



中国地质科学院
矿床地质研究所刊
1995年第1号 总第30号

得田沟金矿床成矿作用研究

崔艳合 彭明生 等著

地质出版社

内 容 提 要

本书是关于北京市怀柔县得田沟金矿床矿物、地球化学及地质学的专著, 主要根据作者在地矿部“八五”攻关项目中所获得的研究成果写成。书中详细介绍了得田沟金矿床矿区地质特征、矿床矿化及围岩蚀变、硫化物的微量元素特征、金的赋存状态、Au—Ag—Bi—Pb—S—Te 体系矿物的演化, 并在流体包裹体地球化学、同位素地球化学研究的基础上, 讨论了矿床成因机制, 提出中生代岩浆热液混合部分大气降水将源自岩浆及下地壳太古宙变质地层的成矿组分带至峰峰茶断裂带及次级韧性剪切带成矿的观点。此外, 书中还介绍了作者对沿峰峰茶断裂带分布的一些金矿床(点)的最新研究成果, 并结合化探资料圈定了找矿靶区。

本书对于从事经济地质学、岩石学、矿物学、地球化学和找矿地质学工作者, 对于矿产地质专业的本科生、研究生都有参考意义。

图书在版编目 (CIP) 数据

中国地质科学院矿床地质研究所刊: 1995 年第 1 号 总第 30 号: 得田沟金矿床成矿作用研究/崔艳合等著.
—北京: 地质出版社, 1996. 5
ISBN 7-116-02101-9

I. 中… I. ①崔… ②彭… ③孙… III. ①地质学—科学研究—中国—期刊 ②金矿床—成矿作用—研究—得田沟 IV. ①P5-55 ②P618.51

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (96) 第 02459 号

地质出版社出版发行

(100083 北京海淀区学院路 31 号)

责任编辑: 张肇新 江晓庆

*

北京地质印刷厂印刷 新华书店总科技发行所经销

开本: 787×1092¹/₁₆ 印张: 7 铜版图: 4 页 字数: 18 万

1996 年 5 月北京第一版·1996 年 5 月北京第一次印刷

印数: 1—400 册 定价: 14.00 元

ISBN 7-116-02101-9
P·1575

目 录

前言	(1)
第一章 区域地质概况	(2)
一、地层	(3)
二、中生代侵入岩	(4)
三、地质构造特征	(5)
四、区域金矿特征	(6)
第二章 矿区地质	(10)
一、宋营子组变质地层	(11)
二、岩浆岩	(12)
三、构造特征	(12)
四、岩石地球化学特征	(13)
五、小结	(29)
第三章 矿床地质	(30)
一、矿体形态、规模及产状	(30)
二、矿石类型、矿物成分及结构构造	(31)
三、含金石英脉地球化学特征	(33)
四、围岩蚀变特征	(42)
五、小结	(50)
第四章 主要硫化物的微量元素特征	(51)
一、主要硫化物的主成分及微量元素	(51)
二、硫化物的稀土元素	(55)
三、小结	(59)
第五章 Au、Ag (Bi) 的赋存状态	(60)
一、Au 的赋存状态	(60)
二、Ag 的赋存状态	(63)
三、Bi 的赋存状态	(66)
第六章 Au、Ag、Bi、Pb、S、Te 体系矿物的演化	(67)
一、由 Pb、Te、S 组成的矿物特征	(67)
二、Au、Ag、Bi、Pb、S、Te 体系矿物的演化	(68)
第七章 流体包裹体地球化学	(72)
一、流体包裹体的类型和主要特征	(72)
二、均一温度	(72)
三、流体包裹体的盐度及压力估算	(74)

四、成矿流体的成分	(76)
五、成矿流体的沸腾及其意义	(79)
第八章 同位素地球化学	(81)
一、硫同位素	(81)
二、碳、氧和氢同位素	(85)
三、铅同位素	(86)
第九章 矿床成因及成矿机制	(89)
一、成矿物质来源	(89)
二、成矿流体的化学组成	(90)
三、成矿物理化学条件	(90)
四、Au、Ag 的搬运形式和沉淀条件	(91)
五、成矿时代的确定	(93)
六、矿床类型及成矿模式	(93)
第十章 琉璃庙—峨峰茶断裂带金成矿的控制因素、找矿标志及靶区选择	(97)
一、控制成矿的地质因素	(97)
二、找矿标志	(98)
三、找矿靶区的选择	(99)
结语	(102)
主要参考文献	(104)
图版说明及图版	(106)

CONTENTS

Preface	(1)
Chapter 1 Introduction of Regional Geology	(2)
1. Strata	(3)
2. Mesozoic Intrusive Rocks	(4)
3. Tectonic Features	(5)
4. Characteristics of Regional Au Ore Deposits	(6)
Chapter 2 Geology of Ore District	(10)
1. Metamorphic Strata of Songyingzi Fm.	(11)
2. Magmatic Rocks	(12)
3. Structures	(12)
4. Geochemical Features of Rocks	(13)
5. Conclusions	(29)
Chapter 3 Geology of Ore Deposit	(30)
1. Shape, Scale and Occurrence of Orebodies	(30)
2. Type, Mineral Component and Fabric of Ore	(31)
3. Geochemical Features of Au-bearing Quartz Vein	(33)
4. Characteristics of Wall-rock alteration	(42)
5. Conclusions	(50)
Chapter 4 Trace Elements' Features of Main Sulfides	(51)
1. Main Components and Trace Elements of Main Sulfides	(51)
2. Rare Earth Elements of Sulfides	(55)
3. Conclusions	(59)
Chapter 5 Hosting State of Au, Ag and Bi	(60)
1. Hosting State of Au	(60)
2. Hosting State of Ag	(63)
3. Hosting State of Bi	(66)
Chapter 6 Minerals' Evolution of Au-Ag-Bi-Pb-S-Te System	(67)
1. Features of minerals Composed of Pb, Te and S	(67)
2. Minerals' Evolution of Au-Ag-Bi-Pb-S-Te System	(68)
Chapter 7 Geochemistry of Fluid Inclusions	(72)
1. Type and Main Characteristics of Fluid Inclusions	(72)
2. Homogeneous Temperature	(72)
3. Estimation of Salinity and Pressure of Fluid Inclusion	(74)
4. Components of Ore-forming Fluid	(76)
5. Boiling of Ore-forming Fluid and Its Significances	(79)
Chapter 8 Isotopic Geochemistry	(81)

1. Sulfur Isotopes	(81)
2. Carbon, Oxygen and Hydrogen Isotopes	(85)
3. Lead Isotopes	(86)
Chapter 9 Ore Deposit Genesis and Ore-forming Mechanism	(89)
1. Origins of Ore-forming Materials	(89)
2. Chemical Components of Ore-forming Fluid	(90)
3. Ore-forming Physico-chemical Conditions	(90)
4. Transportation Forms and Precipitation Conditions of Au and Ag	(91)
5. Determination of Ore-forming Ages	(93)
6. Ore Deposits' Types and Ore-forming Model	(93)
Chapter 10 Controlling Factors, Ore-searching Marks and Target Selection of Au Ore Deposits in Liulimiao-Qifengcha Fault Zone	(97)
1. Geological Factors Controlling Mineralization	(97)
2. Ore-searching Marks	(98)
3. Selection of Ore-searching Targets	(99)
Concluding Remarks	(102)
Main References	(104)
Plates and Explanations	(106)

前 言

得田沟金矿床是北京市地质矿产局物化探队于80年代末发现的。之后,101地质队对其进行了详查评价和勘探工作,现控制的金储量已达中型矿床规模。

本书是在地矿部“八五”攻关项目“华北地台北缘中生代构造—岩浆活动及成矿规律的研究”下属课题研究报告的基础上编写而成的。研究工作的主导思想是科研面向生产,与生产相结合,并为生产服务。研究思路是理论与实际相结合,宏观与微观相结合,在宏观研究的基础上,利用现代有关测试方法和手段,着力解决矿床评价过程中所急需解决的实际问题;并在所获大量第一手材料基础上,提高对矿床成矿作用机制的认识水平,为加速该矿床的开发利用和在区域内寻找同一类型矿床提供理论指导。

经过深入细致的研究,查明了矿床的物质成分、矿石结构构造和微量元素特征,肯定了碲的重要综合利用价值。书中以翔实的资料阐述了金、银以自然元素和碲化物形式存在于黄铁矿或石英裂隙或孔洞内,并与方铅矿、黄铜矿密切伴生,为矿床的选冶提供了科学依据。一系列含碲矿物(包括未定名矿物 $\text{AgS}_{1+x}\text{Te}_{1-x}$ 等)及其演化关系的发现对今后开展有关含碲矿物的研究工作具有参考价值。对本矿床地质特征和成矿物理化学条件、物质来源、成矿机制的深入研究,以及成矿模式的建立,不仅深化了对得田沟金矿床成矿作用的认识,而且对在崎峰茶—得田沟断裂带(糜棱岩带)附近乃至其他地区寻找和研究热液脉状金矿床均有参考价值。在学术上,提出在中生代时期,燕山台褶带受强烈的构造活动影响,形成一系列穹隆和坳陷,并伴随有火山喷发和浅成—超浅成斑岩株(脉)的发育,导致区域内与燕山期构造—岩浆活动密切有关的得田沟金矿床的形成的观点。我们正是从断裂构造—岩浆活动的观点出发,阐明了岩脉侵位与断裂构造的关系,以及用流体包裹体、硫、氢、氧、铅等同位素资料和稀土元素资料,论证了燕山中期不仅产生了岩浆期后热液,而且这种热液与中生代大气降水发生混合。流体系统开放引起的压力降低、热液与大气水的混合、温度下降等,乃是矿质在容矿裂隙中沉淀的主要因素。因此,四合堂群变质岩、断裂构造、燕山期中酸性至偏碱性岩浆岩三位一体发育地段,是在崎峰茶—琉璃庙断裂带附近寻找金矿床的必要地质前提。

在研究工作过程中,得到了北京地矿局科技处李伟副处长和101地质队总工程师周绍林同志、李怀勇工程师以及矿床地质研究所领导、科技处和黄典豪研究员、张德全副研究员等的指导、帮助和大力支持。周玉林、邓楚军等同志参加了室内样品处理工作。报告中的全部图件由矿床地质研究所刘红同志清绘。为此,作者对上述领导和同志们表示衷心感谢。

第一章 区域地质概况

得田沟金矿位于北京市怀柔县境内,其大地构造位置属华北地台北缘燕山台褶带密(云)一怀(来)中隆断昌(平)一怀(柔)中穹断(图1)。本区出露地层有古、中太古代密云群大槽组,新太古代四合堂群阳坡地组、宋营子组、西湾子组、山神庙组,变长城系以及中新元古界、中生界侏罗系。岩浆岩有变质闪长岩、太古宙英云闪长岩及中生代闪长岩、中生代花岗岩、中生代正长岩。北北东向及北东向深大断裂横贯全区,糜棱岩带发育,构成了本区复杂的地质构造格架。

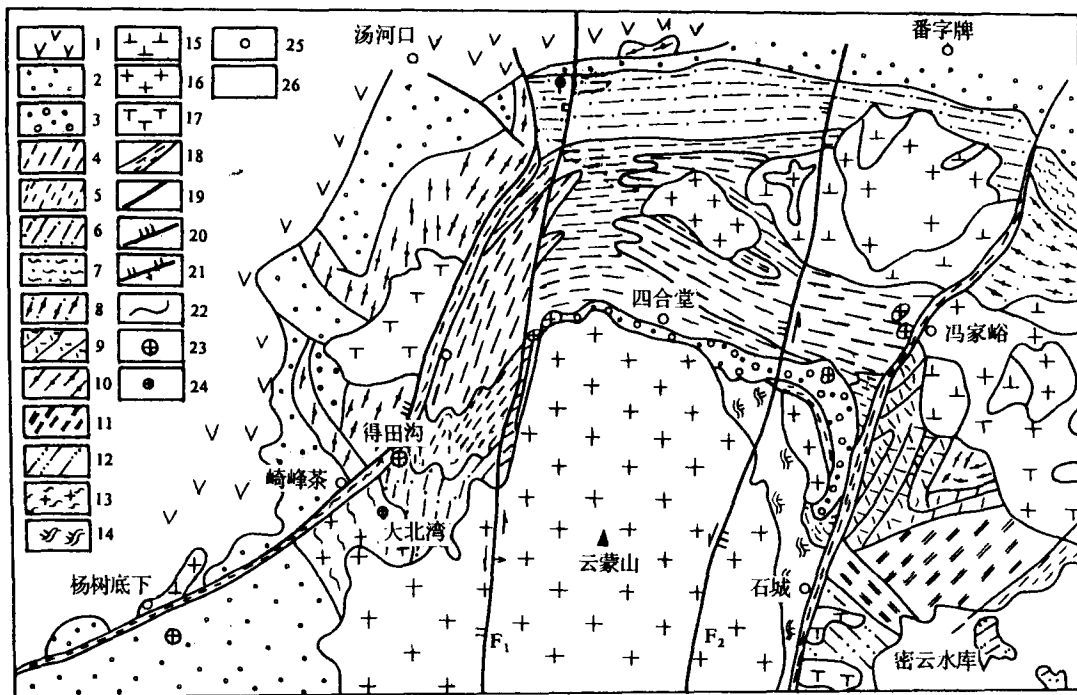


图1 得田沟金矿区域地质略图

(据北京市区域地质志,有修改)^[1]

- 1—侏罗纪火山岩; 2—中、新元古界; 3—变长城系; 4~9—新太古代四合堂群(4—山神庙组; 5—西湾子组; 6—宋营子组; 7~9—阳坡地组); 10~12—古、中太古代密云群大槽组; 13—太古宙英云闪长岩; 14—变质闪长岩; 15—中生代闪长岩; 16—中生代花岗岩; 17—中生代正长岩; 18—糜棱岩带; 19—深大断裂; 20—张性断裂; 21—推覆构造; 22—地质界线; 23—金矿床; 24—金矿点; 25—乡、村庄; 26—水库

一、地 层

1. 古、中太古代密云群大槽组

是本区最老的地层,由三段构成:下段以含石榴石和辉石的黑云变粒岩为主,夹石榴斜长辉石岩和斜长角闪岩、石榴黑云二辉麻粒岩、黑云石榴辉石斜长片麻岩、石榴变粒岩、角闪变粒岩、辉石磁铁石英岩,岩性比较复杂,在本区东南部密云水库之西侧有小块出露;中段主要为榴辉黑云变粒岩与石榴斜长辉石(角闪)岩互层,夹辉石磁铁石英岩和黑云浅粒岩,分布于本区东南密云水库北侧;上段以榴辉变粒岩为主,夹斜长角闪岩和少量的榴辉斜长片麻岩、黑云角闪斜长片麻岩、浅粒岩,主要分布于琉璃庙西侧。密云群变质岩的原岩是一套中基性—中酸性火山岩和火山沉积岩建造,反映太古宙时期有多个火山喷发—沉积旋回。密云群岩石普遍遭受了早太古代末期强烈的麻粒岩相区域变质作用;在晚太古代又叠加了角闪岩相变质作用;退变质作用非常发育,麻粒岩的数量自下而上减少。混合岩化作用不十分强烈,以重熔型为主,伴有碱交代作用。区内未见具有一定规模的混合花岗岩或紫苏花岗岩。

2. 新太古代四合堂群阳坡地组

由三部分组成,下部以角闪斜长片麻岩、黑云角闪斜长片麻岩为主,夹黑云变粒岩、斜长角闪岩,近底部出现辉石和石榴石,主要分布于冯家峪—石城糜棱岩带以东及冯家峪岩体西侧;中部以黑云角闪斜长片麻岩、变粒岩为主,夹斜长角闪岩、黑云变粒岩和磁铁石英岩薄层,顶部有稳定的厚层浅粒岩(标志层),分布于冯家峪岩体的北侧及西南侧;上部以黑云变粒岩为主,夹浅粒岩和少量黑云(角闪)斜长片麻岩,浅粒岩往上增多,近顶部黑云变粒岩与浅粒岩互层,分布于区内东北角冯家峪—石城糜棱岩带东侧。本组地层原岩以中性—中酸性火山凝灰岩或沉凝灰岩为主,下部主要为基性—中基性熔岩及火山碎屑岩,中部凝灰质粉砂岩和陆源碎屑沉积岩增加,愈向上碎屑沉积的特点愈明显。本组构成了一个独立而完整的火山沉积旋回。下部混合岩化作用较强,出现条带状混合岩;上部较弱,为混合岩化变质岩。本组与下伏密云群大槽组呈构造不整合接触,与上覆宋营子组呈断层接触。地块北部被中元古界长城系不整合覆盖。

宋营子组组成冯家峪—琉璃庙倒转复式向斜的两翼外侧。南翼为正常翼,绝大部分被云蒙山杂岩体吞食,仅在崎峰茶—琉璃庙糜棱岩带东侧之得田沟一带有所出露;北翼为倒转翼,分布于小梁一带。本组下部以厚层斜长角闪岩和各种混合岩为主,夹薄层黑云变粒岩;中上部为斜长角闪岩、角闪斜长片麻岩与黑云变粒岩互层;上部以黑云角闪斜长片麻岩和厚层黑云变粒岩为主。其原岩以基性—中基性凝灰质火山沉积岩为主,有时中、基性火山岩频繁互层。本组由两个基性至中性的喷发沉积旋回组成,混合岩化比较强烈,中、下部辉长岩—闪长岩—斜长岩层状侵入体较发育,并遭受了角闪岩相区域变质作用,属于变质前或同构造变质期产物。本组与上覆西湾子组呈整合接触。得田沟金矿即产在本组中。

西湾子组地表出露形态复杂,主要分布于冯家峪—琉璃庙倒转复式向斜两翼的内侧,以及得田沟东北侧及四合堂北侧。该组下部为斜长角闪岩(片岩)、黑云角闪斜长片麻岩、变

粒岩互层,局部夹二长浅粒岩薄层;上部为黑云角闪斜长片麻岩,黑云角闪变粒岩与黑云(角闪)二长变粒岩互层,夹多层黑云二长浅粒岩和变质长石细砂岩,局部有斜长角闪片岩、斜长角闪岩、磁铁石英岩夹层。原岩为钙碱性—偏碱性的火山沉积岩和陆源碎屑沉积岩。

山神庙组构成冯家峪—琉璃庙复向斜之核部,主要出露于四合堂东北部及琉璃庙一带,下部为斜长角闪岩与磁铁石英岩互层;上部以黑云角闪变粒岩、片麻岩为主,夹斜长角闪岩及石英岩。原岩主要为基性—中性沉积火山碎屑岩和铁硅质岩石。铁硅质沉积与火山活动有密切的关系。混合岩化作用比宋营子组弱而比西湾子组稍强,局部层位出现片麻状混合岩。本组与下伏西湾子组为整合接触。

新太古代四合堂群原岩建造以钙碱性—碱钙性火山沉积岩、杂砂岩为主,夹有陆源碎屑沉积岩。火山岩由下至上从基性到中性到偏碱性,大致组成一个火山喷发沉积的巨旋回。变质程度一般为角闪岩相,近底部为高角闪岩相。

近年来,不少专家对北京地区变质杂岩的特征和原始形成环境进行过探讨,从不同角度得出一些不尽相同的认识。马杏恒(1979)^[2]从大地构造角度认为华北陆台北缘(含本区)是一些古岛链式的沉积盆地;卢良兆等(1981)^[3]根据密云群岩石化学特征及原岩建造,认为是类似于后期岛弧—海沟带的火山及沉积作用的产物;钱祥麟等(1985)^[4]研究了密云群麻粒岩相带岩石建造特征和岩石化学特征后,认为密云群火山岩的岩石化学性质与现代洋中脊深海拉斑玄武岩近似,并有洋岛拉斑玄武岩的特征;周绍林(1991)^[2]根据基性岩石化学特征,认为本区既含有类似于现代大洋盆地的深海拉斑玄武岩(OTH)系,又包含有类似于现代岛弧(日本岛)的岛弧拉斑玄武岩(ITH)系和钙碱质火山岩(CA)系的岩石,并依据岩石组合特征认为本区在古太古代属优地槽环境(接近于古岛弧区及古活动大陆边缘的海槽)。新太古代形成的岩石组合反映了该时代火山活动随地壳运动而具有脉动性,其活动特点由强到弱;岩石以火山沉积岩系为主;少量基性火山岩的岩石化学成分接近于大洋深海拉斑玄武岩(OTH)和洋岛拉斑玄武岩(IOH);钙碱性(少量碱钙性)火山沉积建造和铁硅质建造成层性好,反映其沉积环境为活动大陆边缘的小型海洋盆地或陆棚海。

3. 中、新元古代地层

主要分布于本区的北部和西部地区,由一套基本未受变质的富镁富藻碳酸盐岩、碎屑岩和粘土岩组成,夹少量火山喷出岩(长城系大红峪组),以角度不整合覆盖于太古宙地层之上,是一些山地河流砂砾岩相、潮下泥相、潮下鲕肾状藻铁岩相等沉积建造,构成多个海进沉积旋回,沉积韵律发育。在四合堂东南靠近云蒙山岩体,有少量长城系分布,且已发生热接触变质,与下伏地层成角度不整合接触。

4. 中生代侏罗纪地层

分布于本区的北侧及西侧,为一套紫褐色砾岩,砂泥岩夹火山岩及薄煤层和安山岩及火山碎屑岩,代表一种有火山活动的内陆盆地沉积,与下伏地层呈角度不整合接触。

二、中生代侵入岩

本区岩浆岩极其发育,除大北湾太古宙英云闪长岩外,绝大多数为中生代侵入体。其

中主要包括云蒙山花岗岩基、冯家峪北侧及东侧的花岗岩、闪长岩体、琉璃庙西侧（区域上称老公营）正长岩体以及若干花岗岩小岩株。云蒙山岩体、老公营岩体在空间上离得田沟金矿较近。

云蒙山岩体岩性为中细粒少斑二长花岗岩。岩体在本区出露面积近百平方公里。由区域资料可知，其变形组构及岩石学等特征表明本单元具中深层次同构造成因背景，并严格受区域低缓角度韧性剪切带制约。该岩基侵入于云蒙山短轴背斜的核部，背斜由一套可能属中元古界的浅变质岩及四合堂群变质岩组成。该岩体中近10个K—Ar法同位素年龄值均在114—120Ma之间。此外，该岩体明显地侵入燕山中期长石石英闪长岩岩体内^{〔1〕}。该岩体的形成时代相当于早白垩世（燕山晚期）。云蒙山岩体的线理特征反映了岩浆侵入活动晚期，直至固结成岩后所持续的最大拉伸应力方向为近南北向；依据岩体的（S—L—C）组构特征，可以认为它们是岩浆汁状态向固态逐渐变化过程中塑性形变的产物。尽管目前我们尚未查明岩浆中熔体与固体部分的具体比例数据，但可以肯定固体部分已占有一定的比例。岩石化学组分表明岩浆粘度较大，致使其不可能出现较快的流动速度。从造岩矿物组合特征看，云蒙山侵入体与冀东地区太古宙、中元古代花岗岩侵入体差异较大，而更接近于八达岭地区中生代花岗岩。以强烈韧性形变为特色的结构构造，反映了侵入体的中深层次和以韧性剪切应力为主的构造成因背景，反映了该区在早白垩世处于拉伸方向近南北的强应力场之中。岩石微量元素及稀土元素资料显示了壳幔混合物质来源的岩浆特点。

琉璃庙乡西侧的老公营正长岩平面上为一不规则长方形，呈北东向展布，出露面积约12km²。侵入体北部、南部与太古宙黑云角闪斜长片麻岩呈侵入接触关系，围岩热液接触变质现象极不明显，可见大量正长斑岩脉沿片麻理或斜切片麻理贯入，近接触带脉体数量增多，规模变大，反之脉体数量减少，规模变少。侵入体南西部与中元古代长城系常州沟组、大红峪组呈侵入接触关系，砂岩中见大量正长斑岩脉贯入。侵入体东南部被崎峰茶断裂错断，碎裂结构极发育。老公营岩体K/Na比值（2.96）是云蒙山岩体（0.7~0.97）的三倍，其铜、铅含量（依次为 72.77×10^{-6} 、 88.73×10^{-6} ）是本区其它中生代岩体的2~5倍（如云蒙山岩体 $\text{Cu} 10 \times 10^{-6} \sim 40 \times 10^{-6}$ 、 $\text{Pb} 10 \times 10^{-6} \sim 30 \times 10^{-6}$ ）， Na_2O 含量为2.50%、 K_2O 为7.40%，K/Na值为2.96，因而本区（老公营）正长岩为钾、钠总量及K/Na值均比较高、富含造矿元素的岩浆岩。关于老公营侵入体的时代：该侵入体已明显侵入于长城系之中，故为中元古代以后形成，但确切时代难以定论。考虑到该岩体主要受崎峰茶断裂制约，而该断裂晚期活动又是在云蒙山侵入体侵位之后，因此，老公营侵入体的时代应稍晚于云蒙山岩体，相当于早白垩世末期。

此外，在杨树底下金矿的北部有一花岗斑岩小岩株。该岩株侵入到晚侏罗纪中层中，表明该岩株形成时间大致相当于中燕山期；该岩株亦被琉璃庙-崎峰茶断裂所切割，表明该岩株形成于断裂强烈活动之前。

三、地质构造特征

冯家峪—琉璃庙倒转复式向斜带是本区最大最明显的褶皱构造带，是区域上阳坡地—

冯家峪—琉璃庙复式拗褶带的一部分。褶皱由东往西其轴向由东西—北北东向转至北北西向。

有两条深大断裂穿过本区,即崎峰茶—琉璃庙糜棱岩带与石城—冯家峪糜棱岩带。在两条深大断裂之间还有两条次级大断裂(F_1 和 F_2)从本区纵切而过。

崎峰茶—琉璃庙糜棱岩带是区域沿河城—南口—琉璃庙大断裂的一部分。该断裂在本区走向为北东 50° 左右,倾向北北西,倾角 $60^\circ\sim 70^\circ$ 。该断裂经历了多期次的活动,有较复杂的相对运动和变形过程。燕山早期在北北西—南南东方向挤压应力作用下,随着区域北东向褶皱的进一步发展,以反时针压剪性破裂出现;燕山中期在北西—南东向挤压应力作用下,断裂仍为压剪性,但作顺时针扭动,西盘向东盘上冲;燕山晚期在区域性北西西—南东东向挤压应力作用下,断裂表现为张剪性顺时针滑动,北西盘正断下掉,并在云蒙山岩体内形成近南北向拉伸片麻理。新生代以来,断裂的部分地段仍表现出活动性,呈明显的正断层性质。由于该断裂的多次剪切活动,使断裂两侧岩石发生糜棱岩化、片理化。该断裂(糜棱岩带)是本区重要的金矿控矿断裂和/或导矿断裂。该断裂切割了区内所有地层及部分中生代岩浆岩。

石城—冯家峪糜棱岩带(深大断裂)是主体部分展布在本区的深大断裂。该断裂经历的活动过程与崎峰茶—琉璃庙糜棱岩带基本相同,只是后者规模更大、活动更强烈。该断裂呈北北东向,穿切了区内所有地层及岩体。

断裂 F_1 是一条近南北向展布的推覆构造。燕山早中期,受北北西—南南东向及北西—南东向压应力作用而作反时针滑移推覆,西盘上升。本断裂的活动结果以及燕山晚期崎峰茶—琉璃庙糜棱岩带(深断裂)的张性活动,使琉璃庙楔形块断上升剥蚀。

F_2 是一条近南北向张性断裂。断裂南北两段东倾,中段西倾,是受北北西—南南东向挤压应力作用而形成的张剪性断裂,断裂明显切割了本区所有地层及岩体。本断裂与金矿的形成关系不大。

四、区域金矿特征

本区除得田沟金矿床之外,沿崎峰茶—琉璃庙糜棱岩带还分布有许多金矿床、矿点,从北至南依次为小梁金矿点、大北湾金矿点和杨树底下金矿床。这些金矿床(矿点)产于不同的地层,具有不同的成矿地质条件,因而显示不同的矿床地质特征。下面给予分别叙述。

1. 小梁金矿点

小梁金矿点有金矿体8个,产于太古宙四合堂群宋营子组中。地层岩性主要为黑云角闪变粒岩、角闪斜长片麻岩、斜长角闪岩等。有正长斑岩小岩体发育。构造线方向近南北向。两条主要的断裂和一条南北向片理化带和一条东西向片理化带切割了矿点北部的长城系常州沟组砂岩地层。该区土壤中金的化探异常高达 190×10^{-9} 。

小梁金矿矿石类型有两种,其一为含金硫化物石英脉型,其二为蚀变岩型。石英脉型又分为张性裂隙脉及压性裂隙脉两种;蚀变岩型可分为张性破碎蚀变岩及分布于压性裂隙石英脉两侧的糜棱岩。

张裂隙石英脉以8号脉为代表。矿脉近东西向展布,北倾,倾角 50° 左右,脉宽达45cm,平均30cm,延长136m。含金最高 48×10^{-6} ,平均 13.69×10^{-6} 。金属矿物主要为黄铁矿+黄铜矿+自然金;脉石矿物为石英+钾长石+白云母。黄铁矿主要为立方体,粒径0.5~10mm,主要呈星散状或平行脉状分布于石英脉的边部或脉体变薄处,总含量低于2%。黄铜矿含量更低,呈星散状它形粒状,颗粒粗大;白云母呈细条带状分而于石英中,含量低于1%;钾长石呈不规则斑杂状分布于石英中,含量低于5%。在8号脉东侧几十米处即为正长岩(或钾长花岗岩)小岩株,因而认为该石英脉的形成可能与碱性岩体的侵入有关。8号脉的围岩为条纹状黑云斜长片麻岩,产状 $350^{\circ} \angle 50^{\circ}$,蚀变较弱。从产状上分析,可认为石英脉顺片麻理方向贯入。

压裂隙石英脉以6号脉为代表。脉体近南北向展布,西倾 60° ;脉体延长250m,宽1.1m,石英脉呈复脉产出,单脉宽几厘米。金品位 $3 \times 10^{-6} \sim 10 \times 10^{-6}$,平均为 6×10^{-6} 。载金矿物主要为黄铁矿,其次为方铅矿、闪锌矿。脉石矿物为石英,含少量绢云母。黄铁矿以立方体自形晶为主,粒径0.5~10mm,多呈团块状。黄铁矿内石英包裹体较多,有时呈筛孔状,在黄铁矿中经电子探针测试发现有碲银矿微粒。围岩为眼球状混合岩化的斜长角闪岩,石英脉两侧围岩发生黄铁矿化、硅化、绢云母化、绿泥石化。

含金糜棱岩即与6号脉平行产出的7号矿体。该矿体主要为黄铁绢云千糜岩、绢云千糜岩、糜棱岩及少量碎裂岩。该矿体目前正在进行普查工作。

张性破碎蚀变岩型金矿石以3号矿体为代表。3号矿体呈椭圆形,地表出露长60m,宽50m,长轴方向近南北向。其东侧为近南北向的糜棱岩带、西侧为破碎带。矿石金品位 $2 \times 10^{-6} \sim 3 \times 10^{-6}$ 。矿石呈块状、网脉状、浸染状。石英网脉发育,岩石角砾被石英网脉胶结。含金黄铁矿为细粒(0.1~10mm)立方体,呈致密浸染状、星散状分布。黄铁矿多与石英细网脉(1~5mm)共生,亦见宽约10mm的黄铁矿细脉。脉石矿物为石英、钾长石、绢云母。矿石主体为黄铁绢英岩,已发生破碎,含大量钾长石、石英碎块,黄铁矿常被挤压成粉末状。依据所观察的矿石组构特征,认为矿化作用有两期,早期为绢英岩化及黄铁矿化、硅化、钾长石化,晚期为黄铁石英细脉、网脉的形成。最后被多条南北向、东西向及北西、北东向断裂切割。其中最晚的小断裂为东西向。

小梁金矿点的金矿体,是在受北西南东向(相当于区域中燕山期应力场)挤压作用下形成的。北西—南东向挤压应力在该区形成近南北向压扭性糜棱岩带以及近东西向次级张性断裂,伴随正长岩浆的侵入而形成的含金热液沿构造裂隙贯入,形成近东西向含金石英脉(8号脉)、近南北向含金石英脉(6号脉)及近南北向含金糜棱岩带。破碎蚀变岩型金矿是一刚性地体(早期酸性小岩株)受力发生破碎并被含金热液交代而形成的矿体。总之小梁金矿点是一个很有远景,有待进一步地质勘探和研究的金矿点。

2. 大北湾金矿点

大北湾金矿点位于太古宙英云闪长岩与宋营子组地层接触带附近。矿体围岩为斜长角闪岩。该矿点的一条有工业价值的金矿脉发现于1993年并由地方开采,含金品位 10×10^{-6} 左右。该金矿为含金多金属硫化物石英脉(见图2)。石英脉由 $2\text{m} \times 10\text{m}$ 的大透镜体相连而成,目前已揭露出两个透镜体,石英脉产状较平缓,总体东倾($65^{\circ} \angle 20^{\circ}$)。石英脉上下斜长角闪岩发生黄铁矿化、黄铜矿化、绿泥石化、黑云母化,形成了由上述矿物组成的糜棱

片岩。糜棱片岩产状为 $45^{\circ}/35^{\circ}$ ，与围岩斜长角闪岩界线清楚，明显由斜长角闪岩受挤压作用并遭受热液蚀变而成。石英脉中金属矿物有黄铁矿、方铅矿、闪锌矿、磁黄铁矿、胶状黄铁矿及钛铁矿，脉石矿物以石英为主，其次为蚀变矿物绿泥石、黑云母、绢云母等。蚀变矿物多呈糜棱片岩角砾出现。金属矿物中，胶状黄铁矿交代磁黄铁矿（图版Ⅶ-2）；闪锌矿及方铅矿交代钛铁矿（图版Ⅶ-3），磁黄铁矿与方铅矿、闪锌矿共生（图版Ⅶ-4），因而初步认为热液作用至少经历了三个阶段，早期热液氧逸度高，形成了钛铁矿，晚期硫逸度更高，但因温度降低而出现胶状黄铁矿交代磁黄铁矿。

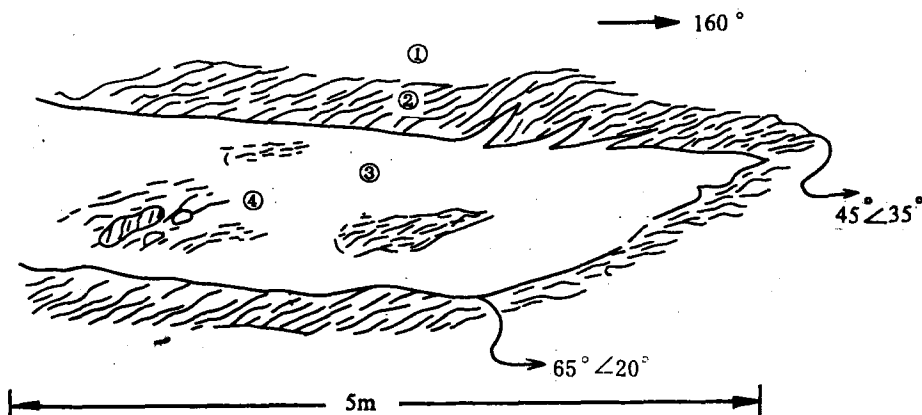


图2 大北湾金矿体素描图（大北湾村东坡）

①—斜长角闪岩；②—黑云绿泥糜棱片岩；③—多金属硫化物石英脉；④—矿石角砾

大北湾金矿点是一个很有远景的矿点，其形成时代以及成矿规律尚有待进一步研究，矿体分布也急待勘探。

3. 杨树底下金矿床

杨树底下金矿床产于本区西南部中元古长城系中，构造上位于崎峰茶—琉璃庙糜棱岩带之东南侧。矿床的形成与黄石碛石英斑岩体的侵入有关。

在石英斑岩体周围有大面积雾迷山组第三段出露，岩性为中厚—巨厚层状白云岩，内含数量不等的硅质条带和泥质薄层，局部见有角砾状白云岩。由于岩浆上侵的热变质作用，从接触带至白云岩方向大体可分为大理岩带、结晶白云岩带及原岩带。

石英斑岩出露面积 0.03km^2 ，受北北东及北西向构造控制，总体延长方向为北北东向。西北侧与次生石英岩接触，其它部分与白云岩接触。北京地矿局 102 地质队 1992 年对该岩体所测全岩 Rb—Sr 年龄为 $148 \pm 15\text{Ma}$ ，而本次研究所测全岩 K—Ar 年龄为 $141.89 \pm 2.17\text{Ma}$ ，两者基本一致，表明该岩体形成时代为晚侏罗世，属燕山中期。

在矿区中部有次生石英岩体存在，并被石英斑岩侵入。该岩体是遭受了强烈交代蚀变又叠加了动力变质作用的产物，原岩应是一个产在地表浅层的酸性岩体。岩体中赋存有金矿体、铜矿体及碲矿体。

北东向挤压片理化带为区内主要构造线方向，发育于矿区西部次生石英岩体内。挤压片理化带具韧性剪切特征，由数个扁豆状小片理化带组成，一般长数十米到百余米，宽 10 米到 60m。走向 50°~80°，倾向南东或北西，倾角 75°~83°。北北西向张扭性断裂构造也是区内主要构造线方向，多发育于矿区东段石英斑岩体外缘围岩中，走向 320°~340°，倾向南西，部分倾向北东，倾角 50°~80°。该组断裂控制了区内岩脉的分布。其次为北北东向压扭性断裂构造，该组断裂沿走向呈舒缓波状，断裂面局部光滑、平直，断裂内发育有次生石英岩角砾及早期糜棱岩团块。以上三组构造均为本区重要的控矿、容矿构造。

矿区围岩蚀变不同阶段具不同特征。次生石英岩化阶段有硅化、叶蜡石化、绢云母化；蓝晶石成矿阶段有蓝晶石化、硬绿泥石化；金矿化阶段有硅化、黄铁矿化、绿泥石化、绢云母化。其中黄铁矿化是重要找矿标志。

本矿区的主要金矿体赋存于次生石英岩东段硅化带范围之内，受北北西向张扭性断裂与北北东向压扭性断裂复合构造控制；含金钼矿体主要沿北东向片理化带分布。其它含金铁帽地质体分布于石英斑岩与雾迷山组白云质灰岩接触带及其附近。

金矿石有两种，即氧化矿石及原生矿石，其中以氧化矿石为主。氧化矿石呈条带状、皮壳状、蜂窝状等构造；胶状结构、放射针状结构发育；主要矿物为褐铁矿，次为锰、铜、铅、锌、铜的氧化物或氢氧化物，有微量黄铁矿、黄铜矿、方铅矿的残留体。本项研究在氧化矿石中尚发现了闪锌矿（图版Ⅶ—8）、辉铋矿（图版Ⅶ—6）、辉碲铋矿（图版Ⅶ—7）以及含包裹体金的黄铁矿（图版Ⅶ—5）残留体。它们的电子探针分析结果见表 1。金主要呈微粒、细粒它形晶分布于褐铁矿中。原生矿石以角砾状构造为主，次为块状构造、环带构造、网脉状构造；不等粒结构、自形、半自形结构，交代结构发育。主矿石矿物有黄铁矿、辉钼矿、少量黄铜矿、方铅矿、闪锌矿、辉铋矿等，此外尚有磁铁矿、赤铁矿、锡石及微量自然金、自然铜等。自然金常呈微细包裹体（图版Ⅶ—5）或不规则状、长条状嵌布于黄铁矿间或黄铁矿裂隙中。

表 1 杨树底下金矿床 Bi、Au 矿物电子探针分析结果（%）

样号	序号	元 矿 物 素	S	Te	Bi	Ag	Au	总量	化学分子式
9397-2	1	辉碲铋矿	4.94	30.33	64.46	0.02	0.03	99.78	$\text{Bi}_4\text{Te}_{3.08}\text{S}_2$
9397-2	2	辉铋矿	18.73	0.15	80.61	0.37	0.48	100.34	$\text{Bi}_{1.98}\text{S}_2$
9397-2	3	自然金		0.00	0.06	10.75	89.20	100.01	$\text{Au}_{0.82}\text{Ag}_{0.18}$

测试者：中国地质大学（北京）电子探针室李树岩、赵磊。

从以上特征看，杨树底下金矿床是在晚侏罗世，即燕山中期形成的。燕山中期在区域北西—南东向挤压应力作用下，在该区形成了北东向片理化带、北北东向压扭性断裂构造，并在构造交汇部位发生岩浆侵入，形成石英斑岩体，致使早期酸性岩体发生次生石英岩化，并伴随挤压作用形成蓝晶石矿化。岩浆烘烤及热液作用使碳酸盐地层发生大理岩化，并在构造活动部位及岩体接触带形成含碲的金、钼多金属矿体。由于地壳抬升，使矿体遭受氧化淋滤，使金发生次生富集，形成了目前的铁帽型金矿床。

第二章 矿区地质

得田沟金矿产于崎峰茶（片理化带）断裂中段东侧之太古宙四合堂群宋营子组角闪岩相变质地层中（图3）。区内崎峰茶断裂带以西为太古宙密云群大槽组，以东为宋营子组。

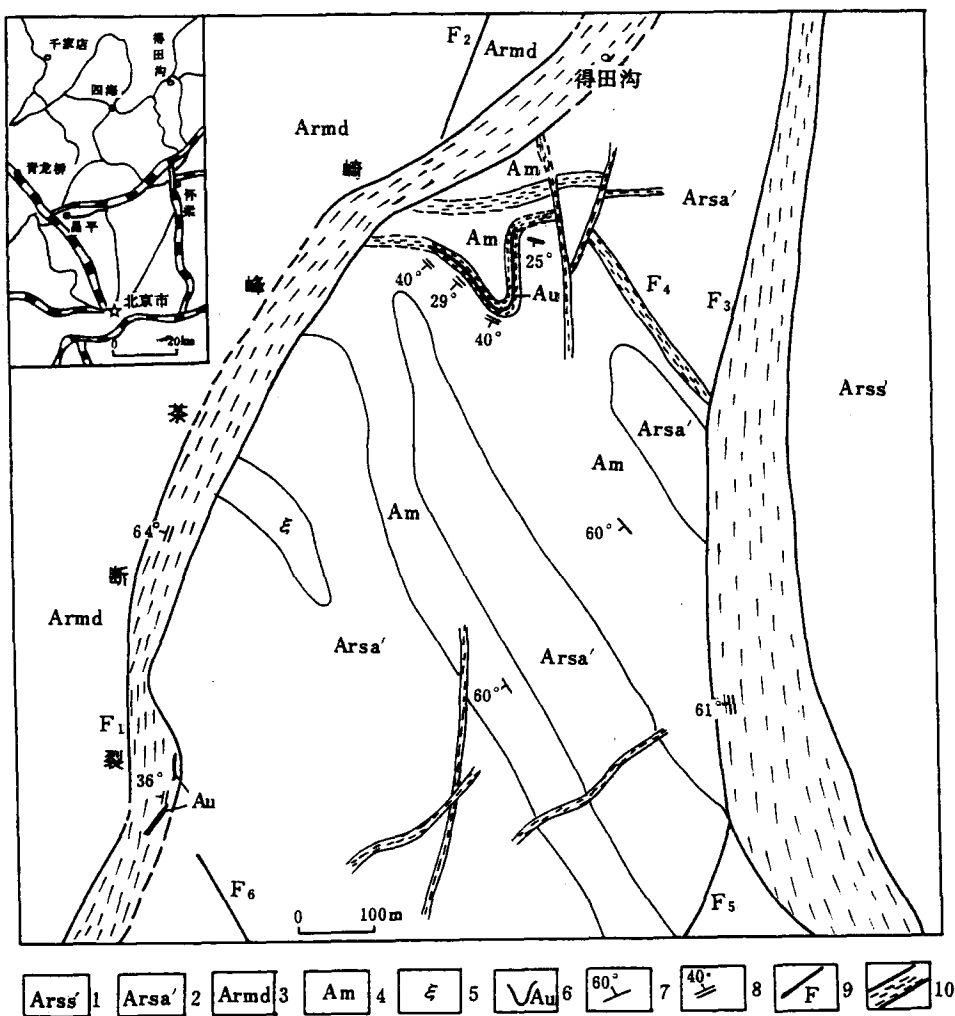


图3 得田沟金矿床地质略图（据地表露头及钻孔资料，去掉了第四纪覆盖物）

1—黑云浅粒岩、黑云变粒岩；2—黑云浅粒岩、黑云变粒岩、黑云角闪斜长片麻岩及斜长角闪岩；3—黑云变粒岩、黑云角闪斜长片麻岩；4—斜长角闪岩；5—正长岩脉；6—金矿脉；7—地层产状；8—片理化带产状；9—断裂；10—韧性剪切带

一、宋营子组变质地层

宋营子组主要为角闪石岩、斜长角闪岩、角闪斜长片麻岩、角闪变粒岩、黑云角闪变粒岩、黑云浅粒岩等，含少量角闪磁铁矿石岩。岩石遭受不同程度的混合岩化，局部形成混合花岗岩。

1. 角闪岩

角闪岩大多为块状构造，少量为片麻状构造，镶嵌变晶结构发育。矿物组合为角闪石+斜长石+少量黑云母，副矿物以磷灰石为主，其次为磁铁矿。

角闪石粒径1~2mm，最大可达5mm，含量70%~90%。近矿角闪岩中的角闪石多有弱的绿泥石化并析出磁铁矿。角闪石晶体有时被方解石、阳起石细脉穿切，最后又被绿泥石细脉穿切（图版Ⅲ—4）。此外，角闪石还发生绿帘石化并被绿帘石脉穿切（图版Ⅲ—5）。

斜长石它形粒状至板条状，粒径1~2mm，含量由不足10%到30%，偶见斜长石聚片双晶。钠黝帘石化发育。

黑云母鳞片状1~2mm，含量低于10%，红棕色。黑云母常发生绿泥石化并析出磁铁矿。

2. 斜长角闪岩

斜长角闪岩以块状构造为主，次为片麻状构造，粒状镶嵌变晶结构。主要矿物为斜长石+角闪石。斜长石含量30%~50%，角闪石含量50%~70%。其它矿物有黑云母及少量副矿物磷灰石。从岩石组构特征及矿物特征上看，斜长角闪岩与角闪石岩类同，只是主要矿物含量不同。

3. 角闪斜长片麻岩

以片麻状构造为其特征，岩石中角闪石、斜长石及少量黑云母多定向排列。镶嵌变晶结构发育。暗色矿物角闪石（黑云母）含量小于50%。片麻岩中常见石英矿物颗粒，含量一般少于20%。此外还含有钾长石。浅色矿物以斜长石为主，一般多于30%至70%。

4. 变粒岩类

变粒岩一般为块状构造，粒状或鳞片粒状镶嵌变晶结构。依暗色矿物的种类及含量又分为角闪变粒岩（角闪石10%~30%）、黑云变粒岩（黑云母10%~30%）、角闪（或黑云）浅粒岩（暗色矿物<10%）。当浅色矿物以钾长石为主时，称为钾长浅粒岩。则本区的变粒岩类岩石有黑云变粒岩、黑云浅粒岩、角闪变粒岩等。浅色矿物以斜长石、石英为主，其次为钾长石。斜长石以钠长石、更长石为主，钾长石则主要为微斜长石。变粒岩矿物粒径1~2mm。

5. 混合花岗岩

混合花岗岩局部出现，以块状构造为主，其次为片麻状构造、混染构造；以结晶结构为主。岩石中片状矿物黑云母呈不规则定向排列。矿物组合为微斜长石+钠长石+石英+少量白云母，副矿物有磁铁矿、磷灰石。矿物基本等粒，粒径1~2mm。黑云母为绿至褐绿色。斜长石常发生钠黝帘石化（图版I—1）。