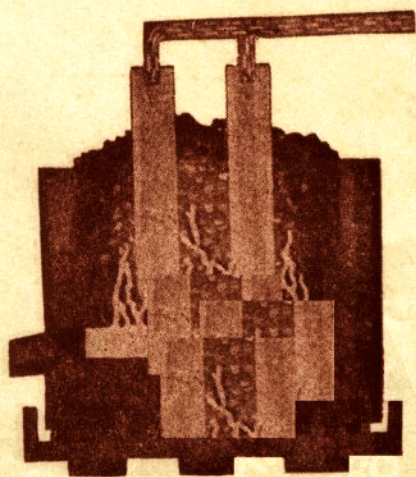


电爐矽鉄生产技术

資料匯編



冶金工业出版社

电爐矽鉄生产技术資料匯編

冶金工业部鋼鉄生产技术司 編

冶金工业出版社

出版者的話

矽鐵是煉鋼的重要原料，大量生产矽鐵是目前急切的任務。各地已建設并將繼續投入很多生产矽鐵的电爐，为了帮助各地掌握矽鐵的生产技术，冶金部鋼鐵生产技术司將有关資料整理編成这本小冊子。在这本冊子里介紹了矽鐵的生产操作要点、生产故障的处理、鉄皮电极的制作，以及鉄矿石冶炼矽鐵等資料，可供从事矽鐵生产的技术人員和工人作参考。

电爐矽鐵生产技术資料匯編

冶金工业部鋼鐵生产技术司 編

編輯：張煥光

設計：朱駿英

校對：吳研琪

1958年12月第一版

1958年12月北京第一次印刷 20,000册

787×1092 · 1/32 · 34000字 · 印張 1²⁰/₃₂ · 定价 0.16元

北京五三五工厂印刷

新华書店發行

書号1331

冶金工业出版社出版（地址：北京市灯市口甲45号）

北京市書刊出版业營業許可証出字第093号

目 录

前言.....	2
1. 45%及75%矽鉄生产操作要点.....	3
2. 小型矽鉄电爐生产故障的处理.....	23
3. 提高矽鉄生产的途徑.....	33
4. 矽鉄电爐用鉄皮电极的制造.....	39
5. 用鉄矿石冶煉矽鉄.....	47

前 言

在今年鋼鐵生产大跃进中，各地已投入并将陸續投入生产的矽鉄电爐很多，但均感缺乏生产經驗。为此，特将有关資料进行整理編成冊供矽鉄生产工作者参考。

“45%及75%矽鉄生产操作要点”是根据較大电爐几年来生产实践总结出来的，对容量在 1000KVA 左右的爐子也是适用的。

“小型矽鉄电爐生产故障的处理”提供了处理事故的具体措施；“提高矽鉄生产的途径”一文則根据生产实际提出了炭素还原剂的选择方向。

小型矽鉄电爐都是使用鉄皮电極，所以編了有关鉄皮电極制造的資料。

目前，鋼屑供应不足，“用鉄矿石冶煉矽鉄”提出用含矽高的貧鉄矿代替鋼屑并进行了生产試驗，意义很大，因試驗時間較短不够成熟，特編印供参考并希进一步試驗。

編者

1. 45%及75%矽鉄生产操作要点

一、成品規格（参照苏联国家标准 1415—55）

45%和75%矽鉄之化学成份应符合下表各項要求：

牌 号	化 学 成 份%				
	矽	錳	鉻	磷	硫
45%矽鉄	40—47	不 0.8	超 0.5	过 0.05	0.04
75%矽鉄	74—80	0.7	0.5	0.05	0.04

注：

1. 根据用戶的特殊要求，其規格另行商定。
2. 矽鉄需要長时期儲存时，75%矽鉄应含 Si 75—80%；45% 矽鉄应含 Si，40—45%；75%矽鉄錠厚度不应超过 100 公厘。
3. 矽鉄应按一爐或數爐化学成份相似的所組成同样牌号分批进行儲存和交貨。
4. 交貨的矽鉄必須进行破碎，每塊重量不超过25公斤，通过20×20公厘篩孔篩屑数量应有如下的限制：
 - 75%矽鉄的不应超过总量的15%，
 - 45%矽鉄的不应超过总量的25%。
5. 矽鉄塊無論內部和表面均不应有显著的非金屬类杂物。矽鉄取样和質量檢查由技术监督員根据本厂規定的規格进行之。

二、原料的技术条件

冶煉矽鉄所用原料有：矽石，焦炭，鉄屑。

（一）矽石：

1. 在化学成份上对矽石要求:

含二氧化矽 SiO_2 不小于 97%；含三氧化二鋁 Al_2O_3 不大于 1.0%。其它雜質的总和不大于 1.0%。除此之外，矽石中含五氧化二磷 P_2O_5 愈低愈好，因为它在还原时将有一部分被还原到金屬中。矽石中硫 S 的含量不限制。

2. 在物理性質上的要求:

1) 矽石表面不应沾有泥土，因为泥土含有大量的 Al_2O_3 ，因此不但会大量增加爐渣和电能消耗，同时还会降低矽鉄的質量。

2) 生产矽鉄用的矽石粒度，对于 45% 矽鉄应为 25—80 公厘，75% 矽鉄应为 40—120 公厘。

(二) 焦炭:

1. 焦粒的化学成份要求:

固定炭大于 82%，

灰份小于 16%，

揮發份小于 2%。

2. 焦粒物理性質:

1) 焦粒粒度为 4—20 公厘，最好是 16 公厘以下；小于 4 公厘者和大于 20 公厘者均不得使用，因为使用小于 4 公厘的会使爐料的透气性变坏，而使用大于 16 公厘者破坏电爐电气制度。

2) 不同地区的焦炭应分别存放。

3) 焦粒每班要檢查一次水份的含量。

(三) 鉄屑:

1. 冶煉矽鉄所用鋼屑为普通炭素鋼屑或低合金鋼屑。

2. 不准使用生鏽严重的鉄屑。鉄屑应是破碎的，曲卷

体尺寸不大于 100 公厘，鉄屑中不准含有机械零件。

三、配 料

1. 爐料料批的組成根据計算确定。

1) 根据原料分析結果和实际工作經驗采用下列各原始数据：

編 号	指 标 名 称	45% 矽鉄	75% 矽鉄
1	矽石中含 SiO_2 量	98%	98%
2	干焦炭中含固定炭	82%	82%
3	冶煉过程中 Si 的回收率	98%	92%
4	还原剂在爐口燒損重	7.0%	10.0%
5	金屬屑中含鉄量	95.0%	95.0%
6	合金中含 Si 量	45.0%	75.0%
7	合金中含 Fe 量	53.0%	23.0%

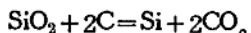
2) 計算时須根据焦粒中的水份进行之。

3) 假定矽石中的杂质 $[\text{Al}_2\text{O}_3, \text{CaO}, \text{MgO}]$ 、焦粒中的氧化物及电极灰分中的氧化物所消耗的还原剂数量，和未还原的二氧化矽及电极的炭参加还原过程的还原剂相互抵銷。

2. 生产 45% 矽鉄的配料計算簡單的示例：

根据 300 公斤矽石进行計算（小爐子可以 100 公斤矽石配成一批料）。

1) 用 300 公斤矽石所用的干焦粒数量：



$$\frac{300 \times 0.98 \times 24}{60 \times 0.82 \times 0.93} = 154 \text{ 公斤}$$

2) 用 300 公斤矽石所用的鉄屑量为:

$$\frac{300 \times 0.98 \times 28}{60} \times 0.96 = 131.5 \text{ 公斤 (Si)}$$

$$\frac{131.5}{0.45} \times \frac{0.53}{0.95} = 163 \text{ 公斤 (鉄屑)}$$

每批料組成——矽石: 焦粒: 鉄屑 = 300:154:163。

3. 生产 75% 矽鉄爐料配料計算簡單的示例:

根据 200 公斤矽石进行計算:

用 200 公斤矽石所需加焦炭数量为:

$$\frac{200 \times 0.98 \times 24}{60 \times 0.82 \times 0.90} = 106 \text{ 公斤}$$

用 200 公斤矽石所需鉄屑量为:

$$\frac{200 \times 0.98 \times 28 \times 0.92}{60} = 84 \text{ 公斤 (Si)}$$

$$\frac{84 \times 0.23}{0.75 \times 0.95} = 27.1 \text{ 公斤 (鉄屑)}$$

每批料組成——矿石: 焦粒: 鉄屑 = 200:106:27

4. 料批中焦粒的配比根据其中所含水份进行改变。

根据焦粒中水份而确定料批中焦粒数量列于下表中:

合 金 牌 号	焦 粒 中 含 水 份 量 %																	
	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19			
45%矽鉄	162	164	165	167	169	171	173	175	177	179	181	183	185	188	190			
75%矽鉄	110	112	114	116	118	120	122	124	126	128	130	132	134	136	138			

5. 爐料秤量和装料:

1) 爐料組成部分(矽石、焦粒、鐵屑)的稱量是用磅秤稱量的，精確度為 ± 5 公斤。

2) 為了保證爐料稱量的正確，每天應檢查磅秤精確程度，並將檢查結果填寫在專門的卡片上。

3) 配料時先稱焦粒再稱矽石，最後稱鐵屑，以使爐料卸下時起混合作用。

4) 每小時爐料的消耗量記入電爐工作黑板上。根據這些資料和附加爐料的消耗量得出每班爐料的消耗量，該數量記入熔煉卡片內。

5) 配料工應按工長的指示進行配料。

四、冶煉45%矽鐵和75%矽鐵的電氣制度

1. 正確地使用電氣制度對於冶煉矽鐵來說具有重大意義，因為它對於爐子生產率和每噸合金的單位電能消耗有很大關係。

2. 如果供電綫路中電壓降低或升高，為保證規定的、適宜的功率和電氣工作制度，應根據車間主任的指示相應地升高或降低二次電壓級。

3. 電能限額改變時，電爐電氣工作制度（電壓級）應由車間主任確定。

4. 在冶煉過程中，值班工長應嚴格監督，認真貫徹執行規定的電爐電氣工作制度，凡在電流或電壓方面與規定的制度發生差別時，應認為嚴重的違反操作規程。

五、下 放 電 極

1. 根據電極消耗情況來下放電極。

2. 電極的下放時間愈短愈好，一般的不過 4—5 分鐘。

3. 為了迅速下放電極，熔煉工應負責進行仔細的准备工作。

六、進行冶煉（電爐裝料和爐口維護）

1. 爐料應成小批連續地加入爐口上料面已下沉的地帶。

2. 爐口料面一定要保持低於爐襯上部邊緣 200—300 公厘。

3. 為了擴大坩堝和保證爐口均勻的透氣性，爐料要加於各電極周圍，在各電極周圍的爐料要保持成均勻錐體，其高度約為 200 公厘，而爐子中心應稍為陷下。

4. 每批加入爐內的爐料應包括各種原料，不准由料堆中單獨挑選。

5. 為了保證爐子均勻的透氣性，必須經常做到勤扎眼或小搗爐操作（小搗爐應在每次出鐵後進行）。

6. 電爐裝料速度應根據電能消耗來調整。每批消耗定額：45% 矽鐵約為 1360—1380 瓩/小時，75% 矽鐵約為 1420—1450 瓩/小時（以 300 公斤矽石計算）。

7. 為了使電爐經常處於正常狀態和最高的生產率，必須保證電極最适当地插入爐料中。

8. 為了保證導電零件工作正常，規定銅瓦下端距料面（錐體上面）不小於 200 公厘。

9. 電爐工作正常時，電極周圍的坩堝應很好地保持，爐口各處表面應均勻的冒出分散的、淡黃色的火焰，爐口爐

料松软，爐料下降自由。

七、合金出爐和澆注

1. 出鐵組織：

1) 在爐子容量正常的情况下，冶煉 45 % 矽鐵時，每班出鐵次數規定 3—4 次。

2) 放鐵應按時進行。如在一班內需改變時，要經總工長或值班主任同意。每次放鐵時間不超過 15 分鐘。

3) 各次放鐵所出的鐵和渣應該是同量的，如果有顯著差別，則車間應仔細研究發生的原因，並立即着手消除這種原因。

4) 值班主任、值班工長應負責監督出鐵時間。

5) 在特殊情況下，為了使集積在爐內的大量爐渣從爐內洗掉，在取得車間主任或副主任允許後，可以往爐內加入適量的石灰。

2. 出鐵口打開後的維護（附出鐵口維護使用制度）：

1) 出鐵口的炭磚每班應用電極糊墊一次，炭磚的更換要根據損壞的程度，按總工長指示進行。

2) 出鐵口工作好壞直接影響爐子的產量和電能的消耗，因此正確地維護出鐵口具有重大意義。

3) 當出鐵口上部的拱形部份損壞時，要用电極糊來堵塞，厚度要經常保持在 50—70 公厘，氧化掉的應更換新的。

4) 出鐵准备工作應根據工長指示進行之。

5) 出鐵前熔煉工應負責檢查出鐵時所用的設備和工具是否配備齊全和是否够用。

6) 爐前必須具備：

- ① 良好的燒穿器及两根鉄棍；
- ② 冶煉 45 % 矽鉄时，准备好帶襯、鋪好石英砂子的錠模；
- ③ 2—3 个堵眼耙和 2 个托泥鏟；
- ④ 大鏟和鉄钎子；
- ⑤ 2 个石墨样勺；
- ⑥ 修补帶襯錠模用的石英砂；
- ⑦ 两块炭磚，用以垫在帶襯錠模中鉄水落下处；
- ⑧ 10 个以上混有焦粉的泥球。

7) 矽鉄注入帶襯錠模中时，錠模中所鋪砂的厚度应不小于 100 公厘，砂子应是干燥的、清潔的、并要篩去杂质，錠模壁可用潮一点的。

用鉄水包澆注时，新鉄水包要烤得非常干燥。

8) 鉄水包內砌一層耐火粘土磚，新砌好的鉄水包用粘土混合砂子塗二層以使金屬結壳很容易打掉，以保护鉄水包內襯。

9) 为减少金屬的損失，在每次放鉄末期鉄流緩慢时往鉄水包內加入 2—3 鉄鍬焦末。

10) 出鉄口用鉄棍戳穿，如此法不能打开时，可用鉄棍或石墨电極燒穿，如果上述方法还不能打开时，允許用氧气燒。

11) 出鉄發生困难或爐渣不能自动流出时，可用木棍攪动出鉄口，迫使鉄水和爐渣大量流出。

12) 出鉄結束后，必須注意出鉄口不要被爐渣堵塞，結渣在出鉄口未經清理前不允許堵塞。

13) 出鉄后，在爐眼的渣子清除之后，才能堵塞。

14) 出鉄后在正常操作情況下，用粘土混合焦粉作成的錐形体堵塞出鉄口。如果爐內集存渣子過多，鉄水難以放出，則先用錐形木塞，然后用粘土混合焦粉的錐形体堵塞之。

3. 矽鉄的澆注：

1) 矽鉄的澆注应当保證取到矽的偏析最小、不夾爐渣和內襯材料等雜質的清潔金屬錠。

2) 為減低矽的偏析，在澆注時應尽可能使合金冷卻得快，因此 75 % 矽鉄錠厚度不超過 100 公厘并要求澆入導熱性良好的錠模中。

3) 75% 矽鉄最好經過鉄水包注入鑄鉄錠模內。為了保護鑄鉄錠模免于受矽鉄熱注流的侵蝕作用，金屬流落下的地方必須墊一塊炭磚或是前一爐的同爐矽鉄塊。

4) 45% 矽鉄直接由爐內注入帶襯錠模內，錠模里鋪一層清潔的石英砂（含 SiO_2 應大於 92%），其粒度應小於 1 公厘。

5) 當 45 % 矽鉄注入帶襯模內時，用木棍或木耙將渣及金屬表面清除掉。

八、矽鉄的精整和交庫

1. 在錠模內凝固的矽鉄錠用鉄夾子夾出放在金屬斗內（指 75 % 矽鉄），運往精整間倒在金屬冷卻盤上進行冷卻；45% 矽鉄在模內凝固后，運往精整間用鉄夾子夾出，放在金屬冷卻盤上冷卻。每爐之合金錠應單獨存放，對 75 % 矽鉄來說，先進行過磅，然後倒在金屬冷卻盤上。

2. 矽鉄在精整時應打成不超過 25 公斤重的塊，然後清除合金塊中的爐渣和粘附在表面上之砂子和非金屬夾雜

物。

3. 金屬精整時監督員檢查精整質量和金屬的塊度。

4. 每爐 45% 和 75% 矽鐵應檢查含 Si 量，為此每爐矽鐵在技術監督科監督員在場的情況下，由爐前工在放鐵時由電爐流出的金屬流下選取三個試樣（出鐵開始，中期和結束時）。45% 矽鐵用沙模澆注時按冷樣入庫，以三個試樣中組成測定 Si 的平均試樣重 300—400 克，然後注明爐號送往爐前化驗室化驗（75% 矽鐵在澆注時每錠模取一試樣作為成品分析）。

5. 技術監督科應定期的每 15 天進行一次產品的化學分析。

6. 不合格的矽鐵應放在錠模內的鐵水流下進行沖熔。每次出鐵沖熔的金屬量不應超過 100 公斤。75% 矽鐵破碎成 50 公厘以下的塊度放在吊包內沖。要沖含 Si 在 73.6% 以下矽鐵時，後爐含 Si 量不應低於 76%。若沖含 Si 在 80.5% 以上的矽鐵在則後爐含 Si 量不應高於 78%。

九、爐況不正常及應防止的辦法

1. 無條件的遵守本規程規定的一切操作和指示，才能保證爐況正常和穩定。

2. 違反上述各章節所規定的標準配料規範、電氣工作制度 and 裝料工作制度等，將會使爐況不正常，而且不可避免的要影響電爐的技術經濟指標及操作人員的操作條件。

3. 最常見的不正常爐況有下列數種：

1) 爐口個別地方的爐料懸挂和不能自由下沉。懸挂的地方應截場，加入新料，同時必須檢查是否遵守前述裝料操

作規定，以及檢查爐料配比尺寸是否符合規定。

2) 由于配料不正確所引起的爐況不正常——還元劑過剩和還元劑不足。

第一種情況是由于導電好的那部份爐料過多，電極插入深度不夠，而造成塌料和縮小了坩埚範圍。電極插入深度不夠會使爐底和爐渣變冷，放出金屬的溫度低而且緩慢。

第二種情況是由于還元劑不足，爐內好些石英堵滯，爐料燒結，形成局部氣體沖出，使該部分爐料過熱，因此增加了矽的燒損和揮發，電氣制度遭到破壞，負荷急劇波動。

為了改善爐況，值班工長負責檢查爐料稱量的正確性。還元劑過剩及不足時，校正下次配料，使其達到標準。

電爐產生石英堵塞時，值班工長應發出指示：根據爐子石英堵滯情況可以單獨加入適量的焦粒。

3) 為了消除電極周圍所形成“白光”，應將該處爐料戳穿，將已經預熱之料推到戳穿的地方，再加以新料；同時要在爐料冷的地方用鐵棍戳穿，以使在爐內集聚的氣體跑出。

4) 爐況被破壞：

在爐內加入不符合粒度要求的爐料，例如加入粒度太大或沒有很好篩去粉末之焦粒，加入太大的矽石或矽石末都會破壞爐況。值班工長應當立即報告車間主任要求供應符合規定的爐料。

5) 冶煉人員維護爐口不正確不及時或不均勻的加料都會引起嚴重的破壞爐況。不注意電極周圍爐料錐體，不及時消除“白光”均會使爐況變壞，使矽鉄的技術經濟指標變壞。

為避免爐況被破壞，值班工長必須領導和不斷的教育所

屬熔煉工和裝料工，要根據爐況進行維護的正常操作方法，特別是立即消除所出現的“白光”。

6) 由於爐口個別地方變黑。

如果發現有嚴重漏水現象應立即採取措施，及時報告值班主任及設備助理，以便消除。

十、電爐的改煉

1. 由 45 % 矽鐵改煉為 75 % 矽鐵：

1) 當確定改煉 75 % 矽鐵時，首先降低料面 300—400 公厘（與正常情況相比）。

2) 提高矽的含量，使它接近上限。

3) 增長電極工作端。

4) 加完 45 % 矽鐵爐料後，即加入不帶鐵屑的爐料。

最後一爐 45 % 矽鐵要盡量放出。可根據金屬試樣含量允許在錠模內加入廢鋼。

5) 出完最後一爐 45 % 矽鐵後，繼續加入不帶鐵屑爐料，其加入批數應到鐵水符合 75 % 矽鐵規格為止。在放鐵時可根據試樣往錠模內或鐵水包內加入廢鋼，根據過渡放鐵的分析確定以後加入的料批數。

6) 假如得到的第一爐鐵含 $\text{Si} \pm 72-74\%$ ，則每批料加鐵屑 20—25 公斤；如果含矽高於 74 %，則每批料按正常 75 % 矽鐵配料。

7) 在改煉過程中力求電極深插在料中，插入得愈深愈好。

2. 由 75 % 矽鐵改煉 45 矽鐵：

1) 在改煉前應很好的檢查出鐵口是否正常。