北疆古生代矿床组合的六大构造阶段划分及其意义

Division of Six Tectonic Stages of Major Metallic Deposits in Northern Xinjiang and Its Implications

秦克章 孙 枢 李继亮 肖文交 郝 杰

（中国科学院地质与地球物理研究所，北京 100029）

Qin Kezhang, Sun Shu, Li Jiliang, Xiao Wenjiao, Hao Jie

(Institute of Geology and Geophysics, CAS, Beijing 100029, China)

新疆地处欧亚大陆腹地，地质构造复杂，矿产资源丰富。本文在大量典型矿床、造山带实地调查和多学科综合研究的基础上，按板块构造旋回将新疆（侧重北疆）主要金属矿床划分为 7 大构造阶段产物，尝试从板块构造角度来认识北疆矿床时空分布关系及演化序列，以金属矿床时空分布样式作为大地构造环境的标志。

1 前人的矿床构造环境-演化阶段划分

前人由不同的视角分别进行了新疆矿床的构造环境分类。

陈哲夫等（1997）从地质建造序列分析入手总结提出北疆开合构造与成矿，将全疆划分为 8 个构造成矿带 9 种矿床组合。

何国琦等（1994）从陆间型造山带地壳演化五阶段模式出发,将新疆古生代地壳演化各阶段的主要矿床划分为 5 类。

马瑞士等（1997）按弧后盆地－岩浆弧－碰撞带－火山弧－缝合线体系将东天山划分为 7 个板块构造单元成矿带。

2 本文矿床构造环境-演化阶段划分方案

本次在前人基础上，按照板块构造观点并结合最新的系统同位素年代学资料，将北疆古生代金属矿床（兼顾某些构造环境指向明确的非金属矿床如石棉、滑石等）划分为 6 大构造阶段组合,连同前寒武纪稳定古陆环境中的矿床，一共 7 个构造阶段组合：

2.1 稳定古陆环境中的前寒武纪矿床

稳定古陆由结晶基底和沉积盖层组成。新疆稳定古陆或陆块主要分布于塔里木古陆北缘和伊犁地板。基底由前震旦纪地层及侵入岩组成，盖层由震旦－奥陶系地层组成。肖序常等（1990）研究认为，中天山及其以北地区在早中元古代已固结形成陆壳，南天山及塔里木北缘则固结于晚元古代晚期。其中已发现的主要矿产如下。

（1）碱性超镁铁岩－碳酸岩中的蛭石、磷灰石、稀土超大型矿床，如布拉克蛭石矿。

第一作者简介 秦克章，男，1964 年生，博士，研究员，主要从事大地构造与成矿作用。

（2）镁铁质－超镁铁质岩中铜镍硫化物矿床，如兴地Ⅱ号岩体铜镍矿化。

（3）元古宙沉积变质型矿床：① 铁矿。天湖、玉西、砂垄等；② 铜矿。博乐喇嘛萨依铜矿；③ 银矿。玉西银矿；④ 磷灰石矿。精河阿克赛、阿克喀拉、哈密尖山子。

（4）盖层中沉积矿产：磷、钒、铀、锰、钴、银等。如科古琴磷矿、平台山石磷矿、且干布拉克钒银矿和平台山钒矿等。

2.2 裂谷发育期（初始拉张期）矿床

震旦纪出现的拉张，到奥陶纪末，进入裂解作用的高潮期，使古陆解体，形成天山南北两个洋盆，即天山北部的准噶尔洋盆，天山南侧的南天山洋盆，以及祁漫塔格－西昆仑裂陷带，从而奠定了新疆古生代的基本构造格局。此阶段成型的矿床较少，主要是形成于裂解边界与沉积作用、火山作用有关的矿床或矿产组合。

（1）沉积变质型铁矿床。产于震旦系的下部层位，如库鲁克塔格小型铁矿等。含铁硅质岩中金及相关元素的丰度值较高，为后期金矿床的形成奠定了物质基础。

（2）风化残积型锰矿床（伴生钴）。赋存于震旦系与下寒武统平行—微角度不整合面上，属于滨-浅海氧化带中氧化锰矿型，如大水锰矿床, 小型。

（3）沉积型磷矿床。与下寒武统深灰色细碎屑含磷硅质岩建造密切相关，而且多与银、铀、钒共生。代表性的矿床有：科古琴山磷矿床；柯坪地区的喀拉拜勒布拉克、土斯布拉克小型磷矿床；库鲁克塔格地区的西山布拉克磷矿床、兴地磷、银、钒矿床等。均以矿层薄、品位低、变化大为显著特点,个别达中型规模。

2.3 洋壳（小洋盆）扩张阶段矿床

寒武纪-奥陶纪是古生代扩张阶段的高潮期，相继扩张形成准噶尔洋盆和塔里木古陆缘哈尔克山—硫磺山洋盆。裂解强度北强南弱，初始洋盆形成的时间北早南晚。

奥陶纪裂解-扩张作用期，以形成与火山作用和蛇绿岩有关的矿产组合为主要特征。主要有铬、铜、硫铁矿，其次形成于稳定大陆边缘的白云岩和生油层。

（1）豆荚状铬铁矿床。主要分布玛依勒山南坡、唐巴勒、洪古勒楞、扎河坝等地区,这些地区可能为准噶尔洋盆的扩张中心，形成变质橄榄岩内的铬铁矿。萨尔托海矿达中型。

（2）蛇蚊石化超镁铁岩中石棉矿床、滑石、菱镁矿矿床。如西准噶尔托里库兰德沟滑石矿(中型)、天山托克逊县铜花山滑石矿(大型，伴生 Co、Zn、Ni)、榆树沟石棉矿床（中型）。

（3）蛇绿岩套剖面中上部黄铁矿型（塞浦路斯型）铜矿床。 西天山可可乃克铜矿(小型)：全岩 Rb-Sr 等时线年龄为（425.3±5）Ma，矿石变质改造 Rb-Sr 等时线年龄为（357.3±10.6）Ma（李华芹等，1998）。

（4）与变质蛇绿岩有关的钴-多金属矿床。仅见于哈尔克山—硫磺山古洋盆的东段南侧边缘。如托克逊县铜花山钴-镍、锌、铜、滑石多金属矿床，赋矿建造为变质橄榄岩，属于榆树沟蛇绿岩带的组成部分。

2.4 板块汇聚边缘早期过渡壳拉张阶段矿床

晚志留世—早泥盆世，北疆构造环境由拉张转为聚合，各洋盆相继关闭，南天山洋盆闭合的时间相对较晚，早泥盆世末才转化为残余海。早-中泥盆世是新疆一次重要裂解-弧后扩张期。在准噶尔南北形成科克森他乌—纳尔曼得、阿拉套—喀尔力克两个裂解-扩张中心。

早－中泥盆世裂解-弧后扩张阶段，是新疆主要成矿阶段之一，而且以与火山作用、沉积作用有关的矿产组合为显著特征。主要有铜、铅锌、铁、菱镁矿、白云岩等.

（1）沉积变质型铁矿床。赋矿地层为晚志留—早泥盆世陆源碎屑岩-碳酸盐岩组合，多形成大中型矿床，如梧桐沟、帕尔岗、黑黑孜江干等铁矿床。

（2）火山喷溢铁矿床。形成于被动陆缘向活动陆缘转化阶段，近陆一侧的弧后盆地，如阿尔泰蒙库铁矿（D_1，大型）、东天山雅满苏、阿奇山、赤龙峰等铁矿(C_1，中型)。

（3）弧后盆地火山岩块状（-浸染状）硫化物铜铅锌矿床。阿尔泰可可塔勒铅锌矿（D_1，特大型），阿舍勒铜锌矿床（$D_{1\text{-}2}$，大型）。

（4）残余海环境菱镁矿和白云岩。含矿地层为中泥盆世—套海退序列的陆缘碎屑-碳酸盐岩建造。如和静县哈勒哈特菱镁矿、白云岩矿床，是新疆目前最大的菱镁矿床。

（5）浅海相含铁碧玉建造中火山-沉积铁矿床。西天山式可布台铁矿（C_3，中型）。

2.5　板块汇聚边缘晚期阶段挤压陆缘环境矿床

与岛弧带钙碱系花岗岩有关的斑岩-夕卡岩型铜（钼）矿，具有点多面广、类型复杂的特点，主要分布于成熟岛弧带，如喇麻苏、阿克赛、阿拉尔、托豆布拉克、土屋-延东-赤湖等铜矿床。另外还有少部分与火山岩有关的铜矿床（如西地、胜利铜矿床等）。

（1）斑岩型铜矿床。东天山土屋-延东大型斑岩型铜矿（单颗粒锆石 U-Pb 谐和年龄 356 Ma，蚀变岩绢云母 K-Ar 年龄（341.2±4.9）Ma，秦克章等，2000），赤湖斑岩型铜钼矿（C_1），西天山莱历斯高尔斑岩钼矿（D-C1）。

（2）夕卡岩型铜矿床。北准噶尔索尔库都克铜矿。夕卡岩矿物 Sm-Nd 等时线年龄为（284.3±3.9）Ma（李华芹等，1998），西天山喇嘛苏夕卡岩型铜矿（D_3-C_1）。

（3）陆相火山岩浅成低温热液金矿床。西天山阿希金矿(特大型)形成于早古生代岛弧带上叠断陷火山盆地。容矿海相火山岩 Rb-Sr 等时线年龄为 345～325Ma，灰白色、烟灰色、碳酸盐含金石英脉流体包裹体 Rb-Sr 等时线年龄分别为（340±7）Ma、（312±14）Ma、（301±19）Ma，伊利石 Rb-Sr 等时线年龄为（275±15）Ma（李华芹等，1998）。

（4）陆相火山岩型硫铁矿。东准噶尔淖毛湖北山（大型，石炭纪？）。

（5）接触交代-热液型铁矿.与晚石炭世钙碱性花岗岩相关，如阿拉塔格、双井子铁矿等。

2.6　碰撞造山期阶段矿床

该阶段矿床组合可分晚志留世—早泥盆世、晚泥盆世、晚石炭世 3 个主要聚合阶段。

（1）与高温低压变质带有关的红柱石（铝）和宝石矿化。分布于黑英山—柳树沟高温低压变质带中，含矿围岩为 $S_{2\text{-}3}$ 科克达坂群黑云母石英片岩、大理岩、白云母片岩。如拜城黑英山库鲁克中大型红柱石矿床，和静县霍拉沟南侧红柱石矿床。两者形成东西长达一百余千米的红柱石矿化带。伴生有石墨，构成红柱石—石墨矿产组合。近岩体部分红柱石结晶粗大，透明度好，可做宝石。

（2）与变质作用有关的刚玉矿床。主要分布于黑英山断裂的北侧。含矿地层为晚志留—早泥盆世—套变质碎屑岩-碳酸盐岩组合。刚玉多成灰黑色透明度差，仅可作研磨材料。

（3）造山早期准原地片麻状斜长花岗岩建造中混合交代花岗伟晶岩型白云母矿床。如阿尔泰那森卡（大型，含铍和海蓝宝石）、阿尤布拉克白云母矿（大型，海西-印支期）。

（4）造山晚期重熔岩浆分异花岗伟晶岩建造中稀有金属和宝玉石矿床。阿尔泰可可托海、柯鲁木特锂铍铌钽矿（超大型，石炭纪）。

（5）韧性剪切带破碎蚀变岩型金矿。阿尔泰多拉纳萨依金矿（中型，石炭纪）、中天山萨日塔勒金矿。

（6）陆相次火山岩热液脉状金（多金属）矿床。东天山马头滩、康古尔金-铜铅锌矿（中型），矿石矿物 Sm-Nd 等时线年龄为（290±7）Ma，含矿石英脉与中晚期石英脉流体包裹体 Rb-Sr 等时线年龄为（282±5）Ma、258～254Ma（李华芹等，1998）。

2.7　造山期后伸展构造阶段矿床

晚石炭世末期，北疆大小洋盆和陆间残余海相继褶皱隆起，原来被分割的各陆块再次焊接在一起，成为欧亚大陆的组成部分，从此进入板内构造演化及其成矿的新阶段。

（1）岩浆热液型金矿床。东天山西风山金矿：花岗岩 Rb-Sr 等时线年龄为（284±13）Ma、石英脉流体包裹体 Rb-Sr 等时线年龄为（272±3）Ma（李华芹等，1998）；萨尔托海金矿（中型）：铬伊利石 K-Ar 年龄为（297.1±4.7）Ma（胡蔼琴等，1997）。

（2）东天山石英滩金矿床（中型）。热液角砾岩 Rb-Sr 等时线年龄为（261.6±7）Ma， 含矿石英 3 条 Rb-Sr 等时线年龄为 288 Ma、276 Ma、244 Ma（李华芹等，1998）。

（3）镁铁质-超镁铁质杂岩中的铜-镍矿床。西天山箐布拉克铜-镍矿：Sm-Nd 等时线年龄为 322 Ma（倪

守斌，1994）；东准噶尔喀拉通克铜-镍矿（大型，C3），东天山黄山 -香山铜-镍矿带（大型）：单颗粒锆石 U-Pb 年龄 286 Ma（秦克章等，2000）；

（4）碱性辉长岩、正长岩建造中钒、钛、铁和稀土矿。哈密尾亚钒钛磁铁矿尾亚岩体内环斑花岗岩黑云母 $^{40}Ar/^{39}Ar$ 年龄（250±8）Ma、（246±6）Ma（胡蔼琴等， 1997）。

（5）基性杂岩体潜火山岩矿浆型铁矿。哈密磁海铁矿（大型，二叠纪）。

（6）陆内裂谷双峰式火山建造中铜铁矿床。西天山尼勒克（群吉，奴拉赛）铜矿（二叠纪）。

（7）碱性岩（霞石-正长岩）、碱性伟晶岩及碳酸岩脉有关矿床。南天山黑鹰山-伊南里克铌、钽、锆、钇、镱、铈及方钠石、金云母矿（大型，C_3-P）

（8）碱花岗岩中锡。如东准噶尔卡姆斯特、贝勒库都克锡矿，成岩、成矿年龄 310—260Ma。

（9）浅变质含炭碎屑岩金矿。西南天山萨瓦亚尔顿金矿（231 Ma，叶锦华等，1998）。

（10）火山岩带远侧汞-锑矿床。西南天山查汗萨拉汞-锑矿（C_2-P）。

二叠纪特别是早二叠世是新疆金、铁、铜镍矿的主要成矿期之一。

中生代、新生代进入盆、岭相间的构造格局，中生代形成以油气、煤、铀、膨润土、石膏和云母等矿产组合。新生代以形成盐类、砂岩铜矿和沙金矿产为主。

3 北疆成矿物质时空记录对古板块构造环境与演化的指示意义

矿床，尤其是大矿床本身就是地质-构造-岩浆高度演化的物质记录。成矿带和区域矿化组合与时空分布样式可用来反演大地构造环境及其演化过程。北疆成矿物质时空记录对板块构造环境与演化的指示可归纳总结为 3 期拉张与 3 期聚合。

由前所述，晚志留世—早泥盆世、晚泥盆世、晚石炭世—早二叠世是北疆 3 个主要聚合阶段。震旦纪—中志留世、晚泥盆世—早石炭世早期、晚石炭世晚期，晚二叠世则为成矿低潮期。这并不是偶然的，实质上是与板块构造发展演化过程密不可分的。

3 期拉张，第一期（震旦纪—奥陶纪）主洋盆扩张，形成和保存下来的矿床不多。

第二期（早—中泥盆世）裂解—弧后扩张阶段，是新疆主要成矿阶段之一，而且以与火山作用、沉积作用有关的铜、铅锌、铁矿产组合为显著特征。相应的岛弧带位置尚待明确，尚未发现成型斑岩铜矿。已有迹象的岛弧具洋壳或过渡壳不成熟岛弧的特点。

第三期（早石炭世—早二叠世）弧后盆地阶段拉张规模有限，水体较浅，相应的矿床较小。而此时岛弧上则形成了大型斑岩铜矿。且显示出陆缘成熟岛弧的特点。

3 期挤压聚合，第一期（晚志留世—早泥盆世）形成与俯冲和对接相伴随的刚玉、红柱石、石棉等变质矿产组合。

第二期（晚泥盆世）仅形成白云母、稀有金属等矿产。

第三期（晚石炭世—二叠纪）碰撞造山碰撞造山最强烈，随后发生造山后伸展走滑，广泛的岩浆侵入活动，产生富有新疆特色的复合岩浆弧带，形成富有新疆特色的金、铜、镍、钒、钛、铁和锂、铍、铌、钽、云母、宝石等矿床。