

鈾礦類型及含鈾礦物的鑑定

郭承基

在1940年以前，鈾的金屬或化合物僅少量地用於合金、着色劑和接觸劑等方面。最近由於原子能研究的發展，鈾的用途大大地增加了，尤其在蘇聯利用鈾元素的持續的連鎖反應，把原子能用於和平的建設事業上，為將來的動力源，開闢了寬廣的道路。我們當然有必要在祖國遼闊的土地上，隨著普查工作的開展，應隨時注意鈾礦資源的問題。

鈾(U)在地球化學的分類上屬於親石元素，即隨着地球的冷卻，在地球化學分配的第一階段，鈾主要集中於地球最外層的矽酸鹽層內。但是基於它所具有的分散性[維爾納茨基(В. И. Вернадский)曾經把鈾列於分散元素一類]，微量的鈾，一般存在於所有的岩石、礦物、土壤、海水、溫泉、河流以及生物體中。例如火成岩中鈾的平均含量，大致如下面所示：

U (克/噸)

玄武岩	0.83
輝綠岩	0.83
中性岩	2.61
花崗岩	3.935

根據多數學者研究的結果，證明鈾在酸性岩中的存在量比基性岩為大。就成因上彼此有關係的岩石羣來說，鈾的含量常與岩石中矽酸的含量成正比。在一般的情況下，當兩種元素的離子半徑的差不超過15%時，可以在礦物的結晶格架中彼此代替，尤其在等價元素之間，更是如此。所以在地球化學分配的第二階段，隨着矽酸鹽岩漿的冷卻，由於鈾的離子半徑較大($U^{4+}=1.05\text{\AA}$)，不能進入初期晶出的矽酸鹽類礦物的結晶格架內，而濃集於岩漿的殘液中，直至岩漿分化的末期，即於花崗偉晶岩脈期開始晶出，大量的鈾則集中於岩漿分異的熱液期。在岩漿的殘液中除鈾外，尚含有釷(Th)、鈮(Nb)、鉭(Ta)、鎢(W)、鉬(Mo)、鋯(Zr)、鉍(Be)、鋰(Li)、銫(Cs)、銣(Rb)及稀土類元素等，所以這些元素都與鈾同樣集中於岩石圈的上部。

由上可知鈾在原生岩漿礦物內的分佈，決定於離子半徑的大小，因此很可能為含鈣($1.06\text{\AA}$)及三價的稀土類元素，尤其是含釷($1.06\text{\AA}$)的礦物所捕獲。在原生含鈣礦物中如磷灰石很可能含有鈾，偶爾看到的磷灰石中的多色量，大致即由於含鈾的緣故。其次因

為 CaF_2 與 UF_4 可以形成混晶，所以在螢石中也可能含有少量的鈾。在花崗偉晶岩中，鈾常代替釷而形成鈾鉭酸鹽及鈾鉭鉭酸鹽等多數成分非常複雜的礦物。此外包裹有鉍英石的黑雲母和角閃石的多色量，一般多為鉍英石中含有鈾的類質同像混入物 U^{4+} 的緣故。在花崗偉晶岩脈內，含鈾及釷的礦物有時可能為鈾礦的地球化學的指示體。

弗洛索夫(К. А. Власов)於1952年根據花崗偉晶岩脈的組織(текстура)、結構(структура)和共生礦物的關係，將其發展過程分為以下四個階段或四帶：

(1)文象結構或花崗岩結構的偉晶岩帶——並無稀有元素礦物(包括鈾礦在內)的生成。

(2)長石帶(以微斜長石和正長石為主)——稀有元素礦物(包括鈾礦)開始出現。

(3)後期石英塊體帶——稀有元素礦物的生成更為顯著。

(4)混交帶——稀有元素礦物主要集中於此帶。

由生成的順序來說，混交帶代表花崗偉晶岩脈的最後階段，溫度最低，揮發性成分特別豐富，岩漿殘液與早期晶出的礦物發生熔融與交代。另外由空間的關係來說，混交帶佔有花崗偉晶岩的最上部。鈾礦及其他稀有元素礦物的生成，由長石帶開始，但主要集中於混交帶。

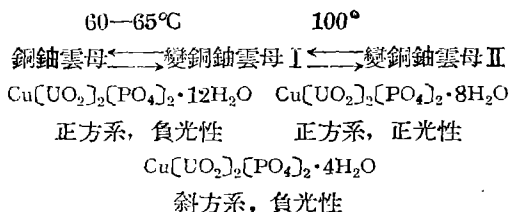
查哈洛夫(Е. Е. Захаров)在1953年發表的礦床分類中，把偉晶岩脈前期生成的部分(弗洛索夫分類中的1、2兩帶)列入正岩漿礦床，後期生成的部分則列入後岩漿礦床。鈾礦及其他稀有元素礦物產於偉晶岩脈的屬於後岩漿礦床的部分內；更由原岩漿成分上的差異及圍岩性質的不同，形成各種不同的礦物羣。

元素分配的第三階段，含鈾礦物因風化作用或蝕變作用，鈾向水圈移動或再沉澱而形成鈾酸鉀鈾礦等多種的次生礦物。當風化時，鈾礦受水溶液等的作用後，即發生：(1)溶解；(2)氧化或還原；(3)化學反應；(4)交換反應及(5)溶液中成分的吸着等現象。

一般瀝青鈾礦與硫化礦物共生，所以常受因此等硫化礦物而生成的硫酸所溶解；而且鈾與天然水中存在的碳酸容易形成可溶性的複鹽，所以比較鈾容易溶解。同時溶解的鈾不如鈾(易與海水中存在的氟離子等生成不溶性鹽)容易沉澱，因此在次生的鈾礦中，

鈦的含量逐漸減少，最後則生成不含鈦的鈾礦；而在鈾礦中或多或少是含有鈾的。此外在深海沉積物中，錳及其他的蛻變生成物大量集中，但其母體元素鈾則仍多溶於海水中而不沉澱，這可能是因為錳等元素的離子能(ionic potential)[離子能=陽離子的電荷/離子半徑]較小的緣故。 U^{6+} 的離子能，大致在8以上，其溶解度較四價鈦的溶解度要大，這可以說明海水中鈾的含量所以較鈦高的原因。由於海水的鹼性度增加到某種程度並不能引起鈾的完全沉澱，但是因硫化氫等的還原作用， U^{6+} 變為 U^{4+} ， U^{4+} 的離子能為3.8，與鈦的離子能近似，因此可以完全沉澱。根據這種事實，我們可以推論在強烈還原條件下的地區，可能有鈾的集中，所以對於近代的黑泥、海成瀝青質沉積物以及石炭灰份中的鈾應該予以注意。

鈾礦在氧化帶則形成「鈾帽」，具有鮮明的黃、橙、綠等顏色。次生礦物中包括：氫氧化物、磷酸鹽、砷酸鹽、鉍酸鹽、碳酸鹽、矽酸鹽及硫酸鹽，主要為晶質鈾礦及瀝青鈾礦的分解生成物。在一般情況下，這些次生礦物存在於熱液礦脈的附近，或火成岩及水成岩的裂隙內。其中鉍酸鹽、磷酸鹽、砷酸鹽及矽酸鹽礦物的結晶構造包含有 UO_2 及 $[PO_4]$ ， $[AsO_4]$ ， $[VO_4]$ 或 $[SiO_4]$ 的互層，與雲母的結晶構造類似，稱為鈾雲母(Urauminas)。屬於這一類的礦物主要有鉍酸鉀鈾礦 $K_2[UO_2]_2[VO_4]_2 \cdot 3H_2O$ ，鈣鈾雲母 $Ca[UO_2]_2[PO_4]_2 \cdot 8H_2O$ ，矽酸鉛鈾礦(Kasolite) $Pb[UO_2]_2[SiO_4] \cdot H_2O$ ，矽酸鈣鈾礦(Uranophane) $CaU_2[SiO_4]_2[OH]_6 \cdot 3H_2O$ 及銅鈾雲母(Torbernite) $Cu[UO_2]_2[PO_4]_2 \cdot 12H_2O$ 以上都是在常溫下比較安定的礦物，如銅鈾雲母當加熱至60—65℃時變為變銅鈾雲母Ⅰ(MetatorberniteⅠ)；100℃時變為變銅鈾雲母Ⅱ(MetatorberniteⅡ)，其化學組成及物理性質變化如下：



不易風化的礦物如黑稀金礦、鈳酸鈣礦及褐鈳鈳礦等則常在原生礦床附近的沖積層中，經淘選後而發現。

鈾在地殼上的存在量(克拉克值)為 3×10^{-4} (重量百分比)，在自然界中產出者為 U^{234} 、 U^{235} 及 U^{238} 。 U^{238} 的存在量最大，約佔全部鈾的99.28%。(錳為 U^{238} 的蛻變生成物)。雖然鈾在地殼內的存在量不算太少，但由於其分散性，很少形成規模巨大的礦床。

現在所知的較大原生礦床，都與酸性岩(尤其是花崗岩)有關。在富鈣的花崗偉晶岩脈及閃長偉晶岩脈內，常形成單獨的礦物，而且比較在高溫下生成的鈾礦含 UO_2 較多，低溫型的礦物則多含 UO_3 。偉晶岩脈中初期晶出的礦物如鈳鐵礦、鉍鐵礦等一般不含鈾或含量甚少。富鈾礦物為晚期晶出物，與稀土類元素、鉍、鉍、鈦及鈦諸元素形成多種的礦物。而偉晶岩脈中鈾礦的工業價值遠不及在礦物學上的意義重大，通常為開採雲母、長石及石英等的副產品。

在高溫熱液期，鈾有時存在於錳礦脈中，與鈷、鎳、鉍及砷等的硫化礦物及硫代硫酸鹽礦物共生。低溫熱液砷礦脈中也含有鈾，晚期熱液礦物如螢石及蛋白石等有時含少量的鈾。此外如獨居石、矽酸鈾礦(Thorite)、方鈾礦(Thouatite)磷酸鈣礦及褐簾石等礦物中也常含少量的鈾。

鈾礦床的類型按其成因可分為原生鈾礦及次生鈾礦兩種即：

1. 原生鈾礦

(1)偉晶岩脈中的鈾礦(與Li、Be、Zr、Sn、Nb、Ta、Ti及稀土類元素等形成種種的稀有元素礦物)。

(2)熱液礦脈中的瀝青鈾礦(與Cu、Bi、Ag、Au、Co、Ni及As等硫化礦物共生，而鈾本身非硫化物)。礦脈的種類可分為三種：

- a)錳礦脈中的瀝青鈾礦(如英國康瓦爾)
- b)銀、鈷、鎳礦脈中的瀝青鈾礦(如捷克、德國、加拿大大熊湖及比屬剛果)
- c)銅、鉛礦脈中的瀝青鈾礦(如美國Gilpin地方)

2. 次生鈾礦

(1)鉍酸鉀鈾礦(Carnotite)、鉍酸鈣鈾礦(Tyuyamunitc)、鉍雲母(Roscoelite)型(如蘇聯及美國)

(2)其他存在於各種岩石中的次生鈾礦

(3)漂砂礦床

現在世界上鈾礦的主要來源為銀、鈷、鎳礦脈中的瀝青鈾礦及次生鈾礦中的鉍酸鉀鈾礦、鉍酸鈣鈾礦。著名的鈾礦產地如捷克的亞西莫夫(Jachymov)、加拿大的大熊湖及比屬剛果皆為熱液礦脈中的瀝青鈾礦，與鎳的砷化物、鈷的砷化物、自然銀、自然鉍、輝鉍礦、輝銅礦及赤鐵礦等共生。脈石一般為白雲石、方解石及石英。鉍酸鈣鈾礦產於蘇聯的費爾干，本礦床的成因可能為存在於志留紀上部及泥盆紀的瀝青頁岩中的鈾及鉍，在乾熱的氣候下由地面水溶出，並滲透到地層內，在石灰岩等的表面上及裂隙內而行週期性沉澱的結果。含鈾量平均為400—850克/噸。與含水鉍銅、重晶石及方解石等共生於石灰岩的喀斯

特裂縫帶中。鈳酸鉀鈾礦主要產於美國的科羅拉多(Colorado)州西部及猶他(Utah)州的東部。礦床成扁平凸鏡狀，存在於侏羅紀的白色砂岩中，有矽化木及已經碳化的樹幹等相伴產出。礦石有時充填於砂岩及矽化木等的裂縫內，鈳酸鉀鈾礦有集中於碳化程度較深的樹幹附近的傾向。所以本礦床的成因，可能為存在於較老地層中的鈾礦脈及鈳礦脈，於地表近處因受由黃鐵礦等氧化生成的硫酸的作用，鈾、鈳等則形成硫酸鹽，然後溶解於水，流入侏羅紀的淺海，滲透於砂中為碳化後的樹幹還原而生成種種的硫化物，以後由於地殼運動，淺海內的砂變成了砂岩，並受地面水的作用，鈳等的硫化物因氧化作用生成鈳酸，與鈾及鉀等元素化合而生成鈳酸鉀鈾礦。

在鈾礦的勘探中主要應該注意以下幾點：

(1) 研究礦床生成期及生成區域的問題；這與造山運動及岩漿的侵入是分不開的。在某一時代，已知地區的某種岩石中生成什麼樣的礦床，大致是有規律可循的。有的鈾礦與前寒武紀的酸性岩侵入體關係密切；有的則似與中生代花崗岩的關係較深。

(2) 由地球化學的性質來看，鈾常集中於偉晶岩脈及熱液礦床中；另外由地下沉澱的次生礦床與鈳相伴。這些都是在勘探中很好的線索。

(3) 發現偉晶岩脈時，須觀察是否有混交帶的存在。

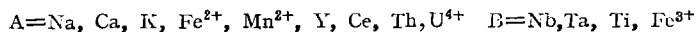
一、偉晶岩脈中的鈾礦 屬於本類的礦物除品質鈾礦等少數礦物外，結晶構造尚未究明。在鑑定其礦物種類時，一般需要完全的化學分析。

1. 品質鈾礦族(Uraninite)

礦物名	化學組成	顏色	硬度	比重	光性	含鈾量(UO ₃ %)
品質鈾礦	U ₈ O ₈	黑	5.5	9—9.5	等方性	50—30
方鈳礦(Thoriante)	UO ₂ ·ThO ₂	黑	6.5—7	8—9.7	等方性 n=2.20	12—25

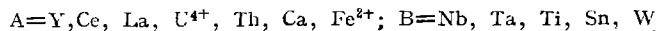
2. 鈾之鈳、鈳、鉍酸鹽

(1) 黃綠石——細晶石族[A₂B₂O₆(O, OH, F)]



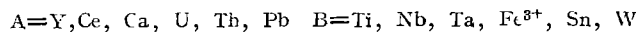
黃綠石(Pyrochlore)	(NaCa) ₂ Nb ₂ O ₆ F	赤褐	5—5.5	4.3	等方性	2—8
細晶石(Microlite)	(NaCa) ₂ Ta ₂ O ₆ (O, OH, F)	黃褐	5.5	5.5	等方性	0—1.5

(2) 褐鈳鈳礦族[ABO₄]



褐鈳鈳礦(Fergusonite)	Y(Nb, Ta)O ₄	黑褐	6	5.8	一軸晶, 負 n=2.1±	0.2—9
-------------------	-------------------------	----	---	-----	------------------	-------

(3) 鈳酸鈳礦族[AB₂O₆]



鈳酸鈳礦(Samaraskite)	黑	5—6	5.6—5.8	斜方 n=2.2±	10—24
鈳鉍礦(Yttrotantalite)	黑	5—5.5	5.5—5.9	n=2.15±	1—4
黑稀金礦(Euxenite)	黑褐	5—6.5	4.7—5.4	n=2.2±	2—15
複稀金礦(Polycrase)					
鈳鈳鈳礦(Yttrocraasite)					

(4) 黑鈳鈳鈳礦族[AmBnXx](m; n=1:3)

在。假如所看到的是粗粒花崗岩，則在偉晶岩脈的本身很少有發現鈾礦的可能。同時須觀察母岩的性質，假如為基性岩，也沒有多大希望。

(4) 觀察共生礦物的關係，例如鈾礦除黃綠石(Pyrochlore)及細晶石(Microlite)多產於含鉍雲母的偉晶岩脈外，一般多產於富於鉍長石的部分，與白雲母、鈳長石及石英共生。

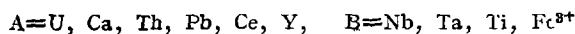
(5) 在Cu-Ag-Co-Ni及Sn的熱液礦脈中多產瀝青鈾礦，為鈾礦中最重要的類型，應特別注意。

(6) 含鈾岩石中的長石，常因放射能的關係，分解為紅色疏鬆土狀物，石英多為黑褐色，可為找礦時的標誌。

(7) 在偉晶岩脈附近的河谷中，須注意砂礦。同時注意附近的沉積岩中（尤其是砂岩），是否有次生鈾礦的存在。

(8) 當發現「鈳帽」時，須尋找原生礦脈的有無，觀察圍岩的性質及地質構造等，根據詳細的調查結果，判斷鈳帽的下面是否可能有人規模原生鈾礦的存在。

現在已知的含鈾礦物，不下200種而根據其產狀，可以分為三類：(一)偉晶岩脈中的鈾礦(二)熱液礦脈中的鈾礦及(三)鈾的次生礦物。為了鑑定時的參考，謹將主要的鈾礦列舉於下：



黑鈦鈣鈾礦(Betafite) $(U, Ca)(Nb, Ta, Ti)_3C_9 \cdot nH_2O$ 黑綠 5 3.8—4.2 等方性 $n=1.91-1.97$ 10—26

鈦鈳鈾鐵礦(Ampangabeite) 赤褐 4 4.3 $n=2.13 \pm$ 10—19

二、熱液礦脈中的鈾礦 主要為瀝青鈾礦及其氧化後而生成的礦物。

礦 物 名	化學組成	顏 色	硬 度	比 重	光 學 性	含鈾量($UO_3\%$)
深黃鈾礦(Becquerelite)	$UO_3 \cdot H_2O$	黃, 橙			斜方系 $\rho > \nu$ (-) $2V$ 甚小	87
多水鈾礦(Iantbinite)	$2UO_2 \cdot 7H_2O(?)$	紫黑, 黃	2—3		斜方系, (-) $2V$ 小 $\alpha=1.674, \beta=1.50, \gamma=1.92$	85
含鈉鈾鉛礦(Clarkite)	$(Na_2, Pb)0.3UO_3 \cdot 3H_2O$	赤褐	2—3	6.0	(-) $2V=30-50^\circ$ $\alpha=1.987, \beta=2.058, \gamma=2.108$	80
脂狀鉛鈾礦(Gummite)		橙赤	2.5	4.1	(-) $2V=60^\circ$ $\alpha=1.742, \beta=1.760, \gamma=1.776$	50—70
鉛鈾礦(Curite)	$2PbO \cdot 5UO_2 \cdot 4H_2O$	黃, 赤褐	4—5	7.2	斜方系 $\beta=2.07$	

三、鈾的次生礦物

1. 碳酸鹽類

礦 物 名	化學組成	顏 色	硬 度	比 重	光 學 性	含鈾量($UO_3\%$)
菱鈾礦(Rutherfordite)	$[UO_2]CO_3$	黃		4.8		84
多水菱鈾礦(Sharpite)	$6UO_3 \cdot 5CO_2 \cdot 8H_2O$	黃綠			$\alpha=1.633$ $\gamma=1.72$	81
菱鈳鈾礦(Voglite)	$Cu[UO_2][CO_3]_2 \cdot 10H_2O$	綠			(+) $2V=60^\circ 1, \rho > \nu$ $\alpha=1.541, \beta=1.547, \gamma=1.564$	37
鈾灰石(Uranothallite)	$2CaO \cdot UO_3 \cdot 3O_2 \cdot 10H_2O$	綠	2.5		斜方系 $\alpha=1.50, \beta=1.503, \gamma=1.537$	37

2. 磷酸鹽類

斜磷酸鉛鈾礦(Pearsonite)	$Pb_2[UO_2][PO_4]_2 \cdot H_2O$	淡褐		6.2	$\alpha=1.85$ $\gamma=1.862$	30
鈳鈾雲母(Torbernite)	$Cu[UO_2]_2[PO_4]_2 \cdot 8H_2O$	綠	2—2.5	3.2	正方系 $\alpha=1.557$ $\beta=1.575$ $\gamma=1.577$	57—62
鈣鈾雲母(Autunite)	$Ca[UO_2]_2[PO_4]_2 \cdot 8H_2O$	黃	2.5	3.1	$\alpha=1.681$ $\beta=1.720$ $\gamma=1.720$	55—62
磷酸鈾礦(Phosphuranylite)	$[UO_2]_2[PO_4]_2 \cdot 6H_2O$	黃			$\alpha=1.67$ $\beta=1.87$ $\gamma=1.885$	72—77

3. 釩酸鹽類

釩酸鈣鈾礦(Tyuyamunite)	$Ca[UO_2]_2[VO_4]_2 \cdot 8H_2O$	黃綠		3.7—4.3	$\alpha=1.67$ $\beta=1.87$ $\gamma=1.885$	50—60
釩酸鉀鈾礦(Carnotite)	$K_2[UO_2]_2[VO_4]_2 \cdot 5H_2O$	黃			$\alpha=2.06$ $\beta=2.06$ $\gamma=2.06-2.08$	50—60
釩酸鈾礦(Ferghanite)	$UO_3 \cdot V_2O_6 \cdot 6H_2O$	黃				75

4. 砷酸鹽類

砷酸鈾鉍礦(Walpurgite)	$Bi_{10}[UO_2]_3[AsO_4]_4O_{10} \cdot 10H_2O$	黃	3.5	5.8	$\alpha=1.50$ $\beta=2.00$ $\gamma=2.05$	21
翠砷酸鈳鈾礦(Zeunerite)	$Cu[UO_2]_2[AsO_4]_2 \cdot 12H_2O$	綠	2—2.5	3.2	$\omega=1.635-1.643$ $\epsilon=1.615-1.623$	53

5. 硫酸鹽類

硫酸鈾礦(Zippeite)	$2UO_3 \cdot SO_3 \cdot nH_2O$	黃		3	$\alpha=1.630$ $\beta=1.689$ $\gamma=1.735$	65
----------------	--------------------------------	---	--	---	---	----

硫鉍酸銅礦 (Gilpinite) (Johannite)	$\text{CuO} \cdot 2\text{UO}_3 \cdot 2\text{SO}_3 \cdot n\text{H}_2\text{O}$	黃	2	3.3	$\alpha=1.57$ $\gamma=1.61$	46—68
鈾鈣銅礦 (Uranochalcite)		綠			$\alpha=1.655$ $\gamma=1.662$	40
6. 矽酸鹽類						
黑鈾鈦礦 (Mackintoshite)	$\text{UO}_2 \cdot 3\text{ThO}_3 \cdot 3\text{SiO}_2 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$	黑	5.5	5.4	等方系 $n=1.77$	22
鈾脂狀鉛鈾礦 (Taorogummite)		黃褐	4	4.5		10—40
矽酸鈣鈾礦 (Uranophane) (Uranotite)	$\text{CaO} \cdot 2\text{UO}_3 \cdot 2\text{SiO}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$		2—3	3.8	$\alpha=1.643$ $\beta=1.663$ $\gamma=1.663$	53—37
7. 鈾酸鹽類						
鈾酸銅礦 (Vandenbergite) (Uranolepidite)	$\text{CuO} \cdot \text{UO}_3 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$	黑綠	3—4	5.0	三斜晶系 $\alpha=1.77$	70
纖維鈾鈾礦 (Uranosphaerite)	$(\text{BiO})_2\text{U}_2\text{O}_7 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$	赤褐	2—3	5.4	$\alpha=1.955$ $\beta=1.985$ $\gamma=2.05$	50

在工業上最重要的鈾礦是產於偉晶岩脈中的晶質鈾鹽（有時也產於熱液脈床中）。熱液脈脈中的瀝青鈾礦及次生鈾礦中的鈳酸鈣鈾礦和鈳酸鉀鈾礦。在特殊地區，黑鈳鈣鈾礦（如馬達加斯加）及黑稀金礦（如澳洲）等有時也形成重要的礦床。

瀝青鈾礦為發現「鈾」及「鐳」所根據的礦物，一般成黑色細粒塊狀，斷口為貝殼狀，新鮮的破面示玻璃或珍珠光澤。其化學組成大致為 U_3O_8 (U/O 在 UO_2 與 UO_3 之間)，此外尚含少量的 Fe、Mn、Al、Ca、Mg、Si、Pb 及 He 等元素，而不含 Th，稀土類元素的含量在 1% 以下（晶質鈾礦一般含有 Th，稀土類元素的含量大於 1%）。溶於硫酸或鹽酸。如前所述，瀝青鈾礦在熱液脈脈中與 Cu、Pb、Co、Ni、As、Bi、Ag 及 Fe 等的硫化物共生，有時與錫石、黃鐵礦、方鉛礦及 Co—Ni—Bi—As 的硫化物共生。在中溫熱液脈脈中與黃鐵礦、黃銅礦、自然鉍、自然銀、重晶石、螢石及 Co—Ni—As 的硫化物等共生，有時與黃鐵礦及閃鋅礦等共生而不含 Co—Ni 等硫化物。

鈾礦一般比重較大，次生鈾礦具有鮮艷的綠、黃、橙等顏色，根據這些特徵容易與其他礦物區別。但同時還須作進一步的檢查，適合於野外的檢查方法有蓋氏計數儀，紫外光燈及簡單的化學定性方法等。蓋氏計數儀對於含鈾低的礦物效果不大，紫外光燈對於原生鈾礦無法檢出，所以這些方法應該與化學方法同時進行。

根據紫外光燈的反應，鈾礦可以區別為以下三類：

- (1) 發生強烈黃、綠色螢光的鈾礦：包括次生鈾礦中的磷酸鹽、砷酸鹽、硫酸鹽及碳酸鹽的大部分。
- (2) 發生微弱紫、黃等色螢光的鈾礦：如矽酸鈣鈾礦，脂狀鉛鈾礦等。
- (3) 不發生螢光的鈾礦：原生鈾礦如瀝青鈾礦及鈳、鈳、鉍酸鹽礦物，不發生螢光。此外鈾的大部分矽酸鹽類礦物及具有 $\text{R}_2(\text{UO}_2)_2(\text{XO}_4) \cdot n\text{H}_2\text{O}$ 化學組成的鈾礦也不發生螢光 [R=Cu、Fe、Pb、Bi、Mn 或 UO_2 ；X=P、As、V；n=8—12]。

發生螢光的鈾礦多為淺色礦物，不發生螢光的鈾礦一般為黑褐色。鈾的化合物及溶液則通常發生黃綠色螢光，所以將礦物粉末與 CaF_2 或 NaF 燒成熔珠後，用紫外光燈檢查，假若有鈾存在時，則發出黃綠色的螢光；含鈾的硼砂球則示綠色螢光。或在含鈾的中性溶液內加入磷酸鈉，生成的沉澱以紫外光燈照射時，則發生強烈的黃色螢光。

如有條件進行簡單的定性分析時，可將礦物粉末以硝酸溶解，溶解不完全或不溶時可以用硫酸鉍鉀熔融。然後在稀鹽酸的酸性溶液中通入硫化氫，濾過後，於濾液中加過氧化氫，有鈳存在時加過量的三氯化鐵，溫熱，以碳酸鈉使成微鹼性，熱至 90℃。待 15 分鐘後，過濾，濾液中加鹽酸使成微酸性，煮沸，以驅除二氧化碳，然後每次取 20—30 毫升供以下的試驗：（假若有鈾存在時，則發生以下的種種化學反應）。

- (1) 加氨水，則生成黃色沉澱，加入碳酸鉍則沉澱溶解。於此溶液中加入單寧及氯化鉍則生成褐色沉澱。
- (2) 加黃血鹽則生成褐色沉澱，而當沉澱以氫氧化鉀或氫氧化鈉處理時，沉澱變為黃色。
- (3) 溶液中加入過量的醋酸及磷酸鉍則生成黃白色沉澱。
- (4) 加氨水及硫化鉍生成褐色沉澱，加碳酸鉍則沉澱溶解。
- (5) 於酸性或碳酸鈉溶液中，加氫氧化鈉則生成橙黃色沉澱。

經過以上的檢查後，大致可以無誤地決定是否為鈾礦。但是礦物的詳細鑑定，有必要在室內進行比較全面的研究。