# 内蒙古宁城地区膨润土矿床成因类型及矿石特征分析

于海洋　王海礁　李林林
内蒙古第十地质矿产勘查开发有限责任公司
DOI:10.12238/gmsm.v7i12.2105

**[摘　要]** 内蒙古宁城地区膨润土矿资源较为丰富,本文通过野外实际勘查,查明了该区膨润土矿产五家子-热水汤中生代火山盆地中的下白垩统义县组(K1y)地层内,其成因类型为火山-沉积型；通过采集相关的测试样品进行分析,确定该区膨润土自然类型为黏土状膨润土矿,工业类型为钙基膨润土,矿石的矿物成分以蒙脱石为主；并对矿石的化学成分、物化性能及共伴生矿产进行了测试与分析。
**[关键词]** 膨润土；义县组；成因类型；矿石特征；宁城地区
**中图分类号：**TF041　**文献标识码：**A

## Analysis of genesis types and ore characteristics of bentonite deposits in Ningcheng area, Inner Mongolia

Haiyang Yu　Haijiao Wang　Linlin Li
Inner Mongolia Tenth Geological and Mineral Exploration and Development Co., Ltd.

**[Abstract]** Bentonite resources are abundant in Ningcheng area of Inner Mongolia. Through field exploration, this paper finds out that the genetic type of the Lower Cretaceous Yixian Formation ( K1y ) in the Mesozoic volcanic basin of Wujiazi-Reshuitang in this area is volcanic-sedimentary type. By collecting relevant test samples for analysis, it is determined that the natural type of bentonite in this area is clay-like bentonite ore, the industrial type is calcium-based bentonite, and the mineral composition of the ore is mainly montmorillonite. The chemical composition, physical and chemical properties and associated minerals of the ore were tested and analyzed.
**[Key words]** Bentonite ; tuoyi County Group; genetic types; ore characteristics; ningcheng area

## 引言

内蒙古宁城县膨润土资源丰富,具有分布集中、吸附性强、膨胀性好等特征,被地矿部门确定为巨型膨润土矿床,是全国优质膨润土原材料基地。因此为了使其得到合理开发利用,以下就内蒙古宁城地区膨润土矿床成因类型及矿石特征进行了探讨分析。

## 1 区域地质背景

按《中国矿产地质志·内蒙古卷》(2021)划分方案[1]研究区大地构造位置位于华北板块(Ⅳ),华北陆块(Ⅳ-3),华北陆块北缘隆起带(Ⅳ-3-3),燕山-辽西裂谷(Ⅳ-3-3-7)；区域地层区划,研究区中生代地层区划属东北地层大区(Ⅱ),辽吉黑地层区(Ⅱ$_2$),二加格达奇-赤峰地层分区(Ⅱ$_2^1$),峰地层小区(Ⅰ$_2^{1-2}$)；成矿区带属滨太平洋成矿域(叠加在古亚洲成矿域之上)(Ⅰ-4),华北成矿省(Ⅱ-14),华北陆块北缘东段Fe-Cu-Mo-Pb-Zn-Au-Ag-Mn-U-磷-煤-膨润土成矿带(Ⅲ-57),内蒙古隆起东段Fe-Cu-Mo-Pb-Zn-Au-Ag成矿亚带(Ⅲ-57-①)。

## 2 成矿地质条件

### 2.1岩石组合特征

矿体赋存于下白垩统义县组(K$_1$y)地层内,该组上部岩性以安山岩为主,中部以流纹质沉(角砾)凝灰岩为主,下部为流纹质晶屑玻屑凝灰岩、安山质凝灰熔岩、凝灰质砂岩、凝灰质含砾砂岩及凝灰质砾岩等,膨润土矿体主要位于安山岩之下。岩层总体走向北西,倾向北东,倾角2～8°,总体较为平缓。

### 2.2岩石学特征

典型岩石描述：

流纹质含角砾玻屑熔结凝灰岩(图3-1)：含角砾玻屑凝灰结构,假流纹构造,角砾、岩屑呈棱角状、次棱角状,粒度在0.3-2.8mm之间,成分为安山岩、流纹岩和珍珠岩等碎屑,含量12%。晶屑呈棱角状,粒度0.06-1.3mm,成分为斜长石、角闪石和少量黑云母碎屑,含量＜10%。玻屑、火山灰局部见塑性玻屑呈细丝纹状定向分布,显示不清晰的假流纹构造,火山灰为细小火山物质,部分脱玻化呈隐晶质,隐约可见因收缩形成的珍珠裂理,含量78%。

英安质沉凝灰岩(图3-2)：沉凝灰结构,层状构造,该岩石为

第 7 卷◆第 12 期◆版本 1.0◆2024 年
文章类型：论文|刊号（ISSN）：2630-4732 /（中图刊号）：561GL001

火山碎屑岩和正常沉积岩间的过渡类型岩石，以火山碎屑特征为主，在水介质的作用下，又具有某些沉积特征，呈灰白色，有一定的粘土化作用。岩屑棱角状或次棱角状，粒度0.5-2.2mm，由泥岩、板岩、凝灰岩和安山岩等碎屑组成，含量15%左右。晶屑棱角状，粒度0.1-1.2mm，由新鲜的斜长石和少量黑云母碎屑组成，含量＜5%。填隙物成分由玻屑、火山尘和泥质组成，玻屑呈弧面棱角状，火山尘为细小火山物质，火山尘和泥质多蚀变为细小鳞片状绢云母，含量80%。

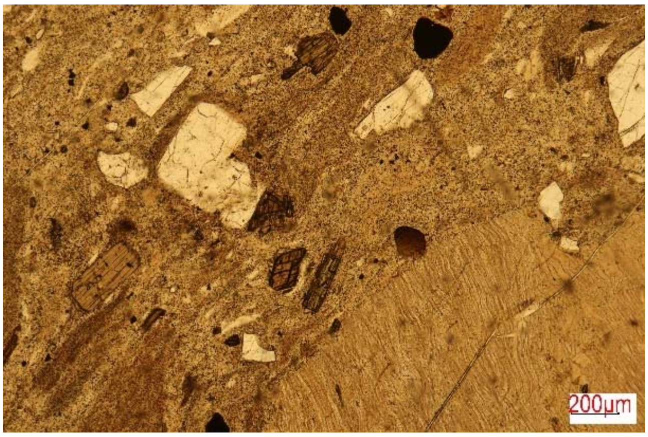


图3-1 流纹质含角砾玻屑熔结凝灰岩镜下特征


图3-2 英安质沉凝灰岩镜下特征

## 3 矿床成因

该区域矿床均产于五家子—热水汤中生代火山盆地中的义县组上部陆相中酸性火山碎屑岩类地层中，成矿母岩是火山碎屑沉积岩及火山碎屑岩。它们在太古界老基底所形成的盆地中沉积，被后期火山熔岩所覆盖，形成一个封闭的碱性水体环境，并有熔岩流的热液作用，使火山碎屑充分水解，蚀变为蒙脱石，形成较厚的膨润土矿层。该区在早白垩世经历了较强的岩浆活动，发育一系列北东向展布火山喷发中心(火山口)，区内形成大量的火山碎屑岩-火山碎屑沉积岩，经脱玻水解作用形成火山-沉积型膨润土矿床[2]。其成矿机理是：炽热的中酸性火山岩进入水体中，发生水解脱玻作用，硅、铝格架破坏，随着碱、碱土金属离子溶出后，水体中pH值增大，形成碱性环境，促使硅、铝与水中的镁结合形成蒙脱石。

## 4 矿石特征

4.1矿石类型

根据X射线衍射样品分析结果(表5-1)，膨润土矿按矿物组分划分为蒙脱石型，自然类型为黏土状膨润土矿。

表5-1 矿石X衍射分析结果表

| 样品名称 | X射线衍射物相分析(%) | | | | | | 检测依据 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 蒙脱石 | 伊利石 | 沸石 | 石英 | 方英石 | 长石 | |
| 膨润土 | 76.7 | 1.8 | 4.2 | 5.1 | 3.7 | 8.3 | JY/T 0587-2020 |

测试单位：国检测试控股集团北京科技有限公司；测试日期：2023年7月。

根据基本分析样测试结果，矿石阳离子交换总量39.98～69.87mmol/100g，平均值为55.12mmol/100g，$Ca^{+}$交换量29.07～54.90m mol/100g，平均值为43.72m mol/100g。根据划分标准计算可得矿体$Ca^{2+}$交换量占比为67.64～91.87%，矿体$Ca^{+}$离子交换量平均占比79.30 %，因此该区矿体为钙基膨润土。

4.2矿物组成与结构构造

矿石的矿物成分以蒙脱石为主[3]，膨润土矿石为灰白色，夹浅绿色和少量蓝色。主要矿物组成为蒙脱石，少量伊利石、方英石、长石和石英，绿泥石和沸石微量。有用矿物为蒙脱石和伊利石，粒度为微粒。

矿石结构：为变余凝灰结构、显微交代鳞片变晶结构；矿石构造：为松散土状、致密块状构造。

4.3化学成分

选取3件样品进行化学全分析测试，矿石主要化学成分平均含量为$SiO_2$：57.87％；$Al_2O_3$：14.99％；$Fe_2O_3$：2.55%；FeO：0.32%；$TiO_2$：0.46%；MnO：0.04%；CaO:2.77%；MgO：2.50%；$K_2O$：1.11%；$Na_2O$：0.68%；$P_2O_5$：0.05%。，分析结果具有较好的代表性(表5-2)。

表5-2 化学全分析结果表

| 样品编号 | 分析项目($10^{-2}$) | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | $SiO_2$ | $TiO_2$ | $Al_2O_3$ | $Na_2O$ | $K_2O$ | $P_2O_5$ | CaO | MgO | MnO | FeO | $Fe_2O_3$ | $H_2O^-$ | $H_2O^+$ | LOI |
| F1 | 56.18 | 0.49 | 14.51 | 0.84 | 0.96 | 0.049 | 2.71 | 3.16 | 0.035 | 0.41 | 3.01 | 12.94 | 16.86 | 56.18 |
| F2 | 57.88 | 0.46 | 15.86 | 0.68 | 1.07 | 0.020 | 2.89 | 2.29 | 0.032 | 0.22 | 2.38 | 12.27 | 15.24 | 57.88 |
| F3 | 59.56 | 0.42 | 14.60 | 0.52 | 1.30 | 0.067 | 2.72 | 2.04 | 0.043 | 0.32 | 2.26 | 12.91 | 15.38 | 59.56 |
| 均值 | 57.87 | 0.46 | 14.99 | 0.68 | 1.11 | 0.05 | 2.77 | 2.50 | 0.04 | 0.32 | 2.55 | 12.71 | 15.83 | 57.87 |

测试单位：内蒙古第十地质矿产勘查开发有限责任公司；测试日期：2023年7月。

4.4矿石物化性能

为了解矿石的基本物理性能，采集12件组合样，主要测定膨润土矿的胶质价、膨胀容、PH、次甲基蓝、膨胀指数、吸水率、$H_2O^-$(表5-3)。

第 7 卷◆第 12 期◆版本 1.0◆2024 年
文章类型：论文|刊号（ISSN）：2630-4732 /（中图刊号）：561GL001

表5-3　膨润土矿物理性能测试结果表

| 组合样号 | 分析项目 | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 胶质价(mL/15g) | 膨胀容(mL/g) | PH($10^{-2}$) | 次甲基蓝(g/100g) | 膨胀指数(mL /2g) | $H_2O^-$($10^{-2}$) | 吸水率($10^{-2}$) |
| ZH1 | 68.80 | 9.00 | 9.04 | 24.90 | 5.00 | 9.87 | 177.51 |
| ZH2 | 57.30 | 8.00 | 8.91 | 25.30 | 5.00 | 9.12 | 120.99 |
| ZH3 | 61.30 | 9.00 | 8.75 | 25.20 | 5.00 | 7.80 | 143.95 |
| ZH4 | 76.00 | 8.80 | 8.68 | 23.80 | 5.00 | 12.49 | 145.72 |
| ZH5 | 71.00 | 8.00 | 9.04 | 19.20 | 5.00 | 8.36 | 172.21 |
| ZH6 | 57.00 | 7.90 | 8.57 | 24.20 | 4.00 | 11.70 | 133.35 |
| ZH7 | 55.00 | 9.00 | 8.21 | 26.60 | 6.00 | 5.69 | 149.25 |
| ZH8 | 44.60 | 6.00 | 7.93 | 17.60 | 4.00 | 12.65 | 129.82 |
| ZH9 | 49.00 | 6.50 | 8.23 | 26.60 | 4.00 | 9.68 | 113.04 |
| ZH10 | 58.50 | 10.00 | 7.91 | 22.30 | 7.00 | 7.35 | 130.70 |
| ZH11 | 59.50 | 9.00 | 8.43 | 24.90 | 6.00 | 7.80 | 142.18 |
| ZH12 | 55.10 | 7.00 | 8.56 | 23.40 | 6.00 | 7.59 | 136.00 |

测试单位：内蒙古第十地质矿产勘查开发有限责任公司；测试日期：2023年7月。

4.5共生伴生矿产

根据定性半定量全分析样及化学全分析样的测试结果(表5-4),矿石有益组分均为微量,达不到综合利用指标,矿石中未见有害组分。

表5-4 定性半定量全分析样分析结果表

| 样品编号 | 分析结果($10^{-6}$) | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | As | Cd | Hg | $SO_3$ | P | U | V | Ni | Co | Cr | Cu | Pb | Zn | Cs | Sr | Ba | Mn |
| GP1 | 0.74 | 0.16 | 0.19 | 167 | 3113.1 | 1.84 | 38.4 | 2.89 | 4.41 | 18.21 | 6.54 | 19.07 | 64.82 | 2.26 | 190.82 | 203.22 | 397.83 |
| GP2 | 3.4 | 0.13 | 0.1 | 373 | 408.29 | 2.33 | 41.31 | 2.71 | 5.36 | 15.78 | 4.48 | 22.84 | 73.28 | 7.77 | 329.83 | 304.16 | 154.66 |
| GP3 | 2.04 | 0.55 | 0.028 | 176 | 1844.68 | 3.77 | 39.68 | 2.75 | 5.06 | 17.88 | 5.36 | 19.24 | 81.48 | 18 | 408.84 | 501.99 | 263.42 |

测试单位：内蒙古第十地质矿产勘查开发有限责任公司；测试日期：2023年7月。

## 5 结论

(1)该区域膨润土矿体产于义县组地层中,矿床成因类型为火山-沉积型膨润土矿床。

(2)通过光谱分析、化学全分析、基本分析和组合样品分析,该区矿石主要矿物组成为蒙脱石,工业类型为钙基膨润土；矿石有益组分均为微量,达不到综合利用指标,矿石中未见有害组分。

## [参考文献]

[1]张彤,李四娃,白立兵.中国矿产地质志·内蒙古卷[R].内蒙古自治区地质调查研究院,2021.

[2]袁慰顺.膨润土的成因类型与应用方向关系探讨[J].中国非金属矿工业导刊,2011,92(5):1-4.

[3]侯梅芳,马北雁,万洪富,等.我国各地膨润土的矿物学性质[J].岩矿测试,2002,21(3):190-194.

## 作者简介：

于海洋(1985--),男,汉族,内蒙古赤峰人,高级工程师,本科,主要从事地质矿产勘查、区域地质调查工作。