

加速查明新疆优势金属矿产资源
及大型矿床综合研究项目(国家
305项目:96-915-01-04)资助

哈巴河—布尔津河流域 金、铜成矿作用研究

董永观 张传林 芮行健 赵 宇 等著
郭坤一 张松林 袁旭音 胡兴凤

地质出版社

· 北 京 ·

内 容 提 要

本书的内容来源于“九五”国家科技攻关项目“哈巴河—布尔津河流域金、铜成矿条件研究及找矿靶区优选”课题的成果。课题组经过5年来大量的野外地质调查工作,配合多种物化探测量等方法以及矿(化)点的查证工作,对研究区内金、铜矿床成矿条件、成矿规律、找矿靶区优选及找矿潜力做了全面的分析,得出了哈巴河—布尔津河流域是阿尔泰金矿带中重要成矿区之一的结论。在该区划分出了多拉纳萨依、阿舍勒-赛都-阿克别依提、阿希勒-恰奔-吉拉拜、阿克吐拜克、阿祖拜5条金成矿亚带,在对阿克吐拜克、阿克别依提、吉拉拜金矿床进行详细研究的基础上,特别指出赛都-阿克别依提亚带和阿克吐拜克亚带最具金矿找矿前景。同时指出阿尔泰山南缘铜资源十分丰富,书中确定了4种铜矿类型,其中以阿舍勒海相火山岩型铜矿和铁热克提型铜矿为主。在总结本区铜矿成矿规律基础上,将本区划分为3个一级铜矿成矿带、4个二级铜矿成矿带,较详细地研究了艾梅尔多金属矿(化)点、昆贵火山期后热液-变质叠加型铜矿、黑哈库都克夕卡岩型铜矿点,并进行了地质、物探、化探等多种方法的查证及研究工作。这些成果为在该区寻找新的矿产资源,扩大找矿远景,增强矿业开发基地的可持续发展能力指明了方向。

图书在版编目(CIP)数据

哈巴河—布尔津河流域金、铜成矿作用研究/董永观等著.-北京:地质出版社,2002.6

ISBN 7-116-03604-0

哈... 董... . 金矿床-成矿作用-研究-新疆 铜矿床-成矿作用-研究-新疆
.P618.2

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2002)第 035530 号

责任编辑:郝梓国 江晓庆

责任校对:李 玫

出版发行:地质出版社

社址邮编:北京海淀区学院路31号,100083

电 话:(010)82324508(邮购部)

网 址:[http:// www .gph .com .cn](http://www.gph.com.cn)

电子邮箱:zbs@gph.com.cn

传 真:(010)82310759

印 刷:北京印刷学院实习工厂

开 本:787×1092¹/₁₆

印 张:9 图版:2 页

字 数:219 千字

印 数:1—600 册

版 次:2002年6月北京第一版·第一次印刷

定 价:25.00 元

ISBN 7-116-03604-0 P·2271

(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)

前 言

哈巴河-布尔津河流域位于中国阿尔泰山西部,是中国-蒙古-哈萨克斯坦阿尔泰多金属成矿带的重要组成部分,已发现阿舍勒铜锌矿床、多拉纳萨依金矿床、赛都金矿床等大型金、铜矿床,被新疆维吾尔自治区确定为“阿尔泰黄金-有色金属基地”。

阿尔泰是目前新疆地质研究程度较高、矿产资源最为丰富的地区之一,它与哈萨克斯坦阿尔泰山和蒙古阿尔泰山在地质构造上是一个整体。哈巴河-布尔津河流域则位于中国阿尔泰山西部,是阿尔泰多金属成矿带的一部分,区内已发现了一批贵重和有色金属矿床。深入开展哈巴河-布尔津河流域成矿地质条件研究和矿产资源评价,不仅可以加速区内已发现的矿床的勘探进展,扩大其前景,而且可望发现一批新的金铜矿床。

哈巴河-布尔津河流域的矿业开发和地质调研是从砂金开始的。据史料记载,砂金矿开采始于唐而盛于明、清,金树人主持修编的《新疆图志》记载,清乾隆年间(1776~1796)曾在迪化(今乌鲁木齐)广贴告示,招募金夫,夏季前往承化(今阿尔泰)淘金。盛年,金夫逾5万,产金超8万两。

1915~1943年是区内砂金采矿的兴旺时期,据李承三摘引的“阿山金矿局”的档案资料,砂金采金点集中在西山(今克木齐和苏木代尔格河)、东山、布尔津和克林一带,其中西山和布尔津分别产金19.5万两和3万两,合计22.5万两。1950年,新疆冶金局对区内砂金矿进行过踏勘。

区域地质调查是本区的一项基础研究工作。自1955年至1982年,我国地质工作者完成的按国际分幅的1:20万区域地质调查成果将研究区的基础地质研究提高到一个新水平,从多方面揭示和提供了地质事实,为该区进一步的地质研究工作打下了基础,其中1955~1985年,新疆地质矿产局第四地质大队和新疆有色地质勘查局701队及706队在区内陆续做过不少地质工作,积累了许多资料。

稀有、黑色、有色金属矿产的研究、勘查与开发是另一重要成果。稀有金属矿床的普查勘探始于1940年,陆续发现了可可托海、柯鲁姆特、阿斯喀尔特和库喀拉盖等一批大型矿床,依此所作的伟晶岩残浆分异学说、再结晶交代学说和变质成因学说在国内外有重要影响。铁和有色金属矿产普查找矿自20世纪50年代即已开始,新疆地质局713队(四大队前身)以蒙库等地含铜磁铁矿为目标,进行1:5万地质测量、普查评价以及物化探测量等工作,对区内找矿远景做出了肯定性评价。以工业白云母矿产为代表的特种非金属矿产的普查勘探,无论储量和产量均占全国60%以上,为使白云母产业立足于国内作出过重要贡献。70年代末至80年代初,相继发现和勘查了喀拉通克铜镍矿、可可塔勒铅锌矿和阿舍勒铜锌矿,为建立阿尔泰有色金属矿产基地又立了新功。

科研-勘查-开发一体化和多学科-多矿种-多方法的综合研究是又一个里程碑。为了查

李承三,1943.阿尔泰地区金矿考查报告。

明新疆矿产资源,国家科委在“七五”、“八五”和“九五”期间,在新疆设立国家重大科技攻关项目(简称国家 305 项目),把阿尔泰列为工作重点,在地质矿产方面安排了一系列专题,如全区性的地层、构造、岩浆活动、地球化学、成矿作用、成矿年代学、同位素年代学等专题在本地区做了不少工作,积累了大量资料,同时,还进行了 1:20 万和局部 1:5 万水系沉积物化探测量,配合找矿靶区优选和矿产勘查评价,局部还进行了大比例尺次生晕化探、原生晕化探、汞气、氦气、热释光、地电化学、伽马能谱等多种方法综合研究。

本专著的主要成果来源于国家“九五”重点攻关“加速查明新疆优势金属矿产资源及大型矿床的综合研究”项目(96-915)中 01 课题(96-915-01)的第四子课题(编号 96-915-01-04)。其任务是加速对哈巴河-布尔津河流域的金、铜矿床的成矿地质条件研究,外围找矿,金、铜矿点和矿化点的快速查证和勘查评价,金、铜有望找矿异常的筛选、检查和评价,为已在建设的阿尔泰大型有色金属-黄金矿业基地提供新的矿产资源,增强其持续发展的能力。

课题组经过近 5 年来的辛勤工作,取得的主要成果如下。

(1)通过对阿尔泰沉积地层的组成、结构、构造变形等特征综合分析,细致划分了阿尔泰地壳的结构,即基底构造层(包括前寒武纪变质基底构造层、震旦纪褶皱基底构造层)、上叠盆地构造层和山间、前陆盆地及再生前陆盆地构造层。对各构造层之间的关系作了详细的阐述,尤其是发现元古宙克木齐群第二、三岩性段之间的不整合接触关系,为本区前寒武纪基底构造演化历史提供了新资料。

(2)在对沉积地层、岩浆(包括侵入岩和喷出岩)活动、变质事件、大型不整合面的综合研究基础上,划分了阿尔泰南缘自元古宙以来地壳演化阶段的构造背景,尤其详细地划分了古生代时期的构造演化阶段,并初步建立了这一阶段的构造演化模式。指出阿尔泰南缘的海相火山岩型铜锌矿床(以阿舍勒为代表)、铅锌矿床(以可可塔勒为代表)的成矿背景是大陆强烈裂解阶段的产物,属于被动大陆边缘构造环境。不同成矿带不同成矿类型是受地壳不同裂解深度控制的。

(3)通过对阿尔泰地区花岗岩的 Sm-Nd 同位素资料的分析,发现在 8 亿~10 亿年是该区地壳演化发展的一个重要转折期,它可能代表了在 10 亿年左右的陆壳增生事件。

(4)通过对阿尔泰南缘金矿成矿年代学综合研究,发现该区金矿的成矿作用均发生于造山期后,尤其 300Ma 左右是本区金矿形成的重要阶段,而这一时期发生了阿尔泰南缘的碱性花岗岩的侵入事件。本书首次提出,金矿的形成与板块拼合(早石炭世末)后的快速伸展塌垮作用及地壳的垂向增生密切相关。在伸展背景下,造成异常的地温梯度,使成矿流体活动加强,由深部地壳向浅表部地壳运移,并与雨水混合,在构造有利部位沉淀成矿。特别提出的是,经过对萨尔布拉克金矿铅同位素组成及其成矿年代学的综合分析,提出其部分成矿物质可能来自上地幔。

(5)总结了研究区区域成矿条件,划分 5 个区域金矿带,即: 多拉纳萨依金矿带,该带受北西向玛尔卡库里大断裂的近南北向分支断裂控制; 赛都金成矿带,该带受北西向大型韧性剪切带控制,已先后发现赛都、金坝、阿克别依提等金矿床; 阿希勒-伊曼-吉拉拜金成矿带,受控于哈巴河黑云母斜长花岗岩体中的北西向断裂带,呈北西向展布,延长数十千米,沿该带已发现金矿床、矿点多处; 阿克吐拜克金成矿带,受控于北西向韧性剪切带; 阿祖拜金成矿带。上述 5 个金成矿带总体上呈北西向展布,在空间上大致呈 20~30km 的等间距展布。

(6)在充分研究前人工作成果的基础上,经过大量野外调研,发现了阿克吐拜克金矿床。该金矿产于中、古元古代克木齐群黑云母斜长片麻岩中的北西向韧性剪切带内。矿带呈北西向展布,延长达 900m,平均宽 50m,最高金品位 33.4g/t。该矿床的发现,突破了阿尔泰地区在前寒武纪地层中找金难关。阿尔泰地区分布着范围较广的前寒武纪地层,阿克吐拜克金矿床的突破,表明阿尔泰地区在前寒武纪地层中找金矿具有较好的前景。

(7)经过成矿地质条件对比研究,发现了阿克别依提金矿化带,提出该金矿带是赛都韧性剪切带的向东延伸。赛都金矿带呈北西南东向延伸,特别是向东南向延伸至金坝,再向东南则被第四系覆盖,经地表多种成矿地质条件对比以及局部地-电化学测量,最后确认阿克别依提金矿带是赛都金矿带的东延。该金矿带长 9km 以上,宽 50~100m,地表金矿化体金品位 0.1~0.9 g/t,矿体金品位 1~5 g/t。经新疆有色地质勘查局物探大队地表工程及钻探,已在阿克别依提矿带圈出 3 个金矿体和 7 个金矿化体。

(8)通过对吉拉拜金矿和阿克吐拜克金矿的成因研究,指出吉拉拜金矿成矿物质是由黑云母斜长花岗岩及其中的斜长角闪片岩提供的,成矿热液是岩浆热液和大气降水的混合产物,矿体是在黑云母斜长花岗岩浆期后,岩浆期后热液与大气降水携带成矿物质(主要为金)沿北西向断裂破碎带运移,随石英脉结晶而沉淀;阿克吐拜克金矿成矿物质来自古中元古代克木齐群黑云斜长片麻岩中,岩石在受到韧性剪切变形时,其中的金等成矿物质发生活化,沿韧性剪切带运移,在脆韧性变形带沉淀成矿。

(9)经过对昆贵铜矿的研究和查证,总结了铁热克提式铜矿成矿模式,指出哈巴河群的沉积地层中铜的高背景值为铜矿的形成提供了部分矿质,奥陶纪—志留纪的火山活动是矿床形成的重要因素。

(10)建立了区域成矿模式,认为区域构造演化对区内金、铜矿产的分布具有重要的控制作用。阿舍勒铜、锌、金多金属成矿带位于南阿尔泰被动大陆边缘裂陷环境,矿的形成与双峰式火山岩中的基性部分密切相关;喀拉通克铜镍矿属于造山期后陆壳伸展垮塌背景下,来自地幔的镁铁质及超镁铁质岩浆型矿床;金矿床均形成于阿尔泰与准噶尔板块拼合之后的陆内构造演化过程中,板块构造演化阶段以及陆核增生演化阶段是矿源层的形成以及金的活化迁移和初步富集阶段。

(11)指出区内断裂构造控制着金成矿带的分布,阿尔泰金成矿带的分布不仅与不同级别的断裂构造相关,而且断裂带的不同构造部位,如局部扩容构造、区域性断裂的膝折部位、两组断裂的交会部位以及分支断裂等部位对矿床的形成具有控制作用。

(12)总结了构造异常区(带)在阿尔泰地区无论对金矿或铜矿都有明显的控制作用。北北西向斜跨断裂、区域性断裂带的转折部位、两组断裂交会部位、分支断裂部位往往是金、铜矿的赋存场所。

(13)对品位特别不均匀的金矿体,创造性地应用多种取样方法和多种测试分析方法,如拣块、刻线、刻槽、剥层和全巷法等取样方法,化学分析、人工重砂和混汞等分析测试方法相互支撑、相互检验,在阿克吐拜克岩金矿区获得成功。

上述成果表明:哈巴河-布尔津河流域成矿条件较好,找矿效果极佳,除已发现的矿床外,还有金铜矿点、矿化点多处,地球化学异常、地球物理异常以及遥感信息异常众多,等待进一步检查和评价。结合前人“七五”、“八五”研究成果,区内金铜资源总量丰富,成矿潜力巨大。

研究区已被新疆维吾尔自治区确定为“阿尔泰黄金-有色金属开发区”，并已正式启动，阿舍勒铜矿正在建设，配套的哈巴河水电站也已竣工，多拉纳萨依、赛都金矿正在投产。因此，加速对哈巴河-布尔津河流域成矿条件研究，金、铜矿点、矿化点的加速查证和勘查评价，金、铜有望找矿异常的筛选、检查和评价，将为正在建设的阿尔泰大型有色金属-黄金矿业基地提供新的矿产资源，增强其可持续发展能力。这对贯彻国家提出的开发大西北、繁荣地方经济、改善人民生活、缓解区内贵重和有色金属资源短缺具有重要的意义。

参加本专题研究的有董永观、芮行健、张传林、张松林、骆宏玉、袁旭音、郭坤一、范洪源、巫全淮、胡兴凤等。本书是全组人员齐心协力工作的结晶。本书的前言、第六章由董永观、芮行健编写，第一章由张传林编写，第二章由董永观编写，第三章由张传林编写，第四章、第五章由董永观、张传林编写。经芮行健、董永观统编修改、定稿。文中部分图件由赵宇清绘、修改。

本专题研究任务的完成和取得显著的成果，更与国家 305 项目办公室的关心分不开。在 5 年的研究中，自始至终得到项目办公室马映军、王宝林、王金良、徐新、吴乃元、马济正、李月臣、伍典彬、王钰、王学谦、刘子秀、沈贵山等领导同志的大力支持和热情指导，以及各子专题承担单位的支持。在研究过程中，还得到布尔津县政府、县矿管局以及布尔津县金矿的大力支持和帮助。同时还引用了新疆地质矿产局第四地质大队的有关资料。南京地质矿产研究所领导及科技处等有关部门也给予多方面的帮助。在此，向上述单位和个人表示衷心的感谢。

目 录

前 言

第一章 区域地质背景及其对成矿的控制	(1)
第一节 区域地层及构造层概述	(2)
一、基底构造层	(2)
二、上叠盆地构造层	(5)
三、陆内构造层	(7)
第二节 区域岩浆活动与大陆增生	(8)
一、侵入岩	(8)
二、火山岩	(9)
三、陆壳增生问题	(10)
第三节 区域构造演化	(11)
一、前寒武纪基底构造演化阶段	(12)
二、被动大陆边缘演化阶段	(12)
三、活动大陆边缘演化阶段	(13)
四、陆内演化阶段(造山后期快速伸展垮塌构造演化阶段)	(14)
第四节 区域构造演化与金、铜成矿作用	(14)
一、区域构造背景对有色多金属成矿的控制	(14)
二、区域构造演化与金矿床的成矿作用	(16)
第二章 金矿成矿地质条件、靶区优选及评价	(18)
第一节 区域金异常及金矿床分布特征	(18)
一、区域金异常分布特征	(18)
二、区域金矿床分布特征	(22)
第二节 阿克吐拜克金矿地质特征及找矿靶区优选	(23)
一、金矿发现史	(23)
二、区域地质概况	(25)
三、区域矿产	(28)
四、矿床地质	(31)
五、成矿条件和矿床成因初探	(39)
六、结论与建议	(42)
第三节 阿克别依提金矿地质特征及靶区优选	(42)
一、矿区地质概况	(42)
二、矿床地质	(44)
三、化探工作成果	(48)
四、结论与建议	(49)
第四节 吉拉拜金矿地质特征和矿床评价	(56)

一、矿区地质	(56)
二、矿床地质	(59)
三、化探勘查成果	(59)
四、成矿条件及成因初探	(65)
五、找矿前景	(72)
第三章 铜矿成矿地质条件、靶区优选及评价	(73)
第一节 区域铜异常及铜矿床分布特征	(73)
一、区域铜异常分布特征	(73)
二、铜矿类型	(74)
三、区域铜矿床分布特征	(78)
第二节 艾梅尔多金属矿(化)点地质特征及靶区评价	(78)
一、地质概况	(78)
二、区域化探异常特征	(80)
三、地球物理异常特征	(81)
四、矿化蚀变带特征	(83)
五、综合评价	(89)
第三节 昆贵铜矿地质概况及靶区评价	(90)
一、区域地质概述	(90)
二、矿区地质特征	(90)
三、矿床地质特征	(92)
四、成矿模式	(92)
五、找矿前景综合评价	(95)
第四节 莫依勒特铜矿地质概况及找矿靶区评价	(96)
一、岩石地球化学测量成果	(97)
二、矿点地质特征	(98)
三、矿点成因及找矿前景	(101)
第五节 黑哈库都克铜矿点地质概况及靶区评价	(101)
一、矿区地质概况	(102)
二、物探成果概述	(103)
三、靶区评价	(105)
第四章 金、铜矿科研预测储量	(106)
一、科研预测储量计算的依据	(106)
二、金矿科研预测储量	(106)
三、铜矿科研预测储量	(109)
第五章 成矿规律、成矿区划和靶区优选	(113)
第一节 金矿成矿规律、成矿区划和找矿预测	(113)
一、金矿床成矿分带	(113)
二、金矿成矿条件分析	(117)
三、找矿靶区优选	(122)
第二节 铜矿成矿规律、成矿预测和靶区优选	(124)
一、成矿区带的划分	(124)

二、找矿靶区优选	(126)
第六章 结论	(128)
一、全面、超额、高质量地完成了科研任务	(128)
二、在基础地质理论方面取得新成果、提出了新认识	(128)
三、在矿产地质和找矿评价技术方面取得了新成果和新经验	(129)
四、关于金、铜矿床进一步工作的建议	(129)
参考文献	(131)
图版说明及图版	(135)

第一章 区域地质背景及其对成矿的控制

新疆阿尔泰造山带位于西伯利亚板块南缘,为加里东—海西期形成和发展的陆缘增生型造山带(Zhang Liangchen, 1996;何国琦等,1991;李锦轶等,1999)。其南部以阿尔曼太-乌伦古河缝合带与准噶尔-哈萨克斯坦板块为界(芮行健等,1993,1994;何国琦等,1991),北西和南东方向分别延入哈萨克斯坦及蒙古境内(图 1-1)。区内发育了前寒武纪到新生代的沉积或火山-沉积地层;多时代的侵入岩约占全区面积的 52%(芮行健等,1993);发育多期变质、变形;以铜、铅锌、金、稀有金属、白云母等为主的内生矿床和以砂金、高岭土为主的外生矿床发育,是我国一条重要的多金属、稀有金属、贵金属及非金属成矿带。

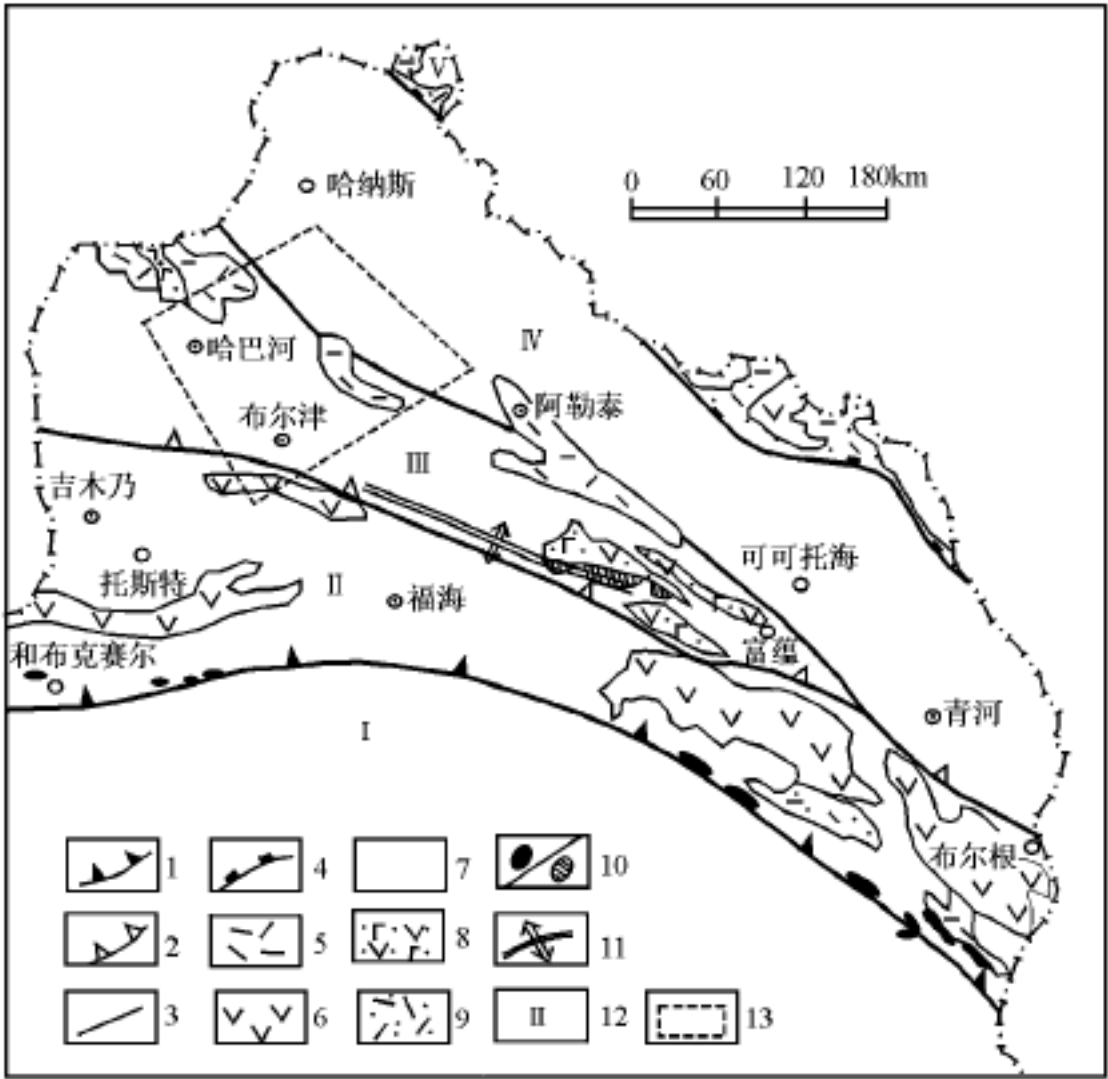


图 1-1 新疆阿尔泰地区地质略图

1—海沟和俯冲方向;2—岛弧区与弧后区分界线;3—冲断层;4—内陆凹陷边界;5—酸性火山岩;6—中性火山岩;7—沉积岩、变质岩及混合花岗岩;8—中基性火山岩;9—火山碎屑岩;10—蛇绿杂岩及基性岩;11—扩张中心;12—板块单元分区: —乌伦古河海沟; —喀拉通克岛弧; —克兰弧后盆地; —可可托海陆缘深成岩浆弧; —诺尔特板内断陷盆地;13—研究区位置

第一节 区域地层及构造层概述

从地层岩石特征、地层接触关系,尤其是区域不整合面的展布、岩浆岩组合、构造事件、地壳演化序列等多方面综合分析,将阿尔泰山南缘的地层划分为三大构造-地层组合(图 1-2):前寒武纪基底构造层(由变质基底和褶皱基底两部分组成)、奥陶纪至早石炭世末上叠盆地构造层、晚石炭世以来断陷盆地及再生前陆盆地构造层。

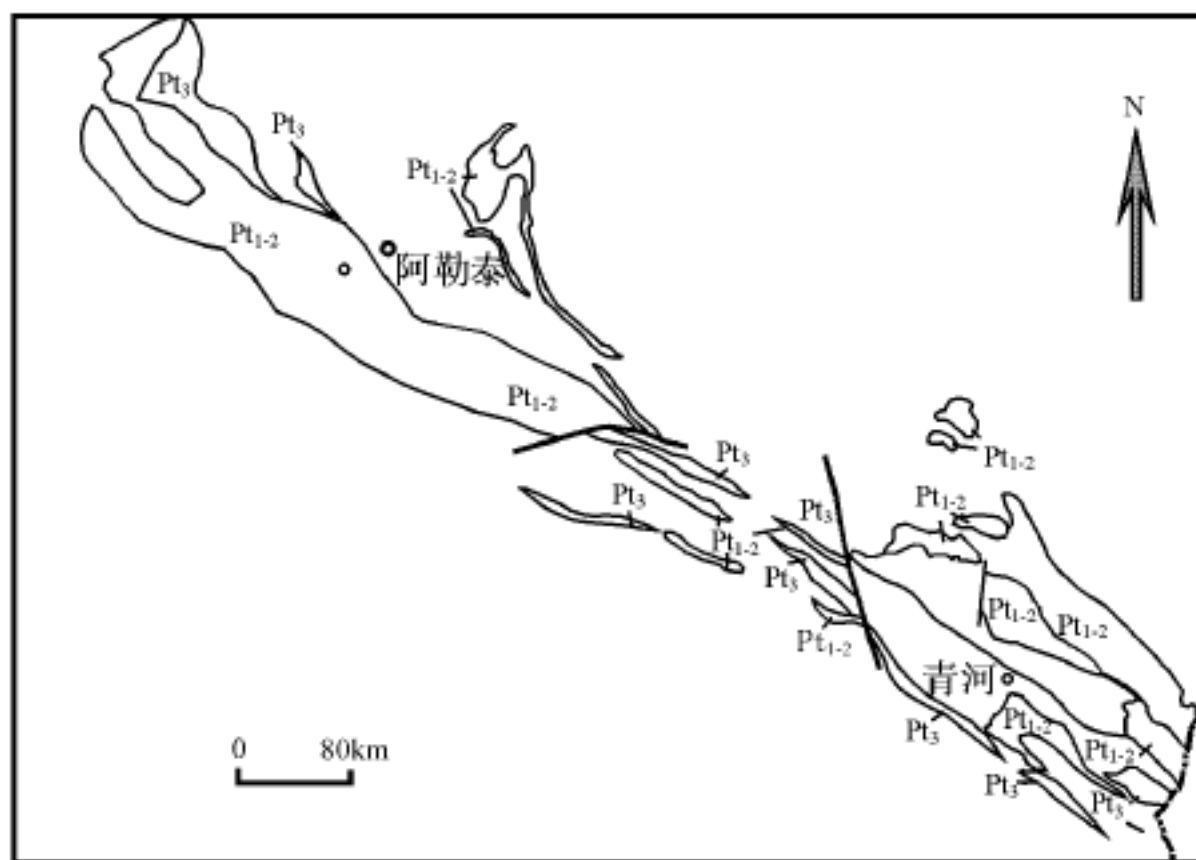


图 1-2 阿尔泰山南缘前寒武纪地层分布略图

Pt₁₋₂—中—古元古界; Pt₃—新元古界

一、基底构造层

阿勒泰造山带出露了两种类型的基底构造-岩石组合:一是前寒武纪变质基底岩石组合,包括古中元古代克木齐群和中新元古代富蕴群;二是震旦纪褶皱基底岩石组合,以哈巴河群为代表。自奥陶纪至早石炭世末的上叠盆地沉积均是发育在这两种不同类型的基底之上的。

(一) 变质基底构造层

变质基底包括古中元古代克木齐群和中新元古代富蕴群两个地层单元。

1. 古中元古代克木齐群(Pt₁₋₂ km)

最早被李承三(1943)确定,分布于中国阿尔泰山南缘的中-深变质岩系为早前寒武纪地层,并命名为克木齐系。在近年来的文献中将其称为克木齐群。这套地层主要分布于额尔齐斯河及其以北的冲乎尔-青河地区,在区域上分布广泛,延伸稳定。在西邻的哈萨克斯坦境内,B.M. 西尼村(1935, 1954, 1958)及 B. И. 涅赫洛舍夫(1937, 1957)把库尔丘姆卡利等地相当于这套地层的中-深变质岩划为早前寒武系。

克木齐群主要岩石组合包括:黑云片(麻)岩、混合岩、花岗质混合岩、黑云石英片岩、角闪片岩、硅线石榴黑云片岩等。变质矿物组合有 $\text{Bi} + \text{Q} + \text{Pl} + \text{Gr}$, $\text{Ser} + \text{Ho} + \text{Gr} + \text{Spe}$, $\text{Bi} + \text{Q} + \text{Gr} + \text{Pl} + \text{St}$ 等。我们对出露于布尔津县城北的沙木松地区的克木齐群做了详细的研究,其岩石组合主要为黑云片(麻)岩、石榴黑云片岩、十字石榴黑云片(麻)岩等,现将主要岩石类型描述如下:含硅线石榴黑云石英片岩,岩石呈灰黑色,粒状、片状变晶结构、变斑结构、变余残斑结构、交代结构,片状构造、条带状构造、旋转构造、鱼状构造。岩石主要由黑云母、石英、石榴石组成,另有少量的磁铁矿等副矿物。石榴子石呈变斑晶,粒径变化较大,一般为 $0.5 \sim 2.5\text{mm}$,在石榴子石中含大量的石英包裹体,包裹体呈浑圆状,往往形成旋转碎斑结构。石榴子石在岩石中分布极不均匀,因此在薄片中很难见到,含量一般小于 1% 。黑云母是岩石中的主要片状矿物,分布不均匀,形成岩石中的暗色条带,含量 $20\% \sim 30\%$;石英为他形-半自形,粒径在 $0.2 \sim 1\text{mm}$ 之间,含量 $60\% \sim 70\%$ 。由于受到原岩成分的影响,在不同地段变质矿物在组合、含量上表现出一定的差异,其它岩石类型还包括黑云石英片岩、石榴二云片岩、黑云石英变粒岩、黑云片麻岩、十字黑云石英片岩等。在沙木松阿克吐拜克的西北地段,十字石矿物极为常见,含量可达 30% 以上。十字石呈半自形-自形的巨型变斑晶形式分布于岩石中,其内部含有复杂矿物成分的包裹体。

克木齐群的时代界定:由于在克木齐群中迄今尚没有化石报道,对它的形成年龄主要依靠同位素测年资料(何国琦等,1990;胡霭琴等,1993;李华琴等,1993;成守德,1998)及区域地层对比(B.M. 西尼村,1935,1954,1958;B.Ц. 涅赫洛舍夫,1937,1957)。从收集的资料分析,测年方法主要为 Sm-Nd 法(全岩)和 U-Pb 法(锆石、钾长石),胡霭琴等(1993)报道的克木齐群 Sm-Nd 全岩等时线年龄为 $(1400 \pm 78)\text{Ma}$ ($I_{\text{Nd}} = 0.51173$, $\epsilon_{\text{Nd}}(t) = +6.7$)。锆石、钾长石两阶段年龄中, t_1 主要分布于 1800Ma ,最大值为 2483Ma (何国琦等,1990); t_2 主要分布于 $330 \sim 400\text{Ma}$ 之间,应为构造热事件的记录。据 E.B. 贝贝科瓦对巴拉格杂岩(克木齐群东延部分,蒙古境内)中锆石的 U-Pb 测试,获得 2800Ma 的年龄值。根据与邻区岩性对比以及上述同位素资料,可以认为,克木齐群的形成时代不晚于中元古代,海西期构造热事件对它进行了改造。另外,推测在冲乎尔、青河及哈龙-可可托海等地的克木齐群中可能包含有太古宙构造层。

布尔津河以北,我们在前人所厘定的克木齐群顶部首次发现了一不整合面(图 1-3)。在不整合面两侧,地层产状、变形构造表现出明显差异。在克木齐群中,岩石表现出强烈的流变作用,变质分异明显。而在其上覆地层中,岩石变形微弱,层理(S_0)保存完整,在其底部发育了一套 $30 \sim 60\text{m}$ 厚的底砾岩。砾岩中的砾石为黑云斜长片麻岩、片岩、片麻状花岗岩及石英岩等,砾石的砾径为 $5 \sim 20\text{cm}$,磨圆度较高,一般为次圆状-圆状。具强烈的压扁、拉长等构造变形,含量在 $20\% \sim 30\%$ 左右。我们推测砾石来自下伏的克木齐群。这一不整合面在区域上延伸稳定,且已发生褶皱变形。在本区不整合面之下的克木齐群中,我们获得 2116Ma 的 Pb-Pb 等时线年龄(样品由中国科学院地质所测试),在不整合面之上的地层中做微古化石分析,据长期在此从事地层古生物工作的阎永奎研究员鉴定,微古植物包括: *Leiopsophosphaera densa*, *Trachysphaeridium* sp., *Asperatopsophosphaera* sp., *Turuchania*

ternate, *Triangumorpha* sp., *Leiofusa* sp., *Microconcentrica* sp., *Eosynechococcus* sp., *Anguloplanina rhombica*, *Nostocomorpha prisca*, *Quadratiomorpha* sp., *Ceratophyton* sp., *Taeniatum crassum*, *Rectia costata*, *Veryhachium* sp., *Laminarites* sp., *Leio minuscula minuta*, *Lophosphaeridium* sp., *Germinosphaera guttaformis*, *Leiomarginata simplex*, *Ovulum* sp., *Laminarites* sp.。上述微古化石中,大部分与笔者在阿勒泰新建的震旦纪莫依勒特组中获得的微古植物一致(张传林等,1997),但部分有差异。根据鉴定结果,将该套地层时代厘定为震旦纪,为哈巴河群的组成部分。

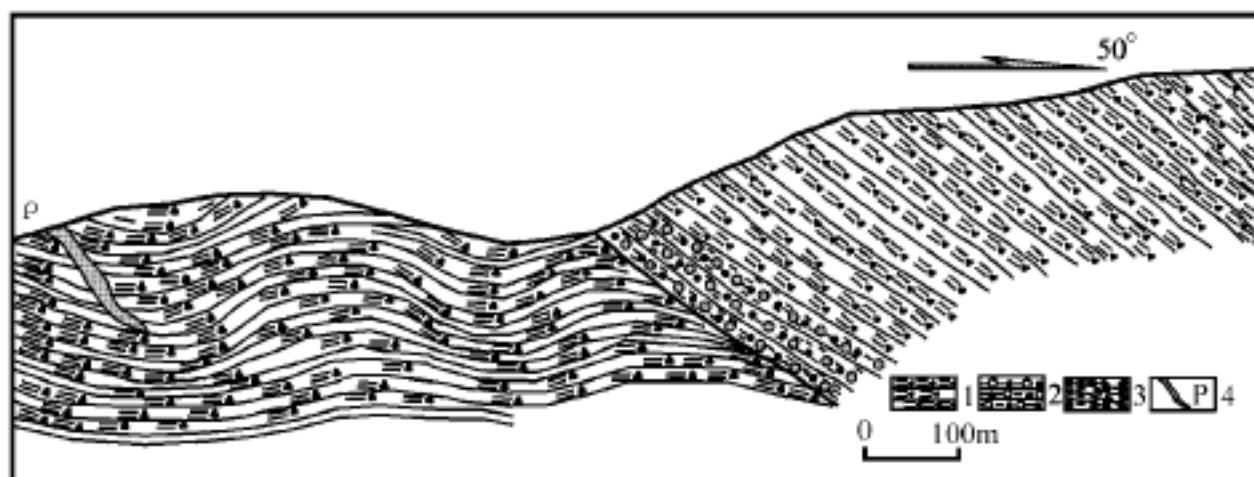


图 1-3 沙木松地区克木齐群一、二岩性段不整合接触关系示意图

1—基底、层状变质岩(片岩、变粒岩等);2—底砾岩;3—片岩、片麻岩组合;4—伟晶岩脉

2. 中新元古代富蕴群($Pt_2 - 3$ fw)

富蕴群分布于冲呼尔-青河构造-建造带、喀龙-青河及冲呼尔以北地段,在额尔齐斯构造亚带也有分布。

1990年,新疆地质矿产局第二区调队在福海县乌尔腾萨依进行1:5万填图时,在喀拉额尔齐斯河下游的斜长角闪片岩、斜长角闪片麻岩所夹的绢云母片岩中采获大量的震旦纪微古植物化石,从而将这套地层从克木齐群中解体出来,并命名为富蕴群,时代定为新元古代。阎永奎等(1989)在青河县南大青格里地区所厘定的富蕴群中获得了如下微古化石:*Leio minuscula minuta*, *Leiosphaeridia densa*, *Micrhystridium mininum*, *M. brevicornum*, *M. lanatum*, *Leiofusa* sp., *Polydryxium* sp., *Nephromorphan* sp., *Conusmorpha brevis*, *Margminuscula* sp., *Triangumorpha* sp., *Archaeoellipsoides* sp., 时代为震旦纪。胡霭琴等(1992)在富蕴县南沿额尔齐斯河南岸,获得斜长角闪岩的 Sm-Nd 等时线年龄为 707Ma, 在乌恰沟至富蕴县城西的斜长角闪岩、角闪岩、石榴黑云片麻岩中获得 Sm-Nd 全岩等时线年龄为 (1060 ± 128) Ma, $I_{Nd}(t) = 0.5111724$, $\epsilon_{Nd}(t) = +8.9$, $t_{DM}(1) = 1093 \sim 1110$ Ma, $t_{DM}(2) = 915 \sim 948$ Ma, 与等时线年龄非常接近,且 $\epsilon_{Nd}(t) > 0$, 表明原岩来自强烈亏损地幔源区,代表了发生在 10 亿年左右的壳幔分异事件(胡霭琴等,1994)。

在喀龙—青河一带,富蕴群为黑绿色斜长角闪片岩、灰黑色绿帘角闪岩、白云斜长片麻岩、长英质变质碎裂岩等,未见顶,视厚度 500 m,与下覆克木齐群为断层接触。在科依来普下游,可可塔勒矿区北侧,富蕴群由黑云石英片岩斜长透闪片岩、含硅线长石石英片岩、二云长石片岩、浅粒岩、含角闪黑云片岩、二长浅粒岩、斜长浅粒岩、含石榴硅线黑云片岩、角闪二长黑云片岩、角闪黑云片岩、夹黑云片麻岩、大理岩凸镜体等组成,未见底,与上覆下泥盆统

康布铁堡组为断层接触,视厚度 2600 m。在本群内片麻岩锆石 U-Pb 同位素测定,获得表面年龄值为 785Ma。

从上述资料分析,富蕴群包括新元古代早期至震旦纪的沉积记录,但没有中元古代的数据。我们认为富蕴群实质上以震旦系为主,部分应划归于哈巴河群,而部分深变质岩系可能属于克木齐群。

(二) 褶皱基底

褶皱基底主要为震旦纪哈巴河群(Z kb)。哈巴河群广泛分布于白哈巴—哈纳斯一带,向西延入哈萨克斯坦的霍尔宗-丘伊地区,为一套巨厚的陆缘碎屑岩。它构成了本区第二类型的基底(褶皱基底)。奥陶纪地层不整合其上,它也构成了本区一个显著的隆起区——哈纳斯隆起。王广耀等(1983,1984)在白哈巴-哈纳斯湖地区,发现震旦纪微古植物,并将哈巴河群划分了5个亚群,按岩石组合分为下、中、上三个部分:下部为浅灰色、灰绿色薄层、中厚层状细砂岩、粉砂岩,夹灰色、紫色、紫灰色粉砂岩薄层和凸镜体。含微古化石 *Kildinella* sp.,向上变为灰色中层及薄层状细砂岩、条带状泥质粉砂岩夹薄层粉砂岩,未见底,视厚度 2900m;中部由灰色、灰绿色薄层状细砂岩、粉砂岩、泥质粉砂岩夹灰绿色薄层细砂岩组成。含微古植物化石: *Leiopsophosphaera* sp.,与下部整合接触,视厚度 3800m;上部为灰绿色、浅灰绿色薄层绢云母化绿泥石化细砂岩、粉砂岩、泥岩等。新疆地质矿产局四大队在哈巴河县的莫依勒特的哈巴河群上亚群中采获如下微古化石: *Leiominuscula minuta*, *Leiopsophosphaera densa*, *Margominuscula jiayuanensis*, *Brachopsophosphaera* cf. *Minimus schepeleva*, *Micrhystridium* sp., *Laminarites* sp., *Trachysphaeridium* sp., *Leiopsaphosphaera* sp., *Turuchania* sp., *Lophosphaeridium* sp. 等。这些化石以小球藻、微刺藻等为主,为震旦纪常见微古植物。另外,阎永奎等(1989)在诺尔特地区的该套地层中也获得了相似的微古化石。

在肖克萨拉首次发现哈巴河群中的砾岩夹层,为同成分砾岩。砾石以青灰色、深灰色砂岩、粉砂岩为主,另有少量的石英砾石,砾石的含量约占全岩的 70% ~ 80%,砾径变化较大,大者可达 20 ~ 30cm,小者在 2 ~ 3cm 之间,一般为 10 ~ 15cm,磨圆度较高。部分砾石被强烈地压扁,呈“铁饼”状。基质以青灰色粉砂岩、细砂岩为主,钙质胶结,部分为铁质胶结。砾岩层在区域上分布极不稳定,造成这一分布特征的原因有二:一是其沉积时为边缘斜坡沉积楔;二是由于后期的褶皱作用造成岩层的拉伸减薄、褶皱增厚。

在肖克萨拉地区,我们在填图过程中发现,此区的地层原始展布方向为近南北向或偏北北东向。由于北西向的面理置换强烈发育,使南北向、北北西向的地层层理被强烈地改造,使原始的沉积层面变得难以识别。我们通过对“成分层”的追索,发现这种北北东向和南北向的展布在区域上延伸稳定,这一发现对于认识哈巴河群沉积古地理环境具有重要意义。

二、上叠盆地构造层

阿尔泰山地区自前寒武纪变质基底及褶皱基底形成后,以奥陶纪底部的不整合面为依据,说明奥陶纪至早石炭世末的沉积盆地均发育在这两类基底之上。

(一) 上奥陶统白哈巴组(O₃ b)

分布于铁热克提北部至白哈巴一带,由灰绿色中厚层砂岩、细砂岩、粉砂岩、钙质粉砂岩、灰白色灰岩、生物灰岩等组成,未见顶,与下伏东锡列克组为断层接触(前人认为是整合接触),视厚度为 1280m。前人在该套地层中获得了大量的奥陶纪化石资料,其时代是没有

争议的。

(二) 上奥陶统东锡勒克组($O_3 d$)

在铁热克提、白哈巴、哈纳斯、翁松独克等地均有小面积分布,为浅变质中酸性熔岩及火山碎屑岩,与下伏哈巴河群为不整合接触,视厚度 680 ~ 900m。

(三) 志留系—泥盆系姜居热克群($S-D_{jj}$)

分布于加曼阔依塔斯、喀拉托别等地,为新建地层单元。该群主要指前人所划分的托克萨雷组的下部,为一套陆缘碎屑岩,岩性单一,由灰色、灰绿色粉砂岩、细砂岩、长石石英杂砂岩、石英杂砂岩、硅质岩、泥灰岩夹少量砂砾岩及灰岩组成,未见底,与上覆中下泥盆统托克萨雷组呈整合接触。视厚度 1000m 左右。在加曼阔依塔斯获得如下微古化石: *Trachyposphosphaera asemanta*, *Brachoposphosphaera oliLeiqens*, *Granopsosphosphaera quttata*, *Leiotriletes oleronicus*, *Acanthotriletes dlenticulatus*, *Dictyotriletes paululus*, *Pophosphosphaera* sp., *Symplassosphaeridium* sp.。这些微古植物组合时代为晚志留世晚期至早泥盆世。由于该套地层是邻区哈萨克斯坦境内的上志留统—下泥盆统向本区的延伸,加上微古化石资料,宜将此套地层从托克萨雷组中解体出来。

(四) 下泥盆统康布铁堡组($D_1 k$)

分布于冲乎尔-青河构造-建造带阿巴宫、可可塔勒、冲乎尔等地,常构成向斜的两翼,为一套以酸性为主的火山熔岩、火山碎屑岩。在康布铁堡西,为二云石英片岩与变石英角斑岩、角砾凝灰岩和变凝灰质角砾岩互层;在阿巴宫一带,下亚组下、中部渐变为石英钠长斑岩、变质霏细岩、石英角斑岩夹片理化砂岩、粉砂岩及变石英长石砂岩。在可衣洛甫—泽比一带,该套地层主要由变质的灰色、灰白色海相基性-酸性的火山熔岩和火山碎屑岩(细碧岩、石英角斑岩及石英角斑凝灰岩等)组成,夹少量正常沉积碎屑岩和碳酸盐岩变质而成的片岩、片麻岩和大理岩凸镜体和薄夹层。向东至什根特一带,岩性变为钠长浅粒岩,混合质浅粒岩,角闪钾长变粒岩、长石黑云片岩夹变质霏细岩、变质石英斑岩及结晶灰岩。在科依来普附近,变为含直闪硅线黑云斜长片麻岩夹变质石英斑岩、结晶灰岩。上亚组主要分布于麦兹向斜及阿勒泰向斜两翼,上、下亚组之间为断层接触,在克兰河上游—铁木尔特—康布铁堡一带,为石英斑岩、安山斑岩、变质霏细岩、火山角砾岩、角砾凝灰岩、变质凝灰岩、大理岩化灰岩、夕卡岩、结晶灰岩、凝灰质砂岩、粉砂岩等。在什根特河一带,主要为酸性熔岩、石榴十字黑云片岩、斜长角闪片岩、黑云石英片岩等,东延至卡拉先格尔断裂附近,变为糜棱岩化变质酸性火山岩,条带状变流纹质碎裂岩等。

(五) 中—下泥盆统托克萨雷群($D_{1-2} t$)

分布于多拉纳萨依西北一带,由灰绿色片理化粉砂岩、碳质粉砂岩、千枚岩化粉砂岩、千枚岩化铁钙质粉砂岩夹砂质灰岩、薄层灰岩、大理岩化灰岩等组成。其古生物面貌相当于广义的艾菲尔阶,与邻区哈萨克斯坦境内的普加乔夫组相接并完全可以对比。

(六) 中泥盆统阿勒泰组($D_2 a$)

分布于冲乎尔—青河—阿巴宫—可可塔勒一带,其中以阿巴宫一带出露较全,化石丰富。该组分上、下两个亚组,构成克兰向斜的核部。

阿勒泰组由浅海相变质碎屑岩夹碳酸盐岩和少量的基性、酸性火山岩组成。在下部灰岩中含有丰富的海相生物化石,古生物面貌总体特征为中泥盆世早期。在上亚组中尚没有发现生物化石,未见顶,与下伏康布铁堡组为整合接触,局部有沉积间断。

(七) 上泥盆统齐叶组(D₃ q)

出露于阿舍勒一带,向东延伸至哈巴河岩体北侧,与岩体呈侵入接触。其上部岩石组合为粗碎屑火山岩及中酸性、中基性熔岩及枕状玄武岩。下部为角斑质集块岩、火山角砾岩、角斑岩、流纹质英安质集块岩、熔结凝灰岩、凝灰岩,另外还有少量的大理岩透镜体、泥质粉砂岩、沉凝灰岩、凝灰岩等,部分地段发育硅质沉凝灰岩。在硅质凝灰质粉砂岩中采获大量的放射虫化石,另外在灰岩中还获得海百合茎化石,时代为艾菲尔阶。在枕状玄武岩中获得Sm-Nd 等时线年龄为 359Ma(李华芹,1994)。据此分析,将其时代厘定为晚泥盆世。

(八) 下石炭统快得弄组(C₁ k)

分布于阿舍勒村北快得弄一带,北西方向延伸入哈萨克斯坦境内,前人将其划为红山嘴组。由于其岩石特征、岩石化学及地球化学特征与诺尔特地区的红山嘴组存在明显差异,因此,将其另立为快得弄组,代表了本区早石炭世沉积。快得弄组下部为底砾岩、砂砾岩、凝灰质砂砾岩、炭质千枚岩、粉砂岩及细砂岩、集块角砾岩、大理岩化灰岩等,上部为玄武安山岩、石英安山岩、角砾凝灰岩、凝灰岩等,与下伏中—上泥盆统齐叶组为不整合接触。在大理岩化灰岩中获得大量的显体化石和微体化石,时代为早石炭世。

三、 陆内构造层

由于准噶尔板块与阿尔泰山南缘于早石炭世末期拼合,在准噶尔北缘发育了中石炭世

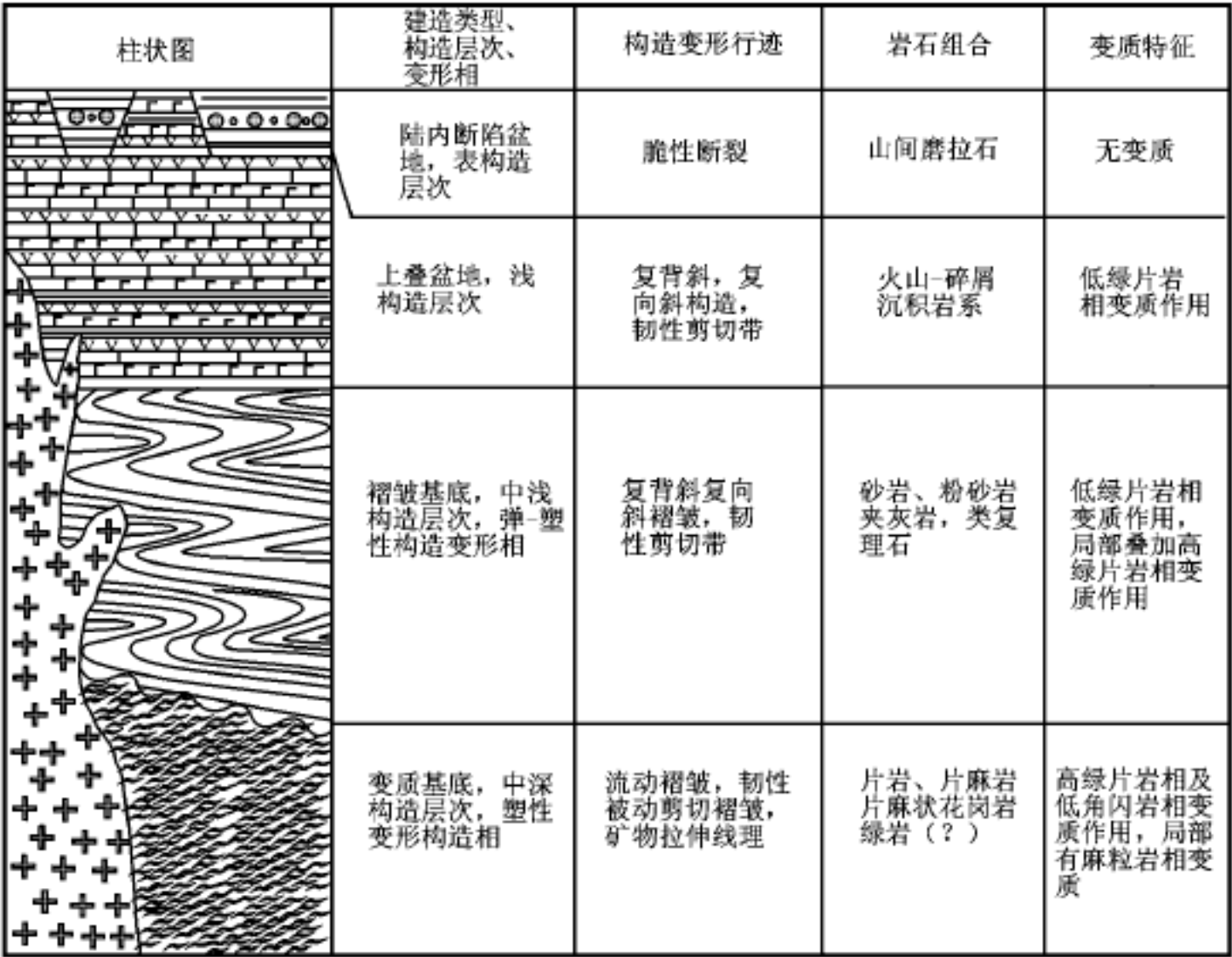


图 1-4 新疆阿尔泰地壳综合柱状图

的前陆盆地构造层恰其海组,而在阿尔泰山南缘则缺失中石炭世的沉积。二叠纪以来,发育了造山后的弛张作用,形成山间磨拉石构造层,并有少量的基性火山岩喷发。中生代的沉积具有再生前陆盆地及山间盆地的特征,与阿尔泰山南缘中深构造层次的岩片由北向南的逆冲推覆有关。图 1-4 是根据阿勒泰地区沉积地层的构造属性、变质变形、构造层次等特征做出的本区地壳综合柱状图,清楚地反映了本区地壳在时间上的演化及在垂向上的变化特征。

第二节 区域岩浆活动与大陆增生

一、侵入岩

阿尔泰山花岗岩活动的时间持续较长,从震旦纪一直到侏罗纪,其中以加里东期及海西期花岗岩为主。前人对本区花岗岩研究已经较为深入(芮行健等,1984、1993、1994;邹天人等,1987;王中刚等,1990、1992;胡霭琴等,1993、1997),这里仅就与区域构造演化及区域成矿作用有关的几个问题做如下讨论。

(一)关于加里东期花岗岩

加里东期花岗岩分为两个阶段。第一阶段是从震旦纪到奥陶纪,包括马拉利哈杂岩(超镁铁岩、镁铁岩)、友谊峰岩体(英云闪长岩、黑云母二长花岗岩)。友谊峰岩体侵入于哈巴河群,其中获得 440Ma 的 K-Ar 年龄。这一阶段的花岗岩与寒武纪沿萨彦-蒙古湖区的洋盆关闭构造事件有关,马拉利哈杂岩可能是洋盆扩张期地幔橄榄岩通过底劈作用进入陆壳的。而友谊峰岩体则属于造山期花岗岩,与板块的俯冲碰撞有关。加里东期第二阶段的侵入岩从晚志留纪开始至早泥盆世,主要分布于哈巴河-布尔津及加曼哈巴以南,为辉长岩、闪长岩及辉绿岩等。哈巴河岩体中辉长闪长岩、辉长岩以残留体的形式分布于斜长花岗岩中。另外在加曼哈巴河南部出露的规模巨大的辉绿岩岩墙(已变质形成辉长闪长岩和斜长角闪岩)的岩石化学及地球化学特征反映它们具有明显的幔源特征,反映了大陆地壳裂解过程中地幔物质上涌的构造背景。关于青格里花岗岩和分布于诺尔特地区的晚加里东期的片麻状花岗岩,经实地调研,它们与前寒武纪变质基底岩石具有过渡特征,宜将其划归于变质基底范畴,加里东期的年龄代表地壳伸展裂解过程中,地壳热梯度急剧增加,使基底岩石发生低压高温变质,并发生部分熔融,形成片麻状花岗岩。

(二)关于阿尔泰山南缘及准噶尔北缘的碱性花岗岩

在阿尔泰山南缘及准噶尔北缘等地,发育了年龄在 270 ~ 310Ma 之间的碱性花岗岩(洪大卫等,1989;周刚等,1999),它们具有低的 $(^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr})_i$ 及正的 $\varepsilon_{\text{Nd}}(t)$ (周刚等,1999; Hong D. W. et al., 1995),说明在造山后由于地壳的快速弛张、伸展塌垮作用造成地幔上涌,形成碱性花岗岩的侵入,是地壳垂向增生的一个重要时期。这一时期也是北疆地区以至整个中亚地区的陆壳增生期(韩宝福等,1998,1999;洪大卫等,1992),陆壳增生是通过地幔分异物质以垂直方式加入到地壳中的。由于地壳的弛张作用及地幔物质的加入,促使地温梯度的增高(Costa S., et al., 1995),且地壳处于伸展状态,有利于地壳中的成矿流体(包括岩浆)的运移,使地壳深部以及部分上地幔的成矿物质运移到上部地壳,并在温、压骤降的部位成矿。