

YL

燕辽地区 多金属、金、银成矿与远景

权 恒 韩庆云 等 著
艾永富 林彦春 魏菊英

地 质 出 版 社

(京)新登字 085 号

内 容 简 介

本书全面系统地论述了辽西—冀北地区的多金属、金、银成矿地质特征,取得了一系列的新认识:①将原晚太古界红旗营子群等地层时代厘定为早元古代,对华北地台构造演化提出了新观点;②提出了本区内生多金属、金、银矿床的主成矿期为中生代,是统一成矿机制下形成的不同矿产;③确定了本区 Pb-Pb 演化中 $\mu = 9.804$;④提出了 6 种成因类型和 2 个交代岩系列;⑤提出了新的区域成矿模式。这些成果的取得,对于该区的构造演化和成矿规律的研究以及普查找矿都具有十分重要的理论和实际意义。本书可供从事基础地质、矿床地质和同位素地质等研究的科研、生产和教学人员参考。

燕辽地区多金属、金、银成矿与远景

权 恒 韩庆云 等 著
艾永富 林彦春 魏菊英

责任编辑:白 铁

地质出版社出版发行
(北京和平里)

北京地质印刷厂印刷
(北京海淀区学院路 29 号)

新华书店总店科技发行所经销

开本: $787 \times 1092^{1/16}$ 印张: 9 铜版图: 4 页 插图: 4 页 字数: 204000

1992 年 9 月北京第一版·1992 年 9 月北京第一次印刷

印数: 1—750 册 定价: 6.90 元

ISBN 7-116-01015-7/P·867

序 言

目前,在华北地台北缘的“槽台边界”、“早元古代增生”等问题上,分别存在着不同的观点。这些不仅涉及到对原有大地构造区划的重新认识,而且对于区内成矿远景的探讨也具有重要意义。

“七五”期间,沈阳地矿所等单位的科技人员在承担国家重点科技攻关专题研究中提出了新的认识,对于解决上述问题是一种有益的尝试。该书作者通过 2000—2300 Ma 的年龄资料,论证了原划为红旗营子群等一套层状变质岩系为早元古代的产物。

该文还解剖了 5 个不同类型的典型矿床、40 多个矿床的围岩蚀变与矿化的关系。在此基础上,划分了 6 种成因类型及与大地构造单元关系密切的两大交代岩系列。作者还通过对大量的实际资料的研究,提出了本区多金属、金、银矿床的主成矿期为中生代,同时,这些矿产是在统一成矿机制下形成的不同产物。文中还对成矿作用进行了探讨,取得了本区矿床学研究的重要成果。此外,作者在铅同位素方法的应用、区域成矿模式的建立、成矿带的划分等方面,也都有独到的见解。

总之,作者以大量的第一手资料,首次全面、系统地对该区多金属成矿规律进行了深入的研究,提高了该区多金属成矿规律的研究水平,对于指导该区找矿具有重要的理论和实践意义。

鉴此,我认为该书的出版,不仅对于在本区工作的教学、科研、生产人员具有重要的实用价值和指导意义,而且对于在其它地区工作的地质工作者,亦有着很高的参考价值。

我想,在今后的工作中,该书如果能给有关的地质工作者以一定的启迪和借鉴的话,那也就是该书作者的最大满足了。

裴荣富

1991 年 6 月

前 言

本文是在“七五”国家科技攻关一级专题《辽西—冀北地区多金属成矿地质条件及成矿远景》研究报告基础上编写而成。

一级专题（75—55—03—06）由权恒、韩庆云负责，下设五个二级专题，其编号、研究内容、负责单位及负责人如下表。

编 号	研 究 内 容	负 责 单 位	负责人
75—55—03—06—01	辽西—冀北地区与中生代火山—侵入岩有关的多金属成矿地质条件及成矿远景研究	沈阳地质矿产研究所	权 恒
75—55—03—06—02	冀北地区与中生代岩浆热液有关的多金属成矿地质条件及成矿远景研究	河北省地矿局综合研究地质大队	韩庆云
75—55—03—06—03	华北地台北缘某些地区元古宙地层的铅、锌含矿性研究	北京大学地质系	魏菊英
75—55—03—06—04	辽宁省建昌—锦西地区多金属成矿规律及隐伏矿预测研究	辽宁省地矿局第三地质大队	林彦春
75—55—03—06—05	辽西—冀北地区多金属矿床围岩蚀变研究	北京大学地质系	艾永富

本文从该区成矿地质特征的实际出发，把中生代岩浆热液成矿机制作为学术主导思想，在剖析区域构造地质、中生代岩浆活动、容矿岩含矿性、围岩蚀变、成矿作用以及在典型矿床研究的基础上，把论述的重点放在成矿地质条件的分析和成矿远景的探讨上。研究的矿种包括 Pb、Zn、Cu、Mo、Au、Ag 等。

研究区地理位置为：东经 $114^{\circ}-122^{\circ}$ ，北纬 $40^{\circ}00'-42^{\circ}20'$ ，总面积约 14 万 km^2 。

本文主要由各二级专题负责人分工编写而成。韩庆云负责编写第一章一、四；第二章一、五；第七章。艾永富负责编写第二章三；第六章。林彦春负责编写第二章二。魏菊英负责编写第五章。权恒负责编写其余的章节，并负责完成本文的统稿任务。英文目录由白铁翻译，文中附图由叶明芳、李志刚负责编绘，图件由刘中立负责清绘。

在本专题研究期间，姚明道、苏琪、冯有利、张四清、刘世达、侯庆岱、袁忠善、王凤文、叶东虎、刘思华、赵雨文、帅邦林、周建柱、高文君、**王季亮**等参加部分工作；课题负责人季克俭、方如恒、芮宗瑶对本专题的研究始终给予了热情鼓励、指导和帮助。因此，本文是大家分工协作、共同努力拼搏的结果，是开题以来 5 个二级专题团结互助，发挥各自优势，互相配合，使科研、生产、教学紧密“三结合”的丰硕成果。谨此向参加工作的和热情给以支持和帮助的同志们表示诚挚的谢意。

由裴荣富、孙继源、方如恒、陈琦、李永森组成的评审组代表国家于 1990 年 10 月对专题研究报告进行了评审鉴定，对所取得的成果给予了高度评价，认为对辽西—冀北地区来说，这是第一次较为全面系统的研究报告，它深化了这一地区多金属成矿规律的研究，并且达到了国内研究成果的先进水平，相当于国际一般水平，因而对今后找矿实践具有重要的实用价值和指导意义。同时对报告提出了十分宝贵的意见和建议。本文遵照评审组意

见和建议，进行了认真的修改和补充。在此向评审组的同志们表示衷心的感谢。

由于我们的水平所限，文中的缺点与错误在所难免。敬希读者给予批评和指正。

作者

1991年6月

目 录

第一章 区域成矿地质背景.....	1
一、区域地层.....	1
二、区域构造.....	7
三、区域中生代岩浆岩.....	13
四、区域矿产.....	24
第二章 典型矿床概述.....	25
一、蔡家营铅锌银矿床.....	25
二、八家子铅锌银矿床.....	33
三、小寺沟铜钼矿床.....	45
四、红石砬金矿床.....	49
五、相广银矿床.....	51
第三章 矿床成因类型.....	53
一、斑岩型矿床.....	53
二、矽卡岩型矿床.....	54
三、(侵入)岩浆热液型矿床.....	55
四、(火山)岩浆热液型矿床.....	56
五、爆破角砾岩型矿床.....	57
六、沉积-热液叠加型矿床.....	58
第四章 成矿作用探讨.....	59
一、成矿时代.....	59
二、稳定同位素研究.....	61
三、成矿热液.....	73
四、成矿物质来源.....	75
五、成矿温度.....	78
六、成矿类型.....	80
第五章 元古界含矿性研究.....	82
一、八家子铅锌银矿床.....	82
二、蔡家营铅-锌-银矿床.....	90
第六章 近矿围岩蚀变与矿化.....	93
一、钾云母-石英交代岩建造-青磐岩建造交代系列.....	95
二、钾云母-石英交代岩建造-矽卡岩建造交代系列.....	98
第七章 物化探异常.....	106
第八章 成矿模式.....	109
第九章 成矿远景.....	112

一、成矿区、带划分.....	112
二、成矿远景探讨.....	117
三、成矿远景与找矿方向一览表.....	120
第十章 结论	121
编后语	123
附录	124
主要参考文献	125
英文摘要	127
图版说明及图版	133

CONTENTS

Chapter I Regional metallogenic geological setting	1
1. Regional stratigraphy	1
2. Regional structure	7
3. Mesozoic magmatic rocks	13
4. Distribution of regional mineral deposits	24
Chapter II Summary of type ore deposits	25
1. Pb-Zn-Ag deposit of Caijiaying	25
2. Pb-Zn-Ag deposit of Bajiazi	33
3. Cu-Mo deposit of Xiaosigou	45
4. Au deposit of Hongshila	49
5. Ag deposit of Xiangguang	51
Chapter III Genetic types of ore deposits	53
1. Porphyry type deposits	53
2. Skarn type deposits	54
3. Magma hydrothermal type deposits	55
4. Volcanogene hydrothermal type deposits	56
5. Explosion breccia type deposits	57
6. Sedimentary-hydrothermal superimposed type deposits	58
Chapter IV Discussion of metallogenetic process	59
1. Metallogenetic epoch	59
2. Study of stable isotope	61
3. Ore-forming solution	73
4. Source of ore substances	75
5. Mineralization temperature	78
6. Metallogenetic type	80
Chapter V The ore-bearing of Proterozoic rocks	82
1. Pb-Zn-Ag deposit of Bajiazi	82
2. Pb-Zn-Ag deposit of Caijiaying	90
Chapter VI The wall-rock alteration and mineralization	93
1. The replacement series of potash mica-quartz metasomatic rock formation-propylite formation	95
2. The replacement series of potash mica-quartz metasomatic rock formation-skarn formation	98
Chapter VII The geophysical and geochemical anomalies	106

Chapter VIII Metallogenic model	109
Chapter IX Metallogenic prospect.....	112
1. Division of metallogenic province and belt	112
2. Discussion of metallogenic prospect	117
3. A list of metallogenic prospect and guide for further pro- spection	120
Chapter X Conclusion	121
Postscript.....	123
Appendix	124
Selected references.....	125
English abstract.....	127
Plates and their notes	133

第一章 区域成矿地质背景

一、区域地层

从成矿地质条件研究的需要出发,我们将简要阐述区内的前中生代地层。但是,由于早元古代层状变质岩系的地层时代、原岩恢复及原岩建造问题涉及到华北地台北部边缘地质构造演化史和大地构造区划的新认识以及 Pb、Zn、Ag、Au、U 的赋矿层位的重新厘定等重大基础地质问题,因此,在文中对其作了较详的论述。

(一) 太古界

本区太古界为桑干群、迁西群、鞍山群,以冀东太古界为例,分上、下两个亚群。下亚群包括上川组和三屯营组,岩性以辉石麻粒岩、角闪斜长二辉麻粒岩及二辉斜长片麻岩为主,上部夹磁铁石英岩透镜体,U-Pb 法年龄:2480、2502 Ma, Rb-Sr 法年龄:2517 Ma (孙大中等, 1984), 厚 2750m。上亚群相当于八道河群,包括王厂组、湾杖子组、三门店组,岩性以斜长角闪岩、黑云角闪斜长片麻岩为主,夹透辉石岩、辉石麻粒岩、变粒岩及磁铁石英岩,U-Pb 法年龄:2494 Ma, Rb-Sr 法年龄:2552 Ma (孙大中等, 1984), 厚 9524m。

河北境内怀安一带的瓦窑口组、马市口组和下白窑组皆与迁西群下亚群相当,宣化、崇礼一带的崇礼组、谷咀子组,平泉一带的上平房组和辽西小塔子沟组则与迁西群上亚群相当。

辽西一冀北曾划分过上太古界单塔子群、双山子群、大营子组等。单塔子群下部是由斜长角闪片麻岩、斜长角闪岩及各种混合岩化片麻岩组成,上部是角闪斜长片麻岩、黑云变粒岩、角闪变粒岩、浅粒岩等,夹多层大理岩透镜体。根据区域地层资料对比,本文把单塔子群上亚群、双山子群和大营子组归属于下元古界, Rb-Sr 法年龄:2193 Ma (孙大中等, 1984), 厚 2508m。

(二) 元古界

1. 下元古界

下元古界主要分布在塞北—昭南一线,即原内蒙地轴之上,总体呈 EW 向展布,以角度不整合覆于桑干群或单塔子群下亚群之上,与中元古界多以断层接触。在本区东部敖汗旗四家子乡西北 5 km 石人山中元古界常州沟组不整合覆盖在下元古界(大营子组)之上。下元古界在冀北张家口地区为红旗营子群,向东相当于单塔子群上亚群凤凰咀组、刘营组和内蒙的热水组,再向东与大营子组可以对比。在燕辽台褶带零星分布有双山子群、朱杖子群及瓦子峪组等,均属下元古界。

冀北的红旗营子群厚度较大,岩性较稳定。下部大同营组岩性为黑云斜长片麻岩、角闪斜长片麻岩和黑云斜长变粒岩,中夹斜长角闪岩、大理岩。常含石榴石、石墨等标志性矿物。该组未见底,出露厚度 4775m。上部庙子沟组,岩性主要为富含黑云母的黑云斜长片

麻岩、黑云斜长变粒岩夹角闪黑云变粒岩,厚 2131m,与下伏大同营组为整合接触。

从区域性原生和次生构造及地层分布等特点可以看出,冀北红旗营子群呈连续倒转的复式褶皱构造。轴面总体走向近东西,倾向北,倾角 60° — 70° 。主要包括东部丰宁一带的波罗诺—塔黄旗倒转复向斜、团榆树倒转复背斜、茶棚沟—后营子倒转复向斜、西部张北一带的云州—公会倒转复向斜和青羊沟—九连城倒转复背斜,如图 1—1。

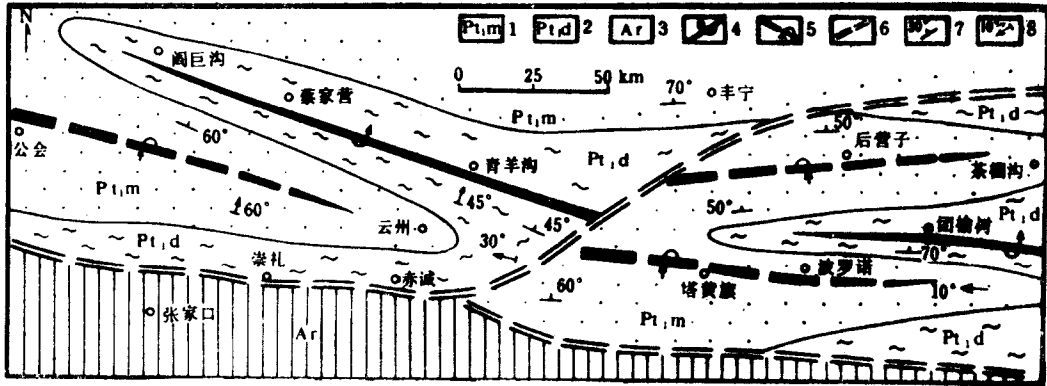


图 1—1 红旗营子群古褶皱及断裂分布图

Fig. 1—1 Distribution map of palaeofolds and rifts in Hongqiyingsi Group

1—庙子沟组; 2—大同营组; 3—太古界; 4—倒转背斜轴; 5—倒转向斜轴; 6—韧性剪切带; 7—地层产状; 8—擦痕线理, 矿物拉长线理

根据上述倒转地层层序和隆化—烟筒山断裂带北侧下元古界刘营组(南店子组)黑里河倒转背斜的存在,我们认为本区北部古克拉通边缘下元古界产状可能以倒转的紧密褶皱为主,走向近东西,倾向北。该倒转构造的形成,可能与华北地台和西伯利亚地台间长期挤压作用有关,笔者认为古克拉通北部边缘早元古代层状岩系在后期挤压作用下形成的必然结果。

(1) 时代归属 上述层状变质岩系时代长期以来被划为晚太古代。经过此次专题工作,在取得一批同位素年龄数据并结合其它研究等基础上,重新厘定了该群的时代。以红旗营子群为例,其年龄依据为:

1) U-Pb 不一致线年龄 在本专题研究期间,我们在红旗营子群不同部位共采集 4 组锆石 U-Pb 年龄样品,通过不一致线上交点年龄取得 4 个认为是锆石的结晶年龄或相应的地质事件年龄以及 3 个与下交点有关的相应地质事件年龄,如表 1—1,图 1—2 ($\lambda^{238}\text{U} = 1.55125 \times 10^{-10} \text{ a}^{-1}$, $\lambda^{235}\text{U} = 9.8485 \times 10^{-10} \text{ a}^{-1}$, $\lambda^{232}\text{Th} = 0.49475 \times 10^{-10} \text{ a}^{-1}$, $^{238}\text{U}/^{235}\text{U} = 137.88$)。

对此年龄组我们做如下分析:① 4 组年龄不一致线多位于一致曲线下方,说明以 Pb 丢失(或 U 获得)为主,经过了一定地质事件之扰动;② 4 组样品拟合直线方程相关系数为 0.995899—0.999994 之间,各样品的丢失 Pb 或 U 获得基本满足于直线方程数学关系,说明年龄本身是有意义的;③ 除 D 组样品外,其余 3 组不一致线下交点年龄分别为 281、269、258 Ma,很接近,平均为 269 Ma,相当于海西期晚期,这一点与本区北部大面积出现的海西期岩浆侵入事件相吻合;④ B 组与 C 组样品分别采自庙子沟组和大同营组,采样点相距 100 多公里,但两组样品年龄十分接近,两组样品也可构成同一直线方程 ($b = 0.054135$, $a = 0.025361$, $r = 0.999827$),显然 t_1 介于 2026 与 2022 Ma 间,有三个样品

表 1—1 锆石 U-Pb 同位素年龄总表

样组	序号	地 点	层 位	岩 性	$\frac{^{207}\text{Pb}}{^{235}\text{U}}$	$\frac{^{206}\text{Pb}}{^{238}\text{U}}$	锆石特征	备 注
A	1	丰宁县 刘营乡	庙子沟组	黑云斜长 变粒岩	7.99118	0.39475	浅黄色,球粒状, 椭圆状,透明,有 划痕、裂纹、磨损、 断口	保留碎屑锆石特 点,分6个粒级测 定
	2				8.10135	0.39790		
	3				8.81321	0.42629		
	4				8.18970	0.39814		
	5				9.88244	0.47927		
	6				8.50179	0.41919		
B	1	太仆寺 后房子	庙子沟组	黑云钾长 变粒岩	5.43826	3.2247	浅黄褐色,滚圆、 椭圆状,具生长环 带	带有变质锆石特 点,按5个粒级测 定
	2				3.01041	0.18913		
	3				6.11951	0.35848		
	4				3.32667	0.20521		
	5				5.77101	0.33280		
C	1	崇礼县 红旗营乡	大同营组	黑云斜长 片麻岩	0.45908	0.05061	肉红色,圆—椭 圆,自形,有包体、 生长环带	具有变质锆石特 点,按5个粒级测 定
	2				0.50992	0.05288		
	3				0.62834	0.05978		
	4				2.06116	0.13471		
	5				3.67832	0.22579		
D	1	丰宁县 六道沟	大同营组	斑 状 混合岩	7.04127	0.45050	浅黄绿色、淡玫 瑰色,柱粒状、无 磨损痕迹,有枝状 磨蚀沟	认为与混合岩化 有关锆石,按5个 粒级测定
	2				4.89372	0.31442		
	3				3.60203	0.23270		
	4				6.64640	0.42544		
	5				5.12248	0.32827		

测定单位:北京铀矿研究所

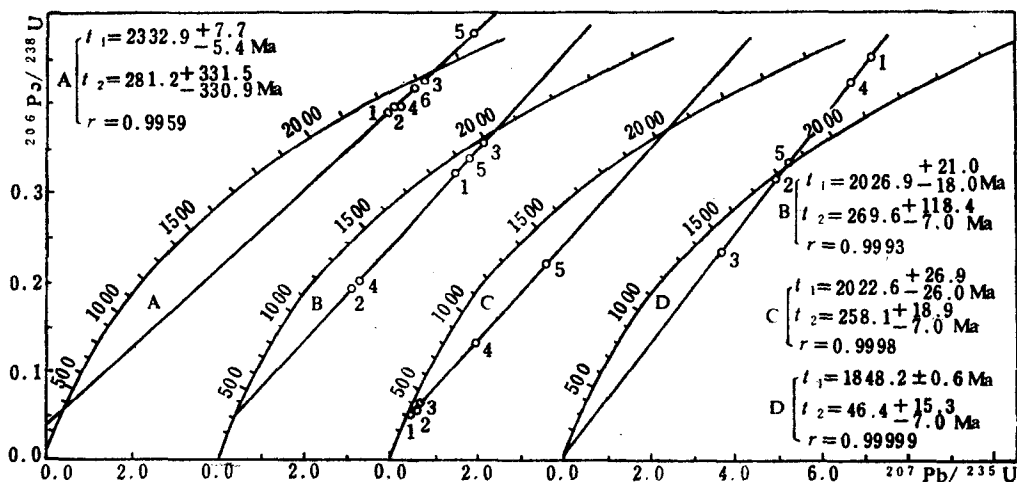


图 1—2 早元古代不同锆石 U-Pb 不一致线年龄

Fig. 1—2 U-Pb unidentical line age of Proterozoic zircon
(测定单位:北京铀矿所)

集中分布于上交点附近, t_2 介于 269—258 Ma 间, 也有 3 个样品集中分布于下交点附近, 说明本区 2026—2022 Ma 上交点和 269—258 Ma 下交点的地质事件很可能是存在的; ⑤ 据文献记载, 受高度辐射损伤的锆石在 300℃ 或者更低的温度下会发生重结晶作用, ……

有一类锆石是在变质作用期间形成的(魏菊英等, 1987)。根据以上5点分析和样品中锆石特征, 我们初步认为 $2332.9(+27, -54)$ Ma 很可能代表庙子沟组形成的最大下限年龄, 实为早元古代, 而不是太古代; $2026-2022$ Ma 或者代表红旗营子群的形成年龄, 或者与变质作用有关锆石所代表的第一次区域变质年龄。我们根据 2026 Ma 与 2022 Ma 两个年龄样品分别采自大同营组和庙子沟组不同层位, 而其年龄值又十分接近这一点, 认为它们很可能代表区域变质年龄; 1848.2 ± 0.6 Ma 我们认为很可能代表混合岩化年龄, 因为第5号样品点几乎落在一致线上, 而其余4个样品点分别落在一致线的上方与下方, 说明它们既有封闭体系下的样品, 也有“丢失”或“捕获”环境下的样品特征, 代表了混合岩化环境。

当然, 我们的这种分析和认识, 并非唯一之解, 但这些年龄值跟河北三队在蔡家营矿区采自角闪花岗片麻岩、斜长角闪岩(原岩为火山岩)中两组样品不一致线年龄值 1803 ± 69.3 Ma、 2020 ± 15.5 Ma 和北京铀矿所在蔡家营附近采自中生代流纹斑岩中残留浑圆状锆石 U-Pb 上交点年龄值 2004.3 ± 4.8 Ma (李耀菴, 1989) 颇为相似。

2) Rb-Sr 等时线年龄 在承德大庙凤凰咀村东沟凤凰咀组中部黑云角闪斜长片麻岩中采集8个 Rb-Sr 全岩年龄样品, 其拟合方程线 $b = 0.035445$, $a = 0.704709$, $r = 0.993857$, 等时年龄为 2453 ± 113.2 Ma, $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr} = 0.7047$ ($\lambda^{87}\text{Rb} = 1.42 \times 10^{-11} \text{ a}^{-1}$, 图1-3)。凤凰咀组以黑云角闪片麻岩为主体, 夹有大理岩透镜体, 相当于西部红旗营子群大同营组。

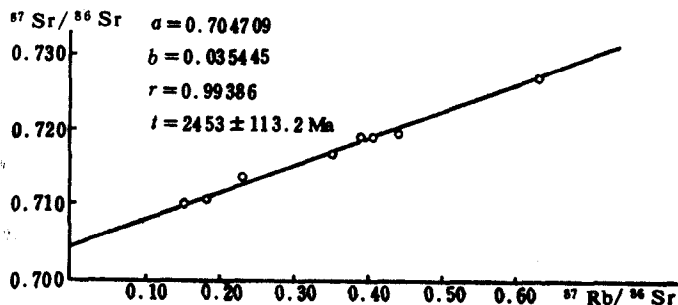


图 1-3 凤凰咀组 Rb-Sr 等时线

Fig. 1-3 Rb-Sr isochron line of Fenghuangzui Formation

(据叶东虎, 1988)

3) Sm-Nd 模式年龄 从赤城县三山东沟及崇礼县红旗营子乡南大同营组地层中分别采集 Sm-Nd 全岩年龄样各一组, 测试结果如表 1-2。

表中 $t \text{ (Ma)} = \frac{1}{\lambda} \ln \left[\frac{(\frac{143}{144})_{\text{MA}} - (\frac{143}{144})_{\text{S}}}{(\frac{147}{144})_{\text{MA}} - (\frac{147}{144})_{\text{S}}} + 1 \right]$, 为相对于地幔的模式年龄, $\lambda^{147}\text{Sm} = 6.54 \times 10^{-12} \text{ a}^{-1}$, $(\frac{143}{144})_{\text{MA}} = 0.513151$, $(\frac{147}{144})_{\text{MA}} = 0.2136$ 。计算结果表明三山东沟 5 个样年龄值较为接近, 平均为 2302 Ma 。崇礼红旗营子乡 6 个样品年龄值比较分散, 平均为 2211 Ma 。Sm-Nd 法一般保持良好的封闭性, 因此, 模式年龄适合于古老变质岩的年龄测定(魏菊英等, 1989)。由于稀土元素具有特殊的地球化学性质, 在各种地质作用过程中能够保持相对的稳定性, 因而用 Sm-Nd 模式年龄研究大陆壳的形成与演化比采用其它地质年代学测定方法(如 U-Pb 法、Rb-Sr 法和 K-Ar 法)更为可

表 1—2 大同营组 Sm-Nd 同位素组成及模式年龄(Ma)

样 号	$^{147}\text{Sm}(\text{nm/g})$	$^{144}\text{Nd}(\text{nm/g})$	$^{143}\text{Nd}/^{144}\text{Nd}$	$^{147}\text{Sm}/^{144}\text{Nd}$	$t(\text{Ma})$
HTWV-1	5.911	38.27	0.512369 ± 7	0.1584	2151
HTWV-6	6.601	44.51	0.512212 ± 5	0.1483	2183
HTWV-8	6.579	44.87	0.512216 ± 5	0.1466	2119
HTWV-10	5.857	36.34	0.512360 ± 5	0.1614	2299
HTWV-12	10.21	84.48	0.511472 ± 10	0.1212	2756
HTWI-1	7.927	61.64	0.511730 ± 5	0.1286	2535
HTWI-3	5.919	46.77	0.512302 ± 5	0.1266	1488
HTWI-5	1.157	6.892	0.511986 ± 9	0.1679	3849
HTWI-7	7.055	62.13	0.512307 ± 9	0.1136	1285
HTWI-9	6.441	49.57	0.511661 ± 6	0.1299	2698
HTWI-10	6.979	59.75	0.512255 ± 6	0.1168	1408

靠(沈渭洲等, 1989)。

此外, 还有河北省地矿局第三地质大队从蔡家营矿区大同营组斜长角闪岩所采集 U-Pb 不一致线年龄为 2300 Ma, 辽宁省区调队在建平县曹家烧锅大营子组黑云变粒岩中测得 U-Pb 年龄值 2293 Ma, 北京铀矿所在蔡家营附近中生代流纹质火山岩 Pb-Pb 等时线交点年龄为 2412 Ma 等。

通过上述同位素年龄的分析, 我们认为本区原内蒙地轴范围内层状变质岩系时代归属于早元古代, 其下限年龄为 2300—2400 Ma, 上限年龄为 2000—1800 Ma。

(2) 原岩恢复 红旗营子群变质岩系中, 具有一定规模和固定层位的岩层有斜长角闪岩、变粒岩、片麻岩及大理岩。大理岩显然由化学沉积的钙、镁质碳酸盐岩变质而成, 其它岩层的原岩恢复探讨如下:

斜长角闪岩 在本区呈层状、似层状、透镜状, 矿物组合为普通角闪石、斜长石及少量黑云母、石英、石榴石。岩石化学特征为硅酸盐饱和, 铁、镁、钙含量较高, 钾、钠较低。在尼格里图解中, 皆投影在火成岩区。该岩石稀土总量平均为 133.45 ppm, δEu 平均为 0.78, LREE/HREE 平均为 1.19。故原岩应属于拉斑玄武岩。

变粒岩 呈层状、似层状产出, 局部见有粒级层, 还可见变余砂状结构。矿物组合有斜长石、钾长石、石英、黑云母, 其次有角闪石、石榴石。下部变粒岩中 SiO_2 含量为 47.32—65.19%, 上部为 61—77%; 下部 Al_2O_3 含量为 15—18%, 上部则有所降低; K、Na 含量中等, 碱度也为上高下低。在尼格里图解中均投影在火成岩区。但上部变粒岩中有些样品在西蒙南(1953)、威尔逊(1972)、周世泰(1977)等图解中均落在沉积岩、凝灰岩区内。因此, 下部变粒岩的原岩为火山熔岩, 上部变粒岩则表现为火山岩和沉积岩的双重性, 并偏重于沉积岩。

含石墨石榴片麻岩、变粒岩 此类岩石的成层性较好, 层理较清晰, 局部保留原岩粒级层理并夹多层大理岩。岩石的矿物组合主要是斜长石、石英、黑云母, 含石墨一般在 1—5%, 个别达 10%。化学特征中 SiO_2 含量平均为 64.25%, K、Na 含量少。稀土元素总量平均为 118.55 ppm, δEu 平均为 0.89, LREE/HREE 平均为 2.64。在尼格里图解中, 投影点在火成岩边部与残余沉积粘土沉积物区交界处。认为上述岩石的原岩应为沉积的砾岩、砂岩和页岩。

片麻岩类 包括黑云角闪斜长片麻岩及黑云斜长片麻岩。皆呈层状产出,厚度较稳定。组成矿物有斜长石、石英、黑云母、角闪石,另有少量石榴石、钾长石。黑云角闪斜长片麻岩为硅酸过饱和,黑云斜长片麻岩的 SiO_2 含量多在 $50\% \pm$ 。前者 Al、Ca 皆较低,碱度很低,里特曼指数 $\sigma=0.28$; 后者 Al、Ca 皆高,碱度也高, $\sigma=3.33$ 。在尼格里图解中,投影点在火成岩与残余沉积粘土沉积物区交界处的火成岩一侧。从以上特征分析,黑云角闪斜长片麻岩的原岩具双重性质,总的偏重于火成岩,而黑云斜长片麻岩的原岩主要是石英杂砂岩、粘土岩。

(3) 原岩建造 下元古界的变质岩石类型较多,在研究岩石矿物、岩石化学及地球化学特征的基础上,根据原岩恢复结果,结合其形成环境,从而划分出以下原岩建造类型。

① 中酸性-碱性火山岩建造 主要出露在大同营组底部,岩石有斜长变粒岩、黑云二长变粒岩、角闪黑云斜长片麻岩,呈层状产出。据原岩恢复,这一组岩石的原岩为安山岩-英安岩-粗面岩类。岩石化学成分以 SiO_2 含量变化大,以 $\text{K}_2\text{O} + \text{Na}_2\text{O}$ 含量高为特征,属钙碱性-碱性岩系列。其稀土总量偏高,轻重稀土比值为 10.48,轻稀土明显富集。这套岩石应为中酸性-碱性火山岩建造,是活动大陆边缘带优地槽产物。

② 碎屑岩-基性火山岩-碳酸盐岩建造 这一类型出现在上一类建造之上,是大同营组的主要组成部分。变质岩石有石榴石石墨黑云斜长片麻岩、角闪斜长片麻岩夹黑云斜长片麻岩、斜长角闪岩及大理岩,呈层状产出。原岩为粘土质岩、砂岩、中性凝灰岩及拉斑玄武岩。岩石化学特点是底部 Al_2O_3 含量高, $\text{K}_2\text{O} + \text{Na}_2\text{O}$ 大于 7% , $\text{Na}_2\text{O} > \text{K}_2\text{O}$, TiO_2 在 1% 以下;稀土总量较低,轻重稀土比值为 $0.54-1.74$ 。这套岩石中有 5—6 层大理岩(单层厚 1—10m)是以碎屑岩为主,夹中-基性火山岩及凝灰岩和碳酸盐岩为特征。形成环境应属活动大陆边缘优地槽—冒地槽同时异相环境。

③ 砂质-粉砂质复理式建造 这一建造是庙子沟组的主体特征,其变质岩有黑云斜长片麻岩、含角闪斜长片麻岩、黑云斜长变粒岩,呈互层状产出。原岩为泥质-砂质沉积岩和少量凝灰质岩石。上部 SiO_2 含量 $77-78\%$, Al_2O_3 $9-10\%$, 下部 SiO_2 含量仅 $60\% \pm$, Al_2O_3 $15-16\%$, K_2O 和 Na_2O 自下而上渐增,稀土总量为 $167-264 \text{ ppm}$,轻重稀土比值为 $2-4$ 。这套岩石应是产在冒地槽环境的复理石建造之内。

2. 中、上元古界

中元古界划分为长城系、南口系、蓟县系,上元古界为青白口系。中、上元古界主要展布在燕辽台褶带。

长城系包括常州沟组、串岭沟组、团山子组。常州沟组岩石包括黄褐色砂砾岩、灰白色石英砂岩、灰黑色粉砂岩和页岩。串岭沟组岩石以黑色页岩为主,夹少量粉砂岩、白云岩。在宣化—赤城一带,该组底部为著名“宣龙式铁矿”的赋矿层位。团山子组岩石为白云岩,夹粉砂岩及粉砂质页岩。长城系厚度为 2309 m。

南口系,指原属长城系之大红峪组和高于庄组(杜汝霖等,1980)。大红峪组下部以石英岩状砂岩为主,常夹富钾页岩或火山岩,上部为硅质白云岩。高于庄组主要为含燧石条带白云岩,含有丰富的叠层石,该组的中下部普遍有一层含锰页岩,顶部为含沥青质白云岩。南口系厚度为 371 m。高于庄组在冀北地区赋存有铅、锌、锰、硫等矿产。大红峪组 U-Pb 法年龄为 1776 Ma,高于庄组 Pb-Pb 法年龄为 1438、1485 Ma(王曰伦等,1980)。

蓟县系分为杨庄组、雾迷山组、洪水庄组和铁岭组。杨庄组以紫红、灰白色泥砂质白云岩为主,含燧石结核或燧石条带,局部可见白云质砂砾岩或砾岩。雾迷山组主要由含粉砂质泥质白云岩、含燧石条带白云岩、厚层叠层石白云岩、含沥青质白云岩及少量硅质岩组成。洪水庄组之岩性为黑绿、绿色页岩,中夹少量薄层白云岩和薄层细砂岩。铁岭组主要由含锰白云岩、含海绿石叠层石岩和白云质灰岩以及紫色、绿色页岩组成。该系厚度最大可达4536m。铁岭组K-Ar法年龄为1083—1205Ma(王曰伦等,1980)。蓟县系中赋存的矿产主要有Pb、Zn、Ag、Mo。

上元古界在本区仅见青白口系,划为下马岭组、景儿峪组。下马岭组以灰、紫红色粉砂质页岩为主,夹细砂岩和叠层石泥灰岩透镜体。井儿峪组主要由红、灰绿色薄层含泥质白云质灰岩组成,底部有一层海绿石长石砂岩或细砂岩。青白口系最大厚度为755m。井儿峪组K-Ar法年龄为853—977Ma(王曰伦等,1980)。

(三) 古生界

1. 下古生界

本区下古生界主要是寒武系、奥陶系,主要分布在燕辽台褶带,缺失上奥陶统和志留系。

寒武纪开始发生广泛海侵,其方向为自南而北,由东向西逐渐发展。下寒武统府君山组、毛庄组等呈假整合或超覆于青白口系各组之上。岩性主要为厚层豹皮灰岩、白云质灰岩,底部普遍发育砂砾岩或角砾岩。以秦皇岛一带最厚,可达170m,向西至易县、满城减薄至20m。其上的馒头组岩性为紫红、砖红色页岩、泥质白云岩、泥质灰岩,底部常见砂砾岩。与下伏府君山组假整合或直接超覆于青白口系不同层位之上,厚30—70m。

寒武系中统至奥陶系中统,皆为连续沉积。寒武系中统以紫红色为主,有泥灰岩、鲕状灰岩,并有少量粉砂岩。上统以泥质条带灰岩、竹叶状灰岩、泥质灰岩为主,夹少量页岩。两统厚度为240—642m。

奥陶系下统和中统的岩性以豹皮状灰岩、厚层泥质灰岩、含燧石的白云岩和灰岩为主,夹泥质条带灰岩、竹叶状灰岩、角砾状灰岩。厚度变化在385—1323m间。

2. 上古生界

晚奥陶世开始至早石炭世沉积间断。中石炭世开始,才再次接受沉积。本区石炭系属山前拗陷盆地型沉积。内蒙敖汗旗一带分布较广,不整合于下元古界之上。

中石炭统本溪组以假整合覆盖于中奥陶统厚层灰岩之上。其岩性为页岩、砂岩夹石灰岩和不稳定煤层。在唐山一带,本组厚50—87m。上石炭统的太原组与本溪组为连续沉积,主要由砂岩、页岩组成,含可采煤层,是河北省的主要含煤层位。厚度为100—190m。

二叠系为连续沉积,下统以陆相沉积为主,岩性为细粒砂岩、粉砂岩、砂质泥岩及页岩,局部夹可采煤层,厚300—370m。上统为干旱环境下的陆相沉积,岩性为紫红色砂岩、粉砂岩和泥岩,其厚度因其内陆盆地的沉积幅度不同而有差异,唐山一带厚为1067—1217m。

二、区域构造

区内多金属、金、银矿床有百余处,除了高板河Pb、Zn矿床和梁家沟Ag、Pb、

Zn 矿床为沉积-热液叠加型矿床外, 其余均属岩浆热液型矿床。因此, 对区域构造格局的研究, 对于区内矿产分布规律的研究和成矿作用的探讨皆有重要意义。其中, 研究断裂带构造, 对于分析控岩控矿因素是十分重要的。

(一) 主要断裂带构造

1. 康保—赤峰断裂带(编号①, 下同)

此断裂带位于本区北部, 近东西向展布, 为内蒙—兴安地槽与华北地台之边界断裂带, 断裂活动始于古生代早期, 中生代以来的活动表现微弱, 基本属于隐伏断裂带。由图 1—4A、B 中可见, -125 和 -145 mGal 孤立异常和 $50-100$ nT 低缓磁异常出现在此断裂带北侧, 认为这些异常与古生代地槽带的展布有关。这些特征与其南侧地台物理场有鲜明对照。认为此断裂带为 I 级超岩石圈—岩石圈断裂(任纪舜等, 1981), 是中生代控矿断裂之一。

2. 黄土窑—丰宁—哈尔套断裂带②、②—1、②—2

位于本区中部平泉以西近东西向展布, 并往东转为北东向。此断裂带区内长 700 km, 宽几十米至几十公里, 断裂活动始于太古代末, 延续至中生代, 断裂活动比较强烈。它是由挤压破碎带、韧性剪切带及片理化带组成的多期活动的复杂断裂带, 由 II 级和 III 级断裂带组成。基性—超基性侵入杂岩体沿② II 级断裂带展布。由图 1—4A 可见, 此断裂带主要表现为重力梯度带, 断裂带位于梯度带之南侧。以承德—隆化一线为例, 1 km 梯度变化可达 ± 1 mGal。从图 1—4B 可见, 此断裂带又主要表现为正负磁场交替带, 北侧为正, 南侧为负。认为此断裂带中的 II 级断裂带为超岩石圈—岩石圈断裂, ②—1 和②—2 III 级断裂带为岩石圈—壳断裂(任纪舜等, 1981)。此断裂带在中生代时的控岩控矿作用很明显。

3. 阳原—喜峰口—锦州—哈尔套断裂带③

位于本区南部, 由西往东, 从 EW 向逐渐转为 NE 向, 与断裂带②近于平行展布, 长达 700 多公里, 为 III 级断裂带。断裂活动始于中元古代早期, 中生代活动亦很强烈。由图 1—4A、B 可见, 此断裂带在重力场上亦表现为梯度带, 断裂带位于梯度带北侧, 磁场平面图上亦表现出正负交替, 北侧为负磁场, 南侧为正磁场。此断裂带对中生代的控岩控矿作用亦很明显, 推测为岩石圈—壳断裂。

4. 老哈河—平泉—蓟县断裂带④

此断裂带呈 NNE 向展布, 纵贯本区。此断裂带为大兴安岭东缘至太行山东麓断裂带通过本区的部分, 断裂活动始于中生代, 为压扭性左旋断裂。在图 1—4A、B 上表现亦很明显, 断裂带所处部位使近 EW 向重力梯度带发生弯曲, 在平泉以北沿着此断裂带重力梯度带呈近 SN 向展布, 断裂带位于其东侧。在磁场平面图上表现为正负交替带, 西侧多为负异常, 东侧多为正异常。该断裂带为 II 级断裂带, 也控制了中生代成矿。

5. 正蓝旗—张北断裂带⑤

此断裂带位于本区西部, 呈 NE 向展布, 属于大兴安岭主脊断裂带, 从本区沿 NE 方向延伸可与黄岗—白音诺断裂相连, 向 SW 方向可延至山西大同一带。此断裂带属于中生代断裂, 与断裂带④近于平行。在重力场上此断裂表现得不十分明显, 但张北以南由于受此断裂带影响, 重力等值线由 EW 向转为近 SN 向。在磁场平面图上, 张北至大同一线(在图幅外)有明显的正负交替带出现, 西侧为负, 东侧为正。但是, 张北至正蓝旗一线主要表现为