

文章编号: 1006-544X(2005)02-0146-06

大同煤田高岭土矿特征及成因

李景春^{1,2}, 王震¹, 申玉科¹

(1. 中国地质大学(北京)地球科学与资源学院, 北京 100083; 2. 大同晋银矿业有限责任公司, 山西 大同 037300)

摘要:大同煤盆地中广泛分布有沉积型高岭土矿, 赋存层位主要为石炭系太原组和二叠系山西组, 矿石类型主要为软质高岭土和硬质高岭土以及少量烧变高岭土。成矿物质主要来源于盆地周围的太古代古陆, 在风化、生物和有机质成矿作用下, 在陆相淡水中形成沉积型高岭土矿, 高岭土和煤层形成在盆地相对稳定时期(两者沉积环境相似), 即广阔的受水面积和舒缓的水力流泻环境。用X光、红外光谱对加温样品的分析表明, 烧变高岭土的烧变温度为600~700℃。

关键词:煤盆地; 高岭土; 沉积型; 成矿作用; 大同; 山西

中图分类号: P619.232

文献标识码: A^①

1 区域地质背景

大同煤田位于华北地台的山西隆起北部, 北依内蒙地轴。该煤田为一不对称的向斜构造盆地, 向斜轴经云岗、玉井, 呈NNE向。盆地西、北、东侧为大面积出露的太古界集宁群, 盆地南东侧为大面积出露的太古界五台群(图1)。集宁群的岩性主要由一套经中深—深度变质作用、普遍遭受不同程度混合岩化的各种含石榴石、石墨、矽线石、透辉石、紫苏辉石的麻粒岩和片麻岩组成。五台群以中深变质的片麻岩、麻粒岩和变粒岩为主。

盆地内盖层出露地层由老至新主要为^[1]: ①寒武系分布于盆地外缘, 为一套浅海碎屑岩—碳酸盐建造。②奥陶系马家沟组为厚层状灰岩及薄层状灰岩互层。③石炭系: 本溪组为山西式铁矿及鲕状铝土矿、砂岩、砂页岩、泥岩; 太原组, 底部为中粗粒砂岩或含砾粗砂岩, 砂岩之上为碎屑状高岭土层, 中部以煤层为主, 夹高岭土、粉砂岩、细砂岩, 上部为泥岩及粉砂岩、砂岩, 砂岩之上为根土层和煤层。④二叠系: 山西组底部为厚层中粗砂岩、含砾粗砂岩, 中部为煤层夹高

岭土层, 上部由深灰色的泥岩、砂质泥岩、粉砂岩、灰白色石英砂岩组成, 夹1~4层不连续煤层; 下石盒子组为砂质泥岩夹砂岩; 上石盒子组为含砾粗砂岩、泥岩、砂岩; 石千峰组为含砾砂岩及粉砂岩、砂质泥岩, 局部夹粉砂质灰岩。⑤侏罗系: 永定庄组以杂色砂砾岩、泥岩为主; 大

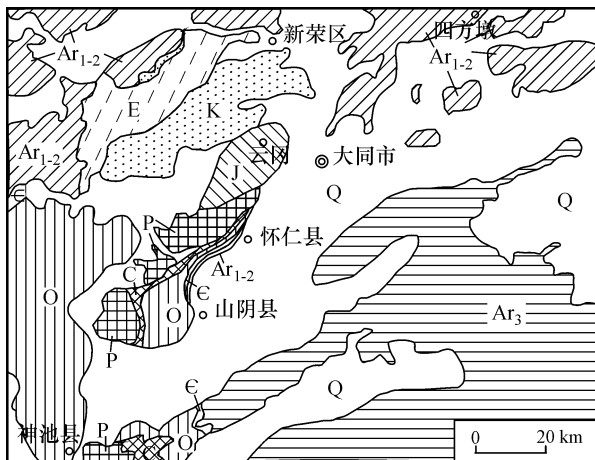


图1 大同煤盆地地质略图

Fig. 1 Regional geological sketch of coal field in Datong
Q—第四系; E—第三系; K—白垩系; J—侏罗系; P—二叠系; C—石炭系; O—奥陶系; E—寒武系; Ar₃—太古界五台群; Ar₁₋₂—太古界集宁群

① 收稿日期: 2004-06-28

基金项目: 教育部跨世纪优秀人才培养计划资助项目(01037)

作者简介: 李景春(1966-), 男, 博士研究生, 高级工程师, 地质学专业。E-mail: lijingchun@263.net

同组主要为煤层、泥岩、细砂岩、粗粒砂岩；云冈组为中粒砂岩、粗粒砂岩、砂砾岩及砂质页岩。⑥白垩系：下统左云组为一套以冰碛、冰水冲积为主的碎屑岩建造。⑦第三系为棕色亚粘土。⑧第四系为黄土和砂砾石层。

2 高岭土矿的区域分布及自然类型

大同煤田不仅具有丰富的煤炭资源，而且也是耐火粘土、陶瓷原料的产地，特别是产于石炭系和二叠系煤层顶、底板（或夹于煤层中）中的优质高岭土，层数多，主要层位基本稳定，质量优，可作为高级陶瓷原料。

2.1 区域分布特征

（1）软质高岭土（俗称木节土）。由结晶略差颗粒较细的高岭石组成，其赋存层律为：①太原组（C₃t）内，在煤田南西部发育 3~7 层，单层厚度 0.5~9.15 m，以 0.82~4.93 m 为主；而在北东部一般仅发育有 1 层（俗称镜石），厚度 0.05~0.30 m。②山西组（P₁s）内，在煤田南西部的地层中局部可见灰色、灰紫色软质高岭土，一般厚度小于 0.5 m；而在北东部发育为 2~3 层，单层厚度 0.30~3.0 m，多以 0.65~1.50 m 为主。

（2）硬质高岭土。①太原组（C₃t）内，在煤田南西部发育 2~3 层，北东部发育 1 层，单层厚度 0.01~8.66 m，一般为 0.96~3.83 m，其中的碎屑状高岭岩在煤田内分布层位较稳定，走向上有时被砂岩替代；②山西组（P₁s）内，在煤田北东部发育 4~6 层（分别俗称点子石、黄瓜石、黑砂石），单层厚度 0.10~3.0 m，多以 0.25~1.80 m 为主，在南西端不发育。

（3）烧变高岭土。主要分布在山阴偏岭及怀仁小磨一带，矿体赋存层位同软质高岭土，烧变高岭土是煤层与其相伴生的高岭土在煤层自燃过程中形成的高岭土变种。

2.2 主要高岭土矿自然类型、特征^[2]

2.2.1 软质高岭土（俗称木节土） 软质高岭土可细分为紫色软质高岭土、灰白色软质高岭土。

①紫色软质高岭土（俗称紫木节）：块状、粉状，微层理发育，矿石呈条带状构造；紫色、紫黑色木节土的颜色主要取决于其有机质和铁的含量，一般有机质越高，颜色越深。矿物成分主要为定向排列的细鳞片状高岭石，在空隙中常发育有蠕虫状、鳞片状未被铁质和有机质污染的自生高岭石。紫木节有机质含量较高，紫黑者有机炭达 6.2%，腐植酸达 8.22%。②灰白色软质高岭土（俗称白木节）：块状、团块状，贝壳状断口，微层理不发育，一般为浅黄色、带紫的灰白色，矿物成分主要为细鳞片状高岭石（73%）和石英（14%），石英颗粒大小（mm）为 0.084×0.056~0.196×0.28，有机质含量不高。重矿物组成见表 1，化学成分见表 2。

2.2.2 硬质高岭土 主要有粗晶蠕虫状高岭土、细晶蠕虫状高岭土、碎屑状高岭土、含一水软铝石高岭土、砂质高岭土。①粗晶蠕虫状高岭土（俗称黑砂石）：深灰色、黑灰色，粗晶蠕虫状结构，最大高岭石蠕虫晶体长达 20 mm，块状、条纹状构造，条纹主要由高岭石颗粒和有机质多少而显示，矿物成分主要为高岭石（93.38%）、云母（2.37%）、有机质（2.05%）、石英（0.23%）等。②细晶蠕虫状高岭土（俗称黄瓜石）：灰色、黑灰色，细晶蠕虫状结构，肉眼少见或看不见高岭石晶体，有细晶蠕虫状（30%

表 1 高岭土人工重砂分析结果^[3]

Table 1 Placer mineral of kaolin

序号	高岭岩自然类型	主要重矿物	次要重矿物
1	紫色软质高岭土（紫木节）	锆石、白钛石	电气石、金红石、海绿石
2	灰白色软质高岭土（白木节）	金红石、石墨、锆石	白钛石、海绿石、针铁矿、石榴子石
3	粗晶蠕虫状高岭土（黑砂石）	锆石、黄铁矿、磁铁矿、褐铁矿	电气石、铁铝榴石、赤铁矿、磷灰石、绿帘石、自然金、辉钼矿
4	细晶蠕虫状高岭土（黄瓜石）	锆石、磁铁矿、褐铁矿、黄铁矿	钛铁矿、磁黄铁矿、磷灰石、绿帘石、辉石、角闪石、自然铅
5	碎屑状高岭土	磁铁矿、锆石、金红石	石榴子石、黄铁矿、褐铁矿、磷灰石、绿帘石、辉石、自然铅
6	砂质高岭土	锆石、石榴子石、电气石	独居石、榍石、锐钛矿

表2 高岭土的化学成分

Table 2 Chemical components of the kaolin

$w_B/\%$

序号	高岭土类型	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	CaO	MgO	TiO ₂	K ₂ O	Na ₂ O	H ^f _m	C ^f	烧失量
1	紫色软质高岭土	41.90	35.55	1.88	1.00	0.24	1.13	0.10	0.08	1.30	1.38	15.29
2	灰白色软质高岭土	52.88	31.07	1.55	0.26	0.52	0.99	1.28	0.06	0.59	0.18	10.62
3	粗晶蠕虫状高岭土	45.22	37.84	0.07	0.0	0.23	0.30	0.12	0.11	—	—	15.14
4	细晶蠕虫状高岭土	44.70	37.37	0.16	0.0	0.28	0.45	0.12	0.07	—	—	16.07
5	碎屑状高岭土	50.20	34.30	0.49	0.30	0.21	0.98	0.10	0.05	0.13	0.13	13.51
6	砂质高岭土	71.95	18.33	0.54	0.12	0.18	0.74	0.41	0.04	0.79	0.11	8.50

注：“—”表示未测试

~50%) 和隐晶状高岭石两种, 矿物成分主要为高岭石 (92.7%)、云母 (1.88%)、有机质 (3.09%)、石英 (0.26%) 等. ③碎屑状高岭土: 浅灰色、浅紫灰色, 碎屑结构, 外观酷似砂岩, 致密块状构造, 碎屑主要由蠕虫状、板柱状高岭石及石英组成, 含少量植物碎片, 高岭石蠕虫粒径 (mm) $0.014 \times 0.469 \sim 0.224 \times 0.924$, 石英碎屑多为棱角、次棱角状, 也有磨圆较好的, 粒径 (mm) $0.21 \times 0.149 \sim 0.63 \times 0.56$, 另外还有一种细粒石英集合体. 高岭石含量 60% ~ 92.07%, 石英 6% ~ 20%, 胶结物为细鳞片状高岭石, 碎屑状高岭岩底部含砂量高、颗粒较粗, 向上变细. ④含一水软铝石高岭土 (俗称点子石): 深灰色、灰紫色, 因含灰白色的点状一水软铝石而得名, 矿物成分主要为高岭石、一水软铝石 (10% ~ 20%), 一水软铝石由高岭石脱硅而成, 化学成分以含铝量高为特征, 一般 $w(\text{Al}_2\text{O}_3)$ 大于 40%. ⑤砂质高岭土: 灰色、灰白色, 砂粒结构, 块状构造,

矿物成分主要由石英 (棱角、次棱角状, 部分圆粒状)、高岭石碎屑组成, 含少量水云母、微斜长石, 镜下微斜长石格子双晶明显. 硬质高岭土的重矿物组成见表 1, 化学成分见表 2.

2.2.3 烧变高岭土 主要有: 块状烧变高岭土、松散状烧变高岭土、块状含铝质鲕团状高岭土. 烧变高岭土中铁质呈细圆点状. 研究高岭土加热时矿物成分的变化, 对陶瓷的成瓷过程具有重要意义, 也可确定为确定本区烧变高岭土的烧变温度提供依据. 浙江省地矿局实验室对紫色软质高岭土矿石分别在 500, 600, 800, 1 000 和 1 175 °C 加温 2 h 的样品和烧变高岭土做 X 射线衍射分析^[3], 结果见图 2. 在 500 °C 时, 高岭石在低角度区的衍射峰都有出现, 但强度明显减弱, 而在高角度区衍射峰缺失较多, 说明高岭石结构基本保存; 在 600 °C 时, 样品的衍射峰强度进一步减弱, 几乎分不清衍射峰, 高岭石随着结构水的析出而变成偏高岭石; 在 800 °C 时, 样品的衍射峰已基本消失,

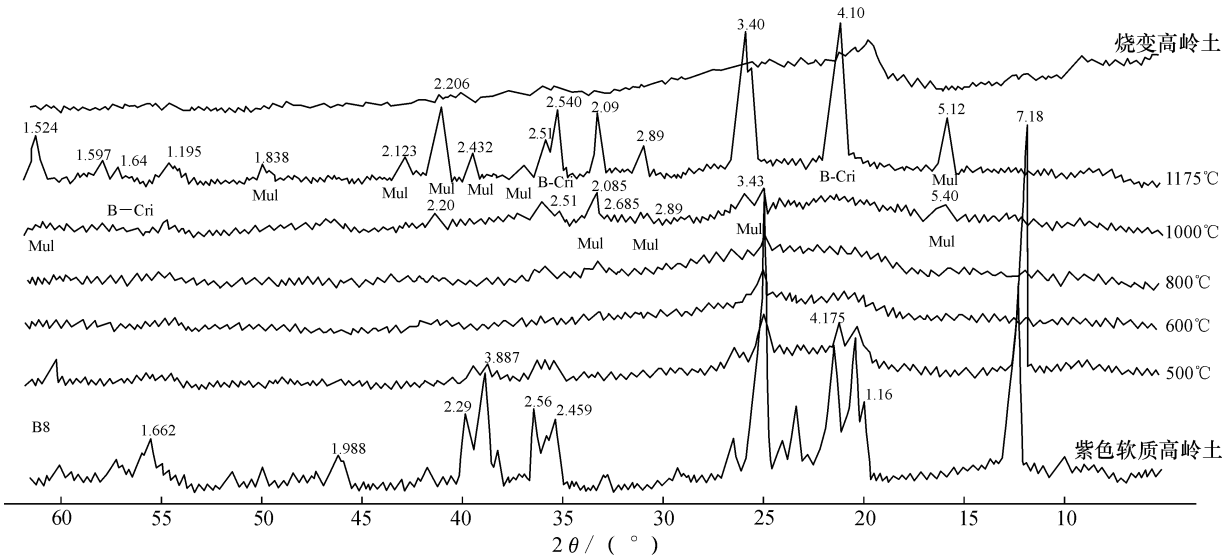


图2 烧变高岭土及不同温度下锻烧紫色软质高岭土的 X 射线衍射图

Fig.2 XRD of calcined purple soft kaolin at different tempratures and heated metakaolin

高岭石结构接近完全破坏;在1 000 ℃时,已出现新相,有部分莫来石和 β -方英石峰,但强度很低,一般认为出现莫来石的温度为1 050~1 100 ℃,故本区高岭石向莫来石转变的温度较低;在1 175 ℃时,莫来石和 β -方英石的衍射峰进一步增多增强。在图2中,烧变高岭土X射线衍射图谱与紫色软质高岭土加温样品的X射线衍射图谱相比较,可以看出烧变高岭土的烧变温度大致在600~700 ℃,相当于形成偏高岭石的温度或稍高一些。据红外光谱对加温样品和烧变高岭土的分析对比表明^[3],其烧变温度也为600~700 ℃。烧变高岭土仍可用于陶瓷业骨料和耐火材料。

此外,在断层影响地带,高岭土发生蚀变吸水形成多水高岭石,据X射线衍射和红外光谱分析^[3]为10Å多水高岭石。

3 矿石主要物理特征及工艺性能^[2,3]

可塑性:从塑性指数和塑性指标来看,软质高岭土(木节土)(塑性指数6.6~11.5,塑性指标2.97~5.29)均属于中可塑性,其中灰白色软质高岭土(白木节)可塑性较好(接近强塑性),碎屑状高岭岩较差。粗晶蠕虫状高岭土(黑砂石)和细晶蠕虫状高岭土(黄瓜石)在-0.45 mm(40目)属于低可塑性,在-0.076 mm(200目)属于中可塑性。可塑性与粘土粒度有关,粒度越细,可塑性越高。

耐火度:软质高岭土耐火度在1 580~1 770 ℃,硬质高岭土耐火度在1 690 ℃以上。

烧成白度:烧成白度在1 350 ℃氧化焰中烧成,耐火粘土烧白度在10%~43%,一般在20%以上;陶瓷粘土烧白度在71.6%~94.2%,一般在75%以上,其中碎屑状高岭岩烧白度较好。

抗折强度:一般在5~8.19 kg/cm²。最高为紫色软质高岭土(紫木节土)12.46 kg/cm²,最低为灰白色砂质高岭石粘土4.23 kg/cm²。以上抗折强度的测定是在未抽真空时测定的。

粘土的粒度、密度:高岭土平均粒度为0.49~1.35 μm,多数在0.74 μm左右,密度为2.6 g/cm³。

比表面积:采用连续流动色谱法测定,一般为35 589~54 866 cm²/g。

4 成因

4.1 成矿物质来源

(1) 石墨。石墨呈黑色片状体在灰白色软质高岭土(白木节)中普遍分布,样品加工过程中多数漂浮在水面。显晶石墨只产出于某些特定中深-深度变质岩系中,在本地区,只在集宁群分布有石墨片麻岩、含榴石墨片麻岩,这说明本地区高岭土来源于集宁群的风化产物。

(2) 重矿物组合。从表1可以看出,高岭土中重矿物组合中,铁铝榴石、绿帘石、辉石、角闪石、磁铁矿、电气石、金红石、独居石、榍石、自然金、锆石等矿物(或组合)都与区域上的太古界五台群和集宁群的矿物(或组合)相对应,也说明本地区高岭土可能来源于五台群和集宁群的风化产物。此外,高岭土中的重矿物如锆石、电气石、金红石的磨圆度很好,表明物源经较长距离搬运。

(3) 微斜长石。本区砂质高岭土中均含有微斜长石,在偏光显微镜下可见微斜长石的边缘或一端均已蚀变成高岭石,微斜长石格子双晶明显,这种格子双晶与太古界集宁群的混合岩化花岗岩、黑云母花岗片麻岩的微斜长石一致,也说明本地区高岭土可能来源于集宁群的风化产物。

(4) 微量元素分析。光谱半定量分析结果(表3)表明,本地区高岭土的微量元素与区域太古界集宁群和五台群的含榴片麻岩、黑云片麻岩大致相同,有些元素(V, Ti)更趋富集,也说明本地区高岭土可能来源于五台群和集宁群的风化产物。

(5) 古地理。大同煤盆地断陷盆地,基底为太古界集宁群和五台群,其北东端依内蒙地轴,南西端为华北地台的山西隆起,四面均为古陆包围,据此推断集宁群和五台群的风化产物可能为本地区高岭土的形成提供物源。

4.2 古地理环境和成矿机理

(1) 从地层层序来看。本地区高岭土主要富集在含煤地层太原组(C₃t)和山西组(P₁s)内,沉积层序的韵律为:砾岩、含砾粗砂岩—粗砂岩(底部)—中砂岩—细砂岩(中部)—粉砂岩—碎屑状高岭土(有时为泥岩或根土层)—煤层—高岭土—煤层—高岭土或泥岩(上部)。从上述沉积韵律可以看出,高岭土形成古地理环境应与煤层的相似。砾岩、含砾粗砂岩、粗(中)砂岩形成在盆地相对下降(或盆地周围上升)较快时期,

在较高能量环境中沉积. 而高岭土和煤层形成在盆地相对稳定时期（两者沉积环境相似），即广阔的受水面积和舒缓的水力流泻环境（沼泽），是在较低能量环境中沉积；砂质高岭土和碎屑状高岭土说明高岭土形成时的水力条件应比煤层更相对动荡些. 当气候适宜，大量植物生长繁茂，植物根、叶、枝、杆和少量高岭土共同沉积形成煤层（泥炭）；当气候变化，植被虽发育，但量有限，植物根、叶、枝、杆的沉积不至于形成煤层（泥炭）时（有时仅形成煤线），地理环境中化学风化和淋滤作用相对较强，易形成高岭土（有时夹煤线条带）沉积层；当气候变化，植被一般（或不）发育时，地理环境中物理风化作用相对较强，易形成泥岩.

(2) 高岭土中含有硅质包体、高岭石之间有细粒石英集合体，黄焱球等^[4]通过对东胜含煤地层成煤期沉积环境、古介质等的分析，并用有机吸附实验对高岭石与有机质的吸附关系进行了实验. 结果表明：高岭石在河流环境中的富集成矿与水介质中大量有机质的存在有关，植物分解产生的腐殖质具有很强的吸附性，在 pH 值 >5.5 和适量的多价阳离子存在的条件下，介质水中的腐

殖质可通过多价阳离子与高岭石和石英相互牢固吸附，形成高岭石 - 有机质 - 石英复合体，从而使高岭石能够与石英一起搬运、沉积；某些具有一定疏水性的有机质与矿物的吸附所产生的粗粒复合体和疏水特征，改变了矿物颗粒表面的亲水性，促进了高岭石的沉积富集；本区高岭石中含有硅质包体、高岭石之间有细粒石英集合体，可能是高岭石 - 有机质 - 石英复合体沉积后石英重新富集和结晶的结果，也说明可能有上述机理存在.

(3) 从高岭土中微量元素定量分析结果来看（表4）^[1]：一般认为淡水中 $w(B) < 14 \times 10^{-6}$ ， $w(B)/w(Ga) < 3.3$ ， $w(Sr)/w(Sa) < 1$ 为大陆环境； $w(Sr)/w(Ba) > 1$ 为海洋环境. 据此分析，本地区高岭土应为陆相淡水沉积.

4.3 高岭土沉积期后改造

(1) 高岭石定向排列. 本地区的高岭石（粗晶的肉眼可见，细晶的在显微镜下可见）常呈定向排列，其原因可能为受后期北西 - 南东向的挤压所致. 依据为：在煤盆地东翼，岩层产状发生急剧变陡，甚至倒转，同时有高角度仰冲断裂形成；盆地内岩层多呈波状起伏及局部拱曲.

表 3 高岭土和太古界的片麻岩微量元素光谱分析结果^[3]

Table 3 Spectrum analysis of kaolin and gneiss's trace element in the Archean

$w_B/10^{-6}$

岩石类别	Mn	Ga	Sr	Ba	Zr	Ti	Pb	Sn	Ni	Co	Mo	V	Cu	Zn	Y	La
紫色软质高岭土	140	46	300	800	700	8600	54	10	15	-	15	85	32	10	36	-
灰白色软质高岭土	100	33	100	330	360	7000	40	10	23	10	18	260	16	10	33	-
粗晶蠕虫状高岭土	100	10	100	100	200	3000	30	-	10	-	-	-	20	20	-	-
细晶蠕虫状高岭土	100	20	100	100	300	5000	20	-	20	10	-	-	30	20	-	200
碎屑状高岭土	100	35	100	150	450	9000	10	10	20	5	10	315	10	5	5	-
砂质高岭土	100	30	-	100	400	5000	10	10	10	-	-	100	10	10	10	-
含榴片麻岩	100	30	40	200	300	2000	50	-	10	10	-	60	10	-	10	100
黑云片麻岩	100	40	800	150	300	3000	40	-	10	10	-	60	10	-	10	100

注：“-”表示未测试

表 4 高岭土微量元素定量分析结果及其比值^[1]

Table 4 Quantitative analysis and ratio result of the kaolin'trace element

$w_B/10^{-6}$

序号	高岭土类型	B	Ga	Sr	Ba	B/Ga	Sr/Ba
1	细晶蠕虫状高岭土(吴家窑)	12.3	44.7	3.4	12.6	0.28	0.27
2	粗晶蠕虫状高岭土	11.5	45.7	检测限以下	9.3	0.25	≪1
3	细晶蠕虫状高岭土(塔子山)	7.9	56.2	1.7	10.9	0.14	0.16
4	碎屑状高岭土(细粒)	15.5	51.3	5.6	15.5	0.30	0.26
5	碎屑状高岭土(粗粒)	39.8	45.7	10	14.0	0.87	0.71

(2) 高岭石晶体大小. 据吴六汀^[3]美国有人把木屑加粘土进行成煤试验, 结果表明: 有粘土物质存在时密封加温 (> 130℃), 木屑变成煤, 加温时间越长, 形成的煤质量越好, 粘土主要起催化剂作用. 硬质高岭岩常与煤层伴生, 其结晶较好, 可能与此有关. 同时在成煤过程中引起的温度和压力及其它物、化条件的变化, 也可促进高岭石重结晶.

(3) 烧变高岭土^[3]. 据 X 光、红外光谱对加温样品的分析表明, 其烧变温度为 600 ~ 700℃.

5 结 论

(1) 大同煤田不仅具有丰富的煤炭资源, 而且也是一个丰富的耐火粘土、陶瓷原料的产地, 特别是产于石炭系和二叠系煤层顶、底板 (或夹于煤层内) 中的优质高岭土, 层数多, 主要层位基本稳定, 质量优, 可作为高级陶瓷原料.

(2) 软质高岭土在太原组内较发育, 硬质高岭土在太原组和山西组内发育.

(3) 大同煤盆地中的高岭土矿成矿物质主要来源于盆地周围的太古代古陆 (集宁群和五台群), 高岭土和煤层形成在盆地相对稳定时期 (两者沉积环境相似), 即广阔的受水面积和舒缓的水力流泻环境 (沼泽), 在较低能量环境中沉积, 在风化、生物和有机质成矿作用下, 在陆相淡水中沉积形成高岭土矿.

(4) 据 X 光、红外光谱对加温样品的分析表明, 烧变高岭土的烧变温度为 600 ~ 700℃.

参考文献

[1] 孟瑞发. 大同煤田高岭岩矿床及工艺性能研究 [R]. 大同: 山西地矿局 217 地质队, 1984.

[2] 姚永瑞, 郝仕优. 山阴千井粘土矿普查报告 [R]. 大同: 山西省地矿局 217 地质队, 1984.

[3] 吴六汀. 山西省山阴县千井木节土矿物质组成及其工艺性能研究 [R]. 杭州: 浙江省地矿局实验室, 1984.

[4] 黄焱球, 程守田. 东胜煤系砂岩型高岭土的富集机理 [J]. 煤田地质与勘探, 1999, 27 (3): 13 - 16.

Characters and Origin of Kaolin Mine in the Coal Field of Datong, Shanxi

LI Jing-chun^{1,2}, WANG Zhen¹, SHEN Yu-ke¹

(1. Earth Sciences and Resources School, China University of Geosciences, Beijing 100083, China;
2. Datong Jinyin Mining Limited Company, Datong 037300, China)

Abstract: There are extensive sedimentary kaolin minerals in the coal field of Datong, mainly in the Taiyuan formation of the Carbonic and the Shanxi formation of the Permian. The soft kaolin and hard kaolin with a few heated metakaolin belong to themain mineral type. Their industrial application lies in their high quality ceramic materials, fire resisting and other additional industrial material. These minerogenic materials, from Archaeozoic ancient mainland around the basin, are changed to the sedimentary kaolin in continental fresh water basin by weathering and the mineralization of organisms and organic matter. The kaolin and coal layers are formed in the basin during the static period (in the similar sedimentary environments) – the broad water receiving area and the slow hydraulic power flowing environments. The analysis results of heating samples by X-rays and infrared spectrum show that the metamorphic temperature of the heated metakaolin is between 600 ℃ and 700 ℃.

Key words: coal field; kaolin; sedimentary kaolin; mineralization; Datong; Shanxi