

怎样找磷矿

东北地质研究所 张士才

地质出版社

怎样找磷矿

东北地质研究所 张士才

地质出版社

怎样找磷矿

东北地质研究所 张士才

*

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

*

1979年6月北京第一版·1979年6月北京第一次印刷

印数1—5,690册·定价0.65元

统一书号：15038·新 409

前 言

磷是农作物所必需的化学元素之一，由于土壤中磷的含量总是不足，因此需要施用磷肥。我国现有磷矿的产地分布很不平衡，磷肥还远不能满足需要，因此大力开展磷矿普查找矿便成为发展农业的重要课题之一。许多地区正积极开展磷矿的找矿工作，所以我们特地编写这本书，供从事找磷矿的地质人员和广大工农兵群众参考。

本书内容包括磷的性质和用途、磷矿类型、磷矿的找矿前提和找矿标志、找矿方法等。第三章主要是根据国内现有资料初步总结编写而成。人的认识是不断发展的，随着磷矿普查勘探工作的进展，必将积累更多的资料，还会发现新的矿床类型和总结出新的找矿标志。

编写本书时曾得到许多地质单位的支持和协助，中国科学院地质所叶连俊同志、中国地质科学院郑直同志、国家地质总局段承敬、罗益清等同志对本书作了详细审查，湖北第八地质队磷矿分队的全体地质技术员对本书作了座谈讨论，提出了许多宝贵意见，武汉地院朱上庆同志还协助修改了一部分稿子，在此一并表示感谢。由于编者水平所限。书中难免有错误之处，欢迎读者批评指正。

目 录

第一章 磷的性质及用途	1
第一节 磷的性质	1
第二节 磷的用途	2
第二章 磷矿物及磷矿石	5
第一节 主要磷酸盐矿物	5
一、磷灰石类	5
1. 磷灰石	5
2. 胶磷矿	7
3. 细晶磷灰石	8
二、磷锶铝石	8
三、蓝铁矿	9
四、银星石	10
第二节 磷矿石	10
一、晶状磷灰石矿石	11
二、磷块岩矿石	12
第三节 磷矿石的工业类型	15
第四节 磷矿床的工业指标及工业加工对磷矿 石的要求	17
一、磷矿床的工业指标	17
二、工业加工对磷矿石的要求	19
第三章 磷矿类型	20
第一节 内生磷灰石矿床	20
一、基性-超基性岩型磷灰石矿床	20

I-1 辉石岩-闪辉岩-角闪岩型磷灰石矿床	21
I-2 辉长岩-苏长岩型磷灰石矿床	25
二、碱性岩型磷灰石矿床	28
II-1 辉石岩-正长岩型磷灰石矿床	29
II-2 黑云母正长岩型金红石-磷灰石矿床	30
三、碳酸盐岩型磷灰石矿床	31
四、伟晶岩型磷灰石矿床	33
IV-1 透辉石-钾长石型磷灰石矿床	34
IV-2 金云母-透辉岩型磷灰石矿床	36
五、接触交代型磁铁矿-磷灰石矿床	39
六、火山岩型磷灰石-磁铁矿矿床	40
第二节 外生磷矿床	44
一、层状磷块岩矿床	44
1. 海绿石石英砂岩-页岩-硅质碳酸盐建造	44
2. 炭泥质陆源碎屑岩建造	52
3. 黑色页岩-硅质岩-镁质碳酸盐建造	54
4. 陆源碎屑岩-火山硅质岩-碳酸盐建造	65
二、磷酸盐结核型矿床	67
三、火山碎屑沉积型铀磷矿床	69
四、风化残余-次生淋滤型磷矿床	76
1. 风化残余型磷矿床	76
2. 次生淋滤型磷矿床	78
五、鸟粪磷矿床	84

1. 岛屿鸟粪磷矿床	84
2. 洞穴鸟粪磷矿床	85
第三节 变质型磷灰石矿床	86
一、变质基性岩型磷灰石矿床	86
二、沉积变质型磷灰岩矿床	92
1. “布龙土”式磷灰岩矿床	92
2. “海州”式磷灰岩矿床	93
三、沉积变质-交代型磷灰石矿床（“麻山”式磷灰石矿床）	99
第四章 找矿地质前提及找矿标志	104
第一节 内生及内生变质型磷灰石矿床的找矿地质前提及找矿标志	104
一、基性-超基性岩型及变质基性岩型磷灰石矿床	104
二、碱性岩型磷灰石矿床	105
三、碳酸盐岩型磷灰石矿床	106
四、伟晶岩型磷灰石矿床	108
五、接触交代型磷灰石矿床	109
第二节 沉积型层状磷块岩矿床的成因、找矿地质前提及找矿标志	109
一、海相层状磷块岩的成因学说及找矿意义	109
1. 生物成因及生物化学成因假说	109
2. 上升洋流成矿假说	110
3. 陆源汲取成矿假说	114
二、我国的含磷层位	114
三、含磷岩系的岩石组合	123

四、磷块岩层在含磷岩系中的分布	126
五、磷酸盐沉积的古地理环境、古气候条件 及古生物特征	129
1. 磷酸盐沉积的古地理环境	129
2. 磷酸盐沉积的古气候条件	130
3. 含磷岩系中的古生物标志	132
六、含磷岩系的矿物-地球化学特征	133
1. 海绿石及赤铁矿	133
2. 锰	134
3. 铀与钍	134
4. 钒、镍、铜、银及稀土元素	135
5. 碘、钾	135
七、磷酸盐化现象	135
八、磷块岩层露头的地貌特征	136
第三节 沉积变质型磷灰岩及沉积变质-交 代型磷灰石矿的找矿地质前提及 找矿标志	137
一、沉积变质型磷灰岩矿床	137
二、沉积变质-交代型磷灰石矿床	139
第五章 找矿方法	141
第一节 地质找矿的一般方法	141
一、野外识别磷块岩的方法	142
二、野外识别磷灰石的方法	143
三、钼酸铵点磷试验	144
1. 点磷试剂配制	144
2. 点磷方法	145
3. 点磷试验中注意的几个问题	145

4. 点磷剖面·····	146
四、野外 P_2O_5 半定量分析方法 ·····	147
1. 野外 P_2O_5 半定量分析的依 据·····	147
2. 分析方法·····	147
3. 标准系列配制方法·····	149
4. 试剂的配制·····	150
5. 注意事项·····	150
6. 野外 P_2O_5 半定量分 析箱·····	150
第二节 物探和化探找矿方法·····	152
第三节 岩相-古地理的研究方法 ·····	154
第四节 关于综合找矿和综合评价的问题·····	158
图版说明·····	160

第一章 磷的性质及用途

第一节 磷的性质

磷是化学元素周期表中第五族的元素，化学符号P，原子序数15，原子量30.975。

磷在自然界中分布很广，在岩石圈、水圈和生物圈中都有分布。

磷有三种同素异构体，白磷、赤磷和黑磷。白磷的比重为1.89，熔点为44.1℃，沸点280.5℃，不溶于水，易溶于二硫化碳中，有剧毒。白磷在阳光下常生成少量赤磷，使表面呈褐黄色，故又称黄磷。白磷在空气中极易氧化而自燃，因此常把它保存在水中。

白磷在不通空气的条件下，加热到280—300℃时就变为赤磷。赤磷比重为2.34，在空气中比较稳定，不发磷光，无毒。

白磷在高温、高压作用下形成黑磷。黑磷比重为2.7，化学性质比较稳定。

固体磷的分子是由四个原子组成(P_4)，呈规则的四面体结构，只有在温度达到800℃以上呈气体状态时，才分解为具有两个原子的磷蒸汽(P_2)。

磷的化学性质活泼，易与氧、硫、卤族元素及多种金属元素化合，形成各种磷化物和磷酸盐。

磷在高温高压下是一种亲铁的元素。在陨石中为亲硫元素。在地壳上部则呈强烈的亲氧性，在地表又是一种重要的亲生物元素。

磷在地壳中的平均含量为0.12%，在岩石圈中的平均含量为0.08%。

第二节 磷的用途

磷是生物细胞质的重要组成元素之一，因此，它是动植

磷肥增产效果*

表 1

(根据 849 个试验结果统计)

作物	统计数	平均增产幅度%	每斤磷肥增产斤数		资料来源
			平均幅度 斤/斤	平均增产 数斤/斤	
水稻	322	8—50	1.2—2.9	2.1	江西、湖北、湖南、 福建、贵州
小麦	90	7.8—56	0.9—3.3	1.4	河北、山东、四川、 湖北、黑龙江
玉米	205	7.2—65	1—1.9	1.6	辽宁、吉林、贵州
大豆	22	7—24	1—2.8	1.8	吉林、辽宁、黑龙江
棉花	57	8—39	0.4—3	0.6	新疆、陕西、山西、 湖北
油菜	40	9—70	0.5—1.6	1.2	湖南、湖北、江西
紫云英	113	60—103	19—77	42	江西、浙江、江苏、 湖北

* 1. 磷肥大部分是普通过磷酸钙，小部分是钙镁磷肥。用量除紫云英为10—30斤/亩外，其它均为20—25斤/亩，主要是撒施法。

2. 试验大多数在氮肥基础上进行。

物生长必不可少的一种元素。我们寻找磷矿的主要用途是制造磷肥。植物的生长不仅需要阳光和水分，而且还需要通过根部从土壤中不断吸收氮、磷、钾等元素。磷不仅能促进种子的生根、发芽、加速农作物的生长和果实的成熟，促使籽粒饱满，而且还能增强农作物抗旱、抗寒和抵御病虫害的能力。

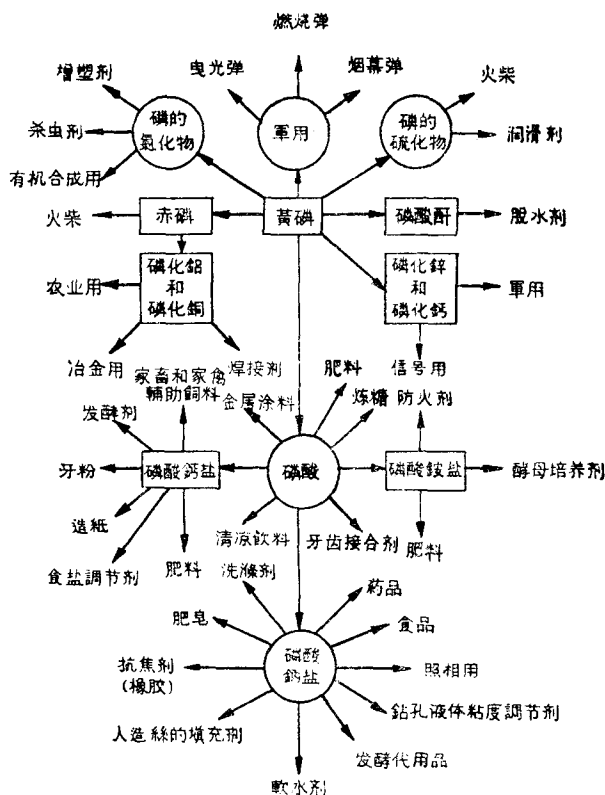


图 1 磷及其化合物的主要用途
(据上海化工研究院)

根据中国科学院南京土壤研究所的资料，磷肥对农作物的增产效果如表 1 所示。

我国广大农民很早就知道施用磷肥。根据历史记载，我国古代农民早就使用骨灰作为肥料，而骨灰中以磷为主。在我国西南地区，广大农民很早就知道利用风化的磷块岩粉末肥田，称其为“岩灰肥”。此外，黄磷、磷酸和各种磷酸盐还广泛应用于冶金、国防、化学、医药、农药、纺织、玻璃、制糖等轻工业和重工业部门，因此，黄磷和磷酸在国民经济和国防建设中都是一种重要的工业原料。

磷的主要用途见图 1。

第二章 磷矿物及磷矿石

第一节 主要磷酸盐矿物

自然界中磷酸盐矿物种类很多，已发现的有 200 余种，常见的有磷灰石类（包括胶磷矿及细晶磷灰石）、磷锶铝石、蓝铁矿及银星石等。这里将几种常见的矿物作概要介绍：

一、磷灰石类

1. 磷灰石

磷灰石的典型分子式为 $A_5(XO_4)_3Z$ ， $A=Ca$ ，但常为 Sr 、 Mg 、 Mn 、 Zn 、 Fe 、 TR 等元素部分替换； $X=P$ ，但可有少量的 C 、 S 、 Si 代入； $Z=F$ 、 Cl 、 (OH) 等。由于化学成分的不同，磷灰石可以形成许多变种。主要的有氟磷灰石、氯磷灰石、羟磷灰石、碳磷灰石四种（表2）。其中以氟磷灰石最为常见。

表 2

矿 物	分 子 式	$P_2O_5\%$
氟磷灰石	$Ca_5(PO_4)_3F$	42.23
氯磷灰石	$Ca_5(PO_4)_3Cl$	40.98
羟磷灰石	$Ca_5(PO_4)_3(OH)$	42.40
碳磷灰石	$3Ca_3(PO_4)_2 \cdot 2CaCO_3 \cdot 11H_2O$	35.75

磷灰石一般呈六方柱状，也有的呈浑圆的粒状和竹节状

(图2)。在伟晶岩及热液矿脉中磷灰石成厚板状。柱状晶体常可见到底面裂纹(横裂纹)。晶体最大可达几百毫米(沿C轴的长度),一般所见为零点几毫米到几毫米。磷灰石的

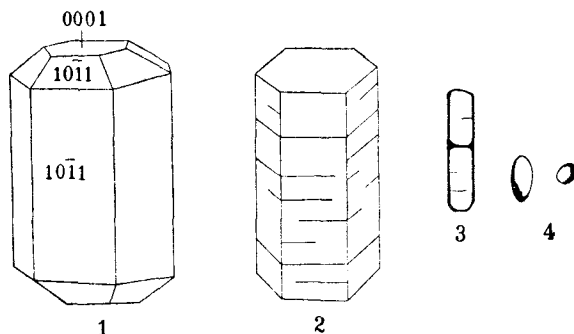


图 2 磷灰石的形状

1—磷灰石的结晶习性; 2—柱状磷灰石;
3—竹节状磷灰石; 4—粒状磷灰石

颜色多为无色透明的,也有灰白色、淡黄褐色、淡绿色、淡蓝色、褐色、粉红色、紫色的。在紫外线、阴极射线及X光照射下,大多数磷灰石具有发光现象,无压电性。硬度5,比重3.01—3.35,性脆。磷灰石属六方晶系,六方双锥组(6/m)。一轴晶负光性,但有时也有异常现象,呈二轴晶,光轴角达 20° 。No=1.633—1.667, Ne=1.630—1.664, No—Ne=0.003。干涉色一级灰,中等突起。空间群= $C6_3/m$, Z=2,各种属的晶胞常数如表3所示。

氟磷灰石(指 $F > Cl > OH$ 的磷灰石)广泛分布于各种基性-超基性岩、碱性岩浆岩以及花岗伟晶岩、变质岩中,含锰的氟磷灰石主要出现在伟晶岩中。氟磷灰石是磷灰石中最主要的最常见的一种。

表 3

矿 物	$a_0(\text{\AA})$	$c_0(\text{\AA})$	c/a
氟磷灰石	9.35	6.87	0.735
氯磷灰石	9.61	6.76	0.704
羟磷灰石	9.41	6.87	0.731
碳磷灰石	9.34	6.88	0.736

自然界中较纯的羟磷灰石、碳磷灰石和氯磷灰石比较少见。羟磷灰石常常是动物的骨骼和牙齿的重要组分，动物死亡后骨骼在土壤中吸收周围水分中的 F^- 和 $[CO_3]^{2-}$ 而转变为碳氟磷灰石或碳氟羟磷灰石。碳磷灰石见于沉积岩中。较纯的氯磷灰石仅发现于某些辉长岩中。与金红石、钛铁矿、磁铁矿等矿物共生。

2. 胶磷矿

胶磷矿是一种具有胶状构造的细分散相的磷灰石。它的成分比较复杂，而且不固定。化学成分介于氟磷灰石—羟磷灰石—碳磷灰石之间。较纯的胶磷矿呈玻璃光泽至次松脂光泽。胶磷矿的颜色是多种多样的，有无色的和白色、褐红色、棕色、深灰色、黑色的。在矿石中胶磷矿常呈碎屑状颗粒、鲕状、瘤状、竹叶状、角砾状等，构成各种结构类型的矿石。有的还保存有生物的骨骼、贝壳、软体动物、腕足类、海百合类、珊瑚等生物遗体的结构。硬度 3—4，比重 2.5—2.9。

在薄片上，胶磷矿一般为无色透明的，呈均质体，有时微显非均质性或波状消光。折光率变化范围较大，从 1.569—1.625，多数为 1.59—1.61。在电子显微镜下，胶磷矿呈六方片状或短柱状，直径约 0.5 微米。

3. 细晶磷灰石

细晶磷灰石的化学成分与胶磷矿近似，但在光学显微镜下呈细晶集合体或微细的纤维状，常包围在胶磷矿之外，呈皮壳状，有的包裹在胶磷矿之中。有些可能是交代某些碳酸盐或生物遗体而成。

胶磷矿和细晶磷灰石在外生条件下，广泛分布，形成重要的磷块岩矿层。

二、磷锶铝石

磷锶铝石的理论化学式为 $\text{SrAl}_3(\text{PO}_4)_2(\text{OH})_5\text{H}_2\text{O}$ 。我国发现的磷锶铝石中 Sr^{2+} 被 Ca^{2+} 部分代替， $[\text{PO}_4]^{3-}$ 被 $[\text{SO}_4]^{2-}$ 部分代替，同时 H_2O 减少而 (OH) 增加以补偿电价。 P_2O_5 含量约22%。属三方晶系。

四川什邡磷矿在磷块岩层之上有一层磷铝质岩层。含磷矿物主要就是磷锶铝石。

磷锶铝石质纯的为白色，含有杂质的呈灰色、黑色、褐黄色、褐红色。在薄片中的纯者无色，含有机质者为浅褐色、浅棕色至深棕色。矿物的外形为各种形状的集合体，有似结核状、扁豆状、积云状、羊肠状以及其它不规则形状，特别是在岩石表面水浸湿后这种形状显示得更加清晰。有的呈微小的不规则质点与粘土矿物间生在一起。磷锶铝石集合体很坚硬，具贝壳状和半贝壳状断口，外貌极易与燧石结核或磷块岩结核混淆。硬度5.7，比重3.1。磷锶铝石大多数是隐晶质和微晶质的，含有机质多的是光性均质体。有机质分布不均匀的磷锶铝石集合体中，常可见微晶质向均质逐渐过渡的现象，均质的和隐晶质的磷锶铝石集合体多具网状裂纹，类似凝胶收缩裂纹。薄片中可见微小晶粒成定向排列，表现为