# 云南锰矿资源的禀赋特征与可持续开发利用途径 *

饶天龙

(云南冶金集团总公司资源管理部 昆明 650051)

**摘 要**: 概述了云南锰矿的地质特征和分布特点, 基于云南锰矿资源储量、矿石品质、选别加工性能, 尤其是云南优质锰矿、富锰矿在国内的优势及地位, 对云南锰矿资源的禀赋特征作出评价; 针对我国钢铁工业对锰的需求态势、结合云南锰矿保有资源储量、资源耗竭速度、地质找矿和开发利用现状, 对云南锰矿资源可持续开发利用的实现途径进行思考。

**关键词**: 锰矿资源; 禀赋; 可持续; 开发利用; 途径

**中图分类号**: TF **文献标识码**: B **文章编号**: 1006-0308 (2008) 03-0062-05

## Characteristics of manganese ore resources endowment in Yunnan and its approaches for sustainable development and utilization

RAO Tian-long

(Resource Management Department, Yunnan Metallurgy Group, Kunming, Yunnan 650051, China)

**ABSTRACT:** Geologic feature and distribution character of manganese mine in Yunnan were reviewed. Existing Property of Yunnan Manganese Mine Resource was evaluated based on its ore reserves, grade, dressing and processing performance, especially its advantages and status of Yunnan high quality and rich manganese in domestic. According to demand of manganese in iron steel industry and plus of manganese reserves, consumption speed, geologic ore searching and exploitation and using status, realizing approaching of sustainable development of Yunnan manganese mine resource was considered

**KEY WORDS:** manganese mine resource; Existing Property; sustainable development; exploitation and application; approach

锰主要用于冶金、化工和轻工领域。其中占产量约 90%的锰矿用于钢铁工业, 是钢铁工业不可或缺的重要原料, 在国民经济中占有十分重要的战略地位。在今后相当长的时期内, 锰尚不能被替代, 综合考虑矿产资源不可再生的属性、云南锰矿资源储量的耗竭速度、保有资源储量的状况和找矿前景, 促进锰矿资源的可持续开发利用, 显得尤为重要。

## 1 云南锰矿的地质特征

### 1.1 成矿地质背景

云南地处扬子准地台西缘、濒临欧亚板块与印度板块的碰撞结合部。多期次频繁的构造运动、地质作用、岩浆活动和复杂漫长的地史演化进程, 为锰矿的形成提供了良好的成矿地质条件和聚矿场所, 历经多个成锰期形成了丰富的锰矿资源。

### 1.2 矿床成因类型

云南锰矿主要有陆缘滨海湖相沉积~变质(改造)型、风化型、基底型和热液型四个成因类型, 其中以沉积-变质 (改造) 型最为重要。

### 1.3 时空分布特征

云南锰矿的主要成锰期分属于两个地质时代(元古代、中生代)。有前寒武纪、泥盆纪、奥陶纪、二叠纪、三叠级及第四纪六个成锰期, 其中三

* 收稿日期: 2008-01-30

作者简介: 饶天龙 (1964-), 男, 云南南涧人, 高级工程师。



© 1994-2008 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

叠纪及前寒武纪是云南优质锰矿、富锰矿的主要成锰期，斗南锰矿、白显锰矿、鹤庆锰矿和勐宋锰矿分别赋存于三叠系法郎组、松桂组和澜沧群巴液组地层中：前寒武纪昆阳群是云南铁锰矿的主要成锰期，玉溪莫期黑、易门打谷场、建水李浩寨、禄丰禄脿等铁锰矿床均产于昆阳群黑山头组、美党组地层中。

### 1.4 矿石自然类型

按照矿石结构、构造、颜色、成因等划分，云南锰矿的矿石类型可划分为次生氧化锰矿石、原生氧化锰矿石、碳酸锰矿石和锰结核。

## 2 云南锰矿的分布特征

### 2.1 地理分布特征

云南锰矿点多面广，已经发现和探明独立锰矿床（点）50余处。具有矿床（点）分布广泛且储量相对集中的特点，主要分布于滇东南、滇西北、滇西南、滇东北和滇中五大区域。其中，优质锰矿、富锰矿主要分布于滇西北、滇东南和滇西南地区，贫锰矿、铁锰矿及高磷（$P>0.1\%$）锰矿主要分布在滇中和滇东北地区。

### 2.3 矿床分布特征

在大地构造位置上，云南锰矿多见于台缘构造单元的复合部位，其展布受古地理、古构造控制。如鹤庆锰矿产出于扬子地台西缘盐源丽江台褶带西缘南侧，西邻三江地槽，东邻康滇地轴，处于构造单元间的归并、重叠、复合部位；斗南锰矿和白显锰矿地处华南褶皱系滇东南台褶带，分别靠近越北古陆和哀牢山隆起边缘产出，其西边为康滇古陆；勐宋锰矿位于扬子地台西缘三江地槽系兰坪～思茅地槽与保山～临沧断褶带的复合部位。

## 3 云南锰矿的禀赋特征

### 3.1 世界锰矿资源概况

世界锰矿资源相当丰富。全球陆地已探明的锰矿资源储量为115亿 t，主要集中分布在南非、独联体国家、加蓬、澳大利亚、巴西和印度。其中，南非锰矿石储量为77.11亿 t，占世界的67%；独联体锰矿石储量为22.68亿 t，占世界的19.72%。据估计，世界洋底锰结核资源约有3万亿 t，但要经济、规模地开发利用洋底锰结核资源，尚需时日。

### 3.2 中国锰矿资源透视

至2002年末，我国保有锰矿资源储量6.88亿 t，其中储量1.30亿 t，经济的基础储量1.81亿 t，边际经济的基础储量0.20亿 t，仅次于南非、乌克兰和加蓬，居世界第4位。但我国锰矿石以贫锰矿为主，大部分品质不佳，锰矿资源的禀赋较差。我国锰矿的平均品位仅20%左右（世界主要产锰国家锰矿石的平均品位达40%～50%），且粒度细、难选，磷、硫、硅等杂质偏高，开采技术条件和矿床规模也处于弱势。从经济价值和开发利用角度分析评价（谭柱中，2004），我国锰矿可利用的资源储量仅3.11亿 t，占保有锰矿资源储量的45%。

### 3.3 云南锰矿资源评价

截止2005年底，云南已查明独立锰矿床的锰矿资源储量4 345万 t，保有锰矿资源储量3 170万 t（另查明个旧砂锡矿区伴生的极低品位锰矿石资源储量7 586万吨，其保有资源储量5 945万 t），其中经济的基础储量1 204万吨。云南锰矿在国内的最大特点是富矿比例大，全国锰矿以贫矿为主，云南锰矿以优质、富锰矿为主，云南优质、富锰矿保有资源储量占全国保有优质、富锰矿资源储量的50%以上（全国4 000多万 t，云南达2 000多万 t）。

云南锰矿在国内优势明显。首先是矿床规模大，储量相对集中。在全国储量大于1 000万 t的14个锰太床中，云南就占2个即斗南锰矿和白显锰矿，全省的7个中型锰矿床中，滇东南集中了4个；其次，云南锰矿品位高、杂质低。具有高锰、低磷、低铁、低硅、碱度适中的特点（见表1）。平均锰铁比大于5，磷锰比小于0.005，其品质在国内属中上水平，是生产高、中、低碳锰铁的优质原料：其三是易于选别、烧失量高。云南锰矿可选性能良好，属易选可选，且选矿方法简单。经强磁机一粗二扫选别作业，锰矿石品位可以提高6～11个百分点（见表2）。精矿焙烧以后可以提高锰矿石品位7～9个百分点，锰的回收率达76%～94%。

综上所述，云南锰矿尤其是优质锰矿、富锰矿在全国的优势突出，锰矿资源的天然禀赋尚佳。

## 4 锰矿产品的供求态势

### 4.1 锰矿石产能状况

我国锰矿石及其所含锰金属的产量位居世界首位。全国锰原矿的开采能力已达800多万 t，成品矿的产能为600～650万 t。云南省2006年锰原矿开采量达69万 t。



© 1994-2008 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net

表 1 云南主要锰矿区矿石化学成份及碱度值

Tab. 1 Chemical composition and alkalinity of main manganese ore area in Yunnan

| 序号 | 矿区名称 | P /% | TFe /% | $Sio_2$ /% | Mn/Fe | P/Mn | 碱度 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 斗南锰矿 | 0.056 | 1.55 | 13.6 | 15.01 | 0.0024 | 1.35 |
| 2 | 建水锰矿 | | | | | | |
| ① | 平台矿段 | 0.153 | 5.12 | 8.99 | 5.23 | 0.0056 | 1.11 |
| ② | 芦寨矿段 | 0.158 | 2.2 | 6.19 | 9.79 | 0.0073 | 3.91 |
| 3 | 鹤庆锰矿 | | | | | | |
| ① | 小天井矿段 | 0.04 | 1.57 | 11.84 | 25.68 | 0.0011 | 0.76 |
| ② | 猴子坡矿段 | 0.05 | 11.74 | 6.22 | 5.05 | 0.0017 | ≧0.92 |
| 4 | 蒙自岩子脚锰矿 | 0.059 | 2.05 | 17.16 | 8.59 | 0.0034 | 1.3 |
| 5 | 宣威格学锰矿 | 0.109 | 0.94 | 1.52 | 15.74 | 0.0074 | 15.19 |

(据徐雄升等, 1991)

### 4.2 锰矿石需求预测

我国锰矿石消费量与钢产量之比为 4%左右, 按 2010年我国钢铁产量 5亿 t测算 (2006年已达 4.19亿 t), 需要消耗锰矿石成品矿 2 000万 t左右; 据预测到 2010年出口锰系铁合金产品可达 200万 t, 按炼 1t锰系铁合金用 3吨成品矿计算, 届时出口锰系铁合金需耗用成品矿 600万 t左右。以上两项合计, 2010年需锰矿成品矿 2 600万 t左右。

表 2 云南主要锰矿区锰矿石选矿试验结果

Tab. 2 Dressing experiment results of main manganese ore area in Yunnan %

| 矿区名称 | 选矿方法 | 原矿品位 | 精矿品 | 产率 | 回收率 | 品位提高幅度 | 选矿难易程度 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 斗南锰矿 | 单一强磁 | 22.29 | 32.70 | 57.51 | 76.71 | 10.4个百分点 | 易选 |
| 建水平台矿段 | 分级强磁 | 27.83 | 37.08 | 61.30 | 81.67 | 9.25个百分点 | 可选 |
| 建水芦寨矿段 | 焙烧强磁 | 12.43 | 19.73 | | 97.09 | 7.3个百分点 | 可选 |
| 鹤庆小天井矿段 | 单一强磁 | 18.26 | 30.04 | 52.71 | 86.67 | 11.8个百分点 | 易选 |

(据徐雄升等, 1991)

我国锰矿石的产量不能满足钢铁工业发展的需求。自 1983年起, 我国开始进口少量锰矿石, 1990年以来, 锰矿石进口量激增, 据中国矿业联合会的统计数据, 2006年我国锰矿石的对外依存度已接近 70%。根据我国锰矿资源特点和矿山生产能力测算, 我国锰矿石的对外依存度还将进一步上升。

云南按 2010年生产钢铁 600万 t计算, 需要消耗锰矿石成品矿 24万 t左右。云南的锰原矿、锰系铁合金和高锰酸钾等产品, 除了满足省内需求外, 大部分销往省外, 少量出口国外。

从锰矿产品的市场供求情况看, 由于国内钢铁市场需求巨大, 导致锰矿石的供求态势十分严峻, 这为锰矿资源条件相对较好的云南锰业的发展提供了广阔的空间和良好的机遇。

## 5 可持续开发利用途径

### 5.1 加强地质研究与找探矿 不断补充新的锰矿资源储量

云南现有主要锰矿床, 都是在上世纪 60～90年代初通过地表露头的发现并查明的, 自此确立了云南锰矿在全国的优势地位。如斗南、白显、鹤庆等锰矿床都是在这期间查明的: 随着锰矿地质找矿难度的增大, 锰矿新查明储量的增幅急剧下降, 近 10年来, 云南通过地质找矿与勘查工作, 增加锰矿资源储量较多的, 仅有宣威格学锰矿区一处, 所增加资源储量也仅 71万 t; 同期, 由于经济的快速增长, 锰矿产能大幅度提升, 锰矿资源储量、特别



© 1994-2008 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

是优质、富锰矿资源储量迅速大量消耗。1990年以来，先后建成了斗南 20万 t/a、鹤庆 5万 t/a等骨干矿山的锰矿采选系统，还有一些民营及县、乡、镇集体矿山如白显锰矿芦塞矿段 (2005年已由云南建水锰矿有限公司整合)、鹤庆锰矿猴子坡矿段、斗南锰矿他达矿段和宣威格学锰矿等，其产能总合也已经达到了 40万 t/a左右，全省锰矿产能已达 65万 t/a左右。由此导致锰矿资源储量的增长量大大滞后于消耗量、缺乏已勘查的可供开发利用的矿产地、后备资源不足，以“十一五”矿业发展目标与保有经济可采储量静态计算，云南省锰矿的静态保障不足 10年。

云南锰矿成矿条件好，资源潜力大，现生产矿区如鹤庆、斗南、白显锰矿区及其周边仍有扩大资源储量的潜力，其他成矿区带也有发现新的矿产地的前景，加大地质找矿投入，加强地质找矿和勘查工作，不断补充新的矿产地、增加锰矿资源储量，是云南锰业可持续开发利用的前提和基础。

### 5.2　依托优势企业规模扩张　促进资源的集约化开发利用

云南锰矿企业中，除了拥有享誉全国的、能够较合理地开发利用和保护锰矿产资源的企业外，还普遍存在着“多、小、散”的状况。一矿多主、无证开采、乱挖滥采、越界开采等造成了资源综合利用率低、锰矿资源耗竭速度过快、资源损失浪费惊人、生态环境恶化、矿权关系不清、矿业秩序混乱、安全隐患大等一系列问题，对锰矿资源的合理开发利用和锰业的可持续发展极为不利。

当今矿业的发展已经进入全球市场配置矿产资源的时代。世界矿业企业并购、重组风起云涌，并购已经成为有实力的和战略远见的大型矿业企业迅速获得矿产资源，改变矿产资源短缺状况和争取市场份额的捷径，任何矿业企业不着力思考并购和防并购这样的问题，都难以独善其身。云南锰矿企业要在国内外的市场竞争中立于不败之地，得以持续发展，必须强大自身、迎接挑战。

要实现云南锰矿资源的合理开发利用和锰业的可持续发展，必须走集约化规模经营之路。亦即依托优势企业，遵循政府引导与市场运作相结合的原则，通过收购、兼并等方式，对不利于节约和合理利用资源、不利于环境保护和矿山生产安全、不利于节能降耗和区域经济发展的锰矿企业，对其依法占有的锰矿资源及其生产要素进行重组，使矿业权向开采技术先进、开发利用水平高、具有资金、技术、人才等优势的锰矿企业集中，改变一矿多开、大矿小开、小矿繁多的状况，真正形成“一矿一主”的格局，促进锰矿资源的合理开发利用、集约化规模经营和可持续发展。

### 5.3　利用国内国外两种资源　优化原料配比提高综合效益

近年来，斗南锰业公司等云南锰矿企业尝试从国外进口一定量的优质富锰矿，与自产锰矿石搭配使用，进行锰铁合金生产。生产实践表明，使用进口优质富锰矿与自产高铁、高硅、低品位锰矿进行原料优化配比，调整生产工艺，可使冶炼回收率提高 7个百分点左右，3#锰铁 (Mn≥75%，实物吨)电耗下降 14%左右，导致单位生产成本大幅下降。

国外优质富锰矿石具有含 Mn高、P、S、Si低的特点，用进口优质富锰矿与云南锰矿进行原料优化配比、搭配使用，提升了入炉原料的综合品质，“精料入炉”不仅可以提高冶炼回收率、降低能耗和生产成本，而且能够带动当地部分高铁、高硅、较低品位的锰矿石的利用，进而可以在一定程度上减缓云南锰矿资源储量的过快消耗，延缓云南锰矿资源的耗竭速度，有助于对锰矿资源实行保护性开发利用、延长矿山服务年限、缓解环境压力，其综合效益是显而易见的。因之，在企业能够承受的范围之内，充分利用国内外两种市场、两种资源，适量进口优质富锰矿石，甚至寻求到国外投资锰的找矿、勘查、建设和开采，建立稳定可靠的国外优质富锰矿基地，对促进云南锰业可持续开发利用是有益的。

### 5.4　开展采矿方法试验研究　降低采矿环节的损失贫化率

在云南锰矿床中，“小、薄”难采矿体 (层)较多；一些矿区地质构造复杂，矿体变化性大，近矿围岩稳固性差；部分锰矿企业采矿技术落后、装备水平低，采、装、运还处于半机械化或土法生产、手工操作，开采布局及采矿方法不合理，开发利用形式粗放；采易弃难、采富弃贫、采厚弃薄、采大弃小、弃采漏采现象突出，导致矿石损失率和贫化率高、资源浪费严重、资源储量消耗过快的局面。

斗南锰业公司、鹤庆锰业公司通过采矿方法试验和地压活动规律的研究，分别采用“锚杆柱房法”和“人工矿柱锚杆房柱法”等采矿方法，锰矿石回采率均达到 80%以上。对云南的“小、薄”难采矿体 (层)，应该通过采矿方法的试验研究，



© 1994-2008 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net

在采用合理、经济的采矿方法的基础上，加强采场管理，降低采矿损失率和贫化率；此外，应该积极研究回采边角矿及残矿的方法和措施，最大限度地减少锰矿资源储量的损失和消失，改变浪费资源和资源消耗过快的状况，充分利用有限的锰矿资源。

**5.5 组织选矿工艺设备攻关 实现低品质资源的工业利用**

我国锰矿资源具有“贫 (矿石品位低)、杂 (P、Fe、Si含量高)、薄 (矿脉厚度小)、细 (矿石晶粒细小，属细粒或微细粒嵌布)、小 (矿床、矿体及生产规模小) 和难采、难选、难加工“的特点；云南锰矿的资源禀赋相对国内属较好，优势突出，但仍有 7 000多万 t的高磷或高铁或低品位锰矿石。如宣威格学锰矿保有的 511万 t资源储量，以贫矿及高磷矿为主；个旧砂锡矿中伴生的锰结核，保有资源量 (截止 2005年低) 达 5 945万 t，其平均品位仅 2.8%；滇中地区的锰矿石以高磷、高铁为主，白显锰矿芦寨矿段 2/3左右的资源储量为高 P锰矿石，部分为特高磷锰矿石。如果通过磷锰矿工艺矿物学和选矿工艺研究，改进选矿工艺和设备，能够解决云南近 7 000万 t、全国数亿吨低品质锰矿资源的选别和脱磷问题，达到“高磷锰矿变低磷锰矿、贫锰矿变富锰矿”的目的，则可以从锰矿资源的源头上彻底解决优质锰矿、富锰矿资源短缺的问题，在较长时期内从根本上解决云南和我国锰矿资源的可持续开发利用与锰业的可持续发展问题。

**参考文献**:

[1] 姚敬劬. 我国优质富锰矿资源短缺的应对策略 [J]. 中国矿业，2005，14 (5)：1～3.
[2] 陈耀光. 云南优势矿产资源的开发与保护 [J]. 云南矿业，2006，29 (1)：3～11.
[3] 徐雄升，等. 1990年云南省矿产资源年报暨“七五”矿产资源开发总结 [R]. 云南省地质矿产局 1991.
[4] 王陶，李炬，钱祥贵，等. 截止二〇〇五年云南矿产资源储量简表 [R]. 云南省国土资源厅 2006.
[5] 王运正. 以创新实现云南文山斗南锰资源的有效利用 [J]. 中国锰业，2006，(1)：50～52.
[6] 饶天龙. 云南优质、富锰矿的基本赋存特征 [J]. 中国锰业，2001，19 (2)：1～3.
[7] 殷俐娟. 西部地区矿产资源产业结构现状及调整思路 [J]. 中国矿业，2007，16 (7)：18～20.
[8] 中国矿业网. 中国锰矿概况 http://WWW.chinamining.com.cn/report

(上接第 39页)

## 4 结 论

1) 采用硫酸铜的硫酸 +氨水混合溶液制备超细铜粉的电解工艺是可行的。

2) 混合溶液的 pH值，电解时间、硫酸和氨水浓度对铜粉粒度有明显影响。

3) 电流密度 (试验所选择的范围)、添加剂对铜粉粒度无明显影响。

4) 其电解制备铜粉的最佳条件是：硫酸 50～80g/L，氨水 93～136ml/L (氨水：硫酸 =1.7∶1)，溶液：pH值 4.5～6.0，$Cu^{2+}$浓度 5～15g/L，电流密度 600～1 000A/$m^2$，同极距离 80mm，时间 3s，温度 20℃。在此条件下，获得铜粉的粒度为 ～1μm，槽电压稳定在 6V左右，铜粉中铜的含量可达 ～99%。

5) 铜粉的表面经磷化包覆处理后，空气中放置不会被氧化。

**参考文献**:

[1] 黄 东，南 海，吴 鹤. 纳米铜粉的制备进展 [J]. 金属功能材料. 2004，11 (2)：30～32.
[2] 王晓霞，叶红齐，苏 周，等. 超细铜粉的制备与应用 [J]. 材料导报. 2004，18：140-142.
[3] 刘志杰，赵 斌，张宗涛，等. 铜超细粉末的表面改性及其抗氧化性能 [J]. 华东理工大学学学报. 1996，222 (3)：270-275.
[4] 赵 斌，刘志杰，蔡梦军，等. 超细铜粉的水合肼还原法及其稳定性研究 [J]. 华东理工大学学报. 1996，22 (3)：372-376.
[5] 王菊香，潘 进，赵 恂，等. 超声电解法制备超细金属粉末的研究 [J]. 金属功能材料. 1997，3：115-118.
[6] 徐承坤，杨中东. 电沉积制备纳米晶体材料 [J]. 金属功能材料，1997，3：102-105.
[7] 高 杨，栾春晖，薛永强. 改进的溶胶—凝胶法制备超细铜粉 [J]. 太原理工大学学报，2000，31 (3)：271-273.



© 1994-2008 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net