

内蒙古北部华北板块与西伯利亚板块之间 中生代造山带的结构及演化*

徐 备 陈 斌

(北京大学地质学系, 北京 100871)

摘要 论证了发育在内蒙古北部锡林浩特-苏尼特左旗南-二道井一带的中生代俯冲-碰撞造山带, 划分出 5 个二级构造单元。它们是: 混杂岩带、前陆变形带、磨拉斯盆地、岛弧闪长岩带和同碰撞花岗岩带。造山带的演化可分为俯冲时期(500~400Ma)和碰撞时期(400~320Ma)。造山带的形成使华北板块与西伯利亚板块在晚泥盆世拼合, 碰撞缝合线位于二道井-查干乌拉-红格尔一线。

关键词 内蒙古北部 中生代 造山带

华北板块北缘构造演化研究中的一个重要问题是它与西伯利亚板块南缘拼合的位置、时间和过程。一种观点认为二者在二叠纪末沿索伦山-二道井-林西一带拼合^[1]。另一种观点认为缝合线位于索伦山-本巴图-锡林浩特一线, 缝合时间为志留纪末到泥盆纪中期^[2], 或中泥盆世到晚石炭世^[3~5]。关于造山带的划分和演化, 邵济安^[5]曾用晚古生代造山带的观点分析了索伦山-二道井-锡林浩特一线及其两侧晚古生代沉积建造、岩浆活动、构造变形及变质作用, 唐克东等^[2]则将上述同一缝合线地区称为锡林浩特构造带, 并用泥盆纪发生陆-陆碰撞解释其形成。

作者通过近年的研究, 初步查明了该造山带的结构及其二级构造单元, 并试图用俯冲-碰撞造山带观点阐述造山带的构造演化。

1 造山带结构及二级构造单元

1.1 造山带的结构

本文所指的华北板块与西伯利亚板块之间中生代俯冲-碰撞造山带位于内蒙古北部二连以南到锡林浩特一带, 它南北宽 20~60km, 近东西向延伸达 300 km 以上。北界大致以西乌珠穆沁旗经阿巴嘎旗、苏尼特左旗到二连。该界线以南 20~60 km 范围内发育的岩石类型包括: (1)具复杂变形的石英、片岩、石英岩, (2)混杂岩, (3)磨拉斯和滨浅海碎屑岩, (4)闪长岩, (5)花岗岩。笔者据碰撞造山带理论^[6,7], 以造山带中段苏尼特左旗地区为典型, 将它们划分为 5 个造山带二级构造单元。而据它们的空间配置关系, 可恢复一个近东西向延伸的俯冲-碰

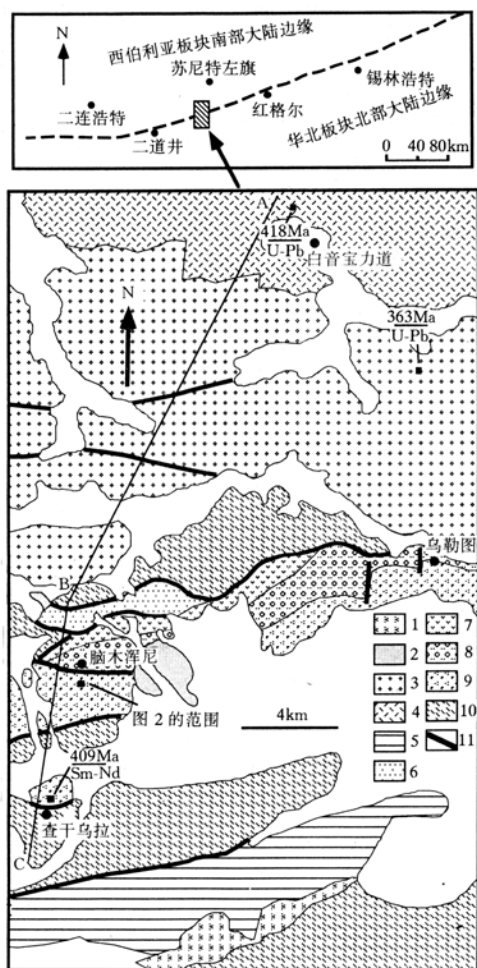


图 1 苏尼特左旗南部造山带二级构造单元划分 1 示中生代花岗岩, 2 示晚古生代晚期花岗岩, 3 示同碰撞花岗岩, 4 示岛弧闪长岩, 5 示中石炭-早二叠系, 6~8 示磨拉斯和滨浅海盆地, 6 示敖木根呼都格组, 7 示沟呼都格组, 8 示色日巴彦敖包组, 9 示混杂岩带, 10 示前陆变形带, 11 示断层

碰撞山带,其俯冲部分为华北板块北缘,对应的二级构造单元为前陆变形带;仰冲部分为西伯利亚板块南缘,可分岛弧闪长岩带和同碰撞花岗岩带 2 个二级构造单元. 另 2 个二级构造单元代表缝合线混杂岩带和不整合于其上的磨拉斯盆地(图 1).

1.2 混杂岩带

混杂岩从二道井、查干乌拉到红格尔(图 1),以 NEE-SWW 向延伸约 150 km,宽约 1~5 km.

1.2.1 混杂岩的岩相学特征 苏尼特左旗南部混杂岩出露较完整,在西部查干乌拉一带宽约 5 km,在东部乌勒图一带宽约 2 km. 它由变形不均一的基质和各类岩块组成,符合混杂岩的基本特征(Hsu, 1968). 岩块的类型以白云岩最多,其次为石英岩和石英片岩、超镁铁质和镁铁质岩石、大理岩、灰岩、砾岩和蓝片岩. 前 3 类岩块通常出露范围为从 20 m² 到几百平方米,可能来自华北板块北缘的元古界基底. 超镁铁质和镁铁质岩块已变为蛇纹岩或蛇纹岩化橄榄岩,出露范围从几平方米到 1 km²,作者用 Sm-Nd 全岩等时线法获得其年龄为(409 ± 13) Ma. 片理化的砾岩、大理岩和灰岩块主要见于东部,出露规模小于 30 m²,可能属早古生代的盖层沉积. 蓝片岩块仅见于西部脑木浑尼附近,呈 20 m × 40 m 的孤立岩块出现. 它提供了俯冲带高压变质作用的证据.

混杂岩中各类岩块的分布无一定规律,最常见的结构是由杂基支撑的岩块组成的混杂结构. 例如在脑木浑尼南的 D5123 点附近 260 m × 160 m 的范围内,共发现各类岩块 25 块(图 2),其中

石英岩和石英片岩 6 块,白云岩 8 块,灰岩 2 块,超镁铁岩 6 块,蓝片岩 3 块.

基质由变质砂岩、变质火山岩和云母石英片岩组成,具低绿片岩相或绿片岩相变质矿物,且变形和片理化不均一. 乌勒图一带绿色火山岩基质呈弱变形,变质砂岩基质出现韧性剪切;而查干乌拉一带基质则强烈片理化. 各类岩块与基质之间呈明显的断层接触.

1.2.2 混杂岩中的蓝片岩 蓝片岩块仅见于脑木浑尼附近(图 2). 代表性化学成分为:SiO₂ =

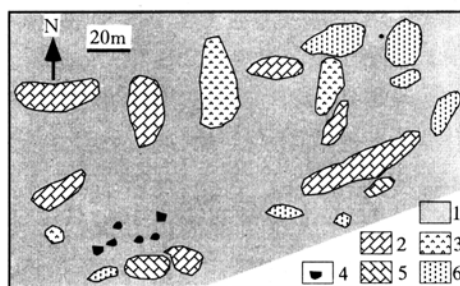


图 2 脑木浑尼一带地质图(1:2 000)

1 示基质, 2 示白云岩, 3 示蓝片岩, 4 示超镁铁岩, 5 示灰岩, 6 示石英岩和石英片岩

48.33, $\text{Al}_2\text{O}_3 = 13.94$, $\text{Fe}_2\text{O}_3 = 7.23$, $\text{FeO} = 5.80$, $\text{MgO} = 5.65$, $\text{CaO} = 8.73$, $\text{Na}_2\text{O} = 3.75$, $\text{K}_2\text{O} = 0.13$, $\text{H}_2\text{O} = 4.60$, $\text{TiO}_2 = 1.54$, $\text{P}_2\text{O}_5 = 0.24$, $\text{MnO} = 0.44$, 总量 = 100.38. 这表明蓝片岩的原岩是基性火山岩. 其中角闪石多为钠质闪石, 36 个电子探针分析数据说明它们由青铝闪石(29 个)、蓝闪石(6 个)和镁钠闪石(1 个)组成^[9]. 这些钠质闪石提供了高压变质作用的重要依据.

1.3 前陆变形带

主要见于苏尼特左旗南部和二道井地区, 由温都尔庙群组成. 苏尼特左旗南部温都尔庙群 Sm-Nd 全岩等时线年龄 1 511 Ma, 为该群的形成年龄^[10], 也证实该群属华北板块的褶皱基底. 二道井地区温都尔庙群 Rb-Sr 全岩等时线年龄为 446 Ma^[1], 表明该群经历了古生代的变质和变形叠加作用. 野外观察证实存在着第 2 期褶皱(F_2), 由早期面理 S_1 的再褶皱形成, 具有中等规模、直立或向南倒转的形态. 褶皱枢纽为 NEE-SWW, 明显地与中生代造山带的延伸方向一致, 这表明中生代前陆变形带的存在. 由于第 2 期褶皱的控制, 早期面理 S_1 在大范围内表现为向北倾斜, 例如苏尼特左旗南部托布辛-阿木乌苏一带温都尔庙群 92 个片理投影所显示的优选方位为 350155. 这些褶皱和片理构成总体形态向南倒转的前陆变形带, 反映出华北板块从南向北的俯冲作用.

1.4 磨拉斯盆地

保存较好的磨拉斯盆地见于苏尼特左旗南乌勒图-脑木浑尼和红格尔南部地区. 实测剖面 and 岩相分析表明那里的上泥盆统和下石炭统厚 2 000 多米, 不整合地覆于混杂岩带之上, 分别代表盆地下部磨拉斯建造和上部滨海陆屑建造.

1.4.1 沉积相分析 (1) 磨拉斯建造. 由上泥盆统色日巴彦敖包组组成, 下部为紫红色厚层状杂岩, 砾石成分为变质火山岩和下伏地层的各类变质岩, 分选差, 次棱一次圆状, 块状构造, 填隙物为粗砂岩. 上述结构特征说明砾岩是在近源环境中迅速堆积形成的, 且氧化条件很强, 应属非海相环境下的磨拉斯建造. 上部由紫红色细砾岩、粗砂岩、石英砂岩、粉砂岩到灰岩组成 2 个完整的沉积旋回. 旋回下部为巨厚的紫红色砾岩和粗砂岩, 其上的砂岩中可见多个沉积韵律, 厚度约 1 m, 并有小型斜层理和波状层理, 反映了水流和波浪作用的影响, 顶部灰岩含有大量海相化石. 这 2 个旋回可归为海相磨拉斯建造. (2) 滨浅海陆源碎屑建造. 包括下石炭统沟呼都格组和敖木根呼都格组. 沟呼都格组为数百米的细砂岩, 粒度、成分均一, 碎屑分选很好, 圆一次圆状, 代表稳定的砂质潮坪沉积环境. 敖木根呼都格组由灰色细砂岩、粉砂岩和泥质岩互层组成, 具有丰富多彩的沉积韵律和沉积构造, 如砂泥互层的水平层理, 透镜状层理、波状层理、脉状层理等, 显示混合坪的典型特征. 敖木根呼都格组的物源较呼都格组细, 泥质成分增多, 有水动力条件开始减弱并有潮下带发展的趋势, 说明从磨拉斯盆地向陆表海过渡的过程.

1.4.2 磨拉斯层序内的逆冲作用及其意义 上述磨拉斯层序被 4 条北倾逆断层所切, 不但造成盆地底部砾岩中的片理化带和沟呼都格组与敖木根呼都格组之间的不连续, 而且使由元古代褶皱基底组成的逆冲席片夹于磨拉斯层序之中或迭复其上(图 3). 这反映出造山期构造作用对沉积作用的改造和控制, 并在造山带中部形成以逆冲堆选为特征的构造剖面.

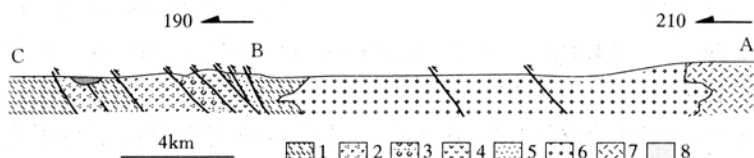


图 3 造山带构造剖面(剖面位置见图 1)

- 1——前陆变形带及褶皱基底, 2——混杂岩带, 3——色日巴彦敖包组, 4——沟呼都格组,
5——敖木根呼都格组, 6——同碰撞花岗岩, 7——岛弧闪长岩, 8——新生界

1.5 岛弧闪长岩带

见于苏尼特左旗南和锡林浩特等地。在出露最佳的苏尼特左旗白音宝力道地区, 该带呈近东西向展布, 由角闪闪长岩、石英闪长岩、英云闪长岩和花岗闪长岩组成, 岩石普遍受绿片岩相变质。其中英云闪长岩和花岗闪长岩 U-Pb 锆石年龄为 452Ma 和 447Ma^[2], 石英闪长岩 U-Pb 锆石年龄 418Ma(图 1)。9 个样品的微量元素分析数据投入 Pearce 花岗岩构造环境判别图中^[11], 大部分数据落入岛弧花岗岩范围。据此这些闪长岩具有岛弧深成岩浆作用的亲缘性, 应与华北板块向北俯冲有关。与该带相伴出现的是其北面二连-东乌珠穆沁旗一带同时期的火山-沉积岩系^[12], 二者共同组成早古生代的弧-盆体系。

1.6 同碰撞花岗岩带

与岛弧闪长岩带相比, 同碰撞花岗岩带分布更广泛, 在苏尼特左旗南、北和锡林浩特一带均可见及。在苏尼特左旗南, 该带由花岗闪长岩、二长花岗岩和钾长花岗岩组成, 常见其侵入混杂岩带、前陆变形带和岛弧闪长岩带之中。苏尼特左旗南白音宝力道的花岗闪长岩 U-Pb 锆石年龄为 363Ma(图 1), 唐克东等^[2]曾报道苏尼特左旗南包尔汗喇嘛庙一带花岗岩中磷灰石 U-Pb 年龄 375Ma。9 个微量元素数据在 Pearce 花岗岩构造环境判别图中均落入同碰撞花岗岩范围内, 与岛弧闪长岩有完全不同的构造环境。上述岩石类型、地球化学、侵入时间和构造背景方面的特征意味着该带可能与较晚的碰撞作用而不是与俯冲作用有关。

2 造山带构造演化

综合前述资料, 可将华北板块与西伯利亚板块之间中古生代造山带的演化分两个时期。

2.1 俯冲时期(500~400Ma)

该时期华北板块北缘为被动大陆边缘, 以红格尔一带晚志留纪含珊瑚化石的碎屑岩、盐酸盐沉积和构成混杂岩基质的变质砂岩、砾岩为代表, 而混杂岩中的超镁铁质及镁铁质岩块则证明中古生代晚期俯冲洋壳的存在。由于华北板块的向北运动导致其与西伯利亚板块间的会聚作用。在北倾俯冲带中消减作用产生以高压变质作用为特征的加积楔, 形成苏尼特左旗南部含蓝片岩块的混杂岩和二道井地区的蓝片岩^[13]。而在俯冲带以北的西伯利亚板块前缘则发育岛弧闪长岩带, 与此伴随的是闪长岩带以北广泛的奥陶系和泥盆系火山-沉积岩系, 代表岛弧和弧间、弧后盆地^[12]。它们的出现表明西伯利亚板块南缘为活动大陆边缘(图 4(a))。俯冲作用的扩展使两侧陆缘区发育变质和变形作用。西伯利亚板块一侧, 岛弧闪长岩带发育绿片岩相变质; 华北板块一侧前陆基底岩石发生第 2 期褶皱变形, 导致前陆变形带的出现(图 4(b))。

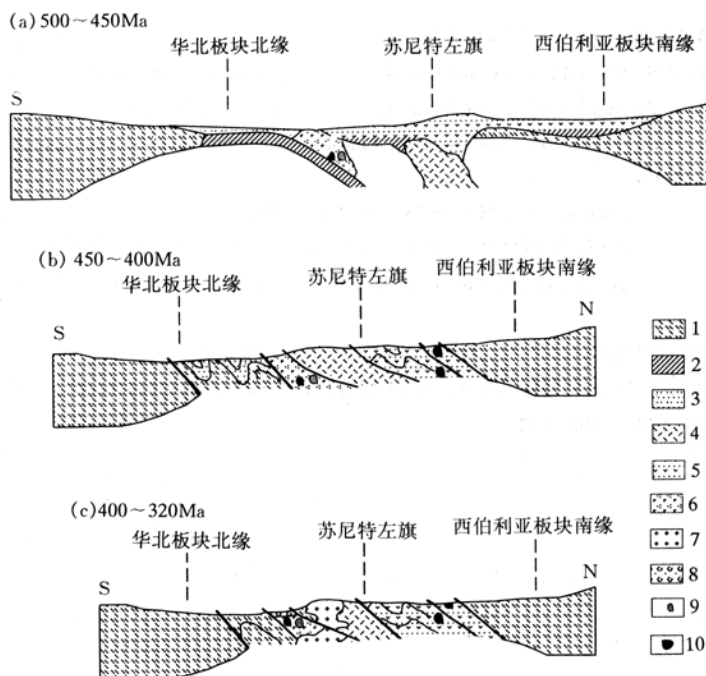


图4 造山带构造演化示意图

1——前陆及前陆变形带, 2——洋壳, 3——被动陆缘沉积, 4——岛弧闪长岩带, 5——岛弧及弧后盆地火山-沉积岩系, 6——加积楔及混杂岩带, 7——同碰撞花岗岩带, 8——磨拉斯盆地, 9——蓝片岩块, 10——超镁铁岩块

2.2 碰撞时期(400~320Ma)

如果把混杂岩中最年轻的超镁铁岩块的年代(409Ma)作为俯冲时期的结束, 则可用约400Ma做为碰撞时期的开始。该时期的特征是大规模同碰撞花岗岩和磨拉斯层序的发育。同碰撞花岗岩侵入岛弧闪长岩和前陆变形带内, 其化学成分、年龄、变质和变形等均不同于俯冲时期的岛弧闪长岩。从晚泥盆纪到早石炭纪发育的磨拉斯和滨浅海碎屑岩反映造山带的持续上升和剥蚀, 这些岩石又和前陆褶皱基底岩石一起构成逆冲堆迭构造, 反映碰撞时期陆壳加厚和缩短(图4(c))。

致谢 作者感谢何国琦、邵济安、张覆桥、乔广生等的支持和帮助。

参 考 文 献

- 1 王 荃, 刘雪亚, 李锦铁. 中国华夏与安加拉古陆间的板块构造. 北京: 北京大学出版社, 1991
- 2 唐克东, 张允平. 内蒙古缝合带的构造演化. 见: 肖序常, 汤耀庆主编. 古中亚夏合巨型缝合带南缘构造演化. 北京: 北京科学技术出版社, 1991. 30~54
- 3 曹从周, 杨芳林, 田昌烈, 等. 内蒙古贺兰山地区蛇绿及中朝板块和西伯利亚板块之间的缝合带位置. 见: 中国北方板块构造论文集编委会编. 中国北方板块构造论文集. 北京: 地质出版社, 1986. 64~86
- 4 郭胜哲. 中朝板块与西伯利亚板块拼合时限的确定及其生物地层学依据. 沈阳地质矿产研究所所刊, 1986, (14): 127~136

- 5 邵济安. 中朝板块北缘中段地壳演化. 北京:北京大学出版社, 1991
- 6 Mitchell A H G, Garson M S. Mineral Deposits and Global Tectonic Settings. London: Academic Press Inc Ltd, 1981
- 7 Coward M P, Ries A C. Collision Tectonics. New York: Blackwell Scientific Publications, 1986
- 8 Hsu K J. The principles of melanges and their bearing on the Franciscan-Knoxville paradox. Geological Society of America Bulletin, 1968, 79: 1 063~1 074
- 9 Leake B E. Nomenclature of amphiboles. Am Min, 1978, 63: 1 023~1 053
- 10 徐 备, 陈 斌, 张 臣, 等. 华北板块北缘中段含铁变质岩系的时代和构造环境初探. 地质论评, 1994, 40: 307~311
- 11 Pearce J A. Trace element discrimination diagrams for the tectonic interpretation of granitic rocks. Jour Petro, 1984, 25: 956~983
- 12 南润善, 郭胜哲. 内蒙古-东北地槽区古生代生物地层及古地理. 北京:地质出版社, 1992
- 13 胡 晓. 内蒙古地槽区的蓝闪片岩及其地质特征. 见:中国北方板块构造论文集编委会编. 中国板块构造论文集, 第一集. 北京:地质出版社, 1983. 230~242