

内蒙古阿巴嘎旗锡力诺尔金矿地质特征 及成矿作用探讨

俞初安¹,张超¹,段明¹,汤超¹,唐永香²,刘晓雪¹,高知睿¹,林茂峰¹

(1.中国地质调查局天津地质调查中心,天津 300170;

2.天津地热勘查开发设计院,天津 300170)

摘要:锡力诺尔金矿位于二连-贺根山断裂带偏南侧,为国土资源大调查中新发现的金矿点。本文在系统研究苏左旗-阿巴嘎旗地区成矿地质背景和成矿规律基础上,对锡力诺尔金矿点的地质特征和控矿因素进行了阐述,认为金矿化体主要赋存于二叠系上统林西组的细砂岩、砂砾岩的层间破碎带中,受控于北东向韧性剪切构造带和次级张性裂隙。通过锡力诺尔金矿点与外围金矿点的对比分析,初步认为锡力诺尔金矿体的成因类型为石英脉与蚀变岩复合型,矿体主体为低品位蚀变岩型,显示出较好的找矿前景。本文可为摸清该地区的金矿找矿思路和圈定金矿找矿靶区提供借鉴。

关键词:韧性剪切带;控矿因素;成矿作用;锡力诺尔金矿;阿巴嘎旗

中图分类号: P618.51

文献标识码: A

文章编号: 1672-4135(2013)04-0090-06

近年来,前人对内蒙古阿巴嘎旗-苏尼特左旗地区金矿地质特征及成因类型做了一定的研究^[1-4],通过地质调查工作,相继发现了锡力诺尔金矿点、朝克温多尔金矿^[5]、白音宝力道金矿^[6]、巴彦哈尔金矿^[7]、365金矿^[8]等。证实了阿巴嘎旗-苏尼特左旗地区具有较大的金矿找矿潜力。

锡力诺尔金矿区位于内蒙古阿巴嘎旗宝格达乌拉苏木境内,矿区地质调查和找矿勘查工作始于20世纪70年代,内蒙古地质局区域地质测量队完成了1:20万阿巴嘎旗幅区域地质矿产测量,并提交了地质图、矿产图及地质调查报告。2003年,内蒙古地质调查院在锡林浩特境内的阿巴嘎旗幅开展1:20万水系沉积物测量,圈定了一批金钼综合异常,并提交了图幅说明书及相关地球化学图件。2009年,天津地质调查中心通过开展“内蒙古索伦山-东乌旗航空综合站测量异常查证与勘查选区评价”项目,在内蒙古阿巴嘎旗-苏尼特左旗一带进行1:5万化探测量,圈定综合异常42处,发现评价了一批具有较好成矿前景的矿化异常区,包括阿巴嘎旗锡力诺尔乙类金异常和乌和尔楚鲁图钼铜乙类异常。结果发现锡力诺尔地区金异常重现性好,强度较高,浓集中心明显。锡

力诺尔金矿点受北东向韧性剪切带和次级张性裂隙控制,该矿点的发现,丰富了苏左旗-阿巴嘎旗地区金矿类型。深入研究该地区的金矿构造演化特征,将有助于提升人们对该区域金矿床成因的认识,为进一步圈定金矿找矿靶区提供借鉴。

1 成矿地质环境

矿区位于西伯利亚东南大陆边缘晚古生代陆缘增生带,二连-贺根山断裂带偏南侧^[9-10](图1)。

区内地层主要为二叠系上统林西组沉积碎屑岩和火山碎屑岩。区内断裂和褶皱构造发育,以北东东向展布为主,构成区内主导控矿、容矿构造,并发育伴生次生断裂,这些断裂及其派生、伴生的次级断裂控制了区内不同规模的金矿。另外位于苏左旗南部发育交其尔W-NEE向大型推覆构造带及其下盘的韧性剪切带,伴随韧性剪切作用发生金矿化,一定程度的形成石英脉型和蚀变岩型金矿^[11-13]。区内侵入岩较发育,主要为古生代-中生代花岗岩、花岗斑岩,呈岩株、岩枝、岩墙状沿北东向产出,由于该地区的构造演化经历了由大洋板块俯冲、大陆板块碰撞拼合、碰撞后伸展、非造山等阶段,形成了由俯冲、碰

收稿日期:2014-03-31

基金项目:中国地质调查项目:内蒙古阿巴嘎旗乌和尔楚鲁图一带矿产远景调查(1212011120720)

作者简介:俞初安(1980-),男,硕士,工程师,2005年毕业于石家庄经济学院,现从事地质矿产勘查研究, E-mail: yurengan@163.com。

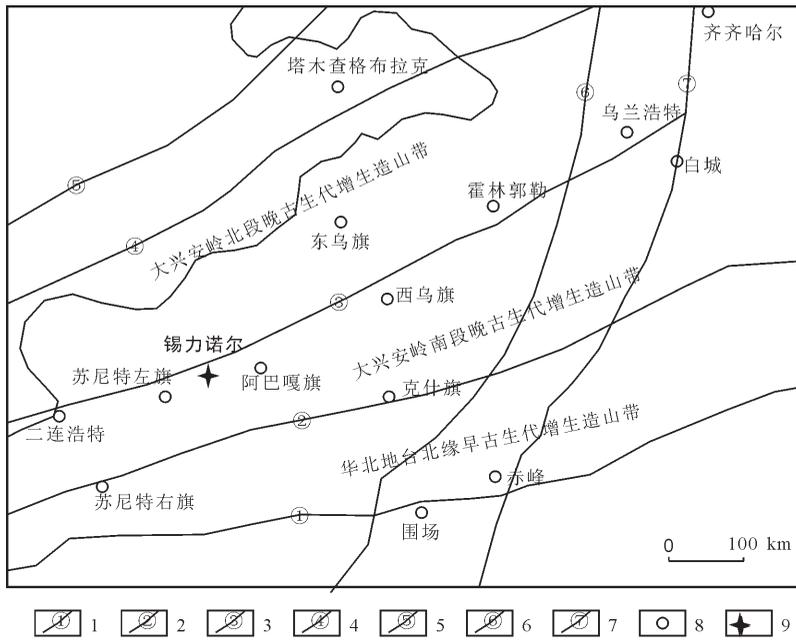


图1 大兴安岭南段及邻区构造简图(据刘建明等,2004 修编^[10])

Fig. 1 Simplified tectonic map of the southern Greater HinganMts and its adjacent area(modified after Liu et al.,2004^[10])

1.华北地台北缘断裂带; 2.西拉木伦河断裂; 3.二连-贺根山断裂; 4.乌努尔鄂伦春断裂; 5.得尔布干断裂; 6.大兴安岭主脊断裂; 7.嫩江深断裂; 8.研究区

撞、碰撞后及非造山等不同类型的岩浆岩^[14-16]。

2 矿区地质

2.1 地层

本区出露地层单一,主要是上二叠统林西组下部(P_2^1)碎屑岩和上部(P_2^2)中酸性火山岩,林西组主要包括细砂岩、粉砂岩、含砾砂岩夹炭质板岩、灰岩等,其中以细砂岩和粉砂岩分布为主,主要分布于测区的北部和西部,出露最大厚度为2.3 km。火山岩主要由安山岩、英安岩、安山质砾岩、流纹岩夹含砾粗砂岩等组成,安山岩和英安岩为主要岩性,出露最大厚度为1.2 km。区内第四系残坡积物和风成砂覆盖严重,基岩出露面积小(图2)。

2.2 构造

区内构造活动强烈,断裂和裂隙发育,受两大板块碰撞作用所形成的韧性剪切作用是主要控矿作用,岩石常表现为片理化、糜棱岩化特征。构造按走向可分为两组,其一是北东向构造挤压破碎带,其二是该破碎带派生的北西向次级断裂带。金矿化主要产于地层的层间破碎带和次级裂隙中,其中北东向构造挤压断裂带是含金热液活动起的通道,层间裂隙与派生的北西向次级裂隙是容矿场所。

2.3 岩浆岩

区内岩浆活动以脉岩为主,未见有大面积的侵入岩体。脉岩类型多样,成分复杂,主要有花岗岩脉、花岗斑岩脉、花岗细晶岩脉、闪长岩脉和石英脉等,其中以花岗斑岩脉居多。脉岩走向以北东东向为主,宽度为3~30 m不等,测区的脉岩延伸较短,大部分以透镜体形式分布,而测区中西部的脉岩相对较为连续,长度为10~100多米,宽度为6~20 m。脉岩中节理发育,节理裂隙中多充填石英细脉,脉体局部可见褐铁矿、孔雀石等表生矿物。

2.4 地球物理特征

测区进行了1:10 000 激电中梯测量工作,由于受到大面积炭质页岩的影响,本区的视极化率、视电阻率异常,在不同地段影响大小不一。异常幅值由西北向东南呈阶梯式依次降低,由西北向东南依次抬高,电场形成了明显的低阻高极化、高阻低极化异常特征。激电异常由于炭质页岩的干扰而无法确定是否为矿致异常,还需要进一步的工作进行验证。

2.5.地球化学特征

2.5.1 1:5万地球化学异常特征

异常区主要由Au、W、As、Sb元素组成,异常形态总体呈NE向展布,异常元素具有一定的套合,衬度较高的是Au、W、As、Bi,规模较大的是Au、W、As,分带明显(图3)。

2.5.2 1:1万地球化学异常特征

测区共有37个综合异常,西部异常分布相对零散,不具有明显的浓集中心,除了Au、As、Ag元素相对套合较好外,其它9种成矿元素或指示元素的数值都较低。从表1中可以看出,金的变异系数较大,显示了金矿化的极不均匀性,其次是Mo、As、Sb等元素的分离系数显示了它们明显富集的地球化学特征。测区金异常的几处峰值甚至达到边界品位,但是与其它成矿元素的异常位置有偏离。由于测区多为第四系风成沙土覆盖,无法对部分高值异常点进行解释,但大部分的异常点主要位于主要位于含有石英脉的地层和花岗岩中。因此,Au的部分高值点显示了该区具有较好的找矿潜力,但该区的矿体形态和规模

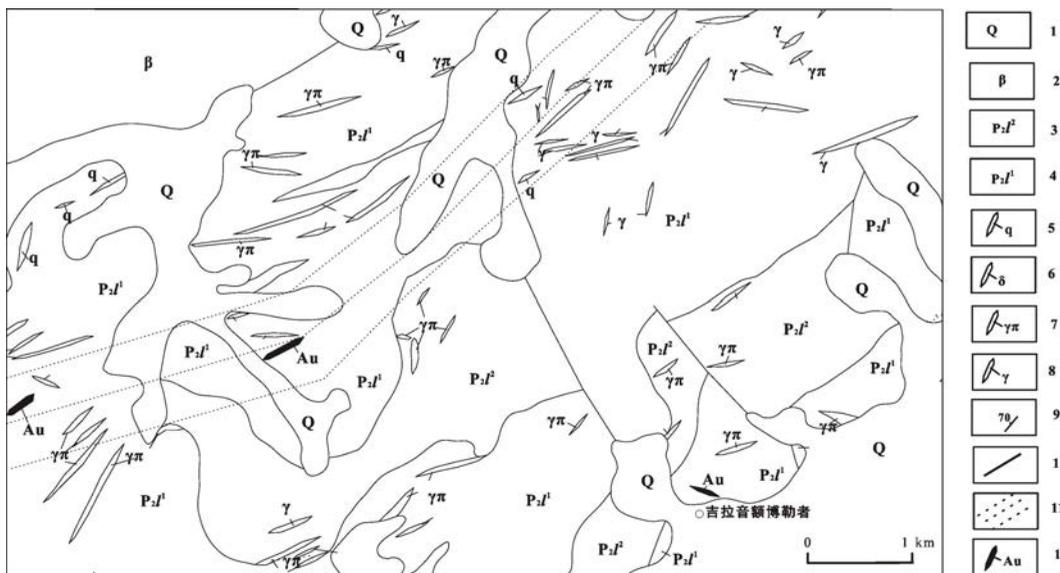


图2 阿巴嘎旗锡力诺尔金矿地质略图

Fig.2 Geological sketch map of the Xili-nuergold mine in Abaga Banner

1.第四系; 2.玄武岩; 3.林西组上部; 4.林西组下部; 5.石英脉; 6.闪长岩脉;
7.花岗斑岩脉; 8.花岗岩脉; 9.地层产状; 10.性质不明断层; 11.韧性剪切带; 12.含金石英脉

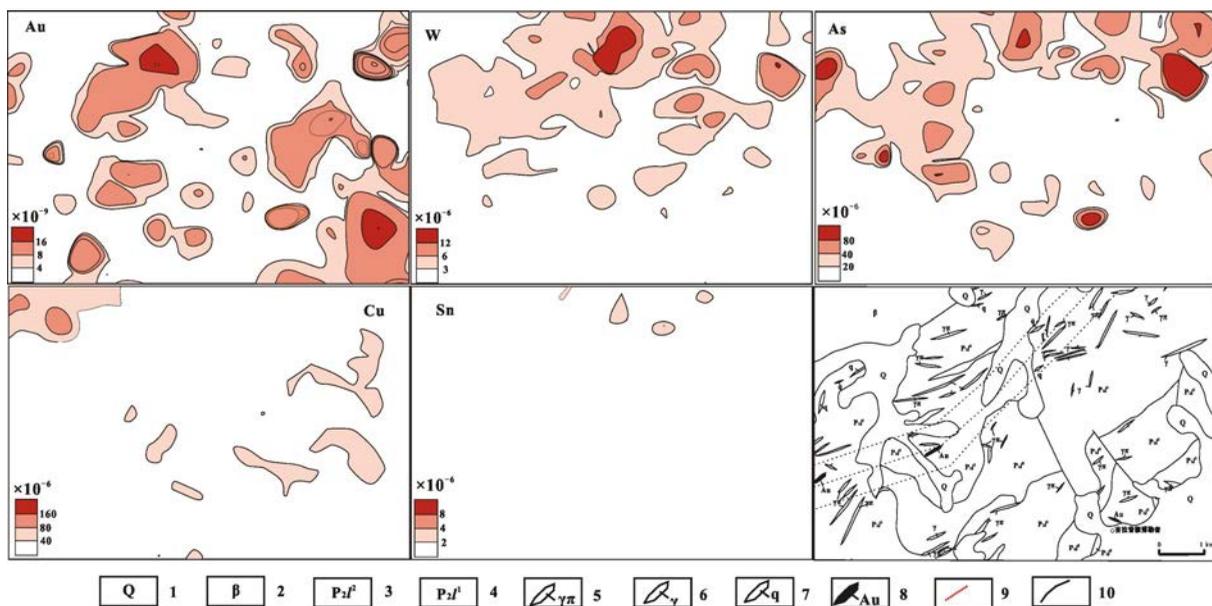


图3 锡力诺尔金矿区异常剖析图

Fig. 3 Anomaly interpretation map of the Xili-nuergoldmine

1.第四系风成砂和冲洪积物; 2.玄武岩; 3.林西组上部; 4.林西组下部; 5.花岗斑岩脉; 6.花岗岩脉;
7.石英脉; 8.金矿化体; 地质部分同图2

还需进一步的工程验证。

3 矿体地质

3.1 矿体特征

测区共发现数处含金石英脉或硅化蚀变带,矿体地表延伸长度为100多米,宽度为3~5 m,规模较小。金矿化体主要赋存于包尔敖包组地层的层间破

碎带中,矿脉断续相连,尖灭再现、膨胀收缩现象明显,多呈透镜、长扁豆状产出。在钻孔验证中,表现为厚大低品位金的特征,矿石类型为贫硫化物含Au石英脉和蚀变岩复合型。含金石英脉在探槽中的金矿体品位为0.67~23.46 g/t,视厚度为4.9 m,平均品位为6.62 g/t,矿体产状为170°∠59°,而深部钻探工程中品位大于1 g/t的金矿体,其最大视厚

度为5 m,平均品位为1.55 g/t,赋矿地质体为硅化破碎带和硅化碳质板岩;品位为0.2~1 g/t的金矿化体,最大视厚度为17.60 m,平均品位为0.263 g/t,赋矿地质体为层间破碎带和硅化碳质板岩、细砂岩,显示出低品位蚀变岩型的成矿特征,证实该矿区具有较好的成矿前景(图4)。

3.2 矿石特征

矿石结构构造类型较多,分布普遍的有粒状、糜棱、碎裂结构,细脉状、网脉状、块状、角砾状构造。

矿石矿物组成:矿石中的主要金属矿物有自然金、黄铁矿、黄铜矿、褐铁矿、孔雀石;脉石矿物主要有石英、长石、方解石、绿泥石等。

3.3 围岩蚀变

容矿围岩主要为砂岩、砂砾岩、碳质板岩。区内

围岩蚀变主要为硅化、褐铁矿化、黄铁矿化、碳酸盐化、高岭土化、绿泥石化等,其中金矿化与硅化关系密切。

4 控矿因素分析

矿体受地层岩性、断裂、岩浆岩的多重控制。

4.1 地层对金矿的控制

林西组地层分布于宝格都乌拉敖包西南地区,不连续出露,呈北东东向断续分布,区内金、钨、钼、铜等矿床(点)均分布于该地层中,如必鲁甘干钼铜矿、乌和尔楚鲁图钼矿、朝克温都尔金矿、锡力诺尔金矿等均受控于林西组地层。

根据测区林西组地层不同岩性的金及有关矿化元素丰度值的分析,地层所含的金富集系数较高,Au

表1 矿区主要成矿元素及指示元素含量及变化系数

Table1 Variation coefficients of the main ore element and indicator element concentration

元素	Au*	Ag	W	Mo	Sn	As	Sb
均值	12.36	0.13	3.32	4.20	2.68	44.98	1.51
标准离差	40.03	0.11	2.95	7.76	2.83	59.88	1.20
变异系数	3.24	0.79	0.89	1.85	1.06	1.33	0.79
地壳丰度(泰勒,1964)	4.00	0.07	1.50	1.50	2.00	1.80	0.20
浓度克拉克值	3.09	1.92	2.22	2.80	1.34	24.99	7.53

注:*质量分数单位为($\times 10^{-9}$),其它质量分数单位为($\times 10^{-6}$)。

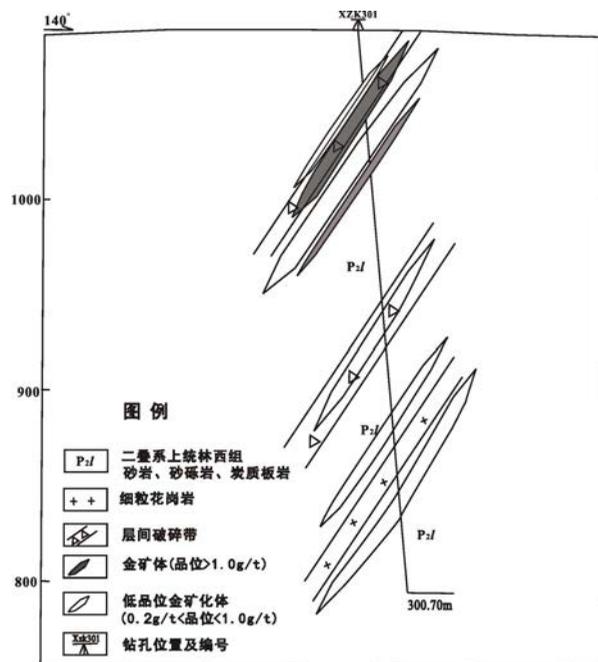


图4 锡力诺尔金矿点3-3' 勘探线剖面简图

Fig. 4 Simplified map of prospecting line 3-3' of the Xili-nuoer gold deposit

元素含量大都具有高背景(表2)、分异性好等特点,显示出区内成矿与地层中丰富的原始物质来源密切相关。

4.2 构造控矿作用

区内发育多组构造,其中北东向构造挤压断裂带是含金热液活动的通道,层间裂隙与派生的北西向次级裂隙是容矿的场所。海西期,成矿带发生强烈的褶皱运动,印支期由于北东向构造挤压形成的韧性剪切带为含金矿物的运移、富集及赋存提供了良好的通道和场所。

4.3 岩浆活动对矿床的控制

测区脉岩广泛发育,尽管地表未见侵入岩出露,但深部可能存在隐伏岩体才能在地表形成大规模的脉岩群,该认识已经在部分钻孔中得到证实。隐伏岩体的存在说明本区具有融熔富集产生岩浆的成岩活动^[18],并为金矿热液的运移提供了热动力作用。区内花岗岩的微量元素含量表现出金、银、钨、钼等成矿元素相对富集的特征(表3)。另外紧邻测区西

部的乌和尔楚鲁图和必鲁甘干斑岩型钼铜矿,侵入岩体均为含矿岩体,与成矿关系非常密切。

5 矿化富集规律与找矿标志

5.1 矿化富集规律

区内矿化明显受韧性剪切带和脆性断裂带的控制。在韧性剪切作用形成的层间破碎带和次级脆性裂隙是金矿赋矿的有利部位,虽然金矿化体矿石品位偏低,但深部矿体厚度具有一定的规模。与金矿化有关的围岩蚀变主要为硅化,金矿化较好的富集部位为:层间破碎带、脉岩和接触带破碎蚀变强烈的部位。

5.2 找矿标志

(1)烟灰色石英脉或蜂窝状格架石英脉是重要的含金石英脉。

(2)糜棱状、角砾状、碎裂状构造是金矿化矿石的组构特征。

(3)石英脉中的矿物组合及矿物粒度的大小是决定该石英脉含金性的重要标志。一般金属硫化矿物种类越多、颗粒越细、组合越复杂,找金的前景越好。而团块状褐铁矿化或者自型程度高的黄铁矿化的金矿化则相对较差。此外,石英脉期次的多少、石英脉的破碎程度也是确定其含金性好坏的重要标志,一般破碎程度较高的网状石英脉含金较好,而较完整石英脉一般不含金或含金品位低。

6 成矿作用探讨

内蒙古苏尼特左旗-阿巴嘎旗地区位于中朝板块北缘中段。该地区在三叠纪时期发育了一系列韧性剪切变形带,巴彦温都尔-乌拉音敖包即为其最为典型的一条^[19],位于该韧性剪切带的金矿点有巴彦温都尔金矿。而于永安等^[8]认为苏左旗南部由北至南形成3条大型韧-脆性剪切带,控制着区内所有金矿床(点)和金矿化带的分布,除了巴彦温都尔金矿点外,还有白音宝力道、365等金矿点(图5)。区域经过长期而复杂的构造-岩浆演化,形成石英脉、蚀变岩、糜棱岩等具有剪切带特征的系列金矿床。

笔者结合锡力诺尔矿区的地质特征和岩石组构特征,认为位于苏左旗-阿巴嘎旗交界地区即从锡力诺尔-朝克温都尔一带存在一处韧性剪切带。

区内金矿床(点)是长期构造-岩浆演化的产物。结合赵利青等^[11]提出了三叠纪金矿化特征,认为苏尼特左旗地区金矿成矿时代为242~229 Ma,剪切带金成矿作用分为3阶段成矿模式。苏尼特左旗-阿巴嘎旗地区主要经历了矿源层形成、韧性剪切活动及金矿化、脆韧性剪切活动及金矿化、后期脆性变形叠加及金矿化等4个成矿演化过程。

7 结论

1)锡力诺尔金矿体主要赋存于二叠系上统林西

表2 锡力诺尔地区地层矿化元素丰度值

Table 2 Mineralization element abundance of the Xili-nuoer strata

样品	Au(10^{-9})	Ag(10^{-6})	Cu(10^{-6})	Pb(10^{-6})	Zn(10^{-6})	W(10^{-6})	Mo(10^{-6})	资料来源
P ₂ 组地层平均值	5.4	0.1	16.1	15.9	115.7	4.4	6.4	本文
P ₂ b组地层平均值	9.9	0.2	26.4	12.6	74.1	3.3	5.7	本文
华北地台地壳元素丰度值	1	0.057	30	13	74	0.6	0.5	鄢明才,迟清华,1997

注:数据来源于1:5万地球化学测量岩石数据和鄢明才,等1997^[17]数据;测试单位为华北地质勘查局247大队

表3 花岗岩脉微量元素含量

Table 3 The trace element content of igneous rock

样品	Au(10^{-9})	Ag(10^{-6})	Cu(10^{-6})	Pb(10^{-6})	Zn(10^{-6})	W(10^{-6})	Mo(10^{-6})	资料来源
花岗岩脉平均值	4.4	0.1	20.5	33.2	52.4	4.9	6.4	本文
中国花岗岩化学成分平均含量	0.48	0.06	36.00	26	40	1.0	0.7	地球化学勘查分册,2006

注:数据来源于1:5万地球化学测量岩石数据,测试单位为华北地质勘查局247大队

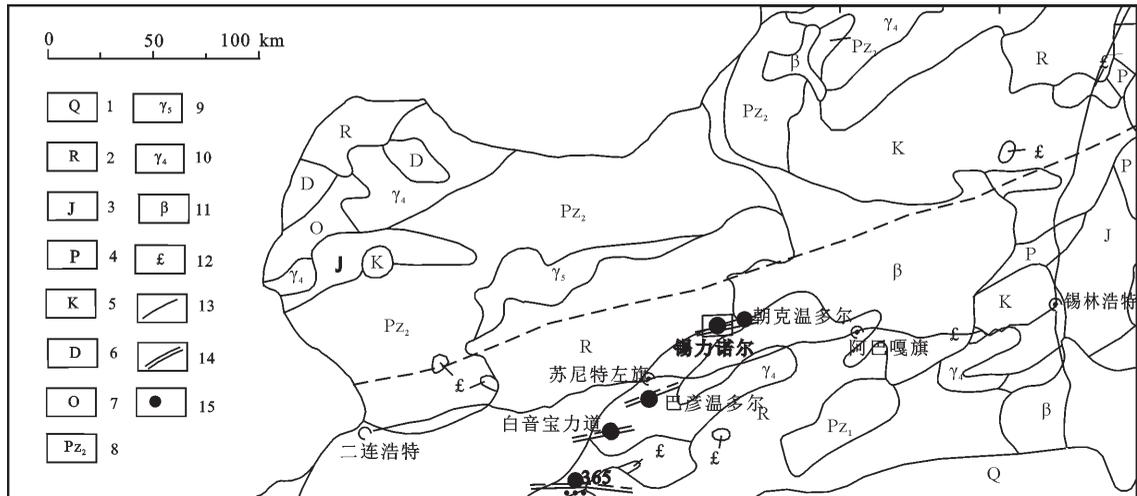


图5 内蒙古苏尼特左旗-阿巴嘎旗地区金矿点分布图(据华北地台1:250万地质矿产图修编)

Fig. 5 Distributed map of gold mine in Sunitzuo - Abaga Banner area, Inner Mongolia

(modified after geological mineral map of scale 1:2500000 in North China Platform)

- 1.第四系; 2.新近-古近系; 3.白垩系; 4.侏罗系; 5.二叠系; 6.泥盆系; 7.奥陶系; 8.上古生界; 9.燕山期花岗岩; 10.华力西期花岗岩; 11.玄武岩类; 12.超镁铁质岩类; 13.隐伏推测断裂; 14.韧性剪切带; 15.金矿床(点)

组的细砂岩、砂砾岩的层间破碎带中,化探异常显示北东向延伸的分布特征与韧性剪切带的空间分布相对应。2)通过槽探、钻探工程验证,矿体表现为上部为石英脉型,下部为低品位蚀变岩型的分布特征。3)根据该地区的金矿床分布特征,笔者认为金矿勘查在地表寻找含金石英脉同时,尤其注意围绕韧性剪切带中低品位蚀变岩型金矿化体进行勘查研究,以期本区取得找矿突破。

参考文献:

[1]张臣.内蒙古苏尼特左旗侵入岩谱系单位划分及岩浆演化特征[J].中国区域地质,1999,18(1):46-53.
 [2]陈旺.内蒙古巴彦哈尔-昌特敖包地区金矿地质特征及找矿潜力初探[J].矿产与地质,2003,(96):211-213.
 [3]赵国春,刘刚.内蒙古苏尼特左旗巴润萨拉北东向强变形带的构造特征及其形成环境[J].现代地质,1995,9(2):226-233.
 [4]李述靖,高德臻.内蒙古苏尼特左旗地区若干地质构造新发现及其构造属性的初步探讨[J].现代地质,1995,9(2):130-141.
 [5]汤超,杨亮.内蒙古朝克温多尔金(铜、钼)矿成矿地质特征[J].地质调查与研究,2009,32(4):284-290.
 [6]张炯飞,庞庆邦,朱群,等.内蒙古白音宝力道花岗岩铂铀U-Pb定年—白音宝力道金矿成矿主岩的形成时代[J].地质通报,2004,23(2):189-192.
 [7]王桂琴,陈旺,罗先熔,等.内蒙古巴彦哈尔金矿物化探找矿方法[J].黄金地质,2002,8(3):60-64.

[8]于永安,刘兴国,王建华,等.内蒙古东苏旗南部金矿控矿和预预选区分析[J].黄金地质,2004,10(2):39-42.
 [9]肖伟,王义天,江思宏,等.内蒙古及邻区地质矿产简图及地形地貌特点[J].地球学报,2010,31(3):473-484.
 [10]刘建明,张锐,张庆洲.大兴安岭地区的区域成矿特征[J].地学前缘,2004,11(1):269-277.
 [11]赵利清,孙世华,肖成东,等.内蒙古苏尼特左旗地区发现三叠纪金矿化[J].黄金地质,2003,9(4):1-7.
 [12]袁士松,葛良胜,郭晓东,等.内蒙古苏尼特左旗地区韧性剪切带及其控矿作用研究—以巴彦温都尔金矿为例[J].西北地质,2009,42(4):10-21.
 [13]祝洪臣,王海坡,张炯飞.内蒙古苏尼特左旗两种不同成因类型金矿[J].吉林大学学报(地球科学版),2006,36(5):759-766.
 [14]陈斌,徐备.内蒙古苏尼特左旗地区古生代两类花岗岩类的基本特征和构造意义[J].岩石学报,1996,12(4):546-561.
 [15]张臣.内蒙古苏尼特左旗侵入岩谱系单位划分及岩浆演化特征[J].中国区域地质,1999,18(1):46-53.
 [16]张臣,李茂松.内蒙古苏尼特左旗地区晚古生代构造岩浆活动及地壳演化特征[J].高校地质学报,1997,3(1):31-39.
 [17]鄯明才,迟清华.中国东部地壳与岩石的化学组成[M].北京:科学出版社,1997.
 [18]张华全,时永发,刘广智.山东莱州市平里店金矿区成矿远景评价[J].黄金地质,1998,4(4):33-37.
 [19]高德臻,徐有华,内蒙古苏尼特左旗韧性剪切带研究[J].地质与勘探,2000,36(5):31-35.

Groundwater Contamination Assessment in the Luanhe River Delta

CHEN Peng, MA Zhen, WANG Wei*, SHI Pei-xin, MENG Li-shan, DU Dong

(Tianjin Center, China Geological Survey, Tianjin, 300170, China)

Abstract: The Luanhe river delta with large population is one of the key economic zones of North China. Groundwater is main water supply source in the area. The groundwater has been polluted due to the sewage from industry and town living, also fertilizer and pesticide from agriculture. Field investigation was conducted in the delta where 399 groundwater samples were collected. Each sample has been test 34 indexes that include three nitrogen indicators, toxic heavy metal indicators, VOCs and SVOCs. The groundwater pollution situation has been evaluated by the Comprehensive Contamination Index Method. It turns out that the groundwater pollution is mainly influenced by industrial pollution, followed by agricultural pollution in the delta. The shallow groundwater has been contaminated by human activities, mainly slightly contamination. The ration of uncontaminated groundwater is lower than the very heavily contaminated. The deep groundwater quality is better than the shallow. A few of samples show lightly or very heavily polluted. The polluted water distributes point-like type. The main factors influence groundwater quality that has been slightly polluted due to “three nitrogen”.

Key words: Luanhe river delta; groundwater; contamination; assessment

Study of Geological Characteristics and Mineralization in Xilinoer Gold Deposit, Abaga Banner, Inner Mongolia

YU Reng-an¹, ZHANG Chao¹, DUAN Ming¹, TANG Chao¹, TANG Yong-xiang²,

LIU Xiao-xue¹, GAO Zhi-rui¹, LIN Mao-feng¹

(1. Tianjin Center, China Geological Survey, Tianjin, 300170, China;

2. Tianjin Geothermal Exploration Institute, Tianjin, 300170, China)

Abstract : Located in the southern of Erlian-Hegenshan fracture, Xilinoer gold deposit is newly found during implementation of land resources survey program. Based on the research of ore-forming geological background and ore-control regularity in Sunitzuo-Abaga Banner area, this paper mainly discuss geological characteristics and ore-control factors. Ore bodies mainly occur in the interlayer fracture zone between sandstone, glutenite interlayer fracture belt of Up Permian Linxi formation, controlled by northeast ductile shear zone and secondary tensile fracture. Contrasted with gold deposit(point) outside, genetic types of Xilinoer gold deposits is quartz vein type and alteration rock complex type. The ore bodies are alteratde rocks with low grade, showing a good prospecting. This paper can provid a reference for the gold prospecting.

Key words : ductile shear zone; ore-controlling factor; mineralization; Xilinoer gold deposit; Abaga Banner