

西昆仑块状硫化物矿床成矿 条件和成矿预测

贾群子 等著

地质出版社

西昆仑块状硫化物矿床 成矿条件和成矿预测

贾群子 李文明 于浦生 郭介人 著
张东生 高 鹏 陈贵民

地 质 出 版 社

· 北 京 ·

图书在版编目(CIP)数据

西昆仑块状硫化物矿床成矿条件和成矿预测/贾群子等著. -北京:地质出版社,1999.4
ISBN 7-116-02782-3

I. 西… I. 贾… III. ①硫化物矿床-成矿作用-昆仑山 ②硫化物矿床-成矿预测-昆仑山
N. P618-2

中国版本图书馆 CIP 数据核字(1999)第 09687 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:赵俊磊 王永奉

责任校对:李 玫

*

北京市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:787×1092¹/₁₆ 印张:8.5 图版:2 页 字数:220000

1999 年 4 月北京第一版·1999 年 4 月北京第一次印刷

印数:1—600 册 定价:20.00 元

ISBN 7-116-02782-3

P·2001

(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

位于新疆南部的西昆仑山系地质构造复杂,地层发育齐全,火山-岩浆活动频繁,变形变质作用强烈,成矿地质条件优越,历来为地学界关注。该区广泛发育有从元古宙—古生代的海相火山岩,为块状硫化物矿床的形成提供了有利条件。因此,开展块状硫化物矿床成矿地质背景和成矿条件研究,总结成矿规律,建立区域找矿模式,进行成矿预测,为该区块状硫化物型铜(多金属)矿床找矿和评价提供科学依据,显得尤为重要。笔者1995年承担了地质矿产部定向科研项目“西昆仑块状硫化物型铜(多金属)矿床成矿条件及找矿预测研究”(项目编号95-21)。研究内容包括区域成矿地质背景,海相火山岩岩石系列、岩石组合及成矿环境,块状硫化物矿床地质特征和类型,区域成矿条件和成矿规律,块状硫化物矿床成矿带划分,成矿远景区论证和靶区论证等。研究工作由地质矿产部西安地质矿产研究所和新疆地勘局第二区调大队联合承担。参加项目的研究人员有西安地质矿产研究所的贾群子、李文明、于浦生、邬介人,新疆地勘局第二区调大队的张东生、高鹏、陈贵民。作者克服研究范围大(面积约700km²)、工作程度低和自然条件差等困难,通过扎实的野外工作和较系统的岩矿测试,取得了丰富齐全的第一手资料,圆满地完成了预定的任务,并在实际找矿中有所突破。本书就是在“西昆仑块状硫化物型铜(多金属)矿床成矿条件及找矿预测研究”科研报告的基础上撰写而成的一部较全面、系统介绍西昆仑块状硫化物矿床成矿条件以及成矿预测的专著。

本书第一章由贾群子、李文明和张东生编写,第二章由贾群子和高鹏编写,第三章由李文明、贾群子和陈贵民编写;第四章由贾群子和邬介人编写,第五章由李文明和于浦生编写,结论由贾群子编写。全书由贾群子统纂定稿。

研究工作自始至终得到西安地质矿产研究所朱生英研究员、张建中常务副所长、张瑞林研究员和新疆第二区调大队王宏君总工程师的大力支持和指导,还得到新疆地勘局王福同总工程师、李恒海副总工程师和阎士俊高级工程师、胡建伟高级工程师和弓小平高级工程师的关怀和支持。研究报告承蒙宋叔和院士、汤中立院士、王福同高级工程师、宋志高研究员、祁思敬教授和郭福祺教授审阅,并提出许多宝贵意见。在此一并表示衷心的感谢。对书中不足和错误之处,敬请读者给予指正。

目 录

前 言

第一章 区域成矿地质背景	(1)
第一节 区域大地构造环境及其地质特征	(1)
一、铁克里克陆缘隆起(1 $\frac{1}{2}$)	(1)
二、北昆仑晚古生代沟弧系(1 $\frac{1}{2}$)	(3)
三、公格尔—柳什塔格中间地块(1 $\frac{1}{2}$)	(4)
四、上其汗早古生代岛弧(1 $\frac{1}{2}$)	(5)
五、阿克赛钦中间地块(1 $\frac{1}{2}$)	(6)
第二节 区域地球物理特征	(6)
一、区域重力场基本特征和地壳结构	(6)
二、大地电磁测深和深部结构	(8)
三、地震和深部结构	(8)
第三节 区域地球化学环境	(9)
一、成矿元素在地层中的分配	(9)
二、火山岩成矿元素地球化学	(11)
三、与火山岩有关的含铜(多金属)水系沉积物地球化学特征	(13)
四、区域重砂异常	(14)
五、铜(多金属)化探异常元素组合带(区)划分	(14)
第二章 区域火山岩及其形成环境	(16)
第一节 前寒武纪海相火山岩	(16)
一、长城纪火山岩	(16)
二、蓟县纪火山岩	(21)
第二节 早古生代海相火山岩	(24)
一、库地早古生代蛇绿岩套	(24)
二、上其汗—苏巴什一带早古生代钙碱质火山岩	(30)
三、麻扎—温泉沟一带的晚奥陶世—志留纪火山岩	(35)
第三节 晚古生代火山岩	(37)
一、石炭纪海相火山岩及其形成环境	(37)
二、二叠纪火山岩	(47)
第四节 其他时代的火山岩	(48)
第三章 主要矿床(点)特征及类型	(49)
第一节 以酸性火山岩为主岩的块状硫化物矿床及类型	(49)
一、乌恰县阿克塔什铜型块状硫化物矿床	(49)
二、民丰县上其汗铜—锌型块状硫化物矿床	(60)
三、于田县塔木其铜—锌型块状硫化物矿点	(67)

第二节 以基性火山岩为主岩的块状硫化物矿床及类型	(70)
一、乌恰县萨洛依铜型块状硫化物矿点	(70)
二、乌恰县大勒大铜(金)型块状硫化物矿点	(76)
三、大勒大-萨洛依含铜黄铁矿(化)带特征及找矿前景	(81)
第四章 块状硫化物矿床区域成矿条件分析	(84)
第一节 概述	(84)
第二节 西昆仑块状硫化物矿床成矿条件与控矿因素	(85)
一、构造条件	(85)
二、成矿时代	(87)
三、火山岩岩石组合及系列与成矿的关系	(88)
四、含矿岩石与矿床类型	(90)
五、层位控矿条件	(91)
六、火山作用与成矿物质来源	(92)
七、围岩蚀变	(94)
八、火山机构与成矿的关系	(94)
九、矿石的变形变质作用	(95)
十、成矿温度和海水深度	(96)
第五章 成矿规律与成矿预测	(97)
第一节 成矿规律	(97)
一、区域矿产特征及成矿类型概述	(97)
二、块状硫化物成矿带(区)主要特征	(99)
三、多旋回成矿特点	(102)
第二节 成矿预测	(103)
一、区域找矿模型	(103)
二、块状硫化物矿床成矿远景区定位预测	(103)
三、找矿靶区优选、工作建议和铜资源量定量预测	(114)
结 语	(121)
主要参考文献	(123)
附表 1 西昆仑块状硫化物矿床、矿点、矿化点一览表	(125)
图版说明和图版	(130)

第一章 区域成矿地质背景

研究区位于塔里木地台之南,东南以苦牙克深断裂(若羌—拉竹龙断裂)为界,向西经慕士塔格公格尔,止于国境线地带;南以康西瓦深断裂为界,与喀喇昆仑地槽系分开,总体为呈向南突出的弧形构造。该带与西部的原苏联巴达赫尚—北帕米尔华力西褶皱系相当。研究区经历了漫长的地质发展史,地层发育齐全,地质构造复杂,岩浆-火山活动频繁,为有利成矿区域。

第一节 区域大地构造环境及其地质特征

西昆仑地区大地构造格局及其演化特征,一直为地学界所关注。80年代以来,一些学者(汪玉珍等,1985、1987;张志德等,1988;潘裕生,1989、1992、1996;姜春发等,1992;邓万明,1992;杨克明,1994;丁道桂等,1996;李永安等,1997)从不同角度对西昆仑山的构造演化进行了研讨。概括起来有两种认识:一种认为西昆仑曾是古或原特提斯洋的一部分,其构造演化应纳入到古特提斯构造带范畴之中;另一种认为西昆仑与塔里木地台基底岩系一致,原来均系塔里木古陆的一部分,是元古宙时因陆缘拉张,致使古陆边缘一些地块与古陆发生裂离,形成边缘“岛”和边缘海,经过多次开合而形成的造山带,属塔里木板块南部的活动大陆边缘构造体系。康西瓦大断裂则是南北不同构造域的分界线(或缝合线)。我们通过研究后,比较赞同后一种认识。

在张良臣等(1990、1995)和陈守德等(1986)对新疆板块研究的基础上,本次研究通过对沉积建造、岩浆岩,尤其是火山岩和蛇绿岩、大陆基底时代、地球物理(见后)及矿产分布特征等的分析,把研究区初步划分为铁克里克陆缘隆起(I₁)、北昆仑晚古生代沟弧系(I₂)、公格尔—柳什塔格中间地块(I₃)、上其汗早古生代岛弧(I₄)和阿克赛钦中间地块(I₅)等5个Ⅲ级构造单元(图1-1)。

一、铁克里克陆缘隆起(I₁)

位于塔里木地块西南缘,南界为柯岗断裂,呈北西向展布。前震旦系构成隆起的基底,从震旦纪开始为盖层沉积。古元古界为区内出露的最老地层。古元古界下部为赫罗斯坦群,上部为埃连卡特群,主要由各种混合岩、角闪斜长片麻岩、结晶片岩、石英岩夹大理岩构成,厚度大于10 km,为变质程度达角闪岩相的变质岩系。常见辉绿岩脉、伟晶岩脉穿插其间。阿卡孜达坂北侧条带状混合花岗岩锆石U-Pb等时线上交点年龄为2261 Ma,下交点年龄值为641 Ma(Xu Ronghua等,1992),前者代表该岩体最早一次构造-热事件的年龄,且是研究区内目前所获得的最古老的同位素年龄值,后者代表最后一次构造-热事件年龄。因此,岩系年龄应老于2261 Ma。中元古界长城系塞拉加兹塔格群为细碧角斑岩系,底部为变质玄武岩,厚约800 m;中部以酸性熔岩(石英斑岩、石英角斑岩)为主,夹凝灰岩和沉凝灰岩,厚约850 m;上部为一套片岩夹酸性火山岩,厚约1200 m。该群火山岩由基性火山

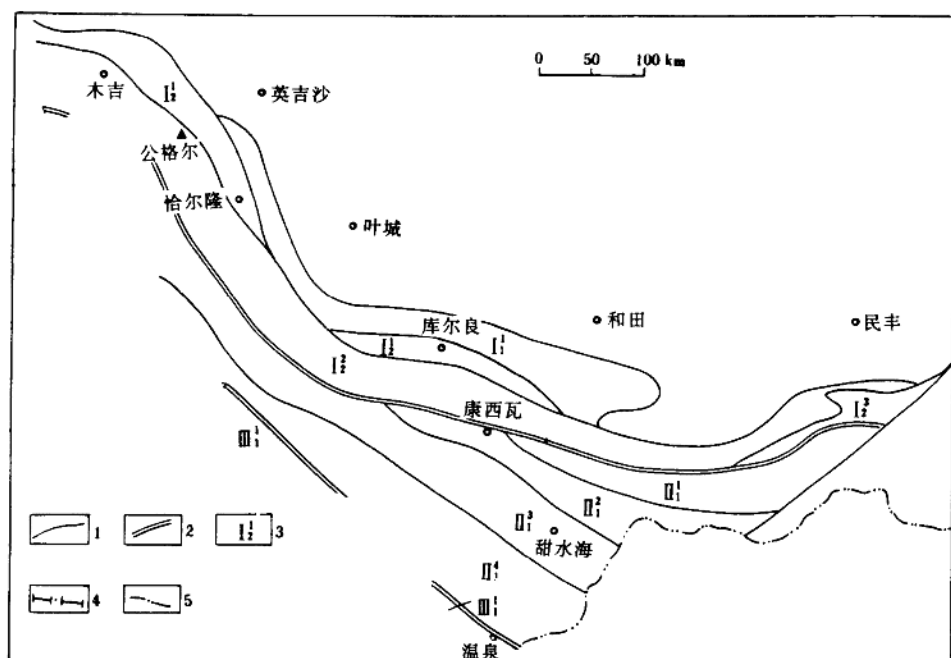


图 1-1 研究区构造单元图

1. 构造单元及构造界线; 2. 缝合带; 3. 构造单元编号; 4. 国界; 5. 省界

塔里木板块 (I) I₁. 塔里木地块; I₁¹. 铁克里克缘隆陆起; I₁². 塔里木南缘活动带; I₁³. 北昆仑晚古生代沟弧系; I₁⁴. 公格尔—柳什塔格中间地块; I₁⁵. 上其汗早古生代岛弧。华南板块 (II) II₁. 羌塘地块; II₁¹. 阿什库勒晚古生代陆缘盆地; II₁². 巴颜喀拉早中生代陆缘盆地; II₁³. 阿克赛钦中间地块; II₁⁴. 喀喇昆仑中生代陆缘盆地。III. 冈底斯板块

岩和酸性火山岩组成, 缺少中性岩类的组合, 具双峰型火山岩特征, 系由大陆裂谷作用所形成。在该群中, 角斑岩的钾条纹长石 Rb-Sr 同位素年龄值为 1743 Ma (新疆第二地质大队, 1985), 相当于中元古界。蓟县系博查塔格群和青白口系苏玛兰群为浅变质碎屑岩和碳酸盐岩, 含丰富的叠层石和微古植物化石, 厚 4000~4300 m, 与下伏塞拉加兹塔格群为不整合接触。下震旦统为含漂砾的冰碛岩和碎屑岩, 上统为碎屑岩夹碳酸盐岩, 含大量微古植物化石, 厚 1000~2000 m, 与下伏元古宇呈平行不整合或角度不整合接触, 其上被上泥盆统奇自拉夫群不整合覆盖 (彭昌文等, 1984)。下古生界奥陶系 (玛列兹肯群) 主要为碎屑岩和灰岩, 厚 1400~1700 m, 不整合于青白口系之上。志留系为砂岩、页岩、粉砂岩互层。中泥盆统为碳酸盐岩夹砂岩, 含珊瑚和腕足类化石, 厚度达 800~900 m。上泥盆统 (奇自拉夫群) 为杂色砾岩、砂岩, 属陆相-海陆交互相沉积, 含植物化石, 厚度 540~3000 m, 超覆于所有前期地层之上, 具磨拉石性质。下石炭统底部为砾岩, 上部为臭灰岩, 含珊瑚, 厚 800 m, 与下伏地层奇自拉夫群为假整合接触。中上石炭统为砂岩、灰岩, 含腕足、筴科化石, 厚 800 m。下二叠统为海相碎屑岩、碳酸盐岩夹火山岩, 厚数百米。从晚二叠世—中生

代, 该区露出海面, 为陆相沉积, 但在老第三纪曾一度被海水淹没, 新第三纪到今, 均为内陆盆地环境。

该陆缘隆起内岩浆侵入活动微弱, 仅见有加里东期呈近东西向分布的小岩株, 以花岗闪长岩-二长花岗岩为主, 侵位于元古古界地层中。岩石多属钙碱性-钙性岩系列。另外, 尚有元古宙花岗岩体出露, 阿卡孜花岗岩体 Rb-Sr 模式年龄为 1508 Ma (汪玉珍, 1987)。

该隆起历经多次构造变动。中元古代以前为塔里木古陆核的组成部分, 中元古代早期发生裂解, 形成塔里木古陆缘裂谷带, 先后经历阿尔金运动、塔里木运动褶皱隆起, 拼贴于塔里木古陆核上, 成为塔里木地台的组成部分。从震旦纪开始为盖层沉积。

二、北昆仑晚古生代沟弧系 (I)

该区东北以柯岗断裂为界与铁克里克隆起分开, 南与公格尔-柳什塔格中间地块为邻, 向北西经帕米尔延入塔吉克斯坦境内, 向东在布牙附近消失, 致使铁克里克隆起与公格尔-柳什塔格地块直接接触。

该单元内地层自前寒武系到中生界均有出露, 尤以晚古生代地层令人瞩目。中、新元古界构成该带的基底, 呈断块产出。长城系由片麻岩、片岩、石英岩和大理岩组成, 厚度约 5000 m, 局部地段被蓟县系不整合覆盖; 蓟县系为片岩夹大理岩, 底部常见具压扁砾石的砾岩, 厚约 3000 m; 志留系为板岩、千枚岩、片岩夹变砂岩、大理岩组成的类复理石建造, 未见顶、底, 视厚 7700 m; 中泥盆统为石英岩夹变砂岩、砂砾岩、千枚岩、泥质粉砂岩, 具复理石特征, 厚约 5000 m, 生物化石贫乏, 发育韵律层、粒序层理和水平层理, 类似浊流相沉积; 上泥盆统为海陆交互复陆屑沉积, 类磨拉石建造, 产植物化石, 厚 6320 m, 与下石炭统为整合过渡关系; 石炭系全区都有分布, 建造大体以中巴公路为界表现为东西分野的特征。中巴公路以西冒地槽和优地槽沉积皆有分布, 以东则为冒地槽沉积。西段冒地槽沉积为库山河组(下部)和罕热铁克组(上部)。前者属杜内期, 为海相碎屑岩-碳酸盐岩建造, 厚 1500 m^①; 后者属维宪期, 为一套碳酸盐岩沉积, 厚 3100 m。两者间为整合接触(新疆第一区调队, 1985)。西段优地槽型石炭系, 出露于昆盖山北坡, 呈北西西-南东东向展布。下、(中)上石炭统火山岩发育是西段的突出特征。下石炭统主要由枕状玄武岩、安山岩组成, 厚 1600~4500 m。(中)上石炭统由玄武岩、安山岩、流纹岩及同质凝灰岩组成, 厚达 1369~3299 m。该带向西延展与北帕米尔火山岩相接, 并绕过北帕米尔进入阿富汗境内。本次研究确认该套火山岩为细碧角斑岩建造, 早石炭世火山岩为岛弧初期火山活动所形成, (中)晚石炭世火山岩为岛弧晚期所形成(见后)。

分布于中巴公路以东恰尔隆和其木干一带的石炭系, 主要为一套碎屑岩及碳酸盐岩, 地层多呈断块, 灰岩呈外来岩块插入碎屑岩之中形成滑塌堆积(姜春发等, 1992; 杨克明, 1994)。分布于他龙、库尔良的石炭系, 分为下石炭统他龙群和中、上石炭统库尔良群等两部分, 呈条带状断陷。自他龙延伸到和田以南, 其后因构造破坏而消失, 为一套复理石建造, 含火山岩和碳酸盐岩夹层(新疆第十地质大队, 1995), 总厚度为 4200~10000 m。

区内二叠纪为磨拉石建造, 厚 120 m, 不整合于所有前期地层之上。上三叠统为陆相碎屑岩夹煤线, 厚 530 m。

西段昆盖山北坡推覆构造发育。蓟县系变质岩系(Sm-Nd 等时年龄为 1294 Ma), 为逆

① 新疆第一区调队, 布伦口-恰尔隆地区 1:100 万地质调查报告, 1985。

冲在石炭纪岩层之上的推覆体或飞来峰(张东生等, 1994)。受推覆构造影响, 使前缘地层发生皱褶, 形成一系列的逆冲断层、反冲断层、正断层和宽大的韧性剪切带。其推覆距离估计大于 100 km (高鹏等, 1994)。

该区侵入岩以华力西期为主。华力西中期侵入岩为钙碱系造山花岗岩类。华力西晚期主要为一些小型的酸性岩体。据张东生等(1994)研究^①, 昆盖山一带侵入岩主要为英云闪长岩、花岗闪长岩, 属钙碱性岩浆岩, 为近地幔分异而成的 I 型花岗岩。花岗岩同位素年龄值为 269.5 Ma (黑云母 K-Ar 年龄)、297 Ma (全岩 Rb-Sr 等时线)、359 Ma (锆石 U-Pb 年龄) 和 364 Ma (黑云母 K-Ar 年龄) 等数据, 说明该区具有多期构造热事件或侵位。

该构造单元是由塔里木地台解体而形成的裂谷式地槽褶皱带, 基底属塔里木地台的大陆地壳。在奥陶纪末, 该区经志留-石炭纪初几次拉张, 形成早石炭世北昆仑洋盆(张良臣等, 1995); 该洋盆于早石炭世末向北(?)俯冲, 形成早石炭世浊流沉积及混杂堆积、岛弧火山岩建造和断续出露的变质橄榄岩和钙碱性花岗岩。由于后期构造的破坏和大量推覆构造的淹没, 而难以再造, 但仍能恢复其沟弧系的总体展布概貌。

三、公格尔-柳什塔格中间地块 (I₃)

该单元位于公格尔山、慕士塔格、桑株塔格、柳什塔格一带。北以布伦口、卡拉克断裂与北昆仑晚古生代沟弧系为邻, 南以康西瓦超岩石圈断裂为界与华南板块分开, 向西北延入塔吉克斯坦境内, 向东被苦牙克断裂所截, 总体为一狭长的向南突出的弧形。该中间地块曾称之为“西昆仑中带”。大体上与前人所划分的“西昆仑中间隆起带、西昆仑花岗岩带”(姜春发等, 1992)、“中昆仑陆缘活动带”(李永安等, 1994)、“公格尔-桑株塔格陆缘岛弧”(杨克明, 1994)、“中昆仑地体”(潘裕生, 1994)、“库地地块”(李永安等, 1997)。从已有资料看, 它是由前寒武系基底和钙碱性深成岩和火山岩组成的多期岛弧系。

区内地层以前寒武系为主, 其次是古生界及中生界。前寒武系为一套变质岩, 构成基底。古元古界为结晶片岩、片麻岩、混合岩、大理岩, 视厚 14700 m。中元古界长城系不整合覆于古元古界之上, 其岩性为各类片岩、片麻岩、石英岩夹大理岩及火山岩, 视厚 12700 m。中基性火山岩变质为角闪岩, 中酸性火山岩多变质为绢云石英片岩, 呈残余火山岩结构。蓟县系与下伏长城系为平行不整合或微角度不整合接触, 由变质碎屑岩、大理岩夹中基性火山岩组成, 视厚 8600 m。不整合在元古宇之上的有奥陶系和泥盆系, 其岩性为碎屑岩和碳酸盐岩。在其南部有二叠纪火山岩出露。三叠纪出现滑塌堆积, 侏罗系为山间盆地型含煤碎屑岩沉积。

上述地层被多期岩浆杂岩所穿插, 形成一条复杂的构造岩浆带。侵入岩岩石组合多样, 从中性闪长岩到酸性花岗岩, 并多以岩基和岩株状产出, 约占区内总面积的 30%。中酸性岩类属钙碱性岩, 其成因类型主要为 I (M) 型, 属活动大陆边缘侵入活动的产物。据杨克明资料(1994), 本区花岗岩岩浆及闪长岩岩浆来源深度在 150~250 km 之间, 个别为 250~350 km 之间, 表明岩浆来源于地幔, 属深源分异型花岗岩, 与板块俯冲作用有关。

据汪玉珍等(1985)、李永安等(1994)、张玉泉等(1989)和许荣华等(1994)等对该区花岗岩类同位素年代学研究, 获得了 400~539 Ma、254~346 Ma 和 201.4~215 Ma 的同位素年龄值。虽然所获各种年龄数据的时间、地点和方法精度不尽相同, 但总体上反映

① 新疆第二区调大队, 阿克塔什幅和奥依塔克幅 (1:5 万) 区域地质调查报告, 1994。

出该区曾经历过加里东期、华力西期和印支期等多期构造-热事件或侵位时期。前两期构造岩浆活动属古亚洲构造域的演化,印支期岩浆活动是特提斯构造域板块活动的产物(李永安,1994)。加里东期花岗岩系由晚奥陶世的板块碰撞而形成的俯冲花岗岩带(李向东,1994),而华力西期的花岗岩具有陆缘岛弧的性质,亦与板块俯冲有关(杨克明,1994)。

在区内库地一带出露有蛇绿岩。蛇绿岩下部为变质橄榄岩、堆积岩,上部为枕状玄武岩、安山岩、硅质岩和浊积岩,上下之间未见其直接接触,为一肢解的蛇绿岩套。关于蛇绿岩形成的时代有新元古代、石炭纪和震旦纪—早古生代等认识。本次研究将其厘定为早古生代。火山岩由细碧岩和角斑岩组成,属洋脊拉斑玄武岩和岛弧拉斑玄武岩,为弧后盆地环境(其论述见后)。因其范围小,本次研究未单独划出。

根据以上所述,公格尔—柳什塔格中间地块经历了早古生代、晚古生代和中生代的俯冲作用,并形成了加里东期、华力西期和印支期的花岗岩,具多期岛弧的性质。在加里东期的弧后位置,由于弧后扩张而形成库地一带的蛇绿岩。该中间地块的基底岩系与塔里木的基底岩系一致,仅可认作是强烈卷入西昆仑造山带的根部岩系,应归入塔里木板块活动大陆边缘构造体系内,可作为塔里木与华南板块间的碰撞拼合带或增生带。康西瓦深大断裂以及沿大断裂出现的塔什库尔干和苏巴什超基性岩(蛇绿岩?)则是南北不同构造域的分界线,系华南板块向北俯冲的产物。

本次研究尚未对该区的地层列为重点研究对象,仅对其作了概略性地质剖面观察,相信对该区进一步深化研究后,亦可能出现类似于秦岭地轴一样,从中解体出相应的早古生代岩系乃至晚古生代岩系。

四、上其汗早古生代岛弧 (I₃)

该岛弧北界自叶亦克南经尼雅河上游至克里雅河上游,与康西瓦断裂相接,南界为确尔库勒以北的康西瓦断裂的东段,东界为苦牙克断裂,上其汗断裂在该区中部通过。在地域上,自苦牙克经上其汗到苏巴什呈北东-南西向展布。

对该区段地层时代归属尚存在着争议。因无化石和同位素年代学资料,一些研究者多依区域对比,将其归为前寒武纪蓟县系,而划归为昆仑中央隆起带。本次研究依据所取得的同位素资料,将其厘定为早古生代。因其岩石类型和组合与前述中间地块早古生代不同,故把它从地块中解离出来,并单独划分出一个Ⅲ级构造单元。

分布于民丰上其汗、于田苏巴什一带的早古生代地层,系由一套海相火山岩和沉积岩组成的火山-沉积岩系,并遭受了绿片岩相的变质作用。火山岩为多次喷发的细碧角斑岩系。火山岩研究表明,该火山岩系为钙碱质岩系,岩石组合为细碧岩(玄武岩)+角斑岩(安山岩)+石英角斑岩,代表了一种岛弧火山作用的环境。它有可能与库地弧后盆地一起,构成西昆仑早古生代活动大陆边缘。

上其汗一带的岩石下部主要由细碧岩和沉积岩组成,中上部主要由酸性火山岩、含炭质碎屑岩和大理岩组成。该套地层被上泥盆统奇自拉夫群不整合覆盖。苏巴什一带出露的地层相当于岩系的下部,主要由基性火山岩和沉积岩组成。该地段火山岩尚未有年代学资料,但侵入在基性火山岩中的花岗岩的同位素年龄为460.8 Ma和450 Ma(见后),代表了火山岩的上限年龄。潘裕生(1994)和邓万明(1994)将其作为库地蛇绿岩套的东延部分,称之为库地—苏巴什缝合带。其岩石学特征属钙碱性,并有高铝玄武岩类出现,仅在局地发育有枕状构造,而与库地一带的拉斑质火山岩和枕状构造的广泛出现不同;剖面的

岩石组合为基性火山岩、粉砂岩、大理岩与库地的基性火山岩、安山岩和浊积岩不同,且变形程度高于库地。上述特征与上其汗一带的地层特征相似,本次研究认为是上其汗地层的西延部分,将其归为早古生界。

该区的侵入岩主要为小型石英闪长岩和花岗岩岩体,分布比较局限,在该带的南北边缘部位出露。据许荣华等(1994)对于田草场口和卡也地一带侵入在基性火山岩中花岗岩的研究,花岗闪长岩锆石 U-Pb 等时线上交点年龄为 460.8 Ma,二长花岗岩锆石 U-Pb 等时线上交点年龄为 450 Ma,代表岩石侵位时间为加里东期花岗岩,其岩石为钙碱系,形成于活动大陆边缘或者碰撞后构造环境,与前述火山岩研究所得的结论相吻合。

五、阿克赛钦中间地块 (Ⅱ₃)

该地块位于西昆仑山南坡和喀喇昆仑山北坡的阿克赛钦地区。北邻公格尔—柳什塔格中间地块和巴颜喀喇早中生代陆缘盆地,南与喀喇昆仑中生代陆缘盆地相邻。北西延出国界,南东延入西藏。

区内出露最老地层为古元古界片岩、片麻岩及大理岩,其次是长城系浅变质海相复理石夹碳酸盐岩建造。加里东、华力西构造层均由碎屑岩、碳酸盐岩组成,前者局部可见少量紫红色玄武岩、安山岩、英安斑岩和石英钠长斑岩等,后者偶见煤线及植物化石残片。二叠系是以海相为主的海陆交互相沉积,见膏盐及炭质沉积。印支构造层出露较少,仅见于该区的东南部,为三叠纪海相碳酸盐岩-碎屑岩沉积。

区内岩浆活动较弱,以燕山期花岗岩为主,另有少量闪长岩。此外,尚有华力西中期花岗岩及少量辉石闪长岩、闪长岩等。

该地块属喀喇昆仑褶皱系,区内已发现有块状硫化物矿点和多金属矿点,且带内化探异常较明显,主要以 Cu、Pb、Zn、Au、Ag、As、Sb、Hg 为主,是块状硫化物矿床形成的良好区段,故本次研究亦将其列入研究范围之内。

综上所述,研究区涉及 2 个 I 级构造单元,并进一步划分为 5 个 II 级构造单元。在各个单元内均有块状硫化物矿床(点)的分布,其矿床有其各自的特点。因仅是初步划分,有许多认识有待以后深化和提高。

第二节 区域地球物理特征

由于交通和自然地理状况等因素的影响,研究区仅开展了少量的地球物理研究工作,目前仅见有一些小比例尺——1:400 万布格重力异常、大地电磁测深和人工地震等资料,大比例尺地球物理测量尚未展开。地球物理对研究区域构造和区域找矿有指导作用。

一、区域重力场基本特征和地壳结构

新疆南部布格重力值具北高南低的特征。北部的塔里木盆地,在和田河及克里雅河下游重力值为 $-120 \times 10^{-5} \text{m/s}^2$,到盆地边缘为 $-200 \times 10^{-5} \text{m/s}^2$,变化较平缓,水平梯度自北而南每百公里下降 $200 \times 10^{-5} \text{m/s}^2$ 。昆仑山为重力梯度陡变带,呈北西-近东西向延伸,从 $-200 \times 10^{-5} \text{m/s}^2$ 急剧变为 $-400 \times 10^{-5} \text{m/s}^2$,每百公里下降 $200 \times 10^{-5} \text{m/s}^2$,喀喇昆仑山及羌塘地区水平梯度变化较缓,每百公里下降约 $30 \times 10^{-5} \text{m/s}^2$,局部还出现正异常,重力异常值很低,为 $-500 \times 10^{-5} \text{m/s}^2$ (图 1-2)。研究区内可划分为如下两个带(邓振球,1992)。

1. 喀什—塔什库尔干重力异常高梯度带

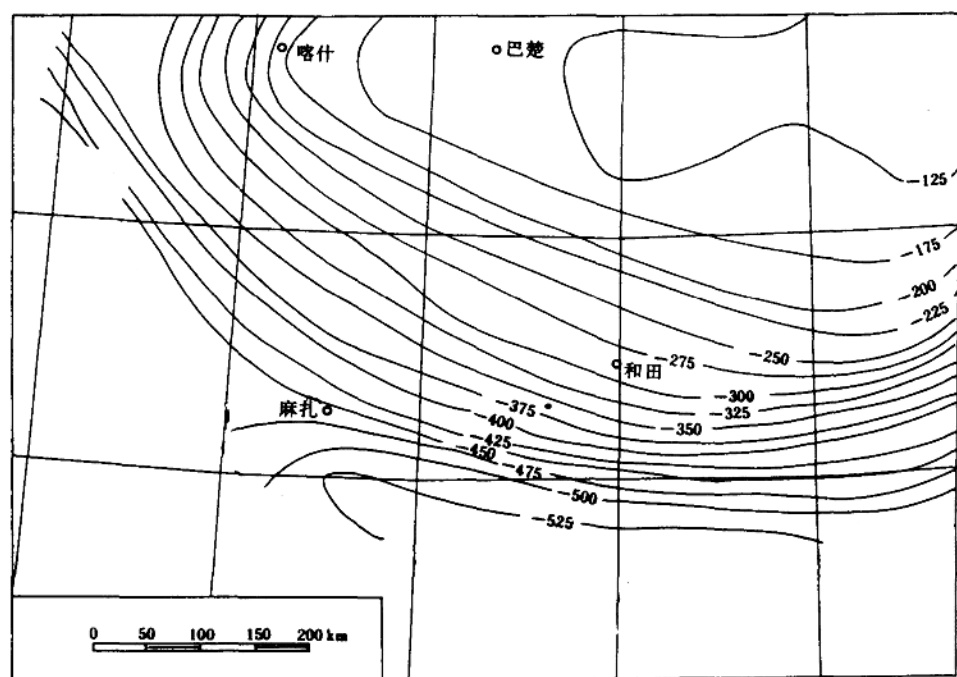


图 1-2 新疆西南部布格重力异常略图 (单位 10^{-5}m/s^2)

(据中国科学院地球物理所)

该带长 400 km, 主要呈南北向延伸, 但在北部等值线转向东, 南部等值线成弧形, 是新疆布格重力异常变化最大、最复杂的地区。梯度变化为每百公里 $270 \times 10^{-5}\text{m/s}^2$ 、异常等值线西部十分密集, 东部较稀疏, 等值线方向也发生变化, 转向北西, 北部与阿合奇—拜城—博斯腾湖梯度带相交, 南部与昆仑梯度带相交。

2. 昆仑山—阿尔金山重力异常高梯度带

分布在新疆南缘, 是全疆分布面积最大、延伸最长的梯度带。由昆仑山经阿尔金山往东延至青海境内, 总长 1300 km, 呈弧形状, 由西往东延伸方向由北东向转为近东西向。布格重力异常值每百公里变化为 $(100 \sim 200) \times 10^{-5}\text{m/s}^2$ 。该异常带北部围绕巴楚—塔克拉玛干区域重力高异常区和库鲁克塔格区域重力高异常区, 南部为青藏高原巨型重力异常高梯度带。昆仑山重力异常范围较宽, 等值线在不同部位有着弯曲和疏密程度不一的变化, 中间还夹有次级局部重力异常。

布格重力异常是浅部和深部地质体的综合反映。而小比例尺的区域布格重力异常, 由于网度稀, 实际上消除了浅部地质体的影响, 主要反映了地壳和上地幔或者莫霍面的起伏。根据布格重力资料计算编制的新疆西南部莫霍面深度等值线图 (图 1-3), 显示塔里木盆地地壳厚度小, 一般为 44~46 km, 且基底岩石埋深较浅; 往南到昆仑山地区, 地壳急剧增厚, 莫霍面深度较大, 地壳厚度增厚至 50~64 km; 喀喇昆仑及羌塘地区地壳厚度相对较大, 地

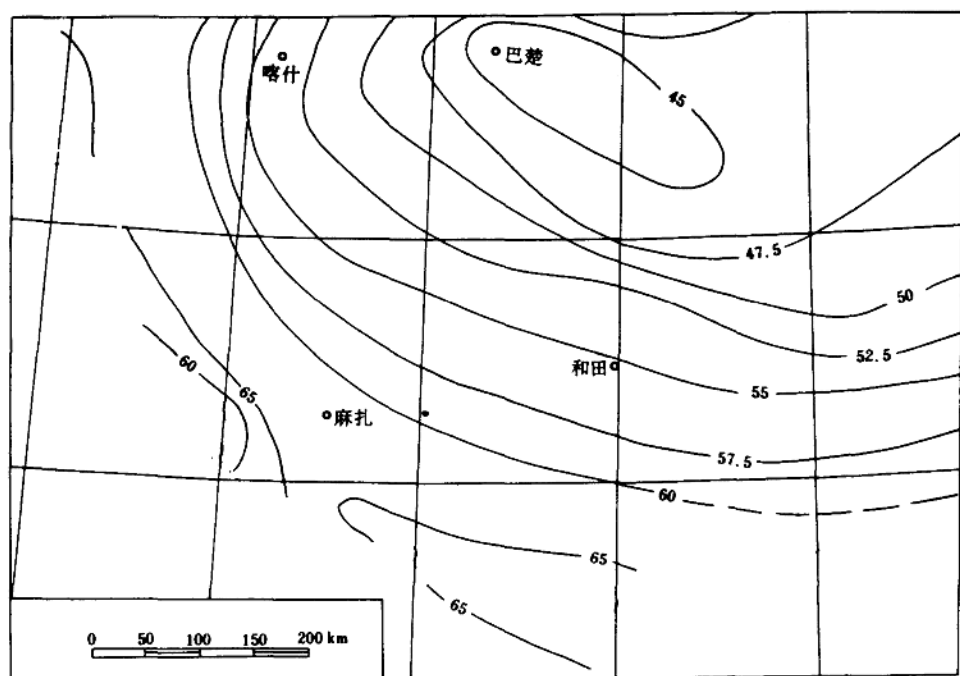


图 1-3 新疆西南部莫氏面深度略图

(据中国科学院地球物理所)

壳厚度达 70 km，总体呈现出盆地中心为幔隆区，南部为幔拗区的构造格架。

二、大地电磁测深和深部结构

穿越塔里木盆地和昆仑山的大地电磁测深剖面资料表明 (Pan Yusheng, 1996; 丁道桂等, 1996)，西昆仑造山带地壳深部电性结构极为复杂，介质各向异性差异明显，总体显示为不均匀的多层、高阻电性结构模式，反映了该区地壳深处高密度老地层的存在以及岩石圈构造变形具受挤破碎的特点。定量反演解释结果揭示，塔里木盆地和西昆仑构造带之间以铁克里克北缘断裂为界，其南、北两侧地壳深部电性结构明显不同。断裂以南，铁克里克隆起和西昆仑构造带均显示为高阻块体，与其北侧盆地内沉积层的地电结构极不协调。在麻扎—康西瓦断裂以北至铁克里克北缘断裂之间，岩石圈深部地电构造所呈现的高阻纵、横向不均匀性以及地壳中出现的异常“中阻” ($< 500 \Omega \cdot m$) 和低阻特征。麻扎—康西瓦断裂以南纵向电性不均匀，具层状结构，地壳浅层为高阻不均匀，地壳深部在 30 km 以上均为低阻体。西昆仑这种地电结构特征，与该区所经历的多期次构造变动和改造作用有关 (丁道桂等, 1996)。由于构造运动使麻扎—康西瓦断裂带岩石比较破碎，地壳深部岩浆物质上涌，形成壳幔岩石圈电性的非均一性。

三、地震和深部结构

国家地震局 (1992) 利用天然地震波和人工地震测深资料研究了塔里木盆地和青藏高

原的地壳结构,得出青藏高原地壳厚度在70 km左右,分为3个波速层:上部6~10 km厚,横波波速2.7 km/s;中部厚31~38 km,横波波速3.34 km/s;下部厚25~35 km,横波波速3.82 km/s;并且地壳中存在两个低速层。综合研究表明,该地区地壳属低粘滞系数的柔性块体。塔里木盆地地壳厚度为46~50 km,具5层速度结构,22~32 km深度存在一低速层,横波波速3.08 km/s。综合研究表明,塔里木块体是具较强刚性的地体。

本区地震震源深度在塔里木盆地内部一般小于35 km,盆地边缘与昆仑山衔接带多为36~70 km,昆仑山—喀喇昆仑山震源深度加大,多为77~110 km,仍属浅源地震,只有少数震源深度在101~200 km。震源深度显示有自北而南加深的特征,如与西藏地区联系起来,其震源面是向南倾斜的,说明昆仑山一带地壳北薄南厚,形成一斜坡。

深地震测深(DSS)结果表明,帕米尔地区花岗质层厚度(Hg)相对较大,达35~38 km;玄武岩层厚度(Hb)北部为30 km,南部为25 km(Pan Yusheng, 1996), $Hb/Hg < 1$ 为硅铝镁铁质地壳,属阿尔泰型(新疆维吾尔自治区区域地质志, 1993)。

根据上面对新疆西南部壳幔特征的讨论,可以得出塔里木为幔隆区,西藏为幔坪区。它们之间的昆仑山为幔坡带(地幔斜坡带)和地幔拗陷区,与新疆阿尔泰造山带相似。幔坡带多对应于板块活动的地段,地壳性质活跃、结构复杂,深部构造活动强烈,深源断裂发育,有利于岩浆上涌和壳幔物质的交换,为块状硫化物矿床等矿产的形成提供了条件。

第三节 区域地球化学环境

西昆仑区域化探大致以东经78°为界,西部已基本完成以水系沉积物测量为主的化探扫面(主要是1:50万甚低密度化探,局部为1:20万和1:5万化探扫面),东部仅在柳什塔格山前开展了非正规的水系沉积物地球化学测量。区内已开展的化探和重砂测量工作,获得了较丰富的资料和较多的找矿信息。

一、成矿元素在地层中的分配

表1-1列出了本区西段(78°以西)地层中成矿元素和指示元素的平均含量和富集系数^①。从表1-1中看出如下分布特征。

(1) 古元古界(Pt_1)富集系数大于1.1的元素有铜、锰、金、锡、铅和铬等,在区域上呈现大面积高背景,其中富集程度较高的元素金、铜有局部成矿的趋势。

(2) 未分元古宇(Pt)富集系数大于1.1的元素有锰、钼和铬等。金和钼在地层中分布不均匀,含量变化大,变化系数大于10,存在局部地段富集成矿的可能。

(3) 中新元古界($Ch+Jx+Qn+Z$)富集系数大于1.1的元素有钽、钒、铁、铜、钴、铬、锌等。在这套地层中已发现多处铜矿点,其中在长城系火山岩中赋存有苏玛兰和科修兹铜矿点等。

(4) 未分下古生界(Pz_1)富集系数大于1.1的元素有铈、铋、铜、金、钴、钽、铬、钼、钒、铁、银、锰、锡、钨等,是区内富集元素最多的层位。成矿元素主要是金、铜及其伴生元素和高温热液元素,其中金、铜、银、砷具有明显的富集趋势。

(5) 未分上奥陶统一志留系黑黑孜群(O_3-Shh)富集系数大于1.1的元素有铈、砷、

① 新疆第二地质大队,新疆西昆仑西部1:50万地球化学图说明书,1994。

表 1-1 西昆仑西部主要地层中元素含量及富集系数

元素平均 含量、富集 系数		侏罗系	二叠系	石炭系	未分石炭 —二叠系	泥盆系	未分奥陶 —志留系	下古生界	中新 元古界	古元古界	元古宇	区域 丰度	地壳 丰度
		J	P	C	C+P	D	(O ₂ -S) _A	Pz ₁	Ch+Jx +Qn+Z	Pt ₁	Pt		
Au	$\bar{x}$	1.1	1.7	1.4	1.4	1.5	1.9	2.1	1.4	1.7	1.1	1.4	4
	R	0.79	0.71	1	1	1.07	1.35	1.50	1.0	1.21	0.79		
Ag	$\bar{x}$	61	70	62	65	54	72	80	67	68	71	66	70
	R	0.92	1.06	0.94	0.98	0.82	1.09	1.21	1.01	1.03	1.07		
As	$\bar{x}$	11.3	18.9	10.2	15.8	8.5	20.2	22.9	6.1	8.8	6.0	9.4	1.8
	R	1.20	2.01	1.09	1.68	0.90	2.15	2.43	0.65	0.94	0.64		
Sb	$\bar{x}$	0.57	0.73	0.46	1.18	0.54	1.14	0.80	0.44	0.42	0.28	0.46	0.2
	R	1.24	1.59	1.0	2.56	1.17	2.48	1.74	0.96	0.91	0.61		
Hg	$\bar{x}$	19	13	17	18	13	15	12	11	10	11	12	80
	R	1.58	1.08	1.42	1.5	1.08	1.25	1.0	0.92	0.83	0.92		
Cu	$\bar{x}$	10	26	25	32	17	33	34	24	27	21	21	55
	R	0.48	1.24	1.19	1.52	0.81	1.57	1.62	1.14	1.29	1.0		
Pb	$\bar{x}$	17	22	15	17	13	19	18	15	21	19	19	12.5
	R	0.89	1.16	0.79	0.89	0.68	1.0	0.95	0.79	1.11	1.0		
Zn	$\bar{x}$	60	78	64	78	55	96	70	72	65	65	64	70
	R	0.94	1.22	1.0	1.22	0.86	1.5	1.09	1.13	1.02	1.02		
Cd	$\bar{x}$	0.16	0.14	0.12	0.12	0.09	0.13	0.12	0.09	0.10	0.10	0.11	0.2
	R	1.45	1.27	1.09	0.91	0.82	1.18	1.18	0.82	0.91	0.91		
Sn	$\bar{x}$	1.7	2.5	2.0	2.2	1.5	1.9	2.7	2.5	2.7	2.6	2.4	2
	R	0.71	1.04	0.83	0.92	0.63	0.79	1.13	1.04	1.13	1.08		
Bi	$\bar{x}$	0.40	0.52	0.37	0.55	0.29	0.51	0.73	0.21	0.46	0.33	0.43	0.17
	R	0.93	1.21	0.86	1.28	0.67	1.19	1.70	0.49	1.07	0.77		
W	$\bar{x}$	1.6	2.2	1.9	2.4	1.9	1.8	2.3	1.7	2.2	1.8	2.1	1.5
	R	0.76	1.05	0.90	1.14	0.90	0.86	1.10	0.81	1.05	0.86		
Mo	$\bar{x}$	0.6	1.1	0.8	1.0	0.6	0.8	1.2	0.8	0.9	1.1	0.9	1.5
	R	0.67	1.22	0.89	1.11	0.67	0.89	1.33	0.89	1.0	1.22		
Ti	$\bar{x}$	0.2191	0.3544	0.2898	0.2509	0.2587	0.3468	0.4165	0.4095	0.3266	0.3184	0.2987	0.57
	R	0.73	1.17	0.97	0.84	0.87	1.16	1.39	1.37	1.09	1.07		
V	$\bar{x}$	57	83	68	83	64	91	86	84	70	72	67	135
	R	0.85	1.24	1.01	1.24	0.96	1.36	1.28	1.25	1.04	1.07		
Cr	$\bar{x}$	47	52	52	65	41	63	62	51	50	50	45	100
	R	1.04	1.2	1.16	1.44	0.91	1.4	1.38	1.13	1.11	1.11		
Mn	$\bar{x}$	581	698	534	603	550	742	781	679	798	843	649	950
	R	1.12	1.08	0.82	0.929	0.85	1.14	1.20	1.05	1.23	1.30		
Fe	$\bar{x}$	2.3781	3.4972	2.8677	3.3573	2.4480	3.7769	3.6371	3.4272	2.9376	3.1474	2.9376	5.596
	R	0.81	1.19	0.98	1.14	0.83	1.29	1.24	1.17	1.0	1.07		
Co	$\bar{x}$	6.8	11.9	10.4	11.6	9.1	14.3	14.5	11.5	10.6	10.8	10.1	25
	R	0.67	1.18	1.03	1.15	0.90	1.41	1.44	1.14	1.05	1.07		
Ni	$\bar{x}$	19	22	22	25	18	29	30	24	23	21	20	75
	R	0.95	1.10	1.10	1.25	0.90	1.45	1.50	1.20	1.15	1.05		

注: $\bar{x}$ 为平均含量, R 为富集系数; Au、Ag、Hg 含量以 10^{-3} 计; Ti、Fe 含量以 % 计, 其余元素含量以 10^{-3} 计。

铜、锌、钴、铬、金、钒、铁、汞、铋、镉、钛、锰等，属多元素富集层位之一。其中锌和铁等元素在所有地层中含量最高，金、银和铜等元素位居第二，这些元素具有原生富集的特点，可视作锌、铁、金、银、铜等元素成矿的原始矿源层。

(6) 泥盆系(D)富集系数大于1.1的元素仅有铋，是区内富集元素最少的层位，在该套地层中尚未发现铜多金属矿床的产出。

(7) 石炭系(C)铜、汞为富集元素。在这套地层中已发现砂页岩型铜矿床。值得指出的是，新疆第二地质大队(1984)对昆盖山北坡1:20万水系沉积物以找金为主的化探普查，获得下二叠统(现划为石炭系)银、砷、锑、铋、汞、铜、铅、锌的背景值($w_B/10^{-6}$)分别是0.153、7.4、0.81、0.115、0.164、17.32、5.23、51.39，与该区的区域背景值相比，银、锑、汞、铜、锌富集系数均大于1.1，显示了富集的特征，可作为银、铜、锌等元素的矿源层。

(8) 未分石炭—二叠系(C+P)富集系数大于1.1的元素有铋、砷、铜、汞、铬、铋、钒、锌、钴、铁、钨、钼等，其中铋、砷、铜、汞为显著富集元素。

(9) 二叠系(P)富集系数大于1.1的元素有砷、锑、镉、铜、钒、锌、钼、金、铋、铁、钛、钴、铬、镍等。是区内富集元素较多的层位。

(10) 侏罗系(J)富集系数大于1.1的元素有汞、镉、锑、砷，是一套与低温热液成矿有关的元素。

需要说明的是，西昆仑西段地层中铜、金等元素的含量与地壳丰度相比尽管较低，但相对于区域来说，中新元古界、上奥陶统一志留系、石炭系和二叠系(可能包括一部分石炭系)仍属铜、金以及部分为锌、铅、银的高背景异常区，可作为形成铜(多金属)矿床的矿源层。

二、火山岩成矿元素地球化学

研究区不同层位火山岩微量元素含量(表1-2)显示从基性火山岩→中性火山岩→酸性火山岩，铅含量逐渐降低，锌和铜含量(除晚石炭纪火山岩外)逐渐增高，与维氏(1962)值的变化趋势相近似。研究区与西昆仑西段区域丰度值相比具有如下特征。

(1) 库地早古生代玄武岩和安山岩中的铜、锌、钴、镍、锑、钒、铬等元素显示富集的特征，且这些元素亦是区域火山岩含量最高或较高的元素，而铅、银、锡等则显示贫化的特征。玄武岩中的铜、镍、锑、铬、铈、钼等元素含量明显高于安山岩中的含量，显示强富集的特征。此外，火山岩与维氏平均值(1962)相比，铜、锌含量较高，而铅含量较低。因此，该区火山岩成矿异常元素组合为铜和锌及钴、镍等。

(2) 上其汗早古生代细碧岩以铜、铅、锌、金、镍、铋、锑、铈、钼富集，而汞、钒贫化为特征。石英角斑岩除贫锌外，与细碧岩相同。细碧岩和石英角斑岩均富集铅是该区的一个特点。该区成矿富集元素组合为铜-多金属组合，与区域上矿床的金属元素组合一致。

(3) 甜水海晚奥陶世—志留纪中性火山岩中的铜、铅、钴、镍、钒、铬、钼、铈、钼显示富集的特征，而锌、锡则呈现贫化的特征，其中钼的含量明显高于其他时代的火山岩。由于未获得酸性火山岩的资料，但依据该时代酸性火山岩有含锌黄铁矿矿点的出现，因此该时代火山岩富集元素为多金属和钼组合。

昆盖山早石炭世火山岩以铜(除安山岩外)、锌(除凝灰岩外)、金、银、钴、镍、锑、