

吐哈盆地粘土矿物特征及其与铀成矿关系

杨殿忠, 于 漫

(中国科学院 广州地球化学研究所, 广州 510640)

摘 要: 吐哈盆地是我国主要砂岩铀矿区之一,对盆地内粘土矿物特征进行的 X 射线衍射能谱仪(EDS)和扫描电子显微镜(SEM)分析证实:区内粘土矿物中蒙皂石基本为二八面体的蒙脱石,蒙脱石呈丝状、片状,分布于颗粒表面,在扫描电镜下,蒙脱石的集合体常呈花朵状、蜂巢状等形态,或充填于颗粒之间,高岭石集合体形态多样,主要有蠕虫状和风琴状集合体。伊利石集合体在电镜下常呈不规则片状,常平行于颗粒表面呈鳞片状排列或贴附于颗粒表面。从粘土矿物吸附铀的能力来看,氧化带岩石要远大于过渡带矿石。粘土矿物的吸附作用在过渡带铀的沉淀过程中并不起明显作用。

关键词: 粘土矿物; 铀矿; EDS 和 SEM 分析; 吐哈盆地

中图分类号: P574; P619.14 文献标识码: A 文章编号: 1001-1412(2005)03-0188-04

沉积岩中粘土矿物分布很广,粘土矿物是一种含水的硅酸盐或铝硅酸盐矿物,有非晶质的,也有结晶质的。非晶质粘土矿物无一定的晶体结构,而且成分往往不固定,如水铝英石;结晶质的粘土矿物可分为层状及链状结构两种,最常见的是层状结构的粘土矿物,如高岭石、伊利石、蒙皂石、伊/蒙混层(I/S)、绿/蒙混层(C/S)、绿泥石、埃洛石等。为了查明粘土矿物的分布及其在砂岩铀矿化过程中的作用,对 24, 31, 47 及 39 号勘探线的氧化带、氧化-还原带和还原带样品做了 X 射线衍射能谱分析和扫描电镜观察。

1 粘土矿物的相对含量和元素组成特征

在吐哈盆地各地球化学分带中,氧化带蒙皂石相对含量最高,平均为 56.5%;过渡带砂岩矿石与还原带未蚀变岩石中含量显著降低,分别为 29% 和 28.5%,表明砂岩氧化后粘土矿物组成中蒙皂石含量有明显提高。氧化带中蒙皂石的元素组成特征见表 1,其 X-射线衍射能谱图见图 1。

(1) 过渡带砂岩矿石的粘土矿物组成中高岭石含量最高,达 47.5%,其含量由还原带(41.5%)到氧

化带(22.5%)明显降低,这与蒙皂石含量的变化趋势相反。氧化带样品 S31-13-2 的元素组成特征和 X 射线衍射能谱图见表 2,表 3,图 2,图 3。高岭石的成因多种多样,本质是由铝硅酸岩矿物(长石等)及火山玻璃物质在酸性水(碳酸水和硫酸水)、腐殖水的淋蚀下,通过水解作用使上述矿物变成高岭石,一般称其为“高岭石化”,此地球化学带中样品高岭石的形成主要与腐殖水的作用有关,而且铀的沉淀与腐殖酸和高岭石有密切的关系。一般情况是铀酰腐殖酸被吸附在高岭石矿物中。

表 1 蒙皂石的元素组成

Table 1 Composition of aponite

Elem	Wt %	At %	K Ratio	Z	A	F
OK	43.69	59.58	0.1500	1.0378	0.3306	1.0006
NaK	1.82	1.72	0.0065	0.9712	0.3681	1.0043
MgK	1.63	1.46	0.0082	0.9956	0.5025	1.0083
AlK	10.13	8.19	0.0626	0.9663	0.6318	1.0111
SiK	32.58	25.31	0.2136	0.9945	0.6592	1.0002
UM	1.04	0.10	0.0081	0.6982	1.1105	1.0004
TiK	1.55	0.70	0.0132	0.8823	0.9585	1.0091
FeK	6.68	2.61	0.0584	0.8782	0.9960	1.0000
CoK	0.88	0.33	0.0076	0.8601	1.0000	1.0000
T total	100.00	100.00				

收稿日期: 2004-10-09
基金项目: 国家自然科学基金资助项目(编号 40372053) 资助。
作者简介: 杨殿忠(1974),男,黑龙江鸡西人,博士,从事有机地球化学研究工作。

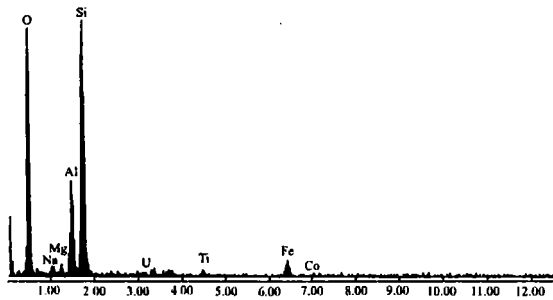


图 1 蒙皂石的 X 射线衍射能谱图

Fig.1 EDS of saponite

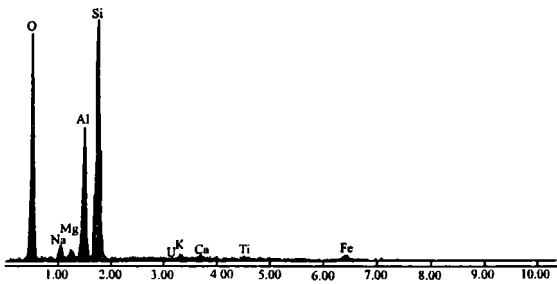


图 2 测点 1 的 X 射线衍射能谱图

Fig.2 The saponite EDS of test point 1

表 2 测点 1 元素组成

Table 2 Element composition at test point 1

Elem	Wt %	At%	K-Ratio	Z	A	F
OK	44.21	58.44	0.1491	1.0321	0.3265	1.0006
NaK	2.71	2.49	0.0110	0.9659	0.4188	1.0052
MgK	1.35	1.17	0.0074	0.9902	0.5503	1.0100
AlK	14.89	11.67	0.0986	0.9611	0.6809	1.0112
SiK	32.35	24.36	0.2086	0.9891	0.6517	1.0002
UM	0.32	0.03	0.0024	0.6939	1.1080	1.0002
KK	0.75	0.41	0.0061	0.9381	0.8694	1.0020
CaK	0.60	0.32	0.0053	0.9603	0.9068	1.0019
TiK	0.68	0.30	0.0057	0.8770	0.9571	1.0027
FeK	2.14	0.81	0.0186	0.8724	0.9971	1.0000
Total	100.00	100.00				

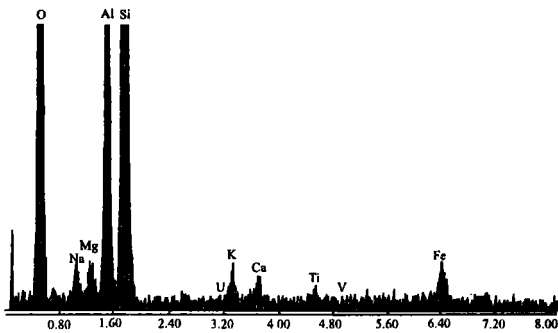


图 3 测点 2 的 X 射线衍射能谱图

Fig.3 The saponite EDS of test point 2

表 3 测点 2 元素组成

Table 3 Element composition at the test point 2

Elem	Wt %	At%	K-Ratio	Z	A	F
OK	44.70	61.32	0.1492	1.0405	0.3205	1.0005
NaK	2.01	1.92	0.0075	0.9737	0.3798	1.0042
MgK	1.39	1.25	0.0072	0.9981	0.5132	1.0080
AlK	11.48	9.34	0.0723	0.9688	0.6439	1.0098
SiK	28.51	22.28	0.1866	0.9970	0.6561	1.0004
UM	0.52	0.05	0.0040	0.7004	1.0967	1.0003
KK	1.15	0.64	0.0094	0.9469	0.8611	1.0030
CaK	0.83	0.45	0.0072	0.9690	0.8972	1.0034
TiK	0.70	0.32	0.0060	0.8850	0.9491	1.0065
VK	0.11	0.05	0.0010	0.8663	0.9668	1.0103
FeK	4.92	1.94	0.0433	0.8815	0.9933	1.0052
ReL	3.67	0.43	0.0256	0.6725	1.0388	1.0001
Total	100.00	100.00				

(2) 各地球化学分带的粘土矿物组成中蒙皂石含量与高岭石含量的变化均较大,且二者呈明显的负相关,蒙皂石与高岭石含量的变化主要与后生蚀变过程中二者的相互转化有关。粘土矿物的组合与转变主要取决于温度及孔隙水的水化学性质。

在碱性介质中如果孔隙水中有 Ca^{2+} , Mg^{2+} 或 Na^{+} 存在,高岭石则转变为蒙脱石(蒙皂石的二八面体变种)或绿泥石,使得砂岩氧化后高岭石含量显著降低,而蒙皂石含量明显升高;而当碱性介质转变为酸性介质时(由氧化带前锋到过渡带,层间水 pH 值往往减小,出现酸化现象),蒙脱石就向高岭石转化(刘宝等,1980,1992),这与由氧化带到过渡带蒙皂石含量明显降低(56.5%→29%),而高岭石含量大幅上升(22.5%→47.5%)的特点一致。

(3) 伊利石由还原带未蚀变岩石到氧化带岩石、过渡带矿石其含量逐渐降低,过渡带矿石中含量仅为 10%。其元素组成特点和 X 射线衍射能谱见图 4,表 4。

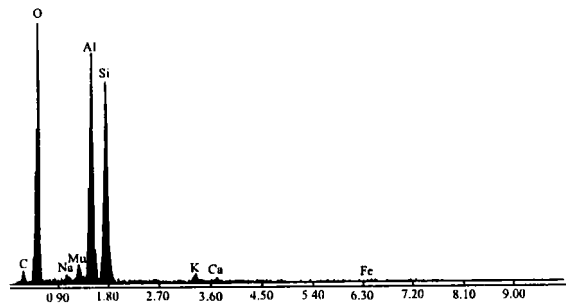


图 4 伊利石的 X 射线衍射能谱图

Fig. 4 Illite EDS

表 4 伊利石元素组成

Table 4 Element composition of illite

Elem	Wt %	At%	K-Ratio	Z	A	F
CK	2.09	3.57	0.0027	1.0478	0.1250	1.0005
OK	44.11	56.64	0.1491	1.0302	0.3279	1.0006
NaK	1.13	1.01	0.0048	0.9642	0.4374	1.0058
MgK	1.92	1.62	0.0112	0.9884	0.5874	1.0110
AlK	22.35	17.02	0.1532	0.9594	0.7082	1.0084
SiK	25.88	18.93	0.1551	0.9874	0.6070	1.0002
K K	1.14	0.60	0.0093	0.9361	0.8751	1.0011
CaK	0.62	0.32	0.0054	0.9583	0.9105	1.0004
FeK	0.77	0.28	0.0067	0.8703	0.9995	1.0000
Total	100.00	100.00				

(4) 粘土矿物组成中以高岭石与蒙皂石含量较高, 在后生蚀变各带中蒙皂石与高岭石含量之和均大于 70%; 绿泥石与伊利石的含量较低且变化幅度也较小。

2 粘土矿物扫描电镜下微观分析

为了进一步查明吐哈盆地砂岩铀矿各地球化学分带中粘土矿物的蚀变与转化特征、形态特征和产出状态, 对样品进行了扫描电子显微镜下微观特征的分析。

(1) 蒙皂石(Smectite)。蒙皂石分为二八面体和三八面体两个亚族。蒙脱石是二八面体亚族的一个常见成员, 常见于沉积岩; 皂石是三八面体亚

族的常见成员, 常见于铁镁质岩浆岩的蚀变产物蛇纹岩中(杨雅秀、张乃嫻等, 1994; 袁树来, 2001)。

根据 X 衍射谱图特征和扫描电镜下观察, 本区粘土矿物中蒙皂石基本为二八面体的蒙脱石。蒙脱石呈丝状、片状, 分布于颗粒表面, 在扫描电镜下, 蒙脱石的集合体常呈花朵状、蜂巢状等形态或充填于颗粒之间(图 5)。蒙脱石是砂岩中的主要粘土矿物。

(2) 高岭石(Kaolinite)。高岭石是砂岩中常见的粘土矿物。它一般以很细小的集合体出现, 在扫描电镜下容易分辨它的形态。高岭石集合体形态多样, 在本次研究中观察到主要有蠕虫状(图 6), 这是由每个片状单晶面(001)平行沿 C 轴方向叠加形成的, 其“蠕虫”长度一般 2~ 4mm, 这种高岭石一般在煤系地层岩石中常见。风琴状集合体, 多以孔隙充填的形式存在于粒间或颗粒表面, 高岭石容易产生微粒迁移, 堵塞孔隙通道(袁树来, 2001)。

(3) 伊利石(Illite)。伊利石集合体在电镜下常呈不规则片状, 常平行于颗粒表面呈鳞片状排列或贴附于颗粒表面。这种伊利石常出现于成岩早期。

3 粘土矿物与铀成矿关系的讨论

铀呈吸附状态赋存于表生带的岩石和矿物中, 这是铀地球化学的一个重要特点。表生带中的铀酰离子带正电荷, 水解能力弱, 因而很容易被带负电荷的胶体粒子如粘土矿物、腐殖质、二氧化硅凝胶及铁、锰、钛的氢氧化物所吸附。粘土矿物在表生条件下对铀的沉淀与富集主要是通过吸附作用来实现的。各种吸附剂对铀的吸附能力是不同的, 吸附剂的比表面积愈大, 吸附铀的能力愈强。蒙脱石的比

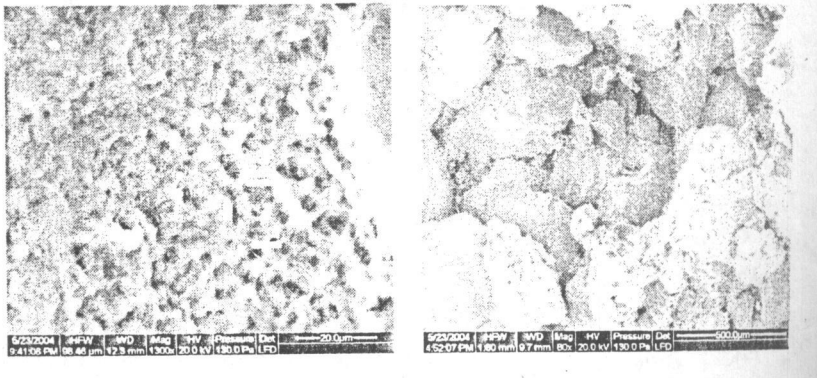


图 5 在 SEM 下蒙脱石的形态

Fig.5 SEM image of smectite

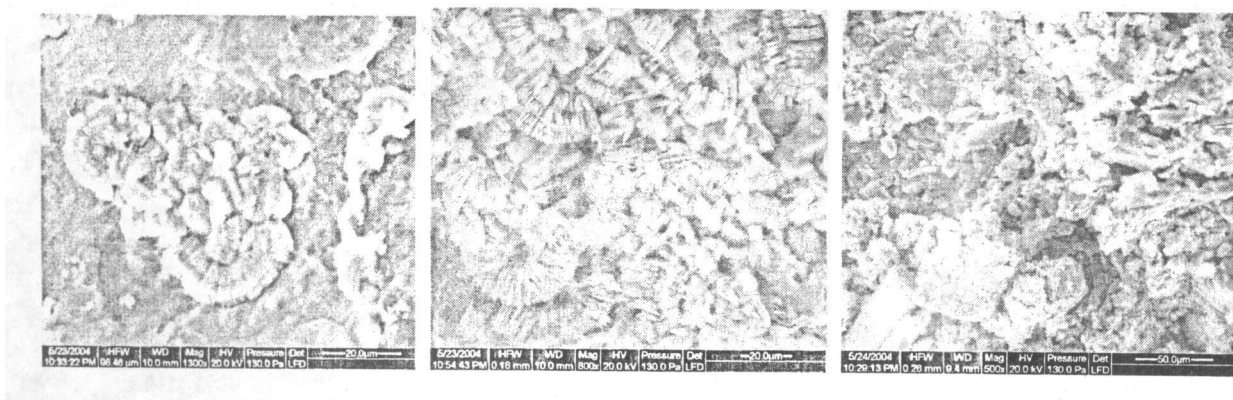


图 6 在 SEM 下的粘土矿物照片

Fig. 6 SEM of illite

左:蠕虫状高岭石集合体 中:风琴状高岭石集合体 右:鳞片状伊利石

表面积与吸附铀的能力均远大于高岭石。从各种天然物质的阳离子交换能力来看,蒙脱石同样远大于高岭石。蒙脱石($(\text{AlMg})_2\text{Si}_4\text{O}_{10}(\text{OH})_2 \cdot n\text{H}_2\text{O}$)吸附铀的能力比高岭石($\text{Al}_4\text{Si}_4\text{O}_{10}(\text{OH})_8$)强的原因在于蒙脱石晶格内 Al^{3+} 的部分位置为低价阳离子 Mg^{2+} 取代,而出现了电荷不平衡,这时需要吸附溶液中的部分高价阳离子以补偿其电荷的不平衡。

层间氧化带型砂岩铀矿床氧化带中粘土矿物总量高于过渡带中粘土矿物总量是一个普遍性规律。粘土矿物总量与岩石所受氧化作用程度关系密切。层间氧化过程中长石类矿物等发生蚀变生成粘土矿物,使得氧化带粘土矿物总量增加。

4 结论

综上所述,在后生层间氧化分带中,氧化带岩石的粘土矿物组成中以蒙皂石为主,而过渡带矿石以高岭石为主,伊利石与绿泥石所占比例小,且由氧化

带到过渡带它们的含量变化也很小(小于 5%)。由于蒙皂石吸附铀的能力远大于高岭石,而且由氧化带到过渡带粘土矿物的总量也明显减少,从粘土矿物吸附铀的能力来看,氧化带岩石要远大于过渡带矿石。粘土矿物的吸附作用在过渡带铀的沉淀过程中并不起明显作用。

参考文献:

- [1] 刘宝 . 沉积岩石学[M]. 北京:地质出版社,1980. 37-52.
- [2] 刘宝 , 张锦泉. 沉积成矿作用[M]. 北京:科学出版社,1992. 121-204.
- [3] 杨雅秀,张乃嫻. 中国粘土矿物[M]. 北京:地质出版社,1994. 117-126.
- [4] 袁树来. 中国煤系高岭石(土)及加工利用[M]. 北京:中国建材工业出版社,2001. 22-38.
- [5] Hudson Eric A . The structure of U^{6+} sorption complexes on vermiculite and rhyodiotite[J]. Clay and Clay Minerals, 1999, 47: 439-457.

THE CLAY MINERAL CHARACTERISTICS AND THE RELATION TO URANIUM MINERALIZATION IN TURPAN-HAMI BASIN

YANG Dian-zhong, YU Man

(Guangzhou Institute of Geochemistry, Chinese Academy of Sciences, Guangzhou 510640, China)

(下转第 203 页)

参考文献:

[1] 胡楚雁. 黄铁矿的微量元素及热电性和晶体形态分析[J]. 现代地质, 2003, 15(2): 238-241.

[2] 付绍洪, 顾雪祥, 王乾, 等. 黔西南水银洞金矿床载金黄铁矿标型特征[J]. 矿物学报, 2004, 24(1): 75-80.

[3] 周文雅. 细微浸染型金矿床中黄铁矿的标型特征及意义[J]. 岩矿测试, 2001, 20(2): 100-104.

[4] 苏凤霞, 王晓勇, 贾伟光, 等. 吉林闹枝金矿床黄铁矿的标型特征研究[J]. 黄金, 2003, 24(5): 13-16.

[5] 张艳彬, 张渊, 陈国华, 等. 山东黄埠岭金矿黄铁矿标型特征研究[J]. 黄金, 2004, 25(4): 11-14.

[6] 薛传东, 谈树成. 老王寨金矿的黄铁矿标型特征研究[J]. 昆明理工大学学报, 1999, 24(1): 84-87.

[7] 杨前进, 丰成友, 姬金生. 东天山康古尔塔格金矿床黄铁矿的标型特征及找矿意义[J]. 地质与勘探, 1999, 35(3): 21-23.

[8] 江永宏, 李胜荣, 王吉中. 云南墨江金厂金矿床黄铁矿标型特征研究[J]. 矿物岩石, 2003, 23(2): 22-26.

[9] 卿敏, 韩先菊. 金矿床主要矿物标型特征研究综述[J]. 黄金地质, 2003, 9(4): 39-45.

[10] 孟繁聪, 孙岱生. 山东烟台南张家金矿黄铁矿的标型特征[J]. 现代地质, 2001, 15(2): 231-236.

[11] 魏存弟. 辽宁五龙金矿黄铁矿标型特征[J]. 地质找矿论丛, 2001, 16(2): 136-138.

[12] 鲍正襄, 万榕江, 包觉敏, 等. 湘西钨锡金矿床黄铁矿标型特征及其找矿意义[J]. 湖南冶金, 2004, (1): 3-8.

[13] 卿敏, 张立庆, 牛翠伊, 等. 山西堡子湾金矿床黄铁矿标型特征[J]. 黄金地质, 2001, 7(4): 22-27.

[14] 刘英俊, 马东升. 金的地球化学[M]. 北京: 科学出版社, 1991. 67-74.

[15] 梅建明. 浙江遂昌冶岭头金矿床黄铁矿的化学成分标型研究[J]. 现代地质, 2003, 14(1): 51-55.

[16] 钱让清, 杨晓勇, 周文雅, 等. 质子探针研究微细粒金的赋存状态及黄铁矿标型特征——以皖南地区金矿成矿带为例[J]. 中国科学技术大学学报, 2002, 32(4): 482-492.

[17] 佟景贵, 李胜荣, 肖启云, 等. 贵州遵义中南村黑色岩系黄铁矿的成分标型与成因探讨[J]. 现代地质, 2004, 18(1): 41-47.

[18] 宋学信. 中国各种成因黄铁矿的微量元素特征[J]. 中国地质科学院矿床地质研究所所刊, 1986, (2): 170.

THE PYRITE’S TYPOMORPHIC CHARACTERISTICS IN GOLD DEPOSIT

LI Hong bing, ZENG Fan zhi

(Graduate college of China University of Geosciences Wuhan, Wuhan 430074, China)

Abstract: Pyrite is the most common metal mineral in gold deposits. It not only has a close relationship with the gold mineralization, but also is the main gold-carrier. Pyrite can provide the information about metallization, ore potential, deep mineralization etc with its characters, such as crystal shapes, essential composition, microelement and pyroelectricity. This article summarizes the typomorphic characteristics of pyrite by which we can guide Au ore searching.

Key words: gold ore; pyrite; typomorphic characteristics; crystal morphology; pyroelectricity

(上接第 191 页)

Abstract: Turpanhami Basin is one of the sandstone uranium ore districts in China. The clay mineral characteristics is analyzed by EDS and SEM. The saponites in Turpanhami Basin is basically dioctahedral montmorillonites, the caolin aggregation is variform. It is mainly vermiform and organ. The illites aggregation is anomalous sheet in SEM. The adsorption ability to uranium of clay in oxidation zone is bigger than that in redox zone. The adsorption in redox zone do not have a obvious role in uranium precipitation.

Key words: clay; uranium deposits; SEM and EDS; Turpan Hami Basin