

·基础地质·

内蒙古中部地区晚志留世西别河组的区域构造学意义

张允平, 苏养正, 李景春

ZHANG Yun-ping, SU Yang-zheng, LI Jing-chun

中国地质调查局沈阳地质矿产研究所, 辽宁 沈阳 110034

Shenyang Institute of Geology and Mineral Resources, China Geological Survey, Shenyang 110034, Liaoning, China

摘要:晚志留世西别河组是发育于内蒙古中部地区的一套滨浅海相磨拉石沉积。西别河组广泛角度不整合在蛇绿混杂岩、岛弧火山岩、加里东期花岗岩和弧后盆地复理石沉积之上, 揭示了其下伏杂岩之间的区域构造关联性, 是内蒙古中部地区曾经发生过加里东期陆壳增生作用过程的证据。西别河组具有与欧洲老红色砂岩类似的区域构造学意义。

关键词:内蒙古中部; 晚志留世; 西别河组; 不整合; 加里东期陆壳增生

中图分类号: P534.43; P54

文献标志码: A

文章编号: 1671-2552(2010)11-1599-07

Zhang Y P, Su Y Z, Li J C. Regional tectonics significance of the Late Silurian Xibiehe Formation in central Inner Mongolia, China. *Geological Bulletin of China*, 2010, 29(11):1599-1605

Abstract: The Late Silurian Xibiehe Formation is a molasse deposition of shallow marine facies in central region of Inner Mongolia. Xibiehe Formation widely unconformities on ophiolitic melange, arc-island volcanic rocks, Caledonian granite and back-arc basin flysch deposition. The unconformable relationship reveals the complex relationship between the regional structure, which is the evidence of the continental crust accretionary in central Inner Mongolia happened during Caledonian. The Xibiehe Formation has a similar regional tectonics significance to the Old Red Sandstone in the Europe area.

Key words: central Inner Mongolia; Late Silurian; Xibiehe Formation; unconformity; Caledonian crust accretionary

加里东旋回是原大西洋-古亚洲洋构造域陆壳增生演化历史中最重要的发展时期。新元古代末—早古生代, 伴随冈瓦纳超大陆的分裂及其与劳亚超大陆块体群的汇聚过程, 对应着古特提斯洋域大洋盆地的张开和原大西洋-古亚洲洋构造域的收缩。这一时期, 就汇聚的原大西洋构造域来说, 由于非洲与北美大陆的汇聚, Piedmont 和 Newfoundland 等岛弧带拼贴于北美大陆边缘, 形成了北美大陆东南缘的阿帕拉契亚-加里东陆缘增生带; 北部加拿大古陆与巴尔迪克古陆的汇聚, 致使 Ballantrae、Lake District 和 North Wales 地区岛弧带的靠陆; 而后的古陆碰撞导致了布列颠-斯堪的纳维亚加里东造山带形成。与此同时, 古亚洲洋构造域周边古陆的汇

聚, 导致哈萨克斯坦、蒙古-额尔古纳、佳木斯、兴凯等中间地块的固结, 并在俄罗斯、西伯利亚、塔里木和中-朝古陆边缘形成加里东期陆壳增生带。

原大西洋构造域与古亚洲洋构造域之间没有内在的关联^[1], 为什么两大构造域的地域相连, 新元古代—古生代的构造演化进程、属性及构造演化时段大致具有同时性呢? 正是原大西洋与古亚洲洋域内构造演化进程、属性及构造演化时段的可比性, 引起了大地构造研究学者们的关注。

在北半球极射赤平投影图(图 1)上, 原大西洋域与古亚洲洋域的加里东期陆壳增生带在地域上紧密相连, 其构造演化特征清楚地揭示了原大西洋构造域与古亚洲洋构造域在大地构造演化发展

收稿日期: 2010-06-21; 修订日期: 2010-08-18

地调项目: 国土资源大调查《东北地区基础地质调查数据更新基础综合研究》项目和《全国矿产资源潜力评价东北地区汇总》项目资助

作者简介: 张允平(1951-), 男, 研究员, 从事大地构造、区域地质与成矿规律研究。E-mail: syzhyp@qq.com

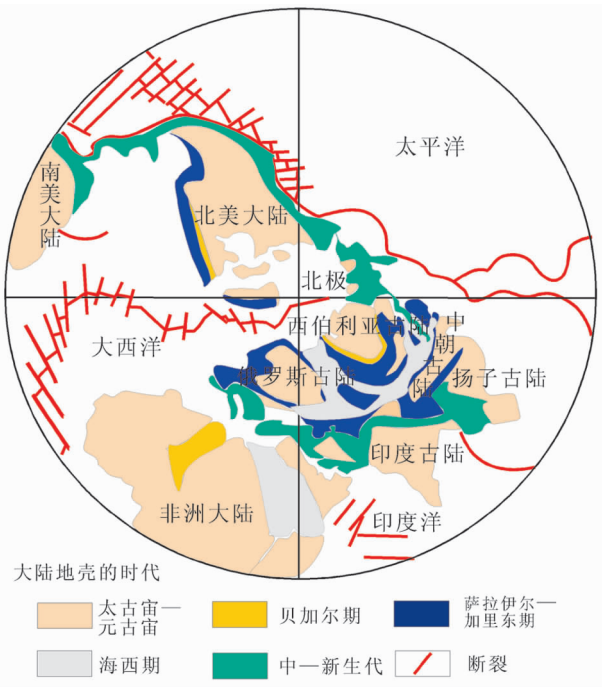


图 1 北半球大陆和造山带分布略图(据参考文献 [2]修改)

Fig. 1 Sketch map of continents and orogenic belts distribution on North hemisphere

中的密切关系。换句话说,地域相连、构造演化属性与构造演化进程的同时性,揭示了原大西洋域与古亚洲洋域原本就是“统一”的巨型构造域。比较构造学分析结果告诉我们,同一地质时期,不同构造域之间的大地构造演化进程和属性不可比(如现代大西洋与太平洋构造域构造演化进程的时段和属性不同);但同一构造域内的大地构造演化进程具有可比性(如太平洋构造域内构造演化进程的时段属性可比)。

从全球尺度看,根据北美、北非和欧洲西部地区有关阿巴拉契亚—加里东造山带的研究成果,可以将对加里东运动和加里东构造旋回的理解分为狭义和广义 2 类。狭义的加里东运动专指在苏格兰加里东山地区代表巴尔迪克和加拿大地盾之间 Iapetus 洋盆的闭合过程和形成加里东山脉的早古生代造山运动。从广义的角度看,原大西洋构造域大地构造演化进程,并未因布列颠和斯堪的纳维亚地区加里东构造旋回的结束而结束,华力西构造旋回以原大西洋残余洋盆的闭合、非洲与北美的碰撞、构造叠加与多期褶皱带复合为特色的构造作用过程依然

在发展^[9]。加里东运动或加里东构造旋回的广义属性,代表原大西洋—古亚洲洋构造域内的早古生代造山作用和陆壳增生过程。在北美东部和欧洲地区普遍发育的下泥盆统老红砂岩与下伏杂岩间的广泛角度不整合,既揭示了加里东期陆壳增生带内沟—弧—盆杂岩之间的关联性,也是证明加里东旋回的主体属性是大陆边缘陆壳增生过程的重要标志。

中朝古陆北缘的加里东期陆壳增生带在内蒙古中部地区出露较好,主要由温都尔庙俯冲杂岩(蛇绿混杂岩)、包尔汉图—白乃庙岛弧火山岩、苏计—塔林宫弧后盆地沉积和格少庙等加里东期侵入杂岩构成;陆壳增生带被晚志留世西别河组角度不整合覆盖。内蒙古中部地区加里东期陆壳增生带的大地构造演化进程、属性与构造演化时段,与阿巴拉契亚陆壳增生带的特征大体相当。由于晚志留世西别河组与加里东期陆壳增生带之间的紧密关系,其分布特征揭示了中朝古陆北缘的加里东期陆壳增生带,从内蒙古中部的布龙山—巴特敖包—白乃庙—温都尔庙地区向东,经西拉木伦河附近的柯单山—杏树洼地区,穿过松嫩平原一直延伸到吉林市西南的大查家—张家屯地区。研究晚志留世西别河组与下伏地质体之间的区域构造属性,已经是辨别加里东期陆壳增生带的分布范围及其关联性的重要内容之一。

内蒙古中部地区的晚志留世西别河组,以其紫—红色砾岩、杂色碎屑岩、红色礁灰岩和富含晚志留世—早泥盆世古生物化石为特征。其丰富的晚志留世—早泥盆世古生物化石,一直吸引着地层古生物学家的关注。在西别河组区域地层学研究中,尽管地质学家们注意到该组与下伏杂岩间的角度不整合关系是加里东运动的标志,但多数研究工作依然主要聚焦于该组的古生物年代学和地层划分方面,至今未见有关西别河组区域构造意义的专门讨论。

笔者^[4-6]在 20 世纪 80—90 年代曾对内蒙古中部地区的早古生代地层和区域构造问题进行过调查研究。现结合西别河组古生物年代学研究的新进展和尚未发表的有关区域资料,对内蒙古中部地区晚志留世西别河组的区域构造学意义进行讨论。

1 西别河组研究的历史沿革

西别河组是李寿耆等在 1960 年创建的,指发育于白云鄂博东北的西片沟到巴特敖包一带的砂岩和石灰岩,原定时代为中泥盆世。林宝玉等改定时代为

晚志留亚纪^[7]。1965 年,内蒙古地质局第一区测队六分队建立巴特敖包群,建立 6 个岩组,西别河组为其中的第一岩组。华北地区古生物图册内蒙古分册(一)^[8]和华北地区区域地层表内蒙古自治区分册^[9]采用巴特敖包群。李文国等^[10]将 4 个岩组的变质岩地层归入下志留统,另建巴特敖包组、西别河组、查干合布组和阿鲁共组的温洛克—早泥盆世地层层序;后来他们^[11]又将巴特敖包群解体,仅使用巴特敖包组、西别河组、查干合布组和阿鲁共组的名称,认为其时代为中志留世到早泥盆世。苏养正等^[12]提出西别河组的新定义和新的代表剖面,定时代为普利多利期,同时也指出该组的时代为晚志留世晚期,剖面顶部可能存在早泥盆世沉积。池永一^[13]认为阿鲁共组珊瑚化石的时代具有早泥盆世的色彩。

唐克东等^[14]认为,无论是最早的西别河组还是后来建立的其他各组,都应归属西别河组,只是当时的复杂地形造成沉积物和古生物化石组合的差异,加之后期构造运动使之面貌复杂化,给人们的认识造成困难所致。最早建于西别河沿岸的西别河组剖面出露并不好,以后所测地层的剖面甚多,但构造最简单、出露地层最全的代表性剖面,是位于内蒙古自治区达尔罕茂名安联合旗白音敖包苏木所在地北约 20km 的包尔汗图地区的西别河下游沿岸。其参考剖面位于代表剖面西南大约 6km 的格少庙南部地区。

王平^[15-16]在王成源的指导和李文国野外工作协助下,对巴特敖包地区晚志留世地层剖面进行了详细研究。牙形刺化石研究的结果证明了巴特敖包—仲阿木乌苏剖面岩层构造重复性,志留系—泥盆系的重复出现是一系列由南东向北西的逆冲断层所致。在证实苏养正等^[12]对西别河组剖面的认识基本

正确的同时,王平^[17]也推荐包尔汗图地区西别河下游沿岸的西别河组剖面为代表性剖面。

20 世纪 90 年代,王友勤等^[18]在全国地层多重划分对比研究中,将西别河组称为内蒙古草原地层区的晚志留世末期—早泥盆世早期的磨拉石,将巴特敖包群、巴特敖包组、西别河组、查干合布组、阿鲁共组均包含在内,并概略将西别河组描述为:底砾岩,下部粗砂岩夹灰岩,中部杂色、红色砂岩和灰岩,上部石英砂岩和灰岩。

2 西别河组的组成特征与地层时代

西别河组的岩性在西别河剖面大体可以划分为 3 段:下段为灰色、灰黄色粗砂岩夹灰岩、泥灰岩,底部发育砾岩层;中段以杂色岩层为特点,下部为粗碎屑岩和中薄层灰岩,中部为肉红色—紫红色厚层灰岩,上部为细碎屑岩,灰岩的泥质成分较高;上段以浅黄色钙质砂岩、中厚层灰岩和泥质灰岩为特点,顶部礁灰岩发育。本组富含牙形刺、腕足、珊瑚、三叶虫、双壳类、介形虫等古生物化石。

包尔汗图地区西别河下游沿岸的西别河组典型剖面如下(图 2)。

- 23. 灰色生物礁灰岩,含层孔虫及床板珊瑚化石(未见顶) 5m
- 22. 灰黄色中厚层泥灰岩与生物碎屑灰岩互层,单层厚度 0.6~1m,有时达 5~10m,顶部含腕足类、三叶虫、介形虫,中下部含四射珊瑚、床板珊瑚及腕足类化石 24m
- 21. 灰黄色含泥质生物碎屑灰岩与灰黄色钙质砂岩互层,含介形虫化石 7m
- 20. 灰色中厚层(10~30cm)灰岩,含四射珊瑚和介形虫化石 6m
- 19. 黄色中粗粒钙质胶结石英砂岩,顶部为砂屑灰岩 3m
- 18. 灰黄色生物礁灰岩,含四射珊瑚、床板珊瑚、腕足类和三叶

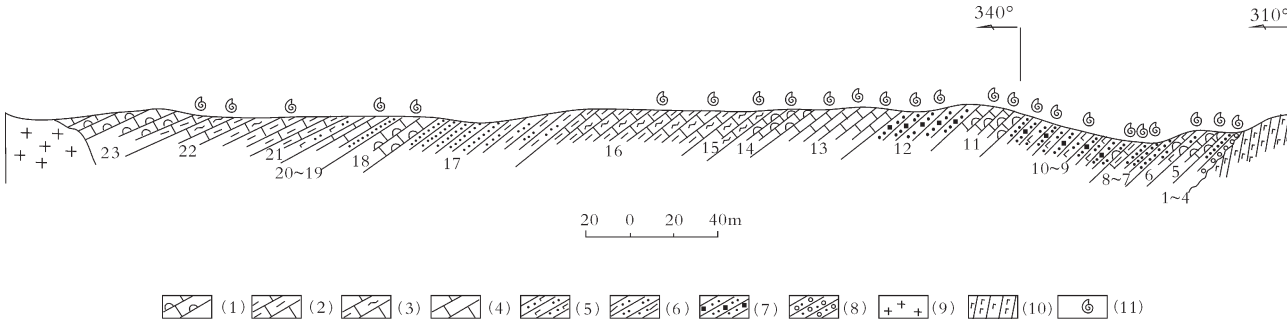


图 2 包尔汗图附近西别河组实测剖面^[14]

Fig. 2 Measured stratigraphic section map of Xibiehe Formation near Baorhantu

- (1)—礁灰岩;(2)—泥灰岩;(3)—生物碎屑灰岩;(4)—灰岩;(5)—钙质粉砂岩;(6)—砂岩、粉砂岩;
- (7)—长石石英砂岩;(8)—砾岩;(9)—花岗岩;(10)—玄武玢岩;(11)—生物化石

- 虫化石 9m
17. 浅黄绿色及紫红色泥质粉砂岩, 单层厚度 30~40cm, 向上逐渐过渡为灰质胶结的石英砂岩 35m
16. 肉红—紫红色, 风化面呈浅土黄色生物碎屑灰岩, 含大量海百合茎、床板珊瑚、腕足和介形虫化石 31m
15. 灰黑色生物碎屑灰岩, 含大量海百合茎, 含四射珊瑚、床板珊瑚、腕足类和介形虫化石 6m
14. 灰色礁灰岩, 含四射珊瑚、床板珊瑚和介形虫化石 10m
13. 灰色薄层灰岩, 夹红色泥质粉砂岩, 含四射珊瑚、床板珊瑚、腕足类和三叶虫化石 21m
12. 黄色中粗粒长石石英砂岩, 钙质胶结, 向上粒度变细, 含腕足类化石 7m
11. 灰色中厚层礁灰岩, 层间夹数厘米厚的红色泥质粉砂岩, 化石丰富。顶部和上部含四射珊瑚、腕足类, 下部含四射珊瑚、腕足类、床板珊瑚、三叶虫、介形虫化石 13m
10. 黄色长石石英砂岩与钙质砂岩互层, 单层厚度 30~50cm, 含四射珊瑚、腕足类、鹦鹉螺、双壳类、层孔虫等。上部含腕足类、三叶虫, 下部含腕足类化石 41m
9. 杂色细—中粒石英砂岩, 具斜层理, 含鹦鹉螺化石, 有时夹钙质砂岩透镜体。含四射珊瑚、腹足类和腕足类化石 5m
8. 灰黄色、风化后呈黄土状薄层泥灰岩, 含四射珊瑚、床板珊瑚、腕足类和介形虫化石 0.3m
7. 灰黄色中粒石英砂岩, 含四射珊瑚、床板珊瑚和层孔虫化石 12m
6. 灰黄色粗粒钙质砂岩, 含四射珊瑚, 在灰白色泥灰岩夹层中

- 含腕足类和三叶虫化石 7m
5. 灰色礁灰岩, 含四射珊瑚、床板珊瑚及层孔虫化石 5m
4. 灰黄色粗粒钙质砂岩 1m
3. 灰黄色含砾钙质砂岩 1m
2. 紫红、灰绿色钙质胶结细砾岩, 含四射珊瑚、床板珊瑚及层孔虫化石 1m
1. 紫红、灰绿色砾岩, 砾石多为玄武玢岩 3m

~~~~~ 角度不整合 ~~~~~

下伏地层: 奥陶纪包尔汗图群玄武玢岩

苏养正等<sup>[12]</sup>认为, 西别河组主体的形成时代为晚志留世晚期, 但不排除剖面顶部存在早泥盆世沉积的可能性。王平<sup>[17]</sup>结合牙形刺化石的研究成果, 将相当于上述剖面的 21~23 层划归为泥盆系阿鲁共组, 将 12~19 层划归为志留纪普利多利统(S<sub>4</sub>), 将 11 层及其以下岩层划归志留纪罗德洛统(S<sub>3</sub>)。

3 西别河组区域对比

西别河组在各处的沉积物特征差别较大, 主要为碎屑岩和生物礁灰岩, 所含生物组合特征相似(图 3)。包尔汗图、巴特敖包地区的西别河组组成特征说明, 该组地层沉积时期的地形复杂, 底部砾岩多为准原地沉积物。尽管该组在各地组成物质差别较大, 但其物质组成所代表的造山期后的沉积环境一致, 所

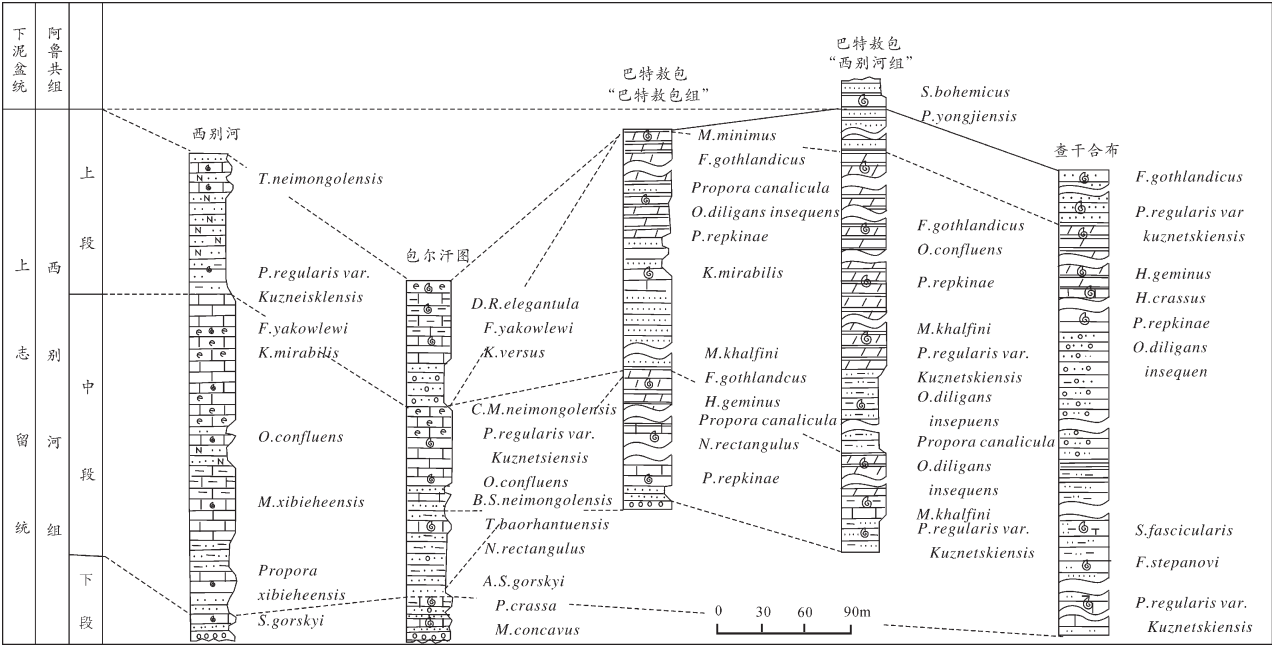


图 3 白云鄂博东北晚志留世地层柱状对比图<sup>[14]</sup>

Fig. 3 Correlation of Late Silurian stratigraphic columns northeast of Bayan Obo

含生物化石组合与时代特征相似。

值得指出的是,西别河组自内蒙古中部地区向东,一直延伸分布到松辽盆地以东的吉林省吉林市西南的大查家—张家屯—大绥河地区。1:25 万吉林市幅区域地质调查报告<sup>①</sup>对上志留统张家屯剖面西别河组地层层序及组成特征描述如下。

上覆:第四系

西别河组张家屯段

6.紫色含砾凝灰质粉砂岩,局部蛋青色粉砂岩

5.黑灰色泥质细砂岩,具水平层理,91m

4.灰绿色含砾粉砂岩,底部夹 1m 厚的灰岩凸镜体,产四射珊瑚,大于 52m

3.绿色、灰黄色泥质粉砂岩夹薄层黄绿色细砂岩,产腕足、珊瑚等化石

2.黄、黄褐色、灰紫色含砾粗砂岩,碎屑成分复杂

1.灰黄色、灰紫色砾岩,砾石多呈棱角状

下伏:花岗闪长岩,呈侵入接触

#### 4 西别河组的区域构造学意义

在西别河沿岸的包尔汉图地区,西别河组角度不整合于含奥陶纪树笔石的页岩和岛弧火山岩之上(图 4-G)。在格少庙南部地区,西别河组不整合于加里东期花岗岩类之上;其下段为底砾岩、黑色粉砂岩夹砂岩、泥岩,中段为杂色含砾长石石英砂岩和粉砂岩互层,上段为长石石英砂岩、粗砂岩与灰岩。在格少庙地区西别河组底部的中厚层花岗质砂岩沉积层中曾采集到双壳类化石(图 4-A)。

在巴特敖包南部地区,西别河组角度不整合在奥陶系火山岩、脉岩之上(图 4-C)。在达尔罕茂名安联合旗的查干合布地区,由于断层作用,该组的下部未见出露,见中段杂色(以紫色调为主)含砾石英粗砂岩和钙质粉砂岩互层,夹生物礁灰岩透镜体;上段为浅灰—黄色生物礁灰岩,顶部含砾石英砂岩和长石砂岩厚达 300m。在苏计、仲阿木乌苏地区,西别河组角度不整合在塔林宫群弧后盆地碎屑岩沉积和加里东期侵入岩之上(图 4-E、F)。

在温都尔庙南部的敖仓沟地区,西别河组砾岩中含有下伏温都尔庙群俯冲杂岩的绿片岩砾石(图 4-D)。在白乃庙南部的那清地区,西别河组厚 924m,下部以砾岩、含砾粗砂岩和长石砂岩为主;上部以中细粒长石石英砂岩为主,与粉砂岩互层,夹薄层生物碎屑灰岩和灰岩透镜体;下伏白乃庙群岛弧火山岩系之上的志留系灰岩中含链珊瑚化石

(图 4-B)。

在吉林省吉林市西南部的大查家—张家屯—大绥河地区,西别河组紫色砾岩中含有下伏花岗岩的砾石。

从上志留统西别河组在各地的组成特征可以看出,西别河组除生物礁灰岩外,主要以粗碎屑岩和长石石英砂岩为主。其底部砾岩成分复杂,包括花岗岩类、岛弧火山岩系和蛇绿混杂岩成分,且砾石磨圆度差、分选不好,成分和结构成熟度都较低,均反映了快速堆积的构造环境与沉积过程,显示了具有造山期后浅海相磨拉石沉积的区域构造属性特征。西别河组与下伏地层之间的广泛不整合接触关系,揭示了温都尔庙群俯冲杂岩、包尔汉图岛弧火山岩和塔林宫弧后盆地沉积杂岩之间的紧密关联。

King<sup>[19]</sup>指出,纽芬兰的下古生界实际上是从上前寒武系持续下来的,而在北美大陆中部则是晚寒武世的高纯度石英砂岩超覆在时代要老得多的结晶基底之上。东部佛蒙特州的寒武系和加拿大北极诸岛的奥陶系都是含火山岩的碎屑岩,反映了北美大陆东部在这一时期已经转化为活动大陆边缘的构造格局。北美古陆与欧洲巴尔迪克古陆在志留纪末期碰撞,形成广泛沉积老红砂岩的欧美大陆<sup>[20]</sup>。布列颠的泥盆系老红砂岩<sup>[21]</sup>以底砾岩、红色板岩和砂岩沉积序列的组成为特征。老红砂岩(主要是志留系—泥盆统<sup>[22]</sup>)直接不整合在下奥陶统或更老的地层之上,从而限制了塔康运动的时限和范围。

命名于英国加里东山地区的加里东运动<sup>[23]</sup>(Caledonian orogeny),就是以老红砂岩与下伏志留系及更老地层之间的角度不整合关系确立的。由加里东运动的早期命名引申,一般在区域构造研究中将早古生代发生于苏格兰加里东山地区的造山运动称为加里东运动,并将加里东期的奥陶世和晚志留纪 2 个主要褶皱幕称为早、晚加里东运动。狭义的加里东运动代表从爱尔兰、苏格兰延伸到斯堪的纳维亚半岛,形成加里东山脉的早古生代造山运动;广义的加里东运动(或加里东旋回)则约定俗成地特指原大西洋构造域和古亚洲洋构造域的早古生代构造演化过程。

笔者认为,将加里东旋回的区域构造属性放在原大西洋—古亚洲洋构造域大地构造旋回的尺度来分析,可以看出广义的加里东旋回代表了原大西洋—古亚洲洋构造域早古生代大陆边缘陆壳增生过

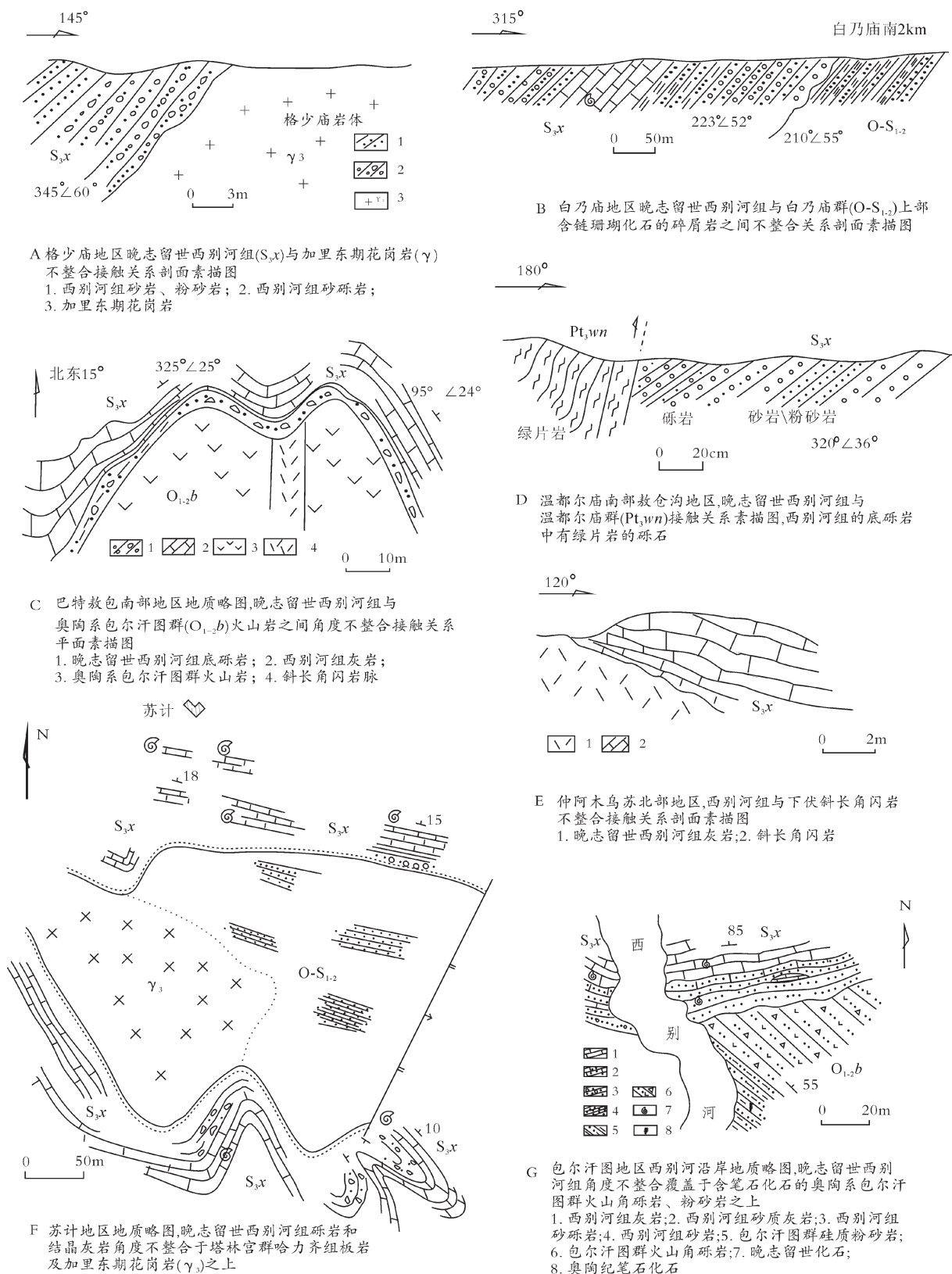


图 4 内蒙古中部地区晚志留世西别河组与下伏地层之间的不整合关系

Fig. 4 Sketch of unconformable relations between the Late Silurian Xibiehe Formation and underlied stratum in central Inner Mongolia

程。将同一域内具有普遍对比意义的区域构造属性典型化,再拓展到同一构造域内的区域构造演化进程和属性对比,有助于对原大西洋-古亚洲洋构造域大地构造旋回中各构造演化阶段特征的理解。

在内蒙古中部地区,形成于晚志留世晚期一早泥盆世的西别河组,以组成、分布特征及其与下伏杂岩(蛇绿俯冲杂岩、岛弧火山岩系、弧后盆地沉积岩和岩浆弧侵入杂岩)间广泛的角度不整合关系,揭示了下伏杂岩之间的区域构造关联性,标志着本区加里东期陆壳增生过程结束于晚志留世晚期。同时证明,内蒙古中部地区西别河组具有与欧洲老红砂岩类似的区域构造学意义。

致谢:在成文过程中,曾就古亚洲洋-原大西洋构造域这一问题与任纪舜院士进行过非常有益的讨论,在此表示谢意。

## 参考文献

- [1]陆松年.初论“泛华夏造山作用”与加里东和泛非造山作用的对比[J].地质通报,2004,23(9/10): 952-958.
- [2]地质矿产部情报研究所.国外地质科技[C]//A.B.裴伟,A.A.萨维里耶夫.岩石圈的构造和移动.北京:地质出版社,1983,(7):29-45.
- [3]Brian F Windley. The evolving continents[M].New York:John Wiley & Sons,1977:399.
- [4]Zhang Yunping,Tang Kedong.Pre-Jurassic tectonic evolution of intercontinental region and the suture zone between the North China and Siberian platform[J]. Jurnal of Southeast Asian Earth Sciences, 1989,3(1/4):47-55.
- [5]张允平,唐克东,苏养正.由陆壳增生旋回的观点试论内蒙古中部地区的加里东运动[C]//中国北方板块构造论文集(1).北京:地质出版社,1983:102-112.
- [6]张允平,内蒙古中部地区加里东期陆壳增生旋回[J].中国地质科学院沈阳地质矿产研究所集刊,第 1 号,北京:地震出版社,1992:130-141.
- [7]《中国地层典》编委会.中国地层典 志留系[M].北京:地质出版社,1998:73.
- [8]内蒙古自治区地质局,东北地质科学研究所.华北地区古生物图册 内蒙古分册(一)古生代部分[M]. 北京:地质出版社,1976:501.
- [9]内蒙古自治区区域地层表编写组.华北地区区域地层表,内蒙古自治区分册[M]. 北京:地质出版社,1978.
- [10]李文国,戎嘉余,董得源,等.内蒙古达茂旗巴特敖包地区志留—泥盆纪生物地层的新认识[J].地层学杂志,1982,6(2):144-148.
- [11]李文国,戎嘉余,董得源.内蒙古自治区达尔罕茂名安联合旗巴特敖包地区志留—泥盆纪地层及动物群[M].呼和浩特:内蒙古人民出版社,1985:184.
- [12]苏养正,唐克东,池永一,等.内蒙古白云鄂博东北上志留统西别河组新资料[C]//中国北方板块构造文集编委会.中国北方板块构造论文集,第一集.北京:地质出版社,1983: 221-229.
- [13]池永一.东北及内蒙古泥盆纪床板珊瑚和日射珊瑚化石的地质地理分布[J].中国地质科学院沈阳地质矿产研究所所刊,1983,(7):9-24.
- [14]唐克东,等.中朝板块北侧褶皱带构造演化及成矿规律[M].北京:北京大学出版社,1992:22-26.
- [15]王平.内蒙古古生代巴特敖包剖面的再研究[J].微体古生物学报, 2005,22(3):269-277.
- [16]王平.内蒙古巴特敖包地区早泥盆世牙形刺[J].微体古生物学报, 2006,23(3):199-234.
- [17]王平.内蒙古达茂旗巴特敖包地区包尔汗图剖面牙形刺生物地层[J].微体古生物学报,2004,21(3): 322-331.
- [18]王友勤,苏养正,刘尔义.东北区区域地层[M].武汉:中国地质大学出版社,1997:175.
- [19]King B. The Evolution of North America[M]. Princeton: Princeton Univ.Press, 1977.
- [20]穆恩之,等.志留纪[EB/OL].<http://www.chinabaike.com/article/316/327/2007/2007022051439.html>.
- [21]Stella E,Stiegele BSc. A Dictionary of Earth Sciences [M]. London and Basingstoke, 1976: 41-138.
- [22]Friend P F, Williamms B P J. New Perspectives on the Old Red Sandstone[M]. Geological Society, London:Special Publications, 2000: 180.
- [23]程裕淇,王鸿祯.地球科学大词典[M].北京:地质出版社,2006: 1023.
- ① 吉林省地质调查院.中华人民共和国区域地质调查报告(1:25 万吉林市幅).中国地质调查局地质调查专报,2007.