

万渝生 著

辽宁多长合铁岩系 的形成与演化

地质矿产部行业基金
国家自然科学基金
联合资助项目

北京科学技术出版社

辽宁弓长岭含铁岩系的形成与演化

地质矿产部地质行业基金 联合资助项目
国家自然科学基金

万渝生 著

北京科学技术出版社

(京)新登字 207 号

内 容 提 要

本书是地质矿产部地质行业基金和国家自然科学基金联合资助项目的研究成果。在野外地质工作基础上,重点从副矿物、岩石学、地球化学、年代学角度,对弓长岭矿区含铁岩系中斜长角闪岩、黑云变粒岩、石榴云母片岩、硅质岩等主要类型岩石及贫、富铁矿进行了研究,探讨了它们的成因方式、物质来源,分析了含铁岩系的形成过程、形成环境,并结合区域地质,对鞍本地区的地质发展阶段进行了划分,提出了可与国际上相对比的太古宙四分方案,本书在地质地球化学理论、方法方面的一些探讨具有普遍的意义,本书可供广大地质人员和科研人员、地质院校师生参考。

辽宁弓长岭含铁岩系的形成与演化

地质矿产部地质行业基金 联合资助项目
国家自然科学基金

万渝生 著

北京科学技术出版社出版

(北京西直门南大街 16 号)

邮政编码: 100035

宏远印刷社印刷

787×1092 毫米 16 开本 7.125 印张 160 千字
1993 年 4 月第一版 1993 年 4 月第一次印刷
印数 1-600 册

ISBN7-5304-1258·2/T·273

定价: 5.00 元

序

辽宁辽阳市弓长岭条带状贫铁矿和伴生的富铁矿是我国新太古代条带状铁矿典型产地之一，与鞍山地区同类铁矿合称鞍山式（型）铁矿而闻名于世。长期以来，一直受到我国地质工作者的重视，先后有许多专家学者在此进行过多学科不同侧面的研究，取得了许多丰硕的成果，将本区区域地质，矿区地质，岩石矿物和铁矿床研究提高到了一个较高的水平。尽管如此，仍遗留有一些重要的基础地质问题。例如①含铁岩系确切的同位素年代；②含铁岩系中主要岩类的原岩性质、物质来源及地球化学组成特征；③含铁岩系的基底性质和形成环境等还没有得到较好地解决，影响了该区含铁岩系形成演化的深入剖析。

近年以来，以程裕淇教授为首和变质岩研究室和同位素年龄室的部分同志一起，承担了国家自然科学基金项目“华北地台早前寒武纪地壳组成、地质演化和某些有关矿产地质背景”的研究，除重视面上的研究外，必须加强点上的深入解剖，认为鞍山地区无论从区域地质背景、铁矿床特征均具典型性，存在的问题也较清楚，深入研究弓长岭含铁岩系的形成与演化具有重要的理论意义和现实意义，因此选定该项目作为万渝生博士论文的研究目标，并作为前述项目的组成部分之一。在地矿部行业基金的资助下，万渝生同志经过三年（1989~1992）的野外细致观察和室内的深入对比分析研究，完成了博士生研究报告，经评审获得好评。现经修改整理，即将以专著形式正式出版。全书六章共16万余字，包括区域地质背景、含铁岩系的地质特征、岩石学和地球化学、同位素地质年代学、含铁岩系的形成与演化以及富铁矿的成因等诸多方面的内容；各部分内容充实，立论有据。研究的主要新进展可概括为以下几个方面：

①在新太古代的原称弓长岭花岗岩中发现了相当于中太古的片麻状花岗岩残

体，并以确切的同位素年龄数据，说明它在时代上与鞍山地区的铁架山花岗岩可以对比；在中部标志层的黑云变粒岩中测得碎屑锆石年龄为 $2.5\sim 2.7\text{Ga}$ ，这些为弓长岭含铁岩系时代和基底性质的确定，提供了重要资料；②肯定了中部标志层中的黑云变粒岩在未变质前是由中酸性火山岩经风化侵蚀再沉积而形成，它与石榴云母片岩的原岩属同一层位，但两者来自不同的物源区；③认为下部角闪质岩石段中的斜长角闪岩主要属玄武质沉凝灰岩和凝灰岩等，在纹层状的岩石中还发现了可能为火山成因的微球粒；上部含铁岩段中的斜长角闪岩主要为纯玄武质凝灰岩或熔岩；二者的岩石地球化学特征都存在明显差异；这些认识对研究铁矿的形成条件和沉积环境，均具有重要意义。④对富铁矿的成因提出了多成因的观点：细粒富矿是原生沉积成因的；主要的粗粒富矿是由细粒富矿经受热液作用改造而成，而部分粗粒富矿是经热液去硅作用而成。另外，对鞍本地区早前寒武纪地质阶段的划分和地质年代格架的建立，也作了有意义的新的探索。以上新进展的取得，反映了作者扎实的理论基础和强的室内外研究能力以及作者大胆求实的探索和创新精神。

本专著对我国太古宙含铁岩系和条带状铁矿地质背景及其演化特征进行了分析，并提出了重要结论，这是很有意义的。刊印后可供更广泛的交流与讨论，预期对推动和促进我国早前寒武纪地质和条带状铁矿的研究必将起到积极的作用，故我乐于为之介绍。

沈其东

1992.12.15.

目 录

序	
第一章 绪言	(1)
第二章 区域地质背景	(4)
第三章 含铁岩系的地质特征	(7)
第一节 二矿区地层层序	(8)
第二节 弓长岭地区含铁岩系的总体构造格架	(16)
第三节 变质变形及岩浆作用	(20)
第四章 岩石学和地球化学	(24)
第一节 斜长角闪岩	(24)
第二节 黑云变粒岩和石榴云母片岩	(40)
第三节 石英磁铁铁矿	(48)
第四节 含铁岩系中的其它类型岩石	(57)
第五节 花岗岩	(63)
第五章 同位素地质年代学	(66)
第一节 锆石特征及年龄测定	(66)
第二节 讨论	(71)
第六章 含铁岩系的形成与演化	(75)
第一节 盆地基底的形成	(75)
第二节 含铁岩系的形成	(78)
第三节 后期演化	(80)
第四节 含铁岩系形成的构造环境	(82)
附录一: 富矿成因	(85)
附录二: 报告所附二矿区地质剖面、野外照相、显微照片标本和分析样品位置图	(88)
参考文献	(89)
图版及图版说明	(99)
英文摘要	(103)

Formation and evolution of the iron-bearing rock series of the Gongchangling area, Liaoning province

Contents

Preface	
Chapter 1 Introduction	(1)
Chapter 2 Regional geological background	(4)
Chapter 3 Geological characteristics of the iron-bearing rock series	(7)
Section 1 Stratigraphic sequences of the Gongchangling No.2 Mine	(8)
Section 2 Structural style of the iron-bearing rock series in the Gongchangling area	(16)
Section 3 Metamorphism, deformation and magmatism	(20)
Chapter 4 Petrology and geochemistry	(24)
Section 1 Amphibolite	(24)
Section 2 Biotite leptyte and garnetiferous mica schist	(40)
Section 3 Quartz-magnetite low-grade ore	(48)
Section 4 Other kinds of rocks of the iron-bearing rock series	(57)
Section 5 Granites	(63)
Chapter 5 Isotopic geochronology	(66)
Section 1 Zircon characteristics and their age determination	(66)
Section 2 Discussion	(71)
Chapter 6 Formation and evolution of the iron-bearing rock series	(75)
Section 1 Formation of the sediment basement	(75)
Section 2 Formation of the iron-bearing rock series	(78)
Section 3 Late evolution	(80)
Section 4 Structural environment of the iron-bearing rock series	(82)
Appendix 1: origin of high-grade iron ore	(85)
Appendix 2: Location of the geological sections, field photos, samples of microphotos and chemical analysis reported in this book.	(88)
References	(89)
List of photos	(99)
Plates of photos	(101)
English abstract	(103)

第一章 绪 言

弓长岭位于辽宁鞍（山）一本（溪）地区，以产出鞍山式铁矿（条带状铁矿），特别是富铁矿而闻名。许多地质工作者在该区做过工作。其中，程裕淇等（1951）^①以了解矿区矿床基本地质和矿床特征为目的所进行的地质和矿产详查，为本区地质研究奠定了基础。以后进行的类似工作（李鸿业 1954^②；郑宝鼎 1956^③，1958；沈士清 1981^④），采用了钻探技术，又提供了许多实际资料。陈光远等（1983^⑤，1984）在本区工作期间，重点虽是成因矿物学，但对一部分矿区的地质也进行了较详细的研究。周世泰（1980，1987）、王守伦（1980，1986）、王联魁等（1984）、李曙光等（1982，1983，1989）、徐光荣等（1979）^⑥、翟明国等（1989，1990）及其他许多人对弓长岭铁矿从不同侧面也进行过研究，提出不少有益的观点和认识，取得了很大进展。尽管如此，仍有一些重要地质问题没有得到很好的解决，影响了对整个含铁岩系形成演化的深入认识。这些问题主要包括：①含铁岩系的形成时代；②含铁岩系中主要岩类的原岩性质、物质来源及地球化学组成特征；③含铁岩系的基底性质及形成环境，等等。

本项研究对上述问题的某些方面进行了较深入的剖析，以“解剖麻雀”的方法，大处着眼，小处着手，试图通过对具典型特征同时研究程度又较高的弓长岭含铁岩系的进一步研究，了解整个鞍本地区含铁岩系的形成环境及早期地质发展史。研究思路，强调了科学哲学思想的指导作用。一切从实际出发，根据实际资料，运用地质逻辑推理方法作具体的讨论，以说明本区固有的地质特征，不生搬硬套国外一些具体的地质理论（例如绿岩带、高级区理论）。注意了从时间演化、空间变化、物质组成等角度对含铁岩系的综合研究。它们反映了含铁岩系形成过程的不同方面，相互间既有联系又有区别。具体研究过程中，特别注意了以下几点：①本区研究程度较高，1：2000地质图和一系列地质剖面都已测制，所以野外工作强调了对重点地段的详细观察，地质界线附近的剖面测定和更大比例尺的地质填图。这对斜长角闪岩和黑云变粒岩原岩性质的确定起了重要作用，因为单凭岩石化学、地球化学特征有时难以分辨原岩类型。②弓长岭二矿区地层出露良好，研究程度较高，所以本次工作仍以二矿区为主要研究对象，同时兼顾岭东地区，并对区域上其它矿床和重点区段作了短期踏勘。③室内研究突出重点，对副矿物锆石、地球化学、年代学等薄弱方面作了较深入的研究，避免不必要的浪费。④为节约经费、提高实践能力，尽可能直

① 程裕淇等，1951，辽宁省鞍山市弓长岭铁矿地质。该报告在本书中多次引用，以下文中凡为“程裕淇等（1951）”者，即为引用该报告，不再给出脚注。

② 李鸿业，1954，弓长岭铁矿二矿区地质勘探工程总结报告书。

③ 郑宝鼎，1956，辽宁弓长岭铁矿二矿区1955年度地质勘探总结报告书，重工业部401队。

④ 沈士清等，1981，辽宁省辽阳县弓长岭铁矿二矿区第二期地质勘探报告（1976—1981），鞍钢404队。

⑤ 陈光远等，1983，弓长岭铁矿床的成因矿物学研究。

⑥ 徐光荣等，1979，弓长岭二矿区变质铁矿的成矿机理及成矿模式探讨。

接参与测试工作。

根据三年来的工作,在对大量实际资料综合分析的基础上,取得了如下主要成果和进展。

(1) 对十余个人工重砂样品的副矿物组合、特别是锆石进行了较深入的研究,为确定有关岩石的成因及相互联系和区别提供了有价值的信息。在含铁岩系下部角闪质岩石段中的纹层状斜长角闪岩里发现了微球粒,对其原岩性质的确定具有重要意义。

(2) 在片麻状花岗岩、混合岩化浅粒岩、石英岩、铬云母石英岩中分别测得 2.99Ga (岩浆锆石)、3.25~3.36Ga (碎屑锆石)、3.08~3.53Ga (碎屑锆石)、3.03~3.44Ga (碎屑锆石)等四组年龄数据。在黑云变粒岩(原岩由沉积方式形成,碎屑物质主要来源于中酸性火山岩)中测得 2.5~2.7Ga (碎屑锆石)的年龄数据。对研究本区地质发展演化提供了重要资料。

(3) 在中部标志层黑云变粒岩中发现了一系列沉积构造,其中包括石英磁铁贫矿和黑云变粒岩的薄层互层。对研究其沉积环境和铁矿的形成条件具有重要意义。证实黑云变粒岩和石榴云母片岩^①(均为含铁岩系的重要组成部分)位于同一层位,但来自不同的物源区。研究了两类岩石的地球化学组成特征。

(4) 分辨出两种类型的斜长角闪岩。它们分别分布于上部含铁岩段和下部的角闪质岩石段中。两者在原岩类型、地球化学特征等方面都存在明显差异。另外还分辨出少量的变基性侵入岩。

(5) 研究了石英磁铁贫矿和有关矿物的稀土及微量元素组成,获得一系列有意义的认识。提出分辨细粒富矿和粗粒富矿对研究富矿成因具重要意义的见解。认为细粒富矿主要为原生沉积成因,粗粒富矿主要是细粒富矿遭受热液作用改造的结果,部分由贫矿经热液去硅作用形成。

(6) 得出弓长岭含铁岩系经历过三期变质变形作用的认识。它们分别发生于 2.5Ga 花岗岩侵入之前、期间和之后。最高变质程度达低角闪岩相,晚期变质具退变质性质。含铁岩系现有空间产出形态主要由太古宙晚期区域构造背景及花岗岩浆侵入作用所决定,并受晚期浅层次断裂作用的破坏。

(7) 较系统分析了含铁岩系的形成过程,认为含铁岩系形成于弧后-边缘盆地环境,并很可能直接不整合于 2.99Ga 的片麻状花岗岩(它位于弓长岭地区,暂称为弓长岭片麻状花岗岩)之上。含铁岩系大致由两个火山沉积旋回组成。认为盆地的形成、含铁岩系的沉积、及形成后的主期变质变形和太古宙晚期花岗岩的侵入很可能是同期地质演化过程不同发展阶段的产物。

(8) 提出鞍本地区地质发展经历了三个主要阶段的认识: a. 含铁岩系沉积基底的形成阶段,基底具陆壳性质,有长期复杂的演化历史(3.8~2.75Ga); b. 含铁岩系的形成及太古宙晚期变质变形、岩浆侵入阶段(2.75~2.5Ga); c. 元古宙以来的后期演化阶段(2.5Ga 以后)。初步建立了鞍本地区的太古宙四分年代格架。

^① 石榴云母片岩,以前曾被称为石榴云母石英片岩。由于它在岩性上为云母片岩类,与硅质岩石段中的云母石英片岩有很大差异,根据程裕淇先生(1992)的意见,现改为石榴云母片岩。其岩石特征,请参阅有关章节。

需要说明的是，由于“含铁建造”一词的含义在文献使用中比较混乱，为避免这一点，本文使用了“含铁岩系”一词，它是指包括条带状铁矿在内的一套共生的岩石组合。另外，本文也未使用“磁铁石英岩”或与之类似的名词，因为从岩类学观点考虑，所指矿石不应归属石英岩类（程裕洪等，1988）^①。本文使用“石英磁铁（贫）矿”或与之类似的名词（程裕洪等，1988）^②。

该书是博士论文的内容。程裕洪、沈其韩先生给予了精心具体的指导，并对文稿进行了细致的修改。先生强调野外基础地质工作和地质科学思维方法的思想将使我终身受益。工作过程中，还得到伍家善、刘敦一、耿元生、屈丰亮、许亚光、宋彪、杨瑞英、鲁锦英、周世泰、刘利民、杨永彬、陈树林、唐运生、李曙光、徐光荣、翟明国及所内外其他许多同志的热心指导和帮助。出版过程中，得到了赵子然、吉成林同志的大力帮助。宋叔和、裴荣富、赵宗溥、李光岑、袁忠信先生评审了报告，提出宝贵意见。在此一并表示衷心的感谢。

本项研究得到地质矿产部行业基金（89035）和国家自然科学基金（4870151）资助。本书出版得到地质矿产部行业基金资助。深表谢意。

① 程裕洪、赵一鸣、林文蔚，1988，中国铁矿床。

② 程裕洪、赵一鸣、林文蔚，1988，中国铁矿床。

第二章 区域地质背景

据现有出露及地球物理资料, 鞍本地区太古宙地质体大致呈东西向分布, 总面积达 6000 余平方公里。其北部是由英云闪长岩-花岗闪长岩-黑云母花岗岩为主构成的晚太古(?) 卵形构造区, 南部则为早元古“辽吉裂陷”(张秋生, 1986)。其东西两侧被后期不同时代的地质体覆盖。

鞍本地区出露的太古宙地质体(图 2-1), 由约 30% 的含铁岩系和约 70% 的花岗质岩石组成。含铁岩系以规模不等的残片零星分布于花岗岩中, 常呈陡的倾角产出, 顺层延续可达较长距离(最大延深已知达 2000 余米, 尚未尖灭)。鞍山式铁矿即产于它们之中。在本区这些含铁岩系残片被统称为“上鞍山群”或“中、上鞍山群”。根据同位素年代学研究, 可以肯定它们大致形成于 2.7Ga 左右(乔广生等, 1990; 本文)。空间上, 含铁岩系地层的走向有较大变化。在鞍山地区, 主要为近东西向和北西向, 在歪头山-北台一带, 主要为南北向。总体大致构成一弧形带。由于古生代太子河凹陷的影响, 本区西北部被晚期地层覆盖, 但由铁矿引起的磁异常判断, 部分隐伏含铁岩系仍呈近南北向分布。

含铁岩系的岩石组合、变质变形、矿床特征等也存在一定的空间变化。其中以陆源碎屑岩为主, 变质变形相对较弱, 矿层层数少但“单层”厚度大的“樱桃园组”(图 2-1 中的 1) 分布于西南的鞍山地区; 以火山沉积岩为主, 变质变形相对较强, 矿层层数多但单层厚度小的“茨沟组”、“大峪沟组”(图 2-1 中的 3) 分布于东部-东北部的本溪、歪头山一带。弓长岭含铁岩系(图 2-1 中的 2) 大致位于其中间地带, 岩石组合也具有过渡性质。现有研究表明, 这些曾被认为分属上、下层位关系的不同岩段, 有可能是同时异地的沉积产物(也见朱永正等, 1983)。

在以往, 鞍本地区的花岗质岩石大都被划归为太古宙晚期的齐大山-弓长岭钾质花岗岩类(2.5Ga 左右)。近年来的研究表明, 实际情况要复杂得多。根据与含铁岩系的关系, 可把它们分为三种不同的类型: ①形成时代早于含铁岩系的花岗质岩石, 构成含铁岩系的沉积基底(第六章)。它们包括弓长岭地区的弓长岭片麻状花岗岩(2.99Ga, 第五章), 鞍山地区的白家坟岩体(3.8Ga, 刘敦一等, 1991)、铁架山岩体(2.86Ga, 钟富道, 1984)及其它岩体。②形成时代晚于含铁岩系的花岗质岩石。除 2.5Ga 的钾质花岗岩外, 还有相当部分其它类型的岩石。它们在化学组成和结构构造上与钾质花岗岩明显不同。其中包括歪头山地区的英云闪长岩(许亚光, 1989)①, 弓长岭地区的钠质花岗岩。它们侵入于含铁岩系, 又被钾质花岗岩侵入。所具清楚的面状构造大致同含铁岩系的叶理平行, 表明它们具同构造花岗岩的特征。③与含铁岩系年代关系还不清楚的花岗质岩石, 它们通常具有良好的片麻状构造, 部分岩石的化学组成明显不同于钾质花岗岩。它们形成于 2.5Ga 之前似无问题, 但无可靠的年龄数据, 与含铁岩系的关系也不清楚。图 2-1 中示意性地表示了它们的分布范围。

① 许亚光, 1989, 鞍本地区太古宙含铁建造的形成环境与演化。长春地质学院博士论文。

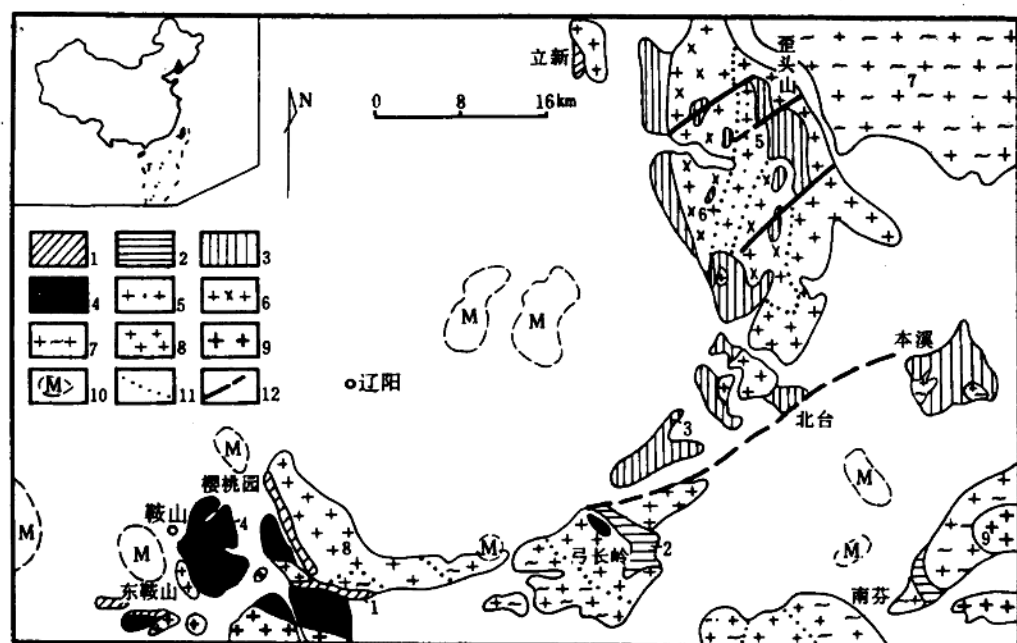


图 2-1 鞍山地区太古宙地质简图

(据伍家善等 1991①、许亚光 1989②、尹京柱 1990③, 略有增减和修改)

Fig 2-1 Archean geological sketch of the Anshan-Benxi area

(modified after J.S. Wu, 1991, Y.G. Xu, 1989, J.Z. Yin, 1990)

含铁岩系 (形成于 2.75~2.65Ga): 1.以陆源沉积岩为主的含铁岩系; 2.过渡性含铁岩系; 3.以基性-中酸性火山沉积岩为主的含铁岩系。花岗岩岩石: 4.为含铁岩系沉积基底的花岗质岩石, 包括 2.86~2.99Ga、3.3Ga、3.8Ga 等不同时代、不同类型的花岗质岩石, 未进一步划分; 5.歪头山地区英云闪长岩, 侵入于含铁岩系, 又被钾质花岗岩侵入, 具强变形特征, 推测形成于 2.65Ga 左右; 6.歪头山地区花岗闪长岩-黑云母花岗岩, 侵入于含铁岩系和英云闪长岩, 又被钾质花岗岩侵入, 具强变形特征, 推测形成于 2.65~2.5Ga 之间; 7.形成时代不明的花岗质岩石; 8.2.5Ga 的钾质花岗岩; 9.中生代花岗岩。其它: 10.铁矿体引起的航磁异常; 11.过渡或推测性质的地质界线; 12.断层或推测断层

关于本区区域构造背景, 徐光荣等 (1981) 提出含铁岩系是以辽阳为中心的太古宙绿岩带盆地东侧残余部分的认识。张秋生等 (1986) 认为本区是一特殊的太古宙边缘活动带, 在许多方面与其北部的卵型区不同 (杨振升等, 1988)。李曙光等 (1979)④、陈光远等 (1984) 在对弓长岭含铁岩系研究时, 提出含铁岩系形成于岛弧外缘的岛弧-海沟系的

① 伍家善等, 1991, 鞍山地区地质简图 (未刊)。

② 许亚光, 1989, 鞍山地区太古宙含铁建造的形成环境与演化。长春地质学院博士论文。

③ 尹京柱, 1990, 鞍山地区太古宙花岗岩岩石研究。长春地质学院硕士论文。

④ 李曙光等, 1979, 弓长岭型富磁铁矿矿床的成因、找矿标志及成矿预测, 中国科技大学地球化学专业本科研队。

认识。笔者认为,有关本区区域构造背景的研究,有三个方面的事实值得注意:①陆壳基底的存在;②含铁岩系的岩石组合及空间变化;③晚期花岗质岩石的大规模侵入。关于这一问题将在第六章作进一步讨论。

值得注意的是,若从更大范围看,鞍本地区含铁岩系正位于一巨型沉积-岩浆-构造带中。该带分布于吉林夹皮沟-鞍本-秦皇岛-泰山一线,由大量太古宙末期表壳岩系及其后侵入的不同类型花岗质岩石构成,总的时限大致为 2.75~2.5Ga,部分钾质花岗岩形成更晚(伍家善等,1991)。这种同时代表壳岩系及相关花岗质岩石呈带状分布的事实,在研究本区含铁岩系的形成演化时应给予充分重视。它表明,本区太古宙地质体现有的出露范围和方位可能并未完全反映其原有的空间分布形式,已受到包括“辽吉裂陷”形成在内的一系列后期地质作用的强烈改造。同时,对北部卵型构造区主体形成的确切时代及与本区的关系,也存在进一步研究之必要。

第三章 含铁岩系的地质特征

弓长岭铁矿床所属含铁岩系为“茨沟组”(程裕淇等, 1963)。整个铁矿床由位于花岗岩质岩石中的含铁岩系巨型残片构成。出露面积约7平方公里。根据区内一重要断层(偏岭断层), 该矿床被划分为二矿区和岭东矿区两个部分。后者还可进一步划分为一、三矿区, 老岭、独木矿区, 哑叭岭-八盘岭矿区(图3-1)。其中二矿区地层出露最好, 岩石组合、铁矿类型和规模都具典型特征。本章从二矿区地层层序入手, 探讨了弓长岭含铁岩系的总体构造格架。最后对本区变质变形期次进行了划分。

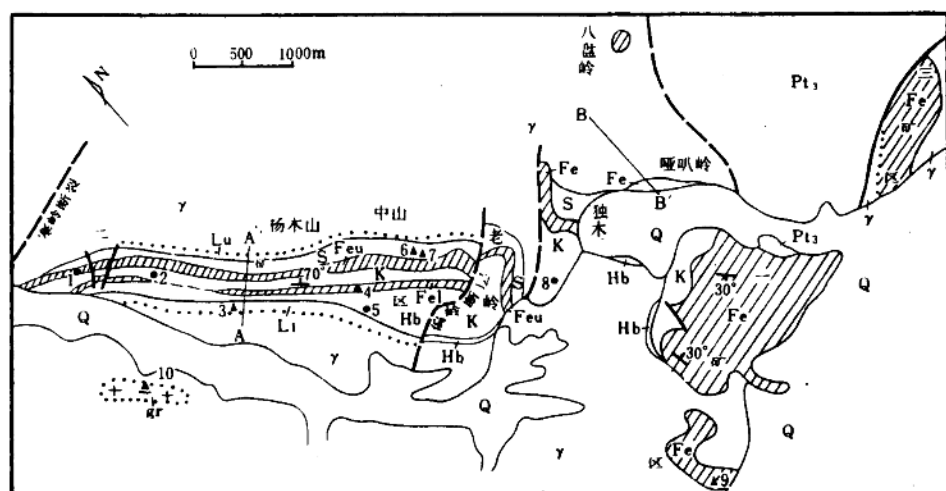


图 3-1 弓长岭地区地质简图 (据程裕淇等, 1951, 1988①; 陈光远等, 1984; 略有修改)

Fig 3-1 Geological sketch of the Gongchangling iron deposit
(modified after Y.Q. Cheng, 1951, 1988; G.Y. Chen, 1984)

太古宙晚期含铁岩系: (1) 二矿区: Lu-上部浅粒岩段; S-硅质岩石段; Feu-上部含铁岩段, 主要由三层铁矿和二层斜长角闪岩组成, 主要富矿产于其中第六铁矿层中; K-黑云变粒岩段 (中部标志层); Fe-下部含铁岩段, 主要由二层铁矿和二层片岩层组成; Hb-下部角闪质岩石段; L1-下部浅粒岩段。(2) 岭东矿区: Fe-上部含铁岩段、石榴云母片岩段 (中部标志层) 及下部含铁岩段未分, 但以上部含铁岩段为主; K-石榴云母片岩段 (中部标志层); S-硅质岩石段。其它: Pt3-晚元古代; Q-第四纪冲积层、浮土和山坡堆积物; Gr-2.99Ga 弓长岭片麻状花岗岩; γ -钾质花岗岩和钠质花岗岩未分, 以钾质花岗岩为主; 粗线和粗断线-断层和推测断层; 点线-过渡或推测性质的地质界线; A-A'-地质剖面; 园点-重砂采样点; 三角-重砂采样并有年龄测定。样品编号为: 1-G89-6-d; 2-G89-8-d; 3-G89-33-d; 4-G89-21-d; 5-G89-29'-d; 6-G89-23-d; 7-G89-ch; 8-G89-31-d; 9-G89-32-d; 10-G90-gr。二矿区中的横向断层未表示出

① 程裕淇、赵一鸣、林文蔚, 1988, 中国铁矿床。

第一节 二矿区地层层序

二矿区地层呈北西-南东向分布，总长 4800 余米，一般宽 500~800 米，以陡的倾角 (60~70°) 向北东深延于花岗岩中，钻孔控制 1000 余米仍未见尖灭 (见附录二)。地层两侧与花岗岩呈边缘混合岩化接触。该含铁岩系为单斜层已无疑义。关于其上、下层位关系，程裕洪等 (1951)、陈光远等 (1984) 认为从南西向北东是由老变新。本次工作进一步证实了这点。有如下证据：①黑云变粒岩及其它岩石中的粒级层等沉积构造指示的上、下关系与之一致。②整个弓长岭含铁岩系构成一宽广的复式背斜，它虽受到后期断裂作用影响。二矿区含铁岩系只是其北翼的一部分，一、三矿区大致构成其南翼。③二矿区含铁岩系西南的片麻状花岗岩 (2.99Ga) 大致位于复式背斜的核部，很可能是含铁岩系直接沉积的沉积基底。

这里仅对上述第 3 点作一说明。片麻状花岗岩锆石年龄测定为 2.99Ga，大于含铁岩系的形成年龄。片麻状花岗岩以大小不等的残余包体群分布在 2.5Ga 的钾质花岗岩中，见于二矿区西南团结桥、矿区招待所以西一带。包体出露面积虽然不大 (零星分布长近 1 公里，宽几百米)，但分布趋势清楚。不论是自身的片麻理方向，包体长轴方向，或是包体群体的分布方向都与二矿区含铁岩系的走向一致。它们与含铁岩系地层相距几百米。含铁岩系和残余包体的倾向差异较大，前者以陡的倾角向北东倾斜，后者的产状平缓，大致向南西倾斜。笔者认为，含铁岩系很可能原是直接不整合于片麻状花岗岩之上，只是由于后期花岗岩侵入而破坏了原有的接触关系。

早期的工作中，对二矿区地表已测制过多条地质剖面。本次工作对其中央区井下负 220 米水平主坑道剖面 (A-A') 进行了测制。现将剖面 (图 3-2，剖面位置见附录二的序号 1) 自南西向北东方向予以描述：

- | | |
|--|------|
| (1) 中粗粒粉红色钾质花岗岩，呈块状，局部有暗色条带 | 48m |
| (2) 混合岩化浅粒岩，灰色，中细粒，无斑晶，具弱的面状构造 | 4m |
| (3) 中粗粒粉红色钾质花岗岩，同 (1) | 48m |
| (4) 混合岩化浅粒岩，同 (2) | 4m |
| (5) 中粗粒粉红色钾质花岗岩，同 (1) | 47m |
| (6) 间层状强混合岩，由无面状构造的中粗粒粉红色花岗岩和具面状构造的灰色浅粒岩相间构成，条带宽几至几十厘米，局部达 1 米以上。见黑云母和绿泥石呈团块、条带、透镜状分布。总体上向内浅粒岩比例增大 | 49m |
| (7) 间层状弱混合岩，特征同前，但粉红色花岗质岩石比例更小，浅粒岩的面状构造更加清楚 | 55m |
| (8) 浅粒岩，具明显的面状构造，无粉红色花岗质岩石穿插，但局部见中细粒浅灰色花岗岩脉穿插 | 25m |
| (9) 中粗粒块状斜长角闪岩 | 3.5m |
| (10) 红色伟晶质花岗岩，在两侧同化混染块状斜长角闪岩 | 8m |
| (11) 中粗粒块状斜长角闪岩 | 26m |
| (12) 细粒纹层状斜长角闪岩 | 17m |

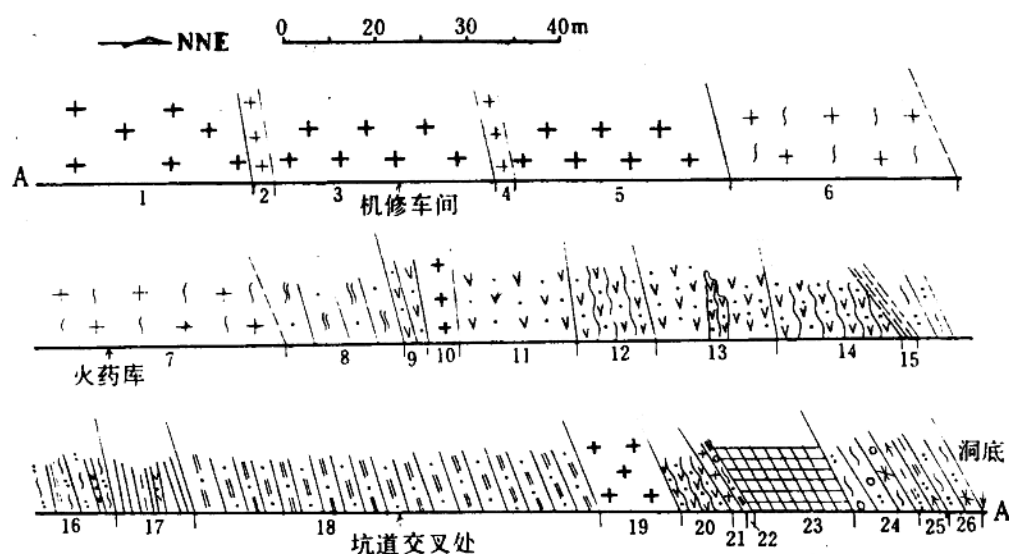


图 3-2 弓长岭二矿区中央区井下-220m 主坑道剖面图 (A-A', 剖面位置见附录二的序号 1)

Fig 3-2 Section along the main gallery at -220m level
in the central part of the Gongchangling No.2 Mine

- | | |
|---|-------|
| (13) 绿泥石化中粗粒块状斜长角闪岩, 局部为细粒纹层状斜长角闪岩 | 26m |
| (14) 细粒纹层状斜长角闪岩, 具清楚的面状构造 | 27m |
| (15) 断层带, 左侧岩性为斜长角闪岩 (3m), 从左向右, 岩石片理化增强, 右侧为绿泥石英片岩, 强片理化 | 10m |
| (16) 绿泥石英片岩, 其中夹有 0.8m 厚的镁铁闪石英磁铁贫矿和 0.5m 厚的细粒纹层状斜长角闪岩 | 20m |
| (17) 镁铁闪石英磁铁贫矿, 夹 0.3m 和 1.5m 宽的细粒纹层斜长角闪岩两层 | 16m |
| (18) 黑云变粒岩, 局部有绿泥石化 | 88.3m |
| (19) 粉红色伟晶质花岗岩, 两侧有混染 | 17.7m |
| (20) 层状细粒斜长角闪岩, 夹薄层镁铁闪石英磁铁贫矿 | 11m |
| (21) 强片理化粉红色伟晶质花岗岩 | 2m |
| (22) 强片理化石榴黑云母石英绿泥片岩 | 1.5m |
| (23) 中细粒磁铁富矿, 夹磁铁贫矿, 局部有绿泥石化, 石榴石化, 呈脉状穿插 | 22.5m |
| (24) 石英绿泥石榴岩和绿泥镁铁闪石榴岩, 呈块状, 局部有片理化 | 14m |
| (25) 灰白色绿泥石化直闪石榴二母石英片岩 | 7m |
| (26) 石英绿泥片岩, 到洞底剖面测制结束 | 7m |

该剖面与前人在二矿区测制的其它剖面大致相同。有几点说明: ①含铁岩系与花岗质岩石呈边缘混合岩化接触。在含铁岩系下部, 与浅粒岩呈边缘混合岩化的主要是钾质花岗岩。②下部角闪质岩石段与下部含铁岩段之间为断层接触, 断层带宽近十米, 具逆冲性

质。可以推测二矿区西北区部分地段下含铁岩段的缺失可能与此有关。③与地表相比，地下深处含铁岩系中有更多的花岗质岩石侵入，表明岩浆是大致随层由下而上侵入的。在花岗岩侵入过程中，含铁岩系地层就以较大倾角产出了。

表 3-1 所示含铁岩系层序，是在综合整理前人划分方案基础上又补充了一些新资料所提出的。但需说明几点：①各岩层中岩石类型并不单一，故用岩段、岩（矿）层来分别命名，以反映它们的岩石组合特征和各岩层的主要岩石类型。②含铁岩系下部的角闪质岩石（hornblendic rocks）段仍沿用了程裕淇等（1951）所使用的代号 Hb。③表中附列了沉积特征、锆石年龄测定、旋回性、沉积基底等新的资料，并将在文中其它段落进行讨论。现由下而上对各岩段岩石的野外特征作一简述。

1. 下部浅粒岩段 (Li)

主要由浅粒岩组成，局部地段夹有一到三层厚度不大的石英岩。石英岩已强烈重结晶，但由云母等片状矿物呈层连续分布仍反映了原有残余层理的特点。在二矿区的中央区及西北区抽风站一带，浅粒岩层有较多保留，最厚达 150 米以上。向东南岩层厚度有变薄趋势，很可能是受晚期花岗岩浆活动破坏的结果：对中央区-220m 主坑道剖面测制表明（图 3-2），浅粒岩与钾质花岗岩总体上呈间层状产出，具边缘混合岩化带特征。这与其岩石化学组成同花岗岩类相似密切相关。一般，越远离含铁岩系边部，进入钾质花岗岩中，浅粒岩受重结晶和交代作用越强，在花岗岩中残余得也越少。根据：①在边缘混合岩化较弱的含铁岩系一侧，浅粒岩的层状构造仍得以保留；②局部夹有厚薄不等的石英岩层；③薄片观察可见岩石具有稳定的三连点变晶结构等情况分析，笔者赞同程裕淇等（1951）陈光远等（1984）的看法，认为浅粒岩的原岩由沉积方式形成。

2. 角闪质岩石段 (Hb)

岩性有较大变化。组成岩类主要为斜长角闪岩，岩石中大多还含有不同数量的石英。另外还夹有透闪片岩、滑石片岩、角闪片岩、角闪变粒岩、黑云变粒岩及薄层大理岩（陈光远等，1984）和薄层石英磁铁贫矿（沈士清等，1981）^①。也见到一定数量的变基性浅成侵入岩（块状斜长角闪岩）。图 3-3 是二矿区东南区角闪质岩石段的地质简图（位置见附录二的序号 2），给出了该岩段中主要岩类的空间分布，并表明它们与岭东石榴云母片岩为断层关系。构成变质地层的斜长角闪岩结构构造较为复杂，通常具层状、纹层状、条带状构造^②（图版 I-1）。同一剖面中它们可呈互层变化（图 3-4、3-5）。图 3-4、3-5 分别为弓长岭二矿区西北区和东南区角闪质岩石段的地质剖面（剖面位置分别见附录二的序号 3 和 4）。两剖面基本特征十分类似，但东南区斜长角闪岩的非纹层状性质通常更为明

① 沈士清等，1981，辽宁省辽阳县弓长岭铁矿二矿区第二期地质勘探报告（1976-1981），鞍钢 404 队。

② 本文中关于斜长角闪岩结构构造的几个定义：块状斜长角闪岩：具块状性质，矿物分布不定向，成份均匀，粒度上有粗、细两类；层状斜长角闪岩：具厚层、中厚层状性质，矿物平行面理分布，但宏观上，成份均匀，无成份层；条带状（薄层状）斜长角闪岩：岩石呈薄层，由浅、暗色矿物互层分布反映出，单层厚一般一到几十厘米；纹层状斜长角闪岩：具纹层性质，也由浅、暗色矿物互层分布组成，条纹厚一般小于 0.5 厘米，可进一步分为连续条纹和不连续条纹两类。