



西昆仑塔什库尔干至莎车一带 中酸性岩浆活动及地质意义

黄建国 著



 西南交通大学出版社

新疆阿克陶县恰尔隆一带 1:5 万区域地质矿产调查 (XJQDZ2006-18)

新疆阿克陶县库斯拉甫一带 1:5 万区域地质矿产调查 (XJZBKD2007-1)

西南科技大学博士基金 (14zx7126)

西昆仑塔什库尔干至莎车一带 中酸性岩浆活动及地质意义

黄建国 著



西南交通大学出版社

· 成 都 ·

图书在版编目 (C I P) 数据

西昆仑塔什库尔干至莎车一带中酸性岩浆活动及地质意义 / 黄建国著. —成都: 西南交通大学出版社, 2019.12

ISBN 978-7-5643-7235-4

I. ①西… II. ①黄… III. ①中性岩 - 岩浆活动 - 地质意义 - 新疆②酸性岩 - 岩浆活动 - 地质意义 - 新疆 IV. ①P588.11

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2019) 第 260536 号

Xikunlun Tashiku'ergan zhi Shache Yidai Zhongsuanxing Yanjiang Huodong ji Dizhi Yiyi
西昆仑塔什库尔干至莎车一带中酸性岩浆活动及地质意义
黄建国 著

责任编辑	杨 勇
封面设计	何东琳设计工作室
出版发行	西南交通大学出版社 (四川省成都市金牛区二环路北一段 111 号 西南交通大学创新大厦 21 楼)
发行部电话	028-87600564 028-87600533
邮 政 编 码	610031
网 址	http://www.xnjdcbs.com
印 刷	成都中永印务有限责任公司
成 品 尺 寸	185 mm × 260 mm
印 张	10.5
字 数	262 千
版 次	2019 年 12 月第 1 版
印 次	2019 年 12 月第 1 次
书 号	ISBN 978-7-5643-7235-4
定 价	78.00 元

图书如有印装质量问题 本社负责退换
版权所有 盗版必究 举报电话: 028-87600562

前 言

西昆仑北缘塔什库尔干至莎车一带位于青藏高原西北缘和塔里木盆地西南缘的结合部位，是大陆动力地质学研究的理想地区之一，该区中酸性岩浆岩分布广泛，出露面积占到总面积的一半以上，年代主要有中元古代、寒武纪、志留纪和三叠纪等。两条极为重要的断裂构造带（即库斯拉甫断裂和库科西力克断裂）南北向纵贯研究区，分别是北部塔里木地块、中部西昆仑北带和南部西昆仑中带的边界。在开展 1:5 万区域地质矿产调查的过程中，新发现库科西力克钼矿床、库尔尕斯金铜多金属矿点和沙拉吾如克铜铅矿点等数十个矿（床）点。这些矿（床）点具有一个明显的共同特征：集中分布于中酸性岩体边缘外接触带的中低级区域变质岩或内接触带的岩体中，矿床的形成与附近接触的中酸性岩体可能在物质来源和热源上有较为密切的关系。

因此，本书对研究区 4 期中酸性侵入岩及其边缘接触带典型矿（床）点运用岩石学、矿床学及地球化学的方法，研究岩（矿）石的宏微观特征、主量元素、稀土元素、微量元素和同位素等特征，剖析岩体岩石的成因分类、源区及其物质成分、部分熔融条件（方式、温度和压力）以及矿床的产出特征、成矿环境及时代，探索岩体产出的大地构造环境、矿（床）点成矿物质来源及成矿元素的迁移富集规律，进而阐明岩浆活动与构造事件的耦合关系以及成矿过程和岩体的贡献因子。

一、研究历史

1. 区域地质矿产调查

1958 年，地质部第十三大队完成《西昆仑山北坡 1:20 万地质测量与普查工作报告》，是区内首次开展的面积性、综合性地质调查，对地层、岩石、构造和矿产均进行了系统的综合研究，为以后的地质矿产调查与研究奠定了基础。

1984 年，新疆地矿局第一石油大队完成了《西昆仑山叶尔羌河上游地区 1:100 万区域地质调查报告》，该报告对区域地层进行了比较系统的划分，初步建立了该地区的地层层序，对岩浆岩、变质作用、地质构造及矿产也进行了较系统的研究。

2000—2005 年，陕西地调院、河南地调院等单位在西昆仑开展了 1:25 万区域地质调查。图幅包括《麻扎幅》《叶城幅》《塔什库尔干县幅》《库尔干幅》《英吉沙幅》等十几幅，范围覆盖整个西昆仑，对西昆仑地区地层、岩石、构造、矿产等进行了详细研究。建立了地层格架，划分了岩浆岩系列，提出了构造演化过程。这是一次全面、系统研究西昆仑造山带的过程，为西昆仑的进一步研究提供了详细且较为可靠的基础资料。

2. 综合研究及编图

1985年,新疆地质矿产局第二地质大队编制完成1:50万《新疆南疆西部地质图、矿产图及说明书》,详细划分了该区的地层、岩浆岩,较为详细地探讨了区内矿产分布和形成的时空规律。

1986年,新疆地矿局第一区域地质调查大队编制完成《新疆维吾尔自治区大地构造图(1:200万)及说明书》,对新疆大地构造及其分布进行了系统性总结。

1993年,新疆地质矿产局编制并公开出版《新疆维吾尔自治区区域地质志》,对新疆1985年底之前的地质调查、研究成果进行了全面、系统的总结。

1987—1990年,中国科学院青藏高原综合科学考察队潘裕生等学者深入西昆仑,对地质、地理等特征进行了全面考察研究,2000年出版了《青藏高原喀喇昆仑—昆仑山地区科学考察丛书》共4套。该项研究具有多学科、系统、深入等优势,是目前该地区研究的权威著作之一。

2000年,王元龙、王中刚等编写并公开出版《昆仑—阿尔金岩浆活动及成矿作用》,对岩浆岩地质与演化特征进行了总结,指出了岩浆岩类型与成矿作用的关系,并划分出成矿远景区,对本区进一步找矿有一定的指导意义。

2003年,中国地质科学院孙海田等编写并公开出版了《西昆仑金属成矿省概论》,该书论述了西昆仑地区金属矿床特征及区域成矿规律,阐述矿床成矿地质构造背景,矿床时空分布规律,论述了各种类型矿床的特征,探讨了重要矿床类型的成因,评价了金属矿床成矿潜力,指出了进一步勘查找矿方向。

3. 专题研究

从2002到2018年十余年间,中科院贵阳地化所、广州地化所、中国地质大学(北京)、吉林大学、中国地质科学院、西北大学、中南大学、长安大学和新疆大学等单位的硕士、博士研究生完成了十余篇有关西昆仑大地构造演化、造山作用、岩浆活动、成矿地质条件和区域成矿规律等方面的论文,取得了丰硕的成果。多年来许多地质学家在研究区及邻区进行了大量针对某些地质问题的专门研究,如程裕淇、汪玉珍、姜春发、郝治纯、肖序常、高振家、丁道桂、何国琦、王学佑、邓万明、张传林、郭坤一、崔建堂、张占武、王元龙、袁超、韩芳林、于晓飞、崔春龙、陆松年、王世炎、王核、康磊、姜耀辉、肖文交等对元古宙、古生代、中-新生代地层、超基性岩类、中酸性岩类、大地构造及重要断裂带、库地蛇绿岩套等的研究,他们的研究成果在区内甚至全国产生了较大的影响,大大提高了区域地质研究程度。

二、研究思路和主要内容

花岗岩是大陆地壳的重要组成部分,是人类了解地球深部信息的有效载体。不同时代花岗质岩石的形成反映了研究区构造岩浆热事件的演化历史,不同地球化学属性花岗质岩石的形成反映了深部陆壳物质组成的差异和壳幔相互作用的性质,不同的花岗质岩石组合反映了不同的构造背景。因此,对不同性质花岗岩的研究是我们了解大

陆岩石圈形成与演化历史以及壳幔相互作用性质等方面的重要途径。

基于研究区岩体的岩石、侵位和产出特征及其接触带矿(床)点出露和展布规律,结合前人的研究成果和调查情况,以岩浆活动与构造事件耦合关系为主线,以成矿地质条件和物质来源为切入点,探讨该区中酸性岩浆活动与成矿的关系。故采用传统经典的研究方法,即“认真分析、总结前人研究成果+重点野外调查和取样+室内分析测试+综合对比研究”四者相结合。本书的研究思路是重点解剖,综合研究,以系统论为指导。

(1) 岩体研究路线:① 调查岩体的产出状态、期次划分、接触关系及岩石矿物学特征;② 进行岩石年龄测定,结合岩体的接触关系,确定岩浆侵位成岩时代;③ 分析岩石的主量元素,结合矿物含量及典型矿物特征,进行较为准确的岩石命名,并对岩体的产出环境做出初步分析;④ 分析岩石的稀土元素,对岩体的岩浆演化及产出环境做进一步的分析;⑤ 分析岩石的微量元素,对其岩浆来源、演化特征综合分析;⑥ 综合分析岩体的形成环境和成因,对岩石成因类型、源区物质、部分熔融条件及构造环境做出判别;⑦ 分析当时的区域地质构造环境;⑧ 综合所有资料,对每期岩浆活动可能的构造事件做出判断。

(2) 典型矿(床)点研究路线:① 对与岩体相关的矿(床)点进行野外调查,详细调查矿床地质特征,包括矿体的赋存环境、控矿因素、形态、产状和围岩等特征,以及矿床规模、品位、围岩蚀变和找矿标志等,详细观察矿石及脉石矿物组成、结构构造等,并对其进行系统地采样。② 对不同样品进行相关的室内分析测试,主要包括:a. 光薄片的观察鉴定;b. 矿石及围岩的成矿元素含量的测定;c. 岩(矿)石全岩分析测试;d. 岩(矿)石微量元素和稀土元素分析测试。③ 综合对比分析:包括纵向对比分析野外调查资料和室内分析测试差异性特征,横向对比分析不同期次岩浆岩之间各种特征的差异。得出不同岩浆岩的矿物成分及含量、分类命名、结构构造、形成时代、侵入顺序、微量元素、稀土元素和同位素地球化学特征。确定岩石名称、岩石类型、岩浆侵位、成岩时代、岩浆演化和产出的构造环境,最后综合分析岩浆活动和构造事件的耦合关系。分析典型矿(床)点成矿地质条件和物质来源,探讨哪些岩浆活动可能为边缘接触带中的矿(床)点在成矿作用过程中提供了物源和热源。

主要研究以下 3 个方面的内容:① 4 期岩体(中元古代、寒武纪、志留纪、三叠纪)的地质环境和岩石学特征,包括岩体的产出环境、接触关系、期次划分,岩石的形成时代、矿物组成、典型矿物特征、分类命名、结构构造、主量元素、稀土元素、微量元素和同位素等特征。重点研究岩体岩石的成因分类、源区及其物质成分、部分熔融条件、产出构造环境等。② 岩体边缘接触带典型矿(床)点的矿床地质和地球化学特征。③ 岩浆热液的成矿作用,重点研究成矿地质条件及物质来源。

三、工作概况

本书研究工作是在新疆阿克陶县恰尔隆一带 1:5 万区域地质矿产调查(XJQDZ2006-18)、新疆阿克陶县库斯拉甫一带 1:5 万区域地质矿产调查

(XJZBKD2007-1) 和西南科技大学博士基金 (14zx7126) 等项目支持下完成的。

研究工作完成实物工作量如下表所示。

研究工作量一览表

工作项目	技术指标	数量
地质观测路线		120 km
薄片鉴定		92 件
矿石品位分析	Au、Ag、Cu、Pb、Zn、Mo	23 件
主量元素分析	SiO ₂ 、TiO ₂ 、Al ₂ O ₃ 、Fe ₂ O ₃ 、FeO、MnO、MgO、CaO、Na ₂ O、K ₂ O、P ₂ O ₅	66 件
微量、稀土元素分析	Cs、Rb、Sr、Ba、Ga、Nb、Ta、Zr、Hf、Th、V、Cr、Co、Ni、Li、Sc、U、La、Ce、Pr、Nd、Sm、Eu、Gd、Tb、Dy、Ho、Er、Tm、Yb、Lu、Y	75 件
锆石挑选		约 200 粒
锆石 U-Pb 同位素测年		105 粒
路线地质剖面		30 km
实测地质剖面 (1:2000, 1:5000)		40 km

四、研究进展

本书对研究区 4 期 (中元古代、寒武纪、志留纪和三叠纪) 中酸性侵入岩及其边缘接触带典型矿 (床) 点运用岩石学、矿床学及地球化学的方法, 研究岩 (矿) 石的宏微观特征、主量元素、稀土元素、微量元素和同位素等特征, 剖析岩体岩石的成因分类、源区及其物质成分、部分熔融条件 (方式、温度和压力) 以及矿床的产出特征、成矿环境及时代, 探索岩体产出的大地构造环境、矿 (床) 点成矿物质来源及成矿元素的迁移富集规律, 进而阐明岩浆活动与构造事件的耦合关系以及成矿过程和岩体的贡献因子, 主要取得了以下几点认识:

(1) 中元古代花岗岩类以喀特列克岩体 (δoPt) 和阿孜巴勒迪尔岩体 ($\eta\gamma Pt$) 为代表, 前者主要为石英闪长岩, 具有贫硅、高钙、中碱、准铝质、低 REE 含量和中等负 Eu 异常等特征, 成因类型上归属于 I 型花岗岩, 在温度约为 949 °C、压力 $\approx 8 \times 10^5$ kPa (或 30 ~ 40 km) 的条件下, 由下地壳的砂质岩或英云闪长岩 (不排除有玄武岩的源岩) 经角闪石脱水熔融而形成, 属于造山期后花岗岩类, 表现为挤压型的构造环境。后者总体上属于变质花岗岩, 主体岩石为二长花岗岩, 锆石 U-Pb 谐和年龄为 (1423 ± 19) Ma。该岩石具有富硅、高碱、富钾、准铝质、全铁含量高、高 REE 含量和强烈负 Eu 异常等特征, 属于 A2 型花岗岩, 在温度约为 799 °C、压力 $< 4 \times 10^5$ kPa (或 15 km) 的条件下, 由中下地壳的泥质岩或砂质岩经黑云母的脱水熔融而形成。主要经历过下地壳的部分熔融过程, 显示为造山期后的环境, 与伸展作用关系密切。早期事件 (δoPt 的侵位) 与兴地运动 (一幕) 有关, 晚期事件 ($\eta\gamma Pt$ 的侵位) 在时间及区域上与兴地运

动（二幕）比较吻合。这两期岩浆活动为古塔里木板块的固结—裂解提供了新的证据及裂解模式的补充。

（2）寒武纪花岗岩类以云吉于孜和马拉喀喀奇杂岩体为代表，后者早序次岩石侵位规模大，出露广泛，为石英（二长）闪长岩，具贫硅、中碱、高钙、准铝质、低 REE 含量和中等负 Eu 异常等特征，为 I 型花岗岩，岩石是在温度约为 830 °C、压力 $\approx 8 \times 10^5$ kPa（或形成深度 30 ~ 40 km）的条件下，由下地壳的英云闪长岩或砂质岩（不排除玄武岩源岩的加入）经角闪石的脱水熔融而形成。晚序次以岩株、岩脉状穿插其中，为（二长）花岗岩，具富硅、低钙、富钾、准铝质、高 REE 和强烈负 Eu 异常等特征，属于 S 型花岗岩，岩石是在温度约为 912 °C、压力 $\approx 8 \times 10^5$ kPa（或形成深度 30 ~ 40 km）的条件下，由中下地壳的砂质岩或泥页岩经黑云母的脱水熔融而形成，主体岩石的锆石 U-Pb 年龄为 (512 ± 4) Ma。两序次岩石均产于挤压型岛弧环境中，可能由昆仑洋的俯冲消减引起，不同之处在于早序次岩石产于活动大陆（西昆仑地块）边缘位置，而晚序次形成在俯冲消减带上，两序次岩石均为消减洋壳上部不同源区地壳部分熔融的产物。

（3）志留纪花岗岩类种类较多，以卡拉库鲁木复式岩体、阿勒玛勒克杂岩体和空巴克岩体为代表。卡拉库鲁木复式岩体早期岩石属于 I 型花岗岩，晚期岩石属于 S 型花岗岩。阿勒玛勒克杂岩体和空巴克岩体，均属于 I 型花岗岩，产于闭合边缘岛弧挤压—伸展过渡的环境。在志留纪昆北洋壳发生俯冲、消减，在此过程中靠近西昆仑中带可能发生局部的碰撞抬升，形成少量志留纪 I 型花岗岩（卡拉库鲁木复式岩体主体岩石），而在离俯冲消减带稍远的西昆仑北带地壳薄弱区则有大量 I 型花岗岩的侵入（阿勒玛勒克杂岩体和空巴克岩体）。

（4）三叠纪花岗岩类以贝勒克其岩体（ $\eta\gamma T$ ）为代表，主要为二长花岗岩，锆石 U-Pb 年龄为 (236 ± 4) Ma。该岩体具有富硅、高钙、中碱、弱过铝质、低 REE 含量和中等负 Eu 异常等特征。属于 S 型花岗岩，岩石是在温度约为 703 °C、压力为 $(8 \sim 15) \times 10^5$ kPa（或深度为 40 ~ 50 km）的条件下，由壳源的杂砂岩或页岩经黑云母的脱水熔融而形成，产于大陆—大陆碰撞带构造环境中。该期岩浆活动在时空位置，岩性及地球化学特征均与南昆仑地体与甜水海地体之间约 240 Ma 发生强烈挤压造山运动相一致，是其碰撞造山的产物，但也存在一些明显的差异。

（5）提出中元古代至三叠纪西昆仑北缘岩浆活动-构造演化模式。

（6）西昆仑北缘塔什库尔干至莎车一带与中酸性岩浆活动有关的成矿有主要有两期。① 第一期成矿发生在加里东期（早志留世），成矿环境为西昆仑北带向西昆仑中带俯冲消减的岛弧环境，成矿主要位于俯冲消减带的南西侧（即靠近西昆仑中带），矿种以金、钼、铜、铅锌和铁等为主，矿床类型主要有岩浆热液型金铜矿、斑岩型铜（钼）矿和矽卡岩型铁、铅锌和钼矿等。② 第二期主要发生在印支期（三叠纪），成矿环境为碰撞造山环境，成矿主要位于库斯拉甫断裂（西昆仑北带的北东界）的西侧，矿种以金、钼和铜等为主，矿床类型主要有岩浆热液型铜矿、石英脉型金矿和斑岩型钼矿。

五、致 谢

本书得到了新疆维吾尔自治区新疆阿克陶县恰尔隆一带 1 : 50 000 区域地质矿产调查(XJQDZ2006-18)和阿克陶县库斯拉甫一带 1 : 50 000 区域地质矿产调查(XJZBKD 2007-1)的联合资助。中国地质大学(武汉)地质过程与矿产资源国家重点实验室(GPMR)、中国地质调查局成都地质调查中心、中国地质调查局天津地质调查中心、新疆地矿局中心实验室、西南科技大学环境与资源学院显微实验室、新疆地矿局第二地质大队等单位分别承担了本书有关样品的加工、制片和测试工作,在此表示感谢。

在新疆区调项目工作期间,与我共同工作在西昆仑的杨恒书教授、崔春龙教授、杨剑教授、陈廷芳教授、刘岁海副教授,侯兰杰、李文杰、朱余银等老师及范飞鹏、吕丰强、顾清月、邱洪亮、刘建龙、韩东亚等学生的大力支持,都为本书的野外工作和有关资料的收集提供了全力帮助。

著 者

2019年6月

目 录

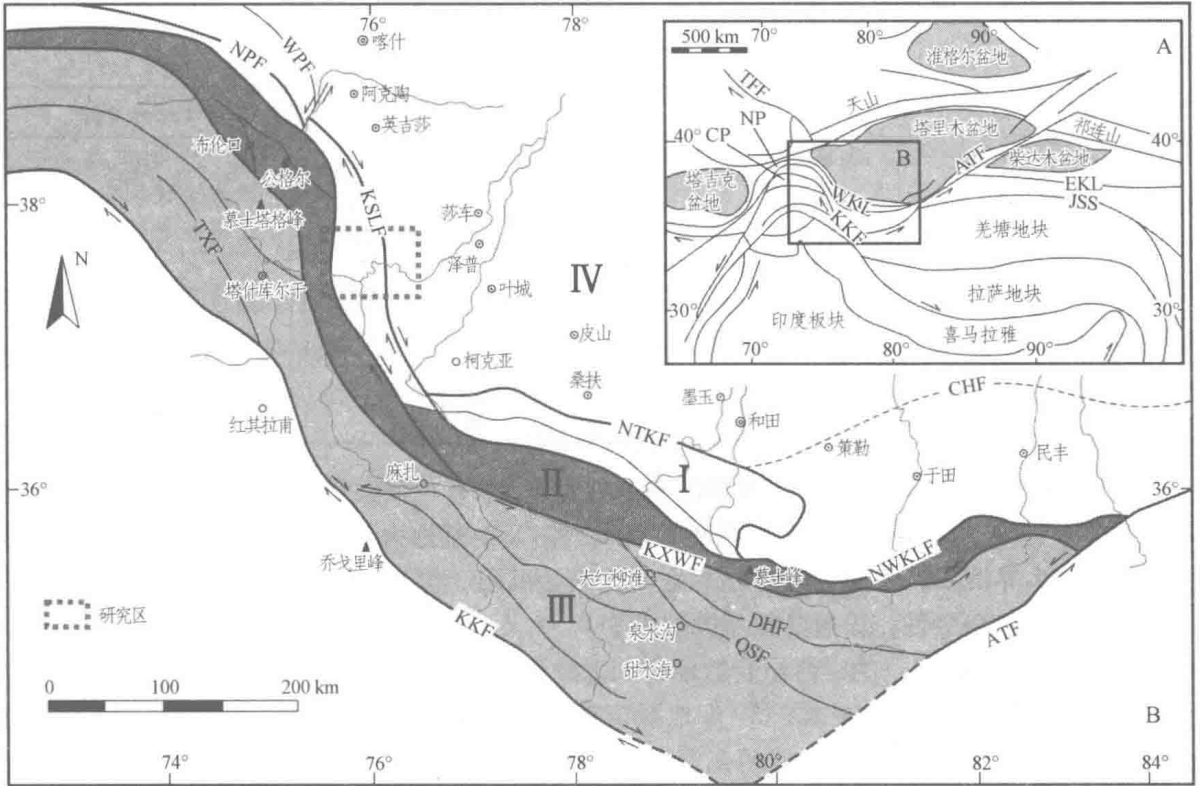
第一章 区域地质背景	1
第一节 西昆仑地质概况	1
一、构造单元划分	2
二、构造演化与岩浆活动	3
第二节 西昆仑北带地质特征	4
一、构造特征	5
二、花岗岩类	5
三、沉积环境及地层展布	5
第三节 研究区地质特征	6
一、构造	6
二、地层	9
三、岩浆岩	11
小 结	14
第二章 岩石学及矿物学特征	16
一、中元古代花岗岩类	16
二、寒武纪花岗岩类	16
三、志留纪花岗岩类	17
四、三叠纪花岗岩类	19
小 结	20
第三章 分析方法	21
一、全岩(矿石)主量元素	21
二、全岩(矿石)微量、稀土元素	21
三、LA-ICPMS 锆石 U-Pb 定年	21
第四章 分析结果	23
第一节 锆石 U-Pb 定年	23
一、中元古代花岗岩类	23
二、寒武纪花岗岩类	27
三、三叠纪花岗岩类	30
第二节 主量元素、稀土元素和微量元素	33
一、中元古代花岗岩类	33
二、寒武纪花岗岩类	38
三、志留纪花岗岩类	43

四、三叠纪花岗岩类	52
小 结	56
第五章 岩石成因分类、源区及产出构造环境	58
第一节 中元古代花岗岩类	58
一、成因类型及岩浆源区	58
二、部分熔融条件	63
三、构造环境判别	69
第二节 寒武纪花岗岩类	70
一、两序次岩石的关系	70
二、成因类型和源区性质	72
三、部分熔融条件	74
四、形成环境分析	76
第三节 志留纪花岗岩类	78
一、卡拉库鲁木复式岩体	78
二、阿勒玛勒克杂岩体	83
三、空巴克岩体	87
四、三个岩体岩石成因分析	89
第四节 三叠纪花岗岩类	90
一、成因类型	90
二、源区性质	92
三、部分熔融条件	93
四、构造环境分析	94
小 结	96
第六章 地质意义	97
第一节 构造演化与岩浆活动的耦合关系	97
一、中元古代构造运动与岩浆活动	97
二、寒武纪构造运动与岩浆活动	98
三、志留纪构造运动与岩浆活动	99
四、三叠纪构造运动与岩浆活动	100
五、中元古代—三叠纪构造演化模式	103
第二节 成矿意义	105
一、区内多金属矿产概况及分布特征	105
二、典型矿(床)点地质及元素地球化学特征	107
三、岩浆活动与成矿关系探讨	123
小 结	125
结 语	127
参考文献	128
图版说明	148

第一章 区域地质背景

第一节 西昆仑地质概况

西昆仑位于青藏高原西北缘，是中国的秦（岭）—祁（连山）—昆（仑）中央造山带的重要组成部分，其纵向上由构造岩片为基本单位的层圈结构与横向上条块相间的构造格局是该区晚太古代以来多体制、多旋回、长期复杂演化的结果（图 1-1-1），其北以柯岗断裂或库斯拉甫断裂为界与塔里木南缘铁克里克相接，南以麻扎—康西瓦结合带与巴颜喀拉构造带为界（崔建堂，等，2006）。



- I—西昆仑北带；II—西昆仑中带；III—西昆仑南带；IV—塔里木盆地；CP—中帕米尔；NP—北帕米尔；WKL—西昆仑造山带；EKL—东昆仑造山带；JSS—金沙缝合线；TEF—塔拉斯—费尔干纳断裂；KKF—喀喇昆仑断裂；ATF—阿尔金断裂；CHF—车尔臣断裂；NWKLF—西昆仑北缘断裂；DHF—大红柳滩断裂；QSF—泉水沟断裂；KXWF—康西瓦断裂；NTKF—铁克里克北缘断裂；KSLF—库斯拉甫断裂；TXF—塔什库尔干断裂；NPF—帕米尔北缘断裂；WPF—乌泊尔断裂。

图 1-1-1 西昆仑造山带区域构造位置 (A) 和构造区带划分 (B)

(据：曹凯，等，2009；廖林，2010。略有修改)

一、构造单元划分

有关西昆仑的大地构造相划分，认识上存在一些分歧。

潘裕生等（1989、1990）认为西昆仑存在两条不同时期的重要构造带，即库地—苏巴什（本研究区的库科西力克断裂）和麻扎—康西瓦—木孜塔格构造带。西昆仑山被这两条构造带分成了3部分：北带、中带和南带（图 1-1-1）。

① 南带从构造意义讲已不属西昆仑构造区，它的地史发展、沉积建造、岩浆活动、构造变形和变质作用与西昆仑区都有显著不同（表 1-1-1），而与羌塘地块关系密切。主要分布浅变质的砂板岩，以陆源碎屑物质为主，区内岩浆活动较弱，主要为一些中酸性小岩体侵入，岩珠、岩瘤型，极少有岩基。岩石组合以各种花岗岩类为主，偏酸性，通常未变质，岩浆形成深度一般较浅，由地壳重熔而成。

② 中带主要由前震旦纪的变质岩组成，结晶基底变质程度通常达角闪岩相，基底变质岩之上为古生界沉积。西昆仑中带的岩浆活动非常强烈，大型岩基成带分布，且具有多期次活动特征，岩石组合类型繁多，以英云闪长岩—花岗闪长岩—花岗岩为主，早期变质的大多偏中性，晚期未变质的大多偏酸性。

表 1-1-1 西昆仑区域构造分带特征简表（据于晓飞，等，2011）

构造分带	西昆仑北带	西昆仑中带	西昆仑南带
发育地层	前震旦纪变质结晶基底，寒武纪、奥陶纪沉积岩，晚古生代沉积岩系，中生代沉积岩系，第四系	前震旦纪变质结晶基底，早古生代火山岩，中生代沉积岩系	晚古生代沉积岩系，中生代沉积岩系，第四系
岩浆活动	岩浆活动微弱，加里东期、印支期花岗岩零星出露	加里东期花岗岩，海西期花岗岩，印支期花岗岩	印支期花岗岩，燕山期花岗岩，喜山期碱性花岗岩
区域矿产	Cu、Pb、Zn、Au、Fe	Cu、Mo、Au、Fe (Co)、W、Sn	Fe (Co)、Au、Sb、Mn、Li、Be

③ 西昆仑北带的地史发育与中带区别不甚显著，亦有一个类似的前震旦纪变质结晶基底（表 1-1-1），基底岩系中发育一套纯白色块状大理岩及由基性火山岩变质的绿片岩，基底岩系之上亦有古生界沉积，主要为陆源碎屑岩及碳酸盐沉积。也有变质的基性与酸性岩脉穿插，但规模不及西昆仑中带，普遍具强烈的变形。

肖文交等（2000）认为，西昆仑造山带的大地构造相自北向南大致包括：① 塔里木地块西南构造域；② 库地北岩浆弧；③ 库地混杂带；④ 库地微陆块；⑤ 主剪切带；⑥ 峡南桥钙碱性岩浆杂岩带；⑦ 麻扎—康西瓦混杂带—增生楔；⑧ 甜水海前陆褶皱冲断带等组成部分。其中大地构造相①~⑤记录了新元古代—早古生代原特提斯洋（或昆北洋）向北消减，欧亚大陆向南增生的历史，而大地构造相⑥~⑧记录了羌塘地块北部被动陆缘沉积大地构造演化、古特提斯洋晚古生代—早中生代的消减以及羌塘地块与欧亚大陆碰撞、拼贴并最终焊接的历史。

成守德等（1998、2000）认为西昆仑的大地构造格局与新疆古大陆的形成、裂解及古亚洲洋、特提斯洋的产生、发展和消亡有密切的联系。

前人从古海洋的沉积环境、沉积类型、变质岩的类型和分布、岩浆活动的强弱和规模（潘

裕生, 等, 1989、1990), 增生造山作用(肖文交, 等, 2000), 古大陆(或古大洋)的形成和解体(成守德, 等, 1998、2000)等不同角度对西昆仑的大地构造相进行了剖析和划分, 其实他们划分的一些构造带或微相之间可以进行相应的横向对比, 例如潘裕生等(1989、1990)划分的西昆仑北带与肖文交等(2000)划分的塔里木地块西南构造域和库地北岩浆弧可以进行比较。

根据本书的研究范围、研究内容及研究思路, 本书在西昆仑大地构造相划分中主要拟采用潘裕生等(1989、1990)的划分方案, 其他方案予以补充, 即将其划分为西昆仑北带、中带和南带。本书的大部分研究范围属于西昆仑北带(库斯拉甫断裂之南西、库科西力克断裂之北东)的范畴, 少部分属于西昆仑中带(库科西力克断裂之南西)和塔里木地块(库斯拉甫断裂之北东)。

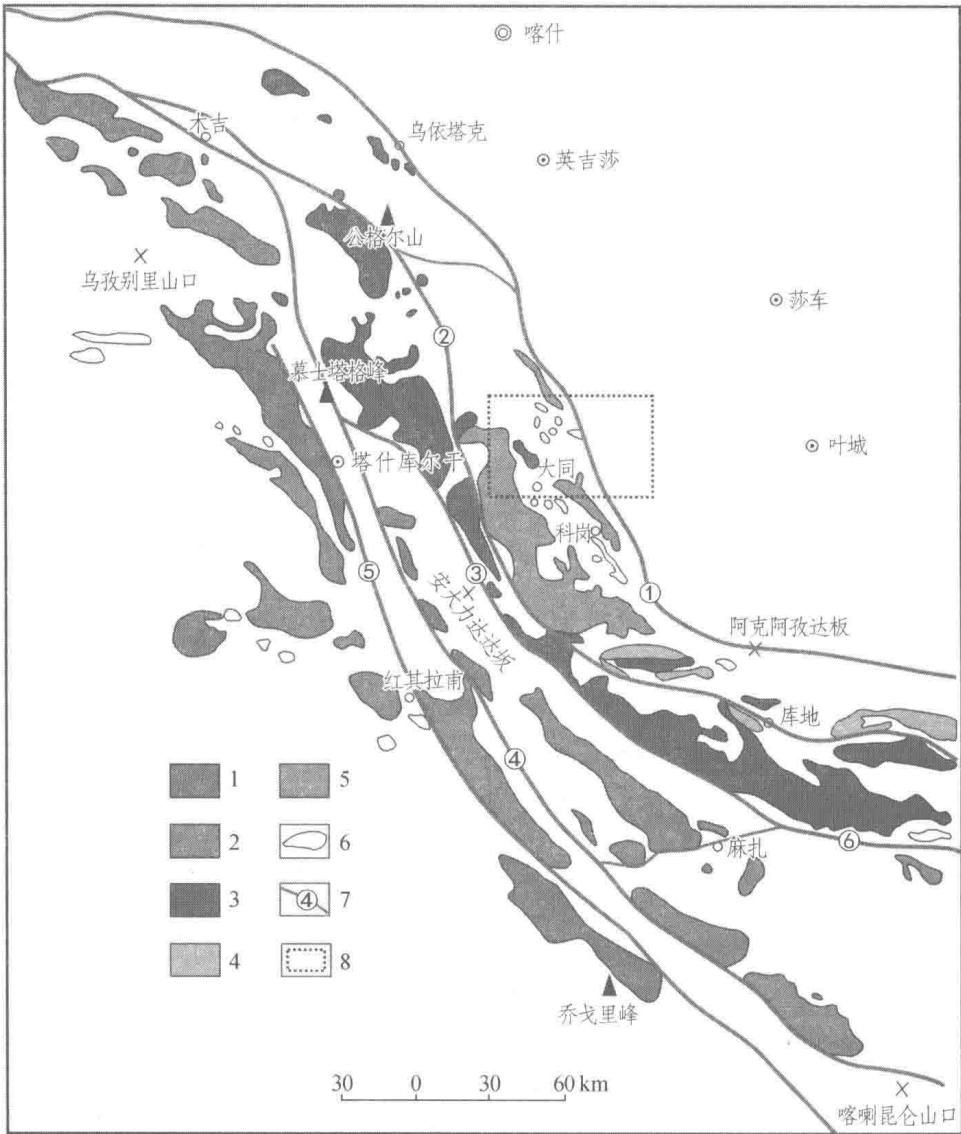
二、构造演化与岩浆活动

汪玉珍和方锡廉(1987)认为在漫长的地史发展过程中, 西昆仑山曾有过多次的岩浆活动, 活动的时代有古元古代(PPt)、中元古代(MPt)、新元古代(NPt)、早古生代(Pz_1)、晚古生代(Pz_2)、早中生代(Mz_1)、晚中生代(Mz_2)及新生代(Kz)等。其中最发育的有四期: 古元古代中期(中条期)、晚古生代早期(华力西早期)、晚古生代晚期(华力西晚期)和中生代的晚期(燕山期)。这些不同时期岩体的分布明显地受到区域性深大断裂的控制(图1-1-2)。

毕华等(1999)通过对20世纪80年代以来陆续发表的西昆仑170余个岩浆岩、矿石同位素年龄数据进行统计和分析, 将西昆仑造山带的构造—岩浆演化划分为5个阶段: ①新太古代—中元古代早期(Ar_3 — Pt_2^1)构造—岩浆活动阶段(2800~1400 Ma); ②中元古代中晚期(Pt_2^2)构造—岩浆演化稳定阶段(1400~1000 Ma); ③新元古代早期—中二叠世(Pt_3^1 — P_2)构造—岩浆活动阶段(1000~250 Ma); ④早三叠世—中三叠世(T_1 — T_2)构造—岩浆演化稳定阶段(250~230 Ma); ⑤晚三叠世—第四纪(T_3 —Q)构造—岩浆活动阶段(230~0 Ma)。

崔建堂等(2006)认为西昆仑的构造演化历史可粗略划分为三大阶段, 5个演化时期。三大构造演化阶段是指: ①前震旦纪结晶基底形成演化阶段; ②震旦纪至中三叠世板块构造机制演化阶段; ③晚三叠世以来的板内演化阶段。5个演化时期包括四堡—晋宁期(Ch-Qb)、震旦—加里东期(Nh-S)、华力西期(D- P_2)、华力西—印支期(P_3 - T_2)和印支—燕山期(T_3 -K)。

通过近些年对该区域中酸性岩浆岩的调查和研究, 认为在中元古代中期(Pt_2^2)及早三叠世—中三叠世(T_1 — T_2)也存在一些岩浆活动, 如分布于阿克陶县库斯拉甫乡南西的阿孜巴勒迪尔岩体($\eta\gamma$ Pt), 锆石 U-Pb 谐和年龄为(1423±19) Ma(黄建国, 等, 2012b), 以及分布于阿克陶县塔尔乡附近的贝勒克其岩体($\eta\gamma$ T), 锆石 U-Pb 算术平均年龄为(236±4) Ma(Huang, et al, 2013)。但这些岩体的分布较为局限, 主要分布于西昆仑北缘与塔里木盆地西南缘的结合部位西侧(属于西昆仑北带的范围), 同时岩体的规模和岩浆活动强度相对均较弱。



1—新生代塔什库尔干岩带；2—中生代东帕米尔—喀喇昆仑岩带；3—晚古生代公格尔—阿克阿孜山岩带；
 4—早古生代却普—他龙岩带；5—元古代科干岩带；6—时代不明的岩体；7—断裂及其编号
 (① 铁克里克西南侧大断裂；② 喀拉塔什—依莎克阿特—他龙深断裂；③ 安大力塔克—
 库浪那古河大断裂；④ 木吉河—塔什库尔干—阿格勒达坂大断裂；⑤ 红其拉甫—
 克勒青河大断裂；⑥ 麻扎—康西瓦大断裂)；8—研究区域。

图 1-1-2 西昆仑中酸性岩体分布略图 (据汪玉珍和方锡廉, 1987, 略有修改)

第二节 西昆仑北带地质特征

西昆仑北带位于西昆仑的最北东边，在研究区内以库斯拉甫断裂为北东边界，以库科西力克断裂为南西边界，该区域与塔里木盆地的西南缘相接，在沉积环境、特别是古生代以来的沉积环境方面具有一定的类比性，但在岩浆岩的规模和分布、变质作用的类型和强度及构造演化上也存在显著的差别。

一、构造特征

西昆仑北带是指库地—苏巴什断裂构造带（潘裕生，等，1989、1990）或喀拉塔什—依莎克阿特—他龙深断裂带（汪玉珍和方锡廉，1987）或库科西力克断裂带之北东，盖孜—库斯拉甫断裂构造带（黄建国，等，2012a、2012b、2012c）或铁克里克西南侧大断裂（汪玉珍和方锡廉，1987）之南西的区域范围。

西昆仑北带存在一个前震旦纪的变质结晶基底 [主要为长城系赛图拉岩组 (Chst) 和蓟县系桑珠塔格群 (JxS)], 被震旦系、古生界、中生界和新生界地层覆盖, 变质结晶基底中普遍夹有纯白色块状大理岩层。西昆仑北带的岩浆活动相对西昆仑中带来说有显著减弱, 主要分布于新疆塔什库尔干县大同乡至叶城县库地乡, 但也具多期次活动的特点。沉积环境在震旦纪到早古生代属被动大陆边缘, 石炭—三叠纪似乎为岛弧到弧后盆地性质(万之益, 1982)。

二、花岗岩类

从区域地质资料可知, 西昆仑北带花岗岩类的分布虽不如西昆仑中带那么规模巨大, 但时代延伸亦非常广泛。时代有: ① 古元古代(阿喀孜岩体, 角斑岩 Rb-Sr 法年龄, $>1\ 743\ \text{Ma}$, 汪玉珍和方锡廉, 1987); ② 中元古代[喀特列克岩体, 角闪石单矿物 Rb-Sr 法年龄, 为 $1\ 567\ \text{Ma}$, 汪玉珍和方锡廉, 1987; 阿孜巴勒迪尔岩体, 锆石 U-Pb 谐和年龄, 为 $(1\ 423 \pm 19)\ \text{Ma}$, 黄建国, 等, 2012b]; ③ 新元古代(坎地里克岩体, 角闪石单矿物 Rb-Sr 法年龄, 为 $664\ \text{Ma}$, 汪玉珍和方锡廉, 1987); ④ 早古生代早期[新藏公路 128 km 岩体, 黑云母 K-Ar 法年龄, 为 $517\ \text{Ma}$, 汪玉珍和方锡廉, 1987; 马拉喀喀奇阔岩体, 锆石 U-Pb 算术平均年龄, 为 $(512 \pm 4)\ \text{Ma}$, 黄建国, 等, 2013]; ⑤ 早古生代中晚期[库地北岩体, 黑云母 K-Ar 法年龄, 为 $445\ \text{Ma}$, 汪玉珍和方锡廉, 1987; 阿勒玛勒克杂岩体及空巴克岩体, 锆石 U-Pb 谐和年龄, 分别为 $(434 \pm 2)\ \text{Ma}$ 和 $(432 \pm 2)\ \text{Ma}$, 崔春龙, 等, 2008]; ⑥ 晚古生代晚期(阿克阿孜山岩体和霍峡尔岩体, 黑云母 K-Ar 法年龄, 分别为 $278\ \text{Ma}$ 和 $269.5\ \text{Ma}$, 汪玉珍和方锡廉, 1987); ⑦ 中生代早期[贝勒克其岩体, 锆石 U-Pb 谐和年龄, 为 $(236 \pm 4)\ \text{Ma}$, Huang, et al, 2013]等。其中出露面积较大的岩体时代依次为: 中元古代、早古生代和晚古生代, 其余时代的花岗岩类出露较为局限。

三、沉积环境及地层展布

西昆仑北带的地史发育与中带区别不甚显著, 亦有一个类似的前震旦纪变质结晶基底, 基底岩系中普遍含一套纯白色块状大理岩及由基性火山岩变质的绿片岩, 或许以其特点与中带相区别(潘裕生, 1989)。基底岩系之上为古生界沉积, 主要为陆源碎屑岩及碳酸盐岩, 沉积环境为海槽型, 与塔里木盆地的台地型沉积建造差别明显。海相三叠系的存在与否目前还是个有争论的话题(潘裕生, 1989)。侏罗系主要为含煤岩系沉积, 属陆相山间盆地环境。其

上被红层（白垩系）不整合，红层自下而上为泥岩、砂岩、砾岩，反映沉积时湖盆水变的越来越浅。

第三节 研究区地质特征

一、构造

研究区的大部属于西昆仑北带构造域，少部分属于西昆仑中带和塔里木地块。西昆仑北带无论是结晶基底岩系还是古生界以来的沉积盖层，似乎均延伸到了塔里木盆地中，即倾入于盆地之下。根据孙海田等（2003）的系统研究，研究区的一级大地构造属于塔里木板块（I）（图 1-3-1），二级构造分别属于塔里木南缘拗陷带（I₁）、北昆仑晚古生代陆缘裂谷带（I₂）和西昆仑中间地块（包括西昆仑北带和西昆仑中带）及显生宙岩浆弧带（I₃），纵跨 5 个三级构造单元（表 1-3-1），总体上北东部为塔里木盆地西南缘古生代复合沟弧带，南西部为西昆仑北缘岩浆弧带，显著特征是在西昆仑北缘存在一个前震旦纪的结晶基底。

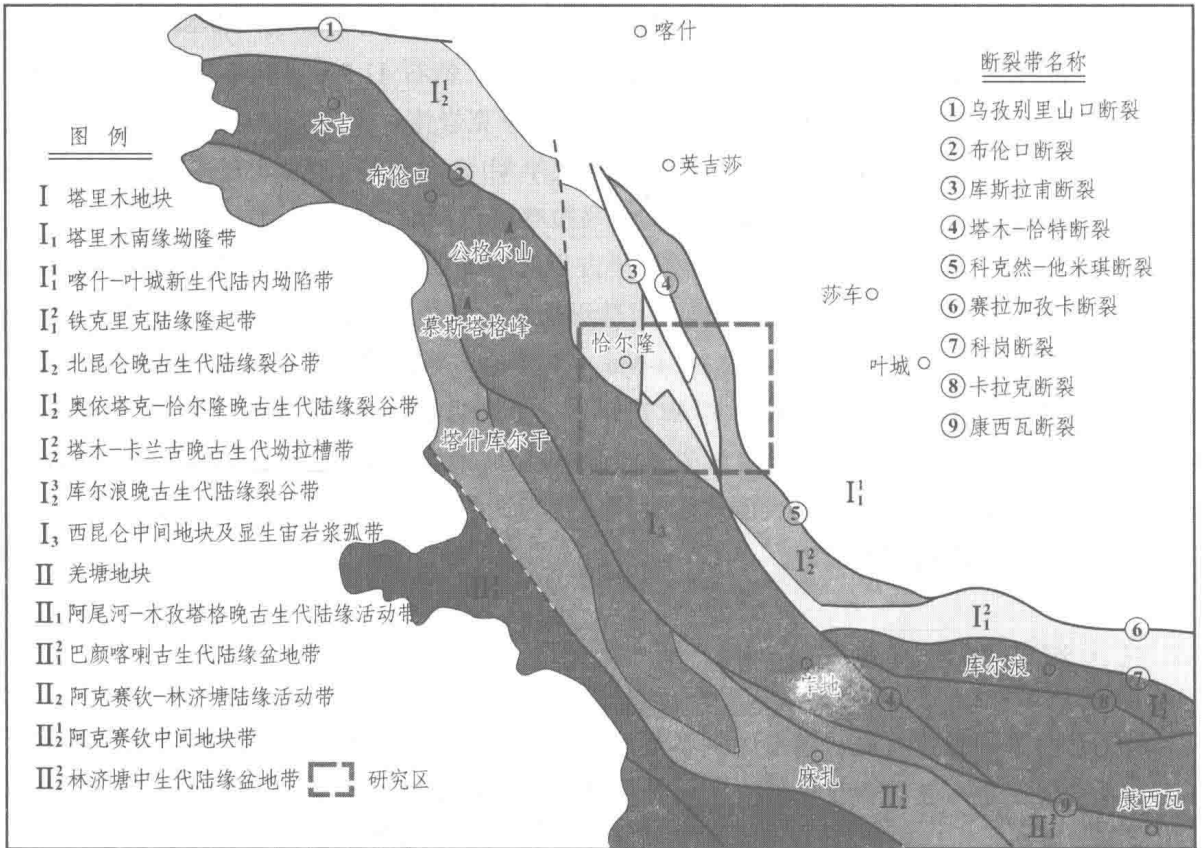


图 1-3-1 研究区的大地构造位置图（据孙海田，等，2003）

研究区内断裂构造比较发育，主要有近南北向断裂、北西向断裂和北东向断裂（图 1-3-2），