

四价铀矿物的观察和鉴定

核资源勘查技术实验教学中心

一、实习目的及要求

- 掌握四价铀矿物的基本特征；
- 掌握四价铀矿物鉴定的一般程序和方法；
- 掌握几种主要的四价铀矿物的特征，并进行详细描述，学会鉴定；
- 了解其他四价铀矿物的特征。

二、实习内容

1、四价铀矿物的基本特征

(1) 四价铀的简单氧化物

晶质铀矿

晶质铀矿呈钢灰色和黑色。条痕黑色、绿黑色至褐黑色。不透明。沥青光泽，晶质铀矿的晶面呈半金属光泽，氧化后为土状光泽。无解理。断口贝壳状和参差状。硬度4~6，单晶体的硬度可达5.5~6。性脆，晶质铀矿的比重为6.5~9.7，多数情况下在9左右。晶质铀矿具有弱电磁性，在紫外线照射下不发荧光。

二、实习内容

1、四价铀矿物的基本特征

(1) 四价铀的简单氧化物

沥青铀矿

沥青铀矿呈钢灰色和黑色。条痕黑色、绿黑色至褐黑色。不透明。沥青光泽。性脆，沥青铀矿的比重为6~9，多数情况下为6.5 ~ 8（人工合成 UO_2 的比重为10.95）。沥青铀矿具有弱电磁性，在紫外线照射下不发荧光。

二、实习内容

1、四价铀矿物的基本特征

(2) 四价铀的复杂氧化物

铀和钛的复杂氧化物

黑色、褐黑色、深褐色。条痕黄褐至暗绿褐色、褐黑色。晶体呈柱状，板状或不规则粒状。沥青光泽至半金属光泽。无解理。断口贝壳状。硬度4.5~6。比重4.1~6。具磁性或电磁性。薄片透明至半透明，均质。折光率高 $n = 1.95 \sim 2.23$ ，反射光下呈灰色，反射率15~17%，内反射呈褐红色或无内反射。

二、实习内容

1、四价铀矿物的基本特征

(2) 四价铀的复杂氧化物

铀和钼的复杂氧化物

褐钼铀矿：褐色、浅红褐色。半透明。晶体呈细针状，端面呈矩形。集合体呈皮壳状、土状及放射状。具平行晶体延长方向的完全解理。硬度3。比重4.2。

紫钼铀矿：紫色、暗紫色。条痕紫蓝色。金刚光泽。解理沿{100}完全。硬度3，比重4.2。晶体呈细小叶片—纤维状，沿b轴延伸，沿{100}扁平。集合体呈结核状、球粒状，皮壳状、细鳞片状。在显微镜下可见扇形放射状和蠕虫状集合体。

二、实习内容

1、四价铀矿物的基本特征

(3) 铀的硅酸盐

铀的硅酸盐是以 U^{4+} 和 SiO_4^{4-} 为主要成分的矿物。目前只发现了一个矿物种——铀石。铀石黑色，褐黑色，灰褐色，条痕浅灰至黑色。玻璃光泽至半金属光泽或金刚光泽。透明至不透明。无解理。性脆。断口参差状至次贝壳状。硬度4.5~5.5。比重4.39 ~ 5.18 ($USiO_4$ 的比重为7.15)。

二、实习内容

1、四价铀矿物的基本特征

(4) 铀的磷酸盐

铀的磷酸盐是以 U^{4+} 和 PO_4^{3-} 为主要成分的矿物。本类矿物中， UO_2 含量56~77%， P_2O_5 含量29~17%。本类矿物除水磷铀矿含Ca外，其他矿物都不含金属阳离子，一般都含水。

本类矿物都属于正交晶系，矿物的晶体呈针状、片状，非常细小。集合体呈星状、球粒状、椭球状、葡萄状、放射状、土状块体。绿色。丝绢光泽、土状光泽。比重4~5。在紫外线照射下不发荧光。

二、实习内容

2、四价铀矿物的一般鉴定程序

- 1) 观察有无次生变化：有：简单氧化物；无：复杂氧化物。
- 2) 划条痕：黑色：简单氧化物；褐色：复杂氧化物。
- 3) 观察颜色、光泽、透明度。
- 4) 进行酸溶试验：易溶：简单氧化物；不溶：复杂氧化物。
- 5) 形态判别。
- 6) 产状判别。
- 7) 详细鉴定：（变生矿物要进行脱玻化处理）。

二、实习内容

3、对实验室的四价铀矿物进行详细观察

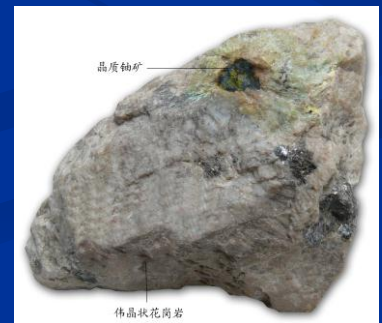
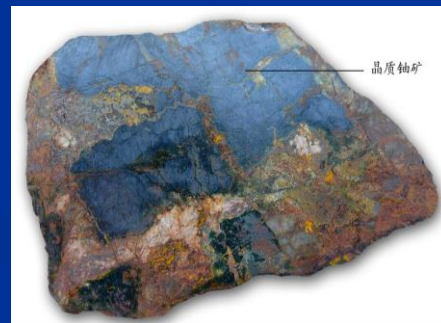
对晶质铀矿、沥青铀矿、钛铀矿等主要四价铀矿物进行详细观察，描述其特征，并注意不同铀矿物之间的不同，总结出不同四价铀矿物的鉴定特征。

三、实习标本及鉴定特征

1、铀的简单氧化物

晶质铀矿的鉴定特征：强放射性，黑色，等轴粒状晶形，半金属至沥青光泽，条痕黑色，比重大。易氧化，表面常有表生铀矿物。溶于浓硝酸和浓硫酸并有铀的微化反应。

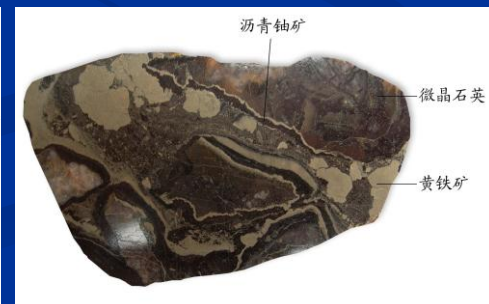
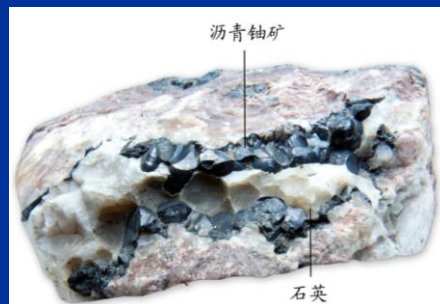
晶质铀矿的成因产状：晶质铀矿主要是高温条件下从溶液中结晶的产物，常见于花岗岩和花岗伟晶岩中。此外，还形成岩浆型矿床、伟晶岩型矿床、高温热液矿床、中温热液矿床和沉积-变质矿床。



三、实习标本及鉴定特征

1、铀的简单氧化物

- **沥青铀矿的鉴定特征**：强放射性，黑色，葡萄状、肾状的集合体形态，沥青光泽，比重大，溶于浓硝酸及浓硫酸并有铀的微化反应。易氧化，表面及裂纹中常有表生铀矿物。此外，灰色微带褐色的反射色也是其重要鉴定特征。
- **沥青铀矿的成因产状**：沥青铀矿是重要的工业铀矿物，主要产于中、低温热液铀矿床及砂岩型、碳硅泥岩型、煤岩型沉积铀矿床和后生淋积铀矿床中。

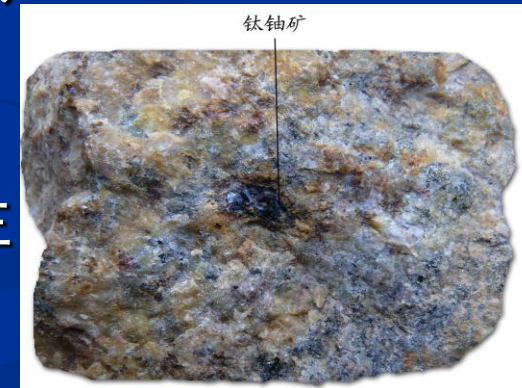


三、实习标本及鉴定特征

2、铀和钛的复杂氧化物—— 钛铀矿

钛铀矿的鉴定特征： 以强放射性、黑色和深褐色、沥青光泽为特点。与晶质铀矿、沥青铀矿和含铀的铌-钽-钛复杂氧化物相似。可根据晶形、条痕、次生变化、酸中溶解度及变生态等特点与晶质铀矿、沥青铀矿相区别；根据粉晶衍射数据（样品需在1000 °C下加热）和有无Nb, Ta的微化反应与含铀的铌-钽-钛复杂氧化物相区别。

钛铀矿的成因和产状： 钛铀矿是分布较广的一种原生铀矿物，产于多种地质条件下。其主要产状如下：花岗伟晶岩；高温热液脉；中、低温热液脉；沉积-变质矿床；砂矿。另外，钛铀矿还以副矿物形式产于花岗岩和片麻岩中。



三、实习标本及鉴定特征

3、铀和钼的复杂氧化物：褐钼铀矿、紫钼铀矿

褐钼铀矿的鉴定特征：以褐色、红褐色、溶于酸并有 MoO_4^{2-} 的微化反应和粉晶衍射数据为主要的鉴定特征。

褐钼铀矿的成因和产状：褐钼铀矿是很少见的表生铀矿物，产于某铀-钼型热液铀矿床氧化带底部，沿水云母或多水高岭石的矿巢状堆积体中的裂隙呈薄壳状产出，形成于碱性介质。

紫钼铀矿的鉴定特征：紫钼铀矿的颜色与钼铀矿、水斑铀矿、黑碳钙铀矿等相近。它们的区别在于紫钼铀矿的颜色呈紫色、条痕呈紫蓝色，而钼铀矿的颜色呈黑色、蓝黑色，条痕黑色；紫钼铀矿溶于浓硝酸并有 MoO_4^{2-} 的微化反应，而水斑铀矿溶于酸无 MoO_4^{2-} 和其他阳离子的微化反应；黑碳钙铀矿溶于稀盐酸并有 CO_3^{2-} 的微化反应。其粉晶衍射数据也是重要的鉴定特征。

紫钼铀矿的成因和产状：紫钼铀矿是很少见的表生铀矿物，产于某铀-钼型热液铀矿床氧化带底部，主要分布在贫富对比度大的致密块状铀-钼矿石中，紫钼铀矿形成于酸性介质中。据溶矿试验，在 $\text{pH} = 3\sim 6$ 的介质中该矿物最稳定。

三、实习标本及鉴定特征

4、铀的硅酸盐矿物：铀石

铀石的鉴定特征：无晶形的铀石与沥青铀矿之间以及呈晶体的铀石与呈铀石假象的沥青铀矿之间，在形态，物理性质方面非常相似，因此在手标本中很难区别。两者的区别在于铀石透明至不透明（变生铀石），非均质（变生者均质），反射率偏低（多为7.1~8.6%），裂纹较少，溶于酸但比沥青铀矿的溶解慢，在盐酸中溶解时还需加热；而沥青铀矿不透明，均质，反射率偏高（多为12.1~13.7%），裂纹多。X射线粉晶分析和反光显微镜下鉴定是鉴别铀石的有效手段。

铀石的成因和产状：铀石分布较广，形成于中、低温热液矿床，后生淋积铀矿床及热液铀矿床氧化带底部的胶结带中。铀石形成于中低温、强还原条件下。虽然铀石与沥青铀矿经常共生在一起，但铀石的形成条件比较严格，因此铀石不如沥青铀矿那样常见。



四、实习思考

- 1) 四价铀矿物的总体特征有那些？
- 2) 沥青铀矿和晶质铀矿有什么异同？
- 3) 如何鉴定四价铀的简单氧化物和复杂氧化物？