

# 中国北方震旦—寒武纪磷块岩的地质特征

陈从云

(沈阳地质矿产研究所)

在地质历史中有几个主要成磷时期，而各个时期的磷块岩矿床又具有一定的分布规律。在晚白垩世到早第三纪时期，形成了巨大的工业磷矿床，其储量居世界首位，主要分布在地中海沿岸国家和南美哥伦比亚。其次是二叠纪时期，磷矿主要分布在美国西部。第三是震旦—寒武纪时期，磷矿主要分布在亚洲和澳洲，并多集中在我国，形成了我国最重要的磷块岩矿床。它不仅储量大、类型多、而且分布广。这对研究磷酸盐的沉积机理、成矿条件以及探讨北方磷矿成矿远景都具有重要意义。本文只是对震旦—寒武纪磷矿的地质特征及北方磷矿成矿远景提出了几点认识，而对成矿理论方面的问题虽有所涉及，但很不全面，还需要另作讨论。

## 一、震旦—寒武系磷块岩矿床在构造上的特征及分布规律

根据震旦—寒武系磷块岩矿床所处的大地构造位置<sup>[1,2]</sup>，可将我国及北方相邻的苏联和蒙古境内的磷矿分为六个区，其中扬子准地台区属中国南方范围，文中列出主要是为了讨论震旦—寒武纪磷矿的分布规律和北方磷矿成矿远景（图1）。

(I) 阿尔泰—东萨彦—额尔古纳地槽褶皱区 该区位于西伯利亚地台以南，中蒙古深断裂以北，为加里东和华力西褶皱系，以冒地槽为主。已知磷块岩矿床有蒙古库苏泊<sup>[6]</sup>、苏联东萨彦乌哈戈尔<sup>[7]</sup>、高尔绍里、库兹涅茨阿拉套、谢宾斯克等<sup>[5]</sup>。在我国境内，截至目前为止尚未发现工业磷矿床。已知磷块岩矿床的成矿时代主要是终里菲（或文德）——早寒武世，磷块岩均分布在地槽区内的中间地块或边缘斜坡上。

(II) 乌鲁套—天山—兴安地槽褶皱区 该区位于中蒙古深断裂之南，塔里木地台与中朝准地台以北。主要为华力西褶皱系，除南天山为地台型沉积外，大多为优地槽型沉积。该区震旦—寒武系在我国境内出露零星，见于北天山西段的科古尔琴山和博罗霍洛山<sup>①</sup>、黑龙江东部和西部的晨明、大兴安岭、伊勒呼里山、伊春、小兴安岭西北段以及兴凯湖以北一带<sup>②</sup>。目前我国境内已发现的磷块岩矿床（点）仅有果子沟磷矿和塔木契磷矿<sup>③</sup>，分布在科古尔琴山和博罗霍洛山等地。而在苏联境内则有乌鲁套、大小卡拉套、小兴安岭和扎格得<sup>[8,9]</sup>等矿床（点）。其成矿时代均属早寒武世，磷块岩矿床均分布在地槽区的边缘斜坡或中间地块上。

(III) 中朝准地台区 该区包括整个华北、东北南部、渤海以及朝鲜北部等地。它是我

① 新疆地质研究所未刊资料。

② 黑龙江省地质图资料。

③ 新疆地质局资料处未刊资料。

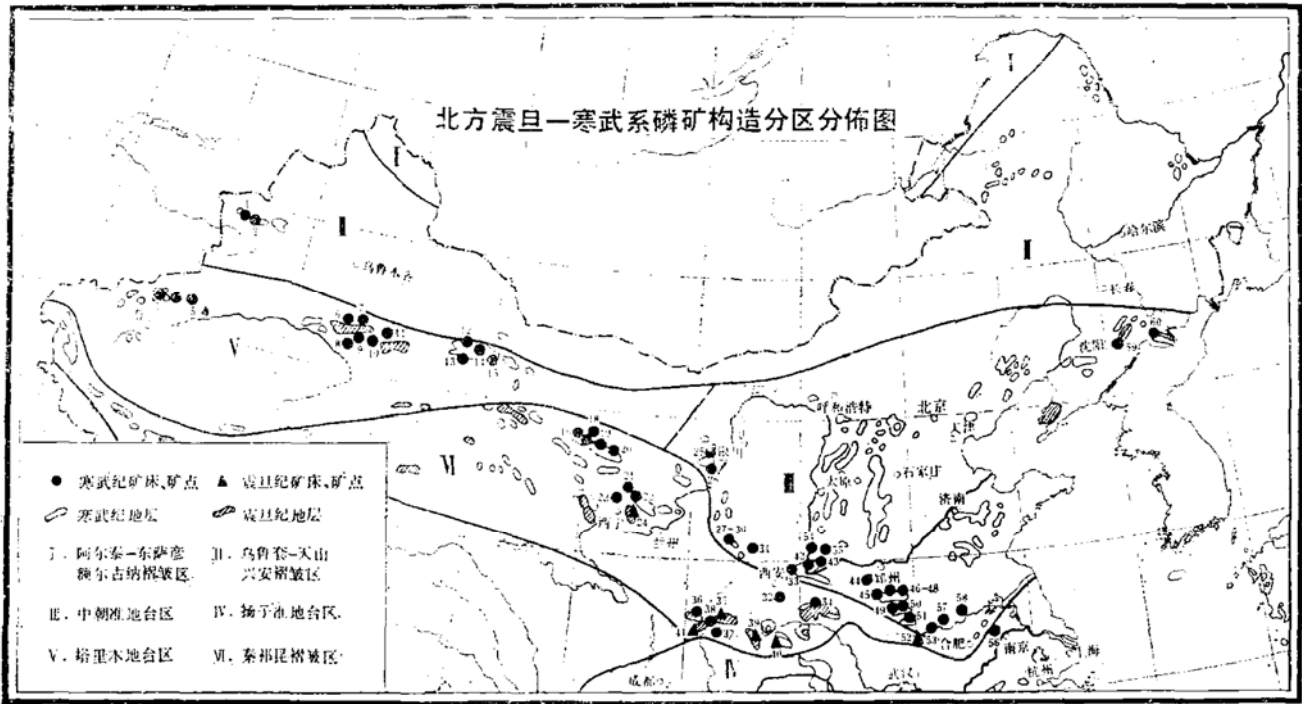


图 1 北方震旦—寒武纪磷矿构造分区分布图

- 1—新疆果子沟；2—新疆塔木齐；3—新疆苏盖特布拉克；4—新疆沙依里克；5—新疆沙雅勒克；6—焦宁库杜克；7—新疆木穹库杜克；8—喀纹库杜克；9—新疆窝伦塔格；10—新疆柳泉布拉克；11—新疆西山布拉克；12—新疆大水；13—新疆平台山；14—甘肃方山口；15—新疆大泉；16—甘肃大沟井—烧火筒沟；17—甘肃青井子；18—甘肃哈马胡头沟；19—甘肃大黑沟；20—甘肃马房子沟；21—甘肃南蓬沟；22—甘肃铁城沟；23—青海老爷岭；24—青海秀马沟；25—26—宁夏苏峪口；27—30—陕西敬佛山、水眼沟、周家渠、牛心山；31—陕西涝川；32—陕西胡家沟；33—陕西石门；34—陕西双合磨；35—陕西观山；36—陕西阳平关；37—陕西宽川铺；38—陕西陈家沟；39—陕西渔渡坝；40—陕西朱家河；41—陕西何家崖；42—陕西朱阳镇；43—陕西晋家—王家村；44—河南拉台；45—河南辛集；46—48—河南龙潭沟、观音堂兰沟、下马庄；49—河南河套岩；50—河南拉姑岭；51—河南凤凰山—庄胡；52—河南石门冲；53—河南陈集；54—山西芮城；55—山西平陆；56—南京幕府山；57—安徽霍丘；58—安徽凤台；59—吉林水洞；60—吉林长白

Fig. 1. Tectonic subdivisions of Sinian-Cambrian phosphorite deposits in north China.

国境内时代最老的地台，形成于早元古代末期。区内上前寒武系和寒武系均属地台形成后的盖层沉积，青白口系及以下层位广泛发育，而属含磷层位的上震旦统只存在于辽南旅大地区<sup>[2]</sup>和皖南等地。下寒武统在区内广泛分布，但其底部层位各地有高低差异，在准地台的边缘层位最低，为该区主要含磷层位，其它地区下寒武统层位较高，亦无磷矿存在。截至目前，区内已知磷矿床(点)有宁夏贺兰山、陕西陇县敬佛山、岐山县涝川、维南石门、河南灵宝、临汝拉台、鲁山辛集、平顶山宝丰、固始陈集、山西芮城、永济、平陆、安徽霍丘、凤台和吉林水洞、长白以及朝鲜丰海里<sup>①</sup>等廿余个矿床(点)。含磷层位固定，含磷岩组属早寒武世沧浪铺早期沉积，多含有 *Bergroniellus* sp. 和 *Hsuaspis* sp. 等化石，其下多与罗圈期冰碛层呈不整合或假整合接触(见图2)。

(IV) 扬子准地台区 该区属中国南部范围，位于秦岭以南，华南褶皱带以北，自云南东部至长江流域入南黄海。它是在元古代末扬子旋回形成的地台。震旦系和寒武系属地台上第一个盖层沉积。由于地台基底构造格局和岩性不一，造成震旦系下统各地沉积上的差异，

① 见1974年朝鲜磷矿地质考查报告26—28页。

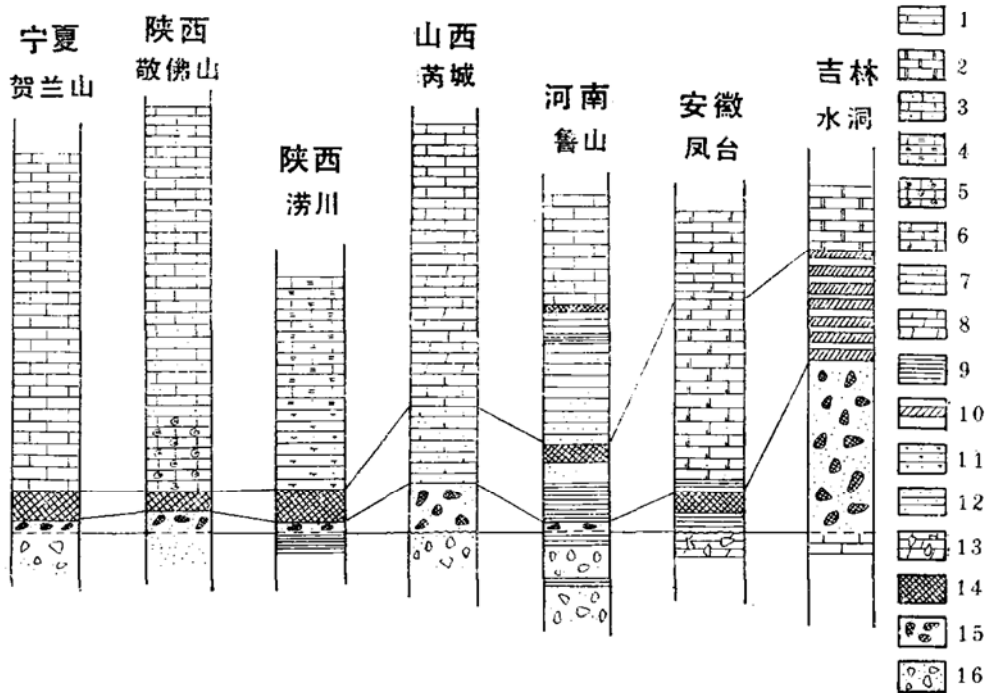


图 2 中朝准地台下寒武统含磷岩系柱状对比图

1—石灰岩；2—白云岩；3—砂质灰岩；4—硅质灰岩；5—生物碎屑灰岩；6—白云质砂岩；7—钙质砂岩；8—泥灰岩；9—页岩、板岩、硅质板岩；10—硅质岩；11—钙质粉砂岩；12—砂岩；13—白云质角砾岩；14—磷块岩；15—磷砾岩；16—冰碛岩

Fig. 2. Correlation of Lower Cambrian phosphorite-bearing strata in Sino-Korean Paraplatform.

到上统冰碛建造之后各地沉积相才渐趋一致。含磷的陡山沱组是在海进初期地台凹陷带中沉积的，属局限海盆并逐渐过渡到灯影组的开阔海。因此该区磷矿是在地台相对稳定阶段形成的，其成矿时代属晚震旦世—早寒武世，前者分布于地台内的凹陷地区，后者则分布在地台的边缘。

(V) 塔里木地台区 该地台与扬子准地台相似，都是在晚元古代末形成的。它北邻天山，南接昆仑，东部敦煌、玉门、金塔一带为一地峡式隆起与中朝准地台相接<sup>[1]</sup>。地台的基底和震旦—寒武系盖层主要出露于地台北部边缘的柯坪—库鲁克塔格一带和东部地峡式隆起的北部边缘等地。其成矿时代均属早寒武世。柯坪地区磷矿产于肖尔布拉克组下部，磷块岩位于灰质白云岩或硅质岩之上。库鲁克塔格磷矿则产于西山布拉克组下部，与柯坪地区层位相当，磷块岩位于硅质岩或硅质灰岩之上。均为层状磷块岩，矿层厚仅数十公分。唯库鲁克塔格矿石质量较好， $P_2O_5$ 含量多在20%以上。东部地峡式隆起区磷矿与库鲁克塔格区很相似，其含磷岩系属双鹰山群（见表1）。

(VI) 秦-祁-昆地槽褶皱区 该区位于中朝—塔里木地台之南，扬子准地台之西北，为一东西向褶皱带，包括秦岭、祁连山、昆仑山等地。属多旋回褶皱区，以印支旋回为主，亦有加里东旋回和华力西旋回。在东昆仑、阿尔金及秦岭等地均发现有震旦系地台型沉积，不整合于震旦亚界或前震旦系之上<sup>[1]</sup>。在祁连山<sup>[3]</sup>和东秦岭均有下寒武统出露，说明秦-祁-昆和塔里木、扬子地台一样，在扬子旋回后差不多两亿年的时间里均处于地台稳定阶段，同属于古中国地台单元，到早寒武世末秦-祁-昆才开始形成地槽。该区已知的磷块岩矿床（点）主

塔里木地区各(矿)区地层对比表

表 1

时 代 分 区	新疆库鲁克塔格	新疆柯坪	新疆大水	甘肃方山口
上 覆 地 层	中奥陶统 (O <sub>2</sub> ): 褐红色泥质灰岩、贝壳灰岩、泥质砂岩	中奥陶统 (O <sub>2</sub> ): 瘤状灰岩, 褐红色灰岩	奥陶志留系: 灰绿色砂岩、硅质片岩夹薄层粉砂岩、灰岩、角砾岩等	第三、第四系
	寒武奥陶系 (Є—O <sub>1</sub> ): 巨厚层砾状灰岩、含燧石白云质灰岩	寒武奥陶系 (Є—O <sub>1</sub> ): 巨厚层石灰岩, 白云岩, 含燧石结核及透镜体		
寒 武 系	上寒武统 (Є <sub>3</sub> ): 薄层灰岩、薄层灰岩与钙质页岩互层及薄层灰岩夹角砾岩、鲕状、竹叶状灰岩, 含化石, 总厚150米		假整合  未出露	不整合  未出露
	中寒武统 (Є <sub>2</sub> ): 自下而上为钙质页岩、泥质灰岩、泥质灰岩夹灰岩、薄层灰岩夹角砾状灰岩, 含化石, 厚186米以上	中寒武统 (Є <sub>2</sub> ): 下为白云岩, 白云质灰岩, 上为绛红色膏化泥岩夹白云质灰岩	下寒武统: Є <sub>1</sub> <sup>1</sup> —淡灰色薄层磷块岩夹灰岩, 白云质灰岩; Є <sub>1</sub> <sup>2</sup> —黄色泥质粘土板岩; Є <sub>1</sub> <sup>3</sup> —灰黑色碳质页岩含磷结核; Є <sub>1</sub> <sup>4</sup> —黑色碳质页岩、碳质硅质页岩, 含磷结核; Є <sub>1</sub> <sup>5</sup> —黑色致密状硅质岩	下寒武统: Є <sub>1</sub> <sup>1</sup> —角砾状大理岩; Є <sub>1</sub> <sup>2</sup> —厚层硅质板岩, 1—5米厚; Є <sub>1</sub> <sup>3</sup> —石灰岩夹大理岩; Є <sub>1</sub> <sup>4</sup> —泥质粘土岩; Є <sub>1</sub> <sup>5</sup> —含磷块岩, 0.5—1.5米; Є <sub>1</sub> <sup>6</sup> —含磷碳质板岩, 底部有层状磷块岩, 0.5—1米; Є <sub>1</sub> <sup>7</sup> —黑色中厚层硅质板岩; Є <sub>1</sub> <sup>8-12</sup> —板岩夹石英岩及薄层大理岩
	下寒武统 (Є <sub>1</sub> ): 自下而上为 Є <sub>1</sub> <sup>1</sup> : 含石英砂的泥质灰岩; Є <sub>1</sub> <sup>2</sup> : 薄层硅质岩, 5米; Є <sub>1</sub> <sup>3</sup> : 上部含磷结核, 厚0.2—0.5米; Є <sub>1</sub> <sup>4</sup> : 黑色与灰色层状磷块岩, 厚0.5米; Є <sub>1</sub> <sup>5</sup> : 安山熔岩、块集岩; Є <sub>1</sub> <sup>6</sup> : 燧石层夹碳质页岩; Є <sub>1</sub> <sup>7</sup> : 硅质页岩夹泥质灰岩	下寒武统 (Є <sub>1</sub> ): Є <sub>1</sub> <sup>1</sup> : 白云质灰岩, 下有砂、砾夹层; Є <sub>1</sub> <sup>2</sup> : 硅质岩, 厚5米; Є <sub>1</sub> <sup>3</sup> —Є <sub>1</sub> <sup>6</sup> : 粘土泥岩、铁质页岩、燧石层、白云质灰岩, 2—6层磷块岩, 以中下部最好, 厚0.2—1米; Є <sub>1</sub> <sup>7</sup> : 磷酸化白云质灰岩、含沥青质灰岩、白云岩, 厚15米 (Z—Є): 上部砂质泥岩、泥灰岩; 下部红色砂岩、底砾岩		
假整合	区域不整合	不整合	微不整合	
下 伏 地 层	震旦系 (Z): 冰碛层、砂岩、页岩、砾岩, 均呈绿色	震旦系 (Z): 绿色砂岩、长石砂岩、粉砂岩		震旦系: Z <sub>1</sub> —块状白云岩 Z <sub>2</sub> —石灰岩夹灰质白云岩、硅质岩 Z <sub>3</sub> —碳质硅质岩夹碳质白云岩 Z <sub>4</sub> —灰质白云岩夹石英岩

要分布在祁连褶皱带和东秦岭。其成矿时代为早寒武世和晚震旦世。现分区简述如下:

(1) 北祁连龙首山磷矿, 产于韩母山群的下部, 位于冰碛层之上。龙首山在次级构造中属阿拉善台块南缘, 形成一挤压带, 区内广泛分布着下寒武统韩母山群和震旦系烧火筒沟

群, 主要为一套碎屑岩和碳酸盐岩, 构成龙首山复式向斜。含磷岩系在复式向斜南北两翼均有出露, 目前在龙首山中段共有十三个矿床(点)及矿化点, 其中具有工业价值和代表意义的有五处, 即山丹县的青井子磷矿点和大沟井—烧火筒沟磷矿点, 阿右旗哈马胡头沟磷矿床以及永昌县大黑沟磷矿床和马房子沟磷矿点等。它们均分布于龙首山向斜北翼, 磷矿产于砾岩与砂岩之中。

(2) 南祁连褶皱带下寒武统磷矿, 主要分布在甘肃天祝、永登一带<sup>[3]</sup>。包括光明峡—南蓬沟—克拉斯和铁城沟磷矿等。含磷岩系由结晶灰岩、含磷碳质板岩、砾岩、含磷砂岩和砂岩互层以及黑云母石英千枚岩等组成。仅在碳质板岩中见一层磷块岩, 厚8—10米, 呈层状,  $P_2O_5$ 含量为8—18%, 平均10.86%。此外, 青海互助县秀马沟磷矿和大通老谷山磷矿也可能属于该层位。

(3) 东秦岭区磷矿, 包括上震旦统和下寒武统两个层位。下寒武统磷矿均分布在陕西境内, 有山阳县胡家沟、丹凤县双合磨及陈家沟磷矿床等。上震旦统磷矿包括陕西省勉县观山、镇巴县渔渡坝、南郑县朱家河以及河南省商城县石门冲等矿床。除石门冲外, 其余矿区多分布在东秦岭南部, 即靠近扬子准地台边缘。含磷岩系为各种含磷粉砂岩、含磷砂质灰岩及磷矿层等。磷块岩产在粉砂岩或砂质灰岩与含碳砂质页岩之间, 属中、小型矿床。此外, 陕西略阳何家崖磷矿, 按其所处大地构造位置、岩性及含磷岩组之下为冰碛层等特征, 亦可能属下寒武统层位。

## 二、震旦—寒武系磷矿的层位特征及分布规律

如图1所示, 各区磷矿都具有固定的层位。北部地槽区含磷层位属文德岩系一下寒武统, 南部地台区含磷层位为震旦系一下寒武统, 两者层位相当。震旦系磷矿或作为地台的盖层出现, 或分布于地槽区加里东褶皱系中。下寒武统磷矿无论是在地槽区或地台区, 均位于下寒武统底部。但由于各区所处位置不同, 海水入侵先后不同, 从而造成下寒武统底部沉积上的差异和层位上的高低。早寒武世初期, 各区大致继承了震旦纪晚期的状况, 只是北方海侵范围比南方相对稍小一些。从海侵方向看, 当时的海水有两支<sup>①</sup>: 一支从苏联和蒙古西北方向来的海水, 侵进于北纬42°以北地区; 另一支为印度—太平洋海水, 是从澳大利亚、越南、老挝等方向由南往北侵进, 这是中国早寒武世时期主要的海侵。根据中国南部扬子准地台区震旦系与寒武系之间为连续沉积或为微小的沉积间断以及古生物等方面的资料, 说明早寒武世初期中国南部的海侵范围大致只达到秦岭南部, 不超过北纬34°地区。下寒武统以渔户村组为代表, 其地层发育最完全, 亦是最重要的含磷岩组, 磷块岩矿层不仅质量好, 储量大, 而且产有丰富的软舌螺和其它小壳化石。到早寒武世中期, 海水越过秦岭海槽又分为两支, 一支往西到达塔里木周围地区, 从其岩性和生物群上看, 与扬子区具有很大的相似性, 较大的差别在于库鲁克塔格下寒武统中有基性火山岩存在。在北天山西部博罗霍洛山一带以及甘肃北山、黑龙江伊春等地, 亦有早寒武世中期的沉积, 它们的岩性为硅质岩、页岩及灰

① 见1978年中国地质科学院主编的“中国寒武系”。

岩, 从其中所含三叶虫化石分子看, 明显与苏联西伯利亚动物群有密切关系<sup>①</sup>, 因而证明当时在塔里木、北天山、东天山以及北山、伊春等地, 南北二支海水是相互沟通的。下寒武统含磷岩系与下伏地层多存在明显的间断面, 或与冰碛层呈假整合接触。另一支海水由南往北扩展, 沿着中朝准地台西、南、东边缘侵进, 向西侵入陕西陇县、甘肃环县而达贺兰山区, 南侧侵入陕西渭南, 山西平陆、芮城, 河南灵宝、临汝以及安徽霍丘、凤台等地。各地皆沉积了早寒武世沧浪铺期的岩石, 其下普遍伏有冰碛层, 两者常呈不整合或假整合接触。显然, 下寒武统发育最全、层位最低的地区是秦岭以南 (即北纬 34° 以南) 广大的扬子 (包括陕南大巴山区) 地区, 属早寒武世早期沉积。中朝准地台边缘属早寒武世中期沉积。而秦-祁-昆、塔里木和天山—兴安区下寒武统的最低层位介于上述两者之间, 部分可能与中朝准地台上的层位相当, 只有柯坪、库鲁克塔格地区与扬子区层位部分相当 (见表2)。

各区下寒武统层位对比表

表 2

地区		柯坪	库鲁克塔格	北山	龙首山	中朝准地台	秦岭北	秦岭南	扬子准地台
下寒武统	上	吾松格尔组	西大山组	双鹰山群	韩母山群	馒头组	水沟	下寒武统	龙王庙组
	中	肖尔布拉克组	西山布拉克组			辛集组	口组		沧浪铺组
下	奇格布拉克组			汗戈尔乔克组	冰碛层	烧火筒沟群	罗圈组	罗圈组	灯影组
下伏地层		奇格布拉克组	汗戈尔乔克组	冰碛层	烧火筒沟群	罗圈组	罗圈组	灯影组	灯影组

震旦—寒武纪磷矿明显地受上述层位的控制, 而这种层位控制恰好反映出磷块岩形成时的构造沉积环境。因为磷酸盐沉积需要适当的古气候、古构造和古地理环境。在震旦纪到早寒武世时期, 正是地壳运动由剧烈的造山旋回转变成相对稳定的沉积阶段, 此阶段也正是北部地槽发育的初期或成年期以及南部地台相对稳定的时期, 这无疑是有利于磷酸盐沉积的古构造环境。再从磷块岩的沉积特征上看, 大型磷块岩矿床多与黑色页岩和白云岩共生, 韵律性强, 具波纹层理, 磷块岩多具内碎屑结构, 说明磷块岩多形成于半封闭的浅海环境, 地壳升降运动缓慢, 水介质处于明显的动荡状态。磷矿与冰碛层关系密切, 我国北方下寒武统磷矿除吉林水洞、长白等少数地区未找到冰碛层外, 大多数地区的磷矿几乎均与冰碛层“联生”。例如从河南鲁山—小秦岭—贺兰山—龙首山—北山—天山及库鲁克塔格等地, 东西长达3000多公里的范围内, 凡有冰碛层存在的地方, 其上覆地层均为早寒武世沧浪铺早、中期的沉积, 富含 *Hsuaspis*、*Bergroniellus*、*Erbia*、*Serrodissous* 等三叶虫化石, 即辛集组、苏峪口组、韩母山群、双鹰山群及西山布拉克组等。这些岩组的底部普遍含有磷矿层。此外, 在甘肃天祝、永登一带冰碛层之上亦有磷矿层, 在磷矿层内还发现了刺球藻类化石 *Baltisphaeridium* sp., 其时代可能属早寒武世。在青海全吉山冰碛层之上的小高炉群中亦有含磷层存在<sup>[1]</sup>, 目前虽未发现标准化石, 其时代亦可能属早寒武世中期。磷矿总是位于冰碛层之上,

① 同上页①



两者呈不整合或假整合接触。这种现象不仅北方如此,南方也是这样,震旦—寒武纪含磷岩系之下为南沱冰碛层,两者亦呈不整合或假整合接触。可见,磷矿与冰碛层之间的这种“联生”关系不是偶然的,而是有着成因上的联系,说明磷块岩形成与古气候关系密切,是在气候由冷变暖的转变过程中形成的。当气候寒冷时,冰川活动将大量的陆源物质带到沉积盆地或造成大量生物死亡。当气候转暖时,海盆中的各种物质开始分解、析离,磷酸盐的溶解度随着pH值和温度的降低而增加,从而使大部分磷酸盐集于深水中。由于气候不断变化,促使海水发生对流作用而引起洋流循环,并将海盆深处的磷酸盐带到洋流上升的地区,磷酸盐的溶解度便随着pH值和温度的增高而降低,并以化学或生物-化学形式逐渐沉积下来。当磷酸盐物质丰富时就形成矿床。

### 三、震旦—寒武系的含磷建造、矿石特征及分布规律

含磷建造是指在时间和空间上都具有连续而密切共生的、在构造成因上有联系的各种岩石所组成的自然组合。从各区震旦—寒武系磷矿来看,虽然它们各自处于不同的构造单元,但如果含矿层位相同,其矿床类型和岩石组合会基本相似。

1. 含磷岩系属页岩-碳酸盐岩建造。与我国相邻的蒙古和苏联文德岩系中的大型磷块岩矿床均产于该建造中,其岩性组合为白云岩、白云质灰岩、碳质页岩、硅质页岩及硅质岩等。含磷岩系厚数十米至数百米,磷块岩常产在硅质白云岩和页岩层之间或在块状白云岩的间断面上。矿石类型为层状和块状白云质磷块岩、硅质磷块岩以及硅质-白云质磷块岩等。按矿石结构构造还可分为条带状、粒状、角砾状和结核状等。其中以条带状和粒状矿石为主,其沉积特征为:①主要类型磷块岩具有规则而稳定的水平层理;②磷块岩矿层常与碳酸盐岩或页岩互层出现;③所有主要类型的磷块岩中都不含陆源碎屑物质。这些特征说明主要类型的磷块岩是在远离海岸深度较大的静水环境(即陆棚地带)形成的,属纯化学和生物化学沉积。此外,在该类大型磷块岩矿床中还常见一种碎屑磷块岩,这种矿石是在主要类型磷块岩沉积之后还未完全固结之前,又经过洋流的冲刷和再沉积作用而形成的角砾状和砾状磷块岩。如蒙古库苏泊和苏联东萨彦岭乌哈戈尔等矿床。

2. 含磷岩系属于或多或少含有火山岩的硅质岩-碳酸盐岩建造。该含磷建造主要分布在华力西褶皱系中,含磷层位属下寒武统,其岩石组合为硅质岩、各种喷出岩、凝灰岩、少量白云岩及泥质页岩等,有的地区还有碧玉岩。含磷岩系厚50—100米,磷块岩主要产在硅质岩(微石英岩)内,或在硅质岩与碳酸盐岩之间。该建造中的矿石类型为层状、透镜状和结核状硅质磷块岩和凝灰质磷块岩。按矿石结构构造还可分为条带状、粒状和鲕状等。磷块岩沉积环境较浅,水动力作用较强,磷块岩沉积后有大量火山物质喷出。例如苏联天山复背斜的大小卡拉套和远东扎格得磷矿<sup>[10,9]</sup>就是在这种条件下形成的大型磷矿。

3. 在塔里木和秦-祁-昆地区,震旦系与扬子准地台上的相当层位,除秦岭南坡已发现磷块岩矿床外,其它地区尚未发现。下寒武统含磷岩系多为杂色,主要由硅、泥质岩和碳酸盐岩组成,属中朝地台和扬子地台之间的过渡类型。含磷岩系厚十几米至数十米,磷矿产在硅质岩之上或含碳硅质泥岩与碳酸盐岩之间,属含碳硅泥质岩-碳酸盐岩建造。该区磷块岩多为似层状和透镜状,少量为层状和结核状。矿石质量及规模以秦岭东段和库鲁克塔格一方山

口一带为好,属边缘浅海的弧后盆地沉积。

4. 含磷岩系属陆屑岩-碳酸盐岩建造,由砾岩、砂岩和碳酸盐岩组成,磷矿层位于建造底部,属下寒武统沧浪铺组,主要分布于中朝准地台边缘。磷矿石为钙质或不含钙质的砾、砂质磷块岩。含磷岩系厚数米至十几米,其沉积特征为:①碎屑岩比例大于化学岩;②碎屑岩中普遍含钙质成分;③岩石多呈红色,在深部岩心中亦然;④灰岩中普遍含白云质和燧石团块或条带;⑤矿层之上普遍为含钙质的红层,其中含有食盐假晶,有的矿区还夹有石膏层,属炎热干燥气候条件下产物。矿体呈似层状和透镜状,矿石结构有砾状和砂状,也有鲕状。磷酸盐多呈胶结物出现,少量为碎屑,也有构成石英砂粒的外壳而形成鲕状矿石的。该类矿床实例较多,分布在中朝准地台边缘的矿床如鲁山、凤台、芮城等皆是,属滨岸相-近滨相浅水环境沉积。

5. 含磷岩系属页岩-硅质岩-碳酸盐岩建造。该建造主要分布在我国南方扬子准地台区,由于该区震旦系与下寒武统呈连续过渡或只有微小的沉积间断,它们之间有着构造、成因上的联系,因此把它们算作同一个建造系列。其岩石组合为硅质页岩、含钾页岩或碳质页岩、硅质白云岩、泥质白云岩、燧石白云岩和含锰白云岩以及硅质岩等。含磷岩系厚数十米至数百米。震旦系磷矿产在岩系的下部和中部的黑色页岩与硅质白云岩之间或白云岩之中。如湖北荆襄、湖南石门、贵州开阳等矿床。此外有的矿床底部还有一层含锰白云岩,磷矿层即位于其上,并与暗色含钾页岩共生。如湖北宜昌磷矿,该类矿床的矿石结构为砂状及团块状含白云质或泥质的磷块岩,均为大型矿床。产在灯影白云岩中的磷矿,只在贵州形成工业矿床,一般不具普遍意义。下寒武统磷矿产在该含磷建造的上部,位于渔户村组黑色粉砂质页岩的底部,直接盖在灯影白云岩之上,为大型矿床,其矿石类型为砂状、团块状和鲕状含硅质或碳酸盐的磷块岩。如昆阳等矿床,主要分布于康滇占陆的东侧。但迄今未见震旦纪和早寒武世磷矿在同一地点、同一剖面中均形成大型矿床。

综上所述,北方震旦-寒武系磷矿可归纳出如下几点分布规律:

(1) 磷块岩矿床在构造上分区明显,整个北方可分成两部分,北部为地槽型沉积(包括冒地槽和优地槽),南部为地台型沉积(包括早元古代末和晚元古代末形成的地台)。地槽区磷矿均分布在地槽内的中间地块或边缘斜坡上。地台型磷矿则分布在地台边缘或地台内局部凹陷中。

(2) 含磷层位分带明显,层位固定。地槽区含磷层位属文德岩系或下寒武统,文德岩系磷矿属冒地槽型沉积,分布在加里东褶皱系内;下寒武统磷矿则多属优地槽型沉积,主要分布在华力西褶皱系内。地台区(包括南方扬子准地台)含磷层位属震旦-下寒武统,从南往北,震旦系磷矿多分布于扬子准地台和秦岭南部;而下寒武统磷矿则由南往北层位递高,在秦岭以南属早寒武世早期沉积,在中朝准地台属早寒武世中期沉积,而塔里木和秦-祁-昆地区则多介于这两者之间,部分相当于中朝准地台上的层位。

(3) 北部地槽区和南方扬子准地台区的磷矿多为大型矿床,而居于这两者之间的各区磷矿规模均较小,这种现象可能是与南、北两支海水侵进的早、晚以及气候的变迁有关,磷矿多位于冰碛层之上。

(4) 大型磷块岩矿床,特别是震旦纪的矿床,无论是在冒地槽区或准地台区,其含磷岩系几乎无例外地均产于黑色页岩-硅质岩-碳酸盐岩建造中。而中、小型磷矿主要产在下



寒武统, 其含磷岩系属于陆屑岩-碳酸盐岩建造或含碳硅泥质岩-碳酸盐岩建造。

#### 四、我国北方震旦—寒武系磷矿的成矿远景

要解决成矿远景的问题, 必须首先研究确定是否存在有希望的含磷层位, 这是找寻和预测磷矿的先决条件; 其次是研究与磷矿有关的含矿建造, 这是找矿的直接标志, 通过它可以找出适合磷酸盐沉积的有利地段。从前述可知, 扬子造山旋回后曾在中国境内形成了一个范围辽阔的古中国地台, 在这个地台上广泛沉积了震旦系和下寒武统, 这就是可能形成磷矿床的有利层位。大家知道, 磷块岩多沉积在大的造山旋回之后, 且位于间断面之上。这种现象不是偶然的, 而是因为大的造山运动造成了各种因素的变化, 如沉积环境、气候、水动力条件、物质来源及其它各种物理-化学营力的变化等。当磷酸盐物质来源充足时, 如果具备了适合磷酸盐沉积的环境和条件, 磷酸盐矿床就得以形成。上震旦统和下寒武统磷矿就是在扬子造山旋回后, 于成矿有利的条件下形成的。特别是在地槽发育的早期或成年期以及地台发育相对稳定阶段, 磷酸盐多形成大型矿床, 而在地台活动期和地槽大幅度拗陷期, 磷酸盐则不能形成矿床或只显磷酸盐化。在北部地槽区应寻找与蒙古库苏泊磷矿相当的层位, 而且应到加里东褶皱系中去找。在秦-祁-昆及塔里木地区应注意找寻与南方震旦系陡山沱组相当的层位。震旦—寒武系在陕西境内延展范围甚广, 西自前进乡至福城一带, 直到东郊河一带均有磷矿断续出露, 这是较有希望的层位和成矿带。在塔里木地台北缘, 特别是库鲁克塔格地区已发现了三套冰碛层<sup>[4]</sup>, 分别与罗圈、南沱和长安冰碛层相当, 这就为我们提供了有利的层位依据。今后在该区应着重调查研究与大型磷矿有关的岩石组合。现今在秦岭南坡已找到了较好的磷矿床, 新疆境内也找到了磷矿点, 说明在该区找寻震旦系磷矿是有希望的。此外, 下寒武统在该区分布也较广, 根据岩性及古生物特征, 除秦岭南坡属扬子型外, 其余皆属过渡型, 为南、北二支海水交汇的地区, 其成矿条件虽不如扬子区, 但比中朝区要好, 沉积环境较中朝区深, 为弱还原环境, 现已知的磷矿质量也比中朝区好, 含磷建造多属含碳硅质泥质岩-碳酸盐岩建造, 对找寻富磷矿比较有利。尤其是东秦岭、库鲁克塔格及南天山东段是找寻上震旦—下寒武统磷矿的有利地区。

再者, 新疆博罗霍洛山地区下寒武统磷矿, 按其所处的大地构造位置, 与苏联大小卡拉套、扎格得等矿床属同一构造单元, 其沉积特征亦类似, 含磷岩系属含有火山岩的硅泥质页岩-碳酸盐岩建造, 且多出露于复背斜部位, 属华力西褶皱系, 磷块岩产在硅质岩中。这类矿床也是具有工业价值的大型矿床, 苏联卡拉套磷矿世界驰名, 我国境内天山西段与之遥相对应, 亦可作为今后找磷的远景区。

文中论点及资料引用有不当之处, 望读者批评指正。

#### 参 考 文 献

- [1] 黄汲清、任纪舜、姜春发、张之孟、许志琴 1977 中国大地构造基本轮廓 地质学报 第2期
- [2] 陈从云、崔克英 1982 东北南部上寒武系—寒武系的沉积特征及磷酸盐成矿条件分析 沈阳地质矿产研究所所刊 第3号
- [3] 赵祥生、张录易、邹湘华、王树洗、胡云绪 1980 西北地区震旦纪冰碛层及其地层意义 《中国震旦亚界》 164—183页 天津科学技术出版社

- [4] 高振家、彭昌文、李永安、钱建新、朱诚顺 1980 新疆库鲁克塔格震旦系和冰川沉积 《中国震旦亚界》 186—211页 天津科学出版社
- [5] Бушинский Г. И., 1966, Древние фосфориты Азии и их генезис. 2-я Типография изд. «Наука», Москва.
- [6] Ильин А. В. и Ромникова Г. И., 1971, О фосфоритах хубсугульского бассейна в Монголии Литология и полезные ископаемые. 1, 63-75.
- [7] Вольков Р. И., Зайцев Н. С., Ильин Осокин П. В., Ухагольский месторождение фосфоритов в Восточном Саяне. Советская Геология 2, 94-107.
- [8] Школьник Э. Л., Сигов В. Ф., Мамонтов Ю. И. и Махнин А. В., 1966, Фосфориты в вулканогенно-кремнистых отложениях нижнего кембрия Хребта Джагды. Геол. и Геоф. 12, 29-37 Изд. «Наука».
- [9] Арсеньев А. А. и Рузжина Ю. Р., 1974, Закономерности образования и размещения фосфоритоносных отложений Хребта Джагды Хабаровский край. генезис и закономерности размещения фосфоритов. Изд. «Наука»
- [10] Березиков Ю. К., Сухарина А. Н., Афонин А. И., и Харин Г. С., 1968, Сопоставление по геологии фосфоритов и апатитов Сибири и Дальнего Востока, Геол. и Геоф. 2, 141—145.

## GEOLOGICAL CHARACTERISTICS OF THE SINIAN-CAMBRIAN PHOSPHORITE DEPOSITS IN NORTH CHINA

Chen Chongyun

(Shenyang Institute of Geology and Mineral Resources, Chinese Academy of Geological Sciences)

### Abstract

The phosphorite deposits of the Sinian-Cambrian ages are distributed mainly in Asia and Australia, and mostly in China. According to their geotectonic positions, these deposits might be assigned to six regions: 1) Altai-East Sayan Ergune fold belt; 2) Urutau-Tianshan-Xinggan fold belt; 3) Sino-Korean Paraplatform; 4) Yangzi Paraplatform; 5) Tarim platform and 6) Qinling-Qilian-Kunlun fold belt. The phosphorite deposits occurring in 1st and 2nd regions are of geosyncline type and those in the 3rd to 6th regions are of platform type. The phosphorite deposits of geosyncline type occurring along the border or in the intermediate massifs of the geosyncline are chiefly distributed in the USSR and Mongolia. They were formed during the early stage or the adult stage of the development of geosyncline. This important sort of deposits has not yet been discovered in China. The deposits of the platform type formed in the relatively stable stage of the platform are distributed in China, and mainly in south China. The Sinian deposits occur in the depressed belt within the

platform, while the Lower Cambrian ones are found in the marginal region of the platform. The Sinian-Cambrian deposits are characterized by a marked zonal distribution and their fixed stratigraphic positions. In the geosynclinal areas from north southward, the phosphorite deposits of the above 1st region occur in Wende series (corresponding to Sinian series), belonging to the miogeosyncline type and existing in the Caledonian fold belt, while those of the 2nd region occur in Lower Cambrian, belonging to the eugeosyncline type and existing in the Hercynian fold belt. As for things on platforms, from south to north, the Sinian deposits are distributed separately in the Yangzi paraplatform and in the southern part of the Qinling fold belt, the stratigraphic positions of the Lower Cambrian deposits are higher in the northern part than in the southern part, i. e., they occur in the Lower Cambrian strata in the southern part of Qinling, but in the Middle Lower Cambrian strata on Sino-Korean paraplatform, and the deposits in Tarim and Qinling-Qilian-Kunlun regions seem to exist mostly between these two stratigraphic positions, and partly at the same position as those on the Sino-Korean paraplatform. The major deposits observed in geosynclinal regions of the North and Yangzi paraplatform of the South are of large dimensions and those in areas between these two regions are of medium or small sizes. This might have something to do with the time of the transgression of the northern and southern seas as well as the changes in paleoclimate in these regions. The phosphorite deposits on the whole overlie tillite beds, which suggests a genetic relationship between them. The phosphorite deposits have very similar rock formations provided that their stratigraphic positions are identical. As regards the large-sized deposits, especially the Sinian deposits of both geosyncline and platform types, all phosphorite-bearing sedimentary rock series are of dark shale-silicilith-carbonate formation, whereas the medium or small sized phosphorite deposits are unexceptionally in existence within the Middle Early Cambrian strata and belong to terrigenous-carbonate formation.