

徐颖, 邓利蓉, 芦玉峰, 等. 热处理对柯尔碱膨润土微观结构和物化性能的影响[J]. 岩矿测试, 2019, 38(3): 280 - 287.

XU Ying, DENG Li-rong, LU Yu-feng, et al. Effect of Thermal Treatment on the Composition and Physicochemical Properties of Bentonite from the Kerjian Region, Xinjiang[J]. Rock and Mineral Analysis, 2019, 38(3): 280 - 287.

【DOI: 10.15898/j.cnki.11-2131/td.201804190062】

热处理对柯尔碱膨润土微观结构和物化性能的影响

徐颖, 邓利蓉, 芦玉峰, 左联, 杜广报

(西北核技术研究所, 陕西 西安 710024)

摘要: 膨润土的热稳定性及其热处理过程中微结构和性能的变化直接影响着膨润土在矿物材料领域的应用, 因此研究热处理过程中膨润土成分结构的演化以及表面性质的变化具有重要意义。目前对膨润土的研究多集中在钠化改性、有机化改性以及改性后的结构和性能方面, 而对膨润土热处理过程中的微观结构和物化性能变化研究有待加强。本文以新疆柯尔碱膨润土为研究对象, 在不同温度下进行热处理, 利用X射线荧光光谱法分析原土的化学成分, 通过同步热分析、X射线衍射、红外光谱以及扫描电镜等技术对热处理产物进行了物相分析和结构表征, 并研究了比表面积、吸蓝量及胶质价在升温过程中的变化特征。结果表明: 随着热处理温度的升高, 柯尔碱膨润土的比表面积逐渐减少, 物相组成和结构都发生了很大变化。加热到600℃后, 膨润土的吸蓝量和胶质价急剧下降, 其主要成分蒙脱石八面体片中的羟基开始脱出, 层状结构发生破坏; 800℃后蒙脱石相已经消失; 1000℃时产生新的矿相——堇青石, 粉末颗粒出现熔融现象; 1200℃后转变为方石英相, 颗粒基本完全熔融, 重结晶现象明显。研究认为, 600℃时柯尔碱膨润土的膨胀性和分散性基本丧失, 矿物物化性能失效。

关键词: 膨润土; 热处理温度; 物相组成; 微观结构; 蒙脱石

要点:

- (1) 对柯尔碱膨润土进行不同温度的热处理并对产物物相结构和性能进行测试表征。
- (2) 在热处理过程中该膨润土的物相结构和性能发生了很大变化。
- (3) 热处理对膨润土结构和性能有显著影响。

中图分类号: P619.255; P575.4; P575.5

文献标识码: A

膨润土又称膨润岩或斑脱岩, 是以蒙脱石为主要成分的黏土岩。我国膨润土储量仅次于美国, 居世界第二位。新疆是一个膨润土资源相当丰富的地区, 以蒙脱石为主要成分的膨润土矿床资源总量为 5.945×10^9 吨, 堪称中国之最^[1], 柯尔碱矿带是其中之一的超大型膨润土矿床, 具有很好的开发利用前景。膨润土主要矿物蒙脱石的单位晶胞是由两层硅氧四面体片晶层中间夹一层铝(镁)氧八面体晶层构成的2:1型晶体结构^[2-3]。晶格中的 Al^{3+} 和 Si^{4+} 可被 Mg^{2+} 、 Ca^{2+} 或 Fe^{2+} 等低价离子置换, 可交换的阳离子骨架有剩余负电荷, 加上蒙脱石晶层结构比较松散, 层间的结合力比较弱, 可吸附阳离子和

极性水分子。根据阳离子种类及相对湿度, 层间能吸附一层或两层水分子, 使得蒙脱石有较大的吸水膨胀性、较高的分散性和较强的吸附性^[4-6]。利用这些性质, 膨润土作为优良的黏合剂、吸附剂、脱色净化剂、催化剂等已被广泛应用于冶金、铸造、化工、陶瓷、石油钻探以及国防等领域^[7-9]。

在矿物材料应用领域, 加热处理对膨润土中蒙脱石内的水分子、层间距、阳离子交换容量(CEC)等均有着不同程度的影响, 并会导致不同的相变产物和微观结构变化, 从而影响膨润土在这些领域的应用。并且在地质体系中, 膨润土的实际赋存环境往往具有较高温度^[10]。因此, 研究膨润土的微观结构、矿物组成

收稿日期: 2018-04-19; 修回日期: 2018-08-22; 接受日期: 2019-03-07

作者简介: 徐颖, 硕士, 助理工程师, 从事矿物学与矿物材料科学研究工作。E-mail: xuying.0703@163.com。

以及性能在温度作用下的变化具有重要意义。

关于膨润土在不同温度作用下晶体结构变化及物理化学性质的研究,由于膨润土的来源地不一,得到的结论也有所差异。在晶体结构变化研究方面,覃宗华等^[11]采用X射线衍射(XRD)、红外光谱对不同温度下煅烧的蒙脱石结构的变化进行研究,结果表明蒙脱石在100℃附近脱去物理吸附水和层间结合水,500~700℃之间脱去羟基水,600℃热处理使得蒙脱石层间域塌陷。Wu等^[12]对蒙脱石及热产物进行了粉晶X射线衍射分析,发现未经加热的蒙脱石层间距 $d_{(001)} = 1.556\text{nm}$,当加热至150℃时, $d_{(001)} = 1.21\text{nm}$,非结合水完全脱去,加热至450℃时 $d_{(001)} = 0.99\text{nm}$,此时层间水完全脱尽且丧失水化能力,当加热至600~700℃时, $d_{(001)} = 0.955\text{nm}$,羟基水开始脱去,但蒙脱石仍具有层状结构。在物理化学性质变化的研究方面,Sarikaya等^[13]对钙基膨润土的CEC进行了测量,结果表明在400℃前随着焙烧温度的升高CEC值缓慢下降,500℃之后随着焙烧温度的升高CEC值显著降低。Wu等^[12]还对蒙脱石的热产物进行了差热分析,当热处理温度 $\leq 200\text{℃}$ 时,层间不断脱水,蒙脱石的CEC值基本保持不变,当温度达到300℃时,CEC值降低了30%,当温度超过450℃时,CEC值急剧下降,几乎丧失了阳离子交换能力。

结合前人研究结果,本文对CEC为0.53mmol/g、蒙脱石含量约为57%的柯尔碱膨润土进行不同温度下的热处理,采用同步热分析、X射线衍射、红外光谱以及扫描电镜等测试手段研究热处理产物的相结构及微观形貌,探讨柯尔碱膨润土在热处理过程中的相变特征,并通过对热处理样品的比表面积、吸蓝量及胶质价等物化性能的分析,揭示其性能演化的信息。

1 实验部分

1.1 膨润土化学成分分析和物化性质测试

膨润土样品取自新疆省吐鲁番地区托克逊县柯尔碱膨润土,经过研磨过200目筛处理。对膨润土样品进行粉晶X射线衍射半定量分析,其主要成分为蒙脱石,含量约57%,主要杂质为石英、高温钠长石、石膏。原土的化学成分为:SiO₂ 70.18%、Al₂O₃ 13.89%、CaO 1.87%、Na₂O 2.43%、MgO 2.57%、Fe₂O₃ 1.30%、K₂O 1.55%,SiO₂/Al₂O₃分子比为5.05,可推测膨润土中的蒙脱石是由Si、Al、Mg等元素组成,并且表面吸附着一定量的Na和K。

对柯尔碱膨润土进行物理化学性质检测,其CEC为0.53mmol/g;膨胀容为11.5mL/g;胶质价为74.5mL/15g。由这些物化性质可以判断出柯尔碱膨润土为典型的钠基膨润土。

1.2 样品热处理和分析测试

1.2.1 热处理

为了研究柯尔碱膨润土在加热过程中物相的变化,对膨润土样品进行一系列温度的热处理。将柯尔碱膨润土原矿粉碎至200目,分别取50g试样置于马弗炉中焙烧,焙烧温度分别为200℃、400℃、600℃、800℃、1000℃、1200℃,在设定的温度下保温3h。随炉冷却后,取不同温度下的土样进行微观结构和性能测试。

1.2.2 分析测试方法及条件

X射线衍射分析:采用D8 Advance型X射线衍射仪(美国Bruker公司)对膨润土原样以及热处理样品的晶体结构进行表征,靶材为铜靶($\lambda = 0.15418\text{nm}$),采用步进扫描方式,步长为0.02,驻留时间为1s,扫描范围为5°~80°,管电压40kV,管电流40mA,制样方式为粉末压片法制样。

傅里叶变换红外光谱(FTIR)分析:采用TENSOR27型红外光谱仪(美国Bruker公司)进行测试,扫描范围4000~400cm⁻¹,分辨率为4cm⁻¹。

扫描电镜分析:用SU8010型扫描电子显微镜(日本Hitachi公司)观察膨润土及其热处理产物形貌,工作电压为5kV。

采用Tristar II 3020比表面积孔隙分析仪进行低温氮吸附测试,通过BET方程计算得到样品比表面积^[14]。按《非金属矿物物化性能和成分分析方法手册》对柯尔碱膨润土原土及其热处理产物进行基本性质分析。

2 结果与讨论

2.1 柯尔碱膨润土受热过程中质量和能量的变化

图1所示为柯尔碱膨润土在加热范围30~1400℃、升温速率10K/min的同步热分析曲线。可以看出,DSC曲线有3个明显的吸热谷和1个放热峰,TG曲线为两个明显的失重台阶,曲线形状及特征峰值与前人结果基本相符^[15-16]。结合前人研究可知:DSC曲线上的第一吸热谷在20~140℃之间,峰值温度为117℃,是蒙脱石结构中的吸附水和层间水逸出引起的吸热效应^[17],失重为5.53%,这个阶段排出的水量因蒙脱石层间交换阳离子性质和样品的干燥程度及相对温度不同而异^[4],温度升至

300℃,层间水基本逸出完毕而结晶水开始逸出。第二吸热谷介于400~800℃,峰值温度为678.3℃,为蒙脱石脱羟基的吸热谷,这个过程脱去结晶水,但不发生明显的非晶质化,虽然失去结构羟基水,但层结构构架仍然保持,只是结构发生歪扭,蒙脱石的特性丧失。这一温度反映了蒙脱石热稳定性的大小,是评价其耐热性能的尺度^[18]。第三吸热谷位于800~1200℃,峰值温度为885.5℃,TG与DTG曲线显示其基本没有失重变化,为蒙脱石晶体结构遭到破坏时产生的相变所致。这是由于蒙脱石的晶格破坏吸热所造成,其层状结构消失,标志着膨润土结构的解体,生成无水膨润土,呈非晶态。这一吸热谷伴随一放热峰。

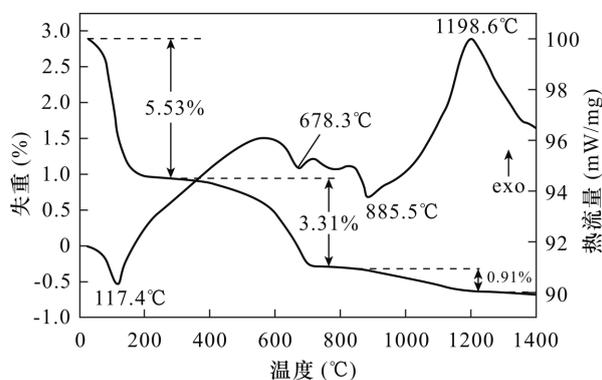


图1 柯尔碱膨润土的TG-DSC曲线
Fig. 1 TG and DSC curves of Kerjian bentonite

2.2 柯尔碱膨润土热处理后物化性能的变化

2.2.1 吸蓝量与胶质价

图2a为膨润土焙烧过程中吸蓝量、胶质价的变化曲线。蒙脱石是一种铝硅酸盐矿物,由于层间阳

离子可与水溶液中呈一价的阳离子进行交换,亚甲基蓝是一种有机极性分子,它在水溶液中产生一价阳离子,能取代蒙脱石中可交换阳离子而被吸附形成有机膨润土复合物。分散在水中的蒙脱石具有吸附亚甲基蓝的能力,因此通常用测定吸蓝量来反映蒙脱石含量^[19-20]。胶质价显示试样颗粒分散和水化程度,是膨润土在水中分散性、亲水性、膨胀性的综合表现,与膨润土属型和蒙脱石含量密切相关,同一属型的膨润土,含蒙脱石越多,胶质价越高^[21-22]。由图2a可见,随着加热温度的增加吸蓝量逐渐减小,600℃时急剧下降,这主要是因为随着温度的升高蒙脱石层间水及羟基逐渐脱出,阳离子迁移的势垒增大,层结构对层间阳离子的结合力也相应增大,温度继续升高层结构开始破坏,层间阳离子缩合到结构骨架上,完全丧失了离子交换特性^[4]。热处理温度在600℃以上因为开始形成其他新物相,蒙脱石已经不存在,使得膨润土失效而变成无效膨润土,所以样品不具备吸附亚甲基蓝的能力。不同温度下焙烧后膨润土的胶质价变化趋势与上述吸蓝量的结果一致,随着温度升高而逐渐降低,600℃焙烧土的胶质价急剧下降,这说明膨润土的颗粒分散性和水化程度随着热处理温度升高而逐渐降低,600℃后样品的膨胀性和分散性基本丧失。

2.2.2 比表面积

不同温度下热处理样品的比表面积变化趋势如图2b所示。随着热处理温度的升高,膨润土比表面积逐渐减少。到400℃热处理已经使膨润土比表面积下降了44%,这是因为在400℃以后膨润土为完全脱水状态,膨润土的表面吸附能力开始降低;当温度持续升高,膨润土的层结构发生塌陷,比表面积进一步降低,比表面积与煅烧温度两者呈负相关^[23]。

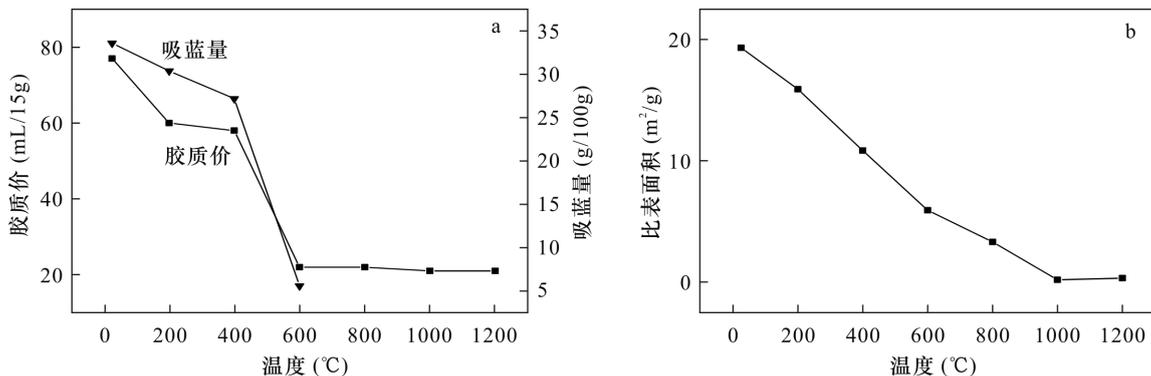


图2 不同热处理温度下柯尔碱膨润土(a)吸蓝量、胶质价及(b)比表面积的变化
Fig. 2 Variation of (a) the methylene blue value and the gelling value and (b) the specific surface area of Kerjian bentonite with the heat treatment temperature

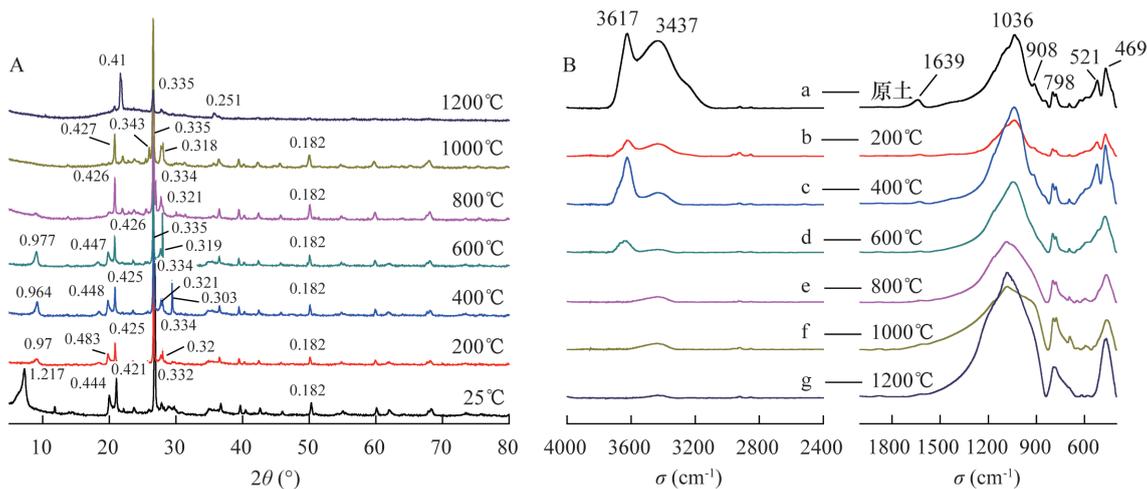


图3 柯尔碱膨润土原土及其热产物的X射线衍射谱图及红外光谱图

Fig. 3 XRD patterns and the IR of Kerjian bentonite and its thermal treatment products

2.3 柯尔碱膨润土热处理后结构的变化

2.3.1 柯尔碱膨润土及热产物的X射线衍射特征

图3A为柯尔碱膨润土及其热处理产物的XRD图谱。25°C条件下的谱图是未经过加热处理的柯尔碱膨润土原土的XRD图谱,经过标定可知:柯尔碱膨润土原土中含有蒙脱石 $[(\text{Na}, \text{Ca})_{0.3}(\text{Al}, \text{Mg})_2\text{Si}_4\text{O}_{10}(\text{OH})_2 \cdot x\text{H}_2\text{O}]$ 和 α -石英(SiO_2)两种物相,其中蒙脱石的 $d_{(001)} = 1.217\text{nm}$ 。在不同的温度条件下焙烧处理得到的产物的衍射峰出现明显宽化与变矮,经过200°C热处理后 $d_{(001)} = 0.972\text{nm}$,400°C热处理后 $d_{(001)} = 0.964\text{nm}$,600°C热处理后 $d_{(001)} = 0.977\text{nm}$ 。加热后除了含有蒙脱石和 α -石英的衍射峰外,出现强度较弱的新衍射峰,经标定这些较弱的新衍射峰为长石的衍射峰^[24]。当热处理温度为800°C时,所有与蒙脱石有关的衍射峰都消失, α -石英和长石的衍射峰仍然存在,并出现了具有非晶特征的漫散射馒头峰。这说明800°C热处理使膨润土中的蒙脱石相分解成为长石和非晶质相^[5]。当热处理温度继续升高至1000°C时,开始出现0.343nm的堇青石衍射峰, α -石英的衍射峰(0.427、0.335、0.182nm)开始减弱。当温度达到1200°C时,长石和堇青石的衍射峰基本消失, α -石英的衍射峰峰强大幅降低,转变为方石英(0.410、0.251nm),衍射峰呈宽化弥散状,出现了大量的非晶质相。

2.3.2 柯尔碱膨润土及热产物的红外光谱特征

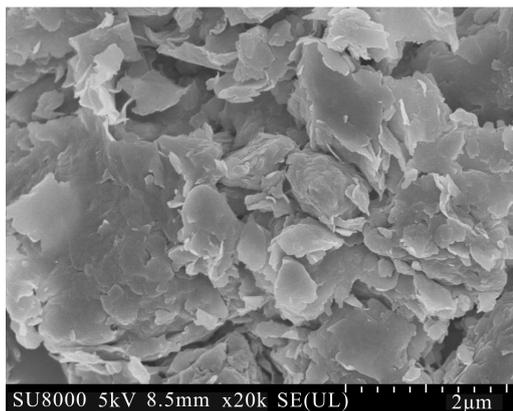
图3B所示为柯尔碱膨润土及其热产物的红外光谱图。图中显示,600°C以下,3617cm⁻¹左右的羟基的伸缩振动峰基本保持不变,600°C以上该振动峰

消失,说明羟基脱出^[25],这也与DSC分析结果一致。到600°C蒙脱石脱去八面体中的羟基,虽然蒙脱石的层状结构并未产生变化,但蒙脱石层内局部的结构将产生相应的变化^[26],这种局部结构的变化会对其物化性能产生影响。3437cm⁻¹附近的峰为层间水分子H—O—H伸缩振动峰,与中频区1639cm⁻¹附近水分子的H—O—H弯曲振动相对应^[27],随着热处理温度的升高,该峰逐渐减弱。中频区在1036cm⁻¹左右有一个强吸收带,是蒙脱石Si—O—Si反对称伸缩振动峰;谱图中908cm⁻¹左右有一个弱的吸收带,为蒙脱石羟基弯曲振动峰(A1A1OH),随着热处理温度的升高这个特征峰逐渐由峰变成肩至600°C消失。说明随着煅烧温度的升高,蒙脱石中的水不断脱失;约521cm⁻¹处的Si—O—Mg吸收峰随着热处理温度的升高该谱峰强度逐渐减弱,到800°C时谱峰消失。同样说明了蒙脱石的结构彻底被破坏的温度是在800°C以后。

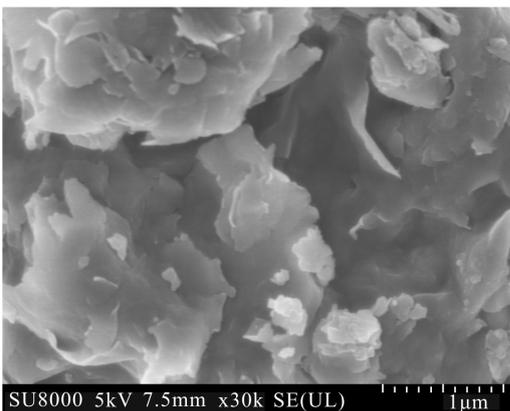
2.3.3 柯尔碱膨润土及热产物的微观形貌特征

柯尔碱膨润土常温下呈白色。膨润土矿物颗粒形态与层电荷大小、层间阳离子类型及水化状态等关系密切,在电镜下一般呈边界不清的、凝聚成不同大小的团块状、絮凝状、蜂窝状、网状、卷曲片状集合体^[28]。柯尔碱膨润土及其不同温度热处理试样的扫描电镜图片如图4所示。从图4a可看出,柯尔碱膨润土原土矿物颗粒大小不均匀,多为不规则的层状集合体,颗粒表面比较粗糙,并且边界模糊;经过加热后,与原土相比,颗粒边部出现卷曲及褶皱,800°C热处理后,较小颗粒边缘有熔融迹象(图4d);经1000°C热处理后,熔融现象更加明显,大部分颗粒呈熔融状

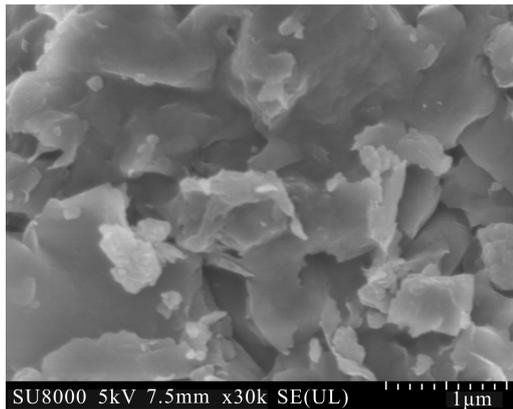
(a) 柯尔碱膨润土原土(5kV×20.0K)



(b) 400℃热处理产物(5kV×30.0K)



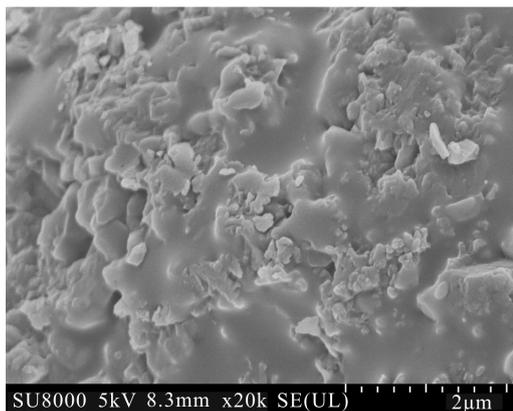
(c) 600℃热处理产物(5kV×30.0K)



(d) 800℃热处理产物(5kV×20.0K)



(e) 1000℃热处理产物(5kV×20.0K)



(f) 1200℃热处理产物(5kV×20.0K)



图4 柯尔碱膨润土原土及其热产物的扫描电镜照片

Fig. 4 SEM photographs of natural bentonite from Kerjian bentonite and its thermal treatment products

态,相互黏结,但仍存在一些孔隙(图4e);当热处理温度达到1200℃,颗粒基本完全熔融,呈一个整体,致密度较高,重结晶现象明显(图4f)。

3 结论

膨润土是一种重要的黏土矿物,其在热处理过程中微观结构和性能的变化直接影响着它在矿物材料领域的应用。本文通过化学成分分析、同步热分析、X射线衍射、红外光谱以及扫描电镜分析等方法

着重研究了柯尔碱膨润土在热处理过程中的微结构和物化性能的变化。研究表明,该膨润土在热处理过程中其物相组成和结构都会发生很大变化,随着热处理温度的升高,蒙脱石相消失,逐渐产生新的矿物相和非晶质相。与此同时,热处理温度对膨润土的比表面积、吸蓝量及胶质价等物化性能有明显影响。该膨润土的吸蓝量、胶质价以及比表面积均随加热温度的升高逐渐降低,且在600℃该膨润土矿物物化性能发生明显影响。本研究数据和结果为膨

润土在废物处置和热活化改性等相关领域的应用提供了实验依据,并对合理开发利用膨润土矿产资源提供了理论依据。

4 参考文献

- [1] 彭杨伟,孙燕. 国内外膨润土的资源特点及市场现状[J]. 金属矿山,2012(4):95-99.
Peng Y W, Sun Y. Resources characteristics and market situation of bentonites at home and abroad[J]. Metal Mine, 2012(4):95-99.
- [2] 林涛,任建晓,殷学风,等. 建平膨润土的提纯工艺探索及其表征[J]. 岩石矿物学杂志,2013,32(3):401-404.
Lin T, Ren J X, Yin X F, et al. An exploration of the purification of Jianping bentonite and its characterization[J]. Acta Petrologica et Mineralogical, 2013, 32(3):401-404.
- [3] 孙红娟,彭同江,刘颖. 蒙脱石的晶体化学式计算与分类[J]. 人工晶体学报,2008,37(2):350-355.
Sun H J, Peng T J, Liu Y. Calculation of crystal chemical formula of montmorillonite and classification[J]. Journal of Synthetic Crystals, 2008, 37(2):350-355.
- [4] 姜桂兰,张培萍. 膨润土加工与应用[M]. 北京:化学工业出版社,2005:4-5.
Jiang G L, Zhang P P. Processing and Application of Bentonite[M]. Beijing: Chemical Industry Press, 2005:4-5.
- [5] 翟传鑫,李炎,马向东,等. 蒙脱土的高温相变及微观结构表征[J]. 河南科技大学学报(自然科学版),2012,33(1):1-4.
Zhai C X, Li Y, Ma X D, et al. Phases transition and microstructure of montmorillonite at high temperature[J]. Journal of Henan University of Science and Technology (Natural Science), 2012, 33(1):1-4.
- [6] 孙红娟,彭同江,陈彦翠. 层间阳离子对蒙脱石结构与水化膨胀性能的影响[J]. 非金属矿,2011,34(1):11-13.
Sun H J, Peng T J, Chen Y C. Influence of interlayer cations on structure and hydro-expansive property of montmorillonite[J]. Non-Metallic Mines, 2011, 34(1):11-13.
- [7] 王桂萍,李真,王桂燕. 膨润土的改性方法及其在废水处理中的应用研究进展[J]. 沈阳理工大学学报,2010,29(4):88-93.
Wang G P, Li Z, Wang G Y. Advances in bentonite modification methods and its application in wastewater treatment[J]. Journal of Shenyang Ligong University, 2010, 29(4):88-93.

- [8] 王文中. 膨润土的改性及应用[J]. 铸造技术,2017,38(5):1210-1213.
Wang W Z. Modifaication and application of bentonite[J]. Foundry Technology, 2017, 38(5):1210-1213.
- [9] 张峰,李建东,原渊. 膨润土止水环封孔在地浸采铀钻孔成井工艺中的应用[J]. 中国矿业,2016,25(11):157-161.
Zhang F, Li J D, Yuan Y. Application of bentonite rings to borehole completion for *in-situ* leaching of uranium[J]. China Mining Magazine, 2016, 25(11):157-161.
- [10] 李亚伟,郭永海,王驹. 膨润土性能温度效应研究进展[J]. 世界核地质科学,2011,28(2):99-103.
Li Y W, Guo Y H, Wang J. Progress in the study of temperature effects on compacted bentonite[J]. World Nuclear Geoscience, 2011, 28(2):99-103.
- [11] 覃宗华,袁鹏,何宏平,等. 热处理蒙脱石的 γ -氨基丙基三乙氧基硅烷改性研究[J]. 矿物学报,2012,32(1):14-21.
Qin Z H, Yuan P, He H P, et al. Modification of heat-treated montmorillonite with γ -aminopropyltriethoxysilane[J]. Acta Mineralogica Sinica, 2012, 32(1):14-21.
- [12] Wu P X, Ming C B, Li R. Microstructural characteristic of montmorillonite and its thermal treatment products[J]. Journal of Wuhan University of Technology [J]. Materials Science Edition, 2005, 20(1):83-88.
- [13] Sarikaya Y, Önal M, Baran B, et al. The effect of thermal treatment on some of the physicochemical properties of a bentonite[J]. Clays and Clay Minerals, 2000, 48(5):557-562.
- [14] 刘珍,曲希玉,王伟庆,等. 比表面积氮气吸附法在蒙脱石碱性溶蚀表征中的应用[J]. 岩矿测试,2016,35(6):603-611.
Liu Z, Qu X Y, Wang W Q, et al. Application of specific surface area nitrogen area nitrogen adsorption method to characterize the alkaline dissolution of montmorillonite[J]. Rock and Mineral Analysis, 2016, 35(6):603-611.
- [15] 胡爱连. 山西膨润土提纯、钠化研究及表征[J]. 广东化工,2011,38(3):229-231.
Hu A L. Shanxi bentonite purification and characterization of sodium modified research [J]. Guangdong Chemical Industry, 2011, 38(3):229-231.
- [16] 葛金龙,王传虎,秦英月. 广丰膨润土物相分析与钠化改性研究[J]. 非金属矿,2009,32(6):48-52.
Ge J L, Wang C H, Qin Y Y. Phase analysis and Na-modification of bentonite from Guangfeng [J]. Non-Metallic Mines, 2009, 32(6):48-52.
- [17] 朱学忠,胡墨田. 辽宁省阜新北窝棚膨润土矿岩石矿

- 物学特征[J]. 化工矿产地质, 2014, 36(4): 225 - 229.
Zhu X Z, Hu M T. The mineralogical characteristics of bentonite in the Beiwopeng deposit, Fuxin, Liaoning Province[J]. Geology of Chemical Minerals, 2014, 36(4): 225 - 229.
- [18] 吴平霄. 蒙脱石热活化与微结构变化关系研究[J]. 现代化工, 2004, 24(增刊): 100 - 104.
Wu P X. Microstructure changing in montmorillonite thermal treatment process [J]. Modern Chemical Industry, 2004, 24(Supplement): 100 - 104.
- [19] 陈济美, 龚关, 赵连强, 等. 膨胀土阳离子交换量的测定[J]. 岩矿测试, 2000, 19(2): 152 - 154.
Chen J M, Gong G, Zhao L Q, et al. Determination of cation exchange capacity of expansive soils[J]. Rock and Mineral Analysis, 2000, 19(2): 152 - 154.
- [20] 何建雄, 潘浣钰, 叶竹林, 等. 膨润土吸蓝量测定方法的改进[J]. 广东化工, 2017, 44(4): 116 - 117.
He J X, Pan H Y, Ye Z L, et al. Improvement on bentonite blue suction quantity determination method [J]. Guangdong Chemical Industry, 2017, 44(4): 116 - 117.
- [21] 谢静思. 钠基膨润土胶质价测试方法的改进[J]. 广东化工, 2014, 41(13): 80 - 81.
Xie J S. Improvement in test method of gelling value for bentonite [J]. Guangdong Chemical Industry, 2014, 41(13): 80 - 81.
- [22] 刘玉芹, 吕宪俊, 邱俊. 膨润土胶质价测定方法的优化研究[J]. 非金属矿, 2008, 31(4): 10 - 11.
Liu Y Q, Lü X J, Qiu J. Optimization on the measurement method of bentonite gelling value [J]. Non - Metallic Mines, 2008, 31(4): 10 - 11.
- [23] 吕宪俊, 王桂芳, 马少健, 等. 铝柱撑蒙脱石的热稳定性和微结构变化规律研究[J]. 中国矿业大学学报, 2011, 40(2): 252 - 257.
Lü X J, Wang G F, Ma S J, et al. Thermal stability and microstructure variation laws of Al - pillared montmorillonite [J]. Journal of China University of Mining & Technology, 2011, 40(2): 252 - 257.
- [24] 冉敬, 杜谷, 王凤玉. X射线衍射全谱拟合法快速分析长石矿物含量[J]. 岩矿测试, 2017, 36(5): 489 - 494.
Ran J, Du G, Wang F Y. Rapid analysis of feldspar by X - ray diffractometry Rietveld refinement method [J]. Rock and Mineral Analysis, 2017, 36(5): 489 - 494.
- [25] 李志娟, 王晓飞, 周岐雄, 等. 哈密某膨润土的性能表征与提纯[J]. 金属矿山, 2014(9): 72 - 76.
Li Z J, Wang X F, Zhou Q X, et al. Performance characterization and purification of a bentonite ore in Hami [J]. Metal Mine, 2014(9): 72 - 76.
- [26] 左可胜, 刘建朝, 秦靖. 焙烧对蒙脱石晶体结构和物化性能的影响[J]. 矿物学报, 2009, 29(3): 309 - 312.
Zuo K S, Liu J C, Qin J. The effect of calcination on the crystalline structure and physical & chemical properties of montmorillonite [J]. Acta Mineralogica Sinica, 2009, 29(3): 309 - 312.
- [27] 聂俊杰, 汪立今, 周欢. 新疆巴里坤膨润土的红外光谱分析[J]. 岩矿测试, 2009, 28(1): 69 - 71.
Nie J J, Wang L J, Zhou H. Infrared spectroscopic analysis of bentonite from balikun in Xinjiang [J]. Rock and Mineral Analysis, 2009, 28(1): 69 - 71.
- [28] 吴平霄, 张惠芬, 王辅亚, 等. 蒙脱石热处理产物的扫描电镜研究[J]. 矿物岩石, 1999, 19(1): 19 - 23.
Wu P X, Zhang H F, Wang F Y, et al. The SEM study on the montmorillonite and its thermal treatment products [J]. Journal of Mineralogy and Petrology, 1999, 19(1): 19 - 23.

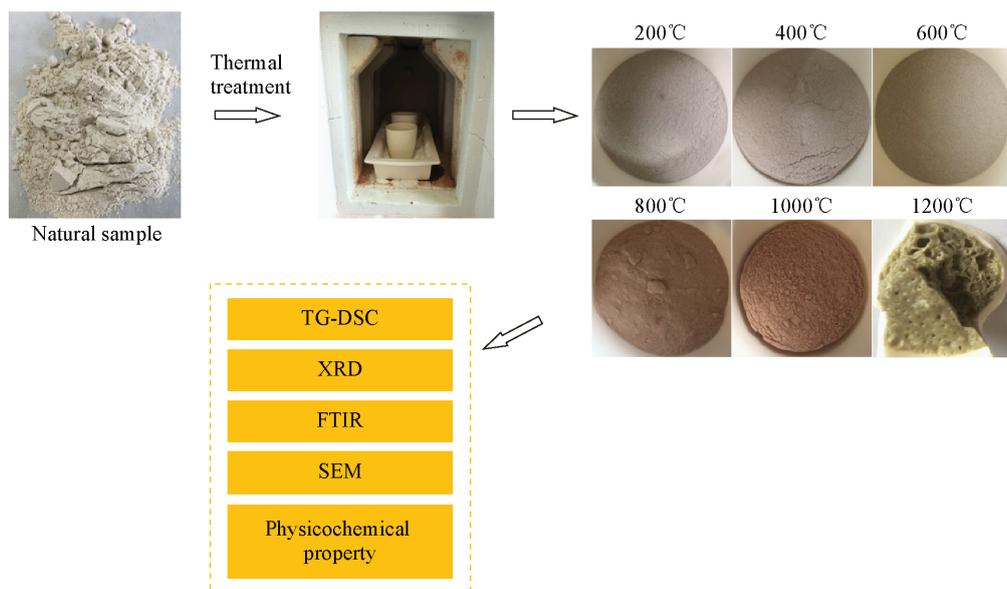
Effect of Thermal Treatment on the Composition and Physicochemical Properties of Bentonite from the Kerjian Region, Xinjiang

XU Ying, DENG Li - rong, LU Yu - feng, ZUO Lian, DU Guang - bao

(Northwest Institute of Nuclear Technology, Xi'an 710024, China)

HIGHLIGHTS

- (1) Bentonite from the Kerjian region in Xinjiang was heated at various temperatures to characterize the product phase structure and properties.
- (2) The phase composition and physicochemical properties of bentonite were greatly affected by thermal treatment.
- (3) Thermal treatment had a significant effect on the structure and performance of bentonite.



ABSTRACT

BACKGROUND: The thermal stability of bentonite and the changes of microstructure and property during heat treatment directly affect the application of bentonite in the field of mineral materials. Therefore, it is important to study the evolution of the composition and structure, and the change of surface properties of bentonite during heat treatment. Currently, the research of bentonite is concentrated in sodium modification, organic modification and retrofit of the modified structure and performance. The study of the changes in microstructure and physicochemical properties during the heat treatment of bentonite needs to be strengthened.

OBJECTIVES: To investigate the microstructure and physicochemical property as a function of thermal treatment of bentonite from the Kerjian region in Xinjiang.

METHODS: Bentonite from the Kerjian region in Xinjiang was heated at various temperatures. The chemical constituents of the original soil were analyzed by X-ray Fluorescence Spectrometry. The phase analysis and structural characterization of the heat-treated products were carried out by simultaneous thermal analysis, X-ray Diffraction, Infrared Spectroscopy and Scanning Electron Microscopy. The changes of specific surface area, methylene blue value and the gelling value during the heating process were studied.

RESULTS: With the increase of heat treatment temperature, the specific surface area of Kerjian bentonite decreased gradually, and the phase composition and structure changed greatly. When heated to 600°C, the blue absorption and colloid value of bentonite decreased sharply, and the hydroxyl groups in the main component montmorillonite octahedron sheet began to break out, while the layered structure was damaged. The montmorillonite phase disappeared above 800°C. A new mineral phase cordierite was produced at 1000°C. Above 1200°C, the mineral was transformed into quartzite phase, the particles were completely melted, and the recrystallization was obvious.

CONCLUSIONS: It is concluded that the expansibility and dispersion of Kerjian bentonite are basically lost at 600°C, and the mineral physicochemical properties are invalid.

KEY WORDS: bentonite; thermal treatment; phase composition; microstructure; montmorillonite