Y1527963

分类号:P59

10710-20040850

长安大学

硕士学位论文

东天山地球化学省及其与成矿带之间的关系

申伍军

导师姓名职称	王学求 教授		
申请学位级别	理学硕士	学科专业名称	地球化学
论文提交日期	2007 年 4 月 28 日	论文答辩日期	2007 年 6 月 3 日
学位授予单位	长安大学		
答辩委员会主席	贾群子		
学位论文评阅人	刘淑文		

摘 要

矿产资源问题已经成为经济发展的制约，国民经济建设对矿产资源的需求量越来越大，供需矛盾日益加强。保有储量日益减少，地表矿、浅部矿、易识别矿逐渐被地质工作者所发现，找矿难度日益增加。未来的找矿方向是在覆盖区寻找隐伏矿及深部矿。这就需要采用先进的技术、方法，准确、快捷、有效地开展资源勘查，这是资源勘查需要急需解决的问题。

近年来，中国发展了深穿透地球化学、超低密度地球化学等一系列的新方法和新技术，利用这些新的方法在东天山圈定出18处地球化学省。

通过地球化学省与已知成矿带对比，主要得出如下结论:

几乎所有的成矿带都位于地球化学省的范围之内，地球化学省为成矿带的形成提供了丰富的物质基础。

在整个工作区域一共圈出5处金地球化学省。其中三处与已发现的金矿带是一致的，另外两处发现新的金矿床是富有前景的。

在整个工作区域一共圈出7处铜地球化学省。其中三处分别为热液型铜矿、斑岩型铜矿和铜镍矿。

在整个工作区域盆地中一共圈出3处伴随有钼的铀地球化学省。其中一处包含大型的砂岩型铀矿，并且一个新的大型铀矿在接下来的钻探过程中得到了验证。

在近年来新发现的一些矿床，它们基本上都位于地球化学省的内部，这说明采用超低密度的地球化学方法来对未来成矿区的预测是行之有效的。

从成矿元素的富集系数来看，Fe元素要富集几倍才可以成矿，而像Au、Pb、Cu、Zn 、U 等元素则需富集几千倍才可以成矿。对于富集系数较大的元素和富集系数较少的元素相比，富集系数较大的元素则能够更好地反映异常。

最后，根据地球化学的资料结合地质情况，圈定出将来可能成为新的成矿区三处。

关键词：地球化学省；成矿带；东天山

Abstract

The shortage of mineral resources have caused problems of economic development in China. There is a big difference between the mineral supply and demand. We have to use new methods to find new deposits in covered terrains. In recent years, a series of new geochemical methods and technology, such as deep-penetration geochemical methods and wide-spaced geochemical methods, are developed for concealed mineral deposits.

Eighteen geochemical provinces have been delineated by wide-spaced deep-penetrating geochemical survey in eastern Tianshan belts. In this paper, the author has made the following conclusions through comparison of the geochemical provinces and the ore districts.

All the known ore fields are located in the geochemical provinces, which means that geochemical provinces can provide rich souces of elements for formation of mineral deposits.

Five gold geochemical provinces have been delineated in the whole region. Three of them are consistent with the known gold ore fields. The other two are prospective for undiscovered gold deposits.

Seven copper geochemical provinces have been delineated and three of them are endowed with hydrothermal copper deposits, porphyry copper deposits and copper-nickel deposits respectively.

Three geochemical provinces of uranium associated with Mo were delineated in the basin. One of them contains a large sandstone-type uranium deposit and a new large uranium deposit was discovered by follow-up drilling program in another province.

New deposits have been discovered in the geochemical provinces in recent years.This fact means that the wide-spaced geochemical method is effective to forecast the potential deposit regions.

Three potential metallogenic zones have been delineated based on geochemical provinces and geological features.

Mineralization element's concentration coefficient shows that formation of Fe deposit need several times enrichment of the average values, but the elements such as Au, Pb, Cu, Zn and U to form a deposit need thousands of times enrichment of the average values.

Keywords: geochemical provinces, metallogenic belts, Eastern Tianshan.

论文独创性声明

本人声明：本人所呈交的学位论文是在导师的指导下,独立进行研究工作所取得的成果。除论文中已经注明引用的内容外，对论文的研究做出重要贡献的个人和集体，均已在文中以明确方式标明。本论文中不包含任何未加明确注明的其他个人或集体已经公开发表的成果。

本声明的法律责任由本人承担。

论文作者签名：申伍军　2007 年 6 月 3 日

论文知识产权声明

本人在导师指导下所完成的论文及相关的职务作品，知识产权归属学校。学校享有以任何方式发表、复制、公开阅览、借阅以及申请专利等权利。本人离校后发表或使用学位论文或与该论文直接相关的学术论文或成果时，署名单位仍然为长安大学。

（保密的论文在解密后应遵守此规定）

论文作者签名：申伍军　2007 年 6 月 3 日

导 师 签 名：　　07 年 6 月 3 日

第一章 前言

1.1 简要概述

当前，我国已进入工业化快速发展阶段，矿产资源需求快速增长，根据国家提出的经济发展目标，2020 年 GDP 比 2000 年翻两番，一般需要用矿产资源翻一番或略多来保证。以现有可供储量静态计算对 2020 年目标的保证程度，45 种主要矿产中仅有 9 种可以保证，10 种基本保证，铁、锰、铜等 21 种矿产不能保证，钾盐、金刚石等 5 种矿产会出现短缺。

另一方面，在矿产资源需求日益增加的情况下，地表矿、浅部矿、易识别矿逐渐被地质工作者所发现，找矿难度日益增加。找矿的主体对象已经转向隐伏矿、深部矿和难识别矿。在过去的二十多年里，中国的区域化探扫面已经覆盖了将近 600 万平方公里，并已取得了令世人瞩目的成就。剩下的近 400 万平方公里主要是覆盖区，它包括西北的干旱荒漠戈壁区和黄土覆盖区，东北的森林沼泽区，东部的冲洪积物平原区，青藏高原的高寒草原区和南方热带的砖红土地区，其中干旱荒漠戈壁区约占国土面积的 1/4[1]。这些地区的工作程度往往都比较低，这就必须采用新思路和新方法，从而快速、有效获取深部含矿信息。在 1999－2001 年中国在西北荒漠戈壁区进行了超低密度以及深穿透的地球化学调查与研究，发展了一套完善的从样品采集、样品处理、分析测试、质量监控、数据处理以及图件制作的新方法，并且圈出了许多有价值的异常。近年来，随着国家对东天山的大量投入又相继发现了一批新的矿床。这些新发现的矿床或者圈出来的成矿带与原先用超低密度地球化学调察所圈出来异常的关系如何呢？这些新发现的矿床也可以进一步验证超低密度地球化学调查方法的有效性。这对将来在别的覆盖景观区进行找矿作进一步工作时将会有重要的指导意义，另外，这也可以扭转过去以理论找矿为指导的在覆盖区和亚覆盖区找矿效率低下的局面，这也使勘查地球化学从过去的一种战术手段发展到一种可以迅速了解全局的战略方法[2]，从而大大提高在覆盖景观区的找矿效率。

中国的干旱荒漠戈壁区，面积广大，自然特点是极其干旱，沙漠和戈壁广布，土壤呈碱性。由于自然因素的特点，区域化探扫面结果难以满足整个地区资源潜力的了解[3]。在这样大面积和低工作程度的地区开展矿产资源勘查，采用超低密度的深穿透地球化学方法是理想的选择，它不仅花费的人力、金钱都比较少，并且投入时间较少，

可以快速获得地球化学方面的信息，至于它的效果如何，这就需要看用地球化学所圈定出来的异常与已知的成矿带或者矿床是不是吻合，尤其是近年来在东天山新发现的矿床是不是吻合。本次研究工作主要是深入研究地球化学资料的基础上，将其与同行搞地质的人员所圈定的成矿带在空间位置、大地构造单元进行对比研究。在此基础上，并广泛搜集近年来在东天山新发现的矿床的资料，将它与地球化学资料进行对比。最后，根据研究成果，对已经圈定出来的地球化学省的异常作出可能的预测。

1.2 超低密度与深穿透地球化学调查的概念

出露区在经历了人类肉眼上千年的找矿历史和一个多世纪的系统地质勘查，找到新的矿产地的可能性越来越小，普遍认为寻找新的矿床，特别是大型或巨型矿床的最大机遇是在隐伏区。因此，国际找矿界都在致力于研究能探测更大深度的获取直接信息的地球化学找矿方法。这些方法包括前苏联的电地球化学方法（CHIM）[4]，美国的酶提取方法（ENZYME LEACH），澳大利亚的活动金属离子方法（MMI）和中国的金属元素活动测量法（MOMEO）[5, 6]，这仅停留在经验和技术上。王学求[7, 8]则正式给出了深穿透地球化学的定义，并且系统建立了这一学科的理论与方法学体系。

深穿透地球化学被定义为，探测深部隐伏矿或地质体发出的直接信息的勘查地球化学理论与方法。它是通过研究隐伏矿成矿元素或伴生元素向地表的迁移机理和分散模式，含矿信息在地表的存在形式和富集规律，发展含矿信息采集、提取与分析、成果解释技术以达到寻找隐伏矿的目的。其特点是：信息的穿透力强，探测深度大，信息尽管很微弱，但所表现的异常衬值较大[9]。

超低密度地球化学主要是指使用很稀密度的采样系统圈定大规模区域异常或地球化学省以上的战略靶区，一般用于战略概查，采样密度一般为 100～800km^2。它可以迅速控制广大面积，对广大面积的找矿远景作出总体评价，并确定那些地区最有远景，那些地区可以舍去，从而为下一步工作提供靶区。

1.3 地球化学省、成矿带的概念

为了更好地理解地球化学省概念的提出，下面先对勘查地球化学的发展状况作一简单介绍。

勘查地球化学是 20 世纪 30 年代兴起的一门年轻的地质学科，是地学与化学相结合的产物。它是从一门专门的找矿技术发展起来的，因此它的理论也是广泛应用各种

技术进行找矿的基础上建立起来的。从它诞生的20世纪30年代到80年代，它研究的中心都是矿床，这个时期的勘查地球化学家们就一直在全力研究各种类型的分散晕、分散流、和分散扇，只是在矿体四周不到100平方公里的局部异常范围内进行工作。他们利用矿床物质通过分散过程在四周的各种介质，包括岩石、土壤、水系沉积物、地表水、植物及空气中形成的各种类型的地球化学分散模式，并且根据这些分散模式追踪和发现新矿床[10]。在二十世纪七十年代，勘查地球化学达到了它的鼎盛时期，高效率多元素定量分析仪器及方法的使用产生了区域地球化学与地球化学的填图的新概念，许多国家的全国性地球化学填图计划都开始于这个时期。我国的区域化探全国扫面开始于1979年，由于采用了多仪器多方法的分析系统，强调痕量及超痕量元素的检出限降至地壳丰度以下，并且采用标准样严格监控实验室间的偏倚。这使得中国的地球化学图的质量与信息都是其他国家所不能相比的。在根据区域化探全国扫面计划20余年累积的39中元素，谢学锦院士等发现在自然界中还存在着极为宽阔的地球化学模式。这使得勘查地球化学家们打开眼界，使得勘查地球化学的理论基础与应用研究发生了巨大的变化；从研究点源中化学物质向四周各种介质中分散而形成的各种元素的地球化学分散模式发展到了从全球观点，从地球上元素的不均匀性来研究各种元素的地球化学分布模式及其内部结构[11]。

地球化学省作为一种地球化学分布模式，不同的学者曾经给予过不同的定义。Hawkes和Webb（1962）将地球化学省定义为地壳的一个较大的片段，该片段的化学组分与地壳的平均值有显著的不同。Beus 和 Gregorian（1977）则将其概括为具有地质和地球化学演化的共有要素为特征的较大地壳单元，这个单元可以从地球化学的组分表示出来。Rose等人（1970）定义地球化学省为相对较大范围的一套岩石，这套岩石具有明显不同背景的化学组分，特别是这样的省是应该用一种以上的岩石类型来代表，这个省的位置及其范围可以提供具有相当经济意义的初始勘查靶区[12]。在上面的这些定义中，它们都没有对地球化学省的范围给予说明。对此，Levinson曾提出（1980）“这个定义没有指出这个地区有多大，是因为面积比成分的意义更小。”而我国的谢学锦等则认为不能忽视地球化学模式的规模大小，他在中国区域地球化学填图所取得的高质量数据的基础上，对地球化学模式按其分布的规模将其分为局部异常、区域异常、地球化学省、地球化学巨省、地球化学域甚至地球化学洲。其中，尹冰川和谢学锦[13]对地球化学省的概念可以概括为：它是一种范围较大的原生异常，面积可达 $n\times10^3$—10^6km^2。地球化学省可以看作是地壳的一个地段，在该块段内元素的含量和地壳的平

均值有显著不同，它反映了地壳原始分异及演化过程中所造成的组分上的巨大差异。这个定义显然更符合实际情况。

成矿带是在地质构造、地质发展历史以及成矿作用上具有共性的的地区，多成狭长的带状分布。它是一个地质地域概念，是经长期地史演化的一个或几个地体组成的复杂的地质巨系统。它既是成矿系统作用的环境，也是成矿系统的载体。成矿带的范围有大有小，大的可以为一、二级构造单元或与构造体系一致，如环太平洋成矿带、特提斯成矿带。有的也可以以地槽区或者褶皱区作为划分成矿带的单位，如我国内蒙海西成矿带，长江中下游中生代成矿带。范围较小的或次一级的成矿带称为成矿亚带[14]。它们都是在某一个区域发现了金属矿床后才能进一步划分成矿带（亚带）。

1.4 研究区以往地质研究程度

研究现状由于整个工作区腹地人烟稀少，交通不便，地质工作条件非常艰苦，再加上全区 80%以上的地区被冲洪积物、戈壁和沙漠所覆盖，因此以往的区域地质、地球物理、地球化学以及矿产的研究和调查程度普遍较低。研究和调查工作大致可分为三个阶段：

第一阶段(1949 年以前)，为初步路线地质矿产调查阶段。中外地质学家如俄国的沙科洛夫、穆什凯托夫、瑞典的 E·诺林、中国的黄汲清、宋叔和对该区进行过路线地质考察、编制概略地质草图或个别矿种的概查报告，工作以零散和局部为特点。

第二阶段(1949—1978 年)，为区域地质矿产调查阶段。这一阶段，新疆地矿局区域地质调查大队和甘肃地地矿局区域质调查大队在该区进行了系统的 1:20 万区域地质矿产调查工作，陆续进行了区域地层、构造、岩石、矿产等多学科的大量区域性专题研究工作；石油普查、铁矿普查、航磁测量、区域重力测量、遥感地质编图、金矿的普查找矿以及重砂和金属量测量等工作也相继开展，为区域地质矿产的系统研究提供了较为丰富的资料。

第三阶段(1979—至今)，为地质、地球物理、地球化学和矿产调查与综合研究阶段。

黄汲清、任纪舜等(1980)，李春昱等(1982)，陈哲夫等(1983)，张良臣(1985)，甘肃地矿局(1989)，新疆地矿局(1993)对东天山—北山地区的大地构造分区、区域地质进行了深入的研究，提高了该区的地质研究程度。

1979—1980 年，地矿部第二物探大队在东天山东经 89°00′—94°00′，北纬

41°20′—43°00′的范围内，进行了1:20万区域重力工作，1989—1990年，进行了“区域物探资料综合研究及成矿远景圈定”工作，并编制了1:20万区域重力图和航磁异常图。

1981—1985年，东天山—北山地区的地质找矿工作得到了很大的提高，主要表现在黄山大型铜镍硫化物矿床及金窝子大型金矿的发现。

1986—1990年，为查明东天山地区矿产的控矿因素、成矿条件和成矿规律，揭示该区的找矿前景，国家科技攻关计划“305”项目在东天山地区设置了火山岩、花岗岩和构造等基础地质研究课题，取得了较为丰富的基础地质资料(姬金生等, 1994)。

1991—1995年，西安地质学院等四家单位联合承担了国家科技攻关305项目“东天山成矿地质条件与矿产资源综合评价研究”课题，编制了“东天山成矿区成矿规律与成矿预测图(1:500 000)”。

1986至今，东天山—北山地区开展了1：20万区域化探扫面工作，到目前为止，在我们工作的全区所涉及的30个1：20万图幅中，共完成了18个图幅。1986年，国家科技攻关计划“305”项目设置的专门研究课题“东天山成矿区K-46-13、K-46-14(秋格明塔什和康古尔塔格)两个图幅低密度勘查地球化学方法试验研究和靶区优选”，河北省地矿局物化探大队承担了这两个图幅的1:20万区域化探扫面工作，发现了以金为主的综合异常28个。根据这些异常，1988年新疆地矿局第一地质大队发现了康古尔大型金矿和马头滩中型金矿，取得了东天山地区金矿找矿工作的突破。1989年西安地质学院与新疆地矿局第一地质大队承担了“305”项目 “康古尔塔格金成矿带地、物、化综合研究及找矿靶区优选”专题，1990 年又找到了石英滩大型金矿和盐碱坡金矿和多个含金蚀变带。这些1:20万区域化探扫面图幅的完成加速了该区的找矿工作。

1994年，新疆地矿局第一地质大队在东天山进行1：5万区域地质调查时，发现土屋铜矿矿化标志，1997年经钻探证实了大型铜矿的存在。1999—2000年经地质大调查项目的重点支持，除了对土屋铜矿进行了更多的钻探外，还发现了延东、灵龙等铜矿。目前这一地区已成为东天山大型铜矿集中区。

第二章 研究区概况

2.1 研究区地表景观概况

此次超低密度调查研究区位于南疆东部和甘肃西部，涉及新疆维吾尔自治区的哈密地区、吐鲁番地区、巴音郭楞蒙古自治州和甘肃省的酒泉地区。地理坐标：东经89°00′—96°30′；北纬41°00′—43°20′，总面积约15万km^2(图2.1)。

调查区北部紧沿博格达山和哈尔力克雪山一线，山前为吐鲁番和哈密盆地，中部包含库鲁克塔格、南湖戈壁滩和北山，南部紧临罗布泊。区内海拔最高处位于哈尔力克雪山4500m，最低位于吐鲁番盆地-154m。

该区为暖温带荒漠景观区，地处内陆，距海遥远，地形封闭，为戈壁的分布区。其气候特点为大陆性干旱气候，降雨量稀少，年平均降水量约25mm，而蒸发量可高达1500mm，水分缺乏，几乎无地表径流；夏季异常酷热，最高气温达49℃，昼夜温差大，冬季漫长寒冷；植被稀疏，风大沙多，干燥剥蚀作用和风力搬运作用强烈；岩石机械崩解作用强烈。在山区或低山丘陵区的干沟中有季节性洪流冲积物。荒漠区除物理风化作用强烈外，表生地球化学作用也相当强烈，在强烈的蒸发蒸腾作用下，使土壤形成了碱性地球化学障。因此，荒漠作为东天山—北山地区的主要组成部分和景观特征，是各种自然地理因素(气候、地貌 、水文、土壤、植被等)相互联系、相互作用而形成的一个自然综合体，也是白垩纪和早第三纪(特别是第四纪)以来许多自然过程(物理过程、化学过程)相互联系、相互作用所产生的一个终极产物。

东天山—北山地区的地貌特点为自北到南从高山、边缘山地经过山前地带到盆地中心，再到山地丘陵和山间盆地，干燥剥蚀作用山地、丘陵与山间盆地交错分布。边缘山地山前地带为洪积扇、洪积—冲积平原，盆地中心冲积—风积平原、冲积—湖积平原。

在东天山西部，高山与盆地相间，自北向南，分别为博格达山、吐鲁番盆地、觉洛塔格、乌勇布拉克盆地、库鲁克塔格，再向南为罗布泊。以吐鲁番盆地为例，博格达山(主峰海拔5445m)为侵蚀作用的高山及干燥剥蚀作用的山地丘陵，山前带(火焰山)的北侧为洪积扇，可见新老洪积物的重叠，以砾石戈壁为主；前山带以剥蚀石质戈壁和剥蚀山地荒漠为主；前山带南侧为洪积扇前缘，为吐鲁番、鄯善绿洲所在，再往南为广阔的泥质平原，其中心为艾丁湖(海拔-155m)。觉洛塔格为海拔900—1200m的准

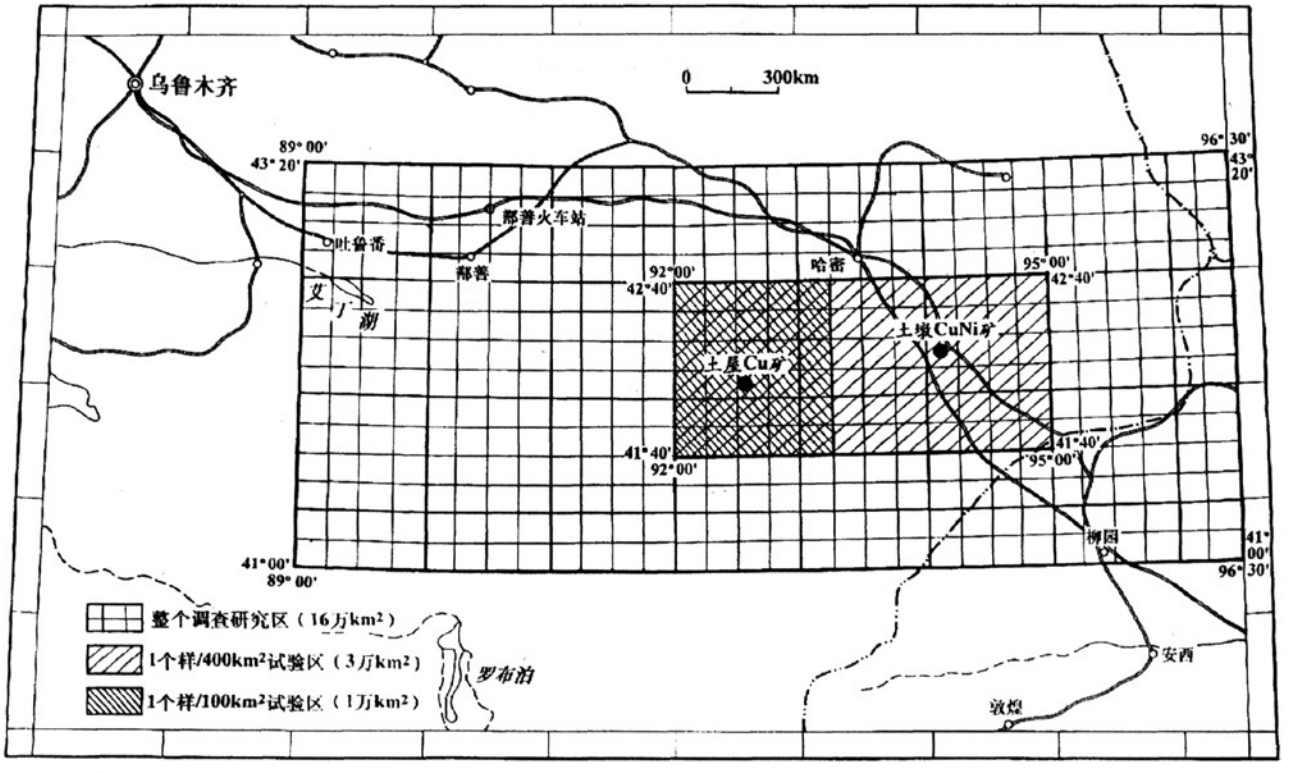


图 2.1　东天山－北山交通位置图

平原式高原，大部分地区高差仅 30—50m，以剥蚀石质黑戈壁和剥蚀残丘荒漠为主(嘎顺戈壁)。山前分布着山麓冲洪积物。哈密盆地的地势由东北向西南倾斜，最低处为沙尔湖，海拔仅为 81m。沙尔湖以西分布着广大的雅丹地形，盆地南部为广大的起伏和缓的剥蚀石质戈壁(南湖戈壁滩)。

北山地区属边缘山地区，为干燥剥蚀作用的山地、丘陵，可分为山地荒漠和山地草原。在极端干旱处，经过长期剥蚀作用，山地、丘陵又往往准平原化而形成剥蚀石质戈壁(一百二戈壁)。

东天山地区的荒漠戈壁，主要发育荒漠土、少量盐土和石质土。荒漠土的成土过程由钙化、盐渍化和铁的变质作用等组成。该区荒漠土剖面发育不良，水分和有机质含量极低，盐渍化普遍，含有数量不等的易溶盐分，含盐量高的常在地表形成厚达 10－20 厘米的盐结壳或在土壤剖面中部聚积成盐磐层。荒漠土又可分为钙质荒漠土、石膏荒漠土、盐磐荒漠土。钙质荒漠土广泛分布于全区，其特点是在剖面 40—80cm 之间有一层钙积层，厚度 10—20cm，碳酸钙的含量达 15－25%；石膏荒漠土主要发育在嘎顺戈壁，剖面中有明显的石膏聚集层，出现部位在 10－40 厘米之间，有时可接近地表，某些地区土壤中石膏的累积量相当大，可高达 20－40%，在有些土壤中石膏常呈白色粗纤维状结晶；盐磐荒漠土发育在吐鲁番盆地北部和嘎顺戈壁，为极端干旱气候条件下荒漠土的特有变型，剖面特征是在地表以下 20－40 厘米之间有一盐磐层，石盐胶结物常呈黑色坚硬的结晶或与砂砾石结成硬块，易溶盐含量可高达 30－40%。盐土的分布很局限，主要分布在哈密和吐鲁番盆地。石质土主要分布在山边，由风化岩屑构成，厚度较薄，一般<10cm。

总的来说荒漠土剖面的特点是表层为松散风成沙伴有卵砾石（铁豆石，pisolite）漂浮层，向下具多孔状的浅灰色荒漠结皮（孔泡结皮），其下为质地稍粘的紧实胶结层，因受铁质染渍常呈现为褐棕色、浅红棕色或玫瑰红色，紧实层之下是石膏层、盐磐层和石灰层。整个剖面厚度通常小于 1m。

东天山地区主要发育荒漠植被，包括红柳、麻黄草、骆驼刺、胡杨树，覆盖度 1—5%；在北山地区植被较为发育，植被覆盖度可达 20－40%。海拔低于 1000m 地区，植被覆盖度极低。海拔在 1200－1500m 地区，植被最为发育，覆盖度可高达 50%以上。

工作区内可见到黄羊、野骆驼、野马等珍稀动物。

312 国道和兰新铁路横亘研究区北部和斜穿东部，靠近国道两侧的乡镇有柏油公路可以抵达，远离国道的沙漠戈壁地区只有少量通向矿区的简易便路。因此，对局部

地区而言，交通便利，但对全区而言，交通极为不便。

沿312国道和兰新铁路有哈密、吐鲁番、鄯善和柳园等重镇分布，乡镇和居民点也基本都是围绕这些城镇有分布，工区腹地只有少量采矿点，整个工区80%以上是无人区。

当地居民以维吾尔族为主。工业不发达，主要以石油和矿业开采为主。农业主要集中在天山脚下沿312国道一线分布，靠引水灌溉和坎儿井灌溉，以种植葡萄、西瓜和哈密瓜为主。牧业分布于调查区东北部。

2.2 区域地质概况

新疆东天山—北山地区地层发育齐全，元古界至新生界均有出露，以古生界最为发育。区域构造主要以一系列东西、北东和北西向断裂为主，这些构造不仅控制着地层和岩浆岩的分布，同时也控制着矿产的分布。侵入岩主要以华力西期花岗岩类为主，同时在一些深大断裂附近分布有基性—超基性岩和闪长岩。区域地质及矿产主要根据《新疆维吾尔自治区区域地质志》1:150万区域地质图和《甘肃省区域地质志》1:100万区域地质图[15, 16]。现对该区域构造单元的划分、地层和岩浆岩以及矿产的分布情况做简要描述。

工作区可划分为三大构造单元，分别为：准噶尔—北天山褶皱系(I)、天山褶皱系(II)和塔里木地台(III)。以阿其克库都克—沙泉子超岩石圈断裂为界，北部为准噶尔—北天山褶皱系(I)，南部为塔里木地台(III)，西南部觉洛塔格—库鲁克塔格之间为天山褶皱系(II)。准噶尔—北天山褶皱系(I)又可进一步划分为准噶尔优地槽褶皱带(I_1)和北天山优地槽褶皱带(I_2)；天山褶皱系(II)的天山南脉地槽褶皱带(II_1)；塔里木地台(III)的库鲁克塔格—星星峡断隆(III_1)和北山断褶带(III_2)（表2.1，图2.2）。现对各构造单元的地质情况分述如下：

2.2.1 准噶尔—北天山褶皱系(I)

（1）准噶尔优地槽褶皱带(I_1)：位于区域东北部伊吾—下马崖一带，南部以哈尔力克山东北部的北西—北东向喀拉麦里压扭性断裂(F_1)为界，向东延入蒙古。分布的地层主要有奥陶系浅变质碎屑岩、碳酸盐岩、中酸性火山岩及其火山碎屑岩，石炭系火山岩、火山碎屑岩夹正常碎屑岩，含炭质较高。主要发育有华力西期钾长花岗岩和二长花岗岩。

表 2.1 东天山—北山大地构造单元

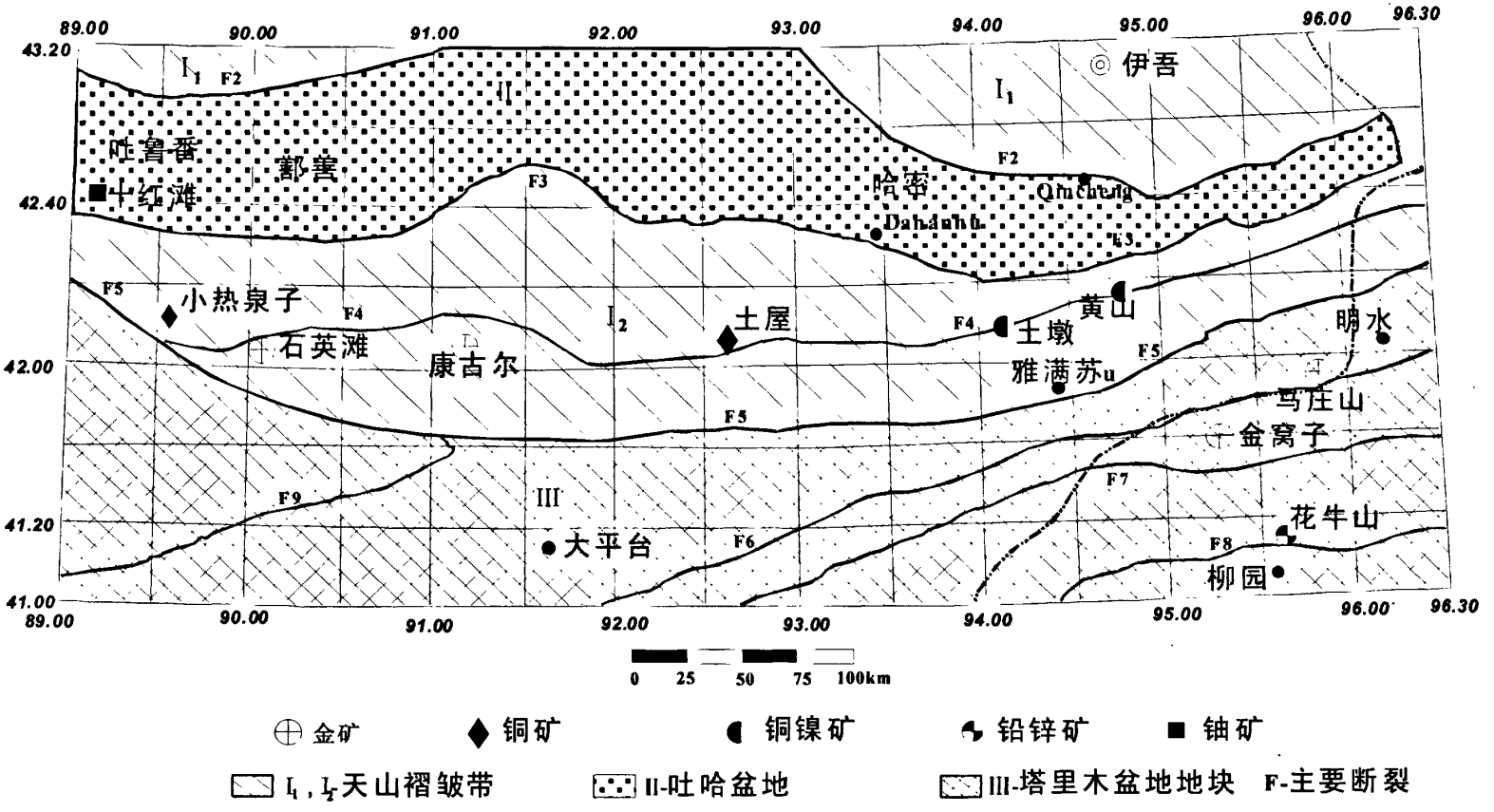
一级构造单元	二级构造单元	三级构造单元
准噶尔—北天山褶皱系(I)	准噶尔优地槽褶皱带(I_1)	
	北天山优地槽褶皱带(I_2)	博格达复背斜(I_2^1) 哈尔力克复背斜(I_2^2) 觉洛塔格复背斜(I_2^3) 吐鲁番—哈密山间坳(I_2^4)
天山褶皱系(II)	天山南脉地槽褶皱带	
塔里木地台(III)	库鲁克塔格—星星峡断(III_1)	
	北山断褶带(III_2)	

（2）北天山优地槽褶皱带(I_2)：北与准噶尔优地槽褶皱带接壤，南与北西—东西—北东向阿其克库都克—沙泉子超岩石圈断裂(F_5)为界，向东延入蒙古境内是一个典型的华力西期优地槽褶皱带。主要包括博格达复背斜(I_2^1)、哈尔力克复背斜(I_2^2)、觉洛塔格复背斜(I_2^3)和吐鲁番—哈密山间坳陷(I_2^4)。

博格达复背斜(I_2^1)位于区域西北部，以博格达山为主体，南与吐鲁番—哈密山间坳陷北缘断裂带(F_2)为界。出露地层主要为石炭系火山岩，岩性为富钠的玄武岩，其次是英安岩和流纹岩。该区形成的矿产主要以铜为主。

哈尔力克复背斜(I_2^2)位于区域东北部，以哈尔力克山为主体，向东延入蒙古境内，北与准噶尔优地槽褶皱带为邻，南与吐鲁番—哈密山间坳陷北缘断裂(F_2)为界。出露地层主要有泥盆系和石炭系。岩浆活动强烈，特别是华力西期二长花岗岩发育，呈巨大岩基产出；火山喷发见于泥盆系，为岛弧型中基性及中酸性火山岩。伴随岩浆活动，该区域形成的矿产以铜为主。

觉洛塔格复背斜(I_2^3)位于吐鲁番—哈密山间坳陷以南，北以吐鲁番—哈密山间坳陷南缘断裂(F_3)为界，南以阿其克库都克—沙泉子超岩石圈断裂(F_5)为界。出露地层主要有泥盆系、石炭系、二叠系、侏罗系和第三系。石炭系在区域上分布广泛，觉洛塔格—康古尔塔格一带主要为安山玢岩、英安玢岩、中酸性凝灰岩、凝灰砂岩及碎屑岩、碳酸盐岩，黄山一带为细碧岩、玄武质凝灰岩、角斑岩、石英角斑岩、硅质凝灰岩组成的细碧岩—角斑岩—角斑质火山灰泥—硅质岩建造。二叠系主要为安山岩、火山角砾岩、凝灰岩、流纹岩、砂砾岩等。侵入岩的分布由西向东递增。华力西期花岗岩主要形成大型花岗岩基，以花岗闪长岩、钾长花岗岩、碱性花岗岩为主。发育有与矿产



F_1 卡拉麦里 扭性断裂带 F_2 吐哈 盆地北缘深断裂 F_3 吐哈盆地南缘深断裂 F_4 康古尔 塔格南缘深断裂

F_5 阿奇克库 都克一沙泉子超岩石圈断裂 F_6 星星峡深断裂 F_7 红柳河断裂 F_8 华牛山断裂

图 2.2　新疆东天山一北山大地构造单元划分图

密切相关的深大断裂带，如与中酸性岩有关的大型金矿、超大型斑岩铜矿以及与以黄山基性—超基性侵入杂岩体为中心的岩带形成的大型铜镍矿均产于康古尔塔格—黄山深断裂带(F_4)。火山喷发以泥盆纪和石炭纪最为强烈，以活动大陆边缘的中酸性和中基性火山岩为特征。细碧角斑岩建造、安山岩建造均发育。二叠纪火山岩属陆相喷发类型，以基性为主。自南向北，最为重要的矿产为铁、金、铜、镍矿，南部以火山岩型铁矿、金矿为主，如石英滩金矿、康古尔金矿、雅满苏铁矿、南坡子泉金矿、四六零金矿，北部以铜、镍矿为主，如土屋特大型斑岩铜矿、黄山大型硫化铜镍矿。

吐鲁番—哈密山间坳陷(I_2^4)位于博格达、哈尔力克和觉洛塔格三山环抱之中，北以吐哈山间坳陷北缘断裂(F_2)为界，南以吐哈山间坳陷南缘断裂(F_3)为界，是在华力西期褶皱基底上发展起来的中新生代坳陷，为天山褶皱带内的大型山间盆地，面积约为50000 km^2，自晚二迭世形成以来接受厚度达10000 m 的盖层沉积。出露地层以第三系和第四系为主，此外还有三叠系、侏罗系、白垩系。三叠系主要分布在吐鲁番—哈密盆地之间，发育有河湖相杂色砾岩、砂岩和泥质岩等。侏罗系、白垩系分布在吐鲁番—哈密盆地的边部，侏罗系由河湖相各色砂岩、粉砂岩、砂质泥岩、泥岩组成，白垩系由湖泊相细砂岩、砂质泥岩、粉砂岩、泥岩组成。第三系、第四系分布广且厚度大，在吐鲁番—哈密盆地北缘第三系为很厚的山麓相堆积，盆地中心为湖相细碎屑岩夹石膏组合；第四系发育有冲洪积物、风成沙以及湖积物等。

2.2.2 天山褶皱系(II)

天山南脉地槽褶皱带(II_1)位于库鲁克塔格—帕尔岗塔格—觉洛塔格之间，北以觉洛塔格阿其克库都克—沙泉子超岩石圈断裂(F_5)为界，南以库尔勒断裂(F_9)为界。是在下元古界变质碎屑岩的基底上发育起来的，泥盆系和石炭系构成其主体，主要为碎屑岩—碳酸盐岩建造为主。分布于觉洛塔格—帕尔冈塔格的泥盆系—志留系以碎屑岩、火山碎屑岩、硅质岩、碳酸盐岩为主，泥盆系主要由滨浅海相碎屑岩、碳酸盐岩和火山岩组成。岩浆活动较为强烈，以华力西期花岗岩基为主，主要为钾长花岗岩和黑云二长花岗岩。为与铁、钨、铅锌等相关的金属成矿带，如梧桐沟大型铁矿。

2.2.3 塔里木地台(III)

（1）库鲁克塔格—星星峡断隆(III_1)：北以阿其克库都克—沙泉子超岩石圈断裂(F_5)为界，西以库鲁克塔格的库尔勒断裂(F_9)与天山褶皱带为界、南以星星峡深断裂与北山断褶带(F_6)为界。前震旦纪基底广泛出露。在西南部一带的库鲁克塔格地区和南部

的白玉山一带(兴地塔格群)的下元古界，面积不大，主要岩性为大理岩、石英岩和云母石英片岩，为一套浅海相的碎屑岩—碳酸盐岩沉积。区域上中元古界下部为变质碎屑岩、中基性火山岩建造，上部是硅镁质碳酸盐岩建造。长城系—青白口系是一套冒地槽型沉积建造，震旦系为碎屑岩、冰碛岩，局部夹中基性火山岩。星星峡至小布鲁斯台一带的长城系(星星峡群)为一套绿片岩相—低角闪岩相的变质岩，在星星峡主要岩性为混合岩、大理岩和片岩；小布鲁斯台主要岩性为大理岩、灰岩、白云岩、片麻岩、片岩等。雅满苏铁矿以南的长城系(星星峡群)主要为变质英安斑岩、霏细斑岩、凝灰砂岩、变粒岩、片岩、混合岩、斜长角闪岩等。库鲁克塔格赛马山一带的长城系(杨吉布拉克群)为一套浅变质的浅海相碎屑岩夹碳酸盐岩沉积。喀瓦布拉克至星星峡一带的上元古界蓟县系(喀瓦布拉克群)主要岩性为大理岩、白云质大理岩、硅质大理岩、白云岩、片岩、变质砂岩、砂砾岩等。在阿拉塔格一带，喀瓦布拉克群中的碳酸盐岩明显减少，出现了较多的片岩、千枚岩、石英岩、霏细岩等。分布于帕尔冈塔格南坡的蓟县系(爱尔基干群)为一套富含硅镁质的浅海相碳酸盐岩。分布于天湖一带的青白口系(天湖群)为一套中深变质岩系，主要岩性为黑云斜长片麻岩、角闪斜长片麻岩、云母石英片岩、角闪片岩等。帕尔冈塔格的青白口系(帕尔冈塔格群)主要岩性为大理岩、结晶灰岩、石英砂岩和粉砂岩等。在库鲁克塔格赛马山一带分布的青白口系为白云质灰岩。震旦系主要岩性为冰碛岩、泥岩、砂岩、板岩、灰岩、凝灰岩夹安山岩、玄武岩等。寒武系为含磷硅质岩建造，奥陶系为碳酸盐岩建造，志留系为笔石页岩建造，泥盆系在库鲁克塔格东部为红色建造，石炭系为碳酸盐岩及碎屑岩建造。岩浆侵入活动在北缘断裂带最为强烈，主要有元古代的花岗岩和华力西期钾长花岗岩、二长花岗岩、花岗闪长岩及闪长岩。为以金、钨矿为主的成矿带，如马庄山大型金矿。

（2）北山断褶带(III_2)：位于库鲁克塔格—星星峡断隆星星峡深断裂(F_6)以南。它是发育在塔里木地台内的一个陆内裂谷，是在近东西向古老构造基础上于华力西期形成的强烈活动的槽地，二叠纪达到高潮并封闭后全面褶皱回返，形成一系列规模巨大的北东向压扭性断裂。

下元古界为中深变质的火山岩建造、碎屑岩建造；长城—蓟县系为石英岩、板岩和大理岩；青白口系为碳酸盐岩和碎屑岩建造；震旦系和下古生界为硅质、炭质、碳酸盐岩和陆源碎屑岩；新疆境内的志留系主要由碎屑岩、泥质岩、灰岩组成，甘肃北山地区的志留系则由硅质岩、炭质硅质板岩、中酸性火山岩、凝灰岩、粉砂岩、灰岩组成。新疆境内的泥盆系为复理石、玄武岩、英安岩及酸性凝灰岩；甘肃北山地区的

泥盆系主要由粉砂岩、中性火山角砾岩、长石石英砂岩、砂砾岩、流纹英安岩、英安质角砾岩、英安质凝灰岩组成。石炭系厚达万米，在新疆境内由下至上为灰岩、砂岩夹页岩，细碧角斑岩建造及陆源碎屑岩夹灰岩，基性火山岩建造、碳酸盐岩和碎屑岩建造，在甘肃北山主要为安山岩、流纹岩、流纹质凝灰熔岩、英安岩、英安质凝灰熔岩以及玄武玢岩、安山玢岩、砂岩、灰岩、大理岩。二叠系在新疆境内由下至上为大洋拉斑玄武岩、细碧岩、角斑岩、凝灰岩、砂岩和灰岩，海相碎屑岩及灰岩，陆源碎屑岩夹灰岩，陆相中酸性火山岩夹碎屑岩，在甘肃北山二叠系主要为砂岩、粉砂岩、灰岩、中基性火山岩以及流纹岩、流纹质凝灰熔岩。中生界全部为河湖相、洪积相及沼泽相沉积，主要由砂岩、砾岩、页岩及石灰岩组成。新生界分布于沟谷及低洼地带，多为洪积物、冲积物和湖沼堆积以及风成沙堆积。

火山喷发和岩浆侵入活动强烈。古元古代和早古生代以少量的中基性和中酸性火山岩为主；晚古生代以石炭纪和二叠纪火山岩发育。侵入岩主要为加里东期的斜长花岗岩、石英闪长岩、辉长岩，华力西期的二长花岗岩、花岗闪长岩—闪长岩、辉长岩及超基性岩。

该断褶带以金、铜、铅锌等矿产为主，如在红柳河断裂带(F_7)北侧有金窝子大型金矿，在花牛山断裂带(F_8)两侧有拾金坡大型金矿、辉铜山中型铜矿和花牛山中型铅锌矿。

2.3 区域 主要深大断裂带

综合该区地质和地球物理特征对区内主要深大断裂带简要叙述如下：

（1）吐哈盆地北缘深断裂带(F_2)：为博格达复背斜(I_2^1)、哈尔力克复背斜(I_2^2)与吐鲁番—哈密山间坳陷(I_2^4)之间的分界线。地表由数条走向近东西、倾向北的高角度逆断层组成，带内构造角砾岩、碎裂岩、片理广泛发育，具脆—韧性变形特点。沿断裂带两侧华力西期花岗岩广泛分布，局部有中基性次火山岩。

（2）康古尔塔格—黄山深断裂带(F_4)：位于觉洛塔格复背斜(I_2^3)之中，为东天山地区一条重要的巨型深断裂带。它西起觉洛塔格阿其克库都克—沙泉子超岩石圈断裂带，向东经康古尔塔格、土屋、黄山、梧桐窝子泉、镜儿泉，延入蒙古境内。地表由一系列断层和挤压带组成，在中西部走向近东西，至东部走向转为北北东；断面较陡直，多向南倾斜。康古尔塔格—黄山韧性剪切带在 1：100 万布格重力异常图上，为一近东西向的密集重力梯度带，重力值由南向北急剧上升，变化达 $50\times10^{-5}m/s^2$；断裂带

两侧有较大的磁性差异，在 1：100 万ΔT 磁异常图上反映明显。构造带以强烈挤压，走滑兼韧性剪切为特征。构造带两侧华力西期酸性、中酸性侵入岩广泛分布，火山岩喷发强烈，在黄山一带，断裂带两侧中、基性—超基性岩尤为发育。康古尔塔格—黄山韧性剪切带形成与晚石炭世，在抬升至地壳浅部后叠加有脆性破裂和热液蚀变，该断裂带发育有蚀变岩型和浅成热液石英脉型大型金矿、超大型斑岩铜矿以及大型铜镍硫化物矿床。

（3）阿其克库都克—沙泉子超岩石圈断裂带(F_5)：是划分准噶尔—北天山褶皱系(II)与塔里木地台(III)的界线断裂。该深断裂总体为北西—东西—北东向延展，呈略向南突出的弧形，断层面南倾，倾角 50°—80°。在布格重力异常图上，该断裂带表现为异常等值线的同向弯曲；在ΔT 磁异常图上该断裂带明显呈线状或串珠状分布，北侧为负背景场上的降低磁异常，南侧为正背景场上的升高磁异常。该断裂带南侧广泛出露前寒武系以及加里东期和华力西期中酸性侵入岩，北侧石炭系火山岩十分发育。在阿齐山—雅满苏一带，地貌上形成南高北低的断层阶地；沿断裂带有狭长凹地、干谷、盐沼地和一系列长形断陷盆地分布。与此断裂带有关的矿产主要有矿浆贯入和喷溢型、热液交代型铁矿、铜矿、金矿等。

（4）星星峡深断裂带(F_6)：为划分库鲁克塔格—星星峡断隆(III_1)与北山断褶带(III_2)之间的分界线。地表显示为一规模较大的高角度逆断层。总体呈北东东向延伸，倾向北，倾角 50°—80°。断裂破碎带、次级断裂和中、酸性岩体发育。该断裂带发育有与花岗岩有关的钨钼矿。

2.4 区域 地球物理特征

2.4.1 区域重力场特征

该区布格重力场以近东西向为主。区域重力场值表现为西高东低、南高北低且皆为负值的特点。觉洛塔格复背斜的重力场值最高，而吐鲁番—哈密山间坳陷较低，北山断褶带最低。从布格重力异常平面图上可明显看出：区域北部重力场以近东西走向的吐哈盆地南缘巨形重力梯度带为主；区域中部，重力场为圈闭的椭圆状重力高，走向近东西；区域南部东经 93°00′以西重力场较平稳，场值变化较少，总体上表现为一圈闭不完整的区域重力高，东经 93°00′以东自西向东重力场值逐渐变低，在镜儿泉—星星峡—柳园一带表现为区域重力低。根据布格重力异常的走向和形态，可将区域分为：

（1）吐鲁番—七克台—十三间房—哈密北重力低异常区：该带分布于北纬 43°00′附近。吐鲁番—七克台—十三间房重力低异常区呈北东东向以长条形展布，其南部为吐哈盆地南缘重力异常陡梯度带，北部为博格达山重力异常陡梯度带。哈密北重力低异常区呈北西向以椭圆状展布，其南部为吐哈盆地南缘重力异常陡梯度带，北部为哈尔力克山重力异常陡梯度带。

（2）吐哈盆地南缘重力异常梯度带：该带分布于北纬 42°40′附近。布格重力异常梯度带在鲁克沁—十三间房南一带呈近北东东向展布，在十三间房南—大南湖呈近北西西向展布，异常幅度变化大，布格重力异常值从南向北递减，梯度约为每千米 $1.8\times10^{-5}m/s^2$。该区的重力局部异常多表现为等值线的同向弯曲，表现为近东西向横贯全区的均匀光滑的重力异常梯度带。

（3）康古尔塔格北部重力高异常区：该区布格重力异常较平稳，异常圈闭较好，呈北西西向展布，表现为长椭圆状的重力高异常。异常在东经 90°—95°展布，异常中心在东经 92°00′附近，走向近东西。在东经 90°00′—93°30′之间，重力高表现完整。

（4）康古尔塔格—土屋—黄山重力异常梯度带：该带位于北纬 42°10′附近，在布格重力异常图上为一重力异常梯度带。东经 92°00′以西，该梯度带为北西西向展布；东经 92°00′以东，该梯度带为北东东向展布。该梯度带上分布有土屋斑岩型超大型铜钼矿和黄山硫化物大型铜镍矿。

（5）阿齐山重力高异常区：位于北纬 41°30′—42°10′、东经 89°45′—92°30′之间，在布格重力异常图上表现为北北东向的局部重力高与重力低，在北部的梯级带上分布有石英滩浅成热液石英脉型中型金矿、康古尔蚀变岩型大型金矿，在阿齐山重力高的东西两侧分布有梧桐沟铁矿、阿齐山铁矿、红云滩铁矿和百灵山铁矿。

（6）小横山重力高异常区：位于区域西南部库鲁克塔格—帕尔岗塔格以南，在布格重力异常图上表现为东西向—北东向的局部重力高，在北部的梯级带上分布有帕尔岗铁矿。

（7）星星峡—花牛山重力低异常区：位于区域东南部，可分为星星峡重力低异常区、花牛山重力低异常区，呈北东向和东西向展布，分布有金窝子大型金矿、马庄山中型金矿和花牛山中型铅锌矿。在该区的西部重力梯度带上分布有沙泉子中型铁铜矿，在南部的柳园—头吊泉重力梯度带上分布有辉铜山中型铜金矿、拾金坡大型金矿和一系列中小型金矿。

此外，分布有哈密北重力低异常区、伊吾—下马崖南重力低异常区和磁海重力高

异常区及其相应的重力梯度带。

2.4.2 区域磁场特征

本区航磁异常总体走向以东西向为主。区内磁异常复杂多变，正负交替频繁，局部异常极为发育。磁场特征基本反映了区内不同构造单元的基底性质、岩浆活动、断裂及热液活动等地质现象。从区域 ΔT 磁异常平面图可以看出：该区以康古尔塔格—黄山深断裂带为界线可分为北部高磁场区和南部变化磁场区，可进一步划分为以下几个小区：

（1）吐哈盆地正负变化磁场带：该区磁异常形态不太规则，局部异常有近北西西向或近东西向分布的趋势。磁场变化平缓，场值一般在 40nT 左右，正异常峰值一般在 240—400nT 之间，负异常峰值一般在-80—-240nT 之间。其中，在沁城—哈密北—三道岭北—十三间房表现为一条平稳的负磁异常带，呈北西向展布，场值一般在-80—-240nT 之间。

（2）迪坎尔—梧桐窝子泉高磁异常区：位于吐哈盆地正负变化磁场区以南，康古尔塔格—黄山深断裂带以北。该异常区磁场值最高，局部异常规模大、强度高，呈近东西向展布，可明显分为西部迪坎尔平缓升高磁异常段、中部南湖戈壁滩剧烈变化磁异常段和东部梧桐窝子泉正负变化磁异常段。

①迪坎尔平缓升高磁异常段：区域高背景场上叠加了数个团块状高磁场异常，总体走向北西西向，磁场值一般在 240—400nT 之间。

②南湖戈壁滩剧烈变化异常段：表现为高背景场上局部异常剧变的升高磁场，局部异常呈明显的长椭圆状或圆环形，总体走向为近北西向至东西向，磁场值在 320nT 以上，局部可达 880nT。

③梧桐窝子泉正负变化磁异常段：表现为南北两个正值带中间夹一个负值带，具明显的北北东走向。正磁场值在 160nT 以上，局部可达 880nT。负磁场值在-80nT 以下，局部可达-560nT。

迪坎尔—梧桐窝子泉高磁异常区可明显分出北部迪坎尔—沙尔湖—大南湖—骆驼圈子—梧桐窝子泉高磁异常带和南部迪坎尔—康古尔塔格—土屋—土墩—黄山—梧桐窝子泉高磁异常带。其中，南部异常带边缘已发现有土屋斑岩型大型铜钼矿，黄山大型硫化物铜镍矿，土墩中型铜镍矿和小热泉子中型铜锌矿。

（3）石英滩—镜儿泉负磁异常带：位于康古尔塔格—黄山深断裂带以南，石英滩

—苦水为近东西向、苦水—镜儿泉为北东向分布的狭长条带状异常。在东经90°00′—93°00′之间，表现为强度较大的负磁异常带，在阿齐山、康古尔、马头滩一带异常带明显加宽，磁场值一般在-320—80nT，在马头滩可达-480nT。在东经93°00′—95°00′之间为宽缓异常，磁场值略有升高，磁场值一般在-80—80nT。在东经95°00′以东，磁场值又开始降低，磁场值一般在-80—240nT。该负磁异常带分布有康古尔大型金矿和石英滩中型金矿。

（4）红云滩—沙泉子正磁异常带：位于石英滩—镜儿泉负磁异常带以南，且与其分布方向大体一致，也与阿其克库都克—沙泉子超岩石圈断裂大体一致。中西部异常带在红云滩—尾亚一带呈东西向展布，在裤子山北—雅满苏南之间略呈弧形凸出；东部异常带在沙泉子—明水北呈北东向展布。该异常带以其稳定的高磁异常带而区别于相邻地区，带内局部正异常多以处椭圆状呈条带状向东西方向延伸。该异常带个别地段有被切开的特征。该带磁场值一般在80—320nT之间。该正磁异常带分布有一系列大中型铁矿、铁铜矿。

（5）南部变化磁场区：位于区域南部，区域以负磁场为背景。在区域西南部，东经89°00′—92°00′之间，表现为北西向负磁异常带与正磁异常带相间分布，局部地段分布有北北东向的正异常。在区域东部白玉山北—红柳河—明水一带，表现为一宽缓的呈北东向展布的磁异常带，磁场值一般在-80—80 nT之间，该带已发现有金窝子大型金矿和马庄山中型金矿；在白玉山—头吊泉—柳园一带，表现为一狭长的呈近东西向展布的磁异常带，磁场值一般在-160—80 nT之间，该磁异常带已发现有拾金坡大型金矿、辉铜山铜矿和花牛山中型铅锌矿。

综合上述布格重力异常和磁异常分布可以得出：吐哈盆地南缘重力异常梯度带及正负变化磁场带中的局部重力高和磁力高是中基性侵入岩或喷出岩的反映。一般的重磁场均较平稳，是中新生代盖层和古生代沉积基底的反映。

吐哈盆地南缘断裂带以南到康古尔塔格—黄山深断裂带以北，区域重磁场表现为重磁高值带，分布有石炭系中基性火山碎屑岩，属高密度中等磁性岩石，可引起300—500nT的正区域磁场。

康古尔塔格—黄山深断裂带以南，表现为重磁低值带，分布有石炭系碎屑岩、火山岩和花岗岩等，岩石为弱磁性，在区域重磁场上呈现一些幅度和规模大小不一且无规律性分布的局部异常，表明该区以中酸性侵入岩为主的岩浆活动频繁。

库鲁克塔格—星星峡断隆以及北山断褶带表现为一平稳的东西向正负变化磁场

带，区域地层以前寒武系为主并伴有侵入岩的分布。

第三章 东天 山地球化学省的分布

3.1 东天山地球化学省的圈定方法

此次地球化学研究区域北起东天山山脉，南至库鲁克塔格，西起吐鲁番，东至甘肃交界，总面积约 150000 km^2 为了圈定出大规模的地球化学异常，使用的是超低密度采样方法，大约平均 1 个样/100km^2。野外实际采样以 GPS 实时实地进行定位。为了采样的方便和获得对大面积的代表性，样品采自地表弱胶结层（20－40cm 深度）小于 20 目粒级。采样质量为 500－1000g 左右。

样品送实验室磨至 200 目，分取了两份子样分别用于全量分析和活动态分析（水提取分析和铁锰氧化物分析）。使用等离子质谱（ICP-MS）、等离子光谱法（ICP-OES）、无火焰原子吸收（GF-AAS）、原子荧光法（AFS）、化学光谱法(CP-AES)分析了 Cu、Au、U、Pd 等 33 个元素。

为了将地球化学块体圈定出来，采用 MAPGIS 系统空间分析模块中网格化数字模型绘制等值线。采取 X±2s 以外的数据进行离群值的反复剔除，直至无离群值出现，并选用剔除离群值后的算术平均值作为背景值。大部分元素以背景值加 2 倍离差（Cb±2s）作为异常下限。将面积大于 1000 km^2 以上的地球化学圈定出来，作为地球化学省。

3.2 铜地球化学异常分布与评价

从新疆东天山—北山全量铜地球化学图可以看出，全区可划分为近东西向 3 条异常带：依次为东天山北带，中带和南带。北带铜异常主要分布在博格达山南麓—吐鲁番盆地一带，哈尔力克山两侧至沉积盆地之间；中带的铜异常主要分布在阿其克库都克—沙泉子超岩石圈断裂带、康古尔塔格—黄山深断裂带和吐哈盆地南缘深断裂带东部的两侧或接合部位上；南带的铜异常主要分布在北山断褶带中。其中土屋铜矿和黄山铜镍矿都位于中带，新发现的维权铜矿位于南带，北带还有待于进一步证实。以 Cb+s = 21.1 μg/g 为异常下限，全区可圈出 1 个铜地球化学巨省、9 个铜地球化学省和若干个铜区域异常(图 3.1，表 3.1)。

活动态铜地球化学图与全量铜地球化学图相比，中带异常要大大加强。以背景值加 2 倍离差做异常下限(3.2μg/g)在全区圈出 7 处地球化学省和若干区域异常(表 3.2)。

其中，在受风成沙干扰较小靠近天山的出露区，与全量异常相吻合程度较高，但对受风成沙影响较大的中部地区，特别是土屋至小热泉子一带，利用活动态提取能更好地圈定异常。

表 3.1 全量铜的主要地球化学异常

地球化学异常名称	Aa (km^2)	N	Cmax	Cmin	Ca	s	CV	CC
1. 吐鲁番—七克台地球化学巨省	15738	178	67.4	17.9	29.7	8.8	0.30	1.70
1.1 吐鲁番—七泉湖地球化学省	5800	75	67.4	24.1	36.7	9.1	0.25	2.10
1.2 七克台西北地球化学省	1586	17	45.9	25.4	32.4	5.1	0.16	1.85
1.3 七克台东北(红旗坎)地球化学省	1195	13	63.2	24.1	36.4	9.6	0.26	2.08
2. 沁城—伊吾—下马崖地球化学省	6362	61	62.0	11.8	32.3	9.4	0.29	1.85
3. 柳园—火石山地球化学省	5197	50	101.2	14.1	30.4	13.7	0.45	1.74
3.1 柳园—花牛山地球化学省	1581	15	101.2	14.1	39.4	21.0	0.53	2.25
3.2 马莲井东区域异常	587	8	34.5	22.9	28.6	3.8	0.13	1.63
4. 黄山—镜儿泉-蒙古边界地球化学省	4900	51	66.8	14.3	29.7	11.8	0.40	1.70
4.1 梧桐窝子泉东地球化学省	1365	11	66.8	21.9	38.4	15.7	0.41	2.19
4.2 黄山区域异常	852	8	64.9	16.0	34.8	15.9	0.46	1.99
4.3 镜儿泉东北异常	767	8	42.4	25.4	32.0	6.3	0.20	1.83
4.4 近中蒙边境区域	628	7	42.4	25.4	32.4	6.7	0.21	1.85
5. 哈密北地球化学省	4595	49	50.6	14.1	27.3	6.6	0.24	1.56
5.1 三道岭东北区域异常	586	7	37.5	25.8	31.4	4.3	0.14	1.79
5.2 哈密西北区域异常	362	3	41.9	28.7	36.9	7.2	0.20	2.11
6. 觉洛塔格—小热泉子地球化学省	3033	29	49.8	20.4	25.0	5.9	0.24	1.43
7. 裤子山—维权地球化学省	2050	26	31.6	18.9	24.0	3.2	0.13	1.37
8. 梧桐沟地球化学省	1453	16	39.0	20.8	26.3	5.6	0.21	1.50
9. 红柳河地球化学省	1252	15	32.0	19.1	25.9	3.9	0.15	1.48
10. 头吊泉地球化学省	1030	8	38.8	22.2	30.7	6.7	0.22	1.75
11. 小横山区域异常	435	4	38.6	19.1	27.3	8.4	0.31	1.56
12. 土屋区域异常	423	5	26.5	22.2	24.7	1.8	0.07	1.41
13. 土屋西区域异常	340	8	25.4	20.8	22.5	1.4	0.06	1.29
14. 大平台北区域异常	213	2	38.6	32.5	35.6	4.3	0.12	2.03

附注: Aa-异常面积(area of anomaly)；N-异常内的样品数(number of samples)；Cmax-异常内的最高含量(maximum content)；Cmin-异常内的最低含量(minimum content)；Ca-异常内的平均含量(average content)；s-标准偏差(standard deviation)；CV-变异系数(variance coefficient) (s/Ca)；CC 为富集系数(concentration coefficient) (Ca/Cb)；含量单位：μg/g；下同。

表 3.2 活动态提取铜主要地球化学异常

地球化学异常名称	Aa (km^2)	N	Cmax	Cmin	Ca	s	CV	CC
1. 觉洛塔格—阿齐山地球化学省	7886	93	20.25	1.27	4.88	3.30	0.68	2.24
2. 鄯善—七克台地球化学省	7167	67	12.25	1.53	4.51	1.60	0.36	2.07
3. 沁城—下马崖地球化学省	5059	47	7.03	2.67	4.42	1.13	0.26	2.03
4.黄山—梧桐窝子—蒙古边境地球化学省	4463	46	20.07	1.05	4.76	3.54	0.74	2.18
5. 土屋地球化学省	3288	33	12.32	1.77	5.67	5.78	1.02	2.60
6. 哈密北地球化学省	2734	23	6.51	1.92	4.31	1.08	0.25	1.98
7. 柳园-头吊泉地球化学省	2056	18	36.81	0.97	8.68	10.32	1.19	3.98
8. 沙泉子西区域异常	357	3	15.40	2.73	7.33	7.01	0.96	3.36

现根据全量铜和活动态铜异常综合考虑，将主要地球化学异常描述与评价如下：

（1）沁城—伊吾—下马崖铜地球化学异常

这一铜的地球化学异常位于哈尔力克复背斜的两侧，面积达 6000 多 km^2，相当于

地球化学省的规模。该区出露较好，所以全量铜异常与活动态铜异常非常吻合。全量铜最大值为 62.0μg/g，平均值为 32.3μg/g，变异系数为 0.29，富集系数为 1.85。不同程度的伴有 Cr, Co, Ni, Hg, Sb, Zn, MgO 的异常，异常向北尚未封闭。该铜地球化学省主要出露地层为奥陶—志留系、泥盆系、石炭系以及华力西期花岗岩、闪长岩。区域北北西向—北西向断裂和北北东向—北东向断裂构造发育。

该异常内曾发现许多铜矿化点，但没有发现具有一定规模的矿床。这一异常应引起足够重视，非常值得进一步工作。

（2）黄山—镜儿泉—蒙古边界地球化学异常

这一地球化学异常沿北东向黄山深断裂带分布，面积达近 5000km^2。异常最大值为 66.8μg/g，平均值为 29.7μg/g，变异系数为 0.40，富集系数为 1.70。内部套合着多个浓集中心，由西向东依次是黄山铜异常、梧桐窝子泉铜异常、镜儿泉北铜异常和近中蒙边境铜异常。这几个异常呈等间距分布。

黄山铜异常位于北东向康古尔塔格—黄山深断裂带上，异常呈三角形，最大值为 64.9μg/g，平均值为 34.8μg/g，变异系数为 0.46，富集系数为 2.00，面积 852 km^2，浓集中心明显，伴有 Ni, Cr, Co, As 的强异常和 Hg, Mo, Pd 的弱异常，其中镍区域异常的最大值为 110.0μg/g，平均值为 50.0μg/g，变异系数为 0.74，富集系数为 3.23，面积 626 km^2；钴区域异常的最大值为 24.6μg/g，平均值为 18.0 μg/g，变异系数为 0.33，富集系数为 2.07，面积 366 km^2。该铜区域异常已包含有黄山、黄山东、香山等大型铜镍矿，矿床形成于晚石炭世。区域地层主要为石炭系硅质岩、细碧岩、辉绿玢岩、霏细斑岩和安山玢岩，华力西期花岗岩、闪长岩、基性岩、超基性岩发育并沿区域北东向构造的两侧产出。

梧桐窝子泉铜异常位于黄山深断裂带和梧桐窝子泉断裂带之间，异常呈北东向展布，异常最大值为 66.8μg/g，平均值为 38.4μg/g，变异系数为 0.41，富集系数为 2.19，面积 1365km^2，套合着面积为 220km^2 和 130km^2 的区域异常，位于西南部的区域异常伴有 Cr, Co, Ni, Pt, Pd 等元素的异常。主要出露泥盆系、石炭系和华力西期花岗岩、闪长岩等，区域北东向断裂发育。

异常检查在梧桐窝子泉南部发现一处铜矿化带，长约 50 米，宽 2 米，呈北东向展布，经初步分析，11-46-71A2(CuQ)样品的铜含量已达工业品位，Zn, Co, Cr, Ni 的含量也较高(表 3.3)，意味着深部镁铁—超镁铁岩体的存在，因此该区深部仍有发现镁铁—超镁铁岩型铜镍矿床的可能性。

表 3.3 异常检查结果

样品编号	样品性质	Cu	Co	Cr	Ni	Pb	Zn
11-46-71A2(CuQ)	矿化蚀变带	11071 μg/g	109 μg/g	167 μg/g	78.7 μg/g	32.3 μg/g	756 μg/g
11-46-71A2(Qsoil)	土壤	228 μg/g	9.8 μg/g	40.8 μg/g	10.1 μg/g	13.1 μg/g	301 μg/g

镜儿泉北(葫芦)铜异常位于黄山深断裂带和梧桐窝子泉断裂带之间。异常面积 767 km^2。异常最大值为 42.4μg/g，平均值为 32.0μg/g，变异系数为 0.20，富集系数为 1.83。伴有 Cr, Co, Ni, Pt, Pd 等元素的异常。主要出露泥盆系、石炭系和华力西期花岗岩、闪长岩以及基性岩、超基性岩，区域北东向断裂发育。已知葫芦铜矿就位于该异常北部。

近中蒙边境铜异常面积 628 km^2。异常最大值为 42.4μg/g，平均值为 32.4μg/g，变异系数为 0.21，富集系数为 1.85。伴有 Cr, Co, Ni, Pt, Pd 等元素的异常。主要出露泥盆系、石炭系和华力西期花岗岩、闪长岩以及基性岩、超基性岩，区域北东向断裂发育。

（3）觉洛塔格—阿齐山铜地球化学异常

这一地球化学块体主要是由活动态铜来体现的，在全量上表现为若干分散异常。这是全区所发现的最大的活动态铜地球化学异常，异常面积达近 8000 km^2。不同程度地伴有 As, Sb, Hg, Ag, Pb, Cr, Co, Ni, W, U, Th, Ba 等元素的异常。异常位于阿其克库都克—沙泉子超岩石圈断裂带的南北两侧，天山褶皱系和准噶尔—北天山褶皱系的接合部位。出露地层为长城系黑云斜长片麻岩、黑云石英片岩和混合岩，志留系石英片岩，泥盆系石英片岩、灰岩和粉砂岩，石炭系凝灰质岩石、斜长玢岩、英安玢岩和砂岩、灰岩，二叠系砂砾岩；侵入体为华力西期花岗岩、闪长岩、钠长斑岩，闪长玢岩、英安斑岩、石英斑岩，中酸性岩脉发育并伴随北东向和北西向构造产出。小热泉子中型铜矿便处在该地球化学块体西侧边缘。该异常的内部及周边应颇具找矿潜力。

（4）土屋铜地球化学异常

这一地球化学块异常主要也是由活动态铜来体现的。位于康古尔塔格—黄山深断裂带以北的觉洛塔格复背斜上。面积 3288 km^2。内有几处浓集中心，其中大型土屋铜矿位于东部浓集中心之中。该异常周围伴有 Ag、Au, Sb, Hg, Ni, Pd, U 的异常。

这一异常虽然已经发现包括土屋、延东、灵龙等大型铜矿，这些大型铜矿构成的矿集区都位于异常的东部，但向西还值得进一步工作。

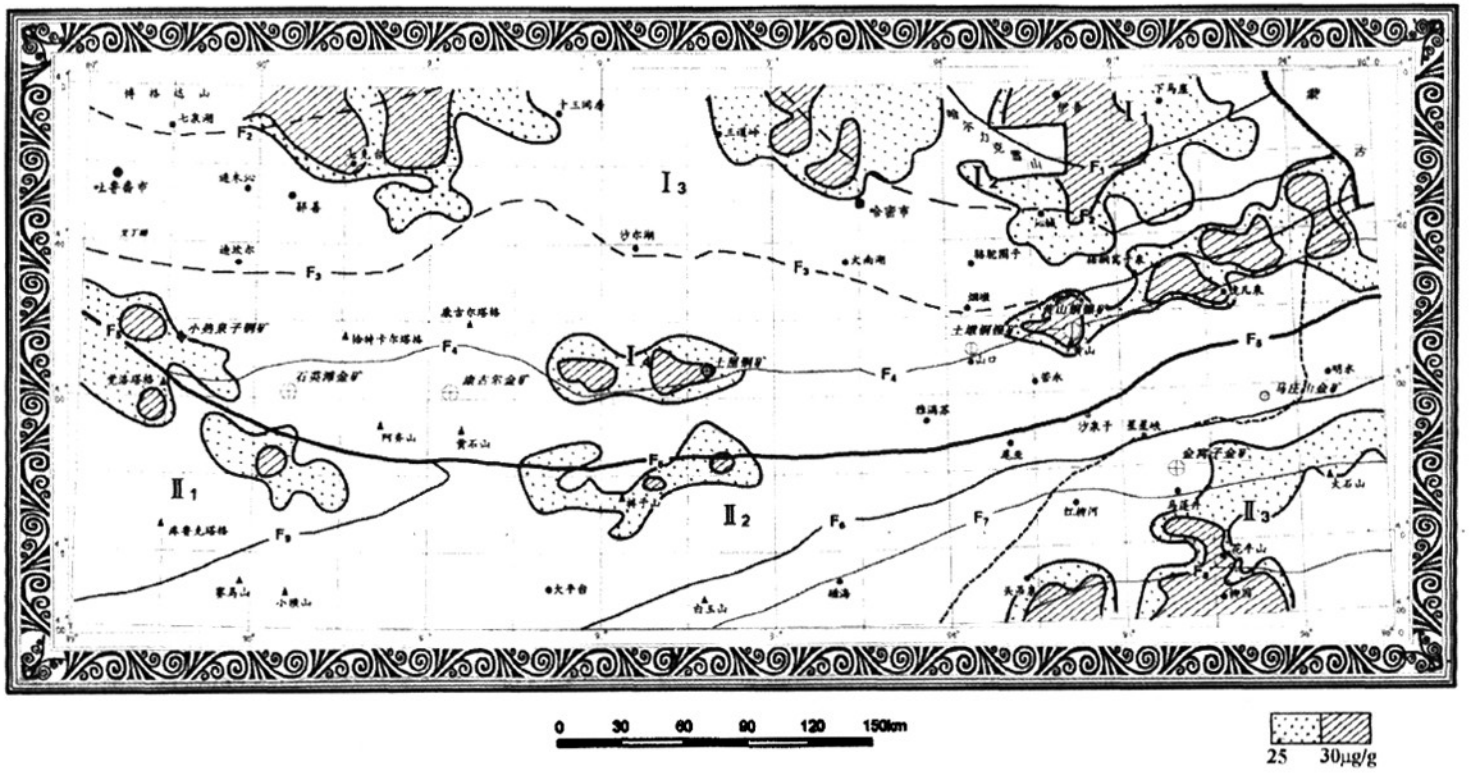


图 3.1　新疆东天山－北山铜地球化学异常图

（5）柳园—花牛山铜地球化学异常

该异常位于柳园—火石山地球化学巨省的南部，分布于柳园—花牛山—大泉一带，异常向南并未封闭。异常最大值为 101.2 μg/g，平均值为 39.4 μg/g，变异系数为 0.53，富集系数为 2.25，面积 1581km^2。伴有 Au, Ag, Pb, Zn, Pt, Cr, Co, Ni, As, Sb, Hg, W, Mo 等许多元素的异常，其中某些元素的异常规模可达地球化学省的程度。位于花牛山断裂带的南侧，在区域上主要出露奥陶系千枚岩、板岩、变砂岩、斜长角闪岩、安山岩、英安岩、玄武岩等，奥陶—志留系斜长片麻岩、角闪片岩，石炭系砂岩、英安质凝灰岩、安山质凝灰岩，二叠系砂岩、凝灰质砂岩、英安质凝灰岩、安山质凝灰岩和花岗岩、石英闪长岩、辉长岩等，北东向构造发育。辉铜山中温矽卡岩型铜矿位于南部异常西侧，花牛山中型铅锌矿位于中部异常中心部位。

（6）吐鲁番—七克台铜地球化学异常

这一地球化学异常从全量铜分布来看是一个地球化学巨省，面积达 15738km^2，异常最大值为 67.4μg/g，平均值为 29.7μg/g，变异系数为 0.30，富集系数为 1.70，异常向北尚未封闭。这一地球化学巨省内具有多层套合结构的特点，以 28.2μg/g 还可进一步划分成 3 个地球化学省，分别命名为：吐鲁番—七泉湖地球化学省、七克台西北地球化学省和七克台东北（红旗坎）地球化学省。吐鲁番—七泉湖地球化学省呈圆形分布于吐鲁番盆地之中，这一异常的形成原因可能是由于该区大部分为葡萄种植地，为了防治葡萄病，当地农民大量使用一种农药—波尔多液，一种硫酸铜与石灰水的混合液体。另两个地球化学省都呈南北向扇形展布，可能与上游冲积扇密切有关。

活动态铜的地球化学块体比全量铜地球化学块体要小，只分布于鄯善—七克台一带，其中西部的全量吐鲁番—七泉湖地球化学省的大部分消失了，只有靠近七泉湖有零星分布。使用活动态提取方法（水提取与氧化物膜提取的累加）无法将铜提取出来，因为硫酸铜与石灰水或土壤中的碱发生反应生成不溶于水的碳酸铜或氢氧化铜。所以我们使用活动态提取方法可以避开此类污染。

这一铜的地球化学块体伴有 Mo, Cr, Co, Ni, Zn, Sb, Hg, Pt, Pd, U, Na_2O 的组合异常，其中以 Mo, U, Na_2O 的异常最为显著。位于博格达山南部吐哈山间坳陷北缘断裂带上，其北部的博格达山主要为石炭系安山玢岩、玄武玢岩、英安斑岩、角砾凝灰岩以及砂岩和酸性火山凝灰岩和闪长玢岩、辉绿辉长岩，南部为第三系砂岩、砾岩、泥岩和第四系冲积物所覆盖，并发育有东西向—北东向断裂构造。全量铜地球化学巨省内的异常呈南北向扇形展布，可能与冲积扇所携带的具高背景的石炭系地层密切有关；

而活动态异常呈东西向沿吐哈山间坳陷北缘断裂分布，因此也不排除山前冲积物覆盖区下方存在异常源的可能性，值得进一步工作。

（7）哈密北铜地球化学异常

位于吐哈山间坳陷北缘断裂带的两侧，异常最大值为50.6μg/g，平均值为27.3μg/g，变异系数为0.24，富集系数为1.56，面积4595km^2，内部套合着三道岭东北铜区域异常和哈密西北铜区域异常。

其中，哈密西北铜区域异常呈北西向展布，面积虽小，但伴有许多元素如Au, Ag, Pb, Zn, Pd, Cr, Co, As, Sb, Hg的组合异常，出露于第四系覆盖区的该异常，处于吐哈山间坳陷北缘断裂带上，该断裂带的两侧，有一系列的次级断裂，成矿条件较为有利，因此异常下部是否存在隐伏矿需要进一步研究。对该区域异常进行路线性异常踏勘性检查，共采集32件样品，对20—40目的样品，铜含量大于异常下限21.1μg/g的样品有27个，其中有21个样品的含量>24.7μg/g，有12个样品的含量>28.2μg/g，铜含量最高可达44.3 μg/g，平均值为27.2μg/g，变异系数为0.26；对-40目的样品，铜含量大于异常下限21.1μg/g的样品有30个，其中有25个样品的含量>24.7μg/g，有20个样品的含量>28.2μg/g，铜含量最高可达42.6 μg/g，平均值为29.2μg/g，变异系数为0.19，表明该异常仍存在并有加强的趋势。

（8）裤子山铜地球化学异常

位于土屋铜矿南部阿其克库都克—沙泉子超岩石圈断裂带的南侧，塔里木地台和准噶尔—北天山褶皱系的接合部位，主要呈北东向展布，异常最大值为31.6 μg/g，平均值为24.0 μg/g，变异系数为0.13，富集系数为1.37，面积2050km^2，伴有As, Ni, Hg等元素的异常。区域地层为元古界黑云斜长片麻岩、黑云石英片岩、白云大理岩，石炭系凝灰岩、火山角砾岩、霏细岩、玄武岩、凝灰砂岩等。岩体呈多期、多阶段侵入，主要有华力西早、中、晚期花岗岩、花岗闪长岩、闪长岩、辉长岩，华力西早期斜方辉橄岩和纯橄榄岩多在构造线附近产出。石英斑岩、闪长玢岩以及北东向和北西向石英脉和酸性岩脉、中性岩脉、基性岩脉也甚为发育。混合岩化、绿泥石化、硅化、矽卡岩化、角岩化强烈，区域构造发育。尽管该铜地球化学省异常强度较弱，但面积较大，因此，在该区寻找矽卡岩型、斑岩型以及镁铁—超镁铁型铜矿的找矿工作应引起重视。

（9）红柳河铜地球化学异常

位于红柳河断裂的南侧，呈北东向展布，异常最大值为32 μg/g，平均值为25.9μg/g，

变异系数为 0.15，富集系数为 1.48，面积 1252km^2，不同程度地伴有 Ag, Au, Cr, Ni, Hg, Li, Mo, Sb, Pd, Pt, Th, U, CaO 等元素的异常。这一异常的最大特点是伴生有 Pd, Pt 异常。区域地层为震旦系硅质灰岩、硅质页岩、白云岩、大理岩，寒武系炭质硅质岩、硅质页岩，志留系石英砂岩、凝灰砂岩。侵入岩体为华力西期黑云母花岗岩、云英闪长岩。强异常中心处的北东向和近东西向以及帚状构造发育。

（10）头吊泉铜地球化学异常

位于花牛山断裂的两侧，异常最大值为 38.8μg/g，平均值为 30.7 μg/g，变异系数为 0.22，富集系数为 1.75，面积 1030km^2，异常呈半圆形，南部尚未封闭，不同程度地伴有 As, Au, Co, Cr, Ni, Sb, MgO 等元素的异常。区域地层为奥陶—志留系斜长片麻岩、花岗片麻岩，志留系、石炭系凝灰岩、石英砂岩、凝灰砂岩。侵入岩体主要为加里东期石英闪长岩，其次为华力西期花岗岩以及辉长岩。强异常中心处的北东向与帚状构造发育。

（11）小横山区域铜异常

位于一条北东向断裂上，异常呈北东向展布，最大值为 38.6μg/g，平均值为 27.3μg/g，变异系数为 0.31，富集系数为 1.96，面积 435 km^2，浓集中心明显，伴有 Ba, Mo, Ni, W, Pb, Zn 等元素的异常，其中 Pb, Zn 异常最强。区域上，出露地层为长城系、蓟县系变质砂岩、大理岩和石英片岩，震旦系砂岩和泥质板岩。断裂南侧有加里东期花岗岩产出。

（12）大平台北铜区域异常

地处塔里木地台北缘库鲁克塔格—星星峡断隆的西部陷车泉断裂之上，两个样品的含量分别 32.5μg/g 和 38.6μg/g，异常平均值为 35.6μg/g，变异系数为 0.12，富集系数为 2.13，面积为 213 km^2，异常面积虽小，但异常中心不同程度的伴有 Ag, As, Au, Cr, Co, Ni, Hg, Li, Mo, Pb, Th, U, W, Zn 等元素的异常。异常位于华力西期花岗岩上，与中国花岗岩相比，该花岗岩体 Cu 元素的富集系数为 6.5，As 为 13.0，Au 为 4.4, Cr 为 11.4, Co 为 5.0, Ni 为 7.1, Hg 为 9.4, Li 为 2.0, Mo 为 2.0, U 为 1.6, W 为 1.6, Zn 为 2.2。

3.3 金的地球化学异常分布与评价

本研究同时采用了 AAS 和 AES 对金进行测定，结果表明两种分析方法得到的结果十分吻合。以 Cb+2s = 2.0ng/g 为异常下限，全区可圈出 7 个金地球化学省和若干个金区域异常（图 3.2 和表 3.4）。

以 Cb+2s = 0.16 ng/g 为水提取金的异常下限，全区可圈出 3 个金地球化学省和若干个金区域异常(表 3.5)。

采用 Cb+4s = 0.12ng/g 为铁锰氧化物膜提取金的异常下限，全区可圈出 5 个金地球化学省和若干个金区域异常(表 3.6)。

从全量金和活动态金的地球化学图比较来看，全量金在已知矿周围可能由于开矿造成的分散或风力造成的分散异常规模要大于活动态金的异常，活动态金异常更集中于矿床上方。根据上述异常综合参数和吻合程度，将重要异常描述如下：

（1）石英滩—康古尔—马头滩金地球化学异常

全量金异常分布于从石英滩至康古尔一带，面积达 4574km^2；活动态金异常相对集中于石英滩、康古尔、马头滩和阿齐山北 4 处。异常最大值为 113.8 ng/g，平均值为 6.70ng/g，变异系数为 2.58，以 2.8ng/g 为异常下限，可圈出石英滩和康古尔两个金地球化学省，其面积分别为 1488km^2 和 1471km^2，异常最大值分别为 61.6 ng/g 和 113.8 ng/g，平均值分别为 7.50ng/g 和 8.24ng/g，变异系数分别为 1.86 和 2.94，富集系数分别为 6.25 和 6.87，各套合 1 个明显的金区域异常。这两个金地球化学省位于康古尔塔格—黄山断裂和阿其克库都克—沙泉子超岩石圈断裂之间，中间为康古尔韧性剪切带，构造、岩浆发育，主要出露有石炭系火山岩和华力西期花岗岩。其中内含石英滩金矿的石英滩金地球化学省的中心明显伴有 Ag, As, Sb, Hg, Cu, Li, Ni, Pt, Pd, U, Th, W, Mo

表 3.4 全量金的主要地球化学异常(ng/g)

地球化学异常名称	Aa (km^2)	N	Cmax	Cmin	Ca	s	CV	CC
1. 石英滩—康古尔—马头滩地球化学省	4579	52	113.8	0.97	6.70	17.3	2.6	5.6
1.1 石英滩地球化学省	1488	18	61.6	0.97	7.50	14.0	1.9	6.3
1.2 康古尔地球化学省	1471	21	113.8	0.85	8.24	24.2	2.9	6.9
2. 柳园—头吊泉地球化学省	2722	22	306.5	0.96	18.8	64.7	3.4	15.7
3. 金窝子—马庄山地球化学省	1212	17	185.1	0.24	13.03	44.4	3.4	10.9
4. 大南湖—烟墩地球化学省	2904	30	12.2	0.84	3.50	2.77	0.8	2.9
5. 鄯善—十三间房地球化学省	9471	100	6.46	1.17	2.70	0.78	0.3	2.3
6. 十屋北地球化学省	1656	13	6.04	1.59	3.62	1.48	0.4	3.0
7. 明水北—蒙古边境地球化学省	1272	13	11.9	0.34	3.69	3.78	1.0	3.1
8. 大平台区域异常	698	8	7.76	1.48	2.97	1.97	0.7	2.5
9. 裤子山西区域异常	620	8	6.03	1.44	2.94	1.36	0.5	2.5
10. 哈密西北区域异常	130	2	3.55	2.98	3.26	0.40	0.1	2.7

表 3.5 水提取金的主要地球化学异常 (ng/g)

地球化学异常名称	Aa (km^2)	N	Cmax	Cmin	Ca	s	CV	CC
1. 十屋北地球化学省	2240	23	0.97	0.07	0.28	0.23	0.82	2.80
2. 康古尔地球化学省	2139	29	1.40	0.07	0.29	0.32	1.10	2.90
3. 柳园—头吊泉地球化学省	1387	12	2.32	0.08	0.34	0.63	1.85	3.40
5. 明水北区域异常	855	11	0.39	0.06	0.21	0.10	0.48	2.10
6. 十三间房区域异常	838	7	0.55	0.09	0.28	0.16	0.57	2.80

表 3.6 铁锰氧化物膜提取金的主要地球化学异常 (ng/g)

地球化学异常名称	Aa (km^2)	N	Cmax	Cmin	Ca	s	CV	CC
1. 明水北地球化学省	3863	31	0.67	0.06	0.19	0.13	0.69	2.57
2. 头吊泉东南地球化学省	2088	19	0.51	0.08	0.19	0.11	0.57	2.57
3. 石英滩—康古尔地球化学省	1956	27	1.56	0.07	0.20	0.29	1.45	2.70
3.1 康古尔区域异常	618	10	1.56	0.07	0.28	0.46	1.61	3.78
3.2 石英滩区域异常	207	3	0.37	0.07	0.27	0.17	0.64	3.65
3.3 阿齐山西区域异常	114	2	0.26	0.23	0.29	0.02	0.06	3.92
4. 火石山地球化学省	1304	9	0.46	0.08	0.23	0.12	0.53	3.11
5. 哈密西北地球化学省	1016	11	0.27	0.11	0.17	0.05	0.30	2.30
6. 伊吾区域异常	727	3	0.21	0.14	0.17	0.04	0.22	2.30
7. 库鲁克塔格区域异常	651	6	1.19	0.07	0.26	0.45	1.73	3.51
8. 火石山南区域异常	586	6	0.24	0.07	0.16	0.07	0.43	2.16
9. 梧桐沟西区域异常	434	4	1.07	0.07	0.32	0.50	1.55	4.32
10. 沙尔湖西区域异常	285	2	0.46	0.11	0.28	0.24	0.86	3.78
11. 雅满苏西南区域异常	281	2	0.29	0.17	0.23	0.08	0.37	3.11

等元素的区域异常，其中以 Ag, Hg, Cu 异常最强；内含康古尔金矿的康古尔金地球化学省中有两处明显的异常中心，并伴有 As, Sb, W, Mo, U 等元素的区域异常。

该区金矿床的主要类型为与脆韧性剪切带有关的蚀变岩型金矿(如康古尔金矿)和浅成热液石英脉型金矿(如石英滩金矿)，矿床规模较大、分布范围较广，大中型矿床分布于康古尔金地球化学省之中。康古尔金矿赋存于石炭系霏细斑岩、石英钠长斑岩、安山玢岩、英安斑岩、闪长玢岩和凝灰岩之中，矿体的分布受脆韧性—脆性剪切带控制。石英滩金矿为浅成热液石英脉型，构造环境为区域韧性剪切带旁侧的引张区，矿脉产状受古火山机构控制，产于石炭系火山岩和火山角砾岩。

尽管异常区内已发现了石英滩金矿和康古尔金矿，但其它几个伴有其它多元素的异常应值得充分重视。

（2）柳园—头吊泉金地球化学异常

这一地球化学块体位于甘肃境内花牛山断裂带的周边，面积 3257km^2，异常最大值为 306.5 ng/g，平均值为 15.8ng/g，变异系数为 3.69，富集系数为 13.21，异常南部尚未封闭，异常组合主要为 As, Hg, Cu, La, Pb, Th, U, W, K_2O。区域北东向构造发育，拾金坡大型金矿即处在异常的边部，金矿床主要赋存在与斑状花岗岩有关的石英脉中，伴生矿物主要为黝铜矿、辉铜矿、方铅矿和银等。该金地球化学省对寻找大型金矿极有潜力。

（3）金窝子—马庄山金地球化学异常

位于甘肃境内，呈北东西向展布，面积约 2714km^2，异常最大值为 185.1 ng/g，平

均值为 9.22ng/g，变异系数为 3.68，富集系数为 7.7，异常组合主要为 Hg, As，Sb，Mo, Pb, Th, W。区域上出露有二叠系砂岩、页岩和花岗岩以及北东向的石英脉，东西向—北东向断裂构造发育。内含三处明显区域异常浓集中心，分别位于金窝子、马庄山和活石山，内含金窝子大型金矿和马庄山大型金矿。从金窝子向东的戈壁覆盖区应值得充分注意。

（4）大南湖—烟墩金地球化学异常

位于吐哈坳陷南缘大断裂南侧，呈北西向展布，面积 2904km^2，异常最大值为 12.2 ng/g，平均值为 3.50ng/g，变异系数为 0.79，富集系数为 2.92，套合着 2 个金区域异常。其中大南湖南金区域异常位于大南湖南部，紧邻吐哈坳陷南缘大断裂，异常周围出露有泥盆系安山玢岩、凝灰岩、火山角砾岩和砂岩、泥岩，石炭系砂岩、页岩、硅质岩，二迭系砂岩、泥岩、玄武玢岩和华力西期花岗岩。异常东部的骆驼圈子—烟墩一带有可能是由于哈密金矿选冶厂向河沟排放废水造成的，但异常西部靠近大南湖一带异常原因需进一步查明。

（5）鄯善—七克台—十三间房金地球化学异常

面积为 9471km^2，异常最大值为 6.46 ng/g，平均值为 2.70ng/g，变异系数为 0.29，以 2.8ng/g 为异常下限，可圈出十三间房、七克台和鄯善 3 个区域异常。

十三间房、七克台东北、鄯善 3 个区域异常位于吐哈山间坳陷博格达山南部至南湖戈壁滩之间，出露地层主要为第三系和第四系。其中十三间房金区域异常呈北东向展布，并伴有 Hg, Sb, Ni 等元素的异常。十三间房南—南湖戈壁滩北金区域异常的展布方向与区域北西向断裂构造的延伸方向相一致，同时伴有 Hg 的异常。这一异常比较低缓，又是靠近铁路和城镇，不排除污染的可能性。

（6）土屋北金地球化学异常

位于南湖戈壁滩，呈南北向展布。异常面积 1656km^2，异常最大值为 6.04 ng/g，平均值为 3.62ng/g，变异系数为 0.41，富集系数为 3.00，套合着的 2 个明显的金区域异常均位于东西向断裂上。其中靠近土屋铜矿的金区域异常伴有 Ag, Pd, U, Sb 等元素的异常。这一异常位于完全覆盖区，水提取和铁锰氧化物膜提取金异常都在此重叠，该异常具有重要的研究意义。

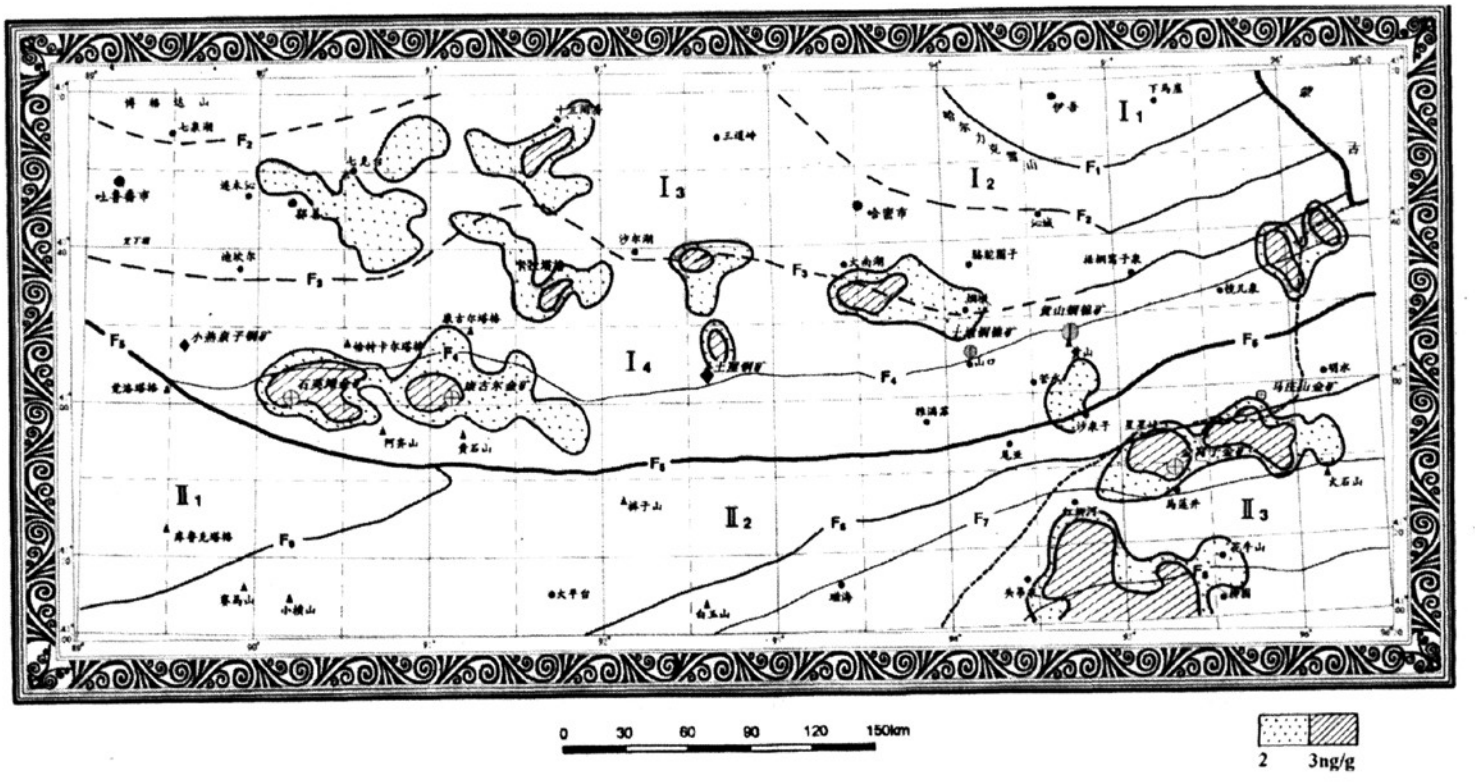


图 3.2　新疆东天山－北山金地球化学异常图

（7）明水北—蒙古边境金地球化学异常

位于康古尔塔格—黄山断裂带周围，面积 1272km^2，异常最大值为 11.9 ng/g，平均值为 3.69ng/g，变异系数为 1.02，富集系数为 3.01，内部套合着镜儿泉东北金区域异常(438km^2)，金异常强度加强，伴有 Hg 和 Ag 的异常。区域上主要出露有石炭系安山质凝灰熔岩、石英片岩、绢云千枚岩和黑云斜长花岗岩、花岗闪长岩，次火山岩发育。该地球化学省的东南部有一处金区域异常，异常面积虽小，但在此金异常中已发现了中温热液石英脉型 460 大型金矿和霍勒扎德盖东中型金矿及一些小型金矿，因此对该金地球化学省应引起足够的重视。

（8）大平台金地球化学异常

位于花岗岩体与元古界长城系之南侧，异常中心在第三系中，异常北侧有一北东向和近东西向断裂，面积 698km^2，异常最大值为 7.76 ng/g，平均值为 2.97 ng/g，变异系数为 0.66，富集系数为 2.48，并伴有 Ag, Mo, W, Hg, Pb, Ba, Zn, Pt 的地球化学省和 U, Cu, Cr, Ni, Co 的区域异常，成矿条件比较有利。

（9）裤子山西金地球化学异常

位于阿其克库都克—沙泉子超岩石圈断裂带的南侧，面积 620km^2，异常最大值为 6.03ng/g，平均值为 2.94ng/g，变异系数为 0.46，富集系数为 2.47，该区域异常有两处异常中心，其中西侧的异常中心在一条东西向断裂的两侧，异常中心金含量为 6.03ng/g。区域上华力西期花岗岩、花岗闪长岩、闪长岩和辉长岩广泛侵入，脉体发育，地层主要为元古界长城系、蓟县系大理岩、片麻岩和云母石英片岩等。区域东西向和北西向断裂发育。

（10）哈密西北部金地球化学异常

位于吐鲁番—哈密山间坳陷北缘断裂带北侧。尽管异常处于第四系上，铁锰氧化物膜提取金异常在此具有较大规模和强度，且伴有 Ag, Cu, Pb, Zn, Cr, Co, Ni, As, Sb, Hg, W, Pd, U 等元素的异常，其中以 Hg 的异常为强，值得进一步工作。

3.4 铀地球化学异常分布与评价

全量铀以 Cb+2s=2.78μg/g 为异常下限，可圈出 6 个地球化学省和若干个区域异常（表 3.7）。水提取铀以 Cb+2s = 0.065 μg/g 为异常下限，可圈出 1 个铀地球化学省和若干个铀区域异常（表 3.8）。铁锰氧化物膜提取铀以 Cb+4s = 0.57μg/g 为异常下限，可圈出 7 个地球化学省和若干个区域异常（表 3.9）。

铀地球化学异常在区域上基本都分布在第四系盆地的粘砂土或第三系古盆地的砂岩、泥岩之中。现将重要的铀地球化学异常简单介绍如下：

（1）哈密—骆驼圈子铀地球化学异常

位于312国道以南哈密盆地中，地处吐哈盆地南缘断裂带和北缘断裂带之间，异常呈北西向展布。全量铀与活动态铀异常极其吻合。全量最大值为12.84μg/g，平均值为4.42μg/g，变异系数为0.57，富集系数为2.21，面积3340km^2，并伴有钼的地球化学省；若以3.56μg/g圈定，还可圈出3个区域异常。铀主要富集于第四系含腐殖质的淤泥以及土黄色亚砂土、粘砂土中，其物质来源可能是北部哈尔力克山大面积分布的花岗岩，因受长期剥蚀作用和化学风化作用随河流而运移至盆地。这一异常极具寻找大型地浸型砂岩铀矿找矿前景。

表3.7 全量铀的地球化学异常 (μg/g)

地球化学异常名称	Aa (km^2)	N	Cmax	Cmin	Ca	s	CV	CC
1. 哈密-骆驼圈子地球化学省	3340	32	12.84	1.77	4.42	2.50	0.57	2.21
1.1 骆驼圈子区域异常	646	5	12.84	4.26	8.08	3.77	0.47	4.04
1.2 哈密西区域异常	516	5	8.28	4.02	5.02	1.83	0.36	2.51
1.3 三道岭东南区域异常	295	4	7.37	3.37	4.85	1.83	0.38	2.43
2. 红柳河-头吊泉地球化学省	3108	25	9.46	1.35	4.35	2.22	0.51	2.18
2.1 红柳河西区域异常	450	7	7.16	3.58	5.25	1.37	0.26	2.63
2.2 头吊泉东区域异常	300	3	9.5	3.1	5.4	3.53	0.65	2.27
3. 七泉湖-连木沁地球化学省	2685	23	7.44	2.51	3.50	1.15	0.33	1.75
4. 艾丁湖地球化学省	1194	11	6.59	2.71	3.90	1.25	0.32	1.95
5. 鄯善东南地球化学省	1180	11	8.24	2.38	4.30	2.16	0.50	2.15
6. 磁海西地球化学省	1114	13	6.21	2.15	3.59	1.07	0.30	1.80
7. 磁海东地球化学省	1071	10	5.87	2.50	3.81	1.19	0.31	1.91
8. 大平台区域异常	880	9	8.25	2.29	3.98	1.93	0.48	1.99
9. 觉洛塔格区域异常	813	7	4.34	2.85	3.66	0.47	0.13	1.83
10. 石英滩区域异常	773	8	7.22	2.58	4.17	1.51	0.36	2.09
11. 七克台东区域异常	723	9	4.94	2.52	3.56	0.81	0.23	1.78
12. 裤子山西北区域异常	659	8	6.10	2.62	3.79	1.12	0.30	1.90
13. 帕尔岗区域异常	635	5	7.98	2.54	4.61	2.17	0.47	2.31
14. 土屋北区域异常	620	6	8.27	2.07	4.36	2.10	0.48	2.18
15. 花牛山区域异常	592	8	4.36	2.97	3.54	0.55	0.16	1.77
16. 雅满苏区域异常	568	6	5.63	2.90	4.17	1.00	0.24	2.09
17. 康古尔区域异常	510	11	5.50	1.83	3.53	1.07	0.30	1.77
18. 火石山北区域异常	422	4	3.67	3.30	3.54	0.17	0.05	1.77
19. 土屋东南区域异常	359	4	6.03	2.81	4.27	1.63	0.38	2.14
20. 星星峡北区域异常	219	5	3.52	2.51	3.05	0.37	0.12	1.53

表3.8 水提取铀的主要地球化学异常 (μg/g)

地球化学异常名称	Aa (km^2)	N	Cmax	Cmin	Ca	s	CV	CC
1. 哈密—骆驼圈子地球化学省	2329	25	2.159	0.004	0.240	0.504	2.10	10.91
2. 哈密西区域异常	872	10	0.261	0.021	0.125	0.084	0.68	5.67
3. 白玉山北区域异常	764	8	0.296	0.057	0.128	0.075	0.59	5.80
4. 艾丁湖区域异常	279	4	0.434	0.007	0.160	0.199	1.25	7.25
5. 红柳河南区域异常	260	3	0.309	0.082	0.166	0.125	0.75	7.54
6. 沙尔湖南区域异常	249	3	0.173	0.111	0.150	0.034	0.22	6.82

表 3.9 铁锰氧化物膜提取铀的主要地球化学异常 (μg/g)

地球化学异常名称	Aa (km^2)	N	Cmax	Cmin	Ca	s	CV	CC
1. 哈密—骆驼圈子地球化学省	7756	81	7.13	0.03	0.99	1.02	1.03	3.42
1.1 骆驼圈子区域异常	380	3	7.13	1.77	4.51	2.68	0.59	15.55
2. 鄯善东南地球化学省	2711	20	3.03	0.3	1.35	0.79	0.59	4.65
3. 石英滩—康古尔地球化学省	2576	33	3.36	0.24	0.88	0.64	0.73	3.02
3.1 阿齐山区域异常	324	4	2.07	0.63	1.15	0.67	0.58	3.97
3.2 康古尔区域异常	294	8	1.72	0.26	1.12	0.54	0.48	3.86
3.3 石英滩区域异常	291	4	3.36	0.42	1.32	1.37	1.04	4.56
4. 磁海地球化学省	2098	20	2.72	0.15	1.02	0.76	0.75	3.50
5. 红柳河地球化学省	1650	16	5.38	0.09	1.19	1.43	1.20	4.10
6. 土屋地球化学省	1623	17	4.12	0.26	1.05	1.04	0.99	3.63
7. 裤子山西北地球化学省	1260	13	2.55	0.26	0.96	0.65	0.68	3.32
8. 鄯善北区域异常	947	8	4.89	0.29	1.61	1.44	0.89	5.55
9. 帕尔岗塔格区域异常	861	10	3.82	0.11	1.02	1.07	1.05	3.51
10. 大平台区域异常	654	9	2.13	0.36	0.92	0.58	0.63	3.17
11.艾丁湖西区域异常	240	3	2.85	0.20	1.16	1.47	1.27	4.00

（2）吐鲁番盆地周边铀地球化学异常

这一地球化学异常环绕吐鲁番盆地最低处艾丁湖周围分布，包括北部的七泉湖地球化学省和艾丁湖西南部的地球化学省以及若干区域异常。

七泉湖铀地球化学省：位于博格达山南麓七泉湖—连木沁一带，异常呈北西向展布，最大值为 7.44μg/g，平均值为 3.50μg/g，变异系数为 0.33，富集系数为 1.75，面积 2685km^2。区域地层主要为第三系砂岩、泥岩，第四系洪积砂土。

艾丁湖铀地球化学省：位于吐鲁番盆地艾丁湖西南缘，基本沿河流流域分布，异常呈近东西向展布，最大值为 6.59μg/g，平均值为 3.90μg/g，变异系数为 0.32，富集系数为 1.95，面积 1194km^2。区域地层主要为第四系洪积砂质粘土。核工业总公司正在勘探的地浸型砂岩铀矿就位于这一异常内，已探明储量超过 5000 吨。

（3）鄯善东南—七克台东北铀异常

这一异常位于鄯善县南沙山的东南部边缘，一直向北东方向延伸至七克台东北方向。铁锰氧化物膜提取铀异常面积达 2700 多 km^2 的地球化学省，内有 3 处浓集中心。全量铀分成两片，最大值为 8.24μg/g，平均值为 4.30μg/g，变异系数为 0.50，富集系数为 2.15。区域地层主要为第三系砂岩、泥岩，第四系风积洪积砂土。这一异常应引起高度重视。

（4）红柳河—头吊泉铀地球化学异常

位于兰新铁路南侧红柳河—头吊泉一带，异常呈北西向展布，最大值为 9.46μg/g，平均值为 4.35μg/g，变异系数为 0.51，富集系数为 2.17，面积 3108km^2，内部套合着多，

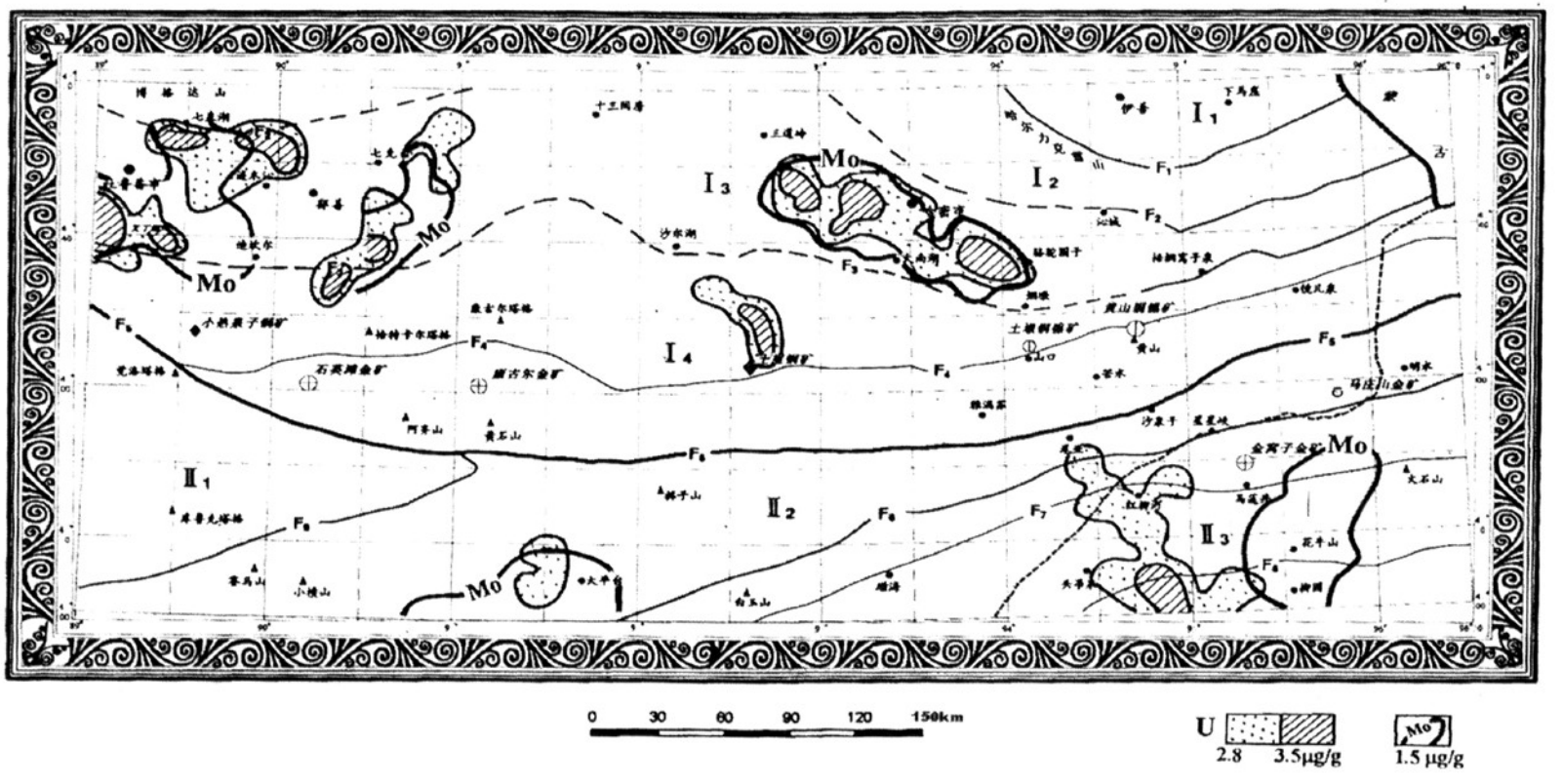


图 3.3　新疆东天山—北山铀钼地球化学异常图

个区域异常，其中红柳河西铀区域异常面积最大，不同程度的伴有 Au, Ag, Sb, Hg, Cu, Mo, Cr, Pt, Pd 等元素的异常。区域地层主要为青白口系硅质灰岩、硅质页岩、白云岩，寒武系炭质硅质岩、硅质页岩，志留系石英砂岩、硅质灰岩夹炭质硅质岩，二叠系砂岩、凝灰质砂岩、英安质凝灰岩、安山质凝灰岩，第三系砂岩、泥岩，第四系亚砂土、砂质粘土，侵入岩体为加里东期花岗岩和石英闪长岩、华力西期斑状花岗岩、红色花岗岩、花岗闪长岩等，北东向断裂发育。

（5）土屋北铀地球化学异常

位于土屋铜矿以北，异常呈近南北向展布，最大值为 8.27μg/g，平均值为 4.36μg/g，变异系数为 0.48，富集系数为 2.18，面积为 620km^2，分布在第三系和第四系戈壁上。

（6）磁海两侧铀异常

异常主体均分布在第三系和第四系地层之中。磁海西铀地球化学省呈北西向展布，最大值为 6.21μg/g，平均值为 3.59μg/g，变异系数为 0.30，富集系数为 1.80，面积 1114km^2，该异常区内有花岗岩侵入，北东向断裂发育。磁海东铀地球化学省呈北东向展布，最大值为 5.87μg/g，平均值为 3.81μg/g，变异系数为 0.31，富集系数为 1.90，面积 1071km^2，该异常区内有华力西期花岗岩侵入，北东向和近东西向断裂发育。

（7）大平台铀区域异常

地处塔里木地台北缘库鲁克塔格—星星峡断隆的西部，异常主体呈南北向展布，向南尚未封闭，最大值为 8.25μg/g，平均值为 3.98 μg/g，变异系数为 0.48，富集系数为 1.99，面积为 880km^2，并伴有 Ag, Mo, W, Hg, Pb, Ba, Zn, Pt 的地球化学省和 Au, Cu, Cr, Ni, Co 的区域异常，内部套合着两个区域异常。北部的铀区域异常分布在花岗岩之上，南部的铀区域异常分布在第三系戈壁上。

上述铀异常都伴生有强烈的钼异常。鉴于在艾丁湖铀地球化学省已发现了十红滩层间氧化带型（地浸型砂岩）铀矿床，因此对上述重要的铀异常应引起充分重视，以期在该区铀矿找矿上能取得重大突破。

3.5 钼地球化学异常分布与评价

全量钼以 Cb+3s = 1.52 μg/g 为异常下限，可圈出 4 个地球化学省和若干个区域异常（图 3.3，表 3.11）；水提取钼以 Cb+4s = 0.17 μg/g 为异常下限，可圈出 4 个地球化学省和若干个区域异常（表 3.12）；铁锰氧化物膜提取钼以 Cb+4s = 0.042 μg/g 为的异常下限，可圈出 4 个地球化学省和若干个区域异常（表 3.13）。

表 3.11 全量钼的主要地球化学异常(μg/g)

地球化学异常名称	Aa (km^2)	N	Cmax	Cmin	Ca	s	CV	CC
1. 吐鲁番地球化学省	3717	35	12.8	1.09	2.96	2.34	0.79	3.12
2. 哈密地球化学省	3053	30	17.6	0.91	3.54	3.42	0.97	3.73
3. 柳园—花牛山地球化学省	2261	22	39.9	0.77	4.31	8.39	1.95	4.54
4. 大平台地球化学省	1360	16	7.27	1.31	2.97	1.52	0.51	3.13
5. 鄯善东南区域异常	876	9	3.25	1.72	2.47	0.61	0.25	2.60
6. 红柳河西区域异常	634	7	5.85	1.03	2.92	1.89	0.65	3.07
7. 星星峡区域异常	558	6	7.35	1.05	2.94	2.36	0.80	3.09
8. 阿齐山区域异常	389	3	7.24	1.27	3.64	3.17	0.87	3.83

表 3.12 水提取钼的主要地球化学异常 (μg/g)

地球化学异常名称	Aa (km^2)	N	Cmax	Cmin	Ca	s	CV	CC
1. 哈密地球化学省	3792	41	9.464	0.018	0.887	1.710	1.93	17.75
2. 吐鲁番地球化学省	2917	36	7.765	0.027	0.980	1.652	1.69	19.61
3. 鄯善东南地球化学省	1359	13	0.739	0.079	0.321	0.208	0.65	6.41
4. 大平台地球化学省	1200	14	1.447	0.152	0.451	0.365	0.81	9.03
5. 花牛山区域异常	735	7	3.425	0.016	0.622	1.255	2.02	12.43

表 3.13 铁锰氧化物膜提取钼的主要地球化学异常 (μg/g)

地球化学异常名称	Aa (km^2)	N	Cmax	Cmin	Ca	s	CV	CC
1. 哈密地球化学省	3321	34	1.508	0.018	0.139	0.28	2.02	6.32
2. 大平台地球化学省	1757	21	0.223	0.037	0.083	0.05	0.58	3.77
3. 鄯善东南地球化学省	2641	27	0.193	0.018	0.067	0.04	0.60	3.05
4. 梧桐沟地球化学省	2242	25	0.965	0.006	0.104	0.20	1.92	4.73
5. 骆驼圈子西区域异常	962	10	0.540	0.026	0.090	0.16	1.77	4.11
6. 雅满苏区域异常	474	6	0.367	0.017	0.082	0.14	1.72	3.73
7. 花牛山地球化学省	1005	9	0.268	0.020	0.089	0.09	1.00	4.04
8. 星星峡区域异常	659	8	0.361	0.016	0.086	0.14	1.34	3.91

三种钼异常的主要分布在盆地边缘，如吐鲁番盆地、哈密盆地以及马莲井附近的一百二戈壁、大平台一带非常一致，且与铀异常的分布非常吻合。现将重要的钼异常简单介绍如下：

（1）吐鲁番钼地球化学省

位于吐鲁番盆地从艾丁湖到迪坎尔一带，在七泉湖也有分布。异常最大值为12.8μg/g，平均值为2.96μg/g，变异系数为0.79，富集系数为3.12。伴有 Au, Ag, Cu, Pb, Hg, Sb, W, U, Ni, Pd, Na_2O 等异常，其中 U 和 Na_2O 的异常最为显著。Mo 可能主要作为地浸型砂岩铀矿的重要伴生元素，本身形成独立矿床的可能性不大。

（2）哈密钼地球化学省

位于哈密盆地南缘，西起三道岭，东至骆驼圈子，呈北西向展布。最大值为17.6μg/g，平均值为3.53μg/g，变异系数为0.97，富集系数为3.73，面积达3000多 km^2。

与U异常非常吻合，并伴生Na_2O异常，其中有两个样品的Na_2O含量可高达10.87%和11.46%。哈密钼地球化学省与含腐殖质粘砂土的分布范围相一致。

（3）鄯善东南钼地球化学省

位于鄯善东南沙山东侧，呈北东向展布。面积达1300km^2，与U异常分布非常一致，并伴有As, Sb, U, Pt, Pd等元素的区域异常。

（4）大平台钼地球化学省

地处塔里木地台北缘库鲁克塔格—星星峡断隆的西部，异常向南尚未封闭，最大值为7.27μg/g，平均值为2.97μg/g，变异系数为0.51，富集系数为3.13，面积1300km^2。以1.8μg/g可圈出1个1360km^{2}的地球化学省。该钼地球化学省在北东向陷车泉断裂和星星峡断裂带之间，出露有花岗岩、闪长岩以及长城系、寒武系、奥陶系、志留系、泥盆系，该地球化学省约1/2的面积位于第三系覆盖区，并伴有Ag, W, Hg, Pb, Ba, Zn, Pt的地球化学省和U, Cu, Cr, Ni, Co, Li, MgO, CaO, Na_2O的区域异常，其中Au, Ag, Hg, U异常分在钼地球化学省的中部，而Pb, Zn, Sb则分布在钼地球化学省的外部，其中以Ag, Hg, U异常最为显著：

①银地球化学省：分布于钼地球化学省的中部及西北部，呈北西向展布，以74ng/g为异常下限圈定，面积2693 km^2；若以98ng/g圈定，还可圈出一个面积达1176km^{2}的地球化学省，有9个样品的含量大于98ng/g。

②汞地球化学省：分布于钼地球化学省的中部及北部，呈南北向展布，且汞异常的中心分布在花岗岩岩体之上。以10.5ng/g为异常下限圈定，面积达1400km^2，有11个样品的含量大于10.5ng/g，最高达66.6ng/g；若以14.5ng/g圈定，还可圈出一个面积达630km^{2}的区域异常，有7个样品的含量大于14.5ng/g。

③铀区域异常：区域异常呈南北向分布，以2.8μg/g圈定，面积达860km^2，有5个样品的含量大于2.8 μg/g，最高达8.25μg/g；若以3.6μg/g圈定，可圈出两个区域异常，北部区域异常的中心分布在花岗岩岩体之上，南部区域异常的中心分布在戈壁滩第三系地层上。

该钼地球化学省异常规模大，元素异常组合好，具斑岩型矿床的异常组合特征，值得重视并进一步研究。

（5）柳园—花牛山钼地球化学省

异常位于柳园以北的花牛山到马连井一带。最大值为39.9μg/g，平均值为4.31μg/g，变异系数为1.95，富集系数为4.54，面积约2000km^2。主要出露青白口系、震旦系、

寒武系和奥陶系以及花岗岩、花岗闪长岩、石英闪长岩和辉长岩，构造发育，其中南部含量>1.8μg/g 的区域异常伴有 Au, Ag, As, Sb, Hg, Cu, Pb, Zn, Pd, U, W 等元素的异常。这一异常意义有待于进一步研究。

该异常北部还有位于星星峡的钼异常，位于星星峡断裂北侧，最大值为 7.35μg/g，平均值为 2.94μg/g，变异系数为 0.80，富集系数为 3.09，岩性主要为长城系冒地槽型沉积岩和钾长花岗岩，伴有 W, Au 的异常。这一异常主要对钨矿具有指示意义。

（6）红柳河钼地球化学异常

异常最大值为 5.85μg/g，平均值为 2.92μg/g，变异系数为 0.65，富集系数为 3.07，面积 600km^2。伴有 Au, Ag, Sb, Hg, Cu, U, Pt, Pd 等元素的异常，外部有 Cr, Ni, Co 的异常。该地球化学省呈北东向展布，异常分布在红柳河断裂带上，主要出露震旦系、寒武系、志留系、二叠系以及华力西期花岗岩、闪长岩，构造发育。

3.6 铅、锌、银地球化学异常分布与评价

以 Cb+2s =74 ng/g 为异常下限，可圈出 4 个 Ag 地球化学省和若干个区域异常（图 3.4，表 3.14）；以 Cb+3s =24 ng/g 为异常下限，可圈出 2 个 Pb 地球化学省和若干个区域异常（表 3.15）；以 Cb+4s =79 ng/g 为异常下限，可圈出 1 个 Zn 地球化学省和若干个区域异常（表 3.16）。

表 3.14 全量银的地球化学异常(ng/g)

地球化学异常名称	Aa (km^2)	N	Cmax	Cmin	Ca	s	CV	CC
1. 大平台地球化学省	2693	27	588	31	132	124	0.94	2.59
2. 柳园-花牛山地球化学省	2132	19	1711	41	223	417	1.87	4.37
3. 裤子山西地球化学省	1860	21	1352	41	145	282	1.94	2.84
4. 七克台西北地球化学省	1555	15	498	59	122	110	0.90	2.39
5. 赛马山区域异常	927	9	208	58	102	47	0.46	2.00
6. 沙尔湖区域异常	649	7	258	62	105	70	0.67	2.06
7. 七克台东南区域异常	634	5	179	77	125	48	0.38	2.45
8. 觉洛塔格西区域异常	611	7	160	40	97	47	0.48	1.90
9. 三道岭东北区域异常	582	6	137	60	99	25	0.25	1.94
10. 哈密区域异常	580	7	165	53	100	40	0.40	1.96
11. 梧桐沟北区域异常	533	6	290	48	123	96	0.78	2.41
12. 石英滩区域异常	448	5	174	65	115	45	0.39	2.25
13. 镜儿泉区域异常	440	4	187	52	119	63	0.53	2.33
14. 十三间房区域异常	414	4	144	78	112	30	0.27	2.20
15. 马莲井东区域异常	352	4	104	85	96	8	0.08	1.88
16. 雅满苏西区域异常	269	3	170	92	118	45	0.38	2.31
17. 土屋西区域异常	248	3	95	89	91	3	0.03	1.78

表 3.15　全量铅的地球化学异常 (μg/g)

地球化学异常名称	Aa (km^2)	N	Cmax	Cmin	Ca	s	CV	CC
1. 柳园-花牛山地球化学省	4148	37	1838	15	99.5	309.2	3.10	6.22
2. 小横山地球化学省	1474	16	975	15	104.1	251.4	2.41	6.51
3. 明水区域异常	785	9	37	22	29.0	5.9	0.20	1.81
4. 大平台西区域异常	747	7	975	13	166.9	358.6	2.15	10.43
5. 大平台区域异常	690	6	583	10	112.8	230.5	2.04	7.05
6. 觉洛塔格区域异常	401	4	35	19	26.5	6.8	0.26	1.66
7. 星星峡区域异常	633	9	43	20	29.0	6.2	0.23	1.81

表 3.16　全量锌的地球化学异常(μg/g)

地球化学异常名称	Aa (km^2)	N	Cmax	Cmin	Ca	s	CV	CC
1. 沁城-伊吾南地球化学省	1577	15	116	78	92	11	0.12	2.00
2. 柳园-花牛山区域异常	987	8	263	41	144	93	0.65	3.13
3. 小横山区域异常	952	8	967	45	255	382	1.50	5.54
4. 三道岭东北区域异常	594	6	109	78	90	11	0.12	1.96
5. 七克台西北区域异常	564	7	116	73	92	14	0.15	2.00
6. 哈密北区域异常	508	5	114	65	90	22	0.24	1.96
7. 大平台区域异常	496	3	948	33	355	514	1.45	7.72
8. 七克台东北区域异常	336	4	136	80	97	27	0.28	2.11
9. 吐鲁番锌区域异常	335	3	97	84	92	7	0.08	2.00
10. 白玉山北区域异常	389	3	515	51	208	266	1.28	4.52
11. 马庄山西区域异常	381	4	116	71	85	21	0.25	1.85
12. 梧桐沟东区域异常	306	3	124	83	100	21	0.21	2.17
13. 镜儿泉区域异常	275	3	118	80	93	22	0.24	2.02
14. 火石山北区域异常	270	3	152	54	93	43	0.46	2.02

Ag、Pb、Zn 这 3 个元素密切相关，且异常分布基本一致。这 3 个元素在柳园—花牛山、沁城—伊吾和大平台三处具有良好的异常组合，其它分布较为零碎，我们现主要对这三处异常进行描述。

（1）柳园—花牛山铅、锌、银地球化学省

位于阿其克库都克—沙泉子超岩石圈断裂带以南，异常主体处于塔里木地台，异常向南尚未封闭。以铅异常面积最大，44148 km^2，最大值为 1838 μg/g，平均值为 99.5 μg/g，富集系数为 6.22；银异常面积次之，2132 km^2，最大值为 1711 ng/g，平均值为 223ng/g，富集系数为 4.37；锌异常面积 987 km^2，最大值为 263 μg/g，平均值为 144 μg/g，富集系数为 3.13。异常不同程度地还伴有 Au, Cu, Cr, Co, Ni, As, Sb, Hg, W, Mo 等元素的异常。已知的花牛山铅锌矿和辉铜山铜矿都位于该异常之中。

（2）沁城—伊吾—下马崖铅、锌、银地球化学省

这一铅、锌、银的地球化学异常位于哈尔力克复背斜的两侧。以锌的异常规模最大。主要出露地层为奥陶—志留系、泥盆系、石炭系以及华力西期花岗岩、闪长岩。区域北北西向—北西向断裂和北北东向—北东向断裂构造发育。

该异常内曾发现许多铜矿化点，但没有发现具有一定规模的矿床。这一异常应引

起足够重视，非常值得进一步工作

（3）大平台银、铅、锌地球化学异常

地处塔里木地台北缘库鲁克塔格—星星峡断隆的西部，异常主体呈北西向展布，向南尚未封闭。位于两条北东向断裂之间，银异常面积达 2693 km^2，异常最大值为 588ng/g，平均值为 132ng/g，变异系数为 0.94，富集系数为 2.59；铅异常最大值为 583μg/g，平均值为 112.8μg/g，变异系数为 2.04，富集系数为 7.05，面积为 690km^2；锌异常值为 948μg/g，平均值 190μg/g，变异系数为 1.76，富集系数为 4.13，面积为 781km^2；还可圈出一个面积达 1176km^2 的地球化学省，有 9 个样品的含量大于 98ng/g。浓集中心明显，不同程度地伴有 W, Hg, Ba，Pt，Au, Cu, Cr, Ni, Co, U, Sb 的异常。该地球化学省似为北东向异常和北西向异常的叠合，且在北东向上，异常呈串珠状分布在陷车泉断裂周围。区域上出露地层为长城系花岗混合片麻岩、黑云斜长片麻岩、角闪片岩、石英片岩，华力西期钾长花岗岩和片麻状闪长岩产出。

（4）小横山铅、锌地球化学异常

位于区域西南部一条北东向断裂上，呈分布于小横山—帕尔岗之间，北东向展布。铅异常最大值为 975μg/g，平均值为 71.9μg/g，变异系数为 2.77，富集系数为 4.49，面积为 2235 km^2；锌异常最大值为 967μg/g，平均值为 161μg/g，变异系数为 1.80，富集系数为 3.50，面积为 1364 km^2；铅锌浓集中心明显，不同程度地伴有 Cu, Mo, Ba, Ni 的异常。区域上，出露地层为长城系、蓟县系变质砂岩、大理岩和石英片岩，震旦系砂岩和泥质板岩。断裂南侧有加里东期花岗岩产出。

（5）裤子山西银地球化学异常

位于阿其克库都克—沙泉子超岩石圈断裂带的两侧，呈北东向展布。面积达 688km^2 的区域异常，最大值为 1352ng/g，平均值为 234ng/g，变异系数为 1.94，富集系数为 4.59，不同程度地伴有 Au, Hg, Cu, Pd, W 等元素的异常。区域地层为长城系、蓟县系眼球状片麻岩、云母石英片岩和硅质大理岩等，石炭系玄武玢岩、玄武岩及凝灰岩，侵入体主要为元古代、古生代花岗岩以及华力西期花岗闪长岩、闪长岩、辉长岩。区域北西向构造发育。

（6）七克台西北银、锌异常

异常的主体位于兰新铁路以北，呈近南北向展布，异常中心位于一条北东向断裂与一条北西向断裂的交汇部分的南侧。最大值为 498ng/g，平均值为 122ng/g，变异系

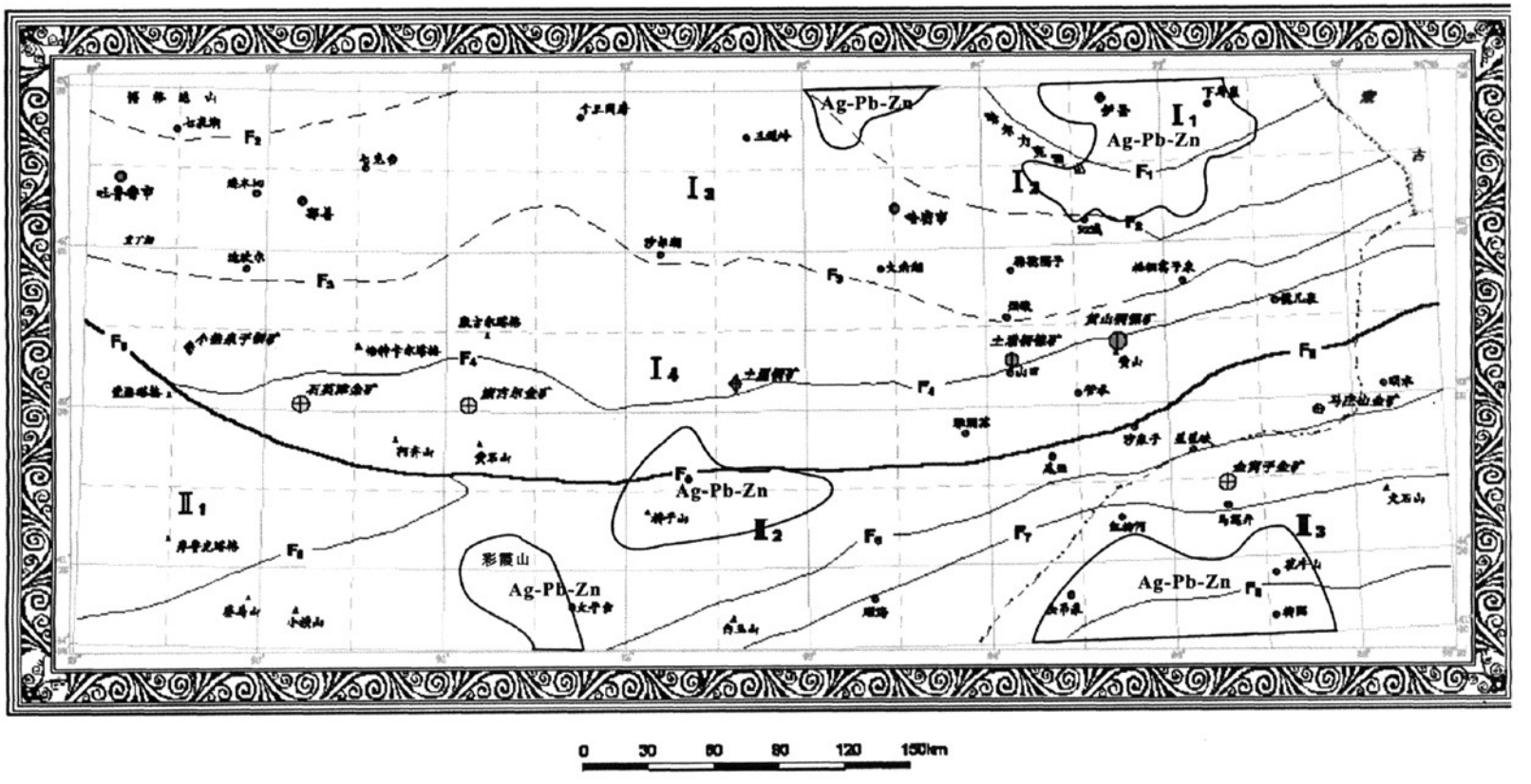


图 3.4　新疆东天山－北山银、铅、锌综合异常图

数为 0.90，富集系数为 2.39，面积为 1555 km^2；若以 98ng/g 圈定，还可圈出一个面积达 613km^2 的区域异常，最大值为 122ng/g，平均值为 182ng/g，变异系数为 0.89，富集系数为 3.57；锌异常最大值为 116μg/g，平均值为 92μg/g，变异系数为 0.15，富集系数为 1.64，面积为 564 km^2，不同程度地伴有 Ag, As, Hg, Co, Cu, Li 等元素的异常。异常中心一带的区域地层为石炭系、二叠系、三叠系和侏罗系，并有闪长岩侵入，异常的其他部分为第四系所覆盖。

第四章 东天 山地球化学省与成矿带之间的关系

4.1 东天山成矿带及成矿亚带

杨兴科、姬金生[17, 18]等认为东天山地区存在不同的成矿系统。以康—黄断裂带为界，将其划分为两大古陆边缘成矿系统。即准噶尔南缘铜镍钼（金）成矿系统和塔里木陆块北缘金铁（铜）成矿系统。并将其分为 10 成矿区带（或成矿亚系统）[19]。秦克章等则将其进一步划分为 12 个矿化亚带，其中可见中、大型矿床具成带分布的特点。

12 个矿化亚带分布在 4 个不同的构造单元与构造环境中：（1）北侧大南湖—头苏泉一带为泥盆—石炭纪多期增生岛弧带，是形成斑岩铜矿和浅成低温金铜矿的最有利构造带。（2）小热泉子—梧桐窝子石炭纪弧内盆地、干墩—苦水弧后盆地边缘相、阿齐山—雅满苏早中石炭世弧后盆地。其中阿齐山—雅满苏构造带姬金生等认为是石炭纪岛弧带，李锦轶认为是早石炭世被动陆缘[20]，而秦克章经研究认为该套火山岩主要为细碧岩、角斑岩和石英角斑岩及其火山碎屑岩，为典型的深海—半深海火山岩，而非浅海—海陆交互相产物。冯益民等认为其产出构造背景是石炭纪裂谷,秦克章认为其为石炭纪弧后盆地，相对应的岛弧带(志留纪—早石炭世)位于其北侧的大南湖—头苏泉一带，其间的小热泉子—梧桐窝子海相火山岩带则是大南湖—头苏泉岛弧晚期沿走向拉张所形成的石炭纪弧内盆地。弧后、弧内盆地内部张裂坳陷中心地带(小热泉子—元宝山—苦水一带)。细碧岩、角斑岩相对较多,其中产有火山—沉积块状硫化物矿床(元宝山、小热泉子等中型铜矿床)。南部靠近古陆地带酸性火山岩较多,岩石偏碱富钾,产有较多受火山机构控制的火山喷溢—气液交代型铁矿(雅满苏式中小型矿床)、火山沉积型铁矿(白水井小型)。在沙泉子北形成有块状硫化物铜矿床。（3）前二者之间的康古尔韧性剪切带，秦克章等认为不是所谓的俯冲碰撞带，而是晚石炭世—早二叠世沿先期拉张断裂形成的大型变形变质带，深部岩浆往往沿此通道上升，在有利部位富集成矿。（4）南侧为中天山古陆块。具体划分如下：

哈尔力克铜金银铅锌矿化亚带 位于研究区东北角，产有小石头泉铜金银铅锌中型矿床。

卡拉塔格—大草滩铜金矿化亚带 南以大草滩断裂为界，产有卡拉塔格铜金矿和大草滩铜矿点。

大南湖—头苏泉铜钼金矿化亚带 南以恰特卡尔断裂(或称吐哈盆地南缘断裂)为

界，产有土屋—延东赤湖斑岩铜矿。

小热泉子—元宝山铜铅锌金矿化亚带 南以恰特卡尔断裂(或称吐哈盆地南缘断裂)为界，产有小热泉子铜矿。

恰特卡尔—黄山铜镍金矿化亚带 北以恰特卡尔断裂为界，南到黄山断裂附近，即所谓的康古尔塔格碰撞带北支。又分为两个亚区：东部是黄山—镜儿泉铜镍钼金成矿区，产有白山钼铼矿床；西部为恰特卡尔元宝山铜镍金成矿区。

康古尔塔格韧性剪切带铜镍钼金矿化亚带 北以恰特卡尔断裂为界，南到苦水断裂附近，北与康古尔塔格—黄山深断裂相邻,即所谓的康古尔塔格碰撞带南支。东段产有白干湖金矿、翠岭半边山、9562 等金矿点和 371 铜矿点;西段产有石英滩、康古尔、马头滩、西风山、红石岗金矿。

阿齐山—雅满苏弧后盆地铁铜金铅锌锰矿化亚带 南以阿奇克库都克断裂为界，产有库姆塔格菱铁矿(中型)、雅满苏铁矿(中型)、百灵山火山沉积型铁矿(中型)等。

卡瓦布拉克—尾亚—马庄山铬铂铁金铜镍钨矿化亚带 北以阿奇克库都克断裂为界,南以卡瓦布拉克断裂为界，东延入甘肃境内。产有卡瓦布拉克铬铂(铜镍)矿、尾亚钒钛磁铁矿床(大型)、马庄山浅成低温热液型金矿(大型)等。玉西—铅炉子银铅锌钨钼矿化亚带 南以星星峡断裂为界，位于中天山早古生代火山岛弧带东段。产有玉西破碎蚀变岩型银铅锌矿(中型)、铅炉子破碎蚀变岩型铅锌银矿(小型)、小白石头泉接触交代型钨钼矿(中型)。

天湖—玉山铁矿化亚带 位于尖山子断裂与红柳河断裂间的楔状地带，主要出露青白口群变质岩系。 产有天湖沉积变质铁矿床(大型)、玉山沉积变质铁矿床(小型)。

金窝子—照壁山金铜镍矿化亚带 位于红柳河断裂和玉石山断裂之间的楔状地带，向东延入甘肃境内。出露蓟县系卡瓦布拉克群变质岩系及志留纪、二叠纪火山碎屑沉积。产有金窝子金矿(大型)、照壁山金矿小型)，大洼地铁帽即产于该区中段。

依热达坂—红山金铜矿化亚带 位于南天山弧后盆地东段，北以卡瓦布拉克断裂为界，南以辛格尔断裂为界，产有红山金矿、孔雀沟金铜矿。

4.2 地球化学省与已知成矿带之间的关系

4.2.1 铜地球化学省与成矿带

从新疆东天山—北山全量铜地球化学图可以看出，全区可划分为近东西向 3 条异

常带：依次为东天山北带，中带和南带。北带铜异常主要分布在博格达山南麓—吐鲁番盆地一带，哈尔力克山两侧至沉积盆地之间；中带的铜异常主要分布在阿其克库都克—沙泉子超岩石圈断裂带、康古尔塔格—黄山深断裂带和吐哈盆地南缘深断裂带东部的两侧或接合部位上；南带的铜异常主要分布在北山断褶带中。其中土屋铜矿和黄山铜镍矿都位于中带，新发现的维权铜矿位于南带，北带还有待于进一步证实。以 Cb+s = 21.1 μg/g 为异常下限，全区可圈出 1 个铜地球化学巨省、9 个铜地球化学省和若干个铜区域异常。

东天山是新疆最为重要的铜矿产地，成矿作用非常复杂。根据区内主要典型矿床的研究，铜（镍）矿床主要有斑岩型、铜镍硫化物型、火山岩型、矽卡岩型和岩浆热液型。主要分布于大南湖晚古生代岛弧带和觉罗塔格晚古生代沟弧带中。

小热泉子－元宝山铜铅锌金矿化亚带位于位于铜地球化学异常带的中带铜异常的西部，其中产有火山岩型铜矿床－小热泉子铜矿，属于火山喷流－热液沉积型[21]。在大地构造上属于大南湖晚古生代岛弧带的西段。卡特卡尔－黄山铜镍金矿化亚带位于中带铜异常的中东部。在大地构造它属于大南湖晚古生代岛弧带的东段。在矿床成因上属于镁铁－超镁铁杂岩有关的岩浆铜镍硫化物型铜镍矿。在成因机理上它可能由于上地幔局部熔融，分离出橄榄质拉斑玄武岩浆，沿康古尔超岩石圈断裂上升，到达一定深度中间岩浆房，经液态重力分异，不同成分的岩浆分层，上部轻的偏酸性岩浆先上升侵位，同化围岩并发生就地分异。后期侵位的是比重较大的超镁铁岩浆及融离出的金属硫化物，在构造作用下，脉动式上升侵位形成与镁铁－超镁铁杂岩有关的，以深融－贯入为主的铜镍硫化物矿床。在空间位置上它与觉罗塔格－阿齐山铜地球化学省和黄山－境儿泉－蒙古边界地球化学省都比较吻合。

4.2.2 金地球化学省与成矿带

从新疆东天山—北山全量金地球化学图可以看出，主要有七个金的地球化学省，它们分别是石英滩－康古尔－马头滩金地球化学省、柳园－头吊泉金地球化学省、金屋子－马庄山进地球化学省、大南湖－烟墩金地球化学省、鄯善－七可台－十三间房金地球化学省、土屋北金地球化学省和明水北－蒙古边境金地球化学省。

在空间位置上，东天山的金矿主要集中在北纬 42 度附近[22]。它们具有成矿时间长、成矿左右复杂、控矿因素多的特点，按含矿岩性作为划分金矿类型的主要依据，可以划分为海相火山岩、陆相火山岩、变质火山岩、碳酸盐岩型、侵入岩型及内外接

触带型。

康古尔塔格韧性剪切带铜镍钼金矿化亚带，它位于哈萨克斯坦－准噶尔板块觉罗塔格晚古生代沟弧带。其中包含康古尔金矿和石英滩两个中型金矿。其中康古尔金矿为海相火山岩型（韧性剪切带型）金多金属矿[23]，它位于石英滩－康古尔－马头滩金地球化学的内部。石英滩金矿从成因上属于陆相火山岩型金矿。它产于早二叠造山后驰张期形成的陆相火山盆地中，受古火山机构控制。含矿构造为破火山口环状断裂系统[24]。在空间位置上，它为与石英滩－康古尔－马头滩金地球化学省中。

金窝子－照壁山金铜镍矿化亚带，在构造上属于中朝－塔里木板块于哈萨克斯坦板块俯冲碰撞带南缘的北山中带。其中已经发现的有金窝子金矿，其出露地层主要为一套有轻微变质的火山岩－沉积碎屑岩，主要岩性为沉凝灰岩、含砾凝灰岩、凝灰质砾岩、凝灰质砂岩、千枚质夹泥质岩和碳质板岩及少量薄层灰岩[25]。在空间位置上，它与金窝子－马庄山金地球化学省一致。

4.3.3 铅、锌、银地球化学省与成矿带

在东天山地球化学图上可以看到银、铅、锌这 3 个元素密切相关，异常分布比较一致，主要有三个地球化学省，分别为柳园－华牛山铅、锌、银地球化学省、沁城－伊吾－下马崖铅、锌、银地球化学省和大平台银、铅、锌地球化学省。

东天山地区铅锌矿、银矿也是该区比较有特色的矿产，主要分布于中天山地块，部分产于觉罗塔格晚古生代沟弧系及大南湖晚古生代岛弧带。矿床类型主要为层控－热液型、矽卡岩型、热液型、火山岩型四种。

哈尔力克铜金银铅锌矿化亚带，在大地构造上属于哈尔力克晚古生代，在东段产有小石头泉铜多金属矿。成矿类型上属于与海陆交互相－陆相火山岩有关的脉状银多金属矿或次火山热液有关的脉状、似层状铜铅锌矿。在空间位置上，它与沁城－伊吾－下马崖铅、锌、银地球化学省一致。玉西－铅炉子银铅锌钨钼矿化亚带，在构造上属于中天山早古生代火山岛弧带。在该段有玉西银矿床，它是同构造、中低温、中低压、中低盐度、弱碱性、弱还原、浅成超浅成条件下形成的破碎蚀变岩型银矿床[26]。

通过上面金、铜、铅锌银元素的地球化学省与已知成矿带的对比研究，可以看出，几乎所有的成矿带都位于地球化学省的范围之内。地球化学省不受特定的地质构造和地质时代所限制。进入地壳的元素，它可以在多期次的构造岩浆活动，在特定的部位形成不同成因、不同时代的矿床。从这种意义上来说，地球化学省是因，成矿带或者

成矿亚带是果。在一个矿产勘查计划实施时，地球化学省可以作为成矿带（成矿亚带）的地球化学依据，因为成矿带只有在发现了许多矿床之后才可以确定，而地球化学省在早期就可以将它先圈定出来。

4.3 地球化学省与新发现矿床之间的关系

近年来，随着东天山地区的进一步深入的工作，又相继发现了许多新的矿床。这些新发现的矿床与已经全出来的地球化学省有什么样的关系呢。下面仅对十红滩铀矿、彩霞山大型铅锌矿床和维权中型银矿以及卡拉塔格铜金矿等一些中到大型矿床做一对比。

4.3.1 铀、钼地球化学省与新发现矿床

在工作区域所圈定出来的铀的地球化学省主要有四个，分别为哈密—骆驼圈子铀地球化学省、吐鲁番盆地周边铀地球化学省、鄯善东南—七克台东北地球化学省、红柳河—头吊泉铀地球化学省和大平台铀地球化学省。它们主要富集于第四系含腐殖质粘砂土的淤泥及土黄色的亚砂土、粘砂土中。与其伴随的有强烈的钼异常，在空间文章基本吻合。近 7—8 年来，在吐哈盆地西南缘首先发现了十红滩铀矿场，经研究为层间氧化带型成因，并具多期次、成矿时代较新的特点[27]。此后，在十红滩的外围，如八仙口、白嘴山、迪塏儿，经初步勘探相继发现了一批矿点、矿化点。在构造上，它们均位于艾丁湖斜坡带，严格受新构造运动所形成的新构造的控制。矿石中铀的存在形式主要是呈吸附状态的铀及铀矿物状态的铀。吸附状态的铀又是由粘土矿物、粉末状黄铁矿、碳屑物等的吸附作用所形成。因此，采用土壤活动态测量可以有效圈定铀的区域异常，然后增大采样密度，进一步缩小靶区，直至矿床的定位，这即可以提高工作效率，又可以降低勘探成本和风险。作为一个具有统一成因的区域整体它们都位于吐鲁番周边铀地球化学省中。

4.3.2 银铅锌地球化学省与新发现矿床

大平台银、铅、锌地球化学省位于研究区的西南部，1999 年国土资源大调查开展以来，在此地区先后发现了彩霞山大型铅锌矿床和维权中型银矿。

彩霞山铅锌矿床地处东天山觉罗塔格山系东部，从地质构造单元上来看，属于塔里木板块的北缘活动带。其北以阿奇克库都克断裂和觉罗塔格岛弧带相隔，其南以卡瓦布拉克断裂与塔里木板块的北缘晚古生代弧后盆地相隔。在矿床成因上应归于中酸

性侵入岩浆活动有关的中低温热液脉状矿床[28]。从地球化学图上可以看出，它位于大平台银、铅、锌地球化学省中。

维权银（铜）矿区矿区位处塔里木板块与准噶尔板块碰撞对接缝合带南侧，即塔里木板块最北缘的石炭纪弧后盆地地中，向北距板块边缘断裂－雅满苏深大断裂约 3 千米。赋矿地层为中石炭统的砂岩、凝灰岩和灰岩互层，属浅海相中酸性、基性火山岩、碎屑岩及碳酸盐岩矿化与矿床南部的百灵山岩体的侵入活动有关，成矿年龄应与侵入时间相当。在成因上，它为矽卡岩型银（铜）多金属硫化物矿床[29]。从地球化学图上可以看出，它位于大平台地球化学省北部的边缘而不是在其中心。这反映了矿床并不总是产于地球化学省的中心，它也可以位于地球化学的边缘。

4.3.3 金地球化学省与新发现矿床

近年来，随着土屋－延东斑岩型铜矿床的发现，引起了国内外对东天山斑岩型铜多金属矿的浓厚兴趣[30]。在中国地质调查局于 1999 年启动东天山重点成矿区带的矿产勘查项目良好背景下，卡拉塔格铜金矿被新疆鑫汇公司和中南大学共同发现[31]，属于卡拉塔格－大草滩铜金矿化亚带。呈东西相展布，北界为吐哈盆地南缘断裂，南界为康古尔－黄山－境儿泉断裂带。它位于大南湖－头苏泉吐哈盆地内中央隆古生代岛弧带上的隆起区内。在异常区内，最近又发现了红山、梅岭铜金矿区。出露的地层主要为晚古生代火山－沉积建造和中生代含煤碎屑岩建造。区内火山机构发育，岩浆活动具多期次、多旋回的特点，说明本区长期处于热活动的中心，具备形成斑岩型金矿－脉状铜金（银）多金属矿－浅成低温热液型金矿的有利地质条件。在空间位置上它位于鄯善－七克台－十三间房金地球化学省，该面积达 9471km^2,是面积最大的一个金地球化学省，主要位于研究区的西北部。但从铜的地球化学图上可以看出，成矿带反映的不是太好，这可能和它的地球化学行为有关。如果要形成矿床，金的富集系数要比铜的富集系数要大将近一个数量级。对于富集系数较大的元素和富集系数较少的元素相比，富集系数较大的元素则能够更好地反映异常。

通过前面铀、银、铅、锌和金等地球化学元素和新发现矿床的对比中，可以看出这些新发现的矿床基本上都位于地球化学省的内部，这说明采用这些新方法在西部的矿产勘查中是可行的。成矿带中所找到的矿床基本上都与地球化学省在位置上相吻合，两者之间即使有偏移也不会太大。

另外，从成矿元素的富集系数来看，Fe 等元素只要富集几倍至几十倍就可以成矿，

而像 Au、Pb、Cu、Zn 、U 等元素则需富集几千倍才可以成矿，对于富集系数较大的元素和富集系数较少的元素相比，富集系数较大的元素则能够更好地反映异常。

4.4 未来成矿带的预测

我国过去一直强调矿产勘查要以成矿理论为知道，成矿理论的研究往往只在矿床发现的事后才得以深入，并且成矿理论只能作大范围的预测，真正要确指只有几平方公里或更小范围的矿床之所在，这要考找矿理论与方法技术的创新和使用。事实上，找矿理论在寻找和发现矿床上有更直接的作用，它往往关系到矿产勘查计划的成败。和地球物理、遥感方法技术一样，超低密度地球化学调查也是一种找矿理论。由于东天山大部分地方是属于荒漠戈壁景观区，客观条件使得地质研究程度显得相对落后，现在根据地球化学的方法对将来可能的成矿带作出预测。

通过东天山－北山综合异常图(图 4.1),可以看出一共可以圈出 18 个地球化学省，在这些地球化学省中，金的异常主要有四处，铜、铅、锌的综合异常主要有五处，铀钼异常主要有三处，铜的异常有三处，铜镍异常一处，另外还有一处钨异常和一处铂钯异常。在这些异常中，很多都已经发现有价值的矿床，下面将其中有前景，有可能发现新的矿床的地球化学省描述如下。

4.4.1 金的成矿带预测

大南湖—烟墩金地球化学省，位于吐哈坳陷南缘大断裂南侧，呈北西向展布，面积 2904km^2，异常最大值为 12.2 ng/g，平均值为 3.50ng/g，变异系数为 0.79，富集系数为 2.92，套合着 2 个金区域异常。其中大南湖南金区域异常位于大南湖南部，紧邻吐哈坳陷南缘大断裂，异常周围出露有泥盆系安山玢岩、凝灰岩、火山角砾岩和砂岩、泥岩，石炭系砂岩、页岩、硅质岩，二迭系砂岩、泥岩、玄武玢岩和华力西期花岗岩。异常检查在浓集中心处发现 19g/t 金矿化，这一块体非常具有形成大型矿集区的潜力。

柳园—头吊泉金地球化学异常，这一地球化学块体位于甘肃境内花牛山断裂带的周边，面积 3257km^2，异常最大值为 306.5 ng/g，平均值为 15.8ng/g，变异系数为 3.69，富集系数为 13.21，异常南部尚未封闭，异常组合主要为 As, Hg, Cu, La, Pb, Th, U, W, K_2O。区域北东向构造发育，拾金坡大型金矿即处在异常的边部，金矿床主要赋存在与斑状花岗岩有关的石英脉中，伴生矿物主要为黝铜矿辉铜矿、方铅矿和银等。该金地球化学省对寻找大型金矿极有潜力。

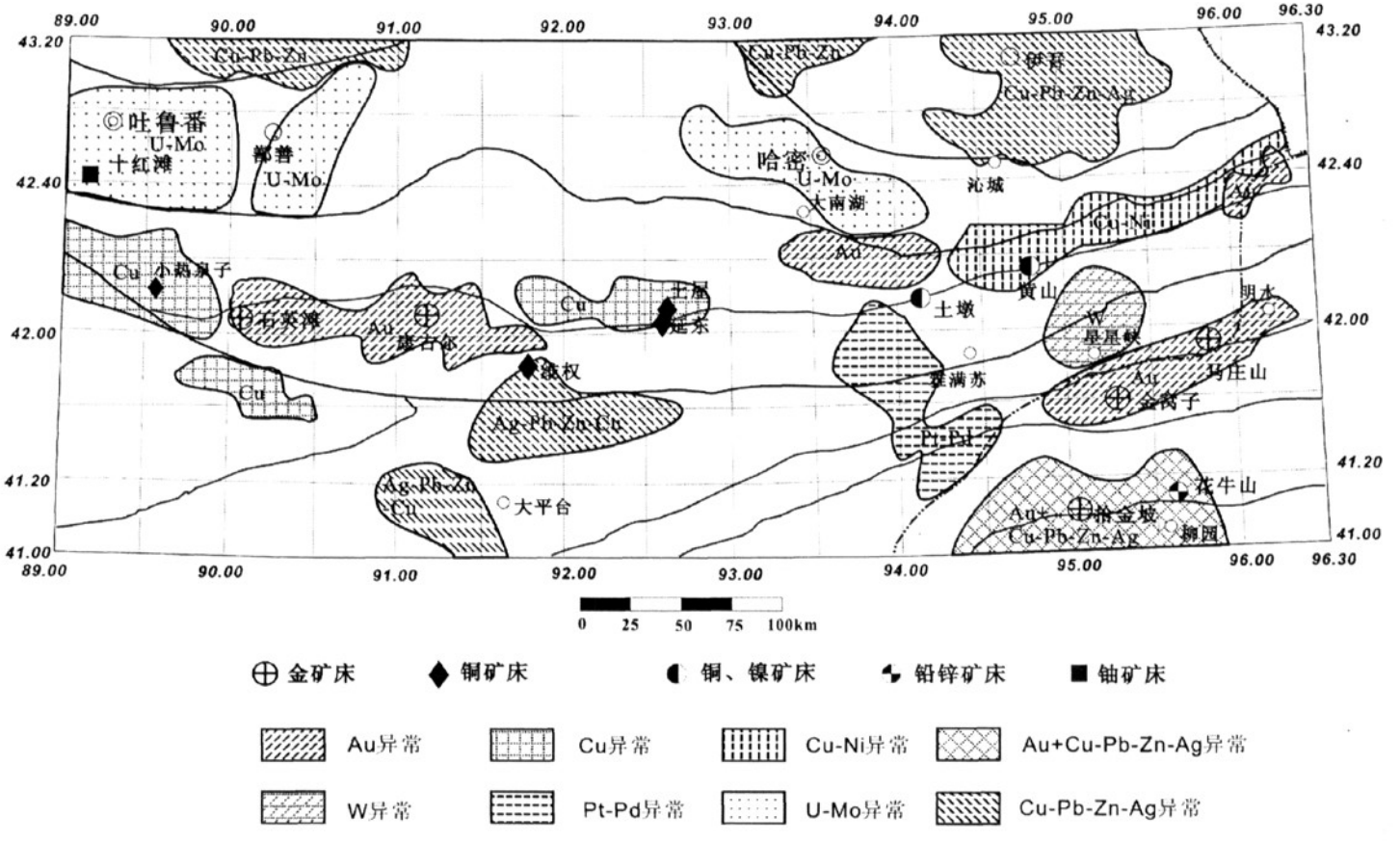


图 4.1　新疆东天山－北山综合异常图

4.4.2 铀的成矿带的预测

哈密—骆驼圈子铀地球化学异常，位于312国道以南哈密盆地中，地处吐哈盆地南缘断裂带和北缘断裂带之间，异常呈北西向展布。全量铀与活动态铀异常极其吻合。全量最大值为12.84μg/g，平均值为4.42μg/g，变异系数为0.57，富集系数为2.21，面积3340km^2，并伴有钼的地球化学省。铀主要富集于第四系含腐殖质粘砂土的淤泥以及土黄色亚砂土、粘砂土中，其物质来源可能是北部哈尔力克山大面积分布的花岗岩，因受长期剥蚀作用和化学风化作用随河流而运移至盆地。

它和吐鲁番周边铀地球化学省的地质构造条件比较相似，同处于吐鲁番—哈密山间坳陷，不仅具有控制砂岩性铀矿的稳定发育的砂岩地层，而且含煤系地层的存在也为其提供了有利的还原地球化学障使得处于氧化还原状态迁移的铀得以富集。这一异常极具有寻找大型地浸型砂岩铀矿找矿前景。

结束语

本文通过对东天山地球化学省与成矿带的对比，主要取得了如下几点认识和结论。

几乎所有的成矿带都位于地球化学省的范围之内，地球化学省为成矿带的形成提供了丰富的物质基础。

在整个工作区域一共圈出 5 处金地球化学省。其中三处与已发现的金矿带是一致的，另外两处发现新的金矿床是富有前景的。

在整个工作区域一共圈出 7 处铜地球化学省。其中三处分别为热液型铜矿、斑岩型铜矿和铜镍矿。

在整个工作区域的盆地中一共圈出 3 处伴随有钼的铀地球化学省。其中一处包含大型的砂岩型铀矿，并且一个新的大型铀矿在接下来的钻探过程中得到了验证。

在近年来新发现的一些矿床，它们基本上都位于地球化学省的内部，这说明采用超低密度的地球化学方法来对未来成矿区的预测是行之有效的。

从成矿元素的富集系数来看，Fe 元素要富集几倍才可以成矿，而像 Au、Pb、Cu、Zn 、U 等元素则需富集几千倍才可以成矿。对于富集系数较大的元素和富集系数较少的元素相比，富集系数较大的元素则能够更好地反映异常。

最后，根据地球化学的资料结合地质情况，圈定出将来可能成为新的成矿区三处。

参考文献

[1]中国科学院中国自然地理编辑委员会．中国自然地理[M]．科学出版社，1985，413

[2]王学求，谢学锦．金的勘查地球化学·理论与方法·战略与战术[M]．济南：山东科学技术出版社，2000，210－211

[3]王学求，迟清华．荒漠戈壁区超低密度地球化学调查与评价－以东天山为例[J]．新疆地质，2001，19（3），200－206

[4]Goverr， G J S， Dunlop， A C and Atherdern P R， 1984． Electrogeochemical techniques in deeply weathered terrain in Austrailia． Joural of Geochemical Exploration，21：311-331

[5]Wang Xueqiu， Cheng Zhizhong， Lu Yinxiu， Xu Li and Xie Xuejing． Nanoscale metals in earthgas and mobile forms of metals in overburden in wide-spaced regional exploration for giant ore deposits in overburden terrains．J．Geochem．Explor．1997，58(1)：63-72

[6]Wang Xueqiu． Leaching of mobile forms of metals in overburden： development and applications． J． Geochem．Explor．1998，61：39-55

[7]王学求．深穿透地球化学[J]．物探与化探，1998，22（3）：166－169

[8]王学求．18 届国际化探会议述评[J]，物化探译丛，1997（5）：166－169

[9]谢学锦，邵跃，王学求主编．走向 21 世纪的矿产勘查地球化学[M]．北京：地质出版社，1999，92－105

[10]谢学锦．勘查地球化学：发展史·现状·展望[J]．地质与勘探，2002，38（6）：1－9

[11]Xie Xuejing and Yin Bingchuan． Geochemical patterns from local to global． J． Geochem． Explor， 1993，47：109-129

[12]Clemens Reimann，Victor Melezhik．Metallogenic provinces，geochemical provinces and reginal geology－what causes large-scale pattens in low density geochemical maps of the C-horizen of psdaols in Arctic Europe?[J] Applied Geochemistry，2001(16)，963-983

[13]尹冰川，谢学锦．地球化学省的概念、特征与成矿省的关系[J]．长春地质学院学报，1994，24(1)：37-42；

[14]翟裕生，彭润民．区域成矿研究法[M]．北京，中国大地出版社，14-15。

[15]新疆维吾尔区域地质矿产局．新疆维吾尔自治区区域地质志[M]．地质出版社，1993． 1-841。

[16]甘肃省地质矿产局．甘肃省区域地质志[M]．地质出版社，1989，1-690。

[17]杨兴科，姬金生．东天山康古尔塔格金矿带构造与成矿[M]．地质找矿论丛，1997，12（2）；57－56。

[18]杨兴科，程宏斌，姬金生．东天山碰撞造山代与金铜成矿系统分析[J]．大地构造与成矿学，1999，23（4），315－322。

[19]姬金生，陶洪祥，曾章仁，等．东天山康古尔塔格金矿带地质与找矿[M]．地质出版社，1994，204

[20]李锦铁，王克卓．东天山晚古生代以来大地构造与矿产勘查[J]．新疆地质，2002，20（4）：295－302

[21]王宗社，吕新彪．新疆小热泉子铜矿床成因[J]．地质科技情报，2006，25（3）：68-72

[22]王登红，李纯杰．东天山成矿规路与找矿方向的初步研究[J]．地质通报，2006，25（8）：911-915

[23]张连昌，姬金生，曾章仁．韧性剪切带及其控矿作用-以新疆康古尔金矿为例[J]．贵金属地质，1999，8（1）：1-6

[24]马立成，杨兴科．东天山石英滩金矿田控矿构造与原生晕深部预测[J]．地质与勘探，2006，42（2）：24-27

[25]舒斌，陈柏林．金窝子金矿金的赋存状态和金矿物特征[J]．新疆地质，2006，24（1）：29-33

[26]周济元，崔炳芳，陆彦．新疆哈密玉西银矿床特征及成因[J]．矿床地质，1999，18（3）：209-218

[27]吴伯林，权志高．吐哈盆地西南缘砂岩型铀矿地质地球化学基本特征[J]．矿床地质，2005，24（1）：186-191

[28]高晓理，彭明兴．新疆彩霞山铅锌矿床流体包裹体研究[J]．地球科学与环境学报，2006，28（2）：25-29

[29]王龙生，李华芹.新疆哈密维权银（铜）矿床地质特征和成矿时代[J].矿床地质，

2005，24（3）：280-284

[30]秦克章，方同辉，王书来．吐哈盆地南缘古生代“天窗”卡拉塔格铜金矿化区的发现及其成矿潜力[J]．中国地质，2001，28（3）：16-23

[31]高珍权，方维萱．新疆东天山卡拉塔格斑岩型铜（金）矿成矿地质背景与找矿评价[J]．地质学报，2006，80（1）：90-100