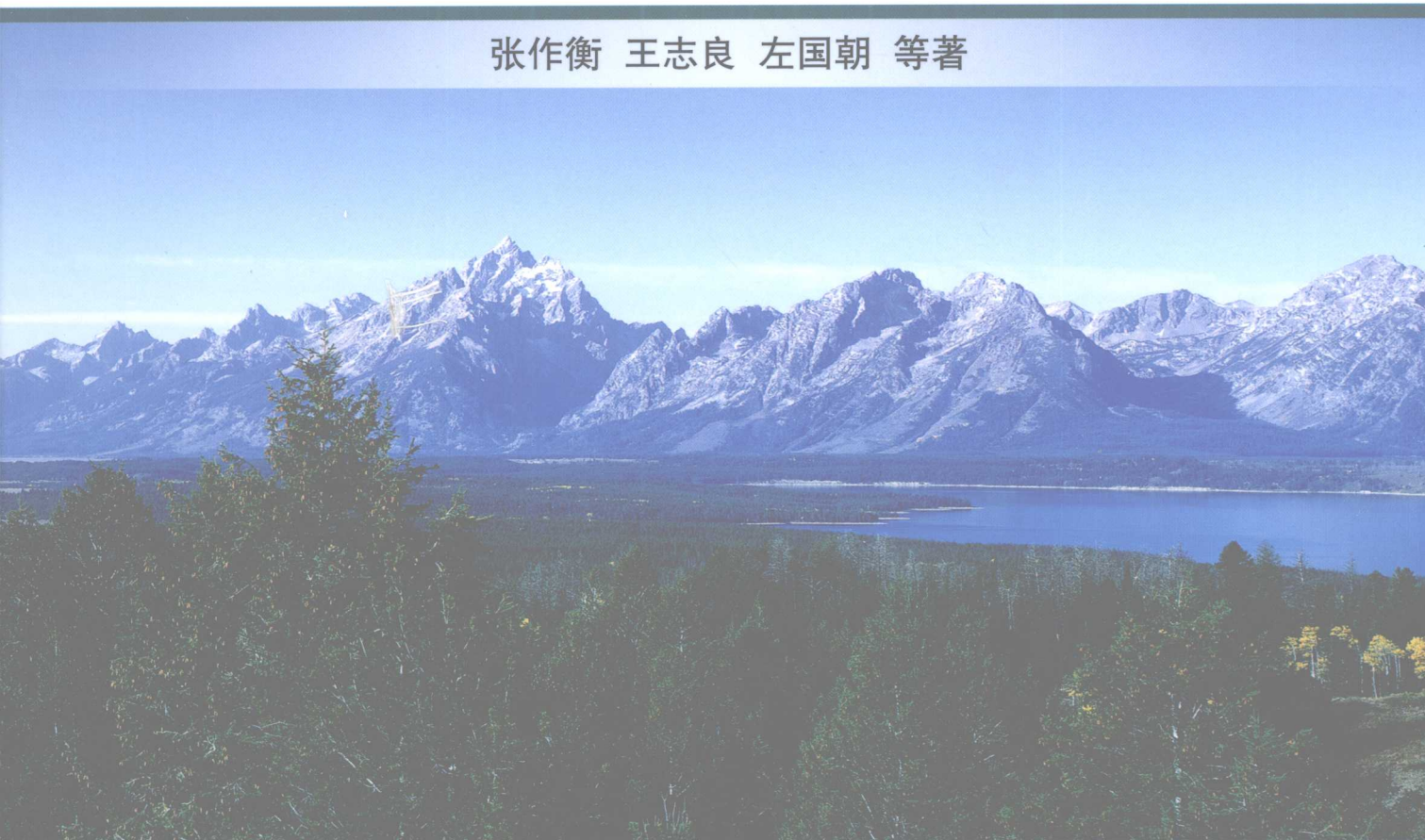


新疆西天山地质构造演化 及铜金多金属矿床成矿环境

张作衡 王志良 左国朝 等著



地质出版社

新疆西天山地质构造演化及 铜金多金属矿床成矿环境

张作衡 王志良 左国朝 王龙生 著
刘 敏 甘甫平 王见喏 张长青

地质出版社

·北京·

内 容 提 要

在全面收集已有资料基础上,以构造单元时空叠覆理念,提出西天山构造单元划分新方案,基本理顺了该区地层系统,恢复了古构造沉积环境,重新厘定了西天山构造演化史;通过年龄精测,重新厘定了部分典型矿床的类型和形成环境,结合对典型矿床的解剖,分别建立了区内铜、金多金属矿床的典型矿床模型和区域成矿模型;通过与东天山和哈萨克斯坦巴尔喀什成矿带的对比研究,提出了西天山的找矿方向;利用地球物理和地球化学等资料,结合遥感技术方法,在建立区域找矿模型的基础上进行了找矿预测。

本书可供从事金属矿床、地球化学、岩石学、构造地质学及从事区域找矿预测工作的人员参考。

图书在版编目 (CIP) 数据

新疆西天山地质构造演化及铜金多金属矿床
成矿环境 / 张作衡等著. —北京:地质出版社,
2008. 12

ISBN 978-7-116-06104-0

I. 新… II. 张… III. ①天山—地质构造—研究②天山—
多金属矿床—分布—规律③天山—多金属矿床—矿床成因论
IV. P548.245 P618.2

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2009) 第 074030 号

Xinjiang xitianshan dizhi gouzao yanhua ji tongjinduojinshu kuangchuang chengkuang huanjing

责任编辑:李莉

责任校对:王素荣

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) 82324519 (办公室); (010) 82324567 (编辑室)

网 址:<http://www.gph.com.cn>

电子邮箱:zhs@gph.com.cn

传 真:(010) 82310759

印 刷:北京地大彩印厂

开 本:889 mm × 1194 mm $\frac{1}{16}$

印 张:16.5;图版:8面

字 数:500千字

印 数:1—1000册

版 次:2008年12月北京第1版·第1次印刷

定 价:60.00元

书 号:ISBN 978-7-116-06104-0

(如对本书有建议或意见,敬请致电本社;如本书有印装问题,本社负责调换)

前 言

本书涉及的研究区位于我国新疆维吾尔自治区境内，属于新疆天山西段。设计研究范围为东经 $80^{\circ}00'$ ~ $84^{\circ}00'$ ，北纬 $43^{\circ}30'$ ~ $45^{\circ}00'$ ，大致范围是西北到中国-哈萨克斯坦国境线，北以依连哈比尔尕山北坡为界，南至伊什基里克山北缘，东到巴音布鲁克。工作区东西长约 260 km，南北宽约 220 km，总面积约为 5.7 万 km^2 。但在开展工作中，考虑到区域构造演化和成矿构造背景研究的系统性和整体性，实际工作范围延伸到了课题设计的范围之外，向东延伸到了独库公路。

西天山地区海拔一般在 2 000 ~ 5 000 m 之间，属于中高山区，北部主要由北西西走向的博罗科洛山和依连哈比尔尕山组成；中部由伊什基里克山、阿吾拉勒山和那拉提山组成，海拔 2 000 ~ 4 000 m；南部主要为近东西向的哈尔克山（海拔 4 000 ~ 5 500 m）。高山区常年为冰雪覆盖，半山地带多为草原森林。山间盆地和谷地发育，为富饶的农牧区。全年雨量充沛，冬季严寒，夏季温热。

我国天山夹持于塔里木盆地和准噶尔盆地之间，从地理位置上一般分为西天山、西南天山和东天山 3 部分，西天山向西与哈萨克斯坦中部接壤，西南天山向西与哈萨克斯坦南部、乌兹别克斯坦和吉尔吉斯斯坦毗邻，东天山向东延伸到甘蒙北山地区；在地质构造上我国天山通常分为南、中、北 3 个带，北天山以火山弧发育为特征，中天山为前寒武纪基底，南天山为多岛洋褶皱带。

包括研究区在内的新疆地区地质工作正式始于 20 世纪 50 年代，先后相继开展了不同比例尺的区域地质调查、普查找矿、矿产勘查、区域地球物理和地球化学勘查，以及综合研究等各项地质工作。自 80 年代以来，国家有关部门组织我国地质学家先后开展了跨部门、跨行业的矿产地质科技攻关，多家科研、教学和生产单位在天山地区开展了不同程度的工作，新发现和评价了一批金、铜、铅、锌、银及铁等矿产地，工作区内除进行了区域性矿产调查外，先后开展了以金、铜多金属、铁、煤等矿产为主的普查勘探工作，其中，较为重要的矿产地质工作主要有：1950 ~ 1979 年，在博罗科洛西段发现并评价了铜及多金属矿（东图津多金属矿、萨雷玛扎尔铅锌矿、莱历思高尔铜钼矿、肯登高尔铜钼矿）；对阿吾拉勒一带尼勒克铜矿、新源一带铁矿（式可布台铁矿、卡拉生布拉克铁矿）、那拉提一带菁布拉克铜镍矿、果子沟磷矿，以及伊犁盆地的煤矿分别进行了普查勘探。1980 ~ 1999 年，在博罗科洛西段相继发现并评价了阿希、依尔曼得、京希布拉克、娜娃萨依、塔吾尔别克、克希阿希、阿庇因迪、吉尔格朗和山区林场金矿；在艾肯达坂一带发现并初步评价了欠哈布代克小型铅锌矿床和哈尔嘎嘎林恩金矿等；在伊什基里克一带分别发现并评价了尔戈带萨依金矿和大洪那海金矿；在霍拉山一带发现并评价了大山口金矿。2000 ~ 2002 年，新疆地质调查院先后发现并初步评价了黑山、停格达湾金矿点和塔尔得套铜矿点；矿业公司在那拉提山南坡评价了巴音铜矿，初步控制铜资源量 50 万 t。近年来，关于新疆天山及其邻区地质矿产和构造地质演化方面的研究报告和论著陆续出版，如《新疆南部地壳结构和构

造演化》、《中国新疆南部（青藏高原北缘）盆山构造格局的演化》、《中国天山及邻区地质图（1:1 000 000）及说明书》、《中国新疆及邻区大地构造图（1:2 500 000）及说明书》、《博罗霍洛远景成矿区地物化综合研究及找矿靶区圈定》、《阿吾拉勒山铜等有色金属矿产地、物、化综合研究和靶区优选》、《新疆伊宁县阿希金矿控矿规律与外围靶区评价研究》、《新疆天山-北天山成矿带成矿规律和找矿方向综合研究》、《西天山地区晚古生代浅成低温热液金矿床》、《中-乌西天山斑岩铜矿成矿条件对比与成矿远景预测》等，为本区的构造格架厘定、深入研究工作区区域成矿作用发生的地球动力学背景奠定了基础。总之，前人在基础地质调查、区域矿产勘查、区域成矿作用和成矿规律以及区域地质构造演化等方面取得了一系列进展和成果，在取得找矿勘探进展的同时，不仅丰富了基础地质资料，也促进了该区矿产地质理论研究水平的不断提高。

本区迄今已完成 1:100 万区域重力测量、1:100 万航磁测量、1:20 万区域地质测量和 1:25 万新源幅、卡赞其幅区域地质测量；已经完成 2 幅 1:50 万，20 幅 1:20 万区域化探扫面工作，已覆盖整个研究区。部分地区完成 1:10 万、1:5 万航磁测量；个别地区已完成 1:5 万综合物化探和 1:5 万区域地质调查；完成了第二轮成矿远景区划。国家科技攻关“305”项目以及各行业部门的多家科研和生产单位在西天山地区基础地质和资源调查评价等方面做了大量工作，极大地丰富了研究区内的基础地质资料，为进一步开展工作奠定了较良好的基础。

为了加速查明新疆天山西段铜金多金属矿床的成矿环境、地质特征、时空分布规律和找矿潜力，进而确定新的找矿方向和找矿预测区，为进一步的找矿勘查工作部署提供科学依据，中国地质调查局于 2003 年 3 月在其实施项目“中国重要成矿区带找矿模型及技术方法”（编号：1212010310703）的工作内容“战略性矿产资源重点勘查区找矿模型和有效技术方法研究”（编号：1212010561603）中设立了“新疆北天山西段铜多金属矿找矿方向和勘查模型研究”（编号：1212010561603-3）课题。该课题的实施单位为中国地质科学院矿产资源研究所，主要承担人员有张作衡、王志良和王龙生等；甘肃省地质调查院左国朝教授级高级工程师以个人身份从始至终参与该课题的研究；先后参加过野外工作的还有中国地质科学院矿产资源研究所王义天研究员、杨富全研究员、张长青博士和刘敏硕士研究生以及新疆有色地质勘查局 703 地质队的王见菡高级工程师等。课题工作时间为 2003 年 1 月至 2006 年 12 月。另外，2005 年 1 月至 2007 年 12 月执行的国家自然科学基金项目“新疆北部铜镍矿床成矿时代、成矿物质来源和形成环境示踪”（编号：40402012）涉及工作区以南的西天山菁布拉克镁铁质-超镁铁质岩带及与其有关的铜镍硫化物矿床的成岩成矿年龄和地球动力学背景等研究内容也纳入了本项研究成果之中。2006 年 1 月至 2008 年 12 月执行的国家自然科学基金项目“东天山土屋-延东斑岩铜矿成矿机理研究”（编号：40573028）部分内容涉及与西天山斑岩铜矿的对比，该研究内容亦纳入了本项研究成果之中。在后续研究中，2006 年开始执行的国家科技支撑计划重点项目之专题“新疆成矿体系研究与资源潜力评估”（编号：2006BAB07B08-01）给予了部分资助。

根据中国地质调查局的统一部署和项目监审专家组的意见，本课题属综合性

质,其总体目标和任务主要包括以下几个方面:在全面收集研究区内已有的各种成果资料的基础上,选择有代表性的矿床和有关岩石进行精确测年及岩石源区示踪研究和系统的岩石矿物学研究,初步查明新疆北天山西段构造活动带的演化机制及与铜多金属矿的成矿关系;研究矿床分布规律,厘定矿床形成过程和成矿环境,建立区域成矿地球动力学模型;通过解剖典型矿床,建立区域成矿模式,结合地物化遥等资料,建立研究区不同尺度的找矿勘查模式,提出矿床预测准则,总结区内铜多金属找矿标志;与中亚哈萨克斯坦巴尔喀什斑岩铜矿带和我国东天山铜矿带进行对比,提出适合本区的找矿方向和勘查模型,为新疆西天山及邻区找矿评价提供科学依据和指导。

围绕上述任务,在课题实施的整个过程中,课题组全体参与人员以研究目标任务为宗旨,此次研究工作在收集前人资料的工作基础上,有计划、按步骤地进行,在新的成矿理论指导下,利用新的找矿思路和找矿方法,开展了新一轮研究。在全面收集已有基础地质、地物化遥等资料和科研成果并进行数字化集成和建立综合信息数据库的基础上,以赛里木一带的前寒武纪地层为容矿的矽卡岩型、产于非火山型被动陆源活动带与海西期花岗岩有关的博罗科洛山和阿吾拉勒成矿带等潜在铜矿集区为研究重点,通过研究,系统提出了研究区内不同级次斑岩型-矽卡岩型-热液型铜多金属矿的勘查准则和找矿模型,为西天山及邻区找矿评价提供了科学依据和指导。通过深入研究,在基础地质理论研究和找矿预测方面取得了如下一些主要进展。

(1) 以构造单元时空叠覆理念,提出构造单元划分新方案:通过横穿西天山地区的独山子-库车、果子沟-温泉地质剖面以及数十条辅助剖面的野外调研,并综合分析了新近文献资料,提出本区构造单元划分新方案。本区位于哈萨克斯坦-准噶尔板块与卡拉库姆-塔里木板块交接部位,划分出5个二级构造单元。上述构造单元的厘定有利于成矿带及找矿靶区的准确构造定位。

(2) 理顺了西天山地区地层系统、恢复古构造沉积环境:在所厘定的总构造格局框架下,理顺了本区不同时期的地层系统,恢复了古构造沉积环境,重建了本区古生代构造演化模式图,划分出了在构造演化进程中的成矿阶段及期次。

(3) 重新厘定了西天山构造演化史:通过大量古生代火山岩和中酸性侵入岩岩石地球化学分析、同位素测年以及区域遥感影像解译,结合前人大量资料,重新厘定了西天山造山带从古、中元古代——泛大陆增生与裂解阶段、新元古代——Rodinia 超大陆形成与裂解阶段、古生代——古亚洲洋形成与消亡阶段(早古生代古亚洲洋生成与演化和晚古生代古亚洲洋消亡)、中生代——板内陆块走滑位移、盆山格局形成阶段和新生代(现今盆山格局形成)各阶段的演化史。

(4) 分别建立了铜金多金属矿床的矿床尺度典型矿床模型和区域成矿模型:通过对研究区比较典型的斑岩型铜矿(达巴特)、矽卡岩型铜矿(喇嘛苏)、浅成低温热液型金矿(阿希)和火山岩型铜矿(莫斯早特)等进行解剖研究的基础上,及对矿区岩矿石源区示踪研究和 SHRIMP 锆石 U-Pb 法和 Re-Os 等方法开展的精确定年测年,结合控矿因素分析,厘定了矿床的形成环境,在解决矿床成因争议的基础上,建立了典型矿床的成矿模型;通过对区内铜金多金属矿床的成矿模式和时空分布规律的研究,结合研究区古生代大地构造演化特征,探讨了研究

区铜金多金属矿床成矿作用的地球动力学背景，在此基础上，建立了研究区铜金矿床区域成矿模型。

(5) 通过精确测年，重新厘定了部分典型矿床的类型和形成环境：喇嘛苏铜锌矿床的成因类型一直有矽卡岩型和斑岩型两种争议，本次工作在仔细研究矿石矿化类型及其特征的基础上，对与矽卡岩型矿化有关的斜长花岗斑岩进行了同位素测年，获得了 $390.5 \pm 7.7 \text{ Ma}$ 的 SHRIMP 锆石 U-Pb 年龄数据，而与斑岩型矿化有关的花岗闪长斑岩的成岩时代为 360 Ma （关明珍等，1990），这表明矿床的成矿作用有早晚 2 期，早期矽卡岩型矿化是早古生代伊犁洋关闭后陆陆碰撞造山作用的产物，而后期斑岩型矿化则是早、中石炭世北天山（巴音沟）洋在俯冲消减过程中岛弧带的产物，表明喇嘛苏铜锌矿床为不同时代、不同背景下形成的斑岩-矽卡岩型复合矿床。达巴特斑岩型铜（钼）矿床由于缺少精确的年代学资料，自发现以来一直被认为是形成于岛弧环境。本次研究首次利用 SHRIMP 锆石 U-Pb 法对矿区范围内与矿化关系密切的流纹斑岩和花岗斑岩进行测年，分别获得了 $315.9 \pm 5.9 \text{ Ma}$ 和 $278.7 \pm 5.7 \text{ Ma}$ 年龄值，矿石中辉钼矿的 Re-Os 同位素测年结果为 $301 \pm 20 \text{ Ma}$ ，综合 3 个测年结果以及区域岩浆活动，认为位于别珍套-科古琴成矿带上的斑岩铜矿形成于晚古生代石炭纪末或二叠纪早期，其成矿时的大地构造背景为板内伸展的裂谷环境。位于研究区以南哈里克套山北坡的菁布拉克铜镍硫化物矿床尽管是小型矿床，但它代表了西天山地区一个重要的矿床类型。该岩浆型铜镍硫化物矿床也因为缺少精确的年代学资料，曾长期被认为与矿化密切相关的镁铁质岩形成于海西期，和新疆境内著名的喀拉通克和黄山东等典型岩体被一起认为是形成于后碰撞环境。本次研究通过对岩体闪长岩相中的锆石进行 SHRIMP U-Pb 测年，获得了非常谐和的 $434.4 \pm 6.2 \text{ Ma}$ 年龄，结合岩石地球化学资料，表明岩体可能形成于俯冲带上盘扩张脊环境。

(6) 通过西天山与东天山和哈萨克斯坦巴尔喀什成矿带的对比，提出了西天山的找矿方向：通过西天山与东天山和哈萨克斯坦巴尔喀什成矿区成矿作用和成矿规律综合对比分析，认为西天山铜金成矿区与上述两个成矿区具有相似的铜金成矿环境和成矿条件，据此提出了西天山地区铜金多金属矿床的找矿方向。

铜多金属找矿方向：从成矿地球化学背景来看，铜的原生与次生地球化学异常遍布全区，元古宙和古生代地层以及加里东晚期—海西期的火山岩、侵入岩中铜的含量普遍较高，在西天山具有形成大型以上铜矿的潜力。因此，西天山的别珍套、汗吉尕、科古琴和阿吾拉勒等地区古生代中酸性岩体出露区是寻找大型—超大型斑岩-矽卡岩型铜矿床的有利地段。

在西天山成矿带，陆相双峰式火山岩在北部汗吉尕山和阿拉套等地区也有出露，上述地区也具有形成陆相火山岩型铜矿的成矿条件，可能是今后寻找陆相火山岩型铜矿的潜在地区。

火山块状硫化物铜多金属矿床在西天山成矿区也具找矿潜力。在阿吾拉勒成矿区的火山喷气沉积型铁矿床应给予重视，在其下部开展火山块状硫化物型铜矿勘探是西天山成矿区铜矿找矿的新方向。

金多金属找矿方向：通过对区域化探资料及金矿床、矿点空间分布情况分析，从

吐拉苏火山盆地往东至巴伦台一带已发现了阿希、京希、伊尔曼得、塔吾尔别克和阿庇因迪等金矿床和矿点，该金矿带的东部也应该是本成矿区寻找大、中型浅成低温热液型金矿床的有利地段。此外，在阿吾拉勒陆相双峰式火山岩中也有找到浅成低温热液型金矿的潜力。

在西天山成矿区寻找此类型金矿床应选择别珍套-汗吉尕岛弧带中的中酸性侵入岩出露区，其具有形成中小型石英脉型金矿的成矿潜力。西天山北部的古生代黑色岩系出露区是西天山成矿区金矿找矿的新方向。

(7) 在建立区域找矿模型的基础上进行了找矿预测：在典型矿床成矿模式研究基础上，综合研究区内铜金矿区地质、物探、化探和蚀变遥感异常等找矿标志，建立了铜金多金属矿床的找矿模型；收集了研究区航磁（1:50万、1:20万和1:10万）、重力（1:20万）和铜金多元素化探（1:50万和1:20万）图，对研究区重要成矿带开展了1:10万TM（ETM⁺）遥感蚀变异常填图，结合研究区成矿作用和成矿规律研究成果，提出了研究区8个找矿预测靶区。对上述找矿预测靶区中的阿希金多金属找矿预测靶区和莫斯早特一带铜多金属找矿预测靶区开展了野外实地找矿查证，通过对200多件化探样品的分析，确定了4个具备进一步开展预查的铜金矿（化）点（其中2个铜矿（化）点的铜最高品位达8.8%，2个金矿（化）点的金最高品位达 10×10^{-6} ）。

(8) 完成了研究区地质矿产数据库的建设和相关图件的编制：通过对研究区地质矿产数据的收集和整理，在MAPGIS平台上进行地质、矿产数据库的编制，分别包括1:20万温泉幅地质矿产数据库、1:20万赛里木湖幅地质矿产数据库，1:50万西天山地质矿产数据库。在对区域地质背景研究、典型矿床地质特征研究、成矿带成矿规律研究等基础上进行成矿规律图的编制，采用的平台是MAPGIS平台，分别包括温泉幅、赛里木湖幅以及西天山的成矿规律图。完成了研究区两景（约23600 km²）的1:10万高精度TM（ETM⁺）蚀变遥感异常分布图。

此外，在项目执行及后续研究期间，已经发表了标注本研究课题的学术论文12篇。

本书共分9章，其中前言由张作衡执笔，第一章由左国朝和张作衡执笔，第二章由张作衡、左国朝、王志良、张长青执笔，第三章由王志良和左国朝执笔，第四章由王志良和张作衡执笔，第五章由张作衡、刘敏和张长青执笔，第六章由王龙生和张作衡执笔，第七章由王志良和左国朝执笔，第八章由甘甫平和刘敏执笔，第九章由王志良和王见喏执笔。全书由张作衡和左国朝负责统编和定稿。

项目在野外工作期间，新疆地质矿产勘查开发局、新疆有色地质勘查局和国家“305”项目办公室、新疆阿希金矿以及研究涉及地区的温泉县、新源县、尼勒克县、特克斯县国土资源管理局部门等提供了诸多方便和帮助，特别是新疆有色地质勘查局703地质队王玉水等一批同志提供了无私和无偿的帮助。新疆地质矿产勘查局董连慧总工程师，刘德权、王福同、成守德教授级高级工程师；“305”项目办公室王宝林主任，李月臣和王金良副主任；阿希金矿李志忠矿长、贺小平科长；新源县国土资源局叶尔努尔工程师等给予多次帮助和野外指导。

课题执行和专著编写过程中，始终得到了中国地质科学院矿产资源研究所毛景文

研究员的关心和指导。中国地质科学院陈毓川院士，中国地质调查局叶天竺研究员、卢民杰主任、肖桂义和刘凤山处长，中国地质科学院矿产资源研究所聂凤军和朱裕生研究员等给予多次关注，尤其是卢民杰主任和聂凤军研究员亲自到野外检查指导工作，使课题组受益匪浅。在论著编写过程中，与中国地质科学院肖序常院士和任纪舜院士以及北京大学何国琦教授多次讨论过区域地质演化和构造单元划分等方面的问题，使本研究增色不少。中国地质科学院矿产资源研究所芮宗瑶、王登红、杨建民、江思宏研究员和陈伟十工程师，中国地质大学张招崇教授，中国地质科学院地质研究所李锦轶研究员，新疆大学柴凤梅副教授，石家庄经济学院胡华斌教授，北京离子探针中心刘敦一、王彦斌、闫全人研究员和石玉若副研究员，国家地质实验测试中心杜安道和屈文俊研究员，中国科学院岩石圈演化国家重点实验室朱和平高级工程师，国土资源部成矿作用与资源评价重点实验室万德芳研究员、罗续荣工程师等都给予了帮助和支持。河北廊坊区调队李林庆和中国地质科学院矿产资源研究所李学山承担了矿物分选工作，中国地质博物馆于长富和河北廊坊科大岩石矿物分选公司刘梅英承担了岩、矿石薄片制作。

在资料处理和图件编制过程中，中国地质科学院矿产资源研究所陈郑辉副研究员承担了大量的资料处理、信息提取与集成工作。在专著编写和加工过程中，中国地质科学院研究生部李莉博士，中国地质博物馆吕林素研究员、中国地质科学院矿产资源研究所王团华博士、中国地质大学刘璐博士等提供了大量的帮助。

以上单位和人员在课题执行过程中提供的各种帮助和支持，使课题组受益匪浅，是课题能够得以顺利完成不可或缺的宝贵资源。我们在此一并致以衷心的感谢！

鉴于本课题研究工作所涉及的研究区面积较大，研究内容较多，工作时间较短，研究人员水平有限，深感本专著尚存在不少问题，还望各位专家及地质同行能予以批评指正，同时也希望我们的研究成果能为该区及相关区域铜金等多金属矿找矿和研究工作，提供有益的帮助。

作者
2008年8月

目 录

前 言

第一章 区域地质构造与成矿背景	(1)
第一节 构造格局及构造单元划分	(1)
一、构造格局	(1)
二、构造单元划分	(3)
第二节 各构造单元的地层系统及沉积环境	(3)
一、赛里木-准噶尔早古生代微板块	(3)
二、乌孙-阿吾拉勒早古生代微板块	(10)
三、塔里木微板块	(12)
第三节 岩浆活动的时空分布	(14)
一、火山岩	(14)
二、侵入岩	(14)
第四节 区域断裂系统(古俯冲带、缝合带)有关地质特征	(16)
一、一级断裂系	(16)
二、二级断裂系	(18)
三、三级断裂系	(19)
第五节 区域大地构造演化及其成矿特征	(19)
一、古元古代泛大陆增生与裂解阶段	(19)
二、新元古代——Rodinia 超大陆形成与裂解阶段	(20)
三、古生代——古亚洲洋形成与消亡阶段	(20)
四、中生代——板内陆块走滑位移、盆山格局形成阶段	(22)
第六节 西天山西北区段成矿带划分及遥感信息解译	(24)
一、阿拉套山钨锡金铜成矿带	(24)
二、别珍套-科古琴铜多金属成矿带	(25)
三、博罗科洛金铅锌成矿带	(27)
四、阿吾拉勒铁铜金银铅锌成矿带	(27)
五、伊犁盆地煤铀金铜铅锌成矿带	(28)
第七节 区域地球物理特征	(29)
一、岩石及地层物性特征	(29)
二、重力场特征	(30)
三、磁场特征	(31)
四、地球物理场与深部构造	(31)
第八节 区域地球化学特征	(31)
一、地球化学景观	(31)
二、区域岩石和地层地球化学特征	(32)
三、水系沉积物地球化学特征	(32)
四、主要地球化学异常带	(33)

第二章 区域岩浆活动	(38)
第一节 火山岩	(38)
一、元古宙火山岩	(38)
二、早古生代火山岩	(38)
三、晚古生代火山岩	(40)
第二节 侵入岩	(43)
一、吕梁期侵入岩	(44)
二、加里东期侵入岩	(44)
三、海西早期侵入岩	(45)
四、海西中期侵入岩	(46)
五、海西晚期花岗岩	(48)
第三节 古生代主要火山岩特征	(49)
一、达巴特矿区(次)火山岩	(49)
二、阿希矿区火山岩	(57)
第四节 古生代典型侵入岩特征	(62)
一、阿拉套山南坡花岗岩类	(62)
二、喇嘛苏矿区花岗岩类特征	(69)
三、菁布拉克岩体	(74)
第五节 区域岩浆活动与成矿作用的关系	(86)
第三章 主要成矿带特征及其区域大地构造演化	(87)
第一节 成矿地质背景	(87)
第二节 铜金矿床类型划分及其时空分布特征	(88)
一、铜金矿床类型划分	(88)
二、铜金矿床时空分布特征	(88)
第三节 铜金多金属成矿带划分及其特征	(91)
一、成矿带划分的原则与依据	(91)
二、成矿带划分	(91)
三、主要成矿带基本地质特征	(91)
第四节 区域大地构造演化与铜金矿床成矿作用	(92)
第四章 别珍套-汗吉杂斑岩-矽卡岩型铜多金属成矿带	(93)
第一节 概述	(93)
一、区域成矿地质背景	(93)
二、斑岩-矽卡岩型铜多金属矿床时空分布规律	(101)
第二节 喇嘛苏斑岩-矽卡岩型铜锌矿床	(101)
一、矿区地质特征	(102)
二、矿床地质特征	(105)
三、矿床地球化学特征	(112)
四、成岩成矿时代	(117)
五、矿床成因	(118)
六、控矿因素和找矿标志	(119)
第三节 达巴特斑岩型铜铅矿床	(120)
一、矿区地质特征	(121)
二、矿床地质特征	(124)

三、矿床地球化学特征	(126)
四、成岩成矿时代	(135)
五、矿床成因	(136)
六、控矿因素和找矿标志	(137)
第五章 博罗科洛山南坡吐拉苏盆地金多金属成矿带	(139)
第一节 概述	(139)
一、区域成矿地质背景	(139)
二、金多金属成矿带矿床类型	(143)
第二节 阿希金矿床地质特征	(145)
一、成矿地质背景	(145)
二、矿区地质特征	(146)
三、矿床地质特征	(148)
第三节 塔吾尔别克金矿地质特征	(151)
一、矿区地质特征	(151)
二、矿床地质特征	(153)
第四节 伊尔曼得金矿地质特征	(155)
一、成矿地质背景	(155)
二、矿床地质特征	(155)
第五节 成矿作用地球化学	(158)
一、稳定同位素地球化学特征	(158)
二、稀土及微量元素地球化学特征	(162)
三、流体包裹体地球化学特征	(165)
第六节 成矿机制和区域成矿模型	(178)
一、成矿基本特点	(178)
二、火山岩形成的构造环境	(178)
三、金矿床与火山岩的关系	(178)
四、区域成矿模式	(178)
第六章 阿吾拉勒铜多金属成矿带	(180)
第一节 概述	(180)
一、区域成矿地质背景	(180)
二、阿吾拉勒铜、银、铁成矿带时空分布规律	(188)
第二节 阿吾拉勒成矿带典型矿床	(189)
一、尼勒克县莫斯早特铜矿	(189)
二、穷布拉克铜银矿	(196)
三、群吉萨依铜矿	(198)
第三节 区域铜矿的成矿规律及成矿模式	(201)
一、地层对区域铜矿成矿的控制作用	(201)
二、侵入岩体对成矿的控矿作用	(201)
三、构造对成矿的控制作用	(201)
四、成矿物质来源	(202)
五、区域成矿模式	(202)
第七章 西天山与东天山和巴尔喀什成矿区铜金多金属矿床成矿特征对比	(203)
第一节 西天山、东天山和巴尔喀什成矿地质背景	(203)

一、西天山成矿地质背景	(203)
二、东天山成矿地质背景	(204)
三、巴尔喀什成矿地质背景	(206)
第二节 西天山、东天山和巴尔喀什成矿区铜金多金属矿床类型和时空分布	(206)
一、西天山成矿区铜金多金属矿床类型和时空分布	(206)
二、东天山成矿区铜金多金属矿床类型和时空分布	(207)
三、巴尔喀什成矿区铜金多金属矿床类型和时空分布	(210)
第三节 西天山与东天山成矿区铜金多金属矿床成矿特征对比	(213)
一、区域成矿环境对比	(213)
二、铜金多金属矿床规模类型和时空分布规律对比	(218)
三、铜金多金属矿床控矿因素对比	(219)
第四节 西天山与巴尔喀什成矿区铜金多金属矿床成矿特征对比	(220)
一、区域成矿环境对比	(220)
二、铜金多金属矿床规模类型和时空分布规律对比	(222)
三、铜金多金属矿床控矿因素对比	(223)
第五节 西天山成矿区铜金多金属矿床找矿方向	(224)
一、铜多金属矿床找矿方向	(224)
二、金多金属矿床找矿方向	(225)
第八章 西天山 ETM⁺(TM) 蚀变遥感异常信息提取与找矿靶区预测研究	(227)
第一节 ETM ⁺ (TM) 蚀变遥感异常提取的基础与技术方法	(227)
一、ETM ⁺ (TM) 蚀变遥感异常信息提取的地质基础	(227)
二、地质蚀变遥感异常提取的光谱学基础	(227)
三、ETM ⁺ (TM) 遥感数据地质蚀变异常信息提取的主要方法	(230)
第二节 研究区 ETM ⁺ (TM) 蚀变遥感异常提取及其查证	(234)
一、蚀变遥感异常信息提取技术方法与技术流程	(234)
二、研究区遥感蚀变异常分布	(235)
三、遥感蚀变异常查证	(235)
第九章 西天山矿床模型和找矿预测	(237)
第一节 矿床模型	(237)
一、区域成矿模型	(237)
二、找矿模型	(237)
第二节 铜金矿床找矿预测	(239)
一、找矿预测的几个基本问题	(239)
二、找矿预测的工作流程	(241)
三、铜金矿床找矿预测靶区优选	(241)
参考文献	(244)

图 版

第一章 区域地质构造与成矿背景

新疆西天山地区位于奎屯南之北天山与库车北之南天山所夹持的范围, 该区包括: 北带依连哈比尔尕山、阿拉套山、别珍套山、汗吉尕山、科古琴山、博罗科洛山, 中带伊犁盆地及阿吾拉勒山和乌孙山, 南带那拉提山、哈尔克山、额尔宾山、霍拉山、黑英山。全区被北侧的依连哈比尔尕山北坡构造推覆断裂带和南侧黑英山-霍拉山推覆断裂所围限, 总体形态为三角形并呈向北和向南逆掩推覆的扇状展布的复合造山带。

第一节 构造格局及构造单元划分

本区曾在统一的前震旦系古陆块基础上经历了早古生代的裂解、闭合和晚古生代的再裂解和闭合板块构造演化的进程已被多数同仁所认同。近来任纪舜等(1997)编制的中国大地构造图、何国琦等(2004)编制的新疆区及邻区大地构造图以及王洪亮等(2007)所编制的中国天山及邻区地质图, 为本研究区构造格局厘定奠定了基础。我们在深入野外调研的同时, 分析了20世纪90年代以来所发表的最新成果(王作勋等, 1990; 肖序常等, 1991, 1992; 郝杰, 1993; 胡霁琴等, 1994; 王宝瑜等, 1994, 1997; 张良臣, 1995; 何国琦等, 1995; 高俊等, 1995, 1996, 1997; 宁晰春, 1996; 李向东等, 1996, 1998; 吴世敏等, 1996; 梁云海等, 2000; 李锦轶等, 2002, 2004, 2006; 夏林圻等, 2002, 2005; 中国地质调查局, 2003; 成守德等, 2000, 2005; 刘训等, 2006)基础上, 开展了岩石地球化学和同位素年龄测试和综合对比研究, 探讨了本区构造格局及演化历史。

一、构造格局

本区西天山造山带介于塔里木地台、西伯利亚地台、东欧地台、卡拉库姆地台之间的北亚造山区南带(李锦轶, 2006)。新元古代晚期曾是统一 Rodinia 超大陆的一部分(陆松年, 1998)。约在700 Ma, Rodinia 超大陆开始裂解, 形成在西伯利亚板块与卡拉库姆-塔里木板块之间由洋区相隔的多陆块组成的哈萨克斯坦-准噶尔板块。在新疆西部邻区分布有楚-伊犁、塔尔哈台、巴尔喀什-唐巴勒、可可乃克等大小洋区和裂陷槽。新疆西天山及邻区的哈萨克斯坦-准噶尔板块内部包括了巴尔喀什-准噶尔微板块和穆云库姆-克齐尔库-伊犁微板块, 两微板块间有一条向南西凸出的经巴尔喀什湖西南角向东进入伊犁盆地北缘的早古生代微板块对接带(肖序常等, 2005)。任纪舜等(1997)将该带西段称为纳曼贾拉依尔加里东造山带。Alexyutin(2005)称之为楚-伊犁及肯达塔造山带, 该带发育有早古生代蛇绿岩。该带向东可追踪到本研究区的博罗科洛山前断裂经哈希勒根达坂与东侧天格尔断裂的干沟早古生代蛇绿岩带相连(图1-1)。穆云库姆-克齐尔-伊犁微板块南缘与卡拉库姆-塔里木板块的塔里木微板块以长阿吾子-乌瓦门南天山缝合带连接, 该缝合带是一条自元古宙到古生代曾多次对接的缝合带, 其南侧为塔里木微板块, 北侧为乌孙-阿吾拉勒微板块。

哈萨克斯坦-准噶尔板块内结构复杂, 它经历了早古生代古陆壳的裂解, 并由寒武纪到奥陶纪先后打开的洋盆而进入板块强活动期, 随后志留纪到泥盆纪先后闭合构成岛弧系或隆升造山。板块活动起止时间多达几个纪, 其洋盆规模大, 板块碰撞可产生高压变质带。而后在早古生代晚期的弧后拉张区或造山带中深断裂的基础上再一次裂解, 转为板块弱活动期, 形成晚泥盆世至早、中石炭世微型沟弧盆体系。板块活动时限为一个纪或更短, 其洋盆规模小, 板块碰撞一般不形成高压变质带。

本研究区位于哈萨克斯坦-准噶尔板块内部的巴尔喀什-准噶尔微板块与穆尔库姆-克齐尔库-伊犁微板块接合部位。我们将研究区的微板块北部简称为赛里木-准噶尔微板块, 南为乌孙-阿吾拉勒

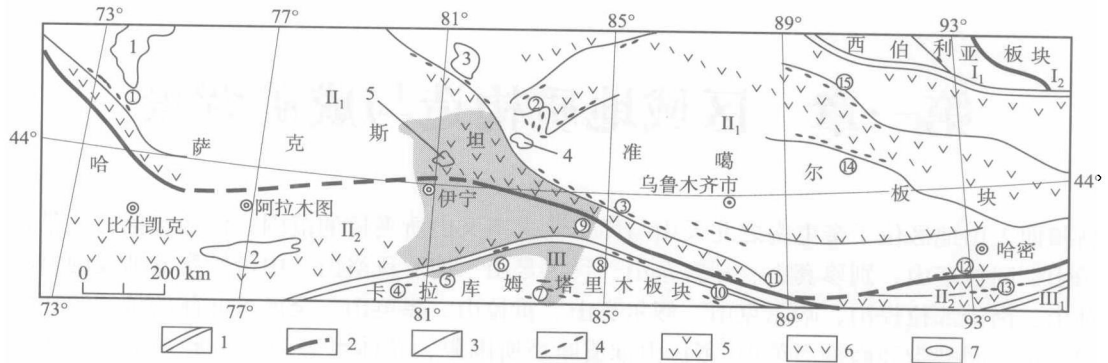


图 1-1 西天山及邻区构造格局简图 (图中灰暗区为野外调研区)

(据肖序常等, 2005, 略有修改)

1—板块缝合线; 2—微板块界线; 3—主要断裂; 4—蛇绿岩 (①楚-伊犁; ②唐巴勒; ③巴音沟; ④琼阿乌孜; ⑤长阿吾子; ⑥达鲁巴依; ⑦霍拉-库勒; ⑧古洛沟-乌瓦门; ⑨哈希勒根达坂; ⑩榆树沟; ⑪干沟; ⑫康古尔塔格; ⑬康古尔; ⑭卡拉麦里-莫钦乌拉; ⑮札河坝-北塔山); 5—岛弧; 6—陆缘弧; 7—湖泊 (1—巴尔喀什; 2—伊塞克; 3—阿拉; 4—艾比; 5—赛里木)。I—西伯利亚板块: I₁—阿尔泰微板块, I₂—西蒙微板块; II—哈萨克斯坦-准噶尔板块: II₁—准噶尔-巴尔喀什微板块, II₂—穆尔库姆-克齐尔库-伊犁微板块; III—卡拉库姆-塔里木板块: III₁—塔里木微板块

微板块。两个微板块间的接合带 (肖序常等, 2005) 我们将之称为霍城-哈希勒根缝合带, 奥陶纪—志留纪的洋区命名为伊犁洋。乌孙-阿吾拉勒微板块南缘与长阿吾子-乌瓦门缝合带相接, 南侧为塔里木微板块北缘, 中奥陶世—志留纪为塔里木微板块北缘活动陆缘 (多岛洋), 泥盆纪为微洋盆向残留海演化时期。晚古生代, 构造格局有了重大变革, 北侧的准噶尔-巴喀什微板块沿着依连哈尔比尔尕深断裂发生裂解, 形成北天山 (巴音沟) 微洋盆, 中石炭世微洋盆闭合。构成了早古生代板块构造体制和晚古生代构造体制相互叠加的构造格局。

表 1-1 本区构造单元划分表

一级构造单元	二级构造单元	三级构造单元	
		早古生代	晚古生代
哈萨克斯坦-准噶尔板块 (I)	I ₁ -赛里木-准噶尔早古生代微板块	I ₁ ¹ -温泉-博乐早古生代陆架海	I ₁ ³ -巴音沟石炭纪海沟-俯冲带
		I ₁ ² -博罗科洛奥陶纪岩浆型被动陆缘, 志留纪陆缘弧	I ₁ ⁴ -依连哈尔比尔尕石炭纪弧前盆地 I ₁ ⁵ -别珍套-汗吉尕中、晚泥盆世陆缘浅海盆, 早、早石炭世碳酸盐岩浅海盆-岛弧带
	I ₂ -霍城-哈希勒根奥陶-志留纪缝合带		I ₁ ⁶ -吐拉苏石炭纪弧后断陷盆地 I ₁ ⁷ -汗吉尕-阿拉套二叠纪裂谷
	I ₃ -乌孙-阿吾拉勒早古生代微板块	I ₃ ¹ -那拉提志留纪岛弧带	I ₃ ² -伊犁石炭-二叠纪裂谷
卡拉库姆-塔里木板块 (II)	II ₂ -塔里木早古生代微板块	II ₂ ¹ -塔里木微板块北缘中奥陶世—志留纪多岛洋	II ₂ ³ -南天山泥盆-石炭纪残留海
		II ₂ ² -南天山南缘志留-泥盆纪微洋盆	

二、构造单元划分

本研究区在早古生代和晚古生代具有决然不同的构造格局，我们在本区构造单元划分时不但遇到早古生代格局被晚古生代格局所叠覆，而且在演化的不同时期构造属性又有转变，如早期的陆棚海到晚期可演化为岛弧。因此，在为构造单元取名时改变前人单一的构造属性命名而采用复合名词。

笔者按早古生代和晚古生代两个构造旋回叠加特点提出本区构造单元划分新方案（表 1-1）。现将新疆西天山及邻区构造单元划分以图 1-2 表示。由图 1-2 可以看出，现今所见的各构造单元格局外形，明显地为后期包括裂解、挤压、走滑、推覆等不同方向构造应力场多次叠加作用的结果。

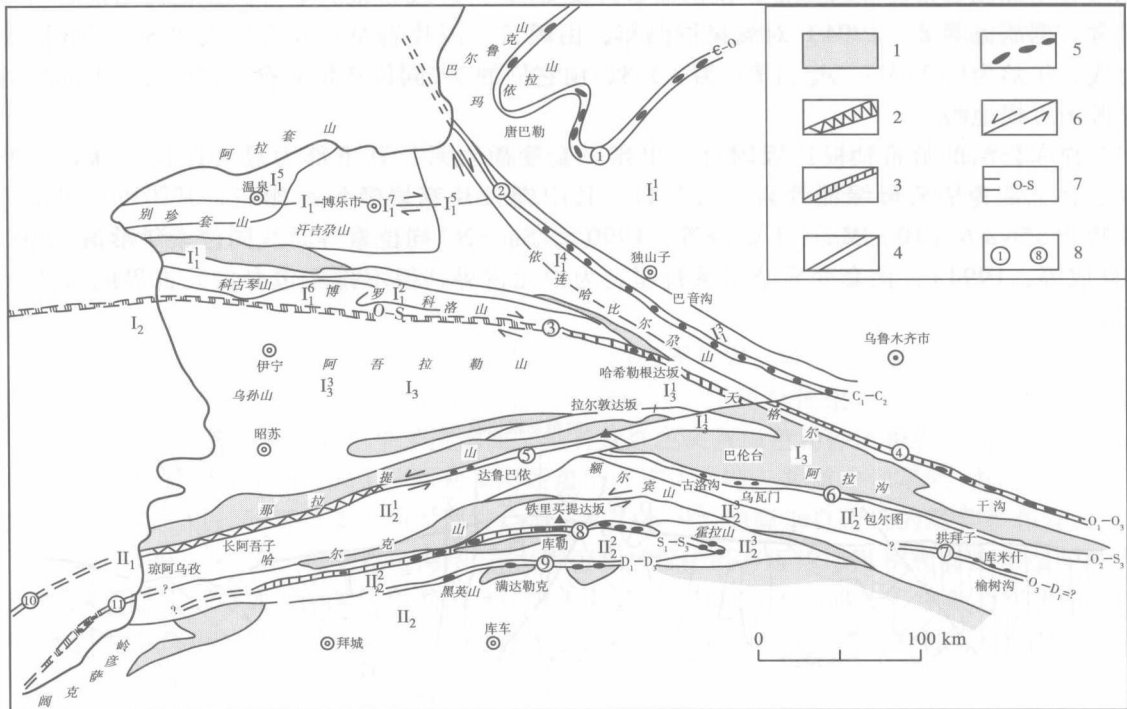


图 1-2 新疆西天山及邻区构造单元简图

（本图根据野外调研及《新疆维吾尔自治区区域地质志》（1993），王宝瑜（1997），何国琦等（1994），冯新昌等（2005），王洪亮等（2007）资料编制而成；图中罗马字代号所示构造单元名称见表 1-1）

1—前震旦系出露区；2—哈萨克斯坦-准噶尔板块与卡拉库姆-塔里木板块缝合带；3—早古生代微板块对接带；4—晚古生代微板块俯冲带；5—蛇绿岩出露区；6—晚古生代末板内走滑的主断裂（箭头显示运动方向）；7—缝合带及洋打开到对接碰撞所需的时限；8—蛇绿岩带（①唐巴勒；②巴音沟；③哈希勒根；④干沟；⑤长阿吾子；⑥乌瓦门；⑦榆树沟；⑧库勒；⑨满达勒克；⑩吉尔吉斯-帖尔斯克伊；⑪吉尔吉斯-伊内里切克陶山）

第二节 各构造单元的地层系统及沉积环境

一、赛里木-准噶尔早古生代微板块

本微板块分布在研究区伊犁奥陶-志留纪缝合带以北地区，包括巴音沟石炭纪海沟-俯冲带的东侧地区，它是巴尔喀什-准噶尔微板块中段南缘的一部分。

(一) 古元古界

古元古界温泉群组成本微板块结晶基底。根据丁乾俊等(1990)资料,温泉县库拉尔别真剖面可分3个组:下岩组牙马特组,为二云母石英片岩、黑云斜长片麻岩、二云斜长片麻岩、黑云母片岩、斜长角闪片岩、绢云母变粒岩等;中岩组苏鲁别真组,为层纹状大理岩、白云质大理岩、结晶灰岩;上岩组库拉尔别真组,为石英岩、白云母片岩,常见有残存的波痕及斜层理,三岩组出露厚度可达3 600余米。根据野外观察,牙马特组原岩是一套砂泥质浊流沉积,其中夹中酸-中基性火山岩及凝灰岩,为伸展条件下大陆斜坡环境,具有岩浆型被动陆缘特征,而后演变为浅海碳酸盐岩台地,最终转为滨浅海,构成了由深海向浅海转为陆地的大型沉积旋回。根据浊积岩和残存斜层理分析,物源区来自南侧,因此,南部存在以太古宇为结晶基底的古陆,北侧古元古代可能曾出现洋区。温泉群广泛经历混合岩化作用及动力变质作用。区域变质作用可以划分出绿泥石带、黑云母带、铁铝榴石带及蓝晶石-矽线石带。本岩群经化探扫描有明显铅锌异常。据胡藹琴等(1994)对温泉群测年,由黑云角闪片岩及片麻岩组成的Sm-Nd同位素等时线,年龄为1 727 Ma, $\epsilon_{Nd}(T)$ 为+5.3,由它们的Nd同位素特征看,这些古老变质岩的母岩来源于亏损地幔。

在独库公路的哈希勒根达坂附近,出露一套变质岩系,其下部为黑云钾长片麻岩、黑云母片岩,上部为绢云母绿泥片岩、石英岩。其中钾长片麻岩经年龄测定,其 $^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$ 同位素年龄为 $856 \pm 6(10)$ Ma(丁乾俊等,1990)。Sm-Nd同位素等时线同位素年龄值1 508 Ma(车自成等,1994),该套变质杂岩系暂厘定为中元古界,但不排除包含古元古界的可能(图1-3)。

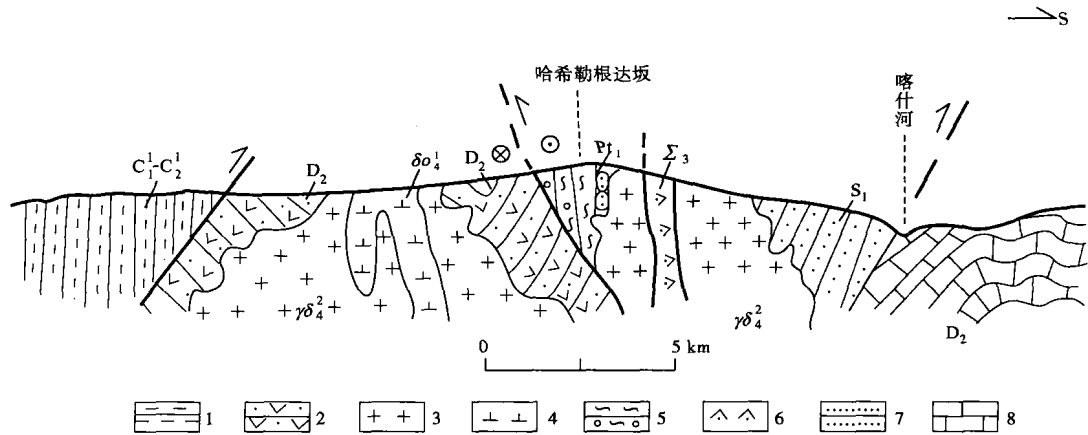


图1-3 哈希勒根达坂一带信手地质剖面

C_1-C_2 —安集海组; D_2 —拜辛德组; S_1 —尼勒克组; Pt_1 —温泉群; δO_4 —海西期石英闪长岩; $\gamma\delta_4^2$ —海西中期花岗闪长岩; Σ_3 —加里东期超基性岩。1—千枚状板岩; 2—凝灰质砂岩夹火山岩; 3—花岗闪长岩; 4—石英闪长岩; 5—黑云钾长片麻岩-二云母石英片岩-石英岩; 6—二辉橄榄岩; 7—变砂岩; 8—灰岩

(二) 中、新元古界

1. 长城系

长城系哈尔达坂群分布在别珍套山一带,由变质细碎屑岩夹大理岩组成,厚度可达2 000余米,为浅海陆棚环境。

2. 蓟县系

蓟县系库松木切克群可分上、下两个亚群:下亚群主要由大理岩化灰岩、暗色灰岩组成,上部含砂质硅质成分,下部含碳质,含丰富叠层石化石,厚度近1 000 m。上亚群以碳酸盐岩为主,上部夹碎屑岩、硅质岩;下部多泥质、硅质灰岩。在契尔格一带,上部夹有厚度为0.6 m的流纹质角