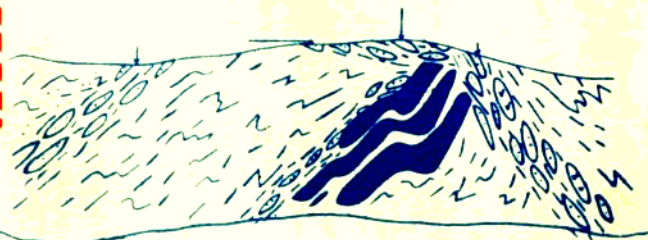
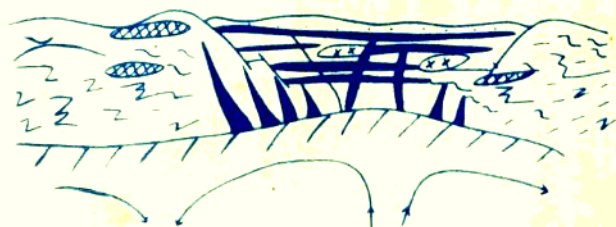


邱小平 高 励 钱会文 李立宝 著

冀西 北金 矿集 中区 成矿 特征

冶金工业出版社



国家黄金局地质科研项目

冀西北金矿集中区成矿特征

邱小平 高 劭 著
钱会文 李立宝

北 京
冶金工业出版社
1997

内 容 提 要

冀西北地区是我国早前寒武纪古老岩石分布的重要区域之一,其中分布有小营盘、东坪等全国闻名的大型、超大型金矿,为一极具经济价值的金矿集中区。

本书参考这一地区以往各地矿部门的生产和科研成果,采用了变质岩石学、矿床学、矿物化学、物理化学、成因矿物学、地球化学、地质年代学等多学科综合研究的方法,对上述地区早前寒武纪地壳演化与金的成矿规律等方面做了系统的论述,提出了该区金的成矿作用与太古宙深变质绿岩带有着密切的空间关系和物质成分联系,并指出金的主要成矿期为印支—燕山期,金矿质来源于与深变质绿岩地体有关的深源变质热液。在上述研究成果的基础上,进行了成矿预测。

本书内容丰富,资料翔实,具有一定的理论意义和实用价值,对金矿的勘查和开发具有一定的指导意义,可供广大地质工作、教学、科研人员阅读参考。

图书在版编目(CIP)数据

冀西北金矿集中区成矿特征/邱小平等著.-北京:冶金工业出版社,1996.12
ISBN 7-5024-2007-X

I. 冀… II. 邱… III. 金矿床-成矿专属性-中国-河北, 西北 N. P618.510.622

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (97) 第 00940 号

出版人 卿启云(北京沙滩嵩祝院北巷 39 号,邮编 100009)
北京昌平长城印刷厂印刷;冶金工业出版社发行;各地新华书店经销
1996 年 12 月第 1 版,1996 年 12 月第 1 次印刷
787mm×1092mm 1/16; 15 印张; 361 千字; 231 页; 1—550 册
22.00 元

前 言

小营盘—韩家沟一带及其外围是一金矿集中区——冀西北金矿集中区,它是我国东北部金矿成矿带的重要组成部分。对于这一金矿集中区矿床的成因众说纷纭,莫衷一是。80年代以来,随着黄金热席卷全球,“绿岩带”一词也风靡世界。除南极洲外,几乎所有的地质中都发现了绿岩带。根据我们多年在这一研究区工作的结果看,认为本区应属太古宙深变质的绿岩带。

金矿床是绿岩带的标型矿床,这一点已得到地质学家的公认。从金矿储量看,产在前寒武纪地质区的金矿(绿岩型—金铀砾岩型)约占世界金矿总储量的70%,从金矿产出的地质环境与含矿岩系来看,产在太古宙绿岩带中的金矿占有极其重要的地位,国内外地质工作者实践证明,“太古宙绿岩带就是金矿成矿带”。在国外不少地质区,太古代是金的主要成矿期,尽管太古宙岩石地壳出露部分只占12%,但世界金矿的一半以上都产于其中。

本区既有产于太古宙变质岩系中的金矿床(如小营盘、韩家沟金矿),又有产于水泉沟—大南山二长杂岩体中的金矿床(如东坪、后沟金矿)。诸多地质资料表明,本区金矿与区内的深变质绿岩带有着密切的空间关系及物质成分联系,但其成矿时代却主要在海西晚期。韧性剪切—脆性断裂构造、水泉沟—大南山二长杂岩体对金矿的形成亦起到重要作用。区内的金矿床与国外绿岩型金矿相对比,既有共性,也有其特性。因此,在本区研究成矿规律,将会为华北陆台北缘乃至全国寻找该类型矿床取得突破性进展,不仅具有极为重要的理论意义,而且还有重要的经济价值。

区内金矿资源的系统勘查和全面开发至今仅有近30年的历史,但其发展迅速。迄今,分布在崇礼、宣化、赤城三县境内的金矿床(点)已达100余处,其中有大型、超大型金矿2处,中型金矿5处,小型金矿10处。已建成生产矿山10个,年生产黄金2500kg以上。

近年来,随着一些金矿床(点)在研究区太古宙变质岩系及水泉沟—大南山二长杂岩体中不断被发现,在矿床类型、规模以及成矿规律方面揭示出很多新特点,从而展现了十分有利的找矿前景,促使各科研、生产单位高度重视本区崇礼岩群涧沟河岩组(深变质绿岩带)、各类韧性剪切—脆性断裂带以及水泉沟—大南山二长杂岩体与本区金矿的时、空和物质成分联系。

随着金矿普查勘探工作的全面开展,金矿的科研工作也深入进行。自80年代初,各界地质同仁纷至沓来,开展了内容广泛的科研工作,从而使与成矿有关的基础地质、矿床成因研究不断取得新进展。

区内大、中、小型矿床星罗棋布,太古宙深变质绿岩带、韧性剪切—脆性断裂带及水泉沟—大南山二长杂岩体对成矿的控制作用显而易见,是典型的构造—岩体—地层三位一体控矿,为研究典型矿床提供了优越条件。

为了进一步总结研究区成矿规律,扩大小营盘—韩家沟矿区及外围扩矿远景,国家黄金管理局下达“河北宣化小营盘—韩家沟缓倾斜金矿床成矿规律及找矿方向”课题,由中国地质科学院矿床研究所承担,协作单位为河北省地质矿产勘查院,时限1992~1995年。

本书根据该课题研究报告综合其他资料编写而成,分为十章,由邱小平、高励、钱会文、

李立宝共同执笔编写,最后由邱小平统稿编写完成。

本书参考了有关单位的部分资料,尤其是引用了胡小蝶、王仁民、王国富、宋瑞先等大量实际成果,还引用了天津地质研究院部分资料,在此深表谢意。

本书提及的大部分样品分别由中国地质科学院矿床所、地质所、天津地质矿产研究所、核工业部北京第三研究所、中国地质大学、河北地质学院等单位测试,在此一并致谢。同时还要感谢书稿图件清绘人员,初稿完成后,许志琴院士审查了部分章节,沈其韩院士审阅了全书,并提出宝贵的修改意见,在此深切致谢。

作者

1996年9月

目 录

第一章 早前寒武纪变质岩系岩石单位基本特征	1
第一节 崇礼岩群(Chms)	2
第二节 红旗营子岩群(Hms)	15
第三节 变质深成侵入岩	20
第二章 早前寒武纪变质岩系地球化学	23
第一节 变质表壳岩地球化学特征	23
第二节 变质(深成)侵入岩地球化学特征	40
第三章 早前寒武纪变质岩系区域变质作用	54
第一节 特征变质矿物的矿物学	54
第二节 变质相划分	70
第四章 早前寒武纪变质岩系退变质作用	73
第一节 退变质作用下的矿物学特征	73
第二节 岩石的退变质演化	85
第三节 退变质作用下的地球化学特征	89
第四节 退变质作用对各种化学指数的可能影响	92
第五节 早前寒武纪岩石退变质类型	98
第六节 研究区岩石退变质类型	101
第七节 研究区早前寒武纪变质岩退变质时空演化	104
第五章 区域构造特征及地壳演化	107
第一节 区域构造特征	107
第二节 地壳演化	126
第六章 岩浆活动及岩浆岩	133
第一节 岩浆活动概况	133
第二节 水泉沟一大南山二长杂岩体	137
第三节 脉岩	158
第七章 金矿床地质特征	160
第一节 金矿床分布特征及类型	160
第二节 矿石物质成分及矿石类型	164
第三节 矿物标型特征	166
第四节 成矿阶段与围岩蚀变	174
第五节 矿床实例	175
第八章 成矿物理化学条件	193
第一节 稳定同位素特征	193
第二节 矿物包裹体研究	206
第九章 金的成矿作用	211

第一节	崇礼岩群涧沟河深变质绿岩带与液态金矿源·····	211
第二节	构造岩浆活动对金矿成矿作用的控制·····	215
第三节	成矿溶液的性质和成矿温度·····	220
第四节	金的成矿时代·····	220
第五节	金的成矿作用及成矿模式·····	221
第十章	金矿成矿预测·····	224
第一节	1/50000 成矿预测·····	224
第二节	小营盘—韩家沟金矿区矿田构造与大比例尺成矿预测·····	227
参考文献 ·····		229

第一章 早前寒武纪变质岩系岩石单位基本特征

研究区早前寒武纪变质岩系,以往研究程度一直较低。自 1882 年德国人李希霍芬在此命名为桑干群以来,1959 年河北省地质矿产局区域地质调查大队一比一百万张家口幅划分为崇礼群和红旗营子群。此后不少科研和生产单位曾有不同划分方案。近期的工作成果进一步表明,在这套变质岩系中,既存在变质表壳岩,又有侵入其中的变质深成岩。只是各地段二者所占的比例有所不同。特别是研究区南部及怀安一带,变质深成的麻粒岩和紫苏花岗片麻岩占有绝对优势。由于它们经历多期强烈构造变动和深度变质作用,变质表壳岩和变质深成侵入岩其层位、层序及岩序亦经受不同程度的强烈改造,而变得不连续,难以恢复原貌。在前人工作成果的基础上,将表壳岩出露相对较多冀西北崇礼—宣化一带划分如下构造岩石单位(单元),参见表 1-1 及附图 1。

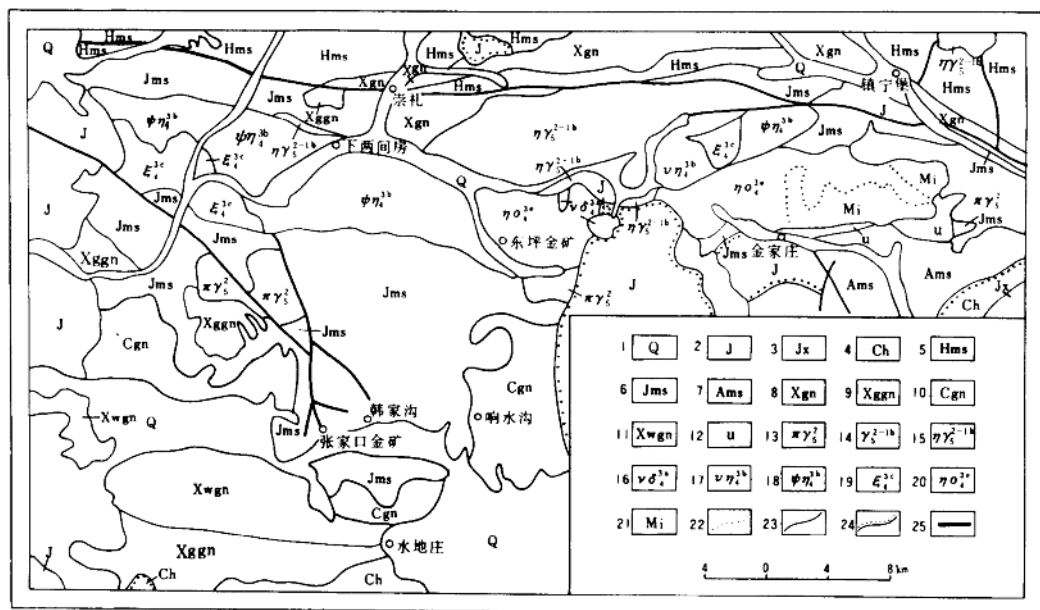
表 1-1 冀西北早前寒武纪变质岩系构造岩石单位划分表

年代		岩群(亚群)		岩组	变质侵入体	年龄值/Ma
元古界	中元古界	长城系				1840(Pb—Pb 等时线)
	下元古界	红旗营子岩群		上欧阳岩组	西栅子片麻岩 样墩片麻岩	2408 (U—Pb—致线)
				西双台岩组		
				黄土咀岩组		
	—2500Ma—					
太古界	上太古界	崇礼岩群	上亚群	艾家沟岩组	基性岩墙	2470Ma (Rb—Sr 等时线)
			涧沟河岩组	西葛峪钾长 花岗片麻岩		
	2800—3000Ma		下亚群	水地庄岩组	西望山麻粒岩杂岩、常峪 口紫苏花岗岩片麻岩杂岩	
	中太古界					2790±155 (Rb—Sr 等时线)

以尚义—崇礼—赤城高压(榴闪岩)韧性剪切带为界,其南变质表壳岩自下而上划分为崇礼岩群下亚群水地庄岩组和上亚群涧沟河岩组(深变质绿岩带)、艾家沟岩组(孔兹岩系);其北为红旗营子岩群。将侵入崇礼岩群(不包括上亚群艾家沟岩组)的变质深成侵入岩划分出西望山麻粒岩杂岩和常峪口紫苏花岗片麻岩杂岩,王仁民称其为怀安麻粒岩—紫苏花岗岩带。^[1]

对于该套变质岩系时代归属存在有不同意见。1984~1990 年高凡和高劭在这带作了大量矿物学工作,进行了原岩恢复和退变质作用研究,在西望山麻粒岩杂岩中获得(2790±155)Ma 的 Rb—Sr 等时线年龄^[2]。1984 年核工业部地质研究所用锆石 U—Pb 法对水地庄岩组测试也获得了(2715.9±212)Ma 的数据^[3]。小坝子侵入孔兹岩系的基性麻粒岩岩墙得到 2470MaRb—Sr 等时线年龄^[4]。近两年定年结果却多在 25~26a 间。众多年龄数据表明了研究区经历了 2800Ma±、2500Ma±、1800Ma± 的三期峰期变质变形及二期多期退变质作用。在综合构造学、岩石学、变质作用与混合岩化特征及同位素年代学研究等学科成果,将崇礼岩群下亚群水地庄岩组归属中太古;崇礼岩群上亚群涧沟河岩组及侵入其中的西望山麻粒岩杂岩、常峪口紫苏花岗片麻岩杂岩、西葛峪钾长花岗片麻岩归属晚太古早期;上亚群艾家沟岩组归属晚太古晚期;红旗营子岩群则划归早元古代。

上述不同地质时代、不同岩石单位、不同构造演化阶段之间,形成了三条具有地壳规模



附图1 冀西北金矿集中区地质略图

- 1—第四系;2—侏罗系;3—蔚县系;4—长城系;5—红旗营子岩群;6—涧沟河组;7—艾家沟岩组;8—西棚子片麻岩;9—西葛峪钾长花岗片麻岩;10—常峪口紫苏花岗片麻岩杂岩;11—西望山麻粒岩杂岩;12—超镁铁质岩;13—燕山期斑状花岗岩;14—燕山期花岗岩;15—燕山期二长花岗岩;16—海西期辉石闪长岩;17—海西期辉石角闪二长岩;18—海西期角闪二长岩;19—海西期正长岩;20—海西期石英二长岩;21—二长岩钾化带;22—二长岩钾化带分界线;23—地质界线;24—不整合地质界线;25—断层

的推覆型高压麻粒岩或榴闪岩韧性剪切带:

晚太古宙早期大东沟—老爷庙沟—大虎沟高压麻粒岩韧性剪切带,其为研究区晚太古宙早期微地体碰撞带的重要组成部分;

晚太古宙晚期沃麻坑—蔓菁沟—孤山—兴和黄土窑高压麻粒岩韧性剪切带,其为孔兹岩系与其下基底麻粒岩系之间地体拼合带中的推覆型高压麻粒岩韧性剪切带。

早元古宙尚义—崇礼—赤城高压榴闪岩韧性剪切带,其为发育在早元古宙红旗营子岩群与晚太古宙崇礼岩群及侵入其中的西望山麻粒岩杂岩、常峪口紫苏花岗片麻岩杂岩之间地体拼合带中的推覆型高压榴闪岩韧性剪切带。

上述三条推覆型高压麻粒岩—榴闪岩韧性剪切带构成了研究区乃至晋冀蒙交界地区岩群(或亚群)一级构造岩石单位的边界,并成为该区早前寒武纪变质地体的重要组成部分;

第一节 崇礼岩群(Chms)

崇礼岩群为本区最古老的岩石单位。根据接触关系、原岩建造、岩石组合特征及同位素年龄特征等将该岩群划分为下亚群水地庄岩组及上亚群涧沟河岩组(深变质绿岩带、艾家沟岩组(孔兹岩系))。

一、水地庄岩组(Sms)

该岩组常峪口、赵川幅 1/5 万区域地质调查原称水地庄组,但在命名地附近,表壳岩多已被变质深成侵入岩侵入、分割而不连续,确切恢复其原始层序比较困难,但在赤城沃麻坑、近北庄、怀安井沟—人骷髅寺等地有较大面积的分布。根据命名优先原则,仍沿用水地庄一名,并用构造岩石单位命名为水地庄岩组。该岩组主要由条带状铁建造(磁铁石英岩)及变质火山沉积岩组成。

该岩组与 1/20 万天镇幅(河北省地质局区域地质调查大队,1969)所划分的下右所堡组中的表壳岩部分相当,是一套富含石榴石的片麻岩岩石组合,其中下部地层夹有磁铁石英岩透镜体或薄层。赤城县大岭堡剖面控制了该岩组上部岩石组合特征;赤城县温泉—沃麻坑剖面控制了该岩组中下部地层。现把各剖面所代表的岩石组合自上而下进行描述。

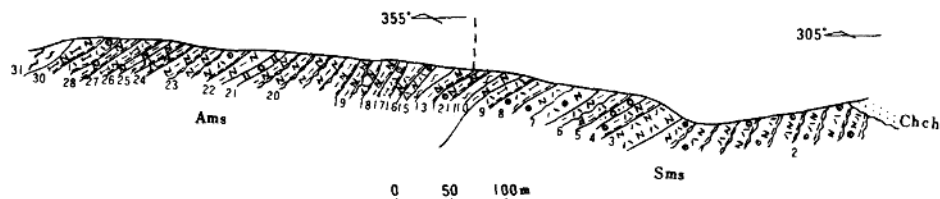


图 1-1 赤城县大岭堡崇礼岩群艾家沟岩组(Ams)、水地庄岩组(Sms)实测剖面图

1. 剖面特征

大岭堡剖面(图 1-1):

上覆地层:艾家沟岩组(Ams)含石墨黑云斜长片麻岩夹大理岩

—— 高压麻粒岩韧性剪切带构造接触 ——

- | | |
|----------------------|------|
| (9)含角闪透辉石榴片麻岩 | 14m |
| (8)石榴角闪透辉片麻岩 | 99m |
| (7)石榴斜长角闪岩 | 5m |
| (6)混合质黑云角闪斜长片麻岩 | 38m |
| (5)浅粒岩 | 15m |
| (4)石榴黑云角闪斜长片麻岩、浅粒岩互层 | 28m |
| (3)斜长角闪岩 | |
| (2)含石榴角闪斜长片麻岩 | 115m |

—— 不整合接触 ——

(1)长城系常洲沟组石英岩状砂岩

温泉—沃麻坑剖面(图 1-2)

温泉斑状花岗岩

—— 侵入接触 ——

- | | |
|---------------------------|------|
| (10)混合岩、石榴角闪斜长片麻岩夹透辉磁铁石英岩 | 57m |
| (11)黑云斜长片麻岩 | 117m |
| (12)石榴角闪斜长片麻岩 | 42m |

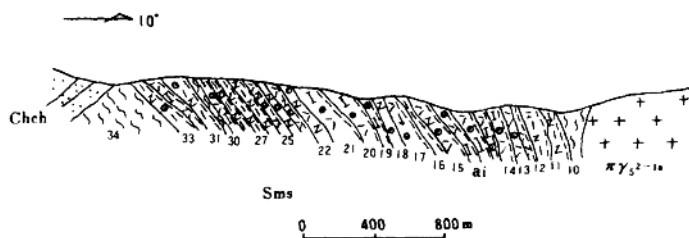


图 1-2 赤城县温泉—沃麻坑崇礼岩群水地庄岩组(Sms)实测剖面图

(13)石榴角闪岩	28m
(14)透辉石榴角闪片麻岩、石榴角闪二辉麻粒岩	181m
(15)石榴角闪斜长片麻岩夹石榴斜长角闪岩	42m
(16)石榴角闪斜长片麻岩夹黑云斜长片麻岩	16m
(17)混合质蓝晶黑云斜长片麻岩	62m
(18)黑云石榴斜长片麻岩、石榴斜长角闪岩互层	56m
(19)石榴透辉片麻岩	87m
(20)透辉石榴角闪片麻岩	130m
(21)含透辉石榴角闪片麻岩	105m
(22)石榴黑云斜长片麻岩	43m
(23)含石榴角闪斜长片麻岩、黑云角闪斜长片麻岩	73m
(24)含石榴浅粒岩	23m
(25)石榴角闪斜长片麻岩(含有石榴角闪二辉麻粒岩脉状体)	49m
(26)黑云斜长片麻岩	71m
(27)黑云斜长片麻岩(含有石榴角闪二辉麻粒岩脉状体)	25m
(28)黑云斜长片麻岩	59m
(29)透辉石榴角闪片麻岩	64m
(30)混合岩	44m
(31)石榴黑云斜长片麻岩	114m
(32)角闪透辉石榴片麻岩	28m
(33)黑云石榴斜长片麻岩	55m
(34)混合岩	

—— 不整合接触 ——

厚度 > 1571m

上覆长城系常洲沟组石英岩状砂岩。

2. 岩相学特征

(1) 条带状含铁建造(磁铁石英岩)

区内条带状含铁建造(磁铁石英岩)局部富集成铁矿层。其在西望山、水地庄等处均有零星分布。同类型条带状含铁建造在研究区以外怀安的井沟—人骷髅寺、赤城近北庄等地常构成小型铁矿床。其主要在常峪口紫苏花岗片麻岩杂岩中呈包体。形态有似层状、透镜状、块

状等。条带状—条纹状构造发育。多产于斜长角闪岩和变质火山沉积岩(石榴角闪透辉片麻岩、黑云斜长片麻岩)中,或单独在常峪口紫苏花岗片麻岩杂岩中呈包体。

条带状含铁建造(磁铁石英岩)多为条带状构造、片麻状构造,少量块状构造。条纹(条带)宽0.2~2mm或2mm以上。暗色富铁条带主要由磁铁矿(10%~70%),少量硅酸盐矿物,如紫苏辉石、透辉石、普通角闪石、石榴石、黑云母组成。浅色条带主要由石英(80%以上)、少量磁铁矿、硅酸盐矿物组成。富铁和贫铁条带交替出现构成条带状铁建造。磁铁石英岩的主要矿物含量:磁铁矿20%~50%,石英60%~65%,紫苏辉石0%~25%,透辉石0%~25%。

根据磁铁石英岩及与其共生的岩石类型推断,其成因为火山或火山沉积经变质而成。

(2) 变质火山沉积岩

这类岩石分布广泛,在研究区东侧赤城地区大面积出露,在研究区内由于常峪口紫苏花岗片麻岩侵入而较零星。主要岩性为灰白色砂线石榴浅粒岩、灰色含石榴斜长角闪片麻岩、石榴透辉角闪斜长片麻岩、石榴黑云斜长片麻岩。

石榴透辉角闪斜长片麻岩 岩石呈深灰色,纤状粒状变晶结构,片麻状构造。暗色矿物含量在40%以上。石榴石以矿物集合体(粒径3~10mm,具斜长石白眼圈,为高压麻粒岩减压退变产物)不均匀地分布于岩石中,并且含量很高,约15%~30%,斜长石15%~30%,石英5%~20%,角闪石20%~30%,透辉石5%~20%,副矿物以磁铁矿、磷灰石、锆石为常见。当岩石中斜长石减少则过渡为石榴透辉斜长角闪岩或石榴斜长角闪岩。石榴石常呈不对称眼球体,石英定向呈拔丝状,为经历深层次高压韧性剪切所形成。

石榴黑云斜长片麻岩 岩石呈灰色—浅灰色,厚度达几十米,具鳞片粒状变晶结构,片麻状构造。矿物粒度一般在0.3~1mm左右。主要矿物成分为斜长石50%~70%,石英15%~25%,黑云母5%~10%,石榴石5%。副矿物为锆石、磷灰石、磁铁矿。斜长石为他形粒状,石英具波状消光,定向分布。黑云母呈鳞片状,定向排列。

砂线石榴浅粒岩 主要矿物组合为钾长石、砂线石、黑云母、石榴石、斜长石、石英。其中石英、石榴石含量(分别可达30%以上)均很高。其特征是石英和长石分别集中成条纹一条带,长宽比可达20%以上,反映其经历了深层次韧性剪切变形。石榴石大量出现,集合体呈球状—椭圆状。粒径3~10mm。亦常见斜长石“白眼圈”。结合温压条件估算,表明其经历了高压变质及减压退变。

二、涧沟河岩组(Jms 深变质绿岩带)

这是一套巨厚的暗色超镁铁—镁铁质岩系,呈东西向带状或透镜状出露于研究区北部谷嘴子—涧沟河—辛杖子等地,向西至范家西沟仍有出露,东达赤城镇宁堡以东,东西长约80km,南北宽约25km,其下部为超镁铁质岩(因构造作用,多呈包体分布于该套暗色岩系之上的常峪口紫苏花岗片麻岩杂岩中);中部主体岩性为镁铁质岩;上部见有石英岩、磁铁石英岩及大理岩。

该岩组南侧有常峪口紫苏花岗片麻岩杂岩、西葛峪钾长花岗片麻岩侵入,北侧以尚义—崇礼—赤城深大断裂带为界与下元古界红旗营子岩群接触。海西晚期规模巨大的水泉沟—大南山二长杂岩体呈东西向侵入该岩组中。其南与大东沟—老爷庙沟—大虎沟高压麻粒岩韧性剪切带相接,且高压麻粒岩的主体部分就分布于涧沟河岩组深变质绿岩带的南缘。

该岩组的岩石普遍达到了高级角闪岩相(部分为麻粒岩相)的变质程度。迄今已有许多

人对这个地区的原岩恢复做了大量工作,得出一致性结论,即涧沟河岩组为正变质的火山岩系,以基性火山岩夹少量超基性岩为主^[2]。自下而上基性火山活动渐弱,而沉积作用有所增加。下部富铁镁,上部富硅铝,出现石英岩、磁铁石英岩及大理岩,这种旋回与太古宙火山沉积旋回相类似。

根据河北省地质矿产局第三地质大队 1/5 万区调报告^①,涧沟河岩组的构造岩石剖面厚度约为 2500m~6665m,最大厚度可达 8000m。南部以镁铁质、超镁铁质的岩石为主,夹少量长英质的岩石。主要有斜长角闪岩、角闪石岩、石榴透辉角闪岩等。在宣化椴树山出露含尖晶石橄榄二辉岩等超镁铁质岩。自南而北,长英质的岩石比率逐渐增加,基本上由斜长角闪岩及混合质条纹一条带状片麻岩组成,上部出现石英岩、磁铁石英岩、磷灰石磁铁角闪岩及大理岩。

由于强烈的构造变形变质及混合岩化作用,致使原来的地层层序变得难以重建,只能大致推断其地层部位,故以构造岩石单位划分。

宣化椴树山柱状剖面图代表了本岩组下部层位。1989 年河北地矿局 1/5 万区调工作中发现该区可能存在科马提岩石。1994 年王仁民等细致深入地研究了其岩石学特征^[5],高凡和高勋在恢复原岩的基础上^[2],他们均认为本区存在着科马提类岩石,从而确定本区可能存在着绿岩带。胡小蝶等亦有同样见解^[6],崇礼县上新营黑龙沟剖面、崇新桥—巴图营剖面控制了本岩组中部层位,其主要为一套基性火山岩;窑子湾剖面控制了本岩组上部地层,为一套火山沉积或沉积岩。

1. 剖面特征

现将各剖面所代表的构造岩石组合自上而下叙述如下:

宣化椴树山镁铁质—超镁铁质岩石柱状剖面^[5](图 1-3):

J1 层:是研究区分布较广泛的岩石。在野外露头呈致密块状或微具层理,厚度不明,未见底。主要组成岩石为辉石角闪岩(样品号 G81213)、斜长角闪岩等。基本上由含有超基性岩石夹层的基性岩石组成。 MgO 含量通常超过 18%, SiO_2 在 47%~51%之间(见后文中表 2-1),化学成分与南非 Geluk 型的科马提岩相当^[25]。

J2 层:整合于 J1 层之上,主要的岩石组成为橄榄角闪二辉岩(G832,H61513),其中有零星分布的石榴角闪二辉岩夹层,石榴石分布极不均匀,呈条带状、透镜状出现。

J3 层:整合于 J2 层之上,并呈断续过渡的关系。主要由斜长角闪二辉岩(G868)、角闪二辉岩(H61403)组成。其厚度约 100m 左右。成层性较好。斜长石的出现表明岩石的基性程度降低, SiO_2 约 48%, MgO 约 13%。其成分落入玄武质科马提岩区,与 Barberton 型玄武质科马提岩相当^[25]。

J4 层:整合于 J3 层之上,渐变过渡。主要由石榴斜长二辉岩(H61511)、黑云石榴斜长角闪二辉岩(G8610)组成,成层性很好,基本上代表了原火山岩的层状构造。其 $MgO < 9\%$, SiO_2 在 51%~52%之间,与一般的拉斑玄武质岩石相当。这层岩石的厚度约 200m,向上未见顶。

上新营黑龙沟剖面(图 1-4):

① 钱会文等,1989,下两间房幅、崇礼幅、镇宁堡幅 1:5 万区域地质调查报告。

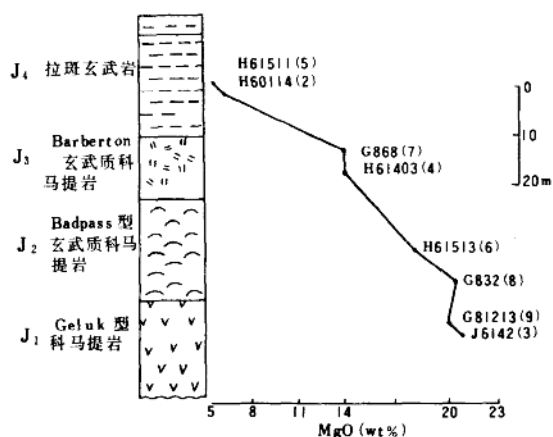


图 1-3 梭树山镁铁质、超镁铁质岩石的局部小断面
(据王仁民, 1994)^[1]

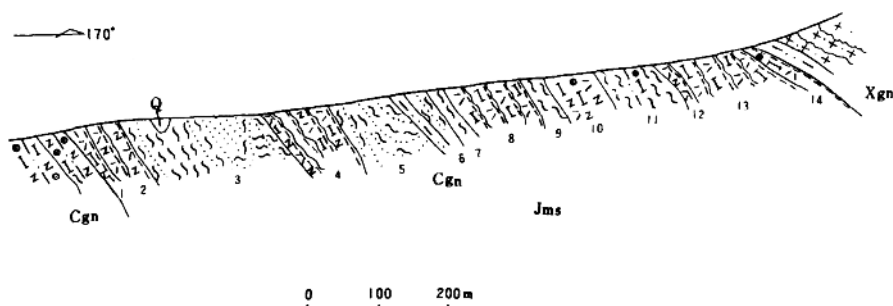


图 1-4 崇礼县上新营黑龙沟崇礼岩群涧沟河组(Jms)实测剖面图

常峪口紫苏花岗片麻岩杂岩

—— 侵入——构造接触——

- | | |
|----------------------------|------|
| (14) 石榴角闪透辉片麻岩 | 29m |
| (13) 透辉角闪片麻岩夹花岗质混合岩 | 106m |
| (12) 角闪斜长片麻岩 | 8m |
| (11) 混合质条带状花岗质片麻岩夹含石榴二辉麻粒岩 | 64m |
| (10) 石榴透辉斜长角闪岩 | 60m |
| (9) 混合质条带状花岗片麻岩夹角闪透辉斜长片麻岩 | 26m |
| (8) 角闪透辉片麻岩夹透辉斜长角闪岩 | 85m |
| (7) 混合质条带状花岗片麻岩 | 30m |
| (6) 混合质条带状花岗片麻岩夹透辉斜长角闪岩 | 85m |
| 二辉斜长麻粒岩(Cgn) | |
| (5) 混合质条带状花岗片麻岩夹石榴角闪斜长片麻岩 | 83m |

(4)角闪透辉斜长片麻岩	88m
(3)混合质条带状花岗片麻岩夹角闪片麻岩	195m
(2)角闪斜长片麻岩	50m
(1)黑云角闪透辉斜长片麻岩	23m
总厚	932m

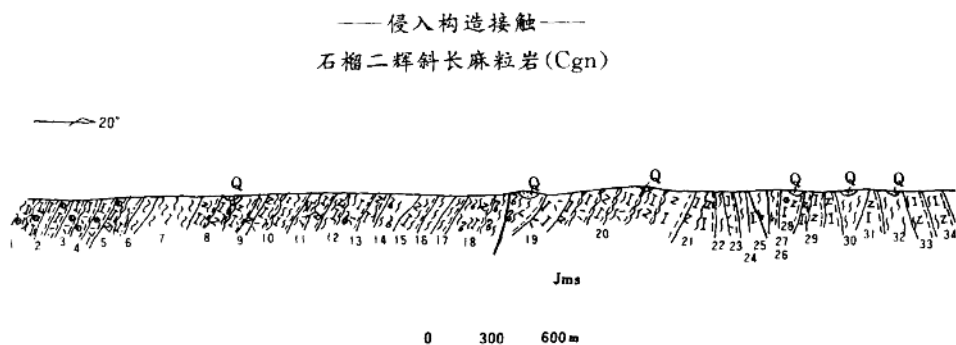


图 1-5 崇礼县崇新桥—巴图湾崇礼岩群涧沟河组(Jms)实测剖面图

崇新桥—巴图湾剖面(图 1-5):

(1)混合质条带状花岗片麻岩夹含石榴透辉片麻岩	77m
(2)含石榴透辉片麻岩	46m
(3)含石榴角闪透辉片麻岩	207m
(4)透辉斜长片麻岩与石榴透辉片麻岩互层	38m
(5)斑点状石榴角闪透辉斜长片麻岩、石榴二辉麻粒岩	122m
(6)混合质条带状花岗片麻岩	46m
(7)条痕—条纹—条带状混合质花岗片麻岩	202m
(8)混合质透辉斜长片麻岩夹角闪透辉斜长片麻岩	163m
(9)混合质条带状花岗片麻岩	30m
(10)混合质条带状角闪透辉斜长片麻岩(见有二辉斜长麻粒岩脉状体)	115m
(11)条纹—条带状花岗片麻岩与混合质角闪透辉片麻岩互层(顶部有二辉斜长麻粒岩脉状体)	183m
(12)混合质条带状花岗片麻岩夹透辉斜长片麻岩、角闪透辉片麻岩	72m
(13)混合质条纹状透辉斜长片麻岩	124m
(14)混合质条纹状花岗片麻岩夹透辉斜长片麻岩、角闪透辉斜长片麻岩	82m
(15)混合质透辉斜长片麻岩	76m
(16)混合质花岗片麻岩与透辉斜长片麻岩及黑云透辉斜长片麻岩互层	53m
(17)碎裂透辉斜长片麻岩	170m
(18)混合质条纹状花岗片麻岩夹透辉斜长片麻岩	59m
(19)角闪透辉石岩	501m
(20)透辉斜长片麻岩、角闪透辉片麻岩与花岗片麻岩互层夹角闪二辉石岩	

(21) 碎裂透辉斜长片麻岩	135m
(22) 混合质条纹状花岗片麻岩	33m
(23) 角闪透辉片麻岩、碎裂混合质蚀变片麻岩	45m
(24) 碎裂条纹状花岗片麻岩	72m
(25) 石榴角闪透辉斜长片麻岩	19m
—— 断层 ——	
(26) 碎裂花岗质片麻岩	56m
—— 断层 ——	
(27) 混合质花岗片麻岩夹透辉斜长片麻岩	58m
(28) 石榴透辉斜长片麻岩	11m
(29) 碎裂透辉斜长片麻岩	133m
(30) 碎裂花岗片麻岩	105m
(31) 碎粒化透辉斜长片麻岩	21m
(32) 碎粒化花岗片麻岩	113m
(33) 碎粒化透辉斜长片麻岩	
(34) 碎裂花岗片麻岩、混合质透辉斜长片麻岩	25m
总厚 3192m	

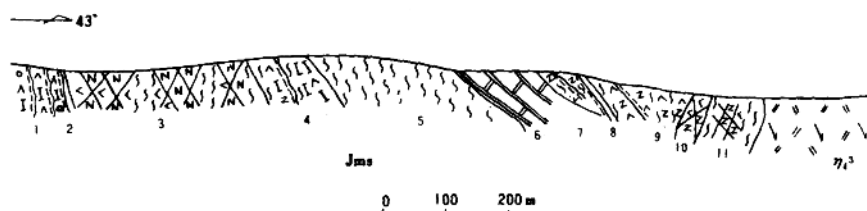


图 1-6 崇礼县窑子湾崇礼岩群洞沟河岩组(Jms)上部地层实测剖面图

崇礼县窑子湾剖面(图 1-6):

未见顶被二长杂岩体侵入

—— 交代侵入接触 ——

(11) 混合质条纹—条带状花岗片麻岩	113m
(10) 斜长角闪岩	17m
(9) 混合质条纹—条带状花岗片麻岩	92m
(8) 灰白色石英岩	0.24m
(7) 黑云斜长片麻岩	30m
(6) 白色、紫褐色蛇纹石化、透闪石化大理岩	69m
总厚 321.24m	

—— 构造整合 ——

下伏洞沟河岩组中下部地层混合岩、斜长角闪岩等

2. 岩相学特征

(1)超镁铁质岩

研究区超镁铁质岩呈似层状、透镜状、团块状分布于涧沟河岩组分布区南部,或在常峪口紫苏花岗片麻岩中呈捕虏体。在椴树山、花岩寺山、界牌沟、健强庄一带均有分布。呈包体产出者厚度可达4~30m不等,长几米至上百米,而多数为数米大小。局部地段厚度较大,如椴树山所见。

本区超镁铁质岩的矿物组合、化学成分等均可与标准的科马提岩进行对比,同时也发现了一些变余的显微鬣刺结构的蛛丝马迹。其主要岩石类型为含尖晶石角闪橄榄二辉石岩、橄榄二辉石岩、含石榴橄榄角闪二辉石岩、角闪透辉石岩、石榴角闪二辉麻粒岩、辉石岩、辉石角闪岩等。主要矿物有:透辉石、紫苏辉石、橄榄石、普通角闪石、黑云母、石榴石、尖晶石、磁铁矿,有时含少量中-基性斜长石。

岩石呈深灰绿—黑绿色,细粒变晶结构,不等粒变晶结构,块状构造。见有变余气孔构造。变余气孔具定向排列,主要以棕色黑云母等含水矿物为主,聚堆成团分布。推测原为火山熔岩的气孔构造,在等化学条件的前进变质过程中,气孔变为储水构造,因而形成含水的原生黑云母矿物,由于黑云母比辉石、橄榄石抗蚀力弱,故在岩石表面形成透镜状的小坑。在超镁铁质岩石中,亦见有变余火山角砾构造(疙瘩状),角砾不易风化,胶结物易风化,二者矿物基本相同。胶结物中仅含少量橄榄石而在角砾中基本不含,但前者矿物结晶较粗大,后者矿物结晶较细小,无疑表明其为不同相的产物。此外,在橄榄角闪二辉石岩表面出现变余多边形节理(图1-7),代表了原火山岩表面的六边形节理经风化剥蚀的结果。其次在这种岩石内部发现橄榄石呈链状或串珠状排列(图1-8),很可能保留了原科马提岩中具有鬣刺结构的橄榄石骸晶。

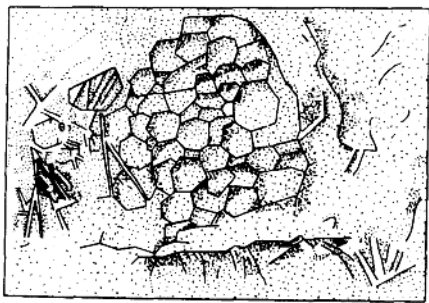


图 1-7 椴树山超镁铁质岩石的变余多边形节理
(据王仁民,1994)



图 1-8 二辉橄榄岩中橄榄石串珠状排列
(据王仁民,1994)

(2)镁铁质岩

为涧沟河镁铁质—超镁铁质岩的主体岩性。呈暗绿色—灰绿色。主要岩石类型有:石榴角闪透辉岩、角闪透辉斜长片麻岩、斜长角闪岩、透辉斜长角闪岩等。主要矿物组合为普通角闪石+透辉石+斜长石±紫苏辉石;普通角闪石+斜长石+石英。斜长石成分多为 An_{28-35} 黑云母亦常出现。这类岩石在叠加后期绿片岩相退变时,暗色矿物常被阳起石、绿泥石、黑云母、绿帘石等替代。斜长石强烈地蚀变为黝帘石和葡萄石等。此外,在大白杨、谷嘴子等地的暗色岩石中常出现浅色岩石条带,宽数至数十厘米,常与斜长角闪岩或斜长角闪片麻岩呈