文章编号:1007-3701(2003)01-0033-06

内蒙古中部召河庙地区金矿 成矿规律及找矿预测

陶继雄¹, 许立权^{1,2}

(1. 内蒙古自治区地质调查院,内蒙古 呼和浩特 010020; 2. 中国地质大学地球科学与资源学院,北京 100083)

摘要:总结了召河庙地区金矿的成矿规律,指出本区所发现的具一定规模的金矿(化)点在区域 上主要集中分布于青灰窑子-大井-程二沟-东柜-线,矿体均为含金石英脉。容矿岩系为新 太古代变质石英闪长岩、斜长花岗岩。成矿物质来源主要为古老的变质中基性深成侵入岩,即所 谓广义的绿岩带。矿源岩中金物质的活化受深断裂作用、韧性剪切作用、退变质作用、变质流体 以及岩浆热液的多重影响,其中以构造作用和岩浆热液最为重要。金矿的形成时期较长,主成矿 时期在元古代。预测程二沟-白音查干-东柜一带为今后进一步寻找金矿的优选靶区。 关键 词:金矿;成矿规律;构造-热液成矿作用;召河庙地区 中图分类号:P618.51 文献标识码:A

召河庙地区岩金矿点分布广泛,目前所知均为 小型石英脉型金矿,明显受构造控制,多赋存于破碎 带、剪切带和蚀变带中,具有品位高、规模小的特点。 通过近期 1:5 万区调工作,对该地区金矿的成矿特 征、成矿规律进行了初步研究,提出以下认识。

1 区域地质演化概况

召河庙地区位于华北陆块北缘新太古代陆缘 裂谷带东段,经历了自太古宙以来的历次构造运动,具有复杂的构造演化史(图1)。古中太古代时期,由于地幔的分离作用和物质向地面运移,发育 了初始的硅铝壳,逐渐发生陆海分化,形成古隆起 和古海盆。在古海盆中大规模的火山作用,聚集了 以镁铁质火山岩为主的火山一沉积岩系即古太古 界兴和岩群。之后发生一期强烈的构造一岩浆热事 件,同时发生麻粒岩相的区域变质作用,由部分熔 融或重熔形成一系列变质深成岩,与兴和岩群构成

收稿日期:2002-11-25

基金项目:中国地质调查局国土资源大调查项目(20013000 08031).__、,,,,,,-_

本区早期陆核基底。新太古代时期,在由古陆核组 成的穹隆区边缘,形成类似现代大陆边缘活动带或 弧后盆地的裂谷环境,大量岩浆上涌,在狭长的槽 形盆地内,聚集了大量火山一沉积物质,即新太古 界色尔腾山岩群绿岩建造。在绿岩建造沉积以后, 本区发生了再一次较为强烈的构造一岩浆热事件 即色尔腾山运动,大量花岗质岩浆侵入,形成了与 绿岩带密切伴生的一系列 TTG 型花岗岩(斜长花 岗岩、石英闪长岩)。至此,本区太古宙地体基本克 拉通化。

中晚元古代,以色尔腾山岩群褶皱为基底的陆 壳边缘处于伸展拉张环境,加之局部不均衡的升隆 作用,从而产生近 EW 向断裂并形成狭长的坳陷 盆地,沉积了渣尔泰山群。中晚元古代末期,渣尔泰 山群因白云鄂博运动褶皱回返,经历了多期次强烈 的构造变形。

本区进入稳定地块发展阶段后,一直处于隆起 剥蚀状态,所以从晚元古代至中生代侏罗纪缺失相 应的沉积记录,阶段性的应力松驰造成一种拉张环 境,形成近 EW 向和 SN 向的华力西期、燕山期多 次岩浆侵入。

第四纪喜山期差异性升降运动,导致了地形强

作者简**刁:南**酁耀(1965—),男(汉族),地质矿产工程师,从 事区域地质矿产调查工作.



图 1 召河庙地区地质略图

Fig. 1 Geological sketch map of Zhaohemiao area

1. 金矿点;2. 同位素样品采集点;3. 控矿韧脆性断裂;4. 断层;5. 不整合界线;Qh-第四系全新统;N₂-新近系;K₁bn -白垩系白女羊盘组;Chz - 渣尔泰山群;Ar₃d - 新太古代色尔腾山岩群东五分子组;Ar₁xh - 古太古代兴和岩群; J₂ γ - 侏罗纪花岗岩;P₁ γ - 二叠纪花岗岩;Ar₃D γ o - 新太古代东柜斜长花岗岩;Ar₃M ∂ o - 新太古代明星沟石英闪长岩;Ar₃B γ o - 新太古代宝日哈沙斜长花岗岩;Ar₃G ∂ o - 新太古代公忽洞石英闪长岩

烈切割,沟谷纵横,控制了砂金矿的形成与分布。

2 金的成矿规律

2.1 金矿(点)分布特征

到目前为止,召河庙地区所发现的具一定规模 的金矿(化)点均产于新太古代蚀变斜长花岗岩、石 英闪长岩之中。区域上分布主要集中于青灰窑子一 大井-程二沟-东柜一线,矿体均为含金石英脉。 金矿化在区域上分布严格受近 EW(或 NW)向展 布且多次活动的韧脆性剪切带控制,矿体直接分布 于带内或与其有直接生成关系的次级剪切构造带 内,赋存于构造带内的烟灰色石英脉更是赋金的指 示标志。

2.2 容矿岩系特征

对本区新太古代的变质地层、变质侵入岩中金 及其他成矿元素进行光谱分析,从结果(表 1)可以 看出:

(1)容矿岩系石英闪长岩、片麻状斜长花岗岩 的 Au 及其他成矿元素含量不高,Au 为 $1.25 \times 10^{-9} \sim 1.30 \times 10^{-9}$,普遍低于地壳克拉克值。容矿 岩系的金属丙素組合为 Au-Cu-Pb-Zn。

(2) 色尔腾山岩群不同岩石类型的金丰度值也

都低于地壳克拉克值(3.5×10^{-9}),原岩为变质火 山岩的斜长角闪岩其 Cu,Zn 含量明显高出其他岩 石。磁铁石英岩中 Au,Mo,As,Sb 和 Hg 具明显异 常。

上述微量金分析结果与夹皮沟、金厂沟梁、冀 东、张家口、色尔腾山地区新太古代容矿岩系金的 丰度值相比较,明显偏低。但真允庆(1989)曾明确 指出,所测地质体的金丰度不能完全代表其原始金 丰度,要了解矿源层中的原始金丰度还必须测定岩 石中的钯,因此,我们认为本区的金丰度值也不能 代表地质体的原始金含量。造成本区新太古代变质 花岗岩中金含量低的原因,可能是该类花岗岩中构 造破碎带十分发育,导致岩石中大量的金向构造减 压带迁移。

本区金矿(点)主要容矿围岩的 SiO₂ 含量 58.76%~66.68%,Na₂O>K₂O,REE 总量极低 (27.682~128.248×10⁻⁶),且具强烈的 Eu 正异 常,富 Sr,Ba 而贫 Rb,(87 Sr/ 86 Sr)_i = 0.702448± 0.000003,说明该类花岗岩来源于地幔(或有少许 下地壳成分),成因类型大致属于 I 型花岗岩。该类 花岗岩均经历了变质作用、构造作用的改造,强烈 蚀变,具绢云母化、黝帘石化、绿帘石化和个别地段 钾化。

表 1 召河庙地区新太古代地质体成矿元素平均含量

Table 1 Average metallogenic element contents of Late Archaean geological body in Zhaohemiao area

| 岩石 单位 | 岩石类型 | Au/10 ⁻⁹ | Mo | Ag | Cu | Pb | Zn | As | Sb | II /10 ⁻⁹ |
|---------------------------------------|---------|---------------------|--------------------|------|------|------|------|------|---------------------|----------------------|
| | | | $w_{ m B}/10^{-6}$ | | | | | | | |
| 色尔腾山岩群 | 斜长角闪岩 | 1.30 | 0.09 | 62.3 | 10.0 | 93.5 | 1.9 | 0.28 | 0.55 | 5.8 |
| | 黑云片岩 | 1.20 | 0.10 | 21.7 | 13.9 | 65.9 | 1.9 | 0.29 | 0.55 | 5.1 |
| | 磁铁石英岩 | 1.35 | 0.07 | 21.9 | 2.6 | 53.6 | 3.4 | 0.48 | 1.28 | 7.95 |
| | 黑云石英片岩 | 0.9 | 0.1 | 21.4 | 11.7 | 47.1 | 1.45 | 0.26 | 0.43 | 5.03 |
| $\mathrm{Ar}_{3}\mathrm{M}\ \delta o$ | 变质石英闪长岩 | 1.25 | 0.07 | 43.6 | 8.9 | 88.1 | 1.6 | 0.26 | 0.41 | 5.40 |
| $\mathrm{Ar}_{3}\mathrm{D}$ Yo | 变质斜长花岗岩 | 1.30 | 0.07 | 25.4 | 8.8 | 56.8 | 2.4 | 0.8 | 0.32 | 6.3 |

注:样品由内蒙古地质矿产研究所采用 X-荧光法分析。

本区所有金矿体主要局限于变质斜长花岗岩 体和变质石英闪长岩体的分布地段,表明石英闪长 岩对含金溶液的沉淀明显地起着有效的地球化学 屏障作用。

2.3 构造控矿特征

本区所有金矿均呈脉状产出,是由各种热液作 用形成的后生矿床。含矿构造的多次活动,造成了 金矿化的多次叠加富集,构造作用是这一机制的主 要动力来源,具构造一热液成矿作用的特征。因此, 构造控矿十分明显。

绝大多数金矿化体的分布基本上受近 EW 向 或 NW 向构造破碎带的控制。本次工作在进行区 域岩石地球化学特征研究的基础上,分别对新太古 代变质斜长花岗岩、变质石英闪长岩中的破碎带、 矿化蚀变带以及矿化带外围的岩石、石英脉采集了 共计 39 件微量金样品,由分析结果(表 2)可以看 出:

(1)斜长花岗岩的含金性与其所处的构造位置 有关,分布于构造破碎带之中的斜长花岗岩含 Au 高达 471.8×10⁻⁹,平均值比构造破碎带外斜长花 岗岩的金含量高出 10~20 倍。

(2)石英脉的含金性与其产状有明显联系,沿 破碎带、蚀变带走向侵入的石英脉含金量要高出横 切破碎带、蚀变带的石英脉 7~8 倍。

由构造作用引起的与成矿有关的微量元素地 球化学异常十分明显,关于这一点,我们在区内白 音查干东侧中元古界渣尔泰山群与新太古代花岗 岩接触界线处<u>垂直</u>二者界线进行了地球化学剖面 调查。在渣尔泰山群砂砾岩与花岗岩之间断层的下 盘,早期韧性剪切变形作用形成的花岗质糜棱岩被 晚期破碎带叠加,形成一矿化蚀变带,其中 Au, Ag,Hg,Cu,Pb 和 Zn 均形成异常,明显高于两侧 岩石。碎裂花岗质糜棱岩中金含量高达 44.6 × 10^{-9} ,高出构造带之外花岗质岩石金含量 (1.6×10^{-9}) 的 28 倍。

表 2 Ar₃M δo 和 Ar₃D 7o 中构造带、矿化带内及外围岩石金含量 Table 2 Gold content of structural belt, metallizing belt and wall rock in Ar₃M δo and Ar₃D 7o

| 不同构造部位 | 样品 | $Au/10^{-9}$ | | | | | |
|---------------------------|-----|--------------|------|--------|--|--|--|
| 的岩石类型 | 数/个 | 最高值 | 最低值 | 平均值 | | | |
| 破碎带、蚀变带外 斜长花岗岩 | 9 | 23.8 | 1.6 | 11.34 | | | |
| 破碎带、矿化蚀变带内的 碎裂、蚀变斜长花岗岩 | 15 | 471.8 | 30 | 137.81 | | | |
| 与破碎带、矿化带 走向一致的石英脉 | 8 | >1500 | 51.4 | 148.9 | | | |
| 与破碎带、矿化带 走向相切的石英脉 | 7 | 41.1 | 14.6 | 27.8 | | | |

从本区大多数金矿点的产出位置看,叠加于剪 切带之上的破碎带直接控矿。区内与金矿分布有着 密切联系的韧性剪切带为白音查干韧性剪切带,位 于程二沟-白音查干-东柜一线,总体走向 300°, 产状为 30°∠70°,出露长度约 7 500 m,宽 50~100 m。剪切带发育于新太古代花岗质岩石之中,宏观 上表现为强片理化的糜棱岩带。为了进一步揭示韧 性剪切带中Au 及其伴生元素的分布规律,在小南 沟南侧该韧性剪切带中进行地球化学剖面调查,表 明这一韧性剪切变质变形带是一个地球化学活动 带,Au 及其伴生元素 Cu,Pb 和 Zn 都在强变形区 内呈现出明显异常,故而韧性剪切带对 Au 及其伴 生元素的迁移、富集起控制作用。

综合研究区内不同方向构造破碎带中的含金 石英脉,可以看出,本区容矿构造可分为两组:(1) 走向近 EW 向的断裂是主要控矿断裂,其特征是 断裂面沿走向呈舒缓波状,断裂带内构造岩一类是 构造片岩,一类是碎裂岩,显示其经历了多期活动。 第一期为成矿前形成的构造片岩,显压扭性,有闪 长玢岩侵位其中。第二期形成构造角砾岩,显张性, 为成矿期活动的产物。(2)另一组控矿构造为 NW 向构造带,该组断裂可以分为三期,只有最后一期 左旋平移正断层对成矿有利。而侵入于其他方向构 造破碎带之中的石英脉含矿性相当差。

2.4 成矿时间

绿岩带丰富的矿源奠定了成矿的基础^[2],但从 矿源到矿床必须经过成矿作用才能完成,而成矿作 用又必须伴随地质事件。绿岩带的形成及其以后演 化的任何地质事件是成矿的动力,都可能形成与绿 岩带有关的金矿,因此所谓绿岩带型金矿,并不限 于绿岩带形成时伴随形成的金矿,还包括伴随绿岩 带演化所形成的一系列金矿^[3,4]。

在容矿围岩新太古代东柜斜长花岗岩中采集 了 2 件同位素测年样品,全岩大样在内蒙古地调院 化验室粉碎挑选出锆石群体,送国土资源部天津地 质矿产研究所进行单颗粒锆石 U-Pb 年龄测定, 测试结果见表 3 及图 2。据两件样品获得的一组锆 石 U-Pb 年龄 2 575~2 676 Ma,该类侵入岩的形 成时代可确定为新太古代。

本区所发现的金矿点几乎全部都产于矿化石 英脉中,而这类矿化石英脉均发育于中元古界渣尔 泰山群浅变质岩系之前的变质岩系中,古生代以后 的各地质体内无任何石英脉侵入,这一事实表明: 本区成矿作用,形成于早太古代克拉通化后由构造 一岩浆活动而产生的强烈韧性剪切作用和热液活 动,与华北陆块太古宙绿岩带主要成矿期一致^[5], 为区内地质历史演化过程中一期重要的地质事件。

表 3 U-Pb 年龄数据 Table 3 U-Pb isotopic data of zircon

| | 地点 | 点 点号 | 牲石类刑 | 206 P b | $\frac{^{208}\mathrm{Pb}}{^{206}\mathrm{Pb}}$ | $\frac{206}{238} \frac{1}{2}$ | $\frac{{}^{207}Pb}{{}^{235}U}^{\textcircled{1}}$ | $\frac{{}^{207}\mathrm{Pb}}{{}^{206}\mathrm{Pb}}$ | 表 面 年 龄/Ma | | |
|------------------|----------|------|-----------------|--------------------|-----------------------------------------------|-------------------------------|--------------------------------------------------|---------------------------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|-----------------------------------------------|
| 样品号 | | | 及特征 | $\frac{1}{204}$ Pb | | | | | $\frac{{}^{206}Pb}{{}^{238}U}$ | $\frac{{}^{207}Pb}{{}^{235}U}$ | $\frac{^{207}\mathrm{Pb}}{^{206}\mathrm{Pb}}$ |
| | 后 | 1 | 玫瑰色半透明 短柱状晶体 | 8410 | 0.07705 | 0.4717 ± 8 | 10.32 ± 2 | 0.1587 ± 1 | 2491 | 2464 | 2442 |
| 4P3TW12-1 | 黑沙 | 2 | 玫瑰黄色透明 短柱状晶体 | 3084 | 0.1493 | 0.5121 ± 26 | $\begin{array}{c} 11.89 \\ \pm 6 \end{array}$ | 0.1685 ± 2 | 2666 | 2596 | 2542 |
| | 图 | 3 | 玫瑰色半透明 长柱状晶体 | 524 | 0.1465 | 0.5110 ± 22 | $\begin{array}{c} 11.84 \\ \pm 6 \end{array}$ | 0.1680 ± 2 | 2661 | 2592 | 2538 |
| | <u>/</u> | 1 | 玫瑰色圆化 晶体 | 4335 | 0.1244 | 0.5130 ± 46 | 12.17 ± 11 | 0.1720 ± 33 | 2670 | 2617 | 2577 |
| 4T W 1058 | 信合当 | 2 | 浅黄色半透明 长柱状晶体 | 9366 | 0.1229 | 0.5099 ± 4 | 12.08 ± 3 | 0.1718 ±1 | 2656 | 2610 | 2575 |
| | I | 3 | 浅黄色透明 短柱状晶体 | 658 | 0.1403 | 0.511 ± 18 | 12.86 ± 47 | 0.1826 ± 14 | 2660 | 2669 | 2676 |
| | | | | | | | | | | | |

注:由天津地质矿产研究所测试;①所示误差为小数点后的最末位数。

3 找矿预测

在本区进行 1:5 万区域地质矿产调查过程中, 检查了前人 1:20 万区域重砂、化探异常及矿点,按 照金矿点的分数据点,初步确定程二沟一白音查干 一东柜一带为成矿有利地段,可做为今后进一步工

作的靶区。

靶区内出露的地层为中元古界渣尔泰山群,岩 浆岩以新太古代变质斜长花岗岩(Ar₃D%)为主 (图 3),有少部分变质石英闪长岩(Ar₃Mδo)。脉岩 见闪长岩脉、石英脉。

区内断裂构造包括韧性断层和脆性断层,韧性



图 2 锆石 U-Pb 年龄测定结果谐和图 Fig. 2 U-Pb concordia diagram zircon

断层发育于新太古代花岗岩中,规模较大的以程二 沟一白音查干一东柜韧性剪切带为代表,走向呈 NW-SE,延伸达4000m,宽约50m。脆性断层以 NW-SE向的一系列北倾逆断层为主,次一级断 层为近SN向的破碎带。区内脆性断层、破碎带控 制了金矿化点(带)的分布,特别是近EW 向构造 破碎带中的石英脉均有Au矿化。

矿化区位于 1:20 万区域化探的 Ag,Cu 异常 区内,Ag 异常区分布于程二沟一白音查干之间,异 常呈圆形,范围约 8 km²。Cu 异常区分布于工作区 南侧后敖包壕—前敖包壕之间,范围约 4 km²,呈 圆形,异常下限为 23.9×10⁻⁹。另外,原内蒙古第



图 3 程二沟 - 东柜工作区地质略图

Fig. 3 Sketch of Chengergou-Donggui working area 1. 渣尔泰山群:2. 东柜斜长花岗岩;3. 明星沟石英闪长岩;4. 韧性 力力数据 剪切带;5. 正断层;6. 破碎带;7. 金矿点 二物化探队在工作区内进行过 1:5 万水系沉积物 测量,分别在信合当西侧、明星沟一带圈定出 2 处 金异常,东柜一带圈定出 Cu,Pb,Ni 异常区。

靶区内典型的金矿点为程二沟、白音查干和东 柜金矿点。

综合上述,这一靶区具备以下条件:(1)区内具 有金重砂异常和化探异常;(2)区内所有金矿点的 容矿围岩新太古代变质斜长花岗岩、石英闪长岩均 经历了变质作用和构造作用的改造,岩石强烈蚀 变,具绢云母化、黝帘石化、绿帘石化,个别地段有 钾化,岩石多具碎裂结构,且这两类岩石在构造破 碎带中具有较高的 Au 丰度值,平均大于 30× 10⁻⁹,最高可达 700×10⁻⁹;(3)区内一系列 NW 向 断裂发育,特别是在中元古界渣尔泰山群与新太古 代花岗岩断层接触带下盘,早期受韧性剪切变形作 用形成的花岗质糜棱岩被晚期破碎带叠加,形成了 一条矿化蚀变带,这一构造蚀变带地球化学异常明 显,在今后工作中应特别重视。

4 结语

(1) 召河庙地区的金矿成矿作用是本区地质历 史演化过程中的一期重要地质事件。

(2) 召河庙地区金矿的形成与 NW 向或近 EW 向断裂构造有着密切联系,为构造一热液成矿 作用的产物。 (3)区内 NW 向延伸的新太古代绿岩带裂陷 槽和中元古代继承性拗陷沉积区构成了南北两块 不同岩片的拼贴带,这一构造划分带两侧是本区成 矿的有利部位,其南侧程二沟一白音查干一东柜一 带,可做为今后进一步找寻金矿的优选靶区。

参加野外工作的有<u>卫光亮</u>、尚恒胜、苏茂荣、 韩建刚同志。在文章的完成过程中得到了胡凤翔高 级工程师的指导,在此深表谢意。 参考文献:

- [1]王时麒.华北地台北缘绿岩带与金矿演化系列[J].地质 与勘探,1989,3.
- [2]李存有编译.与侵入岩有关的脉型金矿:类型、构造岩浆 背景及与造山带金矿床的区别[J].内蒙古地质,2000,2.
- [3]陈纪明,刘刚,等.内蒙古乌拉山一大青山绿岩型金矿床 地质[M].北京:地质出版社,1996.
- [4]孙培基,韦永福.当代中国金矿地质[M].北京:地震出版社,1996.
- [5]沈保丰,骆辉,等.华北陆台太古宙绿岩带地质及成矿
 [M].北京:地质出版社,1994.

Metallogenic regularity and prognosis of gold deposits in Zhaohemiao area, Inner Mongolia

TAO Ji-xiong¹, XU Li-quan^{1,2}

(1. Geological Survey Institute of Inner Mongolia, Hohhot 010020, China;
2. Faculty of Earth Sciences and Resources, China University of Geosciences, Beijing 100083, China)

Abstract: Metallogenic regularity of gold deposits is summarized, and it is pointed out that gold deposits mainly distribute in Qinghuiyaozi-Dajing-Chengergou-Donggui belt of Zhaohemiao area. All orebodies are gold quartz vein type and hosted in New Archaean metamorphic quartz diorite and plagiogranite. The gold might come from metamorphic basic-intermediate plutons or greenstone belt. Deepseated faulting, shearing, retrograde metamorphism and magmatic hydrothermal fluid resulted in activation of gold in source rock in which tectonic process and magmatic hydrothermal fluid were the most important metallogenetic factors. Gold mineralization endured a long process, but the Proterozoic mineralization is the most important. Geological data show that the Chengergou-Baiyinchaagan-Donggui area might be the other favorable gold-mineralized area in the studied region.

Key words: gold deposit; metallogenic regularity; tectonic-hydrothermal metallogenesis; Zhaohemiao area