

四川盆地磷矿地质特征和 形成条件的初步探讨

楊文宗 朱忠发

四川自解放以来,已找到了不少的磷矿床和磷矿点,并且探明了相当丰富的磷矿储量。本文即在綜合已有資料的基础上,試图就磷矿地质特征和形成条件进行初步探討,并就今后的普查方向提出初步設想。

一、四川盆地磷矿地质特征:

本区磷块岩皆形成于地台区,含磷层时代計有早寒武世、早一中奥陶世、晚志留世、中泥盆世(?)、晚泥盆世、晚二迭世及第四紀。由老到新分述于后:

(一) 早寒武世磷矿*。此类矿床的特

征是:

1. 矿层位于海侵层位底部和正常沉积間断处,下距上震旦統数十至百余米。底层之含磷物质,由于受到侵蝕时期之冲刷和积聚作用,常形成含磷底砾岩。

2. 矿体呈綫状,延长很远,形状受古侵蝕面控制。由含磷岩、碳酸盐岩、含磷硅质岩、燧石、白云质灰岩以及白云岩等组成,并成互层。頂底板均为硅质白云质灰岩(图1)。

3. 矿层一至二层,厚2—5米,最大可达44米,其厚度大小与含矿岩系成正比。

4. 矿石由暗色致密磷酸盐物质組成,主要成份为胶磷矿。多呈致密状与細粒状結構。

5. 具工业价值矿床主要分布于川滇黔古台拗及康滇地軸一带。属台緣拗陷化学沉积磷块岩矿床。

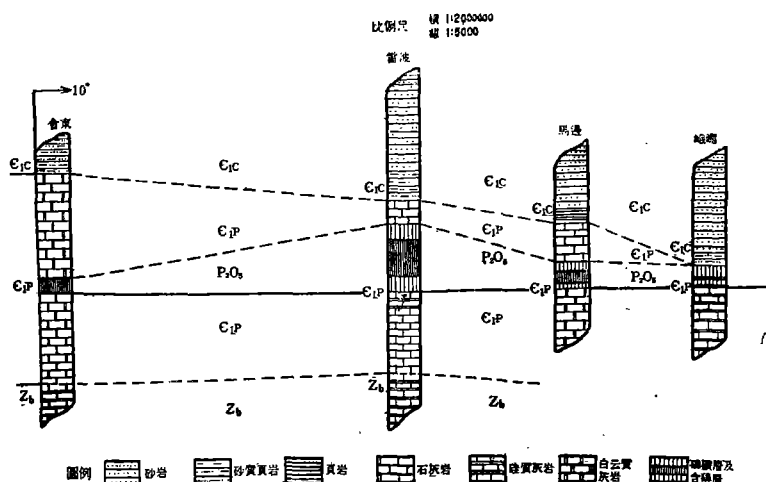


图 1. 会东—峨眉山寒武統含磷地层柱状对比图
(原图寬 18.4 cm)

* 早寒武世磷矿的时代問題,原报告有的划为晚震旦世,对比結果,以划为早寒武世比較合适。

(二) 早—中奥陶世磷矿。此类矿床的特征是:

1. 矿层位于海侵层位下部之浅海砂页岩相带中, 下距上寒武统约160米。

2. 矿体呈似层状, 主要有三层, 其中下矿层厚6—20厘米; 中矿层厚10—54厘米; 上矿层厚23—31厘米, 大致作间层等厚层状产出。其上下均为页岩, 间夹少许砂岩。

3. 矿石具生物碎屑结构, 条带状、星散状构造, 以石英砂质磷矿为主。生物碎屑多呈矩形及正方形之细长片状, 偶有隐约可见的平行长边条纹。

4. 矿物成份以石英、长石、胶磷矿为主, 其次有云母、绿泥石、铁质、碳质、电气石、锆英石等。下矿层品位高; 上矿层品位低, 且多为磷化岩。

5. 分布于鄂川黔古台拗南西段, 属地台型浅海相生物化学沉积磷块岩矿床。

(三) 晚志留世磷矿。其主要特征是:

1. 磷化层赋存于志留系纱帽统上部石英砂岩内之磷化岩中。磷化岩富含蛇圈螺。磷化层按其颜色、层理不同, 自下而上可分为三层, 下部为青灰色石英砂岩, 中部及上部为浅灰色(风化后呈褐色)层纹状石英砂岩。

2. 矿体呈不连续透镜状, 厚度平均为0.7米, 最大为1.2米。

3. 矿石即含磷石英砂岩, 层理清晰, 具条带状构造。主要矿物为石英, 次为方解石、白云岩、胶磷矿与细晶磷灰石, 以及少量的长石、电气石、锆英石、绿帘石等。

4. 此类矿床, 厚度小, 品位低, 变化大, 一般不具工业价值。主要分布于鄂川黔古拗陷一带。

(四) 中泥盆世磷矿(?)矿床规模小, 工业价值不大, 分布于安县等地。形成时代尚待肯定。

(五) 晚泥盆世磷矿。此类矿床的特征是:

1. 矿层位于浅海白云岩相带中, 上距下二迭统113米, 下与中泥盆统呈明显的喀斯特式嵌入不整合接触。

2. 矿体呈透镜式似层状, 形状受古侵蚀面(下伏白云岩凹凸不平层面)所控制。

3. 含矿层下部为角砾状磷块岩, 中间为粘土质磷块岩, 上部为磷硫铝锶矿与含磷碳质、水云母粘土页岩, 总厚0.24—27.69米。矿层一般厚为: 正矿层(倒转背斜北翼)4.07—10.22米, 反矿层(倒转背斜南翼)5.54—8.68米。层位稳定, 在一定范围内变化不大。

4. 矿石类型计有: 磷块岩、粘土质磷块岩二种, 前者为角砾状及碎屑状结构, 后者为球粒状结构。

5. 矿物成份主要有: 细晶磷灰石、碳磷灰石(?)及磷硫铝锶矿, 次为胶磷矿、一水硬铝石、黄铁矿、白云石等。

6. 属地台型泻湖相化学沉积磷块岩矿床。分布于龙门山海槽中段一带, 但其邻近地区上泥盆统底部尚未发现同类型磷矿。而从矿石结构同矿石中含有较多的绿帘石、绿泥石、电气石等混入物推断, 磷矿的生成可能与沉积间断(横樑子海底隆起)及海西早期的中基性岩浆活动有关。另外从矿石中的粘土质、碳质以及局部地区黄铁矿的含量高来看, 说明其沉积是在陆缘凹陷还原条件及海水进入情况影响下产生的。

(六) 晚二迭世磷矿。此类磷矿的主要

特征是:

1. 含磷层大多赋存于煤层顶底板附近之黑色、灰黑色頁岩及砂质頁岩中,其中以結核状矿体最富集。

2. 含矿层呈透鏡状,厚平均为1.5米,最大为4米。往往是其延伸越长,厚度也越大。

3. 矿石呈結核状,且常与泥质結核、鈣质結核、黃鉄矿結核、菱鉄矿結核等混杂伴生,尤其是与菱鉄矿結核伴生,一般肉眼很难区别。矿物成份以菱鉄矿、硫磷矿为主,并有少量的黃鉄矿、长石、石英、綠帘石等。

4. 分布于华蓥山一带(四川中台拗东南部),属地台型浅海相化学沉积磷硅岩矿床。工业价值不大。

(七)第四紀磷矿。属洞穴堆积类型。矿层主要位于三迭系大冶統灰岩下部,其形成与构造及地形有密切关系。为現代喀斯特沉积产物。此类矿床特征是:

1. 含磷洞穴常发育于断裂带(包括背斜軸部)及河流两岸峭壁处,距現代河床水面一般为几十米至几百米。洞穴堆积在縱向分布上有一定規律,由下而上剖面大致为黃泥夹砂质、灰质、硬粘土夹砾石、次生薄层石灰华、硅质石灰华与胶結砾岩(图2)。

2. 洞穴物质成份以溶解度較高的方解石及磷酸盐为主,并含有少量的泥质、石英砂、鉄质以及鳥糞、骨化石等有机质。可見厚度一般为4—8米,最大为10米。

3. 含磷物质按成分可分为含磷砂泥、磷质石灰华及皮壳状磷矿三种;按結構可分为土状、砂状、致密块状及多孔状四类。

4. 矿物成份主要为碳酸盐及泥砂物质,



图2 巫溪庙溪某洞穴磷灰土示意剖面图 比例尺1:200(原图寬5cm)

次为有机质及硝酸鉀等盐类矿物。化学成份除磷酐外,尚含有一定数量的氮和鉀。

5. 此类矿床厚度小,品位低,产出零星,采用困难,工业价值不大。主要分布于巫溪,奉节一带。

本类型磷矿的物质来源,主要来自巴东統紫紅色頁岩和大冶灰岩,經地下水溶解后,沿岩石裂隙运移而停积于溶洞中。磷质的另一来源当与蝙蝠等生物棲息于洞內有关。

二、主要含磷层的形成条件

四川盆地含磷层的地质时代有七,已如上述(图3)。其中具有工业价值的含磷层有早寒武世及晚泥盆世两期。現就大地构造、古地理、古气候、介质条件和火山作用等方面分別探討其形成条件:

(一)大地构造及古地理条件:

1. 震旦紀末,我国南方地壳經過短暫上升,海水暫時引退以后,在早寒武世又有急剧的沉降运动和大規模的海侵活动,当时除康滇海島沒有接受沉积而成为四川境內唯一物质供应基地外,其他地区均为海水所侵漫。此时川西南地区以雷波、洪溪及会理、

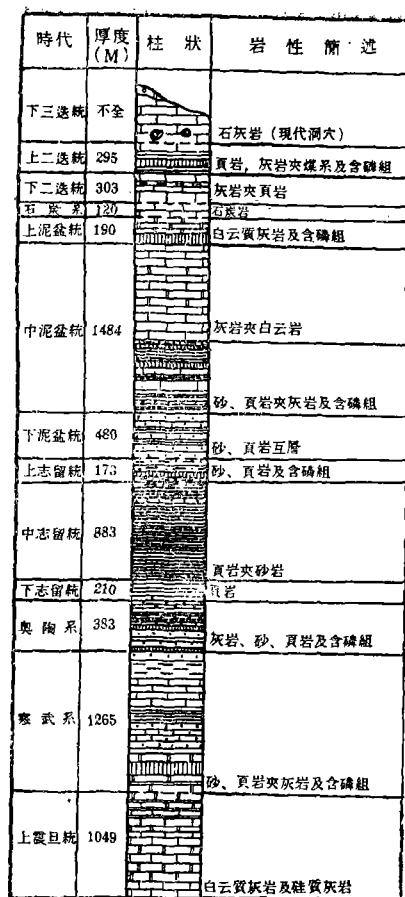


图 3 四川盆地含磷地层柱状图

比例尺 含磷地层 1:50000 (原图宽 7.7 cm)
含磷组 1:25000

会东为其两个沉降中心, 沉积了筇竹寺、滄浪鋪、龙王庙等組的頁岩、砂岩夾灰岩及磷矿层, 厚達1033—1087米。川东南地区以秀山为沉降中心, 同样表现了急剧的拗陷, 但至川中一带則成为广阔而平坦的海盆。川西北地区在鎮巴、万源海底隆起以西似亦存在有凹陷跡象, 并也伴随有磷矿层的沉积。总之在地壳稳定条件下的浅海盆地容易形成工业磷块岩矿床

2. 寒武紀末, 地壳緩慢上升, 海水逐漸

退縮。至早奧陶世, 所謂海底隆起 (現称江南古陆) 开始几达水面, 分隔了揚子海与华夏海, 为川东广海、秀山海盆、黔北边缘海提供了大量的碳酸盐沉积物, 并于黔北边缘海与川中广海之間, 沉积了砂頁岩及磷块岩。

3. 晚二迭世时, 四川东部为一頻繁振盪动与断裂活动时期, 特别是川东南与川中华鎰山一带, 显示了五次較大的海水进退交替。形成了晚二迭世磷矿。

4. 晚志留世海侵可以分为前后两期, 前期峨眉海島面积緩慢扩大, 其他海島位置无显著改变; 后期峨眉海島則迅速扩大, 此时四川东部大部分地区都已上升成陆, 只有城口海脊及南川海盆等仍繼續沉沒在海中。区内今日所見之磷化层, 即位于当时城口海脊南端。

5. 晚泥盆世四川广大地区都已上升成陆, 只有川西北和川东南部分地区, 仍繼續淹沒在海中。川西北地区以公安站和唐王寨为其两个沉降中心。海水大致来自西南方, 沉积了以白云质灰岩与石灰岩为主的碳酸盐类岩石。与其同时在近陆地边缘, 則有白云岩和磷块岩沉积, 厚度分別达 2749 米和 810 米。从白云岩的出現以及含磷岩系的結構与构造来看, 說明該区可能属局限性的海盆或泻湖沉积。

(二) 古气候条件: 磷是生物元素之一, 它在地表的分布和集中与生物遗体分解有关, 在海水中的富集和运移, 也离不开生物与 CO_2 含量的关系。而生物的存亡、多寡, 則与气候有着密切的关系。

在溫度低的情况下, 海水中可以富集更多的 CO_2 , 因而可以溶解和含有更多的磷质, 但当条件改变, 溫度升高, CO_2 含量起了变

化时，磷酸鈣即得以沉积。所以海水温度的轉变及生物残体的富集轉化，可能是磷块岩形成的主要原因。

本区磷块岩的主要形成时期是早寒武世和晚泥盆世。早寒武世刚好是气候急剧改变时期：晚震旦世是重要的冰期，至此世早期，气候一般地说还比較寒冷，整个东部地区都处于半还原环境，因此早期乃以物理化学作用为主，有机物不易分解和氧化，故先沉积了黑色頁岩、粉砂岩及黃鉄矿結核，随后气候逐渐炎热，始才具有磷块岩的沉积。

晚泥盆世，整个气候都比較溫暖湿润，生物也比較发育，当时川西北区海水清彻，适于珊瑚繁殖，于滨海、浅海地带并見有腕足类动物。所謂磷块岩亦即在这温湿气候条件下形成的。

由此可知，磷块岩的形成，多在气候溫暖湿润或干热的条件下，在寒冷的气候环境里一般是不利于磷块岩的沉积的。

（三）介质条件：一般磷块岩多形成于正常盐度的浅海盆地，但区内下寒武統及上泥盆統磷块岩几乎都与白云岩伴生，特别是上泥盆統磷块岩，說明它們是在盐度較大的情况下形成的。从早寒武世含磷岩系中含有黃鉄矿以及其与黑色碳质頁岩伴生来看，說明它們是在还原条件下的海盆边缘沉积的。在海底隆起或强烈拗陷地区，而水介质相当活跃的半氧化条件下，显然对磷的沉积是不利的。在矿石结构构造上，早寒武世磷块岩之鲕状结构，表示它們是在离子浓度比較大的情况下沉积的，其綫理（层紋）构造反应了介质的动力条件及界限条件。

（四）火山作用：火山作用与磷块岩的形成也有密切关系。由于这方面的資料不

多，仅就矿石中的含F量試行探討。本区早寒武世磷矿平均含F 1.34—2.62%，晚泥盆世磷矿平均含F 1.8—2.8%，二者的含F量都是較高的。众所周知，F对磷的沉积是有促进作用的，而海水中F的来源，則主要为海底火山（噴发）作用。

綜上所述，本区磷块岩的形成規律是：在時間上，主要是早寒武世及晚泥盆世，其次是早——中奥陶世，晚志留世，中泥盆世（？）晚二迭世及第四紀。在空間上則主要是年輕的比較活动的地台区，或者是地台向地槽过渡地带的边缘拗陷，如康滇地軸，川滇黔古台拗及龙門山台緣拗陷等地。在岩性与剖面上，也有一定規律。前者于含磷岩系上下，往往可以見到陆緣碳酸盐建造（包括粘土頁岩——硅质白云岩建造与石英岩一頁岩一灰岩建造）及火山硅质建造；后者常上部是碳酸盐岩一硅质白云岩（局部为砂质頁岩），中間是矿层，时夹燧石条带，下部是粘土頁岩（局部为碳酸盐岩一硅质白云岩）富含碳质和黃鉄矿，底部于沉积間断面上，則是角砾岩或砾岩。

三、找矿意見：

（一）早寒武世磷矿：区内以寒武世磷矿最为主要，分布也最广。根据成矿地质条件，会东、雷波海盆及峨眉海脊，不論从古地理条件矿床沉积环境、或从已有矿床及其工业价值来看，都是比較有利的，今后应进一步作詳細工作。其次是川北一带。阳秀海盆，根据岩相古地理条件它們也是适合磷矿沉积条件的。再次是峨眉海脊与雷波海盆东部，紫阳海盆所涉及之范围内，根据古地理

（下轉第22頁）

三、找矿方向和方法問題

这里仅提及两个原則性的問題

1. 找什么类型的矿?

作者同意孟宪民教授的意見：同生和后生矿床，应着重找同生矿床；风化沉积与热液矿床，应着重找风化沉积矿床。也正如佩賴腊所指出的：“石英脉型銅矿和 E 类的其他許多类型矿床，不是世界矿物资源的主要来源，越来越多地要求我們把注意力集中到有沉积特征的矿床。除了这类矿床常限于某一固定的地层层位而比找脉状矿床容易外，最重要的是这类矿床規模大，采矿成本低”。又根据近来資料，1958年国际地球物理年进行海洋测图期間，发现美国东南海岸和南美与培希提島之間約 14000 平方英里的海底沉积物中，含有 1930 亿吨的岩石状經結核，其中含 Mn 20% 士，Fe 15% 士，Ni 0.5% 士，Co 0.5% 士，个别情况下含 Mn 45%，Co 10%，Ni 1.4%，Cu 1.8%。这也指出了重要的找矿方向。当然，在強調矿床的某种重要类型的同时，还必需注意結合当地的具体地质条件，和交通条件以及国家經濟建設的需要。

2. 如何找?

根据上述一些矿床实例，各类型矿床均有其各自的区域地质特征，但我們还可以看到它的一些共性。控制各矿床的主要地质因素，简单地說不外地层；地层加构造，地层加侵入岩（特别是中酸性侵入岩），地层加构造加侵入岩。因此我們进行找矿时，首先必須很好地研究地层（包括火山岩），注意其沉积型相，沉积旋迴及古地理特征和某些含矿地层的分布。如长江下游五通砂岩之上的銅和

黃鉄矿；中生代凹陷中的上侏罗系火山碎屑岩系中的鉄及黃鉄矿；閩西粵东一带南靖系之上的鉄矿；粵北的中泥盆系及下石炭系由砂頁岩过渡到灰岩和白云质灰岩的銅鉛鋅；康滇地軸东緣昆阳群內的层状銅矿等等，都是值得我們重視和注意的层位。另对火山岩系的地层研究和找矿工作尤应加强。其次是詳細研究构造，特别是控制矿床的构造。再其次对侵入岩类及其有关的围岩蝕变和矿床的带状分布也应予以重視。然后再运用各种找矿手段，这样才能找到我們所希望的矿床。

最后，还必须着重指出，作者所支持的一些見解，到今天为止，还不是唯一正确和不可怀疑的；仅仅是考虑到再不要把許許多多的矿床，統归之于“岩漿热液”，因为这对我們找矿也不是完全有利的。（参考文献略）

（上接第31頁）

条件及岩相对沉积磷矿床的生成也是有利的。

（二）晚泥盆世磷矿：晚泥盆世磷矿形成适合古地理条件的仅限于盆地北西邊緣。盆地南东靠近江南古陆部份，因其为浅海砂頁岩相带，不利于磷块岩的沉积。按沉积环境、岩相及矿床（点）分布情况来看，龍門山海槽中段南緣一带，虽然在生成环境上較为特殊，面积受泻湖盆地控制比較小，但是我們認為是有一定远景的。其次是龍門山海槽东段，根据古地理条件及岩相（浅海白云岩）等推测，亦有沉积成矿的可能性。

为更好地支援农业，还須因地制宜地开展川鄂黔古台拗南西段一带的早——中奥陶世磷矿、华鎰山附近的晚二迭世磷矿以及巫溪、奉节境內的第四紀磷矿的普查与研究工