

华北地块岩石圈构造演化 与镁铁—超镁铁杂岩及矿化特征

白文吉 周美付 胡旭峰 著
柴耀楚 郑新华



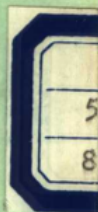
地质出版社

封面设计：徐雁生



ISBN 7-5028-0982-1/P·604

(1375) 定价：15.00元



华北地块岩石圈构造演化 与镁铁-超镁铁杂岩及矿化特征

白文吉 周美付 胡旭峰 著
柴耀楚 郑新华

地震出版社

内 容 提 要

华北地块内出露数以万计的镁铁-超镁铁岩块。它们对华北地块的形成、演化和寻找有关矿产十分重要。作者在野外地质调查的基础上,参考前人大量资料,对华北地块内镁铁-超镁铁岩在建造类型上进行了划分,在含矿性上进行了评述和预测,对代表性岩块进行了岩石、矿物地球化学的剖析,对形成和破坏华北地块内的镁铁-超镁铁岩的岩石圈构造演化进行了论证。本书对广大地质工作者具有重要参考意义。

华北地块岩石圈构造演化 与镁铁—超镁铁杂岩及矿化特征

白文吉 周美付 胡旭峰 柴耀楚 郑新华 著

责任编辑:姚彦之

*
地 震 出 版 社 出版发行

北京民族学院南路9号

中国地质大学轻印刷厂印刷

*
787×1092 1/16 19.25 印张 480 千字
1993年5月第一版 1993年5月第一次印刷

印数 001—800

ISBN 7-5028-0982-1/P·604

(1375)定价,15.00 元

前 言

本书是有关华北地块岩石圈演化与镁铁-超镁铁杂岩及其成矿作用方面的专题论著,是中国地质科学院“七五”项目成果之一。

在华北地块内广泛分布数以千计的规模不等、成因不同和含矿性有异的镁铁-超镁铁杂岩岩块,成群、成带出露于胶东、鲁西、吉林、辽宁、山西、河北和内蒙古山区,个别出露于平原。其中一些岩块含有铬铁矿、镍矿、铂族金属矿、钒钛磁铁矿、金红石矿、蛭石矿、石榴石红宝石矿、蛇纹石矿、橄榄石矿、磷灰石矿、滑石矿和建筑材料,有的已为著名矿床。

自 70 年代中期以来,由于未做更多的研究工作,对于其岩石学、矿物学、地球化学、含矿性、区域地质构造和成因方面尚需进一步深入揭示和探讨。特别是近年来由于板块构造研究的开展,对华北地块内镁铁-超镁铁杂岩的构造成因类型的认识上产生重大分歧。因而无论在岩石学、构造学和成矿作用方面,华北地块内镁铁-超镁铁杂岩的研究都有着深远意义。

本书是笔者在前人工作基础上,经 1986~1990 年间五次野外实地调查和室内工作的总结。

野外工作中,笔者主要调查了 20 几个岩块群和岩带,包括苏北东海,山东日照、荣城、莱西、泗水、济南、泰安、邹县地区的镁铁岩和超镁铁岩;山西大同、代县、五台山、孟县、左权、霍县一带的镁铁岩和超镁铁岩;河北丰宁、大庙、平泉、青龙一带的镁铁岩和超镁铁岩;辽宁朝阳、建平、北票一带的镁铁岩和超镁铁岩;吉林盘石、通化地区的镁铁岩、超镁铁岩;河北遵化、北京密云地区的镁铁岩和超镁铁岩。此外尚调查了大别山地区的镁铁岩、超镁铁岩和榴辉岩。

野外调查选用的岩矿样品 856 块,鉴定岩矿薄片 580 片,稀土元素分析 127 件、微量元素分析 134 件、铂族元素分析 165 件、金分析 114 件,岩石全分析 20 件、K-Ar 同位素年龄测定 15 个、电子探针分析 693 件。

本书应用的地质资料主要来源于山东地质矿产局有关地质队,河北地质矿产局区域地质调查队及第七地质队、山西省地质矿产局区域地质调查大队及有关地质队,长春地质学院和黑龙江地质矿产局科研所等有关单位。工作中除得到上述单位的支持外,还应感谢山东省地质矿产局科研所杨惠南高级工程师、原山西省地质矿产局区域地质调查大队穆书汉高级工程师、河北省地质矿产局第七地质队叶东虎高级工程师,以及冶金部天津地质研究院陈森煌高级工程师等,他们或在野外调查期间给予帮助或在资料提供上给予支持。

参加本项目的研究人员有:白文吉、柴耀荣、周美付、胡旭峰、郑新华和冯秉贵。参加高寺台岩体综合开发利用专题研究的有任玉峰和王广标研究生。《华北地块岩石圈构造演化与镁铁-超镁铁杂岩及矿化特征》一书编写由白文吉、周美付、胡旭峰执笔。

本书取得的新认识和新发现:

1. 将华北地块内数以千计的镁铁-超镁铁岩块归于三种构造成因类型,即三种岩套:榴辉岩-橄榄岩-石榴石二辉橄榄岩套、变质绿岩套和镁铁-超镁铁侵入杂岩套。它们有规律的成群、成带分布。

2. 区内广泛分布的变质绿岩套的组成部分,即镁铁-超镁铁岩块,均为叠次构造作用破坏的产物,分布于变质绿岩混杂岩带内,而不是侵入体和陨落物。

3. 经野外调查和室内研究,发现榴辉岩、二辉橄榄岩、石榴石二辉橄榄岩等,不仅在区内共生,而且具有层序特点。笔者建立了一种新的榴辉岩-橄榄岩-石榴石二辉橄榄岩岩套。该岩套与蛇绿岩套可能是对应物,是大陆上地幔底辟和俯冲作用产物。认为榴辉岩成因与橄榄岩、石榴石二辉橄榄岩的成因有关。指出榴辉岩有火成和变质两种成因,并指出矿物学特征和产状标志。

4. 指出具有公里规模的石榴石二辉橄榄岩露头远比具厘米尺度玄武岩中的包体(球)在构造地质方面的意义重大。岩体尺度的石榴石二辉橄榄岩的平衡P-T条件与地盾(大陆)地温线相一致,而中国东部第三纪、第四纪玄武岩包体的平衡P-T曲线与大洋地热线相吻合,二者显然不同,可能暗示古地温线与现代(晚近地质时期)的不同。

5. 于1986年发现莱西-栖霞一带麻粒岩相内存在另一条榴辉岩-橄榄岩-石榴石二辉橄榄岩带。该岩带长达200km,与南东部荣城~青岛~东海岩带平行。在野外找到榴辉岩与橄榄岩共生的杂岩块,近来又找到石榴石二辉橄榄岩(马宝林相告)。

6. 确定出北纬41°21'线断裂带开始产生于中~晚元古代,是华北地块内中~晚元古代裂谷盆地的同生断裂,较大型的镁铁-超镁铁杂岩侵入体侵入其中。该断裂从内蒙古白云鄂博一带向东经承德大庙一带延至辽西和吉南,长达1000km左右。沿该断裂侵入的杂岩体含有铬矿、镍矿、铂族金属矿、钒钛磁铁矿、磷灰石矿等,将诸岩体的岩相和含矿类型综合起来,恰恰相当于一个大型层状镁铁-超镁铁杂岩体,如南非布什维尔德杂岩体。但是,华北地块北缘这些杂岩体都有独立的岩相分带,形成于不同时间,沿断裂相距可达1000km,所以不是一个大型层状杂岩体肢解的岩块,而是侵入体。表明中~晚元古代华北地块上地幔的一部分已经产生层状分异,上述杂岩体源于上地幔层状分异体的不同层位。北纬41°21'线断裂带也与区内辉绿岩墙群形成时代相当,都表明它们是中~晚元古代盆地基底扩张的产物。

7. 对于3种镁铁-超镁铁杂岩的成因,笔者以自己建议的大陆地块内盆地扩张而山脉隆升的盆-山运动解释。从整体论、对立统一论观点出发,探讨华北地块中生代以来盆-山运动引起的各种地质现象,论述燕山、鄂尔多斯高原的隆升是华北盆地扩张作用挤压的结果。书中较完整论述盆-山运动的概念,特别是描述了自太古代以来华北地块内的叠次盆-山运动。认为盆-山运动的热-动力学机制源于上地幔热流(柱),上地幔起伏波动导致地壳物质的均衡补偿和重新分配,盆地区地壳物质移向山根而减薄,山根被充填而山体上升。镁铁-超镁铁杂岩产生于地幔隆起区,即地壳拉伸区内。

8. 根据榴辉岩-橄榄岩-石榴石二辉橄榄岩套,赞同胶东-苏北地体与郯庐断裂带以西的鲁西地体是两个地质环境的产物。胶东-苏北地体与大别山相连。在郯庐断裂带产生的动力学机制方面,笔者提出新的观点,即:西太平洋沿岸的串状弧后盆地,由于上地幔热隆而产生拉伸(张)应力,向南作用于岛弧使它们向南漂移;向北作用于大陆,使大陆边缘被撕裂,撕裂块体沿郯庐断裂带向北滑移。郯庐断裂带为先张后扭的性质。

9. 笔者专门论述了绿岩套和蛇绿岩套的岩石学、地球化学方面的识别标志,指明华北地块不存在蛇绿岩套,虽然没有寻找到鬲刺结构科马提岩,但是化学成分符合科马提岩的岩石较多。因此,应用世界著名绿岩套500多个科马提岩和伴生玄武岩化学分析,确定出玄武岩和科

马提岩界线,划分出3种科马提岩。从岩石化学成分来看,科马提岩源自石榴石二辉橄榄岩和不同深度。对世界和华北地块的绿岩套成因提供一定依据。

10. 华北地块内镁铁岩、超镁铁岩均具有轻稀土元素富集特点。而镁铁岩的 CaO 、 Na_2O 、 K_2O 含量较高,缺少大洋中脊型熔岩,与岛弧玄武岩和碱性玄武岩相似。因而自太古代以来,华北地块内镁铁岩、超镁铁岩地球化学特点表明,其上地幔具大陆上地幔特点,华北地块从来就是大陆地块,并没有大洋化或被拉伸破碎成大洋。

11. 对20几个岩块(体)群中的代表性岩块(体)进行了岩石学、矿物学和地球化学研究,丰富了华北地块内镁铁-超镁铁岩的实际地质资料。指明了各岩块群和重要岩块的含矿性和找矿方向。

12. 划出两个金红石矿带、一个铬铁矿带、两个铂矿带、一个铬、镍、铂和钒钛矿带、两个红宝石(石榴石为主,刚玉为副)矿带,以利于找矿。

13. 建议对出现在高寺台岩体接触带的蛭石矿,山西五台李福沟岩体高镁橄榄石矿,山东日照梭罗树橄榄石矿,莱西马连庄石榴石矿,应进一步评价。对山东济南桃科一带铂矿体,对代县一带金红石矿,对荣城~青岛~东海一带的榴辉岩金红石矿均应扩大找矿范围;对北纬 $41^{\circ}21'$ 线断裂带内的埋藏镁铁-超镁铁岩块注意铂族元素矿化寻找。在华北地块内有利于寻找新类型金刚石,除金伯利岩和煌斑岩外,主要探索石榴石二辉橄榄岩中是否存在刚玉红宝石和金刚石。对山西孟县潘家会镁铁岩体的接触带的较深部有探索金矿化必要。山西孟县潘家会、山东济南、山西五台绿青辉长岩以及大量大型辉绿岩墙和辉石岩墙,都可作为建筑石材应用。

最后,对支持本项目完成的中国地质科学院科技处、地质研究所科技处,审阅本书并提出宝贵意见的宋叔和研究员、李廷栋研究员、黄蕴慧研究员、应思淮研究员、姜春发研究员和董振信副研究员表示感谢。

本书中的稀土元素分析用 ICP-AES 和 ICP-MS 法完成,微量元素分析用 ICP-AES 方法进行,铂族元素分析用 AAS, CWP 方法完成,岩石化学分析用 XRF 法完成。为保证质量和统一误差范围,均在中国地质科学院测试技术研究所分析。电子探针则由中国地质大学电子探针室完成。董效静和张淼绘图。作者在此一并表示感谢。

Mafic/ultramafic magmatism and tectonic evolution of the Northern China Craton

Wen-ji Bai, Mei-Fu Zhou, Xu-Feng Hu and Yia-Chun Cai

(Institute of Geology, Chinese Academy of Geological Sciences, Beijing, China)

Abstract

The northern China Craton within the Eurasian plate is bounded on the north by the Asiatic orogen, on the south-west by the Tethys-Himalayan tectonic domain, and on the south-east by the southern China fold belt. In the Craton supracrustal successions range in from 3.8 Ga to 2.4 Ga. The Craton is believed to have solidified during late Archean, although many tectonic and associated magmatic events occurred since that time.

Our study provides the first detailed information on the petrology and geochemistry of the mafic/ultramafic rocks in the Craton. Over a thousand occurrences are recorded and petrographical characteristics of some representative blocks or intrusions are described. All available petrochemical and mineral data are summarized and new trace, REE and platinum-group element (PGE) results are included. Ar-Kr and Sm-Nd ages of the representative rocks provides constraints on the timing of mafic/ultramafic magmatism. We interpret the origin of these rocks using a type of mechanism of mountain formation.

The mafic/ultramafic rocks can be placed into three categories: 1) greenstone suite, 2) garnet-lherzolite + eclogite suite, and 3) mafic/ultramafic intrusions. Outcrops of these rocks correlate closely with the mountain belts of the northern China Craton which, in turn, reflect current tectonic processes.

The major greenstone belts are the Yarlingguang and Wutai belts of the late Archean ages (ca. 2.7 Ga), which contain typical volcanic successions including tholeiites, komatiitic tholeiites and komatiites. The komatiites are typical of Alundepleted variety that are depleted in LREEs and have PGE patterns with positive slopes, derived from the LIL-depleted mantle sources. These rocks have undergone high-grade metamorphism up to the amphibolite facies. They may have formed Archean oceanic environments and differ from ophiolites in having thick and cyclic sections of greenstone character. These greenstone belts imply that basin formation could have occurred as early as Archean time.

Mafic/ultramafic rocks of type 2, including garnet pyroxenite, eclogite, Ga (garnet)-lherzolite, always occur together. This suite together with overlying gneisses is interpreted as remnants of ancient continental lithosphere and represent the continental analogues of ophiolites. Deep ancient continental lithosphere is distributed in the eastern Shandong-northern Jiangsu terrain that is separated from western Shandong terrain by Tanlu fault. the lher-

zolites in this suite have flat REE and PGE patterns and represent the least depleted mantle rocks, whereas the pyroxenites and eclogites are characterized by relatively high Pt and Pd contents. The conditions of forming pressure and temperature of the Ga-Iherzolites are consistent with subcontinental mantle, different from that of mantle xenoliths in continental basalts in the same area. This implies two distinct origins.

Intrusive rocks (type 3) are widespread in the Craton and range from late Archean to Jurassic in age. They were derived from two types of magma sources, tholeiitic and komatiitic components, respectively. The former include gabbroic to pyroxenitic intrusions, such as Tongyu in Shanxi Province, Hongshila in Hebei Province and Taoke in Shandong Province. The Tongyu intrusion is petrographically similar to the Fiskenaesset intrusion of West Greenland and contains high-Fe chromite deposits with high Ru, Rh, Pt and Pd contents. The Hongshila and Taoke intrusions have sulfide-rich gabbros that show economic Pt and Pd contents. Gaositai-type chromite deposits occur in the intrusions that are formed from komatiitic magmas and have high Os, Ir and Ru contents relative to Rh, Pt and Pd, similar to podiform chromities. Along the northern margin of the Craton is a Proterozoic continental rift or a mobile belt similar to the Limpopo belt in Africa. There are numerous intrusions of Proterozoic age, ranging in composition from dunite to anorthosite.

The origin of the three categories of mafic/ultramafic rocks can be related to a new theory of basin-mountain formation proposed by the authors. This book summarizes the current basin-mountain framework within the Northern China Craton, caused by the spreading of the Northern China basin. The extension of this basin is related to a mantle plume which produces extensive mafic and ultramafic magmatism. The mafic/ultramafic rocks provide information of basin-mountain evolution since the Archean.

Eclogites in this area are geochemically related to the continental alkaline basalts rather than oceanic lavas. Accordingly, the association of high-pressure eclogite with peridotites can be explained by uplift of the subcontinental lithosphere, favorable to the proposed mechanism for the formation of the oceanic crust. In the Northern China Craton, spreading of the Northern China basin since Mesozoic time resulted in uplift of the Taihung and Yiangshan Mts. and Erdosi Plateau by collision processes. As a result of spreading the basin crust becomes thinner and is eventually subducted underneath the mountains.

The mafic/ultramafic rocks provide important information about the evolution of both crust and mantle and they contain important mineral deposits. Based on the results of this study we point out many new potential bodies for future mineral exploration.

This study was conducted during 1986 to 1992 with support by the Ministry of Geology and Mineral Resources of China. On-going support by the Chinese Academy of Geological Sciences is also acknowledged. We thank Dr. P. T. Robinson for kind help during this study.

目 录

前言	1
第一章 华北地块岩石圈构造演化	1
一、盆-山运动	1
(一)盆-山构造体系	1
(二)盆-山运动机制	3
(三)盆地类型和成因模式	6
二、华北地块显生宙以来岩石圈构造演化	6
(一)华北地块内晚近时期的盆山运动	6
(二)华北地块中生代盆-山运动	14
(三)华北地块古生代盆-山格局	19
三、华北地块内太古宙盆-山运动与变质作用	23
(一)太古宙盆-山运动旋回和模式	23
(二)盆-山运动与变质作用关系	24
第二章 华北地块内镁铁-超镁铁杂岩类型	27
一、华北地块内镁铁-超镁铁杂岩类型	27
(一)镁铁-超镁铁杂岩的分布	27
(二)镁铁-超镁铁杂岩分类	28
(三)绿岩套和蛇绿岩套的区分	28
二、华北地块早前寒武纪镁铁-超镁铁杂岩在绿岩套中的地位	32
(一)华北地块早前寒武纪变质岩的原岩建造	32
(二)早前寒武纪变质岩形成年代	36
(三)华北地块早前寒武纪变质作用史	36
第三章 鲁东~苏北榴辉岩-石榴石二辉橄榄岩-橄榄岩套	39
一、鲁东~苏北镁铁-超镁铁杂岩地质概况	39
二、荣城~日照~东海岩带	41
(一)苏北蒋庄岩块	41
(二)鲁东梭罗树岩块	53
(三)荣城一带岩块	60
三、莱西马连庄栖霞一带榴辉岩-石榴石二辉橄榄岩-橄榄岩套	71
(一)地质概况	71
(二)岩块群	71
(三)岩石学	73
(四)矿物学	74

(五)岩石化学	78
(六)地球化学	78
(七)矿化现象	81
四、鲁东~苏北榴辉岩-石榴石二辉橄榄岩-橄榄岩套特点	82
(一)榴辉岩概况	82
(二)榴辉岩和石榴石二辉橄榄岩的矿物学	82
(三)岩石化学	84
(四)稀土元素	85
(五)微量元素	87
五、鲁东~苏北榴辉岩-石榴石二辉橄榄岩-橄榄岩套的形成条件和侵位底辟模式	88
第四章 华北地块绿岩套的镁铁-超镁铁岩	93
一、五台山~恒山区	93
(一)区域地质概况	93
(二)李福沟岩带	93
(三)绿青岩带	103
(四)雁门关岩带	108
二、太行山区	121
(一)区域地质概况	121
(二)桐峪岩块	124
(三)四王寨岩块	139
(四)黑印台岩块	148
三、吕梁山~霍山区	155
(一)区域地质概况	155
(二)上白霜岩块群	156
(三)安泽沟岩块群	159
四、鲁东地区	165
五、鲁西地区	173
(一)概况	173
(二)区域地质概况	174
(三)雁翎关组镁铁-超镁铁旋回	177
(四)岩石学	177
(五)矿物学	178
(六)岩石化学	179
(七)稀土元素	181
六、燕山南部	183
(一)密云地区超镁铁岩	184
(二)遵化地区超镁铁岩	198

七、华北地块内绿岩套的构造环境和地球化学特点	210
(一)绿岩套岩石化学指示的构造环境	210
(二)科马提岩的岩石化学分类	212
(三)华北地块绿岩套形成环境和大洋岩石圈	214
(四)稀土元素模式	216
(五)微量元素	218
(六)铬尖晶石	219
(七)华北地块变质绿岩带内超镁铁岩平衡温度和压力	220
第五章 华北地块内镁铁-超镁铁岩侵入杂岩	224
一、华北地块北绿镁铁-超镁铁岩侵入体	224
(一)概况	224
(二)高寺台超镁铁杂岩体	226
(三)罗匠沟超镁铁杂岩体	237
(四)红石砬超镁铁杂岩体	243
(五)大庙斜长岩-苏长岩杂岩	253
(六)红旗岭超镁铁杂岩体	265
(七)北岩带的构造和地球化学特点	270
二、鲁西古老镁铁-超镁铁侵入杂岩	274
(一)区域分布概况	274
(二)桃科辉长岩体	275
(三)北孙徐辉长岩体	276
(四)寨山辉长岩体群	276
(五)柳下邑辉石岩岩体群	276
(六)沂水羊圈辉长-辉绿岩体	277
(七)岩石化学	277
(八)地球化学	281
(九)鲁西镁铁-超镁铁岩侵入体的矿化和找矿方向	284
(十)鲁西古老镁铁-超镁铁侵入岩体的形成机制	286
第六章 华北地块上地幔组成与找矿方向探讨	287
一、上地幔组成	287
二、与镁铁-超镁铁岩有关矿产找矿方向	289
主要参考文献	291

CONTENTS

preface	1
Abstract	I
Chapter1 Tectonic evolution of the Northern China Craton	1
1.1 Basin-mountain movement	1
1.1.1 Basin-mountain tectonic systems	1
1.1.2 Basin-mountain movement mechanics	3
1.1.3 Types and origin of basin	6
1.2 Tectonic evolution of the Northern China Craton in Phanerozoic	6
1.2.1 Basin-mountain movement of the Northern China Craton in Neoid time	6
1.2.2 Basin-mountain movement of the Northern China Craton in Mesozoic	14
1.2.3 Basin-mountain tectonic systems of the Northern China Craton in Paleozoic	19
1.3 Archaeozoic basin-mountain movement and metamorphism of the Northern China Craton	23
1.3.1 Archaeozoic basin-mountain movement cyclic and model	23
1.3.2 Relations between basin-mountain movement and metamorphism	24
Chapter2 Mafic-ultramafic rocks in the Northern China Craton	27
2.1 Classification of mafic-ultramafic rocks in the Northern China Craton	27
2.1.1 Distribution of mafic-ultramafic rocks in the Northern China Craton	27
2.1.2 Classification of mafic-ultramafic rocks	28
2.1.3 Distinction between greenstone suite and ophiolite suite	28
2.2 Metamorphic history of mafic-ultramafic rocks in Precambrian greenstone suite of Northern China Craton	32
2.2.1 Formation of Precambrian metamorphic rocks of Northern China Craton	32
2.2.2 Age of metamorphic rocks of Northern China Craton	36
2.2.3 Metamorphosis history of Precambrian	36
Chapter3 Eclogite-garnet lherzolite-peridotite suite in Eastern Shandon-Northern Jiansu	39
3.1 Geological background of mafic-ultramafic rocks	39
3.2 Rock belt of Rongcheng-Rizhao-Donhai	41
3.2.1 The massifs of Jiangzhuang in Northern Jiangsu	41
3.2.2 Massif of Suoluosu in Eastern Shandon	53
3.2.3 Massif of Rongcheng	60
3.3 Eclogite-garnet lherzolite-peridotite suite in Laixi-Malianzuang	71
3.3.1 Geology	71

3. 3. 2	Group of rock massifs	71
3. 3. 3	Petrology	73
3. 3. 4	Mineralogy	74
3. 3. 5	Petrochemistry	78
3. 3. 6	Geochemistry	78
3. 3. 7	Ore deposits	81
3. 4	Characteristic of rock suite	82
3. 4. 1	Type of eclogite	82
3. 4. 2	Mineralogy of eclogite and garnet lherzolite	82
3. 4. 3	Petrochemistry	84
3. 4. 4	REE geochemistry	85
3. 4. 5	Trace element geochemistry	87
3. 5	Origin of rock suite	88
Chapter4	Mafic-ultramafic rocks of greenstone suite in North China	93
4. 1	Wutai-Hengshan region	93
4. 1. 1	Regional geology	93
4. 1. 2	Rock belt of Lifugou	93
4. 1. 3	Rock belt of Luqin	103
4. 1. 4	Rock belt of Yanmenguan	108
4. 2	Taihangshan region	121
4. 2. 1	Regional geology	121
4. 2. 2	Massif of Tongyu	124
4. 2. 3	Massif of Shiwanzhai	139
4. 2. 4	Massif of Hiyintai	148
4. 3	Luliangshan-Huoshan region	155
4. 3. 1	Regional geology	155
4. 3. 2	Massif of Shangbaishan	156
4. 3. 3	Massif of Anzegou	159
4. 4	Eastern Shandon region	165
4. 5	Western Shandon region	173
4. 5. 1	Introduction	173
4. 5. 2	Regional geology	174
4. 5. 3	Mafic-ultramafic rock cycle of Yanlinguan Group	177
4. 5. 4	Petrology	177
4. 5. 5	Mineralogy	178
4. 5. 6	Petrochemistry	179
4. 5. 7	REE geochemistry	181
4. 6	South of Yan Mountain	183

4. 6. 1	Ultramafic rocks in Miyon region	184
4. 6. 2	Ultramafic rocks in Zhonhua region	198
4. 7	Characteristic of tectonic and geochemistry of the greenstone suite in North China	210
4. 7. 1	Teetonic enviroments indicated by the geochemistry of greenstone suite	210
4. 7. 2	Petrochemical classification of komatite	212
4. 7. 3	Oceanic lithosphere and the formation enviroment of greenstone suite in North China	214
4. 7. 4	REE geochemistry	216
4. 7. 5	Trace element geochemistry	218
4. 7. 6	Chroms spinel geochemistry	219
4. 7. 7	Equilibrium pressure-temperature condition of ultramafic rocks of metamorphic greenstone in North China	220
Chapter5	Mafic-ultramafic intrusive complexes of North China	224
5. 1	Mafic-ultramafic intrusive body in Northern boundary of Northern China Craton	224
5. 1. 1	Geological introduction	224
5. 1. 2	Ultramafic intrusive body of Gaositai	226
5. 1. 3	Ultramafic intrusive body of Luojiangou	237
5. 1. 4	Ultramafic intrusive body of Honsila	243
5. 1. 5	Plagioclase rock of Damiao	253
5. 1. 6	Ultramafic intrusive body of Honqilin	265
5. 1. 7	Characteristic of tectonic and geochemistry of this rock belt	270
5. 2	Older aged mafic-ultramafic intrusive bodies in Western Shandon	274
5. 2. 1	Regional geology	274
5. 2. 2	Gabbro body of Taoke	275
5. 2. 3	Gabbro body of Baishonxu	276
5. 2. 4	Gabbro body of Zaishan	276
5. 2. 5	Pyroxenite body of Liuxiayi	276
5. 2. 6	Gabbro-diabase body of Yisui	277
5. 2. 7	Petrochemistry	277
5. 2. 8	Geochemistry	281
5. 2. 9	Mineralization of mafic-ultramafic intrusive body in Western Shandon ..	284
5. 2. 10	Formation mechaics of the older aged mafic-ultramafic intrusive body in Western Shandon	286
Chapter6	Composition of the upper mantle of Northern China Craton and exploitation of the relative ore deposits	287

6. 1	Composition of the upper mantle	287
6. 2	The exploration guide of deposits associated with mafic-ultramafic rocks	289
References		291

第一章 华北地块岩石圈构造演化

一、盆-山运动

(一) 盆-山构造体系

众所周知,蛇绿岩代表古洋壳和上地幔的碎片,它是古大洋环境产物。现代大洋调查表明,大洋中脊裂开,从中涌出火成岩浆和炽热的地幔物质形成洋壳并作远离中脊的相背运移,在冷却的洋壳作相背运动中产生了正断层系(图 1-1)。正断层系既是大洋扩张的表现,也控制了大洋盆地内次级隆起和凹陷,使远离大洋中脊的洋壳厚度变小。

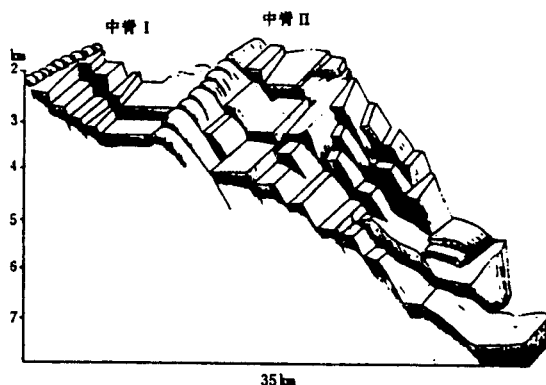


图 1-1 大洋中脊与洋壳的正断层系(据 Hekinian, 1982)

然而古洋壳的形成可能不只局限于大洋中脊, Coleman (1984) 划分出 6 种生成环境: 大洋中脊、弧前海盆、弧前海盆、被动大陆边缘和小洋盆等。目前普遍认为蛇绿岩与现代大洋壳一样, 是地壳扩张环境下的产物。

但是除蛇绿岩外, 大陆板块内还存在着在岩石化学、地球化学和成矿特征方面与蛇绿岩不同的镁铁岩、超镁铁岩, 比如玄武岩、煌斑岩、辉绿岩、斜长岩、辉石岩、辉长岩、橄榄岩、纯橄岩、石榴石二辉橄榄岩、科马提岩、麦麦奇岩、金伯利岩和其它碱性-超基性岩, 它们既是来自地幔的岩石, 也是地壳扩张环境下的产物。笔者试用盆-山运动和盆-山体系的观点(白文吉、杨经绥, 1985) 讨论华北地区大地构造演化与镁铁-超镁铁岩的关系。

在大陆板块内, 各地史阶段主要是由沉积盆地反映出来的, 没有盆地就没有沉积建造, 也没有隆起和山脉。盆地-山脉是现代大陆板块内的地貌格局, 有如大洋和大陆组成的地球地貌格局一样, 反映着地球历史中的大地构造格局。但是迄今, 尚未将盆地和山脉作为统一的地壳构造格局、地质力学体系和对立统一体系来看待。传统地质学长期以来认为盆地是非活动的地