

（三）早白垩世陆缘弧—陆缘裂谷—后造山侵入岩

1. 陆缘弧 TTG-GG 组合

早白垩世陆缘弧侵入岩主要分布于内蒙古东部，主体为花岗闪长岩-花岗岩（GG）组合，岩性包括花岗闪长（斑）岩、闪长岩、闪长玢岩、石英二长（斑）岩、（斑状）石英二长闪长岩、奥长花岗岩、（斑状）二长花岗岩、花岗岩等，北部局部出现奥长花岗岩，构成类 TTG 组合。岩石为高钾钙碱系列、壳幔混合源，大地构造环境为活动大陆边缘弧。

2. 陆缘裂谷碱性-钙碱性花岗岩组合

早白垩世陆缘裂谷侵入岩主要分布于内蒙古东部，为碱性-钙碱性花岗岩组合，岩性包括石英正长（斑）岩、正长花岗岩、花岗斑岩、正长斑岩、晶洞花岗岩等。岩石多为高钾钙碱系列、“A”型、后造山花岗岩，大地构造环境为陆缘裂谷环境。

3. 后造山碱性-钙碱性花岗岩组合

早白垩世后造山侵入岩分布于内蒙古西部，为碱性-钙碱性花岗岩组合，岩性包括花岗岩、斑状黑云母二长花岗岩、碱长花岗岩和二长花岗岩等。由于远离古太平洋俯冲带，判断大地构造环境为后造山。

六、晚白垩世后造山地质建造

晚白垩世，后造山环境的岩浆活动已经很少，受 NEE 和 NNE 两组共轭张剪性断裂控制的叠加盆地强烈发育（图 3-20）。

（一）晚白垩世后造山—断陷盆地火山-沉积岩

1. 多希玄武岩和孤山镇组

晚白垩世划分出多希玄武岩（K_{2d}）和孤山镇组（K_{2g}）两个组，前者出露在海拉尔断陷盆地之中，岩性为玄武岩（伊丁玄武岩）和玄武安山岩；后者出露在东部孤山镇一带，岩性为粗面岩、英安质粗面岩、流纹质晶屑凝灰岩及流纹岩，二者构成碱性玄武岩-流纹岩（双峰式火山岩）组合，其构造环境为后造山，为碱性和亚碱性系列，为后造山环境

2. 孙家湾组

上白垩统孙家湾组（K_{2sj}）出露在内蒙古东南部赤峰地区，为河流砂砾岩-粉砂岩泥岩组合，下部岩性为紫红色厚层状复成分砾岩夹中厚层岩屑杂砂岩、泥质粉砂岩；中部岩性为紫红色复成分砾岩夹中厚层泥质粉砂岩；上部岩性为紫红色中厚层泥质粉砂岩、泥岩夹岩屑长石杂砂岩。为河流—湖泊相。

3. 二连组

上白垩统二连组（K_{2e}）分布在内蒙古中北部，为河湖砂砾岩-粉砂岩-泥岩组合，上部为砖红色泥岩、泥质粉砂岩含粉砂质泥灰岩；下部为砾岩、砂岩、中粒岩屑砂岩，含恐龙化石 *Ornithomimus*、*asiaticus* *Mandschurosaurus mongoliensis*、*Bactrosaurus johnsoni*，为陆内断陷盆地沉积。

4. 金刚泉组

上白垩统金刚泉组（K_{2j}）分布在内蒙古西部，为河流砂砾岩-粉砂岩-泥岩组合，岩性为含砾砂岩、粉砂质泥岩、砾岩砂砾岩、含砾粗砂岩、

紫红、灰红色砾岩、不等粒长石砂岩，含砂金，为陆内断陷盆地沉积。

5. 乌兰苏海组

上白垩统乌兰苏海组（K_{2w}）分布在内蒙古西部，为湖泊三角洲砂砾岩组合，岩性为褐灰色、杂色砂岩、砂砾岩、砾岩夹泥岩透镜体，含化石 *Hadrosauridae Carnosauria* sp.和 *Omithopods* sp.,*Dinosaurus*，为陆内断陷盆地沉积。

（二）晚白垩世后造山侵入岩

晚白垩世后造山侵入岩出露面积非常小，主要分布在内蒙古东北部和中南部，为钙碱性-碱性花岗岩组合，岩性为碱性花岗岩、花岗斑岩、晶洞花岗岩和斑霞正长岩，判断大地构造环境为后造山。

七、新生代稳定陆块地质建造

新生代发育陆内断陷-坳陷盆地，稳定陆块环境幔源碱性玄武岩喷发（图 3-21）。

（一）新生代断陷盆地—坳陷盆地沉积岩

1. 脑木根组、阿山头组、伊尔丁曼哈组、沙拉木伦组

古新统脑木根组（E_{1n}），始新统阿山头组(E_{2a})、伊尔丁曼哈组(E_{2y})和沙拉木伦组(E_{2sl})皆出露在内蒙古中北部，为湖泊泥岩-粉砂岩组合，岩性为灰白色中粒长石石英砂岩、杂色砂质泥岩、棕红色泥岩、灰绿色粉砂岩，含大量钙、锰质结核，为陆内坳陷盆地沉积。

2. 寺口子组

始新统寺口子组（E_{2s}）出露在内蒙古西部，为湖泊泥岩-粉砂岩组合，岩性为湖泊三角洲砂砾岩组合，岩性为深棕红色砂质泥岩、砂岩、含砾砂岩与砂砾岩互层。

3. 乌兰戈楚组、呼尔井组

渐新统乌兰戈楚组（E_{3wl}）、呼尔井组(E_{3h})出露在内蒙古中北部，为湖泊三角洲砂砾岩-泥岩组合，岩性为褐色、砖红色泥岩、灰白色细砂岩、粉砂岩夹含砾砂岩、灰白色、黄色粗砂岩、砂砾岩夹泥岩等，为陆内坳陷盆地沉积。

4. 临河组、清水营组

渐新统临河组(E_{3l})和清水营组(E_{3q})出露在内蒙古中南部，为湖泊泥岩-粉砂岩组合，岩性为棕红、桔黄色泥岩、泥质粉砂岩、砂岩、泥灰岩、褐红色、砖红色泥岩、粉砂岩、石膏层含脊椎动物化石，为陆内断陷盆地沉积。

5. 老梁底组

中新统老梁底组(N_{1l})和清水营组(E_{3q})出露在内蒙古东南部，为河流砂砾岩-粉砂岩-泥岩组合，岩性灰黄、暗灰色砂岩夹砾岩，泥砂质页岩，含炭质。岩石质地疏松，半胶结，层理发育，含植物化石，为曲流河相沉积（由于面积太小，图面没有表示）。

6. 呼查山组

中新统呼查山组(N_{1hc})出露在内蒙古东北部，为河流砂砾岩-粉砂岩-泥岩组合，岩性为灰白、浅黄色砾岩、砂岩、粉砂岩、泥岩，泥岩中含

铁锰质结核，近于水平产状，成岩程度低，呈半（微）胶结的疏松状态。含孢粉及植物化石碎片。属曲流河相沉积。

7. 通古尔组

中新统通古尔组(N_{1t})出露在内蒙古中部，为湖泊三角洲砂砾岩组合，岩性为深红色、砖红色泥岩、灰白色含砾中粗粒长石石英砂岩、细砂岩，为陆内坳陷盆地沉积。

8. 五原组

中新统五原组(N_{1w})出露在内蒙古中西部，为湖泊泥岩-粉砂岩组合，岩性为杂色粉砂质泥岩、含砾砂岩、砖红色泥岩、棕红色细砂岩，含黄铁矿结核和硬石膏斑块。

9. 红柳沟组

中新统红柳沟组(N_{1hl})出露在内蒙古西南部，为河流砂砾岩-粉砂岩-泥岩组合，岩性为灰色砾岩、灰黄色含砾砂土、含大量钙质结核，为陆内坳陷盆地沉积。

10. 泰康组

上新统泰康组(N_{2tk})出露在内蒙古东部，为河流砂砾岩-粉砂岩-泥岩组合，岩性为胶结疏松、产状平缓之砂砾岩夹泥质粉砂岩和泥岩。为陆内坳陷盆地冲积扇相。

11. 宝格达乌拉组

上新统宝格达乌拉组(N_{2b})出露在内蒙古中东部，为湖泊含砾粗砂岩-砂质泥岩组合，岩性为黄褐色砂质泥岩、黄褐色含砾粗砂岩，局部夹玄武岩，陆内坳陷盆地沉积。

12. 乌兰图克组、苦泉组

上新统乌兰图克组(N_{2wl})和苦泉组(N_{2k})出露在内蒙古中南部，为河流砂砾岩-粉砂岩-泥岩组合，岩性为桔红、桔黄色泥质钙质砂岩、砂砾岩夹砂质泥岩、粉砂岩，棕红色泥岩与灰黄色粉细砂岩互层夹砾岩等，为陆内断陷盆地沉积。

（二）新生代稳定陆块火山岩

汉诺坝组、五岔沟组、大黑沟组、阿巴嘎组

内蒙古东南部出露中新统汉诺坝组（N_{1h}）为稳定陆块环境玄武岩、橄榄玄武岩；内蒙古东北部出露上新统五叉沟组（N_{2wc}）稳定陆块环境橄榄玄武岩；内蒙古东北部出露上更新统大黑沟组（Qp³*d*）稳定陆块环境橄榄玄武岩；内蒙古中部出露阿巴嘎组（Qp³*a*）稳定陆块环境橄榄玄武岩。

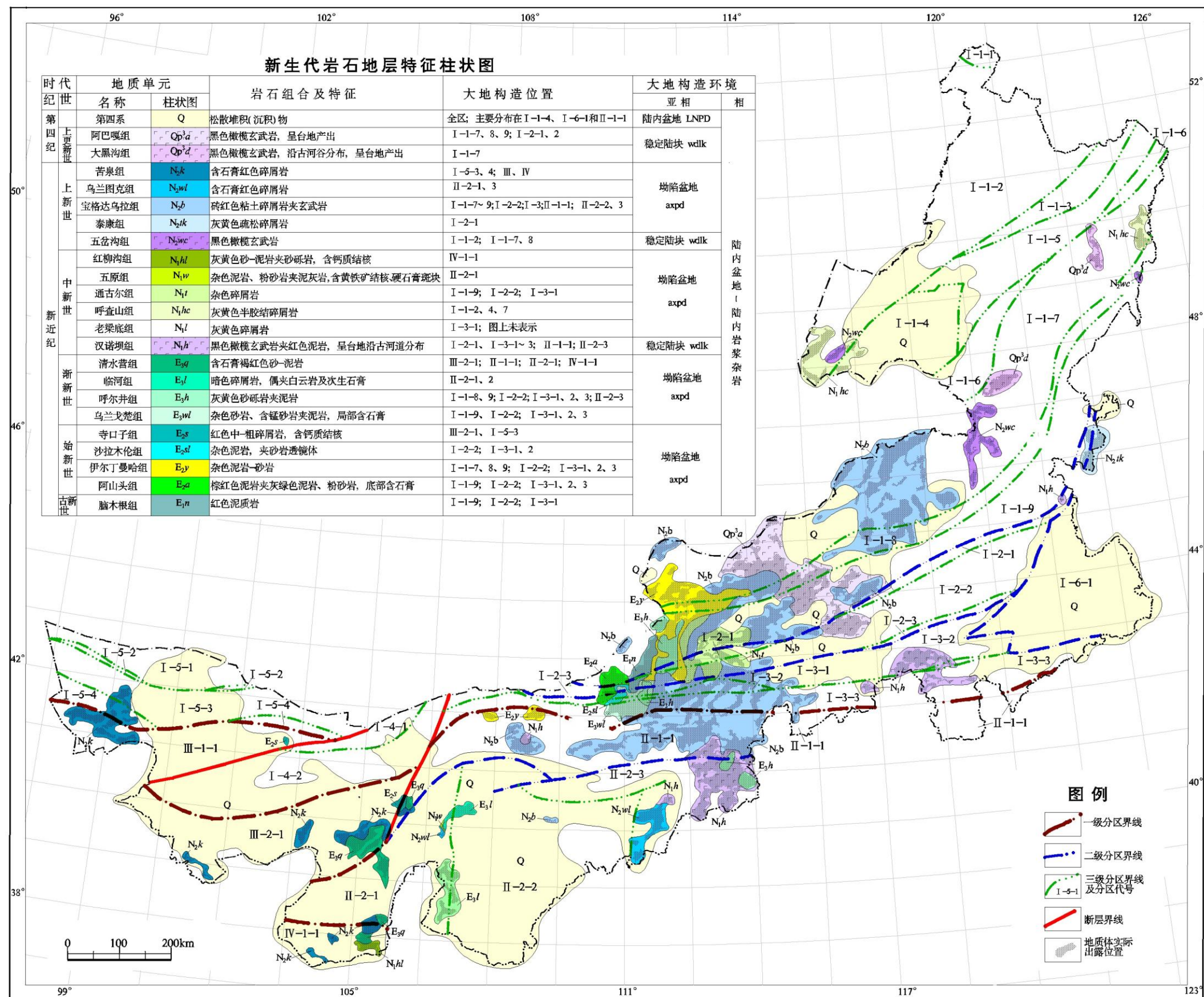


图 3-21 新生代地质建造分布图

第四章 古板块俯冲带位置厘定

古亚洲洋俯冲带残留的痕迹并不多，在依据俯冲增生杂岩残片断续分布的同时，更重要的是根据洋壳俯冲效应形成的岩浆弧（岛弧、火山弧、陆缘弧等）、增生楔和整个弧盆体系的和时空展布规律，恢复古俯冲带的发育位置。

在内蒙古范围内根据俯冲增生杂岩恢复了 9 条古俯冲带，而根据俯冲岩浆效应反推共发现有 11 条古俯冲带，分别为大兴安岭弧盆系之中的哈达图-新林俯冲带（I -1-3）、红花尔基-李增碰山俯冲带（I -1-6）、贺根山-扎兰屯俯冲带（I -1-8）+锡林浩特俯冲带（I -1-9）；索伦-扎鲁特旗结合带之中的达青牧场俯冲带（I -2-1）和西拉木伦俯冲带（I -2-3）；温都尔庙弧盆系之中的温都尔庙-套苏沟俯冲带（I -3-2）；哈日博日格弧盆系之中的恩格尔乌苏俯冲带（I -4-1）；北山弧盆系之中的甜水井-红石山蛇绿混杂岩带（I -5-2）、狼头山-杭乌拉俯冲带（I -5-4）；塔里木陆块区之中的柳园裂谷南侧俯冲带；以及中国东部弧盆系的古太平洋俯冲带。其中柳园裂谷南侧俯冲带和古太平洋俯冲带不在研究区范围内，只有他们俯冲碰撞造成的岩浆效应（见图 4-1、表 4-1）。

第一节 海拉尔小洋盆之俯冲带

在额尔古纳岛弧与东乌珠穆沁旗-多宝山岛弧之间为海拉尔-呼玛弧后盆地，其开始于中元古代伸展环境形成的弧后小洋盆，在早志留世拉张有新的洋壳生成，并分别在新元古代早期和晚石炭世早期发生了俯冲活动。晚石炭世早期小洋盆双向俯冲（主体向北西俯冲）并最终碰撞造山。俯冲致使在哈达图-新林俯冲带、红花尔基-李增碰山俯冲带和海拉尔-呼玛弧后盆地之中形成了残余洋壳蛇绿混杂岩、构造混杂岩等俯冲增生杂岩。

一、哈达图-新林俯冲带

哈达图-新林俯冲带为海拉尔小洋盆北西缘俯冲带，NE 向展布，宽小于 80km，长大于 700km。其是海拉尔小洋盆在新元古代早期和晚石炭世初期向额尔古纳岛弧之下发生了俯冲碰撞活动造成的俯冲增生杂岩带。

（一）哈达图-新林俯冲-碰撞效应

1. 俯冲带在新元古代早期向额尔古纳岛弧之下俯冲

南华纪佳疙疸组（Nhj）火山-沉积岩呈 NE 向遍布于额尔古纳岛弧。岩性为半深海浊积岩夹变质安山岩、安山玄武岩及少量流纹质火山碎屑岩，火山岩为岛弧环境中形成的拉斑系列-钙碱系列玄武岩-安山岩-流纹岩组合。

在额尔古纳岛弧北部，新元古代侵入了中基性和酸性侵入岩。中基性岩有辉长岩-闪长岩和石英二长闪长岩、石英闪长岩、花岗闪长岩和奥长花岗岩，为亚碱系列；酸性岩有二长花岗岩、正长花岗岩、黑云母花岗岩、正长岩，剔除石英含量小于 10%的辉长岩、闪长岩后，中酸

性岩在 An-Ab-Or 图解中为 G₁-QM 组合，酸碱性岩在主元素分类图解中为花岗闪长岩和花岗岩。总体构成花岗闪长岩-花岗岩（GG）组合。

2. 俯冲带在晚石炭初期向额尔古纳岛弧之下俯冲

在额尔古纳岛弧南部新巴尔虎右旗一带，沉积了上石炭统宝力高庙组（C_{2b}）安山岩、酸性凝灰岩、变质砂岩、砾岩、千枚岩组成岛弧火山岩组合。

在额尔古纳岛弧阿龙山一带，侵入了晚石炭世石英闪长岩、花岗闪长岩、二长花岗岩和正长花岗岩组成的 GG 组合。为高钾钙碱系列为主的俯冲期陆缘弧岩浆杂岩。另外，在满归附近还侵入有少量辉长岩和闪长岩。

在额尔古纳的岛弧中部嵯岗镇—下护林一带，侵入了晚石炭世黑云母花岗岩、正长花岗岩构成的高钾和钾玄质花岗岩组合，黑云母花岗岩内石榴子石含量达 3%，可谓同碰撞强过铝花岗岩组合。

（二）哈达图-新林俯冲增生杂岩特征

哈达图-新林俯冲带之中出露蛇绿混杂岩，俯冲带及其南侧还出露变质增生杂岩。

1. 风云山—松岭区变质增生杂岩

海拉尔-呼玛弧后盆地在中元古代拉张成弧间小洋盆，在中元古代早期和晚石炭世早期弧间洋盆俯冲消减碰撞后形成增生楔，成为构造混杂岩（俯冲增生杂岩）；在晚石炭世—早三叠世经历了上覆沉积沉降、高温变质，片岩、片麻岩化，局部地段熔融混合岩化，形成混合花岗岩或混合岩；在中三叠世中晚期造山过程中遭受挤压变形变质最终形成该变质杂岩体。也就是说，整个所谓的风云山—松岭区变质杂岩是弧间小洋壳俯冲形成的俯冲增生变质杂岩楔。

1）新林镇以南松岭区一带出露大量的变质杂岩（Mc），范围包括海拉尔-呼玛弧后盆地及两侧俯冲增生杂岩带（图 4-1）。1:20 万六十林场幅和阿里河幅区域地质调查归为兴华渡口群，主要岩石类型为变粒岩、浅粒岩、斜长角闪岩、绿泥石英斜长片岩、含石榴子石斜长片岩、云母斜长片岩等，为（变质俯冲增生杂岩楔环境）斜长角闪岩-变粒岩-片岩组合。原岩为一套含中酸性火山岩的陆源碎屑沉积—基性火山岩建造。岩化分析结构反映出原岩形成环境是一种不成熟岛弧环境。

近年来一些学者将其放置在寒武纪——如苗来成等人采用高精度离子探针（SHRIMP II）对黑龙江省新林—韩家园子地区出露的兴华渡口群中变质火成岩和变质碎屑岩进行了锆石 U-Pb 定年研究。结果表明：兴华渡口群中的变火成岩类形成于（506±10）Ma 至（547±46）Ma，变碎屑岩中碎屑锆石年龄谱中出现大量的 1.0~1.2Ga、1.6~1.8Ga 和 2.5~2.6 Ga 的年龄，说明其成岩时代至少小于 1.0 Ga；认为兴华渡口群代表寒武纪或新元古代活动大陆边缘的火山-沉积建造（苗来成等，2007）。

2）在风云山地区零星出露变质杂岩，1:20 万地质报告划为前奥陶系新峰山群，在 1:25 万小乌尔旗汉林场幅地质报告改为古元古界兴华渡口群（Pt₁X），皆为岩性对比。岩性主要为灰、灰黑色碎裂含砂线石英岩、长石二云石英片岩、含堇青二云石英片岩、绿泥绢云石英片岩、二云片

岩、含石榴二云片岩、绿帘绿泥阳起片岩、黑云斜长片岩、二云斜长片麻岩、斜长角闪岩、红柱黑云长英角岩、含堇青长英角岩、变粒岩、角闪变粒岩、混合岩化变粒岩、浅粒岩、条带状混合岩和磁铁石英岩等。恢复原岩多为砂泥质岩夹中基性火山岩。由于同松岭区“古增生楔”变质增生杂岩皆处在海拉尔-呼玛弧后盆地之中，具有可比性，因此将其定为变质增生杂岩，为变质增生楔斜长角闪岩-变粒岩-片岩组合。1:5 万克里河林场幅（内蒙古自治区第十地质矿产勘查开发院，还未验收）变粒岩中采用 SIMS 锆石 U-Pb 同位素测年为 320~370Ma。

2. 哈达图-新林蛇绿混杂岩

1）吉峰林场出露具有典型鬣刺结构的科马提岩，总体 NE 向展布，呈构造岩片产于上石炭统新伊根河组（C_{2x}）内，地表控制长度 4km，宽 80~800m，岩石类型有滑石化蛇纹石化含透辉石橄榄质科马提岩、蛇纹岩、直闪石岩、滑石岩、绿帘石化黝帘石化黑云母化玄武岩。由超镁铁质科马提岩、玄武质科马提岩、拉斑玄武岩和辉长岩等组成的科马提岩系列，由 8 件科马提岩、辉长岩和拉斑玄武岩样品的 Sm-Nd 同位素数据构成一条相关性较好的等时线，其 Nd 模式年龄多数为 1589~1799Ma，等时线年龄为(1727±74.7) Ma，表明该区科马提岩形成于**中元古代早期**，来源于亏损地幔源区。这一地壳增生事件可能与松嫩地块从西伯利亚地台南缘裂解有关（胡道功等，2003）。

2）环二库的蛇纹岩具有强蛇纹石化、透闪石化和滑石化，局部见残余细粒的变质橄榄岩和榄辉岩，其原岩为具有交代残余结构的变质橄榄岩、榄辉岩、角闪辉长岩和玄武岩，Sm-Nb 同位素年龄（1470±32）Ma，相当**中元古代**。产于新元古代震旦纪吉祥沟组（Z_j）变质火山-沉积岩系之中，二者并非覆盖关系，推断也呈构造岩片冷侵位于震旦纪地层中。角闪辉长岩呈串珠状或透镜状产出，变质变形强烈，除岩块中心部位保存块状构造外，两侧形成斜长角闪片岩或糜棱岩，拉伸线理发育；玄武岩具气孔、杏仁构造，多呈破碎岩块产出。

3）稀顶山超基性岩为纤维变晶结构的蛇纹岩与辉长岩（ΣP₁），产于奥陶纪多宝山组（O_{1-2d}）内，时代置于早二叠世，缺乏依据。推断呈构造岩片产出。

4）在新林东 21.5 km处黑龙江省境内至内蒙古境内出露蛇绿混杂岩。蛇绿岩形态为近半椭圆形，NNE 向展布，其与外围岩石皆呈断层接触。岩石组合自下而上由蛇纹混杂带、绿泥石滑石片岩带、变质橄榄岩（蛇纹岩）、层状堆积岩、席状岩床杂岩和变玄武岩构成。新林蛇绿岩为典型的 E-MORB 型蛇绿岩（杜海涛等，2013），形成于古洋盆初始裂解阶段的洋中脊构造环境。新林蛇绿岩中的超镁铁质岩锆石 U-Pb 同位素 SHRIMP 谐和年龄为 443.4Ma 和 432 3Ma（杜海涛等，2013），蛇绿岩的形成时代为**早志留世**。与蛇绿岩混杂在一起的还有下-中奥陶统大伊希康河组（O1-2dy）浊积岩（砂板岩）-滑混岩组合、裸河组（O2I）浊积岩（砂板岩）-滑混岩组合、下-中泥盆统泥鳅河组（D1-2n）台盆含放射虫硅泥质岩组合，岩石破碎严重，组段块体大多以断层接触。

表 4-1 内蒙古俯冲带及其俯冲、碰撞效应一览表

俯冲带特征									俯冲、碰撞(岩浆)效应																						
大地构造位置		名称 (代号)	岩石构造组合	混杂地质体代号	增生楔宽度 (km)	俯冲方向	俯冲时间	俯冲幅度	碰撞强度	大地构造位置	建造	环境	岩石构造组合	地质单元代号																	
海拉尔小洋盆		哈达图-新林俯冲带 (I -1-3)	蛇绿混杂岩组合 oφm、变质增生杂岩组合 Mc	$\psi\omega Pt_2$ 、 $\sum Pt_2$ 、 ωPt_2 、 Pt_3 — \in 、 ZI 、 Zd 、 O_{1-2dy} 、 O_{2-3lh} 、 D_{1-2n} 、 O_{2-3d} 、 $\sum D$ 、 C_{1m}	<80	北西	Pt_3 早期	大		I -1-2	侵入岩	陆缘弧	辉长-闪长岩+GG 组合	$(\eta\delta o、v-\delta、\gamma\delta、\delta o、\xi\gamma\beta、\eta\gamma、\gamma、\eta\eta\beta、\xi\beta、\xi o)Pt_3$																	
							C_2 初期	较大	很大		火山岩		安山岩-英安岩-流纹岩组合	$Nhj、Zd$																	
		红花尔基-李增碰山蓝片构造混杂岩带 (I -1-6)	蓝片混杂岩组合 gmlg、构造混杂岩组合 Tmlg	O_{1-2d} 、 O_{2-3lh} 、 D_{1-2} 、 S_1h 、 S_2b 、 S_3w 、 D_{1-2n} 、 D_{2-3d} 、 Wrl 、 C_1h 、 C_{1m} 、 gls	<40	南东	C_2 初期	很小	很大					侵入岩	陆缘弧	TTG 组合	$(\eta\eta\beta、\gamma\delta、\delta o、\xi\gamma、\eta\gamma、\gamma\beta、\gamma)C_2$														
大兴安岭弧盆系		贺根山-扎兰屯俯冲带 (I -1-8)+锡林浩特俯冲增生杂岩带 (I -1-9)	构造混杂岩组合 Tmlg、蛇绿混杂岩组合 oφm、变质增生杂岩组合 Mc	Pt_1B 、 Pt_1X 、 $\sum Pt_2$ 、 $\beta\mu Pt_2$ 、 Pt_2h 、 Pt_2s 、 γPt_3 、 Zd 、 Pt_3 — \in 、 O_{1-2d} 、 O_{2-3lh} 、 $\sum O$ 、 S_1h 、 S_2b 、 w 、 $(S_3-D_1)x$ 、 D_{1-2n} 、 D_{2-3d} 、 Wrl 、 D_3C_{1s} 、 $\sum D$ 、 vD 、 $\sum D_{2-3}$ 、 vD_{2-3} 、 $v\sigma D_3$ 、 O_3 — C_1	100~200	北西	Pt_3 早期	较大		I -1-4、I -1-5	火山岩	岛弧	安山岩-英安岩-流纹岩组合	Nhj																	
										I -1-8、I -1-7	侵入岩		岛弧	TTG 组合	$(\psi\sigma v、\gamma o、\eta\gamma、\delta\eta o)Pt_3$																
							O_1 早期	较小		I -1-8、I -1-9、I -1-7、I -1-5	侵入岩	陆缘弧	安山岩-英安岩-流纹岩组合	$Nhd、Zj$																	
											火山岩		GG 组合	$(\gamma\delta、\delta o、\gamma\delta o、\eta\gamma)O_2$																	
							D_2 晚期	较大		I -1-8、I -1-9、I -1-7、I -1-5	侵入岩	陆缘弧	玄武岩-安山岩-流纹岩组合	O_{1-2d}																	
											火山岩		TTG 组合	$(\gamma\delta、\delta o、\gamma o、\delta、\gamma\delta o、\gamma\beta、\delta\eta o)D_3$																	
							C_2 初期	很大	很大	I -1-5	侵入岩	陆缘弧	玄武岩-安山岩-流纹岩组合	D_{2-3d}																	
											火山岩		GG 组合	$(\delta o、\gamma\delta、\gamma、\eta\gamma)C_2$																	
										I -1-7	侵入岩	陆缘弧	弧后盆地火山岩组合	C_2bl																	
											火山岩		TTG 组合	$(\delta o、\eta\gamma、\eta\eta\beta、\eta\delta o、\gamma\delta、\eta\delta、\gamma、\gamma\beta、\pi\eta\gamma、\delta、\chi\rho\gamma)C_2$																	
										I -1-8、I -1-9	玄武岩-安山岩-流纹岩组合	$C_2bl、(C_2-P_1)bl、(C_2-P_1)g$																			
											侵入岩	陆缘弧	TTG 组合	$(\delta o、\psi v、\gamma o、\gamma)C_2$																	
											同碰撞	强过铝花岗岩组合	$(\eta\eta\beta m、\eta\eta m)C_2$																		
											火山岩	陆缘弧	玄武岩-安山岩-流纹岩组合	$C_2bl、C_2-P_1)g、C_2bb$																	
							古亚洲洋	索伦-扎鲁特旗结合带	达青牧场俯冲带 (I -2-1)	蛇绿混杂岩组合 oφm	C_2 、 $\sum C_2$ 、 $\sum P_1$ 、 ${}_2$ 、 $Cbb a$	<80	北西	P_2 初期	巨大	较大	I -1-9、I -1-8、I -1-7、I -1-5 东段	侵入岩	同碰撞	强过铝花岗岩组合	$(\delta o、\gamma\delta、\delta\eta o、\eta\gamma、\pi\eta\gamma、\delta、\gamma\delta o、\gamma、\gamma o、v)P_2$										
																		高钾-钾玄质花岗岩组合		$(\eta\eta\beta m、\eta\eta m)P_2$											
																		火山岩		陆缘弧	玄武岩-安山岩-流纹岩组合	$(\delta o、\gamma\delta、\gamma o、\gamma\beta、\delta\phi、\delta、\gamma\delta o、\gamma、\eta\gamma)P_2$									
							西拉木伦俯冲带 (I -2-3)	蛇绿混杂岩组合 oφm	(S_3-D_1) 、 ${}_a$ 、 C_2bb 、 $\sum C$ 、 $C_2x\beta\mu P_1$ 、 P_{1m} 、 $\sum P_1$ 、 P_{1sss}	<30	南东	P_1 末— P_2 初期	巨大	较大	I -3-1、I -3-2、I -3-3、II -1-1、II -2-3	侵入岩	陆缘弧	TTG 组合	$(\delta o、\gamma\delta、\gamma o、\gamma\beta、\delta\phi、\delta、\gamma\delta o、\gamma、\eta\gamma)P_2$												
																同碰撞	高钾-碱玄质花岗岩组合	$(\xi\gamma)P_2$													
																火山岩	陆缘弧	玄武岩-安山岩-流纹岩组合	P_2e												
							温都尔庙弧盆系	温都尔庙-套苏沟俯冲带 (I -3-2)	蛇绿混杂岩组合 oφm、弧前断褶带 hqdz	$\sum Pt_2$ 、 ψoPt_2 、 γoPt_2 、 Pt_2h 、 Pt_2s 、 $\sum\in$ 、 OS_1 、 S_2s 、 $\sum O$ 、 O_{1-2w} 、 $(S_3-D_1)x$ 、 $\sum C_2$ 、 δvC 、	<80	南东	Pt_3 早期	较小		I -3-3、II -1-1	侵入岩	陆缘弧	TTG 组合	$(\gamma\delta o、\delta)Pt_3$											
																	O_1 早期	较小		I -3-2、I -3-3、II -1-1	侵入岩	TTG 组合	$(\gamma\delta o、\delta o)O_{2-3}$								
																	D_2 晚期	较大		I -3-3	火山岩	陆缘弧	变质中基性火山岩组合	O_{1-2h}							
																					侵入岩	陆缘弧	GG 组合	$(\gamma、\delta、\gamma\delta)D_3$							
																	C_2 初期	很大	很大	II -1-1、II -2-3	侵入岩	陆缘弧	TTG 组合	$(\pi\eta\gamma、\pi\gamma\delta o、\pi o\psi、\delta、\eta\gamma)C_2$							
																					火山岩	弧后盆地	玄武岩-安山岩-流纹岩组合	$C_2bb、qv$							
																	北山弧盆系	甜水井-红石山俯冲带 (I -5-2)	蛇绿混杂岩组合 oφm	$\psi\psi\sigma vC_2$ 、 δvC_2 、 $\sum C_2$											
D_2 晚期	较大		I -5-1、2、3	侵入岩	陆缘弧	TTG 组合	$(\pi\gamma\delta、\eta\gamma)D_3$																								
狼头山-杭乌拉俯冲带 (I -5-4)	蛇绿混杂岩组合 oφm	$O\phi m(vO、\sum O、O_{2-3by}$ 、 O_{2-3x} 、 S_{2-3g} 、 S_{2-3s} 、 Pt_{2-3G} 、 Pt_{2-3y})	40~50	北北西	C_2 初期	很大		I -5	侵入岩	陆缘弧	TTG 组合	$(\delta o、\gamma\delta、\pi\gamma\delta、\gamma\delta o、\pi\delta o、\pi\gamma\delta、\pi\eta\gamma)C_2$																			
													Pt_3 早期	较大		I -4-2	侵入岩	陆缘弧	TTG 组合	$(\gamma\delta o、\pi\gamma\delta o)Pt_3$											
哈日博日格弧盆系	恩格尔乌苏俯冲带 (I -4-1)	蛇绿混杂岩组合 oφm	$\sum C_2$ 、 $\beta\mu C_2$	40~50	南东	D_2 晚期	较大		III-2-1	侵入岩	陆缘弧	TTG 组合	$(\gamma、\pi\gamma\delta、\gamma\delta、\eta\gamma\delta v、\gamma o、\delta\eta o、\delta o、\gamma\delta o、\pi\gamma、\eta\gamma)D_3$																		
										C_1 末期	很大		I -4-2、III-2-1	侵入岩	陆缘弧	TTG 组合	$(\delta v、\gamma o、\gamma\delta、\delta\eta o、\delta o、\gamma\delta o、\pi\gamma、\eta\gamma、v)C_2$														
										塔里木陆块区	? (柳园岩浆弧南侧)俯冲带			北	P_2 初期	很大		III-1-1、I -5	侵入岩	陆缘弧	TTG 组合	$(v、\gamma\delta o、\delta o、\eta\eta\beta、\pi\eta\eta\beta、\eta\gamma、\pi\gamma\delta、\gamma\beta、\gamma、\gamma\delta)P_2$									
火山岩	玄武岩-安山岩-流纹岩组合	P_2j																													
古太平洋东侧	中国东部弧盆系	古太平洋俯冲带				北西	T_2 中晚期、 J_2 末期	很大		I -1、I -2、I -3、II -1-1、II -2-3	侵入岩	陆缘弧	TTG 组合	$(\gamma\delta、\delta o、\gamma o、\delta、\gamma\beta、\delta o\mu、\eta\gamma、\eta o\pi、v\psi、\delta\eta o)T_3-K_1$																	
											火山岩		安山岩-英安岩-流纹岩组合	$J_2tm、J_3mk、J_3mn、J_3b、K_1lj$																	

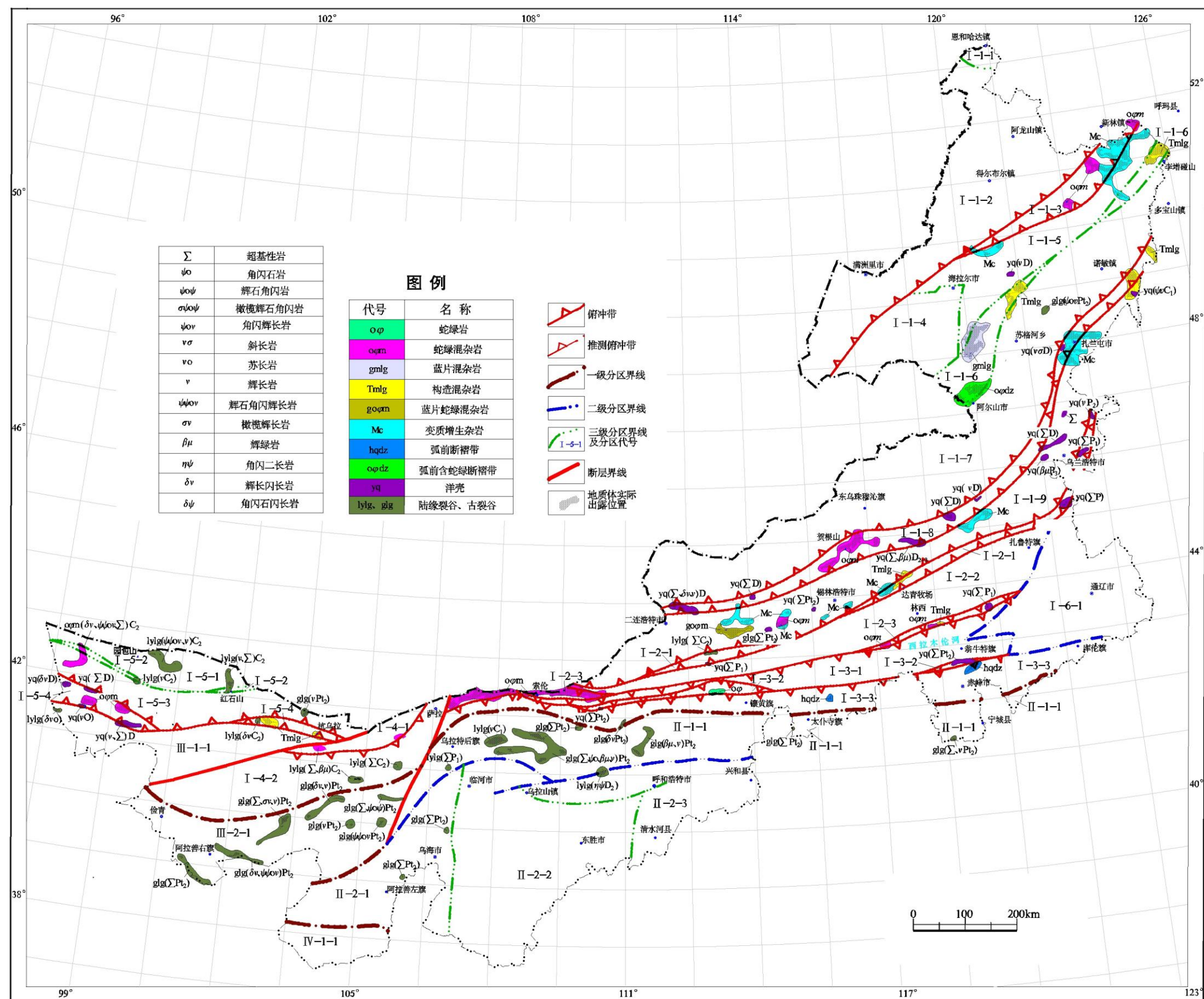


图 4-1 裂谷基性-超基性岩、残余洋壳以及俯冲增生杂岩分布图

二、红花尔基-李增碰山俯冲-碰撞带

红花尔基-李增碰山俯冲-碰撞带为海拉尔小洋盆南东缘俯冲-碰撞带，NE 向展布，宽小于 50km，长大于 600km，多处出露了俯冲-碰撞增生杂岩。俯冲带上盘（南侧）为东乌珠穆沁旗-多宝山岛弧，其处于该俯冲-碰撞带与古亚洲洋北缘贺根山-扎兰屯俯冲带之间，岛弧主要反映了贺根山-扎兰屯俯冲带俯冲形成的侵入岩、火山岩等岛弧环境地质建造，而红花尔基-李增碰山俯冲-碰撞带造成的俯冲-碰撞效应不明显。下面主要介绍俯冲增生杂岩特征。

1. 红花尔基俯冲增生杂岩

在红花尔基到乌努尔一带出露俯冲增生杂岩，呈楔形 NE 向展布，南西宽、北东窄并逐渐尖灭，最宽处 15~20km，长大于 150km，再向北东不清楚，被中新生代侵入岩、火山岩和沉积岩占据。

该楔形带从南东到北西由 3 条带构成——南带为蓝闪石带、中间为冻蓝闪石带、北带为混杂堆积带。

（1）蓝闪石带

蓝闪石带见于头道桥东南 4km、伊敏河左岸苏格塔一带，走向 330°，倾向 NE，倾角 33°~40°，该带出露宽度约 700m，西部与上侏罗统火山岩呈高角度断层接触，东部被上更新统风成砂覆盖。该变质带由钠长绿泥蓝闪片岩、钠长绿泥绿帘片岩、绿泥石英片岩和千枚岩组成。为一套高压变质作用下形成的岩石组合。

（2）冻蓝闪石带

冻蓝闪石带分布在红花尔基河和伊敏河汇合口东侧。岩石是硅质、泥质岩变质的碎裂钠长石化岩石。矿物组合：冻蓝闪石、钠长石等。

（3）混杂堆积带

在蓝闪石带西北侧，发育宽数公里的混杂堆积，由大小不一、相差悬殊的块体或角砾混杂堆积在一起，块体或角砾由奥陶系、中上泥盆统及下石炭统组成。推测形成混杂堆积的时间应在**早石炭世末期**。

2. 李增碰山构造混杂岩

在李增碰山一带出露构造混杂岩，地质体呈大小不等的断块状，断块之间为不同方向的断裂，构成了局部有序整体无序的构造混杂岩，包括中-上奥陶统裸河组（O₂₋₃*lh*）浊积岩（砂板岩）-滑混岩组合、下志留统黄花沟组（S₁*h*）滨浅海砂岩-粉砂岩-泥岩组合、中志留统八十里小河组（S₂*b*）滨浅海砂岩-粉砂岩-泥岩组合、上志留统卧都河组（S₃*w*）滨海相砂岩-粉砂岩-泥岩组合、下-中泥盆统泥鳅河组（D₁₋₂*n*）台盆含放射虫硅泥质岩组合和中-上泥盆统大民山组（D₂₋₃*d*）岛弧玄武岩-安山岩-流纹岩组合夹沉积岩。构造混杂岩被晚石炭世陆缘弧环境二长花岗岩和石英闪长岩侵入。

3. 阿尔山弧前含蛇绿断褶带

在红花尔基-李增碰山俯冲-碰撞带西南端南东侧阿尔山安全车站一带出露蛇绿岩及断褶带，包括蛇纹石化斜方辉橄岩、下寒武统苏中组灰岩建造、中上奥陶统裸河组砂泥岩-灰岩建造下中泥盆统泥鳅河组等，岩石破碎，且它们之间皆为断层接触。推测可能与红花尔基增生杂岩相联。

第二节 古亚洲洋俯冲带

古亚洲洋位于东乌珠穆沁旗-多宝山岛弧与敖仑尚达-翁牛特旗岩浆弧之间，其至少开始于中元古代伸展环境形成的大洋盆地，其经历了古元古代早期至晚石炭世早期多次向北西单向俯冲碰撞活动，形成了宽阔的贺根山-扎兰屯俯冲增生杂岩带和锡林浩特俯冲增生杂岩带，大洋在晚石炭-早二叠世再次强烈增生拓宽后，在早二叠世末期—中二叠世早期双向俯冲，形成了达青牧场俯冲增生杂岩带、西拉木伦俯冲增生杂岩带和两者之间的林西残余盆地。

一、贺根山-扎兰屯俯冲带

贺根山-扎兰屯俯冲带位于古亚洲洋北西缘、东乌珠穆沁旗-多宝山岛弧南侧，总体走向 NE，宽度 80~100km，长大于 1000km。

（一）贺根山-扎兰屯俯冲-碰撞效应

贺根山-扎兰屯俯冲带始于新元古代早期的向北西俯冲。之后分别在早奥陶世早期、中泥盆世晚期和晚石炭世早期向北西俯冲和碰撞。

1. 俯冲带在新元古代早期向东乌珠穆沁旗-多宝山岛弧之下俯冲

俯冲带北西侧东乌珠穆沁旗-多宝山岛弧之中出露了南华-震旦系火山-沉积岩建造。在南华系佳疙疸组半深海浊积岩组合内夹有变质安山岩、安山玄武岩及少量流纹质火碎屑岩，为岛弧环境形成的拉斑系列-钙碱系列玄武岩-安山岩—流纹岩组合。

于东乌珠穆沁旗-多宝山岛弧东部边缘出露新元古代俯冲期岩浆杂岩，岩性为石英二长闪长岩、奥长花岗岩和二长（正长）花岗岩等，属钙碱—高钾钙碱—钾玄岩系列，主元素分类图解中为花岗闪长岩—花岗岩，在 An-Ab-Or 图解中为 T₂-G₂，为大洋俯冲陆缘弧环境中形成的 TTG 组合。

2. 俯冲带在早奥陶世早期向东乌珠穆沁旗-多宝山岛弧之下俯冲

于东乌珠穆沁旗-多宝山岛弧的中南部出露下中奥陶统多宝山组（O₁₋₂*d*）玄武岩-安山岩-流纹岩组合。属亚碱系列为主的岛弧火山岩。

在阿尔山一带出露中奥陶世石英闪长岩和斜长花岗斑岩，钙碱系列，为岛弧环境类 TTG 组合；在诺敏一带出露花岗闪长岩、二长花岗岩，高钾钙碱系列，为岛弧环境 GG 组合。

3. 俯冲带在中泥盆世晚期向东乌珠穆沁旗-多宝山岛弧之下俯冲

在扎兰屯市济沁河林场—库林沟林场一带的大民山组（D₂₋₃*d*）为安山岩、英安岩、石英角斑岩、细碧岩、中酸性火山岩夹砂岩、粉砂岩和放射虫硅质岩等，属半深海放射虫-硅质骨针岩组合。其中火山岩构成玄武岩-安山岩-流纹岩组合，为亚碱系列、拉斑系列的岛弧（洋内弧）火山岩。

在苏格河乡和中央站林场一带出露晚泥盆世岛弧环境 TTG 组合，岩性主要为石英闪长岩、花岗闪长岩、奥长花岗岩，少量闪长岩及英云闪长岩。

4. 俯冲带在晚石炭初期向东乌珠穆沁旗-多宝山岛弧之下俯冲碰撞

在东乌珠穆沁旗-多宝山岛弧南缘，出露上石炭统宝力高庙组（C₂*b*）

钙碱系列陆缘火山弧组合，出露范围不大，岩性为玄武岩、安山岩、安山质熔结凝灰岩。

在罕达盖嘎查—耳场子沟一带，出露大量的晚石炭世 TTG 组合，岩性为石英二长闪长岩、石英闪长岩、花岗闪长岩、二长花岗岩和奥长花岗岩等，属钙碱系列，为俯冲期陆缘弧岩浆杂岩。

在亚东镇一带出露晚石炭世二云母二长花岗岩、白云母二长花岗岩组成强过铝花岗岩组合，属高钾钙碱系列，为同碰撞岩浆杂岩。

（二）贺根山-扎兰屯俯冲增生杂岩特征

贺根山-扎兰屯俯冲带之中分布有大量俯冲增生杂岩，包括残余洋壳、变质增生杂岩、蛇绿岩和蛇绿混杂岩。

1. 二连蛇绿岩

在二连北东出露有俯冲增生杂岩,杂岩的基质为上石炭统本巴图组（原 1::20 万地质图中为中泥盆统和下石炭统）浊积岩，其内混杂有较多的泥盆纪蛇绿岩碎片，超基性岩、辉长岩、硅质岩等。

2. 锡林郭勒杂岩

在锡林浩特市西（略偏南）140km 处锡林郭勒杂岩中变质细粒二长花岗岩和条带状黑云二长花岗片麻岩进行了锆石同位素研究（孙立新 2013），采用 LA-MC-ICP-MS 仪器进行了锆石定年测试，锆石核部年龄分别为（1516 ±31）Ma 和（1390±17）Ma，属中元古代。变质细粒二长花岗岩锆石核部 ε_{HR}(t)为正值，变化于 2.8~8.5 之间，单阶段模式年龄 *t*_{DM} 变化范围为 1.71~1.84Ga，*t*_{DM} 大于岩石形成年龄，揭示出岩浆来源于地幔源区物质的添加；黑云二长片麻岩锆石的 ε_{HR}(t)均为正值，变化范围为 0.4~11.9，表明岩浆来源于地幔源区。反映出这两种花岗岩可能融入了中元古代洋壳。

3. 中元古代残余洋壳

在二连浩特与锡林浩特之间出露桑达来呼都格组（Pt₂*s*），该组为绿帘阳起片岩—绿泥钠长片岩—阳起钠长片岩夹变质中基性熔岩、含铁石英岩建造，其原岩为洋壳性质的枕状拉斑玄武岩、细碧角斑岩、含铁硅质岩、含铁硅质碳酸盐岩、安山岩以及辉长岩好辉橄岩等，安山岩 Sm-Nd 等时线法年龄值 1224Ma；该套组合出露在 NE 向展布的贺根山-扎兰屯俯冲增生杂岩带偏南部，与蛇绿混杂岩共生或相距不远，其北部为泥盆纪洋壳性质的蛇绿岩，俯冲增生杂岩带由北到南由新到老反映出古亚洲洋在向 NW 俯冲，大洋北部洋壳以及大洋中脊已经俯冲至东乌珠穆沁旗-多宝山岛弧之下消失，现今地表残留的是古亚洲洋南部洋壳残片。古洋壳的分布代表早期古亚洲洋曾经发育的位置，或者反映出早期古亚洲洋俯冲增生杂岩带的位置。

4. 贺根山蛇绿岩

在贺根山—带内出露有泥盆纪俯冲增生杂岩、远洋沉积、蛇绿岩等。是迄今为止，在内蒙古境内蛇绿岩研究比较详细的地区之一。蛇绿岩由下而上可以分为变质橄榄岩、堆晶岩、基性岩墙群、硅质岩、放射虫碧玉岩等远洋沉积。其中碧玉岩中的放射虫由王乃文鉴定，时代为晚泥盆世。70 年代对纯橄岩、斜方辉橄岩进行的同位素年龄测试（钾—氧法）

为：一个为 430Ma、两个为 346 Ma 和一个为 380Ma，基本都落在中、晚泥盆世范围内。

5. 呼哈达-芒哈屯蛇绿混杂岩

据 1:20 万地质图说明书介绍，哈拉黑只有一小脉、近 EW 向。呼哈达岩体由 4 个大小不等的似脉状和凸镜状的超基性岩体组成。规模均较小。其“侵入”于中二叠统哲斯组砂板岩之中，与围岩接触面呈波状，向下变陡。围岩产生了数十米宽的强烈绿泥石化带。生成叶片状绿泥石，使岩石呈现微鳞片变晶结构。有小部分岩体直接被下侏罗统火山岩所覆，在凝灰岩及底部的凝灰质砾岩中分别含超基性岩角砾和铬铁矿砾石。岩体分异较好，包括灰绿、黄绿和绿色蛇纹石化纯橄榄岩、蛇纹石化含辉石纯橄榄岩和蛇纹石化斜方辉石橄榄岩。岩石片理化，多裂隙。在纯橄榄岩带的中下部有时形成小的铬铁矿体，矿体由许多小矿巢构成，形状、产状和岩体基本一致。

芒哈屯的超基性岩，受断裂构造控制，呈 NNE 向脉状体”侵入”中二叠世花岗闪长岩和大石寨组（P₂*ds*）之中，主要为辉石橄榄岩、蛇纹岩和少量辉石岩，含细脉状或不规则粒状铬铁矿。岩石类型有碱性（A）和拉斑系列，为贫铝幔源类型。在 Q-A-P 图解中样点位于裂谷区。

6. 扎兰屯蛇绿岩

在扎兰屯西南韩家地一带出露超基性岩，岩性为斜辉橄榄岩（或斜方辉橄岩），宽 5.3m，长度不清。呈 NE 向赋存于“下二叠统高家窝棚组（P₁*g*）[此次编图厘定为中二叠统大石寨组（P₂*ds*）]酸性熔岩构造破碎带中，岩石强烈蚀变，大部变为蛇纹岩，薄片 中见交代变余橄榄石残晶。成岩时代随内蒙古中部二连-贺根山超基性岩划归为泥盆纪（内蒙古地质矿产勘查院，此次工作）。

以上两地超基性岩均经受了强烈蚀变，化验结果烧矢量都很高，可利用性差。从现有资料看，韩家地的斜方辉橄岩与贺根山的斜方辉橄岩大体相当，略有差别前者 SiO₂、Al₂O₃、TiO₂、K₂O、Na₂O、Fe₂O₃ 较高，而 FeO、MgO 低。

7. 扎兰屯变质增生杂岩

在扎兰屯一带出露变质俯冲增生楔片岩-石英岩-大理岩组合，以扎兰屯（NEE 走向）为界分为南北两部分：

扎兰屯以南为扎兰屯群绢云绿泥斜长石英片岩、云母石英片岩、石英片岩和混合岩，且以混合岩为主。混合岩包括注入混合岩、脉状混合岩、条带状混合岩、条纹状混合岩和混合花岗岩。

扎兰屯以北由扎兰屯群绢云绿泥钠长片岩、结晶灰岩、赤铁石英岩、绢云石英片岩、绢云绿泥石英片岩以及变质砾岩、黄绿色变质砂岩、变质粉砂岩等浅变质正常碎屑岩夹玄武岩组合等组成，反映出构造混杂岩特征。苗来成在扎兰屯市东北约 20km 处绿泥片岩（原岩为基性火山岩或凝灰岩）中进行的锆石 SHRIMP U-Th-Pb 年龄测试，分析年龄为(543±5) Ma 和（506±3）Ma。反映出火山岩的成岩年龄为新元古代—寒武纪，应为早奥陶世早期贺根山-扎兰屯俯冲带俯冲形成的增生楔。根据混合岩注入的最新地层为上石炭统高家窝棚组（1:20 万华安公社幅区域地质调查报告），二上石炭统与下二叠统连续沉积，因此推测混合岩化时代早二叠

世末期以后，形成于古亚洲洋在达青牧场俯冲带向北俯冲消亡之过程中。

8. 哈达阳变质增生杂岩

在多宝山南面哈达阳一带出露的变质杂岩在 1:20 万区域地质调查报告中归为新元古代新开岭群。

苗来成（2003）将这一带出露的新开岭群称为新开岭-科洛杂岩。岩性主要由科洛杂岩（黑云斜长片麻岩）、新开岭群构造片岩和其中侵入的黑云二长花岗岩和花岗闪长岩构成。苗来成对该 4 种岩石进行了锆石 SHRIMP U-Pb 年龄测试，结果如下：

1）科洛杂岩（黑云斜长片麻岩）的变质年龄为（216±3）Ma（晚三叠世），原岩年龄为 337±7Ma（**早石炭世**）。

2）新开岭群构造片岩的原岩为中酸性火山岩，喷发年龄为（292±6）Ma（**早二叠世早期**）。

3）黑云二长花岗岩侵位于（167±4）Ma（中侏罗世）。

4）花岗闪长岩（164±4）Ma（中侏罗世）。

根据苗来成的同位素测试结果，结合大地构造分析判断：哈达阳地块属于**早石炭世末期**贺根山-扎兰屯俯冲增生楔（科洛杂岩）；在早二叠世末期叠加了满都拉-达青牧场俯冲增生楔（新开岭群构造片岩）；早三叠世晚期—晚三叠世早期碰撞造山，增生楔杂岩强烈变形变质，形成了变质增生杂岩。中侏罗世有大洋俯冲花岗岩侵入。

二、锡林浩特俯冲带

锡林浩特俯冲带又叫锡林浩特岩浆弧，分别反映不同地质时代大地构造环境属性。

锡林浩特俯冲带出露在贺根山-扎兰屯俯冲增生杂岩带与达青牧场俯冲带之间锡林浩特至蘑菇气一带，NE 向展布，其与北侧贺根山-扎兰屯俯冲增生杂岩带一道皆为古亚洲洋新元古代—早石炭世增生楔，只是贺根山-扎兰屯俯冲增生杂岩带早一些、而锡林浩特俯冲增生杂岩带略晚。其被称为“岩浆弧”是指在早二叠世末期至中二叠世达青牧场俯冲带向 NW 俯冲碰撞之后，主体为岩浆弧性质——在中二叠世于俯冲带上盘喷发-沉积有大石寨组（P₂*ds*）岛弧玄武岩-安山岩-流纹岩组合、哲斯组（P₂*zs*）弧背盆地环境碎屑岩夹碳酸盐岩组合，侵入了岛弧环境 TTG 岩浆岩组合和同碰撞高钾和钾玄质花岗岩组合（见表 4-1）。

1. 锡林郭勒（变质增生）杂岩

分布在达青牧场西北的锡林郭勒杂岩总体上呈 NEE 向带状展布，岩性复杂整体无序，表现为不同成分类型的岩石交替出现，岩石类型主要为黑云斜长片麻岩、斜长花岗片麻岩、角闪斜长片麻岩、斜长角闪岩、花岗片麻岩、变粒岩、混合岩、以及混合花岗岩、混合斜长角闪岩等，还可以见到大理岩层块体及石英脉块体等。原岩为中酸—中基性火山岩—砂泥质沉积岩，地层层序不明显，沉积环境为岛弧—活动大陆边缘下沉带。

该套岩石矿物共生组合为：白云母＋黑云母＋石英，黑云母＋石英；角闪石＋黑云母＋斜长石＋石英、角闪石＋斜长石＋黑云母；可以确定其变质相为：高绿片岩相—低角闪岩相。

锡林郭勒杂岩中绿片岩相变形带多叠加在角闪岩相变形带上，使先期形成的变质矿物发生退变质作用，具体表现为斜长石被绢云母交代、黑云母被绿泥石交代等，反映出变形作用对变质反应的发生及发展具有控制作用。另外，在锡林郭勒杂岩的片麻岩中变质矿物的形成与变形有着密切的关系，在形态上呈长柱状或不规则状，边缘片状黑云母定向绕其分布，形成眼球状构造，长轴与片麻理平行，内部包含石英、黑云母残留体，这些包含颗粒无明显的方向性，而基质中这些矿物均明显定向排列，变质作用发生在早期变形作用之前；杂乱生长，反映了变质矿物的形成与相应的变形作用有着密切的关系。由此表明，锡林郭勒杂岩经历了长期的多期热动力变质事件的影响。

（1）形成年代分析：

“锡林郭勒杂岩”由河北省区域地质测量大队于 1958 年命名，系指锡林浩特以东达青牧场一带的变质岩系，长期以来时代归属不明且缺乏详细工作，存在多种认识：

很大部分学者认为它属于古老的地体，时代可能为新太古代或古元古代（内蒙古自治区地质矿产局，1991；邵济安，1991；张臣等，1998）；徐备等（1996）、郝旭等（1997）、朱永峰等（2004）认为其原岩形成于中、新元古代，变质作用发生在新元古代末期（郝旭等，1997）或早古生代后期（朱永峰等，2004）。

近年来，由于出现了新的、更加科学可信的同位素测年方法，一些学者对锡林郭勒杂岩进行了年代学研究，认为其属于古生代的地体：唐克东（1991）认为锡林郭勒杂岩是华北克拉通板块北缘古生代花岗—变质岩的一部分；施光海等（2003）认为锡林郭勒杂岩中黑云斜长片麻岩的物源为中酸性岩浆岩和碎屑岩类，其沉积成岩下限年龄由岩石中岩浆锆石 SHRIMP U-Pb 年龄限定为（437±3）Ma（**早志留世**），其上限由侵入于其内的石榴子石花岗岩中岩浆锆石 SHRIMP U-Pb 年龄限定为（316±3）Ma（**晚石炭世初期**），认为该杂岩的沉积成岩年龄晚于**晚奥陶纪—早志留世**；薛怀民等（2009）认为锡林郭勒杂岩是华力西早期岩浆作用、沉积作用和变质作用事件的产物，通过对该杂岩中副片麻岩中的锆石多为岩浆锆石，其年龄为（406±7）Ma（**早泥盆世**），指示它们的原岩主要是由近同期(略早些)的岩浆岩风化后就近沉积的产物，该年龄应代表源区花岗岩的形成时间，同时也是副片麻岩原岩沉积的下限年龄，正片麻岩中岩浆锆石的以前多被年龄为（382±2）Ma（**晚泥盆世**），代表花岗片麻岩原岩的侵位年龄，岩石中锆石的变质增生边的形成年龄为（337±6）Ma（**早石炭世**），代表锡林郭勒杂岩发生变质和变形的时间，该变质事件可能与贺根山缝合带内所发生的一次主要的碰撞造山作用有关；王善辉等（2012）对锡林浩特杂岩中斜长角闪岩进行了 SHRIMP 锆石 U-Pb 测年和 LA-MC ICP-MS 锆石 Hf 同位素组成分析，给出了锆石 SHRIMP U-Pb 的加权平均年龄为（316±4）Ma（**晚石炭世早期**），该年龄代表斜长角闪岩的原岩形成年龄，表明锡林浩特杂岩不是前寒武纪地质体，可能是一套经历强变形与变质作用的晚古生代火山-沉积建造。

（2）成因分析

该套变质杂岩位于贺根山—扎兰屯向北俯冲带与满都拉-达青牧场向

北俯冲带之间，属于新元古代—早石炭世俯冲增生楔范围。

根据施光海等学者对锡林郭勒杂岩中的不同岩石测得的锆石 SHRIMP U-Pb 同位素年龄结果分析，该杂岩为晚奥陶世—早石炭世古亚洲洋之中形成的火山-沉积岩，在贺根山-扎兰屯俯冲带向北多次俯冲作用下，于弧前形成增生的构造混杂岩，在晚石炭世—早二叠世经历了上覆沉积沉降，早二叠世末期满都拉-达青牧场一带形成向北的俯冲带，中二叠世—中三叠世由增生楔转化为岛弧，该套增生杂岩高温变质，形成混杂片麻岩，局部地段熔融混合岩化，形成混合岩及混合花岗岩；在中三叠世中晚期造山过程中遭受挤压变形变质最终形成该变质杂岩体。

2. 中元古代洋壳

锡林浩特市东（略偏北）120km 处，在锡林郭勒杂岩之中出现中元古代可能为洋壳性质的斜长角闪岩“透镜体”，斜长角闪岩 Sm-Nd 等时线年龄值为（1 202±65 ）Ma（朱永峰等，2004）。斜长角闪岩主要由斜长石和角闪石组成,，副矿物有石英、钛铁矿、榍石、绿泥石、绿帘石以及磁铁矿，角闪石的边缘和裂隙处常被绿泥石和绿帘石交代，角闪石含斜长石和钛铁矿包体，在角闪岩中钾长石与石英、磁铁矿以及绿泥石共生，它们晚于角闪石，属于退变质作用的产物。角闪岩的 εNd(t)值高(> 6.4)，且 87Sr/86Sr 初始比值较低与 MORB 类似，其原岩应该是铁镁质岩浆岩，因此确定斜长角闪岩的原岩来自亏损地幔（朱永峰等，2004），是洋中脊玄武源区的产物。

三、达青牧场俯冲带

达青牧场俯冲带位于锡林浩特岩浆弧与林西残余盆地之间，总体走向 NE，宽小于 10km，长大于 800km。

（一）满都拉-达青牧场俯冲碰撞效应

达青牧场俯冲带北侧出露大量的早-中—中二叠世 TTG 组合侵入岩和岛弧性质的火山岩（见表 4-1）。反映出早二叠世晚期—中二叠世早期存在大规模的俯冲活动。

在锡林浩特岩浆弧内广泛分布中二叠世大石寨组（P_{2ds}）中酸性火山岩，其岩性为蚀变安山岩、英安岩、流纹岩及其凝灰岩，组成玄武岩-安山岩-流纹岩组合。钙碱系列，岩石化学显示岛弧环境。

在达青牧场-扎赉特旗俯冲带以北西，斜穿锡林浩特岩浆弧、东乌珠穆沁旗-多宝山岛弧和海拉尔-呼玛弧后盆地，广泛分布俯冲期岩浆杂岩，呈岩基、岩株状 NNE 向展布，岩性有石英闪长岩、花岗闪长岩、奥长花岗岩和少量闪长岩，组成 TTG 组合。钙碱系列，岩石化学显示岛弧—大陆弧特征。为俯冲期岩浆杂岩。

在锡林浩特微地块南部边缘莫斯托山有中二叠世二长花岗岩、二云母二长花岗岩和白云母二长花岗岩，属含白云母壳源淡色“S”型花岗岩，为同碰撞强过铝花岗岩组合。

在锡林浩特岩浆弧东南部边缘艾根乌苏出露有中二叠世黑云母花岗岩和正长花岗岩，属高钾钙碱系列和钾玄岩系列，为高钾和碱玄岩质花岗岩组合，局部含白云母 0-10%，为同碰撞过铝质花岗岩组合。

（二）达青牧场俯冲增生杂岩特征

在达青牧场俯冲带之中出露俯冲增生杂岩，包括达青牧场蛇绿混杂岩、阿他山超基性岩、新生牧场超基性岩和乌兰吐超基性岩。

1. 达青牧场蛇绿混杂岩

达青牧场蛇绿混杂岩在原 1:20 万区域地质调查资料中划为上石炭统本巴图组和阿木山组，经野外实地调查发现该地带为构造混杂岩带，带 NEE 向展布，宽大于 500m，长度大于 30km，由不同岩石混杂在一起，岩性由深灰—灰绿色的砂板岩、紫色硅质岩、墨绿色玄武岩、灰色变质凝灰岩、礁灰岩等组成，其中砂板岩被强烈构造片理化，灰岩块体层大小不一的构造透镜体夹在片理化岩石之中，在构造片理化岩石之中发育石棉脉体，宽 15km，长 50cm，石棉纤维平行片理。挤压片理主体产状北西倾，倾角舒缓波状，陡缓不一，在片理化面上发育强烈的擦痕阶步，擦痕线理倾伏向 300 °±，反映出发育 NW-SE 向逆冲作用。片理化火山岩同位素年龄为（315~318）Ma，为晚石炭世早期（李锦轶提供，2012）。

2. 阿他山超基性岩

阿他山超基性岩为二辉岩，1:5 万区域地质调查资料还有蛇纹石化橄榄岩，产于中二叠统大石寨组（P_{2ds}）内。乌兰吐超基性岩其核心部位为蛇纹石化纯橄榄岩，向外依次为辉石橄榄岩（多变为透闪石岩）、辉长岩和斜长角闪岩。在纯橄榄岩内有致密块状、浸染状铬铁矿。

3. 新生牧场超基性岩

新生牧场超基性岩有 3 个岩体，面积分别为 0.05km²、1km²和 1.5km²，岩石类型主要为蛇纹岩、蛇纹石化辉石岩、蛇纹石化橄榄岩和蚀变辉绿岩，含铬铁矿。各岩体与围岩接触部位皆被风成砂掩盖，与围岩关系不清，时代不确定。

4. 乌兰吐超基性岩

乌兰吐超基性岩是长 3km、宽 2km 的不规则状岩体，“侵入于中二叠统哲斯组（P_{2zs}）砂板岩，被晚二叠世花岗岩侵入，呈残留体出露（据 1:20 万区域地质调查资料）。岩体水平分带明显，核心部分为条带状纯橄榄岩，向外依次为辉石橄榄岩（多转为透闪片岩）、辉长岩、斜长角闪岩和角闪斜长片岩。其中辉石橄榄岩分布最广”。纯橄榄岩内有致密块状和侵染状铬铁矿。该超基性岩“侵入于中二叠统哲斯组（P_{2zs}）砂板岩”没有阐明充分证据，由于受当时认识的限制，不排除构造侵位的可能。

四、西拉木伦俯冲带

西拉木伦俯冲带位于温都尔庙弧盆系与林西残余盆地之间索伦至西拉木伦河一带，近 EW 向展布，宽一般小于 10km，长大于 800km，其与吉林省头道沟-采秀洞蛇绿构造混杂岩带连接，构成向北东凸出的弧状。西拉木伦俯冲带与达青牧场俯冲带一南一北相呼应，皆属索伦-扎鲁特旗结合带的组成部分。

（一）西拉木伦俯冲效应

西拉木伦俯冲带南侧出露大量的早-中—中二叠世 TTG 组合侵入岩和岛弧性质的火山岩（P_{2e}；见表 4-1）。反映出早二叠世晚期—中二叠世

早期存在俯冲大规模的活动。

在西拉木伦俯冲带南侧温都尔庙岩浆弧内出露中二叠世额里图组（P_{2e}），由玄武岩、安山玄武岩、安山岩和英安质火山碎屑岩组成，属亚碱系列陆缘火山弧。

在温都尔庙岩浆弧的东部广泛出露中二叠世（P₂）TTG 组合，岩性为角闪闪长岩、石英闪长岩、英云闪长岩、奥长花岗岩、花岗闪长岩和二长花岗岩等，属钙碱系列和高钾钙碱系列，构成 TTG 组合，岩石化学显示岛弧—大陆弧—大陆碰撞环境。

（二）西拉木伦俯冲增生杂岩特征

在西拉木伦俯冲带之中出露俯冲增生杂岩，包括索伦蛇绿混杂岩、柯单山蛇绿混杂岩、小苇塘蛇绿混杂岩和九井子蛇绿混杂岩。

1. 索伦蛇绿混杂岩

索伦蛇绿混杂岩出露在西拉木伦俯冲带西端，主要由早二叠世蛇绿岩残片与上石炭统本巴图组（C_{2bb}）滨海相砂泥岩组合、下二叠统三面井组（P_{1sm}）海陆交互相砂砾岩-粉砂岩泥岩组合以及早二叠世侵入岩构成混杂岩，呈大小不等、形态各异的岩块状。蛇绿岩为变质橄榄岩、橄榄辉长岩、辉长岩、枕状玄武岩、凝灰岩、硅质岩等。

2. 柯单山蛇绿混杂岩

柯单山蛇绿岩多呈条块状展布于片理化构造混杂岩[原划为包尔汉图群（O_{2br}），此次研究归到西别河组〔（S₃-D_{1x}）〕之中，构成蛇绿混杂岩。蛇绿岩岩石类型以橄榄岩、斜方辉石橄榄岩、蛇纹岩、辉石岩和枕状玄武岩为主，夹豆荚状铬铁矿及硅质岩。橄榄石主要由蛇纹石和橄榄石残晶组成，为具明显交代作用的变质橄榄岩。

3. 小苇塘蛇绿混杂岩

小苇塘蛇绿岩呈长条状、透镜状分布于任家营子南小苇塘等地的西别河组〔（S₃-D_{1x}）〕之中，与围岩呈断层接触，并一起构成蛇绿混杂岩。蛇绿岩岩石类型有蚀变橄榄岩、方辉橄榄石、辉石岩、辉长岩、辉绿岩、蚀变玄武岩及含放射虫的硅质岩，橄榄岩（蛇纹岩）由蚀变蛇纹石组成，较大蛇纹石内仍保留橄榄石及辉石假象，为变质橄榄岩。硅质岩中含放射虫，其时代为石炭-二叠纪（王友等，1999）。更接近早二叠世。蚀变玄武岩锆石 U-Pb 年龄为 344.6Ma，说明该区蛇绿岩形成于晚古生代晚期。

4. 九井子蛇绿混杂岩

九井子蛇绿混杂岩由蛇绿岩残片与上石炭统本巴图组（C_{2bb}）砂泥岩组合混杂在一起形成蛇绿混杂岩，蛇绿岩包括蛇纹石化纯橄榄岩、斜方辉橄岩、辉石岩、辉长岩和辉长辉绿岩等，橄榄石全部变为蛇纹石。

需要指出的是，柯单山、杏树洼的超基性岩与围岩接触关系是在 1971 年完成的 1:20 万区域地质调查报告中确定为侵入接触（当时尚未构造侵位的概念），后经 1:5 万区域地质调查实地勘查，更正与周边均为断层接触。

五、温都尔庙-套苏沟俯冲带

在敖仑尚达-翁牛特旗岩浆弧与镶黄旗至初头朗岩浆弧之间为温都尔

庙-套苏沟俯冲增生杂岩带，该俯冲带出露有中元古代陆缘裂谷-洋壳性质的桑达来呼都格组（**Pt₂s**）、哈尔哈达组（**Pt₂h**）以及基性-超基性岩，反映出其最早可能是形成于中元古代的小洋盆。洋壳分别在新元古代早期、奥陶纪早期、中泥盆世晚期和晚石炭世早期向华北陆块区之下俯冲活动。

该俯冲带与贺根山-扎兰屯俯冲带一南一北遥相呼应，在俯冲（岩浆）效应的研究上有一定的可比性。

（一）温都尔庙-套苏沟俯冲效应

温都尔庙-套苏沟俯冲带南侧分别在新元古代、早奥陶世早期、晚泥盆世和晚石炭世喷发或侵入了岛弧-陆缘弧性质的火山岩和侵入岩（见表4-1），反映出俯冲带在新元古代早期、中泥盆世晚期和晚石炭世早期的俯冲活动。

1. 俯冲带在新元古代早期向华北陆块区之下俯冲

于镶黄旗-敖汉旗陆缘弧西部和华北陆块区西部出露新元古代俯冲期岩浆杂岩，岩性为闪长岩和英云闪长岩等，为大洋俯冲陆缘弧环境中形成的类TTG组合。

2. 俯冲带在早奥陶世早期向华北陆块区之下俯冲

在镶黄旗-敖汉旗陆缘弧中出露中晚奥陶世俯冲期岩浆杂岩，岩性为石英闪长岩和英云闪长岩等，为陆缘弧环境中形成的类TTG组合。

3. 俯冲带在中泥盆世晚期向华北陆块区之下俯冲

在镶黄旗-敖汉旗陆缘弧与华北陆块区接触地带出露晚泥盆世俯冲期岩浆杂岩，岩性为花岗岩、闪长岩、花岗闪长岩和英云闪长岩等，为陆缘弧环境中形成的类TTG组合。多伦东南出露的花岗闪长岩(*γδ*)SHRIMP 锆石 U-Pb 同位素年龄为 374Ma。

4. 俯冲带在晚石炭初期向华北陆块区之下俯冲

晚石炭世青龙山火山岩（*qv*）主要出露于镶黄旗-敖汉旗陆缘弧东部，层位相当于石嘴子组下部或之下，岩性为蚀变安山岩和安山质碎屑凝灰岩。为拉斑系列，铝过饱和类型，判断物质来源于下部俯冲洋壳又有较多陆壳污染的壳幔混合源，其构造环境为陆缘弧。

华北陆块区北缘及镶黄旗-敖汉旗陆缘弧之中遍布晚石炭世陆缘弧侵入岩，岩性主要为闪长岩、石英闪长岩、花岗闪长岩、似斑状二长花岗岩、二长花岗岩、奥长花岗岩、英云闪长岩、花岗岩等等，反映出TTG-GG组合陆缘弧环境。

（二）温都尔庙-套苏沟俯冲增生杂岩特征

温都尔庙-套苏沟俯冲带内出露残余洋壳和蛇绿混杂岩残片。

1. 中元古代残余洋壳

温都尔庙-套苏沟俯冲带西部内出露有中元古代陆缘裂谷-洋壳性质的桑达来呼都格组（**Pt₂s**）绿片岩—变质安山岩夹含铁石英岩组合（原岩为洋壳性质的细碧角斑岩、含铁硅质岩和安山岩）、哈尔哈达组（**Pt₂h**）远洋沉积亚相二云石英片岩-（蓝闪、硬柱）绿泥石英片岩夹含铁石英岩组合，以及基性-超基性岩。反映出其形成于中元古代的小洋盆。

2. 白音查干蛇绿岩

白音查干蛇绿岩出露于温都尔庙-套苏沟俯冲带西部，由黄绿色浅绿色碳酸盐化、滑石化蛇纹岩、绿帘绿泥石英片岩、绿泥片岩等枕状熔岩和蚀变辉长岩基性岩墙群组成。时代为中元古代和泥盆纪（本次“潜力评价”1:25 万巴音查干幅建造构造图）。

3. 温都尔庙蛇绿岩

温都尔庙地区蛇绿岩由中元古代蛇纹石化纯橄榄岩、蛇纹石化辉石橄榄岩组成，基性岩有斜长角闪岩、斜长花岗岩。时代为中元古代（本次“潜力评价”1:25 万苏尼特右旗幅建造构造图）。

4. 解放营子蛇绿岩

解放营子蛇绿岩分布于赤峰北部翁牛特旗解放营子乡四分地—大朝沟一带，呈近EW向展布，多为面积不足1km²的小岩体群。四分地一带为橄辉岩、透辉岩、二辉岩和辉长岩；敖包山一带为绿泥石化角闪岩、蛇纹石阳起石透闪石岩，岩体中镍、钴含量较高，有较好的找矿前景；桃苏沟一带为角闪岩、蛇纹岩，裂隙内有石棉。超基性岩多呈捕掳体漂浮在花岗岩之上。1:5 万李家营子幅区域地质调查证实超基性岩被含乌曼杉化石的上二叠统铁营子组覆盖，可见其时代在晚二叠世以前，超基性、基性岩成因类型为幔源，拉斑系列。该超镁铁质岩带位于温都尔庙蛇绿岩带向东的延长线上，推测该蛇绿岩是古大洋板块俯冲作用的直接产物。

六、恩格尔乌苏俯冲带

恩格尔乌俯冲带出露于阿拉善右旗恩格尔乌苏一带，呈东西—北东东向延伸，向西南被阿尔金断裂错断；向北东进入蒙古境内，根据原大洋发育时代和俯冲时代研究，以及根据吉兰泰断裂距判断，其继续向东可能与西拉木伦俯冲带相连。

（一）恩格尔乌苏俯冲效应

恩格尔乌苏俯冲带南侧巴彦毛道岩浆弧以南阿拉善陆块之中出露新元古代和晚泥盆世俯冲期岩浆杂岩，反映出古大洋分别在新元古代早期和中泥盆世晚期向南俯冲和碰撞。

1. 俯冲带在新元古代早期向陆块区之下俯冲

于俯冲带南侧阿拉善陆块之中出露新元古代俯冲期岩浆杂岩，岩性为英云闪长岩和斑状英云闪长岩等，为大洋俯冲陆缘弧环境。

2. 俯冲带在中泥盆世晚期向陆块区之下俯冲

于俯冲带南侧阿拉善陆块之中出露大量晚泥盆世俯冲期岩浆杂岩，岩性为花岗岩、闪长岩、花岗闪长岩、二长花岗岩和英云闪长岩等，为陆缘弧环境中形成的类TTG-GG组合。

3. 俯冲带在晚石炭初期向陆块区之下俯冲

在恩格尔乌苏俯冲带南侧巴彦毛道岩浆弧和阿拉善陆块之中遍布晚石炭世陆缘弧侵入岩，岩性主要为闪长岩、石英闪长岩、花岗闪长岩、石英二长闪长岩、辉长闪长岩、斑状花岗岩等等，反映出GG组合陆缘弧环境。

4. 俯冲带在早二叠世晚期-中二叠早期向陆块区之下俯冲

在恩格尔乌苏俯冲带南侧巴彦毛道岩浆弧和阿拉善陆块之中遍布早

-中—中二叠世TTG-GG组合侵入岩和岛弧性质的火山岩（**P₂e**）。反映出早二叠世晚期—中二叠世早期存在俯冲大规模的活动。

额里图组（**P₂e**），由玄武岩、安山玄武岩、安山岩和英安质火山碎屑岩组成，属亚碱系列陆缘火山弧。

中二叠世TTG-GG组合，岩性为角闪闪长岩、石英闪长岩、英云闪长岩、奥长花岗岩、花岗闪长岩和二长花岗岩等，属钙碱系列和高钾钙碱系列，构成TTG-GG组合，岩石化学显示岛弧—大陆弧—大陆碰撞环境。

（二）恩格尔乌苏俯冲增生杂岩特征

前人研究表明（王金荣等，1995；高军平等，1996），恩格尔乌苏混杂岩带由一系列叠瓦状逆冲岩片组成，岩片表现为混杂块体-基质组构。混杂岩主体由来自北部被动大陆边缘和南部活动大陆边缘的碎屑岩高度混杂而成。肢解了的蛇绿岩组合散见于混杂岩内。玄武岩属MORB和WPB的过渡类型。混杂岩剪切变形时遭受了绿片岩相变质作用。恩格尔乌苏蛇绿岩包含了蛇绿岩套组合中的所有组分，其中地幔岩的分布较少，且分化严重，主要为蛇纹岩、硅质碳酸盐岩、块状碳酸盐质岩石等硅化型风化壳；其上为堆晶杂岩，零星分布，主要为灰绿色细粒角闪辉长岩，辉长岩中锆石的U-Pb年龄为380Ma;基性岩墙群为次玄武岩和辉绿玢岩，局部可见枕状熔岩，上覆有远洋沉积硅质岩等。认为碰撞时代为晚二叠世或稍晚。

最近的区调工作（张维杰等，待刊）在恩格尔乌苏蛇绿岩带的杏仁状安山岩中获得两组锆石U—Pb年龄：分别是772±8Ma和260±2Ma，认为后者代表安山岩的成岩年龄；在流纹质熔结凝灰岩中获得的锆石年龄为313±2Ma；在枕状玄武岩中获得268±3Ma的锆石U—Pb年龄，并有一组296±3Ma捕获锆石年龄。同时在恩格尔乌苏缝合带中采集的硅质岩中首次发现了放射虫：上部组合为*Albaillella* sp.和*Follicucullus* sp.，地质时代为晚二叠世早期；下部组合见*Pseudoalbaillella elegans*、*Pseudoalbaillella lomentaria*、*Pseudoalbaillella sakmarensis*、*Pseudoalbaillella* sp. A和*Pseudoalbaillella* sp. B，地质时代为早二叠世。因此，可以确定恩格尔缝合带的缝合时间在晚二叠早期之后。恩格尔乌苏蛇绿混杂岩带中出现结晶灰岩岩块、超基性岩蛇纹石化、基质中见糜棱片岩。

七、甜水井-红石山蛇绿混杂岩带

甜水井-红石山蛇绿混杂岩带位于北山弧盆系之中，北西西向展布，宽近10km，长大于300km，东部多被沙漠覆盖。该俯冲带两侧岩浆弧之中古生代岩浆活动和沉积建造没有明显区别。

甜水井-红石山蛇绿混杂岩带（I -5-2）之中蛇绿岩组合为纯橄榄岩，斜辉橄榄岩、少量二辉橄榄岩，以及洋脊低钾拉斑玄武岩（**C_{1-2b}**），呈大小不等的岩片产出。镁质超基性岩获Rb-Sr法同位素年龄值314Ma，属MDRS型蛇绿岩组合。除蛇绿岩构造块体外，还有早中泥盆世中-基性火山岩块体、以及元古代云母石英片岩-石英岩-大理岩等中深变质杂岩块体

等。变形基质主要为石炭纪绿条山组和白山组深海平原相含铁硅泥质建造组合。

八、狼头山-杭乌拉俯冲带

狼头山-杭乌拉俯冲带位于北山弧盆系南缘，近东西向展布，宽近40km，长大于400km。该俯冲带及南侧在中元古代发育古砬井群（Pt₂G）和园藻山组（Pt₂y）陆棚—大洋环境碎屑岩、碳酸盐岩、硅质岩和碧玉岩等，推测为古亚洲洋的西延部分。

（一）狼头山-杭乌拉俯冲效应

狼头山-杭乌拉北侧园包山岩浆弧分别在中-晚奥陶世、晚泥盆世和晚石炭世喷发和侵入了岛弧-陆缘弧性质的火山岩和侵入岩（见表4-1），反映出俯冲带在奥陶纪早期、中泥盆世和晚石炭世初期的俯冲活动。

（二）狼头山-杭乌拉俯冲增生杂岩特征

狼头山-杭乌拉俯冲带内出露蛇绿混杂岩和构造混杂岩。

1. 蛇绿混杂岩

蛇绿混杂岩出露在该杂岩带西部，圈出两片，地质体呈大小不等的断块状，断块之间为不同方向的断裂分割，并有蛇绿岩掺杂其中，构成了局部有序整体无序的蛇绿构造混杂岩，块体建造包括中-上奥陶统咸水湖组（O_{2-3x}）火山岩、火山碎屑浊积岩组合、中-上奥陶统白云山组（O_{2-3by}）滨海砂岩-碳酸盐岩硅质岩组合、中-上志留统公婆泉组（S_{2-3g}）海相碱性火山岩组合、中-上志留统碎石山组（S_{2-3ss}）滨海相含砾砂岩-粉砂质泥岩-硅质岩组合以及泥盆纪基性-超基性岩。

2. 构造混杂岩

构造混杂岩出露在该杂岩带东部，圈出两片，地质体呈大小不等的断块状，断块之间为不同方向的断裂分割，构成了局部有序整体无序的蛇绿构造混杂岩，块体建造包括中元古界古砬井群（Pt₂G）变质砂岩-石英岩-千枚岩组合、中元古界园藻山组（Pt₂₋₃y）碳酸盐岩台地相硅质板岩-硅质灰岩-白云岩-硅质大理岩夹碧玉岩组合、中寒武-下奥陶统西双鹰山组〔（Є₂-O₁）x〕砂岩、粉砂岩泥岩组合、中-上奥陶统白云山组（O_{2-3by}）滨海砂岩-碳酸盐岩硅质岩组合、上奥陶-下志留统班定陶勒盖组〔（O₃-S₁）b〕泥岩-硅质泥岩夹硅质岩组合、下志留统园包山组（S₁y）远滨泥岩、粉砂岩夹砂岩组合、中-上志留统碎石山组（S_{2-3ss}）滨海相含砾砂岩-粉砂质泥岩-硅质岩组合、下-中泥盆统伊克乌苏组（D₁₋₂y）远滨粉砂岩、砾岩组合、中泥盆统卧驼山组（D_{2wt}）海陆交互相砂泥岩夹砾岩组合、上泥盆统西屏山组（D_{3x}）海陆交互相砂泥岩夹砾岩组合等。

九、柳园裂谷南侧俯冲带

在柳园裂谷和北山弧盆系之中遍布中二叠世类TTG-GG组合侵入岩（ν、γδo、δo、ηηβ、πηηβ、ηγ、πγδ、γβ、γ、γδ）和金塔组（P₂j）海相陆缘弧相基-中-酸性火山岩夹正常碎屑岩组合，推测柳园裂谷南侧发育向北的俯冲带。

第三节 古太平洋俯冲带

内蒙古中东部处于环太平洋岩浆岩带中，尽管古太平洋俯冲带和太平洋处于研究区东侧以外，但这一区域从晚三叠世开始至白垩纪不同程度地发育了由于板块俯冲造成的陆缘弧型岩浆侵入和火山活动。根据侵入岩和火山岩建造特征，结合东侧已有的板块构造资料，可以初步推断出古太平洋板块和新太平洋板块演化过程。

一、古太平洋俯冲-碰撞效应

根据陆缘弧相岩浆活动以及区域构造应力场判断古太平洋俯冲碰撞主要发生在中三叠世中晚期、中侏罗世末期和早白垩世晚期。

1. 俯冲带在中三叠世中晚期向北西俯冲

在内蒙古中东部林西三棱山、罕乌拉苏木和华北陆块区东部北缘山神庙子—十家村一带上侵了晚三叠世早期陆缘弧TTG组合侵入岩，岩性包括奥长花岗岩、花岗闪长岩、斑状花岗闪长岩、闪长岩、石英二长闪长岩、角闪石闪长岩、辉长岩等，在石英闪长岩之中含有基性-超基性堆积岩捕虏体。到早、中侏罗世陆缘弧侵入岩由晚三叠世的TTG组合演化为GG组合，且到中侏罗世开始出现了陆缘裂谷—陆缘弧环境的火山岩（塔木兰沟组和新民组）。

在中三叠世中晚期，西伯利亚板块与华北板块发生碰撞，古亚洲洋最终消亡，由于惯性作用，板块活动具有前仆后继特性，在与中朝板块连接的古太平洋板块相继发生了向北西方向的俯冲，造成了中国东部古太平洋陆缘弧演化的开始。

2. 俯冲带在中侏罗世末期向北西俯冲碰撞

内蒙古中东部特别是大兴安岭大量发育了晚侏罗世—早白垩世陆缘弧环境TTG组合侵入岩和陆缘弧火山岩。

中侏罗世末期显示了最强烈的挤压变形，NNW—SSE向挤压造成了中侏罗统褶皱、变质和近EW向右行-逆斜冲断层（方曙，2013）。这次活动与古太平洋的俯冲碰撞不无关系。

3. 俯冲带在早白垩世晚期向北西碰撞

中国东部的整体隆升和形成了大量北西向脉状热液交代充填型内生矿产。

早白垩世晚期来自太平洋板块向NW方向的挤压碰撞（或古鄂霍次克海的褶皱造山活动），造成该区域近EW向与NW向断裂强烈活动，少量岩浆沿断裂侵位。

二、古太平洋和太平洋俯冲带位置探讨

由于古太平洋和太平洋俯冲带不在研究区范围内，仅作为遗留问题进行简单探讨。

内蒙古中东部晚三叠世至早白垩世呈现陆缘弧环境，其南东侧一定有俯冲带发育。

现今已知的与古太平洋板块和太平洋板块相关的俯冲带有3条，由近及远分别是太平沟-依兰-穆棱俯冲增生杂岩带、饶河俯冲增生杂岩带和日本海沟所代表的是西太平洋俯冲带，其中，前两条俯冲带所代表的古

太平洋板块已然不存在；而东侧与太平洋之间发育的日本岛等系列岛弧和相伴的日本海沟等系列海沟代表着至今处于威尔逊旋回“衰落期”的新太平洋的俯冲活动。

1. 太平沟-依兰-穆棱俯冲增生杂岩带

太平沟-依兰-穆棱俯冲增生杂岩带位于黑龙江省佳木斯-兴凯地块与小兴安岭-张广才岭弧盆系之间，近SN走向，宽30~80km，长大于400km，之间被北东向断裂分为3段。该带初始裂开于晚志留世—早中泥盆世，并逐渐发展为洋壳（推测为早期的古太平洋），在210~330Ma（峰值240Ma，中三叠世）发生俯冲-碰撞事件，形成蓝闪片岩增生杂岩带（赵亮亮，2011，黑龙江杂岩构造演化的岩石学与年代学证据，博士论文），这期活动造成了晚三叠世陆缘弧型岩浆活动。

2. 饶河俯冲增生杂岩带

饶河俯冲增生杂岩带出露在黑龙江省东北部，近SN向展布，宽近60km，长大于200km，南端被NE向断层截断，北端延伸至俄罗斯境内。该带为一中生代板块俯冲而形成的构造增生杂岩带，经历了古生代前后由赤道附近向北漂移，侏罗纪后期漂移到现今位置，并于早白垩世发生俯冲拼贴而形成的构造增生杂岩带（田东江等，2006）。

根据大兴安岭晚侏罗世—早白垩世陆缘弧环境TTG组合侵入岩的大规模侵入和陆缘弧火山岩的大量剧烈喷发，反映出该俯冲增生杂岩带代表的曾经宽广的古太平洋在中侏罗世末期向北西的大规模俯冲。而早白垩世末期的再次挤压碰撞活动造成了内蒙古东部NW走向热液充填型矿脉的大量发育。

3. 日本海沟

日本三波川-领家双变质带的同位素年龄为105~110Ma（都城秋穗，1979），说明日本海沟形成于早白垩世末期新太平洋板块的俯冲活动，这与饶河俯冲带碰撞的时间一致，再次反映出了板块俯冲碰撞活动的前仆后继特性——前面大洋俯冲消失、大陆板块碰撞造山，造成后面跟随的大洋板块在惯性作用下屈服发生新的俯冲。

日本海沟形成时代晚于大兴安岭岩浆岩活动时代，其距离大兴安岭岩浆岩带遥远（剔除日本海700km，还有800~1800km），显然二者之间无论从时间上还是从空间上都没有成生联系。

第五章 大地构造与矿产

从板块构造的角度对矿床的分布进行研究发现，矿床的种类和分布与大地构造位置高度相关，板块活动不但造成了不同岩石组合岩浆的规律性侵位和喷发，同样控制了内生矿床的宏观规律性分布。

第一节 成矿带划分及其特征

一、成矿带划分

按照古板块大地构造位置（大洋演化地带、洋陆过渡带和大陆）将内蒙古自治区矿产划分了3种成矿类型共计8条成矿带（图5-1）。

1. 岩浆弧型成矿带

岩浆弧型成矿带是指位于洋陆过渡地带贝尼奥夫带之上的岛弧或陆缘弧之中的成矿地带，包括4条带，分别为额尔古纳岛弧成矿带、东乌珠穆沁旗-多宝山岛弧成矿带、北山岩浆弧成矿带和温都尔庙陆缘弧成矿带。

2. 俯冲增生带-残余海盆型成矿带

俯冲增生带-残余海盆型成矿带是指古大洋俯冲增生地带以及残余海盆或者弧后残余海盆之中的成矿地带，多位于水下，以海底喷流成矿类型为主。包括2条带——海拉尔-呼玛弧后盆地成矿带和古亚洲洋成矿带。

3. 陆块区-古裂谷型成矿带

陆块区-古裂谷型成矿带指在广泛出露前长城纪基底的成矿地带，局部发育与中元古代裂谷相关的海底喷流型矿床。

陆块区-古裂谷型成矿带2条，为华北陆块区北缘成矿带和阿拉善陆块成矿带。

二、成矿带特征

（一）岩浆弧型成矿带特征

岩浆弧型成矿带之中的矿床皆近平行于俯冲带分布，反映出矿源与板块俯冲的内在联系。

1. 额尔古纳岛弧成矿带（I）

额尔古纳岛弧成矿带位于哈达图-新林俯冲带以北西额尔古纳岛弧之中，NE向展布，宽大于100km，长大于600km。矿种主要为银、铜、钼、铅、锌和金。现已发现大型金属矿床3处（银矿1处、铅锌银矿1处和铜钼矿1处），中型金属矿床4处（铅锌矿1处、铅锌银矿两处和铜钼矿1处），小型金属矿床8处（锰矿1处、铜钼矿1处、铅锌矿两处、铅银矿1处、铁矿1处、岩金矿两处）。

大型矿床有额仁陶勒盖低温热液石英脉型银（锰）矿床、查干布拉根中低温次火山热液交代充填型银铅锌矿床和乌奴格吐山斑岩型铜钼矿床。

中型矿床有甲乌拉中热液交代充填型银铅锌矿床（与查干布拉根银铅锌矿床为同矿带）、八大关斑岩型铜钼矿床、三河次火山热液交代充填

型铅锌矿床和二道河子次火山热液交代充填型铅锌银矿床。

2. 东乌珠穆沁旗-多宝山岛弧成矿带（III）

东乌珠穆沁旗-多宝山岛弧成矿带位于贺根山-扎兰屯俯冲带北西侧东乌珠穆沁旗-多宝山岛弧之中，NEE—NE向展布，宽大于90km，长大于1200km。主要矿种为铁、铅、锌、银，次要矿种为铜、钨、钼、金、硫。现已发现大型金属矿床1处（铁多金属矿），中型金属矿床6处（铜钼矿1处、钨矿1处、银矿1处、铁矿1处、硫铅锌矿1处和铁多金属矿1处），小型金属矿床19处（钨钼矿1处、铜钼矿1处、铜铅锌矿3处、铜矿两处、金银矿1处、铅锌银矿1处、钼矿两处、铁锌矿1处、铁矿3处、铅锌矿两处、铜锌矿1处和金矿1处）。

大型矿床为朝不楞砂卡岩型铁多金属矿床。

中型矿床包括准苏吉花斑岩型铜钼矿（早二叠世早期；刘翼飞等，2012）、沙麦热液石英脉型钨矿（NW走向；晚三叠世早期；聂凤军等，2010），吉林宝利格热液脉型银矿（走向NEE、NNE）、查干敖包砂卡岩型铁（锌）矿（中三叠世；张万益等，2008）、阿尔哈达热液脉型硫铅锌矿（NWW走向）和巴根黑格尔铁多金属矿床。

3. 温都尔庙陆缘弧成矿带（V）

温都尔庙陆缘弧成矿带位于西拉木伦俯冲带南侧温都尔庙弧盆系之中，近EW向展布，宽大于50~140km，长大于1000km。西窄东宽，主体为陆缘弧环境矿床，同时又包含有前南华纪基底性质的金矿床、铁矿床，还包含有石炭纪海底喷流型矿床（如镶黄旗-敖汉旗陆缘弧之中的别鲁乌图硫铜矿床）。主要矿种为铅、锌、银、铜、钨、钼、铁和金，次要矿种为硫、萤石和锰。现已发现大型矿床两处（铜金矿床1处、金矿床1处），中型矿床13处（硫铜矿床1处、铁矿床两处、金矿床三处、铜钼矿床1处、铀钼矿1处、铅锌矿2处、铅锌银矿2处和铜铅锌矿1处），小型矿床56处（金矿床16处、金银矿床3处、铜矿床5处、钼矿床1处、铜钼矿床两处、铁矿床9处、银矿3处、钨矿床6处、铅锌银矿4处、铅锌矿4处、铁锌矿床1处、锰矿床1处和萤石矿床1处）。

大型矿床为白乃庙斑岩型铜金矿和毕力赫斑岩型金矿。

中型矿床包括白云敖包沉积变质型铁矿、别鲁乌图海底喷流型火山-沉积型硫铜矿、额里图砂卡岩型铁矿、红山子火山岩型铀钼矿、二道沟热液充填交代型铅锌矿（NW走向）、铜子热液充填交代型铅锌矿、天桥沟热液充填交代型铅锌银矿、小营子热液充填交代型铅锌银矿、敖包山热液充填交代型铜铅锌矿、车户沟斑岩型铜钼矿、红花沟低温热液型金矿、撰山子低温热液型金矿和图古日格金矿床。

4. 北山岩浆弧成矿带（VI）

北山岩浆弧成矿带主体位于北山弧盆系之中及南侧边缘，主体为岩浆弧性质，NWW—近EW向展布，宽大于130km，长大于400km。该带成矿类型以裂隙热液充填型为主。主要矿种为钨、钼、铜、铅、锌、铁和萤石，次要矿种为金。现已发现大型矿床1处（萤石矿），中型矿床5处（钼矿两处、铁矿1处、钨钼矿1处和铜铅锌矿1处），小型矿床8处（钨矿两处、铁铜矿1处、铁矿4处和金矿1处）。

大型矿床为东七一中低温热液交代充填型萤石矿（赵省民等，

2002）。

中型矿床包括黑鹰山岩浆热液型铁矿（石炭系白山组含铁火山岩层）、流沙山斑岩型叠加热液型钼矿、小狐狸山斑岩型钼矿（晚三叠世早期；彭振安等，2010）、七宝山钨钼矿和珠斯楞海尔罕热液型铜铅锌矿。

（二）俯冲增生带-残余海盆型成矿带特征

1. 海拉尔-呼玛弧后盆地成矿带（II）

海拉尔-呼玛弧后盆地成矿带位于额尔古纳岛弧与东乌珠穆沁旗-多宝山岛弧之间的海拉尔-呼玛弧后盆地之中，该地带在中元古代至早石炭世曾为弧后小洋盆。现NE向展布，宽大于100km，长大于500km。矿种主要为铁、锌、硫、钛、金、钼、铜和萤石等。现已发现中型矿床4处（铁锌矿1处、硫铁矿1处、钛矿1和金矿1处），小型矿床4处（铜金矿1处、铁矿1处、钼1处、萤石矿1处）。

中型矿床为谢尔塔拉海相火山岩海底喷流型铁锌矿、六一海底喷流型硫铁矿、八大关钛砂矿和古利库次火山低温热液脉型金矿（走向NE）。

2. 古亚洲洋成矿带（IV）

古亚洲洋成矿带位于东乌珠穆沁旗-多宝山岛弧与敖伦尚达-翁牛特旗岩浆弧之间地带，曾为古亚洲洋主体发育位置。现NEE—NE向展布，宽大于120~220km，长大于1300km。该带成矿类型以海底火山-沉积喷流型为主，同时又包含有残留地块型、碰撞裂隙热液充填型以及后造山伸展岩浆岩型等成矿类型。主要矿种为铜、铅、锌、银、铁、硫、铬、锡、稀土和萤石等，次要矿种为金、钼、钨等。现已发现大型矿床8处（萤石矿1处、锆矿1处、铅锌银矿两处、铁锡矿1处、铜铅锌矿1处、硫铅锌矿1处和稀土矿1处），中型矿床22处（金矿1处、铁矿1处、铜锡矿3处、锡矿1处、铬矿1处、铜锌矿1处、铜矿3处、铜钼矿2处、铅锌银矿5处、铅锌矿两处、铜锡银矿1处、铜银矿1处），小型矿床47处（锰矿1处、铜金矿1处、铜矿4处、铁矿6处、铬矿9处、钨锡矿两处、铅锌矿6处、铅锌银矿6处、银多金属矿1处、锡矿1处、金矿1处、铜金矿两处、铁铜矿两处、钼1处、萤石矿4处）。

大型矿床包括苏莫查干敖包海底喷流型叠加热液裂隙充填型萤石矿床（早二叠世晚期；聂凤军，2009）、乌兰图嘎沉积型锆矿（下白垩统含锆煤层）、黄岗梁海底喷流-砂卡岩型铁锡矿（王长明等，2007）、拜仁达坝热液充填交代型铅锌银矿、白音诺尔海底喷流-砂卡岩型铅锌银矿（曾庆栋等，2007）、浩布高海底喷流-砂卡岩型铜铅锌矿、扎木钦层状（海底喷流型？）硫铅锌矿和八〇一岩浆晚期（碱性花岗岩）型铌稀土矿。

中型矿床包括巴彦哈尔敖包复合内生型金矿、白音敖包火山沉积变质型铁矿、毛登热液型铜锡矿、赫格敖拉俯冲带残余洋壳型铬矿、花敖包特海底喷流型叠加热液裂隙充填型铅锌银矿床（李政等，2007）、维拉斯托热液充填交代型铜锌矿、大井子海底喷流型铜锡矿（王长明，2010）、敖璐达巴潜火山-斑岩型银多金属矿、敖伦花斑岩型铜钼矿床、太平沟斑岩型铜钼矿床、孟恩套勒盖热液裂隙充填型铅锌银矿、莲花山砂卡岩型铜银矿、布敦花热液裂隙充填型铜矿等等。

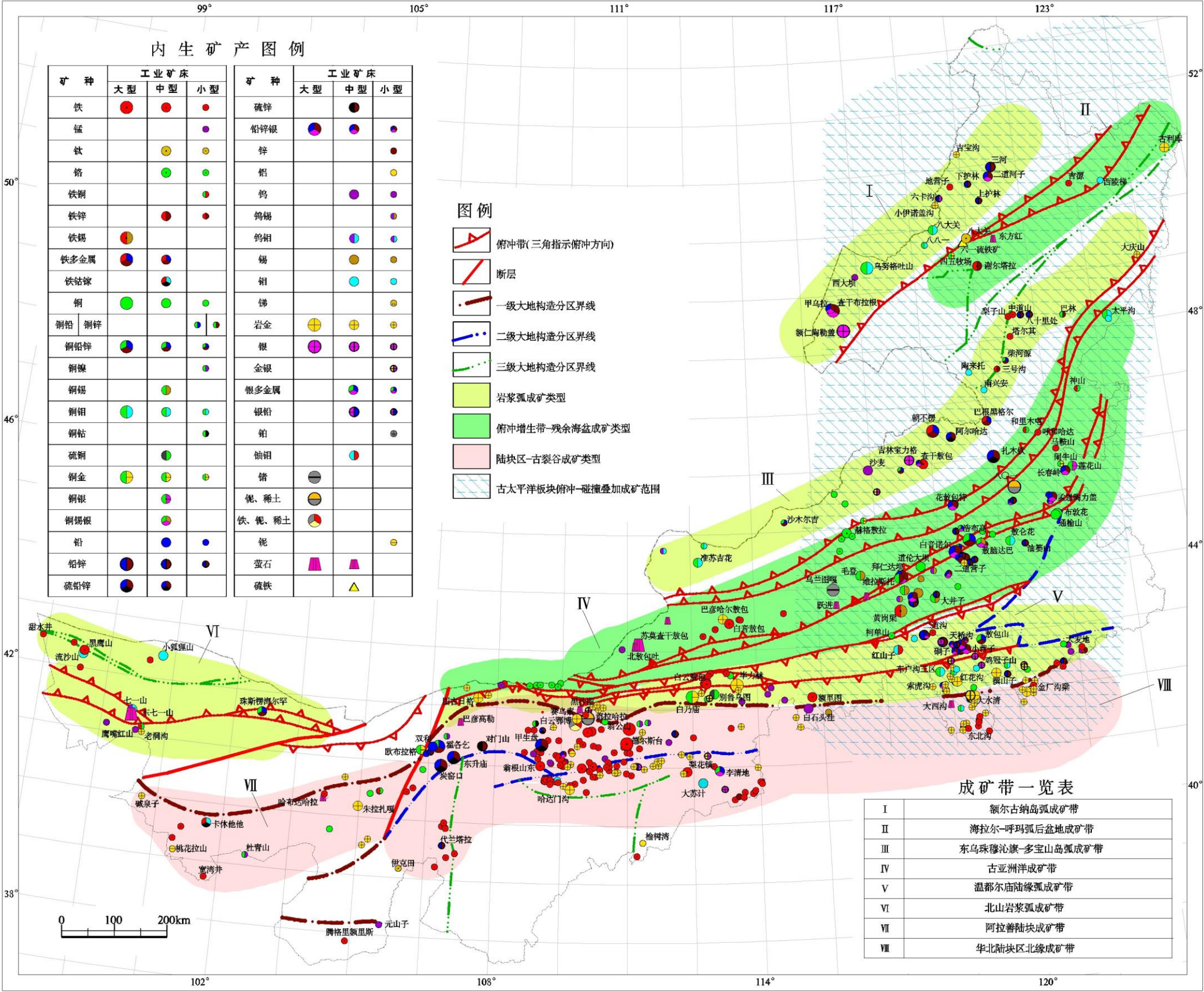


图5-1 内蒙古成矿带划分图

（三）陆块区-古裂谷型成矿带特征

陆块区以金矿床和铁矿床为主。前长城纪基底岩石中金元素地球化学值富集，限制着金矿的分布；太古宙基底副片麻岩层中包含了磁铁矿石岩层，该类型铁矿床大量出露于华北陆块区及其北侧边缘。

中元古代发育裂谷，形成了火山-沉积喷流型硫铅锌等多金属矿床。

1. 阿拉善陆块成矿带（Ⅶ）Ⅷ

阿拉善陆块成矿带位于华北陆块区西侧，近东西向展布，宽 120~150km，长大于400km，主要矿种为金、铁、钴、镓等，次要矿种为铜、镍、钨、铌、萤石等。现已发现中型矿床3处（金矿1处、铁钴镓矿1处、铜金矿1处），小型矿床14处（金矿4处、铁矿4处、铌矿1处、铜镍矿1处、铁铜矿1处、铜矿2处、萤石矿1处）。

中型矿床包括卡休他他矽卡岩型铁钴镓矿床、朱拉扎嘎层控金矿床、欧布拉格热液充填交代型铜金矿床（早中二叠世）等等。

1. 华北陆块区北缘成矿带（Ⅷ）

华北陆块区北缘成矿带近东西向展布，宽 120~200km，长大于 1100km，主要矿种为铁、金、硫、铅、锌，次要矿种为铜、钼、钨、萤石等。现已发现大型矿床8处（铜铅锌矿1处、硫铅锌矿3侧、铌稀土矿1处、铁铌稀土矿1处、铁矿两处），中型矿床18处（金矿6处、铁矿7处、铅矿1处、硫锌矿1处、钼矿1处、银多金属1处、钨矿1处），小型矿床152处（金矿42处、铁矿78处、铌矿两处、钨矿2处、铜镍矿4处、铁铜矿1处、银矿1处、金银矿1处、铜钴矿1处、铜镍矿1处、铅矿1处、铅锌矿3处、铅银矿1处、铅锌银矿1处、硫铅锌矿1处、钼矿1处、锡矿1处、锰矿4处、铝矿1处、铜钼矿1处、钛矿1处、萤石矿3处）。

大型矿床包括霍各乞（长城-青白口纪）火山-沉积喷流型铜铅锌矿床、东升庙（长城-青白口纪）火山-沉积喷流型硫铅锌矿床、炭窑口（长城-青白口纪）火山-沉积喷流型硫铅锌矿床、甲生盘（长城-青白口纪）火山

-沉积喷流型硫铅锌矿床、白云鄂博沉积变质叠加热液交代型铁铌稀土矿床、都拉哈拉热液交代型铌稀土矿床、翁公山沉积变质型铁矿床和德尔斯台沉积变质型铁矿床。

中型矿床包括双利铅矿床、图古日格中低温热液石英脉型金矿床、对门山（长城-青白口纪）火山-沉积喷流型硫锌矿床、翁根山东沉积变质型铁矿床、塞乌素中低温热液型金矿床、大苏计斑岩型钼矿床、李清地热液裂隙充填交代型银多金属矿床、白石头洼石英脉型钨矿床、大水清热液充填型金矿床和金厂沟梁热液充填型金矿床等等。

第二节 板块活动与成矿

板块的俯冲、碰撞、伸展裂谷（盆地）和洋壳扩张都能形成相应的矿床。

一、板块俯冲与成矿

矿床的发育、定位和成矿类型受许多因素制约，但成矿的基础还在地壳深部，受板块活动制约。板块俯冲进入软流圈时造成含矿或成矿岩浆气液在俯冲带上盘上侵或喷发、在适宜的空间场所富集成矿，这种现象称为俯冲成矿效应。板块俯冲活动造成矿床集中分布在贝尼奥夫带之上，控制了矿床及矿源的宏观分布，如岛弧-陆缘弧内形成各种岩浆、热液或气液矿床，矿体的具体成因类型和产状取决于弧内该时期区域应力状态和围岩状况。板块俯冲形成了大量成矿的基础，提供和限制了后期构造活动岩浆成矿、热液成矿或再次叠加富集成矿的发育位置范围。

内蒙古自治区主体位于古亚洲洋造山域，自元古宙至二叠纪洋陆转换过程中，经历

了多次俯冲事件，形成了多条俯冲增生楔、岛弧和陆缘弧，同时亦形成了大量与俯冲活动相关的矿床。

二、板块碰撞与成矿

板块碰撞的直接效应是在碰撞带地层褶皱、逆冲断层、陆壳隆升造山、碰撞型岩浆侵位、以及发育后碰撞岩浆热液型矿产等等。而远离碰撞带的内陆地区则往往发育共轭张剪性断裂，造成岩浆沿断裂侵位、火山喷发、或在条件充分的情况下形成热液充填交代型矿产。不同时期、不同板块、不同方向的碰撞事件，决定了热液型脉状矿床的矿脉主体走向。根据控矿共轭张剪性断裂的研究，同理可以推断出成矿时代。

（一）与早白垩世晚期应力回返相关的近 EW—NW 走向脉状矿床

从整个大兴安岭地区发育的碰撞型矿床可以发现，最具有代表性的碰撞成矿事件是发生在早白垩世末期中国东南部古太平洋板块与中朝板块发生的碰撞事件。

内蒙古东部从晚侏罗世—早白垩世中期，由于中侏罗世末期古太平洋板块向 NW 方向古亚洲板块之下俯冲之后应力回返，来自西南特提斯造山域的挤压作用占主导地位，致使内蒙古东部发育大量的近 EW 与 NE 向共轭张剪性断裂，俯冲型岩浆沿断裂剧烈上侵和喷发，地表形成了范围广大（遍及整个内蒙古东部）、厚度达几百米至几千米的火山岩层，以及岩浆侵入形成了星罗棋布的大小不一的岩体。该时期开放式的岩浆活动一般不具备封闭的成矿条件，难以形成内生热液型矿床。

早白垩世晚期，古亚洲洋向欧亚板块俯冲遭到阻滞并发生碰撞，古太平洋板块俯冲阶段性结束，陆缘弧之上的构造应力回返，区域主压应力方向变为 NW—SE 向，由此形成了大量的近 EW 向与 NW 向共轭张剪性断裂，此时岩浆活动已经大为减弱，岩浆及气液沿断裂上侵多呈岩株、岩枝、岩脉等小岩体。由于古亚洲洋演化形成的内含多条成矿带的大兴安岭地区地表已被广泛的上侏罗-下白垩统火山岩覆盖，且多分布在高海拔处，许多地壳应力活动已经达不到火山岩盖层，断裂只是发生在火山岩盖层之下而不能穿透火山岩盖层，为热液（叠加）成矿提供了顶盖封闭这一必要条件，致使原成矿带在火山岩层之下合适空间内发生了热液型叠加成矿，造成了大兴安岭地区已有的成矿带之中发育以及叠加了大量 NW 向（及近 EW 向）脉状内生矿床。如三河铅锌矿床、甲乌拉铅锌银矿床、阿尔哈达硫铅锌矿床、拜仁达坝铅锌多金属矿床、小营子铅锌银矿床等。矿床多分布于中生代火山岩盆地边缘，推测矿床地表火山岩已被剥蚀，由此可以指导在晚侏罗—早白垩世火山岩之下寻找隐伏多金属矿床。

（二）与晚白垩世后造山期应力回返相关的 NEE（或近 SN）—NNE 走向脉状矿床

晚白垩世的区域构造应力场与早白垩世晚期的正好相反，来自 WS 特提斯造山域的碰撞造山事件致使区域构造应力场再一次反转。在该区则表现为近 SN(或 NNE)— NEE 向断裂发生共轭张扭性活动。该期构造运动造成的岩浆活动已经更少，除局部侵入岩株外，主要表现为岩脉沿近 SN(或 NNE)— NEE 向断裂侵位。矿产主要发育在内蒙古西部，如东七—山萤石矿多充填在近 SN 和 NE 向裂隙中（赵省民，2002）；珠拉扎嘎金矿中石英脉型金矿体受控于 NNE 和 NEE 两组共轭张剪性裂隙中。

这次应力回返在内蒙古东部的形成的矿产不多，且形成了两种截然不同的效果——一种是沿 NEE 和 NNE 向断裂富集成矿，但数量和规模较早白垩世晚期差得很多，另一种是破坏了早期形成的近 EW 和 NW 向矿脉（方曙，2004）。

三、板块伸展与成矿

板块伸展环境包括稳定陆块、陆缘裂谷、陆内裂谷（后造山）和洋壳扩张增生。

（一）后造山岩浆岩矿产

伸展裂谷或后造山环境过碱性花岗岩与稀土矿产的形成有关。如位于内蒙古东部扎鲁特旗乌兰哈达苏木境内的巴尔哲（或八〇一）大型铌、铍、锆稀土矿床，矿体赋存在早白垩世碱性花岗岩中，其成矿与地幔来源的高温熔体结晶及流体的交代作用有关。

（二）古裂谷喷流型矿产

在华北陆块区北缘珠拉扎嘎至甲生盘一带，多个大中小型热液喷流型矿产出露于中元古界（长城系、蓟县系）和晚元古界下部（青白口系）古裂谷环境沉积岩系之中。

朱拉扎嘎金产于中元古界蓟县系阿古鲁沟组变质粉砂岩、砂岩、硅泥质板岩中。含砂岩石具弱硅化、绿帘石化、绿泥石化、绢云母化、碳酸盐化。属热水喷流沉积—热液叠加改造复合型。

东升庙、炭窑口、甲生盘等大型硫铅锌多金属矿、山片沟硫锌矿、霍各乞大型铜铅锌多金属矿的成因类型皆属于沉积喷流变质层控矿床。

翁根山铁矿、白云鄂博铁—铌稀土矿产于长城系尖山组中，早期应为喷流型矿产。

（三）残余洋壳岩浆岩型矿产

古洋壳伸展增生洋中脊形成的铬矿分布在俯冲增生杂岩带之中的残余洋壳之中。

铬、镍等矿产多产于残余洋壳之蛇绿岩之中，如贺根山铬铁矿床、柯单山铬铁矿床、乌兰浩特地区的呼和哈达铬矿床等，都