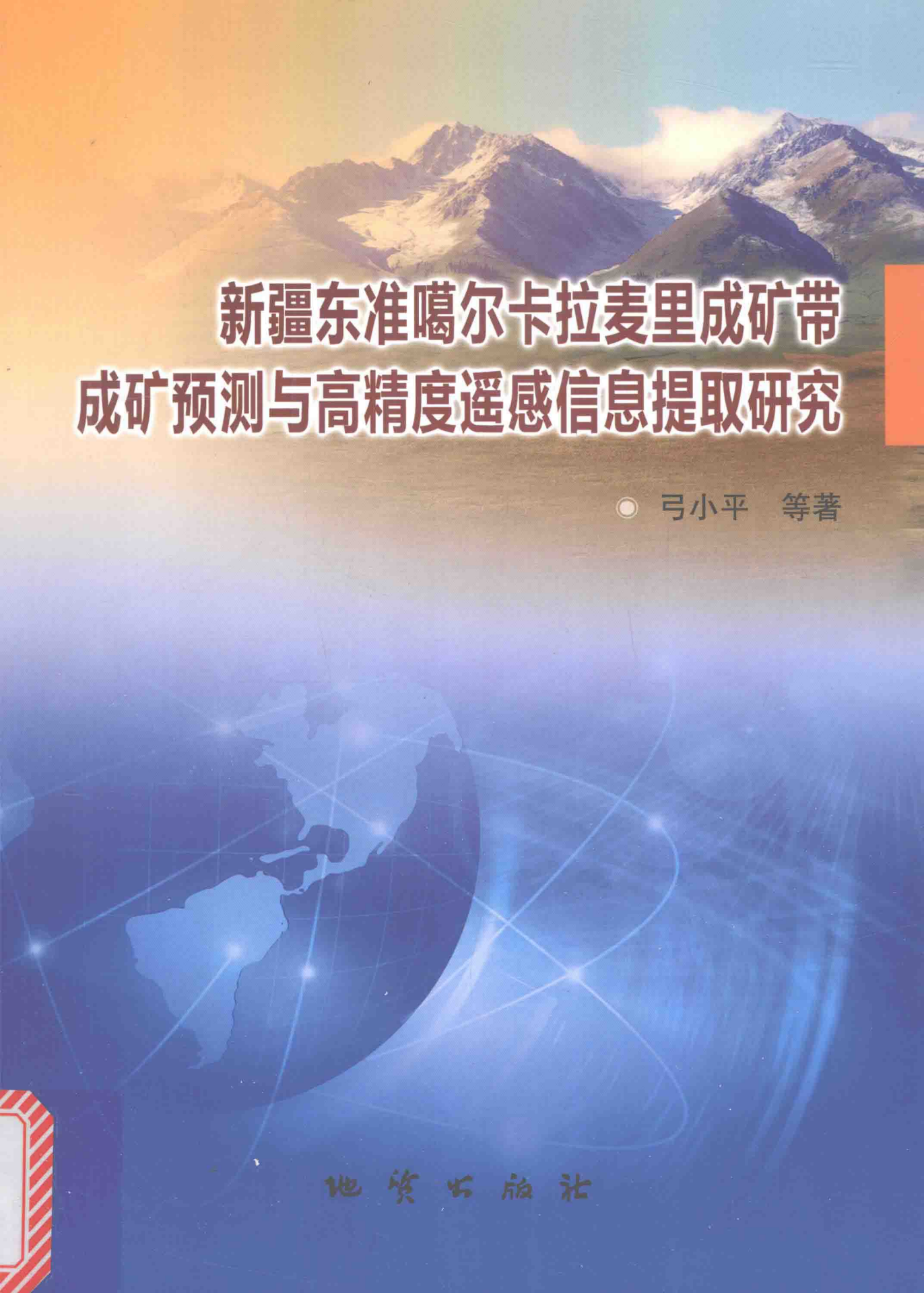




新疆东准噶尔卡拉麦里成矿带 成矿预测与高精度遥感信息提取研究

◎ 弓小平 等著

地质出版社

国家自然科学基金项目“新疆东准噶尔卡拉麦里金矿带成矿流体特征及其与侵入体的关系研究(编号:41462004)”资助
地质大调查项目“阿尔泰—准噶尔北缘成矿带矿产资源调查成果集成”资助
“矿产普查与勘探”自治区重点学科资助

新疆东准噶尔卡拉麦里成矿带 成矿预测与高精度遥感信息提取研究

弓小平 凤 骏 宋相龙 韩 琼
谢 磊 苏 虎 张燕波 潘展超 著
何鹏辉 王建设 关传硕 吕朝晖

地 质 出 版 社

· 北 京 ·

内 容 提 要

本书以东准噶尔卡拉麦里一带金矿为主要研究对象,以遥感解译为主线,以现代成矿理论为指导,研究了区域成矿地质背景和成矿地质条件,全面收集了研究区内双泉、库布苏、金山沟、金水泉、苏吉泉、卡拉麦里1号金矿资料,系统分析了研究区内的区域地质背景、构造特征、岩浆活动,全面总结了不同类型金矿的成矿地质环境、控矿地质构造、有利成矿因素,建立了研究区破碎蚀变岩型、韧性剪切带型和陆相火山岩型金矿的成矿要素表、预测要素模型。应用 ArcGIS 平台的空间分析功能,主要采用单要素组合分析、双要素组合分析等方法,对成矿有利信息进行了快速、准确提取和处理,结合航磁、化探、遥感等多源信息数据,圈定了多处成矿预测区,并对预测区进行了优选和排序;对成矿有利区进行基于 WorldView-2 高精度遥感地质解译以及基于 ETM+ 数据的“羟基”“铁染”蚀变信息提取及分级;根据区内典型矿床的控矿因素等特点,建立起东准噶尔地区遥感地质找矿模型,进一步确定找矿靶区。

本书主要面向国土资源部门从事地质矿产资源研究人员,地质院校师生及广大地质工作者。本书对其他成矿带及相似成矿条件矿床的研究具有重要的参考价值。

图书在版编目 (CIP) 数据

新疆东准噶尔卡拉麦里成矿带成矿预测与高精度遥感
信息提取研究 / 弓小平等著. —北京:地质出版社,
2015. 10

ISBN 978-7-116-09432-1

I. ①新… II. ①弓… III. ①成矿带-成矿预测-新
疆 IV. ①P612

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2015) 第 224678 号

责任编辑:王春庆

责任校对:王洪强

出版发行:地质出版社

社址邮编:北京市海淀区学院路 31 号,100083

咨询电话:(010) 66554528 (邮购部); 66554578 (编辑室)

网 址: <http://www.gph.com.cn>

传 真:(010) 66554582

印 刷:北京京科印刷有限公司

开 本:787 mm × 1092 mm $\frac{1}{16}$

印 张:10.5 图版:16 面

字 数:350 千字

版 次:2015 年 10 月北京第 1 版

印 次:2015 年 10 月北京第 1 次印刷

审图号:新 S (2015) 103 号

定 价:50.00 元

书 号:ISBN 978-7-116-09432-1

(如对本书有建议或意见,敬请致电本社;如本书有印装问题,本社负责调换)

前 言

《新疆东准噶尔卡拉麦里成矿带成矿预测与高精度遥感信息提取研究》是中国地质调查局下达的“阿尔泰—准噶尔北缘成矿带矿产资源调查成果集成”（项目编码：12120113041900）下设的专题研究“新疆东准噶尔一带卡拉麦里矿集区金矿成矿规律与成矿预测研究”与中国人民武装警察部队黄金指挥部“东准—阿勒泰选区评价”“新疆东准噶尔一带 1:1 万 WorldView II 数据高精度遥感解译”“新疆阿勒泰乌齐里克它乌一带 1:5 万区域地质矿产调查遥感解译专题研究”的成果集成。新疆大学弓小平教授级高级工程师受中国地质调查局西安地质调查中心和中国人民武装警察部队黄金指挥部的委托实施的高精度遥感信息与综合信息矿产预测研究。

本书审图号：新 S（2015）103 号 地图审核：新疆维吾尔自治区测绘地理信息局。

本次研究的目的是：在全面、系统收集卡拉麦里成矿带地质、物探、化探、遥感等资料基础上，以成矿带金矿为研究对象，运用已经完成的 1:20 万区域地质矿产调查、1:20 万化探资料、WorldView II 数据、SPOT 5 数据、ETM+ 数据等，在 ArcGIS 平台上建立多元信息数据库，分别对断裂、地层、岩浆岩等单要素控矿因素，化探、遥感等单因素进行成矿有利信息提取，同时进行双元素和多元素组合因素的空间分析，建立证据权和加权回归模型，在东准噶尔卡拉麦里成矿带划分成矿远景区和找矿靶区，并对重点找矿靶区进行 1:1 万 WorldView II 数据高精度遥感解译，结合蚀变信息提取结果，进一步缩小靶区。

本次研究的主要内容如下：

第 1 章绪言，介绍了研究区的地理位置、自然和人文地理概况，重点阐述本次研究的目的、意义等，总结国内外相关研究方法的最新进展和动态，全面总结了该区的工作程度和本次研究完成的实物工作量。本章由张燕波、韩琼、弓小平等执笔。

第 2 章区域成矿地质，从研究区的大地构造演化、地层、构造、岩浆岩、变质作用与变质岩等方面进行系统总结，确定研究区的重要控矿因素，为空间分析单元素分析提供基础地质方面的参考。本章由弓小平、苏虎等执笔。

第 3 章资源潜力评价方法——基于 ArcGIS 平台，重点介绍了本次研究所采用的研究手段、方法、研究平台以及如何实现成矿有利信息的提取，以及多元信息集成与成矿预测。本章由谢磊、弓小平等执笔。

第 4 章预测区成矿潜力评价，采用基于 ArcGIS 平台的研究方法，采用证据权（Wofe）和加权回归模型等，提取单因素成矿有利信息，对双因素或者多因素进行空

间分析,综合成矿有利信息,进行成矿远景区的划分和成矿有利信息的找矿靶区的圈定和优选。本章由宋相龙、弓小平等执笔。

第5章遥感解译方法,总结了遥感地质解译方法,蚀变信息提取方法。本章由弓小平、凤骏等执笔。

第6章和第7章对清水泉和库普两个重点靶区进行高精度遥感解译,建立遥感解译标志,进行主成分分析,圈定羟基、铁染蚀变信息并对其进行半定量化分级。同时结合区域典型矿床的控矿条件,建立相应的遥感找矿模型,并依据成矿有利度进行靶区圈定,进一步确定成矿有利地段,以期为进一步的找矿工作提供方向和指导。本章由凤骏、弓小平等执笔。

第8章结论,总结了本次研究所取得的成果和存在的不足之处。本章由吕朝晖、韩琼、弓小平等执笔。

此外,关传硕、袁明有参与了后期的统稿、参考文献的整理以及图版的编辑。

在专题研究开展工作中,受到西安地质调查中心、中国人民武装警察部队黄金第八支队和新疆卫星应用工程中心等相关单位、部门的领导和技术人员的大力支持,在此表示最诚挚的谢意。

目 录

前 言

第 1 章 绪言	1
1.1 自然地理和经济地理	1
1.2 国内外研究现状及研究目的	2
1.3 研究区工作概况及遥感研究依据	5
1.4 主要工作量	10
第 2 章 区域成矿地质	11
2.1 大地构造概述	11
2.2 区域岩浆活动	12
2.2.1 侵入岩	12
2.2.2 喷出岩	18
2.3 地层	19
2.3.1 古生界	19
2.3.2 中生界	20
2.3.3 新生界	21
2.4 区域地质构造	21
2.4.1 褶皱	22
2.4.2 断裂	22
2.5 区域地质矿产特征	23
2.6 区域物化探遥感特征	24
2.6.1 地球物理特征	24
2.6.2 地球化学特征	29
2.6.3 区域遥感特征	32
第 3 章 资源潜力评价方法——基于 ArcGIS 平台	36
3.1 基础数据	36
3.2 指导思想及技术路线	38
3.2.1 指导思想	38
3.2.2 技术路线及数据库的建立	39
3.2.3 研究内容	50

3.3 资源潜力定量预测方法	51
3.3.1 证据权模型	52
3.3.2 证据权中的条件独立问题	53
3.3.3 后概率不确定性问题	54
第4章 预测区成矿潜力评价	56
4.1 成矿有利区提取模型的建立	56
4.2 证据图层的确定	56
4.2.1 断层证据图层	57
4.2.2 侵入岩证据图层	57
4.2.3 沉积地层证据图层	60
4.2.4 化探数据图层	60
4.2.5 物探数据图层	60
4.3 证据权 (Wofe) 分析	63
4.3.1 断层与金矿床 (包括矿 (化) 点) 空间关系定量评价	63
4.3.2 侵入岩与金矿床 (包括矿 (化) 点) 空间关系定量评价	66
4.3.3 沉积地层与金矿床 (包括矿 (化) 点) 空间关系定量评价	67
4.3.4 化探与金矿床 (包括矿 (化) 点) 空间关系定量评价	69
4.3.5 物探与金矿床 (包括矿 (化) 点) 空间关系定量评价	73
4.3.6 航磁异常与金矿床 (包括矿 (化) 点) 空间关系定量评价	73
4.4 预测区的圈定	74
第5章 遥感解译方法	76
5.1 技术路线	76
5.2 解译研究主要技术工作方法及精度概述	77
5.2.1 遥感解译程序	77
5.2.2 解译分析方法	80
5.2.3 遥感解译的原则	82
5.2.4 遥感解译标志	83
5.2.5 精度要求	85
5.3 数据预处理	86
5.3.1 遥感图像去噪声处理	87
5.3.2 遥感图像去条带处理	87
5.3.3 遥感影像增强处理	88
5.4 图像几何纠正方法	89
5.4.1 几何精校正变换函数	90
5.4.2 重采样	91
5.4.3 精度分析	91
5.5 数字镶嵌	92

5.6 影像图的制作	93
5.6.1 波段组合选择	93
5.6.2 地图投影	93
5.6.3 数据分层管理	94
第6章 清水泉一带选区	96
6.1 选区地质概况	96
6.1.1 地层	96
6.1.2 构造	97
6.1.3 岩浆岩	98
6.1.4 地球化学特征	98
6.2 地质遥感解译	100
6.2.1 地质填图单元	100
6.2.2 遥感解译标志	102
6.2.3 构造形迹	104
6.3 主成分分析及蚀变信息提取	107
6.3.1 主成分分析	107
6.3.2 蚀变信息提取	109
6.3.3 蚀变异常特征分析	117
6.4 遥感地质综合找矿预测	118
6.4.1 区域铜、金矿床成矿规律	118
6.4.2 遥感地质找矿模型的建立	120
6.4.3 靶区遥感地质特征	120
第7章 库普一带选区	122
7.1 选区地质概况	122
7.1.1 地层	122
7.1.2 构造	123
7.1.3 岩浆岩	124
7.1.4 变质作用	125
7.1.5 地球化学特征	125
7.2 地质遥感解译	127
7.2.1 地质填图单元划分	127
7.2.2 遥感解译标志	128
7.2.3 构造形迹解译	135
7.3 主成分分析及蚀变信息提取	141
7.3.1 主成分分析	141
7.3.2 蚀变信息提取	143
7.3.3 蚀变异常特征分析	146

7.4 遥感地质综合找矿预测	147
7.4.1 区域金、铜矿床成矿规律	147
7.4.2 遥感地质找矿模型的建立	151
7.4.3 靶区遥感地质特征	151
第8章 结论	153
8.1 取得的成果	153
8.2 存在的不足	153
参考文献	154
图 版	

第1章 绪 言

本书是中国地质调查局项目“阿尔泰—准噶尔北缘成矿带矿产资源调查成果集成”（项目编码：12120113041900）下设专题“新疆东准噶尔卡拉麦里矿集区金矿成矿规律与成矿预测研究”和中国人民武装警察部队黄金第八支队“东准—阿勒泰选区评价”“新疆东准噶尔一带 1:1 万 WorldView II 数据高精度遥感解译”“新疆阿勒泰乌齐里克它乌一带 1:5 万区域地质矿产调查遥感解译专题研究”主要成果的集成。

1.1 自然地理和经济地理

研究区位于东准噶尔地区，地形较为平坦，主要由丘陵和戈壁滩组成，属中低山区，海拔一般在 1000 ~ 1300 m 之间，相对高差一般在 50 ~ 150 m 之间，戈壁及沟谷大部分被第四系覆盖。该区为大陆性干旱荒漠气候，干燥、多风、少雨，植被稀少，易于进行遥感信息提取和地质解译工作；昼夜温差大，日最高温度达 42 ℃，最低温度 -30 ℃ 以下，一般每年十月中旬开始降雪，次年四月中旬积雪基本全部融化。年平均降雨量为 186.4 mm，雨量较多的七、八月份平均降雨量为 90.2 mm，约等于年降雨量的一半。区内几乎无常年性河流，局部地区有泉水，距双泉金矿区约 60 km 的北塔山牧场水资源较丰富，水质较好，可满足工业及生活用水。区内四至九月间多风，风向多为北西向，风力一般为 3 ~ 6 级，个别可达 8 级左右，风速一般在 4 ~ 10 m/s 之间。研究区内交通较为便利，有青奇公路和区内平坦土路相连（图 1.1）。

研究区内除县、乡所在地以及乌伦古河沿岸、库普、北塔山牧场等地有较多牧民定居外，广大地区人烟稀少。区内及周边工业不发达，但煤矿资源丰富，有北山煤矿、扎河坝煤矿、窝头泉煤矿、三个泉煤矿、巴里坤煤矿等较大煤矿。20 世纪 80 年代以前开采的金属、非金属矿产，主要有吉木萨尔金矿（清水）、奇台（南明水）金矿、金山沟金矿及水晶矿、石墨矿等。90 年代以来，投入开采的矿产主要是锡矿和金矿。主要有卡姆斯特、贝勒库都克、萨热什克锡矿，库布苏、艾盖巴依、双峰山、淖毛湖—北山金矿等。此外，还有铁矿，以伊吾县的琼河坝铁矿为代表。

区内野生植物资源以荒漠植物群落为特征，沿沟谷常分布有红柳、胡杨。中草药野生植物有肉苁蓉、锁阳和麻黄等。野生动物资源较丰富，卡姆斯特一带及戈壁邻区被国家列为“有蹄类动物自然保护区”，主要保护动物有野马、野驴、鹿、鹅喉羚、大头羊、黄羊等珍贵野生动物。丘陵基岩多裸露，植被稀少。戈壁及沟谷大部分被第四系所覆盖，多生长红柳、灌木、草丛。

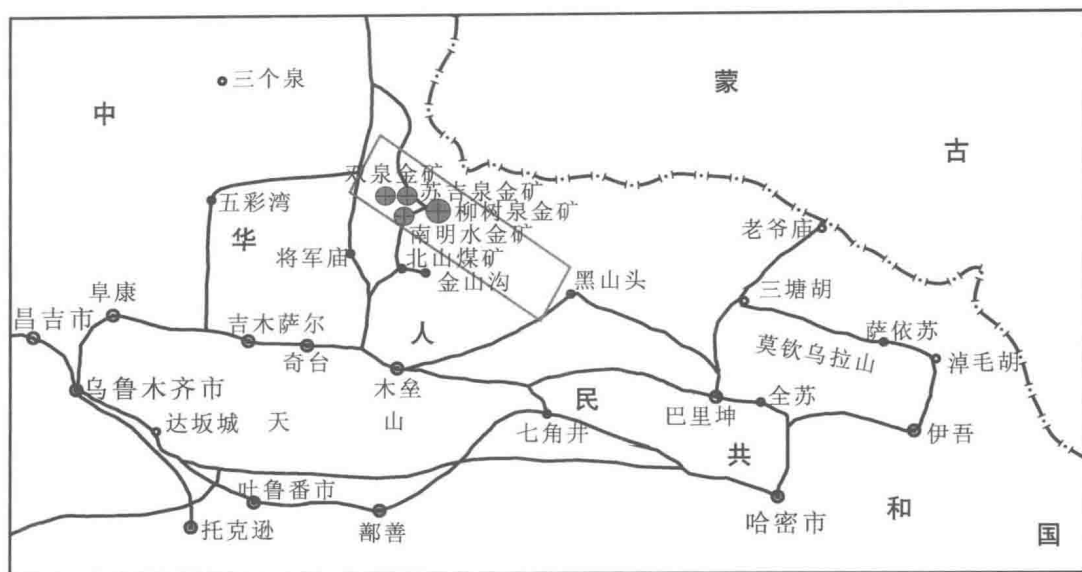


图 1.1 研究区交通位置示意图

1.2 国内外研究现状及研究目的

当代科学技术已进入一个多学科、各方向高度综合、交叉、融汇的时代，跨学科的研究已经在各个研究领域中表现出日趋活跃的生命力。无疑，高新技术方法的引进与应用，特别是自 20 世纪 80 年代以来取得突破性进展的高新技术研究，如：空间探测技术、海洋探测技术、加速器质谱仪（AMS）、全球定位系统（GPS）、地理信息系统（GIS）、遥感探测技术（RS）等，极大地推动了成矿规律及成矿预测研究的科技进步。

随着计算机科技的迅猛发展，当前的地理信息系统应用技术已形成较为完善的理论和应用体系，已经从实验研究阶段进入实际应用阶段，应用领域也已拓展到 60 多个，其应用范围已向三维问题、时态问题、工程学问题、WebGIS、可视化与虚拟 GIS、组件化 GIS 以及数字地球等前沿方向发展。同时，成矿预测在经历了区域性成矿规律和成矿预测研究阶段（20 世纪 50 年代及 60 年代）、成矿预测理论和方法的全面总结阶段（20 世纪 70 年代至 80 年代初）后，到 20 世纪 80 年代后进入到一个新的发展阶段，即：GIS 等高新技术引入成矿预测领域并产生了基于 GIS 的成矿预测方法的阶段。

在国外，美国、加拿大、澳大利亚等发达国家先后把 GIS 技术与成矿预测结合起来并成功应用，已在成矿预测实践中取得良好效果。如：美国地质调查局启动了美国国土资源评价计划（CUSMap），确定了对栅格、矢量和表格数据处理的能力及相互间接口的需求标准，以及在 GIS 内建立、应用模型和表示评价结果的制图功能的应用标准；加拿大地质调查局研制出了基于栅格数据结构的 GIS 多源信息综合评价系统，并发展出基于 GIS 平台上操作完成的资源预测模型——证据权成矿预测模型；根据该预测模型在华盛顿州东北部

地区开展了基于 Arc - Wofe 系统的热液型金矿成矿远景区圈定工作,取得良好社会经济效益。澳大利亚地质调查局也建立了广泛用于矿产资源评价的基础——成矿省 GIS 数据集,开发出两种基于 GIS 平台技术的勘查方法,即适用于已知矿床很少或无已知矿床的未勘探区的概念法和适用于含有大量已探明矿床地区的经验法。

在国内,由于早期诸多主、客观条件的制约,导致我国 GIS 技术应用研究起步较晚,到“八五”期间,GIS 技术才被列为地质矿产勘查关键技术,进入 20 世纪 90 年代后,GIS 矿产资源预测研究得到了足够的重视,发展非常迅速。主要成果有:中国地质大学胡光道教授领导的课题组开发了基于 MapGIS 软件平台的金属矿产资源评价分析系统(MORPAS),并应用在澜沧江南段铜多金属成矿预测研究领域,取得较为满意的实际应用效果(胡光道,2003);中国地质大学池顺都教授等开展了基于 GIS 的地质异常分析、金属矿产经验预测、找矿有利度分析、找矿有利地段圈定、矿产资源潜力评价和成矿强度、广度定量分析等方面的研究;中国地质矿产信息研究院与四川地质矿产勘查开发局合作在 Arc/Info 和 Arc View 软件平台上开发了基于 GIS 平台的矿产资源区域评价方法(AMS - GIS)(向运川,1996);长春科技大学王世称教授领导的课题组在 MapGIS 软件平台上开发了综合信息矿产资源预测系统(KCYC);以中国地质科学院肖克炎博士为首的课题组在 MapGIS 软件平台上开发了矿产资源评价系统(MRAS)(肖克炎,2000);中国矿业大学苏红旗等研究开发了基于 MapGIS 系统的证据权重法矿产预测系统(EWM)(苏红旗,1999)等。

随着 GIS 应用技术的迅速发展,其在成矿预测领域的应用不断得到扩展,如何在研究区域成矿模式的基础上,将适宜的数学地质模型与对应的 GIS 应用功能相结合起来,已成为应用 GIS 技术进行成矿预测的研究热点。

遥感,即遥远的感知,是指从远距离、高空以至外层空间平台上,利用可见光、红外、微波等探测仪器,通过摄影或扫描方式,对地面电磁波辐射能量进行感应、传输和处理,以实现识别地面物体性质和运动状态的现代化技术系统,于 1962 年由美国海军科学研究所的伊夫林 - 普鲁特(Evelyn - Pruitt)首先提出。遥感技术作为一个独立的技术系统,现已经有了长足的进展。遥感技术的最初使用是出于军事需要,主要是利用航片进行地形测绘和军事侦察。20 世纪 60 年代以后是遥感技术迅速发展的阶段,航天技术的发展使遥感的高度延伸到了太空,从万米的高度延伸到了 35000 多千米的高度,使人类能在一个前所未有的高度,以不同时相、不同空间分辨率观测地球。至 1977 年,全世界就先后向太空发射了 2000 多个航天飞行器,其中美、苏两国占了 90% 以上。进入 80 年代以后,法国、日本、欧空局、加拿大、中国和印度均发射了自己的遥感卫星,并且许多国家都制定了自己的遥感卫星计划。我国自 1970 年发射第一颗卫星以来至 2000 年已成功发射自行研制的卫星 47 颗,还成功地将 27 颗国外卫星送入太空预定轨道。由于运载工具的极大改进、多波段扫描仪的采用、传感器分辨率的提高,以及电子计算机技术的应用致使遥感能快速、自动识别和自动成图,使遥感科学技术得到了飞跃发展,从而使遥感技术的应用不再局限于军事方面,而广泛应用于资源调查、国土整治、经济生产、测绘制图、环境监测、气象预报、通信广播、海洋研究、宇宙探测等诸多方面。

遥感技术在近一二十年内飞速发展,这种发展主要表现在新型传感器的研制和应用的日新月异,其发展的特点如下:

1) 不断研制新型传感器,既有框幅式可见光黑白摄影、多光谱摄影、彩色摄影、红外摄影、紫外摄影,又有全景摄影机、红外扫描仪、红外辐射计、多光谱扫描仪、成像光谱仪、CCD 线阵列扫描和矩阵摄影机、微波辐射计、散射计、合成孔径雷达及各种雷达和激光测高仪等。从目前的发展动向看,微波遥感、同一颗卫星装载多种传感器,如已发射的欧洲空间局欧洲遥感卫星一号和日本地球资源卫星一号装载的多种传感器是今后发展的重要遥感手段。

2) 形成多级空间分辨率影像序列的金字塔,以提供从粗到精的观测数据源。空间分辨率的跨度从美国国家海洋与大气管理局气象卫星的 1.1 km,陆地卫星多光谱扫描仪的 80 m,日本海洋观察卫星一号的 50 m,美国陆地卫星专题制图仪和欧洲空间局欧洲遥感卫星的 30 m,法国资源卫星 1、2、3、4 高分辨率可见光的 10 m、20 m 到印度资源卫星的 5.8 m,德国资源卫星的 5 m。传感器的研制在向更高的空间分辨率方向发展的同时,也向全方位的立体观测能力方向发展。法国资源卫星第一次实现 CCD 扫描仪的侧向立体成像功能,接着又有印度资源卫星的侧向立体成像,现在更有美国三家公司宣布他们将推出 21 世纪新型 CCD-Eyeglass 卫星,其立体观测是“全方位”——有前视、后视和侧视。

3) 可反复获取同一地区的多时相影像数据。如美国国家海洋与大气管理局气象卫星每天可接受二次图像,美国陆地卫星多光谱扫描仪、专题成像仪的重复周期分别是 18 d 和 16 d,法国资源卫星为 26 d,印度资源卫星为 24 d。遥感多时相性,提供了人们长期、系统和动态研究地球表面的变化及其规律的可能性。

4) 尽可能增加光谱分辨率,一方面是充分利用能透过大气的各类电磁波谱,向红外、远红外和微波方面扩展;另一方面则将光谱段划分得更细。如美国陆地卫星专题成像仪有 7 个光谱段,AVIRIS 机载可见光和红外成像光谱仪,在可见光和红外光谱段内划出 224 个波段。我国的航空成像光谱仪有 71 个波段,其中可见光 32 个波段,短波红外 32 个波段,热红外 7 个波段。

20 世纪 30~50 年代,B II 涅赫洛舍夫、B M 西尼村、李承三、B Γ 加申科于等人先后在研究区进行过概略地质调查。研究区系统的地质工作始于 50 年代末,至 90 年代先后开展了研究区及周边的 1:20 万区域地质测量、区域化探扫面、航空物探、遥感解译、异常检查等工作,在局部地段开展了金、铜、铅、锌、稀有金属(铍、锂、钽、铌、铯)金属等矿产评价及科研工作,使本区的地质矿产研究程度逐步提高。进入 21 世纪,研究区周边 1:5 万区域地质矿产调查蓬勃发展,目前已全部完成,使周边地质矿产工作程度、研究程度大幅度提高,为本区工作提供了大量参考对比资料,同时也提出了研究区与周边接图确认的挑战。

本项研究主要服务于新疆东准噶尔卡拉麦里构造成矿带成矿预测及地质解译。本研究结合前人研究的基础地质资料,借助现代化的高精度遥感影像数据及多样的影像处理手段,开展卡拉麦里构造成矿带成矿预测与高精度遥感信息提取研究。通过对原始遥感影像进行图像融合、最佳波段组合、几何校正、图像增强等预处理手段,为遥感地质解译及异常提取提供合适的底图。利用高分辨率数据,对研究区进行遥感地质解译,确立研究区内的地层、侵入岩、构造等要素的影像特征,圈定地质界线,为区域后续工作提供依据。利

用 ETM + 数据对研究区进行羟基异常、铁染异常蚀变信息提取, 同时结合区域地质、矿产、物探、化探资料, 圈定找矿靶区, 为进一步工作提供方向。对研究区的地层单元进行厘定, 建立构造格架, 摸清岩浆岩的分布情况, 发掘、提取有关的遥感矿化蚀变信息, 建立遥感解译标志, 为地面其他的地质调查工作提供可靠的遥感成果数据保障, 最终结合遥感影像对卡拉麦里构造成矿带成矿进行预测并进行高精度遥感信息的提取和解释 (见附图 1)。

遥感技术已经应用到各行各业, 地质领域的遥感技术应用已经相当成熟, 但本地区有关遥感的成果比较少, 对此本研究首次将高分辨率遥感技术引入该地区; 研究区处于干旱地区, 基岩裸露情况良好, 可以充分发挥遥感技术的作用, 遥感引入该研究区主要对卡拉麦里整体构造特征和地层的分布特征有了整体的把握和认识, 有利于从宏观上对该区进行研究, 使研究者直观明了的去认识卡拉麦里构造成矿带, 并结合前人的基础地质工作进行成矿预测。

1.3 研究区工作概况及遥感研究依据

新疆东准噶尔卡拉麦里一带一直是人们关注的焦点, 许多地质单位和地质工作者在本区就开展过不同程度和不同目的的地质工作。得到的成果主要是生产性的区域或矿床 (点) 基础地质成果报告和图件、物化探报告和图件。其中对本次撰写专著具有指导意义的基础地质调查成果有:

1931 年, 袁复礼在该区沿双井子一带做了路线调查, 并于 1956 年在《地质学报》36 卷 2 期发表了题为《新疆准噶尔东部报告》的文章。提出调查区属于准噶尔陆台区的论点, 并指出库普千枚岩较老, 南明水千枚岩较新。

1956 年, 新疆石油公司在该区南部做了 1:100 万的路线调查工作。同年《地质集刊》第 4 号发表了苏联地质学家 BM 西尼村有关地质学术报告。西尼村假定调查区卡拉麦里山由古生代地层组成, 色特克-北塔山由泥盆纪地层组成。

1957 年, 新疆石油管理局所属 113、114、116、117 队在准噶尔盆地东北缘进行了 1:5 万的石油普查工作, 对该区二叠纪以后的地层做了较详细的调查研究工作, 第一次奠定了区内中生代地层的划分基础。

1958~1959 年, 新疆地质局第一测绘大队六、七分队进行了大面积 1:100 万地质测量工作, 编制了综合地质报告和相应的图件。该资料虽较系统, 但研究程度较差, 尤其对卡拉麦里山一带地层全部划分为上石炭统与实际相差最大。

1960 年 9~11 月, 新疆地质局第三测绘大队一分队再次对本区进行过 1:20 万地质测量工作, 对该区地层、侵入岩、矿产均有较详细的认识, 但未编写报告。

1960 年, 新疆地质局物探大队四分队和 1962 年地质部航空磁测队, 对该区超基性岩带分别进行了地面和航空磁测工作, 对进一步寻找和圈定超基性岩带起了应有作用。

1960 年以后, 新疆地质局第五地质大队在卡拉麦里山对超基性岩进行了系统的研究和普查工作, 并对超基性岩的分带进行了 1:5 万的简测。

1963~1965 年, 为了配合该区铬矿普查, 由地质局区域地质测量大队一分队对该区

做了 1:20 万地质图重测工作。

1990~1994 年,黄金八支队(当时为武警黄金第十五支队)在本区开展岩金地质普查工作,先后对大沙沟、柳树泉、苏吉泉、东黑山、金山沟等金矿开展了地质普查和矿点调查工作,提交了大沙沟、柳树泉、金山沟金矿三个矿区的地质普查报告和苏吉泉、东黑山金矿的普查工作总结,同时在柳树泉金矿提交 C+D 级资源量 1.7 t,在金山沟金矿区提交 C+D 级资源量 3.2 t,探明小型金矿床两处。

2003 年,黄金八支队(当时为武警黄金第十五支队)在本区开展金矿地质调查工作中,发现了具有工业价值的双泉金矿 1、2 号脉。2004~2006 年累计投入了槽探 17536 m³、钻探 7673 m、浅井 150 m、1:5 万岩屑(土壤)测量约 1000 km²,在双泉矿区累计提交新增预测资源量(334) 18059 kg,推断内蕴经济资源量(333) 5684 kg。2006 年在苏吉泉东金矿区发现 325、314、311、301、351 金矿脉,共计预测资源量(334) 3455 kg。

2003 年,黄金八支队(当时为武警黄金第十五支队)薄科武等人对东准噶尔地区的卡拉麦里-莫钦乌拉成矿带和库布苏成矿带进行了调查,对上述金成矿带地质特征和成矿规律有了初步认识,并相继发现了双泉金矿、黄南金矿点、阿克塔斯金矿点、野马泉金矿点、库布苏金矿点。通过路线地质调查、地化剖面测量、1:1 万地质简测等工作手段,在双泉金矿区发现了具有工业价值的 1、2 号脉,用槽探、露头工程对 1、2 号脉进行了揭露和控制,提交预测资源量(334) 12087 kg。

2004 年,武警黄金第八支队二中队在北塔山地区开展 1:5 万水系沉积物测量工作。通过本次工作,基本查明了工作区内地层、构造、岩浆岩的分布规律和成矿的关系,查明了金及相关元素在地层中的分布分配特征,制作了金及相关元素的地球化学图和岩石地化综合剖面图。在该区划分出 I 级成矿远景区 1 个,远景区位于库普大断裂和喀什开尔索坎克大断裂交汇部位上,断裂构造发育,综合异常规模较大,Au、Cu、Pb、Zn、Bi、As、Ag、Sb 元素组合好,断裂构造控矿作用明显。该远景区内已发现六条金矿(化)脉,显示了较好的找矿前景。

2005 年,武警黄金第八支队五中队在北塔山、红柳沟测区开展 1:5 万岩屑测量工作。

2005 年,武警黄金第八支队新疆东准噶尔地区金成矿带划分及成矿预测研究工作。在卡拉麦里-莫钦乌拉金矿带目前已发现金矿床(点) 98 处。其中岩金矿点 89 处、砂金矿点 9 处。矿床(点)具有成群成带分布与分段集中之特征。按其控矿构造、矿源层、金异常分规律、成矿部位及矿床成因类型等因素按顺序划分为 5 个 V 级金矿带:库布苏-库普金矿带(编号 V1)、卡拉麦里金矿带(编号 V2)、金山沟金矿带(编号 V3)、黑山头-金山金矿带(编号 V4)、莫钦乌拉金矿带(编号 V5)。在卡拉麦里金矿带(V 级)中共圈定出 6 个找矿预测区:①红山-清水金矿点及金异常集中区(编号 I1);②大砂沟金矿点及金异常集中区(编号 I2);③红柳沟-南明水金矿点及金异常集中区(编号 I3);④石树沟-大砂沟以金为主的综合异常集中区(编号 II1);⑤库普 Au、As 异常集中区(编号 II2);⑥双井子-东黑山 Au、As 异常集中区(编号 II3)。卡拉麦里金矿带(V 级)中 6 个找矿预测区,总面积 3090 km²。其中 I 级找矿预测区 3 个,面积 1670 km²,占总面积的 54%; II 级找矿预测区 3 个,面积 1420 km²,占总面积的 46%。

2005 年,武警黄金第八支队新疆奇台县北塔山、红柳沟 1:5 万岩屑测量工作。在东

准噶尔低山丘陵地区开展 1:5 万岩屑测量检查 1:20 万区域化探异常,可以查明工作区内金及相关元素的分散富集特征,进一步缩小找矿靶区,查明金成矿有利地段和找矿有关的地球化学特征。

2006 年,武警黄金第八支队新疆东准地区卡拉麦里金矿带岩金预查地质工作。本次工作地表工程控制:对矿脉及蚀变带地表由槽探工程系统控制,工程间距 70~320 m,一般在 100~200 m 之间。对区内化探异常及成矿有利部位开展了 1:5 万岩屑测量、1:5 万路线地质调查、1:1 万电法联剖测量、1:1 万地化剖面测量,并结合稀疏槽探工程进行了异常查证,局部地区达到普查阶段工作程度。

2006 年,武警黄金第八支队新疆东准噶尔卡拉麦里金矿带岩金预查项目 1:5 万岩屑测量专题工作。在东准噶尔卡拉麦里低山丘陵地区开展 1:5 万岩屑测量检查,1:20 万区域化探异常,可以查明工作区内金及相关元素的分散富集特征,进一步缩小找矿靶区,查明金成矿有利地段和找矿有关的地球化学特征。通过本次工作,基本查明了工作区内地层、构造、岩浆岩的分布规律以及与成矿的关系,查明了金及相关元素在地层中的分布分配特征,制作了金及相关元素的地球化学图和岩石地化综合剖面图。

2006 年,武警黄金第八支队新疆奇台县东准地区卡拉麦里金矿带岩金预查项目——苏吉泉东金矿区物探专题工作。该区通过物探测量工作,查明了区内构造分布格局、分布特征及区内金矿分布规律。推断低阻破碎带 2 条、含金属硫化物地质体 2 个,并确定了其走向、倾向、延深及在地表出露位置。

2006 年,武警黄金第八支队新疆奇台县双全金矿区及外围岩金普查工作。本次工作为地表槽探(浅井、采坑)工程控制:矿区地表有 282 个槽探(浅井、采坑)工程系统控制,工程间距一般为 100~300 m,个别地段工程间距最大 700 m,最小 56 m。深部工程控制:双泉金矿区 2 号脉浅深部 1120 中段有 1 个民采斜井(XJ1)控制,2 号脉深部各有 14 个钻孔控制,控制斜深 80~410 m;1 号脉深部有 10 个钻孔控制,控制斜深 50~230 m;苏吉泉东金矿区 325 号脉有 3 个钻孔控制,工程间距 320 m,控制斜深 110~450 m;314 号脉有 1 个钻孔控制,控制斜深 120 m。

2006 年,武警黄金第八支队新疆奇台县双泉金矿成因成矿模式及找矿预测工作。该次工作分析了区域成矿地质环境,研究了矿床地质、地球化学特征,总结了构造对金矿时空控制作用,建立了“双泉式”金矿成因成矿模式,提出了矿区深部及外围找矿靶区和找矿预测区。

2007 年,武警黄金第八支队新疆卡拉麦里成矿带金及多金属资源潜力评价工作。对科仍温德尔区和巴斯克阔彦德区开展了系统的 1:5 万岩屑测量,对区内化探异常及成矿有利部位开展了 1:5 万路线地质调查、1:1 万地化剖面测量、矿产检查并结合稀疏槽探工程进行了异常查证,大致了解了区内地层层序,主要构造的性质、规模、形态、产状,区内岩浆岩的类型、规模、分布、形态;大致查明了区内矿产的分布、规模、形态、产状及围岩蚀变类型、分布范围。

2007 年,武警黄金第八支队新疆青河县库布苏北金矿区 3 号脉勘查地质工作。本次工作的主要任务是大致查明库布苏北金矿矿体的分布、形态、规模、产状及品位变化等特

征,大致了解矿体在深部的延伸变化情况。

2008年,武警黄金第八支队新疆东准噶尔卡拉麦里成矿带金、铬、锡预查项目1:5万岩屑测量工作。在东准噶尔低山丘陵地区开展1:5万岩屑测量检查1:20万区域化探异常,可以查明工作区内金及多金属元素的分散富集特征,进一步缩小找矿靶区,查明金及多金属成矿有利地段和找矿有关的地球化学特征。通过本次工作,基本查明了工作区内地层、构造、岩浆岩的分布规律以及与成矿的关系,查明了金及多金属元素在地层中的分布分配特征,制作了金及多金属元素的地球化学图和岩石地化综合剖面图。

2008年,武警黄金第八支队新疆东准噶尔卡拉麦里成矿亚带金铬锡矿预查地质工作。地表工程控制程度:对矿脉及蚀变带地表由槽探工程系统控制,工程间距150~360 m,一般在160~320 m之间。深部工程控制程度:对金水泉矿区1号脉23、15、0线施工了3个钻孔,工程网度为(160~320) m×(80~240) m,其中ZK2302控制矿脉斜深222 m;ZK1502控制矿脉斜深78 m;ZK002控制矿脉斜深175 m。对金水泉金矿1号脉开展了1:5万路线地质调查、系统稀疏槽探工程揭露、浅深部钻探工程控制、探槽工程原生晕工作。对松喀尔苏6个探矿证内开展了1:5万岩屑测量、路线地质调查、1:1万地化剖面测量。对清水泉铜矿点开展了1:5万路线地质调查、稀疏槽探工程揭露、探槽工程原生晕取样工作。

2008年,武警黄金第八支队新疆奇台县南明水金矿区岩金普查总结(2005~2008年)工作。通过系统的地质工作,大致查明了南明水金矿区矿脉地表分布、形态、规模、产状及矿化、围岩蚀变特征;深部采用钻探,配合坑探,大致查明了矿体形态、规模、产状及深部厚度、品位变化情况;大致了解了矿石质量特征,包括矿物共生组合、自然金类型及赋存状态、矿石类型及结构构造等特征;大致了解了矿区水文地质、工程地质特征,对矿石加工技术性能进行了简单的实验进行了了解;基本查明了矿床控矿因素、成矿地质条件及成矿规律、矿床成因及找矿标志。

2008年,武警黄金第八支队新疆奇台县双泉金矿区1、2号脉普查地质工作。地表槽探(浅井、采坑)工程控制:矿区地表有32个槽探(浅井、采坑)工程系统控制,工程间距一般为100~200 m,最小56 m。深部工程控制:双泉金矿区2号脉浅深部1120中段有1个民采斜井(XJ1)控制,2号脉深部有17个钻孔控制,控制斜深80~410 m;1号脉深部有8个钻孔控制,控制斜深50~230 m。

2008年,武警黄金第八支队新疆青河县库布苏北金矿区3号脉详查。本次工作的主要任务是基本查明库布苏北金矿矿体的分布、形态、规模、产状及品位变化等特征,基本了解矿体在深部的延伸变化情况,加强外围地质找矿。库布苏北金矿区矿化带规模较大,含矿岩石蚀变闪长玢岩在矿化带内延伸稳定,深部钻探工程证明矿体向下有品位升高、厚度增加的趋势。在地表沿矿化带通过极少量的槽探工程发现了多个矿化体,可以认为该矿床具备良好的找矿远景。

2010年9月6日~2012年9月6日,四川省核工业地质局二八三大队对卡拉麦里构造带1号金矿进行普查工作。

本次研究将严格按照国家相关标准及行业标准执行。具体依据如下所示: