

河北省洼子店金矿成矿地质条件、控矿因素及找矿方向

孙志辉,梁景利,王鹏,杨瑞,周红芳

(华北地质勘查局五一四地质大队,河北 承德 067000)

摘要: 本文基于洼子店金矿床已有勘查和研究工作,对洼子店金矿床成矿地质条件进行了分析,认为洼子店金矿床具有“三位一体”成矿模式的特点,成矿物质主要来源于斑岩体,岩浆活动产生热源并促进金元素迁移富集,区内构造构成有利的含矿热液运移通道和容矿赋矿空间;继而对控矿因素和找矿方向进行了归纳总结。

关键词: 洼子店金矿;成矿地质条件;控矿因素;找矿方向;河北省

中图分类号: P618.51;P613 **文献标识码:** A

0 引言

洼子店金矿区位于河北省平泉市市区约 12 km 处的卧龙镇八家山岩体边部。矿区属燕山山脉北麓中-低山区,地势东高西低,大陆性季风气候特征明显。洼子店金矿是一个老矿区,自清末被发现以来,一直为民采和地方开采。

研究区 1:20 万区域金地球化学异常特征明显,异常整体出露面积约 37 km²,涵盖了八家山岩体西北部及其以北的太古宇变质岩地层,显示出了较大的找矿潜力。2012 年由中色地科矿产资源勘查公司开展了大比例尺物探工作及工程验证,探获多条金矿体^[1],从而打开了该区的找矿局面。本文将系统分析洼子店金矿区成矿地质特征(条件),对控矿因素及找矿方向进行了总结。

1 区域地质背景

洼子店金矿位于华北克拉通北缘燕辽多金属成矿带中段、平泉盆地南部边缘。区域构造地质背景

独特,成矿条件优越,金属矿产资源丰富^[2]。

(1) 地层

区域内出露地层主要为太古宇迁西群上亚群,中生界中侏罗统、下白垩统和新生界第四系(图 1)。迁西群上亚群(Arqn₂)主要出露在八家山岩体北部和东部,岩性主要为中深变质角闪斜长片麻岩类;中侏罗统(J₂)分布范围较小,主要岩性为髫髻山组(J₂t)灰绿-灰紫色安山质熔岩角砾岩和后城组(J₂h)暗紫-紫红色凝灰质砂岩;下白垩统(K₁)仅出露大北沟组和西瓜园组,岩性以灰绿、灰褐、灰紫色凝灰质砾岩和灰黄色-黄褐色巨厚层凝灰质砾岩为主^①。

(2) 构造

区域构造较发育,其中褶皱主要为五道河复式背斜和卧龙岗向斜,局部发育次级小褶皱。深大断裂有 EW 向大庙—娘娘庙深断裂、尚义—平泉深断裂、平坊—桑园大断裂^②。受深大断裂影响,最终形成了 EW、NNE、NE 及 NW 向多组断裂,共同构成了构造格架。而后多期次的构造迭加,只是在空间上对古老构造格架略加改造和继承^[3]。

(3) 岩浆岩

受深大断裂控制,区域内岩浆活动强烈、频繁,早元古代→晚古生代→中生代均有活动。太古代侵入岩主要为橄榄辉石岩、斑状花岗岩、斜长角闪片麻

收稿日期: 2021-06-02; 责任编辑: 王传泰

作者简介: 孙志辉(1983—),男,高级工程师,硕士,从事国内外固体矿产资源普查与勘探工作。通信地址:河北省承德市双桥区山神庙沟 1 号长安小区沟口 514 队,华北地质勘查局五一四地质大队;邮政编码:067000;E-mail:379768655@qq.com

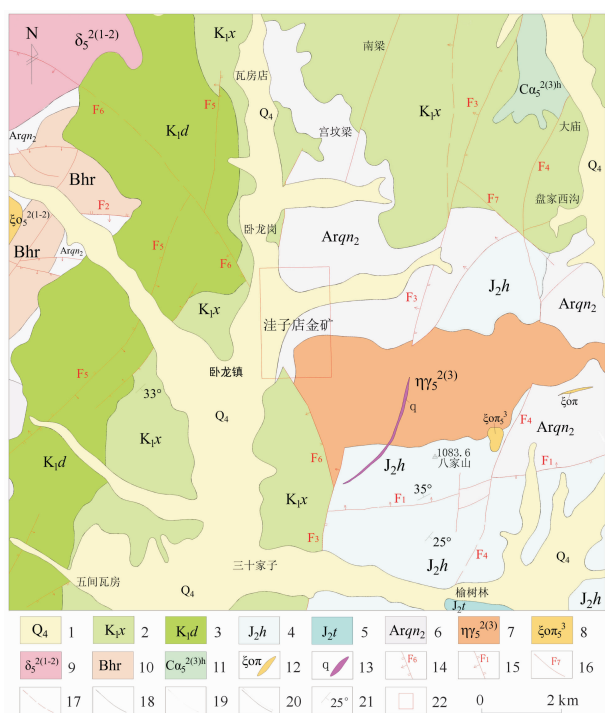


图1 洼子店金矿区域地质图

Fig. 1 Regional geological map of Wazidian Au deposit

1. 第四系沉积物; 2. 白垩系下统西瓜园组; 3. 白垩系下统大北沟组;
4. 侏罗系中统后城组; 5. 侏罗系中统髫髻山组;
6. 迁西群上亚群未分; 7. 燕山期二长花岗岩;
8. 燕山期石英正长斑岩; 9. 燕山期闪长岩;
10. 斑状混合花岗岩; 11. 燕山期次安山岩;
12. 石英正长斑岩脉; 13. 石英脉;
14. 实测正断层; 15. 实测逆断层; 16. 性质不明断层;
17. 推测断层; 18. 地质界线; 19. 侵入岩相及混合岩相界线;
20. 角度不整合地质界线; 21. 地层产状; 22. 勘查区范围

岩、斜长角闪岩等,是太古代海底火山活动产物。燕山期陆相火山喷发活动强烈,安山质火山角砾岩、集块岩及安山岩等分布较广;侵入岩有二长花岗岩、石英正长斑岩、闪长岩以及次安山岩等。

2 成矿地质条件

2.1 地层

洼子店金矿区出露地层主要为太古宇迁西群上亚群未分($Arqn_2$)、中生界白垩系西瓜园组(K_{1x})和新生界第四系^[2,4]。

迁西群上亚群未分($Arqn_2$)主要出露于矿区北部及中部,岩性主要为灰黑-墨绿色黑云角闪斜长片麻岩,粒状变晶结构,条带状构造。整体产状为:走向 $NE20^\circ \sim 85^\circ$,倾向 NW,倾角 $45^\circ \sim 65^\circ$ 。

中生界白垩系下统西瓜园组(K_{1x})在矿区内地表出露极少,集中分布于北部,呈细条带状,与下伏地层不整合接触;岩性为黄灰色砾岩、泥岩、泥质粉砂岩夹砂岩。

新生界第四系在矿区内大范围出露,主要分布于河(沟)谷、阶地及山坡;岩性为砾石、砂砾、砂、亚砂、砂土、亚砂土、黏土、残坡积层等。

2.2 构造

区内构造较复杂,褶皱发育较差,断裂较发育。

褶皱:在白垩系地层中表现为小规模单斜构造,在片麻岩中,发育小褶皱、小褶曲。

断裂:中生代以来,八家山岩体开始侵位,环绕着侵入体产生一系列原生构造裂隙,这些裂隙即成为洼子店金矿的主要导矿构造和赋矿构造。在地表表现为4条弧形破碎带(I、II、III、IV号),既有压扭性构造特征,也有岩体侵位的特点(图2):破碎带围绕八家山岩体与片麻岩接触带发育,近似平行分布;走向由近SN向逐渐弯曲为近EW向,沿走向宽窄变化大,底板断面光滑;带内多见碎裂岩、断层泥、糜棱岩、角砾等。其中II、III号蚀变破碎带局部有金矿化及铜、铅、锌及黄铁矿化。

卧龙岗采区西北部片麻岩中圈定5条NW走向蚀变破碎带,是北区主要控矿构造(图2)。带宽0.6~8.4 m,破碎带内充填有碎裂岩、断层泥及构造角砾,伴有黄铁矿化(褐铁矿化)、矽化、绢云母化及局部微弱的铅锌铜矿化,以铅锌为主,局部富含银金和铜。

2.3 岩浆岩

区内岩浆活动强烈,以燕山期最为强烈。矿区东南部为八家山岩体(图1),呈透镜体状近EW向展布,面积约17 km²,中心部位岩性为二长花岗岩、似斑状二长花岗岩,边部为花岗闪长岩,三者为相变接触关系。矿区内出露的主要岩体为花岗闪长岩和花岗斑岩,分布于矿区东南部,呈灰白色中细粒半自形粒状结构,块状构造。目前认为其属深部重熔花岗岩,继承老基底的部分组分^[5],形成时间为105 Ma^[3]。

矿区内与成矿关系最为密切的是花岗斑岩(图3a)。矿区从南到北均有分布,卧龙岗采区多侵入片麻岩中,呈不规则脉状产出;碾子沟采区呈岩枝状,侵入到白垩系和片麻岩(图3b)中。呈灰白-浅肉红色,花岗结构,块状构造,斜长石50%~55%,石英20%~25%,黑云母5%~10%。斑晶以斜长石为主。石英二长斑岩、长石斑岩、花岗斑岩(岩脉)等呈

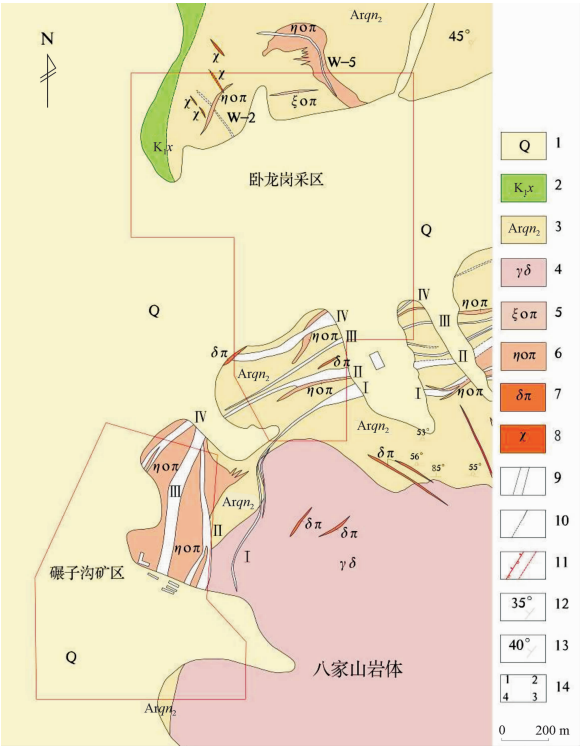


图 2 洼子店金矿床地质图

Fig. 2 Geological map of the Au deposit

- 1. 第四系沉积物; 2. 白垩系下统西瓜园组粉砂岩、泥岩;
- 3. 角闪斜长片麻岩、混合片麻岩类; 4. 花岗闪长岩;
- 5. 石英正长斑岩; 6. 石英二长斑岩(花岗斑岩);
- 7. 闪长斑岩; 8. 煌斑岩; 9. 破碎蚀变带;
- 10. 地质界线; 11. 实测、推测断层;
- 12. 地质产状; 13. 片麻理产状; 14. 矿区范围

过度关系。

野外调查发现花岗斑岩出露位置基本围绕花岗闪长岩体呈似环带状展布, 因此判断二者为同一岩

浆源, 但在生成时间上略有区分, 花岗斑岩侵入稍晚于岩体入侵。根据岩石地球化学分析, 二者均属高钾钙碱性系列, 偏铝质岩石。在岩浆混合和分离结晶趋势的 $TFeO^* - MgO$ 图解中花岗闪长岩和花岗斑岩样品明显处于岩浆混合趋势, 可以认为岩石形成过程中发生了岩浆混合作用。

2.4 地球化学条件

洼子店地区位于 1:20 万区域化探圈定的 As-19-1-乙₁ 异常内, 该异常整体出露面积约 37 km², 涵盖了八家山岩体西北部及其以北的太古宇变质岩地层; 异常由 21 种元素组成, 组分以 Au-Ni-Cr-Sn-Co-Ba-V 等元素为主; 其中洼子店金矿床即位于洼子店 Au 元素浓集次中心, Au 峰值为 4.0×10^{-9} , 表明地球化学特征与矿化的直接关系和指示作用。从异常规模上看, 洼子店金矿区具有较大的找矿前景。

2.5 地球物理条件

(1) 高精度磁测异常

1:5000 磁法扫面测量显示磁异常总体环绕八家山岩体展布, 在岩体西侧、北侧有高强度的磁异常, 其中北侧异常极大值为 2900 nT, 卧龙岗采区零星分布一些范围小、强度中等的异常, 碾子沟采区则表现为大范围宽缓的负异常区^[1]。高强度的磁异常主要与区内磁铁矿石岩有关, 中部宽缓的负磁异常带推测为 NEE 向构造的显示, 西部的负磁异常区, 则是白垩系地层的反映。

(2) 激电扫面异常

在卧龙岗采区西北部有长宽约 400 m, 峰值 2.6% 的未封闭椭圆状激电异常; 西部有 2 条分别为近南北向和北东向异常带(交汇于卧龙岗采区西

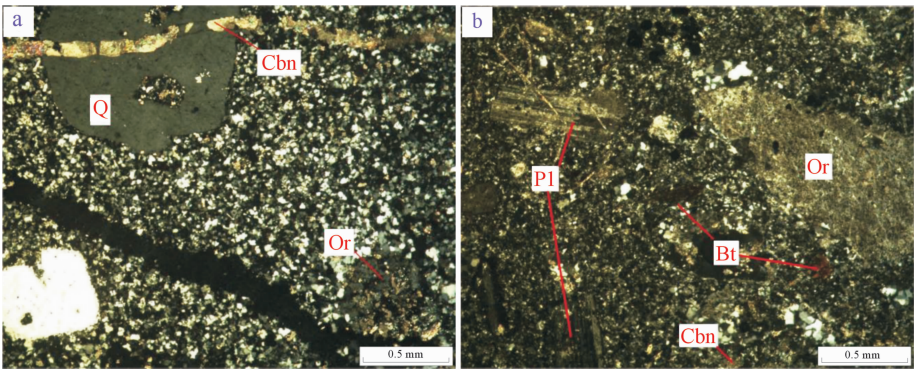


图 3 主要岩石镜下照片

Fig. 3 Microscopic photo of the main rocks

a. 花岗斑岩; b. 角闪斜长片麻岩

Pl. 斜长石; Or. 正长石; Bt. 黑云母; Cbn. 碳酸盐; Q. 石英

侧),其中南北向异常带长 2000 m,宽 200~500 m,峰值 2.0%,北东向异常带长约 1000 m,宽 200~300 m,交汇处异常规模较大。工程揭示近南北向异常中心区域见隐伏的铜、金矿化体^[1-2]。因此推断这 3 个异常均为金属硫化物相对富集所致。

在碾子沟采区中西部圈定了一个呈条带状封闭异常,北西走向,长约 300 m,宽 50 m,异常梯度大,异常值高,最高值为 5.97%,有 3 个异常中心,并显示为低阻特征,串珠状分布。推测该异常为隐伏的金属硫化物富集地质体引起。

综上,洼子店金矿区主要表现为低磁高极化低电阻区域,经工程揭示地段为矿致异常,由金属硫化物的富集引起;该低磁高极化低电阻区域面积较大,仍有较大范围未得到验证。从异常规模看,洼子店金矿区仍具有较大的找矿空间。

3 控矿因素分析

3.1 地层与成矿的关系

矿区内与岩体接触的地层为太古宇迁西群上亚群地层,岩性主要为黑云角闪斜长片麻岩、角闪斜长片麻岩夹斜长角闪岩或细条带磁铁石英岩。该套地层中金的丰度值较高,相当于同类岩石及金的克拉克值的 7~10 倍(表 1)^[6]。这说明该套地层能够为金矿的形成提供丰富的物质基础^[7]。更重要的是金在斜长角闪岩中属易溶状态。根据一些专家、学者进行的金在岩石中的易溶性试验:在相同条件下,斜长角闪岩中的金较易释放,在变质重熔过程中金可以转换到其他介质中并以适当的形式富集迁移沉淀,而其他岩石中的金属难释放。因此,可以认为这些古老的变质岩系中的金是金矿形成的间接矿源层^[8-9]。根据八家山岩体周边金多金属矿化点分布情况,岩体侵位过程中重熔一部分变质岩地层,使得 Au 元素迁移富集而形成分散的金多金属矿化点。这些特征说明:太古宇迁西群上亚群片麻岩地层是该区金矿床一个重要的控矿因素。即该变质岩地层具有较高含量的 Au 元素,同时又能在岩浆热液沿

裂隙充填萃取时较易释放金,为该区金矿床的形成提供了部分成矿物质^[10]。

3.2 岩浆岩与成矿的关系

洼子店金矿区八家山岩体侵入事件发生在晚燕山期,花岗闪长岩与花岗斑岩应为同一系列的岩浆侵入活动,花岗斑岩稍晚,且侵位过程中与部分花岗闪长岩发生了同化作用。而花岗闪长岩的 Au 元素分析结果较低,这表明区内金矿体中的 Au 并非来自花岗闪长岩体,钻孔中所见的花岗闪长岩中亦未见明显的矿化现象。区内金矿体主要赋存于斑岩或斑岩与片麻岩接触带内,少量赋存于蚀变破碎带内(片麻岩),而含金蚀变破碎带均位于斑岩(体)脉附近或其延长线上。但斑岩体(脉)、接触带含矿性不一,矿体尖灭再现现象较严重。这表明了含矿气液主要源自侵入岩体内部,并非主要通过热接触吸附围岩中的成矿物质。花岗斑岩(脉)内及接触带蚀变类型主要有钾化、绢英岩化、硅化、碳酸盐化、青磐岩化等。且蚀变在空间上具有分带性,从斑岩→接触带→片麻岩依次表现为钾化+碳酸盐化→绢英岩化+青磐岩化+硅化+碳酸盐化。因此花岗斑岩与成矿作用有直接成因关系,花岗斑岩既是成矿物质来源,又为成矿过程提供了丰富的热源。

3.3 构造与成矿的关系

洼子店金矿区位于尚义—平泉近 EW 向深断裂和平坊—桑园 NNE 大断裂交汇部位,受两组构造交汇的影响,一般断裂构造发育。整体上断裂构造活动时间持续时间较长,最终形成了 EW、NNE、NE、NW 向断裂构造,并共同构成了该区构造格架。

晚燕山期,洼子店地区岩浆侵入活动沿断裂形成的压力薄弱地带侵入,随着时间的推移逐渐扩大,最终形成了八家山岩体,并分异出不同岩相;中心部位为二长花岗岩,向外逐渐为花岗闪长岩。岩体形成末期,含金花岗斑岩沿边缘裂隙充填(岩体与地层接触部位),过程中重熔了部分太古宇片麻岩地层,并将其析出释放的 Au 进一步迁移富集。待压力、温度合适时,在斑岩体(脉)或接触破碎带内沉淀成矿。因此,断裂构造为该区金多金属矿的形成提供了运移通道和赋矿空间。

表 1 地层中金丰度值

Table 1 Au abundance of strata at the Au deposit

岩石名称	金的丰度值	同类岩石中金的丰度值	金的克拉克值
(黑云)角闪斜长片麻岩	0.0299		
斜长角闪岩	0.04	0.004	0.004

量单位: $w_B/10^{-6}$; 数据源别风雷^[6], 作者整理。

综上所述,洼子店金矿床控矿因素分析表明,洼子店金矿具有“三位一体”成矿模式^[11]的特点。因此,围绕斑岩体和控矿构造继续寻找隐伏金矿体是下一步工作方向。

4 找矿方向

4.1 找矿标志

根据控矿因素分析,研究区找矿标志可概况为“岩浆岩+构造”。

(1)围绕八家山岩体及深大断裂构造线两侧中生代岩浆岩区—构造岩浆岩带中的侵入岩体,特别是中小型侵入岩体;

(2)构造控矿特征明显,矿区内围绕侵入接触带发育的中低温热液蚀变类型组合,特别是钾化、绢云母化、碳酸盐化发育地段;

(3)(细脉)浸染状金属硫化物矿化发育地段是矿区内找矿直接标志;

(4)地球物理探测的高精度磁法异常、大功率激电异常、大功率激电测深异常,具体表现为低磁、高激化、低电阻,这种物探异常是该区找矿的直接标志。

4.2 找矿方向

通过对洼子店金矿成矿地质条件分析,该区下一步找矿应继续围绕斑岩体及破碎蚀变带,以探寻主矿体边部新的支脉矿体为目的。

(1)碾子沟采区下一步应实施加密探矿工程,对已知矿体走向进行探索寻找“串珠状”矿体;同时侧重主岩体边部斑岩(片麻岩)与破碎带叠加部位,探寻新的支脉矿体。

(2)卧龙岗采区揭示多条斑岩脉穿插于老地层,结合高精度磁测结果,该位置正处于正异常中心,靠近八家山岩体220 m标高以下存在较大范围含金斑岩体的可能性极高。下一步应围绕此方向开展深部验证工作,明确深部斑岩体特征及含矿性。

(3)矿区外围找矿应集中在碾子沟采区以南和以东5 km范围内。这些区域均在早期近地表于斑岩脉、破碎带内探采过铅锌、铜、银金、铁等金属,与该区探采历史基本一致,均处于环形断裂之上。因此,可参考该区找矿经验,对其深部进行勘探。重点围绕深部斑岩体(脉)及破碎蚀变带为找矿目标,侧重多金属硫化物+硅化+钾化+碳酸盐化等蚀变组合特征。

5 结语

通过对洼子店金矿床特征分析取得以下认识:

(1)洼子店金矿床成矿地质条件优越,区内有太古宇含金老地层出露,岩浆活动提供热源和物源,断裂构造活动提供了含矿热液运移通道和赋矿空间,具典型金矿床“三位一体”成矿特征。

(2)区内下一步找矿方向具体应围绕斑岩体及破碎蚀变带,探寻主矿体边部新的支脉矿体;地域内应继续寻找类似洼子店金矿床“岩浆岩+构造”模型的区域,尤其是(细脉)浸染状金属硫化物矿化发育地段和低磁、高激化、低电阻综合异常区域。

致谢:感谢华北地质勘查局五一四地质大队近16年来对本人的关心和培养,衷心感谢平泉市宝鑫有色金属采选有限公司、中色地科矿产勘查股份有限公司专业技术人员对于本人业务的指导。

注释:

- ① 河北省地质局地质十队. 河北省平泉县洼子店矿区多金属普查地质报告,1979.
- ② 河北省地质矿产局. 河北省北京市天津市区地质志,1982.

参考文献:

- [1] 刘涛,朱谷昌,王冠龙,等. 河北洼子店金矿找矿进展及远景评价[J]. 矿产勘查,2014,5(2):242-248.
- [2] 王翔. 平泉县洼子店金矿区碾子沟矿段矿床地质特征[J]. 中国矿业,2019,28(5):168-172.
- [3] 郝爱华,刘鹏鹞. 河北省碾子沟金矿成矿远景评价[J]. 黄金,1996,17(4):8-12.
- [4] 王亚民. 河北省洼子店金矿区地质特征与矿床成因研究[J]. 地球,2016(11):68.
- [5] 刘连登,李颖,兰翔. 论角砾-网脉-斑岩型金矿[J]. 矿床地质,1999,18(1):29-36.
- [6] 别风雷,徐九华. 河北平泉碾子沟-洛金洼金矿床蚀变围岩微量元素研究[J]. 地质找矿论丛,1999,14(1):22-29.
- [7] 黎彤. 化学元素的地球丰度[J]. 地球化学,1976(3):167-174.
- [8] 姚凤良. 华北陆台北缘带金矿类型及成矿条件[J]. 黄金科技动态,1991(11):26-32.
- [9] 刘鹏鹞. 山东玲珑金矿深部预测标志探讨[J]. 黄金,1992,13(12):1-5.
- [10] 朱相国. 平泉县洼子店金矿构造控矿作用探讨[J]. 地球,2016(10):47-47.
- [11] 刘鹏鹞,郝爱华,Siaka·Dlawara. 河北省碾子沟金矿形成条件及隐伏矿体预测准则[J]. 地质与勘探,1996,32(6):7-11.

Analysis on metallogenic geological conditions, ore controlling factors and prospecting direction of the Wazidian Gold deposit in Hebei Province

SUN Zhihui, LIANG Jingli, WANG Peng, YANG Rui, ZHOU Hongfang

(514 Brigade of North China Geological Exploration Bureau, Chengde 067000, Hebei, China)

Abstract: Summary of the exploration and research results of the metallogenic-geological condition of Wazidian Au deposit show that it is characterized by three in one metallogenic model, i. e. integration of porphyritic body, magmatic activity and structure. The ore materials come from the porphyritic body. Magmatic activity provides heat source, mobilizes and enriches Au element. Structure serves as ore fluid conduits and ore-hosting space. Based on the model ore-control factors and prospecting direction are pointed out.

Key Words: Wazidian Au deposit; metallogenic-geological condition; ore-control factor; prospecting direction; the North Hebei province