

论文分类号: P618.51
密 级 : 内 部

单 位 代 码: 10183
研究生学号: 4990001

吉 林 大 学

硕 士 学 位 论 文

金厂沟梁金矿床地质地球化学
特征及东矿区金矿的预测

GEOLOGICAL AND GEOCHEMICAL FEATURES OF
THE JINCHANGGOULIANG GOLD DEPOSIT AND
PREDICTION OF EASTERN DEPOSIT

作者姓名: 刘 宗 秀

专 业: 矿物学、岩石学、矿床学

导师姓名: 姚 凤 良

及 职 称: 教 授

论文起止年月: 2001 年 3 月至 2002 年 5 月

目 录

前 言	1
第一章 区域成矿背景	3
第一节 大地构造环境	4
第二节 区域地层	4
一、太古界	4
二、元古界	7
三、古生界	7
四、中生界	7
五、新生界	7
第三节 区域构造	8
第四节 区域侵入岩	9
第二章 矿田地质	13
第一节 矿田地层	14
一、太古宙建平群小塔子沟组变质岩	14
二、中生代火山岩系	15
三、第四系	16
第二节 矿田构造	17
一、断陷盆地	18
二、断裂构造	19
第三节 侵入岩	22
一、西台子斑状中粗粒花岗岩	22
二、片麻状二长花岗岩	23
三、对面沟复式岩体	23
四、脉岩	25
第三章 金矿床的特征	26
第一节 金矿床类型	27
第二节 石英脉型金矿脉	28

一、金矿脉形状、产状及规模	29
二、矿脉与断裂构造的关系	31
三、矿脉与岩浆岩的关系	32
四、围岩蚀变	35
五、矿石组分与组构	36
第四章 矿床地球化学	42
第一节 稳定同位素地球化学	42
一、氢、氧同位素地球化学	42
二、硫同位素地球化学	44
三、铅同位素地球化学	45
第二节 稀土元素地球化学	49
第三节 流体包裹体	55
一、包裹体特征	55
二、包裹体测温—成矿温度	56
三、包裹体成分	57
第五章 矿床成因与东矿区金矿的预测	64
第一节 矿床成因	64
第二节 东西矿区对比及东矿区金矿的预测	66
一、矿化类型	66
二、东、西矿区具可对比性	66
三、控矿断裂	67
四、头道沟断裂	68
五、东矿区矿脉的地质评价和预测	68
主要结论	70
参考文献	71
图版说明及版图	73
中文摘要	1
英文摘要	4

前 言

金厂沟梁金矿位于内蒙古赤峰市敖汉旗南部边缘，与辽宁省朝阳地区相邻，西距赤峰市 158 公里，北距敖汉旗所在地 新惠镇 75 公里，南距朝阳市 85 公里，其间均有公路相通。区域构造上金厂沟梁金矿位于华北陆台北缘，内蒙地轴东端。矿化区带上属赤南(赤峰南部)金矿化集中区的努鲁儿虎金成矿带的中段。

赤南地区是我国重要的金矿化集中区之一，全区有大、中、小型金矿床近 30 个，金厂沟梁金矿的储量和产量均属诸矿之首。其储量约占全区总储量的三分之一，是区内唯一储量超过 25 吨的大型金矿床，为我国重点金矿床之一。它的产值和利润占全敖汉旗各企业之首，是敖汉旗的重要经济支柱企业。

金厂沟梁金矿的采金历史悠久。1836 年开始有民采，清光绪二十年间(1894 年)曾有日产金 105 两的记载。民国期间，虽建有金矿，但产量甚微。日本帝国主义侵华时开采不足三年，产量亦不多，近代生产始于解放以后的 1958 年，金矿生产步入正规运作，并且产量逐年增加，至 1999 年黄金年产量已达 1043 公斤。

金厂沟梁金矿床位于金厂沟梁—二道沟金矿田的北部。该矿床以北东向的头道沟断裂为界分为东、西两个矿区，西矿区 2.5km^2 ，有金矿脉 30 多条；东矿区 3.5km^2 ，矿脉数为 37 条，达工业开采要求者仅 7—8 条，已探明储量不足 2 吨，是一个资源不足，产量不高的危急矿山。

金厂沟梁金矿床的地质勘查工作始自解放以后，60 年代，昭盟地质队勘查，查定区内金矿脉近 30 条。随后，内蒙古 203 地质队、内蒙地矿局第三地质队先后进行了比较系统的勘探工作，提交了 26[#]、35[#]、15[#]、36[#]等矿脉群的勘探报告。在此期间，内蒙古物探队、第三地质队还完成了金厂沟梁 1:5 万化探扫面及贝子府幅 1:5 万区域地质调查。

近年来金厂沟梁金矿还开展了一定的地质科研工作，主要的有 1989—1991 年地质力学研究所和金厂沟梁金矿合作的《内蒙古金厂沟梁构造控矿分析》；1989—1990 年内蒙第三地质队和长春地质学院合作的《金厂沟梁金矿田及外围大比例尺综合信息金矿预测》；1991—1992 年长春黄金研究所与内蒙二道沟金矿合作的《敖汉旗二道沟金矿体赋存规、深部预测及外围找矿》。这些工作对东、西二个矿区的成矿条件、控矿构造、矿

化延展、成矿预测等问题进行了较深入的探讨，对矿床的成因认识和生产找矿起到了促进作用。金厂沟梁金矿是一个受断裂构造控制的热液型金矿床，头道沟断裂使之分割成东西两个矿区。西矿区储量居华北陆台北缘赤峰金矿化集中区的众多金矿之首。由于头道沟断裂的上下错位，东矿区相对抬升，所以金矿储量寥寥，找矿工作也无多大进展。

但近期矿区（特别是东矿区）在个别地段采深已至六中段，自四中段以下，矿化强度日益减弱，远远满足不了矿山现有 100t/日采选能力的要求，矿山处于减产和停产的状态。1997 年该矿山转制为金矿和陶瓷业为主的股份制公司(金陶股份有限公司)，为使企业持续、稳定、健康、协调发展，未雨绸缪，公司决定有偿承包二道沟金矿(东矿区)，在进一步探矿基础上加速东矿区的采掘生产工作。同时为整个金矿区寻找后备资源基地。为了能更好进行在东矿区的探矿工作，针对有些地段进行深部勘探，公司与长春科技大学协议设立“金厂沟梁东矿区金矿脉定位预测及资源评价研究”科研项目。论文作者参加了该科研项目的野外及室内工作，在此基础上对该金矿床的特征、包裹体研究、成因等作了进一步的研究。从地质与地球化学找矿两方面对东矿区作了预测与评价。本文立足于矿床基础地质的研究，文中采用的数据多数引自课题组及前人资料，光、薄片及流体包裹体的数据由本人测得。

本文是在姚凤良教授和冯本智教授的精心指导下完成的。在野外及室内还得到了朴寿成副教授、李绪俊教授、王可勇教授、孙国胜、魏存弟讲师、翟玉峰、赵春光、武玉琪、罗中锋工程师、陈国华副教授、许丽洁老师、郑海林、邓跃炳、于宏伟、李龙明等的指导和帮助，在此一并表示衷心的感谢。

由于笔者水平有限，在认识上和资料引证方面难免有不当或错误之处，敬请读者予以批评指正。

第一章 区域成矿背景

金厂沟梁金矿是赤峰—朝阳金矿化集中区内规模最大的工业金矿床。赤峰—朝阳金矿化集中区位于华北陆台北缘。区域成矿的地质环境复杂多

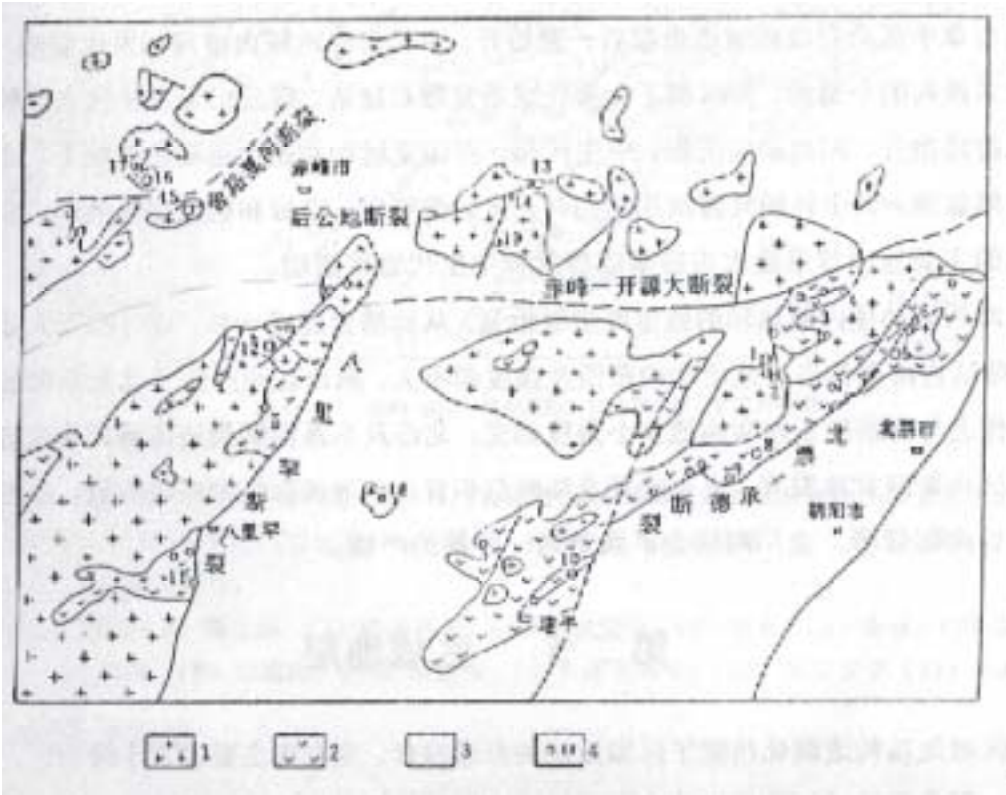


图 1-1 赤峰-朝阳地区地质简图

图例：1．海西或燕山期花岗岩；2．太古代变质岩；3．震旦纪以后地层；4．金矿床（点）及其编号
矿床（点）编号：1．金厂沟梁；2．辽宁二道沟；3．大黑山；4．黄花沟；5．沙金沟；6．迷力营子；7．平房；8．东五家子；9．小塔子沟；10．中三家；11．热水；12．安家营子；13．撰山子；14．梨树沟；15．红花沟；16．莲花山；17．柴胡兰子；18．东风；19．烧锅营子

样。中生代以前，两个不同性质的构造单元的沉积作用、构造—岩浆活动各具特色，地质构造的类型和结构差异较大。中生代末期，槽台统一为一个整体。区域因受太平洋板块碰撞形成了新的构造岩浆活动带，从而为本区金的成矿作用创造了条件。

第一节 大地构造环境

金厂沟梁金矿位于华北陆台和兴蒙地槽结合部位的南缘。区域内金矿分布广泛,金厂沟梁金矿属赤峰—朝阳金矿化集中区的一部分,规模居集中区众多金矿床之首。

赤峰朝阳金矿化集中区位于华北陆台北缘的内蒙古地轴东端,以赤峰—开源深断裂为界与兴蒙地槽相接(图 1-1)。内蒙古地轴上广泛出露太古宙变质岩,它是地轴基底骨架。地轴自阜平运动完成褶皱造山带后一直抬升。中元古时期地轴南缘局部发生裂陷,形成一些近东西向的小堑沟,并沉积了一套长城系复理石建造。震旦纪至古生代末地轴大部分地区持续抬升,因而缺失沉积。中生代起,在印支运动和燕山运动的影响下,产生了一些断陷盆地,其中伴随陆源沉积的同时,有岩浆喷发、喷溢和岩浆侵入活动。区域金矿形成的主要地质背景是太古宙基底岩系和中生代岩浆活动。

海西运动使内蒙古地轴的残留海褶皱抬升,从而槽台连成一体,成为欧亚大陆的一部分。槽区内海西构造岩浆活动的范围及强度都不大。燕山运动产生了北东东向的区域构造,使之与前期的东西向构造呈小角度相交,北西及东西向断裂挤压破碎带发育。这一时期区内断陷盆地发育,火山喷发及陆源沉积普遍,形成独特的断块构造,但岩浆侵入活动以南部居多,金厂沟梁金矿就是这一时期的产物。

第二节 区域地层

区域地质构造演化决定了区域地层的分布特征。太古宙地层主要发育于陆台区,元古界发育于槽台二区各有性质相异的产物,古生界主要发育于槽区,但以内蒙古地槽西段发育甚广,而中生代以后以发育陆源及火山碎屑的内陆盆地沉积为主(图 1-2)。

一、太古界

太古界变质岩是区内最重要的地层单元,区域上称之为建平群。由下部小塔子沟组(Ar^2x)和上部大营子组(Ar^2d)组成。由于二者的原岩建造、变质程度、变形特征及年龄等均有较大差异,而且多数地区二者为断层接触,所以很多学者认为二者为不整合接触关系。



图 1-2 赤峰 - 朝阳一带变质杂岩岩性和矿带、矿床分布图（据孙承志，1990）

1、盖层；2、侵入岩；3、斜长角闪岩+麻粒角闪岩建造；4、透辉角闪斜长片麻岩+斜长角闪岩建造；5、角闪斜长片麻岩+斜长角闪岩建造；6、(黑云)角闪斜长片麻岩建造；7、(角闪)黑云斜长片麻岩建造；8、金矿床及编号；

(1)红花沟；(2)莲花山；(3)柴火栏子；(4)安家营子；(5)热水；(6)梅林；(7)撰山子；(8)金厂沟梁；(9)二道沟；(10)沙金沟；(11)迷力营子；(12)东五家子(13)长皋

(一)小塔子沟组

小塔子沟组呈北东东—南西西方向广泛分布于赤峰—朝阳地区，尤以东部努鲁儿虎隆断带上尤为集中，在鞍山隆断带上主要分布于黑河断裂以南，铭山隆断带内零星出露。

小塔子沟变质杂岩系按岩石组合分为三类：片麻岩+斜长角闪（辉石）岩+麻粒岩+磁铁石英岩；斜长角闪（辉石）岩+片麻岩+磁铁石英岩；斜长角闪（辉石）岩+片麻岩+少量大理岩。可见，小塔子沟杂岩主要为斜长角闪（辉石）岩和片麻岩类，局部有磁铁石英岩及大理岩薄层，片麻理走向近东西，倾向南，倾角较陡，局部地段有混合岩化作用，长英质脉岩呈条带状注入其中。

小塔子沟组的角闪斜长片麻岩类呈较规则的层状、似层状产出。岩石以黑云母含量

增多而过渡为黑云角闪斜长片麻岩、角闪黑云斜长片麻岩。整个岩石呈柱粒状变晶结构，条纹状、条带状及片麻状构造。这类岩石在岩石化学图解投点上大多投于玄武岩区，少量投入安山岩区，说明它们的原岩为中基性火山碎屑岩，角闪岩含量的多寡与原岩基性程度增高相一致。斜长角闪岩及角闪岩类呈层状、透镜状、脉状、团块状产出，与围岩界线清楚。据岩石化学和地质观察表明，层状产出者的氧化物与玄武质科马提岩相似，其原岩系基性火山岩。脉状、透镜状、团块状产出者的氧化物的原岩部分为基性脉岩，部分则可能为古老的层状基性侵入岩。变粒岩和浅粒岩呈薄层状产出，产状稳定，与角闪斜长片麻岩呈渐变过渡关系，在岩石化学图解投点上位于酸性凝灰岩区，其原岩为中酸性火山凝灰岩。磁铁石英岩呈层状、似层状具条带状构造和片麻状构造、块状构造。

(二)大营子组

大营子组主要分布于努鲁儿虎隆断带中部大营子、金厂沟梁和马鞍山隆断带的中北部，有二种岩石类型：(1)片麻岩+斜长角闪岩+片麻岩+大理岩；(2)片麻岩+斜长角闪岩。大营子组以上壳岩为主，有大量火山沉积岩系，也有 TTG 岩系的侵入。

区内太古界岩系中，斜长角闪岩、暗色麻粒岩的原岩大多数基性火山岩或基性侵入岩；黑云斜长片麻岩、变粒岩、浅色麻粒岩的原岩为安山岩—英安质火山凝灰岩类；浅粒岩的原岩为流纹—凝灰岩类；长英质片岩的原岩为沉积的细砂页岩类。研究表明，区内变质岩的原岩类型由下而上为镁铁质火山熔岩—安山质岩—凝灰岩类。即由熔岩而渐变为火山碎屑岩；由基性渐变为酸性，由火山沉积而渐变为陆源碎屑沉积。小塔子沟组总体为中基性火山岩建造，大营子组则为中基性—酸性火山岩—碎屑岩—碳酸盐建造。

太古宙变质岩系中存在不同类型和方向的构造线交切，构造面理置换，及不同侵入期次、不同形变的长英质脉，说明了太古宙变质岩系遭受了多期多幕的构造变形作用。据已有资料及野外观察，区内变质岩系至少经历了三幕以上的强烈构造变形作用。

1、第一幕变形是在岩石呈塑性状态下进行的，以层内变形为主，表现为一系列紧闭、倒转和钩状褶皱，面、片理以及石香肠等线性构造。本幕变形末期，沿轴面片理有大量长英质脉岩侵入。

2、第二幕变形发生于第一幕长英质脉岩侵位之后，于塑性状态下完成。形成了小塔子沟组地层组成的复式背斜构造，区域内近东西向片麻理变质岩中的北东东向构造均是它的产物。

3、第三幕变形是在脆性状态下完成的。这幕变形形成了区域性分布的劈理带。

区内变质岩石的年龄数据不多，据辽宁区调队获得的年龄数据，小塔子沟组为 2258Ma，大营子组为 2239Ma，艾永德等(1990)通过同位素研究认为本区 TTG 岩系火成岩活动发生于 25—26 亿年间，大规模的变质热事件发生于 24—25 亿年间。

二、元古界

区域内元古界地层出露稀少，赤峰—朝阳地区少量出露于努鲁儿虎隆断带中段宁城以北。辽西地区是华北陆台上长城系沉积的最北地域，主要为一些碎屑沉积物，在槽区范围主要分布于内蒙地槽西部地区，为石英岩、大理岩和片岩。

三、古生界

古生界地层分布于隆起带东南部和北侧。东南部的朝阳南分布有石炭、二叠系，是燕辽沉降带的陆棚类型沉积，由浅海相碳酸盐及少量碎屑岩沉积组成。北侧敖汉复向斜分布有泥盆系、石炭系，是海西期优地槽建造，有金矿化。

四、中生界

中生界的分布受槽台统一后的陆相盆地控制，系陆相火山—沉积岩系。

侏罗系 广泛分布于区域东南部、西部和西北部，为一套陆相碎屑岩及火山岩建造。上统义县组(J_{3y})的下部为安山岩、玄武质火山岩、火山集块岩；中部为凝灰岩、砂砾岩夹玄武岩；上部为安山岩、玄武岩。中统兰旗组(J_{2l})为安山—玄武质火山岩系，其演变由火山爆发至溢流的火山活动。

白垩系 零星分布于东南部、西部和北部，是一套间歇喷发—溢流相的中偏碱性陆相火山岩系。该岩系由九佛堂组(K_{1j})、阜新组(K_{1f})、孙家湾组(K_{2s})组成。该岩系在乌拉山—双庙子断陷盆地内覆盖于小塔子沟组变质岩及其中的金矿脉上，局部喷溢切割区内金矿脉。

五、新生界

新生界分布于山间谷地、山前及河谷地带，主要为残坡积和冲洪积的砂砾石及黄土状亚砂土等。

第三节 区域构造

本区自中生代以来，尤其是晚侏罗世—早白垩世，由于受太平洋板块的俯冲作用（印支运动）和燕山运动的影响，把以前寒武纪吕梁运动的东西向构造为主的先期构造格局转变为与板块俯冲带基本平行的北北东—北东向构造为主导的格局，构造形式有基底褶皱、断裂构造等。

基底褶皱构造主要为努鲁儿虎隆起背斜。该背斜展布于北东向，具倒转背斜性质。背斜两翼为太古宙小塔子沟组变质岩，轴部为中酸性岩浆侵入岩，两翼又各自形成一系列低序次的褶皱，褶皱轴向 $60^{\circ}\sim 70^{\circ}$ ，是一个以岩浆岩为轴，变质岩为翼的巨型复背斜。据轴部侵入岩形成时代，背斜褶皱发生于中生代之前。基底上的背斜控制了区域金矿床的分布。

断裂构造是本区域内的主要构造形式，古生代以前，地块相对稳定，晚古生代之后，特别是燕山构造运动时期，断裂构造表现异常活动，早期近东西向断裂构造复活，并有新断裂生成，从而在本区域内形成了东西向及北北东—北东向的两组断裂带，可统称为二向四带，即东西向的隆化—北票—黑里河断裂带（ CF_1 ）、赤峰—开原断裂带（ CF_2 ）；北北东—北东向的赤峰—锦山断裂带（ DF_1 ）、林家地—中三家断裂带（ DF_2 ）（图 1-3）。这些断裂不仅控制了构造盆地、火山机构的形成，而且还是火山岩和侵入岩的重要控岩控矿构造，二者的交会部位控制了区域岩浆和成矿的分布。

赤峰—开原断裂带是华北陆台与内蒙地槽的边界深断裂带，中生代前，断裂带两侧环境不同，南侧台区上升，北侧地槽堆积厚度大，变化强，构造复杂。中生代后，由于太平洋板块对欧亚大陆的北西向俯冲，区域进入统一的大陆边缘活动带环境，区域北东向断裂构造发育，切割了早期槽、台二个不同构造单元，东西向构造被北东向构造交切或错移，有的东西向构造限制了北东向构造，使之断续延展。这二组区域性构造的相互交割形成了区内为数众多、大小不等的菱形构造块体（图 1-3），这种构造块体被称为块断体，赤峰—朝阳地区划分出 29 个块断体（孙承志，余靖安，1990）。当块断体总体表现为抬升时称之为隆断体，总体表现为陷落时称之为拗断体。隆断体和拗断体沿北东构

造线方向大体可相互嵌接，构成不同块断体带。由多个抬升块断体嵌接而成的块断体带称之为隆断带，由若干个陷落块断体嵌接而成的块体带称为拗断带。赤峰—朝阳共嵌合成北东向的三个隆断带和二一个拗陷带，自西而东依次为铭山隆断带、锡伯河拗断带、



图 1 - 3 赤峰块断构造图（据孙承志，1990）

1. 中生界盖层；2. 古生界（上/下）；3. 长城系；4. 太古界；5. 燕山期花岗岩类；6. 海西期花岗岩类；7. 吕梁期侵入岩；8. 基底断裂及编号；9. CF_1 - 隆化黑里河叶拍寿断裂带； CF_2 - 围场赤峰 - 房申沟断裂带； CF_3 - 西拉木伦河断裂带；10. DF_1 - 赤峰 - 锦山断裂带； DF_2 - 林家地 - 中三家断裂带；11. Umin - 铭山隆断带；Uma - 马鞍山隆断带；Ulu - 努鲁儿虎隆断带；12. Dxi 锡伯河拗断带；Dlao - 老哈河拗断带

马鞍山隆断带、老哈河拗断带、努鲁儿虎隆断带（图 1-3）。区内金矿床几乎都位于三个隆断带上，金厂沟梁金矿位于努鲁儿虎隆断带的中部偏北地段。

第四节 区域侵入岩

本区自元古代末期隆起以后，一直处于稳定状态，直到晚古生代晚期，特别是中生代，由于太平洋板块向欧亚板块的俯冲作用，华北陆台强烈活化，伴随有强烈的构造运动及岩浆活动。强烈的燕山运动打破了原有的东西向构造格局，引起北东向延伸的岩浆活动。岩浆活动明显受构造运动控制，并为区域金矿的形成提供了热源、成矿流体和有利的物理化学条件。中生代前岩浆岩带大多呈东西向分布，中生代以后则呈北北东向展

布，并且岩带常跨越槽台二区。

本区岩浆岩分布广、类型多，物质来源及成因多样，出露面积约占全区的 1/2。时间上，岩浆活动的高峰期为晚古生代、早侏罗世及晚侏罗世。空间上形成了与三个隆断带大致吻合的构造岩浆带，由东往西，由早到晚依次为：努鲁儿虎隆断带上的晚古生代构造岩浆岩带；马鞍山隆断带上的早侏罗世构造岩浆岩带；铭山隆断带上的晚侏罗世构造岩浆岩带（图 1-4）。其中的白垩纪花岗岩侵入体多呈岩株状产出，零星分布。

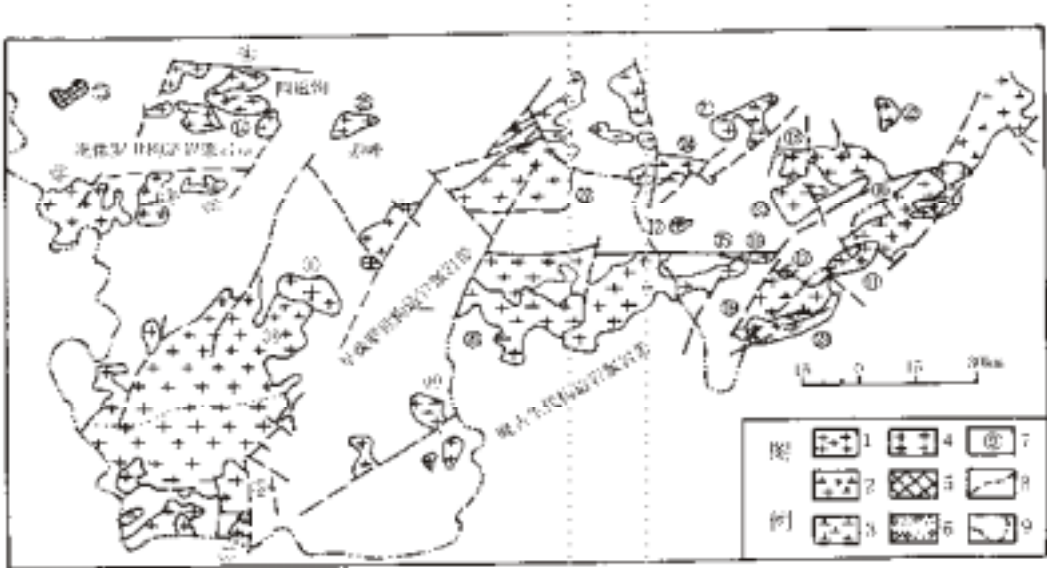


图 1 - 4 赤峰市南部地区岩浆岩分带图（据孙承志，1990）

1. 花岗岩；2. 花岗闪长岩；3. 闪长岩；4. 花岗斑岩；5. 流纹斑岩；6. 石英二长岩；7. 岩体编号；8. 断裂；9. 省界

晚古生代花岗岩类侵入活动主要发生于晚二叠世，出露主体位于努鲁儿虎隆断带上，在马鞍山隆断带北部、南缘及老哈河拗断带中亦有出露。该期岩体受早期东西向断裂带控制，呈岩基和大岩株产出。主要岩体有大庙—鸡冠山岩体、梅林岩体和西台子岩体等。

中生代是本区构造岩浆活动最强烈的时期，也是本区金矿床的主成矿时期，该时期岩浆侵入和喷发活动强度大，期次多，岩类繁杂。其中早侏罗世和晚侏罗世是本区花岗岩侵入活动的高峰期，前者除主要分布于与马鞍山隆断带外，在另两隆断带上局部出露，

后者主要分布于铭山隆断带上。该期岩体主要受块断构造控制，形成大量岩株及少量较大岩基。主要岩体有红花沟岩体、对面沟岩体、安家营子岩体、铭山岩体、四道沟岩体、河落堡岩体、牛家营子岩体和丁家营子岩体等。本区主要岩体的地质特征见表 1-1。

本区花岗岩大多为深成岩体，岩石类型以酸性岩类为主，主要岩石类型有闪长岩、花岗闪长岩、石英二长岩、石英正长岩、二长花岗岩、花岗岩等，多数呈岩株状岩体产出，少数呈岩基状。金矿多位于呈岩株状岩体的附近。岩石化学成分分析表明，本区花岗岩属钙碱系列，由晚古生代到中生代的三个主侵入期，岩石类型由中性、中酸性 酸性 强酸性并略偏碱性演化。岩类的时间演化导致了其空间产出的演化序列，即由东部努鲁儿虎隆断带到西部铭山隆断带，侵入岩呈现中酸性 酸性 强酸性并略偏碱性演化序列（艾永德等，1994）。王时麒、艾永德等研究认为区内花岗岩类是本区太古宙变质岩系重熔的产物，其成因类型可称为早期陆壳重熔型花岗岩。

区内脉岩发育，主要有闪长玢岩、流纹斑岩、石英斑岩、英安斑岩、正长斑岩、黑云粗安岩、安山玢岩、流纹质角砾熔岩等。这些脉岩成因上可分为二类：一为与火山岩有关；一为与侵入岩有关。前者与金矿脉紧密相随者为数不多，后者与金矿脉在空间上密切联系。在金厂沟梁矿区内，它们分布于对面沟岩体侵入穹状构造周围，呈放射状或环状。这些脉岩或切割矿脉，或与矿脉近于平行，或直接是矿脉的围岩。

表 1-1 区域花岗岩类侵入体地质特征表

岩体名称	主要岩石类型	形状产状	面积(km ²)	类型	围岩关系	蚀变	年龄(Ma)	时代	有无金矿
对面沟	片麻状花岗岩、花岗闪长岩、花岗闪长斑岩	浑圆形岩株	7	复式岩体	侵入太古宙绿岩和 r_5^2 花岗岩	钠长石化 钾长石化 绢云母化	121.5(K-Ar) 126.3(U-Pb) 127.9(K-Ar)	燕山期	金厂沟梁、二道沟、郝杖子
红花沟	花岗斑岩	不规则状岩株	14	—	侵入太古宙绿岩和侏罗系	绢云母化	—————	燕山期	红花沟
安家营子	斑状石英二长岩、二长花岗岩	长椭圆状岩株	75	复式岩体	侵入太古宙绿岩和 r_5^2 花岗岩	钠长石化 钾长石化	143 (K-Ar) 130.7(K-Ar)	燕山期	安家营子
河落堡	黑云母花岗岩、中细粒二长花岗岩	不规则状岩株	35	复式岩体	侵入华力西期闪长岩	钠长石化 绢云母化	156(U-Pb)	燕山期	热水
铭山	二长花岗岩、花岗岩	岩基状	470	—	侵入晚侏罗统	绢云母化 绿泥石化	—————	燕山期	索虎沟矿
西台子	似斑状花岗岩	岩基状	120	复式岩体	被花岗闪长岩岩体侵入及侏罗系火山岩覆盖	—————	187.8(K-Ar) 196.2(U-Pb)	印支期	—————

第二章 矿田地质

金厂沟梁金矿床属于金厂沟梁—二道沟金矿田的一个组成部分。金厂沟梁—二道沟金矿田位于努鲁儿虎隆断带中段，其西、北、东三向被中生代火山盆地所围，南与海西期岩浆岩相接，是由太古代变质岩和中生代岩浆岩构成的复合地体（图 2-1）。该矿田由

围绕燕山期的对面沟岩体北、东、南分布的金厂沟梁金矿床、辽宁二道沟金矿床和郝杖子金矿床组成，它们的赋矿围岩分别是太古代变质岩、侏罗系火山岩和海西期花岗岩，规模依次为大、中、小型（图 2-1）。

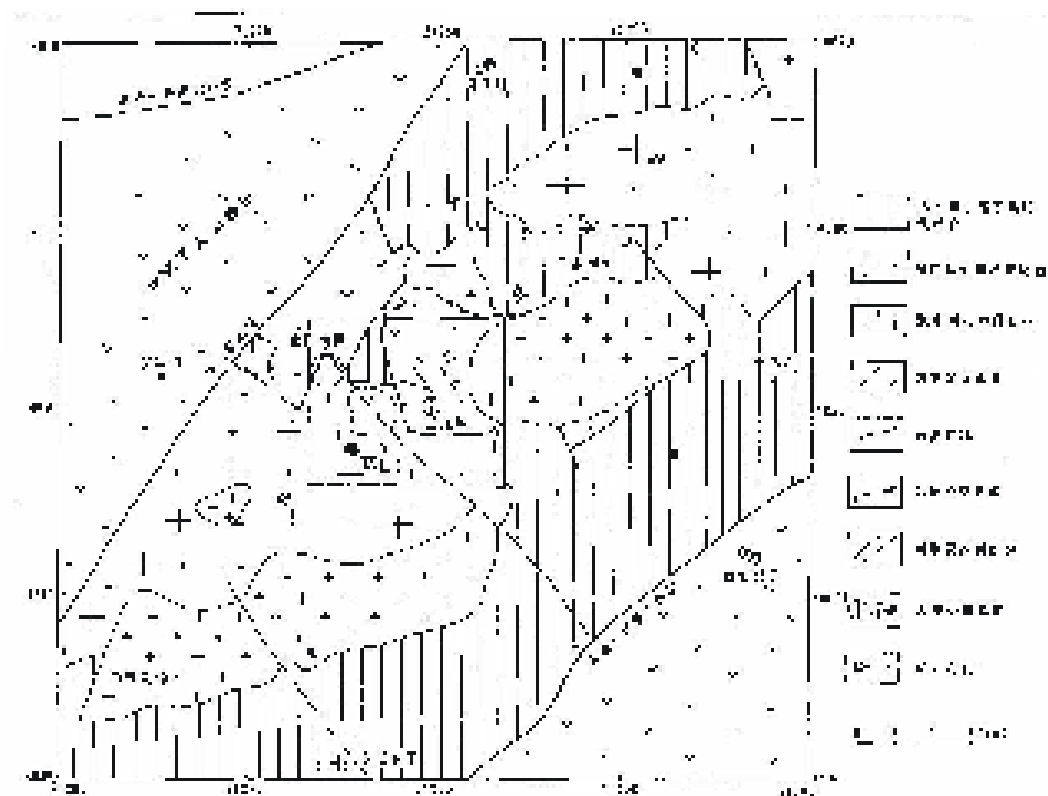


图 2 - 1 辽西金厂沟梁 - 二道沟金矿田区域地质简图

第一节 矿田地层

矿田内分布的地层有太古宙变质岩、中生代陆相火山岩及第四系沉积物。

一、太古宙建平群小塔子沟组变质岩

(一) 太古宙小塔子沟组地层

该地层广泛分布于金厂沟梁金矿区内,是该矿床的赋矿地层,其西、北、东三边均被中生代火山岩覆盖,仅南侧与花岗岩呈侵入接触关系。小塔子沟组主要为一套角闪岩相变质岩,主要岩石类型有角闪斜长片麻岩、斜长角闪片麻岩、黑云角闪斜长片麻岩、斜长角闪岩及角闪岩等,还有少量浅粒岩、混合片麻岩、磁铁石英岩、含磁铁矿或磷灰石的角闪斜长片麻岩等。

1、角闪斜长片麻岩

这类岩石分布广泛,主要分布于金厂沟梁金矿区内,尤以东矿区出露较多,呈层状或似层状产出。主要矿物为角闪石(20-40%),斜长石(50-70%)和少量石英、绿泥石、绿帘石。副矿物有磁铁矿、榍石和磷灰石等。岩石的结构为粒柱状变晶结构、筛状变晶及包含变晶结构,条带状、条纹状及片麻状构造,混合岩化程度低,其原岩可能为中基性火山岩。

2、斜长角闪岩及角闪岩

该类岩石呈透镜状、脉状、似层状或团块状产出。它和角闪斜长片麻岩均与围岩界线清晰,也具对围岩有穿插、切割现象。岩石的主要造岩矿物为角闪石和斜长石,具条带状、条纹状及片麻状构造,有时可见变余辉长辉绿结构,其原岩复杂。

3、变(浅)粒岩 主要见于金厂沟梁东矿区,呈层状和透镜状产出,组成矿物有角闪石(5-20%)、斜长石、石英。具微弱片麻状构造,部分呈脉状。

4、其它岩石 区内尚有少量含磷灰石角闪斜长片麻岩、含磷灰石黑云斜长片麻岩及磁铁石英岩、磁铁角闪斜长片麻岩等。它们的存在表明区内变质岩中曾有富磷和富铁的地层形成。

（二） 变质岩系的构造变形作用

矿田内太古宙变质岩系遭受了多期多幕的构造变形作用。据有关资料及野外观察，区内变质岩系至少经历了三幕以上强烈构造变形作用：

1、第一幕发生于区域变质作用后期层状基性侵入体侵位之后。该变形过程中，以区域变质作用形成的结晶片理为变形面，构成了一系列紧闭、倒转、钩状褶皱，形成了轴向片理及石香肠等线理构造。本幕应变形于强塑性状态，以层内变形为主，变形末期，沿轴向片理有长英质脉岩侵入。

2、第二幕变形发生于第一幕长英质脉岩侵位之后，也变形于塑性状态之下。本幕变形形成了本区变质岩现今的构造骨架，区域上由小塔子沟组地层组成的复式背斜即是这幕变形形成的。矿田内的近东西向片麻理、北东向构造均是它的产物。

3、第三幕变形于脆塑性状态，其构造行迹主要是区域性分布的劈理带，劈理走向与第二幕变形形成的糜棱岩化条带方向一致。

（三） 变质岩的层位与时代

矿田变质岩属于建平群小塔子沟组中岩段的中下部。据同位素测年资料，大坝地区小塔子沟组中岩段的锆石等时线年龄为 2.5Ga，侵入该组上部大营子组中的古岩体的 U—Th—Pb 年龄为 2.19 Ga。故小塔子沟组地层应属于太古宙产物。

二、中生代火山岩系

（一） 上侏罗统火山岩

分布于金厂沟梁东矿区和辽宁二道沟矿区，上侏罗统火山岩组成了二道沟断陷盆地，岩性为一套以喷发—喷溢相火山碎屑岩及酸性熔岩为主的陆相火山岩组成。由下而上可划分为三个部分：

下部：由流纹质角砾熔岩、角砾熔岩、火山角砾岩及集块岩等火山碎屑岩组成。熔结角砾岩具碎屑结构，碎屑成分为英安质、流纹质及粗面质岩屑。集块岩由角砾及岩屑组成，砾石成分复杂，有基底的各类片麻岩，也有各种成分的火山岩角砾。

中部：由中酸性凝灰岩夹薄层凝灰质砂页岩组成，主要分布于金厂沟梁东矿区，层厚 233m。

下部：由溢流相流纹岩为主组成，分布于辽宁二道沟矿区内，底部为流纹岩夹流纹质凝灰熔岩及凝灰质角砾熔岩，顶部渐变为球粒流纹岩。球粒流纹岩的球粒表面光滑，中心为硅质，外壳是放射状微晶长石，层厚约 1250m，它是辽宁二道沟金矿的赋矿围岩。

上侏罗统火山岩由火山爆破角砾岩经强烈爆发—喷发—溢流的火山活动演变为火山熔结角砾岩—火山碎屑岩—火山熔岩。辽宁省地质局第三地质队测得其 K—Ar 全岩同位素年龄为 1.67 亿年，称之为中侏罗统兰旗组。内蒙第三地质队经区调及地层对比认为应属上侏罗统建平组。

（二）白垩系下统火山岩

分布于乌拉山和双庙一带，岩性为一套火山碎屑岩—中偏碱性火山熔岩组成的陆相火山岩。自下而上分四个岩段：

1、**灰质砂页岩层(K_1^1)**：由灰白、黄褐色凝灰岩、凝灰砂页岩及砂砾岩互层组成，与变质岩呈不整合或断层接触。

2、**火山角砾岩层(K_1^2)**：由凝灰质火山角砾岩为主，有时夹有薄层凝灰质砂页岩及灰白色燧石层，角砾以安山岩、流纹岩等火山岩成分砾石为主。

3、**粗面安山质角砾熔岩及碎屑岩层(K_1^3)**：以淡紫色角砾熔岩为主，向上逐渐过渡为粗面安山熔岩。

4、**粗面安山岩层**：灰紫色粗面安山岩具假流纹状、杏仁及气孔构造。

白垩系下统地层属一套由间歇喷发—溢流相的陆相中偏碱性火山岩，是金厂沟梁西矿区的盖层。

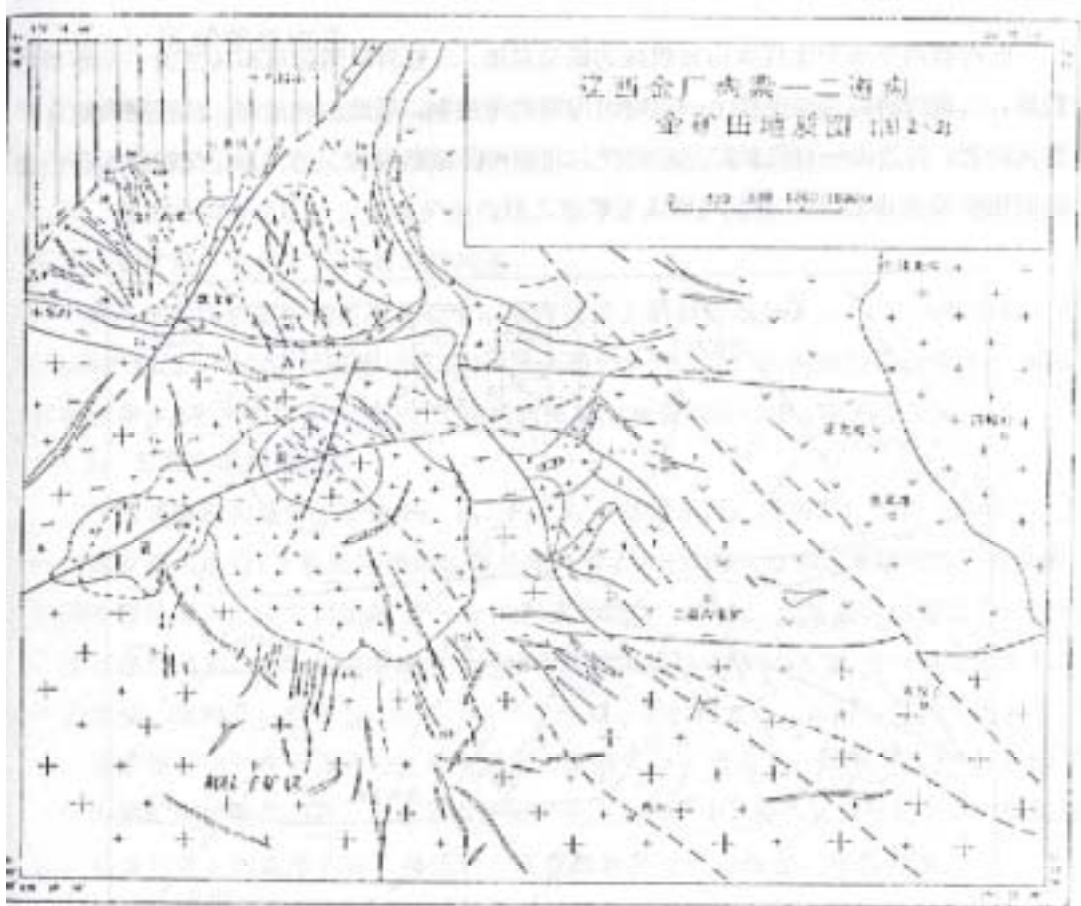
三、第四系

金厂沟梁西矿区约 80 的面积处于第四系的掩盖之下，由下至上划分为：

- 1、更新统冲—洪积砂石及红色亚粘土层；
- 2、上更新统早期洪积含粘土砂砾卵石层；
- 3、上更新统上部黄土状亚砂土；
- 4、全新统下部冲—洪积砂砾石及亚砂土；
- 5、全新统上部冲—洪积砂砾卵石层。

第二节 矿田构造

金厂沟梁—二道沟金矿田位于努鲁儿虎隆断带中段,古生代以前,长期处于稳定状



态，晚古生代后，特别是燕山运动以来，构造活动越发强烈，形成了断陷盆地，复杂断裂等构造（图 2-2）。

一、断陷盆地

区内有两个由中生代火山岩组成的断陷盆地：二道沟断陷盆地和乌兰山—双庙断陷盆地。二道沟断陷盆地受楼上一东对面沟断裂带控制，呈北西向展布，沉积物为晚侏罗世火山岩；乌兰山—双庙断陷盆地是受北北东向区域断裂控制的向斜，沉积物为早白垩世的粗安质火山岩及碎屑岩，形成于矿脉之后。

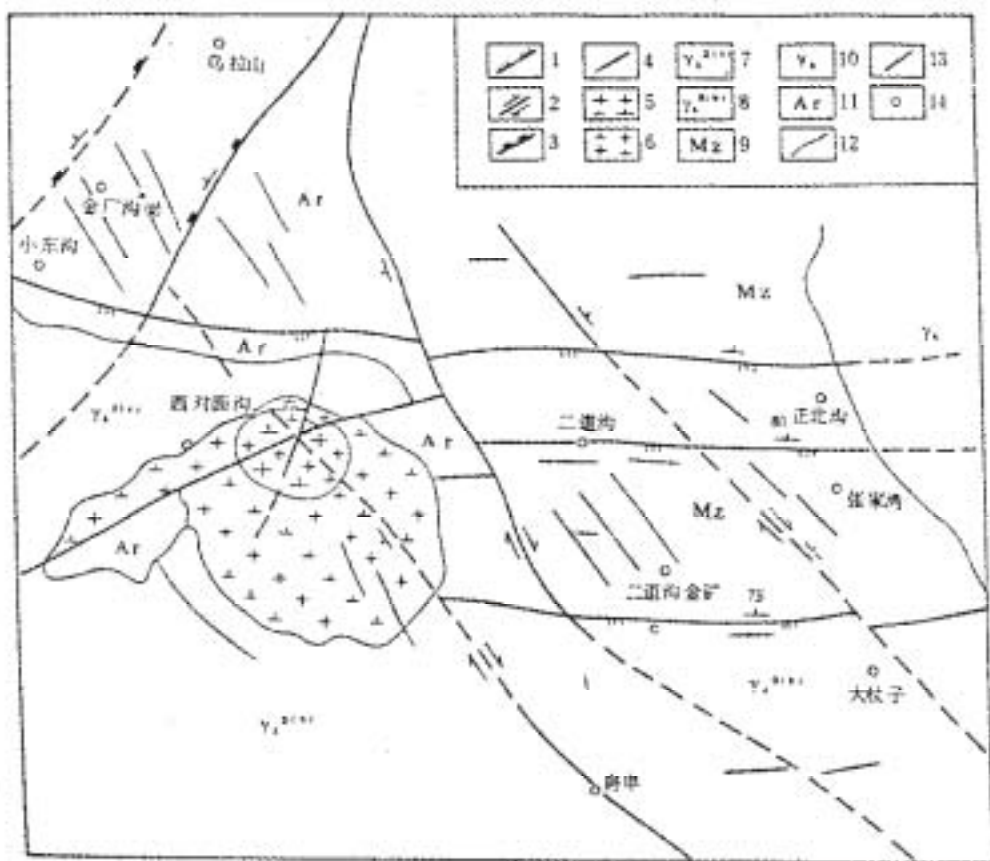


图 2 - 3 金厂沟梁 - 二道沟金矿田区域被动式构造分布图

1. 东西向压扭性断裂构造；2. 北北向张扭性断裂构造；3. 北东向阳花张扭性断裂构造；4. 后期断裂构造；5. 对面沟岩体内部相花岗岩闪长斑岩；6. 对面沟岩体边缘相中细粒花岗岩闪长岩；7. 西台子岩体边缘相片麻状二长花岗岩；8. 西台子岩体中间相似斑状花岗岩；9. 中生代火山岩；10. 中生代石英二长岩；11. 太古宙小塔子沟组变质岩；12. 变质岩界线；13. 断裂产状；14. 村镇

二、断裂构造

断裂是本区的一种主要构造形式，主要表现为区域断裂构造(图 2-3)和与对面沟侵入体有关的断裂、裂隙构造(图 2-5)。

(一) 区域断裂构造

区域断裂构造是指在区域构造应力场作用下形成的一系列构造。矿田范围内，按其走向可分为东西向、北西向、北东向和南北向。它们属于多期活动的构造。东西向、北西向、南北向构造是成矿前或成矿期构造，是导矿、容矿构造，北东向构造一般分割矿床或切割矿脉，是成矿后的破坏性构造。

矿区范围内较重要的区域断裂有：东西向楼上断裂构造带(F_1)，二道沟断裂构造带(F_2)和正北沟—小东沟断裂构造带(F_3)；北西向房申沟—金厂沟梁断裂构造带(F_4)，鸡冠山断裂带(F_5)和来毛沟断裂带(F_6)及北东向头道沟断裂构造带(F_7)等(图 2-3)。

1、东西向断裂构造带

区内该断裂构造带主要有 F_1 、 F_2 、 F_3 。 F_1 走向近东西，倾向北，倾角 75° — 80° ，上盘为侏罗系火山岩，下盘是海西期似斑状花岗岩，为二道沟火山岩盆地的南部边缘断裂，沿该断裂带侵入的流纹斑岩的 K—Ar 同位素年龄为 167Ma，该断裂向西接近于对面沟岩体立刻消失，表明它的形成早于对面沟岩体的侵位(125 Ma)。 F_2 由一组近于平行的断裂组成，倾向北，倾角 80° 左右，有流纹斑岩、正长斑岩、安山玢岩及闪长玢岩等侵入，该断裂带向西也于接近对面沟岩体时立刻消失。 F_3 倾向北，倾向 70° — 75° ，构成了金厂沟梁矿区的南部边界，东端分布于侏罗系火山岩之中，侵入有闪长玢岩、花岗斑岩及石英斑岩等，西端侵入有石英斑岩、流纹斑岩及侵入角砾岩，伟晶岩等。

该断裂构造带是区内较早的构造行迹，被北西向断裂切割、错位后再度出现。

2、北西向断裂构造带

矿田内有 F_4 、 F_5 、 F_6 三条北西向断裂构造带。房申—金厂沟梁断裂带(F_4)多为隐伏断裂，该断裂带直接通过金厂沟梁西矿区，走向 295° — 320° ，倾向南西。在地磁平剖面图(图 2-4)上表现为串珠状分布的较宽负磁场带，并具有线性带状分布的 Au、Ag 等，次生晕组合异常分布。对面沟岩体的石英斑岩被其切割并错位，断裂两侧发育一组与主断裂近平行的压扭性构造破碎带和一组与其斜交的羽状张扭性断裂，且断裂带已被矿

化，这些是它长期活动的结果。



图 2 - 4 金厂沟梁 - 房申沟断裂地磁解译图(据丁义侠，1988)

楼上一东对面沟断裂带(F_5)位于金厂沟梁的东矿区的东侧，其东侧为二道沟断陷盆地，倾向南西，倾角 $70^\circ-80^\circ$ 。该断裂带早期控制了二道沟断陷盆地的形成及火山岩的喷发，晚期被石英斑岩、安山玢岩等脉岩充填。断裂面呈舒缓波状，张压扭性特征，地磁平剖图上表现为宽的正低磁场带，且表现出北西向展布的串珠状和带状 Au、Ag、Pb、Zn、Sb、As、Hg 等次生晕组合异常。由此可见，该断裂带是一长期活动，力学性质不断转化的导岩、导矿和容岩、容矿的构造带。

来毛沟构造带(F_6)倾向北东，倾角 $70^\circ-80^\circ$ ，其中有闪长玢岩、正长斑岩和花岗斑岩脉侵入。地磁平剖图上表现为带状正负磁异常交替，具线性带状分布的 Au、Ag、Pb、Zn、Sb、As、Hg 等化探次生晕组合异常，也是一重要的导矿、导岩和容矿构造。

3、北东向断裂构造带

北东向断裂构造带乃成矿后的破坏性断裂，一般分割矿床或切割矿脉。区内主要有头道沟断裂、西对面沟断裂、乌兰山—双庙断裂，以头道沟断裂为代表，头道沟断裂是金厂沟梁东、西矿区的分界线，倾向北西，倾角 $60^\circ-70^\circ$ ，沿断裂带有断层角砾岩、断层泥及断层擦痕和镜面。有资料认为它是正断层，北西盘下降，南东盘抬升，但断距尚不太清楚。据化探研究表明断层中的 Au 及相关的 Ag、Cu、Pb、Zn 等具明显低值，表明该构造形成后再无成矿活动发生。

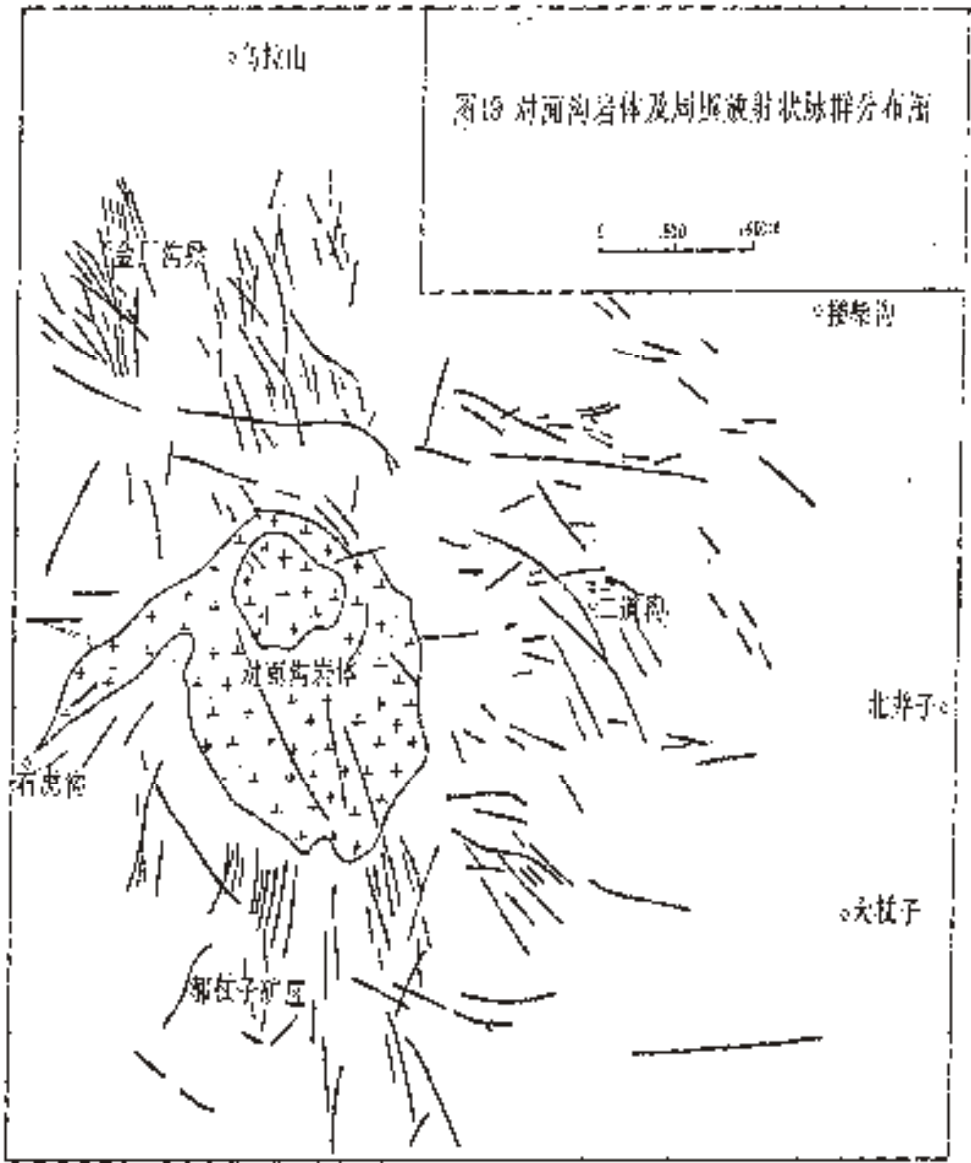
4、南北向断裂

该组断裂主要分布于金厂沟梁东、西两矿区和郝杖子矿区，为次级容矿裂隙或断裂，

呈陡立的舒缓波状，延伸不远，延深较大，是重要的控矿断裂。

（二）与对面沟岩体侵位有关的主动式裂隙、断裂构造

该构造是在对面沟复式岩体侵位过程中所诱导出的构造应力场的作用下形成的一系列环状与放射状构造，它们为后期细脉浸染状金铜钼矿化和脉状金矿

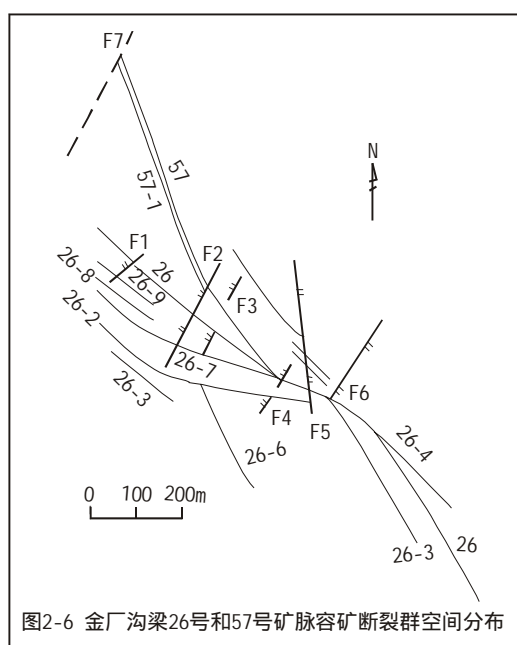


化提

供了空间。

1、放射状断裂构造系统

这种断裂系统在对面沟岩体周围表现明显(图 2- 5)，具体表现为：金厂沟梁矿区容矿断裂走向为 NW、NWW、和近 SN，个别为 NNE；二道沟金矿区的为近 EW(NEE)和 NW(NWW)；郝杖子金矿区的为近 SN、NNE 和 NNW；对面沟岩体西部的石虎沟地区，矿化构造蚀变带的走向主要为 NE。它们分布在岩体外圈 0—4km 范围内，远离岩体逐渐减弱或消失。就力学性质而论，它们均经历了成矿前张扭性活动阶段。放射状断裂系统控制了矿田内脉状金矿化的分布。



2、环状断裂构造系统

环绕对面沟岩体四周环状断裂构造虽不发育，但对面沟岩体南侧某些岩脉的环状分布，对面沟岩体北侧岩体内外接触带附近细脉浸染状金铜钼矿化半环状矿化带的存在（图 2- 2），表明在对面沟岩体周围确实存在有环状断裂带。值得提出的是，无论是细脉浸染状金铜-钼矿化环带，还是环状分布的脉岩，均具有一端逐渐撒开之趋势（图 2- 6）。是否对面沟岩体在侵位过程中同时发生一定的旋转有待进一步证实。

第三节 侵入岩

矿区的南侧和东南侧出露大片侵入岩，分属多期次侵入产物，矿田范围内主要发育有印支期的西台子斑状花岗岩、燕山晚期的片麻状二长花岗岩及多阶段侵位的对面沟花岗闪长岩和花岗闪长斑岩及大量脉岩。

一、西台子斑状中粗粒花岗岩（ r_5^1 ）

呈近东西向展布的岩基分布于矿区南侧，为郝杖子金矿床的主要赋矿围岩。岩石呈浅

肉红色，斑状结构，斑晶为粗大的微斜长石、钾长石；基质为粗粒结构，由石英、钾长石、条纹长石、斜长石等组成。岩体中有大量的花岗伟晶岩脉、团块和各式脉岩，K—Ar 年龄为 187.8Ma，U—Pb 年龄 196.3 Ma，属印支期产物。

二、片麻状二长花岗岩 (ηr_5^{3-1})

呈近东西向展布于矿区南侧，长约 4km，岩石呈灰白—浅肉红色，中、细粒，具碎斑结构，片麻状构造。主要矿物为斜长石、微斜长石、石英及少量黑云母、角闪石等，副矿物为磁铁矿和磷灰石。石英具波状消光和定向拉长，矿物定向方位近东西。与片麻岩及中粗粒斑状花岗岩呈侵入接触关系。钾长石 K—Ar 年龄 127.9 Ma，属燕山晚期侵入体。岩体中赋存有细脉浸染状铜-钼矿化，含金较低。

三、对面沟复式岩体 ($r\delta_5^{3-2}$, $r\delta_{II_5}^{3-3}$)

对面沟岩体分布于金厂沟梁—二道沟金矿田的中部，呈一长轴为 NW 向的椭圆形小岩株，面积约为 6 km²。据丁义侠所作的 1:20 万航磁解译结果，岩株向东倾伏 3 km，向南和向北分别倾伏 0.6 km 和 1.2 km。

对面沟岩体是一个由岩性相似，结构各异的两个同心圆状侵入岩相组成的复式岩株，其外围岩相为中细粒花岗闪长岩 ($r\delta_5^{3-2}$)，内部岩相为花岗闪长斑岩 ($r\delta_{II_5}^{3-3}$)，两个岩相在矿物组合、岩石化学、微量元素及稀土元素和副矿物等方面具有明显的一致性，但在岩石结构方面却明显不同。外部中细粒花岗闪长岩为少斑结构，主体由中细粒矿物组成，矿物组合为 Hb+Pl+Bi+Kf；内部花岗闪长斑岩为斑状结构和聚斑结构，斑晶为 Kf+Pl+Hb，而基质为 Pl+Kf+Q ± Hb ± Bi，呈近霏细结构的状态存在。两类岩相无论在结晶粒度、斑晶含量还是结构构造上均表现出渐变过渡的关系。结晶粒度、斑晶含量由内向外均逐渐减小、减少，表明两者是几乎同时相继侵位的同源不同相的侵入体。

对面沟岩体内可见暗色包体，多为拳头大小，浑圆状，与主体岩石之间界线清楚，岩性主要为角闪辉石岩。镜下可见这种包体与花岗闪长岩在矿物成份上呈变过渡关系，应属同源异体。另外，岩体内还见有与主体岩石界线清晰的变质岩捕虏体。

对面沟岩体的年龄数据和金含量数据见表 2-1，岩体属燕山晚期多阶段的产物，中细粒花岗闪长岩和花岗闪长斑岩的含金丰度分别是 19.73×10^{-9} ，是本区主要的成金岩

体。

对面沟花岗岩体的岩性化学成份上有较小的差别(表 2-2),把它和中国花岗岩平均值(71.27%)比较,对面沟花岗岩岩石化学上富铝、镁、钙,而贫二氧化硅,岩石碱总量(ALK)为 8.18,Na₂O(4.22)>K₂O(3.96);岩石费特曼指数(δ)为 2.92,Al₂

表 2-1 对面沟岩体的年龄和金含量

代号	岩石名称	测试方法	年龄数据 (Ma)	含金量 (× 10 ⁻⁹)	样品数
rδJ ₅ ³⁻³	花岗闪长斑岩	K—Ar	121.5	16.73	6
rδ ₅ ³⁻²	中细粒花岗闪长岩	K—Ar	126.3	19.13	3
		U—Pb	125.51		
r ₅ ³⁻¹	中细粒片麻状二长花岗岩	K—Ar	135.36	10.9	8

注 据王建平等,1992

表 2 - 2 对面沟花岗岩体的岩石化学成份

岩 石 类 型	SiO ₂	TiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	FeO	MnO	MgO	CaO	Na ₂ O	K ₂ O
花 岗 闪 长 斑 岩	68.16	0.32	15.00	1.53	1.64	0.01	1.04	1.94	4.39	4.12
	67.20	0.33	14.70	1.00	3.19	0.08	1.75	2.61	4.29	3.74
	67.68	0.33	14.85	1.27	2.42	0.45	1.44	2.28	4.34	3.93
	69.69	0.33	15.38	1.60	1.25	0.08	1.23	2.65	4.30	3.49
平均值	68.18	0.32	14.98	1.35	2.13	0.16	1.77	2.37	4.33	3.82
花 岗 闪 长 岩	66.75	0.40	15.84	1.45	1.84	0.05	0.58	2.11	4.30	4.15
	66.10	0.39	15.59	1.54	2.54	0.02	1.43	2.31	4.34	3.85
	64.73	0.43	15.41	1.73	3.10	0.05	1.98	2.47	4.31	3.87
	63.24	0.52	15.60	1.98	3.21	0.07	2.39	2.79	4.29	3.94
	64.84	0.40	15.04	1.67	3.55	0.07	2.13	2.32	4.29	.382
	69.84	0.40	15.04	1.87	3.55	0.07	2.13	2.32	4.29	3.82
	65.82	0.49	15.96	2.10	1.87	0.09	1.94	2.87	4.17	4.03
平均值	65.90	0.48	15.43	1.76	2.81	0.06	1.80	2.46	4.28	3.93
总平值	67.59	0.37	15.22	1.47	2.34	0.06	1.44	2.24	4.22	3.96

$O_3 / (Na_2O + K_2O + CaO)$ 比值为 0.993, 说明对面沟岩体岩石属正常型钙碱系列。微量元素丰度值与华南同熔型花岗岩相近似, 其中亲铁元素 (Cr、Co、Ni、V) 及分散元素 (Sr、Ba) 的高丰度及稀有元素 (Li、Rb) 的低丰度比较特征, 说明其较深的来源。岩体中副矿物种类较多, 属磁铁矿—磷灰石型, 锆石晶形完好, 透明性好, 只具有一个形成世代, 而且其粒度较细, 反映了岩体浅成的特点。说明对面沟岩体上深源浅成花岗岩。

对面沟花岗岩岩石的微量元素含量: Rb 70~190ppm, K/Rb 一般大于 230, Ba 270~1640ppm, Sr 28~116ppm, Pb 20~40ppm, Zn 10~50ppm, ZrO_2 120~480ppm, Li 1~11ppm, Ba_2O_3 100~1300ppm, Cs 4~26ppm。岩石稀土元素总量为 100~400ppm, 为轻稀土强富集型, La/Yb(n) 比值变动在 3~6, 以正 Eu 异常为主, 随稀土总量增加, Eu 异常减弱, 趋向正常, 这些特征表明对面沟花岗岩为正常岩浆岩。

四、脉岩

一般认为脉岩是岩浆的派生物, 与岩浆热液金矿脉具有同源性。区内脉岩发育, 种类繁多, 常见的有闪长玢岩、流纹斑岩、石英斑岩、英安斑岩、正长斑岩、黑云粗安岩、安山玢岩等中酸性和偏碱性脉群。据其成因分为两类: 与侵入岩有关的和与火山岩有关的脉岩。其中正长斑岩与石英斑岩、安山玢岩伴生, 分布于金厂沟梁矿区的东、南两侧, 它们在成因上属火山浅成脉岩, 与对面沟岩体侵入有关的脉岩有闪长玢岩、二长花岗岩、石英闪长岩、英安斑岩等, 它们大多产于侵入岩体外围呈放射状或环状分布, 与矿脉多成平行相间, 受主动式断裂—裂隙系统控制。部分粗面安山岩、安山玢岩与矿脉相交截, 如 10 中段 15[#]脉的南段被红色粗面安山岩所截。

脉岩主要形成于燕山期, 其延续时间长, 并贯穿于岩浆活动的始终。据相互穿切关系知其先后生成顺序为: 闪长玢岩、安山玢岩→流纹斑岩、正长斑岩、早期石英斑岩→晚期石英斑岩、黑云粗安岩。

这些脉岩与金矿脉密切伴生, 有些脉岩是金矿脉的直接围岩, 如 17-6[#]的东南侧是闪长岩脉沿断裂充填, 在闪长岩脉的两侧有矿化。

第三章 金矿床的特征

金厂沟梁金矿位于矿田中对面沟复式花岗岩岩体的北侧，由东西、北西、北东走向的三组断裂所包围。其南为正北沟—小东沟断裂，东为楼上一东对面沟断裂，西为乌拉

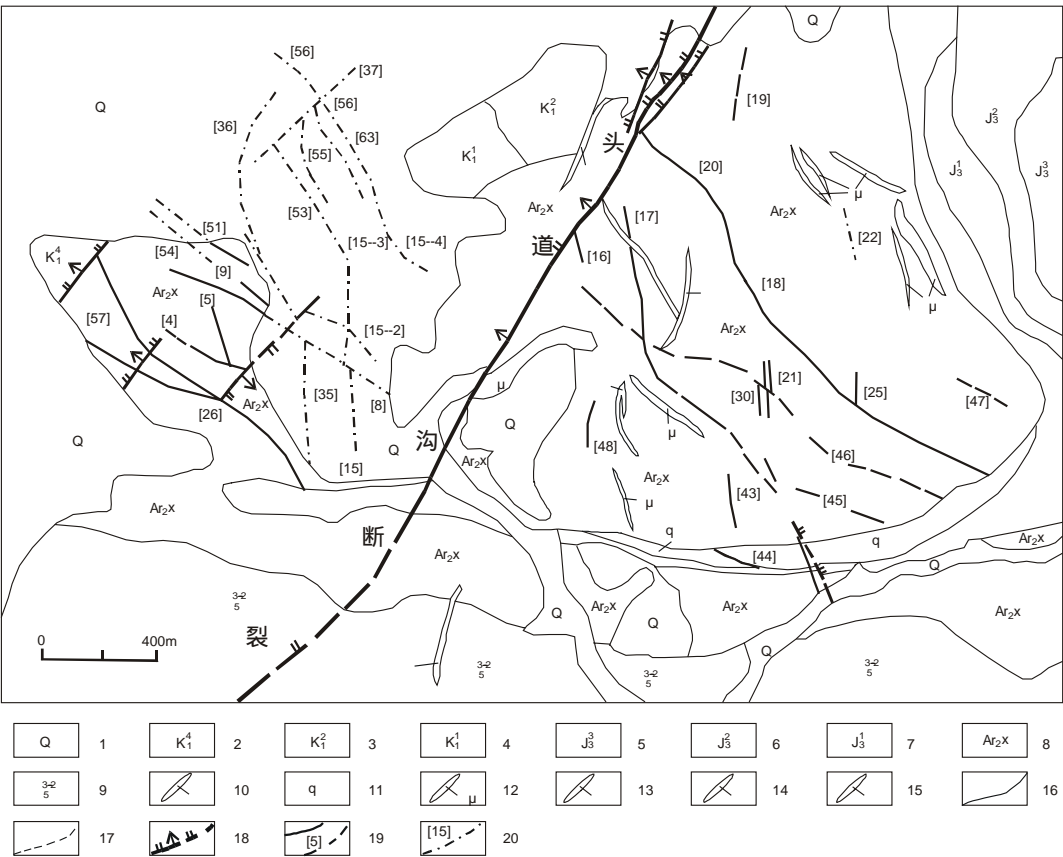


图3-1金厂沟梁金矿区地质简图（据内蒙古第三地质大队，1990）

1.第四系；2.上白垩统；3.中白垩统；4.下白垩统；5.上侏罗统；6.中侏罗统；7.下侏罗统；8.太古界小塔子沟组变质岩系；9.燕山期中细粒片麻状花岗岩；10.正长斑岩脉；11.石英斑岩脉；12.闪长玢岩脉；13.闪斜煌斑岩脉；14.流纹斑岩脉；15.花岗岩伟晶岩脉；16.地层界线；17.地质界线；18.正断层；19.实测与推测金矿脉及其编号；20.隐伏金矿脉及其编号

山一百杖子断陷盆地。矿区内出露太古宙建平群小塔子沟组变质岩，矿床外围的岩石有太古宙变质岩、侏罗纪火山岩和白垩纪火山岩。金厂沟梁的赋矿围岩为太古宙小塔子沟组变质岩系，其主要岩性由斜长片麻岩、斜长角闪片麻岩、黑云斜长片麻岩及各种混合岩化片麻岩组成。矿区面积约六平方公里，出露矿脉 70 余条，北东向的头道沟断裂斜

穿矿区，使其一分为二，断裂以西称为金厂沟梁西矿区，其以东称为金厂沟梁东矿区，亦称内蒙二道沟金矿（图 3-1）。东西矿区的矿化类型和成矿特征基本相同，头道沟断裂的存在使二侧的矿脉数量和矿化标高不同，致使西矿区矿脉多、富、深，矿化集中，储量大，而东矿区矿脉稀、浅，矿化分散，储量小。东矿区金矿脉 37 条，其中 7-8 条达工业开采要求，但含金性差；西矿区有金矿脉 36 条，具工业开采要求者 33 条，含金性好。东西二个矿区金矿化规模和储量差异的原因至今还存在争议。

第一节 金矿床类型

对矿床进行合理的分类具有十分重要的意义，其目的是进行矿床对比，通过已知矿床去分析和认识新矿床的特征，成因和分布规律，从而指导勘探和开采工作。

矿床分类方案多种多样。脉状金矿是以形态为依据划分的一大矿床类型，但其划分过于笼统，很难达到通过对比来认识新矿床的目的。脉状金矿是我国的主要金矿类型，金矿成因有岩浆热液、变质热液、混合岩化热液等成因观点，不同热液成因矿床的地质特征各不相同。为了了解金矿的形成和演化过程，更好地对金矿床进行对比和寻找，姚凤良教授等（1983）按矿脉构造、产出条件、矿石组分和建造把脉状金矿划分为四类，即含金石英脉型金矿、复合脉型金矿、复脉带型金矿和网脉带型金矿。其中的网脉带型金矿与山东地质六队提出的蚀变岩型金矿相对应。

石英脉型金矿属于构造涵义较广的脉状金矿类型，即受断裂裂隙构造控制，但围岩碎裂不强的脉型金矿床；而蚀变岩型金矿是产于主断裂构造破碎带中的蚀变矿化带。它们二者具有明显的差异，石英脉型金矿是以具有明显的石英脉为主体，脉体即矿石，与围岩界线清楚，而蚀变岩型金矿无主体石英脉，矿石为矿化蚀变岩，与围岩界线不清，呈渐变过渡关系，其品位低，但规模大。

金厂沟梁金矿的矿脉（化）密集程度较高，可和山东玲珑金矿田对比。矿脉按其产状可分为十组：近南北向、北西向和北东向，它们都严格受低级序次的断裂构造控制，没有宽大的破碎蚀变带，有的矿化（脉）尾部清楚可见矿化构造线，三组矿脉均以石英为主矿体，以矿化蚀变岩为主矿体的至今少见或未见，矿体与围岩的界线明确，但金矿脉中的石英脉缺乏规则、平直、清晰和与围岩界线黑白分明等特点。按照石英脉型金矿的构造涵义，即属受断裂裂隙构造控制，但围岩碎裂不强的脉型金矿床来说，金厂沟梁金矿应属石英脉型金矿床，但其控矿构造较复杂，具有张扭和压扭的性质，致使矿体与

围岩界线多变。

第二节 石英脉型金矿床

矿区约 6 平方公里范围内共有 70 余条金矿脉，其中西矿区矿脉 36 条，东矿区矿脉

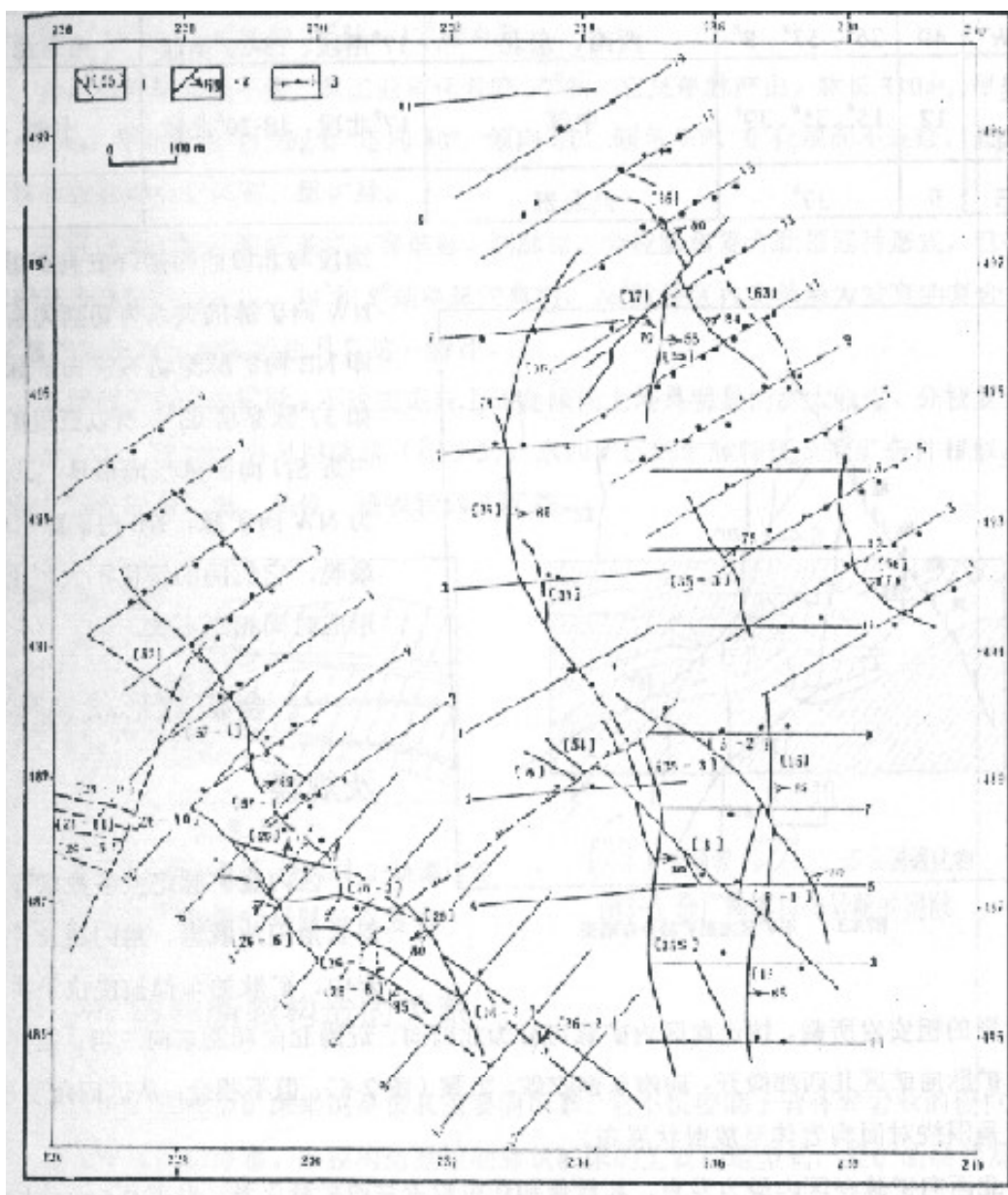


图 3 - 2 金厂沟梁金矿第五中段平面图（引自王建平，1992）
1．矿脉及编号；2．矿脉产状；3．勘探线及编号

37 条，除 26[#]脉部分裸露地表外，其余都被第四纪掩盖。这些矿脉按走向可分为北西向、北东向和近南北向三组（见图 3-2，3-3），其中以北西向矿脉数量最多，长度也大，南北向矿脉次之，北东向矿脉为数极少（见表 3-1）。三组方向的矿脉在矿区占据了一定的空间位置（表 3-1）：NW 向矿脉集中分布于西矿区的西南和东北部，东矿区的东南部，主要代表矿脉有 26[#]、57[#]、8[#]、17[#]南段、18-20[#]南段；近 SN 向矿脉分布于西矿区和东矿区的中部，代表矿脉有 15[#]、35[#]、39[#]、17[#]北段、18-20[#]北段，它们的规模和储量位居矿首；北东向矿脉位于西矿区的西北部，数量少，具工业价值者仅 37[#]脉，规模和储量都有限。

区内三组矿脉的形成有先后之分，由图 3-2 可知区内 NW 向赋矿断裂和近南北向赋矿断裂的空间关系有三种类型：一为二者各自分地段集中产出，其间无交接和切割，如 26[#]、39[#]等；二为两者具切割关系，近 SN 向脉为 NW 向脉切割，如 8[#]脉切割 15[#]、35[#]脉；三为两者呈转折关系，即 SN 向矿脉与 NW 向矿脉二者衔接成折弯状，如 17[#]脉的

表 3-1 三组矿脉数量及位置

方向	数量	西矿区的矿脉	矿脉在矿区中的位置	东矿区的矿脉	矿脉在矿区中的位置
NW	49	26 [#] 、57 [#] 、8 [#]	西南、东北	17 [#] 南段、18-20 [#] 南段	东南部
近 SN	12	15 [#] 、35 [#] 、39 [#]	中部	17 [#] 北段、18-20 [#] 北段	中部
NE	9	37 [#]	西北部		

南段与北段的衔接。NE 向矿脉与 NW 向矿脉的关系为切割关系，即 NE 向矿脉穿切 NW 向矿脉，如 37[#]脉穿切 63[#]。所以三组矿脉中近 SN 向矿脉形成最早，其后为 NW 向矿脉，NE 向矿脉形成最晚，它们间的错位不大，说明形成时间相距不长。

一、金矿脉形状、产状 及规模

区内金矿脉绝大多数赋存于斜长角闪片麻岩、角闪斜长片麻岩中，矿脉的东部被侵位于头道沟断裂的粗安岩所截。按走向区内矿脉可分为北西向、近南北向和北东向三组。空

间上三组矿脉向矿区北西部撒开，向南东部收敛、汇聚（图 2-6），但不相会，从矿田

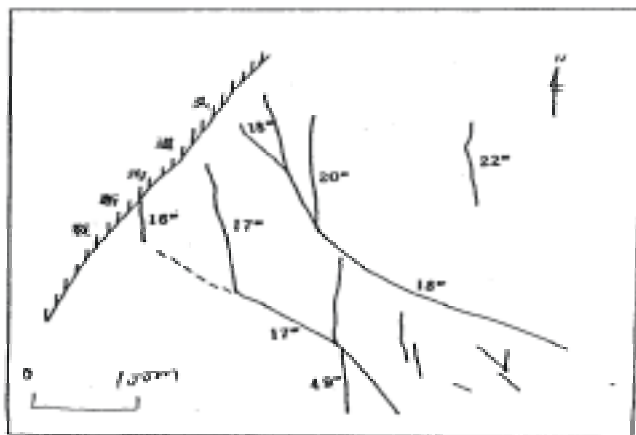


图 3 - 3 东矿区主要矿脉分布略图

度看，它们是围绕对面沟岩体呈放射状展布。

北西向矿脉在区内最为发育，其数量和规模都占三组矿脉之首，脉厚 $0.5\text{m}\pm$ ，长可过千米，走向以 $330^{\circ}\sim 340^{\circ}$ 为主，多数向北东倾斜，倾角一般较缓，大多低于 70° ，其矿化的延深小于矿脉延深，矿化最大延深为 $300\text{m}\pm$ ，这组矿脉的典型代表是 26[#]脉、8[#]脉和 17[#]北段。

南北向矿脉的数量要少于北西向矿脉，矿脉走向 $350^{\circ}\sim 10^{\circ}$ ，脉宽 $0.4\sim 0.8\text{m}$ ，长 $700\sim 800\text{m}$ ，南北向矿脉产状较陡，倾角大都在 75° 以上，矿化垂向延深大于 $400\sim 600\text{m}$ ，其矿化延深大多与矿脉同步。矿化延深大，品位高，单脉规模可达中型，其典型代表矿脉是 35[#]脉、15[#]脉和 39[#]脉、17[#]脉南段。

北东向矿脉为数不多，具工业矿化者唯 37[#]脉，它呈单脉产出，脉长 310m ，平均厚度 0.43m ，平均品位 11.72g/t ，走向 40° ，倾向 SE，倾角 70° ，矿化浅而不连续，显然其规模和数量均小于其它二组矿脉。

矿区内金矿脉的形式多样，有单脉、副脉组、分枝脉和复合脉带四种形式，但以单脉和复合脉的产出为主，39[#]和 8[#]是单脉的典型，26[#]脉是区内支脉最为发育的复合脉，17[#]脉的南部 NW 向矿段也具有这一特征。

不管哪种形式的矿脉，不论在走向上还是倾向上均具明显的膨大收缩、分枝复合现象（图 3-4），有的还可见网脉状（图 3-5）。东西矿区的矿脉特征及控矿条件相似，只是东矿区矿脉的标高、品位、规模较西矿区差。

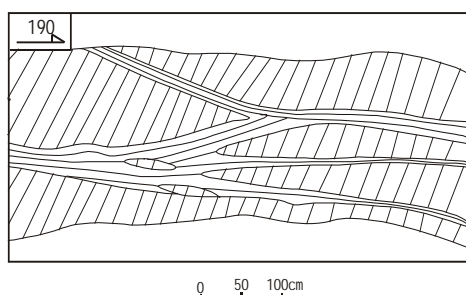


图3-4 金厂沟梁53号脉分支复合

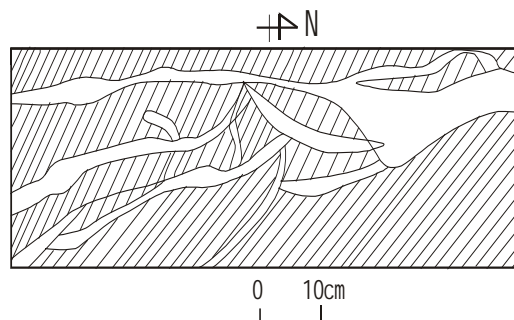


图3-5 金厂沟梁17-6号脉的网脉

二、矿脉与断裂构造的关系

构造对于热液金矿床来说是极其重要的因素，它不仅控制了岩体和岩脉的侵位，而且还控制着矿体的分布。断裂构造是控制脉状矿床的主要构造型式，控矿断裂的发育、演化常是多期、多阶段的，既有成矿前断裂，又有成矿后断裂，还有成矿期间的；而容矿断裂多半是与区域构造有成因联系的低级序次的断裂和裂隙，所有矿脉都受断裂构造控制，不少矿脉还被断裂构造错位或破坏，有的矿脉受构造的多期复活叠加和矿液的多阶段作用，形成了复杂的矿脉构造。金厂沟梁的断裂构造对区内矿脉的分布和特征具有重大影响。

金厂沟梁的断裂构造有区域被动式构造和与岩体侵位有关的主动式构造。区域被动式构造有东西向、北西向和北东向三组。东西向断裂构造活动最早，多期活动；北西向构造晚于东西向构造（图 3-1），系多期活动的导岩、导矿构造；北东向构造形成最晚，切割和肢解了前两组断裂构造，头道沟断裂就把金厂沟梁金矿分割为东、西两矿区。与对面沟岩体侵位有关的主动式断裂构造环绕对面沟岩体呈放射状和环状分布，放射状断裂中均具有脉状金矿化或被岩脉充填，容矿断裂与矿脉和矿化蚀变带的产状完全一致。主动式断裂构造晚于区域 NW 向断裂构造，有的是在 NW 向和 EW 向构造的基础上发展形成的，两者的叠加与复合部位往往是最佳的成矿场所。在对面沟岩体侵位后，区域被动式构造的继承性活动使得主动式构造的力学性质发生转变，这一方面有利于多阶段金矿化，另一方面也使矿脉遭构造破坏。

由此可知，金厂沟梁金矿的断裂构造对区内矿脉的分布和特征的影响如下：

1、断裂构造对矿区具有长期作用和多期活动的影响。北西向断裂构造是区域长期作用和多期活动的断裂系统，具压扭性质，是重要的容矿构造，形成了区内的 26[#]脉和 8[#]脉，切割错开了 SN 向断裂构造控制的 35[#]脉和 15[#]脉。南北向断裂构造是对面沟岩体侵位时形成的主动式构造，具张性至张扭性特征。北东向构造是区内最晚的断裂构造系统，切割了区内北西向矿脉。

2、方位断裂系统发育的深度有所差异：北西向断裂系统浅而缓，南北向者则是较深层次的断裂，它们的控矿深度也有差异，北西向断裂矿化深度一般不超过 300 米，矿体大多位于 350 米标高左右，而南北向断裂矿化深度则达 500 米以上，矿化可延深至标高 200 米以下。

3、断裂性质对矿脉的形态、规模、边界特征均有重要影响：北西向断裂具压扭性质，断裂面或平直或分枝复合，其形成长度较大，但裂宽幅度较小，26[#]脉是其典型，矿脉南北向断裂具张性—张扭性质，断裂面曲折延展，边界不规则，角砾发育，裂面开阔，有时有平行裂隙，其代表脉有 35[#]和 15[#]脉。

4、断裂构造的发育顺序及强度对矿脉的穿切和错位有一定影响。

三、矿床与岩浆岩的关系

对面沟岩体对金矿成矿具有一定的控制作用。其成分、类型、规模、产状等对金矿的产出和分布均有一定影响，岩体的类型及分异程度与金矿有关联。据前人研究认为，赤峰—朝阳地区具有从酸性—中性的多期次侵位的岩体对金矿的形成最为有利(内蒙地矿局的“七五”科技攻关项目)。

对面沟岩体侵位而形成的主动式构造控制了矿田格局和矿脉的分布及产状。金厂沟梁—二道沟金矿田中的三个金矿床分别位于对面沟岩体的北、东、南侧，其主动式断裂构造绕对面沟岩体呈放射状分布，并且这些容矿断裂仅限于岩体接触带的 0-4km 范围内，其规模及强度从内到外有减弱的趋势，乃至消失。产于不同容矿围岩中的三矿床的矿化均受对面沟岩体侵位产生的放射状主动断裂控制，金厂沟梁金矿的矿脉有北西向、南北向和少量北东向的，并有向外撒开的趋势（如图 2-6），二道沟金矿床的矿脉主要呈东西向，而郝杖子金矿的则呈南北向，与金厂沟梁金矿的南北向相对应，从而说明了岩体主动构造对金矿的控制远强于围岩性质对它的控制，但不同围岩对金矿化的控制强度不同。由于对面沟岩体的侵入，使之产生的放射状主动式断裂构造改造了原有的区域

被动式构造。因此矿化较好。随着远离对面沟岩体，容矿断裂的矿化逐渐变差，但只有主动式断裂构造，矿化一般较差。

岩浆岩的形态和产状控制了金矿化的产出位置及是否有利于成矿。统计表明成矿最有利的部位是岩体缓倾部位的上盘接触带、岩体倾没端、岩体舌状分枝的前缘及岩体弯曲而成的凹部等，这些部位外侧围岩中的构造裂隙是金矿化富集的有利部位。对面沟岩体为一复式岩体，在地表呈长轴为北西向的椭圆形，出露面积 6.4km^2 。根据重力 1:20 万航磁解译结果，对面沟岩体于东侧 3km 处向下急剧侧伏，向北于 1.2km 急剧侧伏，向南在 0.6km 处侧伏，表明岩体北侧为中缓倾斜，东侧为缓倾斜，南侧为稍陡倾斜（丁义侠，1988）。金厂沟梁和二道沟金矿分别位于该岩体的北、东二侧，矿化较好，规模较大，而郝杖子金矿位于岩体南侧，矿化较弱，规模小，即使是岩体内的铜-钼（金）矿化也集中分布于对面沟岩体的北东两侧。

岩体的化学成分与金矿化无十分明显的相关性，岩体的微量元素和挥发分组分及含量对成矿有一定的指示性，Cr、Ni、Co、V 的高含量表明它来自富含成矿组分的幔源，Cu、Pb、Zn 的高含量表明在成岩过程中，捕掳或同化了为数众多的成矿组分，它们的高含量表明具有较高找矿机率，对面沟岩体的 Cu、Pb、Zn、Cr、Ni、Co、V 的含量均高于花岗岩平均含量的 0.5-1 倍。岩体中氯的含量与金矿化的富集也有明显的相关性，对面沟岩体的氯含量高于 2 倍。因此，挥发性元素的成分和含量较岩石化学成分及微量元素成分对金矿化更具有标志性意义。据内蒙三队的矿田内各类岩石金丰度资料分析得出对面沟岩体是区内金矿的物源体。

岩脉是复式岩体所属的一个侵入相，而且往往形成一套脉岩系列，这种岩浆衍生物与金矿的时空关系十分密切。金矿床中已知的脉岩类型有石英斑岩、正长斑岩、闪长玢岩、流纹斑岩、英安斑岩、黑云粗安岩、安山玢岩等中酸性和偏碱性脉群。其中正长斑岩、石英斑岩、安山玢岩和流纹质角砾熔岩是潜火山浅成脉岩，它们沿二道沟断陷边缘断层和区域东西向断裂扩张侵位；闪长玢岩、二长花岗斑岩、石英闪长岩和英安斑岩等与矿脉多成平行相间。时间上与矿脉同时或稍早，表明都是源于对面沟岩体，并受相似的断裂和 - 裂隙系统控制；粗面安山岩多处与矿脉相交截。

表 3-2 金厂沟梁矿区各主要矿脉的规模和产状

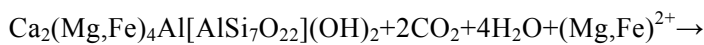
矿脉号	产状			延深(m)		平均厚度 (m)	平均品位 (g/t)	长度 (m)	矿化特征
	走向	倾向	倾角	矿脉	矿体				
15 [#]	0°-15°	NE	85°-90°	670	>500	0.42	19.45	690	大脉，具平行脉、分枝脉，矿化连续
35 [#]	342°	NE	85°-90°	500	>450	0.86	10.71	660	大脉，具平行脉、分枝脉，矿化连续
57 [#]	320°	NE	75°	450	136-400	0.61-1.3	9.37-22.7	640	平行脉组，脉状、透镜状、囊状矿化
56 [#]	330°	NE	80°	500	360-490	0.43-0.57	13.71-16.70	900	平行脉组，脉状、透镜状，不连续
26 [#]	300°	NE-SW	75°	>400	300	0.46	10.76	1280	复脉带，具分枝脉，不连续脉状矿化
37 [#]	40°	SE	70°	180	160	0.43	11.72	310	单脉型、蚀变岩型矿化，矿化浅而不连续
8 [#]	305°	SW	50°-80°	>400	东 320 西 160	0.15	8.44	920(东西各 460)	稳定，薄脉带，蚀变岩型矿化，南东段矿化连续、深，北西段矿化浅、弱、不连续
53 [#]	310°	NE	72°	320	170-250	0.41-0.53	28.91-4.97	550	平行脉组，矿化不连续
15-2 [#]	350°-360°	SW	80°	330	250	0.27	11.95	560	薄脉，稳定，矿化集中于矿脉中部，向两侧及深部尖灭
17 [#] 北	355°	SW	76°	>400	300	0.43	7.5-18	>400	由 4-8 条支脉组成复脉组
17 [#] 南	300°	SW	60°-80°					640	
20 [#]	358°	SW	82°-60°			0.23	19.38	360	
64 [#]	308°	SW	75°-73°		100-300	0.8	6.5	550	
17-1 [#]	340°	SW	60°-80°		>300	0.26	1.74	320	
17-2 [#]	320°				300	0.28	13.33	200	
17-4 [#]	355°				100	0.28	12.5	400	
17-5 [#]	320°				30	0.31	21.45	560	
17-6 [#]	320°				60	0.16	26.9	200	

四、围岩蚀变

围岩蚀变是热液金矿床的重要特征之一，它不仅是识别金矿床（化）的重要标志，而且还对分析成矿演化乃至矿床成因均有重要意义。热液蚀变常具有多阶段性和分带性，它既可发生于成矿期间，又可发生于成矿之前或成矿之后。

区内围岩蚀变主要有绿泥石化、绢云母化、黄铁矿化、硅化、碳酸盐化等。

1、**绿泥石化**：是本区最发育的蚀变类型，灰绿色，主要是斜长角闪片麻岩中的角闪石经热液蚀变后转变为绿泥石而成的，可能的方程式为：



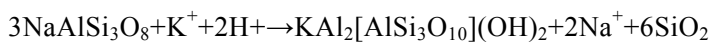
（角闪石）



（绿泥石） （方解石） （石英）

绿泥石化分布于矿脉或断裂两侧的太古宙变质岩中，强度由矿脉或矿化破碎带中心向两侧逐渐减弱直至消失。它是发生最早的蚀变类型。

2、**绢云母化**：由斜长石被绢云母交代所致。绢云母化常与绿泥石化叠加出现，此时有时要见到微脉状绢云母化的穿插现象。自矿脉至围岩，其强度逐渐减弱。绢云母化强烈地段，金属硫化物增多，含金品位增高。故绢云母是金矿脉的重要组成部分，绢云母化的可能方程式为：



（钠长石）

（绢云母）

（石英）

3、**黄铁矿化**：由热液中硫、铁进入围岩所致。其分布较普遍，持续时间长，常叠加于硅化、绢云母化，甚至绿泥石化之上。一般近矿脉处强烈，多表现为细脉或细网脉状，向两侧由近及远由稠密浸染状过渡到稀疏浸染状，再到星点状或斑点状。黄铁矿化的强弱与矿化的富集程度成正比。由于黄铁矿化在围岩中呈星散状分布，所以难于确定其阶段性。

4、**硅化**：由热液中的二氧化硅带入围岩形成硅质沉淀而成，它的形成是热液沉淀使造岩矿物分解所致，主要表现为围岩硅质的增加和网脉状及细脉状石英的充填。分布于含金石英脉附近或矿体的膨大部位。硅化强烈地段往往金属硫化物增多，含金性也较

好，硅化带的出现往往意味着石英脉型矿化的存在，但不反映矿化的强度。

5、碳酸盐化：为成矿热液末期的蚀变产物，常呈细脉、网脉或微脉叠加于矿脉之上，与金矿化的关系不甚密切，它的出现意味着成矿作用的结束。

金厂沟梁金矿矿区的围岩蚀变强度不大，各类蚀变很少同时出现于一条矿脉附近或一侧，各类蚀变相互叠生，分带性不明显，各类蚀变围绕矿脉发生，受构造控制明显，蚀变波及范围内，自矿脉至两侧围岩，蚀变强度逐渐降低。从蚀变作用形成时间来看，绿泥石化和绢云母化是成矿前蚀变，硅化和黄铁矿化是成矿期蚀变，而碳酸盐化则是成矿后蚀变。

五、矿石组分与组构

金厂沟梁金矿床矿石类型主要有石英脉型、蚀变岩型和氧化矿石三大类，不同类型矿石矿物种类、含量及含金性均有一定差异，但矿物组分基本相似。总体来说，金厂沟梁金矿床的矿石成分较简单，而矿石组构甚为多样。

（一）矿石组分

金厂沟梁金矿床两矿区的矿石矿物组成基本相似，其中黄铁矿占绝对优势，占所有金属矿物总量的 90%以上，其次是黄铜矿、方铅矿、闪锌矿、黝铜矿、辉铜矿、针铁矿、银金矿、自然金和自然银等；其脉石矿物有石英、绢云母、绿泥石、方解石等；表生氧化物有褐铁矿、孔雀石、铜兰。

1、黄铁矿 黄铁矿是区内最主要的金属矿物，也是主要的载金矿物。其发育贯穿了整个成矿过程。据其形成时间、晶形完好程度、晶体破裂程度、次生变化状态及其相应的穿插和包裹关系可将其划分成五个阶段六个世代。不同世代的黄铁矿在晶形特点、颗粒大小、颜色及含金性等方面都有一定的差异。

第一阶段黄铁矿₁，呈条带状或浸染状分布于脉体石英中，与脉石英同时或较早晶出，多为中粗粒，立方体晶形完整，粗晶显晶纹，约占脉石英的 1-5%，其中尚未见到金矿物。第二阶段是黄铁矿形成的最主要阶段，有两个世代₂和₃，黄铁矿₂呈中粗粒，半自形晶，破碎发育，其内常见黄铜矿、闪锌矿等矿物小包体，并有少量石英伴生。区内所见金矿物大多产于此类黄铁矿中。黄铁矿₃为中细粒黄铁矿，自形程度较差，内不含包体，有时含少量金矿物。第三阶段黄铁矿₄为中粗粒半自形晶黄铁矿，

其晶体被针铁矿不同程度交代（见图版 ），其中尚未见到金矿物。第四阶段黄铁矿₅与多金属硫化物关系密切，常与黄铜矿、方铅矿、闪锌矿伴生。这类黄铁矿多为中粒、半自形，有时为它形，含有金矿物，是多金属硫化物阶段中的主要载金矿物。第五阶段黄铁矿₆粒度粗，多为自形立方体，呈浸染状分布于石英—碳酸盐脉中，一般不含金矿物。

经研究统计分析，区内中粒、半自形晶碎裂强，晶体内杂质较多者含金机率高，粗细粒、自形、洁净的黄铁矿及遭针铁矿化的黄铁矿，一般不含金矿物。

2、黄铜矿 黄铜矿也是主要的金属矿物之一，其含量仅次于黄铁矿，约占金属矿物的 18%，它也是载金矿物，分布不均匀，一般呈它形晶，其产状有三种：呈乳滴状散布于闪锌矿中，属固溶体分解产物；呈团块状分布于黄铁矿的裂隙中，或成胶结物分布于黄铁矿碎裂块间；呈细脉状穿切于黄铁矿裂隙及闪锌矿中。

3、闪锌矿 呈它形不规则状产出，常与黄铜矿、方铅矿、黝铜矿共生，沿裂隙交代或溶蚀黄铁矿，或被黝铜矿交代呈残余状，或与黄铜矿乳滴呈固溶体共生。闪锌矿中偶见金颗粒。

4、方铅矿 它形晶，解理发育，与闪锌矿共生，并有交代闪锌矿的现象。方铅矿中尚未见到金颗粒。

5、黝铜矿 以它形粒状产出，分布不均匀，常与方铅矿共生，有时与闪锌矿、黄铜矿构成环带状。据内蒙地质六队资料，区内黝铜矿与金银关系密切，在黝铜矿与其它矿物颗粒间见有金银矿物，黝铜矿本身含包金。

6、针铁矿 针铁矿在某些矿脉的矿石内发育，其产状有二种：呈针铁状在黄铁矿集合体的晶体边界散乱分布，其分布明显勾划出了黄铁矿集合体中的单晶黄铁矿轮廓；呈针状的针铁矿晶体成放射状位于黄铁矿晶体中央，形成似花朵状的图案。被针铁矿交代的黄铁矿中未见有金矿物，这类黄铁矿在 15[#]脉中为发育。

7、毒砂 只在个别薄片见到，呈显微半自形—自形晶分布于黄铜矿的边部。

8、石英 石英呈它形晶及半自形晶产出，和黄铁矿一样在整个成矿阶段均有产出。它既是本区最主要的非金属矿物，又是重要的载金矿物。矿区内石英可被划分成四个形成阶段，它们在晶形、粒度、颜色、透明度、组构、伴生矿物及产出特征和含金性方面均有一定差异（表 3-3）。

表 3-3 不同阶段石英特征

矿物阶段	Q ₁	Q ₂	Q ₃	Q ₄
晶形	半自形—自形柱状	它形粒状	半自形六方柱状	自形柱状
粒径(mm)	0.5-4	0.05-0.3	0.2-1	1-5
颜色	无色、乳白色	灰色、烟灰色	灰色	乳白色、无色
透明度	透明—半透明	半透明	半透明	透明
组构	梳状、晶洞状、亚颗粒波状消光	它形晶，交代结构	自形晶、骸晶	自形晶
伴生矿物	黄铁矿	中（细）粒黄铁矿、少量多金属硫化物	多金属硫化物	方解石
产出特征	石英脉主体	胶结状分布于中（细）粒黄铁矿型矿石中	脉状、网脉状	细脉、网脉
含金性	差	中等	中等	差

（二）矿石组构

金厂沟梁金矿矿石的组构类型多样,反映出区内金经历了多期多阶段成矿和多种成矿方式的特点。

1、矿石结构（见图版 ）

自形粒状结构：多见于石英脉中的黄铁矿中，黄铁矿呈完好的自形晶产出。

半自形粒状结构：矿石中黄铁矿、方铅矿多具此结构。

它形充填结构：黄铜矿、闪锌矿、方铅矿、黝铜矿充填交代于自形半自形黄铁矿晶体中。

交代结构：区内矿石交代结构类型复杂,最常见的交代结构有黄铁矿被黄铜矿交代成骸晶,闪锌矿被黄铜矿黝铜矿交代成港湾、孤岛状,黝铜矿被黄铜矿细脉穿切交代成细脉或网脉,方铅矿被后期黄铁矿交代成骸晶、孤岛状等。

乳滴状结构：闪锌矿中普遍散布有乳滴状黄铜矿。一般认为这是固溶体分解的

一种结构型式，近年来，有研究者认为是黄铜矿交代闪锌矿的产物，称之为“疾病”成因。

反应净边结构：多出现于黄铜矿、黝铜矿等与闪锌矿的接触处，均匀含有黄铜矿乳滴的闪锌矿在边缘出现一宽零点几毫米的纯闪锌矿带，此乃晚期黄铜矿与闪锌矿接触时产生的，反映了二者的生成顺序。

压碎结构：这是区内最普通的一种结构。不仅脆性黄铁矿普遍具有压碎现象，而且较为塑性的黄铜矿、闪锌矿也常发育压碎结构。

花朵状或束状结构：黄铁矿晶体被针铁矿交代，针状的针铁矿晶体在黄铁矿中有序排列成束状、花朵状或网格状。

2、矿石构造

块状构造 是矿区内主要的矿石构造类型，主要由黄铁矿、黄铜矿、方铅矿、闪锌矿等金属矿集合体组成，另含少量石英团块，块状构造矿石往往品位较高，为区内的主要富矿石。

浸染状构造 黄铁矿、黄铜矿等多金属硫化物星散分布于脉石英或蚀变围岩中，其属品位较低的贫矿石。

角砾状构造 黄铁矿、黄铜矿、闪锌矿、方铅矿和黝铜矿构造破碎后形成角砾，后又为晚阶段的脉石英或硫化物胶结。

细脉状构造 硫化物在蚀变岩中呈细脉状产出。

矿石的组构研究表明，金矿石是在相对稳定的地质和物化条件下由含矿热液沉淀结晶形成的，以充填成矿为主，后期热液对先晶出的矿物交代溶蚀，反映了成矿热液的多阶段活动性。矿化阶段和矿物生成顺序如图 3-6。

（三）金矿赋存状态

本人对 26[#]、35[#]、39[#]、17[#]、18[#]、20[#]六条脉的三十个样品进行了系统的鉴定检查发现，在三十个光片样品中有十个光片样品中见有金矿物，十块光片样品中共有 32 处 88 粒（微脉）金矿物，其中 12 处为单粒金嵌布于载金矿物中，20 处为金粒群分布于载金矿物中，金粒群的金粒数少者为 2-3 粒，多者达 12 粒共存于载金矿物的 0.1×0.3mm 范围内。无论是单粒金还是金粒群，其形态、赋存状态、粒度以及其共生矿物等均十分

图3-6 成矿阶段划分和矿物生成顺序

矿 物	黄铁矿 -石英阶段	黄 铁 矿 -石英-金阶段	多 金 属 硫 化 物 -石英- -石英-金阶段	黄 铁 矿 -石英- 绢云母阶段	碳酸盐 阶 段	表生 阶 段
黄铁矿		
黄铜矿			
闪锌矿			
黝铜矿			
方铅矿			
斑铜矿			
辉铜矿					
毒 砂					
磁黄铁矿					
自然金				
自然银				
石 英		
绿泥石			
绢云母			
方解石	
褐铁矿					
孔雀石					

复杂多样。

1、金矿物的形态及嵌布特征（见图版 ）：所见金矿物以椭圆粒状最为多见，约占金矿物颗粒的 30%，其次是不规则粒状，约占 20%，再次为分叉、分枝粒状，约占 15%，此外，尚见有为数众多的微粒状和粉粒状，从颗粒数看约占 30%以上，大多分布于上述得得到形态的金粒周围，另还见有二个微脉状金矿物，微脉宽仅零点几毫米。金矿物主要呈包含金赋存于黄铁矿、闪锌矿、黝铜矿、黄铜矿中。包含金反映金矿物晶出后即被生长中的黄铁矿包含。微脉金的存在说明金晚于其寄主矿物黄铁矿，实际上它可能是一种比较规则的裂隙金，其形成时间略晚于黄铁矿。本次研究粒间金所见甚少，脉石矿物中金矿物也不多见。

2、金矿物粒度：对所见的 88 粒金矿物的粒度测定得出：金厂沟梁金矿矿石中金矿物以显微细粒状为主，未见肉眼可见金。粒度从 0.125-0.00125mm，其粒度分布见表 3-4。

前人研究表明 ,区内>0.1mm 粒级的金矿物达 32%(内蒙三队) ,在各寄主矿物中>0.074 mm 粒级的金矿物为 25-75% (沈阳黄金学院) , 这些统计数字的差异可能是取样位置及其代表性差异所致。

表 3-4 金厂沟梁金矿金矿物粒度表

粒度 (mm)	百分含量 (粒数)
> 0.1	20%
0.01-0.05	8%
0.05-0.01	40%
0.01-0.005	30%
< 0.005	20%

3、金矿物成色：据长春地质学院李绪俊八九年对金厂沟梁金矿的金矿物电子探针分析，区内 9 个样品中金矿物成色在 711-901 之间，平均值为 778，基本上属银金矿，少量为自然金。一般认为自然金的成色与其形成深度有共消长关系。据苏联远东地区 91 个内生金矿床的统计，其中 51 个中深和深成金矿床平均成色为 886.7，40 个浅成金矿床平均金成色为 647.3。据此推测本金矿床的形成深度为中等深度。

第四章 矿床地球化学

第一节 稳定同位素地球化学

一、氢、氧同位素地球化学

氢、氧同位素是自然界中主要的元素，在岩石圈、大气圈中广泛分布，它们参与自然界的各种地质作用，尤其是它们化合而成的水更活跃，因而它们对流体在成岩、成矿作用中的研究及阐明热液矿床的成因和其形成演化均具有重要意义。

金厂沟梁金矿成矿流体的氢、氧同位素测定结果见表 4-1。从表中可以看出，石英的氧同位素 $\delta^{18}\text{O}_{\text{石英}}$ 值变化于 8.79-13.92‰，平均值为 11.64‰。石英主要是成矿早期和主成矿期的产物，其同位素组成代表了成矿流体早期阶段和成矿阶段的同位素组成特点。方解石是成矿晚期的产物，其同位素组成代表成矿流体演化的最终结果，其 $\delta^{18}\text{O}$ 值介于 7.33-9.29‰之间，平均为 8.02‰，同位素组成变化不大，比较稳定。

表 4-1 金厂沟梁金矿矿石氢、氧同位素组成

序号	样品位置	测试矿物	$\delta^{18}\text{O}$	δD	均一温度()	$\delta^{18}\text{O}_{\text{H}_2\text{O}}$
1	56 [#] 脉	石英	10.41	- 102.48	310	3.87
2	56 [#] 脉	石英	8.79	- 86.82	290	1.53
3	56 [#] 脉	石英	12.81	- 101.96	300	5.25
4	15 [#] 脉	石英	13.41	- 86.70	300	5.85
5	15 [#] 脉	石英	13.92	- 82.94	300	6.36
6	35 [#] 脉	石英	12.50	- 96.39	300	4.94
7	17 [#] 脉	石英	9.62	- 81.91	330	3.73
平均值			11.64	- 91.31		4.50
8	1 号坑口	方解石	7.33		220	- 1.22
9	1 号坑口	方解石	7.44		220	- 1.10
10	53 号脉	方解石	9.29			1.85
平均值			8.02			- 0.16

注 据张履桥，1990 1、2、7 为长春地质学院同位素实验室，其余为北京大学地质同位素实验室

依据石英和方解石的 $\delta^{18}\text{O}$ 值,按照方程: $1000\ln\alpha_{\text{石英-水}}=3.42\times 10^6\text{T}^{-2}-2.86$ (张理刚, 1983) 和 $1000\ln\alpha_{\text{方解石-水}}=2.78\times 10^6\text{T}^{-2}-2.89$ (O'Neil, 1969) 计算成矿流体中的 $\delta^{18}\text{O}_{\text{H}_2\text{O}}$ 。据石英的 $\delta^{18}\text{O}$ 计算得出 $\delta^{18}\text{O}_{\text{H}_2\text{O}}$ 介于 4.53-7.45‰之间, 平均为 5.91‰, 基本上属岩浆水范围内。与对面沟岩体的岩浆水相比, 氧同位素稍低, 但基本是一致的。据 $\delta^{18}\text{O}_{\text{方解石}}$ 得出的 $\delta^{18}\text{O}_{\text{H}_2\text{O}}$ 介于 -1.1~1.85‰之间, 明显低于早期阶段石英的 $\delta^{18}\text{O}_{\text{H}_2\text{O}}$ 。据内蒙第三地质大队测定, 区内石英气液包裹体的 δD 值介于 -54~-101.96‰之间, 基本与本区岩浆水一致, 均比一般岩浆水贫氕。

从以上的同位素组成分析可以看出, 本区主成矿阶段的同位素组成与本区岩浆水相近, 表明成矿流体直接来源于岩浆水。到了成矿晚期, 其 $\delta^{18}\text{O}_{\text{H}_2\text{O}}$ 变成了负值或接近了零值, 明显偏离本区岩浆水的范围, 说明成矿晚期有雨水的加入。

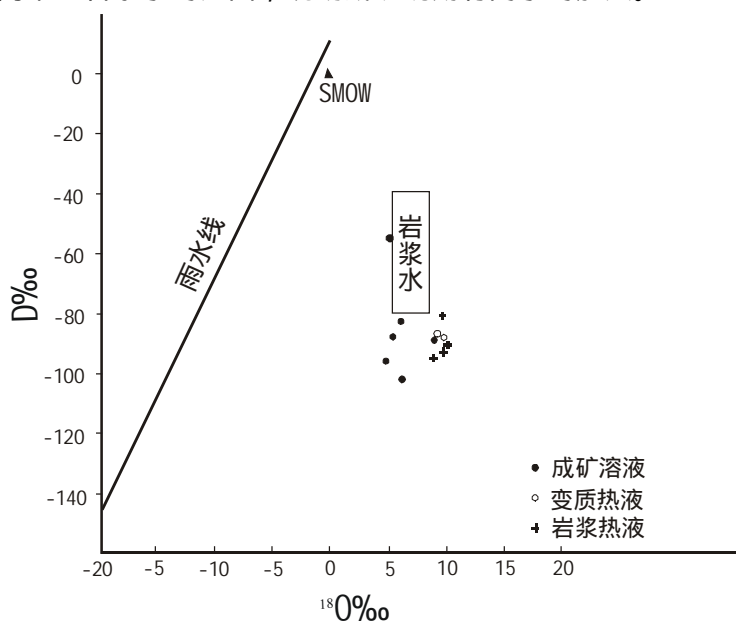


图 4-1 金厂沟梁金矿石英包体水的 δD — $\delta^{18}\text{O}$ 图

将本区变质水、岩浆水和矿液水的氢、氧同位素组成均投于 Talor 的 δD — $\delta^{18}\text{O}_{\text{H}_2\text{O}}$ 图解上 (图 4-1), 从图中可明显看出本区的成矿流体与对面沟岩体热液的同位素组成相近, 基本上投影于一个不大的相同的区间内, 反映出二者具有密切的关系。

二、硫同位素地球化学

由于金的亲硫性质以及在金矿床中金与硫的亲密共生关系,常利用硫同位素组成的范围来大致判断硫源的性质,从而解决金矿的物质来源问题及矿床成因问题,硫同位素是一个很好的示踪剂。

表 4-2 收集了五条脉的共 32 个硫同位素数据,并图示于图 4-2 中。由表 4-2 可见,金厂沟梁金矿 32 件样品的 $\delta^{34}\text{S}$ 值变化于 $-5.00\sim+1.1\text{‰}$,极差 6.1‰ ,平均值为 -0.14‰ ,接近陨硫石特点,并且它的单峰塔式效应明显。对金厂沟岩体的闪长岩中黄铁矿硫同位素 $\delta^{34}\text{S}$ 值变化范围为 $-0.1\sim+2.2\text{‰}$,平均值为 -1.15‰ ,与矿石硫同位素值 (-0.14‰) 基本一致,反映出硫同位素组成均一化程度较高,说明了矿液来源于岩体。

表 4-2 金厂沟梁金矿床硫同位素组成表

序号	样品位置	样品数	硫同位素组成范围 ($\delta^{34}\text{S}\text{‰}$)	平均值
1	17 [#] 脉	10	$-0.501\sim+1.1$	$+0.387$
2	16 [#] 脉	2	$-2.3\sim+0.5$	-0.9
3	15 [#] 脉	10	$-5.00\sim+0.6$	-0.726
4	56 [#] 脉	7	$-1.247\sim+1.508$	$+0.457$
5	57 [#] 脉	3	$+0.3\sim+0.9$	$+0.567$

表 4-3 金厂沟梁—二道沟金矿与国内其它金矿集中区的硫同位素组成比较

金矿区	来源	$\delta^{34}\text{S}$ 均值(‰)	$\delta^{34}\text{S}$ 变化范围 (‰)	极差 (‰)
胶东西北部	朱奉三, 1979	7.7/(146)	4.9~12.6	7.7
吉林夹皮沟	王义文, 1979	5.9/(214)	2.3~9.8	7.5
冀东金厂峪	王义文, 1979 高占林, 1979	-0.3/(52)	-6~4.5	10.5
小秦岭	姜义顺, 1984 王义文, 1979	3.4/(133)	-5.8~13.8	19.6
辽南五龙	王义文, 1979	2.1/(76)	0.9~3.5	4.4
金厂沟梁— 二道沟		0.2/(71)	-5~5.1	10.1

注 括号内数字为样品数

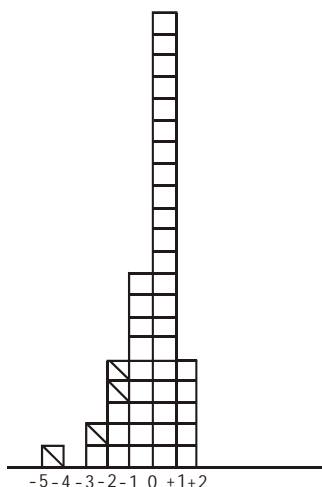


图4-2 金厂沟梁金矿硫同位素分布频率直方图

金厂沟梁金矿床硫同位素变化范围为 - 5~ + 1.508‰，绝大多数变

化于 - 1~ + 1‰之间，均值为 - 0.14‰；二道沟金矿区硫同位素变化于 - 2.2~ + 5.1‰，大多变化于 - 2~ + 3‰之间，均值为 0.681‰，说明金厂沟梁和二道沟金矿的硫同位素值具有相似性，具有相同来源—岩浆热液。把它与国内五大金矿集中区硫同位组成对比（表 4-3）发现，金厂沟梁金矿的硫同位素组成与冀东金厂峪金矿与岩浆热液有关。所以把金厂沟梁金矿定为岩浆热液成因。

三、铅同位素地球化学

金矿床中普遍伴生有含铅矿物，故铅同位素可作为金矿化的示踪剂。对金矿床中铅同位素组成进行分析，可查定某些地质事件的年龄，并且可间接推断金矿的物质来源及其演化（王义文，1991），从而探讨矿床成因。

由表 4-4 可知，矿床的矿石铅同位素组成范围为： $^{206}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}=16.840\sim17.395$ ，均值为 17.161， $^{207}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}=15.272\sim15.681$ ，均值为 15.453； $^{208}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}=36.005\sim37.428$ ，均值为 37.148。对面沟岩体铅同位素组成范围为： $^{206}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}=17.104\sim17.899$ ，均值为 17.545； $^{207}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}=15.291\sim15.698$ ，均值为 15.439； $^{208}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}=37.398\sim38.080$ ，均值为 37.888。变质岩的全岩铅同位素组成为 $^{206}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}=15.960\sim16.631$ ，均值为 16.169； $^{207}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}=15.070\sim15.313$ ，均值为 15.169； $^{208}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}=35.027\sim35.920$ ，均值为 36.056。从上述数值中可以看出，矿石铅与岩体铅同位素组成大体一致，表明两者的密切关系，证明了矿脉起源于岩体的结论，但矿石的 $^{207}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$ 值高于岩体铅同位素数值，表明矿石铅除来自岩体外还有别的来源，可能是容矿围岩提供了。将金矿矿石铅同位素组成与山东胶西北金矿相比（表 4-5），无论其均值还是其变化范围都极其接近，由此可见，金厂沟梁金矿矿石铅同位素可能经历了与胶东金矿床相似的演化历史和具有共同的成

因。

将岩体铅投影到王义文的铅类型分区图（图 4-3）上，投影点大都落在重熔区南亚

其表 4-5 金厂沟梁金矿矿石铅同位素与山东胶东金矿铅同位素对比表

	山东胶东金矿		金厂沟梁金矿	
	均值	变化范围	均值	变化范围
$^{206}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$	17.10	16.173~17.672	17.161	16.840~17.395
$^{207}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$	15.33	14.56~15.766	15.453	15.272~15.681
$^{208}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$	37.71	36.24~39.12	37.148	36.005~37.428
样品数	22		12	

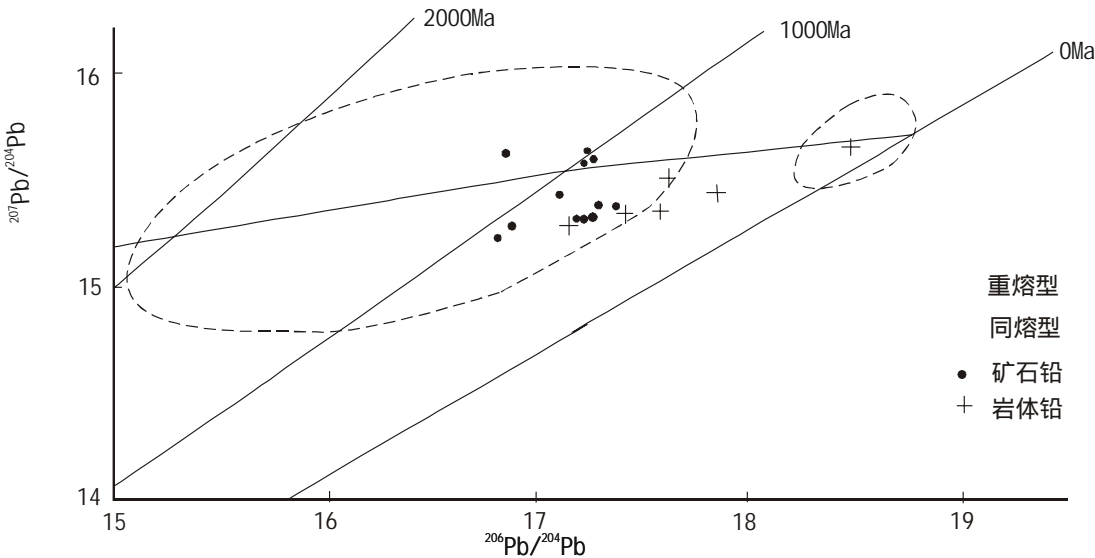


图4-3 金厂沟梁矿区铅同位素类型图

附近，表明花岗岩基本上属重熔花岗岩。将矿石铅和岩体铅投影到 Zartman 的铅分区图上（图 4-4），绝大多数都要落在 区或其附近，表明铅来源于前寒武纪基底。将所有铅同位素都投影到 Doe 和 Zartman 的铅构造演化模式图（图 4-5）中，可见变质岩铅位于下地壳和上地幔演化曲线附近，放射性铅低，铀含量少，据林尔为认为这种现象应是变质作用中铀亏损引起的。矿石铅和岩体铅大部分集中在上地幔演化曲线附近，表明其来源于深部，少部分位于上地壳和造山带演化曲线附近，表明来源于浅源铅。

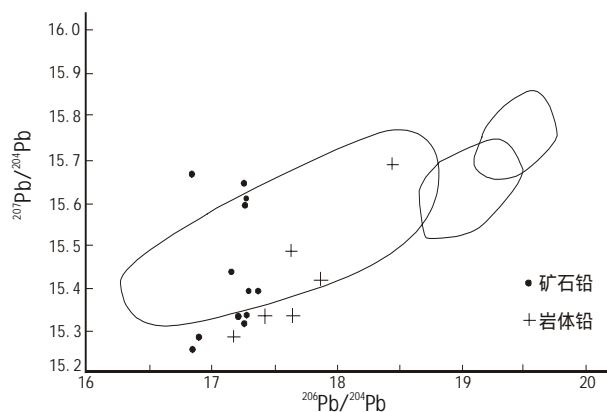


图4-4 金厂沟梁矿区铅同位素组成分区图

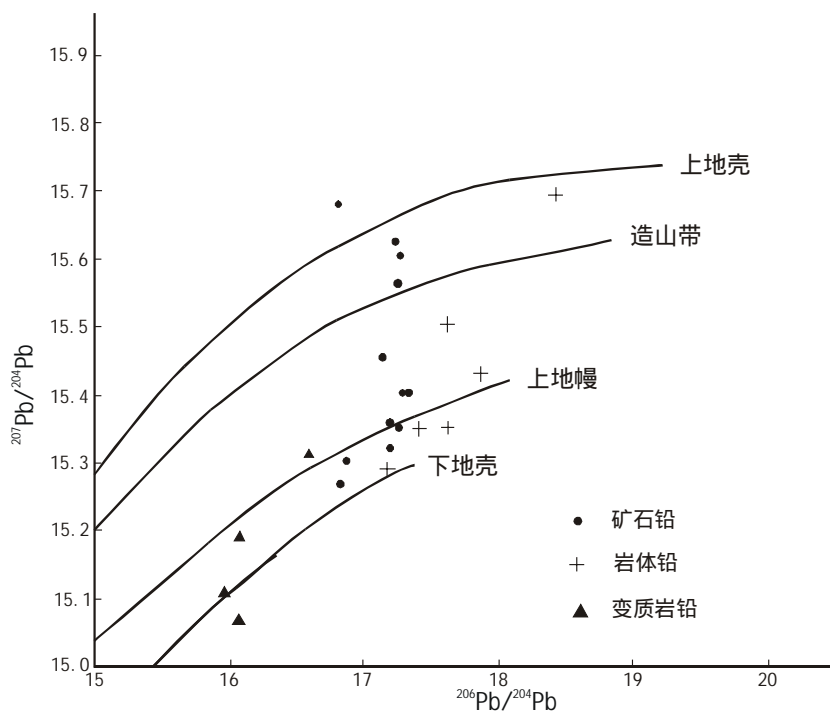


图4-5 金厂沟梁矿区铅同位素构造位置图

表 4-4 金厂沟梁金矿矿石、岩体、变质岩的铅同位素组成

产状	测定对象	$^{206}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$	$^{207}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$	$^{208}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$	μ	ω	κ	Φ
矿 石	方铅矿	16.840	15.681	36.918	9.3	39.20	4.09	11.5
	方铅矿	17.249	15.321	37.150	8.51	33.93	3.87	4.5
	方铅矿	16.840	15.272	36.768	8.48	34.29	3.92	7.1
	方铅矿	16.897	15.305	36.873	8.54	34.79	3.95	7.1
	黄铁矿	17.294	15.605	37.274	9.06	37.03	3.91	7.5
	黄铁矿	17.213	15.352	37.005	8.57	33.86	3.83	5.2
	黄铁矿	17.260	15.353	37.215	8.58	34.53	3.90	4.9
	黄铁矿	17.271	15.627	37.428	9.11	38.13	4.06	7.9
	黄铁矿	17.201	15.656	37.389	9.16	38.18	4.04	8.2
	黄铁矿	17.316	15.406	37.148	8.68	34.33	3.85	5.1
	黄铁矿	17.395	15.403	37.426	8.66	35.90	4.03	4.5
	黄铁矿	17.157	15.454	37.181	8.81	36.02	3.97	6.9
	平均	17.161	15.453	37.148	8.79	35.854	3.957	7.2
变 质 岩	全岩	15.960	15.102	35.027	8.33	34.02	3.96	12.1
	全岩	16.077	15.070	35.833	8.23	32.05	3.78	10.0
	全岩	16.009	15.191	35.920	8.49	35.01	4.00	12.6
	全岩	16.631	15.313	36.645	8.61	35.57	4.01	9.3
	平均	16.169	15.169	36.056	8.39	34.163	3.938	11
对 面 沟 岩 体	全岩	17.640	15.354	37.783	8.54	34.69	3.94	1.0
	全岩	17.447	15.353	37.731	8.56	35.67	4.04	3.4
	全岩	17.899	15.432	38.080	8.66	35.20	3.94	0.0
	全岩	17.104	15.290	37.398	8.48	35.23	4.034	4.7
	长石	17.489	15.698	38.585	8.82	36.20	4.00	<0
	长石	17.658	15.504	37.832				3.7
	平均	17.554	15.439	37.888				

资料来源：王时麒，1994

第二节 稀土元素地球化学

稀土元素是一组化学性质相近、难熔和难分离的元素族，它们的地球化学性质非常相似，在自然界中紧密共生，相伴产出，一经进入地质体中，很易保存下来而不易受后期地质作用的影响，能保持其分布模式、含量和组成特征，它们是一族很好的地球化学示踪剂，对研究矿石、矿床的物质来源等有重要意义。

矿田内各矿石的脉石英及花岗闪长岩和花岗闪长斑岩的稀土元素分析结果见表4-6。由此所作出的相应稀土球粒陨石标准化曲线见图4-6。从图上可知，矿石稀土球粒

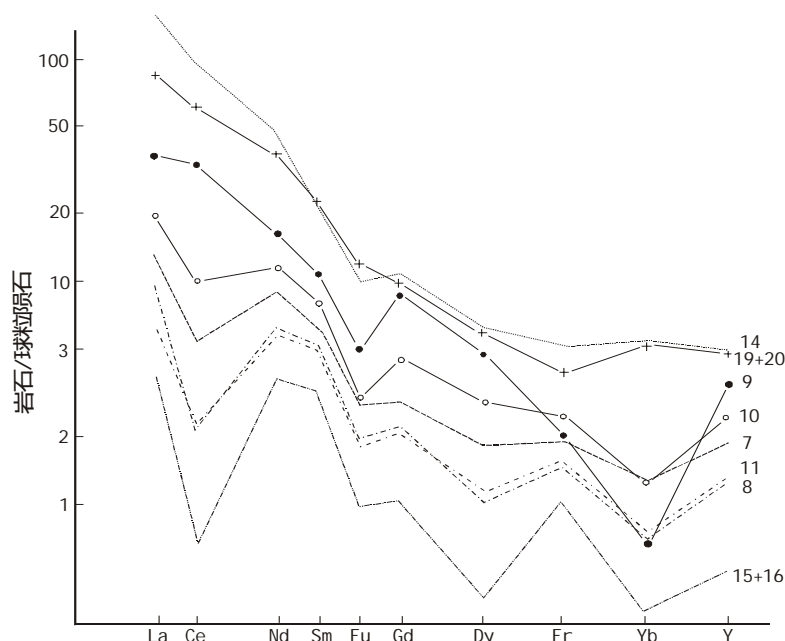


图4-6 金厂沟梁-二道沟金矿田矿石及脉石英稀土元素球粒陨石标准化曲线

7、8、9、10、14-矿石 15、16-脉石英 19-花岗闪长岩 20-花岗闪长斑岩

陨石标准化曲线与矿石中脉石英的稀土标准化曲线在斜率、形态、 δEu 、 δCe 等方面都要具有相似性，表明三者具同一起来源， δEu 和 δCe 都为负异常，表明它们都有亏损。形态为右倾型的表明为轻稀土富集型，早阶段的脉石英中的稀土总量较低， δEu 负异常较弱，主矿化阶段矿石稀土总量逐渐增加， δEu 负异常逐渐增强说明热液中稀土随阶段演化而逐渐的同步增高，成矿热液沉淀金时的氧逸度逐渐降低。金矿石与对面沟岩体在稀土元素标准化曲线上的 consistency 表现了它们在成因上的联系。

第三节 流体包裹体

气液包裹体在矿石内各种矿物中广泛存在，是“真实”的和“唯一”的成矿热液样品(E.Roeddr,1979)。因为它是矿物形成时被俘获的成矿溶液，保存了大量的成矿作用的信息，所以矿物包裹体的研究是对查定成矿物理化学条件的基本方法和途径，进而有助于阐明矿床的成因和形成机制。

一、包裹体特征

本文对采自金厂沟梁矿区的近 60 块矿石样品磨制的测温片进行了系统的流体包裹体镜下观察及冷冻、均一测温研究，并对典型类型包裹体成分进行了激光拉曼光谱分析。矿区中各矿脉的石英包裹体主要为气液包裹体，成因上有原生、次生和假次生包裹体三类，本次研究主要选择的是原生流体包裹体。区内石英和方解石流体包裹体特征列于表

表 4-7 金厂沟梁气液包裹体特征表

顺序号	样品号	包裹体特征简述
1	X26-6-1	包裹体多而小，大多小于 5 μm ，少量 5-15 μm ，气液型占绝大多数，气液比为 15-30%。富气相型<5%，包体随机分布，形状有椭圆形、长条形、不规则状
2	X26-6-6	方解石中发育 95%以上的是单一相型包体，包体多、密，形状主要发长条形、短柱状，干净无色，气液型包体<5%，其气液比 5-10%
3	X26-7-1	气液型包体占优势，气液比为 15-30%，见有富气型包体，色黑，气液比 80-90%，包体形态有椭圆形、长条形、菱形，少量不规则状
4	X39-6-2	主要为气液型，5-10 μm ，气液比 15-40%，多为椭圆形、长条形，见有富气型包体，色黑，气液比 65%，中度大小为主
5	X39-10-4	椭圆形、菱形、长条形、不规则状，一般 1-4 μm ，少数 5-8 μm ，气液型包体为主，约占 90%，气液比 20-40%，见有单一相型包体和空包体
6	X15-10-1	包体多主要为气液型包体，1-15 μm ，少数为 17-19 μm ，气液比为 15-40%，少见 50-60%。形状有椭圆形、菱形、长条形、不规则状
7	D17-6-1	气液型包体，多数为 1-3 μm ，少数为 5-15 μm ，气液比 25-40%，多为椭圆形，少量不规则状，富气型包体相对较多，气液比 70-85%，气泡较黑

表 4-6 金厂沟梁—二道沟矿田各矿石及脉石英的稀土元素分析结果表

序号	编号	岩(矿)石名称	La	Ce	Pr	Nd	Sm	Eu	Gd	Tb	Dy	Ho	Er	Tm	Yb	Lu	Y	资料来源
1	M ₁₀₋₁₂	斜长角闪岩	35.900	79.100	10.200	44.700	9.510	2.720	9.080	1.390	8.110	1.610	4.380	0.680	4.290	0.650	42.800	北大王时麒
2	M ₁₆₋₁	斜长角闪岩	32.900	73.200	9.340	41.000	8.890	2.500	8.430	1.360	7.410	1.520	4.520	0.640	4.080	0.610	40.400	
3	M ₁₁₋₂	斜长角闪片麻岩	17.000	41.000	5.240	23.700	6.210	1.670	6.140	0.990	6.080	1.260	3.500	0.540	3.560	0.530	34.100	
4	M ₂₁₋₁	斜长角闪片麻岩	10.200	24.900	3.490	15.800	4.470	1.260	4.350	0.740	4.280	0.910	2.580	0.410	2.620	0.390	24.600	
5	M ₁₁₇₋₄	角闪斜长片麻岩	20.500	44.400	5.350	22.400	4.480	1.320	3.260	0.420	2.220	0.430	1.230	0.170	1.000	0.160	10.600	
6	Dj ₂₅₉	角闪斜长片麻岩	52.230	79.460	10.270	28.800	4.739	0.800	3.401	0.671	2.546	0.539	1.436	0.267	1.181	0.206	13.960	长春地质学院李绪俊
7	56-5S-43	金矿石	3.916	4.417	2.037	5.064	1.255	0.197	0.833	0.284	0.550	0.184	0.400	0.096	0.249	0.056	3.618	
8	17-20	金矿石	2.901	1.817	1.991	3.536	1.039	0.143	0.652	0.244	0.317	0.134	0.312	0.089	0.136	0.035	2.455	
9	V _{4S-17-1}	多金属硫化物矿石	10.920	27.830	4.749	9.711.	2.235	0.359	2.617	0.357	1.417	0.291	0.406	0.129	0.130	0.048	6.393	
10	V _{4S-15-1}	细粒类铁型矿石	5.997	8.536	3.021	6.646	1.683	0.224	1.332	0.386	0.864	0.226	0.513	0.133	0.244	0.058	4.847	
11	V _{5N-3-4}	石英—黄铁矿型矿石	1.957	1.882	2.149	3.291	1.020	0.134	0.625	0.265	0.336	0.134	0.324	0.096	0.147	0.052	2.536	

12	101-N	石英斑岩	21.910	32.850	7.282	20.340	4.248	0.352	3.050	0.720	2.291	0.478	1.081	0.213	0.911	0.141	10.770	
13	Dj ₂₄₈	花岗斑岩	21.840	37.100	6.700	21.290	4.440	1.373	4.774	0.740	2.853	0.631	1.614	0.303	0.343	0.211	14.010	
14	101-8	多金属硫化物矿石	64.950	74.850	9.877	25.720	4.237	0.726	3.203	0.624	1.861	0.436	1.053	0.241	0.996	0.187	9.278	
15	56-5S-31	矿石中石英	1.440	0.460	1.084	1.890	0.563	0.081	0.315	0.132	0.157	0.071	0.155	0.047	0.061	0.020	1.051	
16	17-9	石中石英	0.939	0.252	1.159	1.455	0.472	0.053	0.248	0.141	0.057	0.060	0.153	0.049	0.030	0.018	0.554	
17	XXYW ₁	石英闪长岩	12.800	52.000	7.890	29.000	5.684	1.620	4.756	0.765	3.590	0.707	1.510	0.348	1.720	0.460	16.000	朝阳三队
18	VYW ₂	闪长玢岩	18.600	37.000	5.200	17.200	3.828	0.920	3.596	0.580	3.360	0.661	1.540	0.336	1.970	0.450	16.000	
19	YWP ₁₋₂	花岗闪长斑岩	23.000	47.000	6.400	20.000	3.828	0.800	2.784	0.464	1.770	0.406	0.800	0.208	1.040	0.210	9.500	
20	YWP ₁₋₃	中细粒花岗闪长岩	30.000	56.000	7.500	24.000	4.176	1.010	3.248	0.464	1.920	0.406	0.810	0.208	1.060	0.230	9.800	
21	LYW ₃	流纹岩	45.000	72.000	10.000	34.000	5.916	0.800	4.408	0.684	3.710	0.765	1.740	0.406	2.320	0.350	18.600	
22	YW ₃	流纹岩	45.000	71.000	10.300	34.000	5.916	0.800	4.524	0.719	3.710	0.765	1.740	0.417	2.440	0.420	18.600	
23	GD-8	流纹岩	23.000	50.000	6.400	20.000	4.176	0.500	3.596	0.638	3.248	0.661	1.650	0.382	2.300	0.310	15.700	

表 4-6 续表

序号	TREE	LREE	HREE	Eu/Eu*	La/Yb	Ce/Yb	La/Sm	Gd/Yb	Eu/Su	LRE/HRE	(Sm/Eu) _样 /(Sm/Eu) _{陨石}
1	255.1200	182.1300	72.9900	0.9730	5.5789	4.4301	2.6425	1.4110	0.8117	2.4953	1.23
2	236.8500	167.8800	68.9700	0.9785	5.3758	4.2717	2.5906	1.3775	0.8140	2.4341	1.23
3	151.5200	94.8200	56.7000	0.9020	3.1835	2.7421	1.9163	1.1498	0.7632	1.6723	1.31

4	101.0000	60.1200	40.8800	0.9516	2.5949	2.2628	1.5973	1.1069	0.7999	1.4707	1.25
5	117.9400	98.4500	19.4900	1.1079	13.6667	10.5714	3.2031	2.1733	0.8361	5.0513	1.19
6	200.5060	176.2990	24.2070	0.6377	29.4835	16.0195	7.7149	1.9198	0.4791	7.2830	2.08
7	23.1560	16.8860	6.2700	0.6083	10.4846	4.2236	2.1842	2.2303	0.4455	2.6931	2.24
8	15.8010	11.4270	4.3740	0.5427	14.2206	3.1810	1.9545	3.1961	0.3906	2.6125	2.55
9	67.7720	55.8040	11.9680	0.5010	56.0000	50.9707	3.4201	13.4205	0.4558	4.6628	2.19
10	34.7100	26.1070	8.6030	0.4861	16.3852	8.3294	2.4943	3.6393	0.3777	3.0346	2.65
11	14.9480	10.4330	4.5150	0.5218	8.8753	3.0483	1.3430	2.8345	0.3728	2.3107	2.69
12	106.6370	86.9820	19.5550	0.3130	16.0337	8.5855	3.6104	2.2320	0.2352	4.4254	4.24
13	119.2370	92.7580	26.4790	1.0008	10.8414	6.5791	3.4394	2.3698	0.8766	3.5031	1.14
14	180.2390	162.3600	17.8790	0.6360	31.4257	17.8930	7.7567	2.1439	0.4863	9.0810	2.06
15	7.5260	5.5180	2.0080	0.5868	15.7377	1.7955	1.7904	3.4426	0.4083	2.7480	2.45
16	5.6400	4.3300	1.3100	0.4659	20.8667	2.0000	1.3926	5.5111	0.3187	3.3053	3.14
17	138.8500	108.9940	29.8560	1.0201	4.9612	7.1982	1.5764	1.8434	0.8088	3.6507	1.236
18	111.2410	82.7480	28.4930	0.8229	6.2944	4.4718	3.4013	1.2169	0.6820	2.9042	1.466
19	118.2100	101.0280	17.1820	0.7860	14.7436	10.7601	4.2059	1.7846	0.5931	5.8799	1.686
20	140.8320	122.6860	18.1460	0.8888	18.8679	12.5786	5.0287	2.0428	0.6864	6.7611	1.457
21	200.7790	167.7960	32.9830	0.5549	12.9310	7.3892	5.3245	1.2067	0.4221	5.0874	2.239
22	200.4310	167.0960	33.3350	0.5499	12.2951	6.9282	5.3245	1.2361	0.4221	5.0126	2.239
23	132.5610	104.0760	28.4850	0.4240	6.6667	5.1760	3.8554	1.0423	0.3398	3.6537	2.943

资料来源：李绪俊，1990

4-7。由表可知，区内包体数量较多，主要为气液二相包体，直径一般为 1-10 μm ，部分 15-25 μm 。包体形态多变，多为椭圆状、不规则状，还有长条形、短柱状、菱形。包裹体的类型以气液二相型为主，其气液比介于 5-40%，还有单一相型和富气型包体。

二、包裹体测温—成矿温度

金矿床的成矿温度是通过测定脉石英和方解石中原生流体包裹体的均一温度得到的，共计测了 6 个石英包体薄片和 1 个方解石包体薄片中的 217 个原生流体包体，测温结果见表 4-8 和图 4-8。矿区样品的温度范围很大，表明所测试的气液包裹体绝非是单阶段形成的，反映了金矿成矿的多阶段性和不同成矿阶段成矿温度的变化。图 4-8 的总体温度频率直方图上明显有几个峰值：140-220，240-320，340-440。240-320 可能相当于石英—黄铁矿矿化阶段的成矿温度；340-440 可能相当于矿区内主要成矿阶段的成矿温度；140-220 则与晚阶段碳酸盐化有关。从图上还可见 26[#]脉和 39[#]脉的均一温度的峰值随中段数增大而增大，即随深度增大而升高。

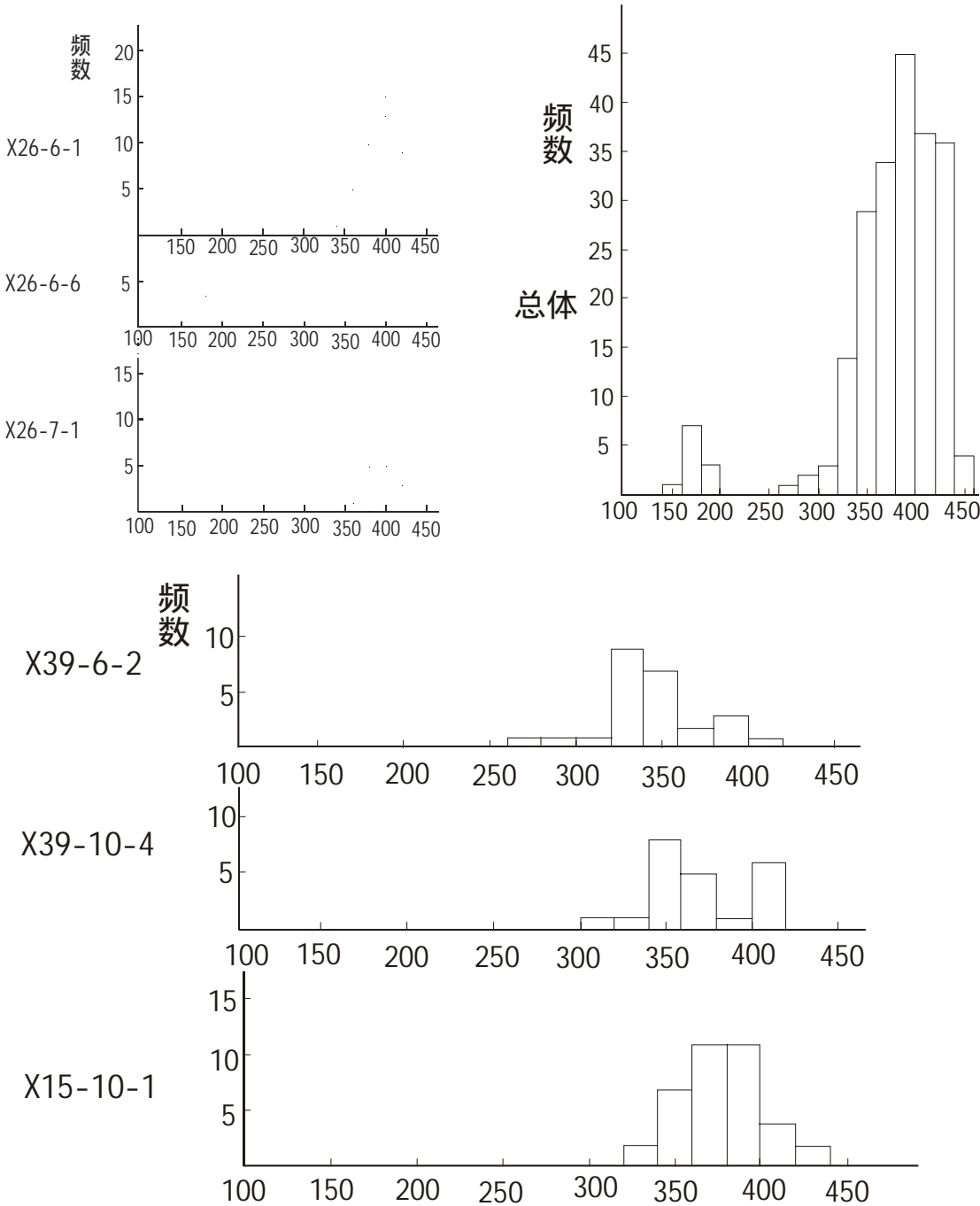
表 4-8 金厂沟梁金矿流体测温结果表

序号	样号	矿物	均一温度		包体数（个）
			变化范围（ ）	平均值（ ）	
1	X26-6-1	石英	295.6~439.3	385.58	55
2	X26-6-6	方解石	146.9~194.4	173.36	11
3	X26-7-1	石英	342.7~435.8	393.30	31
4	X39-6-2	石英	268.7~420	347.87	24
5	X39-10-4	石英	318.5~409.7	370.29	22
6	X15-10-1	石英	329.3~432.9	377.54	37
7	D17-6-1	石英	339.2~452.3	422.60	37

由于矿区绝大多数包裹体冷冻到快接近仪器的极限值都未发生形变或气泡消失，故未能成功地测出包裹体的冰点，对于密度、压力等其它的参数就无法求得。至于导致这种现象的原因，笔者认为包裹体可能是岩浆成矿的气液阶段形成的，因为所测包裹体的均一温度较高，气液两相包体的气液比较高（大多为 25% ~ 35%），而且 C O₂ 含量不均，少量高者达 39.33。

三、包裹体成分

一般认为，流体包裹体的成分基本上代表了成矿母液的成分（E.Roedder,1979）。因而从包裹体成分的测定可大致知道成矿热液的成分。本文通过激光拉曼光谱作出了



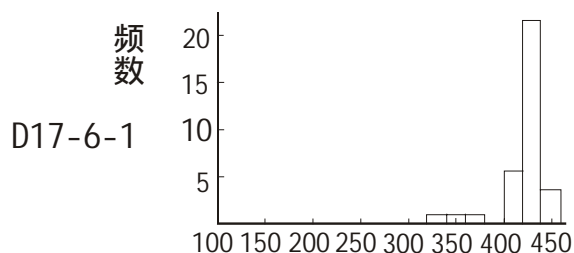


图4-7流体包裹体均一法测温频率直方图

C_4H_6 、 N_2 、 C_6H_6 等微量成分；阴离子有 Cl^- 、 SO_4^{2-} 、 HCO_3^- 。据以前的研究者认为金矿床包裹体的阳离子成分中主要为 K^+ 、 Na^+ ，其次为 Mg^{2+} 。 CO_2/H_2O 值极低，具富 H_2O 和低 CO_2 的特点。多阶段成矿和低 CO_2 热液与变质热液成因无关，是岩浆热液成矿的特点。

气、液相成分的拉曼图谱（图 4-9）。对包体成分进行了测试分析，测试分析结果见表 4-9。从表 4-9 可见，金厂沟梁金矿中包裹体气、液相都以 H_2O 和 CO_2 为主，还有 H_2 、 H_2S 、 CO 、 CH_4 、

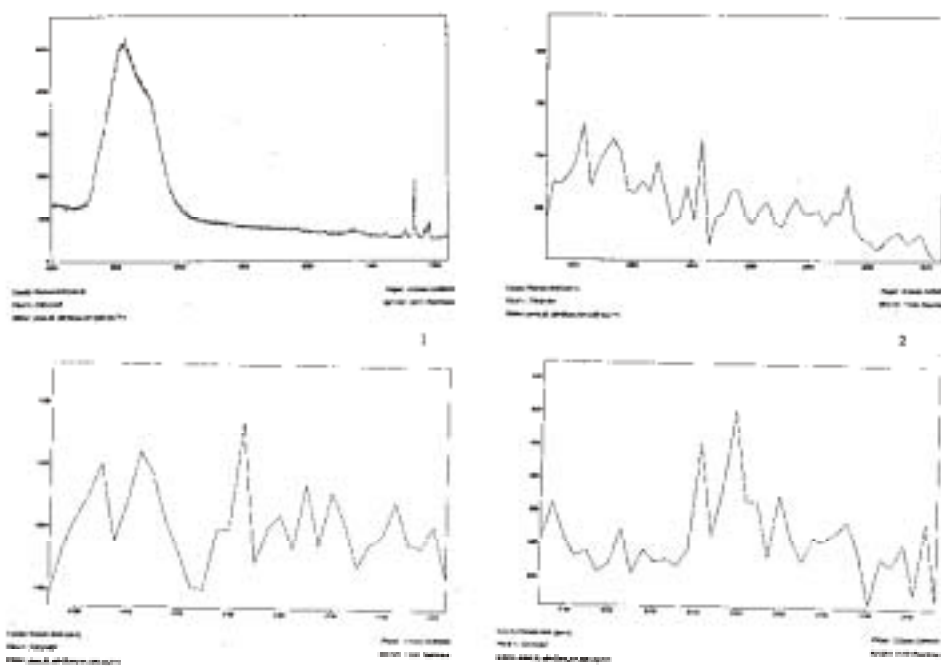


图 4-9 金厂沟梁金矿床流体包裹体中成分激光拉曼图谱

表 4-9 金厂沟梁金矿流体包裹体成分激光拉曼光谱分析结果

	气相(mol%)								液相(mol%)							
	H ₂ O	CO ₂	H ₂	CH ₄	H ₂ S	CO	C ₆ H ₆	C ₄ H ₆	C ₄ H ₆	H ₂ O	CH ₄	CO	CO ₂	Cl ⁻	SO ₄ ²⁻	HCO ₃ ⁻
X26 6 1	76.86	14.26	2.33	0.45	2.24	3.87				98.78		0.55	0.67		0.10	0.19
	87.89	6.90	1.82		0.65	2.24	0.50			99.60	0.03	0.28	0.09	0.05	0.06	0.07
	89.01	5.07	1.42	0.31	0.80	3.40			0.04	98.88	0.05	0.59	0.45	0.31	0.09	0.11
	58.37	39.33	0.50	0.14	0.18	1.49			0.01	99.73	0.01	0.13	0.12	0.05	0.02	0.03
D17 6 1	99.14	0.52	0.05	0.02	0.06	0.20		0.01	0.01	94.49		0.17	0.40	0.05	0.15	0.06
	89.54	6.16	0.44	0.10	0.13	2.00			0.01	99.38	0.01	0.14	0.45	0.10	0.06	0.05
	73.72	19.80	0.90	0.46	0.53	3.07			0.01	99.45	0.01	0.20	0.30		0.09	0.06
X15 10 1	96.55	1.72	0.28	0.14	0.23	0.48			0.01	99.54	0.04	0.25	0.02	0.14	0.09	0.19
	98.15	0.91		0.16	0.12	0.61		0.05		99.32	0.07	0.21	0.36	0.23	0.09	0.17
	96.67	1.00	0.35	0.06	0.15	1.03		0.06	0.02	98.96	0.06	0.34	0.58	0.17	0.12	0.022
X26 7 1	98.01	0.58	0.39	0.13	0.19	0.70				99.17	0.03	0.46	0.33	0.22	0.16	0.22
	99.63	0.08	0.05	0.01	0.03	0.18		0.01	0.04	99.49	0.04	0.30	0.13	0.12	0.18	0.14
	97.90	0.60	0.16	0.06	0.11	1.17			0.00	99.78	0.02	0.10	0.09	0.08	0.09	0.13
	97.61	0.69	0.28	0.10	0.16	0.94	0.14	0.08		98.68	0.10	0.89	0.34	0.35	0.19	0.32

第五章 矿床成因与深部预测

第一节 矿床成因

金厂沟梁金矿发育在燕山期对面沟花岗闪长岩体北侧,由斜长角闪片麻岩、角闪斜长片麻岩、黑云斜长片麻岩等变质岩组成的太古宙建平群小塔子沟组中的断裂构造系统内。由于矿体发育在这样的地质背景上,学者们对其成因提出了不同的成因观点(表 5-1),他们的观点归纳起来主要有三种:1、矿质来源于岩浆;2、矿质来源于围岩;3、矿质为多来源,成矿为多阶段。

表 5-1 近年来对金厂沟梁金矿成因认识一览表

年代	作者	矿床成因类型
1979	母瑞身	变质热液
1979	吉林省冶金地质勘探公司	变质热液
1982	内蒙地矿局第三地质大队	变质热液
1982	于松泉	变质热液 + 岩浆热液 + 次火山热液
1982	陈淳福	变质热液 + 岩浆热液
1983	吉林、辽宁、河北、内蒙地矿局联合组	前寒武纪花岗岩化—构造分异 + 燕山岩浆叠加
1988	内蒙地质已第三地质大队	变质热液
1990	内蒙古自治区第三地质大队和北大地质系	岩浆热液型(岩浆热液 + 少量地表水热液)
1992	林宝庆	冰长石 + 绢去母型

金矿床的成因是一个复杂的问题,要想彻底弄清楚是不容易的。对于金厂沟梁金矿床而言,实际上在前文的多方面已说明了金厂沟梁金矿床成因类型应属与晚燕山期对面沟花岗闪长岩体有关的岩浆热液型金矿。现汇总有关证据加以说明。

1、金厂沟梁金矿床矿体与对面沟岩体的空间关系密切。金厂沟梁金矿田的三个矿床中的矿体统一受岩体侵位引起的放射状断裂控制;北侧金厂沟梁金矿矿体呈 NW 和 SN 向,东侧二道沟金矿矿体为 SEE 向,南侧的郝杖子金矿矿体为近 SN 向。三个矿床

的容矿围岩分别为太古宙斜长角闪岩、中生代火山岩和海西期的斑状花岗岩。可见，围岩并非为控矿的决定性因素，而资料表明，三个矿床均与中生代对面沟花岗岩岩体有成因关系。

2、脉岩是联系岩体和矿脉的纽带。脉岩是岩浆分异而来的，因而矿脉与岩脉的密切共生表明了三者的亲缘关系。矿区广泛发育脉岩，常和矿脉并肩展布或相互穿插。矿脉和脉岩在空间上的这种密切关系，从侧面说明了金矿床与岩体具密切联系。

3、稳定同位素证据

A、硫同位素证据。矿区硫同位素值接近零值，具单峰塔式效应，为深源岩浆硫，此外，矿区的矿石硫同位素与对面沟岩体的硫同位素具有一致性。

B、氢、氧同位素证据。金矿床的 $\delta D - \delta^{18}O_{H_2O}$ 图解上（图 4-1），金厂沟梁金矿的成矿热液偏离岩浆水区，有部分地下水参与，表明在岩浆热液运移及沉淀过程中地下水参与了成矿活动。

4、铅同位素证据。金厂沟梁金矿的矿石铅同位素组成范围为： $^{206}Pb/^{204}Pb=16.840\sim17.395$ ，均值为 17.161， $^{207}Pb/^{204}Pb=15.272\sim15.681$ ，均值为 15.453； $^{208}Pb/^{204}Pb=36.005\sim37.428$ ，均值为 37.148。对面沟岩体铅同位素组成范围为： $^{206}Pb/^{204}Pb=17.104\sim17.899$ ，均值为 17.545； $^{207}Pb/^{204}Pb=15.291\sim15.698$ ，均值为 15.439； $^{208}Pb/^{204}Pb=37.398\sim38.080$ ，均值为 37.888。从上述数据中可以看出，矿石铅与对面沟岩体铅同位素组成大体一致，表明两者的密切关系，证明了矿脉起源于对面沟岩体的结论。

5、稀土元素证据。稀土元素研究表明矿石与岩体的稀土配分模式在形态、斜率和倾斜方向上均具有相似性，均为轻稀土富集型，这说明了两者的亲缘关系。

6、流体包裹体证据。包体测温表明矿体成矿具多阶段性。矿床石英包裹体成分主要为 H_2O 和 CO_2 ，其次含有微量的 CO 、 H_2S 、 CH_4 等， CO_2/H_2O 值极低，具富 H_2O 和低 CO_2 的特点。多阶段成矿和低 CO_2 热液与变质热液成因无关，是岩浆热液成矿的特点。

上述证据说明金厂沟梁金矿床与岩浆岩关系密切，其成因类型应为具有一定数量地下水参与的岩浆热液型金矿床，其形成、演化可归结为：

太古宙富金的变质中基性火山岩为本区金矿的形成奠定了原始基础，它们是金矿的初始源岩。

中生代晚期由变质源岩重熔的花岗质岩浆在北西向和东西向构造控制下先喷出后侵位于上地壳，形成了本区晚燕山期对面沟岩体。

岩体侵位形成的放射状主动式断裂构造和继承性的北西向被动式断裂构造先后控制了区内多期成矿作用，形成了金厂沟梁、二道沟和郝杖子金矿床。

岩浆期后的多阶段矿液先后沿主动式和被动式两种不同性质、不同深度的断裂构造在地下水热液参与下充填交代，形成了金厂沟梁金矿床内的近南北向脉和北西向脉组合，形成了区内主要的金矿床（脉）。

成矿后的北东向断裂（头道沟断裂）破坏了矿床的原始格局，使矿床东升西降，导致目前东西矿区在延深上的不均匀性。

第二节 东西矿区对比及东矿区金矿的地质预测评价

一、矿化类型

金厂沟梁金矿的矿床类型一直存有争议，有岩浆热液说和变质热液说之争。本文认为金厂沟梁金矿属岩浆热液型矿床。

主要根据为：

1、矿床为金厂沟梁—二道沟金矿田的一部分，金厂沟梁—二道沟金矿田围绕对面沟岩体在南、北、东三边地段分别在岩浆岩体内、太古代变质岩系内、侏罗系火山岩系内形成了郝杖子小型金矿、金厂沟梁大型金矿和二道沟中型金矿，构成了一岩浆成矿系列。

2、宏观上看上述三个矿床均受围绕对面沟岩体呈放射状的主动式构造控制。

3、对面沟岩体内含有细脉状及浸染状 Cu、Au 矿化和辉锑矿化，与其外围的三个矿区构成了围绕对面沟岩体的 Cu—Mo—Au 多金属矿化的水平分带。

二、东、西矿区具可比性

金厂沟梁金矿以头道沟断裂为界分为东、西二个矿区，两地域面积均为 3 平方公里左右，西矿区探明储量 25 吨有余，是赤南地区唯一的大型金矿。东矿区矿脉数量亦近 30 余条，但探明储量不足 2 吨。

东西矿区虽有头道沟断裂相隔，但成矿地质条件相似，成矿作用类同，二地均出露太古宙小塔子沟组变质岩，其上覆盖有白垩系火山岩，唯西矿区出露较差，东矿区出露相对好些。两地成矿均受断裂构造控制，控矿断裂均以 SN 和 NW 向二组断裂为主，矿化都具多阶段性，矿物组合也均为金—多金属石英脉型，故东、西两矿区的金矿化具有可比性，这也是论证二地矿化规模不同原因的主要前提。

三、控矿断裂

区内矿化受 SN 向和 NW 向二组断裂构造控制，西矿区矿脉总数近 30 条，12 条具工业价值，15[#]、35[#]、39[#]、26[#]、56[#]、57[#]等 6 条为区内主要工业矿脉，前三者为 SN 向矿脉，后三者为 NW 向矿脉，SN 向矿脉储量占绝对优势，单脉均可达中型规模，不同方向矿脉矿化深度的差异与其控矿断裂性质有一定关系：

1、断裂时间：北西向断裂和南北向断裂并非同时同一应力场产物，而是先后不同的构造应力的结果。从时间上看，北西向断裂的形成晚于南北向断裂的形成，这在多项地表及坑内地质图件中都有反映。

2、断裂性质：资料表明，二组断裂的性质有差异。SN 向断裂以张扭性为主，断裂边界平直略有折弯，二壁吻合对应性较好，断层角砾较发育，延深比较稳定，深度大，产状较陡；NW 向断裂以压扭性为主，边界平滑，断层滑面明显，多有分枝、复合现象，分枝断裂间岩块夹石多，断层角砾少，断裂稳定性差（8[#]脉则较稳定），延深浅。

3、矿化深度与规模：二组断裂矿化深度有明显差异，NW 向断裂深部闭合迅速，产状较陡，延深浅，矿化深度也较浅，矿化垂深一般在 240-300 米以内；SN 向断裂深部闭合不明显，延深较大，矿化深度 400-500 米以上。

对区内以调查过的 24 条矿脉统计，NW 向矿脉虽矿脉数量多，但仅有 30%具工业矿化，70%不具工业价值；SN 向矿脉的工业矿化率高于北西向一倍有余。

矿脉的工业价值与断裂密切相关，NW 向矿脉长度小于 250 米，脉宽小于 0.2 米者均不具工业价值，长度大于 250 米者均具有工业价值，与其规模和断裂深度关系密切。统计表明南北向的矿脉垂向矿化率高于北西向矿脉。

4、矿化延深/断裂深度：南北向矿脉为 80-90%；北西向矿脉为 60-70%。

5、矿脉的可比性：两类控矿断裂系统的特征与矿化深度、规模虽有差异，但其矿

化类型、矿物组合及成矿演化阶段却相一致，均以含金—多金属石英—硫化物脉为主，经历了多阶段成矿演化过程，所以南北向和北西向两类矿脉是矿化作用在不同性质构造中的反应。

四、头道沟断裂

金厂沟梁金矿以头道沟断裂为界分为东西两部分，头道沟断裂以西为西矿区，以东为东矿区。

头道沟断裂为一西盘（上盘）下落，东盘抬升的正断层：断裂带内充填有多种火山岩、次火山脉岩以及变质岩，断裂发生于侏罗纪之后，白垩纪之前，属成矿后断裂。

断裂对矿体具有明显的破坏作用，不仅使矿区分割为东西二个区段，而且由于东部抬升，致使东矿区的浅部矿体剥蚀。以往多数研究者认为东矿区储量不大的原因与头道沟断裂使东矿区抬升剥蚀有关。

头道沟断裂上下落差究竟有多少，至今尚无统一的认识，长春地质学院刘安洲等研究认为：

断裂形成于侏罗纪成矿之后，在白垩纪有多次活动并切割了白垩纪火山岩。

地磁—导解译表明，断裂产状多变，北东段产状为 $122^{\circ} \quad 70-80^{\circ}$ ，中段直立，南西段产状为 $310^{\circ} \quad 70-80^{\circ}$ 。

断层中断层泥、角砾岩等的金含量为 $0.0011\text{ppm}(1.1\text{ppb})$ ，属克拉克值数量级，反映为成矿后无矿化作用叠加。

断距（落差）的判定：这是一项较难的工作，至今没有卓有成效的方法，根据地磁—导解译结果，断距不足 200 米。

本次研究未作断距计算工作，前人研究推测断距为 200-240m。本次研究分析认为断距可能达到 240-300m。

五、东矿区矿脉的地质评价和预测

东矿区位于头道沟断裂以东，其地质背景及成矿作用与西矿区相似，唯因头道沟断裂作用，使之矿化储量与西矿区有所不同。

1、东矿区有大小矿脉近 30 条，工业矿脉有 17[#]、17-1[#]、18[#]、20[#]、43[#]、58[#]、64[#]

等，其中以 17[#]、18[#]、20[#]为主，但总体规模都不大。目前在六中段所见，上述矿脉的控矿构造依然可见，但围岩蚀变不发育，矿化较弱。

主要矿脉 17[#]、18[#]、20[#]、64[#]脉的产状均可分为南北二段，北段为南北向，南段为北西向，以往工作认为这些矿脉的走向转折是由于控矿断裂具转折所致，勘探工作也大多以转折点为 0 线，南北分划各自的勘探方案。

2、经统计和对比，17[#]、18[#]、20[#]、64[#]脉可能分属于 SN 向和 NW 向二组断裂交切所成。64[#]脉（NW 向）切割了 20[#]脉（SN 向）使 20[#]脉北移 50-60 米，17[#]脉北段与 16[#]脉均为 17[#]脉南段所限，这可能反映了一个重要的事实：东矿区也是由 NW 向和 SN 向二组构造控矿，不同的是，西矿区二者形成两组独立矿脉，东矿区二者会合或交切，构成一组矿脉。

从西矿区所见，NW 向矿脉较南北向矿脉矿化深度浅 200 米左右，头道沟断裂又使东矿区抬升了近 240-300 米，这个分析对评价东矿深部矿化具有重要意义。

3、根据以上论述可获得如下认识：即东矿区主要矿脉 17[#]、18[#]、20[#]脉，最深矿化为 6-7 中段左右，目前揭露的矿化已近尖灭部位。矿化深度因走向而异；南北向矿脉最深为 6-7 中段，NW 向矿脉的延深只在 3-4 中段以上，即目前已开采的六中段以下找矿希望不大，这和课题组的化探预测基本一致。

主要结论

1、金厂沟梁金矿为典型的重熔岩浆热液型金矿，矿体成脉群产出，成矿具多阶段性，矿化以含金硫化物石英脉型为主，蚀变岩型为次。

2、矿体受对面沟岩体主动构造及古生代以来的被动式构造控制；前者为张扭性断裂，控制了区内南北向矿脉；后者为压扭性断裂，具有多期活动特点，对面沟岩体侵位使之重新活动控制了区内北西向矿脉。

3、区内二组方向矿脉的形成时间和矿化深度有所不同：南北向矿脉形成时间早，矿化深度达 12-15 中段（延深 600-700 米）；北西向矿脉形成时间晚，矿化深度至 6-8 中段（延深 300 米）。

4、区内北东向头道沟断裂为一多次活动的正断层，为区内最晚活动的成矿后断裂，它使东矿区抬升 240-300 米。

5、东矿区具有与西矿区相似的地质条件和控矿构造，唯北西向断裂与南北向断裂复合交汇，致使 17[#]脉、1[#]8-20[#]脉等主矿脉呈现为北段南北走向，南段北西走向的折状延展，但南北二段的矿化深度与西矿区相似，即南北向矿段深，北西向矿段浅，二者矿化垂深差 3-4 个中段（120-160 米）有余。

6、分析对比及野外观测认为：考虑到头道沟断裂对东矿区已抬升 200 多米的影响，东矿区 17[#]脉、18[#]-20[#]脉的北段（南北向）矿脉，六中段（490 米）已是矿化的下限，南段（北西向）矿脉在三中段（610 米）已近尖灭，二者在上述标高以下出现规模矿体的可能性不大。这和课题组所作的化探结果一致。

主要参考文献

- 1、 内蒙古地质局区调队,《内蒙地质志》,1976
- 2、 袁见齐、朱上庆、翟裕生,《矿床学》,地质出版社,1985
- 3、 姚凤良、刘连登、孔庆存、宫润谭,《胶东西北部脉状金矿》,地质出版社,1990
- 4、 刘连登、姚凤良、孔庆存、宫润谭,脉岩在热液矿床成因研究工作的意义—以胶东西北部金矿床为例,长春地质学院,1984,第四期
- 5、 内蒙古地质三队,金厂沟梁金矿 15[#]脉、35[#]脉、26[#]脉勘探报告,1990
- 6、 内蒙古自治区第三地质大队,内蒙古自治区敖汉旗金厂沟梁西矿区金矿详查总结,地质报告,1990
- 7、 王建平、刘永山、贾洪杰、刘志斌等,《内蒙古金厂沟梁金矿构造控矿分析》,地质出版社,1992
- 8、 刘安洲、诸延海、卢键等,内蒙古敖汉旗金厂沟梁金矿及其外围大比例尺综合信息金矿预测研究报告,1992
- 9、 长春黄金研究所,内蒙古敖汉旗二道沟金矿矿体赋存规律,深部预测及外围找矿,科研报告,1992
- 10、 辽宁地质局第二区域地质测量队二分队,《敖汉旗幅 1:20 万区域地质矿产报告》(地质部分),1970
- 11、 卢作祥、范永香、刘辅臣等,《成矿规律和成矿预测等》,武汉地质学院出版社,1981
- 12、 刘纲,赤峰—朝阳地区金矿床铅同位素特征及矿床成因,地质找矿论丛,1991,第二期
- 13、 申浩澈,《同位素地球化学》,长春地质学院,1992
- 14、 杨敏之,《金矿床类型、金矿床地球化学及金矿成矿预测原理(上、下)》,冶金部天津地质研究院,1989
- 15、 姚凤良,《中国东北部金矿化集中区的成矿特征及找矿模式》,金矿地质论文选集,地质出版社,1990
- 16、 胡家杰,《金矿控矿构造》,中国地质大学出版社,1987
- 17、 艾永德等,《赤峰—朝阳地区太古宙变质岩中金矿成矿规律及预测研究》,“七五”科技攻关报告,1990
- 18、 孙承志、王时麒等,《赤峰市南部地区原生金矿综合信息与找矿预测研究》,科研报告,1990
- 19、 刘连登,论中国最主要脉状金矿的成因,长春地质学院学报,1987,第四期
- 20、 魏存弟,赤峰—朝阳金矿化区远程式及近程式金矿类型的划分及其研究,博士研究生论文,2001
- 21、 李绪俊,辽西北票身火山—侵入杂岩区金矿床及成矿系列,博士研究生论文,1990
- 22、 曹积富,内蒙金厂沟梁金矿地质特征及成因,硕士研究生论文,1989
- 23、 尚浚等,《矿相学》,地质出版社,1987

-
- 24、杨洪英、杨立、陈刚、吕久吉等,金厂沟梁金矿金的赋存状态,贵金属地质,1998,第三期
 - 25、王建平、孟宪刚、杨玉东、田晓娟等,次火山岩型金矿床构造物理过程研究—以内蒙古金厂沟梁金矿为例,地质力学学报,1998,第二期
 - 26、褚金锁、贾洪杰,金厂沟梁金矿床地质特征及成因,矿产与地质,2000,第三期
 - 27、周乃武,金厂沟梁金(铜)矿田成矿时代的理顺,黄金学报,2000,第三期
 - 28、李华芹、刘家齐、魏林,《热液矿床流体包裹体年代学研究及其地质应用》,地质出版社,1993
 - 29、T.J.谢佛德,张恩世、张文淮、高怀忠、王思源译,《流体包裹体研究实践指南》,中国地质大学出版社,1990
 - 30、王可勇,吉林大学地球科学学院“地质流体实验室”建设及初步应用—典型类型热液金矿床流体包裹体研究及成矿机理探讨,吉林大学博士后工作报告,2001
 - 31、褚廷海、卢键,金厂沟梁金矿石英包裹体成矿信息研究,1992
 - 32、张理刚,稳定同位素在地质科学中的应用,陕西科学技术出版社,1983
 - 33、卢焕章,
 - 34、何知礼,包体矿物学,地质出版社,1982
 - 35、罗镇宽等,《中国金矿床概论》,天津科学技术出版社,1993
 - 36、王义文,辽西地区金矿床稳定同位素地球化学研究,地质找矿论丛,1993,第六期
 - 37、姚凤良、朴寿成、魏存弟,金厂沟梁金矿地质特征及东西矿区远景评价,科研报告,2001
 - 38、Roeddr,E.(1979) Fluid inclusions as samples of ore fluids.In H.L.Barnes(ed.)Geochemistry of Hydrothermal Ore Deposits.2nd edn.,Wiley Interscience.New York.684—737
 - 39、A.A.Beus, S.V.Grigorian, Geochemical Exploration Methods For Mineral Deposits, Moscow,1975
 - 40、R.W.Boyel, 1981, Geochemical methods for the discovery of blind mineral deposits, geological Survey of Canada, Vlo.75, No.844
 - 41、A.H.G.Mitchell and M.S.Garson, 1981,Mineral deposits and global tectonic settings Academic press Inc, London
 - 42、S.Roberts and D.J.Sanderson,1991, Tectonic Setting and fluid evolution of auriferous quartz veins from La Codeosera Area, Westevn Spain, Economic geology, Vol.86,p.1011~1022.
 - 43、L.Chorlton, Regional, 1990, Setting of Veinstyle gold mineralization around the Goldlund mine, Sandy beach lake alrea, Northwestern Ontario, Canadian Jorumal of Earth Sdciences, V.27, No.12, P1590~1608

图 版 说 明

图版 金厂沟梁金矿床 W26-6-6 和 D175-6-1 流体包裹体

- 1、单一相型及气液型包体, $(50 \times 10) \times 2$, 32.5 时照
- 2、单一相型包体, $(50 \times 10) \times 2$, 32.5 时照
- 3、单一相型及气液型包体, $(50 \times 10) \times 2$, 32.5 时照
- 4、气液型包体, $(50 \times 10) \times 2$, 32.5 时照
- 5、气液型包体, $(50 \times 10) \times 2$, 32.5 时照
- 6、富气型及气液型包体, $(50 \times 10) \times 2$, 32.5 时照

图版 金厂沟梁金矿床 X15-10-3 和 X39-6-2 流体包裹体

- 1、富气型及气液型包体, $(50 \times 10) \times 2$, 32.5 时照
- 2、气液型包体, $(50 \times 10) \times 2$, 32.5 时照
- 3、单一相型包体, $(50 \times 10) \times 2$, 32.5 时照
- 4、气液型包体, $(50 \times 10) \times 2$, 32.5 时照
- 5、单一相型及气液型包体, $(50 \times 10) \times 2$, 32.5 时照
- 6、富气型及气液型包体, $(50 \times 10) \times 2$, 32.5 时照

图版 金厂沟梁金矿床 X15-10-1 和 X15-12-8 流体包裹体

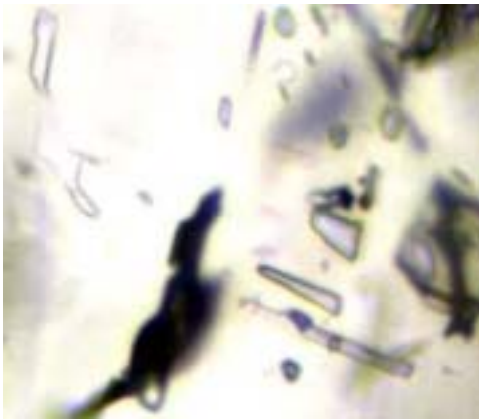
- 1、气液型及富气型包体, $(50 \times 10) \times 2$, 32.5 时照
- 2、单一相型及富气型包体, $(50 \times 10) \times 2$, 32.5 时照
- 3、气液型包体, $(50 \times 10) \times 2$, 32.5 时照
- 4、气液型包体, $(50 \times 10) \times 2$, 32.5 时照
- 5、气液型包体, $(50 \times 10) \times 2$, 32.5 时照
- 6、气液型包体, $(50 \times 10) \times 2$, 32.5 时照

图版 金厂沟梁金矿床金矿物的形态和产状

图版 矿石组构

- 1、黄铁矿呈碎斑结构, 10×10
- 2、乳滴状结构, 50×10
- 3、反应净边结构, 100×10
- 4、黄铁矿呈胶状结构, 50×10
- 5、黄铜矿交代闪锌矿呈脉状, 10×10
- 6、针铁矿交代黄铁矿呈花朵状结构, 20×10

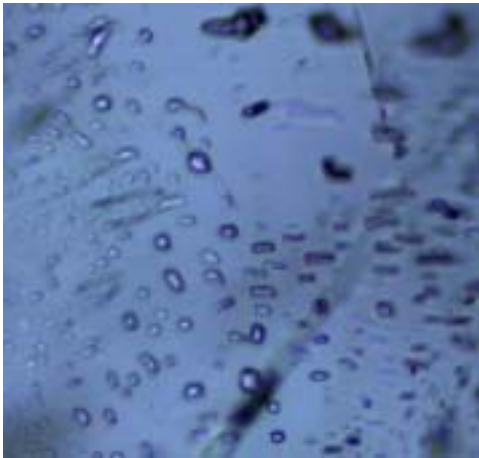
版图



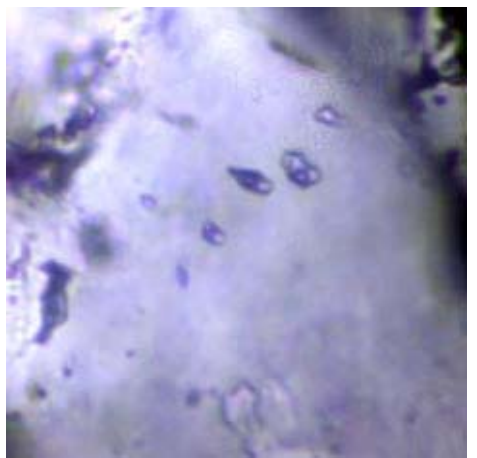
1



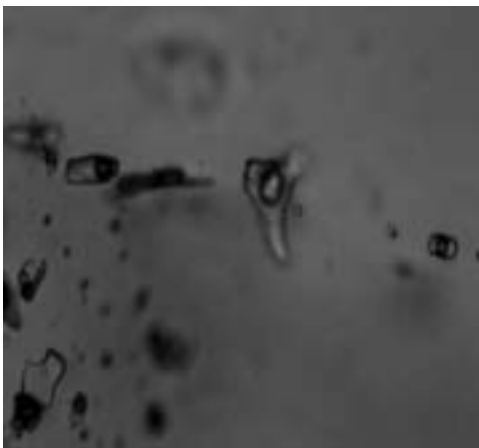
2



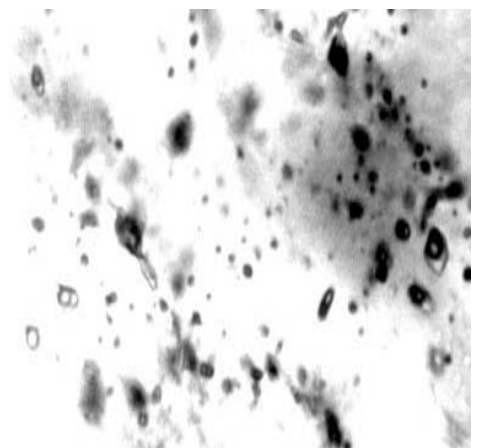
3



4



5



6

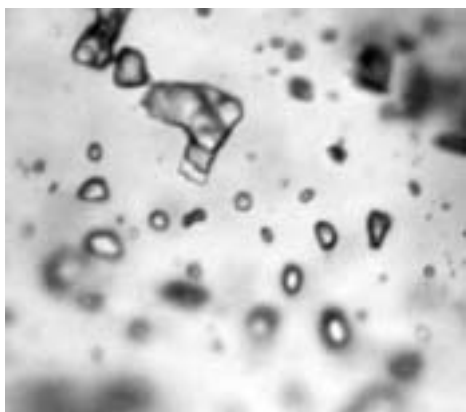
版图



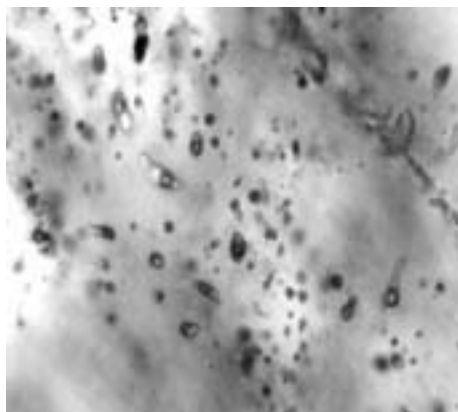
1



2



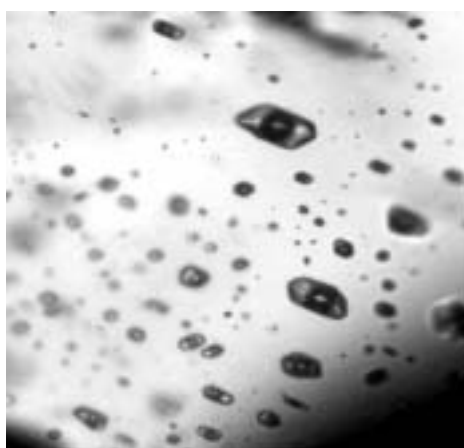
3



4

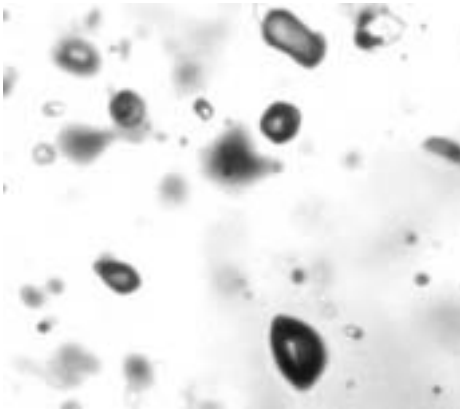


5

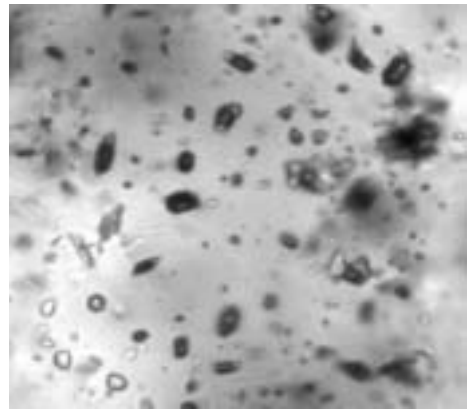


6

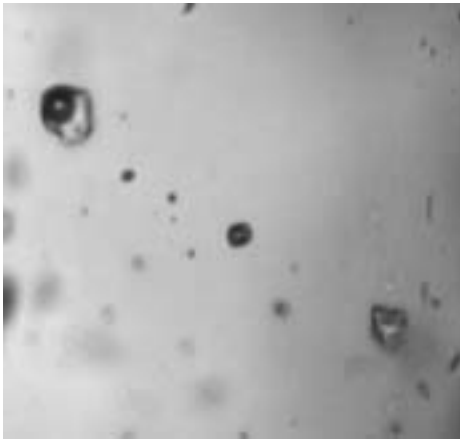
版图



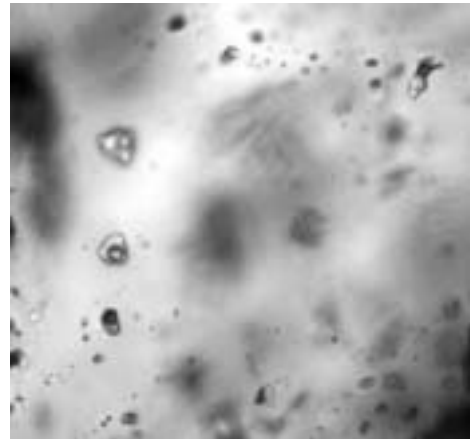
1



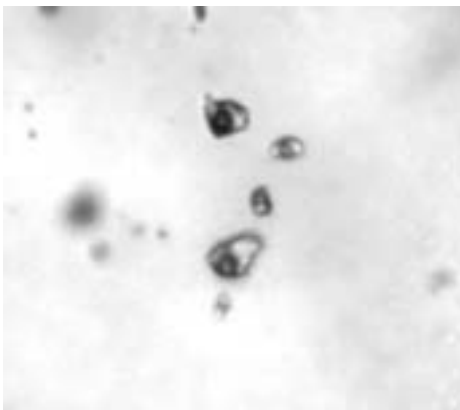
2



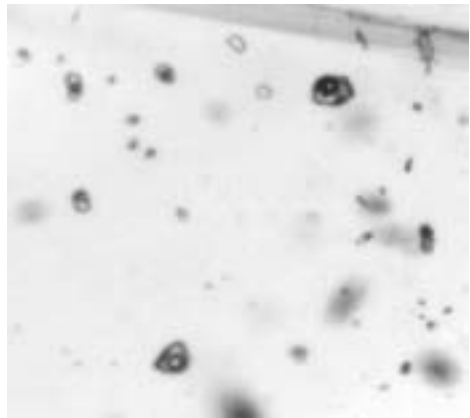
3



4

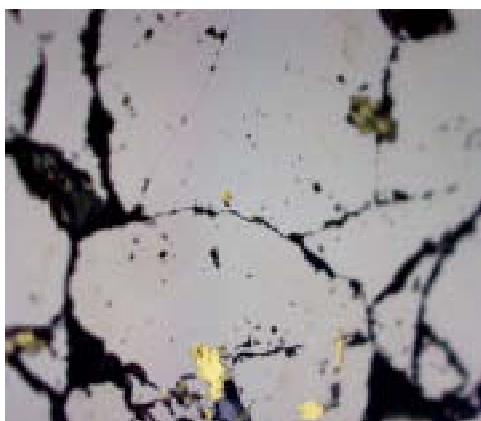


5



6

版图



1



2



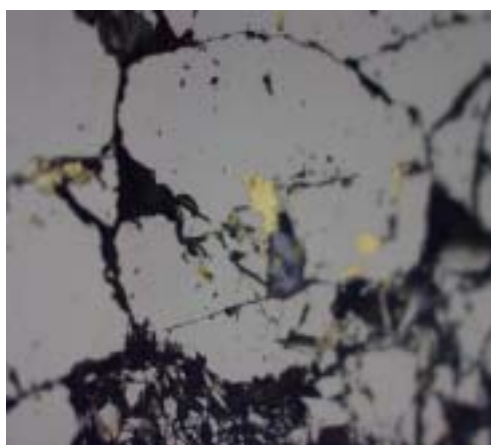
3



4

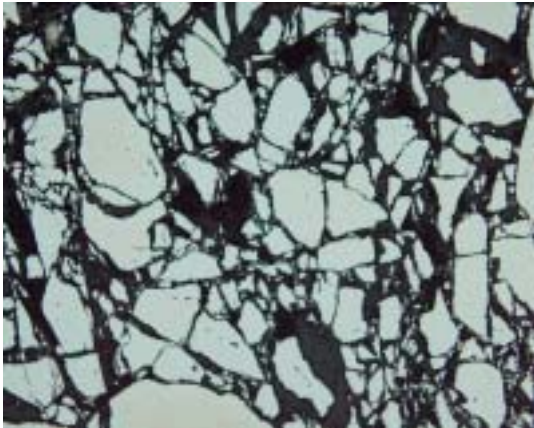


5



6

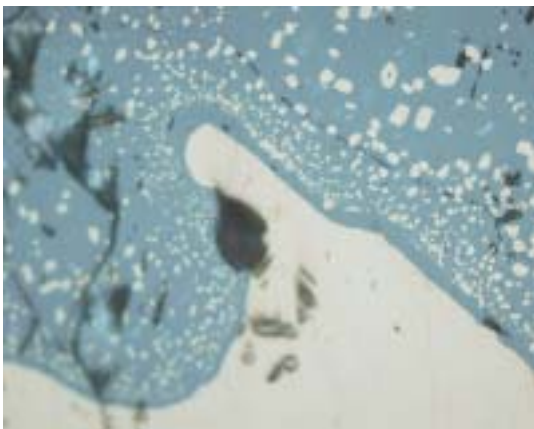
图版



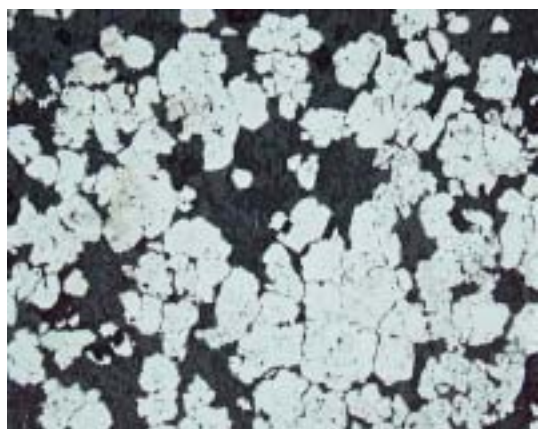
1



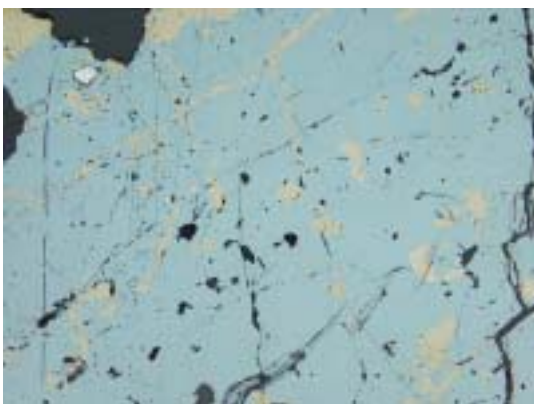
2



3



4



5



6

金厂沟梁金矿床地质地球化学特征及东矿区金矿的预测

(中文摘要)

姓 名：刘宗秀

专 业：矿物学、岩石学、矿床学

指导教师：姚凤良教授

金厂沟梁金矿位于内蒙古赤峰市敖汉旗南部边缘，地质构造上位于华北陆台与兴蒙地槽的结合部位，矿化区带上属赤南（赤峰南部）金矿化集中区的努鲁儿虎金成矿带的中段，是该成矿带上唯一一个储量超过 25 吨的大型金矿床。

随着我国黄金生产的快速发展，不少黄金矿山的保有储量急剧下降，危急矿山的数量日益增多，有的矿山地质储量本不丰富，快速开采使之雪上加霜，迫切要求就矿找矿，故定位预测找矿便成为当前黄金矿山的急中之急。金厂沟梁金矿有鉴于此，为了持续、稳定、健康、协调发展，未雨绸缪，遂与我科研组合作，对金厂沟梁金矿床的东矿区进行预测与评价，以寻求解决的办法。本论文是建立在此基础上进行的。

作者对金厂沟梁金矿床进行了大量野外地质特征的观察、分析、

研究，在室内进行了大量的测试、分析及文献资料的阅读、引用、分析，从而得出了如下的结论：

1、金厂沟梁金矿为典型的重熔岩浆热液型金矿，矿体成脉群产出，成矿具多阶段性，矿化以含金硫化物石英脉型为主，蚀变岩型次之。

2、矿体受对面沟岩体主动式构造和古生代以来的区域被动式构造控制，前者为张扭性断裂，控制了区内南北向矿脉；后者为压扭性断裂，具有多期活动的特点，对面沟岩体侵位使之重新活动，从而控制了区内北西向矿脉。

3、矿区内脉岩非常发育，空间上脉岩与矿脉相伴产生，时间上脉岩或穿切矿脉，或截割矿脉，或与矿脉平行产出，甚至有的直接是矿脉的围岩。脉岩与矿脉有一定的承生联系，它可以指导找矿。

4、区内围岩蚀变主要有绿泥石化、绢云母化、黄铁矿化、硅化、碳酸盐化。这些围岩蚀变的强度都不大，各类蚀变很少同时出现于一条矿脉附近或一侧，绿泥石化和绢云母化是成矿前蚀变，硅化和黄铁矿化是成矿期蚀变，而碳酸盐化则是成矿后蚀变。

5、氢、氧、硫、铅稳定同位素地球化学的分析知金厂沟梁金矿床的成矿物质来源于对面沟岩体。

6、稀土元素研究表明矿石与岩体的稀土配分模式在形态、斜率和倾斜方向上均具有相似性，均为轻稀土富集型，说明岩体与矿脉

的亲缘关系。

7、流体包裹体测温表明矿体成矿具多阶段性，矿床石英包裹体成分主要为 H_2O 和 CO_2 ，其次含有微量的 CO 、 H_2S 、 CH_4 、 N_2 、 C_4H_6 、 C_6H_6 、 H_2 等，阴离子有 Cl^- 、 SO_4^{2-} 、 HCO_3^- ， $\text{CO}_2/\text{H}_2\text{O}$ 值极低，具高 H_2O 和低 CO_2 的特点。多阶段成矿和低 CO_2 热液与变质热液成因无关，是岩浆热液成矿的特点。

8、区内二组方向矿脉的形成时间和矿化深度有所不同：南北向矿脉形成时间早，矿化深度达 12-15 中段（延深 600-700m）；北西向矿脉形成时间晚，矿化深度至 6-8 中段（延深 300 m）。二者矿化深度相差四个中段以上（150-300 m）。

9、东矿区与西矿区的地质条件和控矿构造相似，唯北西向断裂与南北向断裂复合交汇，致使 17[#]、18[#]-20[#]脉等主矿脉呈现为北段南北走向，南段北西走向的折状延展，但南北二段的矿化深度与西矿区相似，即南北向矿段深，北西向矿段浅，二者矿化垂深差 3-4 个中段（120-160 m）有余。

10、分析对比东西矿区及野外地质观察认为：考虑到头道沟断裂对东矿区已抬升 200 多米的影响，东矿区 17[#]、18[#]-20[#]脉的北段（南北向矿段）矿脉六中段（490 m）已是矿化的下限，其南段（北西向矿段）矿脉在三中段（610 m）已近尖灭，故二者在上述标高以下出现规模矿体的可能性不大，这与课题组的化探结果一致。

GEOLOGICAL AND GEOCHEMICAL FEATURES OF THE JINCHANGGOULIANG GOLD DEPOSIT AND PREDICTION OF EASTERN DEPOSIT

Major: Mineralogy、 Petrology、 Metallogeny

Tutor: Prof. Yao Fengliang

Abstract

Jinchanggouliang gold deposit lies in the Southern margin of Aohanqi of Chifeng in Neimeng .Its tectonio level is composition place of North China table and Xinmeng geosyncline .It owes to South Chifeng clustered zone ,and it places in the Luluerfu-upwarped district. It is the only great gold deposit whose reservoir is over 25t.

With fast developing of Au-producing, some deposits reservoir decrease greatly, dangerous deposits also turn more and more , and because some deposits haven not great reservoir, they become more dangerous .With quickly mining , so they greatly need to find minerals by ways of orientation and prognostication. Jinchanggouliang gold deposit cooperate with our science-studying group in order to develop durably, stably and well. Of course , we must find a good way that can

absolve the problem by predicting and assessing east deposit zone.

Author observes geological property of the deposit and study it in the field. And do many determination and analysis in the door . I also read a great of article on the Jinchanggouliang gold deposit . By analyzing and citing we draw following conclusions:

1.Jingchanggouliang gold deposit is the deposit of melting magmatic hydrothermal type. Its ore bodys show in vein cluster. Mineralization appears at many times. Au-mineralization mainly is quartz vein type that is composed in Au and sulfide, alteration type is second.

2.The ore body is controlled by reginal fraction and the fraction that turns when Duimiangou rock body emplaces . the former is congression fault, it act at many stages, and it controlled the NW ore vein after the rock body of Duimiangou emplaced.

3.The adjoining alteration mainly have chloritization、 sericitization、 sulphurization、 silicatization and mephitization. The tension of these alterations is not great, and these alterations do not appear in some ore vein one side or its adjoinment. Choritization and sericilization are the alterations that turn before the mineralization finished. Silicatization and

sulphurization cooperate with mineralization at a common time. But mephitization happens after the mineralization does.

4.We can draw a conclusion that the article of Au ore deposit comes from the Duimiangou rock body. By analyzing geochemistry of the stable isotope of H、 O、 S and Pb.

5.The study of the rare-earth element shows that the coordinate pattern of ore body and ore is similar in the morphology. The rate of decline and the orient of decline. Their HREE elements are rich. These show the assochiation of rock body and ore vein.

6.The temperature of the fluid enclosure shows that the mineralization of the ore body have many stages. The component of the quartz enclosure mainly is H₂O and CO₂, and also have trace elements ,such as CO、 H₂S、 CH₄、 C₄H₆、 C₆H₆、 N₂.The ratio of the CO₂ and H₂O is very small. This is a feature that H₂O is rich, but CO₂ is little. These features are the one of the magmatic hydrothermal mineralization, but not the one of the metamorphic hydrothermal mineration.

7.The forming time and the mineralized depth of the two group direction of ore veins: SN direction ore vein forms early, its mineralized

depth got 600-700m; But NW direction ore vein's forming time is late, its mineralized depth reach 300m. That is to say, the difference of their mineralized depth is from 150m to 300m.

8.The geological background and controlling-ore structure of the East and West deposit is similar. But NW fracture composites and intersects with SN fracture. So the main ore veins such as 17[#]、18[#]-20[#] veins show two section of South section is NW strike. But its mineralized depth of South and North section is similar with West ore zone, that is to say, the mineralization of the mineralized section is deep, but the mineralization of the NW mineralized section. The difference of their mineralized depth is over 120-160m.

9.By analysis, correlation and observation in the field we draw a conclusion: because the Toudaogou fracture increase East ore zone over 200m, North section of 17[#]、18[#]-20[#] vein of East ore zone probably only has mineralization of 490m, and South section is probably only 610m. It is not probable that South and North section appear good ore body at above altitudes. This is similar with the chemical exploration conclusion of our science-studying group.