

# 鍛模的鑄造

王家藩 編著

國防工業出版社

# 鍛模的鑄造

王家藩 編著

\*

國防工業出版社 出版

北京市書刊出版業營業許可証出字第 074 号

北京五三六工廠印刷 新華書店發行

\*

850×1168 1/32·印張1 1/2·插頁10·字數33,000

一九五七年七月第一版

一九五七年七月北京第一次印刷

印數: 1—2,400冊 定價: (10) 0,48元

# 目 录

|                                  |    |
|----------------------------------|----|
| 一 引言                             | 1  |
| 二 鑄鋼鍛模的生產工藝                      |    |
| I. 煉鋼                            |    |
| 一、總則                             | 5  |
| 二、合金鋼之化學成分及機械性能                  | 6  |
| 三、爐料及配料                          | 6  |
| 四、熔化期                            | 7  |
| 五、氧化期                            | 7  |
| 六、還原期                            | 8  |
| 七、吹氧煉鋼經驗小結                       | 9  |
| 1. 氧化沸騰問題 2. 去磷問題 3. 電石渣和硅鉄粉還原問題 |    |
| II. 造型澆注及清理工藝                    |    |
| 一、造型工藝的選擇及硬模設計要點                 | 11 |
| 二、造型使用材料                         | 17 |
| 三、造型操作要點                         | 17 |
| 四、烘干及預熱                          | 18 |
| 五、配箱                             | 18 |
| 六、壓縮空氣冒口試驗工藝記錄                   | 19 |
| 七、澆注                             | 22 |
| 八、鑄鋼鍛模毛胚脫模時間                     | 22 |
| III. 機械性能檢查及熱處理工藝                |    |
| 一、鑄鋼鍛模質量檢查                       | 22 |
| 二、鑄鋼鍛模熱處理                        | 22 |
| 三、成型鍛模的熱處理及驗收                    | 23 |
| 三 鑄鋼鍛模的試鍛試驗                      |    |
| I、500×500×400 鍛模                 | 24 |
| II、300×350×100 鍛模                | 28 |

#### 四 鑄鋼鍛模之試驗研究

|                   |    |
|-------------------|----|
| I、試棒及冒口之研究工作      | 29 |
| 一、試棒試驗            | 29 |
| 二、鑄鋼鍛模冒口粗相分析      | 30 |
| II、鑄鋼鍛模毛胚之粗相分析    | 31 |
| III、鑄鋼鍛模本体之機械性能試驗 | 33 |

#### 五 鑄鋼鍛模生產工藝的改進方向

|                       |    |
|-----------------------|----|
| 一、壓縮空氣冒口              | 36 |
| 二、冒口加氧                | 36 |
| 三、在鑄鋼鍛模上直接鑄出鍛模燕尾及粗模膛  | 36 |
| 四、5XHM 號銅熔煉以合金鈦作最終還原劑 | 37 |
| 五、試驗代用鑄鋼鍛模銅種          | 37 |
| 六、縮短鑄鋼鍛模在機械加工前的熱處理時間  | 37 |

#### 六 結 論

## 一 引 言

現代鍛工生產需要大量性能優良，壽命長久的各種鍛模。大家都知道，在鍛模中價格昂貴，同時壽命又最短者為錘用鍛模；錘用鍛模是在繁重的條件下進行工作，在工作過程中因動力的荷載和複雜模腔的存在，產生了複雜的彎曲應力，拉伸應力和壓應力。同時由於變形金屬的流動，使鍛模的工作表面發生強烈的磨損。工作表面也由於加熱和冷卻時因應力的作用而產生裂紋。

由於上述，製造錘用鍛模所用的鋼，應具有下列性能：

- 1) 在常溫和加熱到  $400\sim 600^{\circ}\text{C}$  時具有高的機械性能（強度，沖擊韌性）和足夠的耐磨性；
- 2) 良好的淬硬性；
- 3) 足夠的耐熱性和足夠的導熱性；
- 4) 最小的回火（熱的）脆性傾向；
- 5) 在機床上的切屑加工性能良好。

5XHM和5XГM號鋼在足夠的程度上能適合這些性能要求；

茲節錄ЗИС鍛壓實驗室資料于下以供參考：

| 模子鋼在不同溫度下的冲击韌性公斤-公尺/公分 <sup>2</sup> |            |      |      |      |      |      |      | 沙路皮〔ШВРНИ (сн.гру)〕<br>試樣在不同溫度下折斷水冷却 |                         |          |           |           |
|-------------------------------------|------------|------|------|------|------|------|------|--------------------------------------|-------------------------|----------|-----------|-----------|
| 牌 号                                 | 加 热 溫 度 °C |      |      |      |      |      |      | 牌 号                                  | R <sub>C</sub> —150 硬度值 |          |           |           |
|                                     | 20°        | 100° | 200° | 300° | 400° | 500° | 600° |                                      | 700°                    | 200~300° | 400°~500° | 600°~700° |
| 5xHM                                | 4.5        | 5.5  | 7.2  | 7.5  | 7.0  | 5.1  | 36.4 | 33.0                                 | 5xHM                    | 43~43    | 42.5~41.5 | 31~33     |
| 5xГМ                                | 1.7        | 2.0  | 4.6  | 5.1  | 3.9  | 3.3  | 5.0  | 34.5                                 | 5xГМ                    | 42~41    | 44~43     | 39~38     |

鍛模毛胚（鋼胚）制造的复杂性和繁重性大大地影响了在成批生产的工厂中广泛采用模型鍛造。因为用鋼錠制造鍛模毛胚时，必須將鋼錠进行多次的拔长和墩粗，以保証組織的均匀性。由于在鍛造毛胚上必須划綫，以便來制造模膛，所以，这种方法也不能使鋼胚获得完全均匀的組織。由于过去鍛模毛胚須要經過鍛造的工序，不但使生产周期拖得很长，成本也很高，而且对于比較大的鍛模毛胚（500公斤以上）在供应上亦存在着一定的困难。

从文献上曾了解到，苏联在十年前（1945年）就开始研究用鑄造毛胚來代替鍛造毛胚的工作。根据苏联許多工厂所进行的鍛模毛胚鑄造工藝的試驗研究工作及其长期試驗的結果証明：鑄造的鍛模具有十分可靠的坚固性。文献报导：在高尔基城莫洛托夫汽車工厂及运输机器和重型机器制造工业部的某些工厂內，鑄造鍛模的試驗已取得了很大的成就，在这些工厂內所鑄造的某些鍛模的使用寿命，还超过了鍛造的鍛模。

根据技术科学候补博士諾維克·別勞科培托夫工程师的报导：“鑄造鍛模毛胚的材料主要是用5XHM号鋼（因为这是最普遍用來鍛造鍛模的鋼种）。为了避免形成裂紋并增加其塑性，所以含碳量应当减少。根据鑄造鍛模所积累的經驗，含碳量可由开始阶段的0.35~0.42%增加至0.38~0.45%，为了要縮小鋼的晶粒及降低其过热前的敏感度，可去掉鋼成分中的釧而加入鈦，这样便鑄成了45XHT号鋼模毛胚。这种鋼的化学成分：C0.43~0.50%；Mn0.5~0.8%；Si0.2~0.35%；Cr1.2~1.4%；Ni1.5~1.9%；P和S不超过0.035%；Ti0.03~0.08%，若在酸性电爐中熔炼时，容許含有0.5%以內的硅，鑄造鍛模的生产工序过程包括下列主要工序：造型、澆注、出胚、清理、退火、用气割法切掉冒口、回火、机械加工、淬火、回火、最后修飾模膛。为了防止在氧气切割时产生裂紋、冒口切割前应进行退火并預热鋼錠”。

同时，諾維克·別勞科培托夫工程师还指出：“編制鑄型的工藝时，最好要使其具有这样的条件：即澆注后使金屬的收縮完全集中在冒口部分，在第一阶段根据諾斯夫的建議，在模型的下部装入厚度为

250公厘的厚鉄模，使其形成同向結晶。”

在苏联曾采用过45XHГ、45XHB、40XHM、5XГM及5XHM等鋼号用来鑄造錘用鍛模，澆注鍛模毛坯用鋼料主要是在馬丁爐或酸性电爐中（用的較多）熔炼，后一方法所熔炼的毛坯的机械性能比馬丁爐所熔炼的較高。”

苏联某工厂曾采用过下述規格的鑄造鍛模：硬模鑄造的 1) 250 × 250 × 250, 2) 300 × 300 × 300, 3) 500 × 500 × 500, 4) 600 × 600 × 400, 5) 650 × 670 × 400, 6) 700 × 700 × 400 以及砂模鑄造的 7) 1200 × 800 × 500。用40XHM材料所制的鑄造鍛模使用寿命由統計数字得出，在第一次修理前鍛制了1600~8190个零件。該工厂三年中的成批生产的經驗証明（常換鍛模）：鍛造及鑄造的毛坯于同一硬度下所制成的鍛模的寿命完全一致；若能遵守規定的制造工藝規程，檢驗和使用正确，則鑄造的鍛模会十分坚固，可以和鍛造的鍛模一样使用。該工厂在生产中用下列方法来檢驗鍛模用鑄造毛坯的質量，像普通鋼鑄件一样，在每一爐号鋼水澆注一半时抽取試样，試样在机械加工前按标准规范进行热处理（45XHT号鋼于900°C下正火，于880°C下淬火及625°C下回火）。試样的机械性能应符合于下列規定： $B_s \geq 100$ 公斤/公厘<sup>2</sup>； $6_s \geq 85$ 公斤/公厘； $6_{2.5} = 10\%$ ； $\psi \geq 20\%$ ； $a_k \geq 3.5$ 公尺·公斤/公分<sup>2</sup>； $H_B = 286 \sim 325$ ，該厂所澆注的鑄件經試驗証明符合于上述要求（上述机械性能数据，一般亦适合于具有相同硬度的5XHM号鋼鍛造的鍛模）。

諾維克·別劳科培托夫工程师还指出：“鑄造鍛模的組織和机械性能在普通退火后和淬火前完全符合于要求，由此可見鑄造鍛模毛坯的热处理规范和鍛造鍛模采用的规范并无区别。”

偉大的金屬学奠基人Л.К切尔諾夫，1868年在俄国工程学会上的报告中作出如下結論：即鍛造是决不能使金屬趋于致密的（因为当时是这样来解釋鍛造金屬之性能何以較鑄造金屬为优这一現象的）。鑄造金屬中若无孔洞时，其比重已达到了其致密的极限，鑄造金屬与鍛造金屬在性能上的差異，是由其构造上的不同而决定的。加热可改变金屬的构造，所以只用不同的加热方法就不但能得到高强度的細晶粒鋼，也可得到低强度的粗晶粒鋼……。近十年來，苏联的先进經驗証

明，保證鑄造的鍛模結構致密及採用正確的熱處理規範，則在生產中完全可以用鑄鋼鍛模來代替鍛鋼鍛模。因此，在以鑄鋼鍛模代替鍛鋼鍛模的生產實踐上又一次地證明了Д.К切爾諾夫所發表的學說直到今天仍然是不可動搖的基本真理。

我們曾在蘇聯專家幫助下試制過鑄鋼鍛模，進行過數量較多的試驗，並深入地研究了鑄鋼鍛模的性能。其中包括：煉鋼方面採用了先進的蘇聯吹氧熔煉經驗，壓縮空氣冒口的試驗，鍛模的縱橫向粗相檢查以及鍛模本體各部分的機械性能試驗等。這一系列的生產試驗工作，幫助了我們更進一步了解所生產的鑄鋼鍛模的質量情況從而對今後在生產上提供有力可靠的改進質量依據，以及增加了我們使用鑄鋼鍛模的信心。

## 二 鑄鋼鍛模的生產工藝

根據上節所陳述的對鍛模鋼性能的要求由普通錘用鍛模應用最廣泛的鋼種選用5XHM號鋼作為試制的鋼種，兩年來我們一直採用此鋼種進行生產試驗，其理由為：5XHM鋼的性能最優越。

製造鑄鋼鍛模的生產工藝和其他生產工藝一樣在生產試驗當中力求吸收先進技術經驗，借以對提高質量，降低成本和提高生產率等方面得到改進。現將我們所採用的工藝過程重點的介紹於后。

### I 煉 鋼

#### 一、總 則

5XHM鋼僅適用鹼性爐襯弧光DC1.5電爐，採用完全氧化法和擴散還原法進行熔煉本鋼種時必須在爐襯耐火材料（特別是爐底）良好及預熱情況良好的條件下進行。

如採用吹氧熔煉時應遵守吹氧熔煉技安指導書的規定。

熔煉過程中須要選取渣樣進行分析，如爐前不能分析時可以在熔煉之後進行分析，以供參考。

每爐應澆注兩個梅花形試棒作機械性能試驗，當化學成分合格時只須試驗其中之一個試樣，如化學成分有偏差時須試驗兩個，當兩個試樣性能結果完全符合規定時即認為合格，但若兩個試棒其中之一個不符合規定時，可申請總冶金師決定是否投入下一道工序進行生產。

## 二、合金鋼之化學成分及機械性能

### 1. 化學成份(%):

| 鋼<br>種 | 成<br>份<br>% | C       | Mn      | Si       | Cr      | Ni      | Mo       | P; S   |
|--------|-------------|---------|---------|----------|---------|---------|----------|--------|
| 5XHM   |             | 0.5~0.6 | 0.5~0.8 | 0.2~0.35 | 0.5~0.8 | 1.8~2.2 | 0.15~0.3 | <0.035 |

### 2. 機械性能

| 鋼<br>種 | 性<br>能 | HB      | $\sigma_b$<br>公斤/公厘 <sup>2</sup> | $\sigma_s$<br>公斤/公厘 <sup>2</sup> | $\delta\%$ | $\Psi\%$ | $a_k$<br>公斤-米/公厘 <sup>2</sup> |
|--------|--------|---------|----------------------------------|----------------------------------|------------|----------|-------------------------------|
| 5XHM   |        | 34~3.6Φ | ≥100                             | ≥85                              | ≥10        | ≥20      | ≥3                            |

## 三、爐料及配料

大部金屬爐料應該是清潔少銹的，允許使用小部分帶銹的廢鋼及少量的切屑，煉鋼生鐵用量不許超過全部爐料的15%。配料中鋼的含炭量應保證在氧化期去炭0.3~0.4%，含錳量為Si的3倍。推薦的總計配合成分如下：

$C \approx 0.80$ ;  $Mn \approx 0.60$ ;  $Si \approx 0.20$ ;  $P \leq 0.05$ ;  $Ni \approx 1.9$ ;  $Cr \leq 0.40$ 。

金屬爐料中不足的炭，用電極塊（ $\Phi 10 \sim 30$ 公厘）補足，增炭效率按50~60%計算。當採用本鋼種回爐料時應計算含Mo量，並登記到該爐的煉鋼操作記錄中去，以供加鋁時計算參考。

為了保證爐料的快速熔化和維護爐體應合理組織各種類型廢鋼的比例，推薦的組成如下：

重料（鋼胚、冒口等）40~50%

輕料（鋼板、零件及边料等）35~50%

銑鉄 <15%

其他 余量%

#### 四、熔化期

熔炼开始接通抗流綫圈时，变压器应成三角形接綫。

按照爐料熔化程度与鋼液洼坑形成情况加入少量石灰于电极处当弧光剛露出时再加入石灰螢石渣料，在熔化期所用的渣料总共为80~90公斤，石灰：螢≈2：1（包括爐底石灰），同时在熔化后期应調正熔渣使其具有适当的流动性。

为了节省电力及增加熔化速度、縮短熔炼時間，在爐料之主要部分熔化后，爐料下坩停止因而电流劇烈冲动的危險亦不存在时，經熔炼組長同意后可将抗流綫圈撤去。

当鋼料熔化到三分之二时进行推料，并在換低压前加入一批碎鉄矿，其重量占爐料重之1~1.5%。如爐料熔化困难可以在爐料熔化至三分之二时进行吹氧助熔，吹氧鉄管口应朝向未熔化的鋼块（应特別注意切勿使吹氧管接触爐底，以免燒穿爐底）。

在爐料沒有完全熔化前（爐底还有少量的小鋼块时）改換低电压并开始选取第一个分析試样C，Mn，P为氧化期作准备。

当配料中含  $P \geq 0.035\%$ ，在取第一次試样后（未全熔化）立即扒去磷渣70~100%，然后加入新渣料40~50公斤，加鉄矿石20公斤。

繼續熔化至全熔时，选取第二个分析試样，分析C，Mn，Ni，（P，Cr）作为氧化期操作的依据。

#### 五、氧化期

氧化期的任务是在高温下进行去炭沸騰，以达到排除气体与夹杂物的目的，氧化期去炭数量应保証为0.3~0.4%。

根据第一次試样之分析結果，当  $C > 0.7\%$ ， $P \leq 0.025\%$ ，取样測温，并調正熔渣，熔渣厚度保持20公厘左右并应具有良好的流动性。此时，如果含炭量不足应进行增碳；如含磷量高則應繼續进行去

磷。

当化学成分及爐渣良好，而鋼水温度 $>1470^{\circ}\text{C}$ 时，即可进行高温沸腾。如采用吹氧沸腾，应在吹氧前停电并抬起电极离熔渣面300公厘以上。如用矿石沸腾，每批矿石約为鋼水重之1~1.5%，并应在通电的情况下进行强烈沸腾，矿石加入的时间为每隔10分鐘加一次，于每批矿石加入前选取試样分析C及Mn。

吹氧前必須預先檢查管路內是否有油和漏气現象，接头是否牢固，吹氧时把爐門打开，先开氧气門立即將吹管插入三个电极中間熔渣与鋼水之交界处进行吹氧（切勿將吹管噴口靠近爐底，以免燒蝕爐底）。吹氧速度 $\approx$ 每瓶氧 / 1~2 分鐘，吹氧应尽可能的連續进行，吹氧量按每瓶氧去炭 $\approx 0.2$ /每噸鋼計算。为了控制速度，还应该根据沸腾情况，火焰大小及烟色來判断去炭效率，适当的調正吹氧数量。

当吹氧完毕或加完鉄矿以后 10 分鐘，开始取样测温，分析 C，Mn，(Cr)。扒渣 50% 加少量螢石进行清洁沸腾同时加鉬鉄或鎳，这时应根据温度調正电流，以保証在完全扒渣前达到出鋼温度： $1490 \sim 1510^{\circ}\text{C}$ 。

当氧化期的含炭量达到0.4~0.5%，温度已达出鋼温度以及进行清洁沸腾10分鐘后方可完全扒渣，扒渣要扒净并立刻加入渣料恢复通电。稀薄渣总重为76~80公斤，一般用石灰40公斤，螢石25公斤，耐火磚或硅磚块 7 公斤。

## 六、还原期

稀薄渣加入后3~7分鐘，攪拌、取样、测温并分析C，Mn，当温度 $>1480^{\circ}\text{C}$ 时，开始进行还原，第一批还原渣：石灰 20 公斤，螢石約10公斤，炭粉8~10公斤；同时按低限补加錳鉄。

第一批还原渣料加入后10分鐘，开始用 $\phi 10$ 鉄棍从爐門孔中探看爐渣并将渣子情况記錄下來，加入第一批还原渣后15分鐘允許打开爐門調正渣子（錳砂应扒去，并用石灰、螢石調正流动性）并攪拌爐渣一次。

第一批还原渣加入后20分鐘，取样测温，并分析 C，Mn，調正

电流至額定負荷或額定負荷以下。看熔渣顏色及是否有强电石味，如这时渣为黃色，应补加炭粉繼續还原；如果渣是灰黑色并有强电石味时应使渣变白（向爐內加入石灰和螢石，或打开爐門攪拌熔渣或甚至在不得已时可扒去部分熔渣重新加入石灰及螢石渣料）只有在白色或灰白色的熔渣下才开始用硅鉄粉还原。

熔渣变白后，加入硅鉄粉渣料。渣料配合如下：石灰10公斤，硅鉄粉（含硅65%以上）3~4公斤。硅鉄粉熔渣加入后10分鐘，取下列試样：

1) 攪拌取样测温；2) 选取分析C, Mn及Si試样；3) 取鋼水收縮試样。如收縮試样上漲应再加一批硅鉄粉渣料（石灰10公斤，硅鉄粉2~3公斤）直至收縮試样杯內收縮为止。

当鋼水脫氧良好，温度 $\geq 1480^{\circ}\text{C}$ ，爐渣沒有电石气时，則可加入預热至紅色的鉻鉄及硅鉄（如果渣子是黑色并有强电石味应先破坏电石渣才加入鉻鉄及硅鉄）。加入硅鉄时除了考慮鋼水中原有含硅量以外，硅鉄粉对鋼的回收率为40~60%，硅鉄的成分按中限加入。

加入鉻鉄及硅鉄后7~10分鐘，攪拌测温，当温度为 $1480\sim 1510^{\circ}\text{C}$ 結膜時間为28~38分鐘时即可在爐內插鋁和出鋼。鋁的加入量为0.5~0.7公斤/每噸鋼。

## 七、吹氧煉鋼經驗小結

在熔炼5XHM鋼方面完全采用了吹氧熔炼强化炼鋼过程，茲將19爐吹氧熔炼中所歸納出來的問題及数据列举于下：

1. 氧化沸騰問題：氧化法炼鋼，其質量不仅決定于脫炭量，更重要的是決定于脫炭速度。

因之脫炭速度不仅关系冶炼过程的长短，而且影响鋼的質量。

为了在氧化期提高脫炭效率，应保持在鋼水高温和熔渣的稀薄的情況下进行吹氧，因此氧化期开始前要把爐渣調正好，渣子厚度在20公厘左右，吹氧前的温度应在 $1470^{\circ}\text{C}$ 以上（未校正值）。吹氧操作是直接將氧氣瓶經過軟膠皮管和吹氧管联結起來的吹氧管道把氧吹入鋼水中，由于是直接进行吹氧，氧瓶閘門大开每瓶氧只用1~2.0分

鐘就全部耗完。曾觀察到，最初吹第一瓶氧時鋼水溫度較低，氧可能消耗于Mn, Si的氧化較多，沸騰比較輕微，第二瓶氧吹入後鋼水即開始猛烈沸騰，爐門噴出棕色的濃煙，因為此時氧與碳所起的反應為放熱反應，所以發出大量的熱量，使爐子溫度大大地升高，甚至很快地使鋼水沸騰。吹氧應連續進行直至含炭量降至規格以下為止。在我們所統計的爐號中，每瓶氧對每噸鋼可去炭0.13~0.24%（平均數為0.194%或0.049%/C每立方米氧/每噸鋼），這個數值已接近理論計算的效率。這樣高的效率可能是由於熔化期熔渣和鋼水中因加入鐵礦而得到飽和FeO的緣故。（即大大加速了 $(\text{FeO}) \rightarrow [\text{FeO}]$ ； $[\text{FeO}] + [\text{C}] \rightarrow [\text{CO}] + [\text{Fe}]$ 以及 $[\text{CO}] \rightarrow (\text{CO})$ 等反應向方進行）根據我們的生產記錄，統計出脫炭速度達0.05%/每分鐘，這個數值為礦石法脫炭速度的10倍（這個數字比中國科學院金屬研究所報導的數據高出2倍半以上）。而且吹氧氧化還提高鋼液溫度和節省了電力（完全氧化法，氧化期平均提高20°C）。目前我們使用瓶氧直接吹入鋼液的缺點就是使瓶內殘余氧氣較多，無法控制氧的壓力，吹氧速度不穩定，在換瓶時間隔時間較長，因此，為了節省氧氣和提高吹氧效率必須採用匯氣排，並加上壓力表控制吹氧壓力。

2. 去磷問題：由於我們所用的廢鋼的含磷量較高（0.045~0.07%）爐料的配料成分一般在0.04%左右。我們從文獻中得知，吹氧熔煉對去磷反應是不利的，因此，我們在生產過程中特別注意去磷問題並採用了熔化期去磷的辦法來補救這一缺點。

過去我們是採用低磷原料的，如794~796爐配料含P0.30%，成品平均P0.020%，即在熔化期及氧化期去P效率為0.03~0.02/0.03=33%。

從第797爐開始用高P原料，採用熔化中途加鐵礦造渣，在爐料熔至90%時全部扒渣去磷，因為電爐電能很大，熔化後溫度就很高（一般 $\geq 1470^\circ\text{C}$ ，高溫計未校正值），如果全熔後扒渣，則去磷效率便不高。故我們採用在爐底裝石灰和鐵礦（鐵礦小塊，大小直徑10~30公厘重量為鋼液1%），在熔化期第二批渣料加入後，再加入一批鐵礦，全熔前把熔渣調正好，扒渣前徹底攪打這對去磷反應很有利。從表2

中可以看到成品中最低的含磷量可达0.006%，平均含磷量0.015%，因此平均去磷效率为 $0.04 \sim 0.015 / 0.04 = 62.5\%$ 。我們在去磷問題上所得出的結論同样也和中国科学院金屬研究所方柄等同志在今年9月分所發表的“电爐吹氧冶炼的熔池反应”一文中对去磷問題得出的結論是一致的——吹氧冶炼氧化期脫磷效果較差的情况，可以用熔化期脫磷操作來弥补。

### 3. 电石渣和硅鉄粉还原問題

按工藝要求，鋼水在电石渣下进行还原然后在熔渣上加入硅鉄粉繼續脫氧，我們观察到，从鋼水脫氧性試样判断于还原后半小時鋼液試样即开始下縮，熔渣中FeO大部降低到1%以下，出鋼时熔渣中FeO在0.8%以下，这說明还原期脫氧性很强。还原期鋼水增炭由表2中得出由0.02~0.14%；硅鉄粉向鋼水中增硅的回收率平均为50~60%。

但是还原期的操作还很不熟練，往往因操作上的原因致拖长了还原期的時間，这是一个很严重的缺点应迅速予以改进。

## II 造型澆注及清理工藝

鑄鋼鍛模毛胚可用硬模鑄造或砂模鑄造，当生产数量多，質量要求高时，应采用硬模。大家都知道，采用硬模鑄造可改善鋼的初晶組織，并提高其机械性能。虽然我們过去硬模和砂模都同时使用，但現在已逐漸过渡到全部采用硬模鑄造了，所以在这里只着重叙述一下硬模正常生产方面的試驗。

### 一、造型工藝的选择及硬模設計要点

为了使澆注后金屬的收縮完全集中在冒口部分，亦即是使鑄件能順序凝固，因此鍛模本身应比冒口的鋼水預先凝固。为此，硬模的壁厚离冒口愈远則愈大，硬模底壁厚度为鍛模高度之0.4~0.5。冒口采用保温砂模以便尽量減慢其凝固速度，冒口总重量占鍛模重量之45~55%。各种規格鍛模鋼的硬模尺寸請參閱本报告之附录工具圖紙。

## 5 XHM 鋼 熔 煉

| 爐 次    | 794                                                              | 鋼 種 | 5XHM |
|--------|------------------------------------------------------------------|-----|------|
| 时 間    | 操 作 內 容                                                          |     |      |
| 12: 01 | 通电熔化, 200V, 3500A                                                |     |      |
| 21     | 加 $\text{CaO}$ 15, $\text{CaF}_2$ 15(公斤, 以下簡略)                   |     |      |
| 31     | 去电抗                                                              |     |      |
| 37     | 加 $\text{CaO}$ 20, $\text{CaF}_2$ 10                             |     |      |
| 47     | 推料                                                               |     |      |
| 52     | 攪拌加 $\text{Fe}_2\text{O}_3$ 18                                   |     |      |
| 12: 00 | 攪拌, 少量未熔                                                         |     |      |
| 03     | 攪拌, 取第一次分析試样: 116V, 3600A                                        |     |      |
| 10     | 攪拌, 取第二次分析試样: $T=1465^\circ\text{C}$ , 扒渣20%, 加 $\text{CaF}_2$ 4 |     |      |
| 12     | 第一次分析結果: C0.94; Mn0.58; P0.017                                   |     |      |
| 15     | 降电流至 3000A                                                       |     |      |
| 20     | 攪拌, $T=1485^\circ\text{C}$                                       |     |      |
| 21     | 停电, 吹氧                                                           |     |      |
| 22     | 第二次分析結果: C0.93; Mn0.36; Cr0.38; Ni2.47.(分析有誤差)                   |     |      |
| 24     | 停止吹氧                                                             |     |      |
| 25     | 吹氧                                                               |     |      |
| 26     | 停止吹氧, 第二瓶氧吹完                                                     |     |      |
| 27     | 吹第三瓶氧                                                            |     |      |
| 28     | 吹第四瓶氧                                                            |     |      |
| 30     | 第四瓶吹完                                                            |     |      |
| 31     | 攪拌取第三次分析試样                                                       |     |      |
| 32     | 通电116V; 3000A                                                    |     |      |
| 39     | 第三次分析結果, C0.55; Mn0.21                                           |     |      |
| 40     | 停电, 吹第五瓶氧                                                        |     |      |
| 41     | 通电, 停止吹氧                                                         |     |      |
| 43     | 攪拌取第四次分析試样                                                       |     |      |
| 44     | 扒渣40%, 加 $\text{CaF}_2$ 4                                        |     |      |
| 50     | 第四次分析結果C0.42; Ni2.47; Cr0.31                                     |     |      |
| 53     | 停电 扒渣100%                                                        |     |      |

## 操 作 記 錄

表 3

| 冶煉方法   |                                                                                         | 完全氧化法 | 估計出鋼量 | 1800公斤 |
|--------|-----------------------------------------------------------------------------------------|-------|-------|--------|
| 時 間    | 操 作 內 容                                                                                 |       |       |        |
| 55     | 通電116V, 3000A, 加 $\text{CaO}_{25}$ , $\text{SiO}_2 7$ , $\text{CaF}_2 15$               |       |       |        |
| 58     | 加 $\text{Mo}-\text{Fe} 8$                                                               |       |       |        |
| 14: 02 | 攪拌取第五次分析試樣, 加 $\text{CaO}_{20}$ , $\text{CaF}_2 4$ C 粉 9                                |       |       |        |
| 11     | 第五次分析結果: $\text{C} 0.44$ ; $\text{Mn} 0.24$                                             |       |       |        |
| 18     | 升電流至 3600A                                                                              |       |       |        |
| 19     | 加 C 粉 2                                                                                 |       |       |        |
| 25     | 攪拌取第六次分析試樣                                                                              |       |       |        |
| 26     | 第五次分析結果: $\text{Ni} 2.2$ , 渣黃色                                                          |       |       |        |
| 27     | 加高 $\text{Ca}$ 錳鐵9; $\text{CaO} 5$ , $\text{CaF}_2 5$ ; $\text{Si}-\text{Fe}$ 粉4; C 粉 2 |       |       |        |
| 32     | 加 $\text{CaO} 7$ , 渣燐灰色                                                                 |       |       |        |
| 34     | 第六次分析結果: $\text{C} 0.51$ ; $\text{Mn} 0.25$ ; $\text{Si} 0.009$                         |       |       |        |
| 40     | 攪拌, 取第七次分析試樣: $T=1510^\circ\text{C}$ , (取渣樣分析)                                          |       |       |        |
| 44     | 加 $\text{CaO} 10$ ; $\text{Si}-\text{Fe}$ 粉4; C 粉 1                                     |       |       |        |
| 47     | 降電流至 3000A                                                                              |       |       |        |
| 50     | 第七次分析結果: $\text{C} 0.55$ ; $\text{Mn} 0.56$ ; $\text{Si} 0.03$                          |       |       |        |
| 53     | 攪拌取樣 $T=1490^\circ\text{C}$ , 樣杯縮                                                       |       |       |        |
| 55     | 加 $\text{Cr}-\text{Fe} 9.5$                                                             |       |       |        |
| 59     | 攪拌取渣樣                                                                                   |       |       |        |
| 15: 00 | 扒渣60%                                                                                   |       |       |        |
| 3      | 攪拌取第八次分析, $T=1510^\circ\text{C}$                                                        |       |       |        |
| 4      | 加 $\text{CaO}_{20}$ , $\text{CaF}_2 5$                                                  |       |       |        |
| 6      | 降電流2500A                                                                                |       |       |        |
| 12     | 加 $\text{CaO} 8$                                                                        |       |       |        |
| 14     | 第八次分析結果: $\text{C} 0.57$ , $\text{Mn} 0.64$ , $\text{Si} 0.16$                          |       |       |        |
| 17     | 攪拌取樣, $T=1520^\circ\text{C}$ , 樣勺結膜時間33"                                                |       |       |        |
| 18     | 加 $\text{Si}-\text{Fe} 5.4$                                                             |       |       |        |
| 23     | 停電, 攪拌                                                                                  |       |       |        |
| 27     | 攪拌取樣 $T=1520^\circ\text{C}$ , 樣勺結膜時間43"樣杯縮                                              |       |       |        |
| 29     | 爐內插鋁 1 公斤                                                                               |       |       |        |
| 30     | 停電, 出鋼                                                                                  |       |       |        |