文章编号: 1001-1412(2000)01-0039-07

新疆东准噶尔金矿成因类型及地质特征

杨富全, 吴 海
(中国地质科学院562综合研究所, 北京东 燕郊 065201)

摘 要: 东准噶尔是金、锡等多金属矿产远景区。金矿(化)点多达120余处, 具有密集成群、成带分布特点, 绝大多数分布在卡拉麦里—莫钦乌拉超壳断裂带及其附近。在对东准噶尔成矿地质背景和大量金矿床深入系统地分析研究基础上, 划分出4类金矿的主要成因类型。同时, 着重讨论了各类金矿主要地质特征, 目的在于正确反映矿床的成矿规律, 以供金矿勘查评价及研究时参考。

关键词: 金矿; 成因类型; 地质特征; 东准噶尔
中图分类号: P618.51; P611 文献标识码: A

东准噶尔(以下简称东准)是我国较重要的金成矿带之一。60年代至80年代中期, 新疆地质局对区内主要金矿点进行过地质普查和勘探。从1985年起, 国家以金和锡为重点矿种重点评价研究了金山沟、南明水、金山、清水等金矿床, 还发现了新的金矿化带、金矿床(点), 如库布苏南矿带、北矿带、三个泉一带的艾盖巴依、三个泉、艾南等金矿床。据不完全统计已发现的金矿(化)点达120余处, 另有大量化探异常(图1), 展现了东准噶尔地区良好的金成矿前景和很大的找矿潜力。

1 金矿类型划分

前人对区内金矿(床)点进行过划分[~7]①②, 由于依据的原则和分类方法有很大差别, 分类方案各不相同。本文根据东准金矿最新研究成果, 充分考虑和研究前人提出的分类方案, 采用徐恩寿等(1994)中国金矿床分类方案。结合区内实际情况, 以成矿作用和成矿方式为基础, 将矿床成因类型分为4类(表1)。众所周知, 金矿物质来源的多源性、成矿作用的复杂性、多期次、叠加、改造十分普遍, 多数金矿并非单一成因。就变质-热液型而言, 以变质热液为主, 并有

收稿日期: 1999-09-27; 修订日期: 1999-12-13
基金项目: 国家科技攻关"305"项目(IV1、85-902-03-03)成果

第一作者简介: 杨富全(1968-), 男, 河北蔚县人, 工程师, 1991年毕业于中国地质大学(武汉)矿床地质专业, 从事矿床地质研究和找矿工作。

①胡旺亮, 刘家远, 刘光海, 等. 东准噶尔成矿区成矿条件与矿产资源评价研究. 国家305项目课题报告, 1995: 57-68.

②芮宗瑶, 等. 攻关成果的动态分析与综合研究. 国家305项目专题报告, 1995: 133-142.

© 1994-2012 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://w

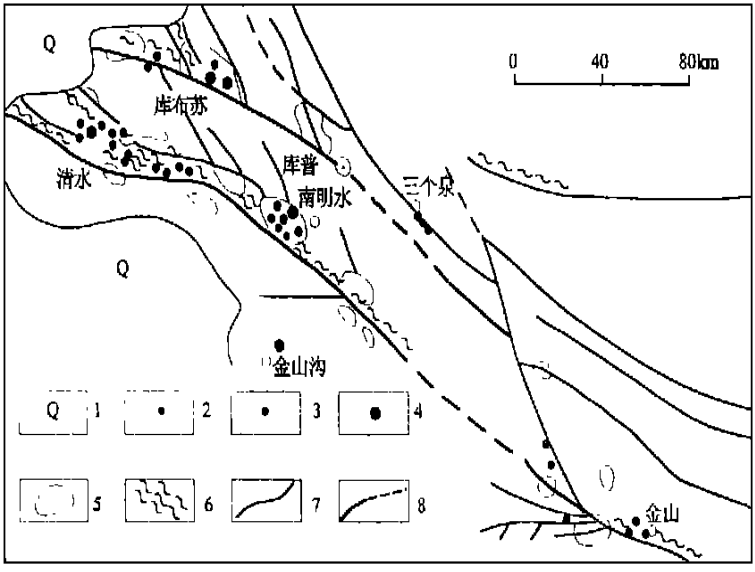


图1 东准噶尔中西部金矿点及金异常分布略图

(据高怀忠,1998)

Fig.1 Showing distribution of gold camps and anomlies in west part of east Zhungeer region

1.第四系 2.金矿化点 3.金矿点 4.金矿床

5.金化探异常 6.强应变构造带 7.表壳断裂 8.深大断裂

构造-岩浆活动的热液作用叠加。岩浆-热液型,既包括岩浆来源的矿床也包括花岗岩在成矿作用过程中只起驱动热液系统作用[4]的金矿床。

表1 东准噶尔金矿主要成因类型

Table 1 Major type of Au deposits in east Zhungeer region

序号	成因类型		赋矿围岩	矿床自然类型	矿床实例	矿床建造
1	岩浆热液型	侵入接触带型	花岗闪长岩、石英闪长岩、凝灰岩、凝灰质粉砂岩、大理岩、矽卡岩	石英脉型、破碎蚀变岩型	苇子峡、金山、绿石沟	Au Ag-Au Cu-Au
		岩脉型	闪长玢岩脉、煌斑岩脉、粉砂板岩	石英脉型、破碎蚀变岩型	库布苏、艾盖巴依、艾南、三个泉	Au
2	火山-热液型		巴塔玛依内山组基性熔岩、中酸性、酸性火山碎屑岩	破碎蚀变岩型 蚀变岩型 石英脉型	金山沟 黑山	Ag-Au
3	变质-热液型		凝灰岩、千枚岩化沉凝灰岩、凝灰质粉砂岩、千枚岩	石英脉型 破碎蚀变岩型	南明水 清水	As-Au Ag-Au
4	沉积型		冲洪积物	砂金		Au

© 1994-2012 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://w

2　金矿地质特征

2.1　火山–热液型金矿特征

东准在古生代地层中火山岩、火山碎屑岩及火山碎屑沉积岩十分发育。划分为下火山岩系(O_2—D_3)和上火山岩系(C_1—P_2),前者以海相火山岩为主,后者以陆相火山岩为主。与火山活动有关的金矿,目前仅发现金山沟金矿床和黑山金银多金属矿点,产于上火山岩系中,与石炭系陆相火山热液活动有关。比较典型的实例是金山沟金矿,它是国内时代最老的陆相火山岩型金矿[5,6],特征归纳如下:

(1) 金矿分布于晚古生代中期拉张断陷盆地边缘。赋矿层位为下石炭统巴塔玛依内山组,含矿岩系为基性熔岩和中酸性、酸性火山碎屑岩。赋矿岩性为熔结(角砾)凝灰岩、玄武岩(安山岩),它们的共同特征是具有高的金、银丰度,玄武岩类 $w(Au)$ 8×10^{-9},熔结火山碎屑岩类 $w(Au)$ 平均含量 60.9×10^{-9}(161 件),形成矿源层。矿带及矿体产于火山机构内部,即受环状、放射状断裂及后来叠加 NE 向断裂裂隙控制,构造叠加和交汇处是金矿化最发育部位。

(2) 围岩矿化蚀变强烈,蚀变类型为硅化、黄铁矿化、绢云母化、碳酸盐化、青盘岩化、粘土化、明矾石化、沸石化等。分带性明显,线性蚀变带由中心向外,依次为黄铁绢英岩化带、次生石英岩化带、绿泥绢云母化带和碳酸岩化带。面型蚀变受环形火山机构、断裂交切部位控制,中心部位到边部以强烈硅化、绢云母化为主,并有粘土化、黄铁矿化→黄铁矿化、硅化→青盘岩化。蚀变分三期,成矿期前蚀变、成矿期蚀变和成矿期后蚀变,蚀变强度由弱→强→弱,矿物组合由多→少。

(3) 矿体产于破碎带、蚀变熔结凝灰岩、玄武岩和二者接触带。矿带及矿体为狭窄条带状、脉状和似脉状,呈 NE 向和 NNE 向展布,组合形态以平行复脉为主,少量单脉和细网脉。矿体与围岩一般呈渐变过渡关系。矿石类型:含金熔结凝灰岩型、含金破碎蚀变岩型和含金石英脉型。金属矿物有黄铁矿、黄铜矿、方铅矿、闪锌矿、毒砂,少量黝铜矿、斑铜矿、磁铁矿、赤铁矿、钛铁矿、自然金、银金矿、自然银等。硫化物含量一般为 1% ～2%,矿石品位 $w(Au)$ 1.37×10^{-6}～17.80×10^{-6},金矿物以自然金为主。电子探针和单矿物化学分析表明,黄铁矿、黄铜矿、闪锌矿和方铅矿是主要载金矿物。

(4) 具多阶段成矿特点,分四个成矿阶段:黄铁矿–闪锌矿–石英阶段、多金属硫化物阶段、黄铁矿–石英–自然金阶段、碳酸盐化阶段。

(5) 含金石英脉流体包裹体较小而量多,以气体包裹体为主,其次液体包裹体。均一温度在 220℃～310℃之间,属中低温范围。流体盐度 $w(NaCl)_{eq}$ 在 1.22% ～10.54% 。成矿压力为 18～20MPa。流体成分以 Ca^{2+}, Na^{+}, K^{+} 和 CO_2 为主,成矿溶液 pH 值为 6.93～8.58, Eh 值为–0.67～0.85[①]。氢氧同位素组成表明成矿溶液为岩浆水与大气水的混合溶液。矿石的黄铁矿和

① 沈湘元, 毕承思, 等. 新疆东准噶尔锡金矿成矿地质特征成矿规律及找矿靶区优选. 1989, 国家 305 项目 IV1-6 专题报告。144–173

© 1994-2012 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://w

方铅矿 $\delta^{34}S$ 值在- 0.7‰～+ 3.8‰, 峰值为+ 2.5‰[8], 靠近陨石硫。矿石与巴塔玛依内山组火山岩铅同位素基本一致, 暗示它们有共同来源。硫、铅同位素表明, 成矿物质来自上地幔, 碳、氧同位素表明, 碳来源于岩浆和地层的混合碳。

2.2 岩浆-热液型金矿

金矿床主要沿卡拉麦里缝合带分布在清水、北塔山、巴里坤和苇子峡一带。已知有金山、苇子峡、大沙沟、绿石沟、库布苏、艾盖巴依、三个泉、艾南等金矿。金矿床直接与花岗岩类或岩脉侵入有关, 包括岩浆分异型(如大沙沟)、岩体接触带型和岩浆热液型。

2.2.1 侵入岩体接触带型金矿 矿体产于岩体内部, 多数靠近岩体顶部, 少数可穿出岩体。以金山、苇子峡金矿为例叙述其特征:

(1) 地处卡拉麦里缝合带与博格达—哈尔里克裂陷槽交接部位[1]和马王庙—苇子峡深断裂南侧。矿区地层为下石炭统中基性火山碎屑岩建造。与金矿有关的侵入体为华力西中晚期花岗闪长岩、石英闪长岩, 含矿岩体一般为浅成小岩株, 金丰度值高。围岩蚀变为绢云母化、绿泥石化、方解石化、黑云母化、钾长石化、黄铁矿化等。

(2) 矿化类型为热液石英脉型, 其次破碎蚀变岩型。前者产于岩体内部, 少数产于围岩中, 受 EW、NW、SN 向三组裂隙控制, 有的受韧性剪切带控制, 多呈脉群分布; 后者为破碎石英闪长岩或沿裂隙充填的断层泥。矿体呈脉状、透镜状、豆荚状、不规则状, 规模大小不一。金属矿物有黄铁矿、黄铜矿、方铅矿、白铅矿、辉铜矿及斑铜矿等。金矿物以自然金为主, 次为银金矿。矿石品位 $w(Au)$ 1×10^{-6}～13.25×10^{-6}。

(3) 石英脉中包裹体小而少, 以液体包裹体为主, 其次为气体包裹体, 个别纯液相包裹体。金山金矿成矿温度低, 均一温度 132℃～151℃, 平均 138℃, 而苇子峡金矿均一温度 177℃～231℃, 平均 210℃, 属中低温。流体盐度 $w(NaCl)_{eq}$ 在 2.5%～6.4%。密度 0.81～0.97g/cm^3[8]。金山金矿石英脉中的黄铁矿(3个样品) $\delta^{34}S$ 分别为+ 0.46‰, + 1.78‰和+ 9.46‰, 苇子峡金矿矿石全岩硫同位素 $\delta^{34}S$ 为+ 4.7‰, 变化范围大于陨石硫。

(4) 金的成矿作用是多期多阶段演化。对于矿床成因, 目前仍有不同认识[7,8]。我们认为金的成矿作用经历了岩浆热液和构造活动有关的多次热液作用。

2.2.2 与岩脉有关的岩浆热液型金矿 金矿离花岗岩类接触带较远, 而与中基性岩脉在空间上的关系十分密切。如库布苏、艾盖巴依、艾南、三个泉等金矿, 其特征如下:

(1) 金矿分布于西伯利亚板块准噶尔晚古生代早期活动大陆边缘的野马泉地块南缘火山岩浆弧中和布克—三塘湖岛弧中[9]。金矿受库布苏韧性变形构造带控制。

(2) 矿区地层为志留系库布苏群浅变质复理石建造、泥盆系碎屑岩-火山碎屑岩建造, 片理化发育。库布苏群是全区金丰度值最高的地层。与矿化有关的岩脉为闪长玢岩脉和煌斑岩脉, 岩脉规模不等。韧性剪切带和片理化构造带是导矿导岩构造[10,11], 断裂曾多次活动, 常有脆性破裂叠加。

(3) 矿化类型有两种: 一是破碎带蚀变岩型, 如库布苏金矿, 矿体产于闪长玢岩脉接触带及其内部, 少数在粉砂板岩中。矿体呈脉状、透镜状、少量形态复杂, 品位 $w(Au)$ 1.01×10^{-6}～14.34×10^{-6}, 最高 100×10^{-6}, 产状与断裂一致。其二, 石英脉型(艾盖巴依、艾南、三个泉金矿)。含金石英脉产于闪长玢岩脉中和闪长玢岩、煌斑岩脉与碎屑岩的接触带中, 矿体规模较

© 1994-2012 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://w

小, $w(Au)$ 品位一般在 0.3×10^{-6}～10.86×10^{-6}, 最高可达 14.20×10^{-6}。

(4) 围岩蚀变为硅化、绢云母化、毒砂化、磁黄铁矿化、电气石化、碳酸盐化。成矿显示多阶段特点, 一般分为石英阶段、石英-硫化物阶段、碳酸盐化阶段。

(5) 流体成分以 Na^+, K^+, Mg^{2+}, Ca^{2+}, Ci^-, SO_4^{2-} 和 CO_2 为主, $Na^+/K^+=0.5$～3.4, 7 件样品中有 4 件小于或等于 1, $Cl^-\gg F^-$。均一温度 170℃～360℃, 早阶段为中高温, 晚阶段属中低温。盐度 $w(NaCl)_{eq}$1.43% ～11.66% [10,11], 成矿热液属中低盐度、富 H_2S 的 H_2O-CO_2 流体。三个泉金矿、艾盖巴依金矿的流体氢、氧同位素数据表明成矿热液主要来自岩浆水[10]。对于库布苏金矿成矿热液来源, 张京俊认为是变质热液。[12]。

2.3　变质-热液型金矿

该类金矿在东准噶尔分布最广, 属含碳质(火山)碎屑岩系-热液亚类。Hutchinson R·W (1987) 认为, 它与绿岩型金矿和卡林型金矿的主要特征有相似之处, 不同的是其围岩是(碳质)板岩或千枚岩。与穆龙套金矿[5,16]和萨瓦亚尔顿金矿[3]相比, 该区含矿岩系含碳量低, 赋矿岩性差别较大。较典型矿床是南明水金矿和清水金矿, 主要特征:

(1) 矿床分布于卡拉麦里缝合带内及其边部, 明显受强应变构造带控制。赋矿层位为中泥盆统和下石炭统浅变质海相火山碎屑岩建造, 夹有火山熔岩及细碎屑岩。含矿岩系为凝灰岩、千枚岩化沉凝灰岩、片理化凝灰质粉砂岩、千枚岩化凝灰砂岩、千枚岩、基性熔岩等。含矿岩系经历了区域变质作用和动力变质作用, 变质程度相当于葡萄石-绿纤石相, 一般不超过绿片岩相。金矿具有层控性, 南明水组、蕴都卡拉组是矿源层。区域变质作用促使矿源层的金进一步富集。

(2) 断裂破碎带、断裂交汇处、片理裂隙带和顺层韧性剪切带是主要的控矿构造。矿区和外围没有侵入岩体出露, 只有少量潜火山岩, 玄武岩、玄武玢岩和玄武岩脉。围岩矿化蚀变强烈, 蚀变类型有硅化、毒砂化、电气石化、绢云母化、碳酸盐化、绿泥石化、黄铁矿化等。蚀变分带明显, 以石英脉为中心, 形成黄铁矿绢云母化带→绢云母方解石化带→方解石绿泥石化带。

(3) 矿化类型有石英脉型、破碎蚀变岩型。矿体受破碎带控制。含金石英脉多呈细脉或复脉状平行构造线方向分布。矿化体常有分枝、尖灭再现等现象。南明水金矿最大矿体长 60m, 厚 1.07m。矿石 $w(Au)$ 品位 1.73×10^{-6}～24.79×10^{-6}。清水金矿最大矿体长 270m, 厚 1m, 矿石 $w(Au)$ 品位 3×10^{-6}～5×10^{-6}。矿石矿物有自然金、银金矿、黄铁矿、毒砂、闪锌矿、黄铜矿、方铅矿, 总含量为 2% ～7%。矿石构造为浸染状、条带状及块状。

(4) 成矿作用比较复杂, 具多阶段成矿特点。南明水金矿可划出四个成矿阶段: 乳白色石英脉阶段、白色石英脉阶段、含电气石石英脉阶段和方解石石英脉阶段。

(5) 南明水含矿石英脉中包裹体小而多, 类型也较多, 以 CO_2 包裹体为特征。均一温度范围较宽, 157℃～316℃, 平均 247℃。流体盐度 $w(NaCl)_{eq}$ 在 1.3% ～9.6%, 平均值 4.8%。密度 0.82～0.88 g/cm^3。成矿压力 22.5～56.0MPa。清水金矿石英包裹体小而少, 以气体和液体包裹体为主。均一温度变化大, 132℃～386℃, 温度分布图上出现三个峰值, 130℃～200℃、230℃～310℃、330℃～390℃, 表现出多阶段成矿特点。盐度为 $w(NaCl)_{eq}$3.1% ～7.5%, 平均值 5.5%。密度 0.7～0.96 g/cm^3。南明水金矿石全岩的 $\delta^{34}S_{\Sigma S}$ 为+3.6‰[8]。流体氢、氧同位素组成表明, 南明水金矿成矿流体主要来源于变质水。清水金矿成矿热液为大气降水与岩浆水混合

© 1994-2012 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://w

的产物。

(6)金的成矿作用是多期多阶段演化的,经历了区域变质作用和与构造-岩浆活动有关的多次热液作用。

3 各类金矿的对比

现将东准各类型金矿的主要地质特征列于表2。不同类型金矿床在成矿环境、赋矿围岩、控矿构造、矿体形态,围岩蚀变和矿床地球化学特征等方面均存在着明显的差异。

表2 东准噶尔金矿床成因类型对比表

Table 2 Genetic types of Au deposit in east Zhunqgeer region

成因类型	火山-热液型	岩浆-热液型		变质-热液型
		侵入岩体接触带型	岩脉	
成矿环境	晚古生代中期拉张断陷盆地	裂陷槽交接部位、深断裂附近	火山岩浆弧、岛弧中	卡拉麦里缝合带
赋矿围岩	下石炭统基性熔岩、中酸性、酸性火山碎屑岩	华力西中晚期花岗闪长岩、石英闪长岩、少量火山碎屑岩	闪长玢岩脉 煌斑岩脉	中泥盆统、下石炭统浅变质火山碎屑岩
控矿构造	火山机构的环状、放射状断裂、构造叠加、交汇处	侵入岩体内接触带、裂隙带、剪切带	韧性剪切带 片理化破碎带	断裂带、片理化带、韧性剪切带
矿体形态	矿体为条带状、脉状和似脉状	矿体为脉状、透镜状、豆荚状、不规则状	矿体为脉状、透镜状、不规则状	脉状、复脉状
围岩蚀变	硅化、黄铁矿化、绢云母化、碳酸盐化、青盘岩化、粘土化、明矾石化	绢云母化、绿泥石化、钾化、黄铁矿化	硅化、绢云母化、毒砂化、磁黄铁矿化、电气石化	硅化、毒砂化、电气石化、绢云母化、黄铁矿化
成矿温度(℃)	220～310	132～231	170～360	132～386
流体盐度 $w(NaCl)_{eq}$	1.22～10.54	2.5～6.4	1.43～11.66	1.3～9.6
稳定同位素特征	$\delta^{34}S$ -0.7‰～+3.8‰ $\delta^{18}O$ +11.32‰～+13.47‰ δD -105.8‰～-108.1‰	$\delta^{34}S$ +0.46‰～-9.46‰	δD -49.7‰～83.2‰[10] $\delta^{18}O$ +10.50‰～+11.68‰	$\delta^{34}S_{\Sigma S}$ +3.6‰ $\delta^{18}O$ +13.91‰～+15.85‰ δD -62.9‰～-104.8‰
流体来源	岩浆水与大气水	岩浆水、大气水	岩浆水	变质水、大气降水
成矿作用	火山热液作用	岩浆热液作用和构造活动	岩浆热液作用	区域变质作用、构造—岩浆活动有关的热液作用

© 1994-2012 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://w

参考文献:

[1] 张以熔. 东准噶尔地区金矿分布特征、控矿条件及成因类型[J]. 中国地质科学院 562 综合大队集刊, 1994, (11–12): 159–170.

[2] 陈仁义. 新疆东准噶尔铜金矿床类型及其时空分布[J]. 矿床地质, 1995, 14(3): 229–234.

[3] 王有标. 新疆金矿主要类型、分布规律与找矿方向[J]. 新疆地质, 1988, 6(4).

[4] 祝皆水. 新疆金矿主要类型[J]. 新疆地质, 1989, 7(4): 60–67.

[5] 陈华勇, 刘玉林, 等. 北疆金矿主要类型、成矿规律和找矿方向[J]. 矿床地质, 1998, 17(增刊): 77–81.

[6] 何国琦, 李茂松, 等. 中国新疆古生代地壳演化及成矿[M]. 乌鲁木齐: 新疆人民出版社, 1994, 370–375.

[7] 刘光海, 等. 东准噶尔铜金矿成矿特征及综合评价方法[M]. 北京: 地质出版社, 1995, 40–54.

[8] 张以熔, 等. 东准噶尔地质及金锡矿产研究[M]. 北京: 地震出版社, 1992, 162–175.

[9] 肖序常, 汤耀庆, 冯益民, 等. 新疆北部及其邻区大地构造[M]. 北京: 地质出版社, 1992, 4–7.

[10] 高怀忠, 等. 北塔山三个泉一带金矿地质特征及其与岩脉的关系[J]. 新疆地质, 1998, 16(3): 231–235.

[11] 高怀忠, 张旺生. 库布苏金矿地质特征及成矿条件分析[J]. 新疆地质, 1998, 16(2): 118–124.

[12] 张东俊. 新疆库布苏金矿化带矿物标型特征研究[J]. 华北地质矿产杂志, 1997, 12(4): 346–357.

[13] 叶锦华, 叶庆同, 等. 萨瓦亚尔顿金(锑)矿床地质地球化学特征与成矿机理探讨[J]. 矿床地质, 1999, 18(1): 63–72.

[14] Stone M, Exley C S. High heat production granites of southwest England and their associated mineralization: a review [J]. Trans Instit Ming Metall, 1985, B. 95: 25–35.

[15] Drew I J, Berger B R, Kurbanov N K. Geology and structural evolution of Muruntar gold deposit Kyzylkum Desert, Uzbekistan[J]. Ore Geology Reviews. 1996, (11): 175–196.

[16] Kostitsyn Yu A. Rb-Sr isotope studies on the Muruntar deposit: Mineralized metasomaite[J]. Geochem. Int., 1994, 31 (11).

GENETIC TYPES AND GEOLOGICAL FEATURES OF Au DEPOSITS IN EAST ZHUNGEER REGION

YANG Fu-quan, WU Hai

(562 *Institute, The Chinese Academy of Geology and Mineral Resources*)

Abstract: The east Zhungeer region is a prospect for Au, Sn polymetal mineral resources. There are more than 120 Au dposits (camps) occuring in groups and belts. Most of the Au deposits are located along or near kalamaili-Moqinwula deep fault which extends to depth bellow crust. Based on the geological background and systematic researches of Au depooits in the region 4 genetic types are divided and their major geological features are discussed aiming at reflecfing the proper ore-forming regularity and supplying references for further Au propecting assessment.

Key words: genetic types of Au deposit; the east Zhungeer region.

© 1995-2012 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://w