

含铜难处理铁矿选冶联合工艺研究^{*}

郑永兴, 文书明, 丰奇成, 刘建, 吴丹丹

(昆明理工大学, 昆明, 650093)

摘要: 国外某铁矿铁品位为 62.14%, 铜含量为 0.58%, 其中的铜矿物氧化率和结合率较高, 属于难处理含铜铁矿石。鉴于对矿石性质的研究, 采用磁选—浸出的选冶联合工艺, 最终获得两种产品: 一种是优质的弱磁选铁精矿, 其中铁品位为 68.90%, 回收率为 46.83%, 铜含量为 0.16%; 一种是浸出后的磁选尾矿, 其中铁品位为 57.89%, 回收率为 53.17%, 铜含量为 0.28%, 该工艺为含铜铁矿资源的有效利用提供了依据。

关键词: 含铜铁矿; 磁选; 浸出

中图分类号: TD951.1; TD925⁺.7 **文献标识码:** B **文章编号:** 1001-0076(2012)04-0029-04

Research on Dressing - Metallurgy Combination Processing

for an Overall Iron Ore Containing Copper

ZHENG Yong - xing, WEN Shu - ming, WU Dan - dan, Liu Jian, FENG Qi - cheng
(Kunming University of Science and Technology, Kunming 650093, China)

Abstract: It is a refractory iron ore containing copper that the copper ore is mainly oxide ore and high combined ratio. The content of Cu and Fe reaches 0.58% and 62.14% respectively. Based on its' process mineralogy research, a process consisting of magnetic separation - leaching - ore was adopted for treating this ore. Two products were obtained: one is the high quality iron ore concentrate, in which the content of Fe is 68.90% , recovery of Fe is 46.83% and the content of Cu is 0.16% ; the other is tailing leached by acid, in which the content of Fe is 57.89% , recovery of Fe is 53.17% and the content of Cu is 0.28% . This technique provides references for resource comprehensive utilization of refractory iron ore containing copper.

Key words: copper oxide ore; magnetic separation; acid leaching

钢铁是重要的结构材料,在国民经济中占有极重要的地位,是现代化工业重要和应用较多的金属材料。所以,人们常把钢铁生产总量、品种、质量、单位能耗和排放、经济效益等作为衡量一个国家工业、农业、国防和科学技术发展水平的重要标志^[1]。铁矿石是钢铁工业赖以存在的基础,铁矿石的品质直接影响着钢铁产品质量的优劣。

国外某铁矿铁品位 62.14%, 含铜 0.58%, 其中

的铜矿物主要是氧化铜,且铜的结合率较高,铜夹杂在铁矿中并随冶炼富集在生铁中,如果使用含铜生铁炼钢,铜存留在钢中会降低钢材的焊接性能并有热脆现象,加工中产生网状裂纹。所以有效分离该铁矿中的铜矿物和铁矿物,综合利用该铜铁矿资源成为重要研究课题。我们在查阅相关文献及大量探索性试验研究后,采用磁选—浸出的选冶联合工艺,获得较好技术指标,为该铜铁资源的有效利用提供

* 收稿日期:2011-09-22;修回日期:2012-03-10

作者简介:郑永兴(1986-),男,硕士,研究方向为资源综合利用。E-mail:1035694039@qq.com。

了依据^[2]。

1 原矿性质分析

矿样来自国外某地,多元素分析如表 1 所示。铁物相分析见表 2,铜物相分析见表 3。

表 1 多元素分析结果

名称	Cu	Fe	Pb	Zn	Au*	Ag*	Al ₂ O ₃
含量/%	0.58	62.14	<0.05	0.019	0.40	<5	1.00
名称	S	P	As	CaO	MgO	SiO ₂	
含量/%	0.099	0.035	<0.10	0.14	0.19	5.75	

注: * 单位为 g/t。

表 2 铁物相分析

相名称	磁铁矿	碳酸铁	硅酸铁	硫化物	赤褐铁矿	总铁
含量/%	34.14	0.076	1.51	0.13	26.36	62.26
分布率/%	54.80	0.12	2.42	0.20	42.30	100.00

表 3 铜物相分析

相名称	硫酸铜	游离氧化铜	结合氧化铜	硫化铜及其它	总铜
含量/%	<0.01	0.38	0.20	<0.01	0.58
分布率/%	<1.70	65.50	34.50	<1.70	100.00

从表 1 可以看出,该矿样属于铜含量超标,S、P、As、Pb、Zn 等有害元素均不超标的高品位铁矿石,通过适当的方法除去其中的铜后,就可以直接作为炼铁原料。

从表 2 可以看出,铁主要以磁铁矿和赤褐铁矿形式存在,其中磁铁矿的分布率为 54.80%,弱磁选可以将其回收。

从表 3 可以看出,氧化铜分布率大于 98.00%,结合氧化铜分布率达 34.50%,属于难处理铜矿物。

矿石的性质研究表明,该含铜铁矿属于含铜超标的高品位铁矿石。前期试验结果表明,单一选矿或冶金方法均不是处理该矿石的最佳方法。针对这一难题,本文将选矿与冶金的方法进行有机结合,既避免了单一浸出酸耗较大的弊端,又达到了铜资源充分回收的目的。

2 试验结果及其讨论

2.1 磁选试验

2.1.1 磨矿细度对弱磁选指标的影响

选择磨矿细度分别为 -74 μm 占 70%,75%,

80%,85%,90%,在磁场强度为 88 kA/m 条件下,进行弱磁选试验研究,试验结果如图 1、2 所示。

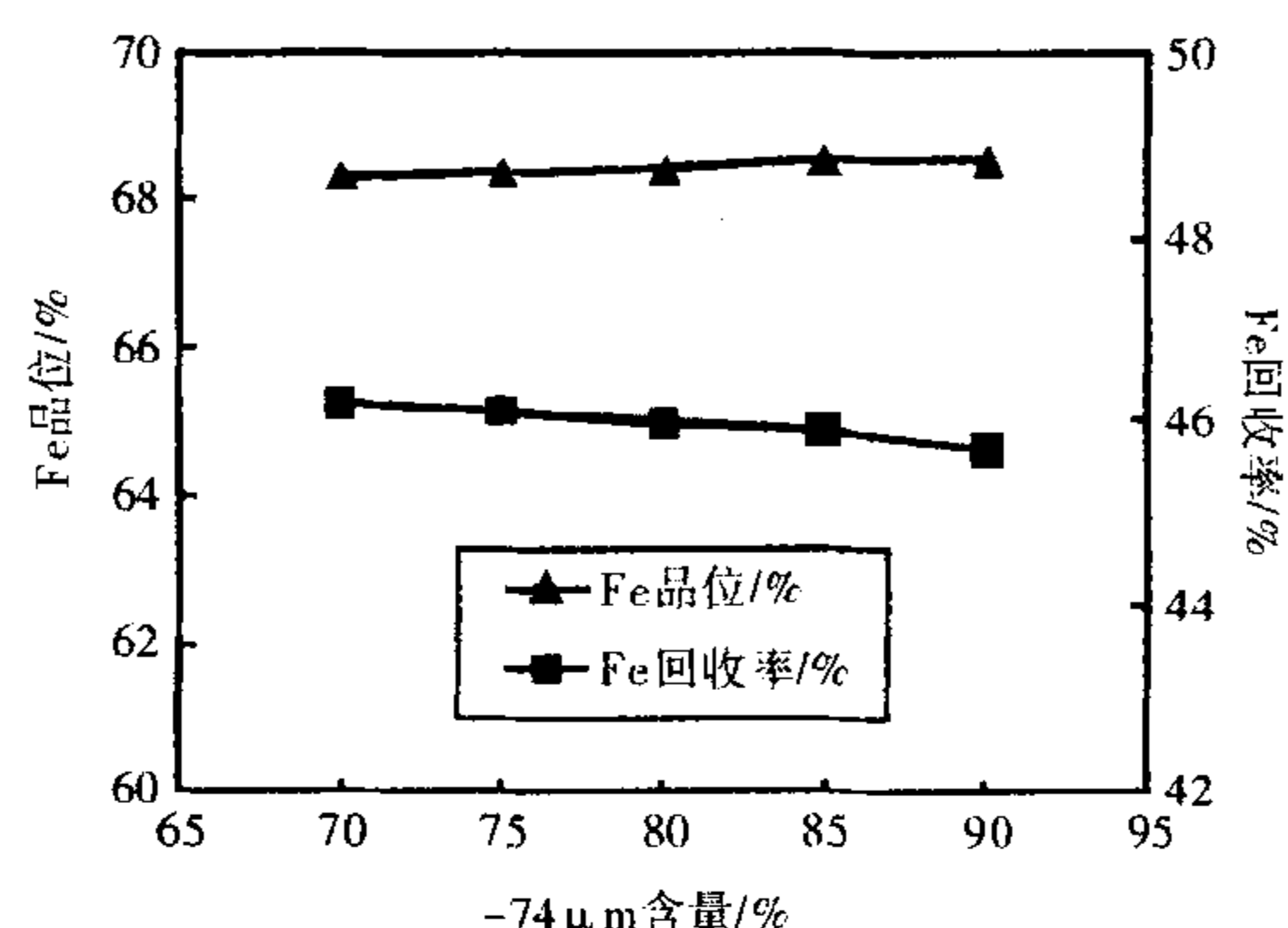


图 1 磨矿细度对铁精矿指标的影响

从图 1 可知,随着磨矿细度的增加,铁品位在 68.33% ~ 68.54% 范围内波动,铁回收率在 45.66% ~ 46.18% 范围内波动。考虑到后续粒度对磁选尾矿浸出率的影响及现有技术条件下磨机的磨矿能力,选择磨矿细度为 -74 μm 占 85%。另外,还对铁精矿中含铜量及铜损失率进行考察。

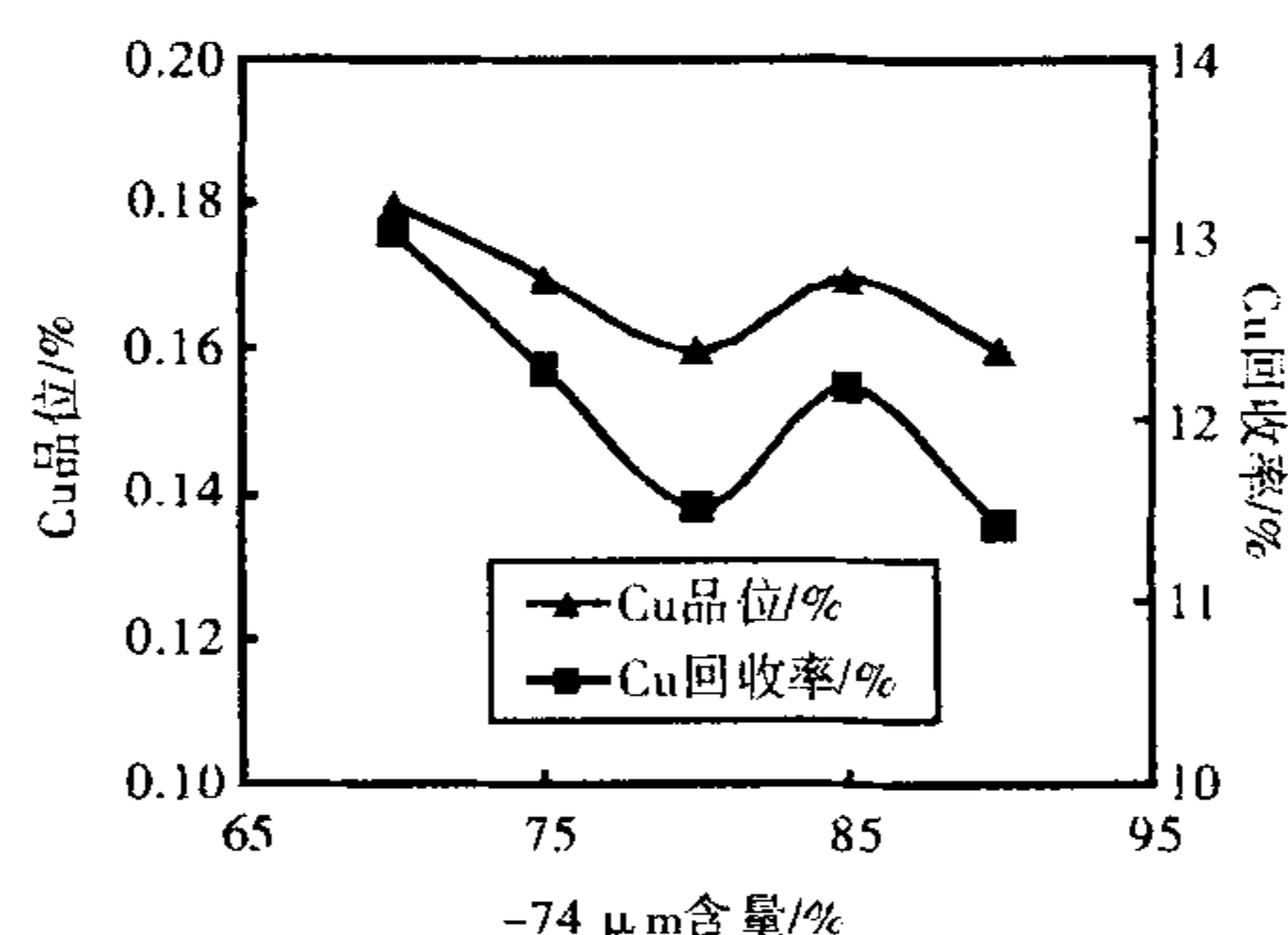


图 2 磨矿细度对铁精矿中铜指标的影响

从图 2 可知,随着磨矿细度的增加,铜品位在 0.16% ~ 0.18% 范围内波动,回收率在 11.42% ~ 13.03% 范围内波动,说明增加磨矿细度对铁精矿中的这部分铜矿物解离效果不明显。当磨矿细度为 -74 μm 占 85% 时,铁精矿中铜含量和损失率分别为 0.17% 和 12.19%,符合铁精矿含铜小于 0.20% 的标准。综合铜和铁的指标考虑,选择磨矿细度为 -74 μm 占 85%。

2.1.2 磁场强度对弱磁选指标的影响

原矿磨至 -74 μm 占 85%,在不同磁场强度条件下,进行弱磁选试验,结果如图 3、4 所示。

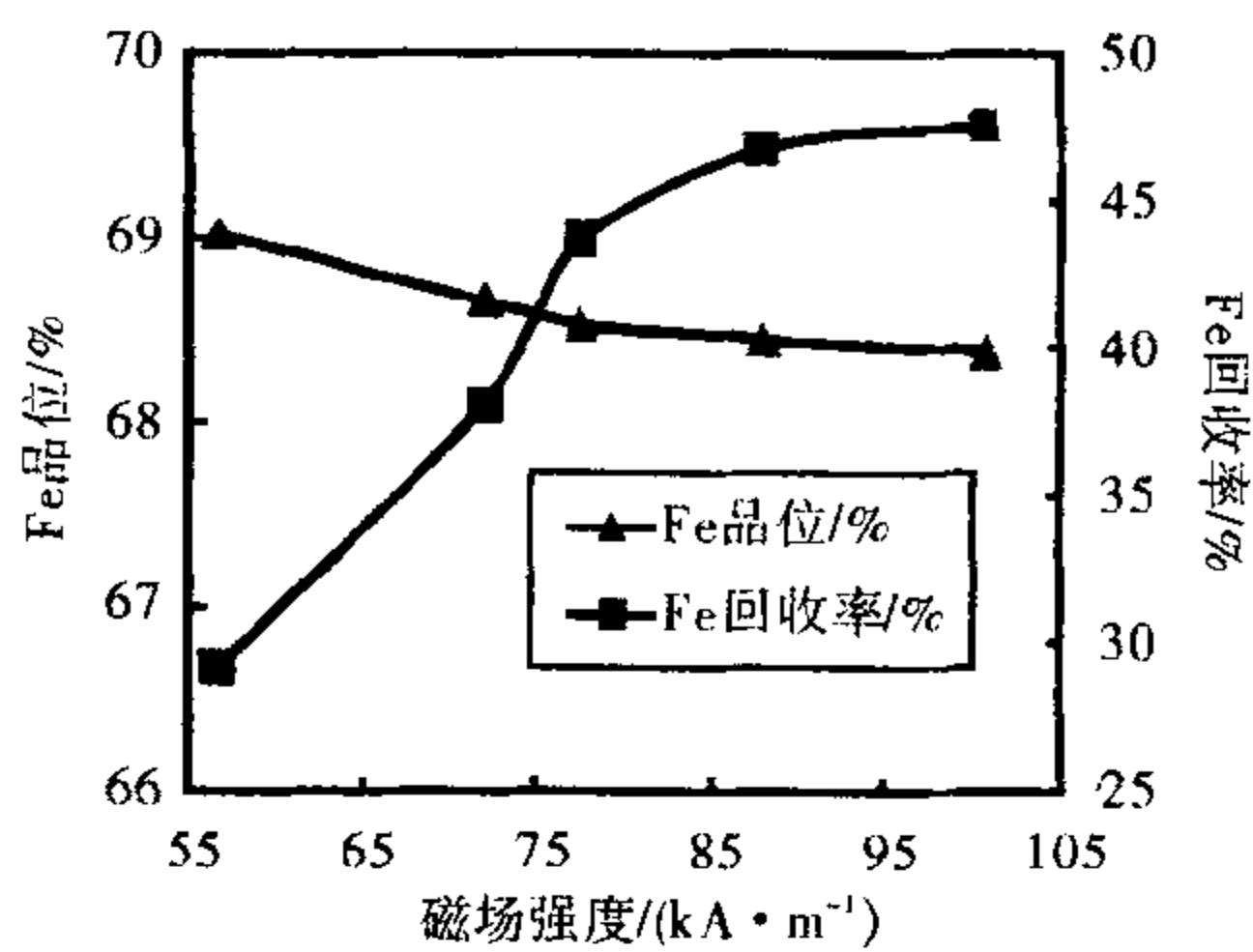


图3 磁场强度对铁精矿指标的影响

从图3可知,随着磁场强度增加,铁精矿品位在68.38%~69.03%范围内波动,铁回收率呈现上升趋势。磁场强度从56.80 kA/m增加到88 kA/m,铁回收率从29.11%增加到46.83%,之后增加磁场强度,铁回收率基本不变。因此,选择磁场强度为88 kA/m。同时,还对铁精矿中铜含量及损失率进行了考察。

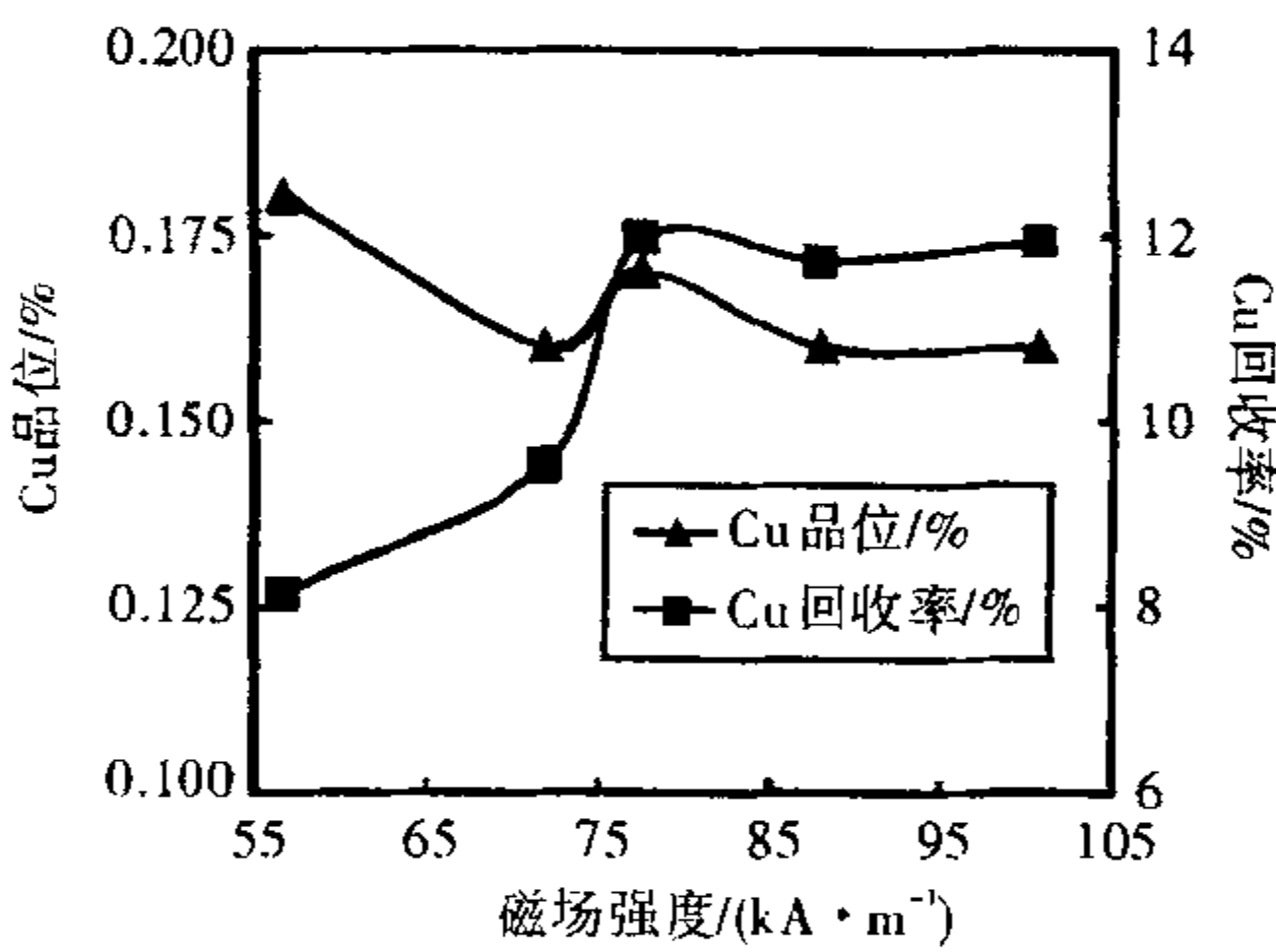


图4 磁场强度对铁精矿中铜指标的影响

从图4可知,随着磁场强度的增加,铜在铁精矿中的含量在0.16%~0.18%范围内波动,回收率在8.13%~11.91%范围内波动。当磁场强度为88 kA/m时,铁精矿中铜含量和损失率分别为0.16%和11.72%,符合铁精矿含铜小于0.20%的标准。综合考虑,选择磁场强度为88 kA/m。

2.1.3 磁选产品分析

原矿磨至-74 μm占85%,在磁场强度为88 kA/m条件下进行弱磁选,得到磁选精矿和尾矿。磁选精矿多元素分析如表4所示,磁选尾矿多元素分析如表5所示。

表4 磁选精矿多元素分析								/%
元素	Cu	Fe	Pb	Zn	S	P	As	SiO ₂
含量	0.16	68.90	<0.05	0.01	0.094	0.015	<0.0012	12.12

注:铜含量为0.15%~0.17%,0.16%为平均值。

从表4可知,铁精矿符合C67的Ⅰ类标准。通过弱磁选提前产出42%左右铁精矿,为浸出作业减轻负担,提高了生产效率。

表5 磁选尾矿多元素分析							
名称	Cu	Fe	Pb	Zn	Au*	Ag*	Al ₂ O ₃
含量/%	0.86	57.42	<0.05	0.029	0.30	<5	1.02
名称	S	P	As	CaO	MgO	SiO ₂	
含量/%	0.065	0.048	<0.10	0.16	0.30	9.58	

* 单位为g/t

从表5可知,铜矿物在弱磁选尾矿中富集,为浸出作业创造了条件。矿石中铜矿物氧化率和结合率较高,且钙镁含量低,故用稀硫酸作浸出剂较合适。

2.2 浸出试验

2.2.1 硫酸用量与浸出率的关系

在液固比为2:1、时间为90 min、搅拌转速为300 r/min、常温条件下,进行硫酸用量试验,用量分别为20 kg/t、60 kg/t、100 kg/t、140 kg/t、180 kg/t,结果如图5所示。从图5可以看出,铜浸出率随硫酸用量增大而增大,硫酸用量从20 kg/t增加到140 kg/t时,铜浸出率从60.34%增加到68.36%,之后增加硫酸的用量,铜浸出率基本不变。因此,选择硫酸用量为140 kg/t。

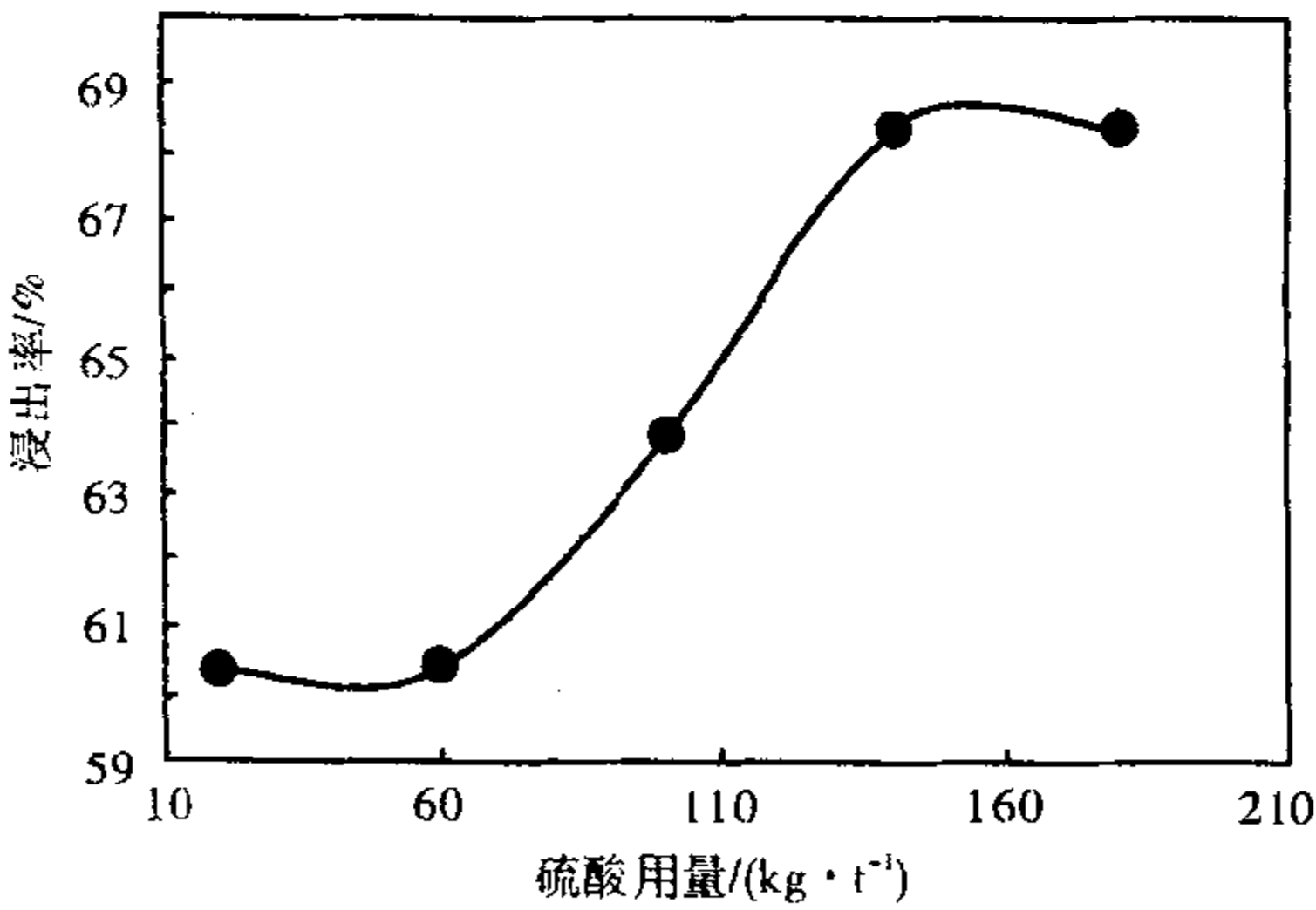


图5 硫酸用量与浸出率的关系

2.2.2 时间与浸出率的关系

确定硫酸用量为140 kg/t后,控制其它条件不变,考察浸出时间对浸出率的影响。试验结果如图6所示。从图6可以看出,浸出时间从15 min增加到30 min时,浸出率增加不明显。从30 min增加到60 min时,浸出率从64.70%增加到68.38%。60 min以后,铜的浸出率基本不变。因此,选择浸出时间为60 min。

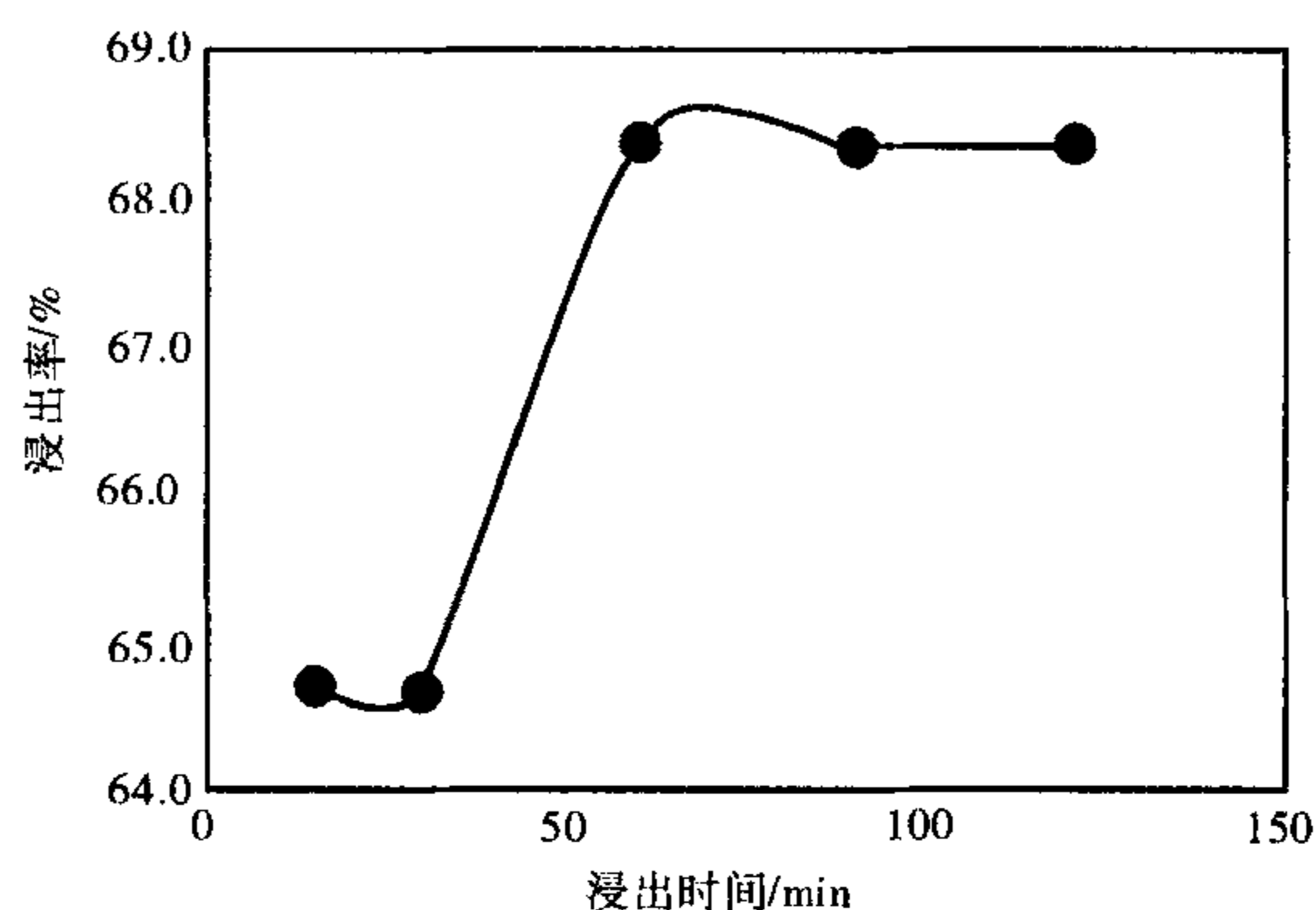


图6 浸出时间与浸出率的关系

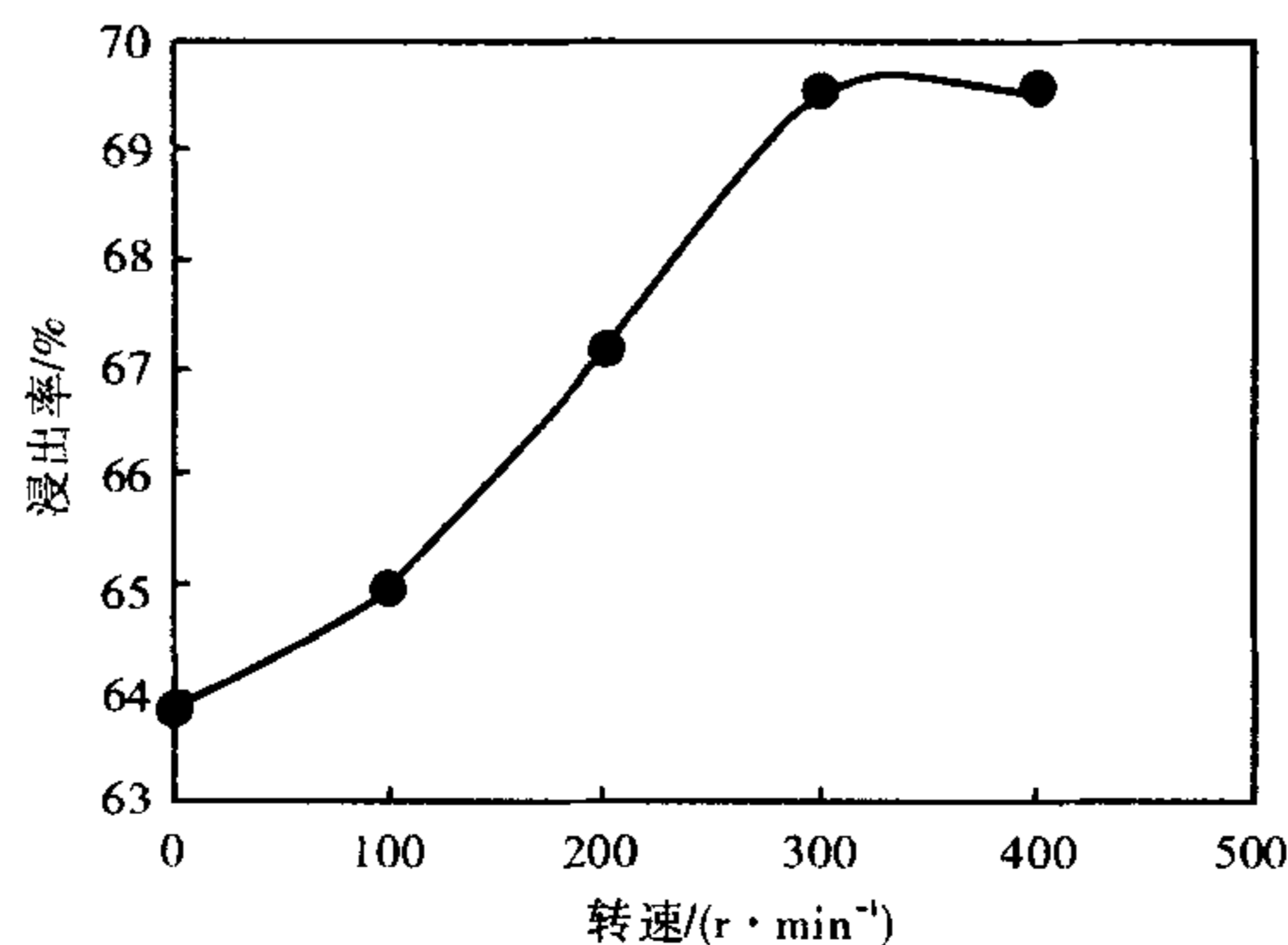


图8 搅拌转速与浸出率的关系

2.2.3 液固比与浸出率的关系

确定硫酸用量为140 kg/t、时间为60 min后，控制其它条件不变，考察液固比对浸出率的影响。试验结果如图7所示。从图7可以看出，液固比从1:1增加到3:1，浸出率从68.13%增加到69.51%，之后增加液固比，浸出率呈下降趋势。因此，选择液固比为3:1。

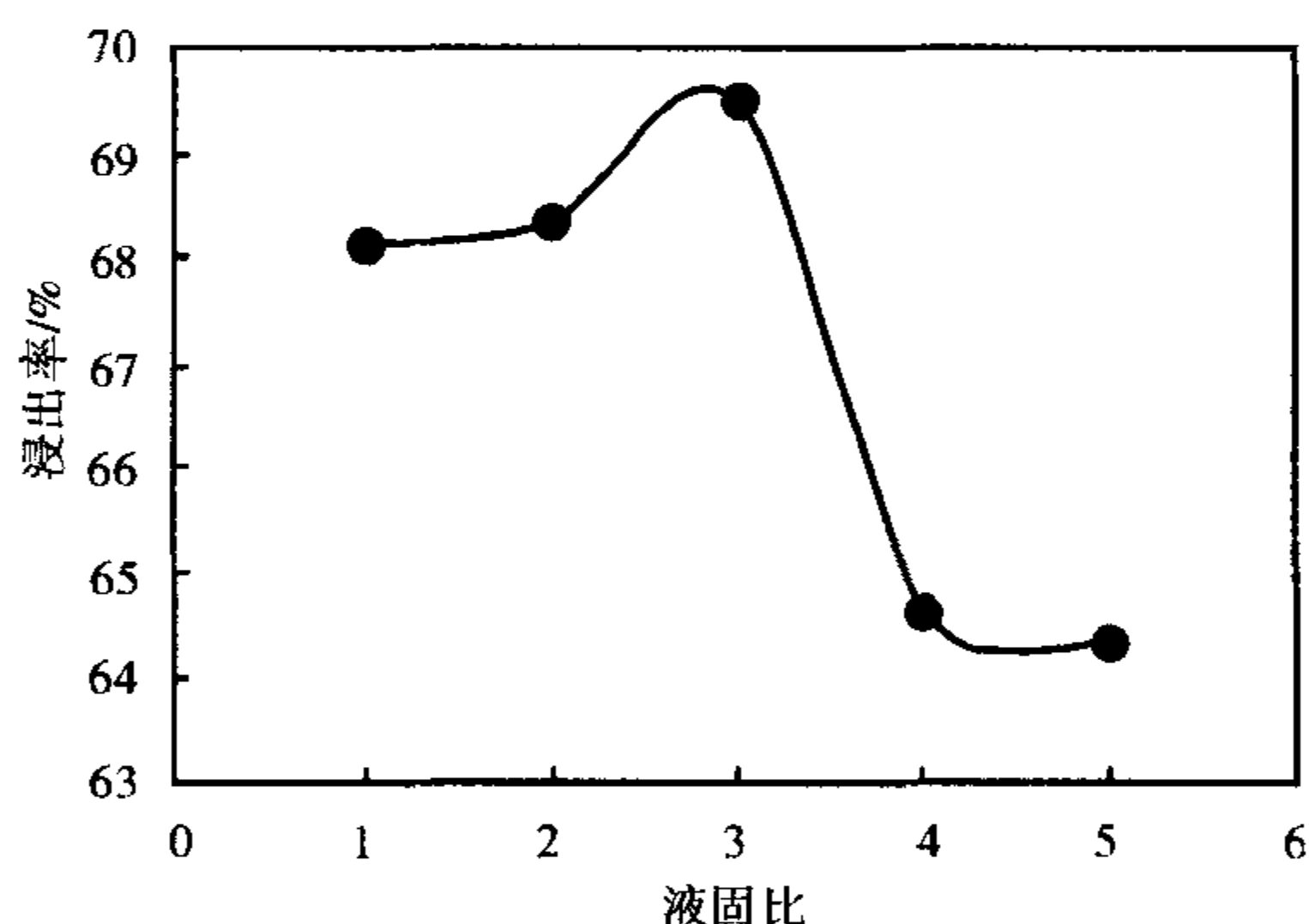


图7 液固比与浸出率的关系

2.2.4 搅拌转速与浸出率的关系

确定硫酸用量为140 kg/t、时间为60 min，液固比为3:1后，控制其它条件不变，考察搅拌转速对浸出率的影响。其结果如图8所示。从图8可以看出，从不搅拌到将转速增加至300 r/min，浸出率从63.84%增加到69.51%，之后增加搅拌速度，浸出率基本不变。因此，选择搅拌转速为300 r/min。

2.2.5 浸出验证试验

试验条件为：硫酸用量140 kg/t，浸出时间60 min，液固比3:1，搅拌转速300 r/min。取弱磁选尾矿50 g，进行常温浸出验证试验。在最佳浸矿参数条件下，可得到低品质铁精矿，其中铁品位为57.89%，铜含量为0.28%，作为下一步配矿原料。渣计铜浸出率68.29%。

3 结论

(1) 国外某铁矿铁品位为62.14%，含铜0.58%，其中的铜矿物氧化率和结合率较高，属于难处理含铜铁矿石。

(2) 通过弱磁选提前产出42%左右铁精矿，其铁品位为68.90%，回收率为46.83%，铜含量为0.16%，产品符合C67的I类标准。

(3) 在最佳浸矿参数条件下对弱磁尾矿进行浸出，可得到品质相对较低的铁精矿，其中铁品位为57.89%，回收率为53.17%，铜含量为0.28%，基本实现了铜矿物与铁矿物的分离。

(4) 下一步考虑浸出液中铜的提取及酸液的循环利用。

参考文献:

- [1] 薛正良. 钢铁冶金概论[M]. 北京: 冶金工业出版社, 2008:1-2.
- [2] 郑永兴. 含铜难处理铁矿铜铁分离试验研究[D]. 昆明: 昆明理工大学, 2011.