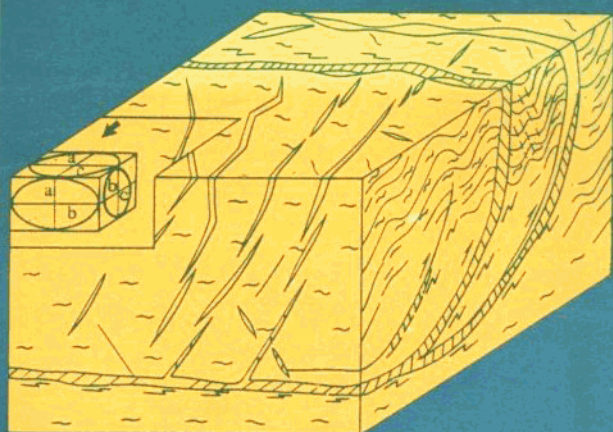




# 冀西北水晶屯 金矿区构造演化与 成矿

中国地质大学出版社

侯光久 吴淦国等著

新华书店  
地质出版社  
PDG

# 冀西北水晶屯金矿区 构造演化与成矿

侯光久 吴淦国 等著

中国地质大学出版社

## 内容简介

本书详细阐述了冀西北水晶屯地区高级片麻岩从韧性到脆性的变形特征和构造变形序列；综合分析了该区金矿的成矿地质背景及各种控矿地质条件；重点论述了构造演化与金矿成矿演化在时空上的内在联系，建立了构造控矿模式；对典型金矿床地质特征进行了解剖，对金矿化蚀变类型、特征及形成机理、金矿化矿物学特征等作了研究；讨论了金矿化地球化学特征及矿物包裹体特征；进而指出了找矿有利地段。

本书实际资料丰富，研究思路清晰，方法新颖，结论正确，可供地质工作人员、科技工作者和高等院校师生参阅。

## 图书在版编目 (CIP) 数据

冀西北水晶屯金矿区构造演化与成矿/侯光久, 吴淦国等著. —武汉: 中国地质大学出版社, 1997. 3

ISBN 7-5625-1152-7

I. 冀…

II. ①侯…②吴…

III. 构造演化-成矿-金矿-冀西北

IV. P618

---

出版发行 中国地质大学出版社(武汉市喻家山·邮政编码 430074)

责任编辑 李继英 责任校对 胡义珍

印刷 湖北省地质图印刷厂

---

开本 787×1092 1/16 印张 5.375 字数 140 千字

1997 年 3 月第 1 版 1997 年 3 月第 1 次印刷 印数 1—300 册

定价: 14.00 元

---

# 前 言

冀西北金矿带是我国重要的黄金产地之一，已被找矿实践证实是很有前景的金矿集中地带。50年代以前，有少数地质工作者对该区做过概略地质调查。1965—1966年，河北省地质矿产局第三地质队在宣化—崇礼一带进行了1:25000的含金石英脉的地质普查，发现了小营盘、韩家沟等金矿床。该队在此后的近10年内，先后经过两个阶段对小营盘金矿进行了普查勘探工作，同时对水晶屯金矿点开展了普查评价工作。1978—1981年该队完成了“小营盘金矿成矿地质条件及找矿方向”的专题研究。80年代，地质矿产部天津地矿所、北京大学、中国地质大学（武汉）、河北地质学院等高等院校和科研单位对该区进行过区域基础地质研究，对主要构造形迹、碱性杂岩体和典型金矿床做过地质调查。冶金工业部第一地质勘查局所属地质队在张宣地区进行了1:50000分散流测量工作，该局518地质队对下双台金矿、水晶屯金矿开展了详查工作。其516地质队对黑土沟金矿进行了详查，武警黄金部队8支队结合东坪金矿外围找矿也投入了一定的地质工作，河北地质矿产局第三地质队在小营盘金矿外围开展了金矿找矿工作，该局综合队对中山沟金矿进行了详查。先后发现了小营盘、东坪、后沟等大型金矿床和水晶屯、张全庄、黑土沟等一系列中小型金矿床，使冀西北地区成为华北地台北缘重要的金矿远景区。

为了查明水晶屯金矿区控矿地质条件，并对已发现的金矿点进行评价，进而为地质找矿提供新的普查评价基地和在已控制的矿体外围、深部预测新的成矿有利地段，增强找矿效果，提高经济效益，冶金工业部第一地质勘查局委托中国地质大学（武汉）部分教员组队，先后实施“河北省崇礼县水晶屯金矿区及外围控矿地质条件和成矿预测”、“河北省张家口东四台沟—黑林沟一带金矿控矿构造研究和成矿远景评价”项目的研究工作。经过近4年的野外和室内研究，基本查明了水晶屯金矿床控矿地质条件，筛分了找矿信息，确立了找矿标志，提出了若干成矿有利地段，扩大了金矿储量。

本书是一部关于地区性控矿地质条件、地质构造特征及其找矿预测的专著。它立足于翔实的野外地质调查资料和测试分析，突出多学科联合、交叉，运用先进的地质找矿理论和方法对水晶屯地区的基础地质和控矿地质条件、矿床成因、围岩蚀变、构造控矿模式及找矿方向等方面开展研究，取得了新的认识，在某些方面有明显的突破和进展。在本书撰写之前，项目完成的《河北省崇礼县水晶屯金矿区及外围控矿地质条件和成矿预测》及《河北省张家口东四台沟—黑林沟一带金矿控矿构造研究和成矿远景评价》科研报告，已通过评审验收，并发表了《冀西北水晶屯金矿构造控制作用及成矿模式》等数篇论文。本书是对这些成果的进一步深化和系统性总结。这些成果的取得得益于领导的关心、支持和项目成员的通力合作。

参加课题研究工作的主要人员有：侯光久、吴淦国、魏俊浩、李毅谦、夏庆林、张达、赵旭东、石森、杨廷栋、熊鹏飞、郝铭生、张忠志、邱东波等。此外还有我校矿产系和地质系的本科生十余人参与了部分工作。

本书初稿完成后，承蒙索书田教授、范永香教授、金振民教授审阅了初稿，并提出了许多宝贵意见。本书是集体劳动的结晶，是笔者们几年工作的积累和总结，限于水平，错漏之处难免，敬请读者批评指正。

野外工作期间得到冶金工业部第一地质勘查局、一勘局 518 队、一勘局 516 队、武警 8 支队、一勘局地质研究所等单位的大力协助和支持。在室内工作过程中,我校地质力学教研室、勘探教研室、矿床教研室、校绘图室等单位提供了许多方便和帮助。在本书完成过程中,还参阅引用了在该区工作过的前人诸多成果和资料。在此,谨向上述单位和个人表示诚挚的敬意和感谢。

侯光久 吴淦国

1996 年 5 月 5 日

# 目 录

|                                   |      |
|-----------------------------------|------|
| 第一章 区域成矿地质背景.....                 | (1)  |
| 第一节 太古宙—元古宙变质地层特征及与金矿成矿的物质联系..... | (1)  |
| 第二节 岩浆岩特征及与金矿成矿的关系.....           | (5)  |
| 第三节 区域构造格架与金矿的空间展布.....           | (6)  |
| 第四节 区域金矿化类型.....                  | (6)  |
| 第二章 水晶屯地区构造特征及其演化历史.....          | (8)  |
| 第一节 褶皱变形特点.....                   | (8)  |
| 第二节 断裂构造特征.....                   | (11) |
| 第三节 构造变形序列和构造演化.....              | (16) |
| 第三章 典型金矿床地质特征.....                | (23) |
| 第一节 金矿化基本特征.....                  | (23) |
| 第二节 矿体矿石特征.....                   | (25) |
| 第三节 矿床成因分析.....                   | (30) |
| 第四节 成矿过程及成矿模式.....                | (33) |
| 第四章 金矿化蚀变研究.....                  | (36) |
| 第一节 水晶屯金矿床矿化蚀变类型及特征.....          | (36) |
| 第二节 围岩蚀变多期多阶段特征.....              | (38) |
| 第三节 围岩蚀变形成机理.....                 | (39) |
| 第四节 金矿化的矿物学特征.....                | (41) |
| 第五节 对水晶屯金矿主要矿脉剥蚀程度和延伸范围的评价.....   | (46) |
| 第五章 金矿化地球化学及矿物包裹体特征.....          | (50) |
| 第一节 金矿化地球化学特征.....                | (50) |
| 第二节 矿物包裹体的研究.....                 | (58) |
| 第六章 构造控矿规律.....                   | (63) |
| 第一节 控矿构造对金矿化的多级控制.....            | (63) |
| 第二节 控矿构造演化对成矿演化的控制.....           | (65) |
| 第三节 构造应力场及构造强度对金矿的控制.....         | (67) |
| 第四节 构造控矿模式.....                   | (70) |
| 第五节 剪切带的控矿作用讨论.....               | (71) |
| 第七章 找矿方向及主要结论.....                | (73) |
| 第一节 找矿方向.....                     | (73) |
| 第二节 主要结论.....                     | (73) |
| 英文摘要.....                         | (78) |
| 主要参考文献.....                       | (80) |

# Contents

|                                                                                                                                   |      |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|
| <b>Chapter 1 Regional Metallogenic Geological Setting</b>                                                                         | (1)  |
| 1. The characteristics and the communications with gold mineralization in matter of<br>Archaeozoic-Proterozoic metamorphic strata | (1)  |
| 2. Features of igneous rocks and the relationship between them and gold mineraliza-<br>tion                                       | (5)  |
| 3. Regional tectonic pattern and spacial distribution of gold deposits                                                            | (6)  |
| 4. Regional gold mineralization types                                                                                             | (6)  |
| <b>Chapter 2 Tectonic characteristics and Its Evolution in Shuijingtun</b>                                                        | (8)  |
| 1. Features of folded structure                                                                                                   | (8)  |
| 2. Features of faulted structure                                                                                                  | (11) |
| 3. Succession and Evolution of structural deformation                                                                             | (16) |
| <b>Chapter 3 Geological characteristics of Typical gold Deposits</b>                                                              | (23) |
| 1. Basic features of gold metallization                                                                                           | (23) |
| 2. Features of ore bodies and ore                                                                                                 | (25) |
| 3. Genetic analysis of deposits                                                                                                   | (30) |
| 4. Process and metallogenetic model                                                                                               | (33) |
| <b>Chapter 4 Alterations of gold mineralization</b>                                                                               | (36) |
| 1. Alteration types and their features in Shui jingtun gold deposit                                                               | (36) |
| 2. Multiple stage features of wall-rock alteration                                                                                | (38) |
| 3. Genetic Mechanism of wall-rock alteration                                                                                      | (39) |
| 4. Mineral features of gold mineralization                                                                                        | (41) |
| 5. Evaluation to denudation degree of major ore veins and their extension                                                         | (46) |
| <b>Chapter 5 Characteristics of geochemistry and fluid inclusions in minerals of gold<br/>mineralization</b>                      | (50) |
| 1. Geochemical features of gold mineralization                                                                                    | (50) |
| 2. The features of fluid inclusions in minerals                                                                                   | (58) |
| <b>Chapter 6 Structural control of gold mineralization</b>                                                                        | (63) |
| 1. Control of structures various levels to gold mineralization                                                                    | (63) |
| 2. Evolution of ore-control structures and development of minerlization                                                           | (65) |
| 3. Tectonic stress field and tectonic intensity control of gold mineralization                                                    | (67) |
| 4. Structural contral of gold mineralization model                                                                                | (70) |
| 5. Shear zone control of gold mineralization                                                                                      | (71) |
| <b>Chapter 7 System analysis of ore-contral structure and prospecting targets</b>                                                 | (73) |
| 1. Prospection targets                                                                                                            | (73) |
| 2. Discussions and conclusions                                                                                                    | (73) |
| <b>English summary</b>                                                                                                            | (78) |
| <b>Main references</b>                                                                                                            | (80) |

# 第一章 区域成矿地质背景

水晶屯金矿区位于华北陆台北缘燕山沉降带与内蒙地轴衔接部位,太古代花岗绿岩带上(图 1-1)。太古宙崇礼杂岩为一套火山-沉积和不同时代侵位的岩体遭受深度变质而成的高级变质岩系,分布广泛。红旗营子群出露于尚义-镇宁堡断裂带以北;元古宙化德群、长城系亦有出露;侏罗系出露于西部的张家口一带。东西向构造以及其上叠加的南北向、北西向及北东向构造发育。不同成因不同期次形成的岩浆岩分布较广,脉岩成群出现。张家口—宣化—赤城是冀西北重要的金三角地带,其中后沟、东坪、小营盘及水晶屯等地金较为集中。资料表明,金矿床的形成是复杂的地质演化过程中多种地质因素作用的产物。

水晶屯区所处大地构造位置为地壳强烈活动的复合地带,经历了长期复杂的地质演变过程,褶皱、断裂均很发育。褶皱的复杂性表现为在以片理为变形面的同斜倒转褶皱的基础上又叠加有后期不同方向的宽缓褶皱;断裂的复杂性表现为在韧性剪切构造之上再次发生脆韧性—脆性破裂变形,反映了克拉通化的太古代地壳经历了长期复杂的再造作用。金矿床主要集中在断裂带或断裂带的复合部位。

## 第一节 太古宙—元古宙变质地层特征及与 金矿成矿的物质联系

区域内出露的变质地层为太古宙崇礼杂岩、红旗营子群及化德群。其中,以崇礼杂岩分布最广,总体呈近东西向展布。红旗营子群分布在崇礼-镇宁堡断裂带以北,化德群在本区仅以断夹片形式出露于崇礼-镇宁堡断裂带中(红旗营子南)。未变质的地层主要有长城系下部常州沟组和串岭沟组,岩性为黑色粉砂质页岩、含炭泥质白云岩、灰白色细砂岩及细粒含铁石英岩等;侏罗系为一套陆相火山岩系。此外,还有新生界,主要为河流相沉积和风成粉砂、亚粘土(图 1-1)。

下面重点述及与金矿有一定关系的崇礼杂岩。

### 一、崇礼杂岩的层序划分

60 年代河北省地质矿产局第三地质大队在宣化—崇礼一带进行了 1:25000 的含金石英脉的地质普查,80 年代又进行了 1:50000 部分图幅的区域地质测量,对该区太古代变质岩层进行了地层划分。同时,地质矿产部天津地矿所、北京大学、中国地质大学(武汉)、河北地质学院等先后进行过研究,中国地质大学(武汉)1990 年进行 1:25000 地质填图时,在综合分析前人成果的基础上提出了下列划分方案(表 1-1)。

西望山构造-地层单元主要分布在青边口—葛峪堡以南地区,且构成以第一亚单元为背形核第二亚单元为背形翼的近东西向同斜倒转褶皱。水晶屯构造-地层单元主要分布在水晶屯—小营盘一带,并且构成以第一亚单元为背形核第二亚单元为背形翼的轴向北西的同斜倒转褶皱。杨木洼构造-地层单元主要分布在碱性岩体以北、尚义—镇宁堡断裂以南地区。

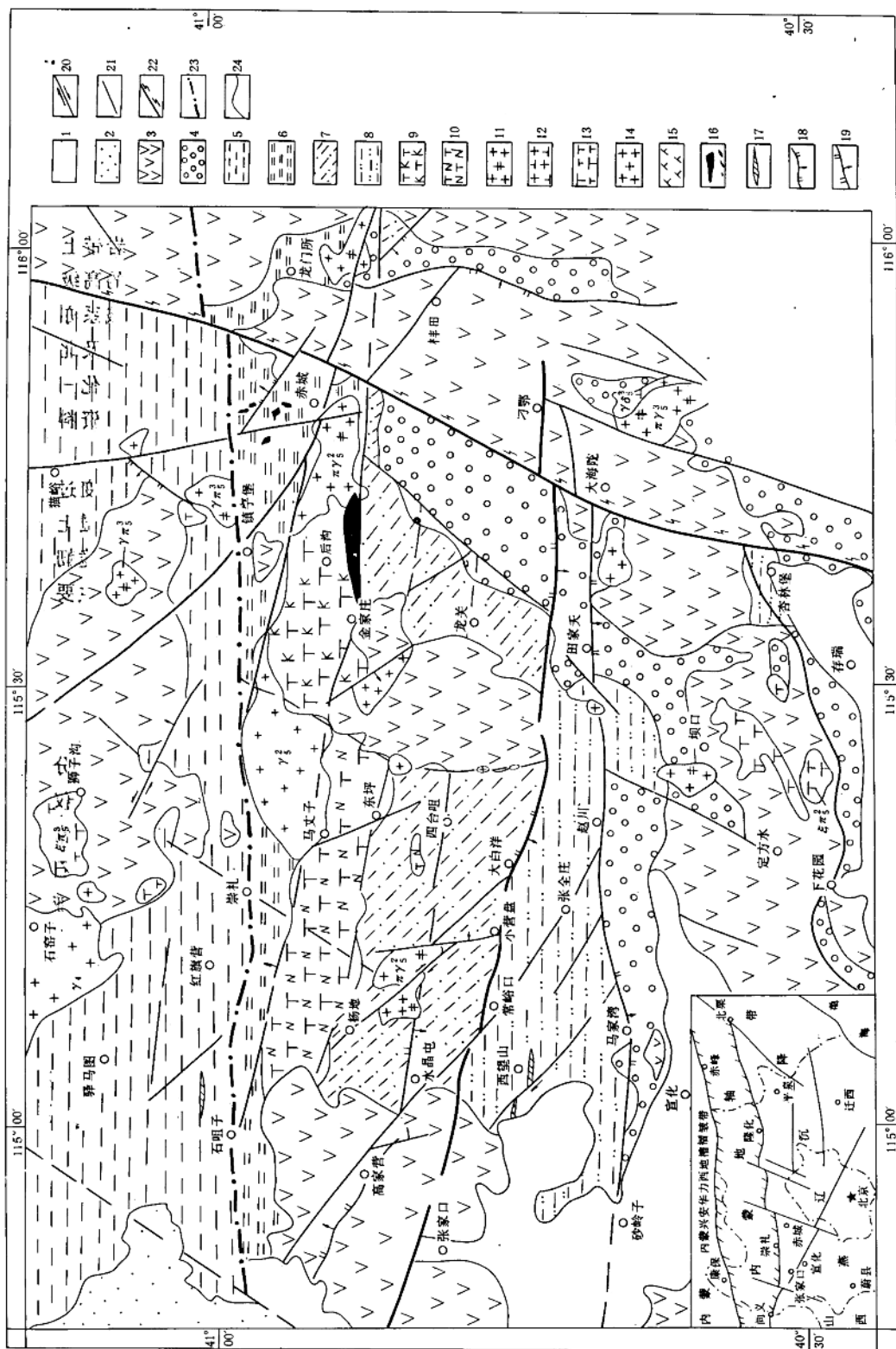


图 1-1 张家口—宣化地区地质构造略图

1—第四系；2—第三系火山岩、碎屑岩建造；3—侏罗系火山、碎屑岩建造；4—震旦亚界碎屑岩、碳酸盐建造；5—前震旦系变质岩（红旗营子群）；6—前震旦系变质岩（崇礼杂岩）；7—前震旦系变质岩（崇礼杂岩2）；8—前震旦系变质岩（崇礼杂岩1）；9—仰视碱长正长岩；10—钠型正长岩；11—斑状花岗岩；12—花岗闪长岩；13—正长斑岩；14—花岗岩；15—辉绿玢岩；16—超基性岩；17—磁铁矿石英岩；18—正断层；19—逆断层；20—平移断层；21—性质不明断层；22—韧性剪切带；23—边界断裂；24—地质界线

表 1-1 崇礼—宣化地区下太古界划分对比表

| 河北地质三队 |       | 中国地质大学（武汉）* |            |                                              |                                            |
|--------|-------|-------------|------------|----------------------------------------------|--------------------------------------------|
| 桑干群    | 涧沟河组  | 崇礼杂岩        | 杨木洼构造-地层单元 |                                              | 主要为斜长角闪岩和角闪斜长片麻岩，偶见暗色麻粒岩及钾质条带状混合岩          |
|        |       |             | 水晶屯构造-地层单元 | 第二亚单元                                        | 为一套浅灰绿—暗灰绿色岩系，主要为斜长角闪岩、暗色麻粒岩及斜长角闪片麻岩，混合岩化弱 |
|        | 第一亚单元 |             |            | 为一套浅色麻粒岩、钾化浅粒岩，变晶糜棱岩、条痕状—眼球状混合片麻岩及斜长角闪岩等岩性组合 |                                            |
|        | 水地庄组  |             | 西望山构造-地层单元 | 第二亚单元                                        | 为一套片麻岩、暗色麻粒岩、钾化浅粒岩以及斜长角闪岩、磁铁石英岩等岩性组合       |
|        | 西葛峪组  |             |            | 第一亚单元                                        | 为一套暗色麻粒岩、紫苏角闪斜长片麻岩、碱长片麻岩、混合片麻岩和混合花岗岩的岩性组合  |

\* 吴淦国、印纯清等, 1991, 河北张家口下双台—常峪口一带地质构造特征及金矿成矿预测 (科研报告)

## 二、岩石类型及原岩恢复

崇礼杂岩 (原来的桑干群) 普遍遭受了强烈的变质改造, 以深变质岩或混合岩、局部混合花岗岩的面貌产出。据崇礼杂岩的化学成分及矿物含量, 可将其划分为 3 大类型: ①基性变质岩; ②中性变质岩; ③酸性 (长英质) 变质岩。据变质作用类型亦可分出第四类: 混合岩。

(1) 基性变质岩: 基性变质岩指岩石中暗色矿物含量大于 40% 和  $\text{SiO}_2$  含量小于 53% 者。岩石类型有二辉暗色麻粒岩、石榴二辉暗色麻粒岩、斜长角闪岩、石榴斜长角闪岩、斜长角闪透辉岩、角闪黑云片岩等。中-细粒状变晶粒柱状变晶结构、反应边结构、交代净边结构, 块状构造。其原岩主要属基性火成岩。基性变质岩稀土元素及其配分型式具多样性, 反映了太古代岩浆活动的复杂性, 但究其原因, 应为本区太古代上地幔源区演化及构造活动的产物。

(2) 中性变质岩: 中性变质岩指暗色矿物含量为 40%~15%,  $\text{SiO}_2$  主要集中在 53%~66% 之间者。岩石类型包括角闪斜长片麻岩、紫苏角闪斜长片麻岩、石榴紫苏斜长中色麻粒岩及少量紫苏钾长片麻岩和透辉二长变粒岩。粒状变晶结构、鳞片柱粒变晶结构, 块状构造、片麻状构造。其原岩主要为火成岩变质的产物, 少量为负变质岩。稀土元素及其配分型式反映出中性变质岩的原岩更可能代表了原生岩浆冷凝的产物。

(3) 酸性 (长英质) 变质岩: 指长英质矿物含量大于 80%, 暗色矿物小于 15%,  $\text{SiO}_2$  一般大于 66% 者。该类变质岩因具较低的固相线温度, 在本区多已被混合岩化作用改造, 局部存在少量未经混合岩化或混合岩化程度较弱的钾长浅粒岩、二长浅粒岩、浅色麻粒岩和石榴石英浅粒岩。粒状变晶结构, 块状构造。其原岩主要为火成岩, 少数为沉积岩。酸性变质岩的稀土配分曲线均为具正 Eu 异常的强分异型, 其重稀土强烈亏损, 可能反映了角闪石和斜长石的分离结晶作用。

(4) 混合岩: 据混合岩的宏观、微观特征及混合岩化强度, 可将本区混合岩分成以下几个大类: 混合岩化变质岩、条带状混合岩、眼球状混合岩、混合片麻岩和混合花岗岩、均质混合岩。

综上所述, 崇礼杂岩为一套基—酸性火成岩、火山岩或火山沉积岩, 夹少量的海相沉积岩。据董申保 (1986) 提出的方案, 从变质程度及原岩形成时代考虑, 本区应属太古旋回变质建造的麻粒岩区, 其较高的变质程度不同于太古旋回中的绿岩带。但据张秋生 (1984) 认

为，凡时代已定为太古宙的层状岩系，若不是陆相堆积物均可称为遭受不同程度变质的绿岩带，则本区也应属绿岩带，但未见科马提岩，仅见少量科马提质的基性火山岩。总地说来，本区太古代岩浆活动可能为大陆裂谷环境中大陆地幔上隆、亏损，向大洋地幔转化，玄武岩由碱性玄武岩向大洋拉斑玄武岩演化，地壳由陆壳向洋壳演化的过程。

另外，本区的退变质作用较为明显。据叠加矿物的成分特点及温压估算表明，相当于绿帘角闪岩相到绿片岩相。除区域性的退变质作用外，与后期侵入体就位及构造作用有直接关系。

根据本区出现的矿物及其组合、地质温压计估算结果，本区岩石的温度计算值大多集中在 700~950℃ 的范围内，压力值为 650~1051MPa 应属中压麻粒岩相的范围。

### 三、崇礼杂岩与成矿的物质联系

太古代岩石（本区的崇礼杂岩）的含金性及提供成矿物质的可能性一直是许多学者关注的问题。深入的研究表明，崇礼杂岩特别是水晶屯构造-地层单元和杨木洼构造-地层单元，具有较高的含金丰度，可能为该区金的原始矿源层。上述两层位金的丰度值普遍高于地壳丰度值（表 1-2）。而且与成矿带及矿床的空间分布关系密切，野外调查表明，绝大多数石英脉均产于这两套地层中。

表 1-2 崇礼杂岩岩系含金丰度值

| 地层单元                 | 西望山构造-地层单元 |          | 水晶屯构造-地层单元 |          | 杨木洼构造-地层单元 | 大陆地壳丰度<br>(黎彤, 1981) |
|----------------------|------------|----------|------------|----------|------------|----------------------|
|                      | 第一亚单元      | 第二亚单元    | 第一亚单元      | 第二亚单元    |            |                      |
| 含金量<br>( $10^{-9}$ ) | 1.1 (38)   | 1.1 (32) | 6.5 (57)   | 8.7 (32) | 7.0 (31)   | 3.5                  |

括号内为样品数

水晶屯地区岩性地层第一亚单元浅色岩系金的含量比第二亚单元低，据采自地表及钻孔样品分析结果也说明了这一点。89 个样品的算术平均值，其钾化浅粒岩、变晶糜棱岩中金的品位平均值小于  $8 \times 10^{-9}$ ，而斜长角闪岩、角闪斜长片麻岩金品位平均值大于  $8 \times 10^{-9}$ ，其他与金伴生关系明显的元素如：Ag、Hg、As、Sb 等也都有类似的特点。

崇礼杂岩岩系中金的分布极不均匀，其原因可能是本区遭受过多次变质变形作用和多期次矿化作用，使地层中的金活化迁移、部分金形成金矿床或金矿化异常而导致金的亏损。同时也反映了火山沉积、区域变质及岩浆热液等叠加成矿作用的信息，这样的地层应为有利金矿化的地层。当然，决定金矿化发育的主要因素之一是金的矿物学占位，即易释放金（赋存于硫化物矿物中、有机质和炭质中、造岩矿物颗粒间及被矿物表面吸附的金）与不易释放金（固定于硅酸盐或氧化物类矿物中的金）的比例，易释放金的比例愈大则地层愈可能是有利金矿化的地层。造岩矿物中子活化分析（地矿部天津地质矿产研究所，1990）表明，水晶屯构造-地层单元中的金主要赋存于硫化物中，其含量可达 0.298~19.04g/t，而硅酸盐矿物中含金量偏低，这对金的活化迁移极为有利。同位素地球化学和稀土元素地球化学的研究表明，崇礼杂岩与金矿床的硫、氧、铅稳定同位素组成近一致，稀土配分模式也具一致性。这就从历史演化角度论证了金最初部分来源于崇礼杂岩。综上所述，崇礼杂岩为该区金矿源层，尤其是水晶屯构造-地层单元与金矿化物质联系最为密切，这方面与世界上产于变质岩区的绿岩带金矿有明显的一致性。

## 第二节 岩浆岩特征及与金矿成矿的关系

冀西北地区岩浆活动比较强烈,从太古代到燕山期均有活动。早期的岩浆活动表现为不同性质、不同规模、不同形状的岩体侵入就位后,与表壳岩系一起遭受强烈的变质变形作用而共同形成崇礼杂岩。目前出露规模较大的有水泉沟碱性杂岩体和谷咀子巨斑状花岗岩体。燕山期区域火山活动强烈,形成了较大面积分布的火山岩。此外,在崇礼杂岩中还有变基性小岩体(席、墙)、变基性岩脉和伟晶岩脉、细晶岩脉以及混合岩化脉体。

### 一、水泉沟碱性杂岩体

该岩体西起自古道梁—小红沙梁,往东经下双台、水泉沟直延至东坪以东,南北宽6~8.5km,东西长25~30km,呈北西—南东东向延长的岩基,面积约300km<sup>2</sup>。杂岩体由4个岩体组成,由南而北依次为石榴碱长正长岩体、辉石碱长正长岩体、角闪碱长正长岩体和碱长花岗岩体。杂岩体南界(即石榴碱长正长岩体的南界)接触界面向北倾斜,总体倾向北东10°,倾角35°~65°,杂岩体北界,接触面向北倾斜,倾角46°~70°。它的形成与东西向构造活动关系密切。

对水泉沟杂岩体的成因,众说纷纭,可归结为两大基本观点:变质成因观点和岩浆成因观点。也有人想综合两种观点,提出构造—岩汁—混合岩化观点,但最终还是摆脱不了变质成因观点。经过野外观测和采样分析研究(吴淦国等<sup>①</sup>,1991)认为,该岩体属岩浆成因,属中深成相岩体,剥蚀程度不太深。组成杂岩体的4个岩体,在岩性上有一定差异,但是岩体之间没有十分明显的穿插关系,清楚的接触界线不是到处都能见到。所以说,4个岩体不是时间相隔很长的多期岩浆活动形成的,而是同期4次侵入的复式岩体,其形成顺序是:角闪碱长正长岩→石榴碱长正长岩→辉石碱长正长岩→碱长花岗岩。岩体中穿插有正长伟晶岩脉和正长细晶岩脉。

### 二、谷咀子巨斑状花岗岩

该岩体出露于罗家营—谷咀子一带,是东西长4~5km,南北宽3~4km,面积约16km<sup>2</sup>的小岩珠。岩体岩石为肉红色、灰白色,似斑状结构,斑晶巨大,基质为中粒花岗结构,块状构造,斑晶主要为显微条纹长石。在岩体边部和断裂附近石英含量明显增多,前者可能为岩体边缘混有较多的围岩成分所致,后者可能是沿断裂的后期硅化作用的结果。岩体的原生构造不发育,流线、流面标志不明显,剥蚀程度亦不深。该岩体的K-Ar同位素年龄值为162.9~177Ma,属燕山早期产物。

谷咀子岩体富硅、富碱、贫钙镁,形成温度为720℃,压力为180~190MPa,其形成深度约为5~6km,它是在华北地台北缘造山活动结束后向板内活动转化的特定的过渡时期、过渡环境下的产物。

### 三、岩体与成矿的关系

碱性杂岩体及斑状花岗岩与金矿的关系首先表现在岩体与金矿床(点)具密切的空间关

<sup>①</sup> 吴淦国等,1991,《河北张家口下双台—常峪口一带地质构造特征及金矿成矿预测》科研报告

系。尤其是碱性杂岩体，除了具特大型规模的东坪金矿床产出在其内接触带外，在其内、外接触带或内部还有中山沟、杨木洼及后沟等一系列金矿床赋存。斑状花岗岩的边部亦有黑土沟金矿床及若干金矿点。通过取样分析，岩体中金的含量明显高于大陆地壳丰度值（表 1-3）。岩体与金矿的空间关系和成分上的内在联系，说明成矿作用的发生与成岩演化是相辅相成的统一过程。岩浆活动，一方面从深部带来部分成矿物质，另一方面使崇礼杂岩中的金等元素发生活化迁移，在岩体形成的同时或稍后，金得到初步富集。随后的构造作用及含矿溶液的注入而引起的交代作用使金由高能带（温度、压力较高地带）向低能带迁移，再次富集成矿。构造作用至关重要，断裂构造在定位中起关键作用，这一成矿过程已为氢氧同位素、稀土元素反映出的成矿具有继承叠加的特点所证实。

表 1-3 各类岩浆岩含金量数值表

| 岩石名称                 | 水泉沟杂岩体  |         |         | 辉绿玢岩脉 | 巨斑状花岗岩 | 地壳丰度值<br>(黎彤, 1981) |
|----------------------|---------|---------|---------|-------|--------|---------------------|
|                      | 角闪碱长正长岩 | 石榴碱长正长岩 | 辉石碱长正长岩 |       |        |                     |
| 含金量<br>( $10^{-9}$ ) | 48.9    | 96.0    | 890.0   | 1.6   | 5.58   | 3.5                 |

四台咀-水晶屯断裂带从巨斑状花岗岩体南侧通过。包裹体研究表明，金矿带东部的温度高于西部的温度，说明矿液的流向是自东向西的，这可能暗示成矿与东部的斑状花岗岩有一定关系。

### 第三节 区域构造格架与金矿的空间展布

张家口-赤城金矿带产出在阴山纬向构造带上，早期的东西向褶皱和断裂极为醒目。尚义-镇宁堡（前人称尚义-赤城）断裂带控制区域金矿带的分布。就冀西北而言，金矿床（点）和地球化学异常的产出位置与尚义-镇宁堡断裂带的距离呈正态分布形式，以距该断裂 6~20km 范围内成矿最为有利。在尚义-镇宁堡断裂带南侧发育有一系列近东西（北西西）向、彼此平行、大致等距的次级断裂带，延长都在数公里至数十公里，大多具有多期活动。此外还有北西向、南北向和北东向断裂与之复合，金矿床（点）主要产在近东西向断裂带上和北西向断裂带上或者断裂复合部位。

### 第四节 区域金矿化类型

区域内产出有金、银、石英、水晶、建筑石料等金属矿产和非金属矿产，其中金是本区的优势矿产。

冀西北产出的金矿床按成因可划分为热液型和外生风化沉积型。结合区域地质演化及控矿条件分析，通过对不同矿床的成矿地质特征和成矿地球化学特征（包括稳定同位素、稀土元素组成以及微量元素组成）等的研究，可划分为 3 种矿化类型，即含金石英脉型（以小营盘金矿为代表）、破碎带蚀变岩型（以后沟金矿为代表）和过渡型（以东坪金矿和水晶屯金矿为代表）。金矿化与岩浆活动有直接或间接的关系，而矿体的空间定位严格受构造控制，这构

成了冀西北金矿带的重要成矿特征。

就水晶屯区而言，除水晶屯金矿床外，尚有翠花沟、吃水沟、场地等金矿点，另外还有东高山水晶矿床（点）。

## 第二章 水晶屯地区构造特征及其演化历史

冀西北地区构造活动强烈,变形十分复杂,褶皱、断裂均很发育。早期构造(褶皱)的形成可以追溯到太古代,晚期构造则主要形成于燕山(或喜山)运动时期。按方向划分主要有东西向、北西向、南北向和北东向。断裂构造极为发育,是本区重要的控矿构造,直接控制了金矿床的形成及分布(图2-1)。

### 第一节 褶皱变形特点

该地区的褶皱构造极为发育,尤以东西向褶皱最为醒目,次为北西向。南北向和北东向褶皱零星而规模较小,它们彼此叠加、干扰,后期构造改造前期构造,使得地质现象丰富而复杂。

#### 一、东西向褶皱

早期的东西向褶皱表现为以片理为变形面的同斜褶皱,遍及整个冀西北地区。局部地节受后期构造的改造,片理走向发生改变,变成北西或北东走向。原貌保留较好的是西望山—葛峪堡以南地区,如蔡家庄—西葛峪背形褶皱、李指挥庄—曹家庄背形褶皱,以及蔡家庄—曹家庄向形褶皱等。这套褶皱的特点是褶皱轴迹为近东西走向,两翼产状均向南或南南西倾斜,倾角 $30^{\circ}\sim 55^{\circ}$ ,构成同斜紧闭型褶皱。事实上,在其内部还发育有许多次一级的褶皱,这些次级褶皱使主体褶皱的片麻理产状局部变陡或变缓(图2-2)。

北部地区的红旗营子群里,也发育有类似褶皱,它们主要表现为轴迹东西,轴面向北倾的同斜背、向形构造。

晚期东西向褶皱,表现为直立宽缓型的拱形隆起,轴部大体位于大梁山—三道河一带。北冀总体产状向北倾斜,倾角 $50^{\circ}$ 左右,由一系列次级背形和向形组成。南翼总体产状向南倾斜,倾角中等,也有一系列次级褶皱(图2-3)。除了太古代岩系褶皱隆起外,覆在其上的长城系也被卷入其中,共同组成宽缓开阔型褶皱。

#### 二、北西向褶皱

早期北西向褶皱以岩性层呈北西向展布表现出来,如水晶屯构造-地层单元中的两个亚单元几次重复出现,组成两个向形构造和一个背形构造。即上新营—黑土沟向形褶皱,水晶屯—元子河向形褶皱及下新营—小营盘背形褶皱。向形轴与背形轴彼此近于平行,总体走向约北西 $310^{\circ}$ ,均为不对称形态,同斜紧闭,轴面多呈“S”状。

晚期北西向褶皱,其变形面亦为片麻理面,表现为叠加在东西走向的同斜或直立褶皱之上,使片麻理产状局部发生变化,形成轴向北西—南东的背形或向形。其实,这种面理的走向与倾向是经改造了的。另外还见一些叠加褶皱,也是以片麻理为变形面,不同的是,这时



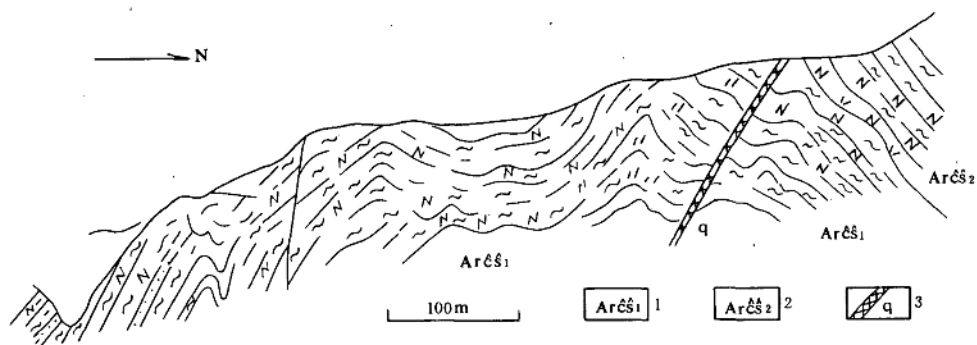


图 2-2 碾子沟背形构造剖面图

1—崇礼杂岩水晶屯构造-地层单元第一亚单元；2—崇礼杂岩水晶屯构造-地层单元第二亚单元；3—含金石英脉

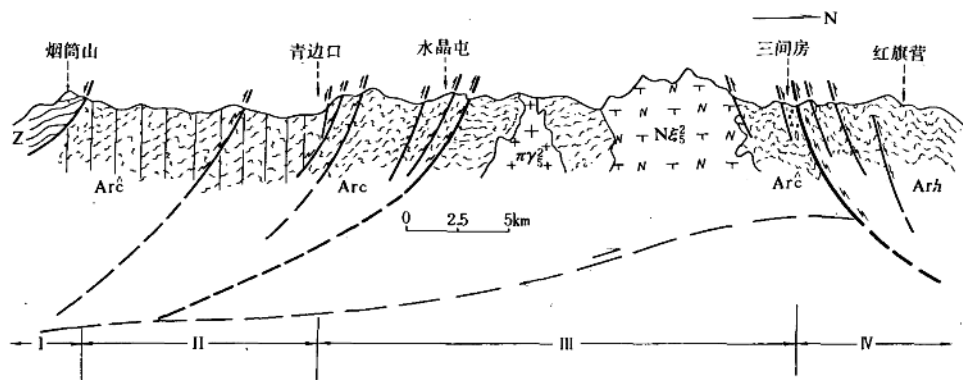


图 2-3 烟筒山—红旗营构造剖面示意图

I—盖层；II—麻粒岩相地体；III—角闪岩相地体；IV—红旗营子群 (Arh)；Arc—崇礼杂岩；  
Arcs—斑状花岗岩；Ncs—钠型正长岩

的片麻理面已经包含了早期变形的褶皱轴面，两者几乎完全吻合，只有到转折端部位才被发现。

### 三、南北向及北东向褶皱

张宣地区的南北向褶皱构造，一种是改造早期构造，使其空间形态发生改变的构造，另一种是直接以片麻理产状变化表现的。它们的规模一般都不太大，大多构成较宽缓开阔型褶皱。

北东向褶皱一般规模都不大，在太古代杂岩分布地区表现为改造先成的褶皱，形成一些规模不大、轴向北东、两翼基本对称的宽缓褶皱。北东向褶皱在侏罗纪地层中也有表现。

另外，在片麻岩中还发育一种肠状褶皱 (图 2-4)，以长英质为主要成分的脉体强烈褶皱成肠状，通过实地测量和计算表明，其应变量 ( $\epsilon$ ) 达 70.1%，为挤压或压剪机制下形成。