维普资讯 http://www.cqvip.com

综合评述

中国锰矿磁选新进展

曹志良[1]，张泾生[1,2]，王运正[3]
（1.长沙矿冶研究院，湖南 长沙 410012；2.全国锰业技术委员会，湖南 长沙 410006；
3.云南文山斗南锰业股份有限公司，云南 文山 663101）

摘 要：对国内的锰矿业现状、粗粒弱磁性矿物选矿技术的新进展进行了综合评述，并对选矿直接经济效益、回收率提高产生的效益、金属锰深加工效益进行了综合评价。

关键词：锰矿；磁选；经济效益
中图分类号：TD924.1+2 **文献标识码**：A **文章编号**：1002－4336(2005)02－0001－04

矿石选矿是一个老生常谈的话题，很多人兴趣不大。认为经过这么多年的研究，选矿技术已经没有多大的研究价值，再怎么研究也都不会有什么大的突破。其实不然，2年前出现的新的选矿药剂和强磁－反浮选工艺，使我国细粒红矿选矿技术取得重大突破，铁精矿品位从以前的60%左右提高到现在的67%以上，以前认为是包袱的铁矿山一跃成为钢铁公司新的经济增长点。

锰矿的选矿设备及工艺一直也较落后，加上近年来由于其它原材料没有同步上涨，使得锰的深加工产品出现高额利润，很多人都忘记了锰矿选矿，或者说对选矿不感兴趣，不愿意投资和多花精力来办选矿厂，有人甚至说品位8%的锰矿也可以用做电解金属锰的原料。这是不对的，为什么？一个最简单的道理就是将废石或低品位矿磨成粉再用酸浸，要比选矿的成本高得多。

1 锰矿业现状

我国锰冶金矿山工业经过几十年的发展，取得了长足的进步，但随着国民经济的全面提升，目前面临前所未有的巨大挑战。

（1）1983年原冶金工业部矿山司赵铁生司长提出"找富矿、贫变富、深加工"的锰矿办矿9字方针，经过几十年的开采，锰矿全国平均采矿品位从当初的30%降至现在的22%，某些矿山锰品位降至10%左右。如福建连城锰矿，目前的采矿品位仅为8%。因此"找富矿"现在已经不可能。

（2）锰的深加工近几年的发展一日千里，并已成为我国的一个新兴产业和一个新的经济增长点。在锰业，现流行一句话——发锰财，猛(锰)发财。广西壮族自治区已提出百(百色)铝南(南宁)锰的战略发展方针。全国各种锰产品深加工厂，如四氧化三锰，锰铁合金，电解金属锰，电解二氧化锰，活性二氧化锰，硫酸锰，电池用放电锰，富锰渣厂等层出不穷。值得一提的是，由于用电解金属锰代镍生产不锈钢工艺突破后，电解金属锰的需求量猛增，2004年电解金属锰的产量达到45万t，消耗锰矿石400多万t，2005年电解金属锰将达到60万t。

生产1 t电解金属锰需要品位22%的锰矿石约为5 t，可是目前大多数金属锰厂的锰矿石都达不到这个品位。广西靖西某锰业公司的锰矿石锰品位甚至仅12%，每吨电解金属锰消耗12 t锰矿石，使每吨电解金属锰的酸耗达到3.7 t，加上矿石打粉成本，该公司目前电解金属锰产品已无利可图。

（3）锰矿选矿技术现状

我国锰矿储量主要在南方，占90%以上。而南方潮湿多雨，矿石含泥含水高。－6 mm矿石用干法选别时不仅烘干能耗大，而且干选时产生大量的灰尘，既污染环境又严重损害工人健康。矿石水分偏高用干选方法时选别效果极差。以往的水力跳汰

收稿日期：2005－03－22
作者简介：曹志良(1953－)，男，湖南桃江县人，教授级高级工程师，手机：013707318796；张泾生(1945－)，男，河南信阳人，现任全国锰业技术委员会主任、中国锰业杂志社社长、编委会主任委员和长沙矿冶研究院院长兼党委书记；王运正(1963－)，男，云南建水人，云南省文山斗南锰业股份有限公司总经理，高级工程师。

维普资讯 http://www.cqvip.com

机,电磁感应辊式强磁选机经多年的生产证实,不仅能耗高而且回收率太低,现已无法满足选别包括锰矿石在内的弱磁性矿物。近年出现的辊带式永磁机仅能用于干选,无法用于锰矿选矿的大规模生产。云南斗南锰矿将原矿品位17%左右的锰矿石经2台电磁感应辊式强磁选机一粗一扫选别后,精矿品位28%~30%,尾矿11.5%,回收率极低,不仅浪费资源而且影响选厂经济效益。

我国目前的锰矿石+6 mm能选的很少,而磨细至-1 mm更不好分选。因此,锰矿石破至-6 mm是一个极为合适的选别粒度,可恰恰没有这种-6 mm锰矿石湿法选别设备。可以这么说,-6 mm锰矿石一直没有合适的分选设备可供选用。

2 粗粒弱磁性矿物选矿技术的新进展

所谓的粗粒矿物是指未经磨矿或者说是指+0.075 mm的矿石,所谓"贫变富"就是锰矿选矿。由于已无法找到能满足我国如此巨大基建规模所需的富锰矿资源,提升选矿设备及工艺的技术,将贫矿变成富矿已显得尤为重要和迫切。

经过长沙矿冶研究院20余年的研究,已研制出DPMS系列永磁强磁机。国家"九五"科技攻关期间,1999研制成功了直径为300 mm×1 000 mm第二代永磁强磁机,解决了15~6 mm弱磁性矿物的选别,"九五"攻关后,1999~2000年研制出能处理45~15 mm弱磁性矿物的永磁强磁选机。

又经过2年的继续深入研究,2002年年底构思出一种新的永磁强磁选机机型,并研制出直径为300 mm和直径为600 mm 2种规模的具有自主知识产权的广义分选空间湿式永磁强磁选机,经过约10个矿山矿石的分选试验,选别指标优秀,具有广阔的发展前景和应用领域。磁选设备进展见图1。

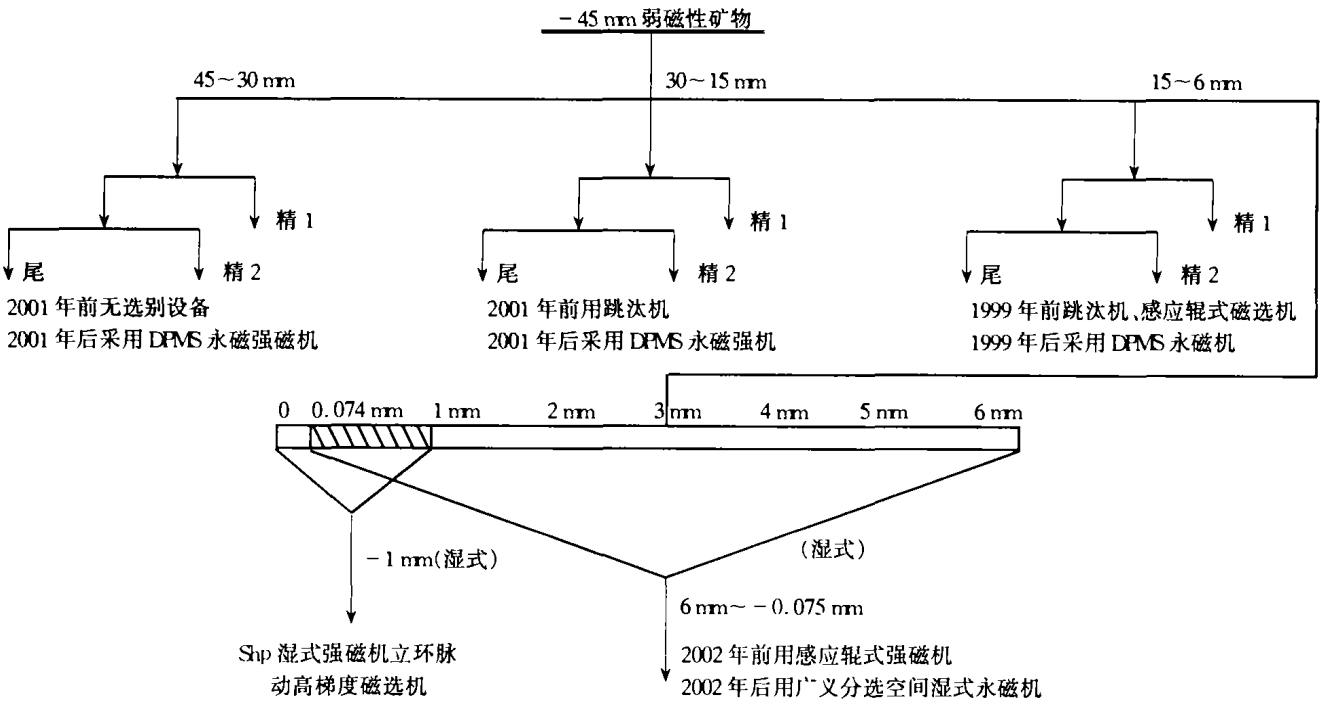

图1 粗粒弱磁性矿物选矿设备进展

3 分选效果比较

(1) 湿式永磁机与感应辊强磁机对广西大新锰矿-6 mm碳酸锰矿石选别指标见表1。

表1 广西大新锰矿-6 mm碳酸锰矿选别指标/%

机 种	原矿品位	精矿产率	精矿品位	尾矿品位	矿回收率
电磁感应辊	16.25	54.26	22.32	9.05	74.53
永磁机	16.39	71.59	21.76	2.86	95.05

(2) 湿式永磁机与感应辊式强磁机对云南斗南锰矿-6 mm褐锰矿选别指标对比见表2。

表2 云南斗南锰矿-6 mm褐锰矿选别指标对比/%

机 种	原矿品位	精矿产率	精矿品位	尾矿品位	精矿回收率
电磁感应辊	17.65	38.43	27.63	11.42	60.16
永磁机	17.47	57.02	26.86	5.02	87.70

(3) 锰矿尾矿坝尾矿选矿

①广西大新锰矿氧化锰矿石经过20多年选矿,

维普资讯 http://www.cqvip.com

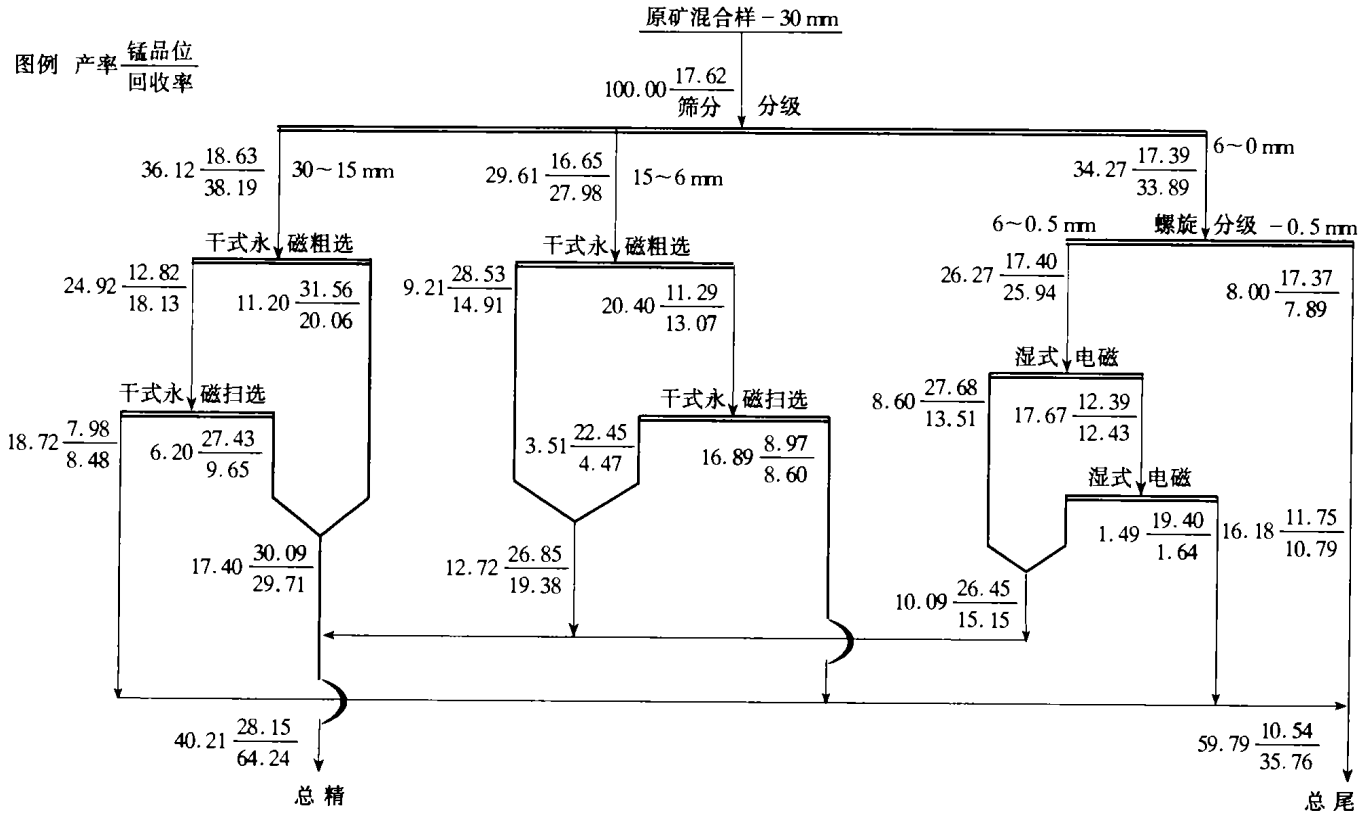

图 2　云南斗南锰矿现生产流程 - 30 mm 原矿数质量流程

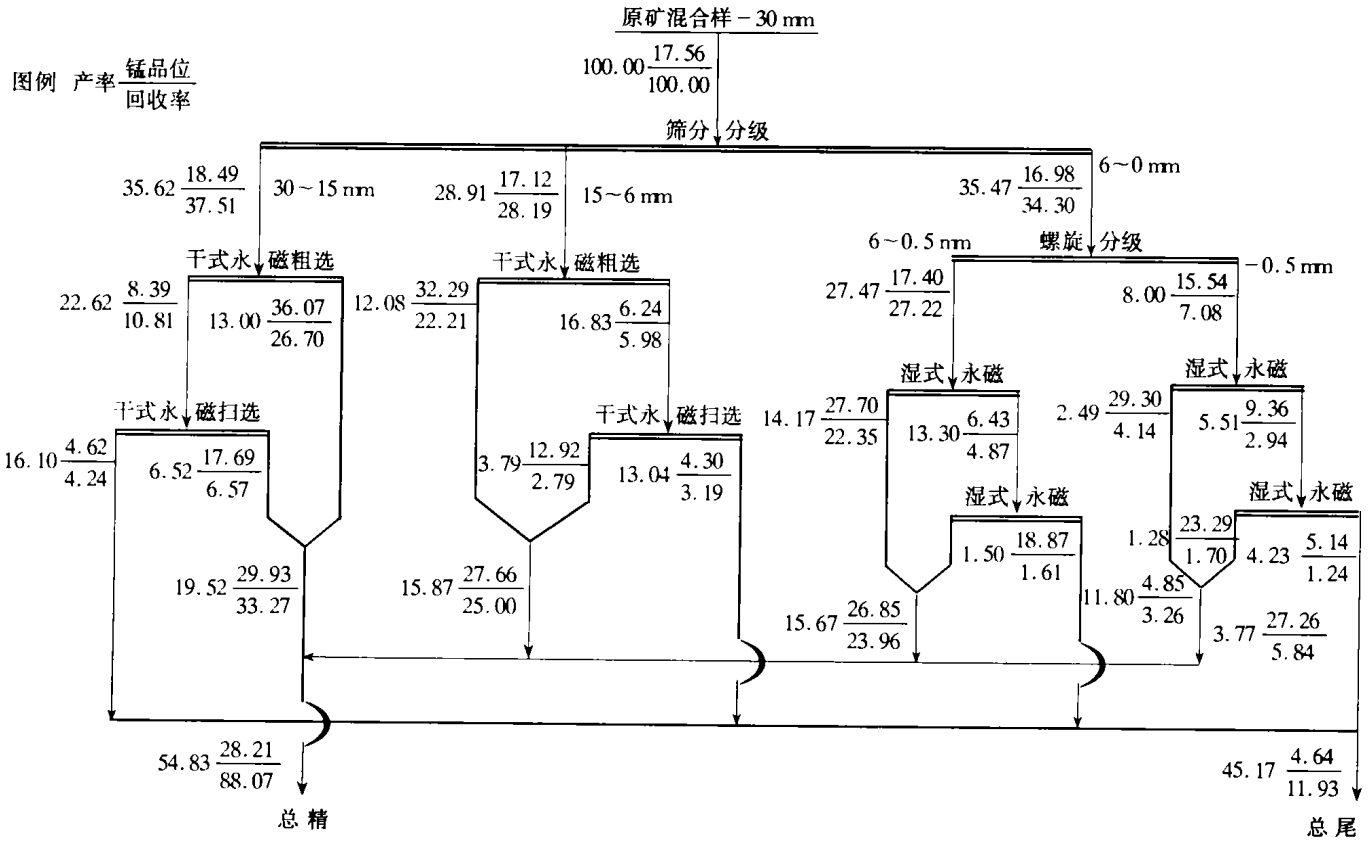

图 3　2004 第三代永磁机分选云南斗南锰矿 - 30 mm 原矿数质量流程

维普资讯 http://www.cqvip.com

尾矿坝已堆积约50万t品位在27%左右的尾矿,经螺旋分级机脱泥后,用湿式永磁机一粗一扫分选,获得如表3所示的选别结果。

表3 一粗一扫分选选别结果

粒度/mm	给矿品位/%	精矿产率/%	精矿品位/%	尾矿品位/%	回收率/%
-6	27.29	86.1	31.39	5.50	97.20

②福建连城锰矿-6 mm原矿经跳汰机选别后的尾矿再经湿式永磁机一粗一扫分选和-1.2 mm原矿经shp湿式磁选机选别后的尾矿再经湿式永磁机一次选别指标见表4。

表4 一次分选指标

粒度/mm	给矿品位/%	精矿产率/%	精矿品位/%	尾矿品位/%	回收率/%
-6	16.15	35.0	38.80	3.98	84.00
-1.2	18.26	35.79	43.23	4.15	84.73

斗南锰矿第一代永磁机和CS-1电磁感应辊式强磁机现生产指标与第三代永磁机和广义分选空间湿式永磁强磁机的分选指标对照见图2和图3。

4 经济效益评价

4.1 选矿直接经济效益

4.1.1 电耗 以一个年处理原矿9万t的选矿厂每年工作6 000 h为例,如果采用电磁湿式磁选机,需用2台CS-1感应辊强磁机组成一粗一扫流程,每台电耗35 kW;如果采用湿式永磁机,需1台直径为300 mm×1 800 mm永磁机每台电耗2.2 kW和1台直径为300 mm×1 200 mm永磁机每台电耗为1.5 kW组成一粗一扫流程。每度电按0.5元计,则全年节约电费为:

$[35\times2-(2.2+1.5)]\times6\,000\times0.5=198\,900$元

4.1.2 回收率提高产生的效益 见表1,以大新锰矿原矿品位16%左右经磁选机提高到22%左右,精矿产率按提高15%,每吨矿价按400元计算,则将感应辊式强磁机改为湿式永磁机,因精矿产率的提高所产生经济效益为:

90 000 t(原矿)×15%×400元/t=5 400 000元

两项合计选矿直接经济效益为:

198 900+5 400 000=5 598 900元

4.2 金属锰深加工效益

以碳酸锰原矿品位16%左右为例,采用永磁机将锰品位提到22%左右。

锰品位16%左右时,1 t金属锰需锰矿石9 t左右,提高到22%左右时,1 t金属锰需矿石5 t左右。按每吨矿石需0.3 t酸,每吨酸按500元计算,则1 t金属锰节约酸的成本为:

$500\times0.3\times4=600$元

锰矿石打粉每吨以90元计,则每吨金属锰节约打粉费用为:

$90\times4=360$元

合计为600+360=960元

每吨矿渣带走的溶液损失,只计算酸耗加磨粉费用,1万t金属锰就可节省成本960万元。

因此,按大新锰矿碳酸锰矿石用湿式永磁机代替电磁强磁机,1个年处理9万t的选厂可为1万t金属锰厂提供原料计算,则1个1万t电解金属锰厂选矿与深加工的经济效益为:

5 598 900+9 600 000=15 198 900元

5 结 语

(1) 从上述各图表中可以看到,永磁机的选别指标是比较理想的。

(2) 干、湿法永磁机在电耗、水耗、机重、维修,操作等诸多方面都具有明显的优势。这一新的磁选机的问世将为锰矿选矿提供强有力的技术支撑和产生较好的经济效益。

A New Advance of Magnetic Separation in Mn-ore of China

CAO Zhi-liang[1], ZHANG Jing-sheng[1,2], WANG Yun-zheng[3]

(*1. Chabgsha Mining & Metallurgy Research Institute, Changsha, Hunan 410012, China;*
2. National Committee of Manganese Industry Technology Changsha, Hunan 410006, China;
3. Wenshan DouNan Mn Mine Co., Ltd, Wenshan, Yunnan 663101, China)

(下转第10页)

维普资讯 http://www.cqvip.com

有着现实的意义，而且经实验研究证明，只有利用电解金属锰生产过程中的硫酸溶液或者工业生产过程中的硫酸锰废液作为原料生产四氧化锰才具有较大的竞争优势。目前，全国有3家采用矿石直接制取四氧化三锰产品的工艺研究，但均没有实现工业化生产。如果研究成功，有望降低四氧化三锰的生产成本。但是其净化过程较为复杂，除杂和压滤都没有过关，还有待进一步研究。但其工艺生产的四氧化三锰产品比表面积普遍较高，产品可以作为高磁导率磁铁氧体生产的原料。

另外，由于四氧化三锰、氧化铁和氧化锌生产锰锌铁氧体主要采用高温固相合成方法，造成产品成份偏折，微观组织不均匀，导致产品质量不稳定，产品性能制备可重复性差。因此，近2年来，很多人开始研究采用共沉淀法直接生产锰锌铁氧体材料，目前在国内已经建成了1条年产2 500 t的共晶粉生产线。这就预示着四氧化三锰工业必须进行技术改造，以适应磁性材料工业的发展。同时，也警告新的投资者必须防患投资风险。

(3) 开展对四氧化三锰新用途的研究，扩大其使用范围。

最近人们发现四氧化三锰是制备锂离子电池正极材料 $LiMn_2O_4$ 的优质原料，其效果优于 MnO_2。由于 $LiMn_2O_4$ 是最有前途的锂离子电池正极材料，四氧化三锰极有可能在不久的将来进入电池领域，那么四氧化三锰将有一个全新的发展。当然这需要大家不断的研究探索，开发出适合 $LiMn_2O_4$ 生产的出品，满足社会需要，增加产品附加值及市场竞争力。

(4) 加强市场调研，努力开拓国际市场。

四氧化三锰在国际市场上大约有25 000 t的用量，目前主要由日本、南非、美国、德国、韩国等国的企业来供应。可以根据用户的需求，生产合符规格的产品打入国际市场，以取代国外的生产企业。

(5) 现有的四氧化三锰生产企业必须加大货款的回收力度，以防患经营风险。2003年下半年开始，现有的生产厂家在货款回收方面已有所好转。

参考文献：

[1] 曾克新.中国四氧化三锰工业的发展、现状与展望[J].中国锰业,2003,21(4):6-9.

[2] 陈飞宇.硫酸锰溶液制备电子级四氧化三锰的研究[J].中国锰业,2003,21(3):14-16.

[3] 谭柱中,梅光贵,李维健,等.锰冶金学[M].长沙:中南大学出版社,2004.

The Current Problems and Countermeasure of the Constant Development of Mn_3O_4 in China

ZENG Ke-xing, ZHANG Wu

(*Hunan Special Metal Materials Factory, Changsha, Hunan 410011, China*)

Abstract: This article tells of the current situation and the market's forecastings of the concrete problems of Mn_3O_4 in China. Aiming at all of these problems, the author puts forward how to realize the constant development of Mn_3O_4 industry. In the end, the article raises some countermeasure according to the above problems.

Key words: Mn_3O_4; the constant development; countermeasure

(上接第4页)

Abstract: This article summers up the current situation of Mn-industry in China, as well as the new advance on the technology of ore dressing of thick grains with weak magnetic mineral. It also gives a general analyse of the direct economic benefit of ore-dressing, the benefit brought by improvement of rate of recovery and the benefit of the further processings of EMM.

Key words: Mn ore; magnetic separation; economic benefit