

磷矿地质

(一)

地质出版社

57321

磷 矿 地 质

(一)

地 质 出 版 社

磷 矿 地 质

(一)

(限国内发行)

国家地质总局书刊编辑室编辑

地质出版社出版

地质印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行·各地新华书店经售

1976年9月北京第一版·1976年9月北京第一次印刷

印数1—6,200册·定价0.85元

统一书号: 15038·新169

前 言

在毛主席革命路线指引下，地质战线广大职工认真贯彻了“以农业为基础、工业为主导”的方针，加快了磷矿的普查勘探和研究工作，取得不少地质成果和经验，为我国磷肥生产的发展做出一定贡献。为使这些成果和经验得以交流，我们选编了磷矿地质(一)。

本书的内容，归纳起来，包括岩浆岩型、伟晶岩型、沉积型、沉积变质型、次生淋滤洞穴堆积型等磷矿的地质特征、形成条件、找矿标志、找矿方向及综合利用等。也有的文章专门论述了海相磷块岩形成条件的若干问题和岩浆岩型磷灰石矿床的地质找矿问题（包括国内外）。可供从事磷矿普查勘探、教学和科研工作的同志们参考。

在选编过程中，写作单位和有关同志给以大力支持，在此表示感谢。

由于水平所限，肯定会有不当之处，恳请批评指正。

目 录

河北已知磷矿的主要成因类型及找矿方向的探讨.....	
.....	河北省地质局综合研究地质大队 (1)
四川 SF 式磷矿地质和综合利用简介	四川省地质局一〇一地质队革委会 (17)
湖北 JX 磷矿地质特征及找矿标志	湖北省第八地质大队黎荫厚执笔 (27)
江苏某地洞穴堆积型小磷矿地质特征	江苏省地质局第五地质队 (42)
湖南震旦纪磷矿及其形成条件初步分析	湖南省地质局综合研究队 (52)
某地侏罗纪火山碎屑沉积岩系中的铀磷矿床	北京第三研究所联合科研组 (56)
.....	二 六 五 队
海相磷块岩形成条件的若干问题	中国科学院地质研究所七室成矿成岩组 (66)
岩浆岩型磷灰石矿床的地质找矿问题	东北地质科学研究所综合磷矿组 (82)
图版及说明	

河北省已知磷矿的主要成因类型 及找矿方向的探讨

河北省地质局综合研究地质大队

一、我省已知磷矿主要成因类型

(一) 内生磷矿

已知内生磷矿床有岩浆岩型和伟晶岩型两类(表1)。

1. 岩浆岩型磷矿

目前所发现的仅为与基性、超基性岩有关的磷矿。另有一些与变质基性、超基性岩有关的磷矿,其主要地质特征、成矿控制因素与上述未变质的大体一致,为避免重复起见,归入此类叙述。

(1) 构造

基性、超基性岩的分布受纬向构造体系,即天山—阴山东西构造带的控制。

在东西构造带的北段,有三个基性、超基性岩带分布,即所谓北带、中带和南带。此三带分别受三个东西向的强烈挤压带的严格制约。目前所发现的与基性、超基性岩有关的磷矿,仅限于中带和南带。

上述三个压性断裂带为基性、超基性岩岩浆上升的通道,控制着基性、超基性岩在区域上呈东西向或近东西向的展布方向。岩体(或岩体群)的这种总的展布方向,尚不能代替磷矿体(或矿带)的分布规律性。经对多个矿区的初步研究,发现所有磷矿区的断裂都相当发育,除了有与前述区域性的压性断裂带相垂直或近似垂直的张性断裂系统外,还有与之斜交,分别属于北东向和北西向的两组扭性断裂系统。一个矿区内各组断裂发育不同,各矿区间也有很大的差别。虽然如此,但控制磷矿体(或矿带)的断裂系统的方向却大致相同。这主为北东东及北西西向,次为北北东及北北西向。据统计,北东东及北西西向的断裂系统,其方位一般为 50° — 120° 之间。因此,从统一的应力场的观点分析,我们初步认为,伴随东西向(或近东西向)强烈挤压带而产生的北东东及北西西向压扭性断裂系统,是控制磷矿体(或矿带)之主要构造形迹。

此外,在有的矿区还见有受节理、裂隙系统控制的磷矿体存在。这主要是与交代和贯入作用有关。其规律性有待进一步研究。

(2) 岩石

与本类型磷矿有关的基性、超基性岩,大多侵入于前震旦纪各类变质岩中。在区域构造线总方向的控制下,以一定的展布方式成群出现。多数向北倾斜,倾角较陡,一般 70° —

表 1 河北省已知磷

类别	类型	时代	矿 石 的 矿 物 成 分		矿 石 的 主 要			
			主 要 的	次 要 的	P ₂ O ₅	TFe	TiO ₂	V ₂ O ₅
内生	岩浆岩型 (与基性超基性岩有关)	前震旦纪	磁铁矿、钒钛磁铁矿、辉石、斜长石、角闪石、纤闪石、黝帘石、绿泥石、氟磷灰石等	褐铁矿、黄铁矿、磁黄铁矿、镍钴黄铜矿、黑云母、方解石、蛇纹石、尖晶石等	2.18—7.06	10—20	1—6	0.02—0.17
	伟晶岩型	晚于震旦纪	氟磷灰石 (葱绿及猪肝色两种)、奥长石、阳起透辉石、碳酸盐等	正长石、透闪石、方柱石、榍石、褐帘石、黄铁矿、褐铁矿	28.05			
外生	沉积型	常州沟—大红峪世	自生细晶磷灰石 (0.1—0.4毫米)、胶磷矿、碎屑石英 (0.03—0.40毫米) 等	绢云母、钾长石、电气石、绿泥石、褐铁矿、镜铁矿、次生石膏等	7.81—21.58			
		串岭沟世	胶磷矿、细晶磷灰石、赤铁矿、碎屑石英等	粘土、氧化铁、绢云母、长石、海绿石等	11.45—26.50			
		大红峪世	胶磷矿、氟磷灰石 (?)、细晶磷灰石、碎屑石英、白云石、玉髓等	长石、绢云母、重晶石、白云母、菱铁矿等	8.04 16.40			
		寒武纪	胶磷矿、石英等	长石、绢云母、海绿石、电气石、白云母等	8—12 最高 14.94			
变质	沉积变质型	前震旦纪 (单塔子群)	角闪石、黑云母、斜长石、石英、辉石、磁铁矿、钛铁矿、氟磷灰石等	钾长石、方解石、绢云母、绿帘石、绿泥石、赤铁矿、褐铁矿、黄铁矿、黄铜矿等	3.69 5.23 最高 9.84	13.14 23.10	4.66 7.83	0.074 0.222

矿成因分类表 (初稿)

化 学 成 分 (%)					主要矿石类型	主 要 成 矿 控 制 因 素			矿体形态
SiO ₂	R ₂ O ₃	CaO	MgO	TR ₂ O ₃		构 造	地层或岩石	蚀变及变质作用	
					致密块状(或浸染状)磷灰石、钽铌磁铁矿石、块状磷灰石钛磁铁矿角闪岩	天山—阴山东西构造带,新华夏系以及与之伴生的压扭性断裂系统	辉长石、苏长石、斜长岩、辉石岩、角闪岩	绿泥石化、钠黝帘石化、闪石化等	长条状、透镜状、扁豆状等不规则状
2.40	0.53		1.03	2.98	块状阳起透辉石、奥长石磷灰石伟晶岩	矿脉主受北北西—北西向张扭应力所产生之断裂系统控制	榴子斜长粒岩和辉石角闪斜长片麻岩的物理性质利于产生断裂	阳起透辉石化、黑云母化	透镜状、脉状、团块状
6.40—69.17	3.47—13.56	12.30—47.43	0.28—2.19		以块状磷块岩为主,条带状、结核状和砾状磷块岩次之	海浸岩系的底部,吕梁运动后沉积间断面的低洼处	砾状石英岩、石英砂岩、粉砂岩等	轻变质作用	透镜状
39.04—66.16	17.72	1.72—17.56	2.58—3.44		砂质磷块岩、结核状磷块岩、含磷赤铁矿、含磷角砾状赤铁矿	海浸岩系的底部,常州沟组末期,曾有短期间断,磷矿即沉积于此间断面上	石英砂岩、长石石英砂岩和砂质页岩		透镜状
28.80—93.24	2.50—8.58	1.72—19.99	0.39—11.10		砂岩和白云岩型	低洼窄长海湾部位,小沉积韵律的底部	白云岩、含砂白云岩、粉砂质泥岩和石英砂岩		层状和透镜状
					以砂岩型为主	浅海相沉积	页岩、砂质页岩为主		似层状、透镜状及结核状
					片麻状磷灰石矿、钛磁铁磷灰石矿	天山—阴山东西构造带	角闪斜长片麻岩、黑云角闪斜长片麻岩及斜长角闪岩等	中深区域变质作用	似层状、透镜状、扁豆状及巢状

80°, 岩体规模大小不等, 单个岩体一般长几十米—数公里, 宽几米—数公里, 岩体群一般长几公里—数十公里, 宽几十米—数公里。

据已有资料, 前述中带和南带与磷矿有关的岩石, 既有基性岩, 也有超基性岩。尚未发现中带与基性岩有关, 南带与超基性岩有关的规律性。

与磷矿关系密切的基性岩岩石类型主为辉长岩、斜长岩、苏长岩以及它们的过渡类型。其特征以马营磷矿及附近区域具有代表性; 斜长岩大片出露, 而辉长岩、辉长苏长岩、苏长岩(紫苏辉长岩)则以长条状、块体状、舌状等不规则形状小范围的分布于斜长岩之中, 与斜长岩的边界有的明显、有的为过渡关系, 就近矿围岩而言, 磷灰石、钛磁铁矿的矿化, 以辉长岩、辉长苏长岩和苏长岩最为密切, 甚至有的矿体或矿体的大部分为磷灰石钛磁铁矿化的苏长岩(如马营矿区4号、5号矿体)。本类岩石由于在长期的地质史中受各种压力作用的影响, 普遍有不同程度的蚀变, 辉石(普通辉石)转变为纤闪石, 斜长石则被黝帘石和钠长石的集合体(纳黝帘石)所代替。因而, 辉长岩、斜长岩、苏长岩常有纤闪石化、纳黝帘石化、绿泥石化、绿帘石化等现象, 蚀变强烈者则完全改变了原岩的面貌。有的辉石则转变为黑云母, 形成黑云辉长岩(如庄头峪), 有的辉石则变为黑云母和角闪石, 形成黑云角闪辉长岩(如红山咀), 磷灰石和钛磁铁矿的富集主要与绿泥石化有关。据有的同志研究认为, 分布面积最大的斜长岩, 属于酸度较高的偏碱性岩石, 至于辉长岩、辉长苏长岩、苏长岩目前尚缺乏岩石化学资料。对于本类岩石的成因还有不同看法, 我们初步认为是辉长岩浆分异的产物。

与磷矿有关的超基性岩的主要岩石类型为辉石岩、辉石角闪岩(或角闪辉石岩)、角闪岩。本类岩石有明显的分带现象, 于辉石岩岩体中有辉石橄榄岩或橄榄岩的异离体(如于家沟), 角闪岩分布在岩体的边部, 岩石中以透辉石(或普通角闪石)为主要矿物。磷矿主要赋存于辉石角闪岩、角闪岩中。有不同程度的蚀变现象, 如闪石化、黑云母化、绿泥石化、蛇纹石化、碳酸盐化等。有的黑云母化强烈, 形成黑云母辉石岩(如姚家庄), 有的辉石大多被角闪石代替, 形成辉石角闪岩或角闪岩(如GD)。南天门的变质超基性岩(变质角闪岩)因受变质作用的改造, 岩石呈现明显的变质特征, 岩体与片麻岩的产状一致。本类岩石, 包括辉石岩、辉石角闪岩(或角闪辉石岩)、角闪岩中的二氧化硅含量不高<40%, 氧化钠的含量高于氧化钾, 而铁的氧化物含量较高, 最高接近30%, 氧化镁的含量不高, 为高铁质的超基性岩。

该类岩石, 一般属超基性岩浆分异而成。基性、超基性岩的时代一般认为大多属前震旦纪。

(3) 矿体和矿石

矿体主要是沿北东东向及北西西向的两组压扭性断裂系统分布, 产于辉长岩、辉长苏长岩、苏长岩和辉石岩、辉石角闪岩、角闪岩中。矿体与围岩一般呈过渡渐变关系。

矿体规模大小不等, 长一般100多米至数百米, 宽一般数米至数十米。矿体形状多样, 有长条状、透镜状、扁豆状、似层状、等轴状、似脉状等不规则形状。

矿石类型主要有致密块状磷灰石钒钛磁铁矿石及浸染状(或斑点状)磷灰石钒钛磁铁矿石; 致密块状磷灰石钛磁铁矿角闪岩, 细粒—粗粒磷灰石角闪辉石岩(或辉石角闪岩)。矿石之矿物成分随不同的矿石类型而异。一般主要有: 磁铁矿、钛磁铁矿、钛铁矿、普通辉石、透辉石、斜长石、角闪石、纤闪石、黝帘石、绿帘石、绿泥石、阳起石、氟磷灰石

等；次要有：赤铁矿、褐铁矿、黄铁矿、磁黄铁矿、镍钴黄铜矿、绢云母、黑云母、方解石、蛇纹石、橄榄岩、尖晶石等。

矿石的化学成分，矿石类型不同变化较大，产于超基性岩中的磷矿石比产于基性岩中的磷矿石，含二氧化硅低，但铁和镁的组份含量却较高，二者氧化钛的含量均较氧化钾的含量高。以磷灰石辉石角闪岩和磷灰石角闪辉石岩为例（表2）。

表 2

样号	成分	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	MgO	CaO	P ₂ O ₅	TiO ₂	V ₂ O ₅	SFe	K ₂ O	Na ₂ O	CO ₂	烧失量	矿石类型
1		34.75	8.23	22.37	10.45	16.68	2.09	2.70	0.088		0.50	1.16	0.25	0.16	磷灰石辉
2		31.33	8.24	24.78	8.78	16.29	3.12	3.12	0.138		0.42	1.20	0.48	0.50	石角闪岩
C(70)001		35.80	8.24	27.24	7.13	8.92	3.81	6.75	0.020	11.04			0.55	1.02	磷灰石角
C(70)002		36.87	8.95	26.27	6.80	8.93	3.41	6.28	0.025	8.49			0.31	0.86	闪辉石岩

矿石中主要有用组份为：磷、铁、钛、钒。

除以上四种有用组份外，矿石中还不同程度的含有铬、钴、镍、铜、锰、铂、钼、铍、锆、锆、钨、钨、钨、钨等元素。除个别矿区中的钴初步具有综合回收的意义外，目前其它元素尚未发现可以利用。

从上述可知，本类型磷矿，含P₂O₅不高，即所谓“低品位磷灰石型磷矿”。但由于矿石中含有铁、钛、钒有用组份，而且经选矿试验尚能达到较好的选别指标，提高了磷矿的综合利用价值。据六个矿区的选矿试验结果，选矿后所得各种产品的精矿品位及其回收率，都可达综合利用的要求，属于易选矿石。

2. 伟晶岩型磷矿

本类矿床在我省发现很少，仅在××地区有规模不大的矿床分布。曾作过普查勘探和外围找矿工作，并由有关科研单位作了一些专题研究，提高了矿床的研究程度。其主要地质特征简述如下：

(1) 岩层

区内广泛分布前震旦系桑干群变质岩地层，由老而新为：黑云辉石斜长片麻岩、辉石角闪斜长片麻岩、花岗片麻岩、黑云斜长片麻岩、角闪斜长片麻岩、榴子斜长粒度岩等。其中花岗片麻岩、黑云斜长片麻岩和角闪斜长片麻岩常重复出现。辉石角闪斜长片麻岩、角闪斜长片麻岩和榴子斜长粒变岩，常为矿脉的围岩，一般认为，并非与这些岩石的化学性质有关，而主要与其物理性质有利于产生成矿裂隙有关。

(2) 构造

矿床地处东西构造带某段西端之南侧。前震旦系变质岩地层除在矿区北缘有一些小规模折曲外，皆为单斜层构造倾向南东和南西，倾角10°—30°。断裂构造在本区十分发育，主要有近东西向、北西西和北东向三组断裂系统。

区内含磷灰石伟晶岩脉，都以北40°—80°西方向斜切片麻岩呈雁行排列，受沿北北西—北西向张扭应力所产生的大断裂系统控制。

(3) 岩脉

岩浆活动在本区较为复杂,但未见较大的侵入体。各种脉岩分布较多,主要有花岗伟晶岩脉、石英脉、辉绿岩脉、辉长岩脉、石英长石斑岩脉等。如上述,含磷灰石的花岗伟晶岩脉沿北西西向断裂分布,而不含磷灰石的花岗伟晶岩脉和其它岩脉,则主要与北东向断裂有关。

花岗伟晶岩脉,常具文象结构,按其生成前后分三种:即肉红色奥长石微纹长石伟晶岩脉;灰白色钾长石斜长石伟晶岩脉;磷灰石透辉奥长石伟晶岩脉。后一种则为本区之主要矿脉。

(4) 矿床

含磷灰石的伟晶岩脉集中分布于三个矿区,共有数十条矿脉,矿脉规模长几米至二百余米,一般100余米,厚度不大。据钻孔资料,矿脉向下逐渐尖灭,最大延伸不超过100米。矿脉产状一般北 40° — 80° 西,倾角 50° — 70° 。矿脉形态多样,有脉状、透镜状及团块状等。

矿脉之矿物成分主要有磷灰石、奥长石、阳起透辉石及碳酸盐,次有正长岩、透闪石、方柱石、榍石、褐帘石、黄铁矿及褐铁矿等。磷灰石经初步研究确定为氟磷灰石,它常以团块状、透镜状等聚集体分布于矿脉之中部磷灰石中,因有不同的混入物质,具有红色、绿色或二者的混合色。磷灰石呈块状、柱状的巨晶,最大直径达30—40厘米的六方柱状晶体,玻璃光泽,断口平滑,性脆易碎,硬度4—5,比重3.18。镜下突起高,无色,一轴晶负光性,平行消光。其折光率为 $N_o=1.634$, $N_e=1.638$ 。经单矿物分析含 P_2O_5 33.01—41.48%、CaO 13.70—46.12%, SiO_2 2.51—3.73%,F 3.3—3.4%, $F:P_2O_5$ 0.082。

矿脉依其矿物的生成次序有一定的空间分布而呈现明显的分带性。一般发育较完全。由外而内可分为:似花岗伟晶岩带,阳起透辉石带,奥长石带,磷灰石带。矿脉的围岩蚀变,成矿期有阳起透辉石化、黑云母化,成矿后期有碳酸盐化、硅酸盐化、黄铁矿化及高岭土化等。

矿石类型按矿物组合和分带结构的特点,有如下四种:奥长石伟晶磷灰石矿,碳酸盐、硅酸盐化伟晶磷灰石矿,阳起透辉、奥长石伟晶岩磷灰石矿,褐铁矿化(或黄铁矿化)伟晶磷灰石矿。其中以第三种矿石类型为最好。

矿石之有用组份及有害组份依矿石类型而不同。尤其值得指出的是矿石中含有较高的稀土元素,并与磷的含量呈正比关系。但对稀土元素的综合利用评价,尚缺乏深入的研究。

矿床成因一般认为属岩浆期后气成阶段形成的伟晶岩型矿床。其时代晚于前震旦纪。

(二) 外生磷矿

我省外生磷矿目前已知的主要类型为沉积型的(表1),绝大多数赋存于震旦系和寒武系地层中,自五十年代以来曾进行了大量的地质普查和研究工作,现综述于下。

1. 震旦系磷矿和含磷层位^①

在震旦系各组地层中共发现 P_2O_5 大于1%的含磷层位达8个,其中震旦系底部(常州

^① “含磷层位”是指含 P_2O_5 大于1% (不考虑厚度) 而可以在地层“带”单位中对比的。

沟一大红峪组未分) 1个、常州沟组一个、串岭沟组 1 个、大红峪组 4 个、景儿峪组 1 个。震旦系底部含磷层位分布在THS地区, 其它含磷层位皆在YS地区发现。而其中能构成矿床的是东焦—吴家窑磷矿(震旦系底部)、燕王沟磷矿(串岭沟组), XY—BBS 磷矿(大红峪组)。而其它含磷层位因品位或厚度低而没有构成矿床, 兹将磷矿和含磷层位概况介绍于后:

(1) 震旦系底部磷矿(“东焦式磷矿”)

其磷块岩矿层赋存层位的时代, 按1:20万区测资料为震旦系常州沟一大红峪组(未分)的碎屑岩层中, 其综合剖面如下(由老至新):

下伏地层—溱沱群白云质灰岩

~~~~~不整合~~~~~

常州沟一大红峪组: 碎屑岩层

①含磷矿带, 由角砾状石英岩、石英砂岩、粉砂岩和磷块岩组成, 带内各岩普遍含 $P_2O_5 > 1\%$ , 在不整合面上常有一层厚约1米的红粘土, 本带厚数十公分至十米。

②砂质页岩与砂砾岩互层, 当无含磷矿带时与不整合面接触, 厚40米。

③板状砂质页岩, 仅见于东焦矿区, 厚25米。

④石英角砾岩, 与砂砾岩、石英砂岩相变显著, 厚60米。

上覆地层—常州沟一大红峪组含铁矿带

含磷矿带断续分布于不整合面上, 矿体可分为单层矿及多层矿, 其特点是均为一个完整小旋迴, 磷块岩位于小旋迴的中上部, 矿体分布零星, 其形状主要为小透镜体, 偶见呈团块堆积者。矿体规模一般长十余米至数十米, 最长170米, 厚度变化大。矿体产状与围岩一致, 随基底起伏而有变化。

磷块岩呈褐红色, 按不同的构造形态, 可分为四种类型, 即块状磷灰岩、条带状磷块岩、结核状磷块岩和砾状磷块岩, 以块状磷块岩为主, 常以小透镜体产出, 主要矿物为细晶磷灰石和胶磷矿。

磷块岩化学成分如下(表3)。

表 3

| 矿 区 | 样 品 号  | 分 析 结 果 (%) |         |           |           |       |      |        |         |      |
|-----|--------|-------------|---------|-----------|-----------|-------|------|--------|---------|------|
|     |        | $P_2O_5$    | $SiO_2$ | $Fe_2O_3$ | $Al_2O_3$ | CaO   | MgO  | $CO_2$ | $TiO_2$ | 烧失量  |
| 东 焦 | 70105  | 20.23       | 45.13   |           |           | 27.19 | 0.00 | 0.77   |         |      |
|     | 70098  | 16.99       | 38.43   |           |           | 22.78 | 1.14 | 2.19   |         |      |
| 吴家窑 | D38142 | 35.97       | 6.40    | 2.98      | 0.92      | 47.43 | 0.93 | 0.49   | 0.14    | 0.82 |
|     | D38140 | 17.75       | 40.51   | 0.51      | 6.04      | 24.71 | 1.43 | 0.68   | 0.17    | 1.96 |

此类型磷矿, 其成因为滨海盆地(或海湾)沉积, 称为“东焦式磷矿”。

### (2) 震旦系串岭沟组磷矿(“燕王沟式磷矿”)

磷块岩赋存于串岭沟组砂质页岩的底部与常州沟组顶部石英砂岩冲刷(侵蚀)间断面上。燕王沟磷矿综合剖面如下:(由老至新)

下伏地层—常州沟组白色石英砂岩

### 串岭沟组

①黑色砂质磷块岩、角砾状磷块岩及含磷赤铁矿，厚0.09—0.65米。

②粉红色砂质页岩、白色薄层白云质粉砂岩夹白云岩小透镜体，偶含磷质条带及结核。厚3.25—16.65米。

③灰白、白色长石石英砂岩，厚4.39—15.42米。此含磷层位在燕王沟一带为磷块岩，向东北到焦家沟逐渐相变为含磷赤铁矿。磷矿体呈透镜体，时而尖灭，沿走向厚度变化颇大，在燕王沟延长约400米，厚度很小。

磷块岩可分为砂质磷块岩、结核状磷块岩、角砾状磷块岩。主要矿物为胶磷矿，有少量细晶磷灰石。磷块岩化学成分如下（表4）：

表 4

| 编号    | 矿 石 名 称 | 分 析 结 果 (%)                   |                  |                  |                                |                                |      |      |       |      |                 |                 |                               |                               |
|-------|---------|-------------------------------|------------------|------------------|--------------------------------|--------------------------------|------|------|-------|------|-----------------|-----------------|-------------------------------|-------------------------------|
|       |         | P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> | SiO <sub>2</sub> | TiO <sub>2</sub> | Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | FeO  | MgO  | CaO   | Mn   | SO <sub>3</sub> | CO <sub>2</sub> | H <sub>2</sub> O <sup>+</sup> | H <sub>2</sub> O <sup>-</sup> |
| H3022 | 黑色砂质磷块岩 | 26.50                         | 39.44            | 0.20             | 3.70                           |                                | 0.79 | 2.59 | 17.56 | 0.04 | 0.10            |                 |                               | 0.14                          |
| H3095 | 角砾状磷块岩  | 25.80                         | 66.16            | 0.63             | 11.40                          | 5.87                           | 1.29 | 3.44 | 1.72  | 0.06 | 0.12            | 1.26            | 1.64                          | 0.05                          |

本类型磷矿其成因为滨海海湾盆地沉积。称此类型为“燕王沟式磷矿”。

### （3）震旦系大红峪组磷矿（“XY式磷矿”）

在本组中发现的含磷层位较多，其分布范围遍布YS地区。现以XY磷矿为例介绍如下：

大红峪组地层划分为两个段，第一段以碳酸盐岩相为主，第二段以碎屑岩相及火山喷发建造为主。第一段又划分为四个带，第二段划分为三个段。其岩性如下：（由老至新）

Z<sub>1</sub>d<sub>1</sub><sup>1</sup>白云岩与含粉砂白云岩互层，底部有含磷层（I），带厚244—175米。

Z<sub>1</sub>d<sub>1</sub><sup>2</sup>砂质或硅质白云岩夹薄层石英岩，底部有含磷层（II），带厚139—62米。

Z<sub>1</sub>d<sub>1</sub><sup>3</sup>含砂或砂质白云岩底部为石英岩状砂岩，顶部有含磷层（III），带厚233—71米。

Z<sub>1</sub>d<sub>1</sub><sup>4</sup>粉砂质泥岩间夹石英砂岩，带厚46—24米。

Z<sub>1</sub>d<sub>1</sub><sup>5</sup>石英岩夹薄层粉砂质泥岩，上部有含磷层（IV），带厚113—52米。

Z<sub>1</sub>d<sub>1</sub><sup>6</sup>石英砂岩或长石质石英砂岩与安山岩互层，带厚518—10米。

Z<sub>1</sub>d<sub>1</sub><sup>7</sup>含藻燧石白云岩夹砂质白云岩，带厚96—73米。

以Z<sub>1</sub>d<sub>1</sub><sup>3</sup>中含磷层最佳，产于浅灰—黑色微砂质白云岩中，共两层，第一层长千余米，P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>一般为1—7%，最高16.40%。第二层位于第一层之上3.5—4米，P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>一般为1—3.8%，最高为8.04%。

其它含磷层平均厚度不足1米，P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>为1.51—3.42%。

矿石可归纳为两种，即砂岩型磷块岩和白云岩型磷块岩，矿物主为胶磷矿和细晶磷灰石。

含磷岩石化学成分如下（表5）：

本类型磷矿其成因为滨海—浅海沉积，称其为“XY式磷矿”。

### （4）震旦系景儿峪组含磷层位

表 5

| 样 品 号    | 名 称    | 分 析 结 果 (%)                   |       |       |                 |       |                  |                  |                                |                                |
|----------|--------|-------------------------------|-------|-------|-----------------|-------|------------------|------------------|--------------------------------|--------------------------------|
|          |        | P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> | CaO   | MgO   | CO <sub>2</sub> | MnO   | SiO <sub>2</sub> | TiO <sub>2</sub> | Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> |
| H(4)6656 | 含长石英砂岩 | 4.49                          | 5.88  | 0.60  | 0.38            | 0.01  | 83.29            | 0.06             | 2.15                           | 0.35                           |
| H(4)     | 含白云质砂岩 | 6.40                          | 8.81  | 1.41  | 1.70            | 0.037 | 65.64            | 0.16             | 7.40                           | 1.18                           |
| H(4)6929 | 含砂白云岩  | 2.40                          | 21.70 | 10.91 | 22.48           | 0.085 | 28.80            | 0.28             | 4.70                           | 0.68                           |
| H(4)6844 | 砂岩白云岩  | 1.82                          | 10.72 | 5.17  | 11.72           | 0.04  | 54.70            | 0.11             | 7.23                           | 0.64                           |

  

| 样 品 号    | 名 称    | 分 析 结 果 (%) |                  |                   |                               |                               |       |       |       |
|----------|--------|-------------|------------------|-------------------|-------------------------------|-------------------------------|-------|-------|-------|
|          |        | FeO         | K <sub>2</sub> O | Na <sub>2</sub> O | H <sub>2</sub> O <sup>+</sup> | H <sub>2</sub> O <sup>-</sup> | 烧失量   | S     | F     |
| H(4)6656 | 含长石英砂岩 | 0.40        | 1.43             | 0.17              | 0.75                          | 0.16                          |       | 0.15  |       |
| H(4)     | 含白云质砂岩 | 0.88        | 6.10             | 0.14              | 0.63                          | 0.09                          | 1.95  | 0.005 | 0.529 |
| H(4)6929 | 含砂白云岩  | 2.23        | 3.80             | 0.24              | 0.43                          | 0.08                          | 25.79 | 0.074 | 0.194 |
| H(4)6844 | 砂岩白云岩  | 1.16        | 6.75             | 0.20              | 0.76                          | 0.31                          |       | 0.013 |       |

在YS山脉西段的景儿峪组地层中发现含P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>大于1%的层位,厚度1—20余米不等,是震旦系地层中磷酸盐化较稳定的层位。现将景儿峪地区情况简述如下:

含磷层位赋存于景儿峪组第三段含白云质泥灰岩中,其剖面如下:(由老至新)

下伏地层:景儿峪组第二段紫色钙质页岩

Z<sub>3j</sub><sup>1</sup>:泥质灰岩,厚44—77米。

Z<sub>3j</sub><sup>2</sup>:含白云质泥灰岩,为磷酸盐化层位,一般P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>为0.4—0.55%,最高0.75%,厚15—25米。

Z<sub>3j</sub><sup>3</sup>:含白云泥质灰岩,厚10—25米。

Z<sub>3j</sub><sup>4</sup>:含白云质泥灰岩,下部和上部为含磷层位,下部含P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>最高0.70%,中上部一般P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>1.05—2.00%,最高2.53%,厚14—34米。

~~~~~不 整 合~~~~~

上覆地层:下寒武系府君山组厚层灰岩

此含磷层位特点是:岩石类型单纯,变化不大,P₂O₅品位虽不高,品位保持在1—2%之间,在垂直厚度上具有连续性,形成于沉积旋迴的中部,其沉积环境为近岸浅海沉积。

(5) 震旦系其他层位的含磷情况

在河北某地区,在震旦系下马岭组的黑色、黄色砂质页岩和页岩中发现含磷,一般P₂O₅不超过2%,如中心村、北仗子一带共有三层,一般P₂O₅含量为0.5—2.5%,最高为3.76%。

胡峪—固新一带震旦系灰绿、黄绿色砂岩页岩之互层内发现含磷,在砂岩中(呈透镜体),P₂O₅含量大于1%,最高达14%,页岩中则为1%或小于1%。

关于震旦系各组含磷层位在YS地区地质特征见表6。

(6) 震旦系含磷层位成因条件简述

据已知的几个含磷层位的地质特征分析,“东焦式磷矿”与“燕王沟式磷矿”虽不在

表 6 YS 地区震旦系地层含磷层位地质特征综合表

| 层组 | 层位 | 含磷层位编号 | 分布地区 | 含磷岩层数 | 含磷岩石及磷矿物 | 产出形态及变化情况 | 厚度(米) | | P ₂ O ₅ 含量(%) | |
|------|-----|--|------|-------|------------------------------------|--------------|---------------|-------|-------------------------------------|-------|
| | | | | | | | 一般 | 最大 | 一般 | 最高 |
| 常州沟组 | 第一段 | Z ₁ C ₁ ¹ | 西部 | 2 | 石英砂岩、含铁砂岩,少数为砂质页岩及粉砂岩,矿物为胶磷矿 | 透镜状,变化大 | 0.1—0.25 | 0.25 | 1.00—3.50 | 6.50 |
| | | | 中部 | 1 | 砾岩及细砾岩,矿物为磷灰石 | 结核状,变化大 | 0.1—0.20 | <0.76 | 1.00—3.45 | 7.00 |
| | | | 东部 | 1—3 | 细砾岩及含砂细砾岩,矿物为胶磷矿 | 结核状,变化大 | 0.02—0.05 | 0.10 | 1.10—2.00 | 8.00 |
| 串岭沟组 | 第一段 | Z ₁ C ₁ ¹ | 西部 | 1 | 结核状砂质磷块岩、含磷赤铁矿、含磷白云岩,矿物为胶磷矿 | 小透镜状,结核状,变化大 | 0.13—0.70 | 1.10 | 1.25—6.25 | 26.50 |
| | | | 中部 | 1 | 细晶白云岩、肾状赤铁矿,矿物为胶磷矿 | 小透镜状,结核状,变化大 | 0.10 | | 2.50—4.25 | |
| 大红峪组 | 第一段 | Z ₁ d ₁ ¹ | 西部 | 1—2 | 砂质白云岩、粉砂质白云岩、白云岩,磷矿物不清 | 层状,变化大 | 0.02—0.27 | 1.85 | 1.15—1.60 | 1.80 |
| | | | 中部 | 1—2 | 含砂白云岩为主,矿物为磷灰石及胶磷矿 | 层状,变化大 | 0.05—0.72 | 3.70 | 1.08—1.93 | 4.95 |
| | | | 西部 | 1—2 | 含砂白云岩及砂质白云岩,磷矿物不清 | 层状,变化大 | 0.03—0.90 | 1.00 | 1.10—2.23 | 8.25 |
| | | | 中部 | 1—2 | 砂质白云岩及白云质砂岩,矿物为胶磷矿及细晶磷灰石 | 层状,变化大 | 0.20—1.60 | 4.08 | 1.00—1.54 | 16.40 |
| | | | 东部 | 1 | 含砂白云岩,钙质白云岩,含粉砂硅化白云岩,磷矿物不清 | 结核状断续出现 | 25×30—20×60cm | | 1.90—3.30 | 4.70 |
| | 第二段 | Z ₁ d ₁ ² | 西部 | 1 | 含砂白云岩及砂质白云岩,磷矿物不清 | 层状,变化大 | 0.18—0.74 | | 1.13—1.35 | 2.40 |
| | | | 中部 | 1—3 | 砂质白云岩、砂质页岩、白云质砂岩、石英砂岩,矿物为胶磷矿及细晶磷灰石 | 层状,变化大 | 0.07—0.35 | 0.72 | 1.00—3.18 | 8.85 |
| | | | 东部 | 1—5 | 含长石石英砂岩、石英砂岩、硅化白云岩及砂质页岩,可见到部分胶磷矿 | 层状,变化大 | 0.10—0.70 | 0.80 | 1.00—2.25 | 2.25 |
| | | | 西部 | 1—2 | 含燧石砂岩,磷矿物不清 | 结核状 | 0.20—0.64 | | 1.00—1.58 | 4.00 |
| | | | 中部 | 1—8 | 白云质砂岩、含砂白云岩、硅化白云岩,矿物为胶磷矿 | 结核状 | 0.14—0.66 | <1.18 | 1.00—3.25 | 4.05 |
| 景儿峪组 | 第三段 | Z ₃ f ₃ ¹ | 西部 | 1 | 白云质泥灰岩,磷矿物不清 | 层状,较稳定 | 0.05 | 3.20 | 3.20 | |
| | | | 中部 | 3—6 | 白云质泥灰岩、泥质灰岩、泥质白云岩,磷矿物不清 | 层状,较稳定 | 3.27—9.72 | 14.36 | 1.20—1.60 | 2.53 |

注: 1. “含磷层位”是指从地层上固定在“带”以下单位中,凡P₂O₅大于1%时(不考虑厚度),并可以在“带”中进行对比的层位;

2. “含磷岩”是指P₂O₅大于1%的,但在“带”中不能进行对比。

同一层位中，但其古地理环境都是处于具有过渡性的地带，前者是下震旦系海浸范围向南部过渡的部位，从含磷矿带底部不整合面上的红粘土和底部碎屑岩的分布仅限于几个地区的情况看，系经过吕梁运动后长期风化剥蚀，而磷矿沉积于风化残余的低洼处（这也可能与古构造断裂有关）。后者是在过渡带上。全是处于海浸岩系的底部，而且是沉积间断面上。磷块岩是碎屑岩型的，与硅质、铁质关系密切，前者其上覆地层为一套含赤铁矿岩系，后者在沿走向方向渐变为含磷赤铁矿。

“XY式磷矿”从岩相看较复杂，说明当时地壳运动小幅度的升降频繁，而形成多层含磷岩层，含磷岩石类型亦较复杂，为白云岩、页岩和砂岩三种，一般都生成于每个小沉积韵律的底部（亦为海浸岩系的下部）。

景儿峪组的含磷层位是在海浸岩系的顶部，景儿峪组沉积旋迴的中上部，距不整合面很近，含磷岩石与白云质岩石有关。

上述各组的磷块岩或含磷层位形成时的古气候都是处于炎热而干燥的条件，这从发现石膏、食盐假像、干裂等现象可以证明。

其共同特点是沉积环境不稳定，虽有一定的磷质来源，但由于沉积环境所限，只形成小规模磷质的富集，所以一般都呈结核状或小透镜状矿体产出，未能形成较大的矿床。

2. 寒武系含磷情况

我省境内寒武系地层分布普遍，但至今未发现较好的磷矿，虽有达工业品位的层位，因厚度很薄，没有工业价值。已发现的含磷层位集中于下寒武统毛庄组内。现将LS下寒武统剖面叙述如下（由老至新）：

下覆地层：震旦系雾迷山组燧石条带灰岩

~~~~~不整合~~~~~

### 下寒武统

下部（馒头组）<sup>①</sup>：

- （1）白色燧石角砾岩，厚13米。
- （2）石英砂砾岩，厚11米。
- （3）灰绿色、灰白色石英砂岩、页岩夹薄层石英岩，厚16米。
- （4）紫色、灰白色薄层石灰岩中夹紫色铝质页岩及紫色页岩，厚49米。
- （5）黄白色、灰色石灰岩，夹少许页岩及砂质页岩，厚18米。

上部（毛庄组）：

- （1）紫色页岩风化后呈小碎块，厚21米。
- （2）紫色页岩夹含云母砂质页岩（顶部夹厚1米的灰岩），厚7米。
- （3）紫色纸状页岩，厚9米。
- （4）黄白色磷块岩，厚1—3米。
- （5）紫色纸状页岩，上部灰黄色紫色页岩，下部往往夹厚3厘米的磷块岩，厚15米。

① 引用资料中未使用组的名称，而划分为上、下两部分，因未附化石资料，编写时把组的名称附在句号内供参考。

### 上覆地层：中寒武统

含磷岩石主为砂岩状呈碎屑岩结构，主由石英及少量的长石和胶磷矿组成，碎屑一般为0.33毫米左右，胶磷矿呈条带状定向排列，含量约占25%，呈结核状的其中胶磷矿约占30%。

在有的地区磷矿为薄层状，一般厚在几厘米到十厘米左右，延长在200米以下，多属透镜体，有时为结核状。 $P_2O_5$ 含量变化很大，由3.33—14.97%。

### 3. 其他时代地层中含磷情况

目前仅知在本省××地区对上侏罗系大阁组进行过磷矿普查工作，其他的地区或层位只进行过少量和零星的地质踏查性工作，资料不完整。现将上侏罗系大阁组含磷情况介绍于下：

上侏罗系大阁组（亦称为九佛堂组）分布于××地区，曾进行过普查工作。水泉沟磷矿产于大阁组上部油页岩层内（层厚110米），与油页岩、页岩互层产出，矿体为扁豆状、似层状。厚度变化大，厚1.15米。 $P_2O_5$ 含量为4—8.76%。矿石为棕黑色含磷页岩、含磷砂岩及砾岩。车字一带的黄色砂砾岩中 $P_2O_5$ 最高可达2.7%，上述磷矿其成因系为内陆湖盆地沉积形成。

### （三）变质磷矿（表1）

目前我省变质磷矿够工业价值的只发现招兵沟磷矿<sup>①</sup>一处。现将地质特征介绍如下：

#### 1. 层位与岩性

招兵沟磷矿生于太古界下部层位中，即在单塔子群白庙子组中上部地层中。该组岩性自下至上为：

下部：黑云斜长片麻岩及角闪黑云斜长片麻岩。厚约3400米。

中部：条带及条纹状黑云角闪斜长片麻岩，底部有浅粒岩条带及辉绿岩脉贯入，顶部有透辉岩贯入，中夹磷矿五层。厚约4400多米。

上部：黑云斜长片麻岩有角闪岩脉贯入。厚约1300多米。

#### 2. 含磷层主要特点

（1）磷矿层的分布具有一定的层位，与围岩关系密切，主要赋存于黑云角闪斜长片麻岩及角闪黑云斜长片麻岩中，其次是斜长角闪岩及变质基性岩。磷的含量与暗色矿物多少成正比。

（2）现已发现的五个含磷层位，分布范围较大，磷矿带长一千至数千米，宽数米到数百米。其他地区亦有同类型的磷矿发现，说明此类矿床分布范围比较广泛。

（3）磷矿层下部常有浅粒岩、石英岩和磁铁石英岩分布。向上为黑云角闪斜长片麻岩—含磷层—再向上为大理岩层（有的矿区未见此层）。这一岩石建造反映了海进的沉积环境，而且含磷层富集于海进层位的中上部。

#### 3. 矿体及矿石

（1）矿体：以似层状、透镜状为主，其次为扁豆状、巢状、与围岩产状一致，尤其

<sup>①</sup> 对招兵沟磷矿床的成因尚存两种看法，一为沉积变质；另一种看法为中—基性岩浆分异变质成因，现暂将其放入变质矿床中。