

# 大兴安岭中南段上石炭统本巴图组碎屑岩岩石学及岩石地球化学特征

于海洋 赵胜金 周颖帅 柳志辉 苏建国  
内蒙古第十地质矿产勘查开发有限责任公司  
DOI:10.12238/gmsm.v7i12.2106

**[摘要]** 研究区位于大兴安岭中南段巴雅尔吐胡硕地区,本巴图组主要为一套变质的深海沉积碎屑岩为主,局部夹少量火山岩组合,分别采集11件主量元素及稀土微量元素进行分析测试,对该组岩石学、岩石地球化学特征进行了研究。

**[关键词]** 碎屑岩; 本巴图组; 地球化学; 岩石学; 大兴安岭  
**中图分类号:** P59 **文献标识码:** A

## Rock petrology and geochemical characteristics of clastic rocks in the Bantu Formation of the Upper Carboniferous System in the central and southern Daxing'anling Mountains

Haiyang Yu Shengjin Zhao Yingshuai Zhou Zhihui Liu Jianguo Su

Inner Mongolia Tenth Geological and Mineral Exploration and Development Co., LTD.

**[Abstract]** The study area is located in the Bayaertuhushuo area in the central and southern section of the Great Xing'an Mountains. The Benbatu Formation is mainly a set of metamorphic deep-sea sedimentary clastic rocks, with a small amount of volcanic rock assemblages locally. Eleven major elements and rare earth trace elements were collected for analysis and testing, and the petrological and geochemical characteristics of the group were studied.

**[Key words]** Clastic rock; bembatu group; geochemistry; petrology; greater Khingan Mountains

### 引言

碎屑沉积岩是地球发展演化的产物,由于机械破碎的母岩经过搬运、沉积、压实、胶结最后形成的,是地球物质循环的重要组成部分,记录着与当时沉积环境、地壳发展演化密切相关的信息,因此,对其进行岩石地球化学的研究有助于分析其沉积环境、物质来源、地质构造背景等。

### 1 区域地质背景

按《中国矿产地质志·内蒙古卷》划分方案<sup>[1]</sup>研究区大地构造位置位于古生代对接带(II),索伦山-西拉木伦古生代结合带(II-1),林西-大石寨晚古生代弧间盆地(II-1-6)和林西晚二叠世残余盆地(II-1-7);古生代地层区划属恩格尔乌苏-西拉木伦地层大区(III),西拉木伦地层区(III2)。

### 2 地层沿革

本巴图组由丁蕴杰(1960)创名,地点在苏尼特左旗赛汗高毕苏木以北20km处,原始定义:以砂岩为主夹灰岩及火山岩,含腕足、珊瑚化石,为中石炭统,上、下限均与上石炭统阿木山组呈断层接触,厚约1376m。《内蒙古自治区岩石地层》<sup>[2]</sup>定义:指

锡林浩特-磐石地层分区晚石炭世的海相碎屑岩系。夹灰岩透镜体和火山碎屑岩,顶底出露不全。依据岩石组合特征及区域地层对比并结合本次工作测试的同位素定年资料,将测区中部和北部出露的深灰色、灰绿色、灰黑色板岩、变质粉砂岩、变质细砂岩、安山岩夹硅质板岩、凝灰质板岩等,局部夹灰岩透镜体划分为上石炭统本巴图组。

### 3 岩石学特征的分析

#### 3.1 岩石组合特征及地层层序

研究区本巴图组岩性组合为一套深灰色、灰色、灰黑色凝灰质细砂岩、凝灰质粉砂岩夹硅质板岩、变质泥质粉砂岩、粉砂质板岩及安山质凝灰岩等。该组地层由PM13剖面(内蒙古自治区扎鲁特旗哈达营子幅恩起克东本巴图组实测剖面)控制(图1),剖面描述如下。

上覆:上侏罗统满克头鄂博组(3m)

-----断层接触-----

本巴图组(C<sub>2</sub>b) >2100.2m

28. 变质细粒岩屑砂岩 >251.65m

27. 碎裂状变质凝灰质细粒岩屑砂岩	>31.82m
26. 粉砂质板岩	46.6m
25. 碎裂状变质凝灰质细粒岩屑砂岩	88.41m
24. 变质粉砂岩	25.19m
23. 变质沉火山质凝灰岩	26.32m
22. 变质安山质凝灰岩, 同位素加权平均年龄为301.6Ma±0.95Ma (MSWD=4.0)	78.52m
21. 变质粉砂岩	19.65m
20. 变质沉火山质凝灰岩	100.67m
19. 凝灰质细砂岩	23.01m
18. 凝灰质砂岩	12.36m
17. 变质粘土质细砂粉砂岩	16.58m
16. 碎裂状安山质凝灰岩	18.15m
15. 变质凝灰质细砂粉砂岩	107.26m
14. 变质沉火山质凝灰岩	133.52m
13. 凝灰质粉砂岩	70.15m
12. 凝灰质细砂岩	32.62m
11. 变质安山质凝灰岩熔岩	71.68m
10. 变质凝灰质粘土粉砂岩	229.0m
9. 碎裂状变质凝灰质粘土粉砂岩	>79.1m
8. 碎裂状变质粘土质粉砂岩	145.85m
7. 凝灰质细砂岩	33.51m
6. 蚀变碎裂状流纹质凝灰岩	24.83m
5. 变质流纹质凝灰岩	268.66m
4. 碎裂状砾岩	24.39m
3. 凝灰质细砂岩	61.22m
2. 蚀变碎裂状粘土质硅质岩	29.08m
1. 凝灰质细砂岩	50.4m

-----未见底-----

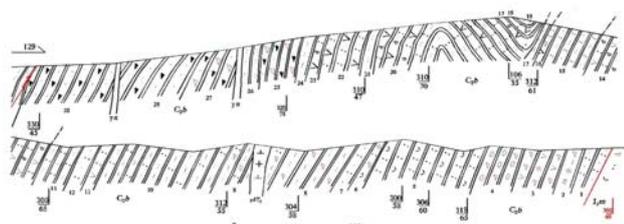


图1 本巴图组实测剖面图

### 3.2 岩石学特征

本巴图组沉积岩为陆源为主碎屑岩, 包括凝灰质细砂岩、凝灰质粉砂岩、硅质板岩、变质泥质粉砂岩、粉砂质板岩等。火山岩主要为安山质凝灰岩、安山质凝灰岩熔岩及流纹质凝灰岩等。

#### 典型岩石描述:

变质中细粒岩屑砂岩(图2a): 变余中细粒砂状结构, 似变余层理构造。岩石主要由砂级碎屑、填隙物组成。砂级碎屑为长石(5-10%)、石英(1-5%)、岩屑(85-90%)。长石主为斜长石, 大小一般0.05-0.1mm, 部分0.1-0.25mm, 少0.25-0.3mm, 定向分布。

石英主为单晶石英, 大小一般0.05-0.1mm, 部分0.1-0.2mm, 少0.25-0.3mm, 星散状、定向分布。岩屑变为长英质集合体、透辉石长英质集合体及透辉石集合体, 呈假象产出, 界限多模糊不清或消失, 大小一般0.05-0.25mm(细), 部分0.25-0.5mm(中), 少部分0.5-2mm(粗), 定向分布。砾级碎屑(1-5%)为变质细粒岩屑砂岩, 透镜状, 大小一般2-8mm, 星散状分布。填隙物(5%)为钙硅质胶结物。副矿物: 磁铁矿、锆石、磷灰石。次生矿物: 绢云母、绿帘石、钾长石(脉)、不透明矿物。

变质粘土质粉砂岩(图2b): 变余泥质粉砂状结构, 似变余层理构造。岩石主要由砂级碎屑、粘土质、炭质组成。砂级碎屑为长石、石英、岩屑, 大小一般0.01-0.03mm, 部分0.03-0.05mm(粉), 棱角状, 少0.05-0.1mm(细), 棱角一次棱状为主, 少次圆状。岩屑为硅质岩、粘土质硅质岩、粉砂岩、粘土质粉砂岩、粘土岩等。直径一般0.01-0.02mm, 部分0.02-0.03mm, 少0.03-0.05mm, 定向分布。粉砂级碎屑75%±, 细砂级碎屑1-3%, 粘土质20-25%(变为绢云母等)。副矿物: 磁铁矿、锆石、磷灰石。次生矿物: 钠长石(脉)、石英(脉)、黑云母(脉)、不透明矿物(脉为主)。

碎裂变质凝灰质细粒岩屑砂岩(图2c): 变余凝灰质细粒砂状结构, 块状构造。岩石主要由砂级碎屑、凝灰物(20-25%)、填隙物(5%±)组成。砂级碎屑为长石(1-2%)、石英(少量)、岩屑(70-75%), 次圆状为主, 少次棱状。大小一般0.1-0.25mm, 少0.05-0.1mm(细), 少0.25-0.5mm(中), 定向分布。副矿物: 磁铁矿、磷灰石。次生矿物: 透闪石(脉)钠长石(脉)、不透明矿物(脉为主)。

变质安山质沉凝灰岩(图2d): 变余沉凝灰结构, 块状构造, 岩石主要由火山角砾(少量)、凝灰物、正常沉积物(10-15%)、变质矿物(22-28%)组成。火山角砾为安山岩岩屑, 棱角状, 大小一般2-3mm, 星散状、定向分布。凝灰物为晶屑(10-15%)、岩屑(55%±), 棱角状, 大小一般0.1-1mm, 少1-2mm, 定向分布。晶屑为斜长石、辉石。辉石已变为阳起石、黑云母, 呈假象产出。局部被绿泥石交代; 正常沉积物为长石、岩屑, 次圆状为主, 少次棱状。大小一般0.25-0.5mm(中), 部分0.5-2mm(粗), 少0.1-0.25mm(细), 星散状、定向分布。主副矿物: 磁铁矿、磷灰石。次生矿物: 绢云母、绿泥石、阳起石(脉)、黑云母(脉)、钠长石(脉)、不透明矿物(少脉)。

## 4 岩石地球化学特征分析

### 4.1 测试方法

样品主量元素分析在内蒙古第十地质矿产勘查开发有限责任公司完成, 分析使用GGX-610原子吸收分光光度计、T6新悦可见光分光光度计及SRJX8-13箱式电阻炉, 各项相对偏差及相对偏差允许限符合《地质矿产实验室测试质量管理规范》。微量和稀土元素分析测试在华北有色地质勘查局燕郊中心实验室完成, 采用Thermo ICP-6000电感耦合等离子体光谱仪(ICP-AES)完成, 微量、稀土元素分析结果在检出限3倍以内时相对标准偏差小于等于40%, 在检出限3倍以上时相对标准偏差小于等于25%。

## 4.2 测试结果

## 4.2.1 主量元素

本巴图组碎屑岩主量元素 $\text{SiO}_2$ 含量主体介于60.86~65.96%, 个别灰岩 $\text{SiO}_2$ 含量较低, 平均值:54.59%, 说明岩石中具有较高含量的石英或富含 $\text{SiO}_2$ 的矿物;  $\text{Al}_2\text{O}_3$ 含量平均值:13.51%, 其较高含量与岩石中长石、云母、粘土矿物等富铝矿物有关;  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ 含量均值:2.62%;  $\text{FeO}$ 含量平均值:2.13%;  $\text{MgO}$ 含量平均值:1.84%;  $\text{Na}_2\text{O}$ 含量平均值:1.75%;  $\text{K}_2\text{O}$ 含量平均值:2.55%;  $\text{CaO}$ 含量平均值:11.27%;  $\text{TiO}_2$ 含量平均值:0.67%;  $\text{MnO}$ 含量平均值:0.1%;  $\text{P}_2\text{O}_5$ 含量平均值:0.18%。

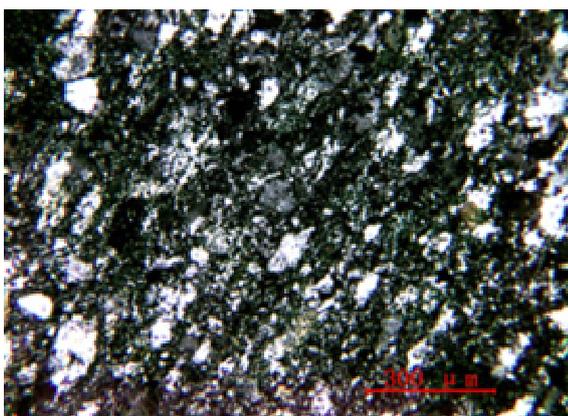


图2a 变质中细粒岩屑砂岩镜下特征



图2b 变质粘土质粉砂岩镜下特征

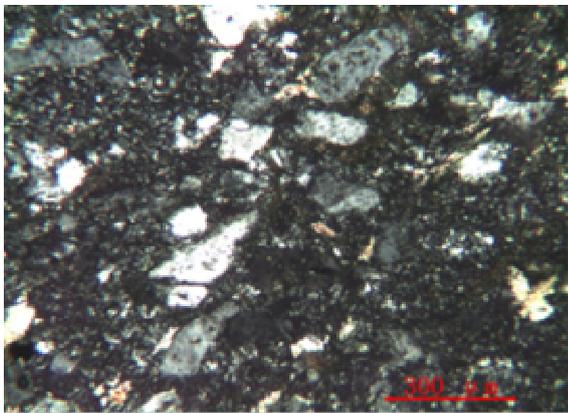


图2c 碎裂变质凝灰质细粒岩屑砂岩镜下特征

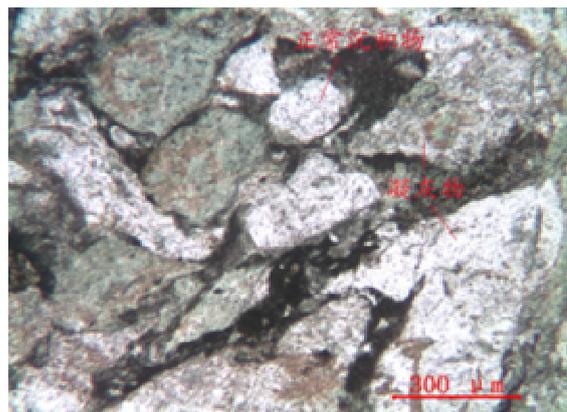


图2d 变质安山质沉积灰岩镜下特征

## 4.2.2 稀土元素

本巴图组碎屑岩稀土含量总量( $\Sigma\text{REE}$ )为39.17~555.78, 总量变化较大, 轻稀土(LREE)含量为29.48~480.37, 重稀土(HREE)含量为3.91~37.81, LR/HR比值为6.40~8.56, 仅有一个样品值略大, 为12.70,  $(\text{La}/\text{Yb})_N$ 比值为58.85~24.53,  $(\text{Ce}/\text{Yb})_N$ 为4.57~9.33, 个别值略大, 为21.84,  $(\text{La}/\text{Sm})_N$ 为2.43~3.60,  $(\text{Gd}/\text{Yb})_N$ 为1.18~5.53, 稀土配分曲线整体为右倾斜(图3a), 表明为轻稀土富集型, 重稀土元素相对平坦,  $\delta\text{Eu}=(0.57\sim1.02) < 1$ 为主,  $\delta\text{Ce}$ 异常较弱, 与典型的后太古代澳大利亚页岩(PAAS)和上地壳配分模式图相似<sup>[3]</sup>, 表明碎屑沉积岩成分来源于上地壳源区的岩石。

## 4.2.3 微量元素

本巴图组碎屑岩微量元素的蛛网图型式基本一致, 反映岩石的母岩浆应该具有同源性。微量元素Pb、P、Ti呈明显亏损状态, Rb、K等呈现弱亏损状态, La、Ba、Nd、Zr、Sm等呈富集趋势(图3b)。Ba的原始地幔标准化曲线出现浮动, 可能是由于含钡矿物的化学及物理的稳定性都比较差, 部分样品受风化而造成的。总体上, 岩石的微量元素蛛网图曲线与典型的后太古代澳大利亚页岩(PAAS)和上地壳配分模式图相似<sup>[4]</sup>, 反映其物源具有相似性。

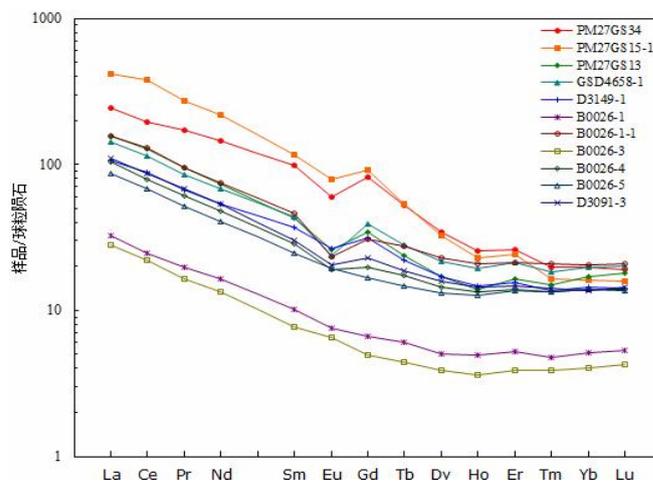


图3 a稀土元素标准化配分图

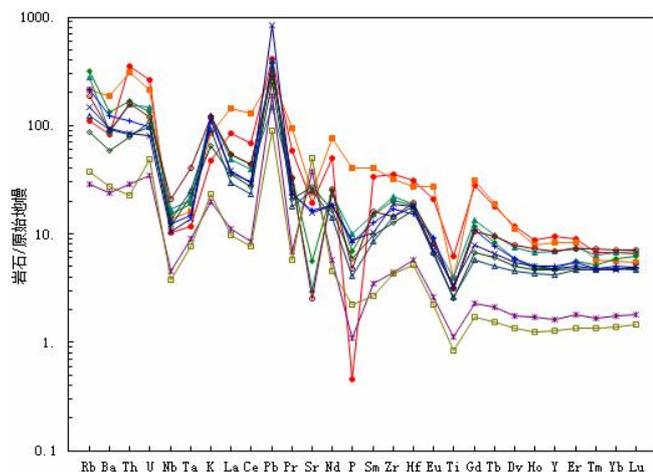


图3b微量元素原始地幔标准化蛛网图

## 5 结语

(1) 本巴图组岩性组合为一套深灰色、灰色、灰黑色凝灰质细砂岩、凝灰质粉砂岩夹硅质板岩、变质泥质粉砂岩、粉砂质板岩等,局部夹安山质沉凝灰岩、安山质凝灰岩、安山质凝灰熔岩及流纹质凝灰岩等。

(2) 本巴图组碎屑沉积岩主量元素具高硅富铝特征;稀土及微量元素与典型的后太古代澳大利亚页岩(PAAS)和上地壳配分

模式图相似,反映其物源具有相似性,表明碎屑沉积岩成分来源于上地壳源区的岩石。

注:本文为中国地质调查局项目(编号:DD20160048-15)、内蒙古自治区自然科学基金项目(编号:2024MS04004)、内蒙古自治区“草原英才”工程专项资金(编号:YXGCS012011)资助的成果。

## [参考文献]

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

[2]内蒙古自治区地质矿产局.内蒙古自治区岩石地层[M].北京:中国地质大学出版社1996.

[3]Taylor S R,McLennan S M.The Continental Crust: Its Composition and Evolution[M].Oxford: Blackwell,1985.

[4]刘英俊,曹励明,李兆麟,等.元素地球化学[M].北京:科学出版社,1984:366-372.

## 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。