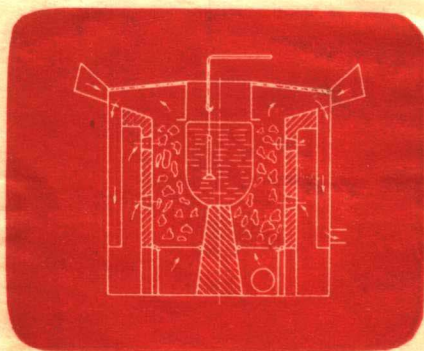


機械工人活葉學習材料 092

周亞奎編著

火 淬 浴 鹽



機械工業出版社

工 業 技 術

*

編著者：周亞奎 文字編輯：顏一琴 責任校對：周任南

1953年8月發排 1953年11月初版 00,001—10,000冊
書號0356-8-92 31×43¹/₃₂ 17千字 12印刷頁 定價1,100元(丙)

機械工業出版社(北京亞甲廠17號)出版

機械工業出版社印刷廠(北京泡子河甲1號)印刷

中國圖書發行公司發行

出版者的話

祖國正在進行着大規模的經濟建設，大量的新工人將要不斷地參加到工業建設中來，同時現有的技術工人，由於在舊社會沒有學習的機會，經驗雖豐富，但理論水平較低。爲了使新工人能够很快地掌握技術的基本知識，並使現有工人也能把實際經驗提高到理論上來，因此，我們出版了「機械工人活葉學習材料」。

這套活葉學習材料是機器工廠裏的鑄、鍛、車、鉗、銑、鉋、熱處理、鉚、鉚、等工種的工人爲對象的。每一小冊只講一個具體的題目，根據八級工資制各工種各級工人所應知應會的技術知識範圍，分成程度不同的「活葉」出版。

這本小冊子介紹了鹽浴淬火所要具備的知識，包括鹽浴劑的選用，淬火時的加熱溫度、時間、冷卻時間，淬火設備，注意事項等。此外，還介紹了鹽浴滲碳和氰化的方法。本書是四級到五級熱處理工人的學習材料。

目 次

一	什麼是鹽浴淬火	1
二	鹽浴淬火的優點	2
三	鹽浴劑的種類和它的使用範圍	3
四	鹽浴淬火的工作方法	5
	1 加熱溫度和鹽浴劑的選擇——2 加熱時間——3 冷卻——4 檢驗	
五	鹽浴的滲碳和氰化	13
	1 滲碳和氰化——2 鹽浴成分——3 工作方法	
六	鹽浴淬火的設備	15
	1 鹽浴爐——2 溫度表——3 冷卻池——4 其他	
七	鹽浴淬火應注意的事項	18
	附表	21

一 什麼是鹽浴淬火

在機械工場裏，人們爲了要使鋼製的機器零件具備一定的強度、硬度或韌性、彈性等等物理性能，經常把鋼件加熱到某種溫度，然後再以一定的速度把它冷卻下來；這種操作方法，叫做「熱處理」。熱處理的種類很多，大概可以分爲淬火、回火、退火和正火（正常化）等。

淬火也叫硬化，目的是增加鋼料的硬度和強度。淬火的方法是把要淬火的工件加熱到臨界溫度（碳鋼臨界溫度是 722°C ）或臨界溫度以上的溫度，然後放入冷卻液中急冷。經過淬火後的工件常常要接着進行回火處理，用來挽回一部分韌性。

淬火在實際工作時是否能夠成功，主要決定於加熱溫度是不是適當。高溫可以使鋼內的碳化物儘量熔解，並求得球狀碳化物成爲較細的並且分配很均勻的組織。但是太高了結晶粒子會長大，性質會脆，有害衝擊抗力，還可能有脫碳現象。太低了自然達不到淬火目的，也就是說工件淬火後的硬度不夠。淬火加熱的溫度既然是這樣的重要，所以加熱方法自然有研究的必要。

淬火因加熱方法不同，可以分成焦炭淬火、油爐淬火、電爐淬火和鹽浴淬火等。在這些淬火方法中，我們要求溫度高低要容易調節，爐裏各處溫度要均勻，並且成本還不要太高，那只有鹽浴淬火比較還夠得上標準。

用食鹽或中性金屬鹽類^①來加熱工件以進行淬火的方法，叫

① 不帶酸性和鹼性的金屬鹽類，稱爲中性金屬鹽，如氯化鋁、碳酸鈉等。

做[鹽浴淬火]。把鹽類盛放在金屬製熔槽或石墨坩堝中，外面用焦炭、油或煤氣燃燒，也可以用電流直接加熱，使鹽類熔解，而達到所需要的淬火溫度，這樣就成了鹽浴淬火爐。淬火時，先把工件在別的爐中慢慢地加熱到預熱溫度（碳鋼約 400°C ），然後浸入鹽浴中加熱，等到工件裏外都達到淬火溫度後，再取出淬冷。從鹽池中取出的工件，在放入冷卻液之前，它的表面附着一層極薄的鹽膜，這種鹽膜可以使它從鹽池中取出到冷卻池的途中不跟空氣接觸，因此淬火後表面非常光亮，沒有脫碳氧化等現象。工件表面的鹽膜等到投入冷卻液後就自行脫落，而冷卻液內溶解了一部分鹽類，冷卻能力也會因此而加強。這些都是鹽浴淬火的特點。

二 鹽浴淬火的優點

鹽浴淬火的優點很多，概括起來，可以分成下面幾點：

1 溫度容易控制 因為各種鹽類都有它一定的熔點和沸點，因此鹽類的液體狀態，是有一定的溫度範圍的，我們只要控制了溶液的溫度就等於控制了整個爐溫。

2 工件受熱均勻 因為工件在鹽池內，每個表面都直接跟鹽液接觸，所以各處受熱都很均勻。

3 沒有過熱現象 因為鹽液溫度始終保持在淬火溫度，所以即使在工件的細小斷面上，也不會有過熱的毛病產生。

4 工件不會發生氧化和脫碳的現象 因為工件加熱時是整個浸在鹽液中的，它絲毫不跟空氣接觸，所以不會有氧化和脫碳的現象發生。

5 細長工件不會彎曲 因為細長的工件可以垂直吊在鹽池裏，因此可以避免受熱彎曲。

6 加熱速度迅速 因為一般鹽類對於熱量的傳導能力都比空氣大，所以鹽浴爐的加熱比輻射爐快。

7 能夠正確並迅速地加熱工件的一小部分 例如刀口加熱時，只要把刀口浸入溶液內，刀把露在爐外，就可以單獨把刀口加熱。

8 鹽浴淬火特別適宜於高速鋼的淬火 因為高速鋼的淬火溫度很高，常在 1100°C 以上，假如在空氣中加熱，就可能有嚴重的脫碳和氧化作用產生，而鹽浴淬火是不會產生這種現象的，所以很適宜於用來進行高速鋼的淬火。

因為鹽浴淬火有以上種種優點，所以近年來在國內已被廣泛採用，而將來的發展更是無可限量的。

三 鹽浴劑的種類和它的使用範圍

金屬鹽類的種類很多，但並不是所有鹽類都可以做為鹽浴劑。鹽浴淬火用的鹽必須具備下列條件：

1. 容易熔解，並且在熔解以後氣化以前可以加熱到適合於淬火的溫度。

2. 不純物少，使熔解後的鹽不侵蝕鋼的表面（不會使鋼氧化、脫碳，甚至於滲入硫等）。

3. 價格不貴，同時在使用的溫度範圍內鹽的蒸發不多；這樣才合乎經濟條件。

4. 有良好的流動性，使溫度容易均勻。

5. 吸濕性低，否則處理後的工件容易生銹。

6. 加熱時最好不發生有毒氣體，以保護工人的健康。

表 1 是常用的各種鹽類名稱和它的熔解點。表 2 是各種不同鹽浴劑的使用溫度範圍。

表 1 常用的各種鹽類名稱和它的熔解點

名 稱	熔 解 點(°C)	名 稱	熔 解 點(°C)
亞硝酸鈉[NaNO ₂]	271	氰化鉀(KCN)	695
硝酸鈉[NaNO ₃]	319	硼砂[Na ₂ B ₄ O ₇]	700
硝酸鉀[KNO ₃]	336	氯化鈣[CaCl ₂]	780
硝酸鈣[Ca(NO ₃) ₂]	499	氯化鉀(KCl)	790
硝酸鋇[Ba(NO ₃) ₂]	593	食鹽[NaCl]	820
氰化鈉[NaCN]	680	氯化鋇[BaCl ₂]	960

表列各種鹽類的使用溫度範圍，大約是從熔解點以上增加到攝氏三百度以內。所有鹽類中氯化鋇最好，因為它的蒸發點比其他鹽類都高，適用於高溫加熱，通常都用於高速鋼的淬火。食鹽是為加熱溫度在 800°C 到 900°C 之間的良好鹽浴劑，並且價格很便宜。氰化鉀本來也是良好的鹽浴劑，但因為它本身以及它的蒸發氣體都有猛烈毒性，所以除了氰化時不得已用它外，一般鹽浴淬火極少採用。

表 2 各種鹽類的使用溫度範圍

溫 度 (°C)	鹽 類
1400 — 1300 — 1200 — 1100 — 1000 — 900 — 800 — 700 — 600 — 500 — 400 — 300 — 200 — 100 —	純氯化鋇 1~2份氯化鋇 1份氯化鉀 氯化鋇、氯化鉀、氯化鈉 (食鹽)和氯化鈣的混合鹽 1份硝酸鉀 1份硝酸鈉 1份硝酸鉀 1份亞硝酸鈉

氯化鋇和食鹽都是優良的鹽浴劑，但是因為它們的熔點都很高，不能用於碳鋼的淬火，所以進一步有混合鹽類作為鹽浴劑的產生。採用兩種或兩種以上的鹽類混在一起，可以降低熔點，並產生新的可以使用的溫度範圍。例如氯化鋇的熔點是 960°C ，食鹽的熔點為 820°C ，如果用一份氯化鋇和一份食鹽的混合鹽，它們的熔點就變成 630°C ，比氯化鋇或食鹽任何單獨一種鹽類的熔點都低。所以混合鹽類是較低溫度的淬火鹽浴劑。表 3 是各種比例成分的混合鹽的熔點和它們的應用範圍。圖 1 是一般混合鹽類鹽浴劑的平衡圖，在圖上可以查得各種不同鹽類用各種不同成分混合時的各個不同的熔解點，可供配合混合鹽類時的參考。例如 24% 的氯化鋇和 76% 的氯化鈣的熔點是 600°C ，假如氯化鋇和氯化鈣各取 50%，那麼它們的熔解點就變成了 725°C 。

四 鹽浴淬火的工作方法

淬火的方法就是把鋼料加熱到一定溫度，然後再放入冷卻液中急冷，這在上面已經講過。但到底應當怎樣加熱？要加熱到多少溫度？加熱時間要多少？加熱完畢後又該放入什麼冷卻液中冷卻？怎樣冷卻？這一系列問題就需要我們進一步來研究。下面是一些從實際操作中歸集起來的經驗數字，可以供給我們淬火時參考。

1 加熱溫度和鹽浴劑的選擇 凡是用鹽浴淬火，工件的加熱都要分為預熱和高溫加熱兩道手續。碳鋼預熱溫度大約在 400°C 左右，因為溫度不高，可以在任何加熱爐中加熱。高速鋼因為預熱溫度要到 900°C 左右，所以最好也用鹽爐加熱。高溫加熱的溫度，也就是一般所說的淬火溫度，這不單因為鋼料不同而加熱溫度不同，就是同樣的鋼料，因為工件形狀的不同，加熱溫度也有些上下。

表3 混合鹽類的熔點和它的應用範圍

成分		熔點 (°C)	應用範圍 (°C)
28%氯化鈉	72%氯化鈣	504	520~850
50%碳酸鈉	50%氯化鉀	599	580~820
25%碳酸鈉	75%氯化鈉	620	650~810
78%氯化鈣	22%氯化鈉	630	675~900
24%氯化鈣	76%氯化鈣	670	650~900
60%氯化鈣	40%氯化鉀	660	680~1000
54%氯化鈉	46%氯化鉀	670	700~870

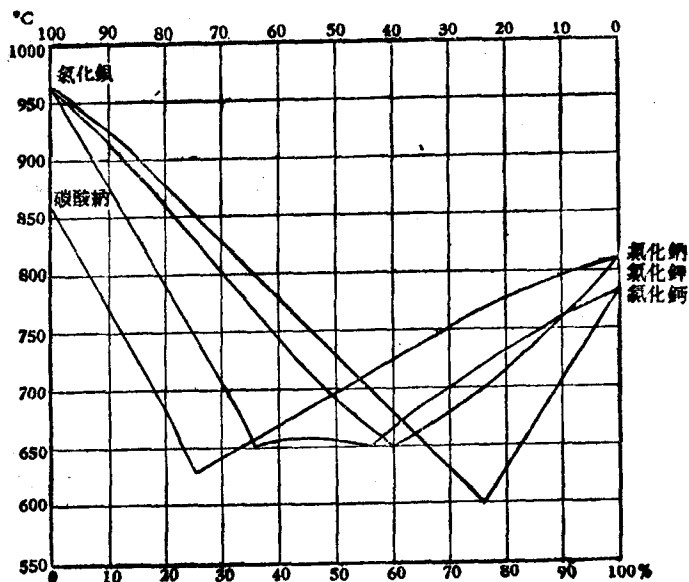


圖1 混合鹽類的平衡圖。

比如厚的工件要比薄的工件加熱稍微高些，這樣才能使淬火作用達到厚工件的中心部分。因此，任何一種工件的準確的淬火溫度只

有靠實地試驗來決定。試驗的方法是：把很多不同溫度淬成的鋼件折斷，觀察它的斷面，凡是組織最細緻的它的淬火溫度就是最合適的；另外也可以用硬度機來檢驗，凡是硬度最高的，它的淬火溫度也就是最合適的。

書末附表 1、2、3 是最常用的碳鋼、普通高速鋼以及蘇聯各種牌號的高速鋼的熱處理表。從這些表中我們可以查到淬火的大概溫度，再參照上節的表 2 和表 3，就可以選擇出合適的鹽浴劑。大多數鹽浴劑對於碳鋼都能適用。但高速鋼因為它的淬火溫度很高，一般都在 1200°C 以上，所以通常都用氯化鋇做鹽浴劑。氯化鋇鹽浴有一個缺點必須注意，就是用久了可能使鋼件表面有脫碳現象，這是因為鐵屑落入了鹽池，形成了氧化鋇，沾污了鹽浴的緣故。所以趁鹽浴中還沒有大量氧氣的時候就應該及時掉換（從冷卻後的鹽浴中呈暗黑色這一現象上，就可以知道已經到更換的時候了）。在已經被沾污了的氯化鋇鹽浴內，如果加入硼砂或砂鐵，可以使氧化物解離而重新被純化起來，這是比較經濟的辦法。

2 加熱時間 不論預熱或者高溫加熱，加熱的時間都包括兩部分：第一部分是從比較低的溫度燒到所需要的溫度，叫做加熱；等燒到所需要的溫度以後，還要燒一個時間，使它裏外均勻，這段加熱時間叫做透燒。在一般情形下，第一段加熱時間可以從高溫表的讀數上判斷出來。比如大批工件放入鹽爐後，爐溫必然會顯著下降，因此等高溫表重新升到淬火溫度，就表示第一段加熱時間已到，只要再加上透燒的時間，就算加熱完畢。如果工件的數量不多，放入鹽爐後爐溫的下降不能在高溫表上鮮明地讀出來，這就要估計所需要的第一段加熱時間，再加上一一定的透燒時間，才算是加熱完畢。

用鹽爐加熱低碳鋼或低碳合金鋼，每 25 公厘厚需要 5~10 分鐘的透燒時間；加熱高碳鋼或高碳低合金鋼，每 25 公厘厚約需 10~15 分鐘的透燒時間。高速鋼因為所含合金元素很多，對於熱的擴散率^①較小，所以需要較長的加熱時間。爲了避免高溫加熱時的時間太長，以致發生表面脫碳、晶粒長大、碎裂變形等毛病，我們常用兩段預熱法：第一段預熱到 650°C；第二段預熱到 980°C。在預熱過程中要燒透相當時間。第一段預熱每 25 公厘約要 25~30 分鐘；第二段預熱每 25 公厘約要 20~25 分鐘。但在高溫加熱過程中，一般可以不需要透燒時間，只要工件到達淬火溫度，就可取出淬冷。

以上所講的加熱時間，都是指[滿淬]而說的。滿淬的意思是工件的加熱一直燒到裏外都達到淬火溫度，淬成的工件表裏硬度雖不能說完全一樣，相差也不多。滿淬的相對名字就是[表面淬火]。表面淬火的目的是爲了使工件表面硬化而內部仍舊保持原有的韌性。鹽浴淬火也可以用作表面淬火。方法是把要施行表面淬火的工件放入高溫鹽爐中，鹽液的溫度要比工件的合理淬火溫度高得多，經過極短時間，工件表面被加熱到超過淬火所需要的溫度，而內部却來不及熱到淬火溫度，這樣取出，放入冷卻液中，就只有表面淬硬，而內部仍然保持它原有的韌性。假使鹽浴淬火只用於表面淬硬，那末加熱的時間就跟以上所講的完全不同了。它主要決定於所要求淬硬的深度。就是說同樣的爐溫，同樣的工件，加熱時間愈長，硬化的深度也愈深。反過來說假使要求的硬化層深度一樣，那麼爐溫愈高，需要的加熱時間就愈短。下表是直徑 48 公厘的試棒在氬

① 擴散作用是物體內部一種分子運動，物體內部熱的傳導是靠這種分子運動來完成的，擴散率是指這種運動的速率。

化鎂和氯化鉀的混合鹽池中進行表面淬火，要求硬化層深度是3公厘所需的加熱時間：

鹽池溫度(°C)	950	1000	1050	1100	1150	1200
加熱時間(秒)	90	65	50	44	38	37

此外加熱時間還跟工件的厚薄大小有關。假如各種不同大小的試棒在同一溫度的鹽池中，要求硬化層深度仍舊是3公厘，那麼直徑愈大的所需要加熱時間就愈長。下表是不同直徑的工件在1100°C的氯化鎂和氯化鉀的混合鹽池中加熱所需要的時間：

試棒直徑(公厘)	20	40	60	80
加熱時間(秒)	20	40	65	98

從這些例子中，我們可以知道鹽浴淬火用於表面淬火所需的加熱時間。

3 冷却 鋼在各個不同的溫度下，有它不同的組織和不同的物理性能。我們把鋼件從室溫逐漸加熱，它的組織會逐漸改變；反過來，從高溫讓它慢慢冷下來，它的組織也會慢慢的變回到常溫時的狀態。在這裏我們要注意一個問題，就是鋼的組織的變化除了需要一定的溫度變化外，還需要一定的時間。淬火就是利用它這一個特性。淬火時把鋼件加熱到臨界溫度以上，鋼在那時的組織叫做奧氏體。因為奧氏體組織除非經常保持溫度在臨界點以上，否則就呈現不穩定狀態。因此鋼件冷却時，奧氏體就要變質。由於冷却速率的不同，奧氏體可以變出五種不同的結構形體。現在以含碳量為0.85%的鋼料為例，如圖2所示，A點是臨界溫度，鋼在A點以上是奧氏體。假使鋼件沿A B線的冷却速率冷下來，那麼奧氏體就轉變成粗粒狀的珠光體，它的硬度值大約是布氏210。假使沿A C線

冷却，那麼奧氏體就變為較細的珠光體，它的硬度值大約是布氏 300。假使沿 A D 線冷却，那麼奧氏體變成細層狀珠光體或者托氏

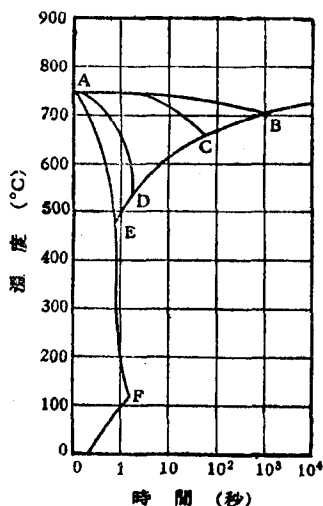


圖 2 淬火鋼冷却時溫度跟時間的關係。

體，它們的硬度值約為洛氏丙 45 (Rc 45)。假使沿 A E F 線冷却，就能阻止珠光體的形成，而變為馬丁體。馬丁體的組織非常堅硬，硬度在洛氏丙 60 (Rc60) 以上，也就是我們淬火所希望得到的組織。⁷ 冷却速率能超過 A E F 線，淬火工作就能得到完滿的結果。因此淬火在加熱完畢後，就該很快的把工件放入適當的冷却劑中，使它急冷下來。從上面所說的我們知道在淬火作業中，雖然掌握了溫度，控制了加熱時間，假使沒有適當的冷却方法，仍舊收不到淬火的效果。因此我們研究淬火

除了研究加熱溫度和加熱時間外，還需要研究冷却的方法。

應用最廣的冷却劑是水和油，鹽熔液和金屬熔液等也都可以作為冷却劑。究竟用哪一種好，要根據工件的材料形狀等來決定。

水的冷却能力很大，但水的溫度不能超過 37°C，否則它的能力就會減小。水中加鹽不單可以增加冷却速度，並且在液溫昇到 65°C 時它的冷却能力還不至於減弱。油的冷却速度較小，但它的溫度可以昇到水及鹽水早已失掉了冷却能力以上的溫度。淬火用油類，國內以菜油為最普遍。

碳鋼淬火一般都用水(詳見附表 1)；但高碳鋼却常用水淬油

冷法，把高熱的工件先淬入水中，等到冷到 200°C 左右，就很快地取出來放入 180°C 的熱油中，等它在油中冷到室溫，然後再取出，以減少淬裂的毛病。根據經驗，工件在水中，手裏鉗子還覺得稍微有一些抖動時，就是 200°C 左右。高速鋼一般都在油中或空氣中冷卻，但若採用分級淬火可以大大提高高速鋼刀具的切削能力。這種方法是使熱熾工件的冷卻分成兩個階段，先淬入 600°C 的熱浴中而後在油中或空氣中冷卻。在熱浴中並且還要保持相當時間（約80分鐘）。常用的熱浴鹽類如表4所列。

表4 常用熱浴鹽類和它的熔點

鹽類	熔點 ($^{\circ}\text{C}$)
硝酸鉀 (KNO_3)	335
亞硝酸鈉 (NaNO_2)	271
硝酸鈉 (NaNO_3)	317
50%硝酸鉀 (KNO_3) + 5%亞硝酸鈉 (NaNO_2)	137
50%硝酸鉀 (KNO_3) + 50%硝酸鈉 (NaNO_3)	218

工件浸入冷卻池

時，所用方式對它影響很大。下面幾點我們必須時刻留意：

1. 工件浸入冷卻液時它的長中心線必須絕對垂直，這樣可使冷卻

均勻，免於變形。

2. 工件在冷卻池內還必須沿長中心線方向運動，使表面發生的蒸汽泡容易逃出。

3. 有不穿通孔的工件，孔口應該向上，以便孔內蒸汽逃出。

4. 遇有斷面大小不同的工件，粗的一端必須向下。

4 檢驗 經過上面三個步驟後，淬火本身的工作可以說

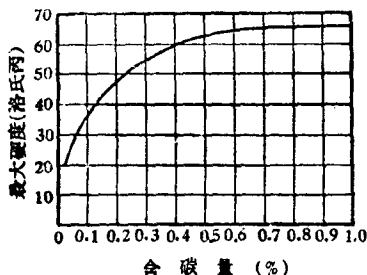


圖3 各種不同含碳量的鋼件，淬火後（沒有繼過回火）所可能得到的溫度。

已經完成。但最後還必須檢查我們的工作結果是否合乎所要求的條件。檢查的方法很多，最簡單的是硬度檢驗法。硬度的單位因所

用的硬度機種類不同而可分為洛氏、布氏、維氏、蕭氏等。用於淬火後鋼件的檢驗一般都用洛氏丙 (Rc)。各種硬度值彼此之間的比值請參閱機械工人活葉學習材料[硬度的基本知識]。

影響鋼料硬度的主要因素是含碳量。圖3是各種不同含碳量的鋼料在合適的溫度下淬火後(沒有經過回火)所可能得到的最大硬度值，可供我們檢驗中核對。

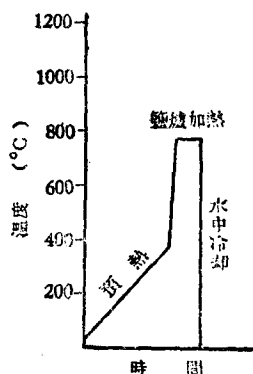


圖4 碳鋼淬火程序。

總結起來，我們可以用下面兩個圖來表示碳鋼和高速鋼的全部淬火過程。

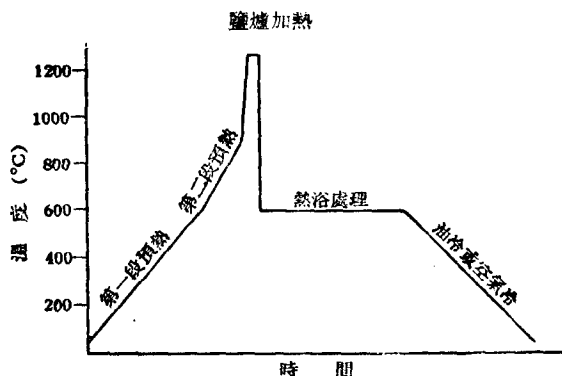


圖5 高速鋼淬火程序。

五 鹽浴的滲碳和氰化

1 滲碳和氰化 上面已經講過，淬火的原理是把工件加熱，使鋼料中的碳化物儘量熔解，然後冷却求得均勻而且堅硬的組織。因此，假使鋼料本身含碳量很少（0.2%以下），那就無法淬火。但是含碳量極少的極低碳鋼甚至於純鐵，假使能經過滲碳或氰化處理，它的表層含碳量可以增加到相當於高碳鋼的程度（含碳量在0.8%以上）的。所以經過滲碳或氰化的工件再經淬火，表層同樣也可以硬化。滲碳和氰化不單是解決了極低碳鋼的淬火問題，並且還有它本身的優點。一般高碳鋼經淬火後，雖然很硬，但也很脆，而經過滲碳或者氰化處理的工件，表面同樣很堅硬內部却很柔韌。滲碳和氰化處理的工件，它的硬化層深度由處理時的溫度和時間來決定。

滲碳的方法很多，因滲碳劑的不同可以分成固體滲碳、液體滲碳和氣體滲碳三種。液體滲碳是在鹽浴中進行的，所以又叫做鹽浴滲碳。氰化跟鹽浴滲碳相似，兩個都是把鋼件浸在熔融的氰化鹽池裏加熱，但彼此之間有不同的地方：1) 氰化所用的鹽浴劑主要是氰化鉀或氰化鈉，而鹽浴滲碳所用的鹽類除氰化物外還要加入氯化鹽類；2) 氰化作用時加熱溫度比較低，而鹽浴滲碳的溫度比較高；3) 經氰化處理後的工件表面含氮多而含碳少，但鹽浴滲碳後的工件表面含碳多而含氮少。

2 鹽浴成分 氰化的鹽浴有單純用氰化鉀或氰化鈉的，但是純粹的氰化物加熱後很容易分解而揮發散失。所以平常都加入一部分碳酸鉀或碳酸鈉。這樣可使氰化物穩定，減少揮發和散失。

鹽浴滲碳所用的鹽浴劑除了氰化物外還加入氯化鹽類等，它們的種類很多。表5是蘇聯工廠經使用成績良好的幾種滲碳