

内蒙古白乃庙地区中晚志留世复理石

胡 晓 牛树银 张英涛

(河北地质学院)

提要 华北陆台北缘的白乃庙地区,发现了中晚志留世复理石,不整合于奥陶—早志留世白乃庙群之上;其上被晚志留世末期的海相磨拉石沉积不整合覆盖;具有较完整的韵律结构和多种类型复理石印模的层面构造,为典型的浊流沉积产物。

近年来的地质工作证实,白乃庙地区是早古生代中亚—蒙古古海洋板块的南侧,在由北往南向华北陆台俯冲过程中,由温都尔庙俯冲带消减重熔而形成的火山岛弧区^[1,2]。笔者在对温都尔庙俯冲海沟进行研究之后,1984年又在白乃庙岛弧及其以南的弧后盆地地区进行地质调查,除对白乃庙铜金矿区的褶皱构造格局、变形—变质序列以及奥陶—志留纪白乃庙群的岩石特征、地层层序等积累资料、重新认识外,并在白乃庙岛弧的南侧首次发现了中晚志留世的典型复理石,其上被晚志留世海相磨拉石沉积不整合覆盖。无疑,详细研讨本区复理石的沉积特征、接触关系及其分布情况,对确认华北陆台北侧加里东优地槽的存在及大地构造发展历史,将提供有益的地质证据(图1)。

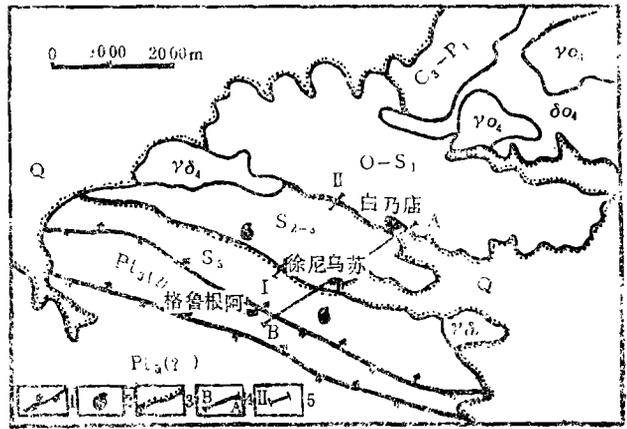


图1 白乃庙地区地质略图(据 K-49-X VII 幅地质图修改)

Fig.1. Geological sketch map of the Bainaimiao area.

Q 第四系; C₃-P₁ 砂页岩及灰岩; S₂₋₃ 那清组磨拉石沉积; S₂₋₃ 徐尼乌苏组复理石; O-S₁ 白乃庙群; Pt₃? 白云鄂博群(?); γδ, 晚华力西期斜长花岗岩; δδ, 晚华力西期石英闪长岩; γδ, 晚华力西期花岗岩闪长岩; 1. 逆断层; 2. 化石产地; 3. 角度不整合; 4. 主干剖面线; 5. 地层接触关系剖面位置。

一、白乃庙地区的地层剖面

白乃庙地区所发育的地层、岩性特征及其所反映的沉积背景综合于表1中。

就以下几个问题作进一步的阐述。

1. 奥陶—志留纪白乃庙群是区内广泛发育的、也是赋存“白乃庙型”铜矿的含矿岩层。以往对白乃庙群层位划分的争议很多。笔者依据矿区主体褶皱轮廓及总的岩性组合特征,分成两个岩性段:

表 1 白乃庙地区地层岩性及其他对比表
Table 1 Correlation of Stratigraphy/Lithology and Others
in the Bainaimiao Area

地质时代	地层名称	岩性描述	时代依据	厚度 (m)	沉积相与建造	构造演化阶段	大地构造背景
C ₂ -P ₁		砂页岩及生物灰岩	<i>Schwagerina</i> sp. <i>Parafusulina</i> sp.	>500	浅海相	稳定陆表海阶段	大陆边缘区
S ₃	那清组	以厚层及块状砾岩和复矿质含砾中粗粒砂岩为主, 夹硬砂岩和灰岩透镜体	<i>Mesofavosites</i> sp. <i>Holysites</i> sp.	575	海相磨拉石	褶皱期后阶段	山间拗陷
S ₂₋₃	徐尼乌苏组	中细粒砂岩及粉砂岩构成的复理石层	<i>Catenipora</i> sp. <i>Favosites</i> sp.	350	砂—粉砂质(典型)复理石	地槽晚期(冒地槽)阶段	弧后盆地
		以含砾粗砂岩、复矿质粗粒硬砂岩和中细粒砂岩为主, 并与粉砂质—泥质岩和灰岩构成较大的韵律层		755	粗复理石		
O—S ₁	白乃庙群	流纹—英安质晶屑凝灰岩, 夹泥砂质岩石	427.5 Ma (Rb-Sr 等时年龄) 434 Ma (K-Ar 法, 角闪石) 458 Ma (K-Ar 法, 角闪石) 581 Ma (K-Ar 法, 角闪石)	200	中酸性火山岩	地槽早期(优地槽)阶段	火山岛弧
		以安山质凝灰岩、凝灰质细粉砂岩为主, 局部夹安山玄武岩、火山角砾凝灰岩和泥灰岩等		610	中基性火山岩		

注: 据内蒙古区测队, 1975, 内蒙103地质队、武汉地院、内蒙物探队, 1983, 资料编制。

下岩性段以安山质凝灰岩、凝灰质粉砂岩为主, 其中、下部夹有安山玄武岩和火山角砾凝灰岩, 上部见有较多的泥砂质岩石和薄层或透镜状泥灰岩;

上岩性段为浅色的流纹—英安质晶屑凝灰岩、凝灰质粉砂岩及砂岩层。

整个白乃庙群系一套标准的安山质岛弧火山岩及火山碎屑沉积岩系。

2. 中晚志留世复理石沉积, 前人均划归白乃庙群的上部岩性段。但两者在沉积建造、岩性特征、含矿性和变形—变质序列等方面迥然不同, 这是一套具有特殊组分、结构和层面特征的岩石韵律组合, 上下的接触关系清楚, 地层时代明确, 又具特定的沉积环境指向性和大地构造意义, 应单独划出, 另建徐尼乌苏组。在华北陆台北侧早古生代地层中注意寻找这套地层, 将对发现“白乃庙型”铜矿及区域大地构造的阐述具有重要的意义。

3. 在以往所称的“白乃庙群”地层中确认了两个角度不整合(图2): 一个是奥陶—早志留世白乃庙群岛火山碎屑岩系与徐尼乌苏组(S₂₋₃)复理石沉积之间的微角度不整合, 属于温都尔庙俯冲消亡, 引起白乃庙火山岛弧形成的“热力驱动造山运动”的结果(E. W. 斯宾赛, 1981; J. F. Dewey 和 J. M. Bird, 1970), 常常呈现局部性的低角度不整合或者平行不整合; 另一个是徐尼乌苏组复理石沉积与晚志留世(晚期)那清组磨拉

石建造之间的显著角度不整合，这是华北陆台北侧在早古生代地史发展过程中，由洋壳转化为陆壳，即陆壳增生旋回完成幕的产物，或者说，是内蒙古古生代地槽南缘的加里东地槽褶皱旋回的产物，因此这个不整合具有普遍广泛性。

4. 整个剖面显示了内蒙古加里东优地槽转化为褶皱带的过程：下部白乃庙群为中基性和中酸性（以安山质岩石为主）的火山岩和火山碎屑沉积岩建造；中部徐尼乌苏组为火山质复理石沉积；其上被那清组磨拉石沉积不整合覆盖。清楚地反映出本区加里东优地槽由早期的沉降为主、强烈的火山活动和构造作用，发展到隆起抬升、强烈褶皱，快速侵蚀堆积复矿质砂砾岩，最后逐渐趋向稳定的过程。这一过程，与同属天山—兴安地槽褶皱区的西准噶尔加里东地槽的演化序列极为相似⁽⁶⁾。

另外，上述几套地层，从下到上，由北往南，即从白乃庙岛弧向弧后盆地依次平行展布。

二、复理石的相型特征

中晚志留世徐尼乌苏组按其组成的岩石成分、结构和层面特征，可分为下部粗复理石和上部砂—粉砂质（典型）复理石两种类型。

（一）粗复理石的组成成分主要是含砾粗砂岩、中—细粒砂岩，由复杂矿物和岩屑组成，以陆源碎屑和安山质火山碎屑成分为主，中上部出现细砂—粉砂岩和泥灰岩薄层及（或）透镜体。复矿质的含砾粗砂质复理石、中细粒砂质复理石和粉砂—砂泥质复理石分别在剖面上重复且有规律地出现，各自构成大的韵律层，并与其上的泥灰岩薄层或透镜体一起组成更大一级的复理式沉积旋回（图2），旋回与旋回之间的界线明显，呈现突变关系，即前一旋回结束于薄层或透镜状泥灰岩，而后一旋回则由含砾复矿质粗砂岩或中细粒砂岩开始；在旋回内部，由一种类型的复理石向另一种类型的复理石转化则为渐变过渡关系：由下而上，砂质逐渐减少，而钙质成分增多，碎屑颗粒由粗变细，岩屑成分从多到少，岩石碎屑的磨圆度也变好，斜层理、象印形模和韵律性在含砾粗砂质复理石和中粗粒砂质复理石中发育较差，而在旋回中上部的细砂和粉砂—泥质复理石中较为发育。粗复理石层厚常大于3~5m，分层厚度一般在1~1.5m以上。

必须强调指出，徐尼乌苏组下部的粗复理石建造，每个完整的沉积旋回是含砾粗砂质复理石在下部，往上依次是中细粒砂质复理石和粉砂—泥质复理石，但往往出现某一种、甚至两种类型的复理石不甚发育，或者两种类型的复理石相互交替不易区分，无论是哪种情况，在沉积旋回的顶部无例外地出现薄层或透镜状的泥灰岩层，在实际工作中，我们以此作为划分沉积旋回层的标志。同时，薄层或透镜状泥灰岩与所夹的砂泥质岩石组成的“层系”，越往粗复理石建造的上部有变复杂的趋势；下部的旋回层中的泥灰岩成层性好，很少夹泥砂岩，往上夹的砂泥质岩石增多，本身具复理石特征，而且两者有规律的交替，构成次一级的旋回，在透镜状灰岩中含有珊瑚化石。有人将这种复理石旋回层的规律性重复称之为旋律，反映浊流沉积的长周期规则变化；薄层灰岩为非浊流期沉积产物，即浊流间歇期的沉积物，标志地壳相对稳定的时期。⁽⁵⁾

综上所述，不同类型的复理石大韵律层和复理石沉积旋回显示了弧后盆地近岛弧（褶

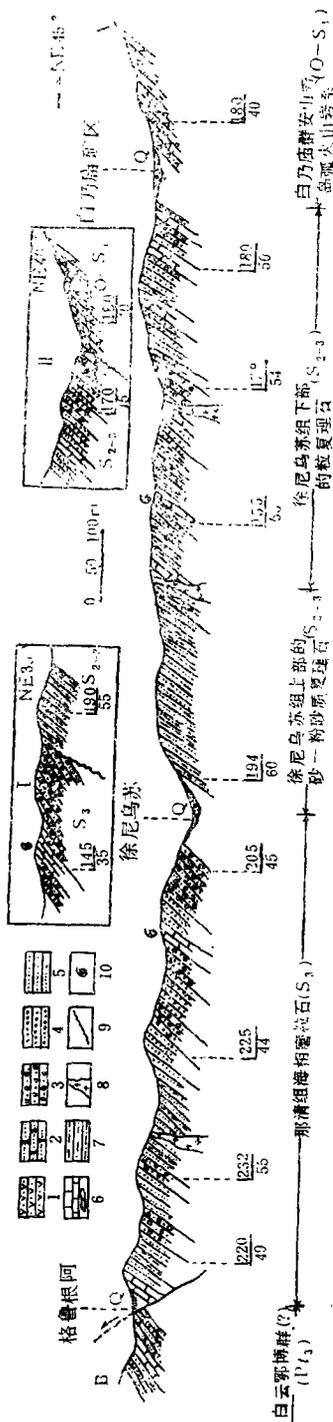


图 2 白乃庙矿区—徐尼乌苏—格鲁根阿早古生代地层—构造剖面图
 in the Bainaimiao ore district-Xuni Ussu-Gelugena.

1. 流纹-英安质凝灰岩, 2. 石英岩; 3. 砾岩; 4. 含砾粗砂岩; 5. 中-细粒砂岩; 6. 薄层或透镜状泥灰岩;
7. 粉砂岩; 8. 花岗岩类脉岩; 9. 角度不整合; 10. 珊瑚化石。

(I剖面位于AB剖面徐尼乌苏以西约1km处; II剖面位于白乃庙北西约1.5km处)

皱山系) 一侧大规模的反复升降和剥蚀沉积的过程。

(二) 徐尼乌苏组上部的典型(细砂—粉砂质) 复理石由细砂岩、粉砂岩和粉砂质泥岩组成的韵律层, 每个韵律层自下而上有三个单层组成(图 3):

I、砂质单元。由含砾中—细粒砂岩组成, 总的来说, 碎屑颗粒下粗上细, 岩石和矿物碎屑的分选程度低, 磨圆度较差, 以钙泥质胶结为主。本单元还可细分为上、下两部分:

I_a (下部分层) 为含砾中—细粒砂岩, 砾石直径 2~5mm 大小, 成杂乱状或略成叠瓦式排列, 但并不具有递变层的特征, 即没有粒序的规律性, 底面常发育多种类型的复理石印模, 与下伏粉砂泥岩的界线为清晰的突变关系, 呈不规则的侵蚀冲刷接触。

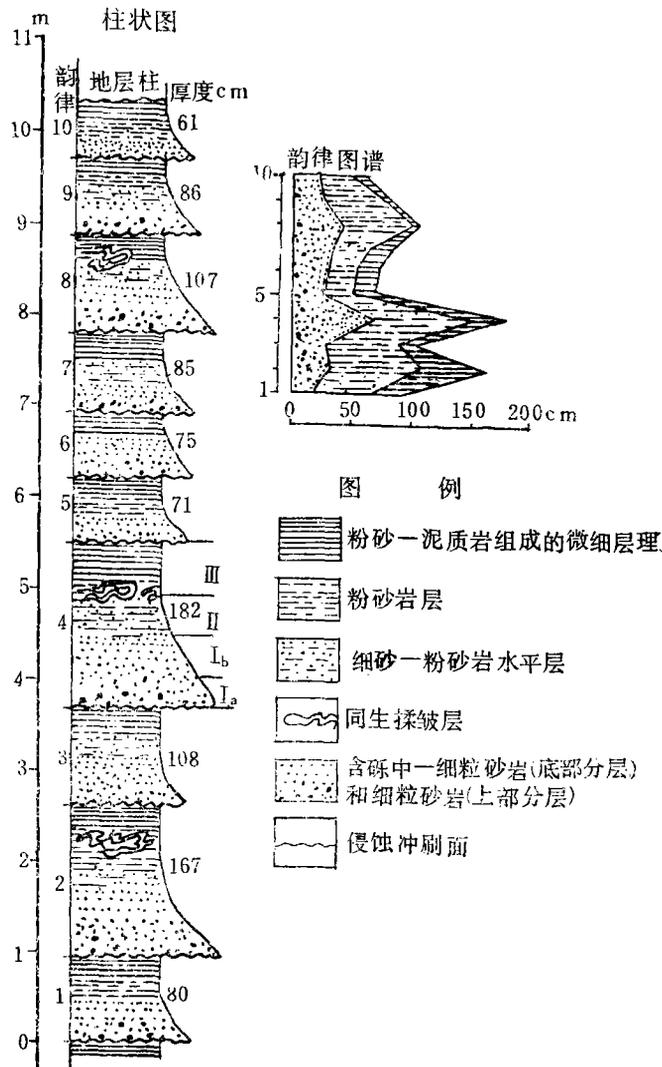


图 3 徐尼乌苏组砂—粉砂质复理石柱状图和韵律图

Fig. 3. Columnar section and rhythmic diagram of the sandy-silty flysch in the Xuni Usu Formation.

I_b (上部分层) 主要为钙质胶结的细砂岩, 具明显的粒序递变性质, 是砂质单元的主要部分。

II、细一粉砂质单元。具有较好的微细水平层理构造。

III、粉砂—泥质单元。没有发现斜层理, 而同生的揉皱层理发育完好, 有些地段则直接发育暗灰色的平行纹理层。

上述复理石韵律结构大致相当于鲍马 (A. Bouma, 1962) 层序的 A、B、C (D) 层。由于受到后期变形变质作用的影响, 以上各层均有不同程度的硅化和黄铁矿、红柱石矿物的生成。经 10 个复理石韵律的连续露头观测, 共厚 1042cm, I、II、III 单元每个单层的平均厚度分别为 35.6cm、44.2cm 和 24.4cm。每个复理石层以细砂岩和粉砂岩为主, 据图 3 中第 4 个复理石韵律层的系统切制薄片和粒度统计结果, 细砂粒度的颗粒占 28.34%, 粉砂级的占 54.14%。

徐尼乌苏组上部的细砂—粉砂质复理石的层面构造也很典型, 是确认和鉴别复理石的重要标志。本区所见, 主要为流向冲刷印模, 也有挤压滑动印模存在, 但始终未发现斜层理。

1. 条带状冲刷沟模, 互相平行, 沟深 3~5mm, 两头细且浅, 野外实测其延伸方向稳定, 在 140°~150° 之间, 反映了浊流运动方向, 与区内加里东褶皱山链 (岛弧) 和海沟的延展方向大致相同。

2. 长条形冲刷槽模, 大致平行, 一端呈圆锥形收敛, 并且有舌形印模的特征。

3. 舌形冲刷印模, 具有较宽缓的圆滑弧形转折, 弧形凸出指向水流方向, 与上述冲刷沟 (槽) 模的测量统计结果一致。

4. 鳞片状冲刷印模, 由一系列舌形冲刷印模相间排列而成。

5. “平卧褶皱”式挤压滑动印模: 一般长 15~20cm, 厚 3~5cm, 平躺在层面上, 高出 1~3cm, 狭长的转折部略具弧形弯曲。

为了确切地鉴别徐尼乌苏组上部的砂—粉砂质韵律沉积的相型特征、建造类型和沉积环境, 在上述野外宏观观测的基础上, 我们还选择了其中的一个韵律层 (图 3 中的第 4 韵律层) (系统采集定向标本, 进行了室内薄片粒度分析, 根据最粗粒径与中值关系图解 (C—M 图, R. Passega, 1957, 1964) 和萨哈 (Sahu, 1964) 参数法, 都证实这套沉积是典型的浊流相沉积。

C—M 图法被认为是鉴别复理式建造效果最好的方法。同一复理石韵律层中 16 个样品的测算统计和投影结果, 在 C—M 图上, 碎屑粒度的分布, C 值随 M 值变化, 即具有 $C = M$ 的线性分布特征, 这是浊流沉积的重要特点之一。

根据萨哈提出的判别沉积环境的粒度参数计算的经验公式, 对 16 个样品都作了计算, 沉积环境判别系数 (Y) 都在 9.8433 以下, 再次证明中晚志留世徐尼乌苏组为一套浊流沉积复理石。

三、大地构造意义

1. 内蒙古白乃庙地区中晚志留世徐尼乌苏组复理石的发现不仅确切地证实了华北陆

台北侧、内蒙华力西地槽南缘存在早古生代优地槽；而且，晚志留世（晚期）那清组磨拉石沉积的不整合覆盖，说明本区加里东构造旋回的时间上限为中志留世末期或晚志留世初期。

2. 从板块观点来看，与俯冲作用有成因联系的复理石，尤其是与安山质火山活动有关的复理石沉积，可以形成于岛弧两侧，但以弧后盆地最为发育（许靖华，1980；I.F. Dewey, J.M. Bird, 1970），徐尼乌苏组复理石的确认又一次证实了这种看法。但从复理石沉积厚度不大的事实，又说明本区弧后盆地并没有长期处于拉张应力状态。

3. 徐尼乌苏组复理石及其与那清组磨拉石沉积的不整合关系，标志着内蒙古早古生代板块构造的演化，已从发育在洋壳上的优地槽阶段转化为较稳定的地质发展阶段。即加里东期板块构造演化的最后一幕、俯冲带蛇绿岩和蓝闪片岩的高侵位业已完成。

4. 徐尼乌苏组下部的粗复理石，分布在白乃庙岛弧山链的近（南）侧，强烈的侵蚀作用，导致大量的安山质火山粗碎屑堆积和发育较差的韵律层，以大的旋回层为特征；往南的弧后盆地区，陆源物质增加，并以砂—粉砂质复理石为主，韵律结构和相型特征发育。岛弧的延展方向与弧后盆地中沉积的复理石分带性相一致，呈南东东—北西西向。

野外工作期间，多得内蒙古103地质队的大力支持，许传诗老师和康全中同志给予很好的协作；在资料整理过程中，李不惑和李洪老师在沉积岩石学方面热情指导；成文后，承蒙地质科学院任纪舜、姜春发同志审阅文稿，在此表示谢意。

主要参考文献

- 〔1〕 王东方，1983，内蒙古白乃庙古生代岛弧岩系的地球化学及同位素年龄测定。中国北方板块构造文集，第一集。中国地质科学院沈阳地质矿产研究所。
- 〔2〕 苏养正、唐克东等，1983，内蒙古白云鄂博东北上志留统西别河组新资料。同上。
- 〔3〕 孟祥化，1979，沉积建造及其共生矿床分析。地质出版社。第156—174页。
- 〔4〕 关尹文、丘元禧、顾宝荣，1959，浙西、皖南上奥陶系复理石建造的发现。地质学报，第39卷，第2期。
- 〔5〕 姜春发、朱志直、孔凡宗，1979，留凤关复理石。地质学报，第53卷，第3期。
- 〔6〕 黄汲清教授指导，任纪舜、姜春发、张正坤、秦德余执笔，1980，中国大地构造及其演化。科学出版社。第40~42页。
- 〔7〕 祁思敬、胡晓等，1981，内蒙古板块运动的证据及与地槽演化的关系。第二届全国构造地质学术会议论文选集，第一卷，大地构造与前寒武纪构造。地质出版社。

THE MIDDLE-LATE SILURIAN FLYSCH IN THE BAINAIMIAO AREA, NEI MONGGOL

Hu Xiao, Niu Shuyin and Zhang Yingtao

Abstract

The Middle-Late Silurian flysch was for the first time discovered in the Bainaimiao area on the northern margin of the North China continental platform. It is composed of coarse flysch in the lower part and sandy-silty flysch in the upper part. This flysch formation overlies unconformably the andesitic island-arc pyroclastic-sedimentary rocks of Ordovician-Early Silurian age, and is covered unconformably by marine molasse sediments of terminal Late Silurian age. This not only proves the presence of an early Paleozoic eugeosyncline on the southern side of the Nei Monggol Variscan geosyncline, but also confirms that the preceding Monggol Caledonian cycle ended in the period from the terminal Middle Silurian to/or initial Late Silurian.

The flysch in the Bainaimiao area exhibits a rather complete rhythmical texture and a bedding structure with a great variety of flysch casts. Both the systematic granulometric statistics of the flysch rhythmical layers and the C-M chart (R. Passega, 1964) and parameter calculations based on Sahu (Sahu, 1964) prove that this sequence of strata is typical turbidity current sediments.

(上接第 348 页)

with other structural systems are discussed. Then from the generation, development and evolution of the stress field of various structural systems, the author demonstrates the inheritance of the latitudinal and longitudinal structural systems, the shifts of the orientation of the Cathaysian structural systems in various geological periods, which reflects the mode and orientation of the local or regional dynamic action and the model of its regular changes during a structural movement. From this, the mode of crustal movements, the regularity governing the change in their direction and their relations with the rotation axis of the earth and equator are inferred, and the inner connection of the crustal movements and the changes in the rotational velocity of the earth is induced. This is of theoretical and practical significance for the analysis and study of the regularities of geological structures and their evolution.