

美国北黑山地区斑脱岩—钠蒙脱石的初步研究

刘长龄

(冶金工业部天津地质研究院)

北黑山地区系指南达科他州、蒙他那州及怀俄明州数千平方公里的范围。斑脱岩产于白垩纪地层中，呈多层状产出，主要工业矿体赋存于下白垩统漠里组。矿石质地纯净，由90~95%的钠蒙脱石组成。火山物质在海水溶蚀下，经沉积—成岩作用变为钠蒙脱石等。矿层顶板逐渐硅化，是成岩阶段矿石脱硅的证据。



岩矿工作

1985年8月，笔者出席了在美国丹佛市召开的国际第8次粘土学术会议。会后参加了该会组织的04路线地质旅行，主要考察了世界著名的美国北黑山地区的斑脱岩，回国后略作一些室内研究，现介绍如下：

一、北黑山斑脱岩的地质产状

著名的北黑山斑脱岩矿床分布在美国中北部高原地带，即南达科他州、蒙他那州及怀俄明州数千平方公里范围内（图1）^[1]。

斑脱岩产于白垩纪地层，在上白垩统的科罗拉多群及蒙他那群均有多层厚薄不等的斑脱岩分布，但工

业矿体主要分布在下白垩统漠里组（总厚度60~80米）。矿体多呈层状，层位稳定，矿层厚度1米左右，很少超过3米。矿层底板常为页岩，与矿层界线清楚。顶板为硅质页岩，与矿层呈渐变过渡关系。整个漠里组含矿层的粒度是渐变的。

斑脱岩外观呈蓝绿、绿、黄等色，前者含少量沸石，而后者较纯，地表矿石因铁质污染带黄褐色。致密固结块状，具半贝壳状—参差状断口。质地细腻有滑感，不染手，具有良好的可塑性及浸散性。地表矿石经雨淋膨胀后，被风、晒干收缩呈干裂状（照片1）。

二、矿物组成

较纯的斑脱岩由90~95%的钠蒙脱石组成，有时含很少的高岭石及次生沸石，少量粉砂级及很少砂粒级的透长石、正长石、斜长石、石英及黑云母等。深部矿层尚有斑脱岩化圆球状火山弹（见照片1）。

对钠蒙脱石进行了扫描电镜、差热分析、红外吸

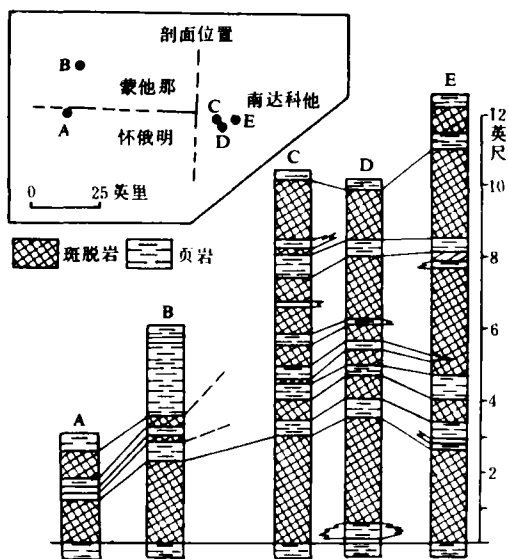
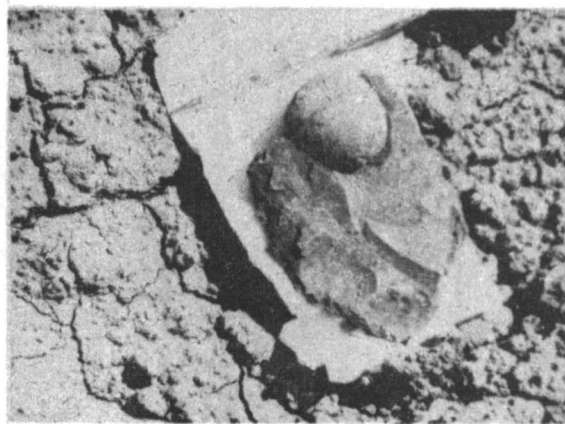
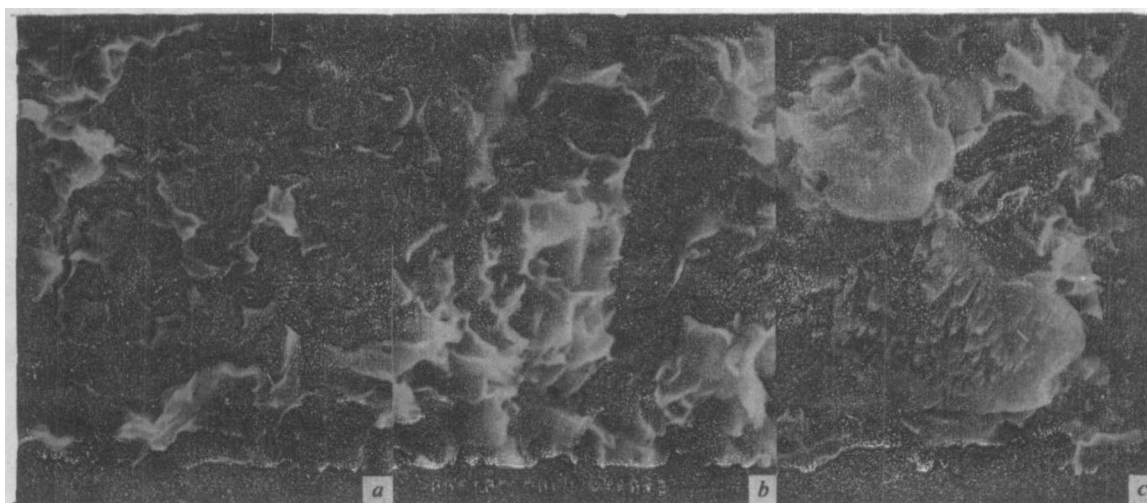


图1 北黑山地区的斑脱岩层柱状剖面对比图



照片1 干裂状斑脱岩及斑脱岩化火山弹



照片 2 电镜下斑脱岩的结构

收光谱、X射线衍射及化学分析,其结果是:

1.扫描电镜分析(照片2) *a*为黄色较纯的斑脱岩,由具玉米片或栎树叶结构的钠蒙脱石集合体组成;*b*为蓝绿色斑脱岩,由不均匀的栎树叶结构的钠蒙脱石组成;*c*为绿色钠蒙脱石与板条状沸石集合体伴生。

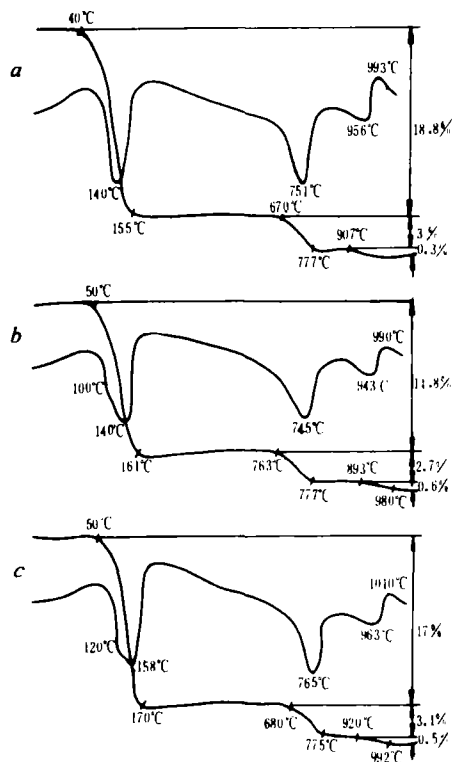


图2 钠蒙脱石的差热曲线

2.差热分析 图2中3条差热曲线均属钠蒙脱石型。曲线*a*为三谷一峰,是标准的钠蒙脱石差热曲线;*b*,*c*因含沸石而使脱吸附水的谷呈复谷,*c*因含沸石稍多复谷较大,温度高出20℃左右。140~158℃吸热谷为较大的对称单谷,系脱层间水所致;745~765℃吸热谷较小,为脱结构水所引起的;943~963℃吸热谷最小,为钠蒙脱石晶体结构彻底破坏所致。990~1010℃放热峰表现得钝而矮,系新的结晶物质形成所致。钠蒙脱石的脱水曲线呈台阶状,其中曲线*a*在40~155℃失去层间水及吸附水18.8%,670~777℃结构水脱出3%;907℃左右,还有0.3%的残余结构水脱出。

3.红外光谱分析(图3) *a*较纯,*b*含少量沸石。由图3可见,3642及3442 Cm^{-1} 为层间水OH的振动吸收;1046、916、794 Cm^{-1} 等为Si—O伸缩振动,已开始分裂为小吸收峰;522、466 Cm^{-1} 等为Si—O弯曲振动,已成较强的吸收峰。

4.X射线分析 密封原样经加热处理、甘油饱和

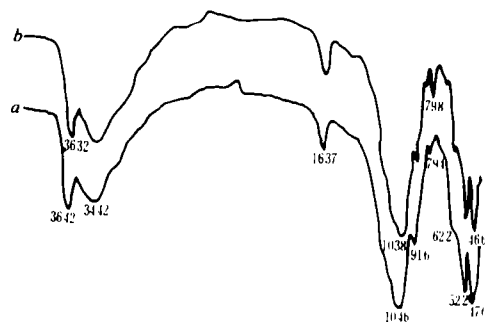


图3 钠蒙脱石的红外吸收光谱

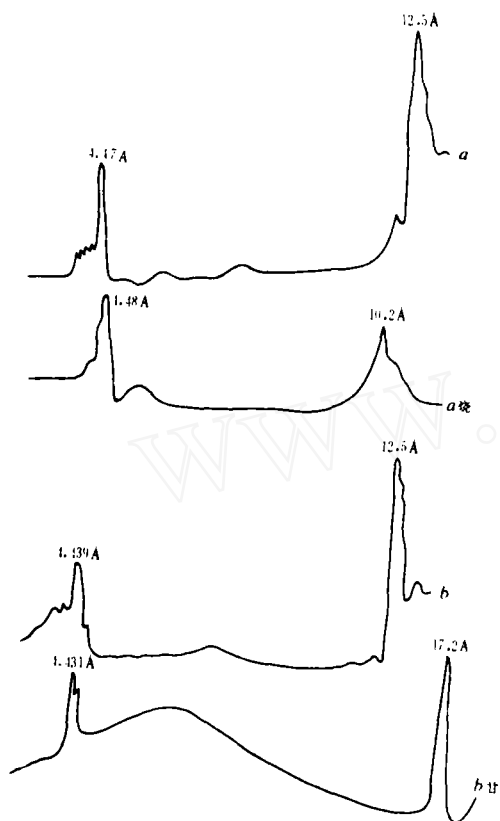


图4 钠蒙脱石的X射线衍射曲线

的X射线衍射曲线见图4。

5. 化学成分 北黑山钠蒙脱石的化学成分(表1)与我国浙江的钠蒙脱石及钙蒙脱石相比质地较纯, SiO_2 含量较低, Al_2O_3 含量较高。

北黑山钠蒙脱石与浙江的钠蒙脱石钙蒙脱石化学成分对比表

表1

	SiO_2	Al_2O_3	TiO_2	CaO	MgO	Fe_2O_3	FeO	P_2O_5	MnO	K_2O	Na_2O	H_2O	CO_2	IL
北黑山	60.26	21.30	0.22	0.73	2.77	3.97	0.24	0.13	0.08	0.50	2.43	5.62	0.20	7.62
浙江原矿	71.29	14.17		1.62	2.22	1.75				1.78	1.96			4.24
钠蒙脱石	64.31	19.35		1.44	2.90	2.18				0.87	2.40			6.01
钙蒙脱石	69.23	17.67		1.21	1.97	1.16				0.69	0.11			7.01

北黑山斑脱岩中蒙脱石的结构式

表2

样号	结构式
1	$[\text{Al}^{1.98}_{1.98} \text{Fe}^{0.02}_{0.02} \text{Fe}^{0.01}_{0.01} \text{Mg}^{0.01}_{0.01}] [\text{Si}^{4.91}_{4.91} \text{Al}^{0.09}_{0.09}] [\text{O}_{10}(\text{OH})_2 \cdot X_{0.41}]$ $[\text{Al}^{1.98}_{1.98} \text{Fe}^{0.02}_{0.02} \text{Fe}^{0.01}_{0.01} \text{Mg}^{0.01}_{0.01}] [\text{Si}^{4.91}_{4.91} \text{Al}^{0.09}_{0.09}] [\text{O}_{10}(\text{OH})_2 \cdot X_{0.41}]$
2	$[\text{Al}^{1.98}_{1.98} \text{Fe}^{0.02}_{0.02} \text{Fe}^{0.01}_{0.01} \text{Mg}^{0.01}_{0.01}] [\text{Si}^{4.92}_{4.92} \text{Al}^{0.08}_{0.08}] [\text{O}_{10}(\text{OH})_2 \cdot X_{0.18}]$ $[\text{Al}^{1.98}_{1.98} \text{Fe}^{0.02}_{0.02} \text{Fe}^{0.01}_{0.01} \text{Mg}^{0.01}_{0.01}] [\text{Si}^{4.91}_{4.91} \text{Al}^{0.09}_{0.09}] [\text{O}_{10}(\text{OH})_2 \cdot X_{0.11}]$

Knechtel等计算了北黑山蒙脱石的结构式(表2),表明其组成与沉积条件、介质环境有一定的关系。

三、成因

蒙脱石类粘土矿物形成于碱性介质环境中,往往由基性岩石风化而成。而有工业价值的斑脱岩矿床,主要是火山沉积成岩形成的,也可由热液蚀变作用而成。

美国北黑山地区钠蒙脱石矿床,过去认为是由西部地区爱达荷州白垩纪的粗安质火山灰及凝灰岩等经风、水流搬运沉积于海盆中形成的。笔者在斑脱岩矿层中找到了残留的火山弹,看来还有就地喷发的火山灰及火山弹等火山物质,在碱性沉积阶段,开始脱玻化向钠蒙脱石转化,但主要成矿作用则发生于成岩阶段。矿床成因应属火山沉积—成岩类型矿床。它的成矿作用可以概括为: 火山物质 + H_2O $\xrightarrow{\text{碱性介质}}$ 钠蒙脱石 + 沸石 + 游离 SiO_2 + 金属离子(溶液)。

火山灰等物质在被水流搬运和沉积的过程中,因海水电解质的作用,产生离子交换和离子吸附, Mg 、 Na 等离子数量明显增多,但这种时效作用太短,产生的钠蒙脱石较少。在成岩作用阶段,含矿层的底板已固结成页岩(斑脱页岩),成致密状不透水层,与矿层界线清楚;而含矿层顶板与矿层的界线逐渐过渡,往往为硅质或硅化页岩。由于矿层在沉积时含有80%以上的水和90%以上的孔隙,当压实作用上覆沉积物加厚到3~5米时,就可排出10%以上的水和缩小10%以上的孔隙,此时矿层水仍保持碱性,并含有游离的

SO₂, 通过毛细管作用向上, 致使顶板不断硅化, 从而可证明成矿作用主要是在成岩阶段发生的。这一现象过去容易被误认为是热液矿床的硅化, 但附近无火成岩分布。

北黑山地区斑脱岩矿层在后期风化阶段主要是Ca²⁺、Mg²⁺含量增高, 而钠蒙脱石的含量变化不大。

我国近年来在浙江西部侏罗纪地层及新疆南部石炭二叠纪地层找到了大型斑脱岩, 后又在河南、山东、广西等省(区)的钙蒙脱石下面找到了斑脱岩, 优质矿不多, 有待进一步寻找。但有些地区因生产上的急

需, 采用人工改型, 如用苏打活化, 使Ca型→Na型, 也是必要的。

著名的美国铝土矿粘土地质学家、粘土矿物协会副会长Sam. H. Patterson陪同地质考察, 回国后又寄来不少地质资料, 特致谢意。

参考文献

- [1] Knechtel, et al: Geol. Sur. Bull., 1962, 1082-M, p. 991
- [2] Keller, W. D.: Clays and Clay Minerals, 1986, V. 34, No. 2, p. 191
- [3] 王鸿禧, 《膨润土》, 北京, 地质出版社, 1980年, 第5页

A Preliminary Study on Bentonite (Na - Montmorillonite) of North Black Hills, USA

Liu Changling

(Tianjin Geological Institute, Ministry of Metallurgical Industry)

Abstract

North Black Hills district is situated in South Dakota, Montana and Wyoming and occupies an area of several thousand square kilometres. Bentonite, multilayered in occurrence, is occurred in Cretaceous system. The principal ore bodies are hosted in the Moway formation of Cretaceous system. Ores are pure in quality and consist of 90-95% Na-montmorillonite. It is considered that the deposit is of sedimentary-lithogenetic origin, the Na-montmorillonite being derived from volcanic materials, latter eroded by sea water and finally formed the deposit by deposition and diagenesis. The gradual silicification of its apical plate is the evidence of desilicification for the ores in the diagenesis stage.

X 射线能谱分析中谱线重叠问题

李桢熙

(吉林省地质科学研究所)

扫描电子显微镜上配接Si(Li)探测器X射线能谱仪, 进行地质样品分析时, 由于它的峰, 背比值较低和谱线分辨率不如X射线波谱仪, 尽管探测效率很高, 仍然存在谱线的干扰或重叠现象。谱线的干扰或重叠现象主要划分为三个类型: 相邻或相近元素同一线系(K、L、M)的谱线之间重叠; 原子序数较低的K线系谱线与原子序数较高的L线系谱线之间的重叠; 原子序数较低的K线系谱线与原子序数高的L线系谱线以及原子序数高的M线系谱线之间的重叠。为了保证X射线能谱分析中定性分析的准确性, 本文介绍了辨认和处理干扰或重叠谱线的技巧。

由于Si(Li)探测器X射线能谱仪具有探测效率高、空间分辨率好、分析速度快等特点, 特

别适合配接在扫描电镜上, 观察粗糙样品的表面形态特征, 同时也能进行微区成分分析。