

华北陆台北缘 地体构造与铁金矿产

胡桂明 王守伦 等著

地质出版社

地质出版社

PDG

华北陆台北缘 地体构造与铁金矿产

胡桂明 王守伦 谢坤一 张瑞华 李生元
胡达骧 张 祥 吴惠康 王西华 张国新 著

地质出版社

· 北 京 ·

内 容 提 要

本书将板块构造、地体构造机制引入早前寒武纪研究,根据华北陆台北缘早前寒武纪岩群的空间分布、时代、建造、构造及岩石学、地球化学、同位素地质学等特征,提出了一套全新的大陆形成起源与演化的模式、地体构造划分标志及划分方案;论证了新太古代—古元古代的地体边缘带或核回带是“鞍山式”铁矿的主要发育场所,地体拼贴带是构造薄弱带,多期活动的“长寿断裂”是金矿的主要成矿带。

本书对从事基础地质研究和矿床研究的地学工作者均具有重要参考价值。

图书在版编目(CIP)数据

华北陆台北缘地体构造与铁金矿产/胡桂明等著. —北京:地质出版社,1998.12

ISBN 7-116-02669-X

Ⅰ. 华… Ⅱ. 胡… Ⅲ. ①前寒武纪-陆台-地质构造-华北地区②铁矿床-成矿带-华北地区③金矿床-成矿带-华北地区 IV. P548.22

中国版本图书馆 CIP 数据核字(98)第 27319 号

地质出版社出版发行

(100083 北京海淀区学院路 29 号)

责任编辑:谭惠静 祁向雷

责任校对:田建茹

北京印刷学院实习工厂印刷 新华书店总店科技发行所经销

开本:787×1092^{1/32} 印张:16.25 图版:4 页 字数:388000

1998 年 12 月北京第一版·1998 年 12 月北京第一次印刷

印数:1—500 册 定价:45.00 元

ISBN 7-116-02669-X
P·1931

(凡购买地质出版社的图书,如有缺页、倒页、脱页者,本社发行处负责调换)

目 录

绪 言	(1)
第一章 区域地质概况	(4)
第一节 早前寒武纪岩群特征	(4)
一、研究现状	(4)
二、早前寒武纪岩群特征	(5)
第二节 盖层特征	(13)
一、盖层发育的构造环境	(13)
二、盖层特征	(13)
三、盖层的建造特征及其地质意义	(29)
第二章 地体构造与区划	(34)
第一节 地体概念及意义	(34)
第二节 地体划分依据	(37)
一、地体构造与均衡作用	(37)
二、沉积盆地的成因与岩群(构造层)之间的关系	(38)
三、地体边界之一——“深大断裂”	(38)
四、地体边界之二——古蛇绿杂岩或超基性岩带	(39)
五、地体边界之三——钙碱性火山岩带	(39)
六、地体边界之四——岩基带(深成杂岩带)	(39)
七、地体边界之五——盖层盆地	(39)
八、裂谷、拗拉谷与(地体)拼贴盆地的区别	(40)
九、主动(活动)大陆边缘——(沟)弧盆体系类型与地体拼贴后的地层序列	(41)
十、地体变质变形特征	(43)
十一、地体综合特征	(44)
十二、地体拼贴后继效应	(44)
第三节 地体划分方案	(44)
第四节 地壳形成、地体拼贴与陆台演化	(51)
一、地史早期地壳形成的可能机制	(51)
二、华北陆台北缘演化过程	(53)
第三章 典型地体特征	(57)
第一节 辽吉联合地体(辽吉地块)	(58)
一、表壳岩特征	(58)
二、区域构造格式	(78)
三、TTG 杂岩及同位素年龄	(85)
四、地体特征综述	(88)
第二节 冀辽地区地体	(89)
一、迁安地体	(89)

二、遵化地体(遵化-迁西联合地体)	(130)
三、辽西地块	(139)
四、张宣地体	(143)
五、滦县地体	(146)
六、密云地体	(148)
七、山海关地体	(151)
八、青龙河拼贴带	(153)
九、各地体特征对比	(155)
第三节 晋冀蒙地区地体	(156)
一、五台地块	(156)
二、吕梁地块(联合地体)	(174)
三、其它地体特征及对比	(178)
第四节 北缘地体特征对比	(184)
第四章 铁矿类型、成矿规律及成矿区划	(189)
第一节 铁矿类型	(189)
一、铁矿成因类型	(189)
二、铁矿原岩及变质建造类型	(193)
第二节 铁矿成矿规律	(194)
一、原岩建造控制因素	(194)
二、构造控制因素	(195)
三、建造-构造演化和成矿时代控制因素	(198)
第三节 铁矿成矿区划	(199)
一、鞍本成矿区	(199)
二、冀辽成矿区	(201)
三、晋北成矿区	(203)
第五章 金矿床类型、成矿规律	(206)
第一节 金矿床类型	(206)
一、金矿床分类的历史和现状	(206)
二、我国金矿床分类的发展	(206)
三、华北陆台北缘金矿床类型	(207)
第二节 金矿成矿规律	(211)
一、金矿形成的地球化学条件	(211)
二、金矿形成的构造条件	(228)
三、金矿成矿时代	(230)
四、成矿模式	(233)
结束语	(235)
参考文献	(237)
英文摘要	(241)
图版说明及图版	(254)

CONTENTS

Introduction	(1)
Chapter 1 Outline of regional geology	(4)
1.1 Features of Early Precambrian rock group	(4)
1.1.1 Present situation of research	(4)
1.1.2 Features of the rock group	(5)
1.2 Features of cover beds	(13)
1.2.1 Tectonic environment of cover beds	(13)
1.2.2 Features of cover beds	(13)
1.2.3 Formational features of cover beds and their geological significance	(29)
Chapter 2 Terrane tectonics and tectonic division	(34)
2.1 Terrane concept and its significance	(34)
2.2 Evidences of terrane division	(37)
2.2.1 Terrane tectonics and process of equilibrium	(37)
2.2.2 Genesis of sedimentary basin and relations to rock group (tectonic level)	(38)
2.2.3 Terrane boundary 1—Deep major fault	(38)
2.2.4 Terrane boundary 2—Paleo-ophiolite or ultrabasic rock belt	(39)
2.2.5 Terrane boundary 3—Calci-alkalic volcanic rock belt	(39)
2.2.6 Terrane boundary 4—Batholith belt (Plutonic complex)	(39)
2.2.7 Terrane boundary 5—Cover basin	(39)
2.2.8 Differences between rift,aulacogen and terrane collage basin	(40)
2.2.9 Initiative(active)margin—Types of (trench-)arc-basin system and stratigraphic sequences after terrane collage	(41)
2.2.10 Metamorphic and deformational features of terranes	(43)
2.2.11 General features of terranes	(44)
2.2.12 Continuous effects after terrane collage	(44)
2.3 Scheme of terrane division	(44)
2.4 Crust formation, terrane collage and evolution of platform	(51)
2.4.1 Possible mechanism of crust formation at early stage of geological history	(51)
2.4.2 Evolutionary process in North Margin of North China Platform	(53)
Chapter 3 Features of typical terranes	(57)
3.1 Liaoji amalgamation terranes(blocks)	(58)
3.1.1 Characteristics of supracrustal rocks	(58)
3.1.2 Regional structural styles	(78)
3.1.3 TTG complex and isotopic ages	(85)
3.1.4 Summary of terrane features	(88)
3.2 Terranes in Jibei-Liaoxi area	(89)

3.2.1	Qianan terrane	(89)
3.2.2	Zunhua terrane	(130)
3.2.3	Liaoxi terrane	(139)
3.2.4	Zhangxuan terrane	(143)
3.2.5	Luanxian terrane	(146)
3.2.6	Miyun terrane	(148)
3.2.7	Shanhaiguan terrane	(151)
3.2.8	Qinglonghe collage zone	(153)
3.2.9	Features of terranes	(155)
3.3	Terranes in Jin-Ji-Meng area	(156)
3.3.1	Wutai block	(156)
3.3.2	Luliang block	(174)
3.3.3	Features and correlation of other terranes	(178)
3.4	Correlation of terranes in North Margin of North China Platform	(184)
Chapter 4	Types and metallogeny of iron ore deposits	(189)
4.1	Types of iron ore deposits	(189)
4.1.1	Genetic types of iron ore deposits	(189)
4.1.2	Types of primary rocks and metamorphic formations	(193)
4.2	Metallogenic division of iron ore deposits	(194)
4.2.1	Controlling factors of primary rock formations	(194)
4.2.2	Controlling factors of structure	(195)
4.2.3	Formation-structure evolution and metallogenic epoch	(198)
4.3	Metallogenic provinces	(199)
4.3.1	Anshan-Benxi metallogenic area	(199)
4.3.2	Ji-Liao metallogenic area	(201)
4.3.3	Jinbei metallogenic area	(203)
Chapter 5	Types and metallogenic division of gold deposits	(206)
5.1	Types of gold deposits	(206)
5.1.1	History and present situation of classification of gold deposits	(206)
5.1.2	A review of classification of gold deposits in China	(206)
5.1.3	Types of gold deposits in the margin of North China Platform	(207)
5.2	Metallogenic division of gold deposits	(211)
5.2.1	Geochemical conditions of gold formation	(211)
5.2.2	Structural conditions of gold formation	(228)
5.2.3	Metallogenic epoch of gold deposits	(230)
5.2.4	Models of gold deposits	(233)
Conclusion		(235)
References		(237)
Summary in English		(241)
Plates and explanations		(254)

绪 言

华北陆台北缘是我国最古老的岩石分布区,也是铁、金等矿产的重要基地。50年代到60年代铁矿勘查和小比例尺区域编图工作就已经开始。70年代,地矿行业各部门在该区开展了规模空前的区域地质测量与矿产勘查工作,并取得了突破性进展,基本上查清了基地规模的铁矿资源空间分布。金矿找矿工作也有了重大进展,在该区发现了一批大、中型矿床。与勘查工作同时,该区研究工作也取得了长足进展。但由于早前寒武纪构造背景极为复杂,相比之下研究工作远远跟不上勘查工作的需要。为满足钢铁与黄金工业发展对资源的需求,进一步查清成矿地质背景,冶金工业部地质勘查总局在姚培慧总工程师主持下,经多次论证,决定将“华北陆台北缘铁金矿床成矿地质背景与成矿预测”纳入冶金工业部“八五”期间重点攻关项目。

项目主持单位是冶金工业部地质勘查总局。项目负责单位是冶金工业部天津地质研究院,项目参加单位有冶金工业部首钢地质勘查院、第一地质勘查局、第三地质勘查局和东北地质勘查局。项目领导小组组长为胡桂明,副组长为谢坤一,综合组组长为王守伦,项目办公室主任为李树梁。

华北陆台北缘是我国铁矿重要分布区,特别是“鞍山式”铁矿,主要分布在鞍(山)一本(溪)、冀东、晋北地区。这三个地区的铁矿探明储量为220.7亿t,占全国总储量的40%以上,占“鞍山式”铁矿储量的72.1%。该区也是金矿重要分布区,著名的夹皮沟金矿已有几百年开发史。“七五”“八五”期间,又相继发现并勘查了冀东地区的金厂峪—峪耳崖、张宣地区的小营盘—东坪和辽西地区的排山楼大型金矿床。这些金矿成矿时代虽然较晚(海西—燕山期),但其分布明显与该区早前寒武系有着密切的空间联系,并受不同时期地体拼贴带(长寿断裂)后期再活动所控制。

陆台北缘早前寒武系,绝大部分是中深变质岩系,经历了漫长的历史演化,具有极为复杂的构造格局。早在五六十年代,已有著名地质学家对前寒武系做了开创性的探索与研究,《变质岩的一些基本问题和工作方法》(程裕淇等,1963)为变质岩区工作提供了指南。变质构造解析(马杏垣,1963)、同位素测年(王曰伦等,1962)等工作已经开始。70年代以来,赋存着极为丰富的矿产资源的前寒武系,吸引了国内外地质学家。他们广泛开展了前寒武系地质矿产研究。国际交流与合作日益扩大,促进了研究工作的深入与发展。1970年在西澳佩斯举行了第一次国际太古宙讨论会,1975年又在英国莱斯特召开了高级区讨论会,主要议题是花岗岩绿岩区与高级区的地质特征。1978年,肖庆辉较为系统地向国内介绍了“国外太古代绿岩带的几个问题”,引发了广泛的研究与讨论。稍后,华北陆台北缘前寒武纪变质岩系成为地质界重点研究的地区。在岩石学、岩石化学、同位素地质学、同位素年代学、实验岩石学、古生物学及变质构造解析等研究工作基础上,开展了变质岩系原岩恢复、变质相带、岩群的建群建组划分对比,进而探讨了岩层构造形态、基底构造特征、构造演化及成矿作用,并有一批著名的论著问世。

由于地质构造的复杂性,这一地区几乎在各专业领域都是一个争议很大的地区。以地层层次为例,初期,无可选择地将显生宙行之有效的地层学原理和方法用于古老变质岩区,依据岩石组合、变质程度与构造样式,并参考了同位素年代学数据等,进行了建群、建组、划分对比。由于客观上的复杂性和主观认识上的差异,划分结果相去甚远。在一些复杂地区(如冀东地区),不同的划分方案竟多达几十种。此外,就我国有无绿岩带及其产出的构造环境,早、晚两期绿岩的关系,太古宙是否存在板块构造,早前寒武纪大陆演化是原地升降还是原地拉开闭合,是垂向增生还是横向(水平)增生,以及它们哪一个更重要等,进行了广泛的研究和讨论。

在这些讨论中,就学术思想主导方面而言,仍然是传统构造学思想占有支配地位。主要思想是:

①华北地台(甚至在更大的范围)存在一个统一的古老基底(或硅铝壳),不同的岩群(或构造层)不仅是在这个基底上发育的,而且按上新下老的关系呈上下叠覆关系。由于构造上的升降位置不同,出露了时代不同的岩群。

②依据岩石学或实验岩石学数据,研究者较普遍地接受了“变质深度带”的概念,认为岩群越老,埋深越大,变质程度越深,进而认为麻粒岩相岩石是地台上最古老的变质基底,也是最古老的地壳(赵宗溥等,1993)。

③基于上述认识和某些显生宙花岗岩中有定向排列的地层(表壳岩)残体,进而推论早前寒武纪汪洋般的花岗质岩石中的表壳岩捕虏体代表了原地地层。尽管它们分布零星,存量很少,仍然被当做建群、建组的主体。而花岗质岩石,要么被当做地层的组成部分(各省地质志),要么被认为是后期花岗岩化(或混合岩化)的产物,并没有给它留下重要的位置。

④在假定有一个先存的原始地壳前提下,绝大部分元古宙沉积盆地,被认为是这个原始地壳被拉开而形成的拗拉谷。

随着研究工作的深入,新资料、新见解也不断出现。早在70年代,对地台“统一基底”已有不同意见,“萌地台”“原地台”(马杏垣,1979)已蕴含了“基底”逐渐扩展的思想。也是在这段时间,国外北大西洋高级变质区灰色片麻岩被证明是深成侵入杂岩的变质产物(Briegwatter,1978;McGee,1979)。之后,王仁民与兰玉琦等(1987)研究了冀东地区灰色片麻岩,认为原岩主体为英云闪长岩、花岗闪长岩和奥长花岗岩(TTG),它们不是地层的组成部分。进一步研究表明,太古宙杂岩(包括花岗-绿岩地体)在多数地区的主体是由花岗质岩石(TTG及各类混合岩)组成的,其面积约占80%~90%(孙大中,1984;张秋生,1984等)。这些花岗质岩石的最令人瞩目的构造形态特征为岩穹或岩穹群(白益良,1984;宋述光,1987)。表壳岩呈不同尺度的捕虏体包镶在岩穹中或残存在岩穹群之间。在范围不大的地区内(如曹庄地区),这些包体不仅成分变化很大,且具各自的构造样式,无规律可循。这些资料使得各岩群的地层意义在很大程度上成了问题。

近年来,前寒武纪研究工作的巨大进展,与同位素测年技术与精度的提高是分不开的。它不仅较精确地标定了各岩群的时代,发现了我国最古老的古太古代曹庄岩系和鞍山地区陈台沟岩块的存在(江博明,1987;黄董,1986;乔广生,1987;刘敦一等,1991),更有意义的是,证明了麻粒岩相岩石并非是最古老的岩石(多数为新太古代或更晚),最古老的曹庄岩系变质程度最高仅达高角闪岩相,这就使“变质深度带”概念遇到了困难。

尽管传统构造学仍在广泛的领域内影响着地学界的学术思维,但由“板块构造”引发的

“活动论”学术思想日趋活跃。“板块说”“登陆”后,在大陆上描述了很多与之相似的较古老的对应物,标志着其“登陆”成功。这种发展势头,不仅在空间上逐渐扩大,而且在时间上不断向地史早期推进。1981年,Kroner正式出版了《前寒武纪板块构造》。国内也分别描述过五台弧盆环境(白瑾,1986)和锦西-锦州岩浆弧可能是板块碰撞产物(伍家善等,1991)。Condie(1994)认为,“如果用均变论观点去看待地球历史,那么就需接受板块构造至少从4000 Ma前就已开始”的观念(吴昌华,1995)。

这里应该提醒注意的是,大陆中那些能说明曾存在过古板块作用的对应物或某些单元(片体),只能是古板块的遗迹和(或)古板块的碎片,其本身并不能构成板块。忽视板块边界的重要性,在大陆上不加时空条件限制地任意划分板块,甚至把传统构造学某些单元也当做板块(如在很多文章中经常见到的“华北板块”“扬子板块”“塔里板块”等)在很大程度上造成了混乱。由于演化阶段不同,将现代板块构造模式原封不动地套用在地史早期,也会遇到困难。尽管如此,如果板块运动确实与“地幔对流”相联系,则板块构造的动力学和运动学机制就有可能为我们说明早期地壳形成与演化及大陆的成因提供有用的概念类比。在这方面,“地体构造”(terrane tectonic)为我们提供了很好的范例。它把板块构造原理(动因)和大陆生长(结果)联系起来,说明板块运动过程中,那些不能被消减的大陆碎块、海山、弧地体、海底高原等被拼贴到大陆边缘,成为外来的地体。大陆就是这样增长起来的(Howell,1985、1990)。这一模式被认为是“大陆建造的一种范例”(美国大陆动力学研究的国家计划,1989)。

本研究项目以板块构造和地体构造活动论思想为指导,从分析华北陆台北缘前寒武系地质构造的主要特征入手,探索陆台形成与演化过程,阐明矿产分布规律。

历经4年多的时间,几十名地质科研人员共同努力,并在有关局、院的大力支持下,圆满地完成了项目任务。在各二级课题成果基础上编写了项目报告。

原报告由王守伦、胡桂明主持编写,共十位研究人员执笔编写了项目报告。分工是:前言,胡桂明;第一章(本书的第一章),胡桂明;第二章,张国新;第三章,王西华;第四章(本书的第二章),胡桂明;第五章(本书的第三章)第一节,王守伦,第二节,吴惠康、王守伦,第三节,李生元、胡桂明,第四节,张祥、王守伦;第六章,张瑞华;第七章(本书的第四章),王守伦;第八章(本书的第五章),胡达骧;第九章,谢坤一、胡达骧;结语,王守伦。

在冶金工业部地质勘查总局主持下,本报告于1997年5月经评审验收。会上,李廷栋院士、肖序常院士等评委,在肯定成果先进性的同时,指出了报告的不足,并建议修改后出版。全书在原报告基础上由胡桂明和王守伦改写而成。参加报告审校和编辑工作的有张瑞华、张祥、李宏臣、李跃明。由于本书篇幅所限,有的章节未能纳入。书中所涉及的有关大陆形成与演化等多方面前沿性问题,带有很强的探索性,某些见解仅供同行讨论参考。

第一章 区域地质概况

第一节 早前寒武纪岩群特征

一、研究现状

华北陆台北缘是我国早前寒武纪岩群重要分布区。国内许多学者十分重视对该区的研究,从不同方面做了大量工作,积累了丰富的地质资料,提出了很多有启发性的见解;特别是60年代后,在本区开展了大范围区域调查工作,取得了重要进展。这个时期,研究者主要是运用显生宙地层学原理和方法——层序法,对前寒武纪变质杂岩进行群组的划分和对比;后来又补充了变质建造、褶皱构造形态及混合岩的特征作为地层划分的辅助依据。尽管他们对不同地区岩群进行了划分和对比,但仍存在很多分歧和争议。

在变质建造研究中,研究者受贝克和格鲁宾曼“变质深度带”概念的影响,将岩石变质程度与岩群新老对应,认为岩群越老,埋深越大,变质越深,并特别强调了麻粒岩相岩群的地层意义。近来,国内外研究工作发现,某些变质带围绕一个区域热中心分带,并不总是与地层新老相联系(孙大中,1984),如冀东古太古代曹庄岩系为角闪岩相,比周围中新太古代麻粒岩相岩石变质程度低(伍家善,1991)。这些研究成果使得“变质深度带”的概念令人困惑。

70年代以来,地学工作者在陆台北缘地区做了大量变质岩原岩恢复工作,取得的基本认识是,变质岩主要是由火山岩和沉积岩组成。于是从火山-沉积旋回出发建立地层层序成为研究的重点课题,并在概念模型上建立起下部镁铁质(有时有超镁铁质)火山岩,向上过渡到长英质火山岩或沉积岩(有时含化学沉积岩)的地层层序(孙大中,1984)。对某个演化阶段内具有相同演化历史的岩群来说,也许存在这种旋回性,但不同地区,甚至相邻地区的岩群不一定是同阶段产物,从“统一基底”概念出发,进行岩群的划分对比,会出现很多复杂的情况。由于诸多不肯定因素和“意见”分歧,在一些复杂地区,如冀东地区,不同的地层划分对比方案竟多达36种以上(兰玉琦,1990)。

70年代,布瑞吉沃特等(1978)注意到北大西洋陆核最古老的石英长石质片麻岩是由深成岩浆侵入后受到改造形成的,并非地层的组成部分。因其分布面积很大,层状岩石成为被侵蚀的残体,因而无法按层状岩石建立逐层的先后关系,故提出了事件法——按岩浆活动、构造运动和变质作用的先后顺序建立岩群关系。陆台北缘太古宙岩群多经中深变质,其中被作为地层组成部分的“浅色片麻岩”,近来大部分被确认为是深成侵入岩的变质产物,它们的主体是英云闪长岩、奥长花岗岩和花岗闪长岩(TTG杂岩)。火山岩和沉积岩构成的表壳岩(或上壳岩)呈捕虏体或残留体处在汪洋般的花岗质岩石中(兰玉琦,1981)。同时,同位素测年工作一直在进行,由于技术和精度的不断提高,陆台北缘各岩群绝大部分都有了较可靠的同位素年龄数据。在冀东迁安地区及鞍山铁架山岩体东侧先后测得古太古代年龄数据,并按“非事件法”,即同位素年代学法,初步标定了各岩群的时代界限(伍家善,1991)。上述研究成

果,为我们进一步了解早前寒武纪岩群特征提供了依据。

二、早前寒武纪岩群特征

有关早前寒武纪岩群的地层学、岩石学、岩石化学、矿物学和同位素地质学等方面的特征,将在本书的第三章典型地体特征中进行讨论。本章将重点描述那些最能说明陆台形成与演化的某些重要特征。

1. 空间分布(图 1-1)

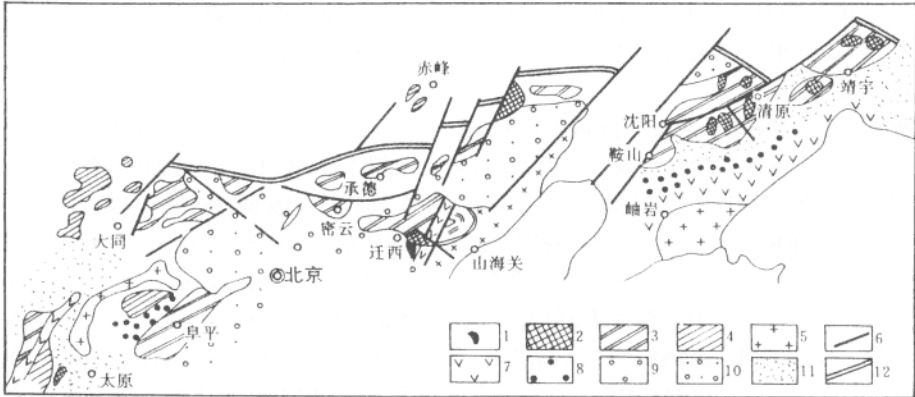


图 1-1 太古宙杂岩空间分布

1—古太古代岩石;2—中太古代岩石;3—新太古代岩石;4—古元古代岩石;5—新太古代、古元古代花岗岩杂岩带;6—断裂带;7—古、中元古代拼贴带及火山盆地;8—古、中元古代拼贴带及沉积盆地;9—古元古代晚期拼贴带及长城系始盖层盆地;10—中元古代早期拼贴带及上长城统始盖层盆地;11—元古宙晚期拼贴带及古生界始盖层盆地;12—震旦纪拼贴带

华北陆台是由大大小小的前寒武纪“杂块”——克拉通块体拼凑而成的。这些“杂块”中,太古宙岩群都呈不大的孤立块体展布,各自有着不同的地质特征和演化历史,块体之间被不同属性的新生地壳镶合。

陆台北缘前寒武纪岩群集中分布在辽吉、冀北—辽西和晋北(包括冀西部分地区)三个地区。辽吉地区分布有著名的“鞍山群”和可与之对比的岩群,它们被断裂分割成清原-靖宇、浑北、抚南、鞍山等几个各具特色的块体。太子河流域被新元古界和古生界盖层覆盖,南侧为元古宙辽河群。冀北—辽西地区,在著名的“燕辽沉降带”中发育了蓟县层型中新元古界盖层,周边分布有太古宙变质杂岩块体。南侧遵化至山海关一带是“迁西群”命名地区。在青龙河附近,发育有狭长的近南北向古元古代双山子—青龙河群火山-沉积岩带,将该区变质杂岩分成东西两部分。之后,北西向冷口断裂又将南侧的迁安、滦县、东荒峪等块体与之分开。“沉降带”北侧曾被命名为“建平群”和“密云群”,被断裂分割成辽西、承德、密云等块体。丰宁-隆化断裂之北,赤峰地区零星分布有规模不大的变质杂岩露头,从演化史和年代学角度分析,它们很可能是元古宙或更晚的岩群。“沉降带”的西侧最早被命名为桑干群,被洋河-永定河断裂分成张宣和怀安(桑干)两个块体。晋北和冀西地区,阜平群和五台群都是孤立的块体,之间发育了具有盖层特征的滹沱群。滹沱河断裂西侧发育有吕梁群、界河口群,其间被近南北向狭长的元古宙野鸡山群火山岩带分割。该区最早的盖层是古生界。北部大同-宁武

断裂北西侧还有一块“上集宁群”。从年代学和演化史分析,它们很可能是元古宙岩群,与东侧“下集宁群”(桑干群)不是同时代岩群。

再往北,内蒙古大青山—乌拉山一带,前寒武纪变质杂岩的时代、特征和演化史与前述岩群相去甚远。地球物理场表明,它们与东部岩群有明显间断,并有独立的演化史,已超出本书研究范围。

上述岩群被断裂带、元古宙敛合型火山岩带、深成岩基带(火山岩带的根部带)和不同时代盖层盆地分割成孤立的块体。地体间,各岩群建造组合特征、构造格式和主构造线方向、岩群时代及演化史都不尽相同,表明它们并非是由“升降”原因而出露的统一(或同一)陆台基底。相反,陆台很可能是由这些块体依一定时空序列拼合而成的。

2. 岩群时代

前寒武纪岩群时限是由同位素测年数据标示的。1977年,国际地科联地层委员会前寒武纪分会,在开普顿第四次会议上,建议太古宙上限置于2500Ma。会议期间,各国学者据自己的测年数据,对该时限曾提出过不同的意见:加拿大强调2600Ma,澳大利亚强调2400Ma,苏联强调 (2600 ± 100) Ma,我国(程裕淇)则建议 (2500 ± 100) Ma。会上有人强调碳酸盐岩广泛出现对确立太古宙上限的重要性,建议放在2300Ma(Erikssoon 和 Truswell, 1978)。1979年,该会(美国德卢思)第五次会议,建议3500Ma和2900Ma为古、中太古代的上限。其中,2900Ma被澳大利亚、南非和苏联等国的数据所支持,美国和印度曾提出3400Ma、3300Ma和3200Ma的建议。从各国的实际测年数据看,给人的印象是不同地区岩群演化阶段是不一致的,或者说对给定的年代学阶段是穿时的。

依据最近的测年数据,我国有人建议以3500Ma、2900Ma、2600~2500Ma、1800~1700Ma作为古、中、新太古代和早元古代的上限(伍家善,1991)。

按上述建议,据已有同位素测年数据,陆台北缘太古宙岩群绝大多数是新太古代时期形成的。在新太古代杂岩中(其中主要是深成变质杂岩)的一些包体或残留体中测得了少数古、中太古代年龄数据。

(1)最古老岩石——古太古代岩石(图1-2) 地质学的发展是沿着“由今溯古”的思路进行的。因此,人们总是希望在古老岩群中找到在显生宙曾存在的某些判别标志。经过漫长的探索,人们终于发现太古宙与显生宙有很多明显的不同。就地层学范畴说,一是没有生物化石,无法建立生物地层学时序;二是太古宙岩群主体是由深成变质杂岩构成,作为地层单元的表壳岩,几乎都呈不同尺度的包体或残片孤立地镶嵌在深成变质杂岩中。在这些表壳岩残体之间,很难建立起相对的地层时序;同样原因,这些零星分布的表壳岩之间更不可能出现区域性的不整合,以用来判定岩群的新老关系。因此,同位素年代学就成为确定早前寒武纪,特别是太古宙岩群时限的最有效的方法。

70年代,随着矿产勘查工作的进展,同位素测年工作也相继展开,技术方法不断改进,逐渐积累了覆盖全区的各种测年方法的大量数据。

在同位素测年工作中,在确定各岩群的时限时,最吸引人的方面也许是希望找到最古老的岩石。依据综合地质特征,特别是受“变质深度带”概念的影响,一个时期人们把寻找老年龄岩石的注意力集中在变质最深、构造复杂的冀东遵化—迁西一带麻粒岩变质区。1974年,中国地质科学院地质力学研究所等,用Rb-Sr法首次在该区测得了3480Ma年龄值。中国科学院地质研究所在冀东太平寨地区,用同样方法测得了 $3670\text{Ma} \pm 260\text{Ma}$ 年龄值。这些测定结

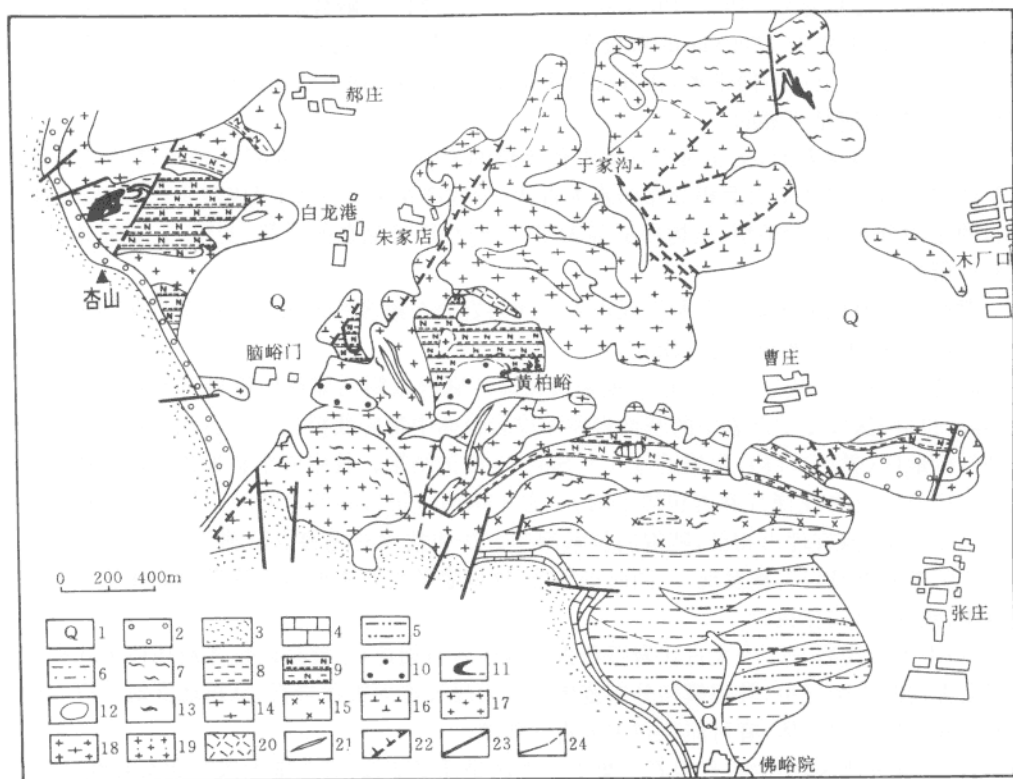


图 1-2 曹庄—杏山一带岩性地质图

(据伍家善 1991 年资料修编)

1—第四系;2~4—中元古代长城系(2—砾岩;3—砂岩;4—灰岩);5~6—新太古代滦县群(5—含黑云母变粒岩;6—黑云母变粒岩);7—中太古代迁西群麻粒岩;8~12—古太古代曹庄岩系(8—黑云片岩、角闪黑云片岩;9—黑云斜长片麻岩及含夕线黑云斜长片麻岩;10—(铬云母)石英岩、钙硅酸盐岩、大理岩及斜长角闪岩;11—磁铁石英岩;12—斜长角闪岩);13—花岗质岩石中表壳岩包体带;14—灰色片麻岩;15—古元古代黑云母花岗岩;16~19—新太古代深成岩(16—紫苏花岗岩;17—石英二长岩;18—红色花岗岩及片麻状红色花岗岩;19—花岗闪长岩及片麻状花岗闪长岩);20—变超基性岩;21—脉岩;22—韧性剪切带;23—脆性断裂;24—地质界线及推测地质界线

果,经国内外学者复测后被否定,其结论是:迁西群麻粒岩相变质年龄为 2500Ma,原岩年龄不可能大于 3000Ma(伍家善,1991)。

需要说明,上述所测对象实际上是深成紫苏麻粒岩的变质年龄,当时认为它们是迁西群三屯营组的组成部分。

70 年代末,白益良等从构造角度认为冀东迁安曹庄一带可能是我国最古老岩石分布区。这一认识得到后继的同位素测年数据的支持。所测数据有曹庄一带斜长角闪岩 Sm-Nd 等时线年龄为 $3470\text{Ma} \pm 100\text{Ma}$ (江博明,1983);杏山铁矿体南侧角闪石 $^{40}\text{Ar}-^{39}\text{Ar}$ 年龄谱,应老于 3000Ma,可能为 3600Ma(王松山,1985);曹庄—黄柏峪一带斜长角闪岩 Sm-Nd 全岩等时线年龄为 3500Ma(黄萱,1986;乔广生,1986);曹庄—黄柏峪一带英云闪长岩,单颗粒锆石 $^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$ 蒸发法和单颗粒锆石 U-Pb 法获得 3300Ma 的年龄数据及铬云母石英片

岩中碎屑锆石逐层蒸发 $^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$ 法获得3650~3720Ma年龄数据(刘敦一,1990)。由于铬云母石英片岩中夹有3500Ma的斜长角闪岩(被认为是地层夹层),判定其沉积年龄约为3500~3600Ma。上述不同学者,在各自的实验室中,使用不同方法所测得的结果基本一致,重现性好,数据应是可靠的。

有一点是很重要的,上述属于古太古代年龄的岩石,无论是表壳岩还是深成岩,它们都以包体或残体形式产于大面积分布的新太古代(少数产在中太古代)深成变质杂岩中。这些岩石的空间分布、岩石类型、组构特征等表明,它们经历过复杂的迁移、变位,并非原地经侵蚀而残留的。

冀东迁安曹庄地区是迄今所发现古太古代杂岩分布最多的地区。这些杂岩包体散布在约30km²范围内,总面积不足10km²。

除曹庄地区外,从辽宁鞍山地区铁架山花岗片麻岩东侧局部花岗质岩石及晋北吕梁地区(界河口群)深成变质杂岩中的基性岩和深成岩包体中都曾获得过古太古代年龄信息。特别是吕梁地区(界河口群),曾报道过9个Sm-Nd测试结果。其中6个斜长角闪岩包体平均 t_{DM} 为4130Ma;2个花岗片麻岩包体平均 t_{DM} 为3600Ma(张其春等,1988)。尽管这些数据有待进一步肯定,但有理由相信,随着同位素测年方法和技术的完善以及测年工作的深入,今后会有更多的老龄岩石被发现。但同时也确信,这些老龄岩石主要是在晚期深成变质杂岩中以包体(残片)形式存在。

(2)中太古代岩石 中太古代岩石和古太古代岩石相仿,主要是以包体或残体形式存在于新太古代深成杂岩中,其规模和分布范围要大大超过古太古代岩石。冀东迁安地区有规模较大的残留岩片和包体,有可能存在中太古代陆核。

冀北、冀东地区,中太古代岩石较集中的地区是迁安陆核,其范围大致在迁安县城以北,建昌营以西的深变质岩石,相当于迁安片麻岩穹窿(新太古代迁安地体)的北西部。还有一些中太古代岩石呈大小不等的包体,残留在新太古代迁安片麻岩体(深成杂岩)中。其分布范围约400km²(伍家善,1991)。该期最早的深成杂岩为钾质英云闪长岩,锆石U-Pb年龄为 $(2960 \pm 135)\text{Ma}$;单颗粒锆石蒸发法年龄为2980Ma(刘敦一,1990)。西侧铁矿带时代归属尚有争议,后文将予讨论。北部滦河大桥一带紫苏花岗岩中包体锆石年龄为3047Ma(尹庆柱,1988),而滦河以北“迁西群”至今未获可靠的中太古代年龄数据,表明滦河断裂为迁安陆核的北界。

此外,在密云、张宣地区基性岩包体中也有少数中太古代年龄信息,但未形成可填图的地质体。

辽东地区,鞍山铁架山花岗岩U-Pb一致线年龄为2900~3000Ma(刘敦一,1990)。此外,清原以东白山镇、夹皮沟、小莱河和浑北红透山基性岩包体中都曾获得中太古代年龄数据。

晋北和太行阜平地区,很少报道有中太古代年龄数据。阜平群中虽测得了2800Ma年龄(刘敦一,1984),但副变质岩系中碎屑锆石难于确定岩层时限。

(3)新太古代及古元古代岩群 陆台北缘早前寒武纪岩群主体是新太古代和古元古代岩群。辽东的辽河群、晋北的浑沱群和野鸡山群主体归属古元古代似无大的争议。晋北恒山深成杂岩,五台群底部,冀东青龙河朱仗子群、鲁仗子群底部都测有新太古代晚期年龄数据,其主体似有从新太古代晚期至元古宙早期的穿时现象。冀东的滦县群、晋北的吕梁群和“上

集宁群”以及赤峰附近的变质岩,也有类似现象。其中的一些岩群主体不排除是在古元古代时期发育的。

在讨论岩群时代归属时,常有同位素数据与地质认识不一致的现象。除同位素测年技术方法本身方面的原因外,认识上似有一种倾向:过份看中老龄数据。有时大量低龄数据被解释为“退变质”的数据,而少数高龄值被认定为该岩群的上限。近年来离子探针测年成果表明,锆石晶体不同世代环带从外向里年龄值跃升。胶东中生代侵位的玲珑花岗岩中,锆石晶体核部竟保留有太古宙年龄数据(罗镇宽等,1997)。又据伍家善对冀东古太古代曹庄岩系矿物学研究表明,尽管古太古代岩石已被中、新太古代深成杂岩侵蚀成包体或残体,但中、新太古代大规模极为强烈的麻粒岩相变质作用,对古太古代角闪岩相的矿物影响很小,不存在“退变质”的问题,而且仍然保留着古太古代年龄数据。据此,我们有理由提出,除了考虑某些退变质作用的因素外,某些同位素数据是否受到残留老龄岩石(包体或捕获晶)的影响而偏老了?在一组年龄数据面前,首要任务是要搞清“所测的是什么”。这方面的工作还有待深入研究。

3. 构造形态特征

(1)太古宙岩群构造 太古宙岩群不仅呈不大的块体孤立分布,且每个块体多为近等轴状或不规则状。每个块体内部都含有个数不等的深成岩穹体。其中,古太古代岩石呈晚期深成杂岩包体,没有完整的构造形体;中太古代在冀东新太古代迁安穹隆北西侧平林镇一带,可见不连续、不完整的岩穹形体;新太古代岩穹和岩穹群是普遍存在的;新太古代晚期至元古宙早期,单个岩穹规模大,但个数减少。各时代岩穹群主体是“TTG 杂岩”。

不同时代岩穹体或岩穹群间都有大小不等、成分各异的表壳岩包体或残体存在。它们和深成杂岩构成形态复杂的花岗-绿岩地体。

太古宙岩群构造形态特征,国内外非常相似(图 1-3、1-4、1-5、1-6)。尽管它们经历了多期构造变形影响,但无论从构造形态上,还是从“褶皱”的岩石组成上看,都难以用褶皱构造干挠格式加以解释。岩石主体不是层状岩石而是深成岩,它的宏微观形态更像是受到某种改造过的底辟上侵成因的岩穹形态。

由于花岗-绿岩地体越古老(如迁安地体),不同时代岩穹及其内部包体和岩穹群之间残体的岩性组构越复杂。以往,从层状岩石褶皱叠加会出现复杂的干挠格式这一假定前提出发,进行构造解析,以期查清构造史。因前提假定条件(层状岩石)不成立,被解析的是什么,自然也成了问题。以冀东曹庄地区为例,为了进行构造解析,在约 36km² 范围内竟划分了 14 个“构造均匀区段”(张国伟,1993)。实际上,没有均匀区段可言。前已述及,白益良先生运用构造解析,首先提出曹庄地区古老岩石的存在,在前寒武纪研究史中功不可没。但从技术方法前提条件看,是不成立的。虽然结论意见正确,但这也许是一种巧合。

(2)古元古代构造形态特征 新太古代晚期至古元古代开始阶段,构造演化出现了明显的变化。虽然在该期地体中深成岩穹仍是主要造陆机制,伴随地质块体的水平向的拼贴,出现了规模较大的线型延伸的地质体。如辽东太子河南侧“辽吉岩套”,山海关—彰武深成岩基带,青龙河火山-沉积岩带,晋北恒山—云中山深成岩基带,吕梁地区野鸡山火山岩带等。它们多具有早期地体边缘增生带和(或)消减带的特征。有的地体内部也出现了以韧性剪切带为边界的推覆岩片(如五台地体)。

早前寒武纪地体(或克拉通地块)边部或内部某些岩穹间是构造薄弱带,在足够长的应

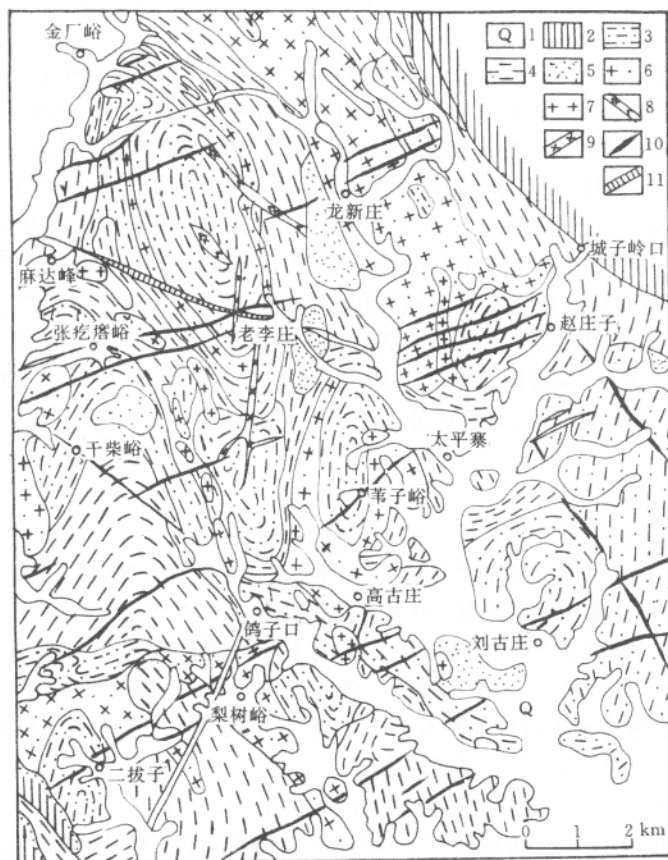


图 1-3 太平寨地区太古宙变质构造图

(据宋述光,1987,修编)

- 1—第四系;2—中—新古元界;3—上壳岩系列;4—斜长紫苏花岗岩;5—紫苏花岗岩;6—奥长花岗岩;7—二长花岗岩;8—超基性岩脉;9—基性岩脉;10—石榴角闪斜长透辉岩脉;11—变质辉绿玢岩脉

力作用下,岩石具有塑性流变性,这里往往发育有规模不等的韧性剪切带。

4. 建造特征

(1)深成变质杂岩是太古宙岩群建造的主体 太古宙深成变质杂岩多以岩穹和岩穹群形式产出。主要岩性是英云闪长岩、奥长花岗岩和花岗闪长岩(TTG)。在这些古、中、新太古代深成杂岩中,以新太古代深成岩穹为主,它们都包有各类表壳岩(或部分早期深成岩)包体或残体。相比之下,深成岩所占比例极大。据康迪(1976)统计,在林维尔、林波波、莫桑比克等太古宙克拉通上,TTG 杂岩出露面积约占 74%。澳大利亚耶尔岗克拉通的 50%~60% 以上面积被花岗岩类占据(罗镇宽,1995)。我国多数为高级变质区,TTG 杂岩一般占到 85% 以上(张秋生,1984),各类花岗质岩石分布面积,冀东占约 90% 以上(孙大中,1984),辽吉平原地区占 80%~90%,鞍山地区约占 60%~70%。冀西北怀安至大同一带“桑干群”中有大面积浅色麻粒岩,岩性相对均匀,且不受包体种类影响。岩石化学特征表明,它们是典型的“TTG”型岩浆岩组合(刘宇光,1993),分布面积也在 80% 左右。晋北恒山—云中山一带,花