

# 中国优质锰矿地质与勘查

薛友智<sup>1</sup>, 侯宗林<sup>2</sup>

(1. 四川省冶金地质勘查院, 成都 610051; 2. 天津地质研究院, 天津 300061)

**摘 要:** 冶金地质部门为了保障冶金工业的可持续发展, 制订出“优质锰矿”质量标准, 把优质锰作为主要勘查对象, 对扬子地台周边优质锰矿成矿规律开展研究, 并对优质锰矿资源前景进行了科学评价, 取得了突破性进展。优质锰矿科研与勘查的密切结合, 尤其在新一轮国土资源大调查中, 取得重大进展。文章还对我国优质锰矿科研及勘查工作提出了若干建议。

**关键词:** 中国; 优质锰矿; 地质; 勘查

**中图分类号:** P611.2; P618.32 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-1412(2006)S0-0001-04

## 1 我国锰矿资源格局

锰矿石是发展国家钢铁工业的重要矿产, 它同铁矿石和铬矿石一起, 被人们称为钢铁冶炼三大基本矿物原料。通过全国性的矿产资源供求分析, 确定铁矿和铬矿属于 21 世纪国民经济发展“难以保证”需求的矿种。由此, 人们对我国锰矿石资源状况给予了特别的关注。我国有记载的陆地锰矿产出地(矿床、矿点、矿化点)约 840 处。其中, 已查明资源的锰矿区 200 余处, 保有锰矿资源/储量约 6 亿吨, 属于锰资源比较丰富的国家之一, 但在世界锰矿资源/储量中仅占 2%~3% 的份额。我国虽已探明相当数量的锰矿资源, 但资源质量存在明显缺陷。锰矿石中磷、铁、二氧化硅等杂质含量普遍较高, 锰矿床的矿石品位较低。据 20 世纪 90 年代初期资料, 我国可规划利用的锰矿资源/储量仅占当时保有资源/储量的 28.2%, 而且其中大部分已建矿开发。这样的资源格局必然引发我国锰矿石的供需矛盾。一段时期以来, 我国锰矿石产量平均年增长率超过 10%, 近年产量已居世界第 1 位。但由于钢铁工业的迅猛发展, 对锰矿石的需求急剧增长, 国产锰矿石供不应求, 加上国产商品矿石品位偏低, 需要进口富

矿配料。1983 年, 我国开始从国外进口富锰矿石(粉)。“七五”期间, 进口矿石量占总需求量的 10%~18%; “八五”以来, 年进口量超过 100 万吨。根据我国国民经济及社会发展规划, 若不采取有力措施, 2000~2010 年我国锰矿石供不应求的矛盾将更加突出, 预计 2010 年我国锰矿石自给率只有 63% 左右。

为此, 冶金地质勘查部门根据钢铁工业生产实际, 结合多年锰矿地质勘查经验, 于 1991 年制订出锰矿“新增储量质量标准”, 明确规定了“优质锰矿”的定义, 即  $P/Mn \leq 0.003 \sim 0.005$ ,  $Mn/Fe \geq 4 \sim 6$  的工业锰矿石为优质(富)锰矿, 并决定调整地质工作方针, 把优质锰矿作为地质勘查的主要对象。

## 2 中国锰矿地质特征

全球锰矿床的地史分布具有“一老一新”的鲜明特点。其中, 元古代地层的锰资源量占全球总量的 66.91%, 侏罗纪—老第三纪地层中的锰资源量占全球总量的 27.5%。中国地台由于其特殊的大地构造演化历史, 上述“一老一新”两个时段的海相地层分布局限, 含锰性差。中国南方元古界加侏罗—第三系赋存的锰资源量仅占全区的 1.43%, 而

收稿日期: 2006-07-14

基金项目: 原冶金工业部“八五”重点科技项目“扬子地台周边及其邻区优质锰矿成矿规律及资源评价”和中国地质调查局“优质锰矿资源勘查”项目资助成果。

作者简介: 薛友智(1940-), 男, 四川金堂人, 教授级高级工程师, 主要从事锰矿地质勘查及研究。

69.78%的锰资源量分布在海西—印支构造期,28.79%的锰资源分布在加里东构造期。我国锰矿资源的地史分布,表现为“不老不新”的特点。再者,全球锰的成矿期持续时间长,从早元古代大量富集,到始新世仍然大量成矿,时间跨度达2 000 Ma以上。而中国原生锰矿的成矿期从1 400~1 000 Ma的中晚元古代开始,到200 Ma左右的晚三叠世基本结束,时间跨度仅为1 000 Ma左右。

我国锰矿与国外锰矿在地史分布方面的巨大差异,必然引发出的一系列相关问题。我国锰矿资源是否存在可期望的潜力?若有潜力,我国的锰矿资源是否存在特有的赋存规律?蕴藏在什么地方?为解决上述问题,开展了扬子地台周边锰矿地质勘查和科学研究。

冶金地质科技工作者以先进的地质科学理论为指导,对中国锰矿成矿条件、分布规律、资源前景及勘查技术方法进行了系统的研究与总结。重点探讨了海相沉积锰矿沉积构造环境、成锰盆地性质、成矿物质来源、成矿机理、优质锰成矿条件、时空分布规律,并建立了成矿模式,总结勘查评价准则,并在大陆边缘构造活动发展演化对锰矿成矿和时空分布规律的控制作用、Mn-P分离机制、优质锰成矿机理、“内源外生”成因模式的建立等方面取得了重大突破,为我国锰矿资源勘查评价提供科学依据。通过研究取得以下主要认识:

(1)扬子地台周边锰矿成矿及时空演化规律受控于中国南方古大陆边缘构造演化进程,并受大陆边缘海域性质和成锰盆地环境的支配。

(2)扬子地台周边锰矿成矿经历了中—晚元古代、震旦纪—早古生代、晚古生代—早中生代3个地史阶段。优质锰矿主要发育在中—晚元古代、中—晚奥陶世、中—晚三叠世的含锰层位中。

(3)沉积建造学与层序地层学的研究揭示了长期持续的板块构造活动与沉积作用的关系,确认次稳定型建造是扬子地台周边最重要的含锰建造系列。主要含锰建造多出现在低速率、欠补偿的拉张断陷盆地中。许多重要含锰层位常常出现在最大海泛期形成的“凝缩层”段中。中国南方锰矿与一系列地质事件之间存在成生联系。

(4)扬子地台周边成锰盆地主要形成于离散和会聚环境,可划分成拗拉槽、被动陆缘裂谷、转换—拉张裂谷、内克拉通盆地、残留洋盆地、弧前盆地、弧后盆地、弧间盆地等8种盆地类型,其基底多为过渡型地壳。板块之间的背向拉张和深断裂带的转换拉

张活动引起的离散作用是成锰盆地形成的主要动力学机制,多数具有工业意义的锰矿床分布在离散型成锰盆地中。

根据含锰岩系形成的构造—沉积环境、岩石组合及地球化学特征,将各成锰时代形成的锰矿层及其所赋存的含锰围岩划分为6种含锰岩系,优质锰矿主要赋存在含锰杂质泥质岩系、含锰硅质/硅泥灰质岩系、含锰碳酸盐岩系、含锰火山—沉积岩系中。

(5)根据成锰作用的时空演化特点,将扬子地台周边锰矿划分为5大成矿域,即:①晋宁期扬子地台增生边缘锰矿成矿域;②加里东期扬子地台被动大陆边缘锰矿成矿域;③海西—印支期扬子—华南被动大陆边缘锰矿成矿域;④扬子地台西缘特提斯构造锰矿成矿域;⑤喜山期华南表生氧化锰矿成矿域。按成矿环境、成矿条件和地质特征等异同,将锰矿床成因类型划分为沉积、变质/受变质、氧化等3大类、11个亚类。

(6)通过含锰岩系地质地球化学特征、岩(矿)石微量元素组合、稳定同位素组成和稀土元素配分形式的综合研究,表明扬子地台周边多数锰矿床具有“内源外生”特点。

(7)Mn、P分离的热力学计算及实验表明,物源区岩石受热液、热水、海水、地表水等浸取时,溶液的pH值是决定Mn、P分离的主要因素。沉积海盆中含Mn溶液pH值的周期变化,是Mn、P分离与沉淀的决定因素。磷和菱锰矿的沉积具有不同的物化条件,当pH=4.46时,磷酸钙开始沉淀,pH=7时,溶液中80%以上的P(以胶磷矿和磷灰石的形式)沉淀,而菱锰矿只有pH=7.78时才开始沉淀。因此,中性和弱碱性环境是Mn、P分离、沉淀的有利条件,而Eh值对矿物共生组合具有一定的控制作用。

(8)在研究锰质来源、成矿环境、成矿机理的基础上,根据成矿时代、构造位置、沉积海域和盆地性质、含矿岩系特征、矿床系列、元素组合、矿床成因类型、矿床规模、优质锰矿产出状态、矿床(带)的区域分布等要素分别建立了晋宁期、加里东期、海西—印支期海相沉积锰矿的区域成矿模式,在重点成矿区带建立了典型矿床成矿模式。

(9)根据区域成矿环境、成矿地质条件和矿床(带)的时空分布规律,将扬子地台周边划分为5个I级成矿域、13个II级成矿区和30个III级成矿带。并据综合地质信息,运用逻辑信息法和勃尔法数字模型对各成矿区(带)进行了锰矿资源潜力和总量评估,得出全区锰矿资源总量估计值。

### 3 我国优质锰矿勘查进展

冶金地质部门积极组织实施重点科技项目,全面部署优质锰矿的地质勘查工作,并加强锰矿地质科研与勘查的密切结合,取得了一系列重要的找矿成果。

冶金地质部门首次在中缅边境发现与印度中央邦锰榴英岩相似成因类型的“勐宋式”锰矿。这是我国境内惟一产自冈瓦纳古陆的火山—沉积变质锰矿床。这类矿床规模巨大,处于热带自然地理环境中的锰矿胚层次生富集后,往往形成品位很高、品质优良的氧化锰矿石,经济价值可观。

冶金地质部门在湖南成功评价“桃江式”优质锰矿,是“八五”锰矿地质勘查的又一重要成果。位于湘中的安化—桃江成矿带含锰盆地面积千余平方公里,盆地走向与控锰裂陷槽的走向斜交,给地质勘查带来很大困难,科技人员在全面收集原始资料的基础上,认真进行构造—岩相分析,掌握了矿体的展布规律,仅在 3 个矿段中即探获低磷、低铁优质锰矿千余万吨,继续工作后可望达到大型矿床规模。

冶金地质科技人员通过锰、铁、磷分离试验、理论计算及现场考察,对中国南方震旦系的高磷锰矿带中可能赋存低磷锰矿进行大胆预测。预测的理论依据是:锰与磷在总体上共生,但是两者在时间和空间上表现出一定的自然分离趋势。锰磷分异的地球化学机制是 pH 值的控制作用。磷与锰在沉积区的分离对于降低 P/Mn 比值、形成低磷锰矿至关重要。据此,冶金地质科技人员在城口大渡溪、修齐、上山坪等地发现大型优质(富)锰矿,在湖南花垣高磷锰矿中圈出数百万吨低磷锰矿。这些找矿成果为南方震旦系锰矿勘查评价提供了新的思路。

1999 年,国家开始新一轮的国土资源大调查。冶金地质部门提交了“中国优质锰矿资源调查评价立项建议书”,终将“优质锰”纳入“新一轮国土资源大调查实施方案”矿产资源评价工程的主攻矿种目录。受中国地质调查局委托,中国冶金地质勘查工程总局于 2001 年编制“全国优质锰矿‘十五’期间矿产资源调查评价工作部署方案(2001~2005 年)”。在中国地质调查局统筹安排下,1999~2002 年共安排优质锰矿调查评价项目 16 项,调查评价工作取得重大进展,同时还丰富了对优质锰矿的理论认识和工作方法:①发现了一批新的矿产地,大幅度扩大了

优质锰矿资源量;②进一步证实我国北纬 23°带是形成氧化锰矿最有利地区;③对下雷锰矿中的优质锰矿初步评价取得进展;④含锰磷质岩系中碳酸锰矿石的可选性试验获得成功;⑤滇东南地区锰矿勘查取得重大进展;⑥在广西百色市发现下石炭统含锰岩系。

### 4 对我国优质锰矿科研及找矿勘查工作的建议

#### 4.1 优质锰矿调查评价

依循“统一规划、全面部署、分层次安排、分步实施”和“区域展开、重点突破”的原则,在全国范围内部署优质锰矿资源调查评价工作。根据不同地区工作进展,将优质锰矿资源调查评价划分为 4 个不同层次。第一层次是全国优质锰矿资源潜力评价(即全国优质锰矿资源潜力综合研究评价),第二层次是重要成矿区带的找矿评价,第三层次是优质锰矿富集区的预查评价,第四层次是优质锰矿资源富集地段普查评价。

#### 4.2 优质锰矿勘查评价方法

常规锰矿勘查评价方法一般适用于对优质锰矿的勘查评价。但由于优质锰矿的特殊性,在选择有效勘查评价方法时,应该有所斟酌:①应从成矿作用机理分析出发进行岩相古地理分析;②要注意物化探方法的适用性;③对于磷锰在剖面上纵向分异的矿区,要特别注意采样方法;④应注意对矿石选冶、加工技术条件及可行性的概略研究。

#### 4.3 锰矿地质科研工作

锰矿地质科研工作对锰矿地质勘查具有重要的推动作用,这一点已从“八五”期间冶金地质锰矿科研—勘查联合作业中得到充分证实。在今后的优质锰矿勘查部署中,应该同时部署锰矿地质科研工作。锰矿地质科研工作应该从全国着眼,从有利成矿区带着手,从勘查实践中确定题目,着重解决勘查中碰到的难题。大量的找矿工作已经获得丰富的地质矿产信息,有一些现象是现有理论难以圆满解释的,这就要求科技人员从理论上及客观规律上给予阐明。

锰矿地质科研工作面临不少基础性理论问题,诸如生物在成锰过程中的作用、热水沉积成锰同正常海相沉积锰矿在成矿机理和判别标志的差异、水—岩作用及锰在成岩过程中的演变等,需要我们在今后的研究和试验中不断补充资料、加深认识,给出合理的答案。

锰矿地质科研要密切关注现代科学技术的飞速发展,积极引进和借鉴相关学科的新理论和新技术,推动中国锰矿地质学的不断进步和优质锰矿地质勘查工作,以满足我国钢铁工业和国民经济发展对锰矿资源的需求。

#### 参考文献:

[1] 侯宗林,薛友智.扬子地台周边及其邻区优质锰矿成矿规律及

资源评价[R].成都:西南冶金地质勘查局科研所,1995.

[2] 侯宗林.扬子地台周边及邻区优质锰矿成矿规律及资源评价[A].侯宗林,薛友智.中国南方锰矿地质[C].成都:四川科学技术出版社,1996.12-16.

[3] 侯宗林,薛友智.扬子地台周边锰矿[M].北京:冶金工业出版社,1997.

[4] 周尚国.我国优质锰矿勘查资源远景分析[R].北京:中国冶金地质勘查工程总局,2006.

## GEOLOGY AND EXPLORATION OF FINE QUALITY Mn ORE IN CHINA

XUE You-zhi<sup>1</sup>, HOU Zong-lin<sup>2</sup>

(1. *Sichuan Metallurgical Geo-exploration and Engineering Institute*,  
Chengdu 610051, China; 2. *Tianjin Geological Academy*, Tianjin 300061, China)

**Abstract:** For ensuring the sustainable development of metallurgical industry, the geological department of metallurgical industry made the quality standard of "fine-quality manganese ore" and regard "fine-quality manganese ore" as the main prospecting target. Breakthrough has been made in ore-forming regularity of fine quality Mn ore in surrounding areas of Yangtze platform and its prospective evaluation. Good progress has been made in fine-quality manganese ore -searching from close combination of scientific research and exploration, especially in the new round of the national mineral resources survey. And further proposal are put forth for the research and exploration.

**Key Words:** China; fine quality Mn ore; geology; exploration