

<http://www.geojournals.cn/georev/ch/index.aspx>

論燕山地区內生金矿矿床类型 及普查評價的基本問題

杜 丁

燕山地区为我国黄金的重要产地,早自 1927 年起,就有中外地质学家前往短期調查,并写有簡报。解放后,笔者曾在区内进行过金矿的地质普查勘探,而目前又有机会参加对燕山地区金矿的綜合研究工作,根据数年来工作結果,写成此文,供地质工作者参考。由于經驗不足,水平有限,文中錯誤难免,希同志們指正。

一、矿床类型的初步划分

本区内生金矿,以中温热液裂隙充填的含硫化物的含金石英脉矿床为主;并有部分系中温热液交代矿床。其成矿时代,除伟晶岩类金矿及部分含少量硫化物类金矿未彻底查明外,其他类型矿床,均为燕山期的产物。

根据已有資料,区内内生金矿矿床,初步分为五类。其划分依据是以矿床成因、矿物共生組合、矿体形态和产状、围岩性質及围岩蚀变等为基础。其中第 III、IV 类矿床通常是一些石英脉,各种硫化物均賦存于石英脉中,但是两类矿床所形成的地质条件均有差异。第 V 类矿床属于黄鉄矿类金矿床,其地质特点与一般所謂黄鉄矿型矿床相同,产于中酸性噴出岩系中,且与中酸性噴出岩系或与其同源岩浆杂岩有成因关系。根据現有資料分析:区内金矿矿床类型以含中量硫化物类金矿床分布最广,且最具有工业价值。其次为含少量硫化物类金矿床。至于块状、細脉浸染状交代类金矿床,虽然分布不广,但具有工业价值。伟晶岩类金矿床其工业意义不大,同时部分矿床与含少量硫化物类金矿床有互相递变关系。含多量硫化物类金矿床,目前仅发现少数矿点及成矿綫索,但某些矿点已开采过,表明有一定价值,只是以往未做过較系統的地質工作,因此其工业价值究竟如何?尚未查明,但根据区内地质特征及国外已知金矿类型分析,有可能发现本类型有工业价值的金矿床,值得今后普查工作中加以注意。

除上述金矿矿床类型以外,最近尚在燕山东段震旦系底部砾岩中发现有金的矿化現象,其矿化层位距古老基底 20—40 米,矿化沿古海岸綫分布。同时,据共生矿物独居石、曲晶石、磁鉄矿、黄銅矿、方鉛矿、黄鉄矿和砾岩中富含有机質、砾石磨圓度及分选性差、石英巨砾石的出現、黄鉄矿及有机質风化后殘留的空洞等特点,在震旦系的底部砾岩中,发现有工业价值的含金砾岩的新类型金矿床,是有可能的。

现将区内金矿各矿床类型及基本特征列于表 1。

二、各类型矿床的基本特征及普查評價的基本問題

在闡述各类型矿床普查評價的基本問題之前,首先将本区金矿普查評價中具有一般

表1 燕山地区内生金矿矿床分类表

编号	矿床类型	矿物成分	矿化作用	与成矿有关之火成岩	矿体形态	围岩性质	围岩蚀变种类	工业价值
I	伟晶岩类金矿床	石英、正长石、白云母、黑云母、磁铁矿、黄铁矿、黄铜矿、錳云母、磷灰石、自然金	气化和部分高温热液作用	花岗岩	脉状、囊状、眼球状, 变化复杂	黑云母斜长片麻岩、花岗岩、片麻岩	云英岩化、硅化、少量絹云母化、黄铁矿化	工业意义不大
II	块状、細脉浸染状类金矿床	石英、方解石、白云石、黄铁矿、黄铜矿、少量的輝銅矿、方鉛矿、閃鋅矿、赤铁矿、自然金	中温热液交代作用	花岗岩及花岗岩闪长岩	凸鏡状、不規則囊状、巢状	石灰岩及大理岩	大理岩化、碳酸盐化、硅化、黄铁矿化	具有一定工业意义
III	含少量硫化物类金矿床 (一般硫化物含量在5%以下)	石英、正长石、方解石、黄铜矿、輝銅矿、自然金、自然銀	部分高温及中温热液作用	花岗岩	脉状; 较为稳定	黑云母斜长片麻岩、石英岩	硅化、黄铁矿化、絹云母化	具有一定工业意义
IV	含中量硫化物类金矿床 (一般硫化物含量为6—20%)	石英、方解石、黄铁矿、磁黄铁矿、赤铁矿、菱錳矿、白云石、方鉛矿、閃鋅矿、黄铜矿、自然金、自然銀、輝銅矿、輝銀矿、碲金矿、金銀矿、輝錦矿、石髓、蛋白石	中温及部分低温热液作用	花岗岩、中酸性中小型侵入体及中酸性岩脉	脉状及凸鏡状	黑云母斜长片麻岩、角閃斜长片麻岩、花岗岩	硅化、絹云母化、黄铁矿化、綠泥石化、高岭石化、碳酸盐化	最具有工业价值
V	含多量硫化物类金矿床 (一般硫化物含量在20—50%以上)	黄铁矿、石英、黄铜矿、方鉛矿、閃鋅矿、白云石、鈉长石、高岭石	中温及部分低温热液作用	中酸性火山岩及同源岩浆的杂岩(?)	扁豆状、囊状、凸鏡状	中酸性火山岩	鈉长石化、絹云母化、硅化、黄铁矿化、綠泥石化	仅发现几个矿点及成矿綫索, 值得今后工作中肯定其价值

意义的若干特点分述于后:

(1) 含金热液通常来源于深处, 常受巨大的、长期活动的断裂所控制。大断裂两侧次一级断裂带是金矿聚集地段。区内最明显的例子是山海关隆起内存在着巨大的、长期活动的近乎东西向断裂, 因此在断裂两侧次一级断裂带内形成燕山地区主要的东西向金矿带。

(2) 金矿的形成与花岗岩岩株及围岩的关系(此类岩体的分布常受着上述的大断裂所控制)。花岗岩侵入到石灰岩及大理岩中, 在接触带形成中温热液交代类金矿床。花岗岩侵入到角閃石斜长片麻岩、黑云母斜长片麻岩中, 在岩体内部及离岩体 2.5—10 公里内皆易形成伟晶岩类及含少量硫化物类、含中量硫化物类金矿床; 往往在花岗岩体的周围呈放射状、环状产出。含中量硫化物类金矿床与細晶岩脉、閃长岩脉亦有共生关系, 在上述岩脉的边部及两旁均有蚀变现象, 其蚀变性质及种类与含中量硫化物类金矿床的围岩蚀变性质相同, 且岩脉本身及围岩蚀变中均含 Cu、Pb、Ag 等元素, 并含微量的金。但中酸性火山岩系中, 即形成含多量硫化物类金矿床。据已有资料分析: 区内主要金矿矿床类型为含中量硫化物类金矿床, 其含矿围岩以角閃石斜长片麻岩为主, 且成矿作用较好, 其次为黑云母斜长片麻岩。

(3) 含矿围岩蚀变是普查评价工作中的重要标志, 且效果极好。区内围岩蚀变随着不同的矿床类型而略有差异(詳見各类型矿床基本特征部分)。区内围岩蚀变一般为硅

化、黃鐵礦化、絹雲母化、碳酸鹽化、綠泥石化、高嶺石化等，其中以前三種蝕變為最普遍，且各種蝕變互相重迭出現時成礦作用較好。

(4) 大部分有價值的金礦區(特別是含中量硫化物類金礦床)，其成礦作用均為多期性，一般為 3—4 期，其過程表現如下：1) 沉淀塊狀乳白色石英為主，並有少量黃鐵礦成自形晶体較均勻地分散於石英脈中，金元素成游離狀亦較均勻地分散於溶液中，但含量極低，一般達不到工業品位要求。2) 沉淀礦物有石英，並有多量的硫化物伴生，如黃鐵礦、磁黃鐵礦、黃銅礦、方鉛礦、閃鋅礦、自然金、自然銀等，本階段溶液活動的末期為金元素主要沉淀時期，礦脈中有工業價值的地段大多與本期溶液活動範圍相吻合。3) 沉淀礦物有石英、黃鐵礦、黃銅礦、方鉛礦、閃鋅礦、輝銅礦、菱錳礦、方解石、白云石、自然金、自然銀、輝銀礦、碲金礦等。本期溶液活動亦有相當量的金元素沉淀，但較前者為少，在許多礦脈中，第二、三期溶液活動階段性表現不明顯，或者以第三期溶液活動為主，而代替了第二期溶液，沉淀了金元素及金屬礦物。4) 最晚期溶液以沉淀碳酸鹽及膠狀石英而告終。因此在普查評價工作中，應根據礦物共生組合及礦脈中破裂交代等跡象，查明礦化作用的多期性，以正確地評定礦脈工業意義及其礦體富集地段。

(5) 由於斷裂長期活動的結果，致使斷裂附近之角閃石斜長片麻岩經受動力變質作用，而沿斷裂帶形成綠泥石-雲母-石英片岩，金礦常沿片岩帶分布，在燕山東段表現特別明顯，因此後期動力變質作用所形成的片岩帶可作為找礦標志，在普查評價工作中應詳細地查明並圈定上述片岩帶。

(6) 含硫化物的含金石英脈常成羣產出，在每個脈羣中，各礦脈的規模及金元素富集特點均有差異，因此在普查評價工作中，正確地確定脈羣中的主礦脈(最有工業價值的礦脈)是非常重要的。在工作中證明：有相當數量礦區中的主礦脈，在地表露頭常常延長不遠，規模不大，礦化程度亦不甚強烈。後經詳細工作證明，它是礦區中的主礦脈。在個別礦區，主礦脈是盲礦體，而地表僅有絹雲母化、硅化、高嶺石化等圍岩蝕變的跡象。因此，在普查評價工作中，應詳細地研究成礦構造裂隙的性質，圍岩蝕變、礦物共生組合、礦脈形態產狀、礦脈結構及成礦深度與侵蝕情況等各種現象加以綜合分析，否則容易忽視有價值的礦區及礦脈，造成錯誤。

(7) 對石英脈露頭的觀察研究，除進行化學物理取樣外，應詳細地觀察石英脈的組織結構、礦物共生組合、硫化物賦存狀態及圍岩蝕變性質等特點，從而初步評定石英脈是否含金，其遠景如何？初步推斷金元素在石英脈中的富集情況。現只對石英脈的組織結構及硫化物在石英脈中賦存特點來闡述一下如何評價含金石英脈礦床，有關其他問題待以後專文論述。

1) 含金石英脈的組織結構：

① 絕大部分的含金石英脈均有梳狀及晶洞構造（即在某些地段石英成細小的晶体構成梳狀及晶洞）。

② 塊狀乳白色玻璃光澤的脈石英，一般含金不高或不含金；具有深灰色、青色條紋、鐵質斑點、鐵染等，且石英呈油脂光澤的石英脈均含金。

③ 絕大部分含金石英脈中的脈石英，均有脆性變形而形成彎曲狀的條帶構造及網格狀細裂紋。

以上三点对评价含少量硫化物的含金石英脉矿床特別重要。

④石英脉露头,由于硫化物被氧化的結果,而形成褐鉄矿及蜂巢状、多孔状构造,是含金石英脉的良好标志。

⑤晚期的石英細脉及硫化物細脉的存在是含金石英脉的良好标志。

2) 硫化物在含金石英脉中的賦存特点:

石英脉中硫化物含量愈多則含金愈高,金元素在石英脉中富集的地段与硫化物富集地段相一致。但是完全根据硫化物的多寡来确定含金高低,亦不完全可靠,特别是对含少量硫化物类金矿床,其可靠性更差。同时因硫化物在石英脉中不同的賦存特点,金的含量亦不相同,現簡述于后:

①黄鉄矿成自形晶体較均匀地分布于石英脉中,則含金低(星散状或斑点状結構)。

②完全由块状黄鉄矿組成的矿石,含金不高(大块状結構)。

③石英脉中含細脉状及网脉状黄鉄矿,則含金高(細脉状及网脉状結構)。

④石英脉中含小的团块状及細脉状混合形态的黄鉄矿,含金品位最高(細脉状及块状混合結構)。

⑤硫化物通常在石英脉的兩側富集,特別是矿脉的下側,因而金亦在矿脉的兩側,特別是下側富集。

⑥粉砂状,晶体細小(小于 0.2 毫米)的黄鉄矿与金的富集較結晶粗大的黄鉄矿关系密切。

⑦金元素与同一期沉淀的硫化物共生,其他阶段所形成的硫化物与金元素的富集无关。

⑧詳細地調查老窿是金矿普查评价中的首要工作,常能根据老窿的分布及規模等特点,可初步知道矿脉的含金情况。

⑨詳細地研究地貌及第四紀沉积;利用矿脉中 useful 矿物及伴生矿物的物理机械扩散情况寻找砂矿,同时可追索原生金矿露头。

除上述金矿普查评价的一般原則外,应正确地确定矿床类型。現将各类型矿床基本特征及各类型矿床普查评价的基本問題闡述于后:

(I) 伟晶岩类金矿床

含金伟晶岩通常产于黑云母斜长片麻岩、花崗片麻岩中。呈极不規則的脉状、囊状、眼球状,它的厚度沿走向、傾斜变化都很大,长度很少超过 150 米。其围岩蝕变为云英岩化、硅化及少量的黄鉄矿化、絹云母化。

本类型矿床含金品位低,变化剧烈;規模小,工业意义不大,但其中有部分矿脉与含少量硫化物的含金石英脉矿床有互相递变的現象。这种递变不是裂隙复活,后期矿液沿伟晶岩中的裂隙所活动的結果;因为两者是过渡形式,同时从肉眼及鏡下观察沒有破裂、穿插与交代等現象,在部分坑道及鉆孔中亦发现含少量硫化物的含金石英脉矿床向深部有递变为伟晶岩的趋势。与此同时,亦发现有部分含金伟晶岩,由于沿着伟晶岩的方向有构造复活或晚期的构造沿此方向产生,含矿溶液沿裂隙上升,沉淀于伟晶岩中。这种矿脉用肉眼及鏡下观察均能見到晚期的含金石英脉侵入到伟晶岩中,界綫明显,并有破裂、穿插交代、蝕变等現象,此种情况常发现于与片理相一致的构造裂隙系統中。

普查评价本类型矿床时应注意:

1. 查明并圈定花崗片麻岩及伟晶岩发育地段。
2. 查明伟晶岩中伴生矿物, 是否有黃鉄矿、黃銅矿及晚期的石英、鈉长石等。
3. 伟晶岩两旁围岩是否有硅化、絹云母化、黃鉄矿化存在。
4. 观察伟晶岩沿走向、傾斜是否与含少量硫化物的含金石英脉矿床有互相递变的現象, 如向深部有递变为含少量硫化物的含金石英脉矿床的迹象, 則表明向深部有金矿富集的可能。

(II) 块状、細脉浸染状类金矿床

本类型矿床产于花崗岩及花崗閃长岩与石灰岩及大理岩的接触带上, 矿体为凸鏡状、不規則的囊状、巢状。厚 1—5 米以上, 长数十米至四百余米。围岩蚀变为大理岩化、碳酸盐化, 但黃鉄矿化、硅化及部分的絹云母化与金的富集最为密切。

本类型矿床从已知矿点来看, 虽然分布不广, 但含金品位較好且均匀, 具有工业意义, 且有許多成矿綫索, 同时成矿地質条件較好, 在区内具有一定的远景。因而在今后普查评价工作中应提到相应的地位(以往金矿普查中注意得很不够)。矿床中除金元素外, 往往銅、鉛、鋅亦为有用元素。

普查评价本类型矿床时应注意:

1. 花崗岩及花崗閃长岩与鈣質岩石的接触带, 并詳細地观察其接触交代作用。
2. 观察接触带是否有大理岩化、硅化、黃鉄矿化、絹云母化等蚀变作用, 同时各种蚀变是否有互相重迭交錯的現象。
3. 注意接触带中的矿物, 是否有热液作用形成的石英、方解石、黃鉄矿、黃銅矿、方鉛矿、閃鋅矿等。同时硫化物风化后所形成的土状褐鉄矿, 亦是找矿的良好标志。
4. 在接触带內及附近是否有热液作用形成的細小石英脉存在, 其发育程度如何? 往往較为发育的細小石英脉的存在, 表明有金矿富集的可能。

(III) 含少量硫化物类金矿床

本类型矿床通常为含矿石英脉組成, 产于离花崗岩侵入体二十公里范围内的黑云母斜长片麻岩及震旦紀石英岩中, 或是分布于小褶皱和构造裂带中。矿脉沿走向长数十米至六百余米, 沿傾斜长数米至三百余米, 厚 1—3 米, 較为稳定。矿脉中所含的硫化物主要为黃鉄矿, 其次为少量的黃銅矿、輝銅矿等, 其围岩蚀变为硅化、絹云母化、黃鉄矿化。本类型矿床具有一定工业价值, 但含金品位較低。部分矿床与含矿伟晶岩有过渡現象。

在对本类矿床进行普查评价时, 应注意小型褶皱构造裂隙的研究。同时, 由于区内主要金矿床类型为含中量硫化物类金矿床, 因而在普查评价工作中易于忽視本类型矿床, 因此对石英脉內部的組織結構(參見前述)、矿物共生組合、围岩蚀变及围岩中細小石英脉的存在等的观察研究, 有着很重要的意义。

(IV) 含中量硫化物类金矿床

本类型矿床通常亦为石英脉产出, 賦存于角閃石斜长片麻岩及黑云母斜长片麻岩中。矿脉沿走向长数米至八百余米, 通常由小凸鏡体集合而成, 矿脉在地表及地下分枝复合現象非常普遍。

矿脉中所含的硫化物以黃鉄矿为主, 其次为方鉛矿、閃鋅矿、黃銅矿及少量的磁黃鉄

矿、輝銀矿、輝銅矿等。但其中有个別矿脉以方鉛矿、閃鋅矿为主, 其他硫化物的含量极少。

本类型矿床除金以外, 其中銅、鉛、鋅等元素有时亦具有工业价值。

据已有資料分析, 本类型矿床分布最广, 为区内最有价值的矿床类型, 为目前主要的普查勘探对象。

普查评价本类型矿床时应注意:

1. 本类型矿床受长期活动的大断裂所控制, 大断裂带两侧次一级断裂是矿脉集中的地段, 因此在普查工作中应詳細地研究构造断裂的性质及分布情况等特点。

2. 沿着大断裂带侵入的岩株式花崗岩体与成矿作用有成因关系, 在侵入体的内部及附近 2.5—10 公里范围内形成本类型矿床。

3. 本类型矿床与細晶岩及閃长岩岩脉有共生关系, 特别是上述岩脉的内部及接触带上蚀变及矿化现象是良好的找矿标志。

4. 围岩蚀变为硅化、黃鉄矿化, 但与矿体富集有关之围岩蚀变为絹云母化及中期的黃鉄矿化, 有部分矿区綠泥石化、高岭石化亦是矿体富集的标志。較剧烈的碳酸盐化及碳酸盐細脉的出现是矿体尖灭及貧化的标志。絹云母化、硅化、高岭石化及部分黃鉄矿化是寻找盲矿体的标志。

5. 成矿作用的多期性是本类型矿床中矿体富集的重要而普遍的特点, 因此研究矿物共生組合、围岩蚀变及交代、破裂、細脉穿插等特点有着特殊的意义。由于成矿作用的多期性, 而金元素为中期矿液活动的产物, 因此矿体富集地段較为复杂, 常分布在中部, 故仅根据地表评价很难得出正确的結果。

(V) 含多量硫化物类(黃鉄矿型)金矿床

本类型矿床产于中生代的中酸性噴出岩系中。矿床沿走向长数米至数百米, 厚 1 米以上成扁豆体。矿石中所含的硫化物絕大部分为黃鉄矿, 其中有少量的方鉛矿、閃鋅矿、黃銅矿。除硫化物以外, 其他的脉石矿物主为石英, 但不成完整的石英脉产出, 而成細脉状或成含硫化物的硅化带。金成細粒质点分散在黃鉄矿中。围岩蚀变为鈉长石化、絹云母化、黃鉄矿化、硅化、綠泥石化。地表上氧化鉄帽为良好的找矿标志。本类型矿床发现不多, 研究程度不够, 其地质特征了解得較少, 不过区内中生代的中酸性火山岩系分布很广, 据国外金矿类型及成矿条件分析, 在褶皱軸部及破裂带范围内, 根据矿物共生組合、围岩蚀变、鉄帽等标志, 寻找本类型矿床似具有一定的远景。

主要参考文献

- [1] 克列依捷尔, B. M., 阿里斯托夫, B. B. 等 1962 論金-硫化物矿床氧化带中金的性状。中国工业出版社。
- [2] 彼得罗夫斯卡娅, H. B. 1960 金矿矿床的普查和评价准则。地质出版社。
- [3] 夏湘蓉、吳明人 1960 中国金矿地质概論。1958 年全国第一届矿产会议文献汇编。地质出版社。
(内部資料及未刊文献从略)