磷矿。原什邡式磷矿的主体角砾状磷块岩与其上覆的磷锶铝石矿层(皆称硫磷铝锶矿)为不同时代不同成因的两种磷矿类型, 其中角砾状磷块岩与云南青龙哨磷矿的主体角砾状磷块岩同属陆相磷块岩, 我们称为“大水闸式磷矿”, 而其上覆磷锶铝石矿层(作者在青龙哨角砾状磷块岩之上也发现了磷锶铝石矿层)才是中晚泥盆世海相磷块岩。这样, 原什邡式磷矿实际上包括不同时代、不同成因的两种类型磷矿, 显然是不妥的, 鉴于“什邡式”磷矿已沿用多年, 笔者建议“什邡式”用于专指中上泥盆统海相磷锶铝石矿层, 而不包括下伏角砾状陆相磷块岩。青龙哨磷矿是云南安宁县草铺磷矿的一部分, 以滴水阱断裂为界, 以东为昆阳式磷矿, 以西为青龙哨磷矿, 即大水闸式磷矿。草铺磷矿的主体实际是青龙哨磷矿主体角砾状磷块岩, 它是含硅高的理想黄磷原料, 是开采利用的主要对象, 现已建成的我国最大的黄磷厂, 就是利用青龙哨磷矿石。

原什邡磷矿前人做过许多研究<sup>[1, 2, 3, 4, 5]</sup>, 认为是中上泥盆统海相磷块岩<sup>[3, 4]</sup>, 或中泥盆统海相磷块岩<sup>[5]</sup>。云南草铺磷矿是八十年代初云南省化工地质大队发现的, 1984年笔者赴草铺工作, 发现草铺西部青龙哨地区磷矿与四川大水闸磷矿十分相近, 认为角砾状矿不是海相沉积的, 而是次生矿, 1992年笔者再次对青龙哨和大水闸两矿进行对比研究, 特别是在我们在青龙哨角砾状矿顶板发现了磷锶铝石矿层和高岭石粘土岩及二者超覆不整合接触关系等, 提供了与大水闸磷矿完全可以对比的依据。通过对角砾状矿的深入研究, 发现具有陆

相磷块岩的种种特征, 而缺乏海相磷块岩的原生沉积构造

## 1 青龙哨、大水闸陆相磷块岩地质特征

青龙哨与大水闸磷矿在构造上分别处于扬子地块西缘的南北两端, 矿源层形成的古地理位置属川中—滇东陆缘坳<sup>[6]</sup>。

### 1.1 青龙哨、大水闸磷矿层底板

青龙哨、大水闸磷矿层底板为上震旦统灯影组白云岩。矿区范围内灯影白云岩卡斯特十分发育, 形成密集的溶洞、漏斗、裂隙(图 1, 2, 4)。在大水闸磷矿岳家山、王家坪、马槽滩等矿区漏斗深大多 10—20 m, 最深可达 75.3 m, 一般溶蚀深度在 12 m 左右, 内部充填角砾状磷块岩, 这个深度一般可代表的厚层度及其变化特点。青龙哨磷矿底板灯影组白云岩卡斯特也很发育, 但溶蚀深度不及大水闸磷矿, 一般几米, 最深 18 m(图 2)。从角砾状磷块岩和上覆地层、矿层垮塌与坠积的特点看, 有可能有卡斯特暗河存在。

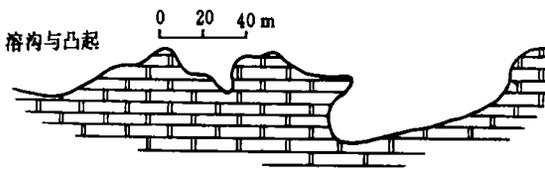


图 1 大水闸磷矿底板卡斯特岩溶形态  
(据什邡磷矿开采资料)

Fig. 1 Karst form of the floor in  
the Dashuizha phosphate mine

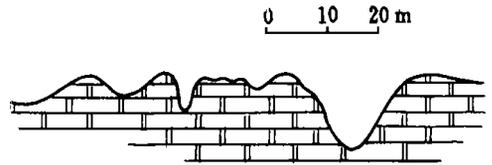


图 2 青龙哨磷矿底板卡斯特岩溶形态

Fig. 2 Karst form of the floor in  
the Qinglongshao phosphate mine

### 1.2 矿层顶板及磷矿地层层序

#### 1.2.1 大水闸磷矿顶板及磷矿地层层序

四川大水闸磷矿顶板为中泥盆统什邡组含磷炭质泥岩(高岭石、水云母粘土岩)和磷锆铝石矿层, 该磷锆铝石矿层为不连续的透镜状, 主要分布在英雄崖和王家坪矿段, 什邡组之上整合有上泥盆统沙窝子组石英砂岩和白云岩。

大水闸磷矿地层层序为:

上泥盆统沙窝子组 (D<sub>3</sub>SW)

(7) 细晶白云岩, 有时夹含磷炭质泥岩。含 P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> 0.13%—6.45%, 产腕足类: *Cyrtogpifer sinensis*, *Atrypa cf. douvillii* 厚 0—4.43 m

(6) 含磷石英砂岩: 基质为碳酸盐、磷质和粘土质, 偶夹含磷粘土岩透镜体。厚 0—1.57 m

—— 平行不整合 ——

中泥盆统什邡组 (D<sub>2</sub>sf)

(5) 黑色含磷炭质水云母粘土岩: 时夹高岭石粘土岩, 水云母粘土岩呈透镜状和似层状分布, 顶部局部夹煤层透镜体, 底部含生物碎屑磷块岩, 产 *Bothriolepis sp.* (沟鳞鱼未定

种),植物有 *Anenrophyton* sp. 以及腕足、珊瑚、苔鲜虫、腹足类等。含  $P_2O_5$  1.52%—11.0%, 厚 0—3.6 m

(4) 灰色含磷高岭石粘土岩: 呈透镜状或似层状分布, 底部偶夹磷锶铝石矿透镜体, 本层与下伏磷锶铝石矿层渐变过渡, 或直接盖在陆相角砾状磷块岩之上。含  $P_2O_5$  1%—15.8%, 厚 0—12.08 m

(3) 灰、紫色磷锶铝石矿层: 呈扁豆状, 分布不稳定, 主要在王家坪、英雄崖构成工业矿体, 有时侧向变为含磷硅质岩, 含不可鉴定的鱼化石碎片, 厚 0—23.5 m

——— 超覆式平行不整合 ——

下寒武统中期到中泥盆统早期角砾状磷块岩 ( $\in \tau_1 - D_1^1$ )

(2) 灰、深灰色角砾状磷块岩: 呈似层状、透镜状、筒状、带状等不同形态, 厚度变化大, 即由于充填卡斯特溶蚀面、溶坑、溶洞、漏斗中, 有时在很短距离内 (1 m到几米), 厚度由零变成几米或几十米。厚度 0—75.3 m, 平均 8.3 m,  $P_2O_5$  平均 2%。

——— 嵌入式平行不整合 ——

上震旦统灯影组

(1) 灰白色富藻白云岩: 含古藻类化石

### 1.2.2 青龙哨磷矿顶板及磷矿地层层序

云南青龙哨磷矿顶板为中泥盆统海口组含磷黑色泥岩和含磷锶铝石的泥质磷块岩, 主要分布在草铺磷矿的松坪、庙山和龙树三个矿段。这套含磷泥岩是含磷高岭石粘土岩, 其上覆地层为海口组海绿石砂岩, 下伏为含磷锶铝石的磷块岩, 可见青龙哨磷矿顶板岩石地层组合与大水闸磷矿顶板十分类似, 完全可以对比。青龙哨磷矿地层层序为:

上泥盆统宰格组 ( $D_3 Zg$ )

(6) 灰白色细晶白云岩

中泥盆统海口组 ( $D_2 Hk$ )

(5) 海绿石绿泥石石英砂岩, 厚 0—4 m

(4) 黑色含磷高岭石粘土岩和含磷锶铝石的泥质磷块岩, 含不可鉴定的鱼化石碎片,  $P_2O_5$  0.12%—15.0%, 厚 0—3 m

(3) 似层状、透镜状含磷锶铝石磷块岩, 含  $P_2O_5$  8%—24%, 厚 0—0.2 m

——— 超覆式平行不整合 ——

下寒武统中期到中泥盆统早期角砾状磷块岩 ( $\in \tau_1 - D_1^1$ )

(2) 灰白、灰、紫色角砾状磷块岩, 含  $P_2O_5$  15%—32%, 平均 27%, 厚 0—18 m, 一般 3—6 m。呈透镜状, 似层状、筒状等不同形态, 主要由下伏灯影白云岩卡斯特形态决定的, 而且矿体厚度变化大而迅速, 例如在 2 m 距离内, 矿层由几公分甚至零米, 突变为 7 m (松坪矿段)

——— 嵌入式平行不整合 ——

上震旦统灯影组

(1) 灰白色富藻白云岩, 产古藻类化石

### 1.3 大水闸式磷矿矿石特征

青龙哨和大水闸两磷矿矿石特点十分近似, 最主要的特点是角砾状、无层理、无分选, 角砾呈棱角状, 大小混杂, 角砾成分复杂, 有时有矿层及其顶、底板岩石角砾共存, 显然

是暗河、暗洞之上矿层,岩层坠落堆积而成,表 1 列出对比描述青龙哨与大水闸磷矿石特点

此外,局部有定向排列的角砾、纹层状和致密块状磷块岩,此乃是局部充水岩溶洼地形成的类似内陆湖相沉积,但十分局限,没有代表性

表 1 青龙哨与大水闸磷矿石特点

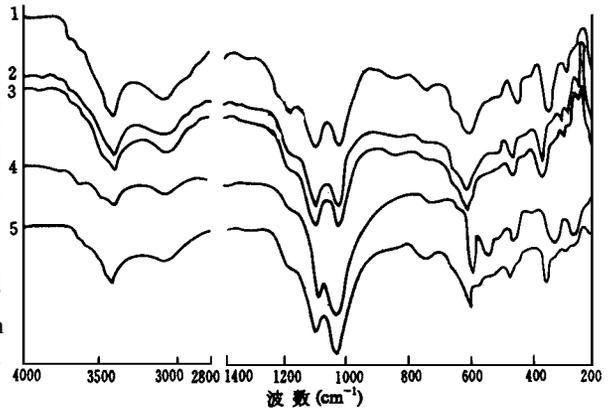
Table 1 Ore characteristics of the Qinglongshao phosphate and Dashuiha phosphate deposit

	青 龙 哨 磷 矿	大 水 闸 磷 矿
颜色	灰、白、紫红、灰黑	灰、灰黑
角砾成分	磷块岩、泥岩、硅质岩、白云岩、石英	磷块岩、白云岩、泥岩、磷锶铝石
角砾大小	最大 40—80 cm,最小 0.1—1 cm,一般 1—10 cm	最大 40—100 cm,最小 0.1—0.6 cm,一般 0.3—3 cm
角砾形态	棱角状为主,其次为不规则状	同左,表面见有溶蚀港湾、皮壳
分选状况	无分选	同左
沉积构造	无层理、杂乱堆积	同左
杂基	磷质、泥质、铁质	同左
矿石品位 ( $P_2O_5$ )	15%—23%,平均 27%	12%—36% 平均 28%
矿体形态	透镜状、似层状、筒状、不规则状	同左
Si、Sr 含量	Si 23%, Sr 0.03%	Si 7%, Sr 0.8%

#### 1.4 大水闸式两个磷矿地层特点与对比

前已叙及,青龙哨与大水闸磷矿底板为晚震旦世灯影白云岩,顶板为中泥盆世含磷高岭石水云母粘土岩和磷锶铝石矿层,大水闸磷矿在高岭石水云母粘土岩中产有中泥盆世多种化石<sup>[4]</sup>。青龙哨磷矿具有与大水闸十分类似的层序组合,青龙哨角砾状磷矿直接顶板有 20 cm 厚的似层状含磷锶铝石的磷矿层,完全可以与大水闸磷矿的磷锶铝石矿层对比,在此之上为 0—3 m 厚的含磷锶铝石的黑色高岭石粘土岩,说明青龙哨磷矿与大水闸磷矿地层组合和层序完全一致,可与大水闸对比。1984 年笔者在松坪矿段黑色高岭石粘土岩中发现鱼化石碎片,更证明属中泥盆统

笔者对青龙哨角砾状矿顶板含磷高岭石粘土岩和含磷锶铝石磷块岩所作红外吸收光谱,电子探针与化学分析,都发现了磷锶铝石的存在(图 3),现将化学分析结果与大水闸王家坪矿段对比如下(表 2)



1. 2. 3. 四川大水闸磷矿 4. 5. 云南草铺磷矿

图 3 四川大水闸和云南青龙哨磷矿磷锶铝石红外吸收光谱

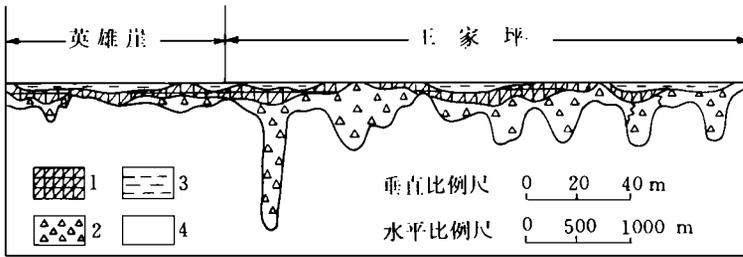
Fig. 3 Infrared absorbing spectra of goyazite of the Dashuiha phosphate mine and Qinglongshao phosphate mine

表 2 青龙哨磷矿与大水闸磷矿磷锶铝石和高岭石粘土岩化学组分对比表(%)

Table 2 Comparison of chemical components of goyazite and kaolinton in the Qinglongshao phosphate and Dashuizha phosphate mine

矿区	岩石名称	碱溶 Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	酸溶 Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	碱溶 P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	酸溶 P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	TS	SrO
青龙哨	含磷锶铝石高岭石粘土岩	22.41	10.63	16.54	16.46	2.23	3.52
	泥质磷块岩	21.54	9.40	16.89	16.84	2.31	3.18
大水闸	含磷炭质水母粘土岩	21.25	5.45	6.12	1.5	0.4	
	含磷高岭石粘土岩	32.50	18.25	6.92	10.92	2.4	1.75
	磷锶铝石矿层	25.26	11.08	9.42	16.14	8.38	5.34

注:大水闸磷矿分析数据引自吴运富.

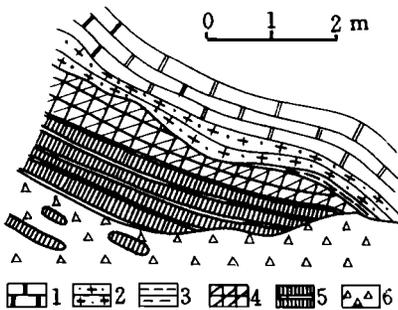


1. 磷锶铝石矿层 2. 角砾状磷块岩 3. 含磷粘土岩 4. 灯影白云岩

1. 磷锶铝石矿层 2. 角砾状磷块岩 3. 含磷粘土岩 4. 灯影白云岩

图 4 大水闸磷矿英雄崖—王家坪磷矿段纵剖面图

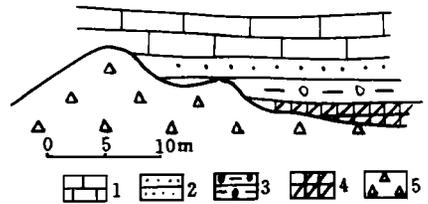
Fig. 4 Vertical section of the Yingxiongya—Wangjiaping phosphate ore block in the Dashuizha phosphate mine



1. 白云岩 2. 石英砂岩 3. 含磷炭质水母粘土岩  
4. 磷锶铝石矿 5. 含磷硅质岩 6. 角砾状磷块岩

图 5 Tc7探槽角砾状磷块岩与上覆中泥盆统地层接触关系图(据李学仁(1984)并修改

Fig. 5 Touching relation between the brecciform phosphate rock and overlying Middle-Devonian Stratum in trench TC 7



1. 泥灰岩 2. 海绿石砂岩 3. 含磷高岭石粘土岩  
4. 含磷锶铝石磷块岩矿层 5. 角砾状磷块岩

图 6 青龙哨磷矿松坪矿段角砾状磷块岩与上覆中泥盆统地层接触关系图

Fig. 6 Touching relation between the brecciform phosphate rock in the Songping ore block and overlying Middle-Devonian in the Qinglongshao phosphate deposit

### 1.5 大水闸式磷矿层与上覆、下伏地层接触关系

前已论述, 青龙哨磷矿与大水闸磷矿的底板为卡斯特十分发育的灯影组白云岩。角砾状磷块岩充填在卡斯特溶蚀面、溶洞, 其接触关系为嵌入式平行不整合 (图 4)。青龙哨与大水闸磷矿顶板为中泥盆统海口组或什邡组磷锶铝石和含磷高岭石粘土岩, 再上为含磷炭质水云母粘土岩、白云岩、砂岩等一套地层, 这套地层超覆沉积在角砾状磷块岩之上, 即为超覆式平行不整合 (图 5-6)。这个平行不整合代表一个大的沉积间断, 因此不能把角砾状磷块岩与上覆磷锶铝石矿层、高岭石与水云母粘土岩划为同时代同一个组段, 这个不整合是将二者分开为不同时代, 不同成因的重要依据。

## 2 大水闸式磷矿的成因与形成环境

为阐明大水闸式磷矿的成因与环境, 我们着重讨论矿石组构、顶底板及接触关系, 成矿时代及物质来源等, 这几个主要问题清楚了, 矿床成因与环境就明了了。

这个问题, 上面已经说清楚了, 这里再概括一下。青龙哨与大水闸磷矿石为角砾状, 角砾大小极不均一, 角砾成分复杂, 有矿源层磷块岩角砾 (为主), 有底板白云岩角砾, 有顶板磷锶铝石矿和粘土岩角砾 (少量), 这足以表明有卡斯特暗河存在, 因此有顶、底板角砾共存现象) 有硅质岩和石英岩角砾; 角砾大小混杂、没有分选、没有层理、没有磨蚀; 有的角砾有皮壳和溶蚀港湾; 角砾状磷块岩不是松散的风化作用的产物, 而是经过硬结成岩作用的坚硬的陆相磷块岩。矿层底板为卡斯特发育的灯影白云岩, 二者为嵌入式平行不整合关系, 矿层顶板为中泥盆统磷锶铝石层和粘土岩, 二者为超覆式平行不整合。角砾状磷块岩的磷质角砾中发现有早寒武世麦地坪期磷块岩特有的小壳化石<sup>[4]</sup>, 有时残留有麦地坪期磷块岩的组构特点。在云南青龙哨地区, 对大水闸式磷矿沿走向追朔, 与昆阳式磷矿相接 (断层接触), 而且草铺磷矿勘探报告将两者都视为早寒武世梅树村期海相磷块岩<sup>①</sup>。所有这些重要地质问题, 充分说明大水闸式磷矿是早寒武世梅树村期磷块岩形成之后, 在大水闸和青龙哨地区, 由于断垒作用抬升, 经早寒武世末到早泥盆世长达 1.75 亿年风化、淋滤、堆积、埋藏和硬结成岩等一系列作用下形成的陆相磷块岩。

### 参 考 文 献

- [1] 段前烈等. 四川某磷矿地质特征. 中国地质, 1964, (4).
- [2] 孙枢等. 川西磷酸盐. 地质科学, 1973, (3).
- [3] 吴运富等. 一个古岩溶砂质堆积—滨海再沉积磷块岩矿床. 第五届国际磷块岩讨论会论文集 2, 北京: 地质出版社, 1984, 369—382.
- [4] 李学仁等. 中国什邡式磷块岩矿床的成因环境与时代探讨. 第五届国际磷块岩讨论会论文集 2, 北京: 地质出版社, 1984, 384—412.
- [5] 叶连俊等. 中国磷块岩. 北京: 科学出版社, 1989, 262—277.
- [6] 东野脉兴等. 磷块岩研究进展与磷块岩生物成矿论. 沉积学报, 1992, 10 (3).

① 云南化工地质大队, 云南省安宁县草铺磷矿区详查地质报告, 1986

# The Qinglongshao and Dashuizha Continental facies phosphorite

*Dongye Maixing Zheng Wenzhong Cao Zuoqi and Wei Zhao*

(Geological Institute for Chemical Minerals Product, Ministry of Chemical Industry, Zhuozhou, Hebei Province 072754)

## Abstract

The Dashuizha phosphorus mine is located in a place where Shifang and Mianzhu of Sichuan Province meet and where the brecciated phosphorus ore is in lower part of the original " Shifang type" one. The original " Shifang type" phosphorus ore was mainly composed of the paligenetic marine phosphorite of Middle and Late Devonian Epoch including upper ore beds of goyazite (originally called sulfur- goyazite ore ) and lower brecciated phosphorite. It was found by recent studies of the authors that the upper mineral bed of goyazite belongs to the marine facies phosphorite of Middle Devonian Epoch while the lower part brecciated phosphorite to the continental facies one whose geological characteristics are very similar to the Qinglongshao phosphorite ore of Yunnan Province. The phosphorus ore bed bearing goyazite and kaolinite were found to be in onlap unconformity in the apical plate of the Qinglongshao brecciated phosphorite, which indicates the stratigraphic pattern and bed sequence of the Qinglongshao phosphorus ore are very similar to those of the Dashuizha ore. The present study has confirmed that both the brecciated phosphorite systems are continental facies and that the Meishucun phosphorite of the Lower Cambrian was weathered, accumulated, consolidated and so on for a long time from the Late Cambrian to Late Devonian. Thus, the Qinglongshao and Dashuizha phosphorus ores could be called the " Dashuizha type" phosphorus ore.

**Key word** continental facies phosphorite " Dashuizha type" phosphate ore goyazite ore bed