

西南天山成矿地质背景研究 及找矿潜力评价

赵仁夫¹, 杨建国¹, 王满仓², 姚文光¹

(1. 西安地质矿产研究所, 陕西 西安 710054;

2. 陕西地勘局物化探队, 陕西 周至 710400)

摘要: 西南天山地处塔里木板块和伊犁—伊塞克湖板块之间, 经历了元古代、早古生代和晚古生代古南天山洋的多次开合, 古大陆边缘和沉积盆地构造类型的频繁转换^[1], 在碰撞期及其后构造变形复杂多样, 岩浆和变质作用非常强烈, 是天山造山带地质构造最复杂的地区之一。在漫长的西南天山造山带的大地构造演化史中, 塑造了种类繁多、丰富多彩的矿产资源, 尤其中亚南天山地区已成为世人皆知的金、铜、锑、银、锡、汞和非金属矿产的著名远景区。通过西南天山地区矿产资源的综合研究和境内外对比, 在合理划分大地构造单元的基础上, 对境内西南天山的矿产资源进行综合评价

关键词: 西南天山; 矿产资源; 综合评价; 大地构造单元

中图分类号: P622 **文献标识码:** A

西南天山地区以其地势险峻、人迹罕至、交通不便(图1)而闻名于世, 是国内工作程度极低地区之一。加之, 西南天山区域地质背景十分复杂, 境内外资料对比、交流等综合研究工作相对薄弱, 以致于中亚南天山成矿地质背景及成矿带如何延入境内西南天山地区这一重大地质课题尚无显著进展。20世纪90年代以来, 国内不同科研、生产、教学单位在本区开展了各种研究工作, 依据不同观点从不同侧面探讨了本区大地构造特征及成矿带划分, 本文就1999年至今中国地质调查局下达的“西南天山地区矿产资源综合评价”项目中所取得的新进展, 对西南天山造山带南缘与塔里木板块北缘之界线及其次级构造单元、成矿带划分等问题进行讨论。

1 西南天山成矿地质背景研究

现有资料及新的研究成果显示: 西南天山经历了元古代、早古生代和晚古生代古南天山洋的3次开合。肖序常等(1990、1991)在阿克苏群蓝片岩(Rb-Sr法, 977.0, 961.71, 944.47, 943.47 Ma)和多硅白云母(K-Ar法, 720 Ma)^[1]中获得的年龄值指示了元古南天山洋关闭时

收稿日期: 2002-05-27; 修回日期: 2002-10-28

基金项目: 中国地质调查局“西南天山地区矿产资源潜力综合评价”项目(编号: 199910200249)

作者简介: 赵仁夫(1962-), 男, 辽宁省营口市人, 理学硕士, 高级工程师, 构造地质学专业, 主要从事区域地质调查和矿产普查工作。

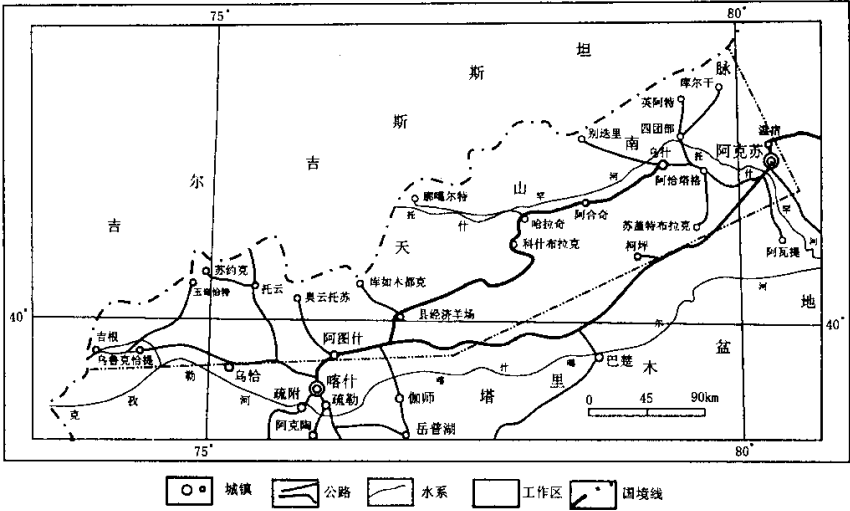


图 1 工作区交通位置图

Fig.1 Location of studied region

间的上限；刘本培等（1996）在仓格洛马克约里和黑英山之西南天山南缘蛇绿岩混杂带斜长角闪岩中的角闪石（ 420.2 ± 5.9 ， 430.3 ± 5.2 Ma）^[1]获得的年龄值反映：志留纪时南天山洋已发展成相当规模的洋盆；刘本培等（1996）在西南天山南缘蛇绿岩带中角闪石（ $276.4 \pm 19 \sim 265.6 \pm 16$ Ma）^[1]后期叠加变质年龄、中科院登山科考队（1985）在黑英山—虎拉山一带正长花岗岩（锆石 U-Pb 法， 282 ± 2 Ma）成岩年龄、Hendrix 等（1992）在仓格洛马克约里获得的由副变质岩部分熔融而形成流纹岩的年龄值，均证明塔里木板块与伊犁—伊塞克湖板块的陆—陆碰撞发生于二叠纪早期^[1]。上述成果反映了西南天山造山带在地质演化史中的阶段性特征，作为南天山造山带组成部分的工作区，受自然地理条件制约，研究程度很低，是否具有上述演化的共性特征，还是有其个性特征，是本项目的主要研究内容之一。

为适应我国西部大开发的形势，推动勘查西部矿产资源工作的进行，本项目从全球资源观点出发，把工作区和西部毗邻国家作为整体来研究其成矿（区）带和资源潜力。境外的南天山成矿带以南天山造山带为中心，北以乌拉尔南天山缝合线为北界，南以天山南缘断裂带为南界。该带呈北西—东西—南东向的弧形弯曲状，在乌兹别克斯坦境内发育大量黑色岩系型金矿，如穆龙套（Au 资源量 4 000~5 000 t， $3.5 \times 10^{-6} \sim 11 \times 10^{-6}$ ）、道吉兹套（Au 资源量 540 t，Au 192t， $2 \times 10^{-6} \sim 5 \times 10^{-6}$ ）、巴尔潘拉套（Au>70 t， $>1.0 \times 10^{-6}$ ）、塔姆德布拉克（Au 50 t）及扎尔米坦（Au 240 t， 10×10^{-6} ）等大型热液金矿；在塔吉克斯坦境内发育有大量热液型金矿、矽卡岩型金矿和钨—钼矿床，如吉拉乌大型热液金矿（Au 60 t， 1.06×10^{-6} ）、塔罗尔大型矽卡岩型金矿（Au 86 t， 5.4×10^{-6} ），英吉奇卡钨钼矿床和卡拉丘别钼矿床^[2]；在吉尔吉斯斯坦境内有大型金矿（如库姆托尔金矿：Au 资源量 545 t，Au 360 t，4.49

$\times 10^{-6}$)[15],大型汞锑矿床(如海达尔坎:有20多个矿段,最长1 000~1 500 m,宽800~1 000 m,延深800~1 000 m,单个矿体长200 m,厚10~20 m,汞品位0.2%,锑品位2%;卡达姆赛:矿带长3 000 m,宽350 m,有3个矿体,单个矿体长数百米,厚20~80 m,锑品位1.5%)和大型锡矿床(萨雷贾兹:矿区长150 km,宽20~30 km,已发现6个矿田,主要矿床见于西部3个矿床[3])[14],以及中国境内的萨瓦亚尔顿金矿。上述被西方矿业公司称之为“中亚天山金—锡—汞—锑—钨矿带”的南天山成矿带延伸到中国境内的资源潜力有多大,是本项目必需回答的问题。

1.1 西南天山地区地质背景研究现状

“七五”以来,原地质矿产部、中国科学院、国家“305”项目相继在新疆北部地区进行了多项基础地质研究及矿产资源调查评价项目。代表性的有:《新疆的宝藏》[4]、《天山多旋回构造演化及成矿》[10]、《新疆北部及邻区大地构造》[5]、《新疆地质志》(新疆地质矿产局,1993)、《中国新疆古生代地壳演化及成矿》[6]、《中国新疆北部及邻区贵金属有色金属矿产成矿图说明书》(成守德,1996)、《中国西北火山岩地质图》[7]、《新疆南天山穆龙套型金矿成矿地质条件及找矿靶区研究》(郑明华等,1996)、《新疆北部地区演化及成岩成矿规律》(胡霏琴等,1997)、《西南天山金和有色金属成矿条件和找矿靶区研究》[8]、《新疆乌恰县萨瓦亚尔顿金矿矿田构造研究》(马天林等,1999)、《新疆开合构造与成矿》[9]。这些项目均从不同侧面涉及或包含本工作区,对本区的大地构造归属及成矿规律提出了各自的观点。最近两年的研究侧重于萨瓦亚尔顿大型锑金矿床的解剖和本区金及有色金属区域成矿区带的划分、远景预测及靶区优选。1996年,成都理工学院郑明华等完成了南天山金矿研究报告,对萨瓦亚尔顿锑金矿床的成因进行了研究,认为其为穆龙套型金矿床。1998年,中国地质科学矿床地质研究所叶庆同等进行了西南天山金和有色金属成矿条件和找矿靶区研究,在查明南天山金和有色金属成矿条件、找矿方向和重要靶区检查评价等方面,取得了比较系统的成果。他们对南天山金、锑、铅锌矿床类型和成矿特点进行了综合分析,通过对萨瓦亚尔顿等典型矿床的解剖,认为萨瓦亚尔顿锑金矿床虽与穆龙套金矿床有许多相似之处,但亦有显著的差异,并首次提出“萨瓦亚尔顿式”金矿床类型的观点。1999年,中国地质科学院力学研究所又通过对萨瓦亚尔顿锑金矿床的矿田构造研究,对该矿区提出了一些找矿远景区。

综上所述,西南天山区域地质构造单元的划分目前主要存在有3种认识(图2):①整体属塔里木板块西北缘活动带,为南天山晚古生代陆缘盆地[4,6,8,10,11];②北属哈萨克斯坦板块南缘的晚古生代早期洋壳板片,南属塔里木板块北缘陆壳板段,即塔里木微板块北缘古生代活动带[5];③将本区西北边陲地带哈拉布拉克—别迭里泥盆系出露区划归南天山哈尔克—巴仑台加里东沟弧系的西延部分,属哈萨克斯坦板块南部伊犁微型板块南缘次级构造带,其余地区属塔里木板块西北缘活动带(全国第二轮成矿远景区划成果汇总研究报告,地质矿产部地质调查局,1996)。目前有较多学者赞同第一种认识,认为西南天山造山带是南天山晚古生代陆缘盆地的一部分。南天山晚古生代陆缘盆地南界为乌恰—库尔勒断裂,向西延至吉尔吉斯斯坦共和国纳伦的西南,向东止于库尔勒以西。

1.2 西南天山地区构造单元划分

2000年野外调研及综合研究成果显示:工作区整体处于塔里木板块,大地构造单元划分为:南天山造山带(包括东阿赖和阔克萨岭地区),塔里木板块西北缘(除东阿赖和

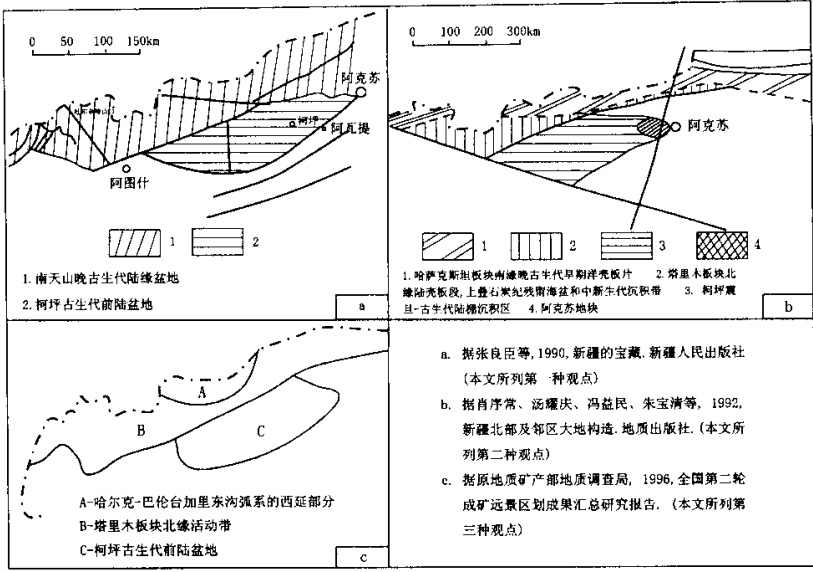


图 2 西南天山地区大地构造观点示意图

Fig.2 Geological sketch map of the Southwestern Tianshan

阔克萨岭地区外其他地区)。其中，塔里木板块西北缘的二级构造单元可划为：苏鲁克列元古代地块、柯坪古生代陆棚区、迈丹—库阿特晚古生代裂陷槽、托云新生代拉分盆地（图 3）。

1. 2. 1 构造单元划分的地质依据

(1) 据 2000 年工作成果，在东阿赖吉根地区晚志留世地层中确认一条蛇绿混杂岩带，局部地区蛇绿岩的岩石序列，组合基本齐全，包括变质橄榄岩、辉长辉绿岩及基性火山岩（形成于洋中脊环境）几个组分，各组分之间为逆冲断层接触关系。局部地区蛇绿岩的组分不完整，呈杂乱无序产出，并夹有火山岩、碎屑岩、灰岩、硅质岩的碎块。

阔克萨岭南部亦发育一条超基性岩带，前人没有对该超基性岩带进行过研究，2001 年本项目在该地区的地质调查中，发现其为蛇绿岩（详见下述），野外调研发现，向西与东阿赖地区吉根蛇绿岩带相连，向东可至于西天山南部晚志留—早泥盆世的长阿吾子—库米什蛇绿混杂岩相连，有待进一步研究。根据目前蛇绿岩时代上限的近似，推断它们可能为南天山造山带晚志留—早泥盆世的一条蛇绿

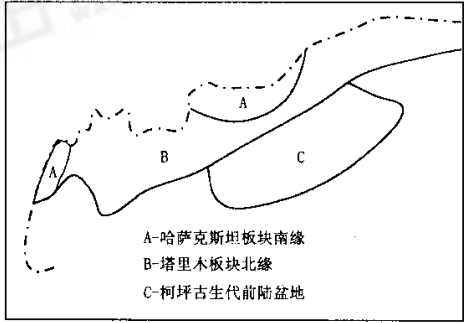


图 3 构造单元划分图

Fig.3 Classification of tectonic units

根据目前蛇绿岩时代上限的近似，推断它们可能为南天山造山带晚志留—早泥盆世的一条蛇绿

岩带,最新的305项目认为长阿吾子—库米什—红柳河构造带为重要的板块分界线。

(2) 东阿赖和阔克萨岭地区的志留—泥盆纪地层十分相似,主要由碎屑岩、灰岩和火山岩组成,其中碎屑岩包括特征的含炭千枚岩化泥质岩,火山岩主要为基性火山熔岩和少量中性火山岩。基性火山岩主要为玄武岩、细碧岩、细碧玢岩、钠长粒玄岩。与西南天山其他地区相比,上述两个地区火山作用均相对强烈,岩石变质变形程度高,与其他地区沉积建造不同,火山岩形成的构造背景差异很显著。

(3) 西南天山(除东阿赖和阔克萨勒岭地区以外,下同)和柯坪地区以早寒武世玉尔吐斯组为代表的整套岩石完全可以对比,均为较稳定的碎屑岩和碳酸盐岩沉积。表明西南天山为塔里木板块的组成部分。

(4) 沿吉根—萨瓦亚尔顿—托穆尔峰出露的花岗岩岩基或岩株,前人资料及研究显示其为晚华力西期同造山期的酸性花岗岩;而托云—迈丹—库阿特出露的花岗岩,均为晚华力西期后造山期的碱性花岗岩。

(5) 阔克萨勒岭地区的齐齐加纳克蛇绿岩及东阿赖地区的木孜别里、吉根蛇绿岩具高Fe-Ni-Cr-Mn地球化学异常,蛇绿岩组分较齐全,与围岩呈明显的“冷侵入”接触关系;柯坪地区的超基性岩以其低Fe-Ni-Cr-Mn地球化学显示、高碱低钾等特征而显著区别于阔克萨勒岭地区的蛇绿岩,有资料显示前人(西安地质矿产研究所,1992)曾在巴楚地区的超基性岩体中寻找过金刚石,更说明其是深源、扩张环境的产物,亦说明塔里木板内(北北东向)隐伏深大断裂。

1.2.2 不同构造单元区域地质特征

(1) 东阿赖地区:东阿赖主要由晚志留世、早中泥盆世地层组成。晚志留世主要由浅变质碎屑岩、灰岩和火山岩构成,局部发育含炭千枚岩化泥质岩石及硅化砂岩。火山岩主要有中基性火山熔岩,包括细碧岩、细碧玢岩、钠长粒玄岩、安山岩和少量石英角斑岩。中晚泥盆世地层亦主要为碎屑岩和灰岩,火山岩含量少,主要为细碧岩、细碧玢岩。

木孜别里蛇绿岩:在木孜别里前人发现了一条蛇绿岩,主要由变质橄榄岩和基性火山熔岩组成,多呈残块存在于北北东向逆冲推覆断层中,逆冲推覆断层东西盘均为晚志留世地层;新疆地矿局第一区调大队有关资料,在东阿赖地区、木孜别里地区及铁克塔什地区报道有两条蛇绿杂岩带,呈北北东向延伸,其中木孜别里蛇绿杂岩带最长2.4 km,最宽1.8 km,主要的组分包括:变质橄榄岩(岩石由蛇纹石、少量赤铁矿和铬铁矿组成。蛇纹石集合体由叶蛇纹石、纤维蛇纹石组成)、基性火山岩。另外还报道有少量蚀变安山岩和蚀变闪长玢岩。前人对该基性火山岩的研究认为,基性火山岩属碱性玄武岩系列,稀土元素球粒陨石标准化分配型式为向右陡倾型,轻稀土强烈富集,具正Eu异常。其源区可能为富集地幔源区,属洋岛玄武岩(第一区调大队区域地质调查报告,1998)。

吉根蛇绿岩带:根据项目2000年工作成果,在东阿赖地区及吉根乡苏万阔勒的上志留世地层中确认一条蛇绿岩带,北侧向萨瓦亚尔顿方向延入吉尔吉斯斯坦境内,在吉根南侧被第三系覆盖;局部地区蛇绿岩的岩石序列、组合基本齐全,包括变质橄榄岩(已蚀变为石英菱镁岩,主要由石英、镁碳酸盐矿物组成)、辉长辉绿岩及基性火山岩熔岩几个组分,各组分之间以走向北北东、倾向北北西的逆冲断层接触关系(图4)。局部地区蛇绿岩的组分在逆冲断层中不完整,呈杂乱无序产出,并夹有大洋拉斑质基性火山岩、碎屑岩、灰岩的碎块。该蛇

绿岩带西侧为中泥盆世地层，东侧为中志留世地层。从该蛇绿岩带两侧地质体综合对比来看，该蛇绿岩带代表了晚古生代南天山造山带与塔里木板块的界线。

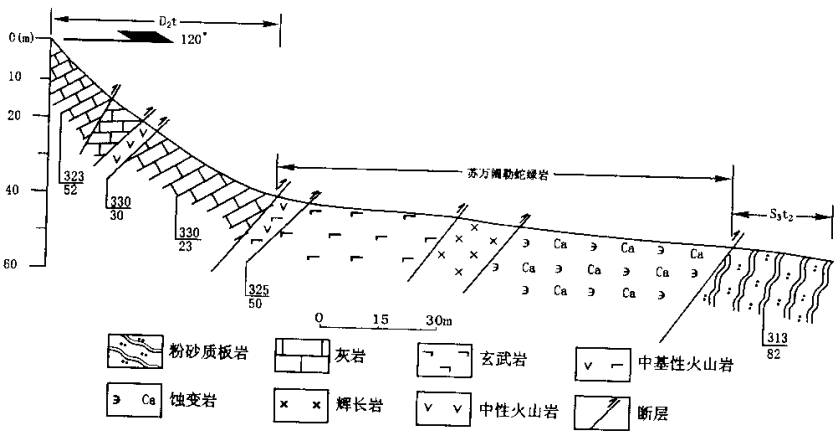


图 4 吉根乡苏万阔勒蛇绿岩带地质剖面图
Fig. 4 Ophiolite profiles in Suwankuole, Jigen

(2) 阔克萨勒岭地区：主要由志留纪—泥盆纪和石炭纪地层组成，其中志留—泥盆纪地层与东阿赖地区十分相似，主要由碎屑岩、灰岩和火山岩组成，其中碎屑岩中发育有特征的含炭千枚岩化泥质岩；火山岩主要为基性火山熔岩和少量中性火山岩，基性火山岩主要为玄武岩、细碧岩、细碧玢岩，中性火山岩主要为蚀变安山岩。石炭纪地层主要由碎屑岩和灰岩组成，夹极少量玄武岩-流纹岩，构成双峰式火成岩套。

齐齐加纳克蛇绿岩：南部齐齐加纳克河两侧出露一条蛇绿岩带，该蛇绿岩呈近东西向分布，沿走向断续出露 4 个蛇纹石化橄榄岩，长约 300~500 m、宽约 40~70 m，长轴平行逆冲断层走向，组分齐全，主要由蛇纹石化橄榄岩、辉长（辉绿）岩、辉绿玢岩、枕状玄武岩、硅质岩、泥灰岩及少量安山岩，多呈大小不一的残块存在于逆冲岩片中或构造破碎带中（图 5）。该蛇绿岩北侧为晚志留世地层，南侧未定（第三系覆盖）；根据 2001 年野外调研及综合研究该蛇绿岩西可与东阿赖地区的木孜别里蛇绿岩相连，东是否与黑鹰山一带蛇绿岩相连尚须进一步研究。

(3) 塔里木板块西北缘：根据项目组 2000—2001 年工作成果，西南天山东段库阿特一带和柯坪地区以早寒武世玉尔吐斯组为代表的整套岩石完全可以对比，这表明西南天山地区均为塔里木板块的组成部分。依据岩石组合特征及地层对比，又将西南天山地区划分为苏鲁克列元古代地块、托云中新世拉分盆地、迈丹—库阿特晚古生代裂陷槽、柯坪古生代陆棚区等二级构造单元。

苏鲁克列元古代地块：为一古老陆块，遥感解译图上呈一不完整的环形构造，主要由元古代瘤状结晶片岩、黑云母片岩及大理岩、云母石英片岩、绿帘黑云片岩、钙质片岩及石英岩组成，岩石变形变质强烈，具古老基底特征。根据其地质时代及岩石组合、变质程度等特

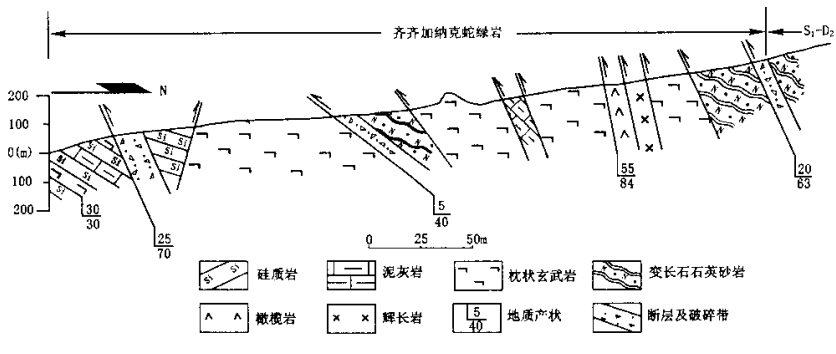


图 5 齐齐加纳克蛇绿岩带地质剖面图

Fig. 5 Ophiolite profiles in Qiqijianake

征分析，苏鲁克列地块可以与阿克苏地块对比。

托云中新世拉分盆地：侏罗系为红色、褐色泥岩、砾岩及褐色钙泥质石英砂岩夹紫红色钙质砂岩、碳质泥岩夹煤层和基性火山岩。白垩系为红色砂岩夹凝灰岩、凝灰砂岩及泥岩，火山岩发育。第三系主要为陆相碎屑岩沉积，主要为棕红色、褐红色砂质泥岩、泥质粉砂岩、灰绿色砂岩、粉砂岩、钙质砂岩夹石膏化砂岩，火山岩发育。该构造单元最有特点的是白垩—古新世的火山活动，主要岩性为橄榄玄武岩、粗玄武岩和少量碱玄武岩，含有尖晶石二辉橄榄岩等正常地幔捕虏体及角闪岩、云母岩等交代地幔捕虏体，其形成与中新世地幔柱的活动密切相关。

迈丹—库阿特晚古生代裂陷槽：主要由石炭纪、少量二叠纪地层构成，以碎屑岩和碳酸盐岩为主，其中石炭纪地层中夹有双峰式火山岩玄武岩-流纹岩组合。结合前人对本区的研究，该区的沉积岩石组合及火山岩特征均显示本区具有裂谷作用的特点（新疆地矿局第八地质大队资料）。与工作区东、西两边的石炭纪地层对比，该区火山岩发育相对较少，只在霍什布拉克东北部和库阿特地区发育上述双峰式组合。

柯坪古生代陆棚：该构造单元位于阿克苏市西南，北部以哈拉峻—阿合奇断裂为界与西南天山的迈丹—库阿特晚古生代裂陷槽相邻，南到巴楚附近，东西长约 300 km，南北宽 30~75 km，由元古代基底及震旦—古生代盖层构成。

元古代基底即阿克苏群，由绿泥白云钠长石英片岩、钠长白云石英片岩、钠长绿帘绿泥片岩、钠长绿帘绿泥蓝闪片岩和黑硬绿泥石钠长石英片岩组成，夹蓝闪片岩、磁铁石英岩、石英岩等。可见变质程度较浅，具残余结构的变基性火山岩。

盖层由震旦系浅海相砂岩、粉砂岩夹冰碛岩，火山岩具典型的双峰式玄武岩（包括橄榄玄武岩和玄武岩、枕状玄武岩）—流纹岩建造，该火山岩是否属于早古生代南天山洋形成前的大陆裂解时的产物有待于进一步工作。

寒武系为含磷浅海-泻湖相细碎屑岩-碳酸盐岩建造。

奥陶系为浅海相细碎屑岩-浅海相碳酸盐岩建造。

下志留统为浅海-滨海相类磨拉石建造。

下泥盆统为滨海-陆相细碎屑岩建造, 上泥盆统为滨海相细碎屑岩建造。

下石炭统为浅海相碳酸盐岩建造。

二叠系主要为杂色碎屑岩、发育完好的陆相玄武岩—碱性玄武岩及火山碎屑岩, 其特征与中国东部中生代火山岩的特征完全可以对比。

总体上, 柯坪地块缺失中、上志留统和中泥盆统。属稳定地块型沉积, 岩浆活动微弱, 仅有零星的震旦纪、二叠纪基性岩、碱性岩产出, 构造活动不强, 以正走滑断裂为特点。工作区岩浆侵入活动微弱, 出露岩体不多且分散, 但局部有相对集中分布的特点。岩体除个别形成岩基型的侵入体外, 一般规模均较小, 以岩株、岩床或岩脉状产出; 岩性有超基性岩类、基性岩类、酸性岩类及碱性岩类(表 1)。成岩时期大致可分为 4 期: ① 元古代晚期——以基性岩床、岩墙及岩脉为主; ② 晚古生代早期——超基性岩; ③ 晚古生代晚期——碱性花岗岩、花岗岩、辉长岩、基性及中基性岩脉; ④ 新生代早期——基性、碱基性脉岩。

中酸性岩体与成矿关系较为密切, 主要形成于晚古生代, 共有 13 个岩体, 其中 7 个花岗岩体, 6 个碱性花岗岩体。花岗岩体呈岩基或岩株出现, 以微碱性花岗岩、黑云母花岗岩为主, 岩体近边部常有偏中性的岩石分布。外带具较宽的角岩化、大理岩化现象, 部分地段有矽卡岩出现, 个别岩体有较明显的矿化显示。碱性花岗岩均呈岩株分布, 一般规模较小, 在区内相对集中, 主要分布于霍什布拉克地区, 岩体分相一般不明显。围岩蚀变多以角岩化为主, 伴生有 Pb、Zn、Cu、W、Sn、Fe、B 等矿化现象。

工作区断裂构造发育, 共有大小不等的断裂 70 余条, 其中大于 40 km 的断裂 23 条。可分为 3 组: ① 北西西—北东东—近东西向断裂组合; ② 北西向—北东向断裂组合; ③ 北北西—北北东向断裂组合。

其中以北西西—北东东—近东西向断裂为主。近东西向断裂一般呈舒缓波状延伸, 规模较大, 为深大断裂, 常常是各级构造单元的分界线, 规模大、切割深, 亦常呈现为多期次由北往南的逆冲推覆构造, 控制了区域沉积建造、岩浆活动和成矿带的分布; 北东、北西断裂, 规模较小, 切割了近东西向断裂, 形成时间较晚; 北北东向断裂分布于吉根—萨瓦亚尔顿地区, 可能是深层断裂的继承性再现, 形成时代相对较晚, 与成矿作用关系密切。划分构造单元且与成矿密切的断裂有: ① 萨瓦亚尔顿—吉根断裂为南天山造山带与塔里木板块西北缘的分界断裂, 呈北北东向展布, 向北延出国外, 全长约 40 km。该断裂由一系列向北西倾的叠瓦式逆冲断裂组成, 亦是一个强变形带—韧性剪切带, 构造岩发育, 有糜棱岩、千枚岩、绿片岩等, 并沿该断裂发育有镁铁—超镁铁岩(蛇绿岩)透镜体及吉根铜金矿点、萨瓦亚尔顿大型铋金矿床; ② 乌恰断裂, 该断裂在地貌上是分隔西南天山山脉与塔里木盆地的区域性深大断裂(但不是地质意义的南天山造山带)。断裂始于乌恰县东北方向, 总体呈北东方向延伸至巴索贡。倾向北西—北北西, 倾角达 $70^{\circ}\sim 80^{\circ}$ 。断裂南北两侧, 无论是地层出露情况、岩性、厚度以及各期构造运动的反映等均截然不同, 并伴有花岗岩体, 呈岩株、岩脉沿断裂两侧分布。该断裂具有长期活动的特点, 在两侧形成次一级断裂; ③ 齐齐哈尔纳克断裂, 断层西段走向为南西西方向, 并延入吉尔吉斯斯坦境内, 断层面倾向南南东; 东段走向为南东东, 并因花岗岩的侵入而消失, 断层面倾向南南西, 倾角 70° 以上, 沿断裂带发育有镁铁—超镁铁岩(蛇绿岩); ④ 托什罕大断裂: 纵贯西南天山南脉, 在库尔加克以北及塔提尔塔塔什乔克山一带最为明显。大断裂在西段近东西走向, 至库尔加克西北一带为新生代拗陷所覆盖, 继续西

表 1 西南天山侵入岩体特征一览表

Tab.1 Intrusion features in the Southwestern Tianshan

序号	岩 体 名 称	岩体代号	产 状	面积 (km ²)	岩 体 特 征
1	沙雷布拉克花岗岩	Y ₃	小岩株	6.5	中央相为钾长花岗岩，二长花岗岩；边缘相为二长花岗岩
2	乌鲁芝加尔花岗岩	Y ₃	小岩株	8.7	主体为二长花岗岩；局部边缘为石英闪长岩；附近水系有辰砂
3	齐齐哈尔纳克钾长花岗岩	Y ₄	小岩株	2.5	主体为钾长花岗岩；局部为花岗闪长岩
4	鲁德涅瓦冰河微碱性花岗岩	Y ₄	岩基	>217	侵入于 S-D 地层中；中央为微碱性花岗岩，边缘为黑云母花岗岩
5	古尔拉勒碱性花岗岩	SY ₃	小岩株	48.5	主要为碱性白岗岩、碱性花岗岩、石英正长岩；边缘为花岗闪长岩、石英闪长岩
6	克兹勒克孜塔克碱性花岗岩	SY ₃	小岩株	57	主要为碱性花岗岩，次为石英正长岩、正长岩；砂卡岩带有锌、铅、铀、钨、铜矿染
7	霍什布拉克碱性花岗岩	SY ₃	小岩株	17.5	主要为碱性花岗岩，次为石英正长岩；重砂中含锆石、钽石、铌钽铁矿
8	奇格尔布拉克—阿其克布拉克碱性花岗岩	SY ₃	小岩株	4 3.5	以碱性白岗岩为主，砂卡岩带有锌矿化
9	普昌辉长岩	Y ₄	小岩体	17	侵入于康克林组（C _{3kk} ）及比尤列提群（P _{1bi} ）灰岩中，为多期次岩浆侵入产物
10	克兹尔托碱性花岗岩	SY ₄	小岩株	17	岩体内无明显分带，主要为碱性花岗岩；重砂有铌钽铁矿、烧绿石
11	塔尔都钾长花岗岩	Y ₄	小岩株	15	中央相为钾长花岗岩，边缘相为微斜长石花岗岩
12	巴什索贡碱性正长岩	SY ₄	小岩株	13~20	侵入于比京他乌组（C ₂ ）中，其中部被第四系覆盖，分割为多处露头，不具分带，主要为角闪正长岩
13	科铁克里克苏碱性花岗岩	SY ₄	岩基	100	碱性花岗岩为主，次为正长花岗岩。吉尔吉斯境内岩体边有一金矿
14	铁木尔苏花岗岩	Y ₄	岩基	344	黑云母花岗岩为主，有砂卡岩型磁铁矿体，含铜石英脉
15	喀拉克孜尤美那克辉长岩	Y ₂	小岩株		苏盖特布拉克组（Z _{2s} ）砾岩不整合其上
16	阿克苏隆起周围辉绿岩	β ₂	岩床岩墙		产于苏盖特布拉克组（Z _{2s} ）中，小角度与围岩斜交；一般 1~3 层，一般厚 10~95 m，延伸最长达 16 km
17	齐齐哈尔纳克河中游两侧超基性岩	Σ ₄	小岩体		强蛇纹石化、片理化，原岩为纯橄岩及少量斜辉橄榄岩，侵入乌帕塔尔坎群（S-D）砂岩及灰岩中
18	普昌—赞比勒盆地以北斜长煌斑岩、拉辉煌斑岩脉	δ ₄ 、 χ ₄	岩脉		侵入最新地层为二叠系
19	普昌—赞比勒盆地以南辉长岩、碱性辉长岩	ν ₆ βμ ₆	岩脉		侵入 N _{2a} ，被 N ₃ —Q 不整合覆盖

延则伸入吉尔吉斯斯坦境内；断裂东段其走向转为 70° 。该断裂为向南逆掩的逆断层，断层面有波状弯曲现象，但总的说来倾向北北西，倾角 40° ，北部之乌帕塔尔坎群向南推覆于托什罕组及第三系之上。沿断裂带岩石有退色及破碎现象，部分尚见有花岗岩的侵入；该断裂可能于晚华力西运动时形成，在阿尔卑斯晚期仍有活动。其断距估计不超过 $1\ 000\text{ m}$ ；⑤塔提尔塔什乔克逆掩断层：位于塔提尔塔什乔克山之南坡，走向北北东，向西南延伸至库尔加克以北，向北东延至铁列克苏河即与托什罕大断裂相会。断层面倾向北北西，倾角 30° 左右，北部（上盘）之托什罕组逆冲推覆于南部新第三系之上，由于断层面平缓，经侵蚀后常形成“飞来峰”。⑥艾克提克大断裂：该断裂是西南天山造山带与塔里木板块西北缘晚古生代裂陷槽的分界线，其走向为北东 75° 左右，断层北部为乌帕塔尔干群，南部为中石炭世艾克提克群。沿断裂线在现代地貌上常为负地形，而其他断裂证据尚未发现，故为一推测断层。该断裂向西延入吉尔吉斯斯坦境内，向东延为托什罕拗陷所覆盖；⑦克勒铁别克逆断裂：位于喀拉铁克山北坡，呈北东方向延伸，其西段断裂表现最为明显。断层面不甚平整，总的倾向北北西，倾角 $70^\circ\sim 75^\circ$ ，为一高角度逆断层。断层面北部（上盘）为中石炭世艾克提克群，其向南推覆于晚石炭世喀拉治尔加组之上，估计断距为 $1\ 000\text{ m}$ 至数千米。该断裂向北东汇于艾克提克大断裂处，向西延入吉尔吉斯斯坦境内。

遥感解译显示：区内的主要环形构造群有 3 个，包括托云环形构造群、霍什布拉克环形构造群及阔克萨岭环形构造群。托云环形构造群是中新生代火山活动的表现，部分是出露小岩体的表现；霍什布拉克地区环形构造群主要是深部岩基和地表小岩株的表现；阔克萨岭地区西南侧的环形构造是岩体的表现，东北的环形构造是隐伏岩体的表现，东北角的小环是构造表现。

西南天山具负磁异常，异常强度 $-200\sim -400\text{ nT}$ ，为北东—南西展布的重力低异常带，属幔拗区，属稳定区中的活动区。柯坪地区为稳定零磁场、相对高重力异常区，地壳性质接近幔隆区，两者差异明显。西南天山地区微量元素总体贫化，局部有 Pb、Zn、Cu、Hg 异常出现。

1.3 区域地质演化与成矿

西南天山的基底为中—晚元古代阿克苏群，其上缺失蓟县系和青白口系，反映了长城纪以来的塔里木运动使古塔里木板块形成和隆起。震旦纪早期，柯坪和天山西部开始下沉接受沉积，进入世界性的冰期，其后出现一些震荡性的升降运动，上震旦统火山作用发育，反映当时大陆处于拉伸环境。在柯坪地区，早寒武世沉积为一套碳酸盐岩和黑色硅质含磷建造，中寒武世为浅海—滨海相碳酸盐岩建造，晚寒武世沉积了泻湖相杂色含石膏的碳酸盐岩。奥陶纪柯坪地区处于稳定的沉降状态，沉积了浅海—滨海相碳酸盐岩建造。志留纪，柯坪地区由残余海盆逐渐转变为陆地，在东阿赖和阔克萨勒岭—别迭里地区裂陷迅速扩张，沉积了巨厚的复理石和碳酸盐岩建造，局部地区可能出现洋壳，晚志留世—早泥盆世发育基性火山岩，并发育蛇绿岩套。在志留纪末—早泥盆世洋壳开始发生俯冲（可能以吉根蛇绿杂岩为代表），洋盆闭合。中泥盆世—石炭纪末，整个西南天山可能仍处于海相状态，沉积了碎屑岩和碳酸盐岩。石炭纪末以后，西南天山进入陆内演化。

综观整个西南天山，东阿赖地区，阔克萨勒岭—别迭里地区与其他地区在沉积特征和岩浆活动方面均存在着一定的差异，显示出优地槽的特点，其中巨厚的复理石沉积（含炭）——

黑色岩系对大型金矿的形成起着控制作用。西南天山其他地区，岩浆活动相对不发育，岩浆岩较少，主要是碱性小岩体，有利于形成矽卡岩型锡多金属矿床。西南天山另一最重要的特征是逆掩断层和推覆体发育。这种推覆作用从古生代开始直至中—新生代，为一系列北倾的推覆体，有利于形成汞锑矿床。

西南天山的地质发展过程决定了矿产的形成具有一定的组合，在吉尔吉斯斯坦和乌兹别克斯坦境内的南天山地区，由于岩浆作用强烈，广泛出现前寒武纪杂岩，对大型金矿床的形成具有重要意义，而且多出现高温金-钨矿石建造矿床。在我国境内西南天山绝大部分地区岩浆作用弱，前寒武系出露很少，多有利于形成较低温的金-锑矿床及汞、锑矿床。

2 西南天山找矿潜力评价

2.1 西南天山地区矿产概况

2.1.1 主要矿种及其规模

工作区地处塔里木板块和伊犁—伊塞克湖板块之间，地域辽阔，但矿产资源贫乏。据不完全统计，区内有矿点、矿化点 150 余处。其中金属矿（化）点近百处，非金属矿产地 50 余处。金属矿产主要有金、铅—锌、铁，其次为铜、锑、汞、锡等；非金属矿产以石膏、磷矿为主，次为黄铁矿、粘土、冰洲石等。截止目前，工作区产有大型金矿 1 处，矿点 3 处，矿化点十余处；中型铅—锌矿床 1 处，小型 3 处；大型铀矿床 1 处。全区其他矿种，除非金属矿产和铁矿外，均未形成规模，并且分布零星。

2.1.2 矿床类型及其主要特征

根据工作区内已有金属矿床、矿（化）点的矿化特征，可将其归纳为 6 种主要矿床类型：①以沉积碎屑岩容矿的微细浸染型金矿床，包括萨瓦亚尔顿锑金矿床、萨瓦亚尔顿金—多金属矿点、川乌鲁金矿点、库台斯曼金矿化点、其吕特克（阿什特勒）金矿化点等；②以火山岩容矿的破碎蚀变岩型金矿床，包括卡恰金矿点、吉根铜金矿化点、博勒丁套铜金矿化点等；③热液脉状金矿床，包括布隆金矿床、艾西灭金矿点及布庵金矿化点等；④层控热液改造型铅锌矿床，以霍什布拉克铅锌矿床（D）、沙里塔什铅锌矿床（C）和乌拉根铅锌矿床（K—N）为代表；⑤热液脉状汞锑—多金属矿床，分别以坎岭铅锌矿床、卡拉脚古牙锑矿点、克孜勒库当汞矿点和铁克里克铜矿点为代表；⑥矽卡岩型含锡、钼多金属矿化，以塔木和卡拉丘别矿化点为代表。上述不同类型矿床（化）特征见表 2。

2.2 成矿规律

西南天山地区虽然经历了漫长的地质历史演化，但该区成矿作用相对简单，矿化类型较少，成矿时间主要集中于晚古生代。从上两节不同类型矿床的空间分布可以看出，工作区已有矿床、矿（化）点分布具有如下规律。

2.2.1 不同类型矿床受控于一定的大地构造单元

①以含炭千枚岩化泥质岩为容矿岩石的金、锑矿产主要分布于塔里木板块北缘的东阿赖和阔克萨勒岭地区，位于南天山造山带中；晚志留世—早泥盆世含炭沉积碎屑岩、火山沉积碎屑岩，蚀变超镁铁岩中均有很好的金、锑异常显示；②构造蚀变岩型金矿（化）点主要分布于塔里木板块北缘的晚古生代裂隙槽中，集中于构造活动的布隆—乌什北山地区泥盆纪—

表2 工作区六种主要类型矿床(点)矿化特征一览表

Tab.2 Mineralization features of the six essential types of deposits in the Southwestern Tianshan metallogenic zone

特征矿化类型	微细浸染型金矿床	破碎性变岩型金矿床	热液脉状金矿床	层控热液改造型铅锌矿床	热液脉型汞、铜、铅-锌矿床	砂卡岩型含锡、铜多金属矿化
矿床实例	萨瓦亚尔顿锡金矿床、萨瓦亚尔顿金-多金属矿点、库台斯曼金矿化点	卡恰金矿点、吉根铜金矿化点	布隆金矿床、艾西火金矿点	霍什布拉克、萨里塔什及乌拉根铅锌矿床	坎岭铅锌矿床、卡拉脚古牙锡矿点、克孜勒库当汞矿点和铁克里克铜矿点	塔木锡矿点和卡拉丘别锡-钨矿化点
区域构造背景	南天山造山带	南天山造山带及晚古生代裂陷槽	柯坪陆棚区	南天山造山带、晚古生代裂陷槽、托云中新生代拉分盆地	晚古生代裂陷槽、柯坪陆棚区	柯坪陆棚区
含矿建造及时代	以 S_3-D_1 含炭细碎屑岩、泥质碳酸盐为主,其次为 C 碎屑岩	S_3-D_1 蛇绿混杂岩, C 中酸性火山一次火山岩	C 碎屑岩或碳酸盐建造	D 碳酸盐建造, C 、 N 碎屑岩建造	铜、铅锌矿床主要与 O 、 D 及 C 碳酸盐建造有关,汞、锡主要与 Z 、 D 及 C 碎屑岩有关	石榴子石砂卡岩建造、砂卡岩-磁铁矿(硼铁矿)建造
岩浆岩	无	基性、超基性岩岩块、辉绿岩脉(安山)岩脉	发育少量酸性岩	可有可无	无	与偏碱性花岗岩结晶晚期的酸性脉岩有关
赋矿岩性	含炭细砂岩、粉砂岩及粉砂泥质板岩	基性、超基性岩,安山(粉)岩	砂岩,厚层灰岩	薄层灰岩,白云岩、砂岩、粉砂岩	中厚层灰岩、砂岩、泥质粉砂岩	石榴子石透辉石砂卡岩
控矿及聚矿构造	板块俯冲对接带附近叠加于切一脆性剪切带之上的断裂裂隙	区域性大断裂两侧的片理化带及构造裂隙带	层间或穿层断层破碎带	位于区域大断裂带上;或其上盘的层间破碎带	区域次一级断裂两侧的断层破碎带	花岗岩体外接触带层间裂隙
矿体形态	似层状、板状	透镜状或鸡窝状	脉状	层状、似层状	脉状或透镜状	脉状或不规则状
围岩蚀变	硅化、黄铁矿化、粘土化、碳酸盐化	硅化、碳酸盐化、黄铁矿化	黄铁矿化、硅化	碳酸盐化、黄铁矿化、硅化、重晶石化	碳酸盐化、黄铁矿化、硅化、重晶石化	砂卡岩化、黄铁矿化
原生矿石矿物组合	黄铁矿、毒砂、辉钨矿、辰砂、黄铜矿、方铅矿、闪锌矿、锑酸盐、石英、方解石、铁白云石	黄铁矿、毒砂、黄铜矿、石英、菱铁矿、方解石、白云石	自然金、银金矿、黄铁矿、黄铜矿、重晶石、石英、菱铁矿、方解石	方铅矿、闪锌矿、黄铁矿、白云石、方解石、重晶石、天青石	辉钨矿、辰砂、黄铜矿、黄铁矿、方铅矿、闪锌矿、石英、方解石、白云石、重晶石	硼钨铁矿、磁铁矿、辉钨矿、黄铁矿、黄铜矿、石榴子石、透辉石、石英
矿石组构	各种结晶粒状结构及交代结构,浸染状及网脉状构造	细粒结构,网脉状及浸染状构造	中粗粒结晶结构,块状、脉状及条带状构造	各种结晶粒状结构及交代结构,纹层状、条带状及浸染状构造	各种结晶粒状结构及交代结构,脉状、条带状、块状及团块状构造	自形粒状结构,块状、团块状、斑状构造
金属元素组合	Au-As-Sb, Au-Pb-Zn-As-Sb(Sn)	Au-As, Au-Cu	Au-Sr, Au-Cu	Pb-Zn	Cu-Pb-Zn-Hg-Sr, Sb(Hg)	Fe-Mo, Fe-Sn
化探异常及元素组合	Au-As-Sb(Hg)	Au-As-Sb(Hg)	Au-As-Sb-Hg-Ba, Au-Cu-Zn	Cu-Pb-Zn-Ag-(W-Sn-Nb)	Au-As-Sb-Hg, Cu-Pb-Zn, Hg-As-Ba-Sb	W-Sn-Nb-Cu-Zn-Ag-As
成矿时代	231~241 Ma(萨瓦亚尔顿锡金矿床 Rb-Sr 等时线年龄) ^①		258±15 Ma(布隆金矿床 Rb-Sr 等时线年龄)	265±12 Ma(霍什布拉克矿床 Rb-Sr 等时线年龄) ^④		229.25±2.5 Ma~261.5±2.7 Ma(锆石 U-Pb 年龄) ^③

资料来源:① 叶锦华等,1998,1999,2000;② 李华芹等,2001;③ 杨富全等,2001。

石炭纪陆源碎屑岩及碳酸盐地层中;③层控热液型铅锌矿床主要分布于晚古生代裂陷槽、中—新生代拉分盆地及其中的泥盆系推覆体或构造窗中,往往与后期热液的活化有关;④受构造控制的铅锌矿床,脉状金、锑矿床(点)、主要分布于柯坪古生代陆棚区,与区域性断裂关系密切。砂岩型铜矿床主要赋存于中新生代砂岩中;⑤锡矿产主要分布于霍什布拉克地区花岗岩与钙质泥岩或碳酸岩的接触带中。以上矿种受大地构造背景、地层、岩性及断裂控制强烈,常集中呈带状或成群分布。

2.2.2 矿床受特定的层位和岩性控制

西南天山地区广泛出露元古代—第三纪各个时期的陆源碎屑岩-碳酸盐建造,元古代、震旦纪、晚志留世—早泥盆世、石炭纪、二叠纪及白垩纪局部发育火山岩建造。但成型金矿床(点)主要赋存于上志留统—下泥盆统、下石炭统的砂岩、粉砂质泥岩中;中小型铅锌矿床主要赋存于下奥陶统、中泥盆统、下石炭统及第三系4个不同时代的碳酸盐岩中;汞矿化赋存于震旦系砂岩、砂砾岩中;锑矿点赋存于下石炭统灰岩中及其与粉砂泥质板岩的接触带;锡、钼矿(化)点总是与偏碱性花岗岩外接触带的砂卡岩或磁(硼镁)铁矿形影不离。由此可见,除锡、钼矿具有特征的岩浆属性外,区内 S_3-D_1 、 D_2 、 C_1 、 N 几个不同时代的碎屑岩是Au、Hg、Sb矿床的主要赋矿层位,而碳酸盐岩则是Pb、Zn矿床的主要赋矿层位。

2.2.3 矿床与断裂的空间一致性

区内已有成型金属矿床表现出与深大断裂带的空间一致性。西段东阿赖地区萨瓦亚尔顿大型锑金矿床、金—铅锌多金属矿点、矿床、吉根铜金矿点的空间分布明显受北东向吉根—萨瓦亚尔顿深大断裂带中的强变形带制约;向东至乌恰一带,萨里塔什与乌拉根铅锌矿床产于受北北向费尔干纳断裂带控制的中新生代拉分盆地中及其边缘断裂两侧;中段霍什布拉克铅锌矿床、布隆金矿床产出位置与晚古生代裂陷槽南缘断裂(喀拉铁克大断裂)空间部位完全吻合;即使具有明显成矿专属性的锡、钼矿化点成矿母岩的侵位亦受近南北向基底断裂控制极为明显;东段乌什北山一带卡拉脚古牙锑矿点、卡恰金矿点及铁克里克铜矿点均沿西南天山南缘断裂分布。

2.2.4 成矿时代的一致性

据现有资料,萨瓦亚尔顿锑金矿床主成矿期矿脉Rb-Sr等时线年龄为 $241 \sim 231 \text{ Ma}^{[11 \sim 13]}$,布隆金矿床含金石英脉Rb-Sr等时线年龄为 $258 \pm 15 \text{ Ma}$,霍什布拉克铅锌矿床块状矿脉Rb-Sr等时线年龄为 $265 \pm 12 \text{ Ma}$ (李华芹等,2001),塔木锡、钼矿化点成矿母岩锆石U-Pb和谐年龄为 $261.5 \sim 229.25 \pm 2.5 \text{ Ma}^{[14]}$ 。从上述数据可知,尽管区内矿床或矿(化)点赋矿地层时代不同,矿化种类各异,但其成矿作用发生时代相近,均与晚华力西期构造-岩浆作用有关。

2.3 成矿区带划分

2.3.1 成矿区带的划分及其依据

当前,中亚南天山成矿带划分尚无统一的划分意见,同样,我国学者对西南天地区成矿带的划分亦有不同的划分方案。为了便于与中亚南天山成矿带对比,本文主要是参照了B. B. Виро́вец等人关于南天山阿赖—科克萨尔区域的成矿带划分方案、叶庆同等人关于我国南天山成矿带的划分方案,以成矿大地构造背景及构造—建造带为基础,结合我国西南天山地区地质构造单元的地质发展史,各地质构造单元沉积建造类型、成矿条件和成矿特点,可

以分为 3 个Ⅲ级成矿带和 10 个Ⅳ级成矿（区）带（表 3，图 6）

表 3 西南天山成矿带划分一览表

Tab.3 Subdivision of the Southwestern Tianshan metallogenic zone

Ⅲ级成矿带	Ⅳ级成矿带	构造环境	代表性矿床（点）
Ⅲ ₁ 西南天山造山带早华力西期建造成矿带	Ⅳ ₁ 东阿赖锡金铅锌（锡汞）成矿带	陆缘深海盆	萨瓦亚尔顿锡金矿床、吾瓦铅锌多金属矿点、吉根铜金矿化点
	Ⅳ ₂ 阔克萨勒岭—别迭里锡金（锡铋）成矿带	陆缘深海盆	川乌鲁铜金矿化点、库斯台曼金矿化点、开孜维克锰矿点
Ⅲ ₂ 西南天山造山带中晚华力西期建造成矿带	Ⅳ ₃ 吾瓦铁（金）成矿区	陆缘裂陷槽	大红山铁矿床、卡孜干孜腰铁矿床、吾瓦含金黄铁矿点
	Ⅳ ₄ 托云—康苏铅锌成矿区	上叠拉分盆地	沙里塔什铅锌矿床、乌拉根铅锌矿床
	Ⅳ ₅ 迈丹塔格—霍什布拉克铅锌成矿区	陆缘裂陷槽	霍什布拉克铅锌矿床
	Ⅳ ₆ 卡拉脚古牙—托木尔峰锡金锡（铅铜）成矿带	陆缘裂陷槽	卡拉脚古牙锡矿点、卡恰金矿点、铁克里克铜矿点
Ⅲ ₃ 柯坪地块成矿带	Ⅳ ₇ 巴什索贡—布隆金铜铅锌锡钼成矿带	浅海陆棚	布隆金矿床、艾西灭金矿床、塔木铜锌金矿点、塔木锡（铁）矿点、卡拉丘别钼锡铁矿点
	Ⅳ ₈ 库阿特铜成矿区	微陆块	克孜勒苏铜矿点
	Ⅳ ₉ 苏盖提布拉克铜锌汞成矿区	浅海陆棚	优尔美拉克汞矿点、土斯白尔铜锌矿点
	Ⅳ ₁₀ 坎岭—卡拉苏铅锌成矿带	浅海陆棚	坎岭铅锌矿床

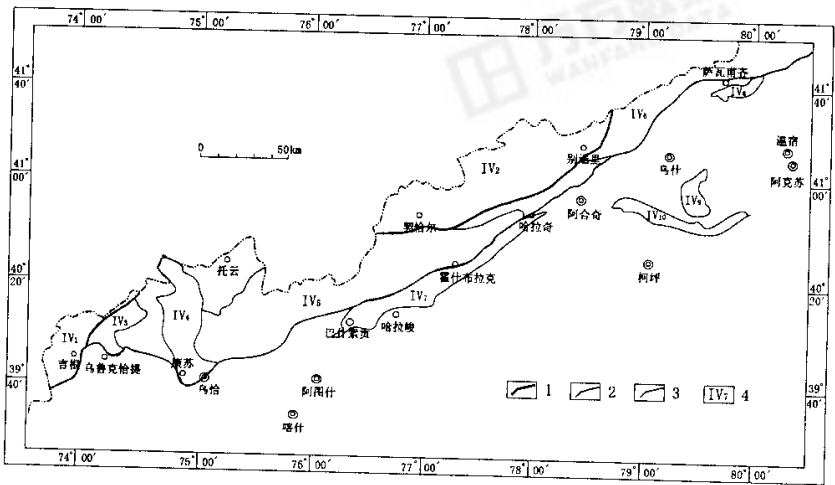


图 6 西南天山Ⅳ级成矿带分布略图

Fig.6 The distribution of mineralization belt in Southwestern Tianshan
1. Ⅰ级成矿带界线；2. Ⅲ级成矿带界线；3. Ⅳ级成矿带界线；4. Ⅳ级成矿区带编号（说明见表 2）

2.3.2 主要成矿带特征

(1) 东阿赖锡金铅锌(锡汞)成矿带(IV_1) 该亚带是境外东阿赖汞锡成矿带的东延部分。位于西南天山最西端,其北、西部与吉尔吉斯斯坦共和国接壤,东界为吾瓦断裂,亦称作阿热克托如克断裂,构造上属东阿赖晚加里东—早华力西期构造-建造带。西南天山造山带在志留纪—早泥盆世洋盆形成期间,于东阿赖地区形成一套深水—半深水相的含炭细碎屑岩复理石-泥质碳酸岩建造,常夹有玄武岩、火山碎屑岩及超镁铁岩,含炭细碎屑岩成为汞锡金矿化的矿源层。比较典型的矿床有萨瓦亚尔顿锡金矿床、萨瓦亚尔顿金-含锡多金属矿点及吉根铜锌金矿化点等。矿(化)体产于深断裂带附近的强变形带中,萨瓦亚尔顿锡金矿床成矿年龄为 $241\sim 231\text{ Ma}^{[11\sim 13]}$,其形成与南天山碰撞造山晚期构造热事件有关。

(2) 阔克萨勒岭—别迭里锡金(锡钨)成矿带(IV_2) 该成矿带在地理位置上处于阔库拉和托什罕河中游南北两侧。其北与吉尔吉斯斯坦以山脊为界,东南以艾克提克大断裂为界,与西南天山造山带中,晚华力西期建造成矿带相邻。该带北半部在境外,称阿克塞成矿带。在板块构造部位上,它与东阿赖锡金成矿带大体相当。带内出露地层为上志留—下泥盆统乌帕塔尔坎群岩屑砂岩、钙质砂岩、泥质粉砂岩及含炭泥质板岩,并夹有大量玄武岩岩片和超镁铁岩岩块等。成矿带目前已发现的金属矿产计有:金、铜、铅锌、铁、锰,以及黄铁矿等,虽然这些矿产目前均系矿点和矿化点,但与西南天山地区已发现矿产资源整体匮乏相比较,该成矿带已初步显示出乐观的找矿线索。矿床类型主要有微细浸染型(锡)金矿床(库斯台曼、川乌鲁)和火山-沉积型锰矿(开孜维克)。其形成与断裂破碎带有关。此外,该成矿带是我国西南天山环形构造和花岗岩类侵入体相对发育与较为集中的地区之一。其空间分布与天山控制岩浆和控制锡矿化区产出的北东向断裂带之一,即穆德姆—克根断裂带相吻合。故本成矿带可作为西南天山地区寻找锡矿产及其共生稀有多金属矿产的有利地带。

(3) 托云—康苏铅锌成矿区(IV_4):该成矿区是境外苏雅克带在我国的延伸部分。其范围大体与科克同他乌侏罗纪裂陷带相当。区内出露地层主要为侏罗纪—第三纪地层,中上泥盆统和下石炭统呈构造窗局部出露。主要赋矿岩系为中上泥盆统、下石炭统和第三系白云岩化灰岩、白云岩及中粒碎屑沉积岩。矿产以铅、锌和锗为主。主要矿床有沙里塔什铅锌矿床和乌拉根铅锌矿床。其成矿层位多(D_2 和 $E+K$)、矿层层位稳定。该成矿区处于北西向费尔干纳断裂带上,构造-热液活动强烈而频繁,有利于矿源层中成矿物质的活化、迁移与富集,是以层控沉积-改造型铅锌矿床为主的成矿区。

(4) 迈丹塔格—霍什布拉克铅锌成矿带(IV_5):该成矿亚带位于北北西向费尔干纳断裂之东侧,南以迈丹—喀拉铁克断裂为界,北与境外迈丹塔格同名成矿带相接。区内出露地层为泥盆系、石炭系碎屑岩-碳酸盐岩,局部夹酸性火山岩。带内断裂发育,尤其是推覆断裂十分明显。铅锌是该成矿带的优势矿种,矿床类型有沉积-改造型铅锌矿床(霍什布拉克)、岩浆热液型铅锌矿化(阿克克布拉克)及矽卡岩型锡矿化(奇吉布拉克)。

(5) 卡拉脚古牙—托木尔峰锡金(铝铜)成矿带(IV_6):该成矿带位于乌什县北侧乌什北山。北西与阔克萨勒岭—别迭里锡、金、(锡)成矿带相邻,南以西南天山南缘断裂为界,北与境外阔克萨勒岭晚华力西期构造-建造成矿带相连。区内出露地层主要为中、上泥盆统灰岩夹碎屑岩、石炭系碳酸盐岩-碎屑岩建造。带内岩浆活动整体较微弱,北部中吉边境线附近出露有几个偏碱性花岗岩体。而逆冲断裂构造发育,常控制着少量正长岩小岩体、安山玢岩

脉、辉绿岩脉及矿(化)点的空间分布。带内矿产有锑、金、铝土矿、铜、铅、锌、银、锡等,其中金、锑是该成矿带的优势矿种。矿化类型有低温热液石英脉型锑矿床和金矿化(前者以卡拉脚古牙锑矿床为代表,后者有布庵金矿点)、构造蚀变岩型金矿(卡恰)、热液脉型铅锌银矿点(滚滚铁列克)、微细浸染型金矿化(其吕特克、阿什特勒)、风化壳型铝土矿床(乌什北山)、矽卡岩或云英岩型锡矿化(木札尔特河上游)等。鉴于距边境线不足 30 km 吉尔吉斯斯坦境内有若干个与二叠纪酸性侵入活动有关大型锡矿床及若干中小型金矿床,故木札尔特河上游锡矿化点的发现对在该成矿带近边境线一带找锡具有指导意义。

(6) 巴什索贡—布隆金铜铅锌锡钼成矿带(Ⅳ₇):该成矿带西起巴什索贡,东至阿合奇县哈拉奇,喀拉铁克大断裂南侧(木兹杜克过渡带),其范围与柯坪陆棚晚古生代构造-建造带相当。自北而南出露地层计有二叠系、石炭系和泥盆系,第三系和第四系广布于山前及山间盆地中。晚古生代沉积建造主要为一套由海进序列形成的浅海陆棚相碎屑岩到碳酸盐岩建造,岩性主要以砂岩、粉砂岩为主,其次为页岩、条带状硅质岩和灰岩,局部夹碧玉岩、凝灰岩等。该亚带是区内华力西晚期花岗岩体最为发育和集中分布的地区,岩石组合有碱性白岗岩、碱性花岗岩、浅色石英正长岩和浅色正长岩。矿床类型有低温热液石英脉型金矿床(布隆)、热液脉型铜金矿床(艾西灭)、岩浆热液型铅锌矿化点(塔木南)、铜锌矿化点(塔木西)、矽卡岩型锡钼矿化点(塔木、卡拉丘别)。低温热液石英脉型金矿床主要与断裂构造活动有关,其余矿床(化)均与二叠纪碱性花岗岩有关。该成矿带目前虽已有一些内生锡、钨、金稀有多金属的矿化线索,可适当开展一定的探查工作,但鉴于所处大地构造部位、含矿建造及岩体成矿专属性明显不同于中亚地区,故形成大型矿床的前景不容乐观。

3 境内外对比研究及找矿潜力评价

3.1 境内外对比研究

众所周知,我国西南天山是中亚南天山的东延部分,然而,二者在矿产产出种类、规模及丰富程度上却存在着显著的差别。前者以蕴藏有丰富的大—特大型金、汞、锑、钨、锡等矿产而闻名于世,而后者仅发现有少数几个屈指可数的中—小型矿床(图 7),究其原因,这与南天山造山带在纵向上由于基底结构、沉积建造、构造特点及岩浆岩发育程度不同所决定的。

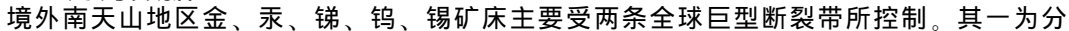
3.1.1 基底结构的東西向差异

从中亚莫氏面等深线图可以看出,中亚南天山地壳厚度总的变化西薄东厚。境外南天山地区地壳厚度一般小于 60 km,尤其是南天山造山带西段地壳厚度更小,平均不到 45 km。大多数金、钨、钼、锡矿床位于克齐尔库姆和伊塞克幔凸边缘及幔坡带上,汞、锑矿床位于南天山幔沟南北两侧,这些地区或属于地幔上隆区,或者属超岩石圈断裂发育部位,是构造运动和岩浆作用最强烈的地区,亦是幔源物质的上升的通道和空间部位。我国西南天山主体位于别迭里幔凹区,地壳厚度一般大于 60 km,在整个区域构造发展阶段相对稳定,构造演化相对没有中亚地区复杂。

3.1.2 含矿建造的显著差异

所有数据

中亚南天山金、汞、锑、钨、锡矿床的赋矿地层时代主要为奥陶纪、泥盆纪及早、中石炭



割中、南天山造山带穿透性断裂构造带,即别萨潘—南费尔干纳—伊内里切克断裂带,该构造带是古生代时期一条使卡拉库姆—塔里木板块与哈萨克斯坦板块并列起来的缝合带;其二为分隔南天山克齐尔库姆和阿赖华力西造山带与卡拉库姆地台的深断裂,即南吉萨尔—卡拉捷金断裂带。前者控制着南天山北缘火山岩带及金、汞、锑、钨、锡矿带的空间展布,后者主要控制着南天山南缘石炭—二叠纪构造—岩浆活化带及汞、锑、金矿带的区域分布。从矿田(床)产出的区域构造位置看,隐伏地块边缘、上述两条深大断裂带弧形转折部位,尤其是其与长期活动的近南北向穿透性基底断裂交会部位,以及有基底岩系出露,并被上述构造带所切割的一系列构造断块是矿田产出的有利部位。如,南天山西段穆龙套地区的金、钨、钼矿田(穆龙套金矿田)位于全球性乌拉尔南北向构造带转为近东西向天山构造带的转折部位,中段阿赖山一带的汞、锑矿田(海达尔坎、卡达姆赛)产于锡尔顿地块南侧,吉萨尔山一带的汞、锑、金矿田(吉拉乌、吉日特鲁特)产于南吉萨尔—卡拉捷金断裂由近东西向转为北西向弧形转折端内侧,东段库姆托尔地区的金、锡矿田(库姆托尔金矿、萨雷贾兹锡矿田)产于伊塞克地块弧形构造的东南翼。境内西南天山地区主体位于塔里木板块北缘和南天山造山带南缘,远离天山晚古生代缝合线,基底断裂不发育,区域性大断裂通常作为矿带空间分布的一级控矿构造。

3.1.4 火山岩及中酸性侵入体发育程度的显著差异性

境外南天山南、北缘各发育有一条晚奥陶世—早泥盆世优地槽型火山岩带^[9]。北带西起撒马尔汗以西,沿阿赖山北坡,经纳伦盆地,向东一直延伸到我国南天山哈尔克山北坡一带,断续长达近千公里。火山岩组合为细碧质基性火山岩和超基性岩;南带沿吉萨尔山南坡分布,火山岩岩石组合与北带相似,但其中发育有较多较酸性的火山岩类。上述两个火山岩带中及其两侧广泛发育华力西不同时期中酸性侵入岩类,尤其是在北带北侧形成长达数百千米的花岗岩带,大规模的火山—侵入活动不仅从深部带来大量的成矿物质,并为矿床最终形成提供了热动力条件。火山岩带与花岗岩带的空间复合造就了境外 4 个最大矿集区,即克齐尔库姆金—钨—钼、阿赖汞—锑、吉萨尔金—汞—锑及萨雷贾兹金—钨—锡矿集区的最终形成。

我国西南天山火山岩和花岗岩类侵入体不发育,火山岩仅见于该区西端吉根—萨瓦亚尔顿和中段阔克萨勒岭一带上志留—下泥盆统地层中,其空间位置大体是境外南火山岩带的东延部分。花岗岩类侵入体更是寥寥无几,全区仅有 12 个花岗岩体,缺乏形成大型矿床的热动力背景。

上述诸方面地质因素的差异性决定了南天山成矿带不同部位矿化类型及强度的明显不同。境外南天山成矿带矿化元素既有高温 Au、W 稀有组合,又有中低温 Au、Sb、Hg 组合,成矿类型和矿种多种多样,矿产计有金、铜、铅、锌、锑、汞、钨、锡等,矿床类型有层控热液型、火山沉积型、矽卡岩型、热液型、斑岩型和构造—蚀变岩型等^[15],但资源潜力巨大、以汞、锑、金矿化集中发育而闻名于世的阿赖带与泽拉夫尚—吉萨尔带和以金、钨、锡集中发育的努拉塔带均被断裂阻截而未延入我国。从图 7 可以看出,中亚南天山构造—成矿带延伸至我国境内的主要是其矿带南部的南缘,仅涉及东阿赖、阿克塞、迈丹塔格、科克萨尔等少数几个构造建造带,从现有资料及已有矿产分布看,上述各带矿化主要是汞、锑、金、铅和锌等低温元素组合,矿床类型有层控热液型和构造蚀变岩型,矿床规模以中、小型为主且较分散,尤其是在我国国境线附近矿床(点)更是寥若星辰,因此,从成矿带横向对比的角度

考察,我国西南天山找矿潜力亦不容乐观。

3.2 西南天山找矿潜力评价

以上对比分析表明:我国西南天山成矿地质条件虽不如境外有利,矿产及矿床类型没有其丰富多样,矿床规模亦远不如其那样巨大,但境内西南天山地域辽阔,工作程度低,成矿条件和找矿现状显示仍具有一定找矿潜力。

铅、锌一直是西南天山的优势矿产,尽管目前该地区虽无大型铅、锌矿床发现,但中小型铅锌矿床已有数处,而矿点、矿化点已知多达数十处,铅重砂异常60余处。从铅锌矿化的地层时代而论,西南天山造山带已知有4个层位,即下奥陶统,以坎岭小型铅锌矿床为代表;中泥盆统,以霍什布拉克中型铅锌矿床为代表;早—中石炭世,以沙里塔什小型铅锌矿床为代表,以及乌拉根小型铅锌矿床,其时代为白垩纪和第三纪。在一个地区就受地层层位控制同一矿种——铅锌而言就有4个层位,显示出较大的找矿潜力。

微细浸染型金矿床是今后西南天山地区的主攻和优势矿床类型,20世纪90年代中期,萨瓦亚尔顿大型锑金矿床成矿地质显示:矿床形成于深大断裂带附近,赋存于复理石含炭细碎屑岩系中,沉积成岩-低级变质-构造热液叠加等多期次成矿作用复合、叠加,造就了大中型金矿床。西南天山从晚志留—早泥盆世的陆缘拉张,到石炭纪的陆缘裂陷,广泛发育细碎屑复理石建造,为成矿提供了充足的矿源条件,碰撞造山期构造-热事件为矿质运移、聚集提供了热动力和储矿空间,矿床、矿(化)点具有集中呈带分布、矿体呈层状成群产出、矿化以金、锑、砷等低温元素为主要组分的特点,成矿地质条件优越,从区内分布众多金矿化点和一大批Au-As-Sb化探异常的出现,已展示出良好的找矿前景;与我国秦岭及滇黔桂地区矿带相比,亦具有较大的找矿潜力。

锡、钼矿产随着塔木、卡拉丘别及木扎尔特河上游矿化线索的发现,已引起关注。但鉴于西南天山有着独特的沉积建造组合与构造-岩浆活动特点,以及地质工作研究程度极低这一现状,在今后地质找矿工作中将有所侧重。从该区今后找矿工作部署的角度出发,应注重于沉积碎屑岩系中微细浸染型金矿床的寻找,其次为层控沉积—热液改造型铅锌矿床,兼顾碳酸盐岩与碎屑岩接触带层控热液型汞锑矿床的探查。

3.2.1 找矿方向

根据区内的成矿环境和控矿因素,提出以下优先安排的重点工作区段:

(1) 萨瓦亚尔顿—吉根远景区:该区是东阿赖汞锑金矿带的东延部分,具有形成大型微细浸染型金矿床的成矿地质背景,如被动陆缘深海盆地或裂谷环境,含炭复理石碎屑岩建造等。目前,境外已发现的大型汞矿床(东阿赖)和锑铅金矿床(萨瓦亚尔德)各1处,境内发现大型锑金矿床1处(萨瓦亚尔顿),矿床类型均为与碎屑岩有关的浸染型;萨瓦亚尔顿矿区内已开展了大比例尺地质物化探工作,对深部矿化控制不够,外围多数异常未能进行查证,有扩大工业储量的可能性,并可望发现工业矿床或矿体。该区在主攻微细浸染型金矿床的同时,应注意区内碳酸盐岩与碎屑岩接触带层控热液型汞锑金属矿床的找矿工作。

(2) 阔克萨勒岭—别迭里远景区:处于西南天山中部中吉边境一带,与萨瓦亚尔顿—吉根远景区处于同一构造带上,发育一套上志留—下泥盆统含炭复理石碎屑岩建造,中基性火山岩、中酸性侵入岩与环形构造相对较发育。具有一大批以Au、As、Sb元素为主的综合化探异常,对区内个别异常进行检查时发现了一些矿(化)点,工作仅限于异常查证,工作程

度较低,具有一定的找矿潜力。

(3) 别迭里—托木尔峰远景区:该区的主攻矿种以金、锑为主,兼顾锡矿,金、锑矿床类型为与碳酸盐岩有关的热液脉型及古风化壳型、与碎屑岩有关的微细浸染型,锡矿化瞄准萨雷贾兹式(云英岩型及石英脉型)。区内已发现金矿(化)点多处,并有化探异常与之套合,成矿条件良好。

4 讨论

“西南天山地区矿产资源综合评价”项目仍在续作,对西南天山地区的地质工作和综合研究亦在不断深入和加强,本文是在 2000~2001 年工作基础上成文的,因此文中的观点和结论尚不成熟,有些问题亦在研究和讨论中,如,吉根、木孜别里、齐齐加纳克蛇绿岩形成的构造环境及其构造属性、区域延展(尤其是与境外的对比)、对大地构造单元划分的贡献,中亚南天山成矿带延入我国新疆境内的区域矿产资源潜力和下一步工作靶区等工作均须更深入的研究和资料收集。

本文成文过程中得到任有祥研究员、李文渊研究员、徐学义研究员的不吝指教,在此表示真诚的感谢、同时对在项目工作过程中给予大力支持的李向、樊钧、汤炳如三位领导表示感谢。

参考文献:

- [1] 刘本培,王志强,张传恒,等.西南天山构造格局与演化[M].北京:中国地质大学出版社,1996.
- [2] 戴自希,白治,吴初国,等.中国西部和毗邻国家铜金找矿潜力的对比研究[M].北京:地震出版社,2001.
- [3] 陈哲夫,周守云,乌统旦.中亚大型金属矿床特征与成矿环境.新疆:新疆科技卫生出版社,1999.
- [4] 张良臣,刘德权,唐延龄,等.新疆的宝藏[M].新疆:新疆人民出版社,1990.
- [5] 肖序常,汤耀庆,冯益民,朱宝清,等.新疆北部及邻区大地构造[M].北京:地质出版社,1991.
- [6] 张良臣,何国琦,李茂松,刘德权,等.中国新疆古生代地壳演化及成矿[M].新疆:新疆人民出版社,1994.
- [7] 叶茂泉,王心泉,金浩甲,等.中国西北火山岩地质图[M].西安:西安地图出版社,1996.
- [8] 叶庆同,傅旭杰,吴一平,等.西南天山金和有色金属成矿条件和找矿靶区研究[M].北京:地质出版社,1999.
- [9] 陈哲夫,成守德,梁云海,等.新疆开合构造与成矿[M].新疆:新疆科技卫生出版社,1997.
- [10] 王作勋,邬继勇,吕喜朝,等.天山多旋回构造演化及成矿[M].北京:科学出版社,1990.
- [11] 叶庆同,叶锦华,等.新疆萨瓦亚尔顿金锑矿的成矿机制和成因[J].矿床地质,1998,17(增刊):287-290.
- [12] 叶锦华,叶庆同,王进,等.萨瓦亚尔顿金(锑)矿床地质地球化学特征与成矿机理探讨[J].矿床地质,1999,18(1):63-72.
- [13] 叶锦华,王立本,叶庆同,等.西南天山萨瓦亚尔顿金(锑)矿床成矿时代与赋矿地层时代[J].矿床地质,2000,20(3):1549-1550.
- [14] 杨富全,王立本,叶锦华,等.新疆霍布布拉克地区花岗岩锆石 U-Pb 年龄[J].中国区域地质,

2001, 20, (3): 267-273.

[15] 赵振华, 沈超远, 涂光炽, 等. 新疆金属矿产资源的基础研究 [M]. 北京: 科学出版社, 2001.

The study of metallogenic geologic setting and prospecting potential evaluation in Southwestern Tianshan mountains

ZHAO Ren-fu¹, YANG Jian-guo¹,
WANG Man-cang², YAO Wen-guang¹

(1. *Xi'an Institute of Geology and Mineral Resources, Xi'an 710054, China;*

2. *Geophysical and Geochemical Prospecting Team of Shannxi Bureau of Geological
and Mineral Resources, Shannxi Zhouzhi 710400, China*)

Abstract: Southwestern Tianshan mountains is locaed between Tarim plate and Yili-Yisaihe plate. It underwent splittig and stylolitization of the southern ocean in Proterozoic era, early Paleozoic era and late Paleozoic era and frequent structure type transformation of palaeo-continental edge and sedimentary basin. Tectonic deformation is complex during collision period and after it. Magmatism and metamorphism are violent. And it is one of the most complex geological structure in Tianshan orogenic belt. Mineral resource formed in long geological evolution period is rich in Southwestern Tianshan. Especially, Southwestern Tianshan in central Asia has become a famous prospective area for its Au, Cu, Ag, Sn, Hg and non-metallic ore deposit. Based on syntheticy studying mineral resource in Tianshan district and correlation our country and neighbours, together with scientific dividing geotectonic units, the author evaluated mineral resource in Southern Tianshan, China.

Key words: Southwestern Tianshan mountains; mineral resource; synthetic evaluation; geotectonic units