诺兰达炉处理低硫铜精矿的生产试验研究*

王阗[1]，周育军[2]
（1. 中南大学冶金学院，长沙，410083；2. 大冶有色金属公司广播电视大学，湖北省 黄石，435005）

摘 要：结合大冶诺兰达炉生产实际及开展的低硫铜精矿处理试验，研究了诺兰达炉对低硫铜精矿处理的适应性，进行了氧平衡和物料平衡计算，提出了相关建议。

关 键 词：诺兰达熔炼炉；低硫铜精矿；渣性；适应性；氧平衡；物料平衡
中图分类号：TF806.2；TF811 文献标识码：B 文章编号：1001－0076（2007）01－0036－04

Industrial Test Research on Processing of the Low Sulphur Copper Concentrate with Noranda Furnace

WANG Tian, *ZHOU Yu－jun*
(School of Metallurgical Science and Engineering, Central South University, Changsha 410083, China)

Abstract: The flexibility of processing the low sulphur copper concentrate with Noranda furnace was studied combining with their production practices and experimental researches in Daye Nonferrous Metals Company. Then, oxygen balance and material balance were calculated, and some constructive proposals were suggested.

Key words: Noranda furnace; low sulphur copper concentrate; slag property; S/Cu; flexibility; oxygen balance; material balance

随着国内粗铜冶炼能力的增加，国内铜原料难于采购与粗铜生产能力上升的矛盾将会不断加剧，进而会带来国内铜原料市场竞争的加剧，以及国内铜冶炼厂加大对品质较差的低硫铜精矿处理的需要。2003 年 8 月中旬，大冶冶炼厂基于当时国内生产铜精矿量较进口铜精矿量多和目前国内铜精矿含硫较低的杂矿（18% ≤S≤20%）占比例（约 50%）较大的状况，同时为了使今后大冶冶炼厂生产组织更为合理，成立了“诺兰达炉处理低硫矿试验攻关组”。2003 年 8 月 30 日～9 月 17 日，各攻关小组按每天 24 h 现场跟班方式进行了四个阶段的生产试验，达到了较好的试验效果。

1 诺兰达炉工艺条件

2003 年 8 月，诺兰达炉（外形见图 1）经过了炉体局部挖修，各设备进行了系统检修，从设备状况上保证了设备运行率。同时，诺兰达炉供料系统的上料部分及转炉车间带石英划归备料车间管理，从料源供应上形成了统一协调、统一管理的局面，避免了以往供料不均衡、不合理的情况。

诺兰达炉可操作工艺条件如下：(1) 风眼供风由 ATLAS 高压鼓风机供给，最大鼓风量为34 000 Nm^3/h；(2) 风眼供氧由制氧车间两台制氧机供给，每台最大供氧量为6 000 Nm^3/h；(3) 氧量可分配给诺兰达炉及 4 台转炉；(4) 诺兰达炉可用风眼数目为 37 个，设计风眼鼓风强度为1 000 Nm^3/h 左右；(5) 由人工手动操作捅风眼机捅风眼；(6) 加料方式为由料仓下料进入可计量申克称再到皮带、抛料机，通过高速运转的抛料机将炉料（精矿、熔剂）抛入炉内。其中，每台供精矿申克称供料量最大可达 75 t/

* 收稿日期：2006－09－02；修回日期：2006－12－03
作者简介：王阗（1973－），男，云南昆明人，大学文化，工程硕士研究生，冶炼工程师，现工作于大冶冶炼厂生产调度科。

万方数据

h,每台供熔剂(河沙)、燃料(石油焦)申克称供料量最大可达 15 t/h。

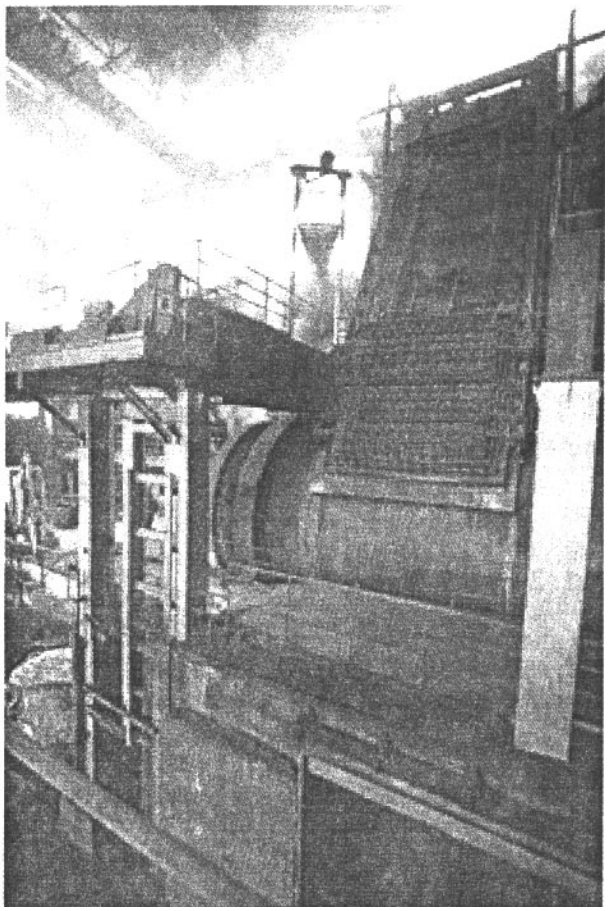

图 1　诺兰达炉外形

2　诺兰达炉处理低硫铜精矿试验

2.1　诺兰达炉四个试验阶段划分

根据试验要求,攻关组先后召开两次小结会,并采取了循序渐进的方法进行了四个阶段的试验,为避免阶段交替时料源变化及 8 月 30 日投料后到 9 月 2 日生产还未稳定对试验可能会存在不准确分析,具体将试验划分如下:

(1)一阶段 9 月 2 日 7:30 ~ 9 月 5 日 7:30。诺兰达炉 HS 矿(高硫矿)按进口矿:硫精矿 = 2:1 配制,LS 矿(低硫矿)按中硫矿:杂矿:烟灰:硫精矿 = 25:55:10:10 配制。

(2)二阶段 9 月 6 日 19:30 ~ 9 月 10 日 7:30。诺兰达炉 HS 矿全部采用进口矿,LS 矿按中硫矿:杂矿:烟灰 = 35:55:10 配制。

(3)三阶段 9 月 10 日 19:30 ~ 9 月 13 日 7:30。诺兰达炉全部采用 LS 矿,LS 矿按中硫矿:铜录山矿:杂矿:烟灰 = 45:25:20:10 配制,如炉况难维持,加入适量硫精矿。

(4)四阶段 9 月 13 日 7:30 ~ 9 月 17 日 19:30。诺兰达炉全部采用 LS 矿,LS 矿按中硫矿:杂矿:烟灰 = 45:45:10 配制,如炉况难维持,加入适量硫精矿。

2.2　试验状况

从四个阶段的试验来看,各阶段操作均较为顺利,当然,这与诺兰达炉本次已进行了检修、炉内炉结较低、37 个风眼保持捅 35 个,另 2 个由于 8 月 30 日投料时风眼风压较低而采用不捅的方式让其自然结死,从而风眼送风很畅通、炉内搅拌性较强等因素有关。

放铜操作均很顺利,冰铜面的测量也较为准确,这也证明了炉内炉结较低对生产的顺利进行有一定的促进作用。

放渣操作整体来看较好,除了二阶段渣性一般外,其余三个阶段渣流动性都较好。值得一提的是二阶段渣性较粘,如果不用空气枪吹,大多渣很难流出,但用空气枪吹,渣可流出,出来的渣因粘度较大大多不能进入反射炉直接贫化。

在三、四阶段中,硫精矿是直接带入诺兰达炉料仓由操作工根据实际生产情况决定使用的。三、四阶段中,出现过短暂的冰品升高,渣性有变差的现象,但由于及时加入了一定的硫精矿,渣性很快就转变过来了。

四个阶段的开风时率都很好,这与诺兰达炉经过了检修、炉体及设备状况好、备料和转炉等相关单位的积极配合及诺兰达炉操作工的尽职操作是分不开的。

2.3　攻关试验工艺指标分析

试验期间主要工艺指标见表 1。

从表 1 可见,S/Cu 最低的为二阶段的 0.97,而此阶段渣性在四个阶段中最差,在二阶段放渣时渣只能通过空气枪吹才可放出,其中有一至二包渣出现了明显的带铜现象。同时,二阶段的渣含铜也是四个阶段中最高的为 4.98%。

可明显看出,S/Cu 越高,石油焦的加入量越低,一阶段最低为 1.30 t/h。

万方数据

表 1 诺兰达炉处理低硫铜精矿试验工艺指标

阶段	加料量(t/h)			炉料成分(%)					石油焦(t/h)	石英(t/h)	开风时间(h)	冰铜量包	冰品(%)	渣量包	炉渣成分(%)			Fe/SiO_2
	S 精矿	HS	LS	Cu	S	Fe	SiO_2	CaO							Cu	Fe	SiO_2	
一		20.66	44.36	18.97	22.34	27.21	10.70	2.94	1.30	7.77	67.78	43	68.73	193	3.77	36.94	28.28	1.31
二		19.14	55.86	22.42	21.77	27.20	9.82	2.86	1.51	9.50	80.65	65	69.07	226	4.98	38.79	26.50	1.46
三	0.82		71.77	19.96	22.23	27.23	8.78	3.30	1.65	9.88	55.77	39	68.38	170	4.56	38.03	27.51	1.38
四	2.93		70.34	18.74	20.73	24.40	10.18	3.15	1.54	10.00	104.17	69	69.35	336	4.50	36.52	27.93	1.31

冰铜量最高的是二阶段为 65/80.65 = 0.806 包/h,这与二阶段炉料含铜较高(22.56%)有关。

四个阶段中放渣量最大的是四阶段为 336/104.17 = 3.23 包/h,冰铜品位最高的是四阶段为 69.35%,从而说明了冰铜品位越高渣量越大。在三、四阶段中,如果没有硫精矿的适时加入,冰铜品位可能较难控制。

渣中 Fe/SiO_2 的控制一般在 1.3 ~ 1.45 左右,大多数情况下,我们控制 Fe/SiO_2 在 1.35 ~ 1.4 左右渣性较好,这与最初诺兰达炉 Fe/SiO_2 控制在 1.6 ~ 1.8 的工艺要求有一定区别,试验中我们也曾试着将 Fe/SiO_2 往上提高操作,因为高的 Fe/SiO_2 可以控制相对较少的渣量,但 Fe/SiO_2 到 1.5 时渣性就出现不太好的征兆,因此,我们没有继续提高 Fe/SiO_2,而渣量和石英的加入量就比我们最初计算的要大。

风量、氧量及氧浓度的控制在四个阶段中都差不多,基本上氧量仪表显示值为9 000 ~ 9 200 Nm^3/h 左右,风量表显示值在22 500 ~ 23 500 Nm^3/h 左右,氧浓度一般在 44% ~ 46.5% 左右,这次试验中风量、氧量、氧浓度的控制基本体现了以炉温为主的控制原则,同时兼顾渣性调节。

3 氧平衡及物料平衡计算

3.1 氧平衡计算

3.1.1 确定风、氧量及诺兰达炉风眼氧量

(1)氧量:我厂制氧车间两台氧压机每台供氧量在6 000 Nm^3/h 左右,纯度估为 99%,则两台同时供氧量为12 000 Nm^3/h,转炉车间分配氧量试验期间厂只供一台转炉,用氧在1 200 Nm^3/h 左右,但由于 1#、2#转炉氧气手动阀关不严,转炉车间实际用氧量在1 500 Nm^3/h 左右,则

供往诺炉氧量 = 12 000 − 1 500 = 10 500 Nm^3/h

(2)风量:根据仪表值取为23 000 Nm^3/h 则

氧浓度 = (10 500 × 0.99 + 23 000 × 0.205)/(10 500 + 23 000)
= 45.10%

比实际氧浓度分析仪的氧浓度值≥46% 略低些。从氧浓度偏差上看,我们姑且认为风量表是准确的,氧浓度值为参考值。则

诺炉风眼实际氧量 = (10 500 × 0.99 + 23 000 × 0.205) × 97%(氧气利用率)
= 14 656.7 ≈ 14 660 Nm^3/h。

3.1.2 计算加料量

根据各阶段炉料成分可计算出炉料需氧量,同时石油焦的需氧量定为1 800 Nm^3/t,则可推算出各阶段理论可加入精矿量。

(1)一阶段:

精矿需氧量 = 7 × 23.41 + 2 × 25.39 − 2.5 × 18.81 + 9
= 176.6 Nm^3/t 干矿

石油焦加入量 = 1.3 t/h,约耗氧量 = 1.3 × 1 800 = 2 340 Nm^3 则

理论可加入干精矿量 = (14 660 − 2 340)/176.6
= 12 320/176.6 = 69.76 t/h

同样地,我们可计算出二、三、四阶段的理论加入干精矿量。表 2 列出了理论与实际加入的情况。

表 2 加料量对比分析

阶段	入炉总矿量(t)	需氧量(Nm^3/h)	开风时间(h)	入炉干矿量(t/h)	理论加入矿量(t/h)	实际与理论差(t/h)
一	4408	176.6	67.78	65.03	69.76	−4.73
二	6050	172.3	80.65	75.02	69.31	+5.71
三	4050	169.4	55.77	72.62	68.91	+3.71
四	7634	170.5	104.17	73.28	69.72	+3.56

3.2 计算理论需硅量

同样以一阶段为例,我们假设有 100 t 干矿,冰铜产量为 M t,渣量为 N t,则建立如下方程式:

$$100 \times 18.8\% = M \times 69\% + N \times 3.8\% \quad \cdots\cdots ①$$

$$100 \times 25.4\% = M \times 10\% + N \times 37.8\% \quad \cdots\cdots ②$$

万方数据

式①、式②联立得:M = 23.89 t;N = 60.87 t;渣中含 Fe = 60.87 × 37.8% = 23.01 t。

如将 Fe/SiO_2 定在 1.35,则造渣共需 SiO_2 量 = 23.01/1.35 = 17.04 t;则另需加入 SiO_2 量 = 17.04 − 100 × 13.36% = 3.68t/100 t 干矿,如河沙含 SiO_2 为 85%,则需加入河沙量 = (3.68/85%)/100 = 4.33/100 = 0.0433 t 河沙/t 干矿。

则一阶段理论上加入河沙量应为 0.0433 × 65.03 = 2.82 t/h,而实际上河沙加入量为 7.77 t/h。用同样的方法,我们也可计算二、三、四阶段的河沙理论加入量,也一样与实际值偏差较大。

因此,在熔剂的加入量上理论与实际的偏差较大应引起我们重视,笔者认为熔剂申克称的准确性值得怀疑,当然也有可能是入炉炉料的杂质成分也参与造渣而使得实际河沙加入量大于理论量。不过,目前 1#操作工大多是根据实际渣性情况来决定熔剂加入量,因此这个问题除了对生产成本会有影响外,对生产不会产生大的影响。

3.3　铜量平衡分析

假若申克称计量准确,则按申克称计量来分析铜量平衡见表 3。

表 3　铜量平衡表

阶段	总铜量(t)	冰铜含铜		渣含铜		其它损失铜量		S/Cu
		含铜量	比例(%)	含铜量	比例(%)	含铜量	比例(%)	
一	829.14	620.63	74.85	132.01	15.92	76.5	9.23	1.24
二	1364.88	942.81	69.08	202.59	14.84	219.48	16.08	0.97
三	818.51	560.03	68.42	122.4	14.95	136.08	16.63	1.12
四	1431.38	1004.88	70.20	272.16	19.01	154.34	10.78	1.20

从表 3 可知,不管申克称计量准不准确,但可以肯定:精矿中 S/Cu 比越大,铜的直收率越高。

4　试验结论及建议

(1)本次试验证明,诺兰达炉可在生产初期使用含硫较低精矿进行生产;

(2)建议 S/Cu 尽量高些,最好 S/Cu ≥ 1.1,这样铜的直收率要高些;

(3)炉料需氧量尽量要达到 170 Nm^3/t 干矿;

(4)处理低含硫精矿时,氧浓度要尽量达到 45%,但为了保证一定的炉寿,建议氧浓度不超过 48%。本次试验三阶段出现了炉子尾部有部分风眼砖厚度较薄些的情况;

(5)诺兰达炉的控制都应密切联系实际,首先要操作出良好的渣性,在保证渣性的前提下,炉温的控制显得尤为重要;

(6)在处理低含硫精矿时,如果遇到炉子生产恶化,渣不好放,应尽快采取措施进行调整。出现死炉现象时,除了原来用过的进反射炉处理低品位冰铜、全部采用高硫的进口矿等方法外,也可用加入一定硫精矿来调整炉况。

参考文献:

[1] 朱祖泽,贺家齐. 现代铜冶金学[M]. 北京:科学出版社,2003.
[2] 彭容秋. 铜冶金[M]. 长沙:中南大学出版社,2004.
[3] 任鸿九. 有色金属熔池熔炼[M]. 北京:冶金工业出版社,2001.

《矿产保护与利用》
2007 年度全年 30 元价格不变
欢迎赐稿　欢迎提出宝贵意见
欢迎随时订阅　欢迎刊登广告

万方数据