

找 矿 丛 书

# 怎样找铀矿

普 罗 克 托  
美 国 海 阿 特 合 著  
勃 洛 克

地 质 出 版 社

地质部地质研究所

# 怎样找油矿

地质部地质研究所  
地质部地质研究所  
地质部地质研究所

地质部地质研究所

# 怎样找铀矿

普罗克托  
美国 海阿特 合著  
勃洛克  
文裔译

地质出版社

# URANIUM

Where It Is and How To Find It

by

Paul Dean Proctor  
Edmond P. Hyatt  
Kenneth C. Bullock

EAGLE ROCK PUBLISHERS

Salt Lake City — 1954

這是一本介紹有關鈾礦的通俗讀物。主要是說明各種含鈾礦物的性質及鑑定特征、鈾礦床的成因及其類型、美國鈾礦產地的分布情況、在野外進行找礦的方法等等，介紹了主要的找鈾工具——蓋革計數器、閃爍計數器的基本原理及使用方法。

原書在美國出版，內容有許多不健康的成分，如以發財致富來鼓勵人們去尋鈾礦等。象這樣的地方以及其他不合我國國情，沒有參考價值的部分，均經刪去。

本書適于一般地質人員特別是搞普查工作的地質人員參考，也適于具有中等文化水平的讀者閱讀，借以獲得尋找這種原子能原料——鈾礦的基本常識。

## 怎样找鈾礦

著者 [美]普羅克托、海阿特、勃洛克

譯者 文 裔

出版者 地質出版社

北京宣武門外永光寺西街3號

北京市書刊出版業營業許可證出字第050號

發行者 新華書店

印刷者 地質出版社印刷廠

印數(京)4,001—12,000册1958年8月北京第1版

開本 31" × 43" 1/32

1958年11月第2次印刷

字數49,000

印張  $2\frac{3}{16}$

定價(10)0.30元

## 序 言

若干时来就感到需要一本鈾矿勘探的通俗而实用的指导书籍。虽然已经出版过少数几本象“勘探指南”一类的东西，但却没有一本对矿物学和盖革计数器等问题作过比较详细的介绍。直到目前，还没有找出一条直接而又合乎逻辑的途径来对个人进行训练，使其成为一个强有力的勘探者。本书之编写，就是希望能够弥补这些不足的某些部分。那些对鈾、它们的产状、已知的分布情况以及可能而尚未发现矿床的地区感到兴趣的人，对本书一定会相当发生兴趣的。

在进行鈾矿勘探以前，某些基本事情是应当知道的。这里面包括工业①用鈾矿物的知识，鈾矿床的类型，美国已知鈾矿床的地理位置，有希望的勘探地区，以及可以帮助找矿的一些资料来源等。一旦个人决定进行勘探时，就应当具备一些基本的关于野外装备（这些装备对他是必需的）的知识，必须了解对于找矿有极大用处的各类工具，以及懂得最易保证获得成功的合理的野外勘探方法。

关于鈾的问题，尽可能地叙述通俗，以便一般人士和地质工作者或工程师们都能用得上这本书。并且希望通过大量的地图和图解来阐明这个问题。仅就这些特点而言，就足以使得本书成为鈾矿勘探者的一件具有相当价值的工具。

每一位作者对写作本书而言，都具有极优越的条件。前面的一位作者曾化了一年多时间在野外研究科罗拉多高原地区

① 原文为“商業”的意思，为适合我国具体情况，故改用“工業”，以下均仿此——譯者。

的鈾、銅和銀的成礦作用，並且是美國地質調查所的地質學家，數年以來，均從事於美國西部金屬礦床之研究。其餘兩位作者也具有多年的野外工作和講授地質學的經驗。三位作者都曾發表過許多有關地質方面的研究文章。目下又都是積極而成功地參與地質勘探工作。

對本書的准备工作，有些人曾化費了不少的時間，謹對他們表示謝意。感謝漢布林 (W.K. Hamblin)，安德生 (D. Anderson) 麥克法蘭 (J. McFarlane) 和彼得生 (D. Peterson)，謝謝他們給書中所繪的許多插圖。特別應該歸功於猶他大學斯托克斯博士 (Dr. W. L. Stokes) 以及海阿特博士 (Dr. C. E. Hyatt) 的是他們曾審閱本書原稿，並且進行了評論。還有一些未列名的人也對本書提出了意見和建議。布里根·揚大學的格恩 (R. Gunn) 負責了全書中每章開始角落上的精美滑稽插圖工作<sup>①</sup>。最後，如果沒有原子能委員會的地質工作人員和美國地質調查所所發表的一些有用的資料，則要想列舉書本中的許多事實，也就是不可能的。雖然作者們不能專門向他們致謝，但對他們所給予的資料，仍應表示謝忱。

猶他州普羅沃

1954年6月

P.D. 普羅克托

E.P. 海阿特

K.C. 勃洛克

① 這些滑稽插圖在譯本中略去。

# 目 录

|                             |    |
|-----------------------------|----|
| 序言.....                     | 3  |
| 第一章 一些动人的事情.....            | 6  |
| 第二章 具有經濟价值的鈾矿物.....         | 8  |
| 物理性質    鈾礦物    礦物鑑定表        |    |
| 第三章 鈾矿床的类型.....             | 16 |
| 偉晶岩礦床    脉礦床    層狀礦床    砂礦床 |    |
| 第四章 在什么地方去寻找鈾矿床.....        | 25 |
| 美國西部    美国中部    美国东部        |    |
| 第五章 資料的其他来源——地图.....        | 60 |
| 第六章 盖革計数器和紫外光灯.....         | 61 |
| 盖革計数器    閃爍計数器    紫外光灯      |    |
| 第七章 野外工作程序.....             | 65 |
| 找出礦層    方格法                 |    |
| 第八章 总结.....                 | 69 |

## 第一章 一些动人的事情

几百年以来，煤——这个经历了多少世代的日光的化石——是人类能量的主要来源。几千万年以前，在潮湿气候下，繁殖于沼泽和低地上的树木与植物，被埋藏和保存起来，并且渐渐地转变成煤，变成了我们现代文化的赐与者。直到现在，在人类对能量的无休止的利用中，每年所消耗之煤的数量都在增加。各个工业国家，都是在煤藏量和其他有用矿物的基础上发展起来的，匹兹堡、伯明翰以及其他的大城市，也就是因为靠近煤矿区而且易于采出煤矿才建立和发展起来。

过去的地质条件，就决定了我们目下煤矿藏的位置。由于辛勤的勘探和细心的搜索寻觅，这些位置都已瞭如指掌。基于这些资料，我们对美国可利用的煤的总量，已经作出估计。我们知道，煤的储藏量还够用几百年。但是对铀的情况是不是也了解得这样详细了呢？还没有！

我们且看一下人类所利用的能量的第二个最大的来源——石油。假设将由石油和天然气所供给的能量单位加起来，则它较之在美国的其他主要能量的来源大约还要超过百分之二。虽然石油自古即已知道，但对其潜在能量的大量利用，则还是十九世纪末的事情。1859年，美国鑽探的第一口油井开始出油。这年，在美国约出产了二千桶石油。但在今天，每年则有二十亿桶以上的石油由油井里流出来。石油工业的这种惊人的发展，是由于那些勇敢的人们寻求能量资源的结果。他们努力的结果，使得这个国家主要出产石油的各州都为人所熟悉了。迄今，借着所积累起来的知識，新油田不断

地发现，较之将枯竭的老油田还要快。揣测、仔细的探索和已知资料的应用等等，都是石油地质学家在成功地寻找黑色的金子——石油——中的法宝。对铀——这个地球上的另外一个财宝——而言，将也是不会例外的。

当那比正午的日光还要明亮的亮光闪烁在洛萨拉莫附近的沙漠地区上时<sup>①</sup>，只有少数几个人才认识到了人类对能量来源的概念必须马上改变。十多年以后的今天，许多人都确信，在今后的世界中，石油和煤将不再统治着能量的王国，而将让位于新国王——铀了。这是不是科学家的狂妄梦想呢？请看事实吧！在洛萨拉莫爆炸的一枚较小的原子弹，其所放出来的能量足够将爆炸之处的土地熔为绿色的玻璃，并且将吊原子弹的一座钢塔不仅是熔化，而是几将其完全气化了。所产生出来的放射的能量比太阳还要明亮。可以很科学地说，如果分裂一磅铀 235，使其可利用的能量全部释放出来，根据计算，它们可以相当于1500吨煤或200,000加仑的汽油所放出来的能量。拿爆炸来说，一磅铀分裂后所放出来的能量，等于10,000吨TNT炸药爆炸所放出来的能量。如果找到了足够的铀，再加上对它放出能量的速率能够进行很好的控制的话，那么人类就可能已经到达了一个理想的世界。

这些动人的事实的意义是怎样呢？这就是要求我们知道在什么地方、用什么方法来得到这种“材料”。此外，更重要的是，我们所需要的铀在今后的数十年中，必将——也许是不会太慢的——代替作为能量主要来源的煤和石油。您，作为一个勘探工作者，一个地质工作者，一位工程师，在您探索和寻找铀矿中，就是使这些理想成为事实的人。

① 美国第一次试验原子弹爆炸在洛萨拉莫(Los Alamos)——译者。

鈾是否也象煤和石油那样丰富呢？不是的！伟大的造物主只給了我們数量有限的这种元素。而且它的分布还不是偶然的，而是受到一定的地質条件的制約。你必須首先了解有关其分布的問題。这些問題了解后，就可以确定什么地方藏得有矿了。現在对鈾的需要是急迫的。可以想象二十年以后，当工厂以这种元素来作燃料时将是一副怎么样的图画。鈾的寻找者是有一个战斗而光明的前途的。

## 第二章 具有經濟价值的鈾矿物

矿物是构成地壳的建筑材料。矿物学家們已經認識和描述了1600种以上的矿物，其中約有200种左右在我們的金屬和非金屬工业中是具有工业价值的。美国地質調查所已認識到了149种以上的鈾和鈷的矿物，但是，仅有10种左右才是重要的有工业价值的矿石。

几种最常見的矿物是：石盐（食用的盐），冰，石英（砂里面很多），云母（电器絕緣材料），滑石（用在滑石粉中），石膏（就是做石膏模型的石膏）和方解石。

对所有矿物的識別和鑑定，是基于某些基本的概念，这就是：

1. 矿物是天然产出的；
2. 矿物是无机物；
3. 矿物是均質的，也就是說各部分都是相同的；
4. 每种矿物都具一定的物理性質。如硬度、顏色、光泽……等等；
5. 它的化学成分是相当固定的，可以用简单的分子式表示出来。

## 物 理 性 質

矿物的物理性質是勘探工作者識別矿物和鑑定矿物最有用的法宝。对于鈾和鈾的矿物鑑定來說，它們最重要的物理性質可以簡述于下：

**顏色** 最常見的放射性矿物，大多数都具有特殊的顏色，单凭目力就极易辨認，矿物的顏色主要是由于它的化学成分而来的，工业上用的鈾矿呈淡黄色和綠色以至黑色。

**硬度** 矿物的硬度，就是表示矿物抵抗磨擦或刻划的程度。硬度可以排列成一个等級由1（象滑石那样柔軟）到10（如同我們所知道的最坚硬的物質——金剛石）。一个矿物，若是它的硬度为1的話，那就象手上的肌肉或一张紙一样的柔軟。手指甲的硬度大約为2，迴形針的硬度为3，鋼刀刀口的硬度为5，窗上的玻璃，其硬度在5与6之間。

(5.5)。石英这种矿物的硬度为7，比它还硬的，就只有少数几种矿物了。假若矿物在自然界中呈小的集合体或粉末状时，硬度的决定就会感到困难。否則根据上面所說的原則来看，确定矿物抵抗刻划的能力乃是一件极其簡單的事情。一个矿物，如果能够刻划指甲，但同时又能被迴形針所刻划，那么，它的硬度就在2与3之間，或者簡單的說为2.5。

大多数的鈾矿物，其硬度都在6以下，具有鮮艳顏色之鈾的氧化物，其硬度在2与3之間。

**解理和断口** 矿物中的元素(如鈾，鈾，氧等等)有規律的排列，使得矿物在某一方向上具有原子結合得較強，而在其他方向上原子的結合則較弱。当矿物順利地沿着結合較弱的方向裂开时，就常常产生一个平滑而容易反光的平面，这种易于破裂成为平面状的性質，就叫作解理。解理可能沿着

一个或几个方向。假設矿物的破裂是不平坦的，或者是帶有曲綫，象壳状（貝壳状）一样的面，这种性質就叫着断口。有些鈾矿物具有三个方向的解理，有些具有两个方向的解理，有些具有一个方向的解理，而再有些則沒有解理，只有从貝壳状到參差不齊状的断口。

**光澤** 光泽就是一个矿物表面反光的情形。一些最普通的光泽为：

1. 金屬光泽——表面反光好象一种金屬；
2. 玻璃光泽——看起来象有光亮的玻璃面一样；
3. 脂肪光泽——表面反光好象一种脂肪的表面；
4. 絲絹光泽——具有絲絹一样的光泽；
5. 松脂光泽——象树脂一样，近乎蜡的光泽；
6. 珍珠光泽——象珍珠的光泽一样；
7. 黯淡光泽——只有微小的反光（例如粘土）；
8. 土状光泽——沒有任何明显光的反射。
9. 瀝青光泽——象瀝青或焦油一样。

絕大部分的鈾矿物都具有土状、珍珠、玻璃、黯淡或瀝青光泽。

**比重** 比重就是单位体积的矿物的重量与同体积的水的重量之比，令水的比重为1。假設一种矿物的比重为3.5，那即是說一定体积的这种矿物，它的重量是等于同体积水重的3.5倍。純粹鈾矿物的比重在3与10之間。

**習性** 矿物的习性就是矿物所具有的特殊形态，包括它的生长的一般形状和不規則性。矿物的习性可能为結晶体（具有一定的形状，例如，立方体、錐形、柱形……等等）、園顆粒、放射状、結核状、带状和块状……等等。鈾矿物最普通的习性为片状或鱗状、土状物質和被膜状。

**螢光** 矿物在受到紫外線的照射时，在黑暗中产生可見的光的性質，就是螢光。特殊的螢光灯（紫外光灯）即是用来檢驗这种具有螢光的矿物的。紫外線的光源可以用交流电或蓄電池来产生。（見第六章）。

鈾云母是能够发出鮮明螢光的唯一重要的鈾矿物，其他一些鈾矿有时也能发出微弱的螢光。

**放射性** 某些矿物，包括一切含鈾和釷的矿物，以及其他一些矿物，具有能够从它們的原子中放射出微小的物質質点的作用，就叫做放射性。要知道这一种性質，必須有特殊的設備，在本書第六章当再詳为論述。

## 鈾 矿 物

地質学家將鈾矿物分为两大类：这两大类就是原生矿物和次生矿物。大多数的原生矿物都是由地球深处的灼热气体和溶液所形成。次生矿物則是原生矿物受到风化作用、地下水作用或其他自然作用的結果变化而成的。由于这种化学作用的結果，原生矿物很容易变为次生矿物。图2表明犹他州瑪里斯維尔(Marysvale)地区由地表面到地下水平面以下鈾矿物組合的变化。

原生鈾矿往往产于脉矿床（板状体）和伟晶岩（粗粒火成脉岩）之中。一般呈黑褐色以至于黑色，比重很大，时常具有黯淡的瀝青光泽。原生矿物在象加拿大北部那样风化作用不甚厉害的地区，可在地表岩石中找到。科罗拉多高原上也有許多地方发现。

各种常見的組成矿石的鈾矿物簡略叙述如下：

**原生鈾礦 瀝青鈾矿 (pitchblende)** 是最重要的原生鈾矿，也几乎是所有高品位鈾矿石的主要矿物。比屬剛果、

捷克斯洛伐克和加拿大产出特多。美国也有。瀝青鈾矿常成圓粒而不規則的块体，破碎后具有象玻璃一样的曲面（貝壳状断面）。瀝青鈾矿比鋼还重，其硬度与鋼相差不远，呈灰黑色或綠黑色。

**晶質鈾矿 (uraninite)** 其物理性質大都与瀝青鈾矿相似，不过多呈小立方体形状的晶体，而很少呈圓形和不規則的块体。

其他鈾的原生矿物，尚未发现有聚集較多而具有重要意义的。

**次生鈾礦** 次生鈾矿的特征，是顏色鮮艳，包括有黃色、橙色和綠色。常呈土状或粉末状物質，或者是細小的晶体群，或者呈扁平的片状。次生矿物几乎产于任何类型的岩石中，但这些类型的岩石中却不一定都能发现原生矿物。茲将几种最普通的次生矿物簡述如下：

**鉀鈾鈾矿 (carnotite)** 多年以来就是鈾、鐳和鈾的有經濟价值的重要来源，广泛地产于美国科罗拉多高原地区。常产于砂岩中，呈淡黃色（金絲雀黃色）之土状物質，包围石英顆粒。

**鈾鈣鈾矿 (tyuyamunite)** 鈾鈣鈾矿与鉀鈾鈾矿相似，不过更显得黃得发綠，并能发出一种微弱的苹果紅的螢光。

**鈣鈾云母 (autunite)** 它是一种具有鮮亮檸檬黃色的物質。質地柔軟，呈小片状和半透明的晶体。当受到紫外綫照射时，常常发出鮮明黃色或苹果綠色的螢光。

**銅鈾云母 (torbernite)** 和变銅鈾云母 (mcfa-torbernite) 是鮮明的綠色矿物。質地柔軟，呈透明鱗片状的晶体。常常发出鮮明的綠色螢光。

## 矿物鑑定表

編制矿物鑑定表——表1——是用为帮助勘探者以便他們在野外寻找所希望的鈾矿和釷矿时，可以对每种矿物所觀察到的性質作一比較。

各类鈾矿物的顏色、光泽和习性的特征，頗易鑑定，鑑定了它們就容易了解矿物是屬於表中哪一类。解理和断口只要有一个能放大十倍左右的放大鏡，就可以很好地来鑑別了。

硬度是比較难于鑑定的，除非是大的碎片才可以給以鑑定，可是大多数的鈾矿物都具有特殊的片状或膜状的习性。对于比重來說，情况也差不多。

矿物鑑定表是以鈾矿物的顏色为基础来排列的。知道矿物的顏色后，在表的左边先从上往下找，找到相应的顏色，然后自左至右，再来檢驗另外的物理性質。可以看到，顏色較暗的矿物，其硬度等于4或超过4，而顏色較鮮明的矿物，其硬度往往小于3。对矿物其他性質进行仔細研究的話，最終就可以知道該矿物是屬於表中的哪一种。假若一种矿物用鑑定表鑑定不出來的話，那可能就屬於另外一种稀有的鈾矿物，在这种情形之下，最好将矿物交有关单位进行特殊鑑定。

## 礦物鑑

(常見的鈾礦物)

| 顏 色                                                                       | 光 澤                    | 硬 度 | 解 理 和 斷 口             |
|---------------------------------------------------------------------------|------------------------|-----|-----------------------|
| 灰綠 黑 色;<br>黑 色;                                                           | 凝膏狀; 黯淡; 土<br>狀或玻璃光澤   | 5至6 | 參差狀與<br>貝壳狀斷口         |
| 灰綠 黑 色;<br>褐 黑 色;                                                         | 凝膏狀; 黯淡;<br>或玻璃光澤      | 5至6 | 參差狀與<br>貝壳狀斷口         |
| 黑玉的黑色                                                                     | 金剛光澤                   | 4   | 貝壳狀                   |
| 黑棕 黑 色;<br>灰 黑 色;                                                         | 半金屬光澤; 黯<br>淡, 或脂肪光澤   | 5至7 | 參差狀到<br>貝壳狀斷口         |
| 豬肝褐色                                                                      | 玻璃光澤                   | 5—6 | 貝壳狀斷口                 |
| 黑紅 色;<br>橙 色;<br>褐 色;<br>綠 色;                                             | 新鮮面呈玻璃光澤<br>; 黯淡; 脂肪光澤 | 4至5 | 貝壳狀斷口                 |
| 淡 黃 色                                                                     | 土狀光澤;<br>珍珠光澤          | 2至3 | 解理順着一個方向              |
| 綠 黃 色                                                                     | 土狀; 珍珠狀                | 2至3 | 在三個方向內<br>都有解理        |
| 檸檬 黃 色;<br>硫磺 黃 色;<br>顏料 黃 色;<br>檸檬 黃 色;<br>檸檬 黃 色;<br>淡綠 黃 色;<br>草黃 或橙黃色 | 珍 珠 光 澤                | 2至3 | 在一個方向內<br>解理良好        |
| 黃至深橙或褐色;<br>各種顏色                                                          | 珍珠光澤;<br>脂肪光澤          | 2至3 | 在二個方向內<br>有解理         |
| 亮 綠 色;<br>翠 綠 色;<br>翠 果 綠                                                 | 凝淡; 鵝光澤; 脂<br>肪狀; 玻璃光澤 | 2至3 | 貝壳狀或<br>參差狀斷口         |
| 金黃色; 淺黃色;<br>淡紅色或綠褐色                                                      | 珍 珠 光 澤                |     | 沿兩個方向有解理              |
|                                                                           | 松 脂 光 澤                | 5至6 | 貝壳狀到參差狀斷<br>口; 具良好之解理 |

## 定 表

和鈦矿物)

表 1

| 比 重   | 習 性                      | 鑒 光                  | 名 称 及 化 学 成 分                 |
|-------|--------------------------|----------------------|-------------------------------|
| 6至9   | 塊狀；圓滑的表面；条帶              | 无                    | 瀝青鈦矿<br>(鈦的氧化物)               |
| 8至10  | 小立方体似的晶体；塊狀              | 无                    | 晶質鈦矿<br>(鈦的氧化物)               |
| 4至5   | 圓 粒 狀 和 晶 体              | 无                    | 鈦鈦矿<br>(鈦和鈦的氧化物)              |
| 6.5至9 | 等軸晶系；在砂礦中常常<br>为 水 所 侵 蝕 | 无                    | 方鈦石<br>(鈦和鈦的氧化物)              |
| 4至6   | 塊狀或粗粒晶体；有时为<br>放 射 狀     | 无                    | 鉍鈦矿<br>(鈦和稀土元素)               |
| 4至5   | 晶 体；塊狀；或致密狀              | 无                    | 鈦 石<br>(含鈦矽酸鹽)                |
| 4至5   | 土狀塊体；薄被膜狀                | 黃色短<br>波光綫           | 銅鈦鈦矿<br>(銅和鈦的鈦酸鹽)             |
| 3至4   | 鱗片狀；薄被膜狀和土狀              | 无；或具<br>微弱的苹<br>果綠色  | 鈣鈦鈦矿<br>(鈣和鈦的鈦酸鹽)             |
| 3     | 薄板狀；云母狀；土 狀              | 亮黃色；<br>或苹果綠<br>色    | 鈣鈦云母<br>(鈣和鈦的磷酸鹽)             |
| 4     | 放射狀集合体；纖維狀；<br>或 塊 狀     | 无；或可<br>能有極微<br>弱的綠色 | 矽鈣鈦矿<br>(鈣和鈦的矽酸鹽)             |
| 4至6   | 塊 狀 皮 壳 狀                | 无                    | 脂鉛鈦矿<br>(主要为鈦之氧化物，<br>并具有水和鉛) |
| 3至4   | 似云母狀的方形晶体；<br>松 軟 的 塊 狀  | 无；或<br>微弱的綠<br>色     | 銅鈦云母和變銅鈦云母<br>(銅和鈦的磷酸鹽)       |
| 4至5   | 片 狀 或 板 狀 結 晶            | 无                    | 独居石<br>(鈦和稀土元素的磷酸<br>鹽)       |