

土法冶炼砷锰铁

辽宁省冶金工业厅钢铁处编

辽宁人民出版社

土法冶炼矽锰铁

辽宁省冶金工业厅钢铁处编

☆

辽宁人民出版社出版（沈阳市沈阳路二段宫前里2号） 沈阳市书刊出版业营业许可富文出字第1号
沈阳新华印刷厂印刷 辽宁省新华书店发行

787×1092毫米·1号印张·30,000字·印数：1—2,000 1961年3月第1版
1961年3月第1次印刷 统一书号：T15090·119 定价(5)0.13元

前 言

矽鉄和錳鉄（通称为矽錳鉄）都是炼鋼的重要原料。几年来，在党的领导下，我省鋼鉄工业正在迅速地发展着，对矽錳鉄的需要量也日益增加，因此，在鋼鉄工业战线上增产矽錳鉄，有着极为重要的經濟意义和政治意义。

如何大力增产矽錳鉄，錦州鉄合金厂和沈阳市鋼鉄厂已創造了行之有效的經驗，即簡易电爐冶炼矽鉄和自热式热风化鉄爐冶炼錳鉄的經驗。这两个經驗的共同特点是：建爐快，花錢少，設備簡單，容易制造。对一般小型企业，特别是机械制造行业，自立更生，土法上马，解决矽錳鉄的急需，适宜采用。为此，我們把它編輯成冊，供各地学习参考。

編 者

1961年2月

目 录

锦州铁合金厂简易电爐冶炼矽鉄的经验

一 简易电爐的供电系統.....	1
二 简易电爐的組成及其构造.....	2
1. 爐缸 2. 变压器 3. 短网 4. 电极 5. 夹头和手动卷揚机	
三 冶炼矽鉄的基本原理.....	7
1. 基本原理 2. 对原料的要求 3. 配料計算	
四 生产工艺.....	10
1. 开爐 2. 冶炼	
五 矽鉄化验.....	11
六 故障的預防及其处理.....	12
七 安全注意事項.....	14

沈阳市鋼鐵厂自热式热风化鉄爐冶炼錳鉄的经验

一 自热式热风化鉄爐的特点.....	16
二 自热式热风化鉄爐的結構.....	17
1. 爐底 2. 爐缸 3. 爐腹 4. 爐腰 5. 爐身	
三 冶炼錳鉄的理論基础.....	22
1. 冶炼錳鉄过程 2. 对原料的要求 3. 配料計算和爐料組成	
四 技术操作.....	27
1. 烘爐 2. 开爐 3. 变料 4. 爐况調整 5. 出鉄放渣	
五 錳鉄化验.....	29
六 故障的預防及其处理.....	30
七 安全注意事項.....	32

附：五立米自热式热风化鉄爐設計圖紙

- 附图 1 化鉄爐总图
- 附图 2 爐体砌筑总图
- 附图 3 冷却水管
- 附图 4 U型管道布置图
- 附图 5 基础图
- 附图 6 下底盘
- 附图 7 冷却水桶
- 附图 8 冷却水管
- 附图 9 热风管
- 附图 10 上底盘
- 附图 11 U型管
- 附图 12 管接头
- 附图 13 短弯管
- 附图 14 长弯管
- 附图 15 预热风管
- 附图 16 爐线图

錦州鉄合金厂簡易电爐冶煉矽鉄的經驗

一 簡易电爐的供电系統

錦州鉄合金厂的四十仟伏安簡易电爐的供电系統非常簡單。如图 1 所示：电流通过刀形开关由 220 伏或 380 伏电压向爐

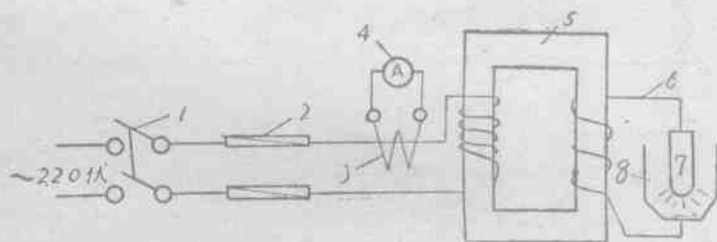


图 1 供电系統示意图

1. 刀形开关 2. 熔断器 3. 电流互感器 4. 电流表
5. 变压器 6. 短网 7. 电极 8. 爐缸

子供电。在变压器的一次綫路上裝有电流互感器和电流表，反映电爐的工作情况。通过电流表指針的指示，操縱电极的升降。刀形开关可以自由开、閉，操縱电爐的送电和切除电源。熔断器用来保护变压器。

电爐供电系統用的电气设备規格标准如表 1。

电气设备仪器表

表 1

序号	名 称	规 格	数 量	备 注
1	刀形开关	400 安培	1 个	标准产品
2	电流表	5 安, 0~1800 安	1 个	标准产品
3	电流互感器	300/5 安	1 个	标准产品
4	变压器	20 仟伏安	2 台	并联使用
5	熔断器		2 个	标准产品

二 简易电爐的組成及其构造

如图 2 所示, 简易电爐由爐缸、变压器、短网、电极、夹头和手动卷揚机等部分组成。

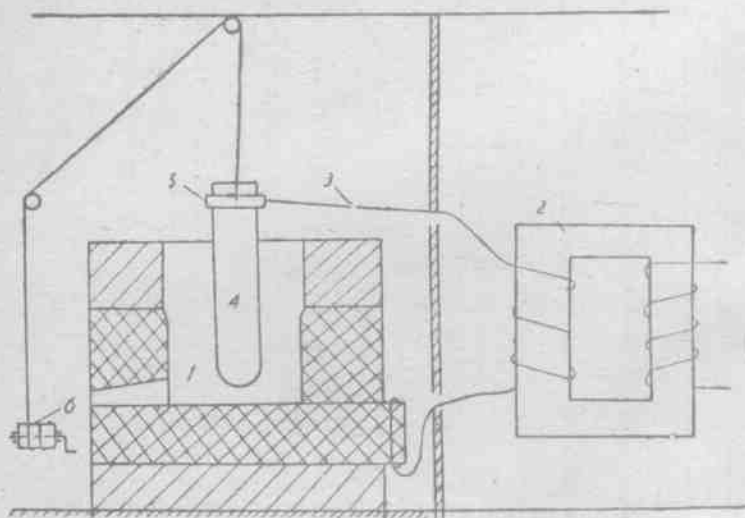


图 2 四十仟伏安简易电爐构造示意图

1. 爐缸 2. 变压器 3. 短网 4. 电极 5. 夹头 6. 手动卷揚机

1. 爐 缸

爐缸是電爐的主體，全部冶煉過程在這裡進行。

爐缸象一個有底的圓筒，為了爐內的气体容易排出，不設爐蓋。爐口用爐料封閉，靠近爐缸底部有一出鐵口。

錦州鐵合金廠簡易電爐（圖3）的爐體，用半截油桶做成，爐襯用耐火磚砌築，高溫區域（即承裝鐵水部分）採用炭質爐襯。出鐵口周圍的爐襯，由於經常出鐵，很容易被弄壞，在搗固時應特別注意質量。爐底和出鐵口一樣，經常在高溫下受着鐵水浸蝕，所以最好用炭磚或炭素電極頭（加工平整）砌築。爐底是電爐的一個極，要求導電性良好。為此，用一根直徑為100毫米的炭質電極棒平砌入爐底，並伸出爐壳一部分連接回路，最為方便。

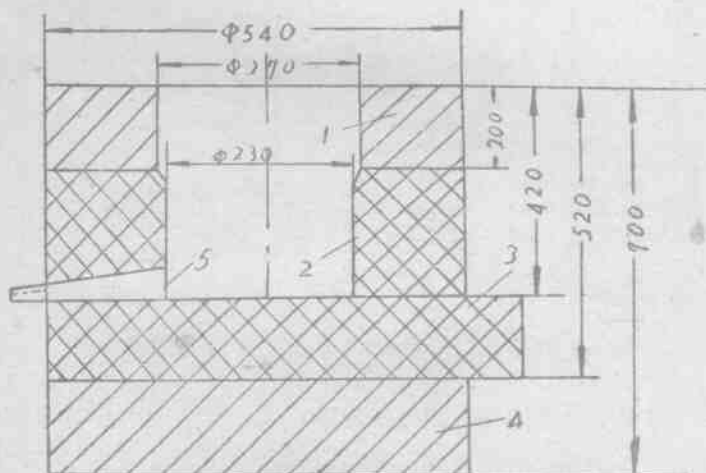


圖3 四十仟伏安簡易電爐各部尺寸圖

1. 4. 耐火磚爐襯 2. 3. 炭質爐襯 5. 出鐵口

电爐的另一极用自动填料燒結（自焙）电极或炭素电极，直徑为 100 毫米左右，一端固定在爐子的上部，一端埋入在爐料中。

其余衬磚采用耐火粘土磚和一般保温材料就可以。

2. 变压器

变压器是电爐的重要组成部分，用它将高压电能变为低压电能。

錦州鉄合金厂的四十仟伏安简易电爐的变压器，是自己纏的单相20仟伏安小变压器。变压器鉄芯用 0.5 毫米厚的薄鉄板迭成（图 4、5）。鉄板两面刷一层絕緣漆（絕緣漆用絕緣漆片和酒精配制）。

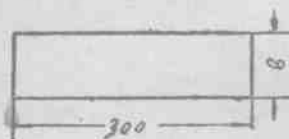


图 4 鉄片

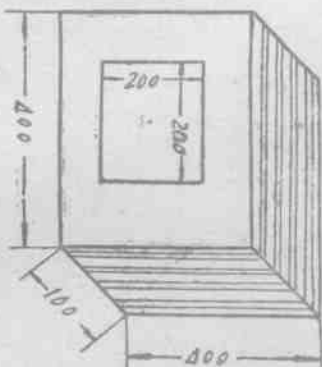


图 5 鉄芯

变压器繞組的一次側电压为 220 伏，电流为 80~90 安培，用 70 平方毫米截面的銅綫在变压器鉄芯的两根柱上平均繞 72 匝；二次側电压为 40 伏左右，电流为 400~500 安培，用 240 平方毫米截面的銅綫在一次繞組的外面的柱上平均繞 12 匝。纏繞

的結果如图 6 所示。

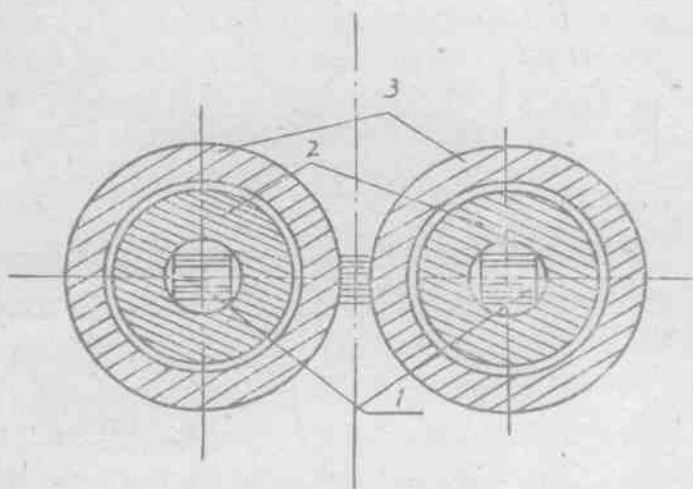


图 6 变压器繞組断面图

1. 鉄芯 2. 一次繞組 3. 二次繞組

变压器的变比 $\left(\frac{72}{12}\right)$ 等于 6，容量 (40×500) 为 20000 伏安，即 20 仟伏安。由于变压器的容量很小，所以一座电爐用两台变压器，并联一起使用。

〔編者按：現在各地动力电源电压多是 380 伏，在制造变压器时，一次側繞組应为原来电压 220 伏繞組匝数的 1.73 倍，鉄芯截面应为原来截面的 $\sqrt{\frac{220}{380}}$ 倍。

二次电压不宜过高。否则，电弧埋不住，对冶炼过程有影响。

另外，锦州铁路合金厂还利用两台同型号同容量的电焊机做电爐变压器。即一次侧串联；二次侧并联，使用效果也很好。

还有一种办法，就是在实行环形开压简化供电以后，节省下来的单相变压器，一般电压为3300/220伏。如果选用功率为50千伏安小电爐时，把单相变压器的二次侧作为50千伏安变压器的一次侧；把单相变压器一次绕组拆除，改为二次侧绕组即成。]

3. 短 网

短网是电爐的低压线路，由它把变压器输出的电能输送给电爐中的电极上。这段线路的电能损失非常大，因此线路愈短愈好。

4. 电 极

电极是电爐导电的末端装置，通过它将电能输送给爐料。

冶炼矽铁，一般不用优质的石墨电极，而用自烧结（自焙）电极或炭素电极。电极的外壳用薄铁皮焊制成带有肋片的圆筒，筒内充填电极糊。随着电极的下降，圆筒内的电极糊被逐渐烘干，并烧结成坚固、导电性良好的炭质。当电极下降到一定程度时，上端再焊上一节空圆筒，再补充电极糊。此后，依此类推。

电极糊的原料是焦粉或无烟煤，利用焦油和瀝青作粘合剂。炭质材料的灰分愈低愈好，一般要求在15%以下。配制电极糊之前，必须将焦炭或无烟煤破碎碾细，经过焙烧去净水分和挥发物。混合时，先将炭粉放在锅里加热抄拌至 100°C 左右，然后将已经熔化好的瀝青和焦油（配合比2:1）徐徐加入。炭粉与瀝青油的配比为3:1~4:1。最后，将电极糊装进

圓筒里，用长柄錘打結实后即成。但装在圓筒里的电极糊都应
为热料。

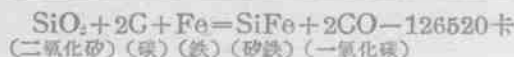
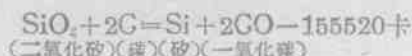
5. 夹头和手动卷揚机

夹头和手动卷揚机用来夹持和吊挂电极。由电极的上下移
动，进行調整爐中电流。

三 冶炼矽鉄的基本原理

1. 基本原理

冶炼矽鉄的整个过程，就是用焦炭在高温下把矽石中的二
氧化矽还原成矽，并与加入的銅屑熔合成矽鉄的过程。其反应
为：



总的反应是吸热反应，而且只能在高温下才能进行。因为
二氧化矽是一种很稳定的化合物。由图 7 可以看出，几乎所有
氧化物的稳定性都是随温度的升高而下降。但只有一氧化碳的
稳定性随着温度的升高而显著增加。温度接近710°C时，一氧
化碳比氧化亚鉄稳定，高于710°C时，焦炭就可以順利地还原
氧化亚鉄。其反应为：



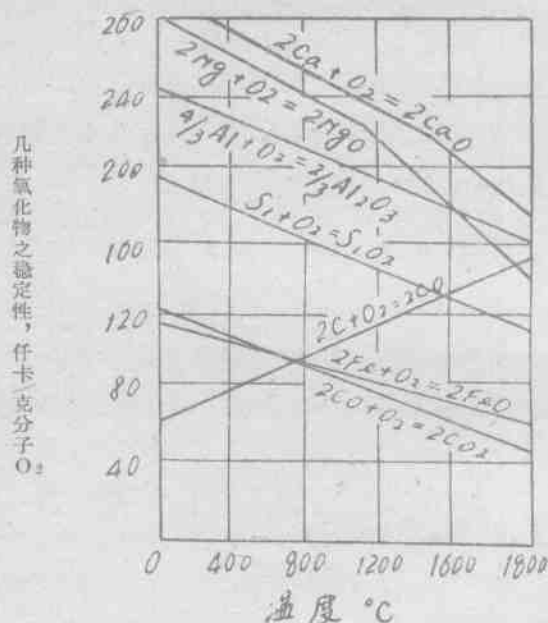


图7 几种氧化物之稳定性与温度的关系

用焦炭还原二氧化矽时,只有在高于1540°C时才能进行。因为这时反应生成的一氧化碳比二氧化矽稳定。

2. 对原料的要求

冶炼矽铁的原料有矽石、焦炭和鋼屑三种。

矽石是冶炼矽铁的主要原料。要求含二氧化矽不低于97%，磷的含量不超过0.02%。如果含有較多的杂质，在冶炼时会产生較多的爐渣，造成出爐困难。矽石粒度10~15毫米为宜。太小了，会使爐内透气性不好；太大了，不利于还原反应。

焦炭是还原剂。要求含固定碳大于70%，磷的含量不应超过0.06%，粒度3~8毫米为合适。灰分愈少愈好。如果含泥土等杂质过多时，应用水冲洗，干燥后再用。

銅屑是补充矽鉄中的含鉄量。銅屑中不应混有合金銅屑和有色金属，因为合金銅屑和有色金属会给爐中带入其他的合金元素与杂质，影响矽鉄成分。一般以碳素銅屑为最好。銅屑长度要求不大于15毫米。

3. 配料計算

冶炼矽鉄的爐料配比应根据原料成分的变化来决定。原材料經化驗分析后再进行配料計算。現就冶炼含矽45%矽鉄的配料計算举例如下：

假定原材料的主要成分：矽石含二氧化矽为97%；焦炭含固定碳为70%；銅屑含鉄量为96%。

假定冶炼过程中矽的回收率为94%；爐口燒損焦炭量为10%；矽鉄含矽量为45%，含鉄量为53%。

計算方法：根据化学反应方程式：



$$\text{原子量 } 28 + 16 \times 2 + 2 \times 12 = 28 + 2(12 + 16)$$

$$60 + 24 = 28 + 56$$

以100公斤矽石为基准单位，与此相配合的焦炭和銅屑作为一批爐料。那末，配料計算如下：

(1) 每批爐料焦炭需要量：

$$\frac{100 \times 0.97 \times 24}{60 \times 0.90 \times 0.7} = 61.5 \text{ 公斤；}$$

(2) 每批爐料生成矽鉄量:

$$\frac{100 \times 0.97 \times 0.94 \times 28}{60 \times 0.45} = 94.5 \text{ 公斤};$$

(3) 每批爐料銅屑需要量:

$$\frac{94.5 \times 0.53}{0.96} = 52.1 \text{ 公斤}。$$

根据以上計算，冶煉含矽45%矽鉄的爐料配比为:

矽石	焦炭	銅屑
100公斤	62公斤	52公斤

这一批爐料，可产矽鉄94.5公斤。

但在实际生产过程中，原料的化学成分經常变化，特别是焦炭中的水分波动非常大，因此需要根据具体情况进行适当的調整。

四 生产工艺

1. 开 爐

开爐前，将自动燒結电极豎放在爐里的木柴火焰中焙燒3~4小时，然后，在电极下部1/3的地方打一个小眼察看电极糊焙燒的情况。如果眼里有大量的气体冲出来，表明电极糊还没有焙燒好；如果只有微量的气体逸出来，証明电极糊已經碳化，可以通电。

送电前，在爐底上鋪一层焦炭。送电以后，焦炭里出現火花，証明已有少量电流。焦炭由火花变紅到产生弧光，大約需要30分鐘左右。点弧以后，逐步增加电流，緩慢升温，等爐缸內衬全部被加热到暗紅色时，就可加料进行冶煉。

2. 冶 煉

爐口均勻冒火是爐況正常的標志之一。如果發現某處不冒火時，用棍子扎一扎；產生噴火時，應及時添些新料蓋住。

嚴格控制加料速度，是冶煉人員的重要任務。如果料層過厚，就會增加電極與爐底之間的距離，降低爐溫；如果料層過薄，就會增加熱量的損失和矽的揮發。

正常情況下，每20分鐘左右出鐵一次，每次2公斤左右。出鐵時，用鐵棍捅開出鐵口，讓鐵水流進一個干淨的小鐵模里。最後，當出鐵口噴出火焰時，這說明矽鐵已經出完。這時，馬上用堵口泥將出鐵口堵塞住。堵口泥用8:2的焦粉（或石墨粉）和生粘土配合而成。在合成泥球時，以粘結成團為度，不要過濕或過干。因為過濕過干都不容易堵住鐵口。

五 矽鐵化驗

測定矽鐵中的含矽量，其方法很多，但最簡單的，是比重法。大家知道，矽的比重為2.4，鐵的比重為7.8。矽鐵含矽量愈高，比重就愈小；含矽量愈低，比重就愈大。利用這個道理，不需要什麼化學藥品和複雜的儀器。只要有一個工業天平和一個帶有刻度的玻璃量筒，就可以測出矽鐵中的含矽量。測定時，先把矽鐵試樣打碎成米粒狀，用天平稱100克，裝入有定量蒸餾水（沒有蒸餾水用清水）的量筒里，這樣，量筒刻度上新增加的部分就是矽鐵的體積，用矽鐵體積除以100，即得矽鐵的比重，然後再在不同成分矽鐵的比重表（表2）中查出該矽鐵的含矽量。

不同成分矽鉄的比重表

表 2

含矽量 (%)	比 重 (克/厘米 ³)	含矽量 (%)	比 重 (克/厘米 ³)	含矽量 (%)	比 重 (克/厘米 ³)
10	7.30	35	5.94	60	3.98
15	7.04	40	5.52	65	3.65
20	6.80	45	5.15	70	3.35
25	6.51	50	4.72	75	3.10
30	6.22	55	4.34	80	2.92

一般含矽45% 矽鉄的比重为5.15，但由于仪器粗糙，測定結果不一定非常精确。所以，最好定期用化学分析方法校正一次，以免誤差太大，影响产品质量。

六 故障的預防及其处理

人有了病就不能正常工作，矽鉄爐有了故障就不能冶炼矽鉄。为了給国家多生产矽鉄，我們必須做好矽鉄冶炼过程中的故障預防及其处理工作，特别是預防工作。現就冶炼矽鉄过程中經常发生的故障及其处理方法分述如下：

1. 点不着弧：电弧是电爐取得热能的根本源泉。点不着弧，就不能进行冶炼。开爐时，由于爐料温度較低，电极周围的气体也不容易游子化，所以常常发生点不着电弧的現象。

为了順利地把电弧点着，迅速地进入冶炼，应做好下列工作：

①爐子应彻底烘烤干燥；

②开始的爐料应多配入些焦炭，增加爐料的导电性；