

国家科技攻关三〇五  
项目系列研究成果



# 新疆北部有色贵金属矿床 成矿作用年代学

李华芹 谢才富 常海亮 等著

6235

地质出版社

56.576235

57

# 新疆北部有色贵金属矿床 成矿作用年代学

李华芹      谢才富      常海亮      著  
蔡 红      朱家平      周 肃

地 质 出 版 社  
· 北 京 ·

## 内 容 简 介

本书是国内外第一部内生金属矿床的区域成矿作用年代学研究专著。书中简述了矿床年龄测定的理论基础和实验技术方法;重点介绍了新疆北部 21 个主要有色金属、贵金属矿床成矿作用及相关地质事件年代学、温压地球化学和多元稳定同位素地球化学的研究成果;详细论述了区域成矿作用与构造活动-岩浆作用之间的关系;总结了新疆北部有色金属、贵金属矿床的成矿特点、时空分布及其演化规律。本书内容丰富,资料翔实,反映了当前国内外金属矿床年代学研究的先进水平。

本书可供从事同位素地质、矿床地质、地球化学专业技术人员及地质院校师生参考。

## 图书在版编目(CIP)数据

新疆北部有色贵金属矿床成矿作用年代学/李华芹等著. 北京:地质出版社,1998.4  
ISBN 7-116-02507-3

I. 新… II. 李… III. ①有色金属矿床-成矿作用-年代学-新疆②贵重金属矿床-成矿作用-年代学-新疆 N. P618.201

中国版本图书馆 CIP 数据核字(97)第 28519 号

## 地质出版社出版发行

(100083 北京海淀区学院路 29 号)

责任编辑:白 铁 徐 涛 赵俊磊

责任校对:田建茹

\*

北京印刷学院实习工厂印刷 新华书店总店科技发行所经销

开本:787×1092 1/16 印张:17 铜版图:2 页 字数:410000

1998 年 4 月北京第一版·1998 年 4 月北京第一次印刷

印数:1—900 册 定价:40.00 元

ISBN 7-116-02507-3

P·1855

(凡购买地质出版社的图书,如有缺页、倒页、脱页者,本社发行处负责调换)

## 序

对李华芹等著的《新疆北部有色贵金属矿床成矿作用年代学》一书公开出版，我首先借此机会向作者们表示衷心祝贺。他们为矿床界作了一件极其有意义的工作，本书的出版肯定会对矿床学的重要分支——成矿年代学的发展起到促进作用。

矿床学是一门综合性、应用性很强的学科，矿床的形成是各种地质因素在特定条件下的组合，由于其形成因素的复杂性、多变性，因此对其形成条件、成矿规律的探索有很大的难度，历代矿床学家为此作出了不懈的努力，并逐步逼近所奋斗的目标。在矿床及区域成矿规律研究中时间的因素十分关键。因为在一个地区可以经历多次构造运动、沉积作用、岩浆作用、变质作用及成矿作用，它们可以叠加在一个空间中，我们目前见到的地质体是历史上各阶段地质作用叠加的最终产物。因此要阐明矿床及区域矿产形成的规律，并利用这些规律去指导寻找新的矿床、新的成矿区，必须分清各时代的地质作用及成矿，这在很大程度上就要依赖于成矿年代学及更广义的地质年代学的研究。

成矿年代学的研究在国内外都已引起重视，并做了不少工作。国内 70 年代在宁芜地区、80 年代在南岭地区以及其它地区都做过不少工作，但在新疆北部这样广阔的地域内，有计划系统地开展成矿年代学的研究，并配之以有关地质年代学的研究，同时与当地的基础地质、矿床研究工作相结合，工作做得如此深入、研究成果如此显著在国内是罕见的。

可以毫不夸张地说，本书不但对工作在新疆地区的广大地质工作者进一步深化对区域地质构造演化和成矿规律的认识有重要参考意义，同时给地学界了解本分支学科的工作方法、应用范围、综合研究等提供了一个完整的例子，并且其研究成果无疑亦会对其读者有所启示。国家 305 项目正确地在“九五”期间又继续立项进一步深化这方面的研究工作，我衷心期待着下一阶段研究工作取得更大成绩，使成矿年代学的研究不断深入，为揭示成矿的奥秘，寻找更多的矿产资源作出更大的贡献。

陈毓川

1998. 2. 23.



# 前 言

成矿作用年代学以成矿作用的时间域作为研究对象,从地质历史发展的角度分析矿床生成、叠加改造和演化规律,是同位素地质年代学重要的分支学科。通过对已知矿床的成矿作用年代学研究,不仅对探讨矿床成因、总结区域成矿规律和研究区域成矿地质背景具有重要的理论意义,而且对指导矿产普查、勘探,进行区域成矿预测,扩大找矿远景都具有十分重要的实际意义。

新疆北部地处我国西北边疆,地域辽阔,矿产丰富,是我国矿产资源重要的后备基地之一。近十年来,新疆北部在有色、贵金属的勘查方面取得了突破性进展,相继发现了阿舍勒、可可塔勒、喀拉通克、阿希和康古尔塔格等大型铜锌、铅锌、铜镍和金矿床。

为了深入剖析这些矿床的成矿机理,建立典型矿床成矿模式,促进区域成矿学研究,总结区域成矿规律,进而实现找矿工作取得新的重大突破,新疆国家“三〇五”项目办公室在“八五”期间,专门设立了“新疆北部主要有色、贵金属矿床成矿期年代学研究”专题,由地质矿产部宜昌地质矿产研究所承担。

经过四年多的努力,本专题组在前人工作的基础上,从区域成矿作用着眼,具体矿床入手,重点选择了21个地质研究程度较高的典型矿床,应用Rb-Sr、Sm-Nd、锆石U-Pb和 $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ 快中子活化等多种先进测年技术,以石英流体包裹体、金属矿物、蚀变矿物、脉石矿物及各类矿石和岩石作为测年对象,对其成矿作用及与成矿作用密切相关的岩浆作用、变质作用和构造作用等地质事件进行了深入系统的年代学研究,获得了一大批精确可靠的同位素年龄数据、稳定同位素数据和矿物流体包裹体温压地球化学数据,为解决新疆北部一系列重大地质问题,总结新疆北部有色、贵金属矿床的成矿特点、时空分布及其演化规律,进而为指导普查找矿提供了新的科学依据。归纳起来,本专题研究主要在如下方面取得了重大的进展。

1. 基本查明了新疆北部主要有色及贵金属矿床的形成时代,进而根据其成矿作用及相关地质事件的一系列高精度年代学资料,总结了新疆北部有色及贵金属矿床的区域成矿的时空分布规律;首次将该区重要的有色、贵金属矿床的成矿作用划分为晋宁期、中晚加里东期、早海西期、中海西期、晚海西期和早印支期6个成矿期,并明确提出中、晚海西成矿期(310~270Ma)是本区有色、贵金属成矿的高峰期,进而指出,本区中、晚海西期以及此后的早印支期(255~235Ma)有色及贵金属成矿作用具有极其重要的经济意义,是今后有色及贵金属普查找矿的重点。

2. 以丰富的成矿作用年代学资料,结合流体包裹体资料和地质资料,基本查明了各矿床的成因,并详细论证了北疆地区绝大多数有色、贵金属矿床具有多期次、多阶段和多成因的特点,明确提出工业矿床的形成往往是构造运动、变质作用、岩浆作用及热水循环等多种地质事件综合作用的结果;首次提出康古尔地区浅成低温热液金矿与中深成热液金矿成对产出。

3. 从同位素地球化学角度探讨了大地构造背景与成矿作用的关系, 提出碰撞造山后的拉张阶段是北疆地区有色、贵金属矿床形成的有利的地球动力学背景; 并确立了北疆地区区域性碰撞造山后两期松弛拉张作用发生的时间分别为 300~270Ma 和 255~235Ma。

4. 首次以可靠的同位素年代学资料, 确立了东天山两期推覆剪切作用发生的时间分别为 295~282Ma 和 270~260Ma, 北天山洋的最终闭合时间为 300Ma 左右, 阿尔泰山缘于 310~302Ma 普遍出现了一次韧性剪切作用等, 从而为本区一些重大基础地质问题的解决, 提供了可靠的年代学依据。

5. 进一步完善和拓宽了石英、石英流体包裹体、金属矿物、脉石矿物和蚀变矿物作为直接精确测定成矿作用年龄的有效方法, 大大提高了成矿作用年代学研究和应用水平。

本专题研究开创了国内外在大区域内成矿作用年代学系统研究的先例, 其研究成果经专家评审鉴定达国际先进水平, 并获得新疆维吾尔自治区 1995 年度科技进步一等奖和两委一部“国家八五科技攻关重大科技成果奖”。该成果已被“八五”国家三〇五项目其他课、专题及新疆地矿部门广泛应用。

为促进本专题研究成果进一步转化为生产力, 为提高本区基础地质和矿床地质研究的水平, 加速新疆矿产资源的开发利用和振兴新疆经济, 我们根据评审鉴定意见, 对原报告进行了认真的修改和提炼, 编撰成本书公开出版。

本书共分七章, 其中前言、结语和第二章由李华芹执笔; 第一章由谢才富执笔; 第三、四、五和第六章由李华芹、谢才富、常海亮共同执笔; 第七章由谢才富和常海亮执笔; 全书由李华芹修改统编定稿。

本专题的研究工作得到 305 项目办杨旭明、马映军主任, 张良臣、李清昌和陶钧政副主任及地矿处吴乃元和马济正处长, 王全良、伍典彬等同志的关怀和支持。在野外地质调查和资料收集过程中, 得到新疆地矿局刘德权、邓振球副总工程师, 王福同处长, 局资料处, 地质一大队, 四大队, 六大队, 七大队, 十一大队和第二区域地质调查大队总工办及有关专题负责人叶庆同、叶良和研究员, 姬金生教授等许多同仁的大力支持和帮助。新疆有色总公司及其所属有关地质队、矿山都给予了工作上的便利, 地质矿产部宜昌地质矿产研究所为专题研究工作的顺利实施创造了良好条件, 中国地质科学院同位素研究与测试中心为专题测试工作顺利完成给予了大力支持, 特在此谨致谢忱!

中国工程院院士、中国地质科学院院长陈毓川研究员, 对研究工作自始至终都给予了热情支持和关怀并为之作序; 宜昌地质矿产研究所原副所长饶家光研究员亲临野外指导工作, 付出了辛勤的劳动; 叶伯丹研究员和余必胜助理研究员参加了部分野外工作, 陈好寿和李志昌研究员协助完成了 Pb、Nd 同位素数据处理; 刘姝群研究员审阅了书稿部分章节, 并提出了许多宝贵的修改意见; 陈富文副研究员撰写了英文摘要; 段万军和张玉清工程师清绘了本书中的全部地质图件。在此一并致以衷心感谢。

# 目 录

## 序

## 前 言

|            |                                         |     |
|------------|-----------------------------------------|-----|
| <b>第一章</b> | <b>区域成矿地质背景</b> .....                   | 1   |
| 第一节        | 地层及其含矿性.....                            | 1   |
| 第二节        | 岩浆岩及其与成矿的关系.....                        | 5   |
| 第三节        | 大地构造背景及其与成矿的关系.....                     | 7   |
| <b>第二章</b> | <b>矿床同位素年龄测定的技术方法</b> .....             | 10  |
| 第一节        | 样品采集与加工处理 .....                         | 10  |
| 第二节        | 成矿年龄测定方法 .....                          | 13  |
| 第三节        | 数据处理 .....                              | 24  |
| <b>第三章</b> | <b>新疆北部主要金、银矿床成矿作用年代学研究</b> .....       | 26  |
| 第一节        | 阿尔泰地区金矿床成矿作用年代学 .....                   | 26  |
| 第二节        | 西准噶尔地区金矿成矿作用年代学 .....                   | 48  |
| 第三节        | 东天山地区金矿床成矿作用年代学研究 .....                 | 63  |
| 第四节        | 西天山地区金矿床成矿作用年代学.....                    | 100 |
| 第五节        | 东天山玉西银矿床成矿作用年代学.....                    | 127 |
| <b>第四章</b> | <b>海相火山岩型多金属块状硫化物矿床成矿作用年代学</b> .....    | 134 |
| 第一节        | 阿舍勒铜（锌）矿床成矿作用年代学及稳定同位素地球化学.....         | 134 |
| 第二节        | 可可塔勒铅锌矿床年代学.....                        | 178 |
| 第三节        | 可可乃克含铜黄铁矿床年代学.....                      | 185 |
| <b>第五章</b> | <b>夕卡岩型和次火山热液型铜矿床年代学研究</b> .....        | 189 |
| 第一节        | 索尔库都克铜（钼）矿床年代学研究.....                   | 189 |
| 第二节        | 莫斯早特铜矿床（尼勒克铜矿）年代学研究.....                | 195 |
| <b>第六章</b> | <b>岩浆型铜镍硫化物矿床成矿作用年代学</b> .....          | 202 |
| 第一节        | 喀拉通克铜镍矿床成矿作用年代学研究.....                  | 202 |
| 第二节        | 黄山地区铜镍矿床成矿作用年代学.....                    | 206 |
| 第三节        | 兴地Ⅱ号铜镍矿床成矿作用年代学.....                    | 214 |
| 第四节        | 岩浆型铜镍硫化物矿床 Sr-Nd 同位素组成 .....            | 217 |
| 第五节        | 新疆北部岩浆型铜镍硫化物矿床成矿规律初探.....               | 220 |
| <b>第七章</b> | <b>新疆北部主要有色、贵重金属成矿作用若干问题的初步讨论</b> ..... | 222 |
| 第一节        | 新疆北部主要有色、贵重金属矿床的成因类型与空间分布.....          | 222 |
| 第二节        | 新疆北部有色、贵重金属的主要成矿期及其与地壳发展演化的关系.....      | 225 |

|                                   |     |
|-----------------------------------|-----|
| 第三节 新疆北部主要有色、贵金属矿床的稳定同位素地球化学····· | 229 |
| 第四节 北疆北部主要有色、贵重金属矿床成矿流体的主要特征····· | 237 |
| 第五节 新疆北部主要有色、贵重金属矿床找矿方向的探讨·····   | 241 |
| 结语·····                           | 245 |
| 参考文献·····                         | 246 |
| 英文摘要·····                         | 248 |
| 图版说明及图版·····                      | 264 |



# CONTENTS

## Preface

## Prelude

|                                                                                                         |     |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| <b>Chapter I Regional geological backgrounds of mineralization</b>                                      | 1   |
| 1. Strata and their ore potentiality                                                                    | 1   |
| 2. Magmatism and mineralization                                                                         | 5   |
| 3. Tectonic background of mineralization                                                                | 7   |
| <b>Chapter II Isotopic dating methods of identifying metallogenetic epochs</b>                          | 10  |
| 1. Sample collection, processing and preparation                                                        | 10  |
| 2. Dating methods of identifying metallogenetic epochs                                                  | 13  |
| 3. Data processing                                                                                      | 24  |
| <b>Chapter III Metallogenetic geochronology of precious deposits</b>                                    | 26  |
| 1. Metallogenetic geochronology of gold deposits in Altai area                                          | 26  |
| 2. Metallogenetic geochronology of gold deposits in West Junggar massif                                 | 48  |
| 3. Metallogenetic geochronology of gold deposits in East Tianshan area                                  | 63  |
| 4. Metallogenetic geochronology of gold deposits in West Tianshan area                                  | 100 |
| 5. Metallogenetic geochronology of Yuxi silver deposits in East Tianshan area                           | 127 |
| <b>Chapter IV Metallogenetic chronology of volcanic-hosted massive sulfide deposits</b>                 | 134 |
| 1. Metallogenetic geochronology and stable isotopic geochemistry of the Ashley copper (-zinc) deposit   | 134 |
| 2. Metallogenetic geochronology of Kekedalei lead-zinc deposit                                          | 178 |
| 3. Metallogenetic geochronology of Kekenaike pyritic copper deposit                                     | 185 |
| <b>Chapter V Metallogenetic geochronology of skarn and porphyry copper deposits</b>                     | 189 |
| 1. Metallogenetic geochronology of Suoerkuduke copper (molybdenum) deposit                              | 189 |
| 2. Metallogenetic geochronology of Mosizaote (Nileike) copper deposit                                   | 195 |
| <b>Chapter VI Metallogenetic geochronology of the magmatic liquation copper-nickel sulfide deposits</b> | 202 |
| 1. Metallogenetic geochronology of the Kelatongke copper-nickel deposit                                 | 202 |
| 2. Metallogenetic geochronology of copper-nickel deposits in the Huangshan area                         | 206 |
| 3. Metallogenetic geochronology of the Xingdi II copper-nickel deposit                                  | 214 |
| 4. Sr-Nd isotopic components of the magmatic liquation sulfide deposits                                 | 217 |
| 5. At the beginning of studies of the magmatic liquation sulfide deposits in                            |     |

|                                                                                                                                                                     |            |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|
| North Xinjiang .....                                                                                                                                                | 220        |
| <b>Chapter VII Discussion on several key aspects about the nonferrous and precious metallic mineralization in North Xinjiang .....</b>                              | <b>222</b> |
| 1. Genetic types and spatial distribution of the nonferrous and precious metallic ore deposits in North Xinjiang .....                                              | 222        |
| 2. Relationships between the crustal evolution and metallogenetic epochs of main nonferrous-precious mineralization and the crust evolution in North Xinjiang ..... | 225        |
| 3. Stable isotopic geochemistry of the main nonferrous and precious metallic ore deposits in North Xinjiang .....                                                   | 229        |
| 4. Main features of metallogenetic fluids for nonferrous-precious metallic mineralization in North Xinjiang .....                                                   | 237        |
| 5. Prospecting direction of the nonferrous and precious metallic ore deposits in North Xinjiang .....                                                               | 241        |
| <b>Conclusion .....</b>                                                                                                                                             | <b>245</b> |
| <b>References .....</b>                                                                                                                                             | <b>246</b> |
| <b>English Abstract .....</b>                                                                                                                                       | <b>248</b> |
| <b>Plates and Notes .....</b>                                                                                                                                       | <b>264</b> |

# 第一章 区域成矿地质背景

新疆北部地处塔里木板块、西伯利亚板块和哈萨克斯坦板块的接合部位,地质构造极其复杂。由于三大板块间的多次离散与拼合,引发了频繁多样的地质作用,从而为该区有色、贵金属矿床的形成,创造了极为有利的成矿地质条件。

## 第一节 地层及其含矿性

### 一、太古宇

新疆北部的太古宇,仅分布于塔里木北缘的库鲁克塔格地区,称为托格拉克布拉克杂岩。该杂岩是塔里木板块最古老的陆核组成部分,由一套遭受了中、深变质和混合岩化的岩石组成。据岩性组合,该杂岩大致可分为下部片麻岩段和上部变粒岩段两个岩性段。前者以钠长片麻岩类为主,含少量角闪岩、斜长角闪岩,其原岩为流纹岩、英安岩和少量安山质、玄武质火山岩;后者以钠长变粒岩和石英片岩为主,原岩为火山碎屑沉积岩及少量火山岩和粉砂质-泥质岩。

在本区太古宇中,目前虽未发现具工业意义的矿床,但其中 Au、Ag、Sb、Hg、B 等元素含量普遍较高。

### 二、元古宇

本区元古宇系一套遭受绿片岩相、角闪岩相变质的变质岩系或遭混合岩化的岩石。它们主要分布于塔里木北缘和天山地区,在阿尔泰地区也有少量出露。

在塔里木北缘库鲁克塔格地区,其元古界称为兴地塔格群,为一套变质的类复理石建造,下部为大理岩、石英岩及黑云母石英片岩的不均匀互层;上部为云母石英片岩、大理岩夹变质砂岩等所组成的韵律式沉积变质岩系,具近源浊流沉积特点。其中,元古宇长城系称波瓦姆群或扬吉布拉克群,它们可分上下两个亚群。其下亚群是由底砾岩、较纯的石英砂岩、白云岩和细碎屑-泥质岩组成的被动大陆边缘产物;上亚群下部为变质的石英砂岩与泥质组成的韵律式互层,上部为安山质、英安质火山岩、火山碎屑岩夹白云岩和细碎屑岩,其沉积环境大体与安第斯型活动陆缘相似。中元古界蓟县系称爱尔基干群,系一套绿片岩相岩石。其原岩下部以白云岩为主,夹少量灰岩、粉砂岩和泥岩;上部以细碎屑岩、泥质岩为主,夹中酸性火山岩、火山碎屑岩及碳酸盐岩。该地区新元古界青白口系称帕尔岗塔格群,可分两个亚群,其下亚群以浅变质碎屑岩为主,上亚群则以浅变质碳酸盐岩为主。该区震旦系发育较好,称库鲁克塔格群,基本未变质,其下部以滨海-浅海相碎屑岩为主,夹中-基性火山岩、火山碎屑岩、碳酸盐岩和冰碛岩;上部以大陆冰碛岩、细碎屑岩及灰岩为主。

塔里木北缘的柯坪地区,前震旦系仅见长城系阿克苏群出露,它们分布于阿克苏西南的硝尔布拉克以北及乌什南山奇格布拉克一带。它系一套蓝闪绿片岩相的变质岩系,其原

岩为基性火山岩与长石砂岩、含屑长石砂岩组成的不均匀互层，夹薄层硅质岩。该地区震旦系分布于阿克苏—乌什一带。其下震旦统下部为海相碎屑岩夹块状冰碛岩；上部则以冰碛岩为主，夹少量海相碎屑岩。其上震旦统下部为浅海相细碎屑岩夹基性火山岩、碳酸盐岩；上部则为一套镁质碳酸盐岩。

天山地区的古元古界主要出露于哈尔克山、那拉提山和博罗科努山等地，分别称为木扎尔特群、那拉提群和温泉群，其下部以片麻岩及混合岩为主，上部则以大理岩和石英片岩为主。此外，在其东南的北山地区，也有古元古界出露。该地的古元古界称为北山群，其下部由混合岩、片麻岩和斜长角闪岩组成，中部为片麻岩类、黑云石英片岩、夹透辉透闪石英岩，上部为二云石英片岩、绿帘绿泥片岩夹变凝灰岩。

天山地区中元古界长城系主要分布于中天山地区，其东部称为星星峡群，是一套绿片岩相—低角闪岩相的变质岩系，其原岩为火山复理石建造及浅海相碎屑岩—碳酸盐岩建造；其西部称为特克斯群，为遭受绿片岩相变质的变质岩系，其原岩为碎屑岩、碳酸盐岩夹少量酸性和基性火山岩。中元古界蓟县系，东段称卡瓦布拉克群，西段特克斯一带称科克苏群，赛里木湖一带则称为库松木切克群。它们是一套浅海相富含硅、镁质的碳酸盐岩建造，夹数量不等的碎屑岩，局部含磷，并含有丰富的叠层石化石和微古植物化石。它们与下伏长城系为连续沉积。

天山地区的新元古界青白口系，也主要分布于中天山地区，在北山地区也有分布。前者的东段称天湖群，其下部以片麻岩为主，上部以结晶片岩为主；西段则分别称为库什台群和开尔塔斯群，它们为一套遭受浅变质或未遭变质的浅海相碳酸盐岩，夹少量细碎屑岩。后者主要见于磁海以东，称为白玉山群。其下部为云母石英片岩、石英岩、黑云斜长片麻岩夹大理岩，上部则以大理岩、白云质大理岩和白云岩为主，夹少量石英岩。

天山地区的震旦系，目前仅见于科古琴山分水岭附近，称凯拉克提群，可分为两个亚群。其下亚群以细碎屑岩为主，夹冰碛岩、结晶灰岩、粗玄岩、凝灰岩；上亚群则为细碎屑岩夹冰碛岩、白云质灰岩和磷块岩。

在阿尔泰区，目前尚未发现有确切的古元古界出露；但据何国琦等（1990）的研究，在该区额尔齐斯构造带，原定为上石炭统卡拉额尔齐斯组的地层中，部分岩石变质较深，由斜长角闪片岩、角闪绿泥斜长片麻岩所组成，其同位素铅模式年龄大于 20 亿 a，可能属于古元古界。该地区中元古界仅见上部的蓟县系出露，它见于富蕴县北的阿克塔斯—乌恰沟上游一带，其下部以混合岩为主，夹少量角闪岩，上部则以结晶片岩、混合岩为主，夹大理岩，其中含微古植物化石。阿尔泰区新元古界震旦系分布较为广泛，出露于阿勒泰市—白哈巴一线以北的广大地区，称为哈巴河群，是一套由变质砂岩、粉砂岩和千枚岩组成的浅变质类复理石建造。

北疆地区元古宙地层中矿产较为丰富。东天山卡瓦布拉克群含炭质灰岩和炭质片岩中，已发现沉积改造层控型铅锌银矿床；西天山中元古界库松木切克群碳酸盐岩中发现层控型铜（铅锌）矿床；在星星峡—尖山子、卡瓦布拉克以及冰大坂、库尔勒以北的元古宇通化变质带和韧性剪切带中，可有金矿产出。此外，区内震旦系目前虽未发现有工业价值的有色、贵金属矿床，但局部地区震旦系含金较高，可成为金矿化的矿源层。

### 三、古生界

#### 1. 寒武系

北疆地区的寒武系,目前仅见于塔里木地层区和天山地层区。其中,天山地层区的寒武系主要分布于西天山的科古琴山一带,在东天山的卡瓦布拉克和北山地区亦有零星出露。天山地层区的寒武系由碳酸盐岩和碎屑岩组成,其厚度一般小于100m;但其化石丰富,古生物群属于天山型动物群。塔里木地层区的寒武系分布于库鲁克塔格地区和柯坪地区。前者主要由碳酸盐岩夹碎屑岩组成,并夹有中基性火山岩,其厚度较大;古生物群在早寒武世属华北型动物群,而中、晚寒武世则为华北型和天山型的混合型动物群。柯坪一带的寒武系为典型的地台型沉积。其早寒武世为浅海相碳酸盐岩夹少量碎屑岩,中、晚寒武世为浅海相碳酸盐岩和潟湖相或半隔绝海白云岩及石膏层,古生物群属华北型动物群。

在北疆地区寒武纪地层中,除非金属和有机矿产外,目前已发现有铀、钒、钴及金、银等金属矿床,但规模不大。

## 2. 奥陶系

北疆地区的奥陶系发育齐全,但分布比较零星。据现有资料,区内阿尔泰、准噶尔、天山及塔里木北缘均有奥陶系出露。据其岩性组合,北疆地区的奥陶系可划分出如下四个沉积类型。

①碎屑岩笔石相沉积 该类型主要分布于天山地层区和塔里木北缘地区,博罗科努山和库鲁克塔格山地区的奥陶系,是该沉积类型的典型代表。

②碳酸盐岩介壳相与碎屑岩笔石相交替沉积 该沉积类型主要分布于塔里木地层区,柯坪地区的奥陶系是其典型代表。

③火山岩沉积类型 主要分布于该区北部的准噶尔和阿尔泰地区。其中,西准噶尔南部多为中基性火山岩沉积;东准噶尔南部及阿尔泰地区则以中性火山岩沉积为主。除准噶尔和阿尔泰地区外,天山地层区的奈楞格勒达坂组和可可乃克群可能也属于该沉积类型。

④类复理石沉积 该类型仅见于本区的阿尔泰地区。

在北疆地区奥陶纪地层中,目前发现的矿产相对较少,除一些非金属矿产外,仅发现有块状硫化物型含铜黄铁矿型矿产。

## 3. 志留系

北疆地区的志留系发育齐全,分布广泛。除塔里木北缘志留纪沉积属稳定型沉积外,其余地区均为地槽型沉积。

塔里木北缘的志留系分布零星,出露不全,多数地区(如柯坪和库鲁克塔格)仅见下志留统。其岩性以细碎屑岩为主,局部夹有火山岩,普遍含笔石。阿尔泰和东准噶尔地区,下志留统缺失,中、上志留统以海相碎屑岩为主,并以含图瓦贝动物群为特点。阿尔泰地区的中、上志留统夹有中基性火山岩,东准噶尔地区的上志留统则为杂色火山碎屑岩和碳酸盐岩沉积组合。在西准噶尔和北天山地区,志留系出露齐全,与下伏奥陶系和上覆泥盆系均为连续沉积。该地区下志留统为笔石相细碎屑岩,中统为珊瑚腕足相火山碎屑岩和碳酸盐岩,上统为杂色火山碎屑岩沉积。南天山地区志留系分布广泛,且厚度巨大,主要由碎屑岩、碳酸盐岩、火山岩及硅质岩组成,其沉积具有由冒地槽向优地槽沉积演化的特征,并普遍发生低绿片岩相或绿片岩相和蓝闪绿片岩相变质。

本区与志留纪地层有关的金属矿产主要有铁、铜等;但据现有资料,其工业意义不大。

## 4. 泥盆系

本区泥盆系出露广泛,且不同地区具有不同的沉积类型。位于额尔齐斯断裂带以北的

阿尔泰山地区,该时期其中部隆升,在其南北两侧形成了陆缘裂谷盆地及断陷火山盆地,其泥盆系以双峰式火山岩沉积及火山凝灰质碎屑岩沉积为主。与阿尔泰临近的东准噶尔北部及北天山地区,亦以火山岩及火山碎屑岩沉积为主。但在西准噶尔及东准噶尔的南部地区,则以正常海相或海陆交互碎屑岩及碳酸盐岩沉积为主,夹少量火山碎屑岩。再往南至南天山一带,其下泥盆统为浅变质碎屑岩、碳酸盐岩,局部为火山岩;中泥盆统则为滨海-浅海相碳酸盐岩、碎屑岩及泥质岩沉积,夹少量火山岩;上统则以滨海-浅海相碎屑岩、碳酸盐岩为主,局部夹有火山岩及火山碎屑岩。在本区南部的塔里木盆地北缘,下泥盆统缺失,中泥盆统为滨海-浅海相,局部为海陆交互紫红色、灰绿色砂岩夹泥质岩条带;上统由陆相紫色厚层砾岩、含砾砂岩、粗砂岩和长石石英砂岩组成。总之,本区泥盆系,北部主要以火山岩、火山碎屑岩为主,往南则火山岩逐渐减少,以滨海-浅海相浅变质碎屑岩、碳酸盐岩占主导地位。本区南部的塔里木区,不但缺失下泥盆统,而且其沉积以海陆交互相和陆相粗碎屑岩为主。

本区泥盆系是重要的含矿层位,除非金属矿产外,已发现铁、铜、铅锌和金等多种矿产。

#### 5. 石炭系

新疆地区的石炭系分布广泛,沉积类型齐全,而且是本区有色和金银等贵金属最重要的含矿层位。

阿尔泰及北准噶尔地区,下石炭统发育完整,分布极广,且其岩相及厚度变化很大,该区下石炭统总体以海相沉积为主,局部为火山岩及火山碎屑岩;中石炭统以海相沉积为主,分布局限;其上石炭统则仅见于阿尔泰山南缘,称喀喇额尔齐斯群。在南准噶尔地区,下石炭统,除局部见有海相沉积地层外,绝大部分为陆相碎屑岩及火山岩沉积;上石炭统则以海相沉积为主,但其中火山岩极为发育。在伊犁盆地-北天山地区,石炭系发育齐全,分布广泛,均以海相沉积为主,火山岩发育。塔里木北缘,以及南天山的哈尔克山南坡、萨阿尔明山-卡瓦布拉克塔格一带以及北山地区,石炭系以海相碎屑岩及碳酸盐岩为主,但北山地区的石炭系则缺失早石炭世早期沉积,并以发育大量火山岩为特征。

#### 6. 二叠系

新疆地区在二叠纪时,除局部保留有残留海盆外,大多为陆相沉积,并可分为三种沉积类型。在东、西准噶尔和伊犁盆地,二叠系属于活动性强的地台型沉积。在早二叠世时,以陆相喷发中酸性火山岩沉积为主,其中在扎河坝、伊犁盆地见有双峰式火山岩;上二叠统则以紫红、黄褐色陆相砂岩、砾岩组成的粗碎屑岩沉积为特点,扎河坝地区上二叠统上部夹煤系地层。在准噶尔盆地、吐鲁番盆地和天山北麓,早二叠世以陆相沉积为主,局部夹海相沉积;晚二叠世则为陆相湖沼相沉积。在北山及哈密地区,二叠系则具有地槽型沉积特点,早二叠世以海相沉积为主,其中在早二叠世早期,主要为海相火山岩及火山碎屑岩沉积为主,夹有灰岩沉积;早二叠世晚期,则为滨海-浅海相碎屑岩夹灰岩沉积;至晚二叠世则转为陆相碎屑岩沉积。在塔里木北缘的柯坪一带,二叠系有两种沉积类型。在音干山以西地区,早二叠世为地台型浅海相沉积,而其以东地区则为近海内陆盆地型沉积。至晚二叠世,整个柯坪一带均属于陆相沉积。

新疆地区二叠系中的矿产丰富,其中以石油、天然气、煤及油页岩最为重要,其他矿产则一般规模不大。



#### 四、中生界和新生界

新疆北部的中生界和新生界主要是内陆河湖相沉积。

三叠系分布于准噶尔、吐鲁番、库车盆地，为山麓河流相及河湖相碎屑岩。三叠系既是生油层又是储油层之一。库车盆地的上三叠统含煤。

侏罗系广泛分布于准噶尔、塔里木、吐鲁番-哈密盆地和天山山间盆地内。下统以粗碎屑岩为主，上部含煤层；中统为细碎屑岩为主的含煤岩系；上统为红色为主的杂砂岩组合。

白垩系分布于准噶尔、吐鲁番和库车盆地中，仍为山麓河流相及湖相碎屑岩沉积。

第三系分布广泛，尤以盆地及山前区发育最佳。准噶尔和吐鲁番盆地为陆相碎屑沉积；山前地带，中新统以后为磨拉石沉积。阿尔泰青河县有玄武岩喷发(18Ma)。塔里木北缘库车地区古新世—始新世以河湖相为主，有海相、潟湖相夹层，始新世以后为红色碎屑岩沉积。第三纪地层中的矿产也较丰富，主要有石膏、岩盐、石油、铅、锌、天青石等。

第四系广泛分布于准噶尔、塔里木大型盆地及各小型山间盆地内，具多种成因类型，包括冲积、洪积、坡积、残积、风积、湖积、化学沉积、冰川堆积，以及洞穴堆积和古文化层等。第四系中主要有盐类矿产及砂金等。

### 第二节 岩浆岩及其与成矿的关系

新疆北部岩浆岩种类繁多，其分布几乎遍及全区，出露面积约占全区总面积的22%；其形成时代跨度巨大，尤以前寒武纪，中、晚加里东期和海西期最为发育。按岩石类型，北疆岩浆岩可分为三个大类。

#### 一、火山岩类

北疆地区的火山岩类的出露面积约占岩浆岩出露面积的30%。由前节可知，本区以泥盆纪和石炭纪火山岩最为发育，中生代以后的火山活动相对较为微弱，且本区火山岩在二叠纪以前，以海相火山岩为主；二叠纪之后，则仅发育有陆相火山岩。根据本区不同时期火山岩的岩石组合，主要可分如下几种建造类型。

玄武岩-安山岩-流纹岩建造 该建造分布最广，从太古宙到二叠纪地层中都有分布。但该建造在各时代各地区地层中可以有诸多不同：有的以基性火山岩为主，有的以中性岩为主，有的以酸性岩为主，有的呈现双峰式组合；有的以钠质火山岩为主，有的以钾质火山岩为主；有的为海相，有的为陆相或海陆交互相。该建造的形成环境主要是岛弧或活动大陆边缘，比较典型的有加波萨尔晚古生代岛弧、博罗霍洛古生代岛弧、阿齐山-雅满苏石炭纪岛弧等。该建造中主要产出金矿和铜矿。金矿多与钾质火山岩有关，其中在海相火山岩及其相关沉积岩中以形成金的矿源层为主，而在陆相火山岩中可形成浅成低温热液型金矿。铜矿则与钠质火山岩有关，可形成火山-次火山热液及火山沉积型铜矿等。

细碧角斑岩建造 主要形成于泥盆纪和石炭纪。形成环境主要为陆缘裂谷或拉张性的弧后、弧间盆地、裂隙槽。比较重要的有阿尔泰克兰河泥盆纪火山岩带、觉罗塔格-北山石炭纪火山岩带、中天山可可乃克奥陶纪火山岩带。该建造与火山沉积或火山热液-矿浆型铁、铜、铅、锌多金属的成矿作用关系密切。

蛇绿岩套中的基性火山岩建造 新疆北部蛇绿岩带分布广泛，现已发现十余条之多，如达拉布特、唐巴勒、阿尔曼太、克拉美里、巴音沟、长阿吾子-古洛沟-库米什、米斯布拉克、

红柳河蛇绿岩带等。它们遍及东、西准噶尔,天山和额尔齐斯,其形成时代主要为早、中海西期,少数为加里东期。这些蛇绿岩套中的基性熔岩既可是枕状构造也可是块状构造,其成分并不都是大洋底板特有的钠质低钾拉斑玄武岩,可以有各种复杂情况,甚至于产出偏碱性的钾质火山岩,也常常具有细碧岩化。它们的形成环境并不都是大洋中脊,而往往是边缘海盆地、弧后盆地等“小洋盆”扩张脊。该火山岩建造与金矿床有关,如哈图-萨尔托海金矿带。该建造中还应寻找是否有塞浦路斯型块状硫化物铜矿。

此外,北疆还有小范围分布的大陆拉斑玄武岩-碱性玄武岩建造以及大陆碱性橄榄玄武岩建造等,前者如克拉玛依下侏罗统八道湾组中的火山岩,后者如阿尔泰青河县喀拉乔拉的第三纪火山岩。

## 二、基性-超基性杂岩体

北疆基性-超基性杂岩体比较发育,约占侵入岩总面积的5%。这些杂岩体,根据其产出环境和岩石类型,可分为三个系列。

### 1. 蛇绿岩套中的超基性-基性杂岩体

北疆蛇绿岩套中的超基性-基性杂岩体主要为变质橄榄岩相(洋幔残块),堆积岩较少,辉绿岩墙或岩席也较少。变质橄榄岩主要为斜辉辉橄岩,其次为斜辉橄橄岩,少量为纯橄岩、二辉橄橄岩。堆积岩分下部超镁铁堆积岩和上部镁铁质堆积岩。北疆堆积岩有两种类型:洪古勒楞型超镁铁堆积岩为含长纯橄岩-橄长岩组合,其上部堆积含橄橄石辉长岩;另为唐巴勒型,其超镁铁堆积岩为异剥橄橄岩-辉石岩组合,上部堆积辉长岩,不含橄橄石。北疆大多数蛇绿岩带的堆积岩为后一类型。与该系列超镁铁-镁铁杂岩体有关的矿产主要为铬铁矿,多产于变质橄榄岩相中,少数产于堆积的镁质超镁铁岩中。该系列杂岩体中还产金矿、石棉、滑石、菱镁矿等。

### 2. 钙碱性超基性-基性杂岩体

新疆北部已发现了黄山-镜儿泉、菁布拉克、笔架山和库鲁克塔格四条钙碱性超基性-基性杂岩带和喀拉通克、苦水、博格达山和库威-库木河四条钙碱性基性杂岩带。库鲁克塔格岩带产于塔里木地台边缘,并形成于早晋宁期( $\sim 12$ 亿a),属古老克拉通型;其它岩带都分布于造山带,而且除库威-库木河岩带可能形成于加里东晚期外,其它都形成于海西期,所以属年轻造山带型。这些杂岩体岩石属钙碱性岩,拉斑玄武岩系列。在喀拉通克基性杂岩带及所有的四条超基性-基性杂岩带,都已发现了铜镍矿体或有较好的铜镍矿化显示,其岩体分异良好,相带清楚;岩石的 $m/f$ 值为 $2.32\sim 4.3$ ( $M/F$ 值 $1.31\sim 2.5$ ),属铁质基性-超基性杂岩;在梅厚钧(1973年)的酸度-碱钙富集度图上多落入偏镁系岩石区。而另外三个基性(杂)岩带,由于岩体分异作用较差,铜镍矿化较弱或不出现铜镍矿化。

### 3. 碱性基性-超基性杂岩体

这类杂岩体一般形成于造山后或非造山带。北疆地区的碱性基性-超基性岩杂岩体,主要分布于塔里木北缘的碱性岩带中。塔里木北缘的碱性岩带,西起阿图什的巴什索贡,向东经依兰里克,直至东部尉犁县的且干布拉克,全长约900km。在该碱性岩带中,分布有一系列新元古代、加里东期、海西期及喜马拉雅期的碱性基性-超基性岩杂岩体,其中的碱性基性-超基性岩主要有碳酸盐岩、霓霞岩、似金伯利岩、碱性辉长岩等,并伴生有纯橄岩-橄橄岩、辉石岩类等超基性岩和碱性正长岩、霞石正长岩、碱性花岗岩、碱性伟晶岩等,构成不同的碱性基性-超基性岩组合。在这些碱性基性-超基性岩中,除形成金云母、蛭石、磷

灰石、钒钛磁铁矿、稀有、稀土和宝玉石等矿产外,还可能产金刚石。除上述碱性基性-超基性岩杂岩体外,在北疆地区的东天山和准噶尔等地,还见有零星的海西晚期碱性辉长岩-正长岩杂岩体出露,其基性岩相中常伴生有钒钛磁铁矿矿化。

### 三、花岗岩类

花岗岩类是北疆地区分布最广泛的岩浆岩,其出露面积在 10000km<sup>2</sup> 以上,约占北疆侵入岩出露总面积的 85%。它们主要集中分布于北疆的阿尔泰山和天山地区;此外,在东、西准噶尔及塔里木盆地北缘,亦有不少花岗岩侵入体分布。

北疆地区的花岗岩类,岩石类型齐全。从出露面积看,以二长花岗岩和钾长花岗岩类分布最广,其出露面积约占整个花岗岩出露面积的三分之二;其次是花岗闪长岩类。就成因类型而言,北疆地区的花岗岩类,按徐克勤(1983)的分类方案,可分为幔源型(M型)、壳幔同熔型、地壳改造型和 A 型四大类。其中, M 型花岗岩类见于各蛇绿岩套中,其岩石类型以斜长花岗岩或石英闪长岩和花岗闪长岩为主。该类型花岗岩类以唐巴勒蛇绿岩带中发育最好。目前,在该类型花岗岩类中尚未发现具工业意义的矿化。北疆地区的同熔型花岗岩类主要见于天山、准噶尔和阿尔泰山前地区,其特征的岩石组合是英云闪长岩-花岗闪长岩-二长花岗岩组合,偶尔可见钾长花岗岩,其早期岩石单元中往往含较多的闪长质包体。该类型花岗岩类可形成于前造山期,也可形成于同造山期或晚造山期,甚至可形成于造山后环境。与该类型花岗岩类有关的成矿作用主要为 Au、Ag、Cu (Mo) 和 Pb、Zn 元素的成矿,其中尤以岩浆热液型金矿、斑岩型或接触交代型铜(钼)矿最为重要。地壳改造型花岗岩类广泛分布于本区的阿尔泰山和天山地区,在塔里木北缘分布也较广泛。该花岗岩类可再进一步划分为交代型和重熔型两个亚类。前者分布于阿尔泰山及天山的胜利达坂地区,阿尔泰的红山嘴岩体是其典型代表,它们主要形成于同造山构造环境,主要形成白云母、以铍为主的稀有矿产及金矿化;后者分布于阿尔泰的哈龙-青河复背斜以及天山的哈尔里克、博罗科努、觉罗塔格、星星峡等地以及准噶尔的阿拉套地区,形成于同造山或造山后构造环境。该亚类岩体主要形成于海西中、晚期,阿尔泰的尚克兰岩体是其典型代表,与其有关的成矿作用主要是锂、铍、铌、钽、钨、锡等。它们是本区稀有及钨、锡金属矿产的重要成矿母岩。A 型花岗岩以钠闪石碱性花岗岩为代表,其典型的共生组合通常为钾长花岗岩-钠闪石碱性花岗岩-碱性正长岩组合。据王中刚等(1990)的研究,本区共有阿尔曼太、克拉美里-哈尔里克、达拉布特、那拉提、依兰里克、博罗科努、康古尔塔格等 8 条 A 型花岗岩带。本区的 A 型花岗岩类大多形成于 250~300Ma 之间,形成于造山后构造环境。它们往往和区内的含铜镍基性-超基性杂岩体或碱性基性-超基性杂岩相伴产出,或与同熔型花岗岩类相伴产出,与其有关的成矿作用主要有金、钨、锡、铜、铌钽及稀土金属矿产。

本区花岗岩类侵入体主要形成于海西期,其次是加里东期和元古宙,而太古宙和中生代印支-燕山期花岗岩类相对较少。据现有资料,本区的有色及贵金属矿产,主要与海西期花岗岩岩浆活动有关,其次还与区内印支和燕山期的花岗岩类有关。

## 第三节 大地构造背景及其与成矿的关系

### 一、大地构造背景及构造演化

新疆北部具有多种多样的地质构造单元,构成了极其复杂的大地构造格局。对这些构