

中国超镁 铁质岩

董显扬 李行 叶良和 等著



地质出版社

中国超镁铁质岩

董显扬 李 行 叶良和 李金铭 著
郑金田 王懿圣 杨轩柱 赵东宏

地 质 出 版 社

· 北 京 ·

(京)新登字 085 号

内 容 简 介

本书按成岩构造环境,火山-沉积建造类型及其与超镁铁质岩的相互关系,论述了中国超镁铁岩的时空分布规律,将中国超镁铁质岩体划归为五个建造类型和 15 个亚类。系统阐述了各建造类型超镁铁质岩的岩石学、矿物学,变形变质作用的超微构造和显微组构,地球化学,含矿性和成矿系列,并对超镁铁质岩成岩作用和成因模式进行了讨论。

本书以丰富翔实的资料和相关学科的研究成果,特别是近些年来有关成岩成矿物理-化学条件研究的新成果,系统总结和反映了中国超镁铁质岩的基本特征及研究工作的新进展。因此,无论在学术理论上和研究方法途径方面都具有重要的参考和实际意义。可提供科研、教学和地质找矿工作参考使用。

图书在版编目(CIP)数据

中国超镁铁质岩/董显扬等著. --北京:地质出版社,1995. 9
ISBN 7-116-01856-5

I. 中… II. 董… III. 超基性岩-中国-概论 IV. P588.12

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (95) 第 01895 号

地质出版社出版发行

(100013 北京和平里七区十楼)

责任编辑:王章俊

*

北京印刷学院印刷厂印刷 新华书店总店科技发行所经销

开本:787×1092¹/₁₆ 印张:21.125 铜版图:8 页 字数:500000

1995 年 9 月北京第一版·1995 年 9 月北京第一次印刷

·印数:1—350 册 定价:30.00 元

ISBN 7-116-01856-5
P·1459

前 言

在上地壳中,超镁铁质岩的分布,虽不足火成岩总面积的1%,但它却蕴藏有丰富的铬、镍、钴、铂、金刚石及宝玉石等多种矿产。这类岩石来源于上地幔,是人们认识深部地质作用、地幔物质组成、壳幔岩浆作用等地质信息的重要实物标本。而且,它对研究大陆岩石圈的形成、演化以及不同地质历史时期的海-陆变迁、岩石圈的动力学和运动学等重大基础地质问题,是必不可少的。因此,对超镁铁质岩的研究早已引起地学家的极大兴趣和广泛重视。

自建国以来,为适应国民经济建设对矿产资源的需要,国家极为重视镁铁超镁铁质岩及有关矿产的研究。在50年代初,陆续开展了全国性的地质调查及镁铁超镁铁质岩普查。其中以中国科学院李璞教授为首的工作队在西藏中、东部进行的路线地质调查,地质部在柴达木盆地、川西、藏东、藏南以及内蒙、祁连山等地的区域地质调查,中国科学院等单位在祁连山进行的路线地质调查研究等,为大规模开展镁铁超镁铁质岩及有关矿产的普查打开了局面。50年代末,由王恒升、郭文魁教授领导的内蒙古铬矿研究队以及由李毓英等组织领导的内蒙镁铁超镁铁质岩及铬铁矿的普查评价工作,标志着我国镁铁超镁铁质岩及铬铁矿的矿产探查和科研工作已进入了一个新阶段。60—70年代初,全国性铬矿会战工作的开展、金川超大型含铂铜-镍矿的发现,1:100万、1:20万区域地质测量和矿产普查工作的进行以及各地勘系统和科研单位有关专业技术力量的大力投入,使我国镁铁超镁铁质岩及有关矿产的探查和科学研究工作达到了前所未有的高潮,从而在不太长的时间内基本查明了我国镁铁超镁铁质岩的产出分布概况,发现了一批重要矿产和成矿远景地带。

随着地质工作的进展,获得了一些区域性和全国性的镁铁超镁铁质岩的科研成果,汇编了一些岩体产出分布规律及类型划分、成矿专属性及有关矿产资料,有的已出版面世。其中最早的一幅中国超基性与基性侵入岩分布图,由梅厚钧(1963)编绘;较系统和详尽的1:400《中国基性超基性岩分布图》及说明书,于1975年由王希斌等完成出版。为配合有关矿产的找矿评价和成矿预测,中国地质科学院地质矿产研究所还以全国一些典型矿床为例,陆续主编出版了《铬、镍、钴、铂地质矿产专辑》;王恒升、白文吉等(1976)编著出版了《含铬铁矿基性超基性岩体类型及铬铁矿成矿规律》专著等。与此同时,我国一些地质学家和矿床学家还撰写了大量有关镁铁超镁铁质岩及其矿产方面的文章。所有这些都为系统了解我国镁铁超镁铁质岩的产出分布、成矿远景及其部署以后的地质找矿和科研工作提供了重要依据。

进入70年代,板块构造学说的兴起,不仅对整个地球科学的发展产生了重大影响,而且也极大地推动了镁铁超镁铁质岩成因理论的研究。特别是对造山带中阿尔卑斯型或蛇绿岩套镁铁超镁铁质岩的研究,进展尤为明显。在我国最早推崇这方面研究的李春昱教授,于1972年组织开展了南秦岭地区蓝片岩、蛇绿岩、混杂岩与板块构造关系的研究。80年代,随着蛇绿岩套及相关超镁铁质岩研究的不断深入,相继查明了中国大陆内各时代蛇绿岩的分布,建立了标准剖面;研究了不同时代蛇绿岩的岩石成因类型组合、形成环境和成岩演化模式等。同时,实施了几乎涉及整个中国大陆的重大基础地质项目和应用研究项目,诸如“北方板块构造研究”、“喜马拉雅岩石圈演化”、“华北地台北缘构造演化”、秦巴、三江、华南和中国

东部火山岩研究以及某些地区镁铁超镁铁质岩区域成矿专题研究等。其中如对一些古老绿岩系层序剖面的恢复和厘定、各地绿岩系中科马提岩的发现、与镁铁超镁铁质岩有成因联系的不同时代火山岩系的研究,岩浆包裹体、显微构造、实验岩石学等方面所取得的大量成果以及由先进实验测试技术所提供的大量资料和成因信息等,这些成果不仅改变了人们对某些基本地质问题的传统认识,而且对进一步深化镁铁超镁铁质岩系列问题的研究起到了更加明显的推进作用。

本书是在笔者长期从事这方面研究所获得的科研成果基础上编写的,以期反映和增强对我国超镁铁质岩基本特征和系列问题的认识,并提出笔者对某些基本问题的看法。首先把出露于中国境内的超镁铁质岩和相关的镁铁岩的形成与中国大陆的形成发展演化过程结合起来研究。根据对中国大陆构造特征的分析来解释不同类型超镁铁质岩的形成产出与时空分布规律。从建造学观点出发,按成岩构造环境、火山-沉积建造类型及其与超镁铁质岩的相互关系,将中国超镁铁质岩体划归为5个建造类型和15个亚类。在此基础上,按建造类型系统阐述了超镁铁质岩(附相关的碳酸岩、橄长岩以及含副长石的岩类等)的岩石学、矿物学、变形微构造、地球化学、含矿性与成矿系列以及有关成岩物理-化学条件等问题,最后探讨了各类型岩体的成岩作用和模式。

对岩石类型的详细划分与命名,本书基本采用国际地科联(IUGS)火成岩分类学分委会(1989)推荐的方案,仅在深成超镁铁质岩分类三角图中补充划出橄榄石含量介于75%—90%的成分区,并延用我国以往资料中惯用的辉橄岩命名,以表述我国超镁铁质岩组合中在数量上常占绝对优势的一种岩石。对喷出岩和金伯利岩等主要是依据我国实例进行补充分类描述。

本书的编写,是在地矿部西安地质矿产研究所的大力支持下完成的,并得到宋叔和教授的热情指导。全书按拟定的提纲分工执笔,其中第一章、六章为李行编写,第二章由董显扬、王懿圣(金伯利岩)、杨轩柱(科马提岩)编写,第三章为李金铭、董显扬编写,第四章为叶良和编写,第五章编写人为叶良和、郑金田、董显扬、杨轩柱(金川含铂铜-镍矿)、赵东宏(小松山及萨尔托海等铬铁矿床);最后由董显扬、李行、郑金田统编定稿。全书附图由胡淑梅等清绘,照片图版由谢理纬、黄生春复制完成。书中收集引用资料截止至1991年,仅个别部分补充了1992、1993年发表的资料。

董显扬

1992年10月

目 录

第一章 中国超镁铁质岩时空分布及类型	1
第一节 中国大陆原始古陆体系的归属及构造演化域划分问题的概述	2
第二节 中国大陆北方构造演化域及超镁铁质岩	5
一、晚元古代前古陆构造格局及超镁铁质岩形成产出特征	5
二、洋化阶段的基本构造格局及超镁铁质岩的形成产出	9
三、过渡型地壳阶段的基本构造演化及超镁铁质岩的形成与产出	16
第三节 中朝地块构造演化域	24
一、地块北缘超镁铁质岩	27
二、地块南缘超镁铁质岩	30
三、内地块超镁铁质岩	34
第四节 秦祁—特提斯构造演化域及超镁铁质岩	38
一、秦祁昆山系中的超镁铁质岩	39
二、昆(仑)南—藏北有关山系中的超镁铁质岩	45
三、喜马拉雅山系中的超镁铁质岩	48
四、秦祁—特提斯的基本构造演化及对超镁铁质岩形成控制关系的初步分析	49
第五节 扬子地块构造演化域及超镁铁质岩	51
一、地块北缘的超镁铁质岩	51
二、地块西缘川滇岩区	56
三、四堡—黄陵岩区	60
四、赣东北(皖南)岩区	63
五、闽浙岩带	63
六、南岭岩带	64
七、粤西或钦防岩区	64
第六节 环太平洋构造演化域及超镁铁质岩	65
第七节 岩体类型划分及特征对比	65
一、类型划分及特征对比	66
二、几个问题的讨论及说明	71
第二章 中国超镁铁质岩岩石学特征	74
第一节 蛇绿岩型超镁铁质岩	74
一、岩体特征及岩石组合类型	74
二、岩石学矿物学	79
三、蛇绿岩型超镁铁质岩形成温度压力和深度	96
第二节 绿岩建造型超镁铁质岩	98
一、岩体产出特征及岩石组合类型	98
二、几个典型岩体特征的对比	99

三、岩石学矿物学	103
四、岩浆包裹体研究与成岩温度、压力	117
五、科马提岩	118
第三节 类暗色岩和暗色岩建造中的超镁铁质岩	129
一、过渡壳类暗色岩建造中的超镁铁质岩	130
二、暗色岩建造中的超镁铁质岩	135
三、岩石学矿物学	140
四、岩浆包裹体特征及成岩 $p-t$ 条件	155
第四节 金伯利岩	156
一、岩石分类和主要特征	156
二、金伯利岩及金刚石矿床	160
三、金伯利岩成矿条件	178
第五节 深源包体超镁铁质岩	182
一、超镁铁质岩包体的产出概况	182
二、超镁铁质岩包体岩石类型及特征	182
三、包体岩石成因及类型	188
第三章 超镁铁质岩变形变质作用的超微构造及显微组构分析	189
第一节 超镁铁质岩的变形变质结构	189
一、蛇绿岩变质橄榄岩和地幔包体橄榄岩的变形变质结构	189
二、蛇绿岩堆积杂岩和其它类型岩体超镁铁质岩的变形结构	190
第二节 变形橄榄石超微构造的 TEM 研究	191
一、研究方法概述	191
二、不同产地橄榄石位错构造测试分析结果	192
第三节 超镁铁质岩的显微组构分析	197
一、蛇绿岩变质橄榄岩的显微组构	197
二、中国东部新生代玄武岩中包体二辉橄榄岩的显微组构	203
三、阿拉善地区有关杂岩体中橄榄岩的显微组构	204
第四章 超镁铁质岩地球化学	212
第一节 常量元素地球化学	212
一、超镁铁质岩平均成分及量化多元统计分析	212
二、超镁铁质岩常量元素成分类型及其特征	225
第二节 过渡金属元素地球化学	236
一、蛇绿岩型	236
二、绿岩型	240
三、暗色岩型	242
四、类暗色岩型	242
五、金伯利岩型	242
六、幔源包体	242
第三节 稀土元素地球化学	247
一、蛇绿岩型	247
二、绿岩型	252
三、暗色岩型	252

四、类暗色岩型	259
五、碱性超基性岩	262
六、偏碱性超基性岩	262
七、金伯利岩	263
八、新生代玄武岩中超镁铁质岩包体	265
第五章 超镁铁质岩含矿性与成矿系列	268
第一节 蛇绿岩型超镁铁质岩成矿系列	270
一、变质橄榄岩中豆荚状铬铁矿床	270
二、堆积杂岩中铬铁矿床	276
三、变质橄榄岩中其它矿床	277
第二节 绿岩型超镁铁质岩成矿系列	279
一、铜-镍、铂矿床	279
二、铬铁矿床	288
第三节 暗色岩型超镁铁质岩成矿系列	289
一、铬铁矿床	289
二、硫化铜-镍、铂矿床	290
三、钒钛磁铁矿床	291
第四节 类暗色岩型超镁铁质岩成矿系列	292
一、吉林红旗岭硫化铜-镍矿床	292
二、新疆哈密黄山地区硫化铜镍矿床	294
三、德尔尼钴-铜矿床	294
第六章 中国大陆境内超镁铁质岩的成岩作用和成因模式的讨论	298
第一节 绿岩建造型超镁铁质岩	301
第二节 蛇绿岩建造类型的超镁铁质岩	305
第三节 类暗色岩建造型超镁铁质岩	308
第四节 暗色岩建造类型超镁铁质岩	310
第五节 金伯利岩	312
参考文献	315
英文摘要	322
图版说明及图版	326

第一章 中国超镁铁质岩时空分布及类型

迄今,我国已发现超镁铁质岩体近万个,总面积超过 4 500km²。它们有的呈独立岩体,有的与镁铁质岩类呈杂岩体形式产出。按单个岩体出露面积,在 5km² 以上者约有 115 个,其中 5—50km² 102 个;50—100km² 7 个,大于 100km² 者 6 个,最大者为西藏境内的日喀则和丁青两岩体,前者面积超过 1 000km²,后者近 500km²,其余皆为小型岩体。

地理上,全国各省区均有超镁铁质岩体产出,只是规模、数量各不相同。相对而言,以西南和西北地区占优势,华北和东北次之,其余地区不仅数量少,而且规模较小。

按构造环境,虽然目前在成岩时代上所获可靠性资料较少。但总体上,从太古宙一中、新生代,均有类型不同的超镁铁质岩的形成和产出。一般来说,隐生宙以古陆地壳演化阶段形成的绿岩建造类型的岩体发育为主,它们较集中分布于中朝和扬子两地块内。显生宙以来,在中国大陆不同地域内,与大洋化或造山作用过程相关的岩体,大多属蛇绿岩或阿尔卑斯类型岩体。如在天山—阴山—大兴安岭,秦岭—祁连及特提斯等。除此之外,还出现一些与晚古生代—中生代过渡壳类型的“暗色岩建造”(梅厚钧,1973)、“类暗色岩建造”(李先梓等,1991)有关的岩体及金伯利岩等。

众所周知,无论所见超镁铁质岩体在地壳中产出方式如何,最初皆是源于地幔的。问题在于这类岩石究竟是以何种方式、状态及什么样的过程到达地壳岩石圈的。70 年代以前,人们曾普遍接受“槽-台”学说的深断裂地幔岩浆侵入和鲍文(1954)的岩浆结晶和演化成岩的观点。然而,近些年来,由深部地质、地球物理资料揭示“壳内低速层”的存在,地壳上部断裂多消失于此层内,而未达到上地幔。因而对这种观点产生了疑议。

60 年代,板块构造理论的兴起,对整个地球科学产生了重大的影响,而且也极大地推动了超镁铁质岩成因理论研究,一些新的成岩模式不断提出。例如 A. Nicolas(1986)的不同构造环境下“上地幔底辟侵位不同深度分凝熔融”模式,等等。

另一方面,许多地质学家也注意到,出露于前寒武纪各古老大陆地块中的超镁铁质岩体,通常也伴随一套火山-沉积岩或绿岩系产出,恢复后的火山-沉积岩层序与蛇绿岩套岩石组合层序有着某些相似性。即所见的超镁铁质岩同火山岩、沉积岩(包括碎屑岩、浊积岩、硅铁岩和碳酸盐岩等)明显地构成一种较典型的绿岩建造。其内超镁铁质岩,有的就是火山层序的重要组成部分,如西澳耶尔冈地块中的太古宙诺斯曼—威卢纳绿岩带的火山橄榄岩体(D. I. Proves, 1982),我国桂北地区的元古代四堡群中的橄榄科马提岩(毛景文,1988);有的则和火山喷发同时侵入。如北美地块中的 Fox 河岩体(Naldrett, 1984),波罗的地块的元古宙贝辰加岩体(R. V. 戈尔布诺夫,1959)及我国中朝地块的部分太古宙—元古宙岩体;还有的是在火山喷发旋回之后成一种高层位侵入体。如南部非洲的大岩墙和布什维尔德杂岩体(C. J. 霍克斯沃恩等,1980)。我国扬子地块西缘和北缘的四川盐边高家村和陕西汉南层状杂岩体中的超镁铁质岩,等等。

虽然对发育于各古老地块中的绿岩建造的研究目前并不像蛇绿岩套那样的详尽和深入。但却一致认为它们是代表一种早期古老大陆地壳演化阶段的地幔岩浆作用的产物。且

普遍认为,含超镁铁质岩组合的绿岩建造大多形成于一种由大陆裂谷或裂陷作用形成的火山沉积或绿色火山沉积盆地环境(H. Porada, 1986)。

同样,见于晚古生代—中生代暗色岩和类暗色岩建造中的岩体,除时代与古老绿色岩建造有所不同外,也常伴随一套火山喷发-沉积岩层序产出,且大都认为它们形成于一种大陆裂谷的环境。如原苏联境内的西伯利亚地块西北缘的诺里尔斯克裂谷及暗色岩建造(Naldrett, 1984),以及我国扬子地块西缘南北向川滇裂谷带及有关的“西南暗色岩建造”(骆跃楠, 1973; 梅厚钧, 1981)等。

如果说,出露于各造山带中的蛇绿岩型或阿尔卑斯类型岩体,是显生宙以来,不同时期、不同地域发育起来的大洋海盆,自开启到消亡,连续作用的产物。那么,出现在各古老大陆地块,并与绿色岩、暗色岩及类暗色岩建造有关的岩体,则应代表在不同时期的古老大陆地块内,由裂谷或裂陷槽作用产生的系列岩浆作用的产物。

据有关资料,在全球范围内,蛇绿岩套最早见于中新元古代。如哈萨克斯坦大洋板块(即古亚洲大洋)内的里菲期蛇绿岩(Зоненпшайн 等, 1976);我国中朝地块北缘的温都尔庙群中的蛇绿岩(张元中、唐克东等, 1986),秦岭地区碧口群中的蛇绿岩(陶洪祥等, 1983)。据有关资料分析,所见的大洋化地域多半是由早期大陆的裂谷或裂陷作用进一步发展转化而来的。H. Porada (1986)曾提出:“大陆的张裂导致了大洋的开启”,“1100—800Ma,陆壳的张裂曾是联合大陆上常见的现象。”这说明:早期大陆古老裂陷火山沉积盆地的形成,及其后某些地段的局部大洋化,实质上是地球岩石圈构造演化的一个连续过程。

正是在这一过程中,由于构造属性、裂陷作用发育程度及特征上的差异,导致了所见岩体,在规模、类型、岩石系列成分、成矿特征及其相关岩石建造组合,产出分布上的不同。

这样,便可从构造-岩浆建造学途径,即借以超镁铁质岩的形成产出来追溯有关大陆地壳的形成及构造演化特征,也可凭借对构造演化基本规律的认识,来分析目前所见岩体的时空分布及其形成模式。

第一节 中国大陆原始古陆体系的归属及构造演化域划分问题的概述

近几年来,不少地质学家曾从板块构造观点出发,对中国大陆的基本构造轮廓进行过分析和讨论,涉及的主要方面包括中国大陆的几个造山带的形成发展及同相邻古老地块的成生关系;几大古老地块间的原始构造特征及古陆体系的归属;早期古陆的隶属关系和其后的分离演化以及最终拼贴时限及过程等。

就中国大陆原始古陆体系的归属而言,张秋生(1984)认为“中国古陆、西伯利亚古陆和印度古陆在早前寒武纪时期是连成一片的。而胡受奚等(1988)却提出两个大陆体系的结论,即以昆仑—阿尔金—祁连—秦岭—大别山造山带为界,北属劳亚大陆体系,南为冈瓦纳大陆体系。显然,这里产生分歧的原因,主要在于对秦岭—祁连造山带同华北和扬子地块间的成生关系的认识和看法上,或者说,在中元古代前,该造山带为远距离分割中朝和扬子地块的古海洋盆(胡受奚等, 1988)? 还是属分离两地块间的古裂谷或裂陷槽(王鸿桢, 1987)?

实际上,依据一些最新研究资料,属该造山带西段的昆仑—阿尔金—祁连山区,在古元古代前并未出现有分离相邻大陆块的大洋型海盆。其间的塔里木、柴达木及阿拉善地块基本

还属同一古陆体系。有关这方面,肖序常等(1988)依据震旦系冰碛层及该系中藻类化石对比,曾指出,柴达木—塔里木地块在前寒武纪中、晚期与扬子地块关系很密切。至震旦纪末—早古生代初,由于上述地块间的进一步分裂才形成秦祁昆早古生代洋盆。王鸿桢(1987)亦根据相关地区中元古界地层发育的相似性,同样提出柴达木地块、中祁连隆起和兰州—西宁(陇西)地块都可能是由中朝母体大陆分出来的,而介于阿拉善和柴达木地块间的北祁连山区,可能是一个裂谷型张裂系统并一度被大洋化。左国朝等(1987)曾明确提出:北祁连是震旦纪时才从华北板块解体出来的一个陆间微洋盆。另一方面,对冈瓦纳和劳亚大陆的界线问题,目前不少地质学家已比较趋向于以喀喇昆仑南麓的木龙错—察布—查桑—澜沧江断裂带作为两大陆的分界,标志是:在石炭纪—二叠纪时,该线以北以发育暖水型生物群为特征,以南侧为一种冷暖交互环境,并夹多层冈瓦纳相冰水型含砾板岩和冷水型生物群。此外,有关资料说明,在晚古生代—早中生代时期,两大陆间并未出现过所谓广阔深邃的“古特提斯”大洋。对此,肖序常等(1988)认为:“从更大范围来说,亦可设想所谓劳亚和冈瓦纳大陆,在中生代晚期之前,并未出现大规模分裂,基本是一整体。”郭铁鹰、梁定益(1990)也同样提出过这样的结论,古生代时期没有横切青藏高原和长期发育的古特提斯大洋,青藏高原的基底是晚前寒武纪就固结的。所以,至少可以说在前寒武纪,西段的劳亚和冈瓦纳大陆还未出现大规模分离基本上是同一个古陆体系。

似乎有争议地段主要是东段的秦岭—大别造山带和同两侧大陆的成生关系。的确,从现有资料来看,自震旦纪以来包括造山带本身和两陆在内,不仅在沉积相和生物群方面有极大差别,而且在先前的一些更老时代地层的沉积建造组合、变质相、岩浆作用和构造作用类型上也有明显不同(胡受奚等,1988)。加之后期复杂构造变形,特别是大规模的推覆构造和韧性剪切带的发育,使该地段地质构造单元组合更为复杂,给分析造山带的形成和原始隶属关系带来不少困难,从而,产生认识上的不一致性。

不过,如果依据 H. Porada(1986)的“大陆张裂而导致大洋开启”的结论以及与大洋化相关的蛇绿岩,在中国大陆境内出现的最早时限,那么,在晚古生代洋化过程以前,中朝和扬子地块可能仍属同一古陆体系。而且,正像许多地质学家早已注意到的那样,纵贯中国东部大陆的三条北北东向深断裂或重力梯带(即昆明—银川、大兴安岭—武陵、郯庐断裂带),其形成时限最早可追溯至新太古代—中元古代。这样,从它们的形成发育时限和在地域上的贯通性来看,处于秦岭—大别造山带两侧的大陆地块,在中晚元古代以前并未出现明显分离,还属同一古陆体系。在这点上,张秋生(1984)提出的“中国古陆的保存,实质上是东亚早前寒武古陆的裂开、迁移同时发生”的观点是可接受的。这样,在考虑和分析有关超镁铁质岩成岩作用和时空上产出分布规律时,不能不基于或首先注意到这一基本特征。有关这一问题,在其后章节中还会涉及和讨论。

既然,中国大陆从早期裂陷到其后某些地段的大洋化及最后拼合,实质上可归属于同一古陆体系自身发展演化的结果。那么,便可根据不同地域基本构造特征及形成发展相互关系,相应地来划分和建立相关构造系统。在这方面,尤如王鸿桢(1986)依据有关地壳结构的性质及所表现出来的构造演变特征,将中国大陆划分为若干构造域。而且,他的这种划分显然在某些方面已超越或不同于板块构造理论所建立的构造系统,诸如属活动大陆边缘性质的北方构造域,即包含着某些早期古陆残块(如佳木斯、准噶尔地块等),也包含着其后大洋化阶段古洋壳。这样,如从整个地史发展演化的观点出发,无疑北方构造演化域实际应当包

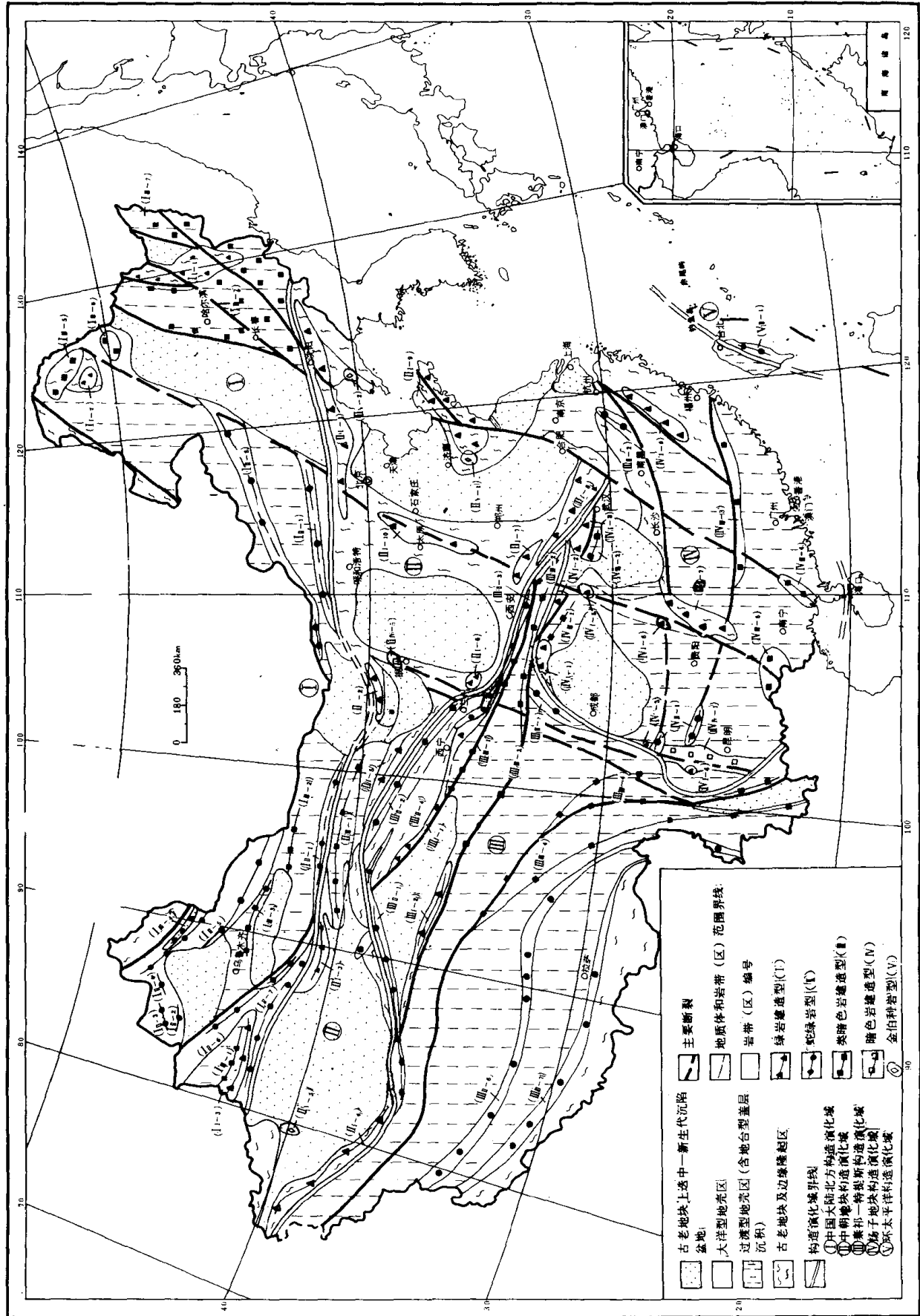


图 1.1 中国大陆基本构造轮廓及镁铁超镁铁质岩体分布略图

本图参考地质部地质研究所编《中国地质》(1959年出版)及《中国地质》(1965年出版)等书编制

含早期古陆裂陷(晚元古代前),中期的大洋化(古元古代—早中石炭世)和晚期(晚古生代—中生代)过渡壳三大基本发展演化阶段,而且这种演化应隶属于同一古陆体系的自身发展演化的系列作用过程。基于这点,本书笔者采用“构造演化域”的概念,来分析中国大陆的基本构造格局及其对超镁铁质岩形成产出的控制关系,并以此将中国陆划分为:Ⅰ—中国大陆北方构造演化域;Ⅱ—中朝地块构造演化域;Ⅲ—秦岭—祁连—特提斯构造演化域;Ⅳ—扬子地块构造演化域;Ⅴ—环太平洋构造演化域五大构造演化域(见图 1.1)。

第二节 中国大陆北方构造演化域及超镁铁质岩

该构造域西起西天山伊犁地块南缘或哈里克套山,向东经中天山卡瓦布拉格和甘肃月牙山至内蒙集宁,后延华北地块北缘直至延吉以北的广大地域(见图 1.1),即通常所称的天山—阴山—大兴安岭华力西地槽褶皱带,其范围大体与王鸿祯(1986)所划的“北方大陆边缘构造域”相当。

目前多数研究者认为:该构造演化域是元古宙时期由西伯利亚和中朝两地块分裂后而发展起来的一个巨型构造活动带。据王荃等(1986)研究,从元古代到古生代,这里曾经历过从大陆到大洋裂谷的发展演变过程。残留的大陆裂谷主要见于中朝地块北缘的白云鄂博至迁西一线以北。新元古代或早古生代开始,该裂谷(或裂陷槽)逐向北迁移并局部大洋化,形成一系列不同时代的蛇绿岩套。此外,近几年来,一些研究者还相继在同一方向上发现相近时代的蛇绿岩带,诸如在构造演化域南部的达尔罕茂明安联合旗早古生代蛇绿岩(邵济安,1986);甘肃北山地区的白云山—洗肠井(月牙山)早古生代蛇绿岩(左国朝,1987);内蒙东部西拉木伦河北侧(赤峰北)的蛇绿岩(李绵轶,1987)以及西部中天山卡瓦布拉克的乌什通沟—干沟新元古代—早古生代蛇绿岩套等。其北,在西伯利亚地块南的叶尼塞—贝加尔新元古代褶皱带外缘也相应出现两条同时代的蛇绿岩带,它们东起黑龙江上游向西经蒙古北部和西萨彦岭,向北西延至西伯利亚低地。如上可标志着该构造演化域所波及的南北边界范围及从大陆裂谷到两地块的分离和大洋化开始最早时限(晚元古代)。另一方面,许多研究者认为,该构造演化域内洋化过程消亡的时限大约是在晚泥盆至早石炭世(李春昱等,1983,李行等,1987)。这样便可揭示出该构造演化域所经历的三大构造演化阶段,大体可以大洋化过程的开启和消亡的时限作为区别标志。亦即新元古代前为古大陆地壳构造演化阶段,并以分裂中朝和西伯利亚地块的大陆裂谷或裂陷作用为其特征。新元古代开始至中石炭世,为不同地域大洋化或大洋型地壳发展演化阶段,其后则为过渡型地壳或王鸿祯(1986)所称的大陆边缘构造环境演化阶段。

一、晚元古代前古陆构造格局及超镁铁质岩形成产出特征

正如国内外地质学家所指出的:中元古代时期及以前的原始大陆地壳主要是以大陆裂谷或裂陷槽构造为其演化特征。就世界范围来说,已知原始大陆地壳发生裂谷或裂陷作用的最早时限,大约始于 36 亿年的古太古代时期,并以形成一些线型直落火山沉积盆地群和产出一套具绿岩特征的火山(包括火成侵入)—沉积建造为标志。如果,这里我们以太古宙绿岩系或绿岩-花岗岩地体的出现作为原始大陆地壳裂陷分裂活动的最早初始时限,那么,出露于中朝地块北缘的太古宙迁西群、鞍山群、集宁群、阿拉善群(杨振德,1988)的绿岩系或火山-沉积建造,标志了原属劳亚古陆体系的中朝和西伯利亚两地块的最早分裂时限和波及的

南缘范围。至元古宙,这种大陆裂谷或裂陷作用有逐渐向北迁移和趋于明显化。如冀东地区承德一带的由新太古代—古元古代的单塔子群绿岩系所代表的近东西向裂陷槽(王荃等,1986);向西的狼山—白云鄂博—渣尔泰裂陷槽(李继亮,1986、王楫、李双庆,1987);南天山地区兴地塔格群所代表的早中元古代裂陷槽(王鸿祯,1987)。再西的西天山特克斯群,也是属其绿岩特征的大陆裂陷类型的火山-沉积建造。这样,看来新太古代—古中元古代时期在中朝地块北缘的大陆裂谷或裂陷作用的方向性和连续性是十分明显的。

除此之外,据李春昱和王荃(1983)资料,介于中朝和西伯利亚间的北方构造演化域或所称的哈萨克斯坦大洋板块,其内尚夹持有许多古陆残块。如克齐尔姆—木尤恩—中天山地块、科克切塔夫地块,汉特—曼彻斯克地块、蒙古地块以及我国境内的准噶尔—哈密地块、佳木斯和伊勒呼里地块等(图 1.2)。从已有同位素年龄资料得知,这些陆块基底多是于1500Ma 前所形成的,且在某些古陆残块中见有前寒武系绿岩建造的形成和产出。按绿岩建造展布和其中一些中间地块不连续产出情况分析,初始可能是由不同方向的多组裂陷系统构成,它们共同组合为一个宽广的裂陷或破裂带,其内,除近东西和北东向的裂陷系统(如郯庐和大兴安岭)外,还可能有北西或近南北的裂陷系统。较明显的如位于西伯利亚地块西缘的卡坦加—叶尼塞裂陷槽或堑沟型沉降带(天津地矿所,1982),以及有关哈萨克斯坦板块内一些古老地块间的裂陷系统等)。

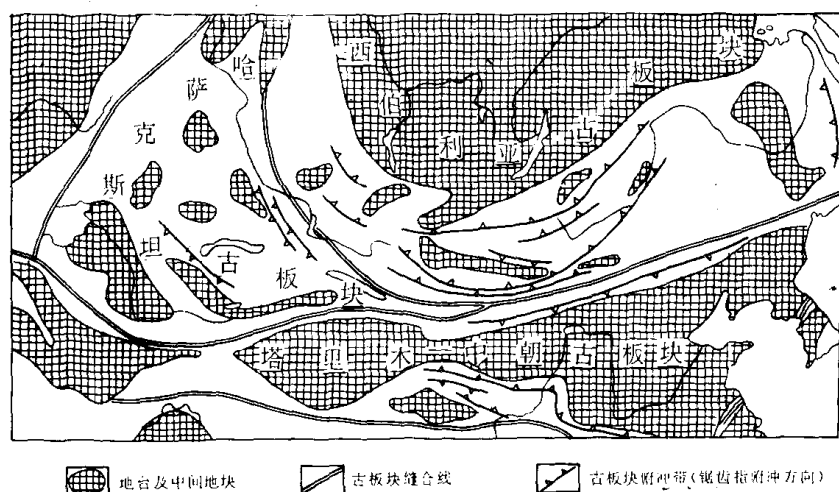


图 1.2 亚洲中部古板块构造示意图
(据李春昱等,1983)

这样看来,该构造演化域在洋化前或者在晚元古代前,主要是以多组方向的块断式裂谷或裂陷槽发育演化为特征。只因其后某些地域被洋化,后期构造改造,以及晚近沉陷盆地的掩盖,使这种块断式构造格局已被极大的改观。原先的一些古陆地块仅以一种残块或基底构造层形式被保留在该构造演化域内。如东部的佳木斯、伊勒呼里地块,西部的准噶尔、哈密及伊犁地块等。

同该阶段有关的超镁铁质岩,几乎无例外地产出在如上古老残留地块内及其边缘。如老爷岭、大兴安岭和西天山伊犁地块南等地所见岩体。它们通常伴随一套元古代火山—沉积层序产出。与围岩呈整合关系。从岩体与火山层序产出关系分析,有的出现于火山层序的下部,

有的出现于火山沉积层序内,部分则在火山层序之上呈一种高层位侵入体。但无论何种形式,它们都是构成火山-沉积层序的重要组成部分。

1. 老爷岭岩区(I₁₋₁)

出露于佳木斯古老残留地块内。范围:北起黑龙江罗北,南至吉林的东宁。南北长500余公里,东西宽50—150km。共有大小超镁铁质岩体93个。较集中分布于罗北、依兰、桦南—鸡西及穆棱—东宁四个不同地段。

岩体岩石组合类型较复杂,以橄榄岩、蛇纹岩、橄榄辉石岩为主。空间分布上,由北向南岩石含镁铁量有逐渐降低的趋势。北部多出现纯橄岩—斜辉辉橄岩类组合,南部以蛇纹岩、橄榄岩—辉石岩—辉长岩类岩体占优势,多呈镁铁-超镁铁质杂岩体形式产出。这种空间上岩体岩石组合类型的变化趋势,似乎与古元古代黑龙江群中的火山岩系发育程度有某种内在关系。北段火山岩系发育,出现含镁铁质较高(M/F比值为7—9)的纯橄岩—斜辉辉橄岩岩体,且岩体规模相对较大。向南火山喷发作用相对较弱,岩体主要侵入于黑云母斜长“片麻岩和黑云石英片岩中,规模较小,岩石组合变为橄榄岩—辉石岩—辉长岩类。矿化上,北段岩体以铬铁矿化和含镍高为特征,南段则多属钛磁铁矿化。

岩体围岩为古元古界黑龙江群,岩性为一套中基性火山岩—泥质、硅铁质岩—碎屑岩及镁质碳酸盐岩变质岩系。下部的镁铁质熔岩和部分超镁铁质熔岩,其化学成分与I. C. 格林(1977)提出的科马提岩岩石化学准则相符(赵春荆等,1986)。镁铁超镁铁质岩主要产于变基性火山岩系的斜长角闪片岩和黑云石英片岩中,呈透镜状整合产出,产状严格受地层控制。属同火山类型侵入体,与火山岩构成一种较典型的绿色岩建造。

2. 环宇岩区(I₁₋₂)

位于大兴安岭北部伊勒呼里古老残留地块内。共有7个超镁铁质岩体和1个镁铁-超镁铁质杂岩体。呈北东向带状展布。单个岩体规模较小,不及1km²。呈透镜状整合产于围岩地层中,产状严格受地层控制。围岩为黑龙江群绿泥片岩和角闪片岩。岩体岩石类型以纯橄岩—斜辉辉橄岩为主,次为蛇纹岩、辉石岩—辉长岩等。该区岩体无论在形成时代、产出特征或岩体、岩石类型上均同东部佳木斯残留地块中岩体相似。

3. 菁布拉克岩带(I₁₋₃)

位于伊犁古老残留地块南缘的哈里克套山北坡。共有大小岩体15个。呈北东东向带状展布。多属镁铁-超镁铁质杂岩类,超镁铁质岩仅作为部分岩相或岩石单元出现。单一类型的超镁铁质岩体较少。类型包括镁铁-超镁铁质杂岩类并以镁铁质岩为主(如闪长岩、辉长岩、橄榄辉长岩等);蛇纹岩型、角闪岩—辉石岩型等,而斜辉辉橄岩或纯橄岩类较少。岩石镁铁比值一般在6以下,为铁质系列的超镁铁质岩类。

其中较有代表性的有巴什哈恰和菁布拉克岩体。巴什哈恰岩体为一层状镁铁-超镁铁质杂岩体。以韵律层状构造发育为特征,由下至上可分出四大岩石单元(图1.3)。下部蛇纹石化橄榄岩单元;向上为互层状橄榄岩、橄榄辉长岩,条带状辉长岩单元;中部橄榄辉长岩一条带状辉长岩单元;上部为伟晶—花斑状角闪辉长岩或闪长岩单元。围岩为特克斯群。据岩体与上覆火山—沉积变质岩系的整合产出关系,为一种先火山类型的层状侵入体。菁布拉克岩体呈椭圆形岩盆状产于特克斯群中部岩性段的深变质花岗片麻岩、黑云片麻岩、石英绢云片麻岩及少量角闪岩、大理岩内。岩体呈同心环状分带,从外向内为闪长岩;次闪石化辉石岩—橄榄辉石岩;次闪石化辉石岩—橄榄辉长岩;辉石橄榄岩—橄榄辉长岩;次闪石化辉石岩等岩

相带组成。已知含铂铜丝矿床主要产于辉石岩、橄榄辉长岩相中,已达中型矿床规模。

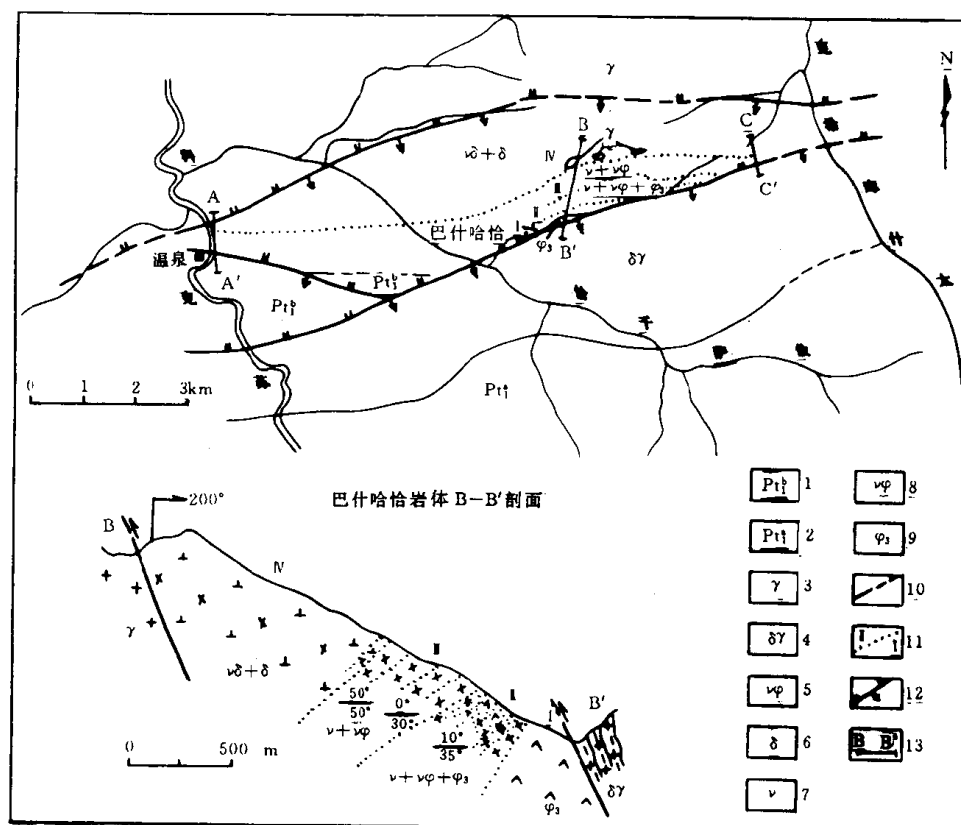


图 1.3 新疆特克斯巴什哈恰岩体地质略图

- 1—前寒武系变基性火山岩(或绿片岩);2—前寒武系片麻岩;
3—斑状花岗岩(华力西期);4—片麻状花岗闪长岩;5—角闪辉长岩;6—闪长岩;
7—辉长岩;8—橄榄辉长岩;9—蛇纹石化橄榄岩;10—实测及推断地质界线;
11—岩相界线及岩相带编号;12—断层;13—剖面位置及编号

目前,对该带岩体的形成时代还存在较大争议。问题主要在于特斯克群地层时代的归属。早期认为是古、中元古代,近几年则将其归于志留纪,并以此把该岩带作为蛇绿岩型岩体。然而,据笔者等(1988)研究,整个特克斯群为一套与东部黑龙江群相似的火山-沉积建造,将时代归为早元古代是比较合适的。这样,从这套具绿岩特征的火山-沉积建造的产出可表明塔里木和伊犁两地块最早分裂时限。

而且这条分裂早期两陆块的裂谷或裂陷槽恰好是构成中国大陆北方构造演化域和中朝地块构造演化域西段的明显分界(李光梓,李行等,1991)。

综上所述,比较以上三个岩区(带)的超镁铁质岩体(包括镁铁-超镁铁质杂岩体)的产出特征,许多方面是相似的。一是岩体的围岩建造,尽管东部黑龙江群和西部特克斯群的形成应分属两种不同方向的大陆裂谷或裂陷系统,但岩性和层序组合是基本相同的。下部原岩均为一套中基性(包括部分中-酸性)岩,如火山喷发沉积层序,中部为一套陆源碎屑沉积建造;上部为巨厚的碳酸盐沉积。二是在岩体与火山-沉积层序的产出关系上,既有先火山,也有后火山侵入作用类型的。其中,以巴什哈恰岩体为代表的先火山侵入体。通常属大陆裂谷或裂陷沉降盆地早期拉张阶段的地幔岩浆作用产物。特征类似于芬兰北部 Peniket 地区的

早中元古代层状镁铁—超镁铁质杂岩体(I. T. Alapiett 等 1986),而以黑龙江罗北、环宇一带为代表的同火山岩类型的侵入体,主要特征是:它们常呈整合状产于火山喷发层序中,属火山喷发作用同期产物。这类岩体的岩石一般相对富镁,以超镁铁质岩体为主,镁铁质岩较少,分异作用不明显。岩石化学成分部分落入橄榄科马提岩范围。(赵春荆等,1986)。属后火山者如桦南—鸡西至东宁一带和菁布拉克岩带中的菁布拉克岩体。从侵入层位看,它们大多侵入在火山喷发旋回之上的碎屑沉积层序内。

但无论是先火山、同火山或后火山侵入的镁铁、超镁铁质岩体,都代表着裂谷或裂陷槽强烈拉张沉陷阶段的地幔岩浆作用产物。且显然由于大陆块断式裂陷系统的方向性,以及岩浆侵入与火山-沉积作用在时间表上的不同,也就制约着超镁铁质岩体在产出分布上,岩浆系列成分、类型上的某些差异。

二、洋化阶段的基本构造格局及超镁铁质岩的形成产出

近 10 年来,已有不少研究者就该阶段的基本构造演化进行了较详细较系统的研究和讨论,一般认为形成于西伯利亚和中朝两地块间的中亚蒙古或古亚洲大洋海盆有自两侧向中心迁移和消亡的规律性。初始开启的晚元古代大洋海盆,北边大体以叶尼塞—贝加尔外缘一线为界,以萨彦岭—蒙古北部—黑龙江上游一带产出的新元古—早古生代蛇绿岩套为标志,南边以西拉木图河、温都尔庙、甘肃月牙山和新疆卡瓦布拉克一带的同样时代蛇绿岩产出为其南缘范围。

除新元古代—早古生代蛇绿岩套外,与古亚洲大洋海盆演化相关的蛇绿岩套,还见于寒武—奥陶纪、志留纪和泥盆—石炭纪不同时期。不过,在发育程度上不同地段有较大差别。东部:蒙古湖区至大兴安岭一段,除北部叶尼塞—贝加尔外缘及南部中朝地块北缘的西拉木图、温都尔庙、月牙山的新元古代—早古生代蛇绿岩外,其间缺少奥陶纪和志留纪蛇绿岩套的发育,仅见属洋化末期演化阶段的泥盆—早石炭世的蛇绿岩套,在空间关系上,两个不同时代的蛇绿岩并非为同一古洋盆系统的连续演化产物,正如曹从周等(1987)所述的,从温都尔庙向北至锡林浩特一带的志留系,岩性主要为一套夹火山岩和凝灰岩的浅海相陆源碎屑和碳酸盐沉积建造。火山岩成分多属岛弧性质钙碱性火山岩,并不具大洋型沉积建造特征。同样,在叶尼塞—贝加尔外缘新元古代—早古生代蛇绿岩套出露地段的南缘,即二连浩特—东乌旗及以北地区出露的中奥陶统汗乌拉组,中下志留统及中下泥盆统,岩性也是一套浅海—海陆交替相的砂岩,粉砂岩类型碎屑岩建造,其内发育的少量中—酸性火山岩,成分也属岛弧类型的钙碱火山岩。这说明开启于新元古代—早古生代时的古亚洲大洋海盆,并非是连为一体的大洋海盆,其间可能还夹持有一些古陆残块。较明显的如艾力更庙—锡林浩特一带的以中元古界马尼哇群为基底的中间地块(何国琦等,1983)。这样蒙古湖区以东的所谓“古亚洲大洋海盆”,显然由于中间古陆残块的存在使得初始大洋化被局限于中朝、西伯利亚地块与中间古陆地块两侧。直至晚古生代时,才在夹持的中间地块内再次发生拉张作用,产生新生的大洋海盆和形成索伦—贺根山一线的中晚泥盆世蛇绿岩套,到晚泥盆世—早石炭世消亡闭合,最后造成中朝地块和西伯利亚两地块的拼贴。

然而,无论是早期或晚期发育的古亚洲大洋,向东并没有跨越大兴安岭—太行山元古代大陆裂谷或裂陷带范围。最明显的是出露于内蒙中部由晚古生代索伦—贺根山—梅劳特乌拉一带蛇绿岩所代表古亚洲大洋海盆,被截然地局限于嫩江—白城断裂带以西地域,其东侧为已在 600Ma 前固结的松辽盆地古老基底地块(王鸿祯,1986)。当然,也有人认为,位于南