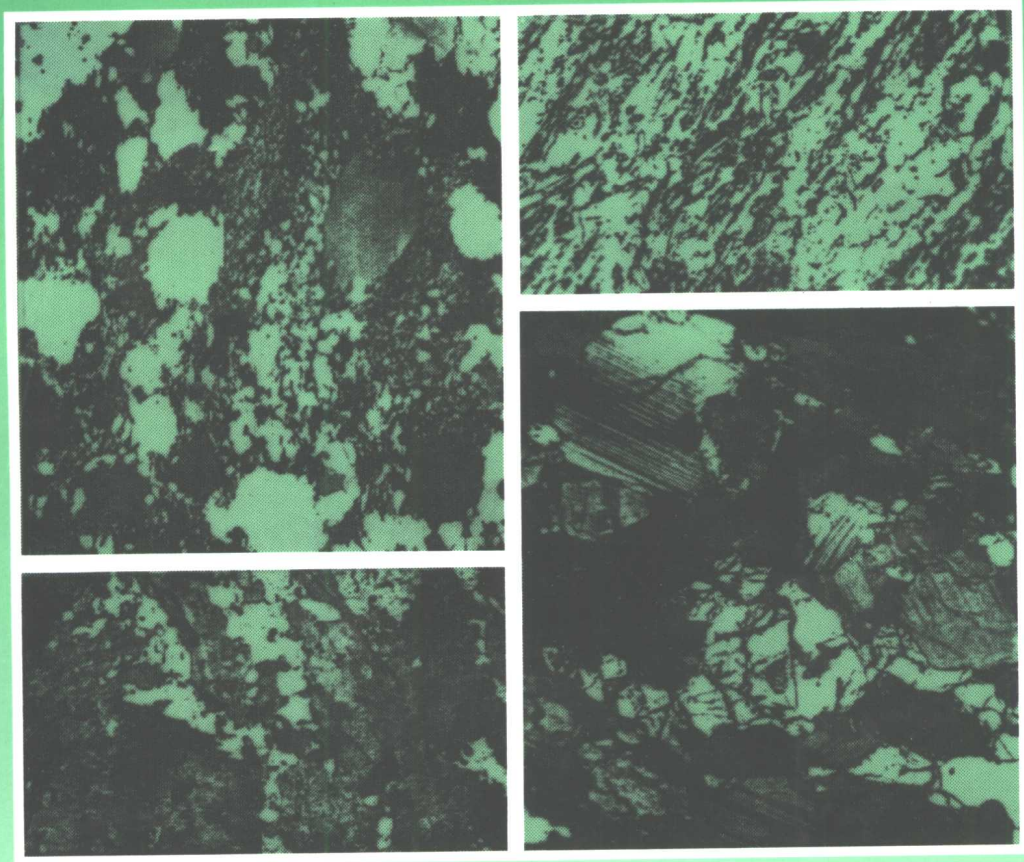


华北地台 早前寒武纪 地质研究 论文集

程裕淇 主编



地质出版社

华北地台早前寒武纪地质 研究论文集

程裕淇 主编

地质出版社
· 北 京 ·

4.4.13

图书在版编目 (CIP) 数据

华北地台早前寒武纪地质研究论文集/程裕淇主编.-北京:地质出版社,1998.3
ISBN 7-116-02528-6

I. 华… I. 程… II. 古地台-前寒武纪地质-华北地区-文集 IV.P534.1-53

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (98) 第 00550 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:郑长胜

责任校对:黄苏晔

*

北京印刷学院实习工厂印刷 新华书店总店科技发行所经销

开本:787×1092 1/16 印张:9.75 插页:3 字数:235000

1998 年 3 月北京第一版·1998 年 3 月北京第一次印刷

印数:1~600 册 定价:18.00 元

ISBN 7-116-02528-6

P·1869

(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)

前 言

“华北地台早前寒武纪地壳组成、地质演化及有关矿床的成矿地质背景”是国家自然科学基金委员会资助的一项基础地质研究项目(项目编号 4870151)。该项研究在项目负责人程裕淇主持下,于 1978 年开题,至 1992 年 3 月结题,历经 4 年。按项目研究计划,项目组的研究成员在广泛收集已有资料基础上,分别赴辽宁、山东、河北等地进行实地地质调查,对这些地区的早前寒武纪地质中的一些关键地质问题进行了较深入的研究。几年来,项目组成员在不同地区的野外、室内密切结合的研究工作中,均取得了较明显的进展。概括起来,有如下几个方面:

1. 在鞍山地区,发现和厘定了中国最古老的岩石,即鞍山市白家坟奥长花岗质糜棱岩(3.8Ga),填补了中国始太古代地质的空白;同时发现了陈台沟古太古代花岗岩和同时代的表壳岩,还将铁架山花岗岩杂岩“解体”,划分为三个(立山、东鞍山和铁架山)岩体,它们形成的时代为中太古代,约 3.0Ga;又提出了东鞍山铁矿区鞍山群条带状铁建造与下伏东鞍山花岗岩为沉积不整合的新认识,为正确划分华北地台中太古代与新太古代的时限提供了重要的地质及同位素年代学证据。鞍山地区太古宙地质研究的最新进展表明,在一个不大的范围内,保留了全太古宙时期,从始太古代、古太古代、中太古代至新太古代的全部地质记录,使我们能够从一个地区对太古宙地质进行系统的研究,对于深入解剖我国整个太古宙时期地壳的形成和演化过程具有重要的科学意义。

2. 对冀东地区早前寒武纪基性火山岩建造和花岗质深成岩进行了较深入的研究,基本查明了它们的岩石、地球化学特征及形成的先后次序。将冀东太古宙基性火山事件划分为四期。第一期以曹庄—黄柏峪一带的古太古代基性火山岩建造为代表,它们表现出以钙碱性玄武岩为主,并向大洋玄武岩演化的趋势。第二期为迁安水厂地区分布的中太古代基性火山岩建造,它们的稀土特征与太古宙 TH_1 型拉斑玄武岩相似。第三期以遵化地区的新太古代早期基性火山岩建造为代表,它们的稀土元素、微量元素变化较大,可能与晚期流体交代有关。第四期为新太古代晚期的滦县群中的基性火山岩和基性火山凝灰岩,它们的常量元素和稀土元素与大陆玄武岩特征相似。将冀东迁安地区太古宙花岗质深成岩划分为六期:第一期为古太古代的黄柏峪灰色片麻岩,它们与古太古代基性火山岩等组成本区最古老的地壳。第二期为中太古代岩席状花岗岩,主要分布在羊崖山一带,其锆石 U-Pb 年龄接近 3.0Ga。第三期为新太古代的羊崖山花岗岩,其锆石 U-Pb 年龄为 2728Ma。第四期为新太古代的曹庄红色花岗岩,它侵入于早期灰色片麻岩中,其锆石 U-Pb 年龄为 2.6Ga。第五期为以小岩株产出的紫苏花岗岩为代表,侵位时间为 2538~2517Ma。第六期花岗岩浆侵位事件发生在 2495~2454Ma,形成了迁安片麻岩穹隆及其边缘的花岗闪长岩和石英二长岩(黄柏峪一带)。多期次的基性火山作用和多期次的花岗岩浆侵位事件表明,冀东地区早前寒武纪岩系经历了长期复杂的演化历史。

3. 对华北地台早前寒武纪条带状铁英岩的地质特征和形成地质背景进行了系统总结。

华北地台早前寒武纪条带状铁英岩形成时代从 3.5Ga 一直延续至 2.3Ga, 并进一步划分为五个时代六个期次。其中以新太古代最为发育, 规模最大, 是华北地台早前寒武纪重要成铁期。按条带状铁建造的原岩组合和变质相矿物共生组合, 可划分为七个主要类型。就成因而言, 总体上都属于火山沉积变质类型, 部分更接近于沉积变质型。铁英岩在条带状铁建造中往往有多个层位, 它们的岩石组合和赋存部位大多具有旋回性和特定性。在火山沉积建造中, 铁英岩都产于火山喷发间隙期的沉积岩中。在以沉积岩为主的铁建造中, 铁英岩往往赋存于海侵沉积岩系的中—中上部。华北地台太古宙条带状铁建造主要形成于大陆边缘盆地或岛弧盆地环境。而古元古代和古元古—新太古代的过渡性质的铁建造主要形成于克拉通内断陷盆地或拗拉槽盆地。

4. 对华北克拉通早前寒武纪变玄武质岩石的主要元素 (601 件)、微量元素 (255 件) 及稀土元素 (320 件) 的统计分析结果表明, 其中新太古代的变玄武质岩石可大致划分为两大类, 一类为全铁量较高, 且富 K、Rb 等 LIL 元素, 总体上与大陆拉斑玄武岩成分类似, 具 LREE 富集的稀土模式。另一类为不活动、不相容元素间具有良好的线性关系、LIL 元素含量较高, 总体上与岛弧拉斑玄武岩成分相似, 具轻稀土微富集和 (或) 呈近平坦型稀土模式。两类岩石的空间分布明显不同。前者主要分布于华北和胶辽陆块的内部; 后者则主要分布于两个陆块的拼合带。根据华北地台早前寒武纪变质基性火山岩已有的 Nd 同位素资料和 Sm-Nd 模式年龄讨论了华北古老陆壳的主要生长时期。研究表明, 早前寒武纪变质基性火山岩的 $\epsilon_{Nd}(t)$ 随时间 (t) 有明显变化, 并都为较大的正值, 这些岩石应来源于亏损地幔源区。大约从 3000Ma 开始, 这些岩石的 $\epsilon_{Nd}(t)$ 值偏离了亏损地幔演化曲线, 随年龄减小, $\epsilon_{Nd}(t)$ 值依次降低。其主要原因是岩石形成过程中有陆壳物质的混染所致。据华北地台早前寒武纪变质岩的 Sm-Nd 模式年龄 t_{DM} 的统计结果, 其中 2500~3000Ma 的样品占 82.3%, 并出现两个年龄 (2700Ma 和 2900Ma) 峰值。因此认为, 2700Ma 左右和 2900Ma 左右是华北地台基底形成的两个高峰期。此外, 还测定了豫西熊耳山地区太华群变质岩的 Sm-Nd、Rb-Sr 年龄。太华群形成的主要时期为 $[2914 \pm 79 (\sigma)]$ Ma。它的 Sm-Nd 和 Rb-Sr 等时年龄 $[(2351 \pm 103) \text{ Ma}, (1539 \pm 46) \text{ Ma}]$ 分别代表受后期地质事件改造的年龄信息。

5. 根据作者的以往工作基础, 结合近几年来对鲁西泰山岩群雁翎关组的再调查, 对目前一些研究者将雁翎关组三分的做法提出了质疑。作者从雁翎关组剖面 10 大层的物质组成、原岩建造、火山喷发旋回特征, 以及剖面中第 6 层砾岩和含砾岩石的砾石成分、砾岩的空间分布和形成环境的分析和讨论, 再次论证后认为, 将雁翎关组划分为上、下两个亚组是比较合理的。同时, 还把雁翎关组中变质科马提质岩类, 区分为熔岩、凝灰岩、侵入岩和凝灰质碎屑岩等类别, 还对变质熔岩的产出特征、熔岩层内部成分、结构构造变化与熔岩层冷凝的具体条件的可能关系进行了对比讨论。这些认识对于深入解剖太古宙变质基性、超基性火山岩建造的形成过程具有典型意义。

6. 通过对山东沂水岩群中黑云二辉斜长片麻岩和紫苏花岗闪长岩的初步室内外综合研究, 作者发现, 这两种岩石在空间上相互过渡, 在矿物组成、主要化学成分及稀土、氧同位素组成和流体包裹体等方面都具有较明显的相似性, 而且两者形成的物化条件相近, 生成时间相同。因此, 作者认为该区紫苏花岗闪长岩是黑云二辉片麻岩的熔融产物。

以上这些成果, 经项目负责人程裕洪和伍家善汇编成本文集出版。另外, 本项目的成

果还包括项目组部分成员与澳大利亚国立大学同位素实验室合作对鞍山地区的同位素年代学研究成果。由于这部分成果已在国外有关刊物上发表,因此在论文汇集中未予收入,详细内容可参阅英文出版物《Remnants of ≥ 3800 Ma crust in the Chinese part of the Sino-Korean craton》(D. Y. Liu, Institute of Geology, Chinese Academy of Geological Sciences, Beijing, China; A. P. Nutman, W. Compston, Research School of Earth Sciences, Australian National University, Canberra A. C. T., Australia; J. S. Wu, Q. H. Shen, Institute of Geology, Chinese Academy of Geological Sciences, Beijing, China)。

由于本文集的论文均系各位作者执笔完成,因此不同作者在涉及华北全区一些地质问题时,均代表不同作者的观点和认识,各人的认识也不尽一致。比如华北太古宙时代划分,既有四分,也有三分之说;某些岩群的时代归属差异较大。这些问题,本着百家争鸣的原则,供同行们参考和讨论。

本论文集中难免有些疏漏和错误之处,敬请参阅者批评指正。

程裕淇 伍家善

目 录

前言	程裕洪、伍家善
华北地台早前寒武纪条带状铁英岩地质特征和形成的地质背景	沈其韩 (1)
关于山东新泰雁翎关地区新太古代雁翎关组的两个地质问题	程裕洪、徐惠芬 (31)
华北克拉通早前寒武纪玄武质岩石的地球化学特征	万渝生、耿元生、伍家善 (39)
鞍山太古宙花岗岩杂岩	伍家善、刘敦一、耿元生、宋彪、厉子龙 (60)
鞍山群铁建造与东鞍山花岗岩沉积不整合的厘定	伍家善、耿元生、刘敦一、厉子龙、宋彪 (83)
冀东地区早前寒武纪基性火山事件及早前寒武纪的演化	耿元生 (92)
冀东迁安地区太古宙花岗质深成岩浆事件及其演化	耿元生 (105)
河南省西部熊耳山地区太古宙太华群变质岩的 Sm-Nd, Rb-Sr 年龄及其地质 意义	张宗清、黎世美 (123)
从华北古陆早前寒武纪变质岩的 Sn-Nd 同位素特征论其地壳的主要生长时期	张宗清 (133)
山东沂水太古宙黑云二辉斜长片麻岩和紫苏花岗闪长岩的岩石学特征及其成 因关系	徐惠芬、程裕洪 (137)
图版说明及图版	(147)

华北地台早前寒武纪条带状铁英岩 地质特征和形成的地质背景

沈 其 韩

前 言

本文主要研究华北地台条带状铁建造和铁英岩（以氧化物相为主）的时空分布、层位对比和类型，铁英岩的一般地质特征和成矿的区域地质背景。在论述之前，简要地讨论一下铁建造和铁英岩等名词问题。

以往，我国地质工作者将前寒武纪条带状铁矿统称为鞍山式铁矿。近年来，许多学者在有关文章中^①[10, 11, 13, 15, 16, 18, 23~26, 29, 30, 32, 34, 37, 42, 43]应用铁建造、含铁建造或硅铁建造作为地质建造名称，而采用磁铁石英岩作为铁矿石（贫铁矿）名称。作者认为，铁建造在地质历史时期具有特定的沉积环境和特定的岩性地层单位，应该赋予地层含义，故同意作为地质建造名称使用。因为这种建造的组成岩石普遍具有条带状，应统一称为条带状铁建造，含铁建造、硅铁建造和铁硅建造，可不再应用。我们不赞同许多欧美学者惯常使用的概念，即用铁建造一词代表前寒武纪沉积成因的含铁可达15%的条带状硅铁质岩石，因为地层、建造和岩石不分，容易产生许多不必要的混淆。

条带状贫铁矿，既是一种具有重要经济意义的特殊矿石，又是一种具有一定的矿物组成和化学成分十分相近的岩石，因而在岩类学上也是一种重要岩类。如何正确对其命名，也是一个需要研究的问题。国内学者大都引用首先使用于南非，后来印度和原苏联等也加以应用的“磁铁（赤铁）石英岩”这一名称。但从岩类学的角度讲，这很不合理。它并不是一般所称的石英岩，二者不能混淆。不久前，程裕淇等曾提出过修正意见：建议改用硅质贫铁矿或石英磁铁贫矿、铁闪磁铁贫矿来命名；也可考虑用“铁英岩”一词。作者认为，这一修正意见是有积极意义的。作为矿山开采和利用的矿石，根据其特征矿物可分别称为石英磁铁贫矿、铁闪磁铁贫矿，它比较直观，容易掌握，可继续推广使用。此种矿石已被公认为在未变质前是一种化学沉积岩。硅质部分原来是碧玉或燧石，经变质重结晶而主要成为细粒石英；铁质部分主要变为磁铁矿或赤铁矿等铁矿矿物，有的与部分硅质组成铁镁硅酸盐矿物，或与碳酸盐组成镁铁碳酸盐矿物，后者很少。岩石一般具条带至条纹状构造，总的岩性、结构构造和矿物组合均与一般石英岩有很大区别。故建议按岩类学命名原则，将这类变质岩石（也是矿石）统称为条带状铁英岩，这比用铁建造和磁铁（赤铁）石英岩作

① 程裕淇、赵一鸣、林文蔚，1988，中国铁矿床，打印报告。

为岩石名称更为合理,也符合我国的习惯。铁英岩的英文 itabirite, 原属起源于巴西的地方性名称, 目前在南美、西非以及原苏联的部分地区已得到广泛使用。少数岩石(矿石)变质很浅, 含有较多碧玉和/或燧石者, 可分别命名为碧玉铁质岩(jaspilite)和铁燧岩(taconite)。前者在美国原指稍经变质又经风化淋滤形成富铁矿的碧玉铁质岩, 后者兼含石英磁铁贫矿。

条带状铁英岩中如含有透辉石、紫苏辉石、镁铁闪石等, 可在岩石名称之前加上这些矿物的减字附加词, 以示区别, 例如透辉铁英岩、紫苏铁英岩、二辉铁英岩等等。

关于早前寒武纪含铁岩系地层时代的划分, 本文基本上采用国际前寒武纪地层委员会建议的划分方案。但古元古代的上限与国际上的划分稍稍不同, 即将上限放在 18 亿年。太

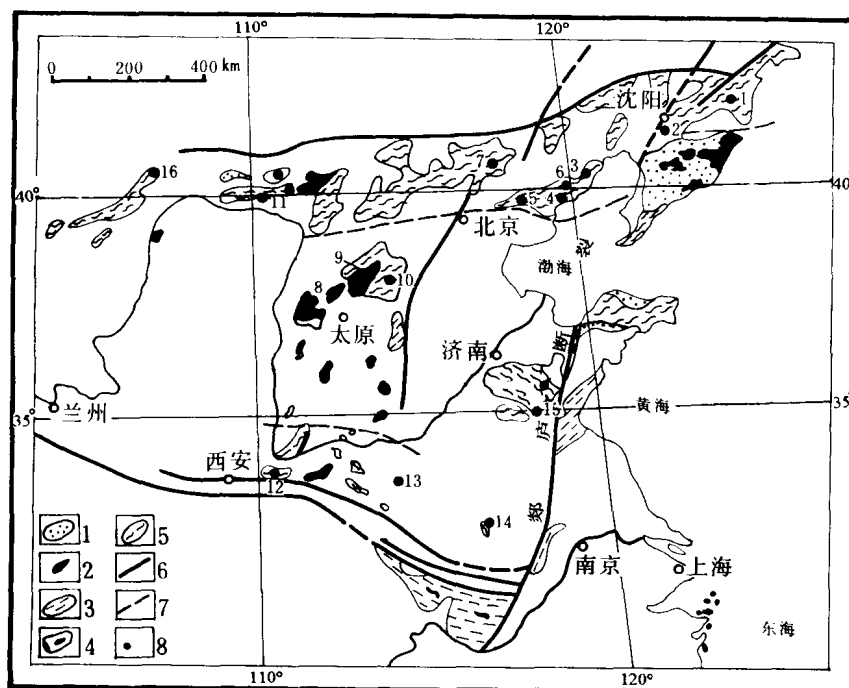


图 1 华北地台条带状铁矿集中区分布示意图

1—吉南地区(板石沟等铁矿); 2—辽宁鞍山地区(东西鞍山、齐大山—眼前山、张岭、庙儿沟、歪头山、大河沿、北台等铁矿); 3—辽西地区(宝国老、西北沟等铁矿); 4—河北迁安—滦县地区(水厂、孟家沟、蔡园、官店子、大杨庄、大石河、二马、大杏山、司家营、大贾庄、杜峪、马城等铁矿); 5—河北遵化—迁安地区(尤湾和石人沟铁矿); 6—河北青龙地区(柞栏杖子和前白枣等铁矿); 7—北京密云地区(沙厂、大槽等铁矿); 8—山西吕梁地区(袁家村、尖山、孤婆山铁矿); 9—山西五台地区(山羊坪、黑山庄、铺上、八塔、板峪等铁矿); 10—河北阜平地区; 11—内蒙古中部和中南部地区(三合明、壕赖沟、黑脑包等铁矿); 12—陕西小秦岭地区(太要铁矿); 13—河南鲁山—登封—许昌地区(铁山庙、铁山岭、经山寺等铁矿); 14—安徽霍丘地区(吴集、周集、老李庄等铁矿); 15—鲁中西部地区(韩旺、东平和苍峰铁矿等); 16—内蒙古阿拉善地区(迭布斯格铁矿等)。

(图中小黑点区为古元古界上部岩层分布区; 黑色区域为古元古界下部岩层分布区; 断线区为元古宇片岩区; 小波曲线区为太古宇分布区; 粗实线和断线表示实测和推测断裂; 小黑圆点为条带状铁英岩集中区, 阿拉伯字母代表集中区的编号)

古宇为四分：始太古代（36~32 亿年）、古太古代（32~28 亿年）、中太古代（32~28 亿年）和新太古代（28~25 亿年）。新太古代的上限暂定为 25.5 亿年。

华北著名的五台群（或超群）的时代，争论较大。本文将其暂列为古元古界与新太古界之间的过渡地层。

一、条带状铁建造和铁英岩的空间分布

华北早前寒武纪条带状铁建造和条带状铁英岩，在地理位置上主要分布于东经 105°~130°，北纬 34°~42° 的范围内。按地质位置，主要产于华北地台结晶基底内，其次产于华北地台结晶基底中的古元古代沉积盆地。在华北地台北缘的东西一线，地台东缘郯庐断裂以西以及地台南缘均有分布，按其矿床集中分布的特点，主要可分出 16 个集中区（图 1）。

图 1 主要表示了相对比较集中的早前寒武纪铁英岩矿床集中区，共有 16 个。其中，铁英岩矿床的大小和多少，相差都很大，一般至少有两个以上的铁矿床，大多数则有 3~4 个或 5~6 个大小不等的矿床，最多的可达十几个或 20 多个。它们与一定时代和一定的条带状铁建造密切相关。按规模而言，16 个集中区中以辽宁鞍山地区（1）铁矿的规模最大，河北迁滦地区（4）次之，山西五台（9）和吕梁地区（8）更次之。它们是我国目前和今后最

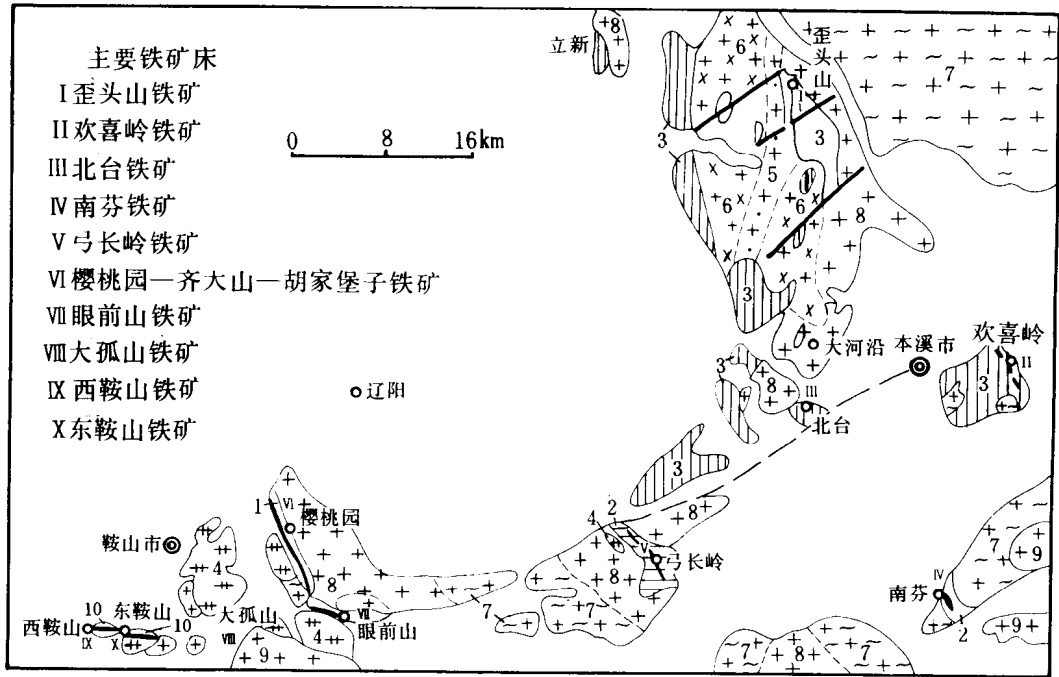


图 2 辽宁鞍山地区条带状铁英岩分布略图

（据周世泰 1986、万渝生 1992 等图件略加修改）

1—以陆源沉积物为主的含铁岩系；2—过渡型含铁岩系；3—以基性-中酸性火山沉积为主的含铁岩系；4—大于 2.8Ga 的花岗质杂岩体；5—英云闪长岩；6—花岗闪长岩-黑云母花岗岩；7—时代不明的花岗质岩石；8—形成于 2.5Ga 的钾质花岗岩；9—中生代花岗岩；10—新元古代石英岩（钓鱼台石英岩）

主要的以铁英岩为主的三大钢铁资源基地。

在每一个铁矿集中区，铁英岩矿床都成带分布。现以辽宁鞍本地区 and 河北迁滦地区为例，简要在图上予以说明（图 2 和图 3）。

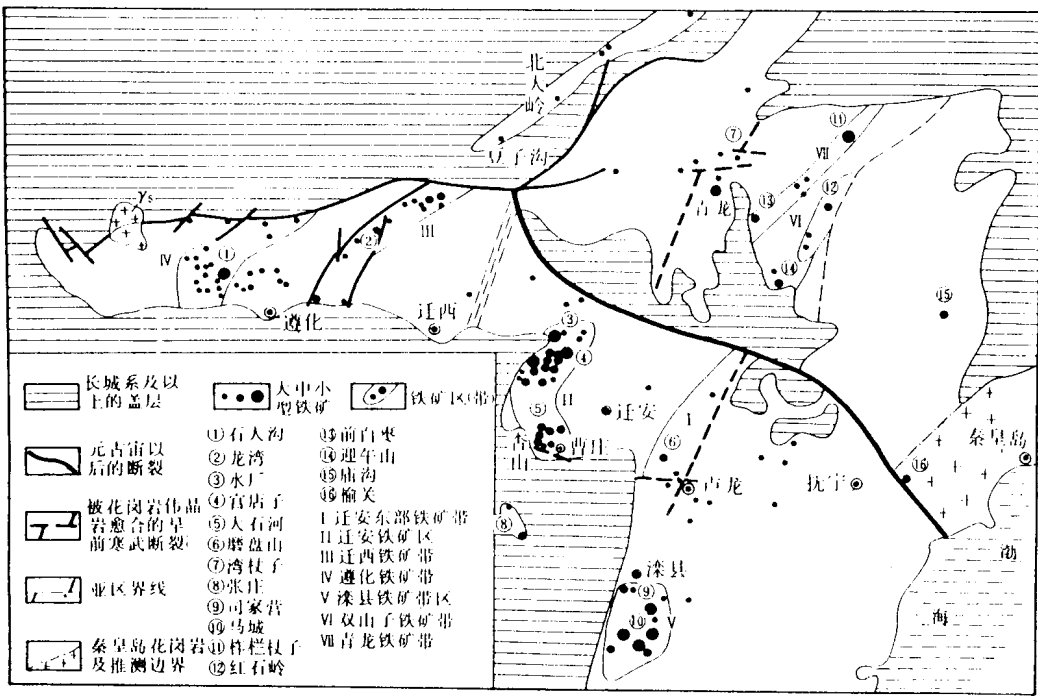


图 3 河北迁安—滦县地区和青龙地区条带状铁英岩分布略图

(据张贻侠 1986, 构造线个别有增减)

铁英岩矿床的成带分布，与原来沉积盆地的分布、后来的复杂褶皱断裂以及岩浆侵入作用有关，有的在同一个地区有多个不同时代形成的含铁建造并存。因此，其形成因素是十分复杂的。

条带状铁英岩，除辽宁鞍本弓长岭矿床伴生有一定的富铁矿外，其它地区铁矿床均以贫矿为主。它是我国主要铁矿类型之一，其储量约占我国铁矿总储量的 54%，占年开采矿石量的 64%（李春林，1992）。从世界范围来说，它也是最重要的铁矿类型之一，其储量占世界铁矿总储量的 60%。世界上主要生产铁矿石的国家，如原苏联、美国、加拿大、澳大利亚、巴西、印度、委内瑞拉和利比亚等主要也是开采这一类型的矿石，只是巴西和澳大利亚等国以富矿为主。

二、条带状铁建造和铁英岩的形成时代及世界对比

我国条带状铁建造的形成时代延续时间很长，为 3.5~0.6Ga。但主要的形成时代为 3.5~2.4Ga，2.4~1.8Ga 有少量分布。1.8~0.8Ga 缺乏条带状铁建造，0.8~0.6Ga（新元古界—震旦系）只在甘肃镜铁山、湖南和江西地区有所出露，但都不属华北地台范围。

我国华北地台早前寒武纪条带状铁建造的时代(3.5~2.3Ga),根据地质位置和同位素定年数据,可划分为四个大时代,一个过渡阶段,六个小阶段,详见表1。此外,有一些岩层,例如内蒙古的三合明群、山东的济宁群等的条带状铁建造尚无确切的同位素年龄资料,因而未列入表中,但在铁建造一节进行了对比。五台群和吕梁群可能相当古元古代和新太古代的过渡层位,理由详见第三节。

表1 我国早前寒武纪铁建造形成时代的划分

地质阶段	期次	同位素年龄范围/Ga	代表性岩群	代表性铁矿床	规模	变质作用类型
古元古代	VI	2.5~2.3	朱杖子群	青龙柞栏杖子和前白枣铁矿	大型、中型	绿片岩相至角闪岩相
	V	2.56~2.45	五台群、吕梁群	山羊坪、铺上、八塔、板峪、袁家村等铁矿	大型至小型	绿片岩相至角闪岩相
新太古代	IV	2.6~2.5	登封群 溱县群 太华岩群	铁山岭、经山寺、铁山庙等铁矿 司家营、大贾庄、马城、杜峪等铁矿 陕西太要铁矿	大、中、小型 大型为主 小型	
	III	2.8~2.7	鞍山岩群 霍丘岩群 泰山岩群	齐大山、眼前山、东西鞍山、弓长岭、歪头山、南芬、北台等铁矿 吴集、周集、老李庄等铁矿 韩旺、苍峰和东平铁矿	大型为主 大、中型 大、中、小型	绿片岩相至低角闪岩相
中太古代	I	<3.2~2.8	遵化岩群 迁安岩群	石人沟、龙湾铁矿 水厂、孟家沟、官店子、大杨庄、二马、大石河等铁矿	大、中型 大型为主	麻粒岩相
古太古代	I	≥3.5Ga	曹庄岩群	大杏山铁矿 黄柏峪铁矿	中型 矿点	高角闪岩相至麻粒岩相

以铁建造的形成时代和铁英岩矿石储量为坐标作图(图4),铁英岩最为发育的时代及其演变看得十分清楚。从图4可见,我国铁英岩矿床最发育、储量最多的是在新太古代,又可分为新太古代早期和晚期。其中,新太古早期是铁英岩矿床发育的全盛时期,其次为中太古代和新太古代晚期,铁建造发育,铁英岩矿床也有较多储量。古太古代铁英岩矿床规模比较小,只达到中型的规模。古元古代早期的铁英岩矿床分布不普遍,只在部分地区发育,也有一定储量,但比之太古宙就小得多了。

从世界范围看,Golddich(1977)按同位素年龄将条带状(含)铁建造(包括部分非条带状铁建造)分为四期:(1)老于3000Ma;(2)3000~2600Ma;(3)2600~1800Ma;(4)新于1800Ma。James(1983)将世界上条带状铁建造的产出时代分为四个年龄组(age grouping):中太古代(3.5~3.0Ga),晚太古代(2.9~2.6Ga),古元古代(2.5~1.9Ga)和晚元古代—早古生代(7.5~4.5Ga)。他还编制了随地质时间演化的铁英岩丰度变化图(图5),认为世界上铁英岩最发育的时期为2.5~2.0Ga的古元古代,其储量占整个条带状铁英岩(包括碧玉铁质岩)储量的90%〔A.M. Goodwin(1982)统计为92%〕。如加拿大拉布

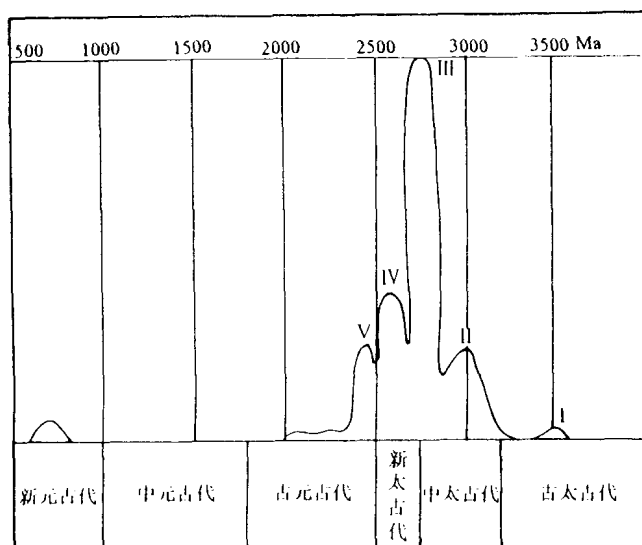


图 4 随地质时代而变化的铁英岩矿床丰度图

(纵坐标大致按储量百分含量, 单位为万吨, 有一定示意性; 古、中元古代分界定为 1.8Ga)

拉多地槽, 原苏联的克里沃洛格、伊尔库斯克磁异常区, 南非的 Transvaal—Griquatown, 巴西的米纳斯—吉拉斯 (Minas Gerais) 和西澳大利亚的哈默斯利 (Hamersley) 等巨大条带状铁矿都是这一时期的产物。其次为 3.5~3.0Ga 和 3.0~2.5Ga 的中、新太古代, 铁英岩也有少量产出 (占整个总储量的 6%, Goodwin, 1982)。我国铁英岩形成时代与世界相比, 最大的不同点是古元古代不发育, 而新太古代最为发育。就规模而言, 也比国外同类

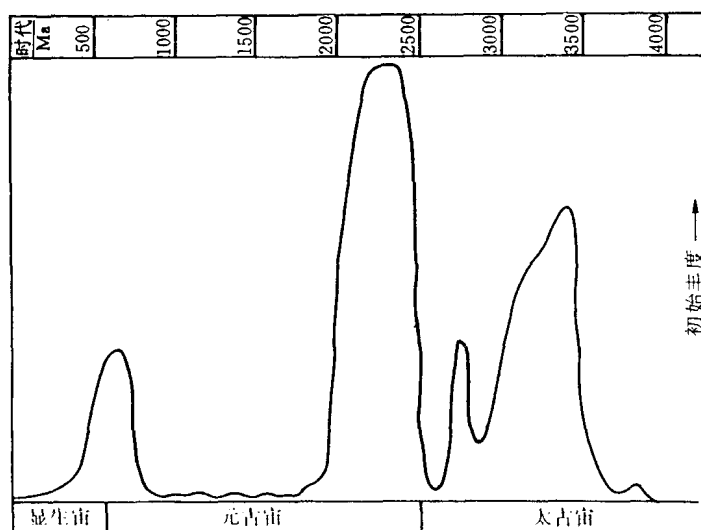


图 5 随地质时期而变化的世界铁建造丰度图

(垂直比例为近似对数, 而不是线性的, 从 $0 \sim 10^{-15}$)

矿床大为逊色。

Goddich 和 Goodwin 都未把大于 3.5Ga 的铁英岩建造单独进行划分,主要是储量不大。但研究其发生和发展仍有重要意义。目前,世界上已知最老铁建造和铁英岩为格陵兰的伊苏亚(Isua),其同位素年龄至少为 $3.76\text{Ga} \pm 0.07\text{Ga}$ (Pb-Pb 年龄)。这样老铁建造在世界范围内仅见此一处。乌克兰地盾 Konka—Belozerska 带的下 Konka 群中的铁建造(3.4Ga)大致可与我国 I 期的冀东曹庄岩群中铁建造相当。南非的 Swaziland 超群(3.2Ga)、印度的 Bihar—Orisa (3.025Ga)、乌克兰 Belozyrosky—Konsky (3.25Ga) 和南美委内瑞拉以及圭亚那的圭亚那地盾等的铁建造(3.2Ga),大致可与我国 II 期迁安岩群中铁建造相对比。南非的 Witswaters—Rand (2.72Ga)、澳大利亚伊尔岗地块(2.7Ga)、加拿大南部太古宙铁建造、西非塞拉利昂(2.97~2.75Ga, Beckinsale et al., 1980)、美国北明尼苏达 Vermilion 区(2.75~2.7Ga, Simes, 1976)等铁建造,大致可与我国 III 期条带状铁建造相对比。美国蒙大拿的北落基山的铁建造(2.65Ga),大致可与我国 IV 期条带状铁建造相当。国外古元古代铁建造十分发育,而我国则发育较差。

三、条带状铁建造的层位、岩石组合和建造类型

(一) 条带状铁建造的层位及其对比

按地层大时代的划分、岩层的上下相互关系以及同位素年龄,可将含铁建造的岩系划分为古太古代、中太古代、新太古代和古元古代,始太古代的层位目前尚未发现。现将我国华北地台各时代具含铁建造的岩群的区域对比列如表 2。表中以郯庐断裂为界,分为东西两区。

在表 2 中,五台群的时代归属争论较大,迄今未取得一致意见。归纳起来,有四种意见:一种将其归于新太古代,其底界同位素年龄推定为 2.8Ga;第二种意见将其归入古元古代,其底界年龄为 2.60~2.56Ga;第三种意见是将五台群的上亚群高凡亚群划为古元古代,而将其中、下亚群划归新太古代;第四种意见是将下亚群石嘴亚群归于新太古代,而将中亚岩群台怀亚群归于古元古代。据最近的研究,台怀亚群和石嘴亚群之间的不整合又予否定。石嘴亚群底部的同位素年龄迄未超过 2.6Ga,台怀亚群的同位素虽然用多种方法和多次测定,除个别有争议的岩石年龄稍大于 2.5Ga 外,迄今未获得大于 2.4Ga 的年龄。而两个亚群和铁建造又具有明显的旋回性,可能属过渡性地层,因而暂将其置于古元古代的下部和新太古代之间。

鞍山岩群,以往曾分为上亚群和下亚群。上亚群主要指鞍山地区赋存巨大铁建造的岩系,而下亚群则是辽北等地变质达麻粒岩相的石棚子组和景家沟组等。最近,伍家善等(详见本论文集)在鞍山市东鞍山采矿场发现鞍山群及其铁建造不整合于 2.9Ga 的铁架山花岗岩之上,说明鞍山群之下是硅铝质基底,所以将不整合于铁架山花岗岩之上的岩群(上亚群)称为鞍山群,无论从岩性和铁建造特征以及叠置关系看,都比较合理。原作为下亚群的有关岩组,应另行建立独立的地层单元。

表 2 所列冀东地区的曹庄岩群、迁安岩群和遵化岩群,以往统称为迁西群。通过近年来的研究,其岩石组合、同位素年龄都有所不同。它们之间常被韧性剪切带、断层和大片花岗质岩石所分隔,难以说明是上下叠置的统一地层,它们实际上代表不同的岩片或岩块。

表 2 华北地台及相邻地区含条带状铁建造的岩系及其区域对比

	郯 庐 断 裂 以 西										郯 庐 断 裂 以 东	
	太行五台· 吕梁地区	冀东地区	辽西地区	内蒙古 中部地区	宁夏阿拉善 地区	鲁中西部地 区	安徽霍丘地 区	河南登封许 昌地区	小秦岭地区	辽宁鞍山地 区	吉林南部地 区	
新元古代							张八岭群 上凤阳群	嵩山群	熊耳群			
中元古代	长城系	长城系	长城系	马家店群								
—1.8Ga—												
≈≈≈												
早元古代												
—2.4—	溥沱群			二道洼群	阿拉坦敖包 群	济宁群 (BIF)	下凤阳群 或肥东群	安沟群		辽河群 宽甸群		
—2.5—	五台群/吕梁 群 (BIF)	朱杖子群 双山子群 滦县群		三合明群 (BIF)	阿拉善群							
—2.6—				乌拉山岩 群 (BIF)		泰山岩群 (BIF)	霍丘群 (BIF)	登封群 (BIF)	太华群 (BIF)	鞍山岩群 (BIF)	夹皮沟岩 群 (BIF)	
—2.7—	阜平群 (BIF)	遵化岩群 (BIF)	建平群 (BIF)	集宁岩群 (BIF)	迭布斯克 岩群 (BIF)					石棚子组 (BIF)	龙岗岩群	
—2.8—		迁安岩群 (BIF)										
—2.9—												
—3.0—												
—3.1—												
—3.2—												
—3.3—												
—3.4—												
—3.5—		曹庄岩群 (BIF)										
—3.6—												

注:  具有大型铁矿;  一般中小型铁矿;  含条带状铁建造的岩系在括弧内注明 BIF。

因而根据近年来有关工作成果,并按 1990 年 1:500 万全国地质图说明书关于“岩群”的含义而分别命名,不再沿用迁西群名称。看来,三个岩群中条带状铁建造形成于不同时代,也不属于同一火山沉积旋回。

由于表 2 所列部分岩系缺乏上、下岩层的控制和可靠的同位素年龄,有关地层和铁建造的区域对比,必然具有推断性。

(二) 不同铁建造的变质岩石组合

铁建造的岩石组合受原岩建造和变质作用控制。不同的原岩建造岩石组合有所不同,同一原岩建造由于变质程度不同,其变质岩石组合也不会相同。现将我国早前寒武纪主要铁建造的变质岩石组合和原岩建造,按由新至老的顺序列如表 3。所列不同地区同一时代(如新太古代)中的各岩群的铁建造,其形成时代大致相当,在表中按地区分列,并不表示有上下叠置关系。

各地不同时代代表性条带状铁建造变质岩石组合的柱状图见图 6。

(三) 条带状铁建造的类型

前寒武纪铁建造,可以根据其成因类型或原岩建造作进一步划分。这方面国内外许多学者曾做过很多研究,并提出了自己的意见。国外学者中, Gross (1965) 和 Формазова (1971)^① 的分类最具代表性,应用也最广。

Gross 根据条带状铁建造的沉积环境以及沉积物源的不同,将条带状铁建造分为阿尔果马型(火山沉积型)和苏比利尔湖型(沉积型)两大类。分类简单明了,易于掌握和应用。但对两类型之间还有许多过渡类型的情况注意不够,对原岩建造未作统一划分。Формазова 根据铁建造的共生岩石的原岩类型,并结合典型地区及铁建造的某些典型结构,将世界上前寒武纪铁建造分为七个类型。该分类虽比较全面,充分考虑了不同原岩类型,但部分类型已超出了条带状铁建造的范畴,且类型的命名不够统一,原岩建造的区分也比较笼统。国内许多学者^[7,10,17~19,29,31,32,35,40]对单个地区的条带状铁建造进行了划分。李义等(1983)^[15]根据我国条带状铁建造的不同原岩建造组合划分了 7 个类型和 13 个亚类型,比较系统。沈保丰等(1986)^[24]以共生岩石组合和成因关系相结合的原则划分铁建造,即以能反映火山作用类型和沉积环境特点的岩石为基础,结合考虑成矿物源、成矿系列等因素,将中国早前寒武纪铁建造分为鞍山型、舞阳型、霍丘型、吕梁型、濠赖沟型和翁泉沟型等六种,类型清楚,具有典型性。但舞阳型和翁泉沟型已不属条带状铁建造范畴。一般用地名命名类型不便于国内外对比。

上述各家的铁建造分类,其共同的优点是基本上都考虑了原岩建造的区别和铁建造的典型特点;其主要不足之处是对基性-中酸性火山质岩石的原岩恢复,由于岩石学研究不够深入而不很确切,影响了原岩建造的合理划分,例如最为常见的黑云变粒岩,不能简单地称为中酸性火山岩或熔岩,它们极大部分的源岩来自中酸性火山岩经沉积方式生成的杂砂岩类,因其中有时还可见少量陆源碎屑物,变基性火山岩也不都是熔岩,也有不少是凝灰质岩石变质而成。因此,原岩建造划分的关键是原岩恢复的可信程度。

作者划分条带状铁建造的类型,仍采用前人的成因分类和原岩建造分类。实际上,两

① 译文《前寒武纪含铁建造类型》,刊于 1975 年中国地质科学院情报所编《国外前寒武纪含铁硅质建造富铁矿床地质特征和勘查方法》一书,10~22 页。



A—柱状图代表的地区和钦建造: 1—山西吕梁地区吕梁山群^[24], 2—山西五台地区五台群^[10, 18], 3—内蒙古三台明群^[17], 4—冀东迁安岩群(原称迁西群); 5—冀东滦县群^[19, 20], 6—辽宁弓长岭鞍山岩群^[2, 32], 7—辽宁鞍山地区鞍山岩群^[32], 8—安徽霍山霍丘群^[13], 9—河南登封群^[36]

B—柱状图中的花纹图例:1—粗粒长石石英岩;2—砾岩;3—细粒(长石)石英岩或浅粒岩;4—千枚岩(包括千枚状片岩);5—黑云变粒岩;6—二云变粒岩;7—黑云斜长片麻岩;8—斜长角闪岩;9—铁英岩(条带状铁矿);10—磁铁铁矿石英岩;11—磁铁铁矿;12—大理岩;13—二辉麻粒岩;14—钾长变粒岩;15—绢云石英岩;16—绿泥片岩;17—钾长片麻岩;18—黑云片岩;19—紫苏黑云斜长片麻岩;20—含石榴黑云变粒岩;21—混合岩;22—硅质岩;23—角闪黑云石英片岩;24—含砾石英岩;25—花岗岩质片麻岩;26—片麻状花岗岩