

我国部分铁矿床形成时代初析

冶金工业部地质研究所同位素地质室 刘宏英

从太古代到燕山期,我国均有规模较大的铁矿床形成。近年来,许多单位对不同类型的铁矿床进行了同位素地质年代学研究,并积累了一批同位素地质年龄数据。

本文以全国年龄数据汇编为基础^[1,2],参考一些兄弟单位的研究成果,对我国部分铁矿床的形成时代作初步归纳和分析。

矿床的形成往往是多期次、多阶段长期演化的结果,因此一般不能用单时间的观点来讨论矿床的形成时代。本文企图通过分析已有的年龄数据和地质资料,确定矿床形成过程中经历的主要地质事件发生的时间范围,并查明其主要成矿时代。限于目前的实验技术和研究水平,文中的许多认识可能是片面的、甚至是错误的,有待于今后不断修正。

文中引用的数据除注明者外,均按目前全国统一采用的常数进行了换算^[2]。

一 前寒武纪铁硅建造铁矿

通常认为这是早期地壳泛火山喷发沉积一变质形成的层状矿床,这里着重讨论含矿岩系的沉积时代。

(一)鞍本地区 含铁石英岩产于鞍山群变质岩系。辽东半岛鞍山群的年龄测定结果最早发表于1960年^[3]。后来有人把鞍山地区的岩浆活动和混合岩化分为五期,确定鞍山群和辽河群的变质时期分别为2400和1900百万年。鞍山地区含有铁矿捕虏体的混合岩及与其接触的富矿围岩,K—Ar年龄测定为2400百万年,说明鞍山群的沉积时间应大于2400百万年^[4]。原桂林所在清源地区鞍山群花岗质混合岩中测得2819百万年的黑云母K—Ar年龄^[1],从红透山矿主坑道内方铅矿脉中获得普通铅法年龄为2770百万年*,这是迄今搜集到的鞍山群的两个最大单个年龄值。

最近肖仲洋对鞍山群五个全岩铅同位素分析数据用Pb—Pb等时线法进行处理,得到 $3186^{+59.4}_{-62}$ 百万年的等时线年龄^[5]。他

认为这可能反映了鞍山群第一次区域变质或第一次混合岩化的时代,即控制了鞍山群沉积年龄的上限。如果在区域变质和混合岩化过程中保持了U—Pb封闭系统,且未发生铅同位素的分馏作用,则该年龄也可能代表了鞍山群的一个沉积年龄。前述2819百万年则可能反映了混合岩化后黑云母时钟最早启动的时间。

关于鞍本地区的富铁矿是原生沉积的还是后期区域变质和混合岩化作用阶段富集的,目前仍有争议。弓长岭矿是该区最大的富铁矿床,迄至1977年3月,共积累了41个K—Ar年龄数据和3个U—Pb年龄数据。中国科技大学对36个可利用的K—Ar年龄数据进行了Ar⁴⁰—K⁴⁰等时线处理,所得含铁变质岩系(包括富矿围岩)的等时线年龄(1660百万年)与邻近混合岩的等时线年龄(1700百万年)几乎相等。他们认为,在1700百万年前,弓长岭地区曾有一次规模巨大的地质热力事件,混合岩化、变质作用及富铁矿的形成都是这时发生的^[6]。最近的硫同位素研究结果也得出与此相同的结论。

(二)冀东地区 前寒武纪含铁岩系的变质程度一般比鞍山群深,但二者的原岩岩性近似,其共同特点是均无碳酸盐岩层出现。从该区现有年代学资料来看,其时代应与鞍山群大体相当。例如滦县片麻岩中的伟晶岩测到的最大年龄为2100百万年^[1],滦南县马城石英黑云母片麻岩的全岩K—Ar年龄高达2700百万年^[2],表明这里的铁矿

* 采样人,原桂林所施林道;测定单位,北京第三研究所

带的原始沉积时间应早于27亿年。迁安铁矿带的前寒武纪变质岩系划分为下部的上川组 and 上部的三屯营组, 上川组曾有2455和2770百万年两个年龄数据^[7]。1975年地科院地矿所和地质力学所测得遵化县王斧陵、接官厅、迁西县大海丁、郭家沟5个片麻岩的Rb—Sr全岩等时线年龄为3436百万年^[2,8], 从迁西东方峪马庄子黑云母斜长片麻岩测得的黑云母K—Ar年龄也高达3026百万年^[8], 首次报道了我国有大于30亿年的古老岩石存在。最近, 科学院地质所又从迁西太平寨上川组地层中测得3670百万年的Rb—Sr等时线年龄。以上资料表明, 冀东地区的古老变质岩系与鞍山地区一样, 也是在30亿年以前的太古代沉积的。铁质沉积后受后期变质作用的演化历史, 因积累的年龄数据还不多, 尚不能作系统讨论。

(三) 河南午阳地区 太古代地层在河南北—中部分别称为赞皇群、林山群、登封群及太华群。铁矿主要分布于鲁山—午阳一带, 向东一直延伸到安徽凤阳。含矿岩系主要为太华群, 次为登封群。采自鲁山县瓦屋街一带太华群上、下部的黑云母角闪斜长片麻岩的K—Ar年龄分别为1949和2169百万年^[2], 但这只能反映太华群最后一次变质作用的时间。从午阳县赵案庄的磁铁矿石和磷灰橄辉岩中采集的四个磷灰石样品, 其U—Pb年龄(均取 Pb^{207}/Pb^{208} 年龄)介于2230~2580百万年之间^[2], 这应是本区的一次重要矿化时代。太华群最早开始沉积的时代, 据北京第三研究所最近测到的Rb—Sr全岩等时线年龄为 2986 ± 181 百万年^[9], 与鞍山群大体相当, 层位可能在鞍山群之上。

综上所述, 上述三个地区的条带状铁矿均是在30亿年前后的太古代沉积的, 而在后期的变质作用和混合岩化阶段富化。国外与此相当的地层可能有阿尔丹地盾的因戈尔群和南部非洲的斯威士兰系, 其中均有条带状铁矿产出。我国虽然也有一些早元古代的条带状铁矿(如皖北霍丘一带), 但规模不如太古代铁矿, 这与美国、加拿大、巴西、澳大利亚、印度、苏联、南非等同类铁矿均不一样, 他们的产出时代以早元古代(18~25亿年)为主, 而我国则以太古代为主。今后

应该在继续注意寻找太古代铁矿的同时, 重视早元古代铁矿的研究工作, 很可能在云南、安徽、湖北、内蒙、山西等地早元古代地层中发现这类铁矿。

二 地槽型陆源—碳酸盐建造中的沉积变质铁矿

这是在地槽的浅海—滨海环境中, 与细碎屑岩、碳酸盐岩(有的有凝灰质岩夹层)相伴生而沉积的块状铁矿。这类铁矿常受浅变质, 多数受后期热液迭加而改造或富集。铁质来源可能与远火山喷发有关。

(一) 白云鄂博铁矿 矿体产于白云鄂博群, 其时代最初定为震旦纪, 后来又把它和元古代滹沱群相对比。贵阳地化所将白云鄂博矿区各地质事件的同位素年龄概括如表1^[10]。

白云鄂博矿区各地质事件的时代 表1

事 件	年 龄 (10^6 年)	测定方法及对象
白云鄂博群 S_0 岩组合铁—磷—希土的碳酸盐系的沉积	1520 ± 40	6个碳酸盐岩的Pb—Pb等时线年龄, 炭质岩石的U—Pb年龄, 同生独居石的 Pb^{208}/Th^{232} 和 Pb^{207}/Pb^{208} 年龄, 方铅矿的普通铅平均模式年龄, 白云岩和磁铁矿的普通铅模式年龄
中基性岩浆活动		
海西期花岗岩类的侵入及早期热液成矿作用(镁夕卡岩化)	285 ± 22	7个云母样品的 $Ar^{40}-K^{40}$ 等时线年龄
中期热液成矿作用(氟交代作用)		
晚期热液成矿作用(钠交代作用)和细脉矿化	287 ± 12	易解石的最大 Pb^{208}/Th^{232} 年龄

(注) 采用常数: $\lambda_{238} = 0.155125 \times 10^{-9} \text{年}^{-1}$, $\lambda_{235} = 0.98485 \times 10^{-9} \text{年}^{-1}$, $\lambda_{232} = 0.049475 \times 10^{-9} \text{年}^{-1}$, $U^{238}/U^{235} = 137.88$, $t_0 = 4570$ 百万年
 $a_0 = 9.307$, $b_0 = 10.294$, $c_0 = 29.476$
 U、Th原子量采用1969年国际原子量。

白云鄂博群从下到上共分 $S_1 \sim S_9$ 九层,其中 S_8 组的碳酸盐岩石和方铅矿的普通铅法年龄及铅同位素三阶段演化模式年龄均在1500百万年左右,代表了 S_8 组的沉积时间,可能相当于燕山地区的震旦系高于庄组。从而可将白云鄂博群的上限定为1400百万年,其下限可根据内蒙乌拉山地区侵入二道洼群及更老的地层、同时又未侵入到白云鄂博群中的伟晶岩的年龄来推断。伟晶岩中5个白云母的K—Ar年龄十分接近,平均值为1879百万年,一个黑希金矿U—Pb法四组年龄值的一致性也很好,平均为1843百万年(如采用 Pb^{206}/U^{238} 年龄为1900百万年)。所以白云鄂博群开始沉积的时间介于1700~1900百万年之间。目前普遍倾向于将其沉积时代定为1400~1800百万年,属早震旦纪。铁质沉积后,受后期花岗岩类侵入(285~237百万年)的热液迭加而变富。

(二)海南石录铁矿 矿体主要赋存于石录群第六层中。石录群由一套碎屑岩、泥质岩和碳酸盐岩石及其变质产物组成,初步

划分为七层,第六层与第七层之间有一个沉积间断面。长期以来,由于石录群中未发现化石,其时代归属问题一直未能解决。1975年,广东区测队在第七层中找到瘤笔石和蠕虫化石后,趋向认为属寒武—奥陶纪。1976年又在第七层找到较多古孢子化石及网格笔石、甲壳类、海百合茎、蠕虫化石等,科学院科研队认为第七层属早奥陶世,1~6层为中上寒武世,甚至可能属早奥陶世^[11]。1977年在第七层又发现了植物化石,证明属下石炭世岩关阶组。这样,1~6层的时代又不排除的是晚古生代的可能性。目前对第六层与第七层之间沉积间断期的长短甚至有无沉积间断期存在的认识尚不一致,故石录群的时代仍有不同说法。

鉴于石录群是一套浅变质的沉积岩石,同位素年代测定的理想对象不易取得因而难度较大。从目前得到的一批数据来看,它们分别集中在不同区间(表2)。对表中的数据,必须结合不同的测定方法和测定对象作具体的分析。

石录群同位素地质年龄资料

表2

采 样 地 区	测定对象	测 定 方 法	年 龄 (百 万 年)
140坑道第五层片岩 北一主矿体南翼边部透闪石石英片岩	全 岩	K—Ar	89
	全 岩	K—Ar	106
140坑道第五层片岩 CK654孔第六层片岩、透辉透闪岩及透辉透闪石化大理岩 CK654孔铁矿体及其上、下底板围岩	全 岩	Rb—Sr等时线	541.2±5.5
	全 岩	Rb—Sr等时线	587.6±2.3
	全 岩	Rb—Sr等时线	547.4±10.6
第4~7层砂岩* 377采面第六层石英岩**	锆 石	Pb—Pb等时线和一 致	1300±
	锆 石	一不一致曲线U—Pb	1042(Pb^{207}/Pb^{206} 年龄)

*据贵阳地化所(未发表); **据北京三所,其余为原桂林所测定^[12]

片岩的K—Ar年龄:由于片岩是中—浅区域变质的产物,又不断受到从印支期到燕山期岩浆热扰动,造成放射成因氩的部分丢失,故其年龄明显偏低,不具时代意义。

锆石的U—Pb年龄:用作测定的锆石多具有一定的滚元度,它是在成岩前由别处搬运来的,其年龄具有明显的继承性而大于石录群沉积年龄。

全岩Rb—Sr等时线年龄:三条等时线的线性关系都比较好,彼此十分接近,看来绝

非偶然。对石录群这样的中—浅变质岩石来说,变质作用并未使Rb、Sr重新均一化(岩石中仍保留着明显的沉积特征),其Rb—Sr全岩等时线年龄应当代表石录群沉积成岩的时间和铁矿石形成的时间,相当于中、下寒武世。

石录矿区南北两侧有大面积岩浆岩出露,其时代从印支期(201~210百万年)到燕山中—晚期(60~129百万年)都有。这后期岩浆活动对富铁矿的形成起何作用,值

得进一步研究。

三 优地槽海相火山岩一次火山岩建造铁矿

这里讨论只是明显地产于海相火山岩建造、变质程度不深、以海底火山作用为主要成矿作用的矿床。这类铁矿的形成不仅有火山作用，还有沉积作用和变质作用参与，有些还受不同来源的强烈热液交代作用，含矿岩系多已受到后期中一浅变质作用的改造，因此含矿岩系的年龄测定也是十分困难的。

我国比较重要的海相火山岩铁矿根据地层资料确定的成矿时代如下：三迭纪：加多岭铁矿；二迭纪：大勃龙铁矿；石炭一二迭纪：磁海（M1514）铁矿；石炭纪：黑鹰山、雅满苏、谢尔塔拉铁矿；志留纪：温都尔庙铁矿；寒武纪：镜泊式铁矿、镜铁山铁矿（有人定为震旦亚界）。元古代（早元古代）：大红山、拉拉厂铁矿等。

原桂林所曾对10个此类铁铜矿床作过K—Ar年龄测定^[13]，总的来说数据比较分散，并明显低于根据地质资料推断的矿床形成时代。但在每一具体矿区，K—Ar年龄的连续最大值通常集中于一定的区间，并与当地主要构造运动的年代颇接近。例如，康滇地轴的大红山、拉拉厂矿区的全部K—Ar年龄数据统计表明，年龄的连续最大值集中在800~900百万年，这与矿区所经历的晋宁运动的年代十分接近。又如分布于加里东地槽区的白银厂铜矿、青川铜矿、刘山岩铜矿、西裘铜矿的K—Ar年龄连续最大值为400~500百万年，分布于华力西地槽区的芦山铜矿、白乃庙铜矿的K—Ar年龄连续最大值为250~370百万年，均大体与该地区主要构造运动的年代吻合。在使用K—Ar年龄值时，不应忽视夹在含矿层中的火成岩脉的某些“特大”年龄值，如拉拉厂落垭地区侵入含矿层底部的钠长辉绿岩脉的年龄达1480百万年，它可能表明这个地区原岩沉积的时代上限。

四 中生代陆相火山岩铁矿

中生代陆相火山岩主要分布于我国东

部，多呈火山岩盆地出现，是燕山期岩浆活动的另一种重要表现形式。据现有资料，我国南方（包括山东）中生代陆相火山岩初步划分为三个火山岩带和65个火山岩盆地^[14]。中侏罗世末—早白垩世为中生代火山活动的高潮时期。近十多年来在宁芜、庐枞、繁昌、溧水、溧阳等继承式火山岩盆地中，已发现了多种火山岩型铁矿（或称为玢岩铁矿），其中宁芜、庐枞盆地内都发现大型矿床。此外，湖北大冶、广东丰顺、博罗、四川盐源等火山岩地区相继找到了一些铁矿床。

（一）宁芜地区 在该区辉长闪长玢岩—辉长闪长岩次火山岩体周围，有不同类型的矿化产出：如产于玢岩体中的陶村式铁矿和玢岩体顶部、边部的凹山式铁矿；产于火山沉积岩中的龙旗山式铁矿；产于玢岩与同期火山岩接触带上的梅山、梅子山、牛首山等接触交代—充填矿床；产于玢岩与中、下三迭统青龙灰岩及上三迭统黄马青砂页岩接触带上的凤凰山、其林山、钟九、和睦山、白象山等中高温气液交代—充填矿床以及与此类似的姑山式铁矿等。纵观本区51个K—Ar年龄数据，所有的火山岩、次火山岩及各类侵入体的年龄均小于127百万年，并可把本区的火山喷发划分为年龄值分别为90~106、110~116和120~127百万年的三个旋回。其中第一、二旋回为早白垩世，其间有以“姑山组”为代表的喷发间隙，第三旋回属晚白垩世。在第一期火山喷发的同时或稍后，伴随有安山质岩浆的超浅成侵入，形成大面积的次火山岩，是本区铁矿的成矿母岩。例如宁芜北段（梅山—吉山—凤凰山一带）辉石闪长玢岩的年龄（百万年）为123，矿化时期在117~119间；宁芜中段（马鞍山—龙王山地区）闪长玢岩于120前后侵入，矿化时间不应晚于105；宁芜南段（姑山—钟九—白象山）则不是一期成矿，其中钟九、白象山成矿较晚，为94~105，成矿母岩的侵入时间为120~125；姑山矿应在116之前成矿，与矿有关的闪长岩体也应大致在120~125前后侵入^[15]。

（二）庐枞地区 本区火山岩系自上而下为浮山组、双庙组和砖桥组。根据43个K

—Ar年龄数据分析,各火山岩组及主要侵入体的年龄值(百万年)为:浮山组108~114,双庙组115~125,砖桥组125~132;闪长岩体的侵入时代大致为125~134,相当于砖桥组喷发时期。正长岩体侵入时代为113~118,相当于双庙组喷发晚期和浮山组喷发早期。区内主要矿化类型是产于砖桥组粗安质火山岩系中的交代、充填铁矿(如罗河、大鲍庄铁矿),矿化时代大致为125~131百万年间,即在砖桥组火山喷发晚期成矿。另外还有火山沉积铁矿(如盘石岭铁矿),形成于砖桥组的中下部,约132百万年,与正长岩有关的铁矿化,在113百万年左右^[16]。

(三)鄂东地区 火山岩主要分布于黄石—大冶—灵乡一线西北部的断陷盆地,以金牛、保安、大冶一带出露较好。该区岩浆活动频繁,侵入与喷发多期多次相间出现。宜昌地矿所把本区火山岩系的时代划分为:下火山岩系(马架山组)144百万年,灵乡组138百万年,上火山岩系(大寺组)132~110百万年。前两组属晚侏罗世,大寺组属早白垩世。主要的铁矿化在灵乡组火山—沉积岩系中。

五 夕卡岩型铁矿

这类铁矿与中生代特别是燕山期的中性—酸性侵入岩建造密切相关,是我国目前探明富矿储量最多的类型。我国东部地区属环太平洋构造带,燕山期岩浆岩十分发育,夕卡岩型铁矿很多。

(一)华北地区 夕卡岩铁矿分布于冀南、晋南、晋东南、鲁中、豫北等地,统称邯邢式。与这类铁矿体有关的火成岩,为一套地台型建造中偏基性—中性—中偏酸性—碱性岩浆杂岩体,多与中奥陶统马家沟群钙镁碳酸盐岩接触交代成矿。该区岩浆杂岩体的形成时代及其与成矿的关系,文献^[18,19]中已有论述。北京三所测得矿山村角闪二长岩中锆石的U—Pb年龄为110百万年^[19],与原桂林所测定的二长岩K—Ar年龄(118~121百万年)接近。测定结果表明,本区岩浆杂岩体的年龄均在66~180百万年,属燕山期岩浆活动的产物。根据年龄数据和岩浆岩共

生系列的具体情况,可将本区岩浆活动划分为三期:①燕山早期(140~180百万年),岩石类型为偏基性的辉长岩—闪长岩、角闪闪长岩—闪长岩,如河北符山、山东济南、山西西安里等岩体,此期与闪长岩有关的矿化为第一期成矿作用,矿化规模为中小型;②燕山中期(110~140百万年)为中偏碱性的黑云母闪长岩—闪长岩、二长岩—闪长岩岩石类型,如邯邢地区的矿山村、武安、固镇,鲁中地区的铁铜沟、矿山、金岭,山西的塔儿山—二峰山及狐堰山地区的岩体等。与此类建造的闪长岩有关的矿化代表第二期成矿作用,是本区的主要成矿期。从矿山村、綦村及二峰山矿体接触带上采集的金云母和磁铁矿共获得六个K—Ar和一个Rb—Sr年龄,其值在100~136百万年,表明成矿期与成岩期大体一致,但成矿期略晚;③燕山晚期(66~110百万年),主要建造类型有闪长岩—石英闪长玢岩、钠质正长岩—霓辉正长岩,与闪长玢岩有关的铁矿化为第三期成矿作用,矿化规模也属中小型。

(二)徐淮地区 苏北、淮北一带的夕卡岩铁矿,过去认为是燕山期岩浆活动的产物,最近南京地矿所分析80个K—Ar年龄数据表明本区侵入岩时代并非仅限于燕山期,而是多期次多旋回活动,至少可划分出五个岩浆旋回:①辉绿岩类:706~723;②辉长岩类:436~443;③闪长岩类:372~417;④中酸性岩类:152~167;⑤酸性及酸偏碱性岩类:102~123百万年。

与侵入岩相伴随的矿化作用也是多期的,但形成工业矿床的成矿母岩主要有372~417百万年的闪长岩类(本区分布最广、铁矿化规模最大的一期岩浆活动)和102~123百万年的酸性及酸偏碱性岩类中的花岗岩、二长花岗岩(形成中小型富铁矿床)^[20]。

(三)鄂东南地区 位于下扬子凹陷的西端,淮阳山字形构造前弧西侧,属长江中下游铁铜多金属成矿带之西延部分。区内大致以黄石—大冶—灵乡一线为界,其北部为中生代火山断陷盆地,南部为殷祖—阳新相对隆起区。区内中酸性火成岩侵入体广泛出露,主要有鄂城、铁山、金山店、灵乡、阳

新、殷祖六大岩体和许多小岩体。侵入体与中下三迭统嘉陵江灰岩接触交代形成大冶式含铜铁矿床。其中南部隆起区的殷祖、阳新岩体以产铜为主，火山盆地内的金山店、鄂城、铁山岩体以产铁为主，而处于过渡地带的灵乡岩体、铜录山小岩体及铁山岩体东部则主要产出铁铜矿床。1975年湖北冶金地研所根据30个K—Ar和10个Rb—Sr年龄数据，首次把该区的岩浆活动划分为燕山早（150~180）、中（100~150）、晚（60~100）三期^[21]。最近宜昌地研所又补充了39个年龄数据，并对以往积累的86个数据的可靠性进行了细致的研究和取舍，在此基础上也把本区划分出三次岩浆活动和三次成矿作用^[17]：①中侏罗世（165±5），包括殷祖、阳新、灵乡、铁山四大岩体，其成矿时代大致在145~150百万年。②晚侏罗世（145±5），包括鄂城、金山店岩体及封山洞、铜山口、龙角山等小岩体。本期矿化的年龄大约在130~135百万年。此间，火山盆地内有下火山岩喷发沉积（马架山组，144百万年），末期有灵乡组安玄岩喷发（138百万年）。③早白垩世初期（130±5百万年），岩浆活动主要发育于火山盆地南部，可能以偏中性富碱岩浆侵入开始，形成王豹山、大阴山等岩体，而后又有偏酸性岩浆侵入（如程潮花岗斑岩）和中心式火山喷发活动。前者可能在135~132，后者可能在132~100百万年。矿化年龄可能为115~120百万年。

（四）闽西南—粤东地区 夕卡岩型铁矿以福建马坑、广东大顶两个矿床为代表，包括其他一些中小型矿床。过去认为是接触交代矿床，也有人认为是沉积（或火山沉积）—后期热液迭加再造矿床或沉积变质再造矿床、本区矿床的地质特征确与邯邢式和大冶式铁矿不同，看来是经过多次地质作用而形成的复杂成因矿床。目前本区的年龄资料还不多，只能作一泛讨论。

1. 马坑矿区：先后从莒州至新洞公路上的黑云母花岗岩中采集了两个黑云母样品，其K—Ar年龄分别为169和164百万年，表明莒州岩体属燕山中偏早期的产物。

2. 福建潘田矿区：长坑岩体黑云母钾长

花岗岩的黑云母K—Ar年龄为159百万年，而靠近矿体的黑云母花岗岩的黑云母为217百万年。野外观察判定后者应比前者先形成，但这两个数据相差这么大，是由实验误差引起，或两者是不同时期的产物，尚需进一步研究。

3. 福建阳山矿区：南京大学测得盖德岩体的K—Ar年龄为157百万年。

4. 大顶矿区 共搜集到石背岩体的4个K—Ar年龄数据，分别为201（黑云母）、269（黑云母）、165（黑云母）和247百万年（长石斑晶），其中后两个数据系同一样品^[1]。据区域地质资料，石背岩体应属燕山早期，而这几个数据虽然彼此之间比较分散，但上述数据总的趋向是早于燕山期，其原因尚不清楚。

（五）青海白石崖铁矿 矿区位于南祁连地向斜、东昆仑地槽与柴达木台块三个地质单元的交接处，属察汗乌苏上古生界凹陷。区域地质特点是在加里东褶皱基底上沉积了上古生界的沉积盖层，以后有剧烈的火山喷发和酸性及中酸性岩浆侵入活动，并伴随有接触交代—高温热液铁矿形成。赋矿地层为下石炭统灰岩、结晶灰岩及细粒碎屑岩。原桂林所共测得本区18个K—Ar年龄数据^[1]，结合岩性组合等特征，本区的岩浆活动及矿化过程大致如下：

（1）印支期为本区第一次岩浆活动，形成斜长花岗岩（218百万年）、第一期花岗闪长岩（213百万年）和正长花岗岩209及206百万年。这些侵入体规模小，未见与矿化有关；

（2）203~175百万年为喷出岩主要形成期，属三迭纪—侏罗纪火山岩。从年龄数据看，英安岩先形成（181~203百万年），酸性流纹岩稍后（175百万年）。这些火山岩超伏在沉积岩之上，为对成矿有利的盖层。

（3）燕山早期有花岗闪长岩侵入。白石崖岩体的侵入时代为174百万年，应与花岗闪长斑岩（四个年龄值分别为140、161、178、184，取最大年龄值为178~184百万年）同期同源，后者因属浅成相结晶较早而年龄值稍大。这是该铁矿的主要矿化期。

(4) 其后, 继续有小规模的喷发和侵入活动。

本区的岩浆活动具有多旋回的特点, 其成矿特征与陆相火山岩型铁矿有某些类似之处。

以上仅据火成岩体的侵入年龄讨论了夕卡岩型铁矿的形成时代。如果不考虑围岩的时代和岩性组合, 这样的讨论是不全面的。现将与上面讨论的夕卡岩型铁矿有关的

岩浆岩岩性、时代和赋矿围岩的岩性、时代列于表3, 以供对比。以年代学研究比较详细的华北地台东部地区来说, 成矿岩体是多种多样的, 岩性上中偏基性、中性、中酸性、碱性都可成矿, 时代上燕山早、中、晚期乃至海西期都有矿化, 虽然可以从中划分出主要的矿化期和主要的成矿岩体, 但赋矿围岩却毫无例外地都是中奥陶统马家沟群灰岩。如果更详细地划分, 矿化主要出现在马

夕卡岩型铁矿成矿岩体、赋矿围岩对照表

表3

地区、矿床	岩 浆 岩 矿 化 情 况		赋 矿 围 岩
	岩 性	时 代 (10 ⁶ 年)	
华北地区 邯邢式铁矿	中性岩类(闪长岩—二长岩)*; 中偏基性岩类(辉长岩—角闪 闪长岩—黑云母闪长岩—闪长 岩); 中酸性、碱性岩类(花岗岩— 花岗闪长岩—正长岩)。	燕山早期(140~180) 燕山中期(110~140)* 燕山晚期(66~110)	中—奥陶统马家沟群灰岩夹砾 状泥质灰岩及白云岩。
徐淮地区 铁矿	闪长岩类*; 花岗岩、二长花岗岩。	海西期(372~417)* 燕山中晚期(102~123)	同 上
宁芜地区 凤凰山式铁矿	中偏基性辉石闪长岩、辉石闪 长玢岩*; 中偏酸性辉石石英闪长岩、石 英闪长玢岩。	燕山中偏晚期(120~125)*	中、下三迭统青龙灰岩和上三 迭统黄马青砂页岩。
鄂东地区 大冶式铁矿	辉石闪长岩、角闪闪长岩、二 长岩; 花岗闪长岩、石英闪长岩*; 花岗岩。	燕山中期(145~150)* (130~135)* 燕山中晚期(115~120)	中、下三迭统嘉陵江灰岩。
闽西南马坑铁矿 粤东大顶铁矿	黑云母花岗岩类* 同 上*	燕山中—早期(150~170)* 印支期(?)*	中下石炭统林地组滨海相碎屑 岩类。 上三迭统小坪组滨海相碎屑岩类
青海都兰地区 白石崖铁矿	花岗闪长岩、花岗闪长斑岩* 黑云母花岗岩。	燕山早期(160~180)* 印支期(?)	下石炭统灰岩、结晶灰岩、砂 页岩。

* 主要矿化岩体和主要矿化期。

家沟群灰岩O₂⁻¹、O₂⁻¹和O₂⁻¹三个层位中。在长江中下游及闽西南—粤东等地, 这种矿化严格地受一定地层层位控制的现象也为普遍规律。相形之下, 岩浆岩的岩性、时代倒并没有严格的依赖关系。再考虑到这类矿床的其它特征, 如矿体往往呈层状、似层状或扁豆体、透镜体产出, 外接触带与围岩整合产出的矿体具有多层性, 有些矿体随围岩发生同步褶皱, 矿床常成带状(长江中下游、

闽—粤拗陷带)或片状(华北地区)成群出现, 以及矿石的结构、构造和矿物岩石组合上的沉积(或火山沉积)特征, 那么, 围岩对成矿的控制因素就更不容忽视了。由此我们认为, 与其说岩浆岩的“成矿专属性”, 毋宁说地层的“成矿专属性”更为恰当。很可能这类铁矿的铁质大部分来自围岩, 岩浆热液对铁质的富集成矿提供了极为重要的外部条件。只要有合适的围岩, 不管哪一种性

质的岩浆(中偏基性的、中性的、中酸性的、酸性的、碱性的)和哪一个时代的岩浆(燕山晚、中、早期的或印支、海西期的)都可使之富集成矿。矿体或夕卡岩中的金云母是在岩浆热液作用阶段形成的,用它测出的年龄实际反映的是矿体富集的时代,而不是原始铁质沉积的时代。

六 基性—超基性侵入岩建造中的钒钛磁铁矿

属晚期岩浆矿床,国外通称塔贝尔格型。产出时代从前寒武纪到第三纪都有,而以前寒武纪为主。我国四川、云南、广西、河北、

我国部分铁矿成矿时代简表

表 4

时代 矿床类型	中生代			古生代						前寒武纪	
	白垩纪	侏罗纪	三迭纪	二迭纪	石炭纪	泥盆纪	志留纪	奥陶纪	寒武纪	元古代	太古代
铁硅质建造											(1) (2) (3)
地槽沉积变质型									(4)	(5) (6) (7) (8)	
海相火山岩型			(9)	(10)	(11) (12) (13) (14)		(15)		(16) (17)	(18) (19)	
陆相火山岩型	(20) (21) (22)			(23)							
夕卡岩型	(24) (25) (26) (27) (28)		(29)			(30)					
钒钛磁铁矿型						(31)				(32)	
地台沉积型		(33) (34)		(35) (36)		(37)				(38) (39)	
地质年令(百万)	67	137	195	230	285	350	405	440	500	570	1800 2500 3500
构造旋回	燕山			印支		海西			加里东		

- ① 午阳; ② 鞍本; ③ 冀东; ④ 石录; ⑤ 白云鄂博; ⑥ 满银沟; ⑦ 鲁奎山; ⑧ 沪沽; ⑨ 加多岭; ⑩ 大勳龙; ⑪ 磁海; ⑫ 黑鹰山; ⑬ 雅满苏; ⑭ 谢尔塔拉; ⑮ 温都尔庙; ⑯ 镜泊式; ⑰ 镜铁山; ⑱ 大红山; ⑲ 拉拉厂; ⑳ 宁芜; ㉑ 庐枞; ㉒ 大冶; ㉓ 矿山梁子; ㉔ 鄂邢; ㉕ 大冶; ㉖ 闽南; ㉗ 都兰; ㉘ 大顶; ㉙ 徐淮; ㉚ 攀枝花; ㉛ 大庙; ㉜ 濠江式; ㉝ 庆福; ㉞ 黄梅; ㉟ 观音山; ㊱ 宁乡式; ㊲ 宣龙式; ㊳ 临江式

陕西等省均有产出,以川西和河北大庙一带的钒钛磁铁矿最著名。含矿基性岩体的形成时代可代表成矿时代。

(一) 川西地区 位于康滇地轴的中段。在漫长的地质发展历史中,多旋回的构造运动导致多旋回的深断裂活动,控制了各个时期的不同类型岩浆活动。成都地质学院近几年对这一地区作了详细的年代学研究^[22,23],初步把本区的基性、超基性岩浆活动划分为五期:

① 10~12 亿年,以会理河口岩体为代表,与铁矿化无关; ② 7~8 亿年,以会理通安岩体为代表,与铁矿化无关; ③ 3.5~4.5 亿年,包括攀枝花(356 百万年)、红格(420 百万年)、太和(352 百万年)、白马

(350 百万年)等几个大型的含矿岩体,是川西地区钒钛磁铁矿的主要矿化期。这几个岩体的 Ar⁴⁰-K⁴⁰ 等时线年龄为 369 百万年,应属海西期; ④ 2.3~2.6 亿年为玄武岩喷发期,形成会理马鞍山、李子树等玄武岩; ⑤ 1.2~1.4 亿年间还有一些脉岩侵入。

此外,本区还有可能发现 6 亿多年的另一期成矿作用。

(二) 河北大庙地区 年龄数据不多,据大庙—黑山—马营的斜长岩 K-Ar 年龄为 604 和 621 百万年^[24],属震旦纪。

七 地台碎屑建造中的沉积铁矿

这类铁矿年龄资料极少,但多数都可根

据地层古生物来确定其时代。为便于对我国各类铁矿的形成时代有一系统了解,现将我国主要的沉积铁矿的形成时代列举如下[25],

侏罗纪:四川綦江式铁矿;三迭纪:云南维西庆福菱铁矿;石炭一二迭纪:湖北黄梅菱铁矿;石炭纪:贵州观音山菱铁矿;泥盆纪:云南鱼子甸、陕西大西沟菱铁矿、南方宁乡式铁矿;震旦纪:河北宣龙式铁矿、吉林临江式铁矿等。

我国部分铁矿床的形成时代概括如表4。

八 结 语

本文以同位素地质年龄为主要依据,讨论了我国部分铁矿床的形成时代。不难看出,铁质的来源和演化与地壳运动的发展历史是紧密联系的。产于太古代和元古代铁硅质建造中的条带状铁矿之所以成为全球性的规模最大的铁矿类型,可能与早期地壳泛火山喷发从上地幔带出大量铁质有关。晚元古代(18亿年)以来,随着陆壳增厚、火山活动局部化,铁硅质建造逐渐趋于消亡,但随着地壳运动的发展和沉积条件的分异,铁质的来源多样化,出现了许多新的铁矿类型:一方面由海底火山喷发和基性、超基性岩浆沿着深大断裂侵入地表,继续从上地幔带出铁质,形成海相火山岩一次火山岩型铁矿和钒钛磁铁矿型铁矿;另一方面,地壳中的铁质经风化、水解、搬运,又形成新的再造矿床,如在地槽的浅海—滨海环境与细碎屑岩、碳酸盐岩相伴生形成沉积—变质铁矿,在褶皱硬化的地台基底上的沉积盖层中形成沉积铁矿等。以上铁矿都是主要从晚元古代起才出现的,传统的夕卡岩型铁矿部分铁质可能来自岩浆,但主要铁质是从围岩中来,成矿在晋宁运动以后,主要发育于燕山期和海西期。我国东部地区中生代(主要是燕山期)夕卡岩型铁矿和陆相火山岩型铁矿十分发育,可能与大洋板块对欧亚板块俯冲所产生的构造岩浆活动有关。

本文在撰写过程中,得到肖仲洋、陈民扬、许俊珍、李章大等同志帮助和指导,谨在此表示谢意。

参 考 文 献

- (1) 全国同位素地质年龄数据汇编小组:全国同位素地质年龄数据汇编(第一集),1975
- (2) 全国同位素地质年龄数据汇编小组:全国同位素地质年龄数据汇编(第二集),1977,地质出版社。
- (8) 屠加林诺夫、程裕琪、李璞等:关于中国岩石绝对年龄的讨论,1960,地质科学,第8期。
- (4) 中国科学院地质研究所绝对年龄实验室:辽东半岛岩石绝对年龄研究初步结果,1966,地质科学,第2期。
- (5) 肖仲洋:我国最古老的地层之一—早太古代鞍山群,1978,地质与勘探,第8期。
- (6) 中国科学技术大学地球化学专业:辽宁省弓长岭地区同位素地质年龄测定工作小结,1977,(阶段报告)。
- (7) 长春地质学院等:河北省迁安铁矿地质构造含矿岩系特征及成矿规律探讨,1975,(内部资料)。
- (8) 地质科学研究院地质矿产所、地质力学所同位素年龄组:河北迁西、遵化地区古老变质岩系年龄测定的初步结果,1975,(会议资料)。
- (9) 北京第三研究所四室等:河南北—中鄂太古代变质岩系的铷—锶全岩年龄测定,1978,(会议资料)。
- (10) 肖仲洋:白云鄂博群时代问题的讨论,1975,(会议资料)。
- (11) 中国科学院华南富铁矿队:海南石碌铁矿的形成时代成矿条件与成矿预测,1977,(阶段报告)。
- (12) 桂林冶金地质研究所同位素室:铷—锶法测定海南石碌铁矿的时代,1978,(会议资料)。
- (13) 桂林冶金地质研究所海相火山岩铁铜矿专题组:我国某些海相火山岩铁铜矿床成矿特征及找矿方向,1977,(内部资料)。
- (14) 桂林冶金地质研究所火山岩铁铜矿专题组:我国南方陆相火山岩区铁矿地质特征及找矿方向,1977,我国南方富铁矿资料汇编(二)。
- (15) 中国科学院地质研究所同位素地质室:宁芜火山岩地区同位素地质年代学的研究,1975,(会议资料)。
- (16) 中国科学院地质研究所同位素地质室:庐枞火山岩地区同位素地质年代学的初步研究,1977,(会议资料)。
- (17) 湖北省地质科学研究所第四研究室:鄂东南地区同位素地质年龄和稳定同位素初步研究,1978,(会议资料)。
- (18) 桂林冶金地质研究所同位素地质室:华北地区某些侵入体的钾—氩同位素地质年龄测定,1975,(会议资料)。
- (19) 华北地质研究所一室铁矿队岩石组:有关鄂那式侵入岩体同位素地质年龄的讨论,1977,华北地质科技情报第1期。
- (20) 华东地质科学研究所同位素地质实验室:徐淮地区侵入岩同位素年龄初步研究,1978,(会议资料)。
- (21) 中南冶金地质研究所:鄂东南主要侵入岩同位素地质年代的初步讨论,1975,(会议资料)。
- (22) 成都地质学院等:川西地区钒钛磁铁矿含矿母岩的时代,1975,铁铜矿产专辑第四集,地质出版社。
- (23) 成都地质学院:川西地区基性、超基性岩形成时代的研究,1978,(会议资料)。
- (24) 北京大学地质地理系地球化学专业:黑山铁伴生硫化物的硫同位素特征,1975,(会议资料)。
- (25) 桂林冶金地质研究所矿床室综合组:我国菱铁矿床的基本地质特征及成矿规律,1978,地质与勘探,第1期。