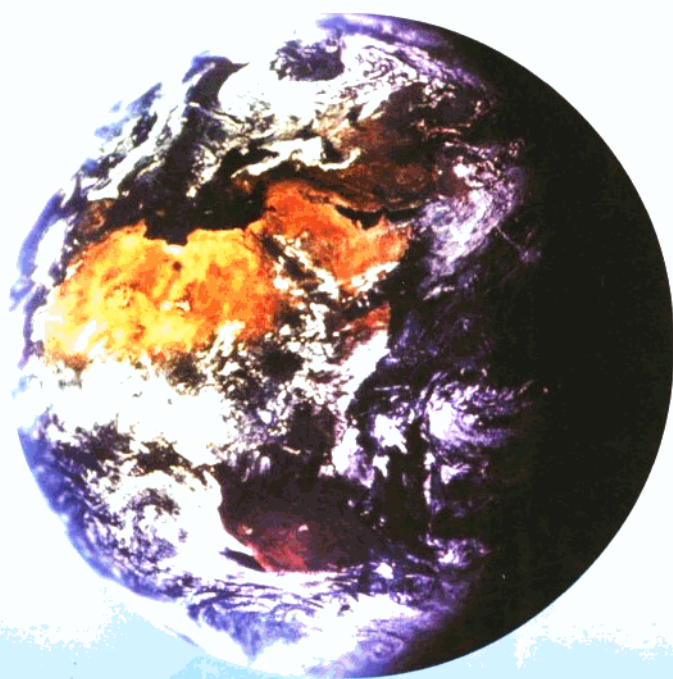


# 华北地块北缘及其北侧 金属矿床成矿系列与勘查

裴荣富 吕凤翔 范继璋 方如恒 齐朝顺 著



地质出版社

“八五”地质矿产部地质找矿科技攻关项目第八课题研究成果

# 华北地块北缘及其北侧金属矿床 成矿系列与勘查

裴荣富 吕凤翔 范继璋 方如恒 齐朝顺 著

地 质 出 版 社

· 北 京 ·

## 内 容 简 介

华北地块北缘及其北侧是我国东部重要的金属矿成矿带。本书在充分综合以往研究成果的基础上,较全面地论述了该区的成矿地质构造、地层、岩浆岩、地质演化史、地球物理特征、成矿规律、矿产预测及个别地区的资源潜力评估。尤其在成矿规律研究方面,以金属成矿省地质历史演化与成矿的学术思想为指导,系统地划分了金属矿床成矿系列,并建立了相应的矿床模式,为该区这一领域的研究开创了新的思路。

本书内容丰富,资料翔实,不仅在成矿理论上具有重要的学术意义,而且在指导找矿上有着实用价值。因此,它可作为地质科研人员、矿产勘查工作者和高等学校有关专业师生的重要参考书。

## 图书在版编目(CIP)数据

华北地块北缘及其北侧金属矿床成矿系列与勘查/裴荣富等著.-北京:地质出版社,1998.1  
ISBN 7-116-02653-3

I. 华… II. 裴… III. ①金属矿床-矿床成因论-华北地区 ②金属矿床-地质勘查-华北地区 IV. P618.2

中国版本图书馆 CIP 数据核字(98)第 21547 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:赵俊磊 王永奉

责任校对:田建茹

\*

北京印刷学院实习工厂 新华书店总店科技发行所经销

开本:787×1092 1/16 印张:15.5 插页:1 字数:380 000 字

1998 年 1 月北京第一版·1998 年 1 月北京第一次印刷

印数:1~600 册 定价:35.00 元

ISBN 7-116-02653-3  
P·1924

(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)

# 序

由于各种原因,华北地块北缘这一距离首都北京并不远的地带,在地质工作和研究程度上却逊于其他邻近首都的地带。然而,这一地带成矿前景却是十分开阔,甚至令人羡慕。我们可以通过类比得出这一乐观看法。华北地块北缘略向 NE 延伸,即为大兴安岭西侧囊括中、俄、蒙毗邻地区的额尔古纳—克鲁伦地区,它在地质背景及发育演化方面与华北地块北缘十分类似。但在俄、蒙境内,从该地区已发现的矿种、矿床类型及数量规模看,令人刮目相视。如距满洲里不过 30 km 的乌鲁圭破火山口盆地,面积仅 200 km<sup>2</sup>,却已探明了总储量达 28 万吨的铀和相当数量的钼。这里至少分布 4 个超大型铀矿;即使不考虑低品位可地浸的砂岩型铀矿,这个铀矿田的铀储量仍是亚洲最大的。由此向北 80 km 出露诺依昂—塔洛格依超大型陆相火山岩型 Pb-Zn(Ag) 矿床,在蒙古境内也分布同一类型的两个大一超大型 Pb-Zn(Ag) 矿床。由此再西行,距我国国境线约 100 km 处便是著名的超大型巴列伊金矿。这一地区的斑岩钼矿、萤石矿也有多处发现,且常具超大型规模。

俄国朋友告诉我们,在这地区之所以有如此之找矿收获,除优越的地质条件外,一靠基础地质工作,二靠投入,三靠理论指导。三者互相联系,互相促进,缺一不可。

近年来在华北地块北缘新的矿床和矿点已屡有发现,借鉴俄、蒙经验,会有更多更大的找矿成就。除加大投入,加强基础地质工作外,理论领域也应有所进展。此时此刻以裴荣富教授为首撰写“华北地块北缘及其北侧金属矿床成矿系列与勘查”专著问世便具有重要意义了。

作为巨型中亚—东亚成矿域组成部分之一的华北地块北缘地带有长期而复杂的地质发育历史,需要从不同学科、不同思路、不同观点和方法对它加以深入剖析。在专著中裴教授等提出了金属成矿省地质历史演化的思路,如从前寒武纪地块、古亚洲和滨西太平洋三大成矿构造域的相互关系出发,按不同地质历史阶段,将本区划分出 44 个成矿地质构造背景区,19 个成矿带,46 个矿化集中区,及不同地质历史阶段的矿床成矿系列,建立了矿床模式,分析了矿床成矿系列成因,并据其演化规律进行了战略预测。相信这样系统的剖析将会推动对华北地块北缘成矿问题的讨论,有助于理论的深化和找矿。同时,通过今后的地质与找矿实践也将会更进一步完善和补充上述成矿地质构造背景区和成矿带的划分,以及成矿战略预测的见解。

涂光炽

1997. 5. 28

# 前 言

华北地块北缘及其北侧南北分界的确切位置,尚无统一意见。本书采用一般的约成划法,即北界西段取温都尔庙-西拉木伦河-卧虎断裂,东段取天山-尔站断裂,南界取固安-昌黎断裂,大体范围为北纬  $39^{\circ}20' \sim 44^{\circ}00'$ ,东经  $106^{\circ} \sim 130^{\circ}$ ,包括吉林南部、辽宁全省、河北和山西的北部、内蒙古中西部,东西延伸约 1800 km,南北宽约 200~300 km,面积达 400 000 km<sup>2</sup>。

该区北缘为前寒武纪地块的古老陆核和边缘活动带,其北侧为显生宙天山-兴安古亚洲造山带的南缘,前寒武纪地块和古亚洲造山带又为环太平洋构造带所叠加,全区为三个全球性构造带的相互毗邻和重叠,构成复杂的构造成矿带,是我国东部的重要矿产基地。地质矿产部在该区设置了“八五”科技攻关项目“华北地台北缘矿化集中区控矿因素与成矿预测”,编号为 85-01-002。本书为该攻关项目的第 8 课题“华北地台北缘金、银、多金属矿床成矿系列、矿床模式及典型地区资源潜力评估”的研究成果。课题编号为 85-01-002-08,裴荣富为项目和该课题负责人。课题的主要研究人员为裴荣富、吕凤翔、范继璋、齐朝顺、方如恒、张建华、许亚光等。课题的主要目的是:在“七五”科技攻关已取得本区成矿规律研究基础上,突出本区金、银、多金属矿床成矿系列和矿床模式研究,包括:① 按所划分的一定成矿阶段,划分与一定成矿作用有关的成矿系列;② 按已划分的成矿系列建立不同类型矿床模式;③ 按成矿系列的概念进行成矿远景评价;④ 对典型地区(辽宁省)进行资源潜力评估。为了完成上述目的,设立三个专题:85-01-002-08-1“华北地块北缘矿床成矿系列、矿床模式、成矿理论及其在找矿中的应用”,由矿床地质研究所裴荣富、吕凤翔、张建华等承担;85-01-002-08-2“华北地块北缘成矿区带划分及成矿预测”,由原长春地质学院范继璋、许亚光等承担;85-01-002-08-3“辽宁省金、银、有色金属成矿系列、矿床模式及资源潜力评估”,由辽宁省地质矿产局方如恒、齐朝顺等承担。

在研究工作中,坚持科研、教学和生产三结合,野外实践和室内综合分析相结合,各专题开展了大量资料收集和广泛的野外调查,采集了大量岩矿标本和测试样品进行岩石分析、同位素分析、成矿测年等,完成了大量典型矿床整理、分析以及基础图件和综合图件的编制、编绘及数据计算机处理等。编制的主要图件有 1/100 万区域地质图、构造图、成矿系列图、重力航磁图共 21 幅,1/100 万陆地资源卫星假彩色图 1 套,整理矿床(点)资料 1600 处,编制矿床卡片 200 套,编制基础图件 336 张,计算机运算耗费总机时数为 1860h 左右。

课题研究报告是在三个专题研究报告的基础上,同时参阅了攻关项目“华北地台北缘成矿地质构造背景”(85-01-002-01)、“华北地台北缘太古宙绿岩带形成、演化及对金矿的成矿控制作用和成矿预测”(85-01-002-02)、“华北地台北缘元古宙盆地演化及铅、锌、金成矿预测”(85-01-002-03)、“华北地台北缘古生代构造岩浆岩及成矿作用”(85-01-002-04)、“华北地台北缘中生代构造岩浆活动及对铅、锌、铜、银矿产的控制和成矿预测”

(85-01-002-05)、“冀北金、银、多金属矿床控矿因素、矿床类型及成矿预测”(85-01-002-06)和“内蒙古大青山—乌拉山区金矿成矿地质条件及成矿预测”(85-01-002-07)共七个课题的有关研究成果,综合编写而成。研究报告于1995年9月按期提交,并于1995年11月由地质矿产部科技司组织验收。鉴定认为,课题研究成果整体上达到了国际先进水平。

本书是在课题研究报告的基础上,以裴荣富“时间维”造就“空间维”的金属成矿省地质历史演化与成矿的学术思想为指导,经综合分析、充实论证而编著的;并在动态成矿学、矿床成矿系列及其区域演化、矿床成矿系列成矿远景预测和综合信息成矿预测,以及对一个代表性省区的资源潜力评估等方面,作出了科学的和应用的显著成就。全书共分八章:第一章成矿地质构造背景,由裴荣富根据85-01-002-01课题研究成果改写;第二章地层和岩浆岩,第三章地球物理及遥感地质资料解译,由范继璋、许亚光、裴荣富等执笔;第四章基础地质问题,由方如恒执笔;第五章金属成矿省(区带)、矿化集中区和成矿构造聚敛(场),由裴荣富执笔;第六章成矿系列,由裴荣富、吕凤翔、吴良士、杨岳清、张建华等执笔;第七章成矿远景预测由范继璋、许亚光、裴荣富执笔;第八章典型地区(辽宁省)资源潜力评估,由齐朝顺、吕凤翔执笔。前言和结束语,由裴荣富执笔。上述八章中,第五章和第六章为本书的主导思想和主体内容。全书由裴荣富统编。全书约35万字,插图34幅,插表52张。

需要说明的是,原课题研究报告中附有5份主要综合图,由于图幅较大,本书未附,仅将原1/100万华北地块北缘及其北侧金、银、铅、锌、铜、钼多金属矿床成矿系列图结合构造区(带)编制的缩编图附于书内。同时,对矿产储量及相关内容也做了适当删除,有的章节的计算部分附件也有所减略,如有需要,可查询原报告。

在本书编写及课题研究过程中,得到了项目负责人裴荣富研究员、方如恒总工程师、卢良兆教授,以及项目办公室王立华高级工程师的大力支持,矿床地质研究所科技处董建华副处长和绘图、打印、复制等有关单位给予了大力协助和提供方便,特此一并表示感谢。特别应指出的是在研究成果鉴定过程中获得陈庆萱院士、陈鑫总工程师和翟裕生教授提出的宝贵意见,为本书高质量地完成起到了重要作用。最后,还应感谢的是地质力学所王平安副研究员,他在本书出版前对全文的修正及有关图件的编绘做了大量工作。

# 目 录

## 序

## 前 言

|                                         |       |
|-----------------------------------------|-------|
| 第一章 华北地块北缘及其北侧成矿地质构造背景                  | (1)   |
| 第一节 前寒武纪华北地块北缘构造域的形成与演化                 | (1)   |
| 第二节 古亚洲构造域兴蒙—吉黑造山带的形成与演化                | (5)   |
| 第三节 滨西太平洋构造域陆缘—陆内造山带的形成与演化              | (7)   |
| 第四节 华北地块北缘及其北侧断裂构造带与演化                  | (13)  |
| 第五节 华北地块北缘及其北侧成矿地质构造演化规律                | (21)  |
| 第六节 华北地块北缘及其北侧成矿地质构造背景的区划               | (22)  |
| 第二章 华北地块北缘及其北侧区域地层与岩浆岩                  | (26)  |
| 第一节 区域地层                                | (26)  |
| 第二节 区域岩浆岩                               | (34)  |
| 第三章 华北地块北缘及其北侧地球物理及遥感资料解译               | (45)  |
| 第一节 重力资料解译                              | (46)  |
| 第二节 航磁资料解译                              | (55)  |
| 第三节 遥感地质资料解译                            | (61)  |
| 第四章 华北地块北缘及其北侧区域地质基础问题                  | (69)  |
| 第一节 太古宙克拉通                              | (69)  |
| 第二节 元古宙裂谷、活动带与克拉通盆地                     | (76)  |
| 第三节 古生代稳定区与活动带                          | (81)  |
| 第四节 中、新生代大陆裂谷系                          | (87)  |
| 第五章 华北地块北缘及其北侧金属成矿省(区带)、矿化集中区和成矿构造聚敛(场) | (91)  |
| 第一节 成矿区带                                | (93)  |
| 第二节 矿化集中区                               | (101) |
| 第三节 成矿构造聚敛(场)                           | (103) |
| 第六章 华北地块北缘及其北侧铜、金、铅、锌、银矿床成矿系列           | (107) |
| 第一节 矿床成矿系列的划分                           | (107) |
| 第二节 太古宙—古元古代矿床成矿系列                      | (109) |
| 第三节 中、新元古代矿床成矿系列                        | (120) |
| 第四节 古生代矿床成矿系列                           | (126) |
| 第五节 中生代矿床成矿系列                           | (136) |
| 第六节 矿床成矿系列的成矿演化                         | (142) |
| 第七节 矿床成矿系列的成矿远景                         | (145) |

|                                   |       |
|-----------------------------------|-------|
| 第七章 华北地块北缘及其北侧铜、金、铅、锌矿成矿远景预测····· | (151) |
| 第一节 矿化信息系列及划分·····                | (151) |
| 第二节 成矿远景预测图及成矿系列找矿模型·····         | (155) |
| 第三节 地质变量研究·····                   | (165) |
| 第四节 成矿远景预测·····                   | (168) |
| 第五节 预测成果表达及找矿工作建议·····            | (171) |
| 第八章 典型地区(辽宁省)资源潜力评估·····          | (180) |
| 第一节 控矿地质因素·····                   | (180) |
| 第二节 矿床分布规律及成矿区带划分·····            | (189) |
| 第三节 综合信息找矿模型·····                 | (192) |
| 第四节 资源定量预测·····                   | (195) |
| 第五节 成果评述及工作建议·····                | (211) |
| 结束语·····                          | (214) |
| 附 录 华北地块北缘及其北侧金属矿床(点)一览表·····     | (216) |
| 主要参考文献·····                       | (226) |
| 英文摘要·····                         | (235) |



# Contents

## Preface

## Prelude

|                                                                                                                                                                                    |      |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|
| <b>1. Metallogenetic tectonic setting of north margin of the north China massif and its north side</b>                                                                             | (1)  |
| 1-1 The formation and evolution of Precambrian craton tectonic domain                                                                                                              | (1)  |
| 1-2 The formation and evolution of the Hing-Mong-Jilin-Heilongjiang orogenic belt of pal-Asia tectonic domain                                                                      | (5)  |
| 1-3 The formation and evolution of continental margin and intracontinental orogenic belt of western Pacific ocean tectonic domain                                                  | (7)  |
| 1-4 Tectonic fracture zone and evolution of north margin of the north China massif and its north side                                                                              | (13) |
| 1-5 Evolution regularity of geological tectonic in north margin of the north China massif and its north side                                                                       | (21) |
| 1-6 Division of geological tectonic setting of north margin of the north China massif and its north side                                                                           | (22) |
| <b>2. Stratigraphy and magmatic rocks in north margin of the north China massif and its north side</b>                                                                             | (26) |
| 2-1 Regional stratigraphy                                                                                                                                                          | (26) |
| 2-2 Regional magmatic rocks                                                                                                                                                        | (34) |
| <b>3. Interpretation for geophysical and remote sensing documents in north margin of the north China massif and its north side</b>                                                 | (45) |
| 3-1 Interpretation for gravity                                                                                                                                                     | (46) |
| 3-2 Interpretation for aeromagnetics                                                                                                                                               | (55) |
| 3-3 Interpretation for remote sensing                                                                                                                                              | (61) |
| <b>4. Geological foundational problems in north margin of the north China massif and its north side</b>                                                                            | (69) |
| 4-1 Archean craton                                                                                                                                                                 | (69) |
| 4-2 Proterozoic activate zone of rift and cratonic basin                                                                                                                           | (76) |
| 4-3 Proterozoic stable area and activate zone                                                                                                                                      | (81) |
| 4-4 Mesozoic-Cenozoic continental rift system                                                                                                                                      | (87) |
| <b>5. Mineralized concentration area and metallotect convergence (site) in metallogenetic province (area or zone) in north margin of the north China massif and its north side</b> | (91) |

|                 |                                                                                                                                                        |              |
|-----------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------|
| 5-1             | Metallogenetic area (zone).....                                                                                                                        | (93)         |
| 5-2             | Mineralized concentration area.....                                                                                                                    | (101)        |
| 5-3             | Metalotect convergence (site).....                                                                                                                     | (103)        |
| <b>6.</b>       | <b>Metallogenetic series of copper, gold, lead, zinc and silver ore deposits<br/>in north margin of the north China massif and its north side.....</b> | <b>(107)</b> |
| 6-1             | Division of metallogenetic series of ore deposits.....                                                                                                 | (107)        |
| 6-2             | Archean-Palaeoproterozoic metallogenetic series of ore deposits.....                                                                                   | (109)        |
| 6-3             | Meso-Neoproterozoic metallogenetic series of ore deposits.....                                                                                         | (120)        |
| 6-4             | Paleozoic metallogenetic series of ore deposits.....                                                                                                   | (126)        |
| 6-5             | Mesozoic metallogenetic series of ore deposits.....                                                                                                    | (136)        |
| 6-6             | Metallogenetic evolution of metallogenetic series of ore deposits.....                                                                                 | (142)        |
| 6-7             | Metallogenetic potential prognosis of metallogenetic series of<br>ore deposits.....                                                                    | (145)        |
| <b>7.</b>       | <b>Metallogenetic potential prognosis of copper, gold, lead and zinc in<br/>north margin of the north China massif and its north side.....</b>         | <b>(151)</b> |
| 7-1             | Mineralized intelligence series and division.....                                                                                                      | (151)        |
| 7-2             | Metallogenetic potential prognosis map and mineral prospecting<br>model of metallogenetic series of ore deposits.....                                  | (155)        |
| 7-3             | Study of geological variation.....                                                                                                                     | (165)        |
| 7-4             | Metallogenetic potential prognosis.....                                                                                                                | (168)        |
| 7-5             | Expression of prognosis result and mineral prospecting recommendation.....                                                                             | (171)        |
| <b>8.</b>       | <b>Mineral resource potential assessment of representative province<br/>(Liaoning province).....</b>                                                   | <b>(180)</b> |
| 8-1             | Ore-controlling geological factors.....                                                                                                                | (180)        |
| 8-2             | Distribution regularity of ore deposits and metallogenetic<br>zone (area) divisions.....                                                               | (189)        |
| 8-3             | Mineral prospecting model of integrated intelligence.....                                                                                              | (192)        |
| 8-4             | Quantitative prognosis for mineral resource.....                                                                                                       | (195)        |
| 8-5             | Review of result and recommendation.....                                                                                                               | (211)        |
|                 | <b>Concluding Remarks.....</b>                                                                                                                         | <b>(214)</b> |
| <b>Appendix</b> | <b>Table of Metal Deposits (Spots) in North Margin of the North<br/>China Massif and its North Side.....</b>                                           | <b>(216)</b> |
|                 | <b>Reference.....</b>                                                                                                                                  | <b>(226)</b> |
|                 | <b>English Abstract.....</b>                                                                                                                           | <b>(235)</b> |

# 第一章 华北地块北缘及其北侧 成矿地质构造背景

华北地块北缘及其北侧包括华北克拉通北部与其北侧兴蒙-吉黑褶皱系南部,南起邯郸—济南一线,北至西乌珠穆沁旗—牡丹江以北,西到贺兰山东侧,东达绥芬河—珲春以东国境线。本区具有 3800 Ma 以上复杂的地质构造演化历史,是前寒武纪华北地块、古亚洲洋与滨西太平洋三个全球性构造域的叠加复合地带,发生过多次强烈的地壳运动,形成了多种类型的造山带与多期不同的构造格局,是我国从前寒武纪到中—新生代许多重大地质构造发展的关键地区,对其地壳运动与构造演化研究具有重要意义。特别是本书以研究本区金属成矿省的地质历史演化为主,而本区成矿地质构造背景及其演化的分析尤为重要。本书研究内容主要是根据华北地块北缘构造格架及金、银、多金属成矿地质背景(85-01-002-01)的研究成果,在本区三大全球性构造域的基础上,分别从太古宙—古元古代克拉通基底形成演化、中新元古代裂谷作用、古生代碰撞造山作用、中生代陆缘—陆内造山作用及新生代盆-岭构造演化五个阶段,分别剖析其地壳运动与形变特点及区域构造格局,探讨华北地块北缘构造演化规律与造山作用历史,进而区划了本区的成矿地质构造背景。本章主要取材自项目的第一课题(85-01-002-01)。

## 第一节 前寒武纪华北地块北缘构造域的形成与演化

### 一、太古宙—古元古代克拉通基底形成与演化

太古宙—古元古代,华北地块北缘经过多次强烈的地壳运动与造山作用,通过多个旋回的构造演化,于 1800~1850 Ma 最终形成以中深变质岩系为主体的稳定的古克拉通结晶基底,构成我国最古老的陆壳。

#### 1. 构造旋回与地壳运动

华北地块北缘冀东与辽东地区,发育有我国最老的地壳,已发现其最大年龄大于 3800 Ma。自 3800~1800 Ma 长达 2000 Ma 的历史时期,华北地块北缘经历了四个大的构造旋回,即古中太古代迁西旋回( $\geq 3000$  Ma)、中新太古代阜平旋回(2500~3000 Ma)、古元古代早期五台旋回(2200~2500 Ma)及古元古代晚期吕梁旋回(1800~2200 Ma)。其间,发育多次强烈的区域性地壳运动,最重要的 4 期地壳运动包括迁西运动(2900~3000 Ma)、阜平运动(2400~2500 Ma)、五台运动(2000~2200 Ma)及吕梁运动(1800~1850 Ma)。这四期强烈的地壳运动在燕山—辽西地区均有明显反映,在阴山、辽东、吉南、太行山、胶东半岛也有不同程度的影响。迁西运动使原划“迁西群”、“密云群”、“集宁群”、“下鞍山群”与“龙岗群”等由多种类型表壳岩系与 TTG 岩系所组成的、空间关系颇为复杂的杂岩系发生强烈的塑性流变与麻粒岩相—高角闪岩相区域变质作用,伴有紫苏花岗岩与基

性—超基性岩浆侵入作用，形成迁西渔户寨、太平寨、上营等紫苏花岗岩。这些紫苏花岗岩与麻粒岩在空间上存在着紧密伴生关系，具有相近的形成时期。

阜平运动使原划“单塔子群”、“乌拉山群”、“阜平群”、“上鞍山群”、“建平群”与夹皮沟群等于是阜平旋回形成的各类火山—沉积岩系、硅—铁建造、孔兹岩系及其中的中基性岩脉群、岩墙群发生以角闪岩相为主的广泛的区域变质作用，形成较明显的区域性角度不整合；发育塑性流变褶曲、韧性剪切变形、典型卵形构造及大面积透入性片理、片麻理，使原生结构构造受到多期强烈的构造置换而残留较少；伴有早期麻粒岩相的退变质作用及混合岩化，形成山海关—绥中混合花岗岩、鞍山花岗岩等规模较大的中酸性侵入体；在冀北、辽北、吉南等地区形成一些较典型的花岗岩—绿岩带，如夹皮沟绿岩带、清原绿岩带等。卵形构造是阜平期最重要的构造类型之一，广泛发育于冀东迁西—迁安一带。在大同北部与辽东地区也有分布。

五台运动使五台群、双山子群、红旗营子群、色尔腾山群、下辽河群与集安群等发生强烈的高绿片岩相—角闪岩相区域变质作用。在冀东朱杖子东、五台山、太行山、胶东、吉南等地区见这些变质表壳岩系与上覆变质地层之间保存有典型的角度不整合接触关系，成为五台运动的重要标志之一。五台运动形成了广泛分布的同斜褶曲、紧闭褶曲、复杂揉皱与韧性剪切变形，构造置换作用强烈，但原生结构构造仍有较多残留。伴有强烈的中酸性—中基性岩浆侵入活动，在内蒙古西部、五台、胶东等地区形成花岗岩—绿岩带。

吕梁运动在冀东朱杖子—双山子地区、五台山、太行山、吉南等地形成广泛分布的区域性褶皱幕，表现为朱杖子群、溥沱群、粉子山群、老岭群等变质岩系与上覆中新元古代未变质地层之间的角度不整合。吕梁运动使朱杖子群、甘陶河群、二道洼群、上辽河群、老岭群等变质火山—沉积岩系发生了绿片岩相—低角闪岩相区域变质作用，形成了紧闭同斜褶曲、韧性剪切带与广泛分布的透入性片理—劈理化带，伴有强烈的中酸性—基性岩浆侵入活动，形成都山花岗岩、四子王旗中酸性侵入岩等岩体。

## 2. 形变特点

由于经历多次强烈的地壳运动与多期构造叠加作用，使华北地块北缘基底岩系太古宙—古元古代构造形态十分复杂。但全区基底构造类型、形变特点、区域构造总体展布方向与区域构造格局仍具有明显特色。

在基底岩系中，太古宙—古元古代的构造类型为紧闭同斜褶曲、倒转褶曲、复杂流变褶曲（揉皱）、韧性剪切带、卵形构造与片理、片麻理。这些构造都显示出明显的固态塑性流变、韧性剪切变形特点，构造置换与变形叠加现象广泛存在，褶曲形态复杂多变，单个褶曲规模一般都比较小（显微尺度—露头尺度），属地壳中深层次形变作用的产物。

近年来，太古宙—古元古代韧性剪切带不断被鉴别出来，其中很多规模较大，有些长达数十公里至 100 km，构成重要的构造—岩相界线，如冀东金厂峪—上营北东向韧性剪切带、朱杖子—双山子韧性剪切带、大青山南缘近东西向韧性剪切带、吉南夹皮沟北西向韧性剪切带等。小规模韧性剪切变形在片岩、片麻岩与混合岩中大量存在。这些韧性剪切带常伴有显著的退变质作用与变余糜棱岩带，成为基底岩系中重要构造类型。

卵形构造是基底岩系中另一类重要构造，主要形成于太古宙晚期，分布于冀东、晋北、辽东等地区太古宙中深变质岩系内，由环状分布的片理、片麻理及褶曲轴面所构成。其形成与片麻穹窿、不同方向构造叠加复合有密切成因联系，如迁安卵形构造、安山岭卵形构造

造成因与片麻岩穹窿有关,工书台卵形构造成因与褶皱叠加有关。

### 3. 区域线性构造系统与展布规律

基底岩系中太古宙、古元古代形成的片理、片麻理、褶曲轴面、韧性剪切带、岩体与绿岩带的长轴方向及航磁异常带轴向,均良好地反映基底岩系构造线的平面展布规律。

总体上,华北地块北缘构造线以东西向、北东东向为主。尤其在北部阴山—燕山—辽东古南一带,近东西向构造线在基底岩系中居主导地位。向南部,构造线走向逐渐偏离东西向,变成北东东向、北东向、北北东向。

在郯庐断裂以西地区,至少存在三个大型基底构造线性系统。大同—尚义断裂西侧,在鄂尔多斯—阴山地区,存在一个向东北收敛的帚状构造体系,在中部地区太行山—华北平原—燕山一带,存在另一个向东北收敛的帚状构造体系;在济南—渤海湾一带,以泰山为中心,基底石炭系中存在一个大型弧形构造带,弧顶指向北。这三个大型构造体系均收敛于中生代断裂带,与中生代形成的大同—尚义断裂、郯庐断裂的走滑活动有成因联系,故其虽发育于基底岩系内,却很可能是中生代地壳运动对太古宙—古元古代构造强烈改造作用的产物。

### 4. 构造格局

太古宙—古元古代的基底构造格局总体上表现出南北分带、东西分段的特点。以大同—尚义断裂与郯庐断裂为界,自西向东可分为西、中、东三段,各段均表现出良好的南北分带性。西段以固阳—武川为界,以北为古元古代构造—岩浆—中低级变质岩相带,以南为太古宙构造—岩浆—中高级变质岩相带。中段以崇礼—赤城—北票为界,以北为古元古代中低级变质岩相带;以南至阳原—唐山一线为太古宙中高级变质岩相带,其中仅朱杖子—双山子一带存在古太古代出露面积不大的中低级变质岩系;阳原—唐山以南至邢台—沧州—渤海湾以北地区,包括华北平原北部、太行山大部在内,为古元古代构造—岩浆—中低级变质岩相带;最南部为太古宙角闪岩相—麻粒岩相带。东段鞍山—浑江—抚松以北,为太古宙构造—岩浆—中高级变质岩相带;以南集安—老岭—龙岗—营口地区,为古元古代构造—岩浆—中浅变质带;至辽东半岛南部旅大—复县地区,为太古宙中高级变质岩相带;最南端胶东地区为古元古代中浅变质岩相带。

从现有地质资料判断,基底岩系构造—变质作用的東西分段性以中生代断裂为界,属中生代构造改造的结果;而南北向分带性则是太古宙—古元古代构造演化的产物,反映出本区吕梁运动界面基本构造格局。

## 二、中新元古代裂谷作用与演化

中新元古代,华北克拉通北缘,自1800~600 Ma,有长达1200 Ma裂谷作用的发育历史。前人曾称之为拗拉槽、裂陷槽。该裂谷系总体上呈近东西向—北东东向展布,以近万米巨厚的具盖层性质、较稳定的滨浅海相碎屑岩—碳酸盐岩建造为主,夹有多层海底中基性火山岩,在辽东北铁岭地区尚发育中元古代典型的安山质枕状熔岩。以大同—尚义断裂与郯庐断裂为界,裂谷系自西向东分为三段,即西段狼山—白云鄂博—化德裂谷带,中段燕山—辽西裂谷带及东段胶东—辽东—吉南裂谷区。这些裂谷区带均发育于古克拉通基础之上,地层与沉积作用有一定的可对比性,但各段发育时代、空间展布特点与建造类型都存在一定的差异性。

### 1. 西段裂谷带

西段狼山—白云鄂博、渣尔泰—化德裂谷带呈东西向线性展布，东西长大于 700 km，南北宽约 100 km，南北两侧均受近东西向同沉积断裂所控制。该裂谷带形成时代较东段与中段早，开始于 1900~2000 Ma。早期（1600 Ma 以前），该裂谷带具有两个近平行分布的裂陷中心，或叫分支裂谷带，北部为白云鄂博—化德裂陷中心，南部为渣尔泰裂陷中心。北部裂陷中心沉积厚达 9000 m 的白云鄂博群含铁—稀土沉积建造，夹有尖山子组碳酸岩—中基性火山岩系；南部裂陷中心沉积了厚达 3200 m 的渣尔泰群含铁碳酸盐岩—碎屑岩建造，夹书记沟组偏碱性中基性火山岩。沉积环境以滨浅海相为主，一些地段具半深海古环境，形成多个碎屑岩—碳酸盐岩—泥质岩沉积旋回。渣尔泰群与白云鄂博群地层形成之后，经历了一次较强烈的地壳运动，使白云鄂博群与渣尔泰群发生绿片岩相浅变质作用和褶皱变形、韧性剪切变形，这次地壳运动时代为 1400~1600 Ma。1400 Ma 以后，沿该裂谷带再次发生裂陷，形成什那干群滨浅海相碎屑岩—碳酸盐岩系，其厚度较小，未变质，呈角度不整合覆于早期裂谷地层之上，属典型的稳定盖层沉积。

## 2. 中段裂谷带

中段燕山—辽西裂陷槽总体上呈北东东向展布，明显受张家口—承德—北票同沉积断裂所控制。其中新元古代沉积地层厚达万米。裂陷中心在蓟县—朝阳一带，北部沉积厚，向南向西沉积厚度具有逐步变薄的趋势。沉积地层自下而上依次为长城群、蓟县群与青白口群，属一套滨浅海相较为稳定的盖层沉积建造，仅在中元古代早期形成大红峪组偏碱性中基性海底火山岩系。该裂陷中心四周被隆起带所包围，如冀北隆起带、太行隆起带、山海关隆起带与济南—泰山隆起带等，其中大部分为水下隆起。裂陷作用始于 1850~1800 Ma，终止于 800 Ma，持续时间长达 1000 Ma。其间发育多次造陆运动，如 1400~1500 Ma 发生的滦县运动，造成蓟县群与长城群之间的沉积间断与平行不整合；1000 Ma 发生的芹峪运动，造成青白口群与蓟县群之间的沉积间断与平行不整合。发生于 800~600 Ma 的蓟县运动使该裂陷槽最终封闭，结束了长达 1000 Ma 裂谷作用历史，造成了近 200 Ma 的沉积间断与青白口群、寒武系之间的区域性平行不整合。在 800~1800 Ma 期间，该裂谷带在沉积建造方面具有良好的韵律性与周期性，呈现出碎屑岩—碳酸盐岩—泥质岩沉积旋回；岩层基本未变质，与下伏基底岩系呈角度不整合接触，属基底形成之后早期较稳定的盖层沉积。

该裂谷带东部分布于郯庐断裂以东地区，具有不同时期的多个裂陷中心，但各期裂陷槽总体上都呈近东西向、北东东向展布。在辽北汛河地区，发育较早期的汛河裂陷带，其裂陷作用的开始时代较燕山—辽西拗陷晚，缺乏长城纪常州沟期、串岭沟期与团山子期沉积，裂谷沉积作用自长城纪大红峪期开始。裂谷期形成的大红峪组、高于庄组、蓟县群与青白口群碎屑岩—碳酸盐岩系，其沉积特征、地层时代均与燕山—辽西裂谷区有很大的一致性，也存在一定差异性，如汛河拗陷雾迷山期发育枕状中基性熔岩，反映其活动性比燕山—辽西裂谷强。汛河拗陷结束时代略晚于燕山—辽西裂谷带，表现为景儿峪组之上沉积了震旦纪殷屯组碎屑岩，其岩性特点类似于后造山期磨拉石建造。

## 3. 东段裂谷带

东段裂谷带分布于胶东、辽东南与吉南地区，中元古代（1000~1800 Ma）长达 800 Ma 的时期内，一直处于隆起剥蚀状态。裂谷作用仅从新元古代青白口纪开始，直至 600 Ma 结束。在 600~1000 Ma 长达 400 Ma 的时期内，形成了四裂陷中心。即胶东蓬莱裂陷中心、

旅大裂陷中心、复县裂陷中心及吉南浑江—抚松裂陷中心。这些裂陷中心总体上均呈东西向、北东东向展布。新元古代，胶东半岛沉积了蓬莱群，裂陷中心沉积厚度达 5000 m 以上；大连—复县裂陷中心沉积了永宁组（群）、细河群、太行山群与金县群，沉积总厚度达 7000 m 以上；吉南裂谷带沉积了白房子组、细河群与浑江群，在裂陷中心沉积总厚度达 3000 m 以上。上述四个裂陷中心各期沉积建造具有良好相似性，均以较稳定的滨浅海相沉积建造为主，发育碎屑岩—碳酸盐岩—泥质岩沉积旋回。这套地层受中生代早期地壳运动的影响，局部发生了区域性浅变质作用，如旅大地区的细河群、胶东蓬莱群。

比较东、中、西三段中新元古代裂谷带，可看出三段裂谷区带在多方面都具有一定的可对比性，但也存在较大的差异性，各自构成相对独立的裂谷带。裂谷作用具有自西向东逐步扩大、迁移趋势。西段狼山—白云鄂博—化德裂谷带形成最早，结束得也最早，活动性最大；东段胶东—辽东—吉南裂谷区形成最晚，结束得也最晚，活动性最小；中段燕山—辽西裂陷带的形成时期、结束时间与活动性介于东、西段之间。

## 第二节 古亚洲构造域兴蒙—吉黑造山带的形成与演化

古生代，华北陆台与西伯利亚陆台隔洋相望，之间为古亚洲洋，经历了多期洋壳扩张与俯冲、碰撞造山作用；古亚洲洋的范围不断收缩变小，直至古生代末期最后封闭，导致华北陆台与西伯利亚陆台最终拼合为一个整体，组成欧亚大陆板块东部。

### 一、建造类型与地壳运动

古生代，华北陆台北部处于稳定的大陆环境及陆表海环境，形成克拉通盖层沉积。寒武纪—中奥陶统形成滨浅海相碎屑岩—碳酸盐岩—泥质岩沉积旋回，中石炭统一二叠纪形成滨浅海相—海陆交互相含煤碎屑岩建造，其间发育一次长时间的沉积间断，即奥陶纪末期—早石炭世沉积间断，形成区域性平行不整合。

兴蒙褶皱带—延吉地区古生代处于华北陆台与西伯利亚陆台之间，长期处于活动型古亚洲洋环境及大陆边缘环境，发育多期典型的复理石建造、细碧角斑岩建造、硅质岩建造及蛇绿岩套；地壳构造变动强烈，形成多期区域性角度不整合与岩浆侵入、变质作用。已发现的典型褶皱幕有桌子山地区奥陶系与寒武系之间角度不整合（早加里东期褶皱幕）、白乃庙地区中志留统白乃庙组与上志留统西别河组之间角度不整合（晚加里东期褶皱幕）、东乌珠穆沁旗中石炭统宝力格庙组与晚泥盆世安格尔夫音乌拉组之间角度不整合（早华力西期褶皱幕）及晚三叠世林西组与早二叠世哲斯组之间角度不整合（晚华力西期褶皱幕）等。加里东期地壳运动伴有一些花岗岩侵入作用、复杂褶曲变形与绿片岩相—低角闪岩相区域变质作用；华力西期地壳运动伴有大规模强烈的基性—中性—酸性岩体侵位、多期褶皱作用、韧性剪切变形、东西向及北东东向断裂活动及低绿片岩相区域变质作用和吉南—辽北晚华力西期褶曲与固态塑性流变构造。古生代兴蒙褶皱带—吉黑南部褶皱带的地壳运动与构造变形机制均与俯冲造山作用、碰撞造山作用有成因联系，陆壳的增生与古亚洲洋壳的消减密切相关。

古生代造山作用所形成的各期构造线均以东西向、北东东向为主，最终形成欧亚大陆东部介于西伯利亚陆块与华北陆块之间近东西向展布的巨大造山带。兴蒙褶皱带于二叠纪晚期已全部褶皱成陆；而吉黑褶皱带南部的延吉地体，其部分地区直至三叠纪才完全结束

洋壳演化历史,形成印支期褶皱带。

## 二、区域构造格局

古生代,华北地块北缘以狼山北—白云鄂博北—化德—多伦—赤峰—彰武—铁岭北—桦甸—夹皮沟北—茂山北为界,其南部为华北陆台区,北部为兴蒙—吉黑南部褶皱系。

华北陆台区以固阳—武川—张家口—承德—阜新断裂带为界,进一步划分出两个二级构造单元。南部为鄂尔多斯—华北—胶辽古生代陆内稳定拗陷沉积区,其中发育多个拗陷中心与一些北东向、东西向水下隆起区带;沉积了寒武系—奥陶系、中石炭统一二叠系以滨浅海相、海陆交互相为主的碎屑岩—碳酸盐岩—泥质岩系,在辽东等局部地区发育少量泥盆纪—早石炭世沉积物;其古生代构造变形与岩浆活动微弱。北部为内蒙古地轴带,缺乏古生代沉积盖层,是一个古生代长期隆起剥蚀带;基底岩系广泛出露,大量华力西期与少量加里东期中酸性岩体侵入其中,顺近东西向大断裂尚分布有大量晚古生代基性—超基性侵入体;伴有近东西向华力西晚期—印支期断裂活动与韧性剪切变形,如冀北崇礼—赤城—隆化韧性—脆性断裂带,其中发育典型糜棱岩与片理化带,控制华力西晚期—印支期中基性侵入体的空间展布。在内蒙古西部阴山地区,亦发现华力西晚期韧性剪切带,其糜棱岩时代( $^{39}\text{Ar}$ — $^{40}\text{Ar}$ 法年龄)为277~285 Ma(王建平,1993)。这些特点显示出内蒙古地轴晚古生代受北部造山作用影响较大,具有一定的活动性,处于古亚洲洋南部陆缘带较为活动的构造环境。

兴蒙—吉黑南部褶皱系自北向南、自东向西可分为多个不同时期褶皱带及其间的中间地块,表现出明显的南北分带、东西分段性特征;东西分段性以中生代断裂为界而表现出来,很大程度上是中生代构造叠加改造的结果。

西段兴蒙褶皱带南北向分带性非常明显,自北向南可进一步细分为五个次级构造单元,即东乌珠穆沁旗早华力西褶皱带、二连浩特—西乌珠穆沁旗早华力西褶皱带、二连浩特—西乌珠穆沁旗晚华力西褶皱带、爱力格庙—锡林浩特古陆块(中间地块)、苏尼特右旗—林西晚华力西褶皱带及温都尔庙—翁牛特旗加里东褶皱带。其中,锡林浩特古陆块夹于晚华力西褶皱带中间,受到晚华力西期褶皱造山作用的强烈改造与破坏,形态不完整,各褶皱带之间以一定时期的重要消减带为分界线,常伴有蛇绿岩套、混杂堆积。沿二连浩特—贺根山断裂带分布有华力西期蛇绿岩套、混杂堆积与高压低温变质带,代表古亚洲洋北部重要的板块缝合线,其南、北两侧残留有不同时期的古岛弧火山岩带,标志着不同时期沟—弧—盆系统的存在。白乃庙—巴林右旗断裂带分布有加里东期与华力西期蛇绿岩套、高温低压变质带与高压低温变质带(温都尔庙一带的双变质带),代表古亚洲洋南部重要的板块缝合线;其南侧白乃庙—温都尔庙地区残留有加里东期岛弧型基性火山熔岩,伴有岛弧型斑岩铜—金—钼矿化,标志着典型沟—弧—盆系统的存在。晚古生代岛弧型火山岩分布于巴林左旗—扎鲁特旗西与西乌珠穆沁旗一带,分别构成晚古生代古亚洲洋南、北部的沟—弧—盆体系。自加里东期至华力西期,沟—弧—盆体系明显具有向古亚洲洋中心部位迁移的趋势,标志着古亚洲洋不断消减、缩小的总趋势。索伦山—林西蛇绿—混杂岩带与锡林浩特—西乌珠穆沁旗东蛇绿岩带分别代表华力西晚期两条重要的地壳消减带,西拉木伦河蛇绿岩带则代表更早期的地壳消减带。

古亚洲洋经晚华力西期造山作用,至晚二叠世早期褶皱成山,形成一些山前典型磨拉石建造(如巴林左旗—扎鲁特旗磨拉石带)与内陆湖泊(如索伦—老龙头湖、林西湖与哈



尔苏湖盆等)。

中段松辽地块,因为中生代沉积物覆盖很厚,缺乏前中生代地质构造资料,故其中生代构造演化与大地构造单元归属尚难于判别,目前存在较多争议。一种观点认为,其为中间地块;另一种观点认为,其属兴蒙褶皱带东延部分。一些学者认为西拉木伦河蛇绿岩带及其两侧不同时代褶皱带均向东延至松辽盆地下部。由于缺乏可靠的判别资料,故此处暂时将其归为性质不明地块。

东段吉黑南部褶皱带发育有面积占 70% 以上的古生代中酸性侵入岩,古生代火山-沉积建造仅呈孤岛状无根状态残留于巨大古生代岩体之内。各块体均以断裂为界,四周被断裂所围限,曾有人将它们都视为地体构造。舒兰—铁岭断裂以西为四平—长春加里东期褶皱带,发育志留纪—泥盆纪活动型海相碎屑岩-火山岩-泥质岩系,如放牛沟火山-沉积岩系,古生代地层已发生绿片岩相—低角闪岩相区域变质作用。在吉黑褶皱系最南端与华北地台(陆台)交界处,亦发育总体上呈北西向西展布的加里东期褶皱带,包括辽源加里东期褶皱带、夹皮沟—茂山北缘加里东期褶皱带。密山—敦化断裂与伊兰—伊通断裂之间的地区,西部为晚华力西—印支期褶皱带,东部为加里东期褶皱带,两者总体上均呈北东向展布。敦化—密山断裂以东,为敦化—延吉—珲春晚华力西—印支期褶皱带;其北侧牡丹江—绥芬河地区为一具有古元古代基底岩系的古陆块,可能属中间地块。

### 第三节 滨西太平洋构造域陆缘—陆内造山带的形成与演化

中生代,华北地块北缘除东部吉林—延吉外来地体外,均处于陆内环境,属欧亚大陆板块东部,距离当时陆洋边界达近千公里。据传统的板块构造理论,在这样的大陆板块内部,不应该发生大规模造山作用和强烈的构造-岩浆活动;造山作用只能发生于板块边缘俯冲带(如滨太平洋造山带)与陆间碰撞带(如喜马拉雅造山带);然而,中生代印支期与燕山期,华北地块北缘阴山、燕山—辽西、兴蒙地区、胶东、辽东、吉南等地区均发生了多期强烈的地壳运动,发育多个区域性褶皱幕、多期褶皱变形、断裂活动、岩浆侵入、火山喷发与成矿作用,形成典型的中生代造山带。其造山作用的特点与造山机制明显有别于板缘俯冲造山带与陆间碰撞造山带,我们称之为大陆板块内部(陆内)造山带。中生代陆内造山作用在本区与欧亚大陆东部其他地区均十分发育,在全球造山带分类中有重要地位。华北地块北缘自印支期开始—整个燕山期一直处于典型陆内造山作用阶段。

#### 一、印支期地壳运动与形变

华北地块北缘印支期地壳运动与造山作用表现为两期区域性褶皱幕、强烈的褶皱变形、韧性剪切变形、断裂活动与岩浆侵入作用,在延吉地区尚形成绿片岩相区域变质作用。印支期强烈地壳运动与造山作用广泛分布于兴蒙地区、阴山、辽西、辽东、胶东、吉林—延吉等地区;在鄂尔多斯—华北盆地印支期地壳处于较稳定状态,其印支运动及相关的构造-岩浆活动十分微弱。

印支期,华北地块北缘形成两个区域性褶皱幕,即晚三叠世与早中三叠世地层之间角度不整合(印支 I 幕、前老虎沟组褶皱幕)、下侏罗统与上三叠统之间角度不整合(印支