



怎样找化肥矿物原料

王振民 刘征瑞 编写
刘 治 李迎春

福建人民出版社



目 录

前 言	(1)
第一部分 化肥矿产的矿床地质	(4)
第一章 磷灰石和磷灰岩	(5)
第二章 钾长石	(19)
第三章 明矾石 (附:钾盐)	(28)
第四章 泥炭和褐煤	(32)
第五章 石灰岩	(38)
第六章 白云石	(44)
第七章 黄铁矿 (附:自然硫)	(48)
第八章 石膏	(57)
第九章 独居石	(62)
第二部分 找矿和评价矿产的方法	(68)
第一章 几种主要找矿方法	(68)
第二章 几种常用的找矿勘探工程	(73)
第三章 矿床评价工作	(77)
第四章 采样和样品加工	(80)
第五章 矿产储量的简单计算方法	(87)
第三部分 化肥矿产的化学分析方法	(92)
第一章 磷矿石中磷的分析方法	(92)
第二章 钾长石和钾盐中钾的分析方法	(99)
第三章 明矾石中硫酸根的分析方法	(101)
第四章 泥炭的分析方法	(104)
第五章 石灰岩中氧化钙和氧化镁的分析方法	(106)
第六章 黄铁矿中含硫的测定	(109)
第七章 石膏的分析方法	(111)

前 言

1958年以来，我省农业生产获得了空前的大丰收，这是大跃进的胜利，人民公社的胜利，党的总路线的胜利，也是广大农民鼓足干劲，坚决贯彻执行农业“八字宪法”的胜利。这个胜利，使我们找到了一条高速度发展农业生产的道路。

在农业“八字宪法”中，“肥”字占着极为重要的地位，是农作物丰产的物质基础。为了保证今后农业生产继续大跃进，保证农作物生长有足够的肥料，必须大搞群众性的积肥和造肥运动。

积肥和造肥有三种，即积攒自然肥料、培育绿肥和制造化学肥料。化学肥料一般是无机的、速效的肥料。制造化肥的方法，有大工厂机械化制造与土法制造两种。在我国，目前由机器制造化学肥料，还不能满足全国农业生产上的需要。因此，必须实行机器制造肥料与土法制造肥料同时并举，积极贯彻两条腿走路的方针；尤其是大搞土化肥是当前保证农作物大丰收的重要措施。制造土化肥的优点是：投资少，设备简单，操作容易，能够做到就地取材、就地生产、就地供应；同时，与农肥比较，土化肥的肥分浓缩、肥效快、节省运输和劳力。因此，县、公社、大队都可以制造。只要有矿物原料和简单的设备，再学一些制造化肥方法，就能造出肥料来。

化学肥料和其他肥料相似，含有氮(N)、磷(P)、钾(K)和其他一些元素。氮的功能是促进植物叶子生长，如果

植物缺少氮肥，叶子就萎靡不振，甚至变黄枯瘦。磷是植物长果实、谷、种子的主要肥料，没有磷，作物就不能结果实，稻子就不能生谷粒。钾能健壮植物的根茎，尤其是推广水稻密植后，施用钾肥能防止稻禾倒伏。用来制造化学肥料的矿物很多，其中最主要的是含有氮、磷、钾三要素的矿物，我们叫它“化学肥料矿物原料”。

福建是个多山多宝的地方，矿藏十分丰富，其中化肥矿物原料种类很多，分布很广（见图1）。据现有资料，大多数县内都已发现，主要有磷灰岩、钾长石、明矾石、石灰石、黄铁矿、自然硫、白云岩、泥炭、褐煤和独居石等十多种。仅石灰石就有二百多个矿点，分布在四十多个县内，远景储量也有几十亿吨。黄铁矿几乎全省六十多个县都有发现，矿点有一千多处。其他如钾长石、泥炭、明矾石等，分布也很广。这就给各县、社、队建立各种土化肥工厂提供极为有利的条件。

本省化肥矿物原料的矿点很多，但还没有完全弄清楚那些矿点是否矿床，能不能供工业上开采利用；另外，还有一些化肥矿产还未发现。因此，除了地质人员积极进行工作外，还需要广大群众积极报矿，协助地质人员摸清地下的宝藏。这本书主要是向大家介绍化肥矿的一些基本知识。供有关地质人员和群众普查化肥矿时参考。但由于我们水平的限制，内容可能还有不妥之处，请读者批评指正。

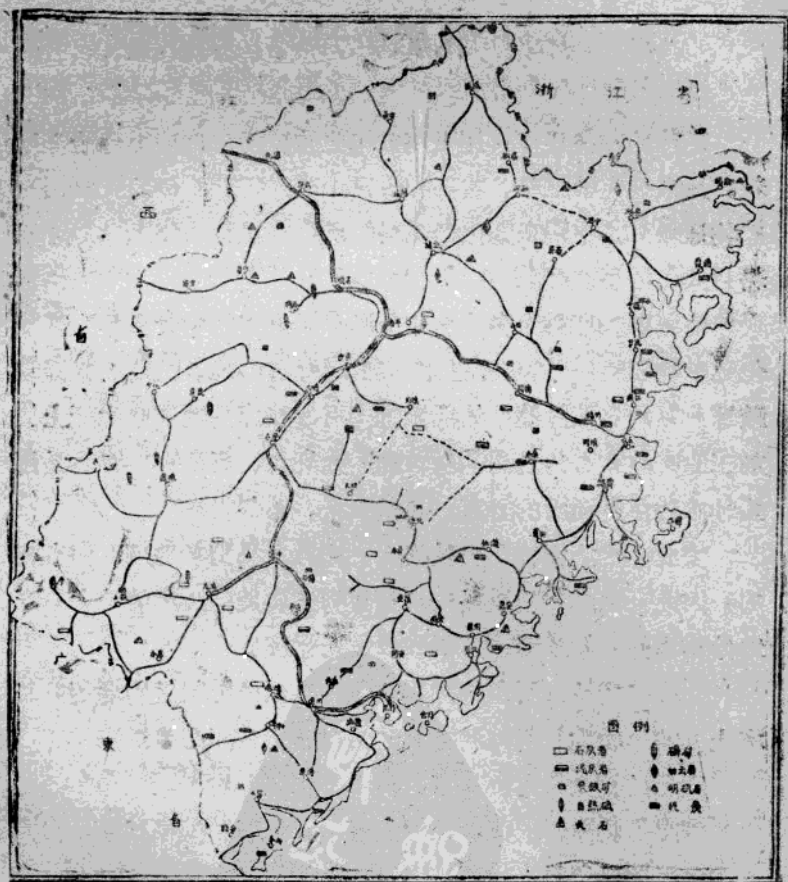


图1 福建省主要化肥矿产分布图

第一部分 化肥矿产的矿床地质

矿产的种类很多，用于钢铁工业的矿产，称为黑色冶金原料；用来制化学肥料、农药和改良土壤的矿产，称为农业用的矿物原料，其中用来制化学肥料的矿产，又称为化肥矿物原料，或化肥用矿产。

化肥矿物原料大多数是非金属矿，也有的是金属矿。这些化肥矿物原料，一般是经过化学加工制成非金属化合物，如硫酸铵等，有的是经过简单的机械加工后直接应用到农业生产上。加工的时候，有的是用一种矿物，如钾盐、石膏等；有的是用几种矿物集合而成的岩石，如橄榄岩、磷灰岩等。

农业生产上需要化肥量很大，而且，全国各地都是需要的，因此，化肥矿物原料应该具备的条件是：矿产储量大，产地分布均衡，开采运输方便和成本低廉等。

化肥矿产按它所含的有用成分，和制成肥料后的功用，基本上可按植物生长所需的主要元素划分为下面几类：

磷肥矿物原料：磷灰石、磷灰岩和鸟粪石等。

钾肥矿物原料：钾盐、钾长石、明矾石和海绿石等。

氮肥矿物原料：硝石、泥炭、褐煤和石灰石等。

硫质肥料矿物原料：黄铁矿、自然硫和石膏等。

镁质肥料矿物原料：白云岩、橄榄岩和蛇纹岩等。

稀土元素肥料矿物原料：独居石等。

虽然有上述的分类，但并不是绝对的，界限也不是那么清

楚的。

化肥矿产和其他有用的矿产一样，它的生成方式是多种多样的。在地壳的表层，由于地质外力作用而生成的矿床，叫做外生矿床，如石灰石、泥炭、石膏和砂矿等。在地壳内部不同的深处，由于地质内力作用和岩浆活动有关而生成的矿床，叫做内生矿床，如钾长石、明矾石、独居石和橄欖岩等。此外，经过变质作用而新生成的矿床，或者是使原有矿床增多有用成分的含量，叫做变质矿床，如变质磷灰岩等。由此可见，化肥矿产分布，还是比较广泛的。

根据化肥矿产的功用和本省矿产的具体情况，下面介绍磷灰石、磷灰岩、钾长石、明矾石、钾盐、泥炭、褐煤、石灰岩、泥灰岩、白云岩、黄铁矿、磁黄铁矿、自然硫、石膏、独居石等十五种矿物。

第一章 磷灰石与磷灰岩

一、概 述

磷是各种有机体中重要的组成部分，生物化学家称它为生命的元素。各种植物的根茎和果实、动物的骨骼和肌肉中，都含有很多磷。

含磷的矿物种类很多，已发现的有120多种，但是，实际上存在的数量多、含磷量高、又较集中的成为可被开采利用的磷矿物，是不很多的。磷矿物中较重要的是钙的磷酸盐的磷矿物，如磷灰石和磷灰岩。本章就只介绍这两种磷的矿物原料。

磷灰岩和磷灰石的用途比較广泛，大約有90%的磷矿石是用来制造化学肥料；还可以用来制造火柴、火药、化学药品等。

用磷矿石制肥料，有两种处理方法：一是直接将矿石粉碎后做肥料；一是将矿石经过化学方法处理后，做成各种磷酸盐的化学肥料。制造方法是用硫酸(H_2SO_4)处理磷矿石后，制成过磷酸钙、磷酸钙(酸性磷酸钙)。磷矿石与硷性盐和硷金属矽酸盐，如純碱(Na_2CO_3)、碳酸鉀(K_2CO_3)、硫酸鈉(Na_2SO_4)、鉀长石、鈉长石等，混合燒結或熔融后，研磨成粉末，即成为含磷、钙、鉀、鈉等多种成份的混合热制磷肥，如钙鈉磷肥等。还可以制造沉淀磷肥、氮磷肥、鉀氮磷肥、脫氟磷肥；此外，磷矿石与明矾石、石灰石，可制成硫酸鉀肥等。

磷矿的一般工业要求(注1)：一般的磷矿石中，磷(P_2O_5)含量在8%以上，在质量上即具有工业价值。矿体的厚度在0.4—0.5公尺以上，即可开采利用。大的矿床，要求最低平均品位五氧化二磷(即磷酐(P_2O_5))11—15%，不需选矿的矿石品位磷酐25%，有害质(即 $Al_2O_3 + Fe_2O_3$)小于6—6.5%，石英粒子含量不能多，否則会影响矿石的加工。矿体最低可采厚度0.7—2公尺，其夾层最大厚度0.5—2公尺。

二、磷灰石

磷灰石矿的形成与火成岩的侵入活动，有密切的关系，是内生作用下生成的，矿床的規模一般較小，工业价值比磷灰岩較差，而且有价值的矿床也不多，分布也不普遍。

(一) 磷灰石性質和簡易鑒定方法

1. 化学組成：磷灰石是由鈣、氟、氯等組成的鈣的磷酸鹽礦物，分子式一般可用 $\text{Ca}_5(\text{PO}_4)_3(\text{F}, \text{Cl})$ 來表示，理論上的成份是含氧化鈣(CaO)47.52—55.5%，磷酐(P_2O_5)41—42%，氯(Cl)6.8%，氟(F)3.8%，還含有少量的雜質，如三氧化二鋁(Al_2O_3)、三氧化二鐵(Fe_2O_3)，以及氧化鈉(Na_2O)、氧化鎂(MgO)、氧化鈾(Ce_2O_3)等。由於磷灰石中都含有氟或是氯，因此，可分為氟磷灰石和氯磷灰石兩種，以氟磷灰石比較普遍。

2. 物理性質：形狀為六方形柱狀（見圖2），晶面有粒狀、致密塊狀等。顏色有白色、綠色、淺綠色等。條痕是白色。有玻璃狀的光澤。往往無色透明，或是不透明。斷面呈油脂狀光澤。硬度5，用普通的小刀能刻動。性質脆。比重不大，約3.1—3.2。

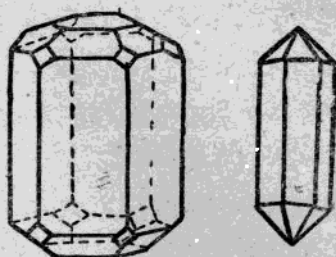


圖2 磷灰石的晶体

3. 簡易鑒別方法：

（1）根據它的形狀、顏色和硬度，可以與相似的礦物區別開。

（2）將礦石研成粉末，用硫酸浸濕後放在火上灼燒，火焰是藍綠色的。

（3）研成粉末，溶于鹽酸(HCl)中，再加入幾滴硫酸，會生成白色硫酸鈣(CaSO_4)的沉淀。

（4）將礦物粉末，先溶在硝酸(HNO_3)中，再加入鉍

酸鉍〔 $(\text{NH}_4)_2\text{MoO}_3$ 〕，會生成金黃色、磷片狀的磷鉍酸鉍〔 $(\text{NH}_4)_3\text{PO}_4 \cdot 12\text{MoO}_3$ 〕沉淀。

(5) 將一小塊磷灰石和幾粒酸性硫酸鉀(KHSO_4)，放在瓷碗中研磨，然後呵氣潤濕，並加少量的固體鉍酸鉍，繼續研磨，再呵氣，經一兩分鐘後全部呈現藍色。

(6) 將礦物粉末放在香煙頭上燃燒，會發生淡綠色的磷光。這是一種有效、可靠的方法。

(二) 礦床的工業類型(注2)

磷灰石是一種常見的普通礦物。各種火成岩中都分布有少量磷灰石，一些變質岩及沉積岩中，也有一些。存在地球上的數量是很多的，不過，富集在一起生成的礦床卻不多，礦床儲量也少；但礦石質量好，適合小型開采。磷灰石的礦床類型，可劃分為下面幾類：

1. 鹼性岩石中霞石、磷灰石、磁鐵礦礦床：這類礦床的儲量較大，是磷灰石礦的主要工業類型。它產於由霞石、正長石組成的霞石正長岩，和正長岩等火成岩中。礦體呈條帶狀、似層狀、脈狀。磷灰石與霞石、磁鐵礦共生，含磷較高，並有綜合利用的價值。如果遇到霞石正長岩、正長岩和霞石礦物時，應注意尋找磷灰石礦床。

2. 矽卡岩中的金雲母——磷灰石礦床：接觸帶(注3)的岩石，因受岩漿高溫氣體和熱液的影响而變質。矽卡岩就是一種常見的接觸變質岩石，與成礦關係較密切。矽卡岩中的金雲母——磷灰石礦床的礦體，生在石灰岩與花崗岩的接觸帶，呈透鏡狀、脈狀、囊狀、枝狀等。礦物成份複雜，有磷灰石、金雲母、方解石及矽卡岩礦物如石榴子石等。礦石質量良好，但儲

量不大。在碳酸盐岩（石灰岩、大理岩等）与花岗岩的接触带附近，特别是古老的变质岩比较发育地区的变质岩中有碳酸盐岩石时，应注意寻找，可能发现这类矿床。

3. 磷灰石、磁铁矿热液矿床：矿体成脉状，磷灰石和磁铁矿、石英等共生。这类矿床比较少见。

三、磷灰岩

磷灰岩也叫磷块岩，是一种含磷很富的岩石。一般含五氧化二磷10—40%左右的岩石，都可称为磷灰岩。磷灰岩包括两部分，一是由沉积生成的磷灰岩；另一是由鸟粪排泄物经变化生成的（也叫鸟粪石）。磷灰岩是由结晶很细小的纤维磷灰石与粘土矿物、石英粒、海绿石、方解石矿物和氧化物等组成的混合物，一般分层状和结核状两类。结核状磷灰岩按所含的杂质性质不同，又可分为泥质、砂质和海绿石质三种，其中以泥质磷灰岩含磷最高，约24—29%；砂质磷灰岩含磷少，约12—18%。

（一）磷灰岩中磷矿物的性质和简易鉴定方法

1. 纤维磷灰石：又叫磷钙土。

（1）化学成份：以磷酸钙为主，含有五氧化二磷15—30%；杂质较多，有石英、碳酸钙、粘土矿物、黄铁矿、氢氧化铁等，有时还含有铀。

（2）物理性质：呈扁圆形或长圆形的结核状、鲕状。结核的断面，有时具有同心圆状或放射状构造。颜色多是黑色、褐色、白灰色、绿灰色。硬度较小，小刀能刻动。比重2.8—3.2之间。（见图3）

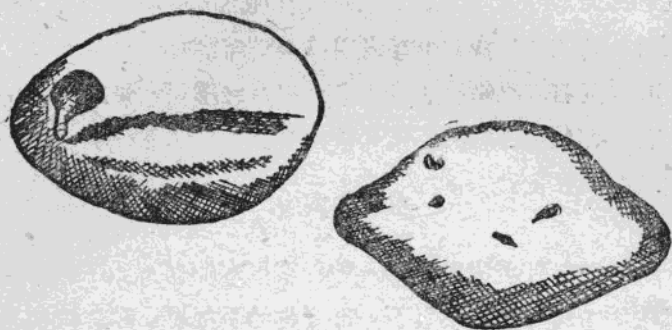


图3 磷灰岩的結核

(3) 簡易鑒定方法：用溶于硝酸中的鉬酸鉍，滴在岩石表面，如果含有磷即变黄色。但由于磷灰岩含杂质很多，試驗时可能发生錯誤。为了避免发生錯誤，可将岩石粉末放在玻璃或瓷板上，再多放些鉬酸鉍，1—2分鍾后，沒有黄色物質沉淀，就証明不含磷。如果有黄色沉淀，可由沉淀物的多少，大致估計出磷的含量。

2. 鳥糞石：鳥糞石是由棲居在海岸或海島的鳥类的排泄物及其尸骨，經過化学变化而生成的。

(1) 化学成份和物理性質：鳥糞石的化学成份是 $(\text{NH}_4)\text{MgPO}_4 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ ，含五氧化二磷(P_2O_5) 27%左右、氮(N) 約6%。形状通常是粒状、土状、块状、胶状、皮壳状等。顏色有白色、淺黄色、褐黄色等。有玻璃光澤或暗淡的光澤。硬度約2。性脆。比重小。

(2) 簡易鑒定方法：除了可用上述鑒定磷矿物的方法

外，还可由其产出的情况，与其它矿物区别开来。一般说来，鳥糞石多存在于基岩表面上，成为复盖物，与动物的遺迹堆积一起。

（二）矿床的工业类型及找矿标志

磷灰岩是由外生作用生成的。沉积生成的磷灰岩多产于海中沉积生成的岩石中。它的成因比较复杂，一般认为是由化学作用或生物化学作用等沉积而生成；也有的认为与海底的火山噴发有关。此外，含少量磷的岩石风化以后，近代海島上鳥糞，堆积也能生成磷的矿床。

磷灰岩形成于很多地质时代中，但大多是在古生代前及古生代，如寒武紀以前及寒武紀以后至二疊紀。

磷灰岩矿床的分布很广，矿床規模也大，它的儲量約占有磷矿总量的85%。

1. 沉积层状磷灰岩矿床：

沉积层状磷灰岩矿床，按它的生成环境，可以划分二个亚类：

（1）地槽型磷灰岩矿床：这种矿床是在地槽区生成的。在地槽区里，地壳不稳定，升降厉害，沉积物厚度大，岩石性质变化也剧烈；同时，火成岩活动厉害。磷矿存在于地槽区海的边缘，或海湾地方。在这些地方的海水侵入时的沉积岩层中，矿层产于含磷碳酸盐岩石（如含磷石灰岩、白云质灰岩、白云岩）及砂质岩层中。矿体呈层状。含矿的层数较多，約1—10层，但矿层多是呈单独的矿层出现。单矿层的厚度较大，可达10公尺以上。磷矿石呈鲕状结构（由圆形的如魚卵一样的小顆集合而成）。矿石中含五氧化二磷较高，一般达22—

36%；矿石中的杂质主要是石英、方解石、白云石、石髓及粘土矿物等。矿床生成后，往往都受了后期构造上的破坏，矿层的产状变化大，倾角常很陡，使矿层常为直立状。这种类型的矿床规模很大，是沉积磷矿中主要的类型。

(2) 地台型磷灰岩矿床：这类矿床生成的地质环境，与地槽型相反，它生于地壳比较稳定的地台区。此类矿床分布面积广，分布的范围与古代的海岸线范围是一致的。含矿的地层是由砂岩、页岩及一些泥灰岩等组成的。岩石性质变化不大，矿体呈层状，层数较少，一般只1—3层，厚度也不大，一般不超过2公尺；但矿层较集中，矿层间相距不大，层与层之间为砂岩、页岩、粘土或泥灰岩隔开；矿层的下部，往往可以发现一层厚度不大的礫岩层。含矿层是由磷灰岩的結核组成的，五氧化二磷的含量较低，一般是12—18%；杂质有海綠石、粘土矿物及动物的骨骼。地台型的磷矿，一般受后期构造运动的影响较小，所以，矿层的产状较平缓，受折皱、断裂的影响较轻微。此类矿床的规模不如地槽型的大，工业价值也稍差一些。

需要注意的是这一类沉积生成的磷灰岩的矿层，外表的特征一般不明显，有时与普通的沉积生成的层状岩石，如砂岩、泥质岩、砂质页岩、蛋白土、白垩、泥灰岩及鋁土矿等，很难区别开，因此，往往会把这类磷灰岩忽略了。

沉积磷灰岩矿床的找矿方向及标志：

(1) 古地理的标志：磷灰岩是在海水向陆地侵入时（海侵）沉积生成的，它往往位于海侵沉积岩系的底部、下部或沉积间断处。因此，寻找沉积磷灰岩矿床时，应到古代浅海沉积

岩层与下伏岩层的不整合面附近，或海侵沉积间断的地方。找矿时，首先应根据地质情况进行分析，找出古代海陆分布范围及变迁规律，并制出古代的地质图。根据古地质图，就可大致确定什么地方可能存在有沉积磷矿。

(2) 地层层位及岩石上的标志：磷灰岩在地层中有一定位置，延长较大，可达几十至几百公里。如果某一地区内的某一层位中，含有磷矿层；那么，就可到其邻近地区的相应层位（沉积时代及环境相同的层位）中寻找，便可找到相同类型的磷矿床。

磷灰岩矿床的存在与一定性质的岩石有关，一般地槽型的磷灰岩矿层是产于白云岩、石灰岩及砂质岩石（燧石层、砂质页岩）中；地台型磷矿是产在砂岩、页岩或砂质岩、粘土质的岩石中。

含磷的岩石，如含磷石灰岩及白云岩、砂岩等，是找磷的标志。虽然这些岩石往往含磷很少，但是，却能指出这个地层含有磷，在这类岩石附近就可能找到磷矿层。

利用岩石性质的标志找矿时，应注意，如果到含有各种盐类（如石膏、硬石膏、钾盐）的海相沉积的地层中找磷矿，是徒劳无用的。因为，磷矿是在海水浓度正常时生成的，当时含盐分不高（ NaCl 、 KCl 、 CaSO_4 、 MgSO_4 ……），所以，各种盐类的沉积（包括盐类的岩石和矿层）是不可能的。

(3) 矿物的标志：在磷灰岩的矿层中或矿层附近，一般能找到一些与它相伴的矿物。这些比较特殊的矿物，能指出磷矿层存在的位置。地台型的磷灰岩，共生的矿物，往往有海绿石；地槽型的磷矿，常与含钒的矿物共生在一起；含锰的矿

物，多出現在磷矿层的附近，尤其是矿层的上部。此外，山上出現的“鬼火”（即磷光），也是寻找磷矿的标志。

2. 沉积变质磷块岩矿床：这类型的矿床大多是地槽型的磷灰岩矿床，少数是地台型磷灰岩矿床，由于温度的升高、压力的加大而发生变质作用生成的，一般生于震旦紀以前的变质岩系的各种片麻岩、片岩、大理岩、泥质岩、石英岩中等。矿体呈层状、似层状、扁豆体状。矿层往往与大理岩、石灰岩、砂质岩（石英岩）、白云石化岩石（白云石化大理岩）、矽化石灰岩等，互相成层。矿层的产状变化較大，常傾斜或直立。由于受到变质作用的影响，矿物成份比較复杂，有变质矿物伴生，如石榴子石、透輝石等。磷灰石呈細小柱状，五氧化二磷的含量不等，一般10—15%，有的可达40%以上。

沉积变质磷块岩矿床的找矿方向及标志：

（1）注意在前震旦紀变质岩系地层发育的地区，特别是变质岩系中有碳酸盐岩石，如大理岩及鈣质岩石时，在碳酸质岩石与粉砂质頁岩过渡处，很可能找到磷块岩。

（2）矿层主要是产于变质岩系地层的下部与其他岩石接触的地方。

3. 殘留磷矿床：含少量磷酸盐的碳酸盐岩石，在化学风化过程中，有一部分难溶解的磷酸盐残余，会堆积在碳酸岩上面，就形成了这类磷矿。这类磷矿品位較低，大約在5—35%；厚度也不一致，有的可达50公尺。寻找这类矿床，应到石灰岩发育的地区。

4. 滲濾磷矿床：这类矿床是含有少量磷酸盐的岩石（主要是石灰岩），經化学分解后，五氧化二磷（ P_2O_5 ）溶解渗到地

下、富集而成的。矿体多是囊状、团块状，矿石质量好，但储量不大。

殘留磷矿床和滲濾磷矿床，都是在大陆上生成的，常常产在石灰岩发育的地区。殘留磷矿存在于地形下凹的地方，如沒有河水流过的小盆地、松散沉积物发育的地方。找矿时，如果发现石灰岩中有磷质，松散的沉积物又发育时，应在其中采取样品，进行化验分析。

5. 鳥糞堆积磷矿床：群居在荒无人烟的地方或海島上的各种海鳥的糞便，及死鳥的尸骨，堆积在地面而成的。有的地方鳥糞的堆积可遍布全島。矿床厚度不一，薄的只有几十公分；厚的可达几十公尺。这种矿床不仅含有磷，还含有氮。我国西沙群島和海南島，就有这种矿。鳥糞堆积磷矿床，是一种很好的磷肥原料；同时，又容易开采。

四、本省磷矿簡况

目前，本省已发现的磷矿，主要是沉积类型的結核状磷灰岩，有工业价值。沉积变质磷块岩也有发现，但是，經過检查后，沒有开采价值；不过，仍是今后寻找磷矿的重要綫索。

下面将本省发现的沉积类型的結核状磷灰岩介紹一下。

（一）含磷地层及磷矿的特点：矿层产于上二叠紀下部的文笔山系地层中。該地层下部与下二叠紀棲霞灰岩、上石炭紀船山灰岩和泥盆石炭紀的南靖系石英岩、石英礫岩接触处；其間的关系是程度不同不整合。地层上部与上二叠紀的乐平煤系地层整合接触。文笔山系以黑灰色的頁岩为主，中間夾着砂质頁岩和少量的砂岩。文笔山系地层底部，有些地方有一层厚达几