

“我国典型金属矿科学基地研究”项目系列丛书

辽宁弓长岭 沉积变质型富铁矿床

李厚民 刘明军 李立兴 等著



地质出版社

“我国典型金属矿科学基地研究”项目系列丛书

辽宁弓长岭 沉积变质型富铁矿床

李厚民 刘明军 李立兴 牛树银 杨秀清 洪学宽 著
姚良德 杨志辽 孙爱群 陈靖 姚通

地质出版社

· 北 京 ·

内 容 提 要

钢铁是工业的基础, 铁矿资源是钢铁工业的主要原料。沉积变质型铁矿是我国最重要的铁矿床类型, 辽宁鞍山—本溪地区是我国最重要的沉积变质型铁矿大型矿集区, 该矿集区内的弓长岭铁矿床是我国唯一一个磁铁矿型富铁矿石资源储量达到大型规模的沉积变质型铁矿床。本书以弓长岭铁矿床二矿区为重点, 深入研究了该矿床的矿床地质、矿床地球化学和围岩蚀变特征, 以及成岩成矿时代, 提出了该矿床中条带状磁铁石英岩和磁铁富矿的成因新认识: 条带状磁铁石英岩是在新太古代大气圈缺氧的背景下, 层化海洋下部缺氧富铁的海水上升到上部氧化—还原界面附近, 海水中的铁质发生氧化、沉淀形成的; 贫铁矿层中的磁铁富矿, 是在 18.5 亿年左右由条带状磁铁石英岩“去硅富铁”作用形成的。

本书可供从事铁矿科研、教学和生产的人员参考使用。

图书在版编目 (CIP) 数据

辽宁弓长岭沉积变质型富铁矿床 / 李厚民等著. —北京: 地质出版社, 2015. 5

ISBN 978-7-116-09254-9

I. ①辽… II. ①李… III. ①铁矿资源—富铁矿—研究—辽宁省 IV. ①P618.31

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2015) 第 084891 号

Liaoning Gongchangling Chenji Bianzhi Xing Futie Kuangchuang

责任编辑: 李 莉 王 超

责任校对: 张 冬

出版发行: 地质出版社

社址邮编: 北京市海淀区学院路 31 号, 100083

电 话: (010) 66554528 (邮购部); (010) 66554629 (编辑室)

网 址: <http://www.gph.com.cn>

传 真: (010) 66554629

印 刷: 北京地大天成印务有限公司

开 本: 889 mm × 1194 mm $\frac{1}{16}$

印 张: 10.75

字 数: 315 千字

版 次: 2015 年 5 月北京第 1 版

印 次: 2015 年 5 月北京第 1 次印刷

审图号: 辽 S (2015) 13 号

定 价: 80.00 元

书 号: ISBN 978-7-116-09254-9

(如对本书有建议或意见, 敬请致电本社; 如本书有印装问题, 本社负责调换)

总 前 言

矿产资源是一种不可再生的自然资源，是人类社会赖以生存和发展的物质基础。中国是世界上地质演化历史悠久、成矿作用具有多样性的国家之一，自太古宙以来的各个地质历史时期的构造运动在中国都或多或少地留下了记录并伴随有不同规模的成矿作用。世界上最重要的三大成矿域（古亚洲成矿域、滨太平洋成矿域和特提斯-喜马拉雅成矿域）在空间上交汇于中国。多期复合造山铸就了中国独具特色的成矿体系。对于深化中国特色成矿规律的研究，亟须一套代表中国各类矿床的“字典”和科学研究基地作为矿产地质研究的示范区，并成为创新研究基地以及文化普及的园地。

我国已成为世界上最大矿产品进口国和生产国，而且随着国民经济的高速发展，矿产资源短缺的形势将更加严峻，迫切需要破解矿产资源不足之“瓶颈”。只有加大勘查力度，才能有效保障矿产资源供给。迄今，越来越多的老矿山面临资源枯竭或“硐老山空”的严峻局面。在过去 10 多年，我国部署了一系列国家计划项目，例如，“973”计划、科技支撑计划和地质调查专项等，开展区域成矿规律、勘查技术方法以及新区的矿产调查和勘查等。相比之下，对于典型大型矿床，尤其是正在开采的大型老矿山缺乏系统解剖研究，而这些大型矿山揭露出的地质现象极其丰富，往往是成矿新理论和新思维的发源地，对其进行立典性解剖研究，将会大大提升成矿理论。一个大型—超大型矿床从发现—勘查—开采以及开采过程中的多次补充勘查，都拥有一部史诗，包括运用不同勘查技术方法组合开展地质勘查，既有成功的经验，也有失败的教训，对其进行挖掘和总结，不仅能促进对该矿床深部及外围找矿，而且可以运用这些新认识和技术组合在相同景观下有效地开展找矿勘查。

目前，不少大型矿山经过多年的开采资源逐渐枯竭，甚至即将闭坑。一旦关闭和掩埋，许多丰富的地质现象，特别是独一无二的现象将荡然无存。因此，迫切需要在闭坑之前，把每一个重要矿床的地质特征客观地记录下来，以便后人参考。同时，将闭坑老矿山建成博物馆或科普旅游基地向社会开放，必将提高普通民众认识地球、了解资源及其形成过程的认知水平，有益于提升全民保护环境和节约资源的意识。因此，开展大型矿床的立典研究，既是科学技术创新研究和推动找矿勘查的需要，也是保护“历史科学资料”和提高全民科学素质之必须。

典型矿床科学基地有机地融合了创新、教学和科普，在推动全民科学文化素质和科技普及方面越来越发挥着重要作用。典型矿床基地既是科学研究的基地，也是专业教学和科学普及的园地。一些发达国家的矿山在开采阶段乃至闭坑后，都以矿石、岩石和开采历史及其相应的图集和图册为主体建立了一座座矿山博物馆或科技馆。这些博物馆和科技馆逐渐被开发为地球科学技术培训以及古矿业遗迹的参观基地，极大地促进了旅游业的发展和矿业科学技术的普及。

为此，国土资源部于 2009 年启动公益性行业科研专项经费项目“我国典型金属矿科学基地研究”，对我国重要矿种 29 个大型—超大型金属矿床开展立典研究，并建立科学基地。具体包括江西德兴斑岩型铜矿、西藏甲马斑岩—矽卡岩型铜钼矿、云南北衙斑岩—矽卡岩型金（铜）矿、安徽铜陵矽卡岩型铜多金属矿、新疆阿舍勒块状硫化物矿床（VMS 型）铜锌矿、云南东川砂岩型铜矿、甘肃金川岩浆型铜镍矿、河南南泥湖—三道庄斑岩—矽卡岩型钼钨矿、陕西金堆城斑岩型钼矿、新疆可可托海伟晶岩型锂铍铌钽矿、湖南柿竹园矽卡岩—云英岩钨锡钼铋矿、云南个旧矽卡岩型锡多金属矿、广西大厂锡石硫化物型锡矿、湖南锡矿山中低温热液型锑矿、辽宁弓长岭 BIF 型铁矿、甘肃镜铁山海底喷流沉积型铁矿、安徽凹山斑岩型铁矿、湖北大冶矽卡岩型铁矿、内蒙古白云鄂博铁稀土建造矿、云南会泽密西西比型（MVT）铅锌矿、甘肃厂坝—代家庄热液型铅锌矿、内蒙古东升庙 SEDEX 型铅锌矿、云南金顶热液型铅锌矿、海南石碌沉积变质型铁矿、四川攀枝花岩浆型钒钛磁铁矿、福建

紫金山浅成低温热液型铜金矿、山东焦家-玲珑石英脉-蚀变岩型金矿、贵州烂泥沟卡林型金矿、江西冷水坑次火山岩热液型银铅锌矿。这些矿床都是储量巨大、成矿类型具有代表性、成矿方式具有特殊性的矿床，而且在我国国民经济建设中曾经或正在发挥重要作用。

此次工作对矿床的矿石组合、结构构造、成矿期次和阶段、围岩蚀变、找矿标志、形成时代、成矿物质来源、成矿物理化学条件、同位素地球化学特征、成矿环境等开展了系统研究，同时，针对各种不同类型矿床研究中存在的关键科学问题开展攻关研究：斑岩型铜矿形成期间从岩浆凝固晚期到成矿流体析出转变过程中组分演变特征与相应的物理化学条件；斑岩铜矿和斑岩钼矿形成环境和物质来源的异同性；古盆地流体来源和运移的驱动力，流体汇聚的规律性；与A型或高分异性I型花岗岩有关的稀有和钨锡矿床的物质来源，地幔对成矿的贡献及含矿岩体的主要辨别要素；变质古海底喷流型矿床的环境恢复等方面，取得了一系列重要创新成果，在综合研究的基础上，建立了矿床模型。通过收集和整理典型矿床勘查、开采过程中所采用的勘查技术和方法，梳理出不同类型矿床勘查的有效方法组合，提供了矿床成功勘查的范例。

在国土资源部公益性行业科研专项经费的支持下，基于前人找矿勘查和研究成果，结合此次补充研究，编著了“我国典型金属矿科学基地研究”项目系列丛书，既客观地反映这些大型—超大型矿床的基本特点和勘查开发与研究的历史，也充分展示了最新的研究水平。

历时5年，项目的顺利执行以及丛书的及时出版，得到了各级主管部门、承担单位和有关矿山企业的大力支持，得益于陈毓川、李廷栋、裴荣富、叶天竺、吴淦国等专家的殷切指导和同行们的热情帮助，值此谨代表项目执行团队200余位同仁深表谢忱。

矿床学的研究是一个不断探索、不断深化的过程，尽管编著者付诸很大努力，仍然存在一些不足或错误之处，请读者批评指正。

毛景文 张作衡 吕志成
“我国典型金属矿科学基地研究”项目首席科学家
2014年11月

前 言

“我国金属矿科学基地研究”是国土资源部公益性行业科研专项经费项目(项目编号200911007)，“辽宁弓长岭沉积变质型铁矿科学基地研究”是该项目的课题之一。该课题的总体目标是：“选择我国辽宁弓长岭大型沉积变质型铁矿床，通过深入系统的研究，揭示早前寒武纪铁异常来源、溶解、沉淀聚集形成BIF铁矿的控制因素和成矿机理，阐明沉积作用、变质变形及混合岩化、热液活动与铁异常富集形成磁铁富矿的成因联系，建立集磁铁富矿和磁铁贫矿于一体的成矿模式；总结弓长岭铁矿的发现和勘查历史，建立或完善找矿模型，指导找矿预测；结合矿床开发利用现状，完成科学基地建设建议或方案，推动沉积变质型富铁矿床科学基地建设；培养一批中青年专业人才和基地建设人才。”另外，中国地质调查局矿产资源调查评价项目“辽冀地区沉积变质型铁矿控矿因素和勘查技术方法组合优选”(工作项目任务书编号：资〔2010〕矿评01-26-02、资〔2011〕02-38-02、资〔2012〕02-041-001)、国家重点基础研究发展计划(“973”)项目“我国富铁矿形成机制与预测研究”之课题“沉积变质型铁矿成矿环境与富铁矿形成机制”(课题编号：2012CB416801)，也对弓长岭铁矿床开展了研究。本书是上述研究项目和课题资助的研究成果，主体内容由8章组成。

第一章区域地质背景，由姚良德、李厚民、洪学宽、杨志辽执笔。本章简要分析了鞍本地区含铁建造鞍山群的构造背景，总结了区域构造、岩浆岩和矿产的分布规律及变质作用，总结了区域地球物理特征。

第二章矿床地质特征，由牛树银、李厚民、刘明军、李立兴、杨秀清、孙爱群、陈靖、姚通执笔。本章总结了弓长岭二矿区含矿建造的层序，划分了矿区构造作用的期次，描述了矿体和矿石的野外和显微镜下特征，并对矿石中主要矿物进行了电子探针成分分析。

第三章围岩蚀变特征，由刘明军、李厚民、李立兴、杨秀清、陈靖、姚通执笔。本章着重对与富铁矿成矿有关的围岩蚀变的空间分布、岩石类型、矿物电子探针分析、蚀变岩的主量、微量稀土元素特征、磁铁矿稀土元素特征以及大理岩的碳氧同位素特征进行了研究，对蚀变原岩及其形成环境进行了探讨。

第四章矿床地球化学特征，由杨秀清、刘明军、李厚民、姚通、李立兴、陈靖执笔。本章讨论了磁铁石英岩型贫铁矿石、蚀变岩型贫铁矿石和磁铁矿型富铁矿石的主量、微量和稀土元素特征，以及磁铁矿单矿物的稀土元素特征，总结了矿石中石英和磁铁矿的氧同位素特征、黄铁矿的硫同位素特征，探讨了其成因信息。

第五章成岩成矿年代学，由李立兴、刘明军、杨秀清、李厚民、陈靖、姚通执笔。对早于BIF的弓长岭花岗岩、晚于BIF的麻峪花岗岩，以及与BIF同时沉积的黑云变粒岩的成岩年龄进行了测定，对与富铁矿密切共生的蚀变岩的形成年龄进行了测定。

第六章流体包裹体研究，由刘明军、杨秀清执笔。本章选取40余件样品制成双面抛光包裹体片，在光学显微镜下观察，确定了8件样品用于不同成矿阶段的包裹体均一温度、盐度和流体包裹体成分测定。

第七章成矿作用及成矿模式，由李厚民、杨秀清、李立兴、刘明军执笔。本章划分了成矿期次，探讨了各期次的成矿作用和主要控矿因素，建立了贫铁矿和磁铁富矿的成矿模式。

第八章控矿因素及找矿预测，由洪学宽、李厚民、杨志辽、姚良德执笔。本章总结了鞍山式铁矿的控矿因素和找矿标志，研究了弓长岭铁矿床富铁矿的控矿因素，分析了成矿潜力和找矿前景，建立了找矿模型。总结了剩余磁异常指导富铁矿定位预测、工程验证取得富铁矿找矿突破的成功经验。

全书由李厚民统稿，并撰写了前言和结语。

《辽宁弓长岭沉积变质型富铁矿床》是集体劳动成果的结晶。在野外和室内研究工作中，得到许多同仁的大力帮助，项目负责人毛景文教授和张作衡研究员对课题的执行给予了热心指导，弓长岭铁矿的地质同仁给予野外工作极大方便，东北大学王恩德教授及其科研团队给予我们许多无私帮助，相关实验室给予我们年龄测定、成分测定和稳定同位素测定等多方面的支持。还有中国地质科学院、石家庄经济学院和辽宁省冶金地质勘查局地质勘查研究院的许多同仁给予了本课题很大帮助，为本书做出了贡献。在此表示衷心感谢！

本书主要反映本课题研究的成果，对前人研究成果的学习和吸收可能还不够全面。由于研究工作还在不断深入，因此本书的研究成果还不尽完善，加之作者水平所限，错谬之处，敬请各位专家和同仁不吝赐教，批评指正！

目 录

总前言

前 言

第1章 区域地质背景	(1)
1.1 区域构造背景	(1)
1.2 区域地层	(2)
1.3 区域构造	(7)
1.4 区域岩浆岩	(8)
1.5 区域变质作用	(8)
1.6 区域重磁特征	(9)
1.7 区域矿产	(10)
1.8 区域构造演化	(11)
小结	(12)
第2章 矿床地质特征	13)
2.1 概述	(13)
2.2 含铁建造	(16)
2.3 矿区构造	(18)
2.4 矿区岩浆岩	(27)
2.5 矿体特征	(28)
2.6 矿石特征	(31)
2.7 矿石中部分矿物的化学成分	(33)
小结	(35)
第3章 围岩蚀变特征	(36)
3.1 蚀变岩及大理岩的分布	(36)
3.2 蚀变岩的岩石学特征	(37)
3.3 蚀变岩的矿物化学特征	(39)
3.4 大理岩及其蚀变岩地球化学特征	(43)
3.5 富铝蚀变岩的地球化学特征	(50)
3.6 成因信息及成矿意义	(54)
小结	(57)
第4章 矿床地球化学特征	(58)
4.1 概述	(58)
4.2 矿石主量元素特征	(58)
4.3 矿石微量元素特征	(60)
4.4 矿石稀土元素特征	(64)
4.5 磁铁矿稀土元素特征	(68)
4.6 黄铁矿硫同位素特征	(73)

4.7 氧同位素特征	(76)
4.8 其他稳定同位素特征	(83)
小结	(83)
第5章 成岩成矿年代学	(85)
5.1 概述	(85)
5.2 弓长岭花岗岩锆石年龄	(85)
5.3 黑云变粒岩锆石年龄	(86)
5.4 麻峪花岗岩锆石年龄	(89)
5.5 蚀变岩锆石年龄	(94)
5.6 其他同位素年龄	(100)
5.7 成岩成矿时代讨论	(101)
小结	(107)
第6章 流体包裹体研究	(108)
6.1 概述	(108)
6.2 热液活动期次划分及样品特征	(108)
6.3 流体包裹体岩相学特征	(109)
6.4 流体包裹体显微测温结果	(111)
6.5 激光拉曼探针单个包裹体成分分析	(113)
6.6 流体演化特征	(113)
小结	(116)
第7章 成矿作用及成矿模式	(117)
7.1 概述	(117)
7.2 弓长岭铁矿床成矿期次	(127)
7.3 弓长岭铁矿床成矿作用和成矿模式	(128)
7.4 弓长岭式富铁矿成矿模式	(133)
小结	(137)
第8章 控矿因素及找矿预测	(139)
8.1 鞍山式铁矿控矿因素和找矿标志	(139)
8.2 弓长岭铁矿床富铁矿控矿因素和找矿预测	(142)
小结	(149)
结 语	(150)
参考文献	(152)

第1章 区域地质背景

沉积变质型铁矿床是我国最重要的铁矿床类型,可划分为鞍山式(歪头山式)、袁家村式、大栗子式、杨家桥式(新余式)、镜铁山式、弓长岭式和石碌式(Li et al., 2014),其中以鞍山式最重要,分布最广,集中分布于华北克拉通的辽宁鞍山-本溪地区(简称鞍本地区)、冀东地区、五台-吕梁地区、河南舞阳地区、安徽霍邱地区及鲁西地区。鞍山式铁矿是 Algoma 型条带状铁建造(Banded Iron Formations, 简称 BIFs)经变质作用形成的,称为沉积变质型铁矿床,赋存于早前寒武纪变质岩系中,主要产于变质的中酸性火山岩和杂砂岩之间的过渡层位和含少量基性火山岩的沉积岩中。鞍本地区是我国最主要的铁矿矿集区,也是鞍山式铁矿的最主要集中区,区内鞍山式铁矿赋存于新太古界鞍山群变质岩系中。弓长岭铁矿床是鞍本地区的重要矿床,其二矿区由贫铁矿改造而成的富铁矿石资源储量达大型规模,在我国沉积变质型铁矿中其磁铁矿型富铁矿石资源储量位列第一。海南石碌铁矿床的富铁矿规模也达大型规模,但其矿石矿物主要为赤铁矿。袁家村式铁矿为 Superior 型铁矿,产于海相碎屑沉积建造中,为贫铁矿,矿石矿物以磁铁矿为主,有部分为菱铁矿和赤铁矿。大栗子式铁矿为 Superior 型铁矿,产于海相碎屑-碳酸盐沉积建造中,为贫铁矿,矿石矿物以磁铁矿为主,有部分为菱铁矿和赤铁矿。杨家桥式(新余式)铁矿为新元古代与“地球雪球事件”有关的沉积变质型铁矿,产于海相碎屑沉积建造中,为贫铁矿,矿石矿物以磁铁矿为主。镜铁山式铁矿产于元古宙海相碎屑沉积建造中,为贫铁矿,矿石矿物以赤铁矿、镜铁矿为主。

1.1 区域构造背景

华南、华北和塔里木克拉通组成了中国大陆的主要构造格局(图 1.1),太古宙华北克拉通占据了华北、东北、内蒙古、黄海以及朝鲜大约 170 万 km² 的面积,北接阴山-燕山造山带,南接秦岭-大别山造山带(白瑾, 1996; Kusky et al., 2007; Li and Kusky, 2007)。许多学者一致认为华北克拉通基底是由不同微陆块拼合而成的,但是对于华北克拉通基底微陆块划分一直存在争论。张福勤等(1998)将华北克拉通基底划分为多个微陆块;伍家善等(1998)将华北克拉通基底划分为胶辽陆块、迁怀陆块、晋冀陆块、豫皖陆块和蒙陕陆块 5 个微陆块;翟明国等(2000)将华北克拉通基底划分为胶辽陆块、迁怀陆块、阜平陆块、许昌陆块、集宁陆块和阿拉善陆块 6 个微陆块。其他一些学者主要根据华北克拉通中部造山带将其主要划分为东部陆块、西部陆块和中部造山带(Zhao et al., 2001; 赵国春, 2009; Kusky, 2010; Santosh et al., 2010)。

鞍本地区位于华北克拉通东部陆块北缘胶-辽-吉活动带以南(Song et al., 1996; Wan et al., 2005; Liu et al., 2005; 万渝生等, 2005; Wu et al., 2010),其形成的构造模式为陆-弧-陆碰撞模式(万渝生等, 2005)。鞍本地区太古宙岩石呈弧形分布,其东部以郯庐断裂为界,西部以抚顺片麻岩与清原绿岩带相邻,总面积达 6000 余 km²,由约 30% 的含铁岩系和 70% 的花岗质岩石组成(图 1.2)。区内大范围发育 2500~3800 Ma 不同类型的岩石,其中包括了中国最古老岩石,并且是全球仅有几个存在不小于 3800 Ma 岩石的地区之一(万渝生等, 2009)。时代最古老的 BIFs 分布于辽宁鞍山古太古代陈台沟表壳岩系中(Song et al., 1996; Wan et al., 1997),陈台沟表壳岩系位于 3100~3800 Ma 白家坟杂岩东侧,由斜长角闪岩、变质超镁铁质岩、变质酸性火山岩、变质碎屑沉积岩、变质不纯钙硅酸盐和 BIFs 组成。鞍本地区大规模 BIFs 赋存于新太古界鞍山岩群中。鞍山岩群以不同规模分布于新太古代花岗质岩石中,主要由斜长角闪岩、黑云变粒岩和 BIFs 组成,另外还有变质超基性岩、角闪变粒岩、浅粒岩、

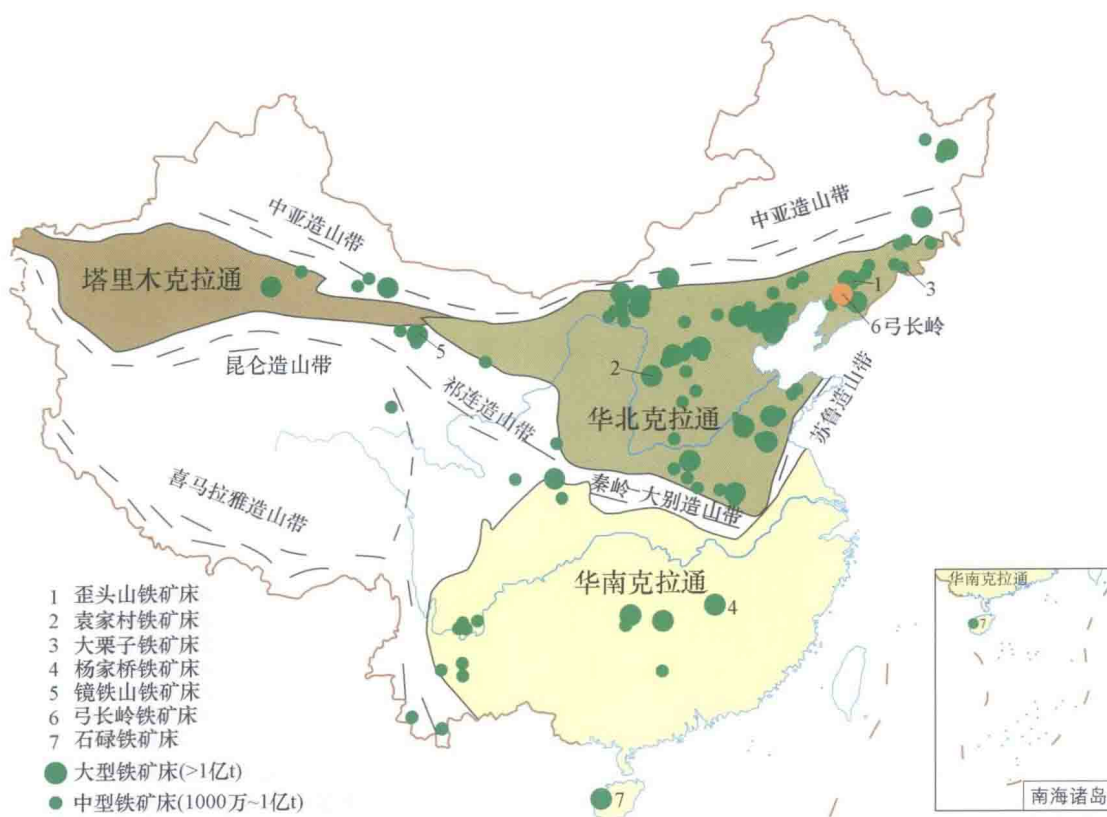


图 1.1 中国沉积变质型铁矿大中型矿床分布图
(据 Li et al., 2014)

云母石英片岩、(铬云母)石英岩等(万渝生等, 2012)。

1.2 区域地层

鞍本地区出露的地层除大面积的太古宇鞍山群外, 其次还可见元古宇辽河群、震旦系、古生界和中生界。

1.2.1 太古宇鞍山群

鞍本地区的鞍山群变质岩分布于歪头山-南芬、弓长岭、齐大山-胡家庙子、西鞍山-眼前山 4 个成矿带, 变质岩层呈大小不等、形态各异的包体赋存于太古宙花岗岩中。弓长岭成矿带包括弓长岭一、二、三矿区和独木矿区。鞍山地区北西向的齐大山-胡家庙子成矿带地层走向北西, 倾向北东, 分布有齐大山、王家堡子、胡家庙子等铁矿床; 近东西向的西鞍山-眼前山成矿带地层走向近东西, 倾向北, 分布有西鞍山、东鞍山、黑石砬子、大孤山、关门山、眼前山等铁矿床。歪头山一带地层呈近南北向南延伸, 向西倾斜, 产出有歪头山、北台、棉花堡子、大河沿、梨树沟、贾家堡子等铁矿; 南芬一带主要有庙儿沟铁矿等(周世泰, 1994; 李士江和全贵喜, 2010)。

许多地质学家提出了不同的鞍山群划分方案, 如程裕淇(1957)认为上鞍山群主要有樱桃园组和大峪沟组, 中鞍山群为茨沟组, 下鞍山群为石棚子组; 而张秋生(1986)、周世泰(1994)、许光荣和陈江洪(1984)将大峪沟组归为中鞍山群; 周世泰(1994)将茨沟组划分为烟龙山组和山城子组, 归中鞍山群。由于近年来樱桃园组、大峪沟组和茨沟组大量锆石 U-Pb 年龄均为 25 亿年左右(张连昌等, 2012; 万渝生等, 2012), 而大孤山铁矿围岩的年龄为 31 亿年(Dai et al., 2014), 因

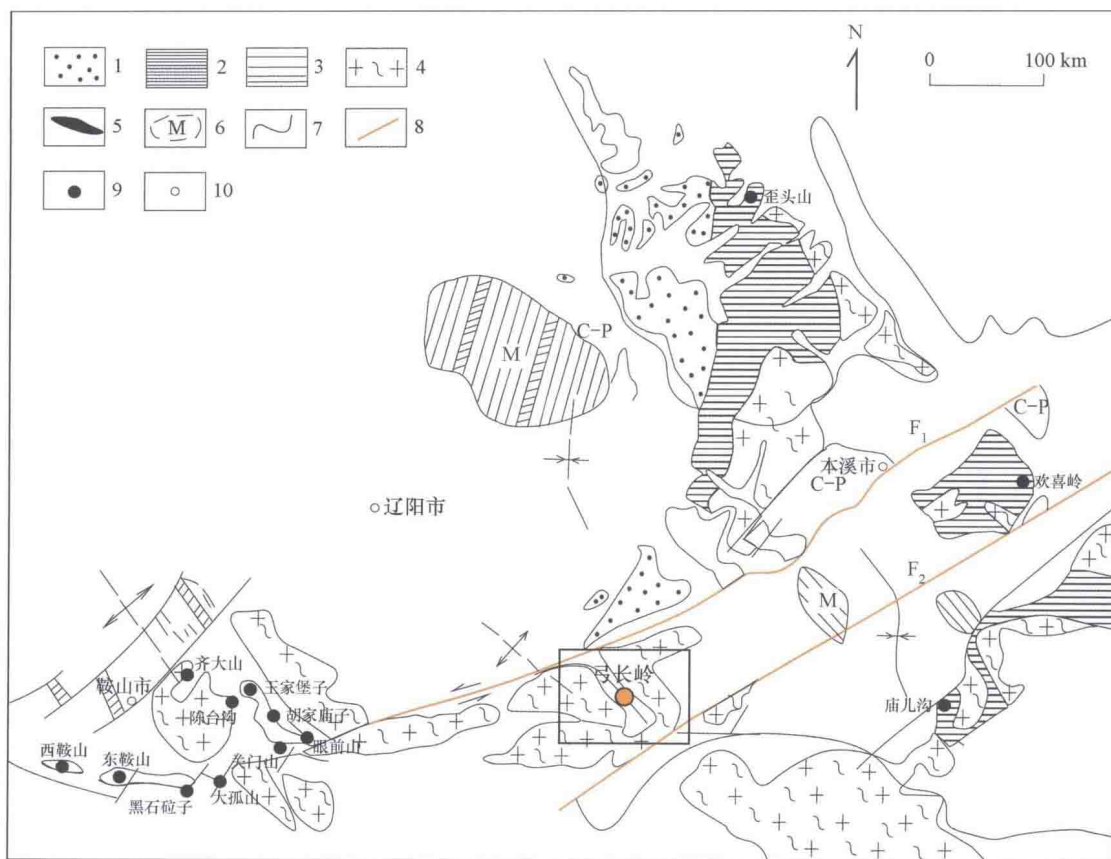


图 1.2 鞍本地区鞍山群及 BIFs 铁矿分布图

(据李鸿业和赵秀德, 1999, 略作修改)

1—大峪沟组; 2—茨沟组; 3—樱桃园组; 4—花岗质岩石; 5—矿点; 6—磁异常区和推测矿体;

7—震旦系—寒武系分布范围; 8—大断裂: F₁—寒岭断裂; F₂—偏岭断裂

此年龄数据和地质依据的整合问题仍需要深入研究解决。为避免争论, 本书以组为单元介绍鞍山群的基本特征。

(1) 樱桃园组

主要出露于鞍山地区的樱桃园及东西鞍山地区, 是鞍本地区大型含铁岩系的上部。主要变质岩石类型有: 角闪片岩、绿泥角闪片岩、绿泥片岩、绿帘黑云母片岩、绿帘黑云石英片岩、白云绿泥石英片岩, 现存变质级别为绿片岩相。翟明国等 (1990) 认为变质程度曾达到角闪岩相, 绿片岩相是退变质的结果。

(2) 大峪沟组

主要出露于本溪歪头山—大峪沟一线以西, 呈近南北向展布。主要变质岩石类型有: 变粒岩类的角闪变粒岩、黑云更长变粒岩、透辉角闪变粒岩、透辉透闪绿帘变粒岩和透闪变粒岩、二云矽线石英片岩、石榴二云片岩、角闪黑云钾长片岩, 角闪岩类的斜长角闪岩、黑云角闪斜长片麻岩、二云矽线石长英片麻岩等, 变质程度达角闪岩相。

(3) 茨沟组

主要出露于歪头山地区和弓长岭地区, 是主要的赋矿层位之一。主要变质岩石类型有: 斜长角闪岩类、片麻岩类、黑云变粒岩类、石英岩类、大理岩类、片岩类等, 变质程度达角闪岩相。

(4) 石棚子组

出露于歪头山地区和小岭子地区, 产出铁矿体很少。主要变质岩石类型有: 麻粒岩类、片麻岩

类、变粒岩类和角闪岩类，其变质级别可达麻粒岩相（许光荣和陈江洪，1984）。而翟明国等（1990）认为其麻粒岩的矿物组合是中生代花岗岩对围岩热变质的结果。

鞍山群各组原岩建造特征、主要变质岩组合、变质相及混合岩化特征、磁铁石英岩特征、典型矿床及同位素年龄见表 1.1。部分矿区地层柱状图见图 1.3。

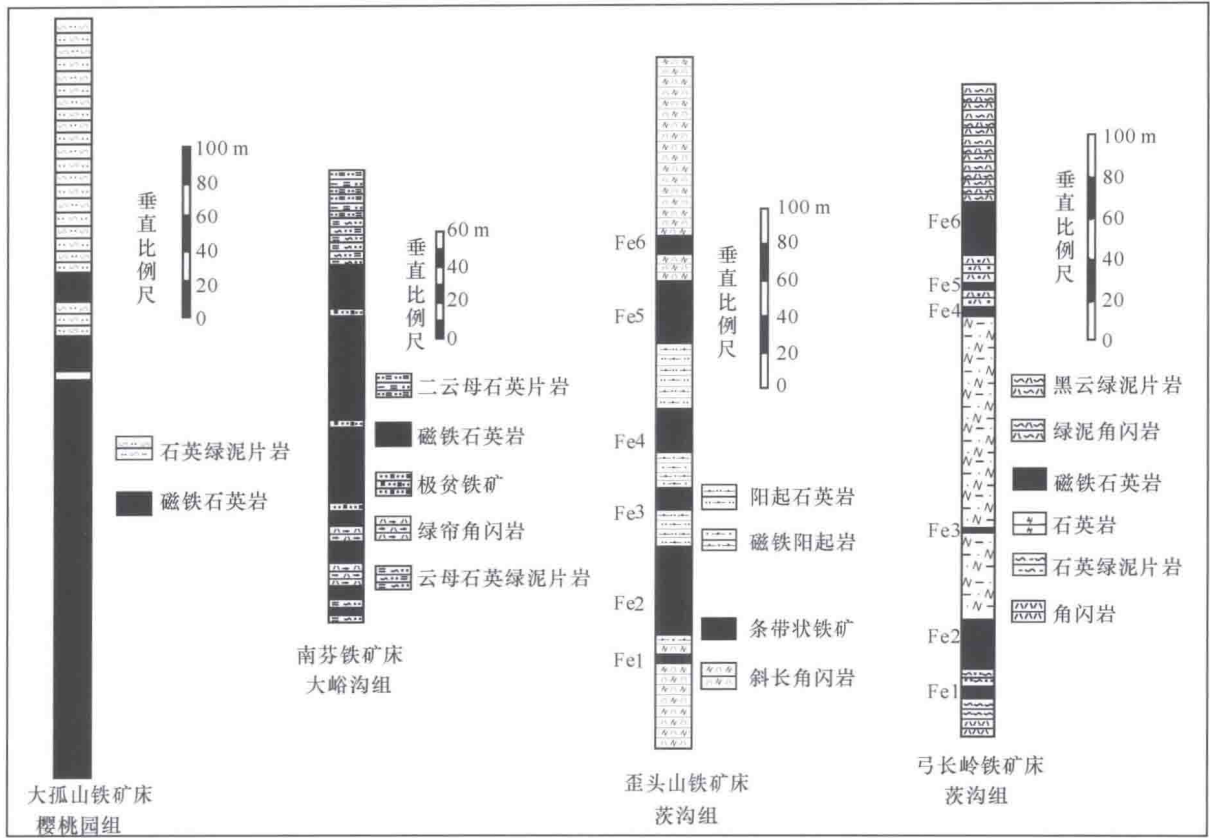


图 1.3 鞍本地区铁矿床地层柱状图
(据周世泰, 1994)

1.2.2 元古宇辽河群

辽河群自上而下分为：浪子山组、里尔峪组、高家峪组、大石桥组和盖县组。

鞍本地区主要出露浪子山组，主要由（绿泥）绢云千枚岩、石榴二云石英片岩、石英岩、砾岩、二云片岩、变粒岩夹大理岩组成。

浪子山组底砾岩也叫炮台山砾岩，主要分布于鞍山地区的胡家庙子、炮台山、王家堡子和齐大山一带，砾石大部分磨圆度较好呈浑圆状（72%），其次为半棱角状砾石（24%），不同地区的砾石成分不同。在王家堡子、齐大山和西大背等处砾石成分主要为条带状磁铁石英岩，其次还可见少量脉石英砾石、富铁矿、变粒岩和片岩砾石。在后坟、黑牛地等地砾石主要以脉石英和石英岩为主。在马坟山、羊耳峪等地底砾岩相变成含砾石英岩。对于底砾岩有不同的认识，部分学者认为其为构造角砾岩，也有学者认为其主要不整合于太古宇鞍山群之上。

浪子山组石英岩分布范围比底砾岩广泛，在鞍本地区许多地点都可见到，它们大多产于底砾岩之上或者不整合产于鞍山群变质岩及混合岩化岩石之上，石英岩的厚度变化较大，从 1 ~ 70 m 不等。

表 1.1 鞍山地区区沉积变质型铁矿赋存地层特征一览表

鞍山群	含矿原岩建造	原岩建造特征	主要变质岩组合	变质相及混合岩化特征	磁铁矿石英岩特征	典型矿床	地质年代
櫻桃园组	火山岩-沉积岩系		由绢云石英绿泥千枚岩或片岩和黑云变粒岩组成, 含少量斜长角闪岩	绿片岩相, 混合岩化强烈	条带状构造和角砾状构造。主要为磁铁矿石英岩、碳酸盐磁铁矿石英岩和部分氧化铁矿石。硅酸盐矿物主要为阳起石、黑(白)云母、透闪石、绿泥石和绢云母等, 部分矿石可见碳酸盐矿物	西鞍山、齐大山、胡家庙子、眼前山、大台沟等铁矿床	东鞍山黑云绿泥石英片岩锆石 SHRIMP U-Pb 年龄 2544 ± 8 Ma; 齐大山黑云绿泥石英片岩锆石 SHRIMP U-Pb 年龄 2530 ± 6 Ma; 齐大山黑云变粒岩单颗粒锆石 U-Pb 年龄 2533 ± 54 Ma (王守伦和张瑞华, 1995)
大峪沟组	中酸性火山岩-沉积岩系	基性-中酸性火山沉积岩-硅铁质化学沉积岩和不同成熟度的陆源碎屑沉积岩组成的过渡型建造类型	以细粒黑云变粒岩为主, 局部夹有斜长角闪岩、白云母石英片岩、二云母片岩、石榴绿泥片岩和二云母变粒岩等	角闪岩相	条带状构造和块状构造。以磁铁矿石英岩为主, 部分云母磁铁矿石英岩。硅酸盐矿物有黑云母、白云母和绿泥石等	南芬铁矿床	
茨沟组	沉积岩-火山岩系		主要由斜长角闪岩和(黑云)变粒岩组成, 夹有云母片岩等	角闪岩相, 遭受强烈混合岩化	中细粒变晶结构, 条带条带状构造。主要为磁铁矿石英岩和角闪磁铁矿石英岩, 可见(假象)赤铁矿石英岩。硅酸盐矿物较多, 有角闪石、阳起石、绢云母和透闪石等	弓长岭铁矿床, 歪头山铁矿床	歪头山斜长角闪岩锆石 SIMS U-Pb 年龄 2533 ± 11 Ma (代堰鎔等, 2012); 弓长岭二矿区黑云变粒岩锆石 SHRIMP U-Pb 年龄 2528 ± 10 Ma (万渝生等, 2012); 弓长岭二矿区和岭东矿区黑云变粒岩锆石 SHRIMP U-Pb 年龄 $2500 \sim 2600$ Ma (万渝生和刘敦一, 1993)

浪子山组千枚岩主要分布于鞍山地区，主要有绢云母千枚岩、绿泥石千枚岩和碳质千枚岩，在一些地区，千枚岩中夹一层铁矿，规模较小，延伸也不远。

1.2.3 震旦系

本区发育的震旦系主要为细河群，在辽阳和本溪向斜中最为发育，在鞍山地区、南芬地区也有出露，自上而下依次是钓鱼台组、南芬组、桥头组和康家组。

(1) 钓鱼台组

该组不整合覆盖在太古宇鞍山群和元古宇辽河群地层之上。岩性主要为灰白色厚层石英岩，局部夹有海绿石石英砂岩及灰黑色、灰绿色砂质页岩，标准地层剖面在钓鱼台，该处地层厚 225.9 m。

(2) 南芬组

该组产于钓鱼台组之上，下部岩性为淡青色泥质岩；中部为紫红色泥灰岩、页岩，夹淡青色泥灰岩；上部岩性为黄绿色及紫色页岩。分布范围也与钓鱼台组相似，标准剖面在南芬地区，厚度达 557.2 m。

(3) 桥头组

该组平行不整合于南芬组之上。岩性主要是薄层石英砂岩夹砂质页岩，局部含海绿石的砂质页岩和碳质页岩，标准剖面在本溪桥头，厚度为 160.6 m。

(4) 康家组

该组岩性主要为泥灰岩、灰岩及页岩，标准剖面在本溪市南的南家拐子，厚度 228 m。

1.2.4 寒武系

本区寒武系主要分下寒武统、中寒武统和上寒武统。

(1) 下寒武统

该统包括碱厂组、馒头组和毛庄组。碱厂组岩性为灰色、暗灰色沥青灰岩、条带状灰岩、竹叶状灰岩及页岩和长石石英砂岩，厚度为 50 m；馒头组岩性为紫色页岩、灰色薄层灰岩夹竹叶状灰岩和中厚层灰岩，厚度为 51.5 m；毛庄组岩性为暗紫色云母质页岩、薄层鲕状灰岩和红色泥灰岩，厚度为 67.7 m。

(2) 中寒武统

该统包括徐庄组和张夏组。徐庄组由灰绿色页岩和鲕状灰岩组成，底部夹海绿石砂岩层，厚度为 50.8 m；张夏组岩性为灰色厚层灰岩和鲕状灰岩，厚 497.1 m。

(3) 上寒武统

该统包括崮山组、长山组和凤山组。崮山组岩性为灰绿色页岩、竹叶状灰岩夹薄层灰岩及结核状灰岩之薄层或透镜体，底部为紫色鲕粒灰岩，厚度 21.6 m；长山组由暗绿色、黄绿色页岩及竹叶状灰岩夹薄层灰岩及结核状灰岩组成，厚度 38.2 m；凤山组由灰色薄层灰岩，竹叶状灰岩夹厚层状灰岩及涡旋状灰岩组成，厚度 104.23 m。

1.2.5 奥陶系

本区奥陶系主要有下奥陶统和中奥陶统。

(1) 下奥陶统

该统自上而下依次是冶里组、亮甲山组和下马家沟组。冶里组由竹叶状灰岩夹薄层灰岩及黄绿色页岩和白云岩组成，厚度 215.6 m；亮甲山组由灰色中厚层含燧石结核灰岩、花纹状灰岩夹竹叶状灰岩组成，厚度 102 m；下马家沟组由灰色厚层灰岩、白云质灰岩夹燧石结核灰岩组成，厚度 267.5 m。

(2) 中奥陶统

该统只见到上马家沟组，岩性为灰色厚层灰岩、泥质花纹灰岩，夹薄层灰岩及白云质灰岩。

1.2.6 石炭系

石炭系主要有中石炭统（本溪组）和上石炭统（太原组）。本溪组下部岩性为紫色夹黄灰色页岩及铝土矿，中部为杂色砂质页岩、砂岩夹页岩及薄层煤，上部为砂质页岩、砂岩、灰岩夹页岩及铝土页岩，厚 148.7 m；太原组下部为砂岩，上部为页岩、砂岩，含主要煤层及铝土页岩，厚 98.32 m。

1.2.7 二叠系

二叠系主要有下二叠统和上二叠统。下二叠统自下而上为山西组和下石盒子组，山西组由页岩、砂岩和煤层组成，厚 165.3 m；下石盒子组主要为砂岩、紫色、黄绿色页岩、粉砂岩夹砂岩，厚 206.4 m。上二叠统自下而上为上石盒子组和石千峰组，上石盒子组岩性自下而上依次为含砾砂岩、砂岩、杂色页岩、粉砂岩夹砂岩，厚 1110.1 m；石千峰组岩性为暗紫色砾岩、含砾砂岩夹粉砂岩及砂岩，厚 967.6 m。

1.2.8 三叠系

三叠系主要为林家组，下部为砾岩，上部为砂岩和页岩，厚度 161 m。

1.2.9 侏罗系

侏罗系主要为小东沟组和小岭组，小东沟组岩性为灰绿、灰紫色页岩、砂岩夹泥灰岩及砾岩，厚 169.96 ~ 218 m。

1.2.10 白垩系

白垩系主要为大峪组，下部岩性为紫色砾岩夹少许红色砂岩，上部为灰紫色砂岩、页岩，厚 1259.2 m。

1.3 区域构造

鞍本地区主要由铁岭—靖宇隆起的西南部，太子河凹陷的西端和营口—宽甸隆起的西北部组成。该地区又可进一步划分为辽阳向斜、本溪向斜、歪头山凸起、鞍山凸起、南芬凸起、连山关凸起等四级构造单元（图 1.4）（周世泰，1994）。而弓长岭铁矿在大地构造上就位于鞍山凸起中。鞍山凸起是一个近东西向，向南呈弧形凸出的四级构造单元，包括鞍山区和弓长岭区。这个凸起大部分是由太古宇鞍山群变质岩及混合岩构成的，鞍山凸起的西部被北东向的郯庐断裂所切割，断裂以西为下辽河凹陷（周世泰，1994）。

断裂构造是主要的控矿构造，区内断裂构造发育，特别是富铁矿体，往往赋存于断裂附近。对该区地质构造影响较大的断裂主要有 4 组：①北东向断裂，主要是郯庐断裂，郯庐断裂是我国东部的一条深大断裂，限定了鞍本地区的西部边界，其次还有张台子断裂、小屯断裂和大沿河断裂。②北东向断裂，该断裂与郯庐断裂有一定的关系，在鞍本地区比较发育，延伸长，规模大，主要有寒岭、偏岭和下马塘断裂，寒岭断裂由数条相互平行的断裂组成断裂带，使北台、贾家堡子一带和弓长岭矿区的鞍山群产生倒转；偏岭断裂平行于寒岭断裂，相距 10 km，该断裂在大台沟东西两侧的产状不同；下马塘断裂由多条断裂组成，南端为北北东向，北段走向北东，均向北西倾斜。③北西向断裂，主要是石桥子断裂，其次还有莽公坟断裂、三道岭断裂、九口峪断裂、东黄泥断裂和首山断裂。④东西向断裂，主要为太子河断裂，它是阴山—燕山挤压挠曲轴上发展起来的挤压挠曲张裂、断裂带，多断续出现。

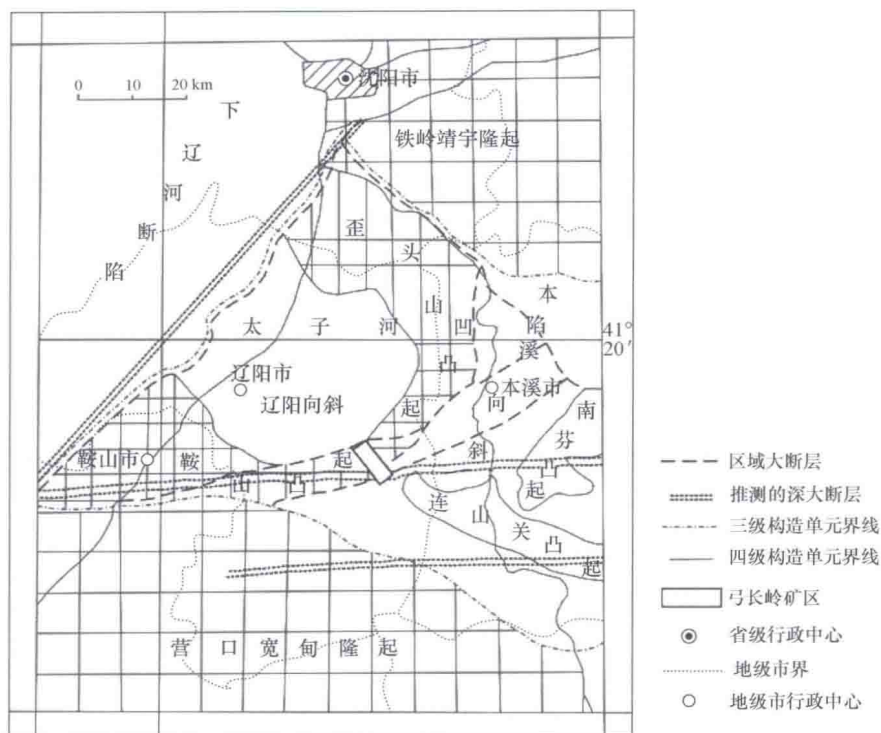


图 1.4 鞍山地区构造分区示意图
(据周世泰, 1994)

1.4 区域岩浆岩

鞍山地区太古宙岩浆岩主要是花岗杂岩, 主要有始太古代白家坟奥长花岗岩 (38.04 亿年)、古太古代陈台沟花岗岩 (33.06 亿年)、中太古代立山花岗岩 (31.42 亿年)、东鞍山花岗岩 (29.97 亿年)、铁架山花岗岩 (29.7 亿年)、弓长岭花岗岩 (31 亿年)、新太古代齐大山花岗岩 (伍家善等, 1998; 万渝生等, 1998)、麻峪花岗岩等, 它们构成鞍山地区花岗岩-绿岩带的一部分。万渝生等 (1998) 结合岩石的常量、微量和稀土元素特征, 认为立山奥长花岗岩和东鞍山片麻状花岗岩形成于地壳滞留时间不长的中酸性陆壳岩石的部分熔融, 前者很可能有玄武质物质的参与; 而铁架山片麻状花岗岩和弓长岭片麻状花岗岩则来自于成熟度很高的早期陆壳物质, 由此推断鞍山-本溪地区在中太古代以前陆壳基底就有了相当的规模, 并具有很长的地壳演化历史。

太古宙后岩浆岩出露很少, 主要有①陈台沟超基性岩、歪头山超基性岩、上堡-瓜沟超基性岩, 岩性主要是蛇纹岩、斜方辉橄蛇纹岩、透闪石岩等; ②主要分布在鞍山地区以南的麻屯、妈妈街一带的基性岩, 岩性为变辉长岩和变辉绿岩; ③南芬东部、鞍山北部和南部分布有中酸性岩浆岩, 有甬子山岩体、千山岩体、首山岩体, 岩性分别为黑云母花岗岩、中粗粒 (黑云) 花岗岩和 (斜长) 花岗斑岩, 其次在一些断裂内可见规模很小的岩脉发育, 部分岩脉穿插铁矿体, 但对矿床影响不大。

1.5 区域变质作用

鞍山群变质岩类型有磁铁石英岩、斜长角闪岩和各类片岩, 以及其他类型的岩石, 其原岩恢复见表 1.2。形成的变质矿物主要有石榴子石 (铁铝榴石和钙铁榴石)、角闪石 (普通角闪石、阳起石和镁铁闪石-铁闪石)、黑云母、十字石和堇青石、红柱石和矽线石、紫苏辉石和尖晶石等 (翟明国等, 1990)。在鞍山凸起东西鞍山-眼前山成矿带形成的变质矿物组合主要有绢云母+石英、绿泥