分类号：_____ 密级：_____

编号：2007021

桂林理工大学

硕士研究生学位论文

黑龙江乌拉嘎金矿控矿规律与找矿方向

专　　业：地球化学

研究方向：勘查地球化学

研 究 生：张璟

指导教师：陈远荣 教授

论文起止日期：2009 年 3 月至 2010 年 4 月

Y1717676

Study on the Ore Controlling Laws and Prospecting Direction of Wulaga Gold Deposit

Major: Geochemistry

Direction of Study: Geochemical Exploration

Graduate Student: Zhang Jing

Supervisor: Prof. Chen Yuanrong

College of Earth Sciences

Guilin University of Technology

March, 2009 to April, 2010

研究生学位论文独创性声明和版权使用授权书

独 创 性 声 明

本人声明：所呈交的论文是本人在导师指导下进行的研究工作及取得的研究成果。据我所知，除了文中特别加以标注和致谢的地方外，论文中不包含他人已经发表或撰写过的研究成果，也不包含为获得其它教育机构的学位或证书而使用过的材料。对论文的完成提供过帮助的有关人员已在论文中作了明确的说明并表示谢意。

学位论文作者（签字）：[illegible]

签字日期：2010.5.31

学位论文版权使用授权书

本学位论文作者完全了解(学校)有关保留、使用学位论文的规定，有权保留并向国家有关部门或机构送交论文的印刷本和电子版本，允许论文被查阅和借阅。本人授权(学校)可以将学位论文的全部或部分内容编入有关数据库进行检索，可以采用影印、缩印或扫描等复制手段保存、汇编学位论文。同时授权中国科学技术信息研究所将本学位论文收录到《中国学位论文全文数据库》，并通过网络向社会公众提供信息服务。(保密的学位论文在解密后适用本授权书)

学位论文作者签名：[illegible]　　导师签字：[illegible]

签字日期：2010 年 5 月 31 日　　签字日期：2010 年 6 月 1 日

摘 要

乌拉嘎金矿床作为黑龙江省最大的岩金露天矿山和黄金矿产基地，自 1975 年起已开采近 34 年。由于东、西露天采场的露天开采已经基本停止，目前也只能依靠坑道残采，而乌拉嘎金矿已经接近闭坑年限。因此，乌拉嘎金矿的保有储量已面临极其危机的形势，已经是一个急需增储的高危机矿山。

近 20 年来，已经有许多科研院所与地质部门在乌拉嘎金矿多次进行过成矿预测工作，但均未取得找矿的突破，没有达到为矿山增加储量的目的。本论文对乌拉嘎金矿矿床地质特征、控矿条件及矿床成因进行重新详细分析；结合其他勘查地球物理及地球化学等研究结果，探讨了乌拉嘎金矿区深部及外围地区的成矿潜力，并圈定了成矿有利靶区。获得的初步结果和认识主要有：

1.乌拉嘎金矿在成因上属于浅成低温热液裂隙充填型金矿床。

2.利用稀土配分模型，结合同位素资料能有效地查明矿床的成因类型。

3.通过对该矿区及其外围地区的矿石和岩石的稀土配分模式、硫同位素、包体测温等方面的系统分析与比较，发现该金矿床虽然在空间上与花岗斑岩关系密切，但在成因上却不相关。

4.提出了火山次火山机构的内环带构造是区内金矿体最主要的控矿构造的新认识。北西向和东西向构造交汇处是今后找矿工作应该重点予以关注的有利靶区，相对来说，矿区东北部的张才沟、无名沟、五所河一带成矿最为有利。

关键字：乌拉嘎金矿；控矿构造；矿床成因；找矿方向

Abstract

As the largest rock open-mine and gold mining base in Heilongjiang Province, Wulaga gold deposit has been put into production for 34 years since 1975. Because of the open-pit of the east and west mining have basically stopped, Wulaga gold deposit is now relying on the mining of underground tunnel and has depleted near to close. Therefore, the retained reserve of the Wulaga gold deposit is faced to serious crisis, and needed to increase its storage in short time for the goal to prolong the mine service years.

In the past 20 years, a lot of research institutes and geological departments have carried out the metallogenic prediction in Wulaga gold deposit for several times, but none of them have achieved a breakthrough success to increase ore reserve. In the paper, the geological features, ore-control conditions and genesis of Wulaga gold deposit have been analyzed and summarized systematically. By combining the geophysical and geochemical exploration results, the mineralization potential of deep underground and surrounding area in Wulaga gold deposit has been discussed, and the mineralization favorable targets have been pointed out. The main conclusions are as follows:

1. Wulaga gold deposit belongs epithermal-filledopening-type gold deposits in genesis.

2. Using the distribution model of REE, and combining with isotopic data can effectively identify the genetic type of deposit.

3. According to the synthetic analysis and comparison to the distribution model of REE, the characteristics of sulfur isotope and the temperature of fluid inclusion of the ores and rocks in the mining and its surrounding areas, it is showed that the gold deposit has close relationship with the granite-porphyry in space, but no any relation in genesis.

4. A new idea that the structure of the inner circular belt of the volcanic and sub-volcanic edifice is the main ore-controlling structure elements has been pointed out. The intersections of north-west and the east-west are the favorable target area which should be concerned in future exploration. Relatively, the most advantageous positions located in Zhangcai ditch, Wuming ditch and Wusuo river areas in the northeast of mine.

Key words: Wulaga gold deposit; ore-controlling structure; genesis of ore deposit; prospecting direction.

目 录

摘 要 1

Abstract 2

前 言 1

0.1 研究意义 1

0.2 金矿床国内外研究现状、发展水平和趋势 1

0.3 前人研究中存在的问题 3

0.4 研究思路与方法 3

0.5 位置、交通和地理环境概况 4

0.5.1 位置、交通 4

0.5.2 地理环境概况 6

0.6 完成主要工作量 6

第一章 区域地质概况 7

1.1 区域地质背景 7

1.2 区域地层 7

1.2.1 太古界 7

1.2.2 元古界 8

1.2.3 中生界 8

1.2.4 新生界 8

1.3 区域构造 8

1.3.1 区域线性构造 8

1.3.2 区域环状构造 9

1.4 岩浆岩 10

1.5 区域地球化学异常 10

1.6 区域矿产地质特征 11

第二章 矿区地质与矿床地质特征 12

2.1 矿区地质特征 12

2.1.1 地层 12

2.1.2 构造 12

2.1.3 岩浆活动 12

2.1.4 围岩蚀变 13

2.2 矿床地质特征 13

2.2.1 矿石类型及组构特征 13

2.2.2 矿物特征 13
2.2.3 围岩蚀变特征 14
第三章 矿床成因与控矿因素分析 16
3.1 矿床成因 16
3.1.1 硫同位素特征 16
3.1.2 氢、氧同位素特征 17
3.1.3 包体测温特征 18
3.1.4 矿化、矿物结构、围岩蚀变特征 19
3.1.4 稀土配分模式特征 21
3.2 控矿因素 28
3.2.1 已知矿化体的控矿因素 28
3.2.2 对金矿控矿构造的新认识 28
3.3 乌拉嘎金矿的找矿方向 34
3.3.1 乌拉嘎金矿床深部找矿的依据： 34
3.3.2 下一步的找矿方向 34
第四章 乌拉嘎金矿床张才沟地区找矿有利区预测 35
4.1 乌拉嘎金矿床已知矿区的地球化学特征 35
4.2 张才沟地区各元素的异常变化特征和规律 37
4.2.1 张才沟地区土壤背景样品地球化学特征 37
4.2.2 微量元素异常变化特征和规律 38
4.2.3 烃类组分异常变化特征及规律 41
4.3 地球物理勘查结果 47
4.3.1 高精度磁法测量结果 47
4.3.2 大功率电法测量结果 48
4.4 找矿有利靶区预测 49
4.4.1 Ⅰ号找矿有利靶区 49
4.4.2 Ⅱ号找矿有利靶区 50
4.4.3 Ⅲ号找矿有利靶区 50
4.5 验证钻孔情况 51
第五章 结论 52
致 谢 53
参考文献 54
附 图 57

前 言

0.1 研究意义

矿产资源开发，一直是我国经济发展的基础。随着矿产开发的发展和找矿工作的深入，大部分地区贵金属地表矿和浅埋矿发现的机率越来越少，在现有大中型矿山深边部、厚层覆盖区寻找大型、特大型隐伏矿床已成为现在和今后的主攻对象。

乌拉嘎金矿位于黑龙江省东北部嘉荫县的乌拉嘎镇境内，属小兴安岭山脉东段北坡，在佳木斯隆起与张广才岭优地槽褶皱带的接合部位。乌拉嘎金矿是我国发现的大型-超大型金矿床，是东北地区主要的岩金矿床，也是我国重要的黄金产地，然而由于其开采年限已达 34 年，保有储量迅速下降，目前已经成为重度危机矿山，东西矿坑露天开采已基本停止，现只靠坑道少量采集，急需寻找接替资源。

由于该矿床以往发现的矿体 98%产于花岗斑岩中，以至于“斑岩成矿”一直是前人在该区找矿工作的指导方向，从 1992 年开始虽然已经认识到乌拉嘎金矿属于浅成低温热液金矿床，但是种种原因，人们并没有真正按照浅成低温热液金矿床的成矿模式指导找矿和勘查。弄清乌拉嘎金矿床的成矿特点和控矿规律，对下一步工作方向的指导有重大意义。

根据前人调查结果，并随本人导师实地勘查，发现区内以葡萄沟岩体为中心，与其南部的团结沟花岗斑岩、四周多个小斑岩体和英安岩体共同构成了一个火山次火山机构体系，该火山次火山机构一方面受控于前期构造系统，另一方面在其侵入过程中又对前期构造系统进行改造，并形成新的构造体系，它们对后期成矿热液的迁移和富集具有重大影响。前人钻孔资料表明，矿区东北部和西部均存在明显的成矿热液活动，局部地段甚至已经发现矿化体，在空间上，这些矿化位于这一火山次火山机构体系中双环构造带的内外环带附近。然而，人们对这一信息所隐含的意义未能加以充分分析，认识不深。因此，加强该控矿构造的研究，明确按照火山次火山机构及双环构造带为控矿主因的思路，进行深入分析，对于指明该区今后的找矿方向，争取获得重大突破，具有重大的现实意义。

0.2 金矿床国内外研究现状、发展水平和趋势

金矿床类型的划分，是矿床研究中的主要课题之一。我国对金矿分类方法的研究，近年提出的论述较多，矿床分类的目的在于应用，便于有效的指导矿床勘查和评价。

世界上大型和超大型内生金矿床与构造关系密切[1]-[7]。92%的矿床的矿石和金赋存在不同类型的裂隙断裂中；其余 8%的矿床的矿石呈浸染状而赋存在爆破角砾岩筒和火山口中以及小侵入岩株中，有时还赋存在含碳页岩和被容矿断裂破坏的某些碳酸盐岩层中[8]。按构造分类可以划分为 6 类：与含矿断裂有关的矿床；与众多延伸稳定的含矿雁行断裂系统有关的矿床；延伸稳定且互相靠近的断裂系中的矿床；与相交的含矿裂隙有关的矿床；与小岩株、岩墙和爆破角砾岩岩体、火山口有空间联系的矿床；与花岗岩类岩体构造变形

复杂接触带的裂隙有关的矿床。

我国对金矿找矿研究主要有：

(1) 与赋存于基性火山岩系和部分沉积岩系中的金矿床的研究：以河北金厂峪金矿和河南小秦岭金矿为例。其中小秦岭金矿床成因属典型的中低温岩浆热液型金矿床，该类矿床的构造格局由南北两侧区域性断裂及断裂所围限的小秦岭复合褶皱所组成，褶皱主轴及其附近是含金石英脉特别集中的场合[9-10]。金厂峪金矿则是太古代斜长角闪岩中的韧性剪切带型金矿床，该矿床的主要控矿构造为区内韧性剪切带，不少学者已经认识到区内韧性剪切带的存在与矿区金矿化有着密切的关系，并对此关系进行了深入研究，对深部找矿指明了方向，并取得了较好的成绩[11-14]。

(2) 与岩体接触构造带有关的金矿床的研究：以黑龙江争光岩金矿床为例。该金矿床控岩构造为北东、北西向断裂交汇部位和争光向斜轴部张性空间。控矿构造主要是接触构造。此金矿的控矿构造与围岩蚀变在空间上控制了矿带和矿体的分布及矿化强度和规模[15]。争光矿区的控矿规律，对本区及毗邻地区寻找类似矿床具有重要指导意义。

(3) 与张扭性断裂构造有关的金矿床的研究：以湖南双峰金矿带为例。该金矿是湖南省重要的金成矿带之一，该带沿紫云山花岗岩体西侧呈南北向展布。近南北向的金坑冲构造形迹及与其具成生关系的北东走向的张扭性断裂，为导矿和容矿的良好构造。目前已发现的金矿亦呈南北向展布，有包金山、青家湾、南冲、朱家冲、泉水等[16-18]。通过人们近些年的研究调查，认为加强该区成矿规律及控矿因素研究，对湖南省黄金资源的勘探和开发具有重要意义。

(4) 与受地层、构造及岩浆活动共同控制有关的金矿床的研究：以甘肃省文县阳山金矿床为例。构造是该金矿最主要的控矿因素，控制了岩浆活动、成矿流体运移、矿体定位及形态产状和围岩蚀变的分布。安昌河—观音坝断裂及其次级断裂为矿区最主要的控矿断裂。经过勘查研究，发现在三组次级断裂中 NEE 向为其断裂主体部分[19-23]。此外，葛条湾－草坪梁复背斜枢纽与主断裂走向近于一致，其对成矿作用也较为明显，与之前的断裂构造联合构成一断裂－复背斜构造复合控矿模式，也成为该金矿床下一步找矿工作的重点。

(5) 与受火山机构体系控制有关的金矿床的研究：以位于新疆天山西段，科古琴山南侧的阿希金矿床为例。阿希金矿产于下石炭统大哈拉军山组，第五岩性段构成的古火山机构西南缘，属中—低温火山期后热液型金矿床。经勘查，主矿体分布于古火山机构管道相与喷溢相的英安质角砾熔岩和英安岩的接触部位。该古火山机构对金矿床的生成、发展、导矿与容矿构造起着重要的影响作用，是成矿的地质前提[24-26]。明确此金矿受火山机构体系控制的构造成因，对阿希金矿下一步找矿方向的指出具有重大的意义。

0.3 前人研究中存在的问题

近20年来，已经有许多科研院所与地质部门在乌拉嘎金矿多次进行过成矿预测工作，但均未取得找矿的突破，没有达到为矿山增加储量的目的。究其原因，主要包括以下几个方面：

（1）从乌拉嘎金矿正式开采至今，发现的矿体98%都赋存于花岗斑岩或花岗闪长斑岩之中，对此部分研究者认为本区是"斑岩成矿"，如1975年黑龙江省冶金地质勘探公司704队经过勘查认为乌拉嘎金矿成因与次火山岩—花岗斑岩有关，属于斑岩型金矿，此后的吴尚全（1984）等人也持此观点[27]。因而，一直以来，人们把围绕斑岩找矿做为在该区找矿工作的重要指导方向。

（2）在上世纪90年代，部分研究者提出了热泉型[28]（任启江等，1991）、低温热液裂隙充填型（王世称等，1992）[29]等观点。认为花岗斑岩在形成时期上与成矿热液不同，矿化体之所以主要赋存于斑岩体内，是因为乌拉嘎金矿容矿构造是由热泉爆发作用形成的水热角砾岩，其形成时的压力释放形式是碎裂，从而主要发育在脆性的斑岩体中。

（3）自1992年起，人们普遍认识到乌拉嘎金矿床属于浅成-超浅成低温热液裂隙充填交代型金矿床，但遗憾的是，在找矿勘查工作中并没有真正按照浅成低温热液裂隙充填交代型金矿床的成矿模式指导找矿和勘查。

（4）对控矿构造规律认识不足，在矿区范围内，以葡萄沟岩体为中心，与其南部的团结沟花岗斑岩、四周多个小斑岩体和英安岩体共同构成了一个火山次火山机构体系，其作为一个整体对乌拉嘎金矿的成矿和控矿的影响少有人涉及。

（5）前人钻孔资料表明，矿区东北部和西部均存在明显的成矿热液活动，局部地段甚至已经发现矿化体，在空间上，这些矿化位于区内火山次火山机构体系中双环构造带的内外环带附近。然而，人们对这一信息所隐含的意义未能加以充分分析，认识不深。

因此，弄清乌拉嘎金矿床的成因，深入分析和总结其控矿规律，是划分区内找矿有利靶区的关键。

0.4 研究思路与方法

本次乌拉嘎金矿探矿预测研究的主要思路是以地质调查为基础，以火山次火山机构控矿为出发点，以稀土配分模型比较为手段，结合已有的地质、物探、钻探资料，确定乌拉嘎金矿的控矿规律、矿床成因，进而指出该矿田今后的找矿和方向。

研究的主要方法为：

(1) 利用已经开拓的东西坑断面，查明乌拉嘎断陷、乌拉嘎断裂、中生界与元古界不整合面、花岗斑岩、英安岩等因素对乌拉嘎金矿矿化带的控制作用，对矿体的规模、产状及矿化特征的影响，确定本区构造控矿规律。

(2) 通过不同勘探剖面矿化分布特点总结、矿石结构构造查定，弄清已有矿化富集规律。

(3) 根据前人物探磁法调查成果，推测深部断裂构造的分布及相互关系。

(4) 通过不同地质体稀土配分模型对比，结合同位素和包体测温资料，确定乌拉嘎金矿床的成因。

(5) 通过资料综合分析，建立乌拉嘎金矿的成矿地质模型，指出今后找矿方向。

0.5 位置、交通和地理环境概况

0.5.1 位置、交通

乌拉嘎矿区位于黑龙江省嘉荫县，属乌拉嘎镇管辖，面积约 5km^2，拐点坐标为：

1. 5362000 22593000 130°15′20″ 48°23′3″
2. 5361000 22593000 130°15′20″ 48°22′30″
3. 5362000 22595000 130°16′57″ 48°23′2″
4. 5561000 22596000 130°17′45″ 48°22′29″
5. 5364000 22596000 130°17′47″ 48°24′6″
6. 5364000 22595000 130°16′59″ 48°24′6″

矿区至伊春市新青区新青火车站 70km，有公路相通；新青区有铁路、公路可达伊春、鹤岗、佳木斯等地，交通方便 (图 0-1)。

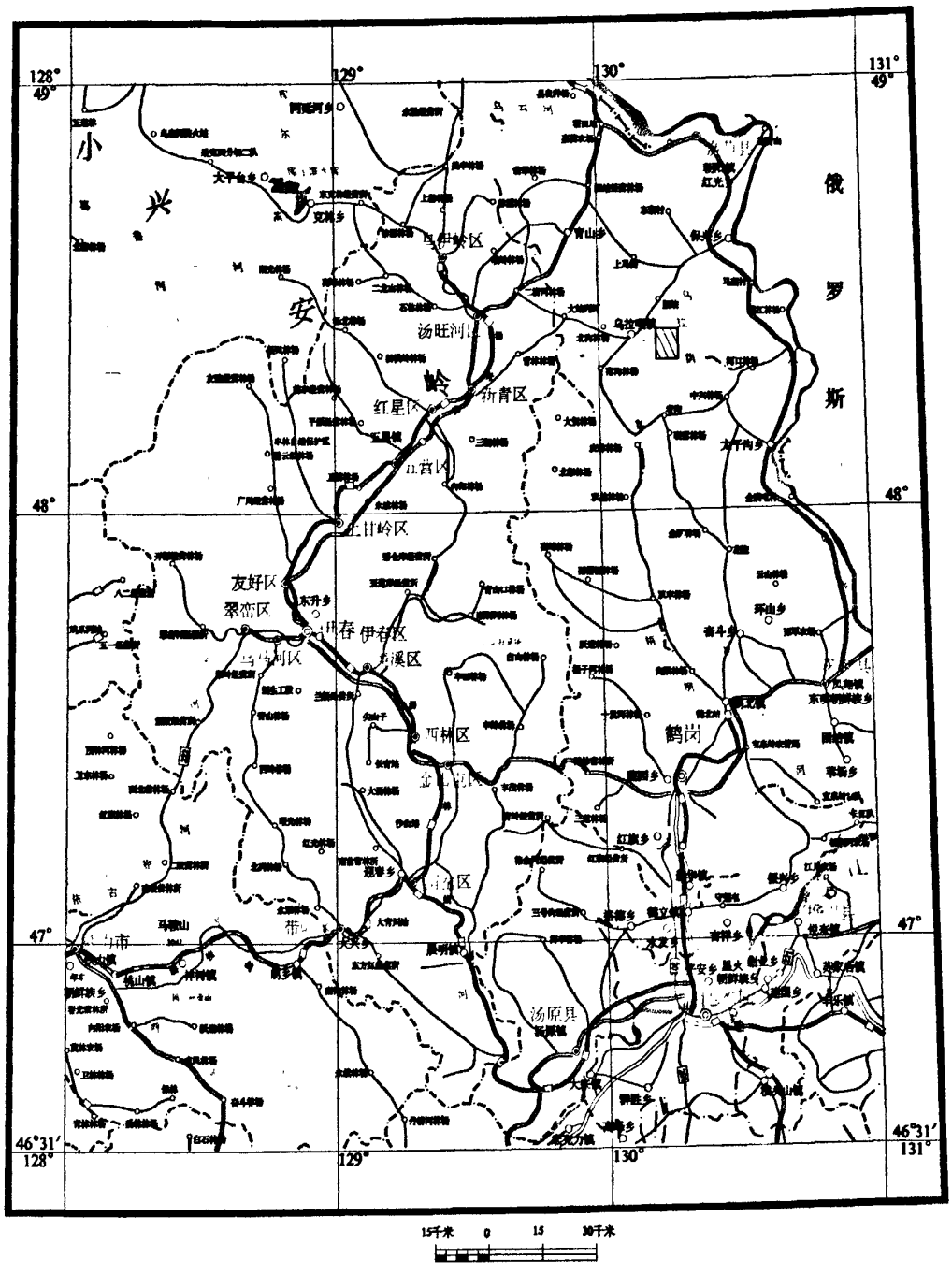


图 0-1 乌拉嘎金矿交通位置图

0.5.2 地理环境概况

乌拉嘎矿区位于小兴安岭山脉东段北坡，黑龙江水系乌拉嘎河中游一带。区内山势低缓，海拔标高最高489.00m，最低为乌拉嘎河河谷约150m，相对比高339m，属中低山地形。区内植被发育，地表覆盖厚度多在2～4m，沟谷地段可达5～20m以上。

矿区属大陆性季风气候，冬长夏短，每年九月至次年六月为霜冻期，无霜期仅3个月。7、8月份多雨，年平均降水量为589.2毫米。

区内居民较少，森林茂密，矿产、林业资源丰富，经济主要以林业和矿业为主。乌拉嘎金矿是黑龙江省主要金矿产地之一，区内居民主要从事采矿业，农业、林业次之。农作物以玉米、大豆、小麦为主。

0.6 完成主要工作量

完成的主要工作量见表2。

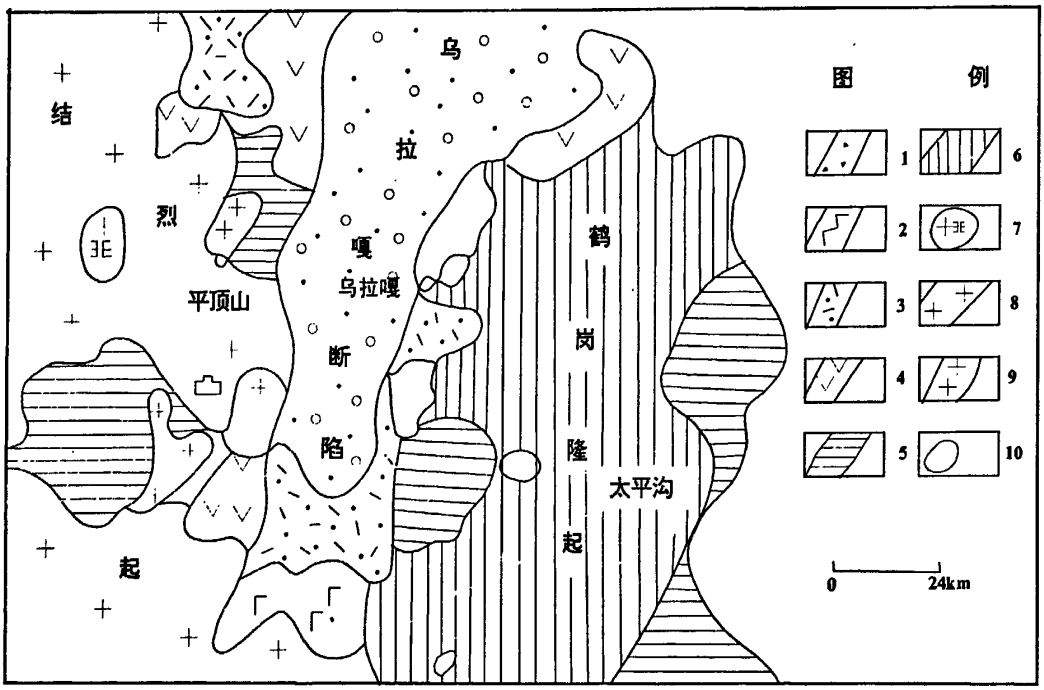
表2 完成的主要实物工作量

工种	工作性质	工 作 目 的	工作量
地质	地质踏勘	了解区内地质构造规律	50千米路线踏勘
	地质标本	分析矿化蚀变特点	55件
	制作光薄片	查清矿物成分、蚀变特点	100片
化探	参与已知矿区原生晕测量	分析各类指标异常与已知矿体的空间对应关系，建立模型	84件，分析烃类和微量元素等17项指标
	参与1：10000土壤测量	查明异常分布规律，圈定矿化有利地段	累计剖面长64.2千米，取样2525件。
	稀土分析	查明矿床成因，指导找矿方向	27件
	制图	查明异常分布规律	36张
		进行成矿预测	1张

第一章　区域地质概况

1.1 区域地质背景

该区位于天山—兴蒙华力西褶皱带东段，吉黑地槽系内的佳木斯地块北端。佳木斯地块北与俄罗斯境内的布列亚地块相接，东、南和西三面则以牡汤、敦密和当同三条大断裂为边界。佳木斯地块北段被北北东向乌拉嘎深大断裂划分为三个次级构造单元，由东向西依次是鹤岗隆起、乌拉嘎断陷、结烈凸起[30-33]。十三站金矿区位于鹤岗凸起的西缘，乌拉嘎断裂与马连站复背斜的交汇部位[34]（图 1-1）。



1.第三系上统孙吴组；2.第三系下统大罗密玄武岩；3.白垩系上统嫩江组；4.白垩系下统宁远村组;5.太古界兴东群；6.元古界韧性变形岩石；7.燕山期花岗岩石；8.印支期花岗岩；9.晚太古代混合花岗岩；10.元古代超基性岩

图 1-1 嘉荫-萝北地区区域地质略图

1.2 区域地层

见附大图 1-2 区域地质图。

1.2.1 太古界

上太古界兴东群构成佳木斯隆起带最古老的陆核，是一套高级变质沉积岩系和 TTG 岩系。岩石类型主要为黑云角闪斜长片麻岩、二云石英片岩、斜长角闪岩、大理岩，原岩主要为粘土质、半粘土质岩石和碳酸盐岩，局部夹有少量基性火山岩，相当于稳定大陆边

1.2.2 元古界

黑龙江群分布于鹤岗隆起区，原岩主要是基性火山岩、中酸性火山碎屑岩、粘土质和半粘土质岩石，相当于大陆边缘或裂陷构造环境。变质作用以低绿片岩相为主，局部出现蓝闪绿片岩相，属区域低温动力变质作用。兴东群和黑龙江群构成了区域基底地层，呈东西向分布。

1.2.3 中生界

中生界主要分布于乌拉嘎断陷的边缘地带，由三叠系和白垩系组成。白垩系沉积于内陆拗陷盆地和内陆火山—陆相碎屑含煤盆地。下白垩统宁远村组岩性主要为中酸性火山岩、火山碎屑岩夹砾岩和砂砾岩；下白垩统淘淇河组由砾岩、砂砾岩、砂岩、粉砂岩及泥岩组成，下部夹有透镜状薄煤层，上部夹油页岩，中部见有薄层石膏。

1.2.4 新生界

第三系分布于乌拉嘎断陷盆地内，包括中—上新统孙吴组及沿黑龙江断陷盆地分布的金山组。前者主要为一套砂砾岩及细砂岩和泥岩，是以河流相为主的河湖沉积物；后者为一套松散与弱胶结的河流冲积层，冲积层下段为由细砂岩、砂岩、含砾砂岩和砾岩构成的砂砾层，上段为粘土层。

第四系为现代河流冲积物和阶地堆积物，岩性自下而上为：含砂砾碎石、砂砾层、含粘土砂砾层、含砂砾粘土层、粘土层；上部全新统为松散砂砾及黑色腐植土层，冲积层中含砂金[35-38]。

1.3 区域构造

由于新老构造并存，区域后期构造继承改造前期构造的特征十分明显，因此构造形态错综复杂，线性与环性构造均较发育（见附大图 1-2）。

1.3.1 区域线性构造

区域线性构造形成时间顺序为：东西向→南北向→北东向→北西向→北北东向[19]。

①东西向线性构造是本区的基底构造，主要发育在鹤岗凸起区，形成于元古代末期，在中、新生代强烈复活，表现为张性特征，控制着中、新生代火山盆地及新生代沉积盆地

的分布。

②南北向线性构造主要发育在鹤岗凸起区及不同构造单元的接触带，规模大，活动时间长，也是一基底构造，对本区构造演化起重要作用。

③早期北东向压性线性构造形成于元古代末期—早古生代早期，为挤压性质的断裂。

④北东和北西向扭性线性构造活动时间较长，与早期东西向基底线性构造和南北向压性构造相伴而生，中、新生代又强烈活动，控制着现今主要河谷的走向。

⑤北北东向线性构造主要发育在结烈凸起和乌拉嘎断陷区，形成于侏罗纪，延续活动至新生代，是燕山期活动的产物。该线性构造表现为压性——压扭性构造挤压带、构造劈理带，控制了燕山期小岩体的侵入和中新生代盆地的分布。

东西向线性构造是中、新生代复活的老 EW 向构造，控制着中、新生代火山盆地和新生代沉积盆地的分布，多数受到后期线性构造的切割、破坏，在走向上呈断续分布。EW 向线性构造在区内自北向南分为三个带，带与带之间的间距约为 15-20km，从北至南依次为福民屯－黄鱼线性构造带、永胜线性构造带、美丰林场线性构造带。南部的美丰林场线性构造带距平顶山—乌拉嘎线性构造带大约有 35km。

福民屯－黄鱼线性构造带：在区内沿宝山—福民—黄鱼一线展布，出露长度不大，在区内西起宝山东至黄鱼断续分布，在该断裂以北基本上是第三系孙吴组地层，南部为白垩系美丰组火山岩。宝山铜矿化点就位于此构造带中。

永胜线性构造带：在区内沿阿廷河—永胜一带分布。在永胜东部控制了河谷的走向，在遥感影像上反映为张性断裂特点，在西部构造不明显表现为隐伏断裂特征。

美丰林场线性构造带：沿垮子河—美丰林场—翁泉河一线展布。在遥感影像上表现为极为明显的折线状色调界面，反映出张性断裂特点。在富强火山岩盆地中该线性构造以南侏罗系美丰组下段以基性火山岩为主，以北美丰组上段以中酸性火山岩为主。

平顶山—乌拉嘎线性构造带：长期活动的韧性—脆性断裂带，在结列隆起、乌拉嘎坳陷和鹤岗隆起上断续展布，表现为隐伏断裂特征，在西段平顶山和采金小屋金矿即位于该隐伏断裂带上。在东段该线性构造为乌拉嘎金矿的导矿断裂。该断裂早期具有韧性变形的特点，为一走向 290°左右，倾向南的压性逆冲断层，后期该断裂进一步活动，表现为张性断裂特点。

1.3.2 区域环状构造

区域内重要的环状构造为乌拉嘎—马连站环状构造，位于嘉荫县东南部太平沟隆起北缘的乌拉嘎－马连站一带，呈一轴向北东的椭圆形隆起区，面积约 400Km^2，主体由北东向展布的黑龙江群下亚群组成，处在北东向小马连站复背斜的核部，边界被弧形和线性断裂圈闭。东南界为大马连站河弧形断裂，西南界为解放沟北西向断裂，北西界为乌拉嘎河北东向断裂，北界为十三站－十里河断裂。这一环状构造的边缘控制着中燕山晚期花岗斑

岩侵入体和岩金矿床及砂金矿床的分布，是重要的控岩控矿构造。

围绕环状构造呈环形分布的燕山早期侵入体有：乌拉嘎斑岩体、葡萄沟斑岩体、十三站斑岩体、柳树河斑岩体等。金矿床（点）与这些斑岩或脉岩群密切相关，沿环形构造呈环形分布的金矿床（点）有乌拉嘎金矿床、葡萄沟口金矿化点、十三站金矿、柳树河金矿点、大马连站金矿点、大马连站河中游金矿化点和大马连站河上游金矿化点。此外，砂金矿床亦沿该环状构造边缘呈环状分布。

1.4 岩浆岩

区内岩浆岩分布广泛，以中、深成花岗岩类为主，呈岩基、岩株状产出，其次为各类小侵入体和脉岩，并见有混合花岗岩和超基性岩体。岩浆侵入时代主要为元古代、早古生代加里东期、中生代印支期和燕山期。

元古代花岗岩分布于萝北和汤旺河地区，与前寒武纪变质岩系密切伴生，多为片麻状巨斑花岗岩和片麻状花岗岩，局部为均质混合岩和斑状混合岩，与兴东群呈侵入接触关系。元古代超基性岩体主要分布于黑龙江群下段，多为透镜状成群出现，长轴方向与围岩片理产状一致。

加里东期花岗岩主要分布于伊春—延寿一带，有三期侵入活动：第一期侵入岩相当于原海西晚期第一期侵入的巨斑、碎裂、混染花岗岩；第二期侵入岩相当于原海西晚期的碎裂、混染花岗闪长岩、花岗闪长岩；第三期斑状二长花岗岩相当于原海西晚期部分花岗岩。

印支期岩浆活动强烈，在伊春—延寿一带分布最广，多呈岩基产出，近南北向展布，以中酸性—酸性和碱性花岗岩为主。分为三期侵入：第一期形成二长花岗岩，如白桦岩体、东风岩体等；第二期形成钾长花岗岩，如柳树河子岩体，呈巨型岩基状产出；第三期为碱长花岗岩，呈小岩株产出，分布较广，空间上呈北东向展布，以清水岩体为代表。

燕山期侵入体主要是一些零星出露的浅成—超浅成花岗质岩体，多分布于乌拉嘎断陷盆地的两侧和结烈凸起范围内，受北北东向断裂控制。燕山期的岩浆活动可划分为早期和中期，燕山早期花岗岩在区内不发育；燕山中期花岗岩遍布全区，岩浆活动受断裂控制明显，多形成小型岩体，以浅成—超浅成中酸性、酸性岩类为主，中性岩类次之，可进一步分为晚侏罗世和早白垩世两期，该期岩浆岩的侵入次序为：闪长岩—花岗闪长岩、花岗闪长斑岩、正长斑岩、闪长玢岩、辉绿玢岩。

1.5 区域地球化学异常

2007年中国人民武装警察部队黄金第一总队在十三站矿区完成1：5万水系沉积物测量，其中在本次调查区周围发现了Au-20号异常，该异常面积约2.3Km^2，分带明显，具明显浓集中心，分布于英安岩与白垩系砂砾岩、泥岩接触带。

1.6 区域矿产地质特征

区域矿产以金矿为主，构成黑龙江省最重要的金矿化集中区。第四系砂金以冲积型为主，主要分布于乌拉嘎河上游、嘉荫河中下游及其支沟等。十三站附近的砂金矿集中于乌拉嘎、葡萄沟、乌拉嘎河及北沟、南沟等地。第三系砾岩金矿主要分布在乌拉嘎断陷内。岩金矿有乌拉嘎大型金矿床、平顶山中型矿床及杜家河、马连、太平沟、连珠山等小型金矿床（点），岩金矿具有多期、多阶段、多成因的特点。

第二章 矿区地质与矿床地质特征

2.1 矿区地质特征

矿区地质特征概况见附大图 2-1 平面地质图。

2.1.1 地层

矿区内出露地层较为简单，主要有：

（一）中元古界黑龙江群湖南营组（Pt_1h）

分布在矿区西部，主要由斜长绿帘角闪片岩、斜长角闪片岩、白云钠长片岩、变粒岩等组成。地层总体走向近南北，岩石挠曲较发育，沿片理或构造破碎带分布有石英脉，其围岩具硅化、高岭土化、黄铁矿化、绿泥石化、碳酸盐化、绢云母化等矿化蚀变，与金矿化关系密切。靠近花岗斑岩接触带部位有较好的矿化显示。

（二）中元古界黑龙江群山嘴子组（Pt_1s）

分布在矿区东部及东南部，面积较小，主要由白云石英片岩及白云钠长片岩、长石二云片岩等组成。岩石挠曲显著，沿片理或构造破碎带分布石英脉，围岩具硅化、黄铁矿化、绿泥石化、碳酸盐化、绢云母化等矿化蚀变，与金矿化关系密切。

（三）中生界上侏罗统宁远村组（J_3n）

主要分布在矿区的东部，其次在矿区的南部和西部也有零星分布，主要由砂砾岩、泥岩、粉砂岩组成，与中元古界黑龙江群为不整合接触。

（四）第四系（Q_4）

分布于现代河谷及一、二级阶地，由松散砂砾层组成。

2.1.2 构造

乌拉嘎断陷是矿区内最大的构造带，系牡丹江深大断裂的北延部分，向东北延入俄罗斯境内，具多期活动特征，是控制岩体侵位的主要构造。该断裂走向北北东，倾向西，倾角大于 70°。

矿区位于乌拉嘎断陷东侧，矿区内发育北北东——北东、北北西——北西和近南北向三组断裂构造，其中以北东和北西向构造最为发育，北东向早于北西向。

2.1.3 岩浆活动

矿区内燕山早期中酸性浅成—超浅成花岗闪长斑岩、英安岩呈岩株状、脉状、岩枝状，沿乌拉嘎断裂次级构造侵入到下元古界结晶片岩、中生界宁远村组（J_3n）火山碎屑岩中。

2.1.4 围岩蚀变

矿体围岩为白云石英片岩及白云钠长片岩，灰色、灰绿色，粒状鳞片变晶结构，片状构造，主要矿物成分为云母、钠长石、石英等。近矿围岩可见较强的硅化、绿泥石化、碳酸盐化、高岭土化，为本区寻找金矿的主要标志[陶]。

2.2 矿床地质特征

区内金矿（化）体主要受次火山岩上部的隐爆角砾岩带控制，在外接触带仅有少量矿体分布，且规模小，出露相对集中。沿走向方向，主要均匀地赋存于花岗斑岩膨大的部位；沿倾斜方向，主要赋存于花岗斑岩的头部分枝处，即两个岩枝的下部汇合处。至目前为止，乌拉嘎矿床共发现矿（化）体 76 条。107 线以东主要矿体赋存在 50 ~ 248m 标高，矿体出露于地表；以西主要赋存在 0 ~160m 标高，为隐伏矿体，矿体至地表平均深 80~100m。

矿体多呈脉状—似脉状、扁豆状、蝌蚪状。主矿体在走向和倾向常有分枝。出露地表的矿体在横剖面上多呈上宽下窄的漏斗状；隐伏矿体多上中部厚大，下端多有分枝。矿体走向 250°～288°，在 121 线以西，走向转为 250°，总体倾向北东，多数在 20°~ 26°左右，矿带以 7°向北西侧伏。

矿体大小、规模相差悬殊。最大的 1 号矿体赋存在 139-120 线间，矿体长 1550m，最大厚度 133.32m，平均厚度 46m，最大延深 450m，赋存标高多在 0 ~ 248m，其资源量占总资源量的 96.7% 。矿体的平均品位在走向上中间较高，向两端降低，到端点后又升高，一般在 3 ~10g/t 范围内变化。

2.2.1 矿石类型及组构特征

原生矿石的主要类型有：(1)含金偏硅胶玉髓状石英——黄铁矿型矿石，主要金属矿物黄铁矿、自然金、有少量的白铁矿、黄铜矿、方铅矿和辰砂等；脉石矿物主要为方解石、白云石。(2)碳酸盐—黄铁矿型，金属矿物有大量的黄铁矿及少量的白铁矿、辉锑矿、黄铜矿、方铅矿；脉石矿物主要为方解石、白云石等。自然金主要以包裹物状态赋存于金属硫化物中。(3)含金偏硅胶玉髓状石英—胶黄铁矿、辉锑矿型矿石，金属矿物以胶黄铁矿为主，辉锑矿含量增多，有少量的白铁矿、辰砂、雌黄、雄黄等；脉石矿物主要为方解石、白云石、玉髓状石英。氧化矿石主要为褐铁矿型矿石，为氧化带中具有的矿石类型。

2.2.2 矿物特征

2.2.2.1 主要矿物特征

(1)自然金：金黄色，呈细粒、显微细粒，显微细脉分散浸染于矿石的黄铁矿及玉髓质石英中，其中在玉髓质石英中占 67.8%，黄铁矿、白铁矿和褐铁矿中占 32.2%。自然金的形态以角砾状为主，占 47.1%。此外尚成浑圆粒状、片状、针状、树叉状、相对含量分别为 21.2%、19.4%、6.3%、6.1%。

自然金的成色，在硫化矿中为 64.2%，在氧化矿中为 82.8%，砂金矿的成色高至 90

%以上。

(2)黄铁矿：按结晶程度可以分立方体和五角十二面体，半自形、他形粒状和胶状，多呈网脉状，脉状、星散浸染状分布于岩矿石及其裂隙中。脉宽1～2厘米，细者1毫米或更细，呈浸染状者粒径0.02～2毫米左右。

黄铁矿生成世代为胶状黄铁矿—显微粒状黄铁矿（粒径0.01 ～ 0.02毫米）—显晶粒状黄铁矿。对黄铁矿进行单矿物分析结果表明，金、银在不同晶形的黄铁矿中含量不等，而金的含量均大于银含量。

(3)辉锑矿:呈针状、束状、放射状集合体或单矿物分布，不均匀分布于矿床的西部。。

(4)偏胶体玉髓状石英:灰白色，主要分布于花岗斑岩的角砾岩带中，呈不规则的脉状、网脉状、团块状，脉宽大者10～20公分，小者1毫米。。

(5)显微柱状石英:粒径0.1～0.02毫米，集合体交织成席状，多呈胶结物胶结岩石的角砾，在局部地段可见玉髓状石英呈角砾状态出现。

(6)胶状蛋白石:多沉淀晶洞构造中，部分沿柱状石英逐渐沉淀而成，有时形成胶状同心环带结构

(7)方解石和白云石:多以细脉状产出。并常见穿插蛋白石角砾现象，为硅化活动的末期产物。

2.2.2.2 金的赋存状态

矿床中自然金粒度较大，—般在0.1毫米，96.7%的自然金分布在+0.074毫米诸级别中。

2.2.3 围岩蚀变特征

2.2.3.1 成矿期的围岩蚀变特征

(1)硅化：主要发育于花岗斑岩与片岩接触带岩体上部附近的张性或张扭性构造角砾岩带内，并受其严格控制。硅化分为三期：

①早期硅化，以白色——灰色石英为主；

②中期硅化，以灰色——暗灰色玉髓状石英为主，常含较多的冰长石和粉末状或胶状黄铁矿，呈不规则脉状、网脉状沿岩石裂隙分布，或胶结岩石角砾。硅化带宽度不一，宽度10cm至1mm或更小，脉体与角砾一般具有明显界线；

③晚期硅化，以灰色——灰白色玉髓状石英为主，冰长石次之，有时还与胶状碳酸盐组成混合脉。

(2)黄铁矿化：由黄铁矿和少量白铁矿组成，在空间分布上与硅化范围基本重叠。黄铁矿呈网脉状、细脉状或星散浸染状，充填、浸染于岩石中或角砾间隙中。黄铁矿化可分为三期：

①早期黄铁矿化，比早期硅化稍晚，而早于中期硅化，它常充填于335°-340°的张扭性构造裂隙中；

②中期黄铁矿化，粉末状、胶状黄铁矿发育较广泛，多与矿体重合，黄铁矿中的金含量最高，与中期硅化同时产出；

③晚期黄铁矿化，黄铁矿与晚期石英——碳酸盐脉同时产出。

(3)碳酸盐化：主要表现为胶状——雏晶状碳酸盐，它往往与晚期硅化的硅质伴生，呈硅质碳酸盐脉，有时也与晚期黄铁矿一起出现。

上述硅化、黄铁矿化、碳酸盐化脉体本身就含有成矿元素，三种蚀变岩石本身多为矿体的组成部分。这些含矿热液脉体形成温度较低（90℃～230℃），当它们充填、胶结构造角砾岩或充填构造裂隙时，对原岩的影响不大，例如，围岩中最易发生变化的暗色矿物黑云母只出现褪色，甚至有的黑云母仍呈新鲜状态。这些热液蚀变产物的空间分布表现出明显的线性特征，系受成矿构造控制之故。

矿化蚀变带中，含钾矿物从早期到晚期都比较发育。这种特点在岩石化学成分上表现得更为明显。对矿体附近围岩的化学成分数据进行统计表明，K_2O 平均含量高达 5.04%，为含矿花岗斑岩 K_2O 平均含量的 1.59 倍。钾化的空间分布与矿体基本吻合，因此，这种化学特征在寻找此类矿体时，可能具有一定的意义。

2.2.3.2 成矿前的围岩蚀变特征

在矿化蚀变作用之前，花岗斑岩亦遭受过一定程度的蚀变，是属于潜火山期后的热液蚀变作用，其特点是波及面广，总的蚀变强度较低。

蚀变作用的具体表现就是在这一地区广泛发育着碱性交代，即钾化。表现为碱性长石（主要为透长石）交代花岗岩的基质，生成了表面干净、具有卡氏双晶、粒度为 0.1～0.5mm 的交代斑晶。

在高中温热液阶段，发生了绿帘石化和绿泥石化，使整个岩体中的角闪石全部变为绢云母-白云母，并析出大量的铁质。此外，还生成了绿帘石、磷灰石、锆石等副矿物，黑云母一般无变化。

在中温阶段，绢云母化较发育，主要是绢云母和碳酸盐交代斜长石斑晶，黑云母斑晶部分为绢云母、绿泥石、碳酸盐等所交代，表现的是高岭土化。

总之，这些蚀变一般均较弱，原岩的结构构造保持完整，蚀变范围由大到小依次为：绿帘石化—高岭土化—钾化—硅化。

第三章　矿床成因与控矿因素分析

3.1 矿床成因

自从发现了乌拉嘎金矿床以后，曾有较多的科研部门对其成因进行过研究，做了大量的工作。综合起来，目前对关于矿床的成因主要有三种观点，分别为：斑岩或次火山岩型（姜信顺，1982；吴尚全，1984；李成范，1986）、热泉型（任启江等，1991）、低温热液裂隙充填型（王世称等，1992）。

3.1.1 硫同位素特征

据吉林省冶金地质勘探公司中心研究室1975年对金矿化蚀变矿物中流体包裹体硫同位素测定结果表明，其δS34值在0.2~4.9‰，硫同位素组成和变化范围均具有接近陨石硫的特点；而据霍亮（2007）[20]对王义文（1990）[21]、吴尚全（1984）[22]、杨天奇（1992）[23]等人64件硫同位素数据进行统计后发现（见图3-1），乌拉嘎金矿的硫同位素变化范围较宽，δS34值变化于13.0～-33‰，其中主体变化介于3.0～-13‰。与其他天然物质的硫同位素比较后（见图3-2）认为，其含矿热液流体的主体为深部来源，部分叠加地表降水生物硫。

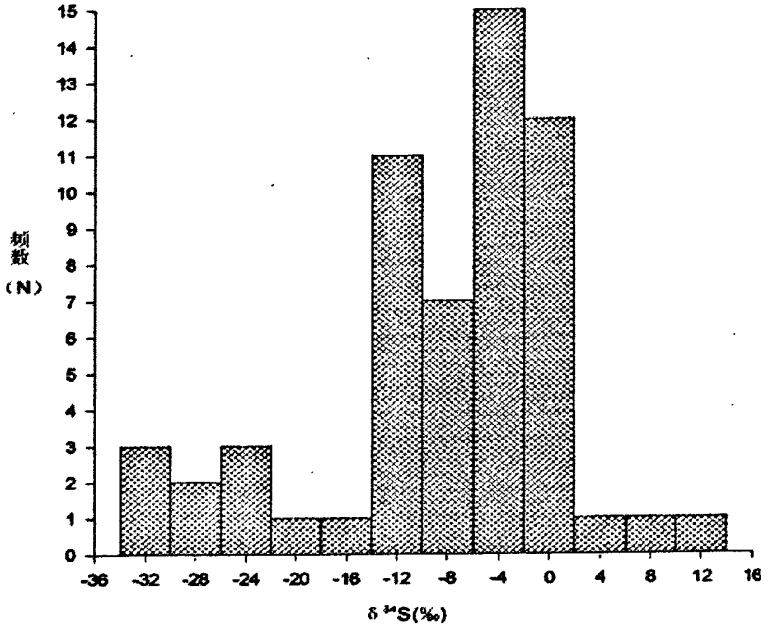


图3-1 乌拉嘎金矿硫同位素直方图（据霍亮，2007）

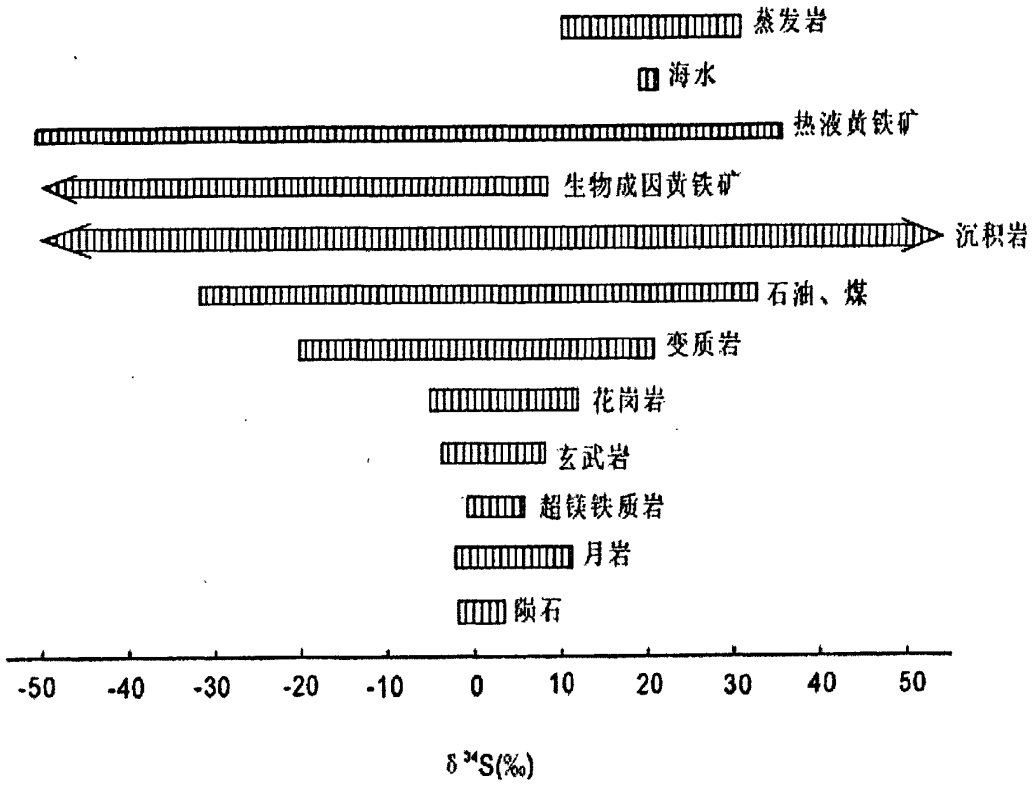


图 3-2 天然物质中硫同位素组成图（魏菊英，王关玉等，1988）

3.1.2 氢、氧同位素特征

通常认为，由岩浆水演化形成的δD值一般大于-70‰（Taylor,1974；张理刚，1985）[24]。

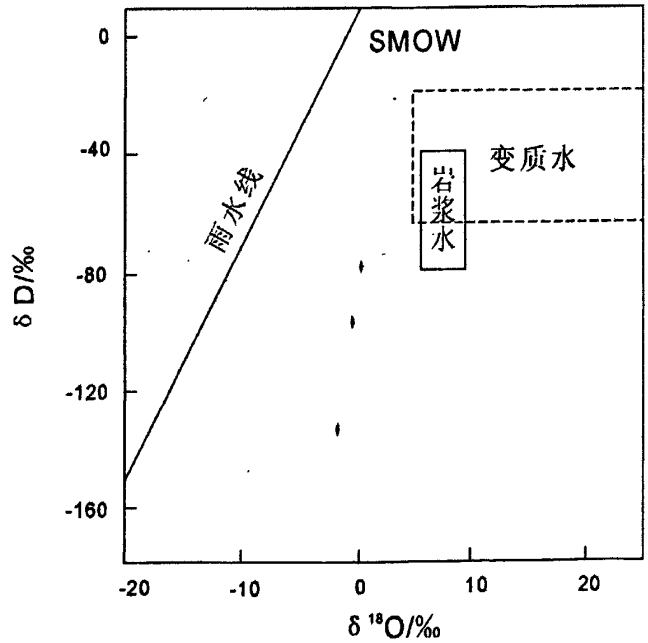


图3-3 乌拉嘎矿区成矿流体氢、氧同位素的组成（底图据Ray,2000）

据霍亮（2007）δD值平均达-100‰左右（表3-2），乌拉嘎金矿成矿流体δ18O水值在-2.73‰～5.81‰，由表3-1可知，主要属于大气水的范畴。在δD‰～δ18O‰的图解上（图

3-3，表3-2），投影点落在岩浆水与变质水的外侧，显示出成矿流体由大气降水演化而来。

表 3-1 不同来源流体氢氧同位素变化范围一览表

类型	δD(‰)(SMOW)	$\delta_{18}O$(‰)(SMOW)	资料来源
雨水	-160～-40	-17～5	Freazo,1984
海水	-20～10	-2～3	
原生水	-35～-5	-3～6	
变质水	-120～-20	4～25	
原生岩浆水	-100～-30	6～9	
混合岩浆水	-90～-40	5.0～10.5	

3.1.3 包体测温特征

据吉林省冶金地质勘探公司中心研究室的研究资料，区内黄铁矿、玉髓状石英包体测温为90～100度；据霍亮研究，对64个玉髓石英包裹体采用国际先进的测试仪器Linksm THMS-600型冷热台进行均一温度测温后发现，流体包裹体成矿均一温度在152.2～329.6℃范围中变化，其中主要集中在150～220℃区间内[20]，属于浅成低温热液矿床。这表明乌拉嘎金矿床具典型的浅成低温成矿特征。

表 3-2 乌拉嘎金矿区氢、氧同位素组成

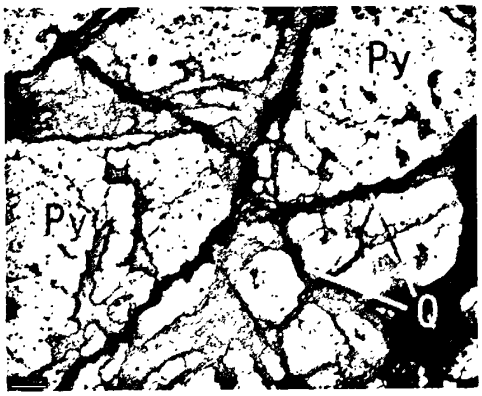
矿物	δ18O矿物 ‰	计算温度（℃）	δ18O水 ‰	δD水 ‰	资料来源
石英II	15.19	250	0.19	-78.25	杨天奇等，1992
玉髓状石英II	12.72	200	-1.88	-132.64	
石英II	14	200	-0.6	-96.45	
黄铁绢云岩中石英	14.6	300	5.81		吴尚全，1984
玉髓状石英II	11.6	250	0.31		
玉髓状石英II	10.5	250	-0.79		
玉髓状石英II	11.2	250	0.09		
玉髓状石英II	12.5	250	1.21		
玉髓状石英II	12.3	200	-2.33		
玉髓状石英II	13.6	200	-1.03		
玉髓状石英II	11.9	200	-2.73		
玉髓状石英II	14.0	200	-0.33		
岩金				-84.7	
铁白云石				-94.1	
砂金				-97.5	

3.1.4 矿化、矿物结构、围岩蚀变特征

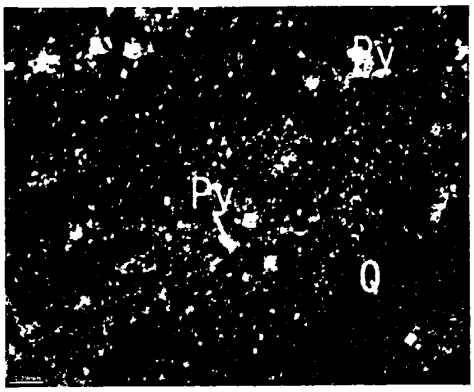
对矿体和矿石观察后发现，区内矿化不均匀，矿体边界不清，矿石的成分、矿物组合和围岩蚀变等均表现为以低温的石英、黄铁矿、辉锑矿、方解石、白云石等为代表的低温矿床矿物组合特点（石英（Q）与黄铁矿（Py）的主要接触关系见图片1-图片4）。



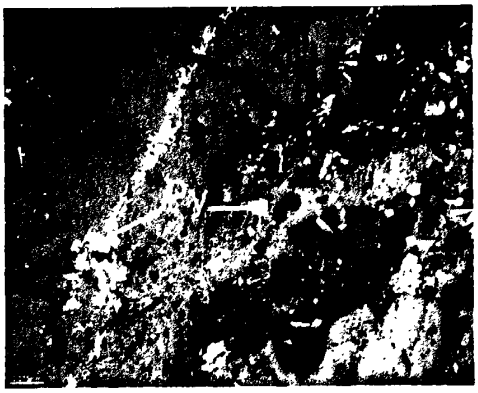
图片1 石英中烟灰状黄铁矿



图片2 碎裂状黄铁矿裂隙中的石英脉



图片3 石英中烟灰状黄铁矿



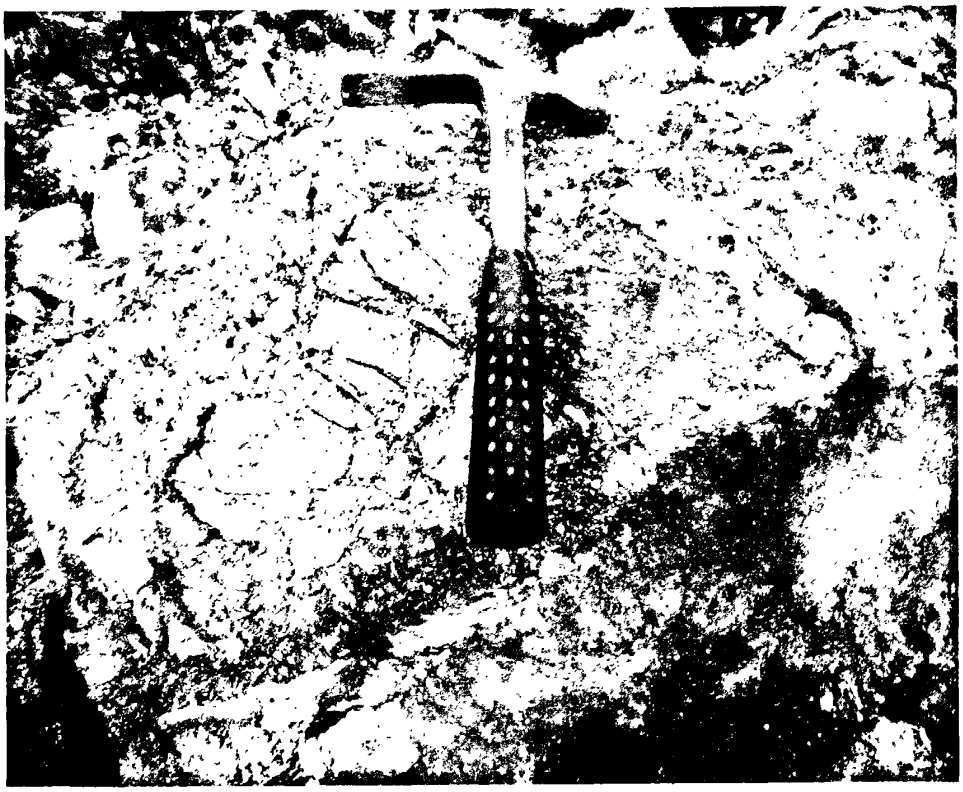
图片4 石英中细脉浸染状黄铁矿

成矿期的围岩蚀变以硅化、黄铁矿化和碳酸岩化为主。硅化主要发育于花岗斑岩与片岩接触带岩体上部附近的张性或张扭性构造角砾岩带内，分为三期，石英颜色由白渐灰，中、晚期以暗灰色玉髓状石英为主，晚期有时还与胶状碳酸盐组成混合脉；黄铁矿化也可分为三期，黄铁矿呈网脉状、细脉状或星散浸染状，充填、浸染于岩石中或角砾间隙中，其中中期黄铁矿以粉末状、胶状发育较广泛，多与矿体重合，黄铁矿中的金含量最高；碳酸岩化主要呈胶状，往往与晚期硅化的硅质伴生，有时也与晚期黄铁矿一起出现。

野外观察结果表明，该矿床的主要矿体是沿花岗斑岩顶部凸起区、花岗斑岩与片岩的接触带的构造角砾岩带分布，由含金玉髓状石英脉、硫化物脉和碳酸盐脉充填胶结而成，具有明显的热液充填特征(见照片1、照片2)。



照片 1 乌拉嘎金矿含金玉髓状石英充填于角砾破碎带中



照片2 团结构金矿碎裂花岗斑岩中的金矿化体（深色部分）

3.1.4 稀土配分模式特征

由于稀土元素对物质来源具有非常灵敏的反映，因而稀土配分模式是研究矿床成因的重要手段之一。如杨柳等对河北石湖金矿的岩浆岩及矿石进行稀土元素特征分析，指出矿石与近矿围岩具有同源性，且同为热液裂隙填充作用分异而形成[25]；叶俊等通过分析黔东南主山冲金矿矿石与围岩的稀土元素特征，指出其两者物质来源同为地壳深部热液，进而提出稀土元素是热液型金矿成矿物质来源良好指示剂的结论[26]。

为了弄清楚本区的花岗斑岩是否如前人所认为的——既为矿体围岩，又是成矿母岩的观点，我们对矿区及其外围地区的矿石和岩石样进行稀土元素的分析，原始数据及分析结果如表 3-3 和表 3-4，从中可见：

表 3-3 各样品稀土元素含量表

样品	岩性	La	Ce	Pr	Nd	Sm	Eu	Gd	Tb	Dy	Ho	Er	Tm	Yb	Lu	Y
XT1	花岗闪长斑岩	14.75	29.90	3.49	13.87	2.56	0.85	2.31	0.33	1.63	0.29	0.78	0.11	0.66	0.10	6.517
XT2	花岗闪长斑岩	5.95	11.20	1.24	4.81	0.92	0.35	0.85	0.13	0.69	0.12	0.31	0.04	0.24	0.04	2.742
XT3	金矿体	0.66	1.20	0.14	0.60	0.12	0.06	0.14	0.03	0.16	0.03	0.09	0.01	0.07	0.01	0.765
XT4	金矿体	0.45	0.85	0.10	0.46	0.14	0.11	0.26	0.07	0.45	0.09	0.28	0.05	0.26	0.04	2.389
XT5	花岗闪长斑岩	13.27	26.94	3.14	12.64	2.44	0.92	2.12	0.30	1.39	0.23	0.62	0.08	0.48	0.07	5.273
XT6	花岗斑岩	14.89	30.64	3.54	14.13	2.68	0.73	2.23	0.30	1.45	0.24	0.67	0.09	0.55	0.08	5.472
XT7	花岗闪长斑岩	9.52	18.18	2.06	8.19	1.62	0.67	1.51	0.22	1.24	0.22	0.56	0.08	0.49	0.07	5.352
XT8	凝灰岩	14.49	27.69	3.21	12.52	2.37	0.86	2.17	0.30	1.65	0.29	0.77	0.11	0.66	0.09	7.071
XT9	凝灰岩	16.44	33.30	3.92	15.33	3.00	0.93	2.62	0.35	1.80	0.31	0.82	0.11	0.69	0.10	7.074
XT10	砂岩	27.01	49.74	5.97	22.52	3.77	0.98	3.50	0.50	2.67	0.50	1.45	0.19	1.31	0.19	10.95
XT11	花岗质砂砾岩	26.77	52.81	5.86	22.34	4.18	1.10	3.81	0.55	2.97	0.54	1.52	0.22	1.40	0.22	13.24
XT12	砂岩	23.29	42.01	5.11	19.71	3.64	1.18	3.29	0.50	2.67	0.49	1.43	0.21	1.33	0.21	11.25
XT13	花岗闪长斑岩（片）	13.55	27.32	3.26	12.48	2.12	0.49	1.64	0.21	1.03	0.19	0.55	0.07	0.49	0.08	4.204
XT14	石英云母片岩（绿）	24.23	55.85	6.48	27.05	5.79	1.43	5.51	0.89	5.38	1.02	2.79	0.40	2.39	0.32	22.45
XT15	黑云母片岩	35.14	76.91	9.10	36.83	7.37	1.78	7.16	1.13	6.73	1.32	3.83	0.54	3.37	0.49	29.9
XT16	片岩	38.12	84.55	9.81	38.77	7.73	1.51	7.08	1.14	6.89	1.34	3.97	0.56	3.57	0.53	30.71
XT17	花岗斑岩	12.70	23.41	2.67	10.69	1.92	0.60	1.56	0.18	0.84	0.14	0.39	0.05	0.33	0.05	3.426
XT18	英安岩	21.74	49.98	5.42	22.05	4.24	1.17	3.73	0.54	2.84	0.53	1.46	0.21	1.28	0.19	11.45
XT19	凝灰岩	21.46	44.31	5.33	21.37	4.13	1.30	3.71	0.54	2.84	0.50	1.31	0.17	1.11	0.17	11.03
XT20	凝灰岩	27.96	57.25	6.64	26.27	4.99	1.38	4.38	0.62	3.33	0.58	1.59	0.21	1.28	0.19	12.49
XT21	凝灰岩	37.74	74.05	10.57	43.68	8.48	2.09	7.62	1.12	6.15	1.14	3.15	0.45	2.74	0.42	26.44
XT22	凝灰岩	28.44	54.39	6.46	25.30	4.81	0.95	4.47	0.65	3.46	0.65	1.79	0.26	1.58	0.25	15.85
XT23	花岗闪长斑岩	23.21	42.14	4.95	18.33	3.15	1.02	2.64	0.37	1.82	0.32	0.89	0.13	0.79	0.12	7.094
XT24	英安岩	22.38	49.08	4.65	17.39	3.40	1.29	3.17	0.48	2.69	0.50	1.41	0.19	1.28	0.19	11.76
XT25	英安岩	27.31	47.69	5.81	22.08	4.00	1.32	3.57	0.53	2.74	0.50	1.40	0.19	1.17	0.17	11.53
XT26	英安岩	27.63	50.77	5.90	22.07	4.04	1.30	3.50	0.49	2.51	0.44	1.23	0.17	1.08	0.15	9.885
XT27	英安岩	27.33	52.94	5.66	21.37	3.92	1.42	3.53	0.49	2.70	0.50	1.33	0.19	1.21	0.18	10.72

表 3-4 各样品稀土元素标准化数据表

样品	岩性	La	Ce	Pr	Nd	Sm	Eu	Gd	Tb	Dy	Ho	Er	Tm	Yb	Lu	Y
XT1	花岗闪长斑岩	40.19	30.67	25.48	19.51	11.10	9.74	7.56	5.69	4.28	3.42	3.12	3.09	2.68	2.62	3.10
XT2	花岗闪长斑岩	16.21	11.49	9.02	6.77	3.99	3.99	2.78	2.17	1.81	1.36	1.23	1.18	0.98	0.97	1.31
XT3	金矿体	1.79	1.23	1.03	0.85	0.50	0.71	0.44	0.45	0.43	0.39	0.37	0.39	0.27	0.29	0.36
XT4	金矿体	1.22	0.87	0.71	0.64	0.60	1.21	0.85	1.14	1.17	1.07	1.11	1.26	1.03	0.97	1.14
XT5	花岗闪长斑岩	36.16	27.63	22.90	17.78	10.55	10.52	6.92	5.10	3.65	2.75	2.49	2.28	1.93	1.76	2.51
XT6	花岗斑岩	40.57	31.43	25.85	19.87	11.58	8.44	7.27	5.24	3.81	2.86	2.70	2.58	2.22	2.18	2.61
XT7	花岗闪长斑岩	25.95	18.65	15.02	11.52	7.00	7.71	4.93	3.83	3.24	2.60	2.25	2.19	1.97	1.81	2.55
XT8	凝灰岩	39.48	28.40	23.45	17.61	10.27	9.86	7.08	5.09	4.32	3.38	3.08	2.95	2.67	2.41	3.37
XT9	凝灰岩	44.80	34.15	28.61	21.56	13.00	10.71	8.57	6.10	4.72	3.64	3.28	3.03	2.77	2.60	3.37
XT10	砂岩	73.60	51.02	43.56	31.67	16.30	11.25	11.42	8.64	7.00	5.88	5.84	5.39	5.27	4.96	5.21
XT11	花岗质砂砾岩	72.94	54.16	42.78	31.42	18.09	12.66	12.44	9.41	7.79	6.39	6.10	6.15	5.64	5.67	6.30
XT12	砂岩	63.46	43.09	37.26	27.72	15.77	13.55	10.75	8.53	7.02	5.80	5.75	5.79	5.37	5.41	5.36
XT13	花岗闪长斑岩（片）	36.92	28.02	23.78	17.55	9.19	5.64	5.35	3.55	2.71	2.26	2.19	2.08	1.98	2.10	2.00
XT14	石英云母片岩（绿）	66.02	57.28	47.27	38.05	25.05	16.44	18.00	15.40	14.12	11.97	11.21	11.32	9.63	8.50	10.69
XT15	黑云母片岩	95.75	78.88	66.43	51.80	31.90	20.49	23.39	19.43	17.67	15.45	15.36	15.22	13.58	12.76	14.24
XT16	片岩	103.87	86.72	71.61	54.53	33.48	17.30	23.14	19.59	18.08	15.76	15.95	15.73	14.38	13.78	14.62
XT17	花岗斑岩	34.60	24.01	19.50	15.04	8.31	6.85	5.08	3.16	2.20	1.65	1.56	1.43	1.32	1.26	1.63
XT18	英安岩	59.24	51.26	39.55	31.01	18.33	13.47	12.19	9.29	7.44	6.26	5.87	5.79	5.16	5.04	5.45
XT19	凝灰岩	58.47	45.45	38.90	30.06	17.89	14.98	12.11	9.31	7.44	5.92	5.28	4.89	4.48	4.36	5.25
XT20	凝灰岩	76.19	58.72	48.46	36.95	21.62	15.84	14.32	10.72	8.73	6.79	6.38	5.98	5.15	4.96	5.95
XT21	凝灰岩	102.83	75.95	77.15	61.43	36.71	23.99	24.91	19.33	16.14	13.43	12.67	12.53	11.04	10.94	12.59
XT22	凝灰岩	77.49	55.78	47.17	35.58	20.82	10.97	14.60	11.21	9.08	7.69	7.17	7.16	6.39	6.43	7.55
XT23	花岗闪长斑岩	63.24	43.22	36.15	25.78	13.64	11.75	8.62	6.29	4.77	3.81	3.58	3.54	3.20	3.18	3.38
XT24	英安岩	60.98	50.34	33.92	24.46	14.70	14.84	10.37	8.26	7.05	5.89	5.65	5.31	5.15	4.86	5.60
XT25	英安岩	74.41	48.91	42.39	31.05	17.31	15.16	11.65	9.09	7.20	5.90	5.64	5.28	4.71	4.51	5.49
XT26	英安岩	75.29	52.07	43.05	31.04	17.49	14.94	11.45	8.50	6.59	5.17	4.93	4.86	4.35	4.02	4.71
XT27	英安岩	74.47	54.30	41.28	30.06	16.95	16.36	11.52	8.47	7.07	5.88	5.33	5.22	4.87	4.70	5.10

表 3-5 稀土元素统计数据表

样品	岩性	ΣREE	LREE	HREE	LREE/HREE	$(La/Yb)_N$
XT1	花岗闪长斑岩	78.15	65.42	12.73	5.14	15.01
XT2	花岗闪长斑岩	29.63	24.47	5.16	4.74	16.47
XT3	金矿体	4.09	2.78	1.31	2.13	6.74
XT4	金矿体	6.00	2.11	3.89	0.54	1.18
XT5	花岗闪长斑岩	69.91	59.35	10.56	5.62	18.76
XT6	花岗斑岩	77.69	66.61	11.08	6.01	18.29
XT7	花岗闪长斑岩	49.98	40.24	9.74	4.13	13.19
XT8	凝灰岩	74.25	61.14	13.11	4.66	14.79
XT9	凝灰岩	86.79	72.92	13.87	5.26	16.19
XT10	砂岩	131.25	109.99	21.26	5.17	13.95
XT11	花岗质砂砾岩	137.53	113.06	24.47	4.62	12.94
XT12	砂岩	116.32	94.94	21.38	4.44	11.82
XT13	花岗闪长斑岩（片）	67.68	59.22	8.46	7.00	18.61
XT14	石英云母片岩（绿）	161.98	120.83	41.15	2.94	6.86
XT15	黑云母片岩	221.60	167.13	54.47	3.07	7.05
XT16	片岩	236.28	180.49	55.79	3.24	7.22
XT17	花岗斑岩	58.96	51.99	6.97	7.46	26.16
XT18	英安岩	126.83	104.60	22.23	4.71	11.48
XT19	凝灰岩	119.28	97.90	21.38	4.58	13.06
XT20	凝灰岩	149.16	124.49	24.67	5.05	14.78
XT21	凝灰岩	225.84	176.61	49.23	3.59	9.32
XT22	凝灰岩	149.31	120.35	28.96	4.16	12.13
XT23	花岗闪长斑岩	106.97	92.80	14.17	6.55	19.78
XT24	英安岩	119.86	98.19	21.67	4.53	11.83
XT25	英安岩	130.01	108.21	21.80	4.96	15.79
XT26	英安岩	131.17	111.71	19.46	5.74	17.29
XT27	英安岩	133.49	112.64	20.85	5.40	15.30

注：3-4 与 3-5 数据单位为 mg/g;测试时间为 2008 年 12 月

3.1.4.1 普通围岩的稀土元素组成及分布类型

本次野外工作中在乌拉嘎金矿矿区所采集的普通围岩样品主要有凝灰岩、英安岩。共 11 件（原始数据见表 3-3）。现将各岩石类型稀土元素地球化学特征分述如下：

英安岩：稀土总量(∑REE)介于 119.84×10^{-6}～133.47×10^{-6} 之间，轻重稀土比值(LREE/HREE)介于 4.53～5.74 之间，δEu 介于 0.9～1.2，铕异常不明显。在稀土元素标准化配分模式图中，属向右倾斜的轻稀土富集型(图 3-4)。

凝灰岩：稀土总量(∑REE)介于 74.24×10^{-6}～225.84×10^{-6} 之间，轻重稀土比值(LREE/HREE)介于 3.59～5.26 之间，δEu 介于 0.79～1.16，铕异常不明显。在稀

土元素标准化配分模式图中，属向右倾斜的轻稀土富集型(图 3-5)，铕显示明显负异常。

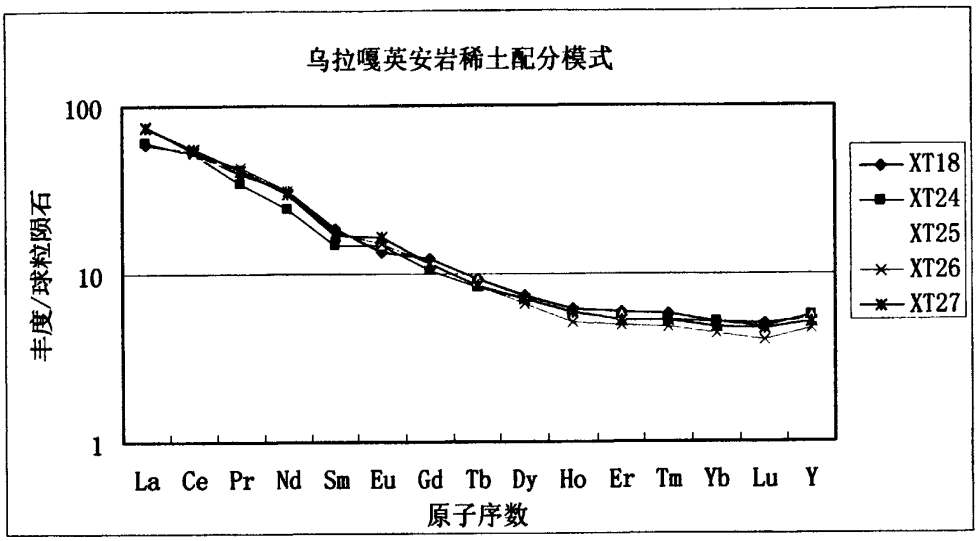


图 3-4 乌拉嘎英安岩稀土元素配分模式

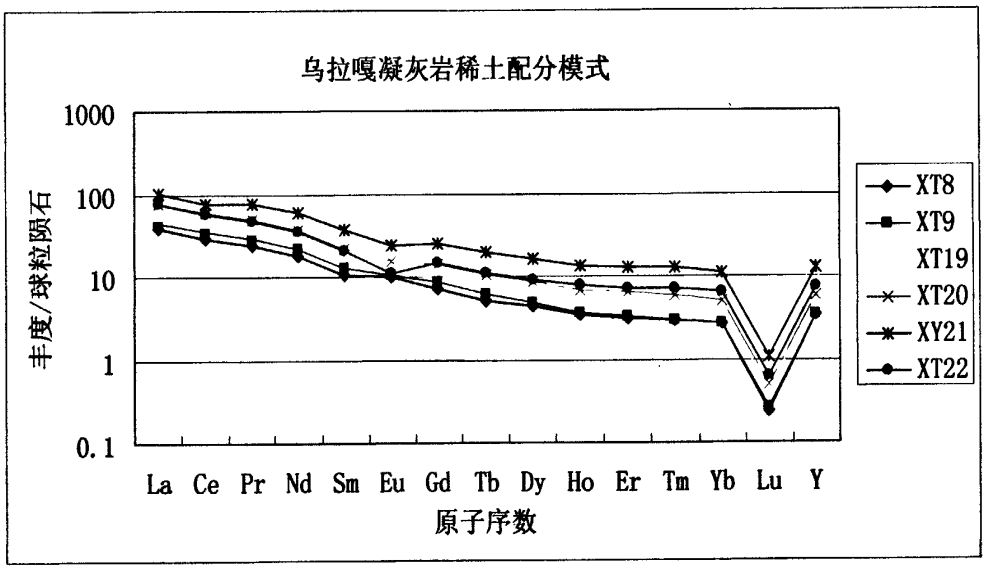


图 3-5 乌拉嘎凝灰岩稀土元素配分模式

3.1.4.2 蚀变围岩的稀土元素组成及分布类型

本次野外工作中在乌拉嘎金矿区所采集的蚀变围岩样品主要有片岩、砂岩，共 6 件（原始数据见表 3-3）。现将各岩石类型稀土元素地球化学特征分述如下：

片岩：稀土总量(∑REE)介于 161.98×10^{-6}～236.27×10^{-6} 之间，轻重稀土比值(LREE/HREE)介于 2.94～3.23 之间，δEu 介于 0.62～0.77，铕呈弱的负异常。在稀土元素标准化配分模式图中，属向右倾斜的轻稀土富集型(图 3-6)。

砂岩：稀土总量(∑REE)介于 116.31×10^{-6}～137.52×10^{-6} 之间，轻重稀土比值(LREE/HREE)介于 4.44～5.17 之间，δEu 介于 0.82～1.04，铕异常不明显。在稀

土元素标准化配分模式图中，属向右倾斜的轻稀土富集型(图 3-7)。

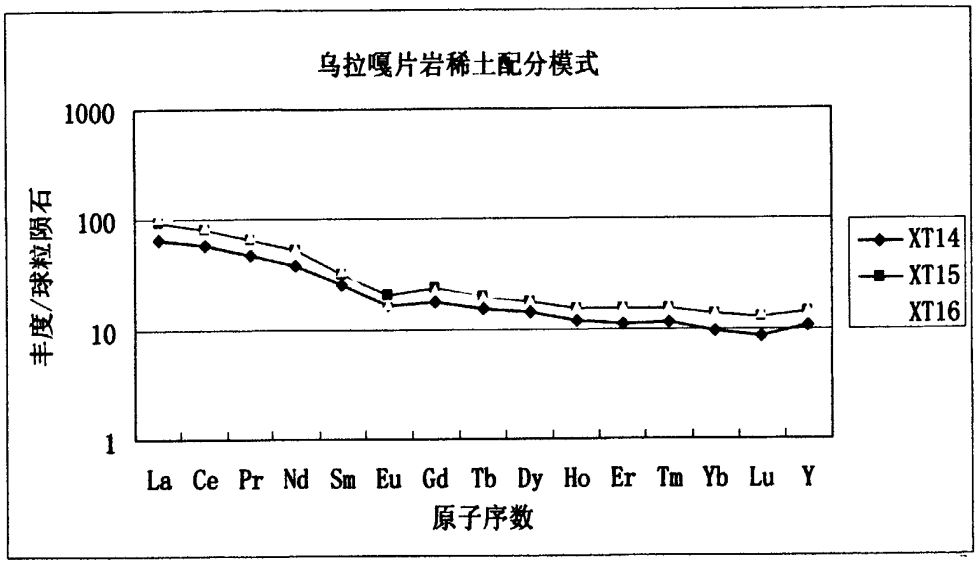


图 3-6 乌拉嘎片岩稀土元素配分模式

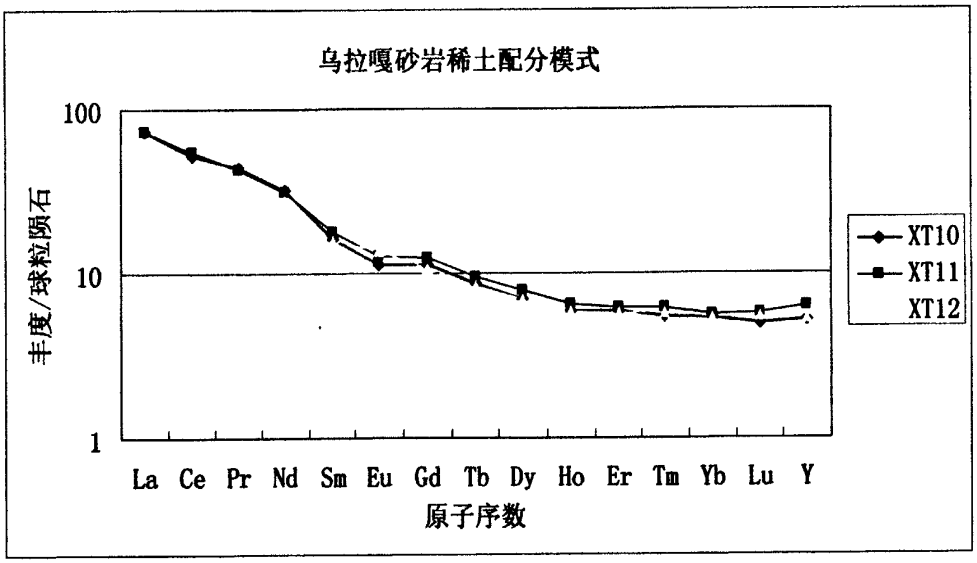


图 3-7 乌拉嘎砂岩稀土元素配分模式

3.1.4.3 矿体周围花岗闪长斑岩

花岗闪长斑岩与花岗斑岩：稀土总量(∑REE)介于 29.62×10^{-6}～106.98×10^{-6} 之间，轻重稀土比值(LREE/HREE)介于 4.13～7.47 之间，δEu 介于 0.81～1.31，铕异常不明显。虽然所采集的花岗斑岩样品位置不同，分别取于矿体周围和远离矿化区的无矿地段，但在稀土元素标准化配分模式图中，它们的稀土元素变化曲线一致属向右倾斜的轻稀土富集型(图 3-8)，其中 XT-2 为靠近金矿化体的花岗闪长斑岩。

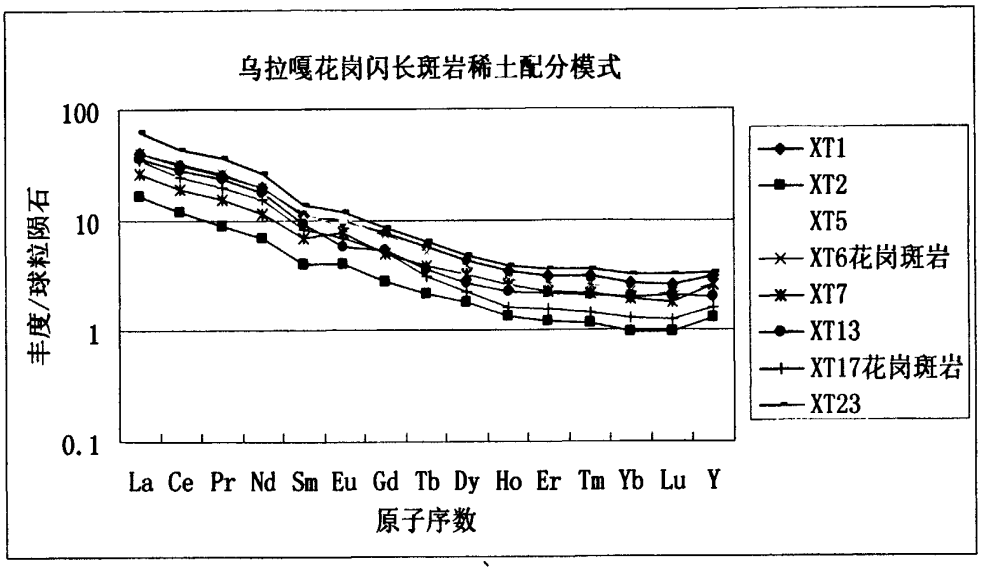


图 3-8 乌拉嘎花岗闪长斑岩你稀土元素配分模式

3.1.4.4 矿体的稀土元素组成及分布类型

金矿化：稀土总量(∑REE)约 5.03×10^{-6}，明显低于区内其它各类围岩，轻重稀土比值(LREE/HREE)介于 0.54～2.12 之间，轻重稀土分馏不明显，δEu 介于 1.51～1.69，铕呈明显的正异常。从其模式图可看出（图 3-9），在轻稀土部分呈右倾，但在重稀土部分趋于平直且两个样品的稀土含量有明显区别，可能由于成矿热液的分异造成，有待进一步调查研究。而总体上，其稀土元素配分模式与其它围岩差异显著，无任何相似性。

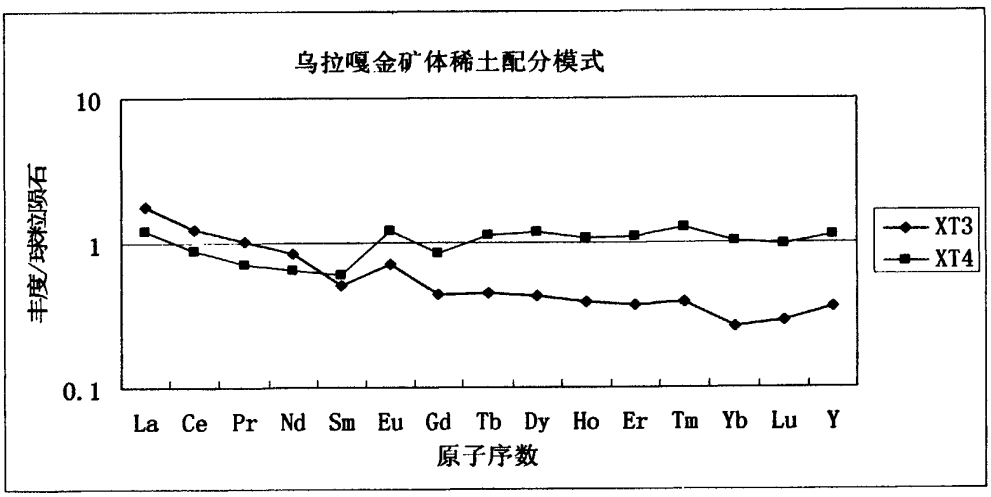


图 3-9 乌拉嘎金矿化体岩稀土元素配分模式

总体上，从稀土配分特点看，无论是与围岩相比，还是与花岗闪长斑岩相比，金矿体都与之相差甚远，由此可知，金矿体与花岗斑岩在成因上毫无关系，即花岗斑岩只可能是其容矿围岩，而不可能是金矿体的成矿母岩。因此，以往以“斑岩成矿”作为找矿勘查指导的策略是存在缺陷的。

综合前述的矿床地质特征，我们认为，乌拉嘎金矿床不是通常意义上的斑岩或次火山岩型金矿，而是浅成低温热液裂隙充填型金矿床。虽然部分区域的含矿热液活动接近地表，甚至溢出地表而成矿，具有所谓热泉型金矿床的特点。但其矿化主体还是在地下，所以，称之为浅成低温热液裂隙充填型金矿更为合适。乌拉嘎金矿今后进行找矿预测和勘查时，需要真正依据浅成低温热液型金矿的成矿特点开展，除了在斑岩体内找矿外，还应该注意在其他有利构造区段找矿。

3.2 控矿因素

3.2.1 已知矿化体的控矿因素

通过对本区已有金矿体的分布、含矿岩体岩石学、岩石地球化学及金矿地质地球化学等方面的研究，发现乌拉嘎金矿已知矿化体的主要控矿因素包括以下几个方面：

1)岩体及岩性控矿：区内控矿岩体为燕山期花岗闪长斑岩和花岗斑岩，其主体由花岗闪长斑岩组成，上部由花岗斑岩组成，其间呈过度关系。该侵入岩沿乌拉嘎深断裂及其次一级构造侵入到下元古界结晶片岩与中生界火山岩的不整合接触带中，其产状与之相一致，并与区内金矿化在空间上密切相关，是金矿化的主要赋矿围岩。

2)蚀变因素：蚀变体的发育与构造活动及围岩性质有关，蚀变的强弱、种类代表了热液活动的强弱和热液的物质成分，与矿化关系十分密切，其中与金矿化关系最密切的是硅化、黄铁矿化及碳酸盐化等蚀变。

3)构造控矿

北北东向断裂构造：分布于乌拉嘎断陷东南部，是一个继承性、西倾高角度断层，是区内最主要的导矿构造。

不整合面：下元古界结晶片岩与中生界火山岩之间的不整合面既是本区岩体侵入的通道，又可以作为今后需重点关注的容矿空间。

共轭剪切断裂：在矿床范围内普遍发育两组同方向（北西西）[27]，但在剖面上共轭的剪切断裂，一组为向北倾斜的低角度张剪性断层，另一组为向南倾斜的高角度压剪性断层。前者即是区内的主要储矿构造。

隐爆角砾岩带：区内次火山岩岩体顶部在残余岩浆气水热液作用下，形成上宽下窄的漏斗状隐爆角砾岩带，它们是区内形成工业矿体的重要容矿构造。

3.2.2 对金矿控矿构造的新认识

3.2.2.1 关于火山次火山机构

“乌拉嘎金矿内环带控矿”概念的提出：

从矿区地质图可见，区内以葡萄沟岩体为中心，由葡萄沟岩体、团结沟岩体、张才沟英安岩体和五所河西南的英安岩体等共同构成了一个火山次火山机构，受该机构的影响，在构造上形成了一个双环带构造系统，见图 3-10。其中，内环带构造主要分布于区内一系列火山次火山岩周边，它由一系列北东向、北西向和东西向的断裂构造和部分放射性断裂构造组成，它们显然是在早期控制断陷发育的北东向和东西向断裂构造的基础上，经历了火山次火山岩侵入和冷却收缩作用改造的结果；而外环带构造分布于乌拉嘎断陷四周，由断陷边沿断层及不整合面共同构成，它更多地反映乌拉嘎断陷的边部轮廓。无疑，其中的内环带是区内最为有利的控矿空间。

其主要依据如下：

（1） 岩浆岩体的分布规律

从乌拉嘎矿区地质图可见，乌拉嘎断陷西南部的葡萄沟岩体、团结沟岩体、张才沟英安岩体、五所河西南的英安岩体和其他一些小岩体分布有明显的规律性:

①断陷中间分布的是葡萄沟花岗斑岩，南部分布的是团结沟花岗斑岩，周围还有一些小的花岗斑岩体，它们共同构成了区内的次火山岩体系，它们主体受近东西向、南北向和北西向构造联合控制。其中，团结沟花岗斑岩呈舌状向南侵入于下元古界结晶片岩与中生界火山岩的不整合接触带中。由于花岗斑岩属于刚性体，在透水性较差的盖层（尤其是片岩）覆盖的条件下，当富含水汽的高温热液在其顶部或相对高端突出部位聚集时，容易产生爆炸形成隐爆角砾岩和容矿空间，这大概就是乌拉嘎金矿的金矿体主要集中分布于花岗斑岩角砾岩带中，少部分分布于其周围的片岩中的主要原因。

②断陷东部和北侧，分布的是张才沟英安岩和五所河英安岩，构成了区内的火山岩体系，它们主要受北东向、北西向和东西向构造联合控制。

③区内火山次火山岩构成了一个完整但不对称的火山次火山机构（图 3-10）。

（2） 矿田构造特征

在本区火山次火山岩侵入的过程中，对早期的构造进行了改造，形成了独特的双环带构造和一系列放射状线性小断裂，这已为物探磁法测量解译的深部隐伏构造所证明（见图 3-10）。从其改造特征看，近东西向构造和北西向构造属于矿区内最主要的早期构造，它们被火山次火山岩侵入后期由于岩浆岩体冷却收缩作用形成的环带构造和放射性断裂所错断和改造，显然，这两组构造以及双环带构造被后来的高压成矿气液进一步改造,并在局部地段形成角砾岩带，成为区内最为有利的容矿空间，目前区内所发现的所有矿体均分布于这些空间内即是有力佐证。

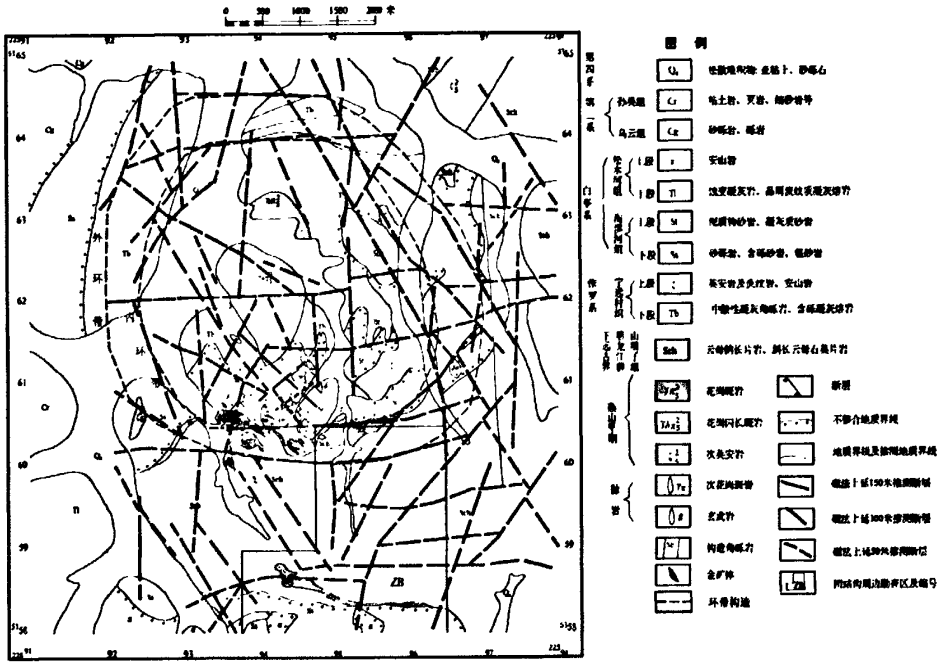


图 3-10 乌拉嘎金矿区双环构造地质略图

（3） 成矿应力条件及深度分析

乌拉嘎金矿床，成矿围岩主要为元古代结晶片岩和中生代花岗斑岩，控矿断裂构造表现为深成特征，倾角缓，属于韧性变形的张（剪）应力集中带内。

根据乌拉嘎断陷的现代应力场性质，以及断裂构造珠深度分带理论，推测该断陷以东的金矿床在成矿后被抬升了 1.5-2 公里左右，遭受了较强的风化剥蚀；断陷以西的金矿床抬升幅度小。

（4） 已有矿化体的分布特点

如前所述，区内已知的矿化体主要分布于内环带南部的近东西向构造空间中，部分分布于外环带的东部构造空间中，少部分分布于外环带南部的近东西向构造空间中。其中，在测区东部，1978 年施工的 ZK7805 孔于孔深 480~510 米处发现了 Au 平均品位 5g/t，厚达 30 多米的金矿化体，显示了测区东部的深部存在良好的成矿热液活动；而对该矿化体仔细分析后发现，它是受北西向断裂构造控制的脉状矿化，其来源方向指向内环构造带。

根据以上四方面因素分析可以得出结论：本区深部存在第二成矿空间，埋深在 450m 以下，同时内环带构造区是今后最有利的找矿方向，在有关地段，不仅可能存在浅部矿化体，还存在深部矿化体。

3.2.2.2 *矿床的控矿模式*

从区内成矿特点的分析结果来看，近东西向断裂带与北西、北东向构造带所构成的环带状构造体系的成矿、控矿作用十分显著，它不仅控制乌拉嘎断陷内及其两侧岩浆和成矿热液的活动，而且还是有利的运矿通道与赋矿空间。矿床的控

矿模式见图 3-11。

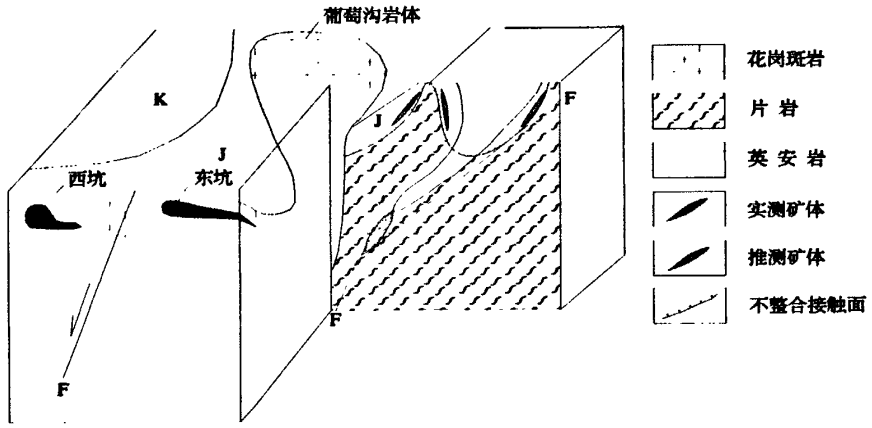


图 3-11 乌拉嘎金矿床控矿模式示意图

3.2.2.3 矿床的形成与演化

嘉荫深断裂作为佳木斯地块与伊春——延寿褶皱带的边界断裂，形成于元古代晚期——古生代早期，其性质为倾向西的俯冲带。东侧黑龙江群向西俯冲的结果，在俯冲带深部形成重熔花岗岩带，浅部带内将原黑龙江群改造成为一套变形强烈、不具地层意义的构造混杂岩。

晚印支运动期间，该断裂复活，发展成为 A 型俯冲断裂。俯冲作用的结果，在带内形成与俯冲方向相同的纵张断裂（基底断裂）和复杂的基底揉皱。

燕山期以来该断裂继续活动，它控制了乌拉嘎断陷的形成演化及中生代的岩浆活动。

由此可见，乌拉嘎成矿带形成于特殊的大地构造环境中，有漫长而特殊的地质历史演化过程，有金成矿物质来源的深厚背景。

关于该成矿带的形成演化历史，有待深入研究。

3.2.2.4 乌拉嘎金矿的矿床三维结构模型

根据野外在地表观察到的地质现象，结合前人的勘探与研究资料，以及矿山剥采过程中新揭露出的地质证据，我们提出乌拉嘎金矿床结构模型，其目的在于为今后的地质找矿工作提供理论依据，明确找矿方向和探矿部位。

3.2.2.4.1 从矿床地质平面图（见附大图 2-1）上看

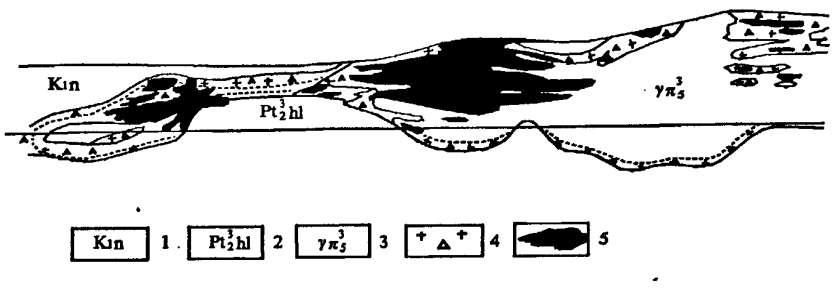
(1)已知矿体产在三条平行近于等间距（约 200 米）的 NWW 向张性裂隙带中，分别为北带、中带和南带，已发现的 76 条矿体绝大多数分布在北带的花岗斑岩与片岩的接触带中，北带含乌拉嘎东、西坑主矿体等矿体，受构造角砾岩带控制；中带矿体同样产在花岗斑岩与片岩的接触带中，但矿体规模较小，含 44、45、57、58 号矿体，其产状受花岗斑岩与片岩中的裂隙构造控制；南带的矿体产在绢云母蚀变片岩中发育的张性裂隙带中，其产状受片岩中的褶皱构造控制，规模较小，含 59、60、61、62、63、64 号矿体。

(2)在NWW向的张性裂隙带上，已知矿体亦呈近于等间距斜列分布的特点，例如，在北带，自西向东，分别为西坑矿群、东坑矿群及东坑东部（120线以东）矿脉群。由于片岩中发育有张性裂隙带，而且从平面和剖面上看，花岗岩体是呈板状近于等间距地充填在片岩裂隙中的。

(3)在NW向张性裂隙带上，位于侧区东部的ZK7805孔发现了良好矿化，该钻孔位于北西向构造带与老基地片岩接触部位，往北西方向更靠近乌拉嘎断陷中心和成矿热液来源部位，同时，在张才沟一带还分布有一片面积约为0.5Km^{2}的元古代片岩，其与英安岩的接触带可提供良好的容矿空间,最近施工的ZK200903在孔深377米处的花岗斑岩中新发现了细脉状金矿体，样长1米的金品位达75g/t，并在560-580米处见金平均品位为0.3g/t的金矿化体，显示了该区存在明显的成矿溶液活动和有利的矿化赋存空间。因此该构造带的北西方向应是下一步找矿工作的方向之一。

3.2.2.4.2 从矿带的剖面和平面看

(1)乌拉嘎金矿在走向上对应岩体的三个膨大部位，有三个富集区段，西部是被白垩系覆盖的隐伏西坑的矿体，中部是受轻微剥蚀的东坑，东部是东坑东矿脉群（被强烈剥蚀，只剩下矿体的尾部），三者近于等间距分布，见图3-13。



1、火山碎屑岩；2、结晶片岩；3、花岗斑岩；4、含矿角砾岩；5、矿体（据黑龙江省原冶金704队，1975）

图3-13 乌拉嘎金矿床基线地质纵剖面图

(2)从矿体的横剖面可以看出，东、西部矿体均有向北倾伏、向南翘起的特点，结合对矿床基线纵剖面图观察结果，发现整个矿带具有向南西侧伏的特征。

(3)从纵剖面分析，东坑矿体分布在地表220米~0米的标高范围内，西坑矿体分布在120米~-50米标高范围内，二者分布标高相差50米。

据野外观察结果，东、西部矿体之间存在一条NNE向的高角度正断层，倾向西，倾角大于80°，因此两矿体垂直标高的差异很可能是由该断层引起的。

(4)从横剖面看，矿体在平面上均呈蝌蚪状排列，集中于一个宽约160~200米的带内，向北倾斜，矿体头部在上，分支复合现象明显。112线以东，矿体产状略微变陡，同时变窄、变短、变小。但在140线花岗斑岩体的深部，又出现了第二条矿带的迹象。

(5)从平面和纵剖面图上看，矿体也呈蝌蚪状，头部朝向 NW，尾部分枝、变细，120 线以东地表出露的全部相当于尾部的分枝状矿体。

(6)矿体沿控制花岗斑岩侵入的低角度张性破裂带成矿，据此可以判断，在岩体侵入固结后，该断裂带再次发生张性破裂，主要发生在似层状斑岩体内和接触带，也同时伸入到片岩内，因此，在片岩的破裂带内也赋存有矿体。

(7)野外观察显示，含矿岩体顶部残留有古风化壳，其由厚薄不等的、成分主要为下伏花岗斑岩的砾石层组成，该砾石层受古地形控制凹处厚度巨大,凸处厚度几乎为零,据此判断,矿床形成后遭受过风化剥蚀,又被白垩系火山碎屑岩覆盖。因此,该层角砾岩实际上是上覆堆积的火山岩和火山碎屑角砾岩层(夹薄层砂页岩)的底砾岩.

采坑和勘探剖面观察结果均表明,矿体不进入上覆的白垩系,矿体与上覆的围岩是呈沉积不整合接触关系.

3.2.2.4.3 对比不同中段的矿体平面分布图

对比不同中段矿化体分布状况后发现，在垂直方向上，主矿体呈上部小、中部膨大、下部小的似橄榄球状矿柱。从成矿时的应力场特征分析，主矿体是形成在张应力活动阶段，其热液活动的前锋部位体积膨大，尾部动力减弱，矿体变窄、变小。

3.2.2.4.4 从矿体平面及剖面上的形态特征对比结果推测

主矿体矿柱是产在三组断裂交汇的部位：一组是走向 NWW、倾向 NNE 低角度张扭性断裂，是一组是走向 NWW、倾向 SW 的高角度压扭性断裂，第三组是走向 NNE 的压扭性断裂。

矿区内成矿前后的应力和构造活动的次序下：首先是在近南北（NNE）向压扭应力作用下（与葡萄沟主岩体侵入的上隆和侧向挤压作用有关），基底变质岩内形成 NWW 向隆起,在深度相当于应力中和带部位出现走向 NNW 向的垂向 X 型断裂系，其后在区域近东西向压扭应力作用下，其中低角度一组断裂带被改造为张性，花岗斑岩体沿张性破裂带侵入；而后，NNE 向构造再次活动，使已侵入了斑岩体的构造带复活，沿 NWW 方向，形成新的构造破碎带，含水量矿热液从深部沿 NNE 向主导矿构造（主导矿构造与导岩构造是同一构造）上升，在与 NWW 向张性破碎带交汇部位形成矿柱；成矿后，次级 NNE 向断裂由于应力松弛，在浅部盖层内形成张性正断层，导致西坑矿体向下移约 50 米。

3.3 乌拉嘎金矿的找矿方向

3.3.1 乌拉嘎金矿床深部找矿的依据：

(1)由于成矿作用受 NW 向低角度张性断裂带控制，该断裂带也是主赋矿构造。根据断裂系统的波状发育规律，推测其深部可能还存在阶梯状有利容矿空间。

(2)在 140 号勘探线剖面上，厚大的花岗斑岩体浅部和深部分别出现一条矿体，预示着在深部仍然有受低角度断裂带控制的矿化热液活动。

3.3.2 下一步的找矿方向

在乌拉嘎金矿床，产于靠近 NNE 向导矿构造和 NW 向构造附近片岩裂隙带中的花岗斑岩体、片岩内的硅化带、矿化带是成矿的最佳标志。

(1)深部，寻找第二阶梯的金矿体。根据我们对金矿体富集规律的认识，在已知矿柱的下方深部，仍可能存在矿化富集的空间。因此，钻孔应该按这种部位来布设。

(2)地表，在张才沟、五所河一带的北西向断裂构造与近东西向构造交汇部位，以及英安岩与老片岩接触带部位，葡萄沟西侧内环带构造有利部位，用槽探工程结合地球物理方法和地球化学方法预测矿化有利地段，布设钻探工程，寻找浅部和深部矿体。

第四章　乌拉嘎金矿床张才沟地区找矿有利区预测

此次项目研究以最新的烃（包括甲烷、乙烷、丙烷、正丁烷、异丁烷、乙烯和丙烯）、汞综合气体集成测量技术，结合部分有效的传统次生晕测量技术和物探大功率激电测量技术，按 100×20 米的网度，了解乌拉嘎金矿深部及葡萄沟-张才沟地区地球化学、地球物理异常特征，查找金矿化富集区有利区，确定金矿化体深部延伸规律，提供可供进一步工作的金矿成矿预测区[9]。

4.1 乌拉嘎金矿床已知矿区的地球化学特征

依据由已知到未知的指导原则，为了更好地为评价张才沟地区的找矿前景，需要在已知矿体周围建立相关地球化学指标的异常分带模型，为此在已知矿区东坑的 70 中段、86 中段周围以及不同标高进行了岩石地球化学测量分析，结果发现：

1)烃类组分中，无论是甲烷、乙烷、丙烷、正丁烷、异丁烷，还是乙烯、丙烯以及吸附相态汞在已知的东西坑矿化体北侧，均有显著的异常反映。与此同时，烃类组分异常分布位置的吻合性较好，显示了利用烃、汞气测量法在乌拉嘎矿区进行成矿预测具有较好的应用前景。

2)相对来说，微量元素异常规律性差，分布较凌乱，尤其是在白垩系地层分布区，但在元古代片岩分布区仍有较一致的异常反映，因此，在乌拉嘎金矿区，微量元素测量法的应用存在局限性，只在部分区段适用。

3)烃类、Au、As、Ag、Hg、Cu、Zn 是其特征指示元素组合。其中，烃类指标异常主要呈笔帽状分布于矿体前缘和矿体两侧，高值烃类异常间的相对低值区即是金矿体的分布位置；Au、As、Hg 高值异常亦大多分布于矿体中部；Ag 高值异常多与 Au 高值异常地段相对应；Cu、Zn 的高值异常主要分布矿中。Co、Ni 为矿尾元素。见图 4-1、4-2。

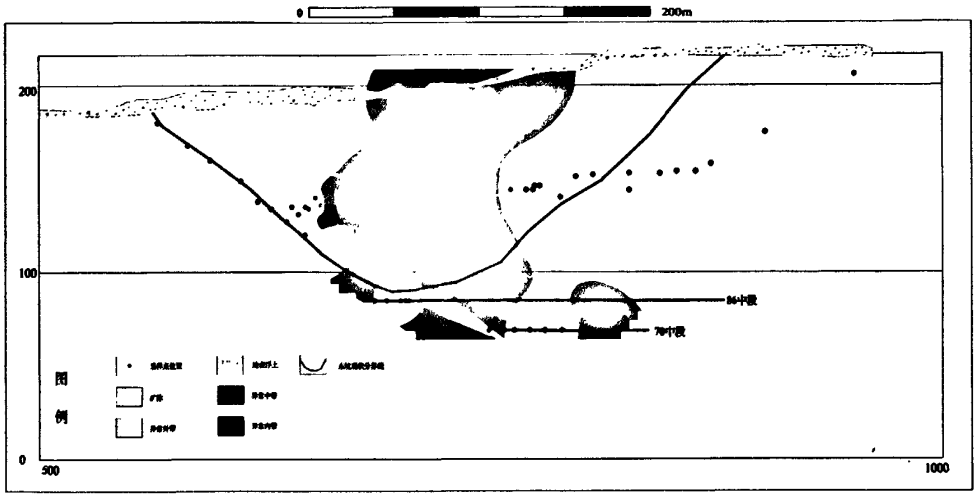


图 4-1 乌拉嘎金矿东坑 103 线剖面 Au 的异常图

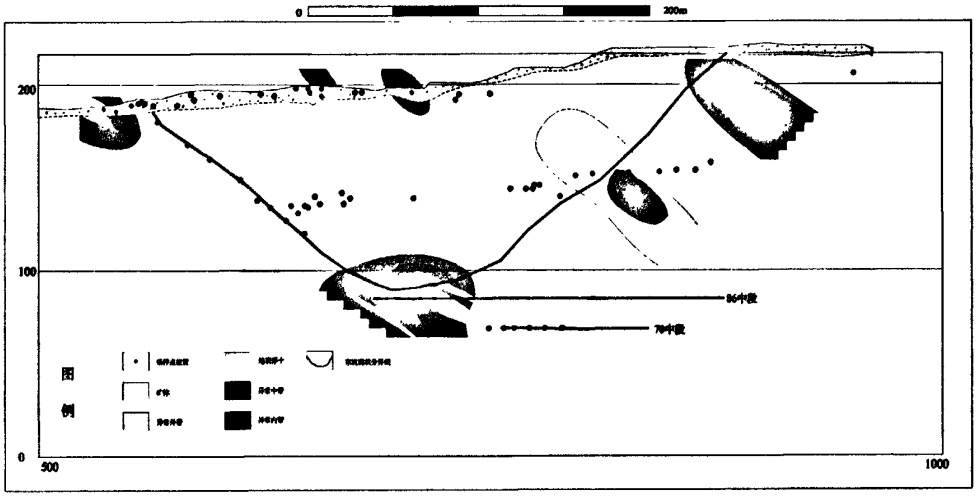


图 4-2 乌拉嘎金矿东坑 103 线剖面 CH_4 的异常图

经整理，乌拉嘎金矿的地球化学异常分带模型见图 4-3。

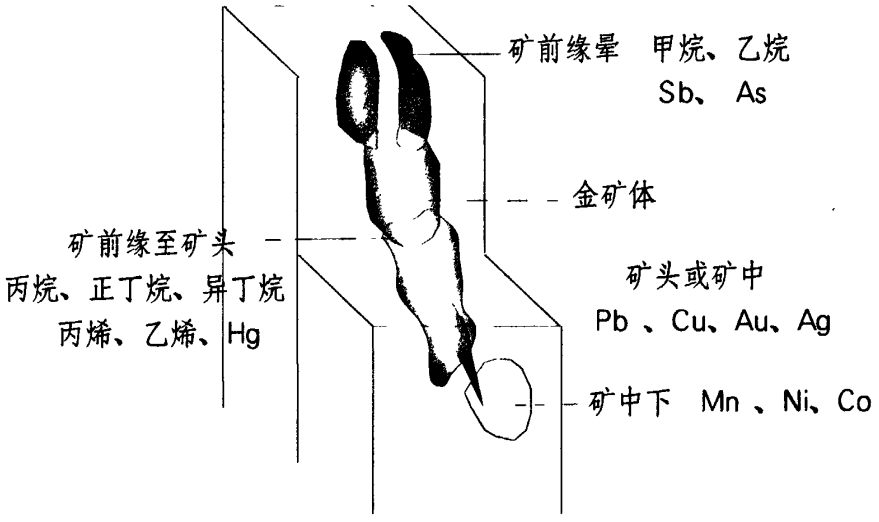


图 4-3 乌拉嘎金矿各元素地球化学异常分带理想模型

4.2 张才沟地区各元素的异常变化特征和规律

4.2.1 张才沟地区土壤背景样品地球化学特征

4.2.1.1 微量元素背景特征

从表 4-1 可见:

表 4-1 乌拉嘎金矿区各元素土壤地球化学参数表

元 素	背景 (Mo)	方差 (σ)	浓集系数 (K)	变异系数 (V)	克拉克值 (泰勒，1964)
Au	1.13	0.33	0.28	0.3	4
Ag	0.082	0.017	0.12	0.2	0.7
As	4.87	1.14	2.7	0.2	1.8
Sb	0.46	0.09	2.3	0.19	0.2
Hg	0.017	5.78	0.21	0.34	0.08
Cu	14.1	1.8	0.26	0.13	55
Pb	23.4	4.4	1.8	0.19	12.5
Zn	95.8	20.4	1.37	0.21	70
Co	11	1.91	0.44	0.17	25
Ni	21.7	3.39	0.29	0.16	75
Mn	689	172.4	0.73	0.25	950

注：(1) Au 的单位为 10^{-9}g/t，其余为 10^{-6}g/t；(2) 浓集系数 (K) =背景 (众数值) /克拉克值；(3) 变异系数 (V) =方差 (σ) /背景值 (Mo)。测试时间：2008 年 12 月

(1)浓集系数大于 2 的元素有 As、Sb; 浓集系数大于 1 并小于 2 的元素有 Pb、Zn、; 浓集系数小于 1 并大于 0.5 的元素有 Mn;浓集系数小于 0.5 的元素为 Au、Cu、Co、Ni、。

(2)变异系数大于 1.0 的元素一个也没有，变异系数均小于 0.5。

很显然，在本区土壤中， As、Sb、Pb、Zn 有一定富集，而大部分微量元素都存在不同程度的贫化，但是各微量元素的变异系数都很小，这显示出区内土壤背景区的微量元素变化很均匀，不需要分区统计背景。

4.2.1.2 烃类组分背景特征

乌拉嘎金矿各烃类组分的背景、方差等地球化学参数变化特征见表 4-2，从表 4-2 不难看出，总体上：

(1)无论是烷烃还是烯烃，均具有随着分子量的增加，含量逐步降低的变化趋势。

(2)各组分的变异系数在0.7至1.11之间变化，这表明区内烃类组分背景变化较均匀。

上述特点表明，本区背景场中，有机烃气含量并不高，变化也较均匀，无论是轻烃组分甲烷（CH_4），还是重烃组分乙烷（C_2H_6）、丙烷(C_3H_8)、丁烷(C_4H_{10})，它们对由于成矿而引起的异常都不会形成干扰，这对于利用烃类组分作为本区找矿预测的重要指标相当有利。

表4-2 乌拉嘎金矿区各烃类相关地球化学参数

元素	背景值（Mo）	异常下限	方差（σ）	变异系数（V）
甲烷	3.964	8.79	2.41	0.608
乙烷	0.306	0.99	0.34	1.11
丙烷	0.307	0.86	0.27	0.88
正丁烷	0.196	0.52	0.16	0.81
异丁烷	0.036	0.11	0.038	1.05
乙烯	7.364	19.1	5.86	0.73
丙烯	1.67	3.84	1.08	0.64

注：（1）烃类单位为 μl / kg；（2）异常下限=背景值+方差×2；（3）变异系数=方差/背景值；（4）参加统计的样品共2537件全部为无矿化区的土壤样；样品中各类烃组分均由惠普公司Agilant6820型气相色谱仪分析（下同）。 测试时间：2008年12月

4.2.2 微量元素异常变化特征和规律

（一）Au、Ag、Cu

Au的异常特征见附图4-1，从中可见：

(1) Au异常主要发育于已知的东、西坑金矿体周围和北侧，编号分别为Ⅳ和Ⅴ号异常，异常面积较大且浓度值较高。

张才沟地区异常很弱，主要发育两个小异常块，编号为Ⅱ-1和Ⅱ-2号异常，这两块异常的面积分别为：Ⅱ-1号异常区$0.065\times10^{-2}km^2$，Ⅱ-2异常区$0.046\times10^{-2}km^2$。两者浓度值均较高，异常值均大于$4\times10^{-9}g/t$，有明显浓集中心，分带清晰，异常边部光滑，无明显凹凸不平。

(2) 总体上看，Au异常主要分布于白垩系地层中。张才沟两异常区均位于北西向断裂构造带中。

Ag的异常特征见附图4-2。从中可见：

(1) Ag在区内的异常较发育，小范围发育于已知矿区及北侧，编号分别为Ⅳ和Ⅴ号异常，分带清晰，异常高值约为$0.135\times10^{-6}g/t$。

张才沟地区主要发育三大块异常：Ⅰ号异常区（五所河西岸）、Ⅱ号异常区

（张才沟西岸）和III号异常区（张才沟西岸）；三者浓度值均不太高，异常高值约为 0.1×10^{-6}g/t。但有明显浓集中心，分带清晰；其中II号异常区包含两个异常块：II-1 号异常块和II-2 号异常块。III号异常区的高值异常面积最大，其他高值异常面积较小。

(2) 总体上看，张才沟地区 I 号异常发育于东西向断裂构造带中；II、III号异常发育于黑云母英安岩、元古代片岩的交界处。

Cu 的异常特征见附图 4-3。从中可见：

(1) Cu 在区内异常较发育，在已知矿区周围异常显示较好，异常分布较广，异常值平均约在 20×10^{-6}g/t，分带清晰。

张才沟地区主要包括两个异常：II号异常区（张才沟）、III号异常区（张才沟西岸），异常值较低，其高值约在 20×10^{-6}g/t。有浓集中心，分带清晰，其中II号异常发育于黑云母英安岩、元古代片岩的交界处。III号异常区黑云母英安岩、元古代片岩的交界处，呈带状分布。

(2) 总体上看，Cu 在张才沟地区有一定的异常发育，但异常值很低。

（二）As、Sb、Hg

As 的异常特征见附图 4-4。从中可见：

(1)As 异常在区内的主要发育于已知矿体的周围和北侧，异常分带明显，异常平均值约 8.8×10^{-6}g/t。

张才沟地区异常也较强，包括三个异常块，但主要沿河流分布：I 号异常位于五所河南岸的张才沟沟口、II 号异常分布于张才沟中下游、III号异常位于张才沟中部。三者浓度值均较高，异常值均大于 10×10^{-6}g/t，有明显浓集中心，分带清晰。；

(2)总体上看，张才沟地区 As 异常呈南北向展布，其中III号异常均发育于黑云母英安岩和元古代片岩的交界处。

Sb、Hg 的异常特征见附图 4-5 与 4-6。从中可见：

(1)Sb 与 Hg 在区内异常区与 As 的相似，主要发育于已知矿体周围和北侧，在张才沟地区亦有一定的异常反应，分别包括三个异常，亦主要沿张才沟的河流分布，尤其是张才沟中部。

(2)Sb 与 Hg 在区内异常区都有浓集中心，分带清晰。相对来说，Hg 异常较强，但 Sb 异常较弱，基本只发育中低值异常。

(3)总体上看，张才沟地区 As 异常区主要发育于黑云母英安岩和元古代片岩的交界处。

（三）Pb、Zn

Pb 的异常特征见附图 4-7。从中可见：

(1)Pb 在已知矿体分布区异常很弱，仅在Ⅴ号异常区处有零星异常分布，异常平均值较低，约为 24.8×10^{-6}g/t。

在张才沟地区较发育，大体包括三大异常区：Ⅰ号异常区位于张才沟沟口西侧，Ⅱ号异常区位于张才沟中下游东西两侧，Ⅲ号异常区位于张才沟中部东侧。但是异常值都不是很高，大约为 27×10^{-6}g/t，而且分带不清晰，

(2)总体上看，张才沟地区Ⅰ号异常发育于东西向断裂构造带中，Ⅱ号、Ⅲ号异常主要发育于黑云母英安岩、元古代片岩的交界处。

Zn 的异常特征见附图 4-8。从中可见：

(1)Zn 在已知矿区北侧较发育，浓集面积较大，异常平均值约为 120×10^{-6}g/t。

张才沟地区异常较发育，包括三块异常区：Ⅰ号异常区位于张才沟沟口西侧山脊上、Ⅱ号异常区位于张才沟沟口东西两侧山坡、Ⅲ号异常位于张才沟中部东西两侧山坡，异常均有浓集中心，分带清晰，但面积较小。其中，Ⅲ号异常发育于黑云母英安岩和元古代片岩的交界处。

(2)Zn 异常在整个工作区的发育程度弱，异常内带异常值约为 170×10^{-6}g/t，属于低值异常。

（四）Co、Ni、Mn

Co 的异常特征见附图 4-9。从中可见：

(1)Co 在已知矿区Ⅳ号异常区异常范围很小，但矿区北侧Ⅴ号异常区有较好的异常显示，异常范围较大，但异常平均值不高，约为 15.6×10^{-6}g/t。

张才沟至葡萄沟一带也有异常显示，大体包括三个异常区：Ⅰ号异常区位于张才沟沟口西侧山脊，异常范围小；Ⅱ号异常区位于张才沟沟口，异常面积也较小；Ⅲ号异常区位于葡萄沟中部东侧山坡和山脊一带，异常范围较大。

(2)总体而言，张才沟地区 Co 的异常浓度值均不高，内带异常值约为 14×10^{-6}g/t，属于低弱异常，但有明显浓集中心，分带清晰。其中，Ⅲ号异常在构造上分布于黑云母英安岩、元古代片岩和花岗斑岩三者的接触带。

Ni 的异常特征见附图 4-10。从中可见：

(1)Ni 在已知矿体周围相对较发育，异常范围较大，分带清晰，异常平均值约为 50×10^{-6}g/t。

而在张才沟地区则只出现零星异常，包括两块异常区：Ⅱ号异常区位于张才沟中下游两侧山坡，Ⅲ号异常区位于张才沟中部两侧，有各自的浓集中心，分带清晰，但异常值均较低，内带异常值约为 31×10^{-6}g/t，属于低弱异常。

(2)总体而言，张才沟地区异常在构造上分布于黑云母英安岩和元古代片岩的接触带。

Mn 的异常特征见附图 4-11。从中可见：

Mn在已知矿体周围几乎无异常显示。但在张才沟地区异常较发育，出现多个块状异常，总体上可分为三块异常区：Ⅰ号异常区位于张才沟沟口西侧山脊；Ⅱ号异常区位于张才沟沟口东西两侧山坡；Ⅲ号异常位于张才沟中部两侧山坡，各异常均有各自的浓集中心，分带清晰，但异常值均不高，内带异常值约为1170×10^{-6}g/t。

由上可见，总体而言，整个张才沟地区各微量元素的异常都较弱，这可能是区内大部分地区覆盖了一层成矿后才形成的白垩系火山碎屑岩所致。另外，Ag、Pb、Mn异常可能不是由热液成矿作用引起，而是表生条件下次生富集所致，在找矿评价中这几个元素的异常不做为参考依据。

4.2.3 烃类组分异常变化特征及规律

（一）CH_4、C_2H_6、C_3H_8

CH_4、C_2H_6、C_3H_8的异常特征相似，见附图4-12、4-13、4-14从图中可见：

(1)CH_4、C_2H_6、C_3H_8均发育总共五块异常区：Ⅰ号异常区位于张才沟沟口西侧山脊；Ⅱ号异常区位于张才沟中下游两侧山坡；Ⅲ号异常位于张才沟中部两侧山坡；Ⅳ号和Ⅴ号异常区分别位于已知矿区周围。各异常均有各自的浓集中心，分带清晰。其中CH_4、C_3H_8以Ⅲ号异常面积最大，异常最发育；C_2H_6Ⅲ号异常区包含Ⅲ-1号异常块、Ⅲ-2号异常块和Ⅲ-3号异常块，均有独立的浓集中心..。

(2)张才沟地区CH_4的异常值大于4.5，异常块均有异常浓集中心，分带清晰；C_2H_6与C_3H_8的异常值大于0.35，异常块有各自的异常浓集中心，分带清晰。

(3)单个异常呈块状，但异常之间常常构成断续半环带状或港湾状。

(4)在构造上，张才沟地区的异常主要分布于北西向构造与东西向构造交叉部位。

（二）iC_4-、nC_4-、C_2H_4、C_3H_6

iC_4-、nC_4-、C_2H_4、C_3H_6的异常特征相似，见附图4-15、4-16、4-17、4-18，从中可见：

(1)它们均发育总共五块异常区：Ⅰ号异常区位于张才沟沟口西侧山脊；Ⅱ号异常区位于张才沟中下游东西两侧山坡，相对地东侧异常尤为发育；Ⅲ号异常位于张才沟中部两侧山坡；Ⅳ号和Ⅴ号异常区分别位于已知矿区周围。Ⅱ号异常面积最大，异常最发育，Ⅳ号和Ⅴ号异常区异常面积较小，浓集区零星分散。

(2)nC_4-的异常值大于0.27，iC_4-的异常值大于0.05，C_2H_4的异常值大于9，Ⅰ、Ⅱ、Ⅲ号异常区三者均有浓集中心，分带清晰。Ⅰ号异常区位于英安岩，Ⅱ号异常区、Ⅲ号异常区位于位于黑云母英安岩与元古代片岩的接触带。

(3)C_3H_6的异常值大于2，在张才沟地区主要发育一块异常区，即Ⅰ号异常

区，分布于张才沟沟口东西两侧山坡，有浓集中心，分带清晰。

(4)与甲烷等异常一样，单个异常呈块状，但异常之间常常构成断续半环带状或港湾状。

(5)在构造上张才沟地区的异常主要分布于北西向断裂构造带周围。上述各元素不同异常区和异常块的具体特征见表 4-3。

表 4-3 乌拉嘎金矿外围地区各元素异常特征统计表

元素	地理位置	面积（$km^2\times10^{-2}$）		形态	最大值	最小值	平均值	地层
Ag	张才沟沟口	Ⅰ号异常	0.375	不规则状	0.123	0.054	0.082	白垩系
	张才沟中部	Ⅱ-1 号异常	0.266	港湾状	0.208	0.056	0.101	白垩系与下元古界黑龙江群交界
	张才沟中部东侧 100m 处	Ⅱ-2 号异常	0.239	不规则状	0.18	0.051	0.094	白垩系、下元古界黑龙江群
	张才沟沟脑	Ⅲ号异常	0.717	带状	0.324	0.052	0.1	白垩系
	东、西坑金矿体周围	Ⅳ号异常	0.317	不规则状	0.16	0.09	0.14	白垩系
	东、西坑金矿体北侧	Ⅴ号异常	0.221	不规则状	0.164	0.09	0.13	白垩系
As	张才沟沟口	Ⅰ号异常	0.28	港湾状	88.3	3.14	7.95	白垩系
	张才沟中部	Ⅱ号异常	0.28	半椭圆状	98.39	2.123	10.88	白垩系
	张才沟沟脑	Ⅲ号异常	0.13	条带状	177.8	2.61	5.04	白垩系、下元古界黑龙江群
	东、西坑金矿体周围	Ⅳ号异常	0.459	不规则状	63.81	1.881	7.2	白垩系
	东、西坑金矿体北侧	Ⅴ号异常	0.522	港湾状	253.2	2.691	8.11	白垩系
Au	张才沟中部	Ⅱ-1 号异常	0.065	圆状	77.84	0.26	4.07	白垩系
	张才沟东侧 800m 处	Ⅱ-2 号异常	0.046	半椭圆状	12.39	1.51	5.22	白垩系
	东、西坑金矿体周围	Ⅳ号异常	0.372	掌状	41.46	0.83	2.661	白垩系
	东、西坑金矿体北侧	Ⅴ号异常	0.886	掌状	708.9	0.57	10.66	白垩系
Co	张才沟沟口西侧约 600m 处	Ⅰ号异常	0.045	港湾状	17.21	7.91	11.62	白垩系
	张才沟沟口	Ⅱ号异常	0.058	星点状	18.12	5.11	11.11	白垩系
	张才沟中部西侧约 800m 处	Ⅲ号异常	0.87	不规则状	23.22	5.93	11.99	白垩系
	东、西坑金矿体周围	Ⅳ号异常	0.372	星点状	39.11	5.73	11.31	白垩系
	东、西坑金矿体北侧	Ⅴ号异常	0.878	带状	34.82	6.52	12.91	白垩系
Cu	张才沟中部西侧约 300m 处	Ⅱ号异常	0.092	港湾状	49.11	21.93	18.46	白垩系
	张才沟	Ⅲ号异常	0.78	带状	63.62	9.21	18.61	白垩系、下元古界黑龙江群
	东、西坑金矿体周围	Ⅳ号异常	0.529	带状	41.12	7.31	16.89	白垩系

	东、西坑金矿体北侧	V号异常	0.644	港湾状	57.03	10.61	18.89	白垩系
Mn	张才沟沟口西侧约 600m 处	I 号异常	0.22	港湾状	2936	320	955.8	白垩系
	张才沟中部西侧约 100m 处	II-1 号异常	0.16	似椭圆状	4600	321	966.1	白垩系
	张才沟沟口	II-2 号异常	0.45	不规则状	7000	283	1049.1	白垩系
	张才沟沟口东侧约 300m 处	II-3 号异常	0.16	港湾状	2973	464	1070.5	白垩系
	张才沟沟脑	III-1 号异常	0.56	不规则状	5000	269	1039.6	白垩系、下元古界黑龙江群
	张才沟沟脑东侧约 200m 处	III-2 号异常	0.14	不规则状	2517	358	1009.5	白垩系
	张才沟沟脑	III-3 号异常	0.38	似长方形	4500	329	1050.4	白垩系
	东、西坑金矿体周围	IV号异常	0.353	不规则状	5000	166	822.7	白垩系
	东、西坑金矿体北侧	V号异常	0.365	不规则状	3452	309	862.7	白垩系
Ni	张才沟中部西侧约 100m 处	II-1 号异常	0.064	不规则状	104	10	26.11	白垩系
	张才沟中部	II-2 号异常	0.028	似椭圆状	40.9	17.7	25.73	白垩系
	张才沟中部东侧约 100m 处	II-3 号异常	0.02	星点状	91.9	17.6	26.59	白垩系
	张才沟沟脑西侧约 200m 处	III-1 号异常	0.022	条带状	47.3	16.8	26.89	白垩系、下元古界黑龙江群
	张才沟沟脑	III-2 号异常	0.028	星点状	41.9	16	25.06	白垩系、下元古界黑龙江群
	东、西坑金矿体周围	IV号异常	0.898	手掌状	145.2	14.3	30.26	白垩系
	东、西坑金矿体北侧	V号异常	0.867	手掌状	183.8	15.4	39.31	白垩系
Pb	张才沟沟口西侧约 800m 处	I 号异常	0.26	不规则状	38.9	13.3	25.32	白垩系
	张才沟中部西侧约 500m 处	II-1 号异常	2.02	不规则状	38.3	12.8	26.18	白垩系
	张才沟沟口至中上部	II-2 号异常	0.25	手掌状	41.3	10.2	25.19	白垩系
	东、西坑金矿体北侧	V号异常	0.261	星点状	34.8	10.8	21.61	白垩系
Sb	张才沟沟口	II-1 号异常	0.033	带状	3.11	0.399	0.91	白垩系
	张才沟中部	II-2 号异常	0.022	带状	3.68	0.256	0.79	白垩系
	张才沟沟脑	III号异常	0.061	带状	5.46	0.393	1.23	白垩系、下元古界黑龙江群
	东、西坑金矿体周围	IV号异常	0.362	手掌状	0.27	31.6	1.83	白垩系

	东、西坑金矿体北侧	V号异常	0.738	手掌状	0.36	41.2	1.18	白垩系
Zn	张才沟沟口西侧约 400m 处	I 号异常	0.21	不规则状	209	50	97.46	白垩系
	张才沟沟口	II 号异常	0.33	不规则状	179	61	105.9	白垩系
	张才沟沟脑	III号异常	0.14	不规则状	205	52	99.83	白垩系、下元古界黑龙江群
	东、西坑金矿体周围	IV号异常	0.820	条带状	218	50	107.8	白垩系
	东、西坑金矿体北侧	V号异常	0.806	条带状	173	41	101.2	白垩系
Hg	张才沟沟口西侧约 800m 处	I 号异常	0.0011	椭圆状	110.6	16.73	51.14	白垩系
	张才沟中部	II 号异常	0.039	条带状	188.3	4.94	35.28	白垩系
	张才沟沟脑	III号异常	0.048	条带状	1481	4.54	43.64	白垩系、下元古界黑龙江群
	东、西坑金矿体周围	IV号异常	0.069	不规则状	274.3	4.42	27.06	白垩系
	东、西坑金矿体北侧	V号异常	0.079	不规则状	1342	7.63	57.54	白垩系
甲烷	张才沟沟口西侧约 800m 处	I 号异常	0.01	港湾状	10.46	2.12	4.35	白垩系
	张才沟沟口至中上部	II 号异常	0.05	零星状	78.81	2.06	4.51	白垩系
	张才沟沟脑	III号异常	0.06	似长方形	31.33	1.86	4.44	白垩系、下元古界黑龙江群
	东、西坑金矿体周围	IV号异常	0.166	不规则状	17.38	1.67	4.04	白垩系
	东、西坑金矿体北侧	V号异常	0.159	不规则状	23.71	1.55	3.88	白垩系
乙烷	张才沟沟口西侧约 800m 处	I 号异常	0.18	港湾状	3.05	0.09	0.35	白垩系
	张才沟中部	II 号异常	0.28	不规则状	2.51	0.10	0.36	白垩系
	张才沟沟脑西侧约 800m 处	III-1 号异常	0.13	葫芦状	2.15	0.12	0.38	白垩系
	张才沟沟脑西侧约 400m 处	III-2 号异常	0.08	半椭圆状	9.90	0.55	0.08	白垩系
	张才沟沟脑	III-3 号异常	0.07	葫芦状	0.77	0.18	0.39	白垩系、下元古界黑龙江群
	东、西坑金矿体周围	IV号异常	0.60	零星状	2.57	0.07	0.38	白垩系
	东、西坑金矿体北侧	V号异常	0.57	零星状	2.56	0.07	0.33	白垩系
丙烷	张才沟沟口西侧约 800m 处	I 号异常	0.01	港湾状	1.57	0.08	0.36	白垩系
	张才沟沟口至中上部	II 号异常	0.05	零星状	2.07	0.06	0.36	白垩系

	张才沟沟脑	III号异常	0.06	不规则状	6.34	0.06	0.35	白垩系、下元古界黑龙江群
	东、西坑金矿体周围	IV号异常	0.20	零星状	1.96	0.06	0.506	白垩系
	东、西坑金矿体北侧	V号异常	0.19	零星状	2.18	0.059	0.331	白垩系
乙烯	张才沟沟口西侧约 800m 处	I 号异常	0.02	港湾状	30.20	0.89	7.55	白垩系
	张才沟沟口至中上部	II 号异常	0.10	不规则状	64.37	0.85	8.33	白垩系
	张才沟沟脑	III号异常	0.14	条带状	55.03	0.61	8.37	白垩系、下元古界黑龙江群
	东、西坑金矿体周围	IV号异常	0.169	不规则状	34.73	1.039	8.13	白垩系
	东、西坑金矿体北侧	V号异常	0.158	零星状	62.75	1.029	7.34	白垩系
丙烯	张才沟沟口东西侧山坡	I 号异常	0.15	零星状	9.23	0.38	2.11	白垩系
	东、西坑金矿体周围	IV号异常	0.028	零星状	6.77	0.234	1.21	白垩系
	东、西坑金矿体北侧	V号异常	0.029	零星状	6.55	0.372	2.002	白垩系
正丁烷	张才沟沟口西侧约 800m 处	I 号异常	0.02	港湾状	1.25	0.04	0.26	白垩系
	张才沟沟口至中上部	II 号异常	0.08	不规则状	1.10	0.03	0.23	白垩系
	张才沟沟脑	III号异常	0.04	条带状	2.04	0.03	0.22	白垩系、下元古界黑龙江群
	东、西坑金矿体周围	IV号异常	0.193	不规则状	1.54	0.035	0.224	白垩系
	东、西坑金矿体北侧	V号异常	0.019	似椭圆状	1.13	0.032	0.194	白垩系
异丁烷	张才沟沟口西侧约 800m 处	I 号异常	0.01	港湾状	0.17	0.01	0.04	白垩系
	张才沟沟口至中上部	II 号异常	0.08	不规则状	0.37	0.01	0.04	白垩系
	张才沟沟脑及其西侧 200m 范围处	III号异常	0.05	零星状	0.48	0.01	0.04	白垩系、下元古界黑龙江群
	东、西坑金矿体周围	IV号异常	0.142	不规则状	0.497	0.008	0.039	白垩系白垩系
	东、西坑金矿体北侧	V号异常	0.126	零星状	0.577	0.006	0.042	白垩系

注：异常值单位为：微量元素中 Au 的单位为 10^{-9}g/t，其余为 10^{-6}g/t；烃类单位为 μl / kg。

测试时间：2008 年 12 月

4.3 地球物理勘查结果

为了更好地把握张才沟地区的找矿前景，本文也引用了该区部分地球物理测量结果。

4.3.1 高精度磁法测量结果

从图 4-4 可见：在测区西部、南部磁异常普遍较低，测区中部和北部较高，且高的磁异常区域具有明显条带状、弧形特征，走向近南北向，磁异常特征与地质上的火山次火山机构环状吻合，基本证实了地质上的认识。

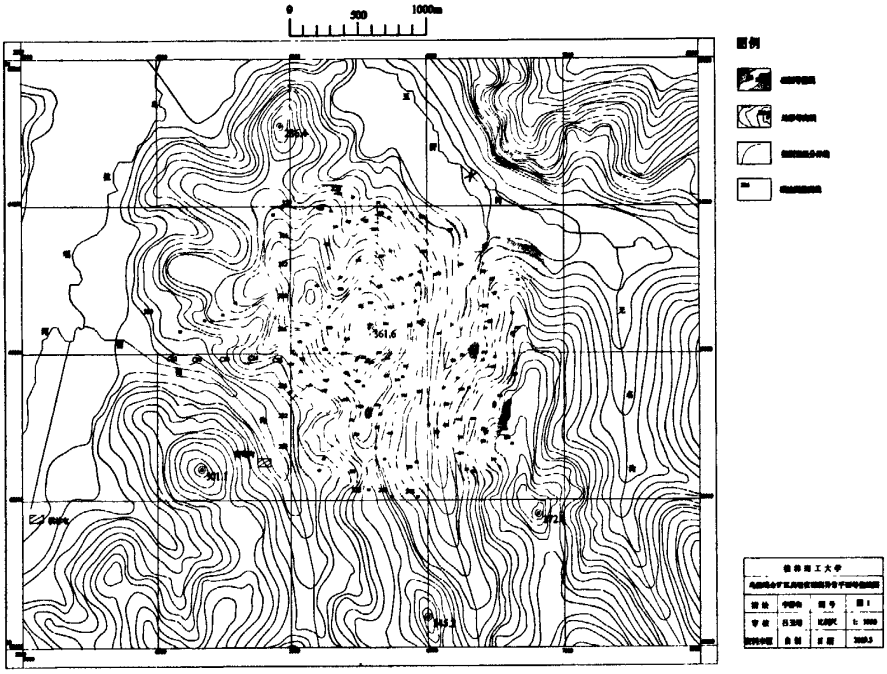


图 4-4 测区磁异常平面等值线图及构造界线推断

总体上，高磁异常包括三条大的弧形磁异常带，大致对应地质上的岩性界线，由测区西向东，磁异常带具体位置如下（图 4-4、附图 4-19）：

1)由 A(595000,5362700)、B(595300,5363000)、C(595500,5363300)、D(595600,5363700) 、E(595650,5364000)等 5 个平面坐标点顺序相连构成的弧形带；

2)由 A(595150,5362200)、B(595500,5362500)、C(595850,5363000)、D(595950,5363500)、E(595650,5364000)等 5 个平面坐标点顺序相连构成的弧形带；

3)由 A(596300,5362150)、B(596150,5362400)、C(596300,5362700)、D(596600,5362950)等 4 个平面坐标顺序相连构成的弧形带；

磁异常的勘查结果为我们从宏观上认识测区地质构造分布、金矿勘查等提供了重要技术支持和依据，为本次金矿地质、物探综合勘查提供了技术支持，磁测

结果对测区的地质认识也有着重要意义。

4.3.2 大功率电法测量结果

大功率电法测量的视电阻率和视极化率异常平面等值线图分别见图 4-5、附图 4-19、图 4-6。结果如下：

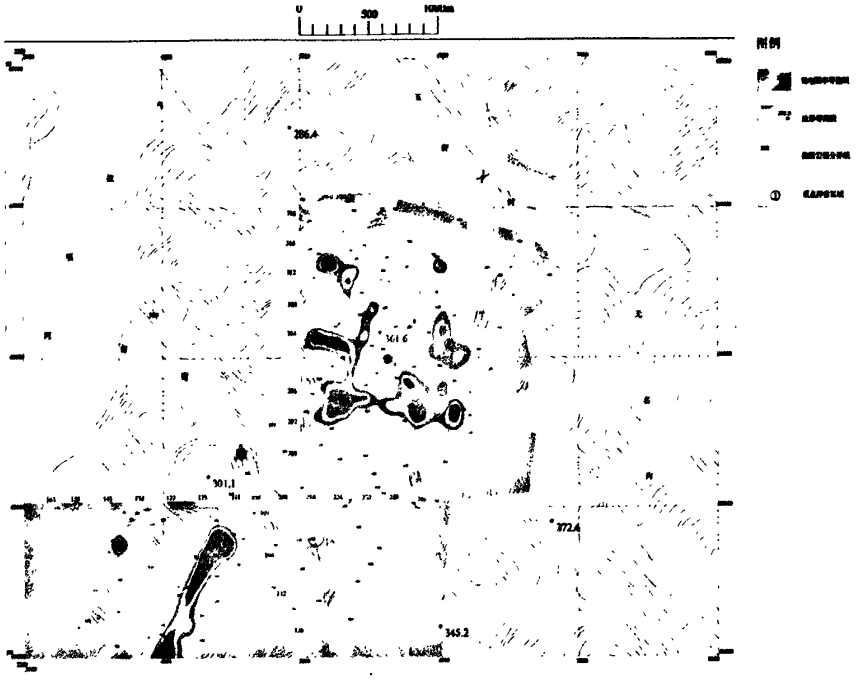


图 4-5 乌拉嘎金矿区大功率激电视电阻率异常平面等值线图

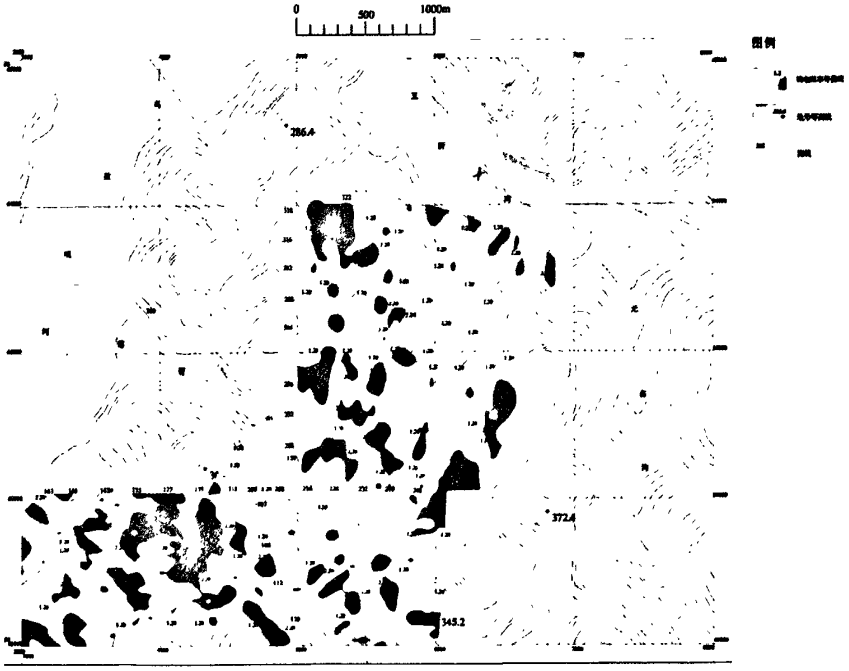


图 4-6 乌拉嘎金矿区大功率激电视极化率异常平面等值线图

从图 4-5 上可见：在测区的中部区域，出现明显的高视电阻率环型异常，这与高精度磁测的结果部分吻合，推断为岩性界线和地形综合影响；此外，在测区左下角区域，出现两个高阻条带异常带，由于地表建筑物较多，推断为地表干扰所致，异常可靠性差。

从图 4-6 可见：测区视极化率异常不大，平均值在 1.0，最小值为 0.07，最大值为 3.2。由于受地表建筑、老矿区等干扰影响，视极化率异常平面图（图 4-6、附图 4-20）上视极化率异常复杂，但在测区中部重点区域，环型、条带状高极化异常特征明显。

由于受矿区等地表干扰，平面图上视极化率异常比较乱，异常带复杂，将视极化率异常区域与视电阻率异常区域对照，重点分析高阻（中阻）高极化区域，得到 4 个重点区域，区域端点水平坐标如下（表 4-4）：

表 4-4 重点异常区域水平坐标

激电异常区	坐标	1	2	3	4
①号异常区	X	595125	595250	595200	595200
	Y	5363625	5363625	5363600	5363750
②号异常区	X	595125	595250	595400	595300
	Y	5362600	5362630	5362720	5362800
③号异常区	X	595750	595750	595650	595800
	Y	5362300	5362550	5362450	5362450
④号异常区	X	595750	596125	596000	595850
	Y	5362625	5362500	5362750	5362800

4.4 找矿有利靶区预测

根据乌拉嘎矿田张才沟地区的地质构造特征、地球化学和地球物理有关元素的异常变化特征，共划分出三个找矿有利靶区，见附图 4-20。

4.4.1 Ⅰ号找矿有利靶区

Ⅰ号找矿有利靶区位于张才沟沟口西侧，端点坐标为：

1. X: 22595067, Y: 5364007
2. X: 22596119, Y: 5364007
3. X: 22596119, Y: 5363388
4. X: 22595067, Y: 5363388

在该靶区周围，存在烃类（包括甲烷、乙烷、丙烷、正丁烷、异丁烷、乙烯、丙烯）强异常，Hg、Zn、Cu、Co 弱异常，物探高阻高极化异常等综合异常。在各类异常之间具有一定的分带性，其中化探异常位于北侧，往南为极化率异常，再往南为电阻率异常。推断该异常群为矿化引起，根据物探结果推测，矿化深度约为 300 米。

在构造上，该物化探异常群分布区段，正好分布于区内火山次火山机构内环带构造的东西向、北西向和南北向三组断裂构造交汇部位。其北侧为英安岩、南部为元古界云母石英片岩，可提供较好的容矿空间，构造十分有利。因此，该预测区，尤其是预测区内的西部地段是值得今后高度关注的找矿有利地区。

4.4.2 II号找矿有利靶区

II号找矿有利靶区位于张才沟中部，端点坐标为：

1. X: 22595074, Y: 5363194
2. X: 22596654, Y: 5363194
3. X: 22596654, Y: 5362540
4. X: 22595074, Y: 5362540

在该靶区内，无论是烃类异常（包括甲烷、乙烷、丙烷、正丁烷、异丁烷、乙烯），还是 As、Sb、Hg、Cu、Zn 等微量元素异常均很发育，还有 Au 的块状异常，与此同时物探出现多个高阻高极化异常，靶区的西北部还出现较强的磁异常，所有异常基本上都围绕元古界云母石英片岩体四周分布，具有环带状和条带状双重特征，这些异常群推断为脉状和囊状金矿化共同引起，根据物探结果，推测矿化深度为 500 米。

在构造上，该物化探异常群分布区段，正好分布于区内火山次火山机构内环带构造的东西向和北西向两组断裂构造交汇部位，构造十分有利，该靶区是张才沟地区最重要的成矿有利区。

4.4.3 III号找矿有利靶区

III号找矿有利靶区位于张才沟中上部，端点坐标为：

1. X: 22595131, Y: 5362434
2. X: 22596139, Y: 5362434
3. X: 22596139, Y: 5361942
4. X: 22595131, Y: 5361942

在该靶区内，发育有烃类强异常异常（包括甲烷、乙烷、丙烷、正丁烷、异丁烷、乙烯），Ag、As、Sb、Hg 强异常，Pb、Zn、Cu、Ni 弱异常，物探高阻高极化异常，各类异常均主要分布于元古界云母石英片岩与白垩系淘淇河组泥质粉砂岩不整合面接触带附近，构造上则处于区内火山次火山机构内环带构造的东西向和北西向两组断裂构造交汇部位，构造也十分有利。推断这些异常也为金矿化引起，值得高度关注。据物探结果推测，矿化深度为 400 米。

4.5 验证钻孔情况

为了对上述有利靶区进行验证，设计了 5 个钻孔（见附图 4-20），各钻孔的有关参数见表 4-5。

表 4-5 验证钻孔坐标及设计深度

钻孔编号	X	Y	H（m）	方位角	斜角	备注
ZK0901	595130	5362800	300		直孔	验证孔
ZK0902	595180	5363850	300	360°	85°	验证孔
ZK0903	595600	5362450	500		直孔	验证孔
ZK0904	595700	5362900	600		直孔	预备孔
ZK0905	595800	5362600	600		直孔	预备孔

经乌拉嘎金矿组织队伍进行验证后发现，K0901 和 ZK0902 孔只存在较弱的金矿化，位于III号靶区内的 ZK0903 孔在孔深 170 米处见到花岗斑岩，在孔深 376~377 米处发现了脉状金矿化，经化验分析，在样长为 1 米的情况下，金矿化品位高达 75g/t，另外，在孔深 560 米~580 米处见到平均金品位约为 0.3g/t 的金矿化。根据上述钻孔的验证情况，初步表明了张才沟地区确实存在金的成矿热液活动，具有较好的成矿潜力，同时表明本项目所采用勘查方法和手段是行之有效的，所提出的找矿有利靶区是比较可靠的。

第五章 结论

通过对乌拉嘎金矿床地质控矿规律和花岗斑岩与金矿体关系的研究，并结合烃气测量法、吸附相态汞等新技术手段与物探激电测量技术与金矿成矿关系的探讨表明：

1. 东西向断层和北西向断层是乌拉嘎金矿床区内主要控岩和控矿构造。

2. 乌拉嘎金矿在成因上属于浅成低温热液裂隙充填型金矿床，利用稀土配分模型，结合同位素资料能更有效地查明矿床的成因类型。

3. 虽然目前乌拉嘎金矿床中所发现的矿体大部分都赋存于花岗斑岩中，但从稀土配分模式来看，金矿体与花岗斑岩只在空间上联系密切，但在成因上并无关系。

4. 乌拉嘎金矿在成矿的过程中存在一定量的有机物参与，有机络离子是金的重要搬运形式，无论是金矿床中原生矿石，还是蚀变围岩中都有较高的烃类组分含量，故烃气异常可作为矿区乃至外围地区找矿预测的重要标志，并可作为深部成矿和找矿的重要评价依据。

5. 围绕乌拉嘎火山次火山机构内外环构造带地段，是本矿区今后深边部找矿的主攻方向。

6. 通过物化探探矿综合法对乌拉嘎金矿张才沟地区进行预测评价够，共圈出三个有利靶区，分别处于张才沟沟口西侧、中部和中上部。

7. 其中张才沟中部和五所河西南部一带的物化探综合异常分布区，在地质上正好分布在火山次火山机构内环的北西向控矿构造带与东西向构造交汇地带。钻探验证结果表明，张才沟地区确实存在较大的成矿潜力。

致 谢

本文自始至终是在导师陈远荣教授的悉心指导和关怀下完成的。陈老师务实求真的学术思想、渊博的学术知识、严谨的治学态度、对专业的执着敬业精神和朴实正直的为人令学生深深敬佩，更使我在学业和为人处事方面受益终身。三年来，导师不仅在学业上和工作上严格要求，而且在生活中也给予我无微不至的关怀和照顾，使得我能够顺利的完成学业。值此论文完成之际，向尊敬的导师——陈远荣教授表示诚挚的感谢和崇高的敬意。

参考文献

[1] 李有任,牛林著.大型内生金矿床的主要地质构造类型和特点[J].国外铀金地质,1998,Vol.15, No.1, pp.34-41.

[2] 路彦明,张玉杰,张栋等著.剪切带与金矿成矿研究进展[J].黄金科学技术,2008,No.5, pp.37-44.

[3] 王有标著.新疆金矿主要类型、分布规律和找矿方向的初步探讨[J],新疆地质.1988, Vol.6, No.4, pp.2-11.

[4] 康永孚著.近年来某些世界级大型金矿床的发现史例[J].地质与勘探,1990,No.1, pp.23-28.

[5] 朱韶华,芮行健,王爱华,左学义著.阿克提什坎金矿的发现及基本特征[J].中国地质科学院南京地质矿产研究所所刊,1991,No.2, pp.46-51.

[6] 李兆鼐著.关于我国火山岩地区金矿找矿工作的几点建议[J].黄金,

[7] 葛良胜,武玉海著.板块构造环境对金矿成矿的控制作用[J].黄金地质,1998,No.3, pp.16-24.

[8] 朱奉三著.中国金矿床成因类型的划分及基本特征研究[J].黄金,1989,Vol.10, No.6, pp.11-20.

[9] 高世贤著.小秦岭金矿田地质特征及矿床成因[J].采矿技术,2009,Vol.9, No.1, pp.120-123.

[10] 河南省第一地质调查队.河南省灵宝金矿金硐岔矿区初步勘探报告[R].洛阳:河南省地质矿产勘查开发局第 1 地质调查队, 1966.

[11] 李永胜,孟祥元著.金厂峪金矿床控矿构造特征及深部探矿研究[J].黄金,2006,Vol.27, No.7, pp.7-10.

[12] 许云程,祁学义.金厂峪金矿地质研究及深部矿体预测[J].地质与勘探, 1991, Vol.27, No.8: pp.17~20.

[13] 张秋生,杨振升,高德玉,等.冀东金厂峪地区高级变质区地质与金矿床[M].北京:地质出版社, 1991. 324~361.

[14] 林传勇,何永年,陈孝德,等.韧性剪切带与金矿化的关系———以金厂峪金矿床为例[M].北京:地震出版社, 1995. pp.63~80.

[15] 陆敬源,侯莹纪,殷坤著.争光岩金矿的控岩控矿构造和围岩蚀变特征[J].科技论坛,pp.34.

[16] 周兴良,毛卫红,胡世明著.湖南双峰金矿带成矿地质特征及控矿因素[J].分析与检测,2008, No.7, pp.190-192.

[17] 毛卫红,李凤辉,曹爱军.湖南省双峰县包金山金矿勘探地质报告[R].2000.

[18] 吴家植等.湖南省双峰县铃山金矿区金坑冲矿段勘探地质报告[R].1993.

[19] 李建忠,刘洪波,张亿其,谢杰桥,皮吉波,杨福立著.甘肃省文县阳山金矿带控矿构造特征及找矿方向[J].地质学报,2008,Vol.28, No.1, pp.13-17.

[20] 李志宏,郭俊华.甘肃省文县阳山矿带安坝矿段南部金矿普查报告[R].四川成都:武警黄金第十二支队,2007.

[21] 齐金忠,杨贵才,郭俊华等.文县阳山金矿带构造-岩浆演化序列及构造控矿规律研究[Z].河北廊坊:武警黄金研究所，2006.

[22] Arthor S.Radtke.卡林金矿地质学[M].1985.

[23] 赵财胜,匡俊,李碧乐.山东招远大河金矿断裂构造控矿规律及成矿预测[J].黄金,2003,No.5,pp.17～20.

[24] 刘洪,林董,连慧著.阿希金矿地质特征及成因初探.新疆地质[J],1992,Vol.10, No.2, pp.110-118.

[25] 唐静轩,火山岩地区区域地质调查方法指南——区域地质矿产[M].北京:地质出版社,1987.

[26] 戚长谋等,地球化学通论[M].北京:地质出版社,1987.

[27] 孙凤兴,吴国学,杨鹏著.乌拉嘎金矿床地质模型[J].吉林地质,1996,Vol.15, No.2, pp.52-60.

[28] 张重泽,任启江著.团结沟花岗闪长斑岩与金矿化的关系[J].地质地球化学,1991,No.5, pp.68-70.

[29] 王世称,许亚光,侯慧群著.综合信息成矿系列预测的基本思路与方法[J].中国地质,1992, No.10.

[30] 崔敏, 刘志宏, 吴国学.黑龙江省乌拉嘎金矿外围土壤地球化学找矿信息评价 [J].世界地质, 2007, Vol.26, No.2, pp.190-198.

[31] 吴国学, 尹学义, 李凤友等.黑龙江团结沟金矿成矿地质条件分析及电法勘查评价 [J].世界地质, 2008, Vol.27, No.2, pp.183-187.

[32] 韩学辉,匡立春,何亿成,等.岩石电学性质实验研究方向展望[J].地球物理学进展,2005, Vol.20, No. 2, pp. 348-356.

[33] 吴国学,李守义,任云生等.乌拉嘎金矿主要控矿因素与激电法找金效果.2002, Vol.21, No.4, pp, 1248-1251.

[34] 李景强,周坤,金同和著.黑龙江团结沟金矿床地质特征及矿床成因探讨[J].黄金,2008, Vol.29, No.6, pp.19-24.

[35] 武警黄金指挥部.黑龙江省团结沟斑岩金矿地质[M].北京:地质出版社,1995, pp.105-210.

[36] 吴国学,程军,汪振涌等.乌拉嘎金矿周边地区成矿规律及找矿前景[J].黄金,2005, Vol.26. No.11, pp.16-19.

[37] 周喜文,李宪洲,李晓敏.黑龙江省老柞山金矿成矿模式探讨[J].地质与勘探,2002, Vol.38, No.2, pp,18～22.

[38] Rantitsch.G. Geochemical exploration in a mountainousarea by statistical modeling of poly populationaldata distri-butions [J]. JournalofGeochemicalExploration, 2004, Vol.82, pp. 79-95.

[39] 霍亮著.黑龙江省嘉荫县乌拉嘎金矿矿床成矿成因及预测[D].黑龙江:吉林大学.2007.

[40] 孙凤兴,吴国学,杨鹏.团结沟金矿床地质模型[J].吉林地质,1996, Vol.15, No.2, pp. 52-60.

[41] 李碧乐,王健.黑龙江省团结沟金矿区花岗斑岩体与金矿化的关系[J].地质与勘探, 1998, Vol.19, No.3, pp. 3-6.

[42] 孙丰月, 王力, 霍亮, 王可勇著.黑龙江乌拉嘎大型金矿床流体包裹体特征及矿床成因研究 [J].中国地质, 2008, Vol.35, No.6, pp.1267-1273.

[43] 王义文.中国金矿床稳定同位素地球化学研究.桂林冶金地质学院学报[J],1990,Vol.10, No.3, pp.269-282.

[44] 吴尚全.团结沟斑岩金矿床多源成因的同位素地质学证据[J].地质与勘探,1984,Vol.20, No.2, pp.28-31.

[45] 杨天奇,魏仪方,何高文.中国陆相火山岩区特大型金矿床模型[M].北京:冶金工业出版社,1992, pp.1-200.

[46] 张理刚著.莲花山斑岩型钨矿床的氢、氧、硫、碳和铅同位素地球化学[J].矿床地质,1985,No.1.

[47] 杨柳,张文山著.石湖金矿岩浆岩及金矿床的稀土元素特征研究[J].矿业快报,2008,Vol.3, No.476, pp.40-44.

[48] 徐庆鸿,陈远荣等.石湖金矿岩浆岩及金矿床的稀土元素特征研究[J].地质论评,2005,Vol.51, No.5, pp.583-590.

[49] 叶俊,杨佰恒,齐领弟,余大龙著.黔东南主山冲金矿稀土元素地球化学特征研究[J].贵州工业大学学报,2008,Vol.37, No.3, pp.24-28.

[50] 孟宪伟.团结沟金矿床的地球化学找矿模型[J].地质与勘探,1994, No.3, pp.63-66.

[51] 魏仪方,刘春华.团结沟金矿床地质地球化学模型[J].黄金,1996, Vol.17, No.2 pp.3-11.

[52] 赵鹏大.矿床统计预测[M].第二版.北京:地质出版社,1994: 125-143, 198-208.

附 图

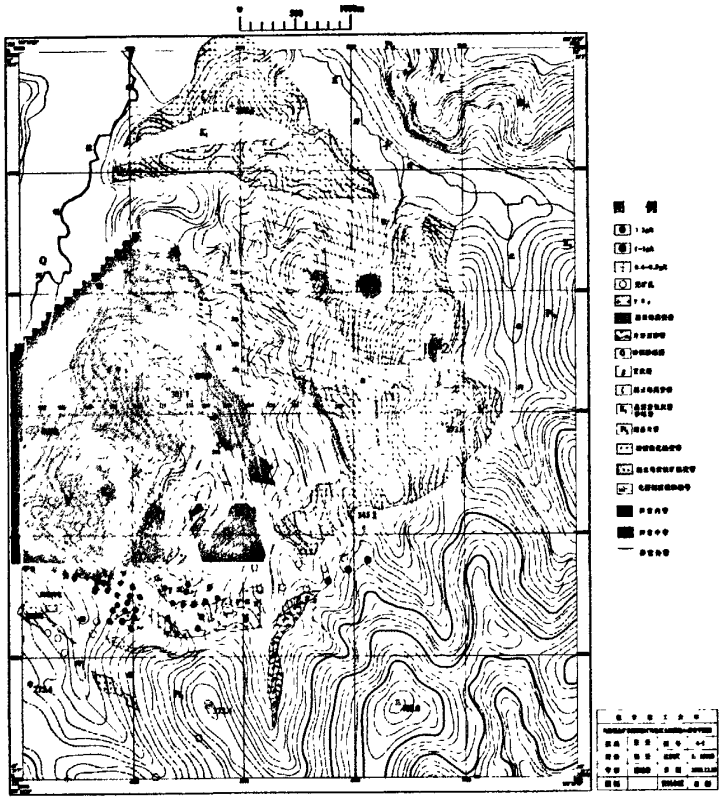


图 4-1 乌拉嘎金矿北侧和张才沟地区土壤测量 Au 异常平面图

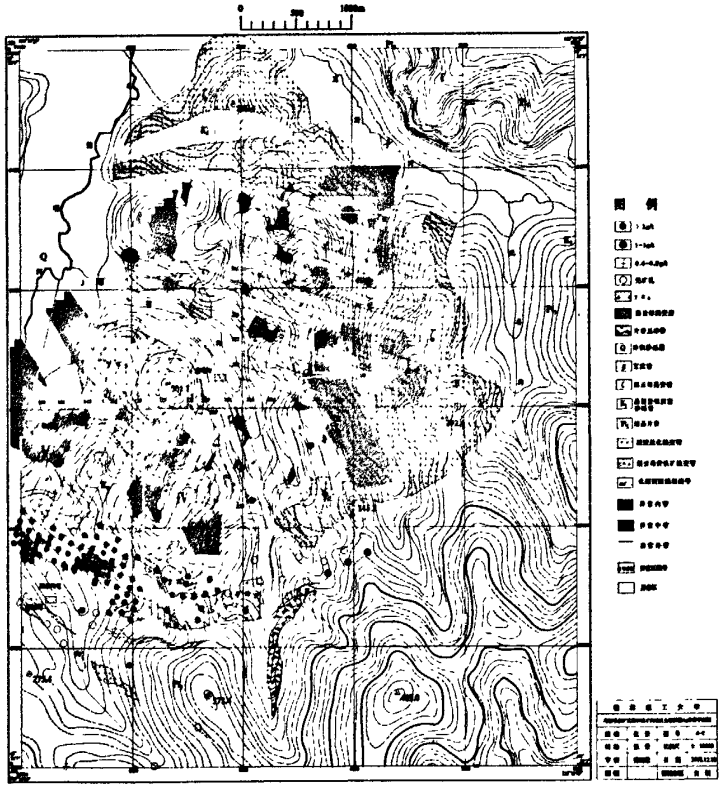


图 4-2 乌拉嘎金矿北侧和张才沟地区土壤测量 Ag 异常平面图

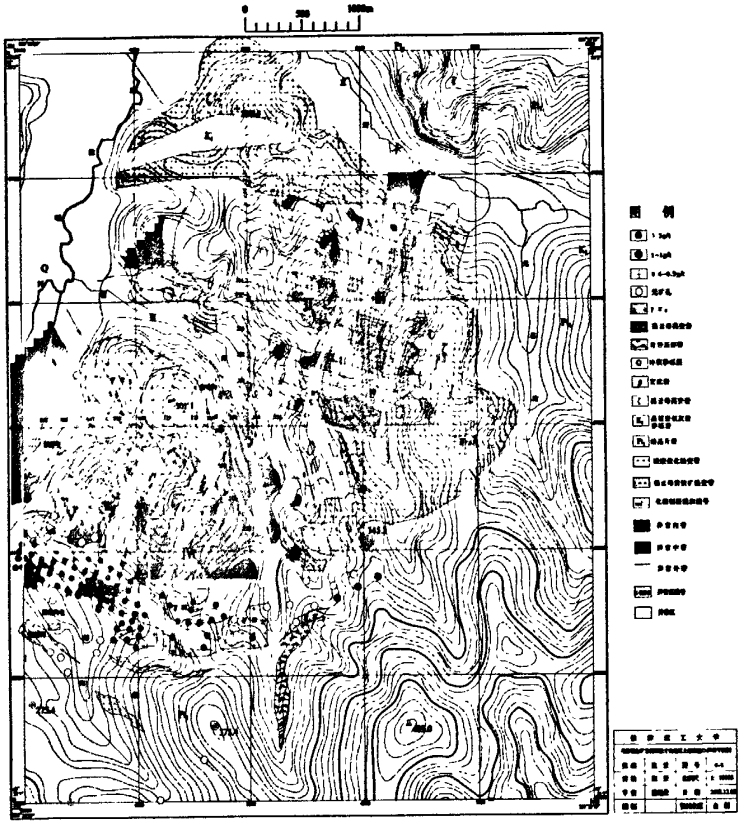


图 4-3 乌拉嘎金矿北侧和张才沟地区土壤测量 Cu 异常平面图

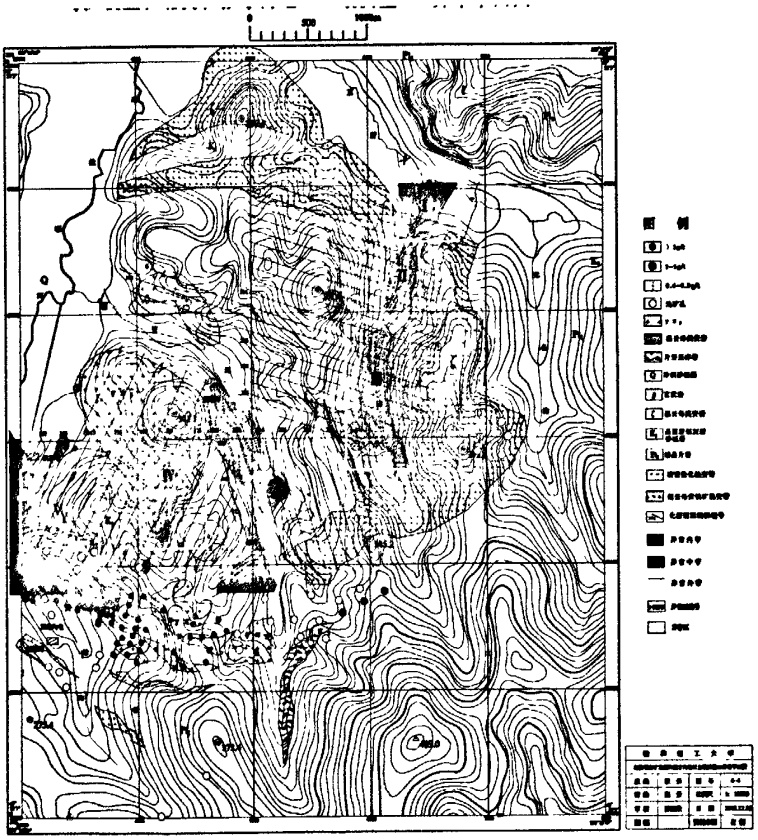


图 4-4 乌拉嘎金矿北侧和张才沟地区土壤测量 As 异常平面图

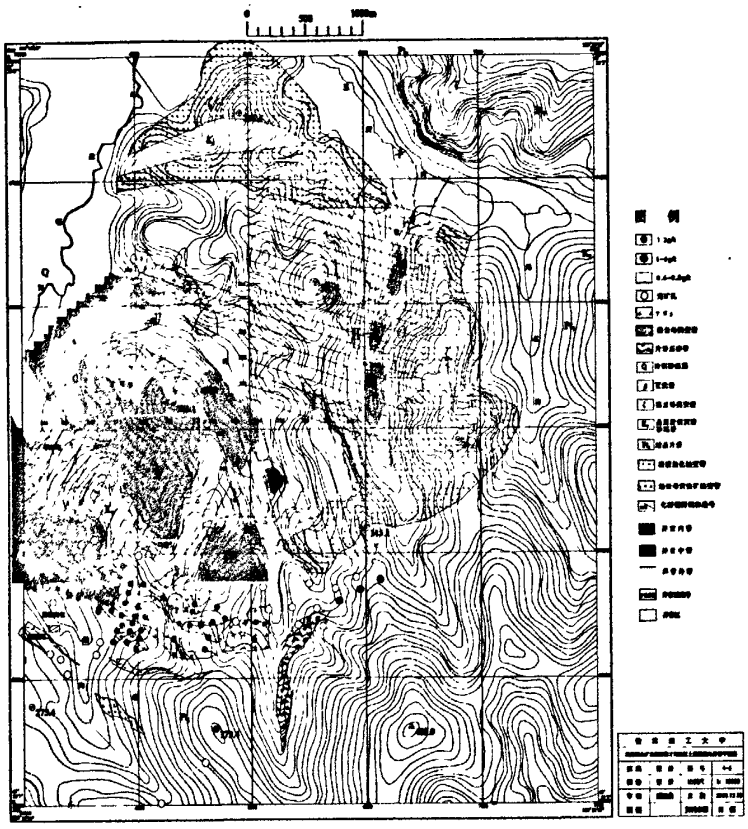


图 4-5 乌拉嘎金矿北侧和张才沟地区土壤测量 Sb 异常平面图

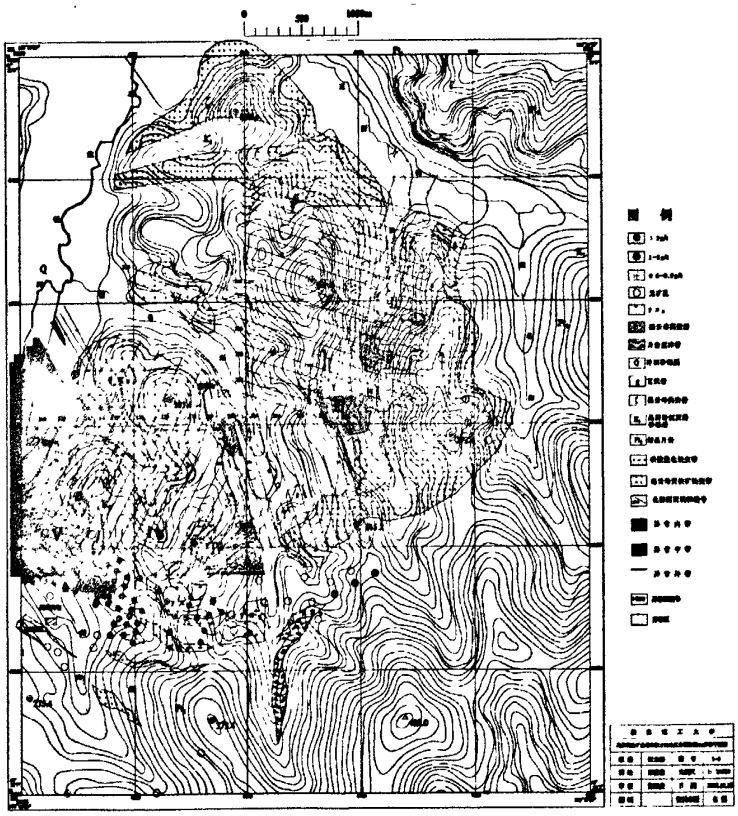


图 4-6 乌拉嘎金矿北侧和张才沟地区土壤测量 Hg 异常平面图

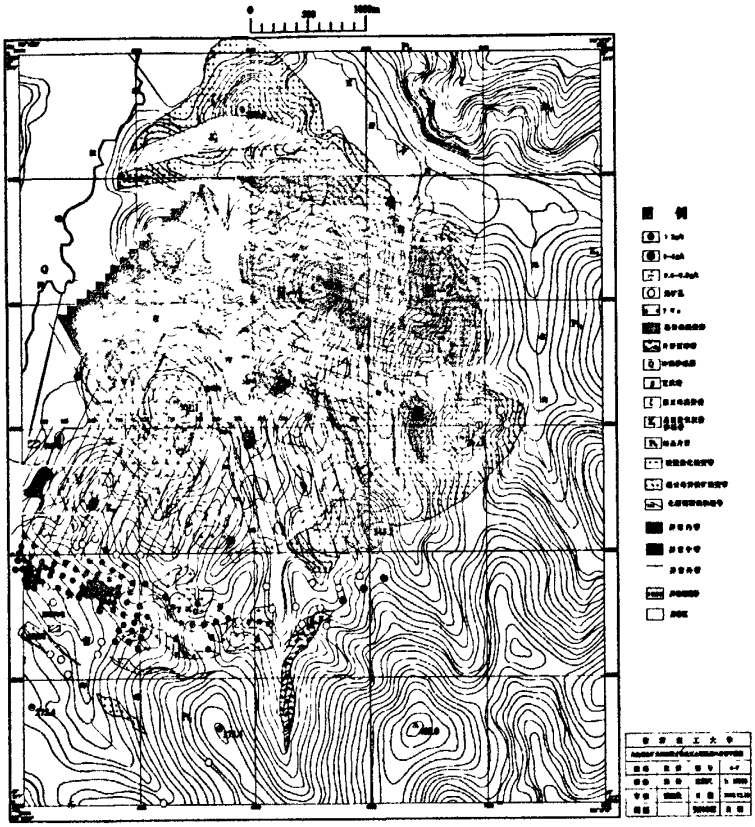


图 4-7 乌拉嘎金矿北侧和张才沟地区土壤测量 Pb 异常平面图

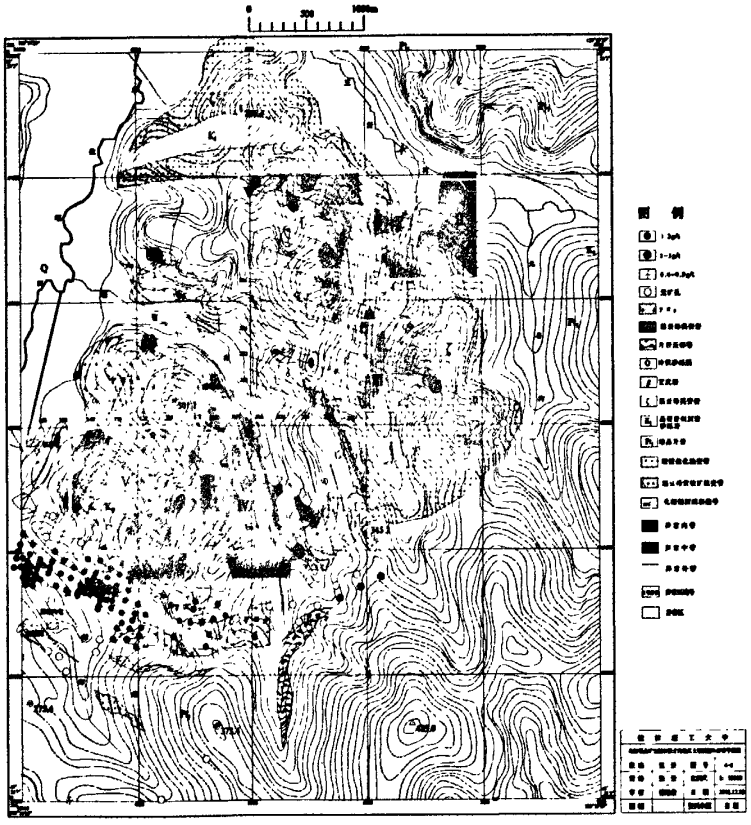


图 4-8 乌拉嘎金矿北侧和张才沟地区土壤测量 Zn 异常平面图

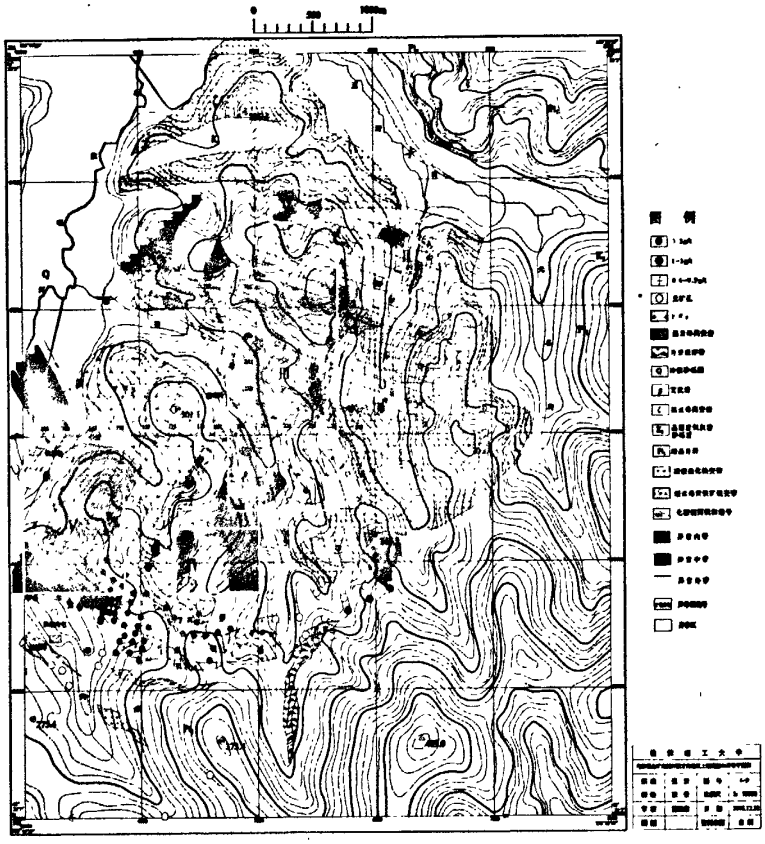


图 4-9 乌拉嘎金矿北侧和张才沟地区土壤测量 Co 异常平面图

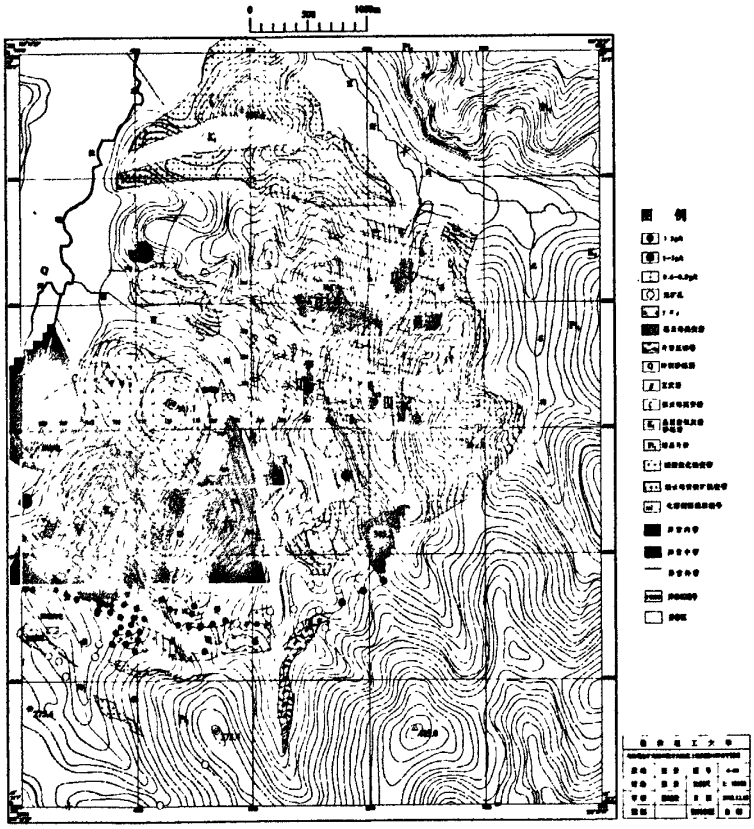


图 4-10 乌拉嘎金矿北侧和张才沟地区土壤测量 Ni 异常平面图

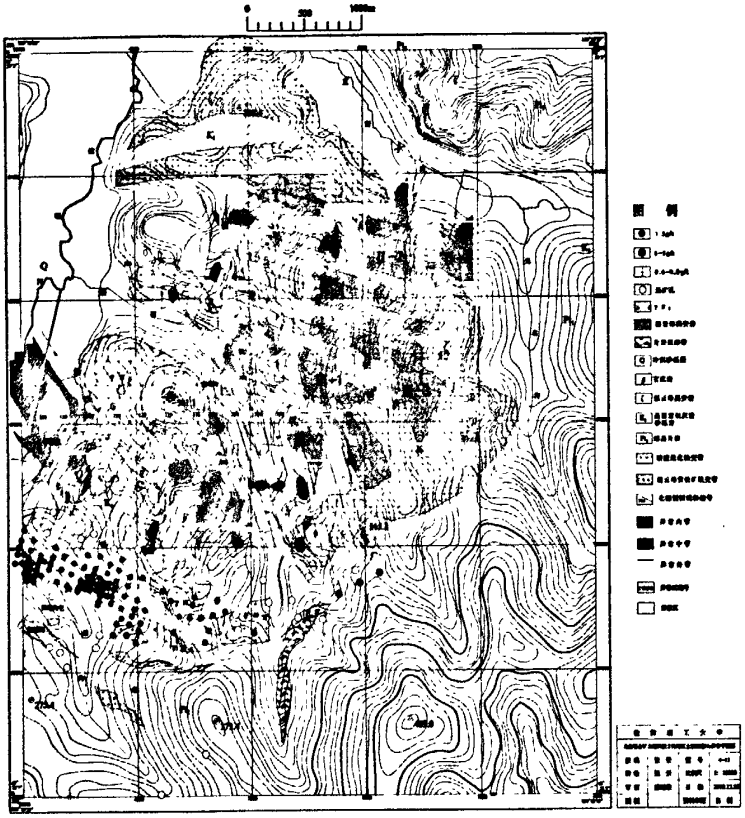


图 4-11 乌拉嘎金矿北侧和张才沟地区土壤测量 Mn 异常平面图

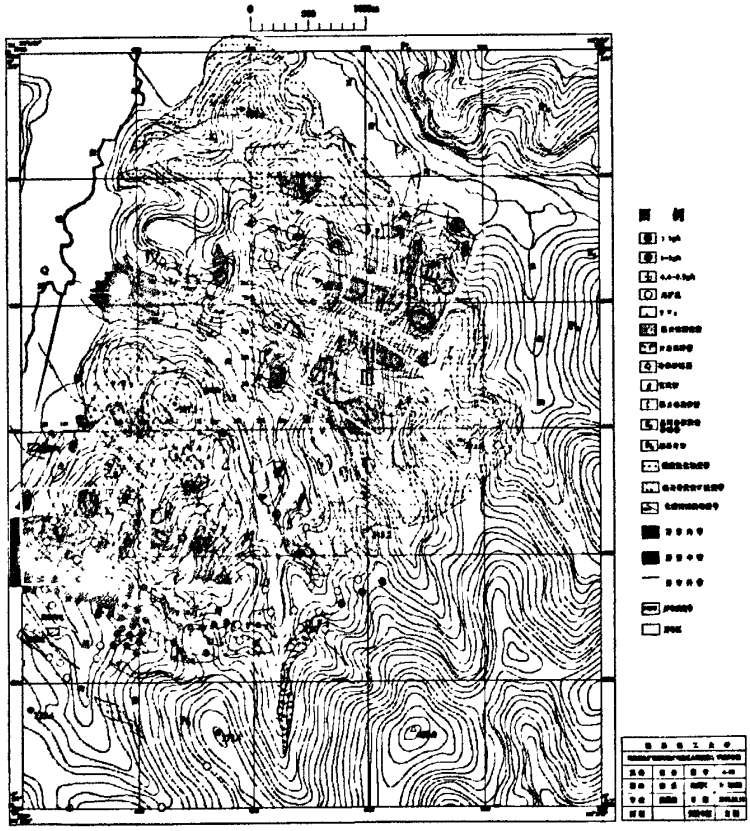


图 4-12 乌拉嘎金矿北侧和张才沟地区土壤测量甲烷异常平面图

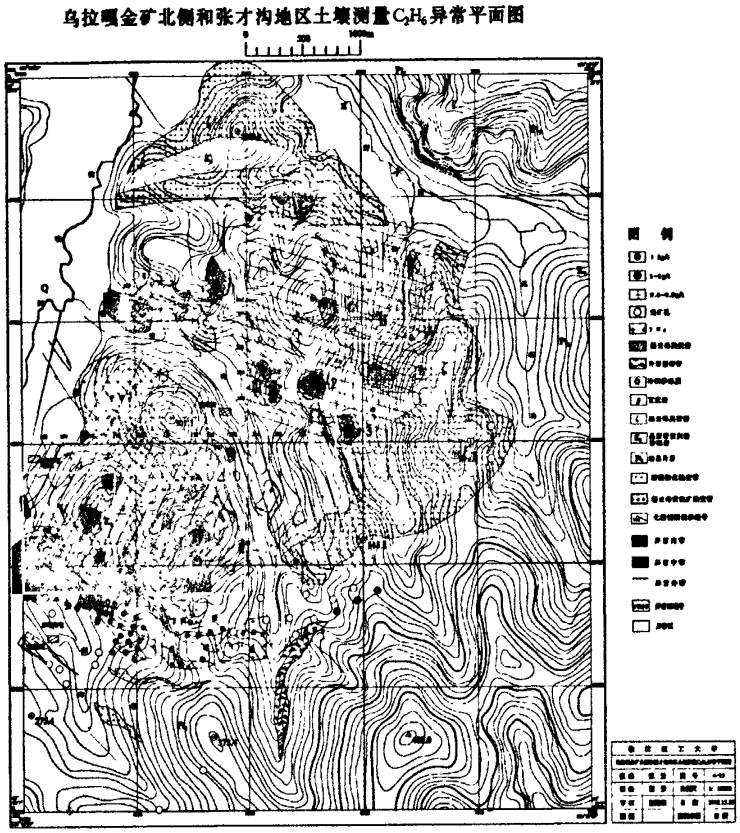


图 4-13 乌拉嘎金矿北侧和张才沟地区土壤测量乙烷异常平面图

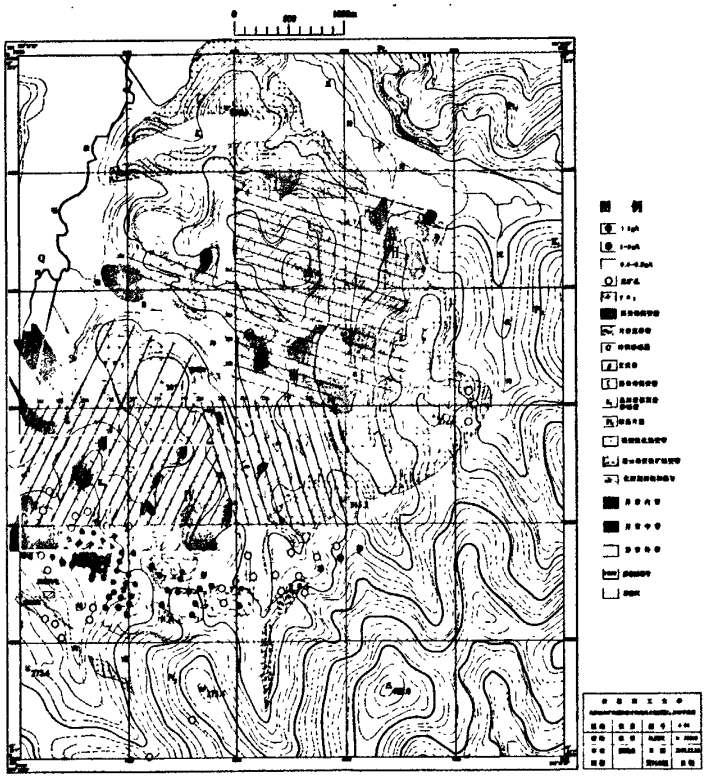


图 4-14 乌拉嘎金矿北侧和张才沟地区土壤测量丙烷异常平面图

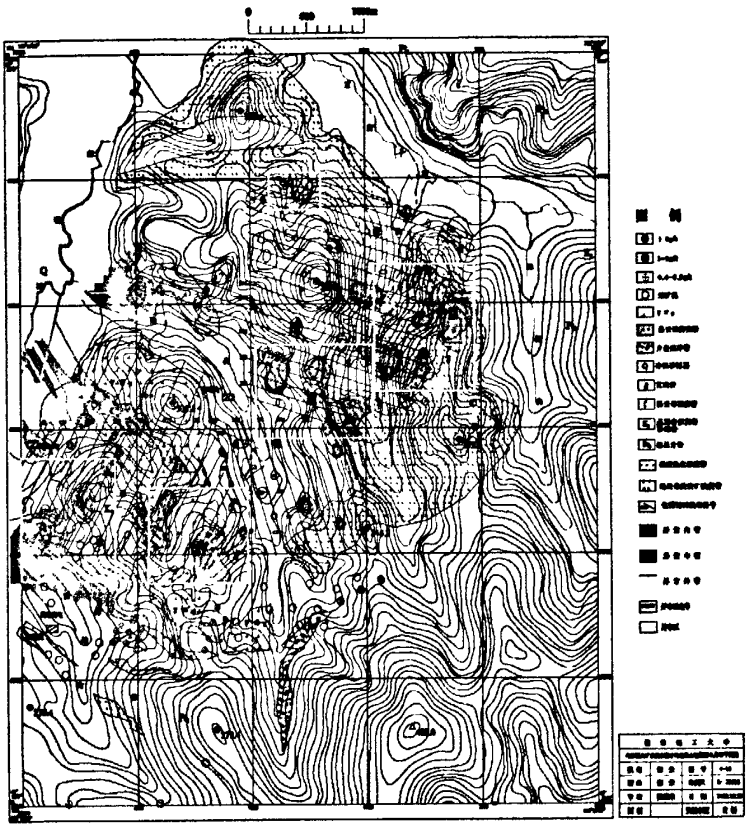


图 4-15 乌拉嘎金矿北侧和张才沟地区土壤测量异丁烷异常平面图

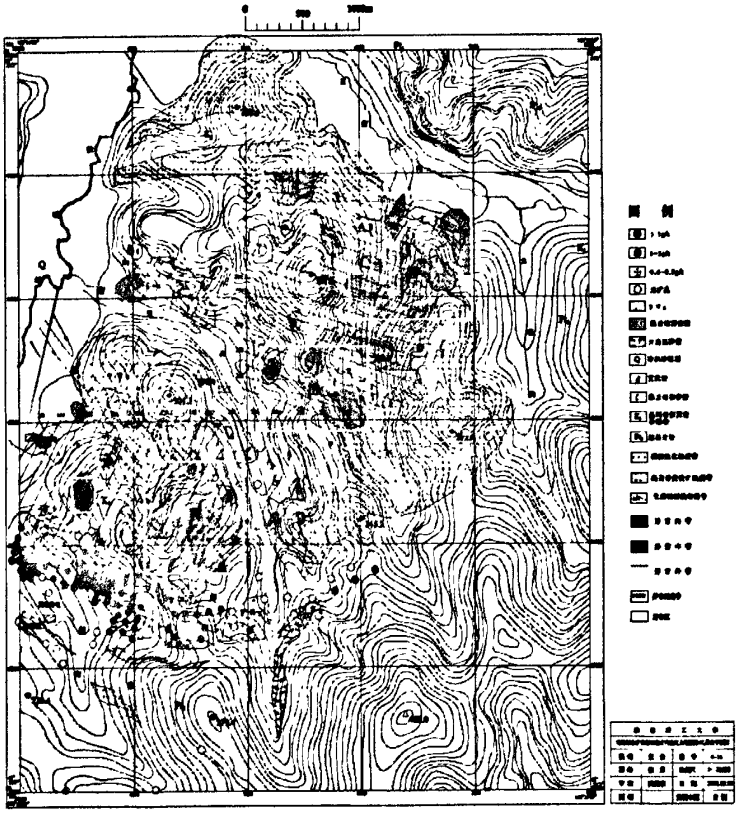


图 4-16 乌拉嘎金矿北侧和张才沟地区土壤测量正丁烷异常平面图

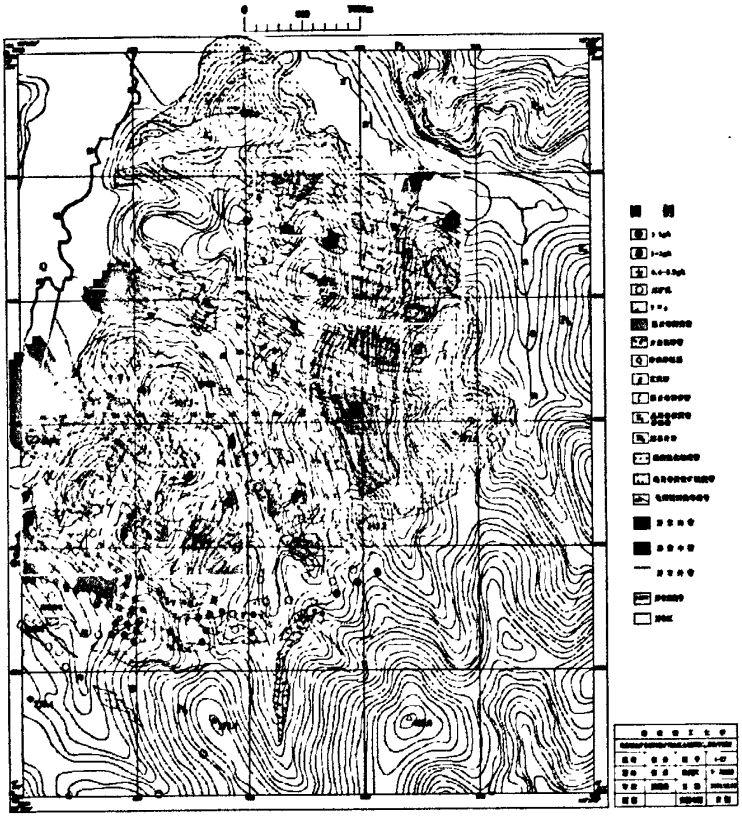


图 4-17 乌拉嘎金矿北侧和张才沟地区土壤测量乙烯异常平面图

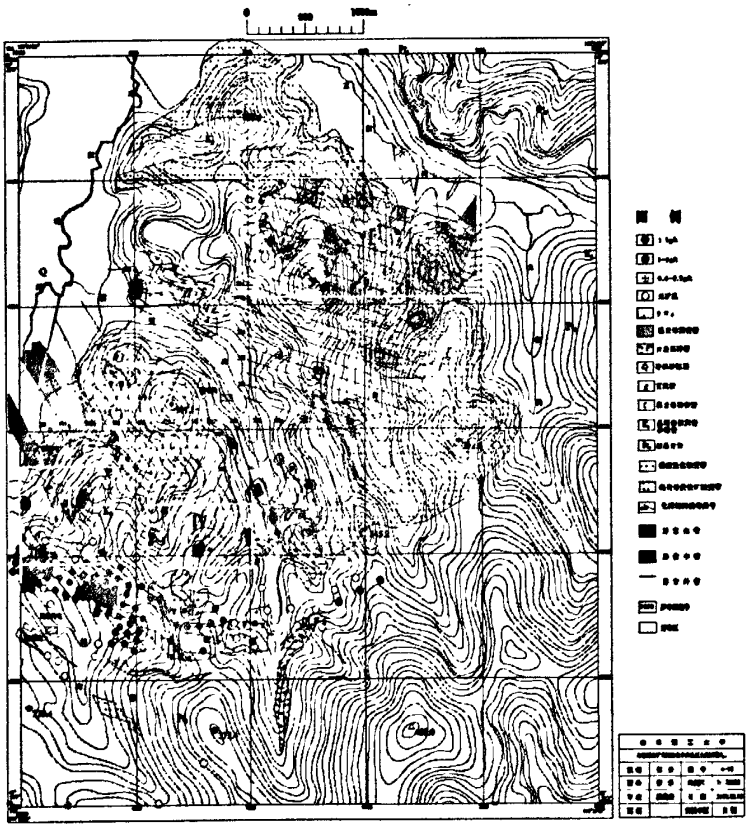


图 4-18 乌拉嘎金矿北侧和张才沟地区土壤测量丙烯异常平面图

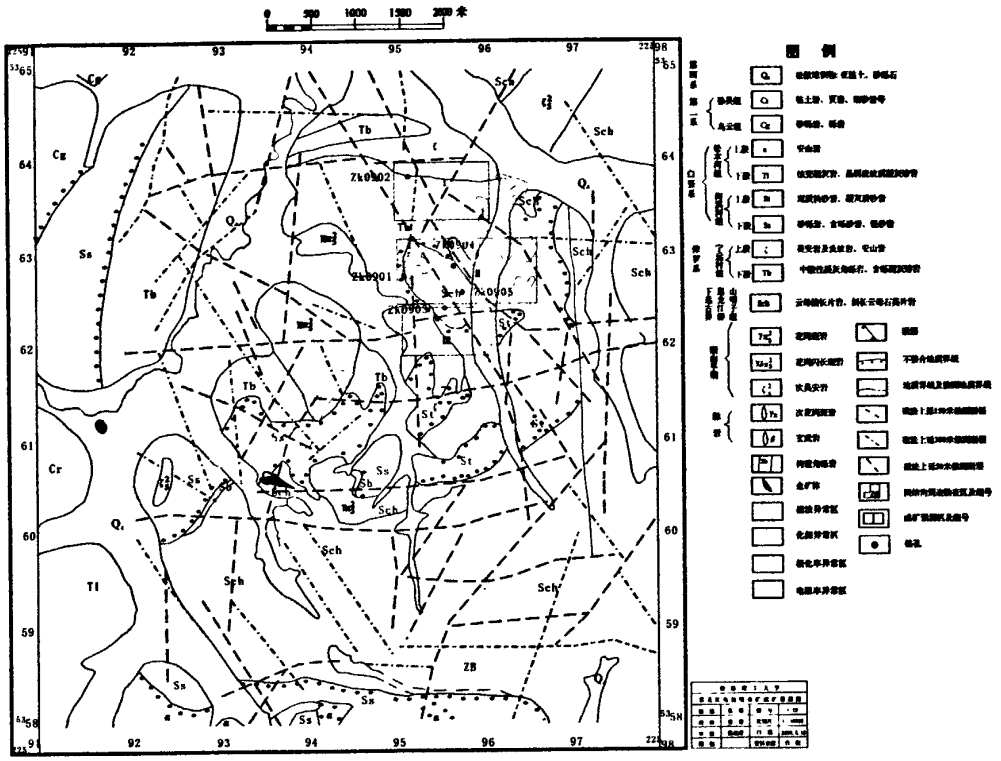


图 4-19 乌拉嘎金矿北侧和张才沟地区物化探综合异常平面图

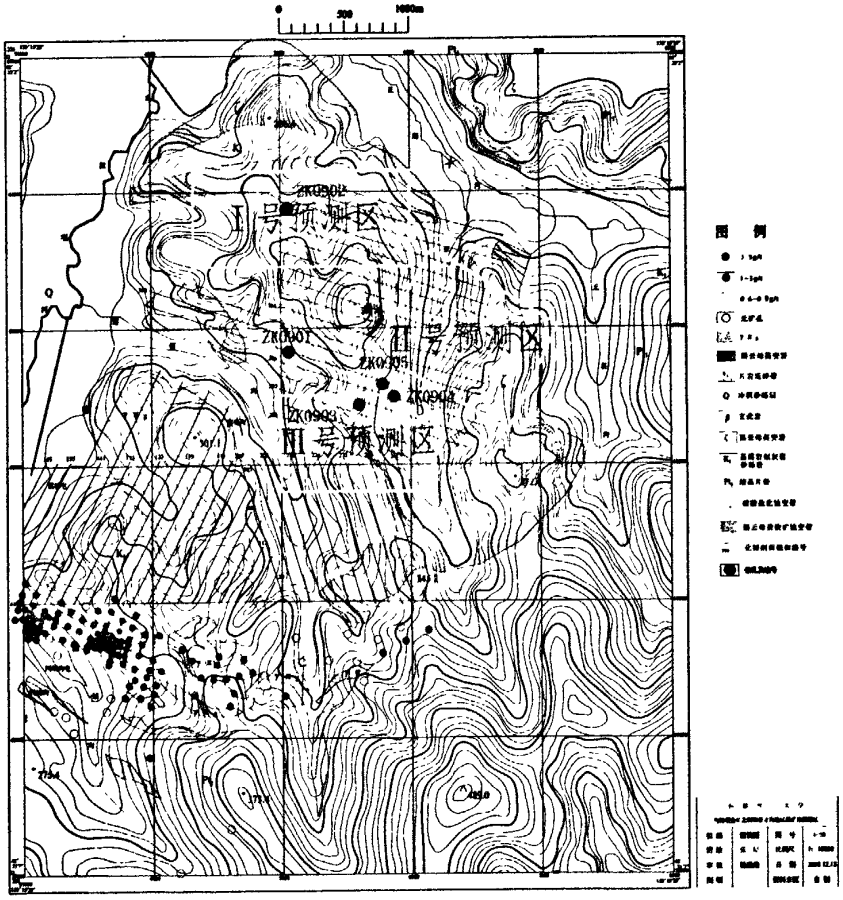
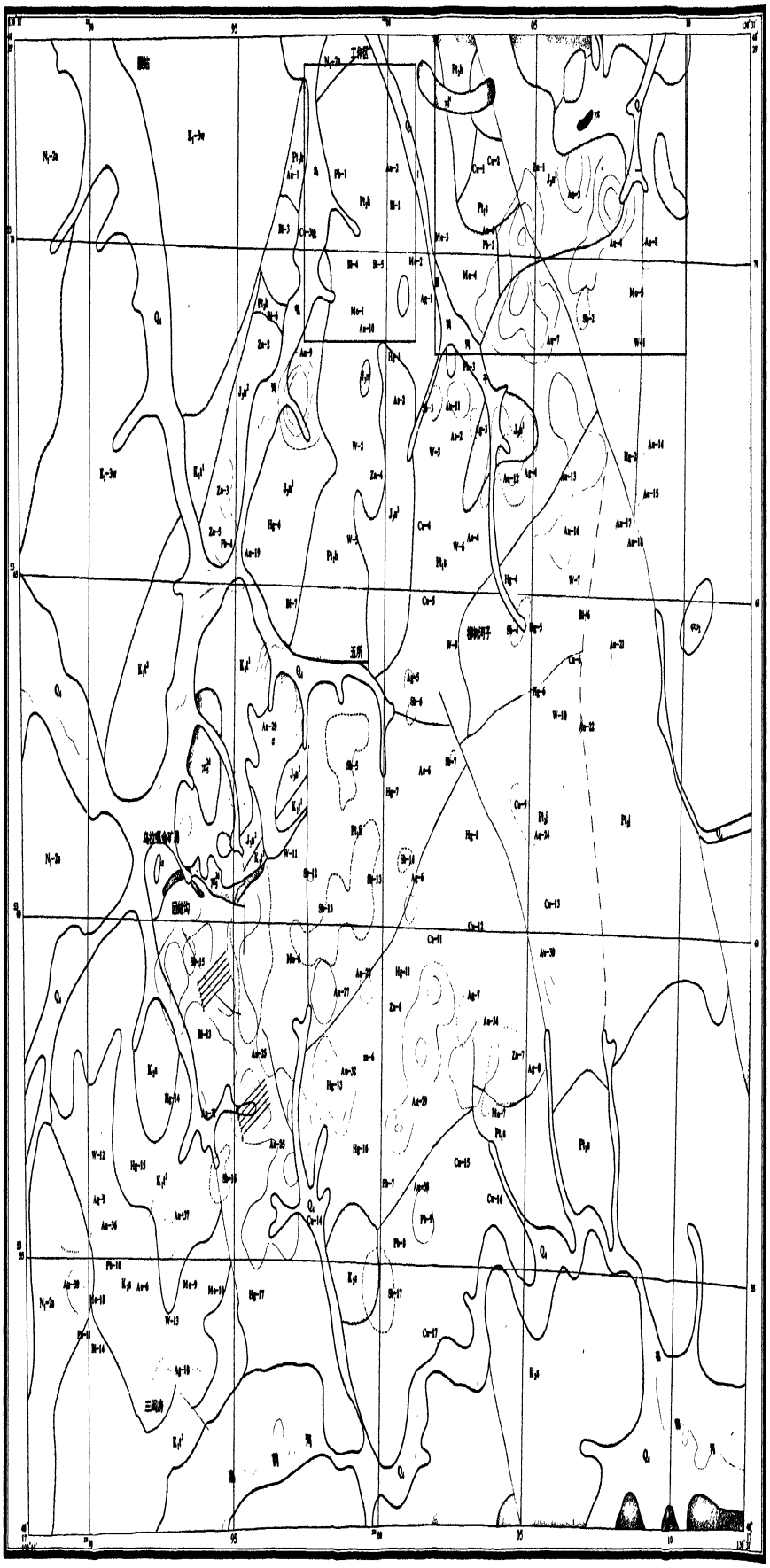


图 4-20 乌拉嘎金矿北侧和张才沟地区成矿预测图

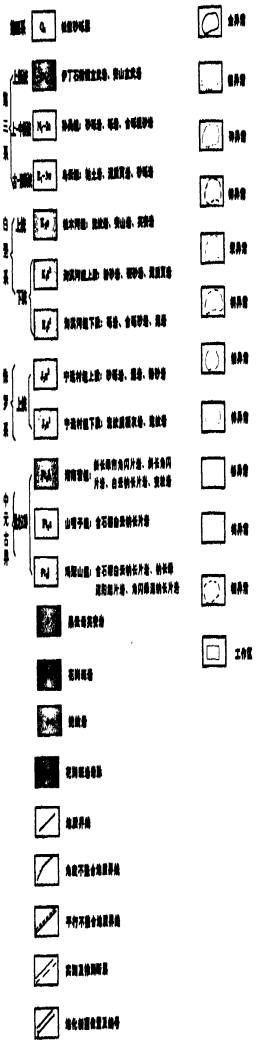
黑龙江省嘉荫县

团结沟金矿及外围地区区域地质图

比例尺1:50000



图例



编 制	审 核	图 号	1-2
审 核	报告号	附件号	1
制 图	比例尺	1:50000	
测绘日期	制图日期	2008.9	
资料来源	负责人	测绘单位	单 位

黑龙江乌拉嘎金矿控矿规律与找矿方向

作者：张璟
学位授予单位：桂林理工大学

本文链接：http://d.g.wanfangdata.com.cn/Thesis_Y1717676.aspx