

全民办铀矿丛书

全民办铀矿

基 础



科学普及出版社

一、原子能和鈾矿

在社会主义建設全面大跃进中，在伟大苏联的援助下，我国第一座原子反应堆已在1958年6月間建成并开始运转，迴旋加速器也在这期間之前建成。反应堆是目前利用原子核内部能量的主要形式。它放出的热能可以用来发电，可以用来开动輪船、火車和飞机。利用反应堆还可以制造放射性同位素和进行科学研究工作。原子能工业的發展，是衡量一个国家科学技术水平的标准。我国开始有了自己的原子能事业，全国人民都为这一項新的重大成就欢欣鼓舞。

原子能工业所用的燃料是鈾。原子能的利用和鈾矿究竟是怎么个关系呢，我們不妨扯远一点。在1896年的时候，法国有个叫作貝克勒尔的物理学家，他發現了一个奇怪的现象：鈾的化合物可以使包在黑紙里面的照像底片感光。这个事实，說明了鈾元素不管外边的环境怎么样，它能自發地放射出許多穿透能力强、肉眼又看不見的射綫，这就是天然放射现象。这种放射性質就叫天然放射性。自然界中有90多种元素，其中凡是具有这种放射性的，我們都叫它放射性元素。当时，人們虽然已經預測到将来利用原子核能的可能性，但还没有人知道取得这种原子能的方法。直到二十多年前，才有人發現用一种叫作中子的質点，去冲击鈾的原子核，使鈾核分裂放出大量的能量，同时也放出几个中子，而这些中子又会引起新的分裂，形成了鏈式反应。从此人类就掌握了取得原子核的能量的方法，并进一步把它設法利用到各个部門中去。

从人类掌握原子能的这一天起，人們已經进入了一个新

的时代——原子能时代。我們知道，鈾在国民經济中，价值很高，如用于原子能發電，1公斤鈾可以代替2,500吨的好煤，如用来开山挖湖，1公斤鈾的爆炸能力，就相当于25万人一天的劳动。现在在許多国家里已經开始应用原子能来为人民服务，特別应该提出的是苏联建成了第一个原子能發電站，第一艘原子能破冰船列宁号也在1957年下水。现在，苏联許多部門中都展开了原子能的和平利用。我国第一座原子反应堆建成后，它已經被利用来进行各种科学研究。可以想像到，原子能的和平利用，在不久的将来，将会普遍地推广到我們日常生活中去。

目前，原子能是从放射性元素中取得的。自然界中虽有很多种放射性元素，但现在能够大量利用作动力的只是鈾，而鈾又是从一种叫作鈾矿石的原子能原料中提炼出来的。由此可见，鈾和原子能工业的关系是多么的密切。

我們要在十五年，或者更短的时间內，赶上和超过英国。那么在原子能事业上，自然也不例外。要發展原子能事业就得有足够的鈾矿，因此就需要貫徹中央工业和地方工业同时并举，大中小企业同时并举的精神，全民办鈾矿。这样，才能使我国的鈾矿工业遍地开花，才能急起直追，在短期內迎头赶上世界上最先进的国家，从而把我們的祖国建設得更繁荣，更富強。

二、怎样認識鈾矿

我們已經知道了鈾对今后人类社会發展的重要性，在我們祖国也应大規模地寻找鈾矿資源，那么問題就来了，鈾矿是个什么样子的？它是怎样生成的？怎样找它？找到它以后，怎样才能把它变成金屬鈾？特别是小型冶炼的問題，想

来更是大家关心的事情。这些问题，这本小册都要说到。

(一)、铀矿物的样子

在自然界有一些元素像金、银、铜、铁等都可以单独存在，也就是呈自然元素状态存在。但是，铀就不同了，它是和其它元素结合在一起形成自然化合物——矿物。在铀的自然化合物中也没有硫化物、卤化物、硝酸盐、钨酸盐、锡酸盐、氯酸盐等。

经过许多年来很多人的研究，现在已经发现在自然界有2,000多种矿物，其中铀矿物就占150多种，而且新的铀矿物还在不断地被发现。

铀矿物可分为原生铀矿物和次生铀矿物。

1、原生铀矿物

我们知道在地下深处有一种叫岩浆的东西，它是由气体和液体组成的。当周围环境改变时，它们就可以生成各式各样的矿物。这样生成的矿物，我们就叫它们是原生矿物。

最重要的原生铀矿有晶质铀矿和非晶质铀矿。

晶质铀矿常常是黑色的，这种黑色有些像修马路用的瀝青的黑色；在晶质铀矿破碎面上所反射出来的光，也像瀝青所反射出来的光一样，因此它有瀝青光泽。这种矿物还有一个特点，有时外形比较规则，有立方形的，也有八面体形的。可是在大多数情况下，看不到好的形状，只能看到它们在其它岩石里呈粒状或块状分散地生长着。它的比重很大，也不透明。

非晶质铀矿也是瀝青黑色的，也有瀝青光泽。不过有时稍带浅棕或淡绿的色彩。它的外形除了呈块状以外，有的像许多小球堆在一起似的——胶状（见图1、2、3）。这一点就

是这种矿物的最大特征。它的比重也很大，与晶質鈾矿差不多。

2、次生鈾矿物

什么是次生鈾矿物，一句话，就是在地表生成的鈾矿物。大家知道，地表的温度、压力较之地下深处低得多，但氧气却十分充足。由于地表环境与地下深处环境大不相同，那末这两处生成的鈾矿物就有很大不同。第一、原生鈾矿物一般说来化学成分是复杂得多，次生鈾矿物的化学成分就比较简单；第二、原生鈾矿物大部分不含水，次生鈾矿物大部分含水，而且含的水也多；第三、原生鈾矿物多半是暗色的，而次生鈾矿物绝大部分是美丽而鲜艳的黄色、绿色。

次生鈾矿物包括许多种鈾矿物，花样比原生鈾矿物多得多。最重要的次生鈾矿物，像鈾黑、鈣鈾云母、銅鈾云母、鉀鈾鈾矿和矽鈣鈾矿等。

鈾黑，从外表看来像是烟囱里的烟灰，很松散。颜色有黑色的、浅黑色的，也有灰色和浅绿灰色的。这种矿物往往是原生鈾矿物变化而来的。我们在野外找矿，要随时注意岩石的表面和裂隙里有没有像这样的物质。要是发现了它就有可能找到原生鈾矿，所以它是一个很重要的找矿标志。不仅这样，有时鈾黑本身还能形成可以开采的工业矿体。

鈣鈾云母、銅鈾云母和鉀鈾鈾矿，都可叫作鈾云母，这是因为它们的外表形状很像云母，一片一片的。不过鉀鈾鈾矿的片状就不如銅鈾云母、鈣鈾云母那样明显。鈣鈾云母大多是淡黄绿色，很少是灰黄色或淡绿色的。銅鈾云母则多半是葱绿色。而鉀鈾鈾矿的颜色就不像它们那样的鲜艳，是稻草黄色。用一种专门仪器（紫外光灯）在黑暗中照射这三种矿物时，鈣鈾云母是强淡黄绿色，鉀鈾鈾矿是弱淡黄绿色，

銅鈾云母不發光。這三種礦物是比較重要的鈾礦物，它們有時可以形成工業礦體，同時也是很好的找礦標志。現在世界上有不少的鈾礦就是根據它們找到的。

：矽鈣鈾礦的顏色和鉀鈾鈾礦一樣，用肉眼是分不清楚的，必須用其它的方法才能辨別出來。它也可以形成工業礦體，也是很好的找礦標志（見圖4）。

上面講的鈾礦物是指在它們的化學成分中鈾是主要成分之一。除此之外，還有一類叫含鈾礦物的，這種礦物含鈾量不多，也很不固定。另有一些含鈾礦物不但含鈾少，含鈾不固定，而且鈾與礦物並沒有密切聯繫，鈾只不過呈雜質狀態摻雜在礦物中。這些礦物一般對提取鈾來說，只能作為副產品順便開采，少數也可作為重要的找礦標志。

還必須提到一點，如果想要精確地鑒定鈾礦物，不能單憑肉眼辦事，還必須運用一些儀器和通過一些方法，如顯微鏡、化學分析、光譜分析等方法。因為鈾礦物有放射性，所以也有幾種特殊的鑒定方法：放射性測量法、放射性照像法、螢光分析法等。

放射性測量法，是用一種專門儀器（輻射儀）測量礦物或岩石有沒有放射性，含量有多少，是鈾還是釷。不過一般鑒定礦物只要知道有沒有放射性，放射性强還是弱，就足够了。

放射性照像法，是將一塊磨光的礦石與一塊照像膠片（最好是用X光膠片）合在一起，放在黑暗處，經過幾小時至幾天的時間，使膠片感光並沖洗後，就可看出有沒有放射性和放射性物質的分布，也可以大致估計鈾是呈礦物狀態，還是呈其它狀態存在等（見圖5、6）。

螢光分析，是用紫外光燈照射礦物。有的鈾礦物能發出各式各樣顏色的光，根據發光顏色的強度，就可以幫助鑒定

矿物。

(二) 鈾矿床的生成情况

这里首先碰到一个问题，什么是矿床？简单来说，就是在地下或地表都在不断地进行着各式各样的地质作用，这些地质作用的结果，常常生成各种矿物和矿物堆积体。如果这样的矿物堆积体无论在质的方面或是量的方面都可以进行开采利用的话，我们就叫作矿床。大多数元素有自己的矿床，若含铀多的就是铀矿床。

大家都知道，从地球表面向下温度逐渐增高，压力也愈来愈大；到了很深的地方，那里就没有岩石和土壤了，而是一些各式各样元素组成的、温度很高的、粘度很大的流体（岩浆）了。当地球表面岩石一旦破裂，产生了很深的裂缝时，下面高温高压的岩浆就会乘隙钻到这些岩石缝里，或岩石隆起的地方。当岩浆到了这些地方时，由于温度、压力的下降，岩浆固结，变成了固体，同时还剩下了一些残浆。当含有大量铀的残浆钻进了周围的裂隙里，就可能形成浅白色粗大颗粒铀矿的结铀，这叫做铀的伟晶岩矿床。但是，铀在里面一般都呈一些零零散散的小矿体，经济价值不大，通常都在开采其它矿产时作为副产品来提取铀。

如果残浆钻到裂缝后，压力不大时，残浆还可以继续流入周围的裂隙里。随着温度的下降，岩浆残液又会分出来大量的气体和液体。这时伟晶岩矿床不发育了，甚至完全没有伟晶岩。但是，分出来的高温高压的含铀的气体、热液到了合适的裂隙里，到了它所喜欢的岩石里，和岩石起化学作用，就可能形成新的铀矿，这叫做含铀的接触交代矿床。可惜，这种矿床对提取铀来说前途是不大的。但是，我们也应当注

意到，在澳大利亚已经发现了这样一个巨大的铀矿床。

随着温度再下降，气液混合体就会完全变成液体，这时热液如流入一定的裂缝，又适宜的岩石里时，就可能形成热液铀矿床。对于开采铀来说，这是一种重要的矿床类型，特别是中低温生成的热液铀矿床经济价值更大。

热液铀矿床可以单独存在，但也常常和其它矿物，如铜、铁、铅、锌、钼等在一起。所以对其它金属矿床也要注意，看有没有铀存在。

上面三种矿床总称为内生矿床。

在地表上的岩石受到外界条件的变化影响，岩石本身也在不断地变化着。如白天与黑夜、春夏秋冬四季的更换，使得岩石总是处于收缩与膨胀状态。再加上风吹雨淋，水流的冲洗，生物的活动，氧气的作用，水的溶解，岩石也就逐渐地破碎和溶解。

铀溶于水并被带到其它的岩石裂缝里，沉淀下来，就可形成经济价值不大的淋滤矿床。如水将矿体上部的铀不是带到别的地方，而是带到下面，并重新沉淀下来，那末矿体上部也可以生成一些新的铀矿物。这样的矿床就叫氧化带铀矿床。这种矿床经济价值不大，一般都在开采下部矿体时顺便开采，但是这种氧化带铀矿床因生成了黄黄绿绿的次生铀矿物，所以很容易被人们发现，从而有可能引导我们找到它下面的矿体。淋滤铀矿床和氧化带铀矿床都叫作风化铀矿床。

从另一方面我们也可以想像得到，水也可以把铀带到河流、湖泊与海洋中，与泥土、砂子、砾石及其它沉积物一起沉积下来，生成沉积铀矿床。

沉积铀矿床，也是铀的重要来源，特别是由于河流与湖

由沉积形成的鈾矿床更为重要。这种矿床多半单独存在，但有时也和其它矿生在一起，如与磷矿、煤矿在一起。

上面所講的風化矿床和沉积矿床，地質学家們都叫它們为外生矿床。

除了內生与外生矿床外，还有一种变質成因的鈾矿床。这是原来含量較低而且分散在岩石中的鈾，經過周围环境的改变（温度、压力增高），集中起来形成的矿床。这种矿床数量不多，但有的經濟价值非常巨大。

我們应当知道鈾矿并不难找，因为地表上往往可以看到黃黃綠綠的次生鈾矿物，根据它就可能就在周围或它的下面找到鈾矿床。不要忘記，鈾矿还有一个独特的性質，那就是放射性。所以我們制作了許多專門測量放射性的仪器，可以把这些仪器放在飞机上、汽車上，也可以由人带着，如果經過的地方有鈾矿的話，仪器就会告訴你。

但是也应当注意还有不利的地方，鈾很易溶解，矿床露出地表后鈾往往落在水中，被帶到下面或其它地方。正因为有一些鈾被水帶走，矿体上面的鈾就少了，放射性强度隨着减弱，但下面可能是一个大矿体。这种情况，我們也要注意。

鈾矿床分布很广，但大型矿床还是不多的，大多是中小型的。因此，党号召全国人民一起动手，大家都来找鈾矿，把成千上万的中小型矿床的鈾堆积在一起，这将使我們祖国成为最富有鈾矿資源的国家。

三、利用放射性物理探矿法找鈾矿

根据我国的地質情况，我国的鈾矿資源和其他金屬矿一样，也是非常丰富的。上面講到：鈾是一种分散元素，特点

是分布較广，到处都有，但不集中，不像銅、鐵、鋅那样集中，很容易發現，通常用肉眼不容易看出来那里有鈾矿。因此寻找鈾矿比寻找其他矿产要困难一些。那么我們用什么方法才能找到鈾矿呢？目前世界各国寻找鈾矿的方法，除了根据地質构造和其他的地質現象之外，主要是用放射性物理探矿的方法来寻找鈾矿。

什么是放射性物理探矿方法？这也是物理探矿方法的一种。它和一般物理探矿方法的区别，只是专门利用放射性矿物本身的放射性质，来寻找放射性矿床罢了。

元素的放射性，是通过三种不同性质的放射綫向外放射能量。这三种射綫就是阿尔法 (α) 射綫 (又叫甲种射綫)，貝塔 (β) 射綫 (又叫乙种射綫) 和伽瑪 (γ) 射綫 (又叫丙种射綫)。

放射性物理探矿方法，在普查鈾矿当中应用最广。根据地質地形条件和使用仪器的不同，在放射性物理探矿方法当中，又有許多种方法。寻找鈾矿常用的方法有徒步伽瑪測量，汽車伽瑪測量，航空伽瑪測量，伽瑪測井，和射气測量等方法。

除了射气測量方法之外，其余的方法都是利用放射性伽瑪射綫来探测矿体。这主要因为伽瑪射綫的穿透能力大 (比 X 光的穿透能力还要大)。这种伽瑪射綫，在复土中一般的探测深度是1—2公尺，在空气中探测高度为100—200公尺。因此在野外复土厚度不超过1—2公尺的情况下，都可以用这种专门的探测放射性仪器来寻找矿体。目前在野外常用的仪器有以下几种：

(1) 野外伽瑪輻射仪，共有两种型式，一种是万能輻射仪 (УР-4М) (見圖7)，另一种是野外伽瑪輻射仪 (ПГР)。这两种仪器都是徒步伽瑪測量工作中应用最广的仪

器，都帶有耳機和手提式的探管，便於普查鉍礦時攜帶，操作也很簡單（詳細的工作原理和具體操作方法可參看儀器的說明書）。現在我國內已大量生產。

（2）野外袖珍伽瑪輻射儀（見圖 8），這種儀器比上面那兩種儀器更簡單更輕便，體積和煙灰盒大小差不多，帶有很小的一個耳機，在野外工作時可以把儀器裝到衣袋里，再把耳機插到耳朵里，就可以進行找礦。因為使用方法非常簡單，所以不論大人、小學生都可以利用它來找鉍礦。這種儀器是我國自己設計、自己製造的，現在正在大量生產。

（3）野外閃爍伽瑪輻射儀，現在只有一種型式（CF—12），它的構造和上述兩種儀器不同。這種儀器靈敏度很高，稍微有點放射性，它就可以測量出來。

（4）除了以上所談到的那些攜帶輕便、構造簡單的儀器以外，還有用來測鑽孔的輕型測井儀（KPJI）和重型測井儀（KPT）兩種伽瑪測井儀，此外還有專門裝在汽車上用的汽車伽瑪測量儀（CF—14）和航空伽瑪測量儀（ACGM—25 型）。這些儀器構造比較複雜，必須經過訓練才會使用。它們都是伽瑪測井、汽車伽瑪測量、航空伽瑪測量工作中不可缺少的主要儀器。

（5）射氣測量儀器。這種儀器和野外伽瑪輻射儀的結構、工作原理都完全不同。它不是測量放射性礦物的伽瑪射綫，而是測量放射性元素中所衰變出來的放射性氣體氦氣的放射性強度。現在野外所使用的射氣儀都是愛斯格（CF—11）型的（見圖 9）。這種儀器國內現在也在大量生產。

以上就是尋找鉍礦常用的一些主要儀器。

現在，我們再來談一談在野外怎樣去找放射性的礦床。一般在地質構造複雜、岩石露頭較多的地區，或復土厚度不超過

1—2公尺的地区，可利用徒步伽瑪測量方法找礦。這種方法的特点是，只要一個人就可以進行找礦，十個八個人或更多一些人也可以組成隊進行找礦。具體作法就是每人攜帶一部野外伽瑪輻射儀，儀器的耳機子戴在頭上，右手拿著儀器的探管，打開儀器的開關，調好電壓，然後沿著一定的路綫，就像我們平常走路一樣慢慢前進；行進時，右手拿的探管離地面不能太高，應當距離地面不大於15—20公分，同時要一邊走一邊將探管左右擺動，耳朵不斷注意聽著耳機子裏面的聲音。如發覺耳機裏面的聲音響得很厲害，就應當暫時停止前進，用探管仔細尋找聲音最響的地点（如圖15所示）。找到聲音最響的地点之後，可在那個地点的岩石或表土上，取一公斤左右樣品送到有關部門，去進行研究，看是不是鈾礦。如果我們身上帶著袖珍式的伽瑪輻射儀的時候，不論到山上植樹砍柴或者去修水庫挖渠，遇到岩石露頭和帶有顏色的表土時都應當把袖珍式輻射儀放到岩石露頭和表土上測量測量放射性強度，聽聽耳機子裏面的聲音響得厲害不厲害；在沒有礦的表土和岩石上，每一兩秒鐘只能聽到塔塔的一兩個音響；遇到有礦的時候，就能聽到塔塔塔……連續不斷的音響。這時候就應當把音響很厲害的岩石或表土取下來，送到有關部門。

正規的找礦工作，還必須按著一定比例尺的地形圖來布置測綫（即測量路綫）。測綫與測綫之間的距離都要有一定的規定。如我們要作十萬分之一比例尺的普查找礦時，測綫之間的距離就是1公里，也就是每隔1公里布置一條測綫，作兩萬五千分之一比例尺的普查找礦工作時，就是每隔250公尺布置一條測綫。同時在每條測綫上每隔一定的距離測讀一個點，然後把強度值記在一個小本上，到家之後再把小本上

所記錄下来的每点放射强度值，画到方格紙上做成放射性曲綫圖，根据这个曲綫圖就可以知道这个地区的放射性强度情况。这种方法主要目的是为了寻找放射性的异常点，有了异常点才有發現矿床的可能。什么是异常点呢？放射性强度比周围地方的放射性强度高出一倍以上的地方，就叫做异常点。以上我們所談的就是徒步伽瑪測量方法。

找到了异常点以后，并且也确定了是鈾的异常时，那么下一步就要进行揭露工作。通常我們看到的异常点，常常是連續的条帶。因此揭露工作就需要橫切这个条帶挖一些探槽、探井，确定异常的范围大小，看看深部的放射强度是否增加；如果挖掉浮土以后，就没有了异常，这说明下部情况是不好的，这样就应该停止揭露工作。假如一切都很順利，深部强度增高，我們还可以打几个鑽孔，帮助我們了解放射性异常在深部延伸的情况。有了这一些工作，就可以对这个异常点进行评价，确定是否值得进一步勘探。

要想了解地下深处的放射性强度，以便寻找深部鈾的矿床，伽瑪測井方法就有非常重要的意义。伽瑪測井就是用前面所談到的伽瑪測井仪的探管在鑽孔中进行放射性測量。首先把探管放到鑽孔底部（必須特別注意的是当探管达到井底时，要馬上提升半公尺，以防卡住探管），然后再慢慢向上提升探管进行測量。在沒有放射性的岩層中，每隔一公尺稍停一下（約30秒），測量一次放射性强度。当遇到岩層中有放射性时，就应当每隔0.2—0.5公尺測量一次放射性，把整个鑽孔由底下到上面全部測完之后，再用方格紙把所測量記錄下来的数值，繪成伽瑪測井曲綫圖（具体画法可参考伽瑪測井的專門書籍）。若在鑽孔所穿过的岩層中有放射性的矿層存在时，在伽瑪測井曲綫上，就会有像駱駝背那样的形状出

現。伽瑪測井曲綫圖上發現有駱駝背形狀的曲綫，就是我們所說的異常出現了，這也就標志着在所測量的鑽孔中有放射性礦層。在我國為了尋找石油、煤田、各種金屬礦以及修建水庫、橋梁、發電站等所打的很多鑽孔，過去都沒有進行過放射性伽瑪測井，不知漏掉了多少有價值的鈾礦床，這對國家來說是一種莫大的損失。所以今後各地凡是有打鑽的地方，那些鑽孔都應當進行放射性伽瑪測井。這樣做既能節省國家的投資，又能給國家找到巨大的財富鈾礦資源。

至於汽車伽瑪測量和航空伽瑪測量，在工作方法上和測量技術上都比較複雜一些，但是它的生產效率確是相當高的，在很短的時間里就能測量很大面積，同時又不用拿着儀器一點一點的在地面上去測量，只是把汽車伽瑪測量儀和航空伽瑪測量儀裝在嘎斯69型的小吉普車上和安—2型的小飛機上（安—2型小飛機就是我們常常看見的消滅蝗蟲、噴撒化學肥料的那種小型雙翼的飛機），沿着公路或平原以每小時15公里的速度進行汽車測量和在40—60公尺高的天空中進行飛機測量。汽車和航空伽瑪測量儀都是自動記錄放射性強度的。當把一條很長公路和航綫測量成了之後，就可以在專門的記錄綫帶上看到彎彎曲曲的曲綫。這些曲綫就是伽瑪測量的結果。我們根據這些曲綫就可以知道那里有礦，那里沒有礦。汽車伽瑪測量和航空伽瑪測量方法不是任何地方都可以作這種工作的，因為它常常受着許多條件的限制，例如汽車不容易到達的地區或在2,500公尺以上的高山地區，汽車伽瑪測量和航空伽瑪測量都不能進行探查工作。當然這些地區還有其他的一些條件，我們就不在這裡詳細談了。

上面我們曾談到，伽瑪測量方法只能在復土厚度不超過1—2公尺的地方用它來進行找礦。那麼在復土厚度超過1—2

公尺的地方怎么去找矿呢，在这样的地区，我們就要利用另外一种方法，这就是射气测量方法来进行找矿。射气测量方法（也有人叫做爱曼测量方法），主要是利用镭的衰变产物氡射气来进行寻找铀矿的。镭是铀衰变出来的，而氡射气又是从镭衰变出来的，所以我們找到了氡射气就会找到镭，那么铀也就会被我們發現。这就是用射气测量方法能找到铀矿的简单道理。氡射气在土壤中不断地向四围扩散，它的扩散范围大小，主要决定于岩石有没有小裂缝、小孔洞，以及复土的疏松程度。在一般的情况下，它能扩散到直径为6—10公尺左右的范围。在野外具体工作方法也很简单，首先在地表上每隔5—10公尺远（这与它的扩散范围有关系）用铁钎子打一个1公尺左右深的小孔，再用爱斯格11·型的射气测量仪的取样器插到小孔中，利用仪器上的抽气筒通过取样器把土壤下面的气体抽到仪器游离室里，再测量游离电流的大小，把每点所测量的结果，都记录下来，与伽玛测量方法一样用方格纸画成曲线。根据这些曲线图就可知道地下是否有放射性矿石。射气测量方法是寻找铀方法中很重要的一个方法，它不但能发现复盖较深的铀矿体，而且还能在野外分辨出在地下的，究竟是铀矿还是也有放射性的钍矿，所以在寻找铀工作当中，应用射气测量方法也很普遍。

以上所谈的就是利用放射性物理探矿方法来寻找铀矿的简单介绍。大家有兴趣，还可以看看有关放射性物理探矿的专门书籍。

从这里我們可以看到，找铀矿的方法并不复杂，仪器使用起来，也很简单方便。为了配合全民找铀矿，我国已经开始大量制造携带方便、成本低廉的各种类型的辐射仪，并且很快地就可以供应到各个需要的部门。

四、鈾礦的精選和冶煉

上面已經說過很多關於鈾礦物和找鈾礦方法的知識。現在再來談一談從地下開采出來的鈾礦怎樣進一步處理的問題。

我們知道：從地下開采出來的鈾礦石，一般用肉眼是不容易看出里面含有鈾的。這是因為在礦石里只有極少量的鈾，而其餘大部份都是無用的廢石（一般叫作脈石）。大多數鈾礦石中只含有萬分之幾到千分之幾左右的鈾。也就是說一千斤重的礦石里才有幾斤或者更少的鈾。最富的也只有百分之幾的鈾。總之，礦石是不能直接用到原子能發電站或者原子能發動機上去的，而必須把所有的廢石完全去掉，把鈾從礦石里提取出來，才能利用。

一般從礦石中提取鈾的時候，大致分為兩個步驟，首先經過機械選礦，然後進行化學處理（又叫水冶金）。個別較富的礦石也有不經過機械選礦就可以直接用化學處理的。這要看礦石的性質和類型而定，不能千篇一律。

（一）機械選礦

機械選礦包括重力選礦法，浮游選礦法，電磁選礦法以及放射性測量分選法等。目前分選鈾礦石最常用的是放射性測量分選法，其他幾種方法正在試驗研究中，現在用的還不多。放射性測量分選法是根據鈾本身有放射性而廢石沒有放射性這一特點，來把含鈾多的礦塊和不含鈾或含鈾極微的廢石分開。這樣就可去掉大部分混雜在鈾礦石中的廢石（大約能去掉百分之二十到四十左右），以便進一步進行化學處理和提煉金屬鈾。

这种分选方法既简单又便宜。据统计，处理一吨原矿石成本只要几角钱就够了，所用的仪器和机械设备也不多。不过用这种方法分选出来的富铀矿石仍然有很多废石，铀只占百分之几到百分之二、三十，还须经过进一步的化学处理才行。这种放射性测量分选法不是独立的方法，而是一种辅助的方法。

放射性测量分选法所用的仪器有腊斯 PAC 型等辐射仪（见图10），此外并配有皮带运输机和给矿机等。进行分选工作时，先把矿石过筛分成几种不同级别的矿石，然后把各种不同级别的矿石分别放在皮带运输机上。同时把辐射仪的探测器（计数管组）放置在皮带运输机的下面（见图11）。当矿石随皮带移动到探测器上面时，如果矿石中含有足够数量的铀时，也就是说放射很强时，因射线射入计数管使仪器操纵部分发生作用，这时操纵运输机的隔板，便自动张开，把含铀多的矿石分隔到接矿箱或矿仓里来（见图12所示）；反之如果不是含铀或含铀极少的废石时，也就是说放射性极小时，则仪器不起作用，隔板就不会张开，这时废石就落在另一边的流槽中流走了（图12）。这样就把含铀多的矿块和不含铀或含铀极少的废石初步的分开了。经过这样多次的分选，那么最后得到的富矿石中含铀量也就增高了。这时再把所得到的富矿拿去进一步进行化学处理就节省的多了，而且也容易处理。只有那些性质特殊的矿石，才不经分选过程便直接进行化学处理。

（二）化学处理

化学处理又叫水冶金，先是用化学药剂溶解铀矿石中的铀，使铀转移到溶液中去，然后设法使溶液中的铀沉淀出来，