

鞍山式铁矿深部找矿整装勘查中应注意的若干问题

沈其韩

中国地质科学院地质研究所, 北京, 100037

我国把受变质火山-沉积铁矿床总称为鞍山式铁矿或条带状铁矿, 是各种类型铁矿中储量最大的一种, 我国已探明铁矿总储量约600多亿吨, 其中鞍山式铁矿约占铁矿总储量的48%, 不少已被开采利用。其控制深度大都在500 m以浅(约占88%), 500~800 m深度约占12%, 1000 m以下仅占不到1% (谢承祥等, 2009), 在其深部和周边都有矿床和矿带的延伸, 在不少铁矿区内和其外围以及覆盖区, 已发现规模不等的磁异常。近年来根据磁异常, 在辽宁本溪的桥头, 冀东的马城, 山东的济宁等不少地区找到了大型和超大型铁矿床, 说明深部找矿极有远景, 因此, 国土资源部已在辽宁鞍山地区、冀东地区、吕梁—五台地区、安徽霍邱地区、河南鞍山式铁矿区的外围等10多个地区, 部署为整装勘查区, 这是三五八找矿突破的重大决策, 前景很好。

本文拟就鞍山式铁矿整装勘查中, 在地质找矿的纯技术层面, 提出一些应注意的问题及解决途径供参考。

(1) 鞍山式铁矿的整装勘查, 要利用地质、地球物理等一切资料, 正确指导找矿: 鞍山式铁矿的整装勘查, 不少地区主要根据航磁和不同比例尺的地磁异常, 首先利用地球物理的理论和方法, 解释区分致矿磁异常和非矿异常, 推断磁性体的赋存部位和埋藏深度, 在这一过程中, 要尽可能采用或补充做一些其他地球物理方法如重力、电磁法以及最新的地球物理方法, 其次要充分利

用已有地质资料, 特别是区域地质和矿区已有的地质构造和已控制的铁矿体的分布特征加以细致的综合分析, 在深部钻探过程中, 如未见矿

体, 可采用三分量测井等多种地球物理方法追查矿体。随着新资料的不断积累, 不断加以修正, 以指导找矿的开展和前进。充分利用一切可利用的资料, 对解释和推论做到更加符合实际, 正确指导找矿。

(2) 重视和加强对勘查区内铁矿田、铁矿带和铁矿体的控矿构造的研究: 鞍山式铁矿是受变质的火山沉积矿床, 原来在沉积盆地沉积, 原始的构造比较简单, 变质作用无论深浅, 对铁矿体的形态影响不大, 而后期构造对矿体形态和分布的改造极大, 它控制了矿体的分布和延展、加厚、减薄、重叠甚至尖灭。所以千万不能忽视对控矿构造的研究, 首先应从区域构造入手, 由大到小, 从宏观到微观, 既要总结其统一性和共性, 又要注意其特殊性。以冀东地区为例, 冀东地区的迁安水厂-北山铁矿带和宫店子铁矿带以及滦县司家营-大贾庄铁矿带都是南北向平行的具复向斜褶皱的矿带, 它们都遭受过较强烈的东西向的复式褶皱, 使矿带成为南北向分布, 后来由于抬升剥蚀, 背斜部位基本被剥蚀殆尽, 现在保存下来的矿体基本上都位于褶皱的向斜部位, 所以不少同志提出“向斜找矿说”, 大多数情况下是正确的, 但也不尽然, 如该处抬升不高, 或背斜侧斜, 背斜部位未被剥蚀, 背斜轴部仍可能有矿体保存, 所以一定要用辩证的思维加以区别; 又如辽宁鞍山地区, 许多铁矿田组成一个弧形的向斜褶皱, 东北翼主要有樱桃园、齐大山、胡家庙子直到眼前山矿床, 组成复向斜的东北翼, 再从大砬子矿床经大孤山、黑石砬子矿床到东、西鞍山铁矿床组成其另一翼, 其顶部在大砬子矿床一带, 成为弧形褶皱的顶端, 其东北翼矿带的内侧有一

条平行的磁异常带,有可能为东北翼的复式褶皱的一部分,这些问题目前还尚未完全弄清楚。就单个矿床或矿体而言,更是复杂多样,如吕梁地区袁家村铁矿,早期勘探时认为是单斜构造,矿体连结都以单斜处理,之后查清楚了矿体已经强烈褶皱,矿体连结就大不一样了,冀东滦县司家营-大贾庄铁矿和冀东迁安水厂地区铁矿体也显示矿体褶皱的特点,矿体连结更是非常复杂。

(3)对铁矿整装勘查时要注意铁矿床中可能存在的富铁矿体:国外同类型的铁矿床中,除一部分为贫矿外,大都存在规模巨大的富铁矿体,而我国的鞍山式铁矿主要是贫铁矿,至目前为止,我国已证明不存在风化淋滤型铁矿床存在,热液型富铁矿普遍有所发现,但均不具规模,只有在辽宁弓长岭二矿区上含铁带有较大规模的富铁矿存在,一直在开采利用,最近又有新的发现,增加了 2000 多万吨储量,这种富矿受逆冲断层控制,并有明显的热液蚀变现象,如石榴子石化、镁铁闪石化和绿泥石化等,关于热液来源前人有混合岩化来源或变质来源之说,目前尚未统一。大家比较一致认为是热液富铁矿来自于贫铁矿的改造。另外也有一些原生富矿,与沉积时比较富集有关。钱祥麟等(1985)曾对冀东地区司家营-大贾庄铁矿床中 30 多个钻孔做过统计研究,发现有不少小型热液富铁矿体,矿体规模很小,总计储量只有 2~300 万吨,分布十分分散,不能单独开采。富铁矿的热液蚀变有绿泥石化、黑云母化、碳酸盐化等,受构造裂隙控制,热液可能来源是混合花岗岩。最近几年,地质工作者在冀东杏山发现了较大规模的原生富铁矿(据与首钢勘察院刘坤一通信),现在该地区正在开发中,因此,在整装勘查时仍要密切注意贫矿中热液富铁矿和原生富铁矿的存在,特别是已知铁矿的边缘和深部以及新的磁异常区应是寻找富铁矿的重点,要充分研究全部地质资料,凝练出找矿新思路,不要受旧有思路的束缚,地球物理方法是最重要的手段,不能仅仅限于

各种比例尺的磁性测量,要紧抓多种测量技术,例如重力、重磁法以及其他的最新方法,充分配套使用,合理解释加以钻探验证。地质上更要重视构造控制的有利部位,一旦有较大规模富铁矿的发现,将是一个重要的突破。

(4)在整装勘查中要正确判别铁矿床中的矿物相并加以区分:前人对鞍山式条带状铁矿的矿物相已有详细研究,并区分为氧化物相(磁铁矿/赤铁矿)+石英型、硅酸盐相+石英型(在磁铁矿/赤铁矿中有较多硅酸盐矿物出现,如镁铁闪石、阳起-透闪石、黑云母、石榴子石、绿泥石等一种或多种并存)、碳酸盐相+石英型(在磁铁矿中有较多碳酸盐矿物或由铁碳酸盐矿+石英组成)、硫化物相(磁铁矿/赤铁矿中有较多的硫化矿物如硫铁矿等),这些不同矿物相出现于贫铁矿体的不同位置,具有规律性分布的特点。对矿物相开展研究有两大意义,一是判断铁矿形成时的古地理环境,因为氧化物相形成于海水较浅部位,而硅酸盐相、碳酸盐相和硫化物相随海水逐步加深而沉积;第二,不同矿物相的铁矿与选矿密切相关,在计算铁矿储量时要尽量予以分别计算,如硅酸盐相中硅酸盐矿物含量比例过大对选矿不利,这些硅酸盐矿物在磁选时将进入尾矿,不能进入铁精矿,将提高选矿成本。碳酸盐相铁矿也不利于磁选。山西峨口铁矿勘探时,没有注意磁铁矿中伴生一定的碳酸盐矿物,磁选时这些矿物全部进入尾矿,大大增高了尾矿的含铁量,降低了选矿的铁矿回收率。我国山西袁家村铁矿,有的地段逐步变为菱铁矿,霍邱铁矿个别矿床也有这种情况,山西五台金岗库铁矿中有较多硫铁矿(李树勋等,1986),已成为硫铁矿单独开采。

(5)在整装勘查的全过程中,合理选取选矿试验样品并对岩矿样品深入观察和研究:在整装勘查的全过程中,对岩芯都要做系统测试分析和显微镜下矿物学、岩石学的观察研究,注意铁矿体围岩的岩石种类、成因类

型、层序和时代、有无矿化线索等,对铁矿石要统计其区段和全区平均品位,铁矿石的矿物种类,可熔铁与硅酸铁各占的比例,必要时还要进行矿物相的分析,区分铁矿物的种类和硅酸盐矿物的类别,铁矿物与伴生矿物的粒度和镶嵌特点一定要提供确切的资料,这是选矿试验的必要参考资料。在上述基础上,合理选取选矿试验样品。

(6)在勘查过程中,一定要进行实验室选矿试验:选取代表性的铁矿石样品,进行实验室选矿试验,初步了解可选性和选矿回收率,估算深部采矿的成本,为深部采矿提供重要资料,在开采设计时要做半工业和工业选矿试验,决定采用何种选矿方式。

(7)注意铁矿石及围岩中可能存在的有用矿产:国外曾报道过在有的条带状铁矿中存在大型金矿,我国条带状铁矿中大都未发现金矿,但在山西五台柏枝岩铁矿床中发现有绿岩带金矿,骆辉等(1994)曾作过详细研究,证明规模为中小型,但对找矿来说有重要意义,在鞍本棉花堡子铁矿中也曾有过金矿线索的报道(周世泰,1994),后来未见作过更进一步的工作,但给我们以启示,部分铁矿中可能伴随有金矿发育,工作中应引起重视。总之,金矿的探索性研究仍不可忽视。在不少铁矿区铁矿床的围岩中,常见有一定的碳酸盐地层,主要为大理岩,有的伴生菱镁矿,如达到一定规模,可以加以利用。大理岩如质量较好,可开采为优选的装饰材料。在整装勘查时若在条带状铁矿中发现硫化物相,有可能找到硫铁矿床,如山西五台金岗库的硫铁矿床即是一例(李树勋等,1986),有的由磁铁矿-石英型逐步转变为菱铁矿型,将采用不同的方式对其开采利用。

(8)在整装勘查深部铁矿时,要注意覆盖层中可能存在的有用矿产:在铁矿层之上往往有很厚或巨厚的覆盖层,主要有第四纪、早寒武纪、新元古代和古元古代地层以及其他地层,钻孔穿过这些覆盖层,将获得系统的岩性资料,注意在第四纪地层能否发现褐煤的

线索,在新元古代和古元古代地层能否见有用的金属和非金属矿产,所以一定要对这些岩芯进行系统的研究,一旦有新发现,将一矿变多矿,必将大大提高整装勘查的经济效益。

(9)在整装勘查时,一定要弄清楚地下水对深部矿床开采时的影响:一般铁矿床都赋存在千米以下,有的甚至达到2000 m左右,矿床水文地质条件比地表露采更为复杂,要求更高,在钻探工程实施时,密切关注地下水文地质条件,必要时要做一些地下水文地质条件的实验。弄清深部矿区的水文地质条件是深部开采的必要条件,如勘查时不注意收集这方面的资料,在正式设计时再进行补充勘查,必将造成人力物力的浪费。

(10)注意开采技术条件:深部矿床的开采比地表露头采矿复杂得多,深部开采技术条件如何,特别是岩石和矿石破碎性、围岩的坚固性,构造条件对采矿的影响和制约,必须完整地搜集这方面的资料。

(11)对低品位的矿要拿得起放得下:整装勘查时,如发现某些铁矿区段铁含量降低,而硅酸盐矿物含量大大增高,达不到开采的最低标准时,对这些区段只须打少数控制钻,了解其总貌即可,不必要再做详细勘查的安排,浪费勘查资金。

(12)关于鞍山式铁矿的时代:我国鞍山式铁矿的时代主要为新太古代,目前仅山西袁家村确认为古元古代条带状铁矿。早期认为山东济宁的鞍山式铁矿亦为古元古代,但近年来的研究发现济宁的鞍山式铁矿的时代为 2560 ± 0.02 Ma 属新太古代(王伟等,2010),这一矿床变质程度较浅,目前尚未找到与山东已知的新太古代韩旺、东平和苍峰铁矿的直接接触,还不清楚与他们是什么关系。济宁铁矿沉积的古海盆是如何展布的也是一个问题。安徽霍邱鞍山式铁矿的时代是新太古代还是古元古代,尚缺少同位素年龄的确实证据;河南上太华群中的含铁岩系,以往都归入新太古代,但最近确认上太华群为古元古代,含铁岩系有可能变新。这样古元

古代形成的鞍山式条带状铁矿有可能比以往所了解的要多,但仍不如国外的条带状铁矿以古元古代为主。总体上,鞍山式铁矿形成的时代问题将随着各地区整装勘查中年代学的深入研究而逐步得到解决。我国古元古代条带状铁矿是否与国外一样有超大型矿床存在也是值得研究的问题。

(13)鞍山式铁矿边界品位的合理界定:以往鞍山式铁矿的边界品位定在全铁含量的20%,小于此数的列为表外矿,近年来随着选矿技术的不断提高,此界线已被打破而不断下降至17%左右,各个整装勘查区情况不完全一样,要根据各个矿床的特点制定合理的边界品位,以便进行储量计算时有所准循。

(14)整装勘查时,要为未来建立生态型矿山提供必要的科学数据:在整装勘查时,地质工作者除做好矿床规模的圈定、矿石品位和储量的计算以及必要的矿山开采技术条件的收集外,更要着眼于为未来如何建设一个生态安全型的新型矿山提供必要的地质工程参考资料,如选矿厂在何处建立、矿石的运输、选矿用水的来源、能否保证废水、废石和尾矿的处理等,以及建设无废开采的可能性,即立足于循环经济、强化资源综合利用的能力,包括废料的资源化。总之,要为未来开采矿山的生态、环境安全而未雨绸缪。

(15)加强整装勘查区原有因选矿问题未能利用的铁矿资源的综合利用研究:有些铁

矿的整装勘查区,不少铁矿的资源已经勘查而获得一定储量,但由于当年选矿条件未过关而被弃置,现在科技进步了,有可能通过新的选矿试验使这些铁矿石获得新生,因此,对这些弃置的铁矿资源设法加以综合利用,一旦试验成功,将大大提高铁矿资源的储备。

以上介绍的“应注意的问题”只是在整装勘查中许多问题的一部分,可能对做好整装勘查铁矿会有一些帮助和启示,不确切之处请批评指正。

致谢:宋会侠同志帮助将手稿打印整理成文,谨致谢意!

参 考 文 献

- 李树勋,冀树彬,马志宏,贺高品,田永清,杨文魁. 1986. 五台山变质沉积铁矿地质. 长春:吉林科学技术出版社.
- 骆辉等. 1994. 五台绿岩带铁建造金矿. 北京:地质出版社, 1~80.
- 骆辉,陈志宏. 1998. 五台山铁建造金矿地质和成矿作用. 矿床地质, 17(增刊): 163~164.
- 钱祥麟,崔文元,王时麒,王关玉. 1985. 冀东前寒武纪铁矿地质. 石家庄:河北科学技术出版社.
- 王伟,王世进,刘敦一,李培远,董春艳,颜颜强,马铭株,万渝生. 2010. 鲁西新太古代济宁群含铁岩系形成时代——SHRIMP U-Pb 锆石定年. 岩石学报, 26(4): 1175~1181.
- 谢承祥,李厚民,王瑞江,肖克炎,孙莉,刘亚玲. 2009. 中国已查明的铁矿资源的结构特征. 地质通报, 28(1): 80~87.
- 周世泰. 1994. 鞍山-本溪条带状铁矿地质. 北京:地质出版社, 1~278.