

土 法 煉 制 高 速 鋼

中國人民解放軍五二三二部 劉 積 祥 姚 潤 德 唐 書 生

高速鋼俗名鋒鋼，系高級合金工具鋼。它主要用于制造各種金屬切削刀具如切刀、銑刀、齒輪刀具等。用這種鋼材制造的刀具在高溫時具有較高的紅硬性和耐磨性，能在600℃的高溫下不失去切削性能，它的切削速度可為炭素工具鋼的2~3倍。故高速鋼在刀具制造上占有很重要的地位。我部因機械加工需要較多量的高速鋼刀具，但市場供應不足，另一方面我部尚有部分高速鋼料頭需要回收，在這樣情況下，我們發揮了敢想敢做的精神，提出要土煉高速鋼和解決高速鋼回收問題。這

一建議得到我部黨委大力支持與鼓勵，在黨委正確領導下，經過前後數十次試驗，獲得初步成功，現已投入生產，根據過去的試驗與生產情況歸納如下幾點體會，供同志們參考。

(一) 高速鋼成分與配料：

坩堝煉鋼法僅是使所配之原料發生熔化，並無多少化學作用，只要配料正確就能煉出合乎要求的鋼材，但配料之計算，必須根據鋼之化學成分而定，現在常用的高速鋼化學成分如下：

| 號次 | 鋼號 | C | W | Cr | V | Mn | Si | P | S |
|----|-----|-----------|-----------|---------|---------|------|------|-------|-------|
| 1 | Λ18 | 0.68~0.8 | 17.5~18.5 | 3.8~4.8 | 1.0~1.4 | ≤0.4 | ≤0.4 | <0.03 | <0.03 |
| 2 | Λ9 | 0.85~0.95 | 8.5~10 | 4.0~4.6 | 2.0~2.6 | ≤0.4 | ≤0.4 | <0.03 | <0.03 |

我部配料計算是根據Λ9鋼而來，因Λ9號鋼比Λ18既便宜又易冶煉和鍛造，適合一般工具需要，故採用Λ9號高速鋼成分來計算之。

其原料所需之量是根據Λ9高速鋼成分要求的C、W、Cr、V、Fe等元素含量求得；Mn、Si、P、s可不計算，但P、s量應注意不要高了。

C與Fe可從一般廢鋼中取得，W、Cr、V則從鎢鐵、鉻鐵、釩中得到，而鎢鐵鉻鐵又非純鎢、純鉻、純釩，這些元素在合金鐵內只占一定比例，故為達到高速鋼之要求，應重新根據鎢鐵、鉻鐵、釩鐵的含量進行計算。

現以煉1公斤Λ9高速鋼為例，它所需原料如下：

鎢鐵——120克；鉻鐵——72克；釩鐵——50克；廢鐵（廢低灰鋼）——758克；石灰、螢石各0.4兩。

如欲煉5公斤或10公斤高速鋼，則只要將各原料乘5或10即可。

配料比例並非絕對數值，應隨鎢鐵鉻鐵釩鐵之成分變化而異。上述配料中鎢鐵、鉻鐵、釩鐵之成分為滿足Λ9中之鎢鉻釩含量，而石灰螢石是去除雜質，廢熟鐵則可保證高速鋼中之鐵、炭量，應注意廢熟鐵以不要用帶紅銹的為好。各種原料均應打成小塊（約直徑30~40公厘），這樣便于熔化。

我部煉高速鋼系用普通无烟煤，如有焦炭則更好。此普通无烟煤是陽泉所出產的，其火力大耐燒，但結渣較多，我部也採用過大同烟煤，但因其火力小不耐燒，往往鋼料難于熔化。

如有焦炭最好，既耐燒火力又大渣又少，但其價比煤貴約一倍，而現在全民煉鐵煉鋼時焦炭是比較缺少的。用之煤塊不要太碎或過大，一般為40~50公厘，如太碎了

則燃燒之紅煤很易掉入爐坑中把爐條燒斷，如太大裝入爐中不易結實，使燃燒不均，發生坩堝傾倒現象。

(二) 煉鋼用工具：

(1) 棒鉗：夾取爐內坩堝用。

(2) 夾鉗：澆鑄時夾取出坩堝用。

(3) 鋼錠模：使高速鋼鋼水鑄成一定形狀之鋼料。鋼錠模系中間帶方孔或圓孔之兩半個灰鑄鐵塊，模孔經刨床或粗加工過即可，其尺寸應根據煉鋼數量，鍛造條件來決定，特別應注意澆口與模孔垂直，否則鋼水流至模壁上，將使鋼錠表面出現結疤現象，影響鍛打質量。

(4) 通條：清理爐堂內爐灰用，其直徑約1~1½吋。

(5) 石棉服及面罩。

(6) 鼓風機：鼓風機大小應根據煉鋼量多少來定，決一般爐內裝20#至30#坩堝（約裝10~15公斤料）可用1/4~1匹馬力的鼓風機。但更重要的將決定鼓風的轉速，我部現用1/4匹馬力，轉速2850轉/分，如轉速小了即使馬力往往燃燒時火力不旺，鋼料難以熔化，故鼓風機轉速高，則燃燒時火力旺煉鋼時間短。

(7) 坩堝：現有石墨坩堝和砂鍋二種：

石墨坩堝能耐高溫約1800℃~200℃，但坩堝對鋼有滲炭作用，這樣煉出之鋒鋼含炭量偏高，經化驗竟達1.8~2.3%左右。為防止其滲炭作用，在坩堝內部塗以95%鎂砂粉和5%瓷土粉的混合物（要用水調至濕泥狀），塗抹時，只要薄薄一層，但坩堝內底部應厚些，逐步向上愈來愈薄（上部約1~2公厘厚），塗抹時用半元形金屬物施力壓緊，待干後（也可緩火烤干）使用（表面發白即干了）。如無鎂砂也可用經燒結後的白雲石粉代替。在塗鎂砂前如系已使用過的坩堝則應檢查坩堝內部是否有

凹痕，如比較淺還可繼續使用，若有較深的凹痕切忌使用，否則坩堝將會燒壞。粘土砂坩堝因耐火度差，待鋼水熔化後，坩堝即早已破裂或變軟，故不宜應用。

不論石墨坩堝或砂坩堝在使用前均應烘烤，去除坩堝內部水分，否則將使坩堝破裂，在烤坩堝時先用暗火烤待坩堝已烤到暗紅色即可使用。

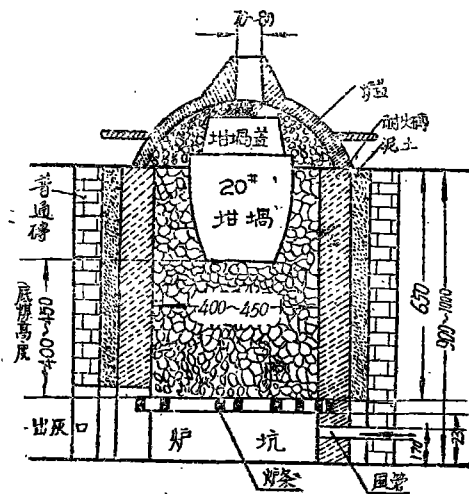
常用坩堝之尺寸如下表：

| 坩堝號數 | 容 量 磅 | 高 (吋) | 直徑(吋) |
|------|-----------------|-----------------|-----------------|
| 6 | $2\frac{1}{4}$ | $6\frac{1}{2}$ | $5\frac{1}{4}$ |
| 8 | 3 | $7\frac{1}{4}$ | $5\frac{3}{4}$ |
| 10 | 4 | 8 | 6 |
| 12 | $4\frac{1}{2}$ | $8\frac{1}{4}$ | $6\frac{3}{4}$ |
| 14 | $5\frac{1}{2}$ | $8\frac{5}{8}$ | 7 |
| 16 | $6\frac{1}{4}$ | $9\frac{1}{2}$ | $7\frac{1}{4}$ |
| 18 | 8 | 10 | $7\frac{1}{2}$ |
| 20 | 9 | $10\frac{3}{8}$ | $7\frac{3}{4}$ |
| 25 | $10\frac{1}{2}$ | 11 | $8\frac{1}{4}$ |
| 30 | $11\frac{1}{2}$ | $11\frac{1}{2}$ | $8\frac{3}{4}$ |
| 35 | $14\frac{1}{2}$ | $12\frac{1}{4}$ | $9\frac{3}{8}$ |
| 40 | 17 | $12\frac{3}{4}$ | $9\frac{5}{8}$ |
| 45 | 19 | $13\frac{1}{4}$ | 10 |
| 50 | $22\frac{3}{4}$ | $13\frac{1}{2}$ | $10\frac{1}{4}$ |

(三) 爐子構造：

爐子構造好壞決定鋼是否能夠熔化，其構造如圖。此爐俗稱地爐，形態可以是元形也可以是方形的，爐中可以放一個坩堝也可以放二個、三個……十個不等，現在介紹的是以爐內存放一個20#坩堝為例的爐子。

爐蓋——防止熱量逸出要用爐蓋密封，我部曾用二種：一種，用耐火磚鑄成逐步收口至最上方，上孔直徑約70~80公厘，廢氣從此口逸出，外部之孔隙處用稀泥堵死，應盡量防止泥掉入爐中，否則將產生煤灰結塊現象。另一種，用鑄鐵製成一鉄箍（可利用旧鋼砂箱，



我部利用做鍋子的砂箱）內部有筋；用80%左右剛砂和20%耐火土（甘子土）加水調和後放入鉄箍打實（或抹結實），中間留一孔，直徑與前同，烤干或涼冷後使用，此蓋使用時間較長。

爐條——系鑄鐵製成，如無鑄鐵用鋼條代替也可，元形或方形均可，最好成拱形的，其尺寸應根據爐子大小來決定，爐條排列時不能太疏或太密，一般爐條間隙約為15~25公厘。

出灰口——出灰口開于進風口對方或側方，其大小不限，只要便于出煤灰即可。平時出灰口均踏死，出灰時再打開。

進風口——進風口在爐條下方50~60公厘（約2~3指高）處，偏高偏低均不太好。

爐壁——系煤之燃燒區，故應用耐火磚砌成，磚與磚之間用耐火泥（甘子土）粘結，無耐火磚時可用耐火泥+剛砂或青灰加剛砂調水混合後塗于爐堂內壁，但這種爐子壽命短。

爐堂高度——由底煤高度加坩堝高度即得。底煤高度約400~450公厘（7~8層磚），而底煤之高度是否合適將決定鋼料是否熔化，如裝料多，底煤相應增加，而爐堂高度亦隨坩堝高度變化而適當增減，據我部經驗20#坩堝爐堂高度約十層至十一層磚高。

爐堂直徑——由坩堝直徑加煤之寬度，坩堝直徑隨坩堝大小而異，而煤層寬度一般一邊為120~200公厘，此寬度應根據裝料多少而變化，裝料多（坩堝大）煤層寬，相反則異，而爐子直徑可以砌成上小下大，這樣保溫作用好。

爐坑——存放爐灰，形狀為馬蹄形，一般230公厘高。如爐坑太低存灰少，尚有紅煤下掉，很易使爐條燒壞，如太高爐坑體積過大，使風量上吹不夠，影響燃燒速度。

(四) 冶煉工作：

(1) 烘爐——新砌之爐，因太潮濕，最好烘干，

否則在煉鋼過程中將損失多量之熱能。烘爐時先用木材將爐內引燃，而後加煤約至爐高一半略多。同時鼓風使煤點燃發紅，停風，待爐外無多少熱氣冒出，烘爐即告完畢。

(2) 裝料——首先將熟鐵料 1/3 放入坩埚內，再加入錫銑、鉻鐵、錳鐵，余下 2/3 鐵料復蓋上，最後放些石灰、螢石，裝料完畢，在坩埚上加蓋，此蓋用廢坩埚即可，蓋與坩埚之間空隙最好用耐火泥封死，这样可以防止炭掉入坩埚內。

(3) 裝爐——如在烘爐後直接裝料，需將烘爐剩下之煤灰通掉後再往爐內加煤，煤塊大小要均勻，每放一層用通條適當通實，使煤裝至底煤所需高度（約 7~8 層磚）。此時鼓風，將煤燒紅，再用通條通煤，煤有略許損失，再加些煤，使其保持底煤應有高度，繼而裝入坩埚，在坩埚周圍用煤裝實，至裝滿為止，最好能把坩埚埋住。第一爐所需之煤約 100 公斤，以後每次要煤 50~60 公斤，要使鋼能很好地熔化，必須使爐子密封。此後隨即鼓風燃燒。

(4) ——從鼓風燃燒開始計算時間約 2 小時多，鋼料方能熔化，此時時間僅是估計數，正確判斷鋼料是否熔化，適時出鋼，為煉鋼關鍵問題。鋼料是否已熔化，可從下列幾個方法來判斷。當然這方法還得從實際煉鋼中求得體會與熟練。

① 用時間來估計，一般為 2~3 小時。

② 看爐口火苗，爐口火苗愈短愈白，繼而轉黃，此時鋼料也將熔化完畢。

③ 爐內顏色與坩埚顏色均一致發白，繼而轉黃此時鋼料正在熔化，待 20~30 分鐘，鋼已熔化即可出鋼。

④ 用一直徑約 3~5 公厘的鐵絲，從爐口放入爐內，待一分鐘後鐵絲立即熔化，此時鋼料也已熔化。

用這種方法同時結合來起應用，來決定爐內鋼料是否熔化，是較為準確的，但得經過實際鍛煉方能掌握。如出鋼後，鋼料已經熔化，應即行澆鑄澆鑄完畢後，繼續裝第二爐。此時，應打開出灰口，弄出爐灰，再封死出灰口，即可開始煉第二坩。

若有發現爐口有較多煙冒出，並且有鋼鉄火花，這是坩埚已漏或是坩埚傾斜，應儘快出鋼。

(5) 澆鑄

① 准备工作

首先把鋼模予熱至 100℃ 左右，使鋼模烤干，防止因鋼模有水而致鋼水飛濺。若鋼模烤熱溫度過高，則高速鋼中炭水物偏析嚴重，致鋼變脆。鋼模烘烤後，模孔內塗以糖稀，其目的使所出之鋼錠表面光潔，同時容易脫模。最後把二半個鋼模合而為一，用來板夾牢，放置鉄板上，進行澆鑄。

其次在出鋼澆鑄前，每爐應有三人，但二個爐子煉鋼時，只要時間控制得好四人也够了。其中二人抬坩埚，一人來坩埚進行澆鑄。抬坩埚者應穿石棉衣服，石棉手套，澆鑄者，還應戴上保護色鏡，萬一鋼水飛濺也不會損傷眼睛。

② 出鋼

二人用鉄棒把爐蓋揭開抬去，此時戴上面罩，察看爐中情況，如坩埚上口邊緣，高出煤層，立即用棒鉗把坩埚抬出，如坩埚上口邊緣埋在底層之下，則用通條把坩埚周圍之煤層輕輕通下，再用棒鉗抬出坩埚。在通爐時不要揭開坩埚蓋，防止煤炭落入鋼水中，使鋼水炭量增加，影響鋼之質量。如坩埚已傾斜，則用通條或鉗子校正位置後，再把坩埚抬出。坩埚抬出後，放入少量之鋁片（屑）使鋼水脫氧，鋁即形成—— Al_2O_3 ，此 Al_2O_3 部分進入鋼水，使晶粒細化，另部分則進入熔渣，被排除出去。用夾鉗夾住坩埚，另一人用干燥之木棒擋住坩埚口防止浮渣漏入鋼模中，對准好鋼模澆鑄口進行澆鑄。（在製造鋼模時，最好考慮到一爐鋼能在一個模子內一次澆完，如一爐鋼分幾個鋼模澆鑄則鋼水溫度下降，鋼水稠度增加，澆鑄困難。）待鋼模中鋼水凝固，顏色變黑即可出模。坩埚內所塗之鉄砂一次熔煉後即被損壞，下次再用坩埚時，得重新再塗鉄砂。

(五) 高速鋼之鍛造

高速鋼鑄造後，其結構像白口鉄之亞共晶生鉄相似，其共晶結構成魚骨狀，尚有較多量之次生碳化物和三次碳化物，這種機構性質較脆，若高速鋼經鍛造後，就能將其晶粒打碎成孤立狀態的碳化物，這樣塑性將有提高，故這點很為重要，但高速鋼鍛造一般較為困難，根據我部經驗，鍛造有下列幾個步驟：

(1) 檢查鋼錠表面——在鍛造前，首先檢查高速鋼鋼錠表面是否光潔，如有毛疵結疤，小裂口……等，都應用砂輪磨去，同時去掉帶有縮孔之廢棄頭，否則在鍛造時容易產生裂開現象。

(2) 鍛造——鍛造前首先將高速鋼緩慢加熱至 700~800℃ 左右，因高速鋼之導熱性差，如有條件最好在電爐中予熱，如無條件直接在緩和的煤炭火上予熱至暗紅——櫻紅色，停留短時間，繼續加熱至 950~1000℃，因我缺乏設備，直接放在煤炭火上加熱至亮紅色~黃色，但一定要豐富的看火經驗，否則溫度高了，高速鋼一打即酥，相反低了，則鍛造困難，甚至易裂開，故鍛造溫度極為重要。鍛造開始時，應採取輕輕打，少鍛打勤加熱的原則，待鍛造數次後，再進行重打，這樣鍛造是不成問題的。總之鍛造高速鋼是較為困難，少有疏忽，將造成廢品，但只要細心、慎重，即使無良好設備也能鍛造出鋼材來。

