

锰矿床的形成机制及其找矿预测

姚培慧

(冶金部地质勘查总局·北京)

文中讨论了锰矿床成矿物质来源、成矿时代、成矿地质背景和矿床成因类型,并提出了锰矿地质工作的程序。

关键词: 锰矿床; 物质来源; 成矿时代; 成矿地质背景; 工作程序



地质·矿床

锰矿是冶金工业生产建设所必需的一个重要矿种。为了实现本世纪末经济建设和社会发展的宏伟目标,适应钢铁产量不断增长对锰矿石的需求,地质勘查工作和采矿部门必需把锰矿资源的勘查和开发摆到重要的议事日程上来,切实做好基础地质、找矿勘探和科学研究等方面的工作,提供足够的可供开发利用的优质锰矿和优质富锰矿。本文拟对锰矿床的形成条件、时空分布以及找矿工作中的有关问题,提出一些粗浅的意见,供地质工作者参考。

锰矿成矿物质来源

过去受传统理论观点的影响,我们把形成锰矿床的物质都笼统地认为是来自陆源的物质,经地表水流淋滤、溶解并携带到湖海沉积盆地中成矿。1986年5月,在成都召开的锰矿地质经验交流会上,一些同志根据国外锰矿地质研究的新进展,结合我国锰矿床的实际,提出了火山喷发—沉积、海底热液沉积成矿的新观点。经过5年来的实践和研究,锰矿地质工作者以大量的事实进一步证实和论述了这一观点。这是锰矿成矿理论认识上的一大进步,对于指导找矿具有重要的

实际意义。

总的来讲,大多数锰矿床都是在一定的沉积条件下形成的,争论的焦点主要是成矿物质来源问题。从已掌握的资料来看,锰矿成矿物质应是多成因、多来源的。

一是来自古陆风化壳剥蚀带的碎屑物质。既包括含锰丰度较高沉积岩类,也包括火山岩、岩浆岩类,特别是一些基性火成岩,对提供锰矿物质更为有利。湖南雪峰古陆板溪群有城步式含锰岩系;广西云开古陆下古生代地层中与火山喷发有成因联系的含锰硅质岩、泥质硅质岩系中的含锰菱铁矿,平均含锰6.5%。这些含锰岩系经风化剥蚀后都可以成为锰质来源。湖南响涛源锰矿位于江南古陆隆起带的南缘,湘中东西向褶皱带之北侧,锰矿产于中、下奥陶统之间的沉积间断面上,含锰岩系由黑色页岩、含锰灰岩、碳酸锰矿和粘土岩组成完整韵律层。由此看来,“桃江式”响涛源锰矿床应属比较典型的陆源沉积成矿。此外,分布于湖南、广西一带的层状、似层状锰矿床,从含矿岩系的物质组成来看,基本上都属于这一类。

二是来自火山喷发物质。位于扬子地台北缘摩天岭锰矿带中的黎家营、史家院等锰矿床,均赋存于元古界碧口群海相火山岩—碳酸盐岩系中,属低磷优质锰矿石,一般都认

为是比较典型的火山喷发一沉积矿床。

三是来自海底热液物质。福建小娘坑锰矿床为赋存于下三叠统溪口组中的似层状具沉积特征的含铅锌菱锰矿，沿走向变为含菱锰矿的铅锌矿。产于上石炭统船山组的厚层纯灰岩夹白云质灰岩，偶含燧石团块，上部有含锰白云岩及菱锰矿透镜体。根据硫、氢、氧同位素测定结果，认为上述矿床应为海底喷流一沉积矿床。产于下石炭统阿克沙依组的泥质砂岩中的新疆莫托沙拉锰矿床，也属于古陆边缘喷流一沉积矿床。近代海洋地质研究成果对锰矿物质来源有了全新的认识。事实表明，由海底火山一热液活动提供的内生来源的锰矿物质，在总量上大大超过大陆提供的锰矿物质。

四是来自陆源与火山源的混杂物质。也就是说形成锰矿床的物质来源既有陆源物质，也有火山源物质。两者按不同比例组合，有的以陆源为主，有的以火山源为主。位于扬子地台西南缘与三江褶皱系交接部位靠地台一侧的鹤庆锰矿，含矿地层属三叠统松桂组，锰矿床产于中薄层碳酸盐岩与硅钙层的过渡部位。尽管矿区存在着玄武岩，但由于主要成矿过程发生在其喷发之前，两者之间存在着时差，并无直接关系。但从矿层顶板的硅钙层和围岩条件来看，该矿的成矿物质可能以火山源为主，兼有陆源物质。产于前震旦系澜沧群巴夜组变质绿片岩系中的景洪勐宋锰矿，含矿地层由二云石英片岩、炭质板岩夹硅灰岩、绿片岩（原岩应为中基性火山岩）组成。由此看来，该矿的物质来源应为火山源和陆源兼而有之。

这里需要说明，在陆源供给的物质中，还包含着一些古陆风化后带来的火山岩类物质，不能把这些经过搬运再沉积的火山物质作为火山源的物质来源。

不同的成矿物质来源代表着不同的沉积环境和成矿条件。搞清成矿物质来源对指导找矿具有重要的指导意义。因此，应该结合

具体矿区，研究锰矿的物质来源。

锰矿床的成矿时代

国外的锰矿床，特别是大型锰矿床主要产于所谓“一老一新”两个截然不同的时代。“一老”就是产于前寒武纪地层中的锰矿床，如南非、巴西、加蓬、印度等国家的锰矿，其探明储量约占世界探明储量的一半以上。这里有必要简要介绍一下与我国相毗邻的印度境内的锰矿资源情况。印度半岛是一个古老的地盾，长期遭受到剥蚀，除在一些断陷盆地中有石炭一侏罗纪地层沉积和半岛西部的德干高原有第三纪玄武岩分布外，出露地层主要为前寒武纪的变质杂岩。在马哈施特拉邦和中央邦之间的巴哈拉特一乌克瓦锰矿区，广泛分布着一系列锰矿床，估计有1.4亿t储量。矿区广泛出露有前寒武纪的绢云母片岩、石英片岩和变质砾岩等，锰矿床上盘为千枚岩，下盘为深变质片麻岩，锰矿层夹于泥质碎屑岩中。矿区构造为一开阔的复式向斜。矿床属沉积变质型，物质来源应视为陆源供给，未见火山物质。此外，印度海德拉巴市西南442km处的多尼马拉铁矿床，是一个大型富铁矿，赋存于前寒武纪变质杂岩中，属沉积变质型铁矿床。矿区为一倒转复式向斜，在南西翼上部是铁矿层，下部是锰矿层，在东北翼只有铁矿层，正在开采。这种铁、锰矿共生的事实是很值得我们重视的。“一新”主要是形成于中新世的锰矿床，如澳大利亚的格鲁特岛锰矿床产于早白垩世地层中，被认为是在陆棚浅海环境条件下，经陆源物质富集形成的特大型锰矿床，而非火山成矿作用形成的。苏联的尼科波尔、恰图拉、大托克马克等锰矿床，都产于第三系，大多数研究者认为锰矿来自乌克兰地盾或古老地层中的陆源物质。但也有人认为恰图拉锰矿的物质来源与火山热液作用有关。据统计，这些形成时代很晚的锰矿床，其保有储量约占世界探明储量的40%。

我国锰矿的形成时代和探明的储量与国外相比有着显著的不同,据冶金部地质勘查总局资料馆的统计如表1。

中国锰矿形成时代与探明储量 表 1

时代	矿床数	探明储量 (万 t)	占总储量的百分比
元古代	6	94.5	0.15
长城-蓟县纪	10	5464.6	7.2
震旦纪	24	14782.6	23.3
寒武纪	6	925.7	1.45
奥陶纪	6	1071.1	1.7
泥盆纪	15	20828.3	32.8
石炭纪	21	2488	4
二叠纪	49	10679.3	16.8
三叠纪	14	7383.8	11.6
侏罗纪	1	64	0.1
新生代	14	524.5	0.8

从目前掌握的资料可以看出,泥盆纪、震旦纪、二叠纪和三叠纪是我国重要的成锰时代。当然,这个初步的看法不是一成不变的,随着找矿勘探和科研工作的深入,认识也会深化。

为什么会出现这样悬殊的情况呢?笔者认为这与我国大地构造发展史有密切关系。国外的古陆,如北美地盾、乌克兰地盾、印度地盾等,从克拉通形成后,在漫长的地质发展史中长期处于稳定状态,并不断遭受风化剥蚀作用。因此,古生代和中生代早期基本上没有沉积盖层,只是到了中生代晚期和新生代才在古陆边缘或其内部的断陷盆地中沉积了由古陆供给的陆源碎屑物质和火成岩类物质。这种古地理环境决定了锰矿床要么产于古陆,要么产于新地层中。而我国的华北地台、扬子地台等构造单元,在古老基底形成后,长期处于不稳定状态,不断受到海进、海退影响,形成了不同时代的沉积盖层。特别是来自印度洋的海水经过湘桂海峡进入华南地区,在扬子地台形成时代不同、厚度很大的沉积盖层,这可能是我国华南地区锰矿多的重要原因。

对于国外的成矿理论和工作经验,一方

面要借鉴学习,做到洋为中用,但也不能生搬硬套,而应结合我国的具体情况,从实际出发,研究成矿条件,总结我们自己的成矿理论。

锰矿床的成矿地质背景

锰矿床的成矿地质条件是一个很复杂的问题,它涉及到大地构造、岩相古地理、沉积地质、矿田构造、地球化学、第四纪地质、矿床成因等有关学科,特别是在大洋深海底发现规模巨大的锰结核以后,已引起矿床地质学家的高度重视。1984年秋,在莫斯科召开的第27届国际地质大会上,曾将锰矿床的形成机制作为专题讨论,发表论文60余篇。作者拟结合我国实际提出以下几个值得重视的问题。

首先,应当重视和应用各个大地构造学派的研究成果。板块构造理论是地球科学的重大成就,我们应该充分重视和应用这一理论成果。地质力学,多旋回、断块、地洼、镶嵌、重力等大地构造学派,都是以我国的地质条件为前提,或者以局部地质事实为依据,总结出具有我国特点的大地构造格架。由于这些理论还处于发展阶段,尽管在一些问题上还争论不休,也不能因为现代板块构造理论的出现而对其他学派采取排斥态度。我国的各种大地构造学派,正在应用现代板块构造理论来丰富和完善各自的理论。应当结合不同地区的具体地质条件,应用不同学派的大地构造观点来预测和指导找矿工作。例如,扬子地台的范围大体上和李春昱划分的扬子板块相吻合。因此,我们提出开展扬子地台周边部及其相邻地区找锰矿命题,并不存在原则性的不妥之处。一般来讲,在板块碰撞接壤部位,地台、地盾边缘的拗陷或褶皱带部位,以及地台上覆的地洼等,往往是锰矿床的富集地区。

其次,要重视形成锰矿床的沉积环境。冶金部天津地质研究院将我国锰矿床的形成

时代详细划分为18个层位。按沉积相可以归纳为5个含锰岩系,即含锰黑色岩系、含锰硅质岩系、含锰泥质岩系、含锰碳酸盐岩系、含锰火山岩系。不同的含锰岩系代表着不同的沉积岩相和沉积环境,这对研究和寻找锰矿都有极为重要的指导意义。哪种含矿岩系对成矿有利,特别是对形成优质锰矿和优质富锰矿有利,是我们应该深入研究的课题。从有关资料看来,产于秦巴地区摩天岭成矿带中晚元古代碧口群中的“黎家营式”锰矿、滇西南中缅边境中上元古代澜沧群浅变质岩系中的“勐宋式”锰矿,以及滇西北晚三叠世的“鹤庆式”锰矿等,都与火山喷发—沉积成因有极为密切的关系。一般来讲这一类型锰矿石的品位较高,磷、硫等有害杂质较低,成矿条件好,具有很好的找矿前景。

第三,要重视控矿构造的研究。实践证明,锰矿床的控矿构造与沉积变质型铁矿有相似之处。往往和褶皱构造有关,特别是向斜构造对控矿更有利:如产于中奥陶统磨刀溪组的湖南“桃江式”响涛源锰矿床,含矿岩系主要是由黑色页岩、含锰灰岩、碳酸锰矿和粘土岩组成的完整的沉积韵律层。控矿构造为一东西向的向斜构造,在北翼找到了木鱼山矿段,南翼找到了南石冲矿段。鹤庆锰矿也是向斜构造控矿。后期断裂构造破坏了向斜构造,使矿区的构造变得更为复杂,增加了找矿难度。广西东平、下雷、木圭、平乐锰矿均受复式向斜构造控制。与火山成因关系密切的锰矿床,不仅要重视褶皱构造,还要重视与成矿有关的断裂构造以及成矿后的各种变形、变位构造的研究。

锰矿床的成因类型

由于锰矿床的工作程度和研究程度都较低,掌握的资料有限,加之对锰矿床成因认识有分歧,因此,要对锰矿床作出科学的成因分类是相当困难的。根据掌握的资料,作

者拟就这个问题提出一些粗浅的见解。

1. 火山喷发—沉积型锰矿床

此类矿床在成因上往往和BIF建造中的铁矿床颇为类似,在有些地区铁、锰矿床相伴而生。前面谈到的印度多尼马拉铁矿就是铁、锰矿床产于同一沉积建造中的实例。江西乐华锰矿产于石炭系黄龙灰岩与中元古界双桥山群浅变质岩系的不整合面上,应属海相沉积锰矿床。矿石中90%为铁、锰共生矿石类型,平均含锰24%,含铁17%。这里我们参照加拿大地质调查所Gordon A. Gross研究北美地盾沉积环境划分含铁建造的理论来划分锰矿床的成因类型和成矿系列。

Gross将产于洋中脊深海盆地到靠近克拉通大陆架不同沉积环境中形成的矿床,依次划分为硫化物相、碳酸盐岩相、硅酸盐相和氧化物相。不同的相代表着不同的沉积环境和不同的物理、化学条件。硫化物相反映了海底火山喷发、海底热水活动形成的块状硫化物多金属矿床,其中也包括锰矿物质在内。现代海洋中的锰结核多金属矿床就是在这种条件下形成的;碳酸盐岩相反映了在距火山喷发较远的沉积盆地中形成的碳酸铁(菱铁矿)、碳酸锰(菱锰矿)矿床;硅酸盐相反映在大陆斜坡到大陆架形成的硅铁建造(条带状含铁石英岩)、硅锰建造(锰榴石、蔷薇辉石等含锰矿物);氧化物相反映了在大陆架浅海盆地中形成的沉积型氧化铁矿床(鲕状赤铁矿、鲕绿泥石等)、沉积型氧化锰矿床。硫化物相、碳酸盐岩相、硅酸盐相形成的锰矿床,经后期的变质作用可以使锰矿物质进一步富集形成沉积变质锰矿床。在原生锰矿裸露地表经风化淋滤作用之后,可以形成次生氧化锰矿床。

从以上论述中,我们可以认识到各种成因类型锰矿体的形成过程和条件,概括起来就是火山喷发—热液活动—沉积—变质的成矿过程。

2. 后期热液改造型锰矿床

含锰1~5%的石灰岩、白云岩等矿源层,经过火山源、岩浆源及其他热液作用改造后可以形成热液改造型锰矿床。矿体常呈脉状、角砾状、扁豆状等,多为中、小型。如产于震旦系蓟县群高于庄组灰岩中的辽宁锦西兰家沟、山丘灵西太白维以及河北涿鹿等地的锰矿,矿源层为高于庄组灰岩。热源来自燕山期花岗岩、石英斑岩等,矿体产于接触带或断裂带中。矿石品位较高,多为优质富锰矿,地方正在开采。另外,湖南紫金山锰矿床形成之后,由于后期的岩浆侵入作用影响,使氧化锰矿变为硫锰矿。

3. 风化型锰矿床

是指在炎热、潮湿与干旱交替出现的热带、亚热带气候条件下,由沉积碳酸锰矿、热液锰矿或含锰岩层经风化淋滤,表生改造作用富集而成的次生氧化锰矿床。此类矿床是很重要的优质富锰矿,由于矿石品位高,冶炼性能好,易于开采等而引起矿业界的高度重视。按照次生氧化锰矿床的赋存部位、产状、形态等可划分为以下几种类型:

(1) 铁锰帽型:在硫化物矿床的氧化带往往形成铁帽、锰帽或铁锰帽。当锰含量富集到可供工业开采利用时,即可形成锰帽型矿床,如南京栖霞山铅锌矿床上部氧化带的锰帽,早在解放前后就被作为锰矿开采。

(2) 氧化带型(或称锰帽型):在不同类型的原生锰矿床上部,经风化淋滤作用形成的氧化带中含有大量锰的氧化物,如软锰矿、硬锰矿、恩苏塔矿、水锰矿、褐锰矿等,构成具有开发价值的矿床。广西下雷特大型锰矿床,无论是原生锰矿还是氧化锰矿储量都居全国首位。矿床赋存在泥盆系上统五指山组,含锰岩系为灰岩、泥质灰岩、硅质灰岩、钙质泥岩、硅质泥岩、硅质岩夹碳酸锰矿层的岩石组合,有3层矿,单层厚度1~3m,累计平均厚度5.64m。原生锰矿与氧化锰矿的物质成分对比如表2。

由表2数据可以看出,经氧化作用后,

下雷锰矿床原生锰矿与氧化锰矿对比 表2

矿石类型	Mn (%)	TFe (%)	SiO ₂ (%)	P/Mn
原生矿	22.07	6.18	23.01	0.005
氧化矿	32.18	9.58	23.55	0.0048

锰金属含量有较大幅度的提高,铁含量也有一定幅度的增长, SiO₂和P/Mn比值变化不大。

有人对广西“氧化带型”(即锰帽型)矿床的原生矿石与次生氧化矿石的含锰量做了统计,见表3。

广西“氧化带型”锰矿原生矿与次生氧化矿含锰量对比 表3

矿区名称	平均含量 (%)		富集度
	原生矿	次生矿	
大新下雷	23.29	32.65	1.4
靖西湖润	20.22	27.41	1.36
桂平木圭	4.90	20.90	4.27
象州下田	13.78	44.26	3.21
宜山龙头	14.63	33.77	2.31
忻城理苗	17.02	37.14	2.18
全州两河	12.26	16.88	1.38
天等东平	10.46	15.55	1.49

(3) 淋滤堆积型:在风化淋滤作用过程中,锰质向水流方向迁移,赋存在第四纪含锰风化壳顶部的松散红土层下部,即基岩上部沉淀,以地势低缓、封闭条件良好的开阔向斜盆地形成的矿床规模最大。矿体常呈似层状和不规则状,面积0.2~9km²,矿石为豆状、结核状等,粒度由几毫米到几厘米,大者可成团块状。如广西木圭、八一、平乐、桐巴等锰矿均属此类矿床。

优质富锰矿的找矿预测

到本世纪末,冶金地质锰矿工作总的目标是:为冶金工业提交可供生产建设利用的优质富锰矿和优质锰矿储量,从资源保证程度上逐步做到减少锰矿石进口,力争做到不

进口,为实现2000年产钢8000万t,增加钢材品种,提高钢材质量服务。可见锰矿地质找矿的任务是十分繁重的。为此,我们必须建立一整套科学的锰矿地质工作程序,以最少的投入,最短的时间,获得最好的勘探成果。所谓科学的锰矿工作程序就是:加强基础地质工作—研究成矿规律—建立成矿模式—开展矿床预测—指导找矿工作。这5个环节是紧密联系、相辅相成的一个完整工作过程和研究过程。

1. 加强基础地质工作 要根据不同地区、不同类型锰矿床因地制宜地加以安排。对沉积型、沉积变质型锰矿床分布区,要编制1:5万~1:10万地质图和岩相古地理图,用以研究沉积环境、沉积建造,预测成矿有利地段。对第四纪风化型矿床分布区,要编制1:2.5万~1:5万基岩地质图和地貌图,用以查明矿床、矿段集中区。对不同时代沉积间断不整合面上的锰矿床应编制古地貌图。在新技术方法可行性调查的基础上,在重点成矿区带有计划地开展彩红外、多波段、测视雷达等方法的航空摄影,进行遥感地质测量,圈定锰矿远景区。有利成矿地段可安排适当面积激电扫面,寻找隐伏矿床。

2. 研究成矿规律 扬子地台周边及其邻区是我国锰矿分布最集中的地区,应以该区为主开展锰矿地质科研课题系列研究。重点研究区域地质背景条件和矿床形成条件、含锰建造类型、锰矿的古构造、古地理环境、成矿物质来源、成因类型以及有益有害元素的赋存规律等。在找矿方法和应用技术研究方面应研究遥感地质、电法、磁法、次生晕、分散流等方法在找锰矿上的应用。

3. 建立成矿模式和勘查模式 成矿模式是成矿规律的高度集中和概括,它反映了

同一成矿作用在不同地质条件下所形成的不同类型矿床。在后期改造作用条件下,原生矿床还会产生形变和质变,形成新类型矿床。在掌握成矿规律的基础上,按照同一成矿区带矿床在时空分布上往往有其密切的内在联系,绝不是孤立存在的成矿系列理论,可将不同类型矿床的形成条件和赋存部位分别表示在成矿模式图上。这样做,就会把复杂的成矿作用简明扼要地概括反映出来,给人以清晰的概念。建立成矿模式和勘查模式已引起国内矿床地质研究和找矿勘查工作者的重视,今后应加强这方面的研究,使之在找矿工作中发挥更大的作用。

4. 开展矿床预测 应用成矿模式进行矿床预测就是应用总结出来的成矿理论在矿区及其外围,或在新区进行找矿靶区预测,避免盲目性。这项工作是非常重要的,单纯依靠成矿理论进行预测是很不够的。因为在成矿条件相同的地区,不一定都能形成矿床。因此,需要配合物探、化探、遥感地质等方法所取得的成果进一步缩小找矿范围,圈出找矿靶区。为了有效地开展成矿预测,还需要编制中、小比例尺的成矿区划图和大、中比例尺的成矿预测图。

5. 指导找矿 在编制出成矿预测图,圈出找矿靶区后,应采用槽探、井探进行地表揭露,查明含矿层和矿体。必要时,还要设计钻孔进行深部验证,开展矿区的评价工作。在见到工业矿体后,一定要重视矿石物质成分的查定,防止由于有害组份超过规定要求或属难采难选矿床影响开发利用。

本文参考了今年5月份在昆明市召开的冶金锰矿地质工作规划座谈会上各单位提供的资料,特此说明,并对引用资料的单位和个人表示感谢。

Metallogenetic Mechanism and Prognosis of Mn-deposits

Yao Peihui

A Discussion on source material, metallogenetic epoch, geological background and genetic type for China's manganese deposits is given in this paper. In addition a geological working process for Mn-deposit exploration is also put forward.