

# 兖州矿区高岭岩(土)矿石性质及利用途径

任忠胜 (煤炭科学研究院西安分院 西安 710054)

**摘要** 论述了兖州矿区 18 上煤底板煤系高岭岩(土)的地质特征、赋存状态、矿石性质，并在产品研制的基础上，提出了矿石合理的利用途径，为资源的开发利用方向提供了科学依据，为衰老矿井资源综合开采和开发提供了新的出路。

**关键词** 高岭石 矿床 利用 兖州矿区

**中国图书资料分类法分类号** P619.232

**作者简介** 任忠胜 男 39岁 高级工程师 岩石矿物应用地质

## 1 引言

兖州矿区唐村、北宿等煤矿已有几十年的开采历史，现已进入衰老期，急需寻找新资源，开发新产品。这些煤矿的 18 上煤底板为质量优良的高岭岩(土)矿层，过去 18 上煤由于厚度较薄等原因一直没有开采，如何综合利用与煤共伴生、性质优良的高岭岩矿产资源，解放 18 上煤层的煤炭资源，提高煤炭质量和煤矿综合经济效益，就成为兖州矿业集团亟待解决的课题。

污染防治中，对煤中的汞污染也应引起足够的重视。

## 参考文献

- 陈清, 卢国强. 微量元素和健康. 北京: 北京大学出版社, 1989: 193~210
- 刘英俊, 曹励明, 李兆麟等. 元素地壳化学. 北京: 科学出版社, 1984: 336~342
- Raiswell R, Berner R A. Pyrite and organic matter in phanerozoic

## 2 地质概况

兖州矿区唐村、北宿煤矿位于兖州向斜南翼浅部，为一走向近东西，向北倾斜的单斜构造。区内发育次级宽缓褶曲，构造较简单，含高岭岩(土)矿地层为石炭系太原组( $C_3t$ )。太原组厚 114.62~184.02 m，平均厚 160.52 m。煤系高岭岩(土)矿层赋存于底部层段，岩性主要由深灰至灰黑色、浅褐、灰白色高岭岩(土)、砂质泥岩等组成。含 16 上煤、16 下煤、17 煤及 18 上煤，是本区主要含煤段，其中 16 上煤

normal marine shale. Geochim Cosmochim Acta, 1986; 50: 1967~1976

- McNeal J M. The geochemistry of mercury in sedimentary rocks and soil in Pennsylvania. Geochim Cosmochim Acta, 1974; 38
- Spears D A, Martinez-Tarazona M R. Geological and mineralogical characteristics of a power station feed-coal, Eggborough, England. International Journal of Coal Geology, 1993; 22: 1~20.

(收稿日期 2000-01-06)

## MERCURY CONTENT AND ITS DISTRIBUTION IN PERMO-CARBONIFEROUS COAL IN WEIBEI AREA, SHAANXI

Luo Kunli<sup>1</sup> Wang Wuyi<sup>2</sup> Yao Gaihuan<sup>1</sup> Mi Juanceng<sup>3</sup> Zhang hongmin<sup>1</sup> Yang Linsheng<sup>2</sup>

(1. Xian University of Science and Technology; 2. Institute of Geography, Chinese Academy of Sciences;  
3. Coal Testing Center, Shaanxi Quality Examination Center)

**Abstract** The mercury content and its distribution pattern of the Permo-Carboniferous coal in some Weibei coal fields were analyzed using atomic fluorimetry and chemical analysis. The results show that the mercury content in coal in these areas is higher than the average content in the crust ( $0.08 \times 10^{-6}$ ) and the known mercury content in other coal and oil ( $0.001 \times 10^{-6} \sim 0.03 \times 10^{-6}$ ). The mercury in coal presents itself mainly as HgS, which is proportional to the inorganic sulfur content. The relationship between mercury and ash content in coal is demonstrated.

**Keywords** permo-Carboniferous; coal; mercury; distribution

及17煤为主要可采煤层,18上煤为局部可采煤层。

### 3 矿层

#### 3.1 赋存状态、厚度及储量

高岭岩(土)矿层为18上煤层底板,以层状—似层状产出。矿层总厚度约5m,上部层段高岭岩(土)层位稳定,质量优良,为主要研究对象,厚度0.5~2.85m,平均厚度1.5m。唐村、北宿煤矿四个采区高岭岩(土)矿石储量为15Mt。以往煤田地质勘探资料表明,该层矿石在整个兗州矿区相当稳定,只要有18上煤的地方就有煤系高岭岩(土)出现。据计算,兗州矿区的高岭岩(土)矿石远景资源量在亿吨以上。

#### 3.2 矿床的成因类型

兗州高岭岩(土)为与煤炭伴生的非金属矿床,按成因类型划分为沉积型(Ⅲ)、古代沉积亚型(Ⅱh)。主要成矿原岩为酸性火成岩,其在风化过程中,长石、云母类矿物蚀变生成高岭石;高岭石与其他碎屑矿物一起,经河流搬运进入浅海,在浅海经沉积分异,在其前缘的水动力宁静地带形成粘土矿物沉积带;浅海沉积物再经过成岩作用形成高岭岩(土)矿床。

### 4 矿石物理化学特征

#### 4.1 宏观特征

上部深灰到浅灰色,含碳多时呈黑色。块状构造,偶见不规则状层理,泥质到粉砂泥质结构。矿石裂隙比较发育,易破碎,具贝壳状断口或平坦状断口,断面具滑感。偶见黄铁矿呈薄膜状分布,局部见植物化石碎片。下部为均一的褐色。矿石致密而坚硬,具典型的“焦宝石”特征。

#### 4.2 物相组成

对唐村、北宿两个煤矿的煤系高岭岩(土)近200个样品,所作的X射线衍射分析表明:矿石中粘土矿物含量高且组成单一,几乎全由高岭石组成,含量在90%~98%,高岭石矿物的X射线衍射谱线出现比较完全,结晶度较高。碎屑矿物主要为石英,含量1%~10%,黄铁矿、锐钛矿、钛铁矿、金红石、等有害杂质含量低。

差热分析表明,矿石主要由高岭石组成,脱吸附水的温度在70~105℃,脱结晶水的温度在550~570℃,重结晶温度在1005~1010℃,失重率为13.7%~15.8%,含少量有机质和极少量黄铁矿。

在电子显微镜下高岭石为片状、微粒状、集合团块状、凝胶团块状、鳞片状等。由于受后期成岩作用

的影响,可以看到高岭石集合体具流动状、略具定向的片状、无定向片状等构造,还可看到平坦的高岭石断面或节理面。高岭石集合体颗粒约2~3μm,高岭石颗粒粒径在0.6~5μm之间,多在2μm以下。

锐钛矿呈柱状,可见锐钛矿的四方锥锥体部分和柱体部分,柱体大小为7μm×1.4μm;黄铁矿呈薄膜状、分散状晶粒;石英以它形粒状分布于高岭石之间,粒径为3μm×3μm;碳酸盐矿物呈粒状镶嵌在高岭石之中,粒径大小约1.3μm×0.6μm。

#### 4.3 铁、钛的赋存状态

铁主要以黄铁矿的形式赋存,呈星散状、薄膜状分布。钛主要以锐钛矿和金红石状态赋存,少量为钛铁矿。电子探针分析结果表明,铁钛除了以铁钛矿物的形式存在以外,还以晶格铁存在于高岭石中。铁钛的含量一般在0.2%~0.4%之间。

#### 4.4 化学成分特征

样品的化学分析结果显示,矿石硅铝比值接近高岭石矿物的理论值,其中SiO<sub>2</sub>为40%~50%;Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>为30%~35%;Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>为1.5%~2.5%;TiO<sub>2</sub>为0.2%~1.0%;SO<sub>3</sub>为0.2%~1.0%,烧失量10%~30%,为有益成分含量高,有害杂质含量亦高的矿石。

#### 4.5 物理工艺性能

自然白度和煅烧白度均低,特别是煅烧白度不足80%。这一现象的产生与原矿中铁、钛含量较高有关。要使煅烧产品白度达标,需对矿石中的铁、钛进行剔除,以提高其产品的白度。

矿石的耐火度在1580~1760℃之间,大部分在1600℃以上,达到了耐火粘土Ⅰ级~Ⅱ级标准。矿石可用于耐火砖、不定型耐火材料以及冶金、建材、铸造等行业。

### 5 矿石的质量评价

a. 矿石中有益矿物高岭石和有益成分Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>均比较高,用途比较广。按各工业部门对高岭岩(土)的要求,其质量符合橡胶工业Rf<sub>2</sub>(二级)的质量指标;符合耐火粘土中硬质粘土Ⅰ~Ⅱ级品的质量要求。

b. 矿石中铁的赋存状态主要为黄铁矿和菱铁矿。黄铁矿的自然结晶粒度一般都比较小,以星散状的形态分布在矿石之中,所以除铁比较困难。在矿石煅烧以前,用一次性除铁方法效果一般不佳,用复合除铁方法进行铁钛的剔除方可收效。

c. 矿石中的钛主要以锐钛矿或金红石的形式赋存于矿石中,而锐钛矿和金红石又是相当稳定的

矿物质, 所以用一般的除铁方法除铁效果不大明显。

**d.** 由于矿石中铁、钛的含量比较高, 在不考虑除铁、除钛的前提下, 矿石的煅烧白度比较低。

## 6 利用途径分析

为了进一步探讨兖州高岭岩(土)的利用途径, 作者对矿石进行了以下产品试验研究: 精制硫酸铝, 达到 HG 2227 一等品指标; 氢氧化铝, 达到 GB 4249 标准指标; 氧化铝, 达到 BG 817—87 一等品指标; 超纯氧化铝,  $\text{Al}_2\text{O}_3$  含量大于 99.9%; 铵明矾, 达到 GB 1896 一等品指标; 结晶氯化铝, 达到 ZBG 77001—90 指标; 聚合氯化铝, 达到 GB 1589—1995 一等品指标; 水玻璃, 达到 GB/T 420—1996 优等品指标; 白碳黑, 达到 GB 10517 指标; 精密铸造砂, 达到航空部产品指标; 单晶相莫来石, 产品指标可与世界王牌莫来石砂媲美; 动态悬浮活化煅烧试验, 三氧化二铝浸出率达 90%; 硅铝碳黑 PVC 电缆填料生产应用试验, 产品达到 GB 8815—88 标准。

根据产品试验研究结果, 结合各工业部门对高岭岩(土)及其产品的要求, 兖州矿区煤系高岭岩(土)的利用途径主要有:

**a.** 用作化工原料 矿石在不除铁、钛的条件下, 可以直接用作化学工业的原料, 生产精制硫酸铝、氢氧化铝、超纯氧化铝、结晶氯化铝、碱式氧化铝、聚合氯化铝、水玻璃、白碳黑以及超细高活性白碳黑等系列化工产品。

**b.** 用作耐火材料 由于矿石本身的耐火度比较高, 矿石可直接用于耐火材料行业, 生产各种耐火材料如耐火砖、精密铸造砂和单晶相莫来石等定型和不定型耐火材料。

**c.** 用于农业 矿石可直接用于农用化肥的载体, 农药、农肥和农膜的填加剂和填料等。

**d.** 橡塑填料 虽然矿石的铁钛含量比较高, 但深色橡塑材料对产品的白度和铁钛含量要求并不高, 所以矿石可以直接用于生产硅铝碳黑、高岭岩(土)煅烧土用作橡塑工业功能性填料。

**e.** 建筑材料 可用作建材, 生产各种建筑材料(如空心砖等)。

**f.** 日用陶瓷和工艺陶瓷等。

若本区高岭岩(土)矿石经除铁钛后铁钛含量小于 1%, 煅烧白度达 90%, 还可用于造纸工业的填料和涂料、油漆的填料、高压电缆包皮的填料、医药填加剂和载体以及其他新技术领域。

## 7 结论

总之, 兖州煤系高岭岩(土)矿层层位稳定, 厚度变化小, 矿石中高岭石含量一般在 90%以上,  $\text{Al}_2\text{O}_3$  含量一般在 35%以上,  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  含量一般在 1.5%左右,  $\text{TiO}_2$  含量一般在 1%左右。有着比较广泛的用途。矿石最佳利用途径为生产各种铝盐化工产品以及氢氧化铝、氧化铝等, 高岭岩(土)粉体和煅烧产品可用于橡塑填料, 尤其经过表面处理以后, 可大大提高在该行业的应用范围。

开发煤系高岭岩(土)不但可以为企业带来相应的经济效益和社会效益, 解放薄煤层 18 上煤, 还可减少矸石的排放, 减轻环境污染, 净化环境, 减少占地, 有着良好的环境效益。

## 参考文献

- 1 张锡秋·高岭土·北京:轻工业出版社, 1988
- 2 苏云卿·硅酸铝质耐火材料·北京:冶金工业出版社, 1989
- 3 洪家宝·精细化工后处理设备·天津:化学工业出版社, 1990
- 4 任忠胜·高岭岩生产单晶相莫来石的生成条件研究·煤炭加工与综合利用, 1996;(4):56~58

(收稿日期 1999-11-04)

## PROPERTIES AND UTILIZATION WAY OF KAOLINITE ORES IN YANZHOU MINING AREA

Ren Zhongsheng(Xi'an Branch, CCRI)

**Abstract** The geologic properties, occurrence and mineral characteristics of Kaolinite in the floor of the coal seam No. 18 (upper) in Yanzhou coal mining area are described. Based on the products preparation, the reasonable utilization way are provided, that would be the useful scientific foundation for resource development and the new way for old mines comprehensive mining and development.

**Keywords** Kaolinite; mineral deposits; utilization; Yanzhou coal mining area