

淬 火

(鋼的熱處理)

吳鍾琰編著

科學技術出版社

淬

火

(鋼的熱處理)

吳鍾琰 編著

王樹良 校訂

科學技術出版社

內 容 提 要

本書以實際操作為主，對理論亦做了重點介紹。首先介紹熱處理的概論，從而說明各種熱處理的工作過程，並再舉圖表配合在操作中一一說明。對於熱處理設備，介紹砌造爐子的詳細製造圖樣和操作規程，可做熱處理車間設備擴充時的具體參考資料。最後列舉熱處理操作實例數十種，可作現場工作者的參考。

淬 火

(鋼的熱處理)

編 著 者 吳 鍾 珽

*

科 學 技 術 出 版 社 出 版

(上海南京西路2004號)

上海市書刊出版業營業許可証出079號

上海市印刷五廠印刷 新華書店上海發行所總經售

*

統一書號：15119·210

(原大東版印6,500冊)

開本 787×1092 耗 1/32 · 印張 11 · 插頁 5 · 字數 235,000

1957年4月新1版

1958年6月第3次印刷 · 印數 4,701—7,200

定價：(10) 1.70 元

編 者 的 話

1. 解放後新中國面向工業建設的大道上邁進，中國技術協會為推廣工業技術普及教育，滿足現場工人和技術學校的需要，擬編印一套工業技術叢書。但國內尚無通俗的鋼鐵熱處理實際操作方面的書籍，而各位專家們因有更重要的工作，無暇顧及，蒙屠樺、王樹良二兄鼓勵，要我編著這本書。然以本人所學有限，經驗不足，本不能勝任，但以需要迫切，祇能以往日在工廠中的實際經驗來寫成此書。本書之出版，不過是拋磚引玉。希望不久能有內容更豐富和齊備的熱處理書籍出版。

2. 本書祇講現場中和熱處理有關的實際操作問題，其餘的設備祇介紹應用，如鼓風機、硬度計、測溫計、材料試驗及各種燃料等，均不贅述理論，以免分散。但為了熱處理操作和配合生產的需要，在最低的條件下，對於加熱爐的使用和砌造，加以詳細的說明。為了便於現場中運用，故不厭求詳。如讀者認為瑣碎累贅，希望多提意見，以便再版時修正。

3. 本書中避免高深的理論，寧願多加說明和舉出具體的例子。不用數學公式，注重實際應用，充實有關的內容。希望能幫助讀者在現場中解決一部份鋼鐵熱處理的問題。此外並將新式的熱處理工作法做一簡明的介紹；如氮化法、火焰硬化法等。希望讀者根據理論配合現場的運用，能得到啓發而創造發明，把熱處理技術提高一步。

4. 本書的目的是供給：

(1)正在現場中從事熱處理工作的同志們一些基本的簡要的熱處理理論，希望能配合到實際工作中去運用(請注意第一章和第二章)。本書底稿擇主要部份，作為三級技工之業餘教材，收效甚好。

(2)準備參加熱處理工作的同志們，和要了解熱處理到底是怎麼一回事，或糾正過去對熱處理不正確的看法，可以得到一個有系統的知識。

(3)專科和高職畢業班的同學們，跨進工廠以前的準備資料和在校同學配合蘇聯譯本和其它熱處理理論書籍之自習資料。

5. 本書所採用的譯名，採取我國譯本中最通用的名詞和現場中便於工人記憶的習慣名詞。又恐南北口語不同，故對大多數的名詞加註說明或原文以免誤會。書中未能完全採用公制是一缺點，待再版時修正。

6. 本書能够寫成，全靠歷年來諸位老師、專家和好友們：如吳世澤、朱洪健、周志宏、榮科、沈蘇奎、屠鳳剛、童本仁、何國森、施振綱、王英蔚、曹正光等，給我很多的指教，幫助和鼓勵，特地在此致謝。本人學識淺陋，祇憑十多年在工廠中實際工作的經驗，而且又在工作之餘，抽時匆促寫成，雖然費了兩年的時間，和不少的精力，想把這本書寫好，但以能力有限，書中定有缺點和遺漏，希望看過本書的諸位同志多多指正和批評。

7. 本書的參考資料：

(1)高級熱處理技術人員訓練班筆記

周志宏、朱洪健、吳世澤、丘玉池主辦講授

(2)鋼鐵熱處理學初步

吳世澤著

(3)鋼鐵冶金學

卮象華著

(4)金屬學

李挺芬著

- (5) 蘇聯工業金屬材料 顧同高著
- (6) 機械製造雜誌 機械製造雜誌出版社
- (7) Steel and its Heat-Treatment By D.K.Bullens.
- (8) Steel and its Practical Applications
By William Barr.
- (9) Tool Engineers Handbook (ASTE)
- (10) Metals Handbook (ASM) 1948.
- (11) Process and Physical Metallurgy
By James E. Graside.
- (12) "Cassel" Heat-Treatment and Casehardening
Handbook.
- (13) "Rapideep" Carburising Compound.
- (14) Werkstattbücher.
- (15) Härterei (Röchlingstahlwerk)

目 錄

第一章 熱處理的概念	1
1. 什麼是熱處理工作	1
2. 關於常用熱處理俗語的解說	2
一、紅火、白火 二、水火、油火 三、黃火、藍火 四、藥水淬火 五、淬火藥 六、藥水鋼、金剛刀、 蛇皮鋼	
第二章 鋼鐵熱處理的基本知識	9
1. 鋼與鐵的區別	9
2. 鋼鐵的組織及其變化	14
一、鐵的基本結晶 二、鐵炭平衡圖 三、鋼鐵組 織的變化 四、鋼鐵組織的性能 五、鋼鐵組織的 認識	
3. 常用硬度機的種類和比較	31
一、布氏硬度計 二、洛氏硬度計 三、蕭氏硬度計	
4. 鋼鐵的鑑別方法	39
一、熟鐵和鋼 二、生鐵和鋼	
5. 火花鑑別法	42
第三章 正常化	48
1. 目的	48
2. 一般的處理	48
一、加熱溫度 二、加熱時間 三、冷卻方式	

3. 澆鋼機件的處理	49
4. 大件鍛工機件的處理	50
5. 正常化加熱溫度對於材料的性能和組織的關係	51
第 四 章 退 火	53
1. 目的	53
2. 一般的處理	53
一、加熱溫度 二、保溫時間 三、冷卻方式 四、防止氧化	
3. 澆鋼機件的處理	56
4. 過熱機件的處理	57
5. 退火與鋼料組織的關係	58
6. 工具鋼的退火處理	58
第 五 章 淬 火	61
1. 目的	61
2. 淬火對於鋼件組織的影響	62
3. 一般的處理	64
一、加熱溫度 二、加熱時間	
第 六 章 加熱爐的種類和加熱操作方法	72
1. 煤爐	72
2. 間接加熱煤爐	73
3. 油爐(馬福爐)	75
4. 鉛鍋爐	77
5. 鹽鍋爐	77
一、砌造 二、設備 三、鹽鍋爐操作法	
第 七 章 冷 卻	108
1. 冷卻速度	108

2. 冷卻劑的種類·····	110
一、水 二、油 三、空氣 四、鹽水 五、 硫酸水溶液 六、燒碱水	
3. 冷卻速度的比較·····	112
4. 冷卻劑的選擇和操作·····	118
一、選擇冷卻劑應注意的事項 二、冷卻操作	
第 八 章 配 火 ·····	129
1. 配火的重要和目的·····	129
2. 配火對於鋼件組織和性能的影響·····	129
3. 一般的處理·····	132
一、溫度 二、時間 三、冷卻	
4. 配火加熱的種類和操作·····	141
一、紅鐵配火 二、熱砂配火 三、油煮配火 四、 溶鹽配火 五、溶鉛配火 六、反射爐配火	
第 九 章 降溫配火 ·····	147
1. 降溫配火的目的和重要·····	147
2. 降溫配火的理論·····	147
3. 設備和操作·····	151
一 設備 二、低溫溶液的種類和運用 三、操作 四、降溫配火的運用和性能	
第 十 章 滲 炭 ·····	159
1. 滲炭的目的和重要·····	159
2. 滲炭的原理·····	160
3. 滲炭用鋼·····	161
4. 滲炭劑的種類·····	162
一、固體滲炭劑 二、液體滲炭劑 三、氣體滲炭劑	
5. 滲炭的溫度時間和厚度·····	166

一、溫度 二、時間 三、厚度

6. 操作	173
一、固體滲炭法 二、液體滲炭法 三、氣體滲炭法	
7. 局部滲炭法	187
8. 滲炭後的熱處理	191
一、一般低炭鋼的處理規格 二、一般合金鋼的處理規格	

第十一章 滲氮法 203

1. 滲氮的原理	203
2. 滲氮的優點和缺點	204
3. 滲氮的鋼料	205
4. 合金的元素對於滲氮的影響和處理後的性能	206
5. 設備	207
6. 滲氮前的處理	210
7. 滲氮操作	211
8. 滲氮後的性能比較	213

第十二章 火焰淬火法 218

1. 火焰	218
一、火焰溫度 二、火焰形狀	
2. 設備	220
一、火焰噴嘴 二、冷卻裝置 三、氧氣和乙炔的消耗	
3. 加熱方法	223
一、固定法 二、移動法 三、旋轉法 四、移動旋轉法	
4. 加熱的時間	226
一、淬硬的深度 二、移動的速度 三、溫度的測定	
5. 冷卻與配火	229

一、冷却方法和冷却劑	二、配火	
6. 質量		232
一 硬度和强度	二、淬硬的深度和組織	三、裂紋和變形
四、操作注意和安全		
7. 材料選擇		237
8. 火焰淬火的優點		238
第十三章 槍械零件熱處理實例		240
1. 步槍槍門		240
2. 步槍節套		242
3. 步槍槍筒		243
4. 步槍刺刀		245
5. 重機槍槍門(附牌方頭)		246
6. 重機槍打火針(撞針)		249
7. 重機槍人字簧		251
8. 重機槍撥機		225
第十四章 細紗機零件熱處理實例		252
1. 羅拉液體滲炭淬硬法		255
2. 羅拉固體滲炭淬硬法		260
3. 羅拉局部淬硬法		263
4. 鋼領圈液體滲炭淬硬法		264
5. 鋼領圈固體滲炭淬硬法		273
6. 細紗機錠桿煤爐熱處理		277
7. 細紗機錠桿鹽爐熱處理		281
8. 粗紗機錠桿熱處理		283
第十五章 汽車零件熱處理實例		287
1. 活塞銷		287

2. 羊角銷(轉向關節主銷)	294
3. 羊角(轉向關節)	297
4. 後地軸	298
5. 鋼板	302
6. 桃子軸	308
7. 汽門頂桿(汽門腳)	311
8. 汽門(凡而)	312
第十六章 工具熱處理實例	315
1. 冷沖模	315
2. 熱鍛模(道釘模)熱處理	318
3. 鍛砧	319
4. 彈簧熱處理	322

附 表 目 錄

表 1	碳素鋼、錳鋼和不銹鋼的配火火色與溫度的比較表	5
表 2	鋼料的等級和含碳量	12
表 3	鋼料的性能和含碳量的關係	12
表 4	熟鐵的化學成份	13
表 5	鑄鐵成份	14
表 6	鐵元素的特性	16
表 7 甲	鋼鐵組織的物理性能	28
表 7 乙	組織性能實驗比較表	28
表 8	鋼鐵基本組織性能比較表	29
表 9	布氏硬度計鋼珠凹印與硬度對照表	31
表 10	洛氏硬度計各種硬度比較表	33
表 11	洛氏布氏硬度對照表	37
表 12	碳鋼火花特徵	47
表 13 甲	未經過正常化的物理性能 (材料 0.24% 碳鋼)	52
表 13 乙	經過正常化後的物理性能 (材料 0.24% 碳鋼)	52
表 14	正常化溫度與材料性能的關係	52
表 15	正常化和退火後物理性能比較表	54
表 16	退火保溫時間表	55
表 17	碳素鋼經過不同的熱處理後的抗張強度	62
表 18	淬火溫度色表	65
表 19	表面光滑程度對於加熱時間長短之比較	69
表 20	傳熱方式和加熱時間的比較	70
表 21	鋼料成份和加熱時間比較表	71
表 22	油爐總圖零件表	80
表 23	噴油燃燒器總圖零件表	86
表 24	淬火鹽類配合成份及使用溫度	103
表 25	各種冷卻劑的冷卻速度快慢比較表	113
表 26	各種冷卻劑的冷卻速度百分比的比較	117
表 27	鋼料與冷卻速度關係表	118
表 28	油類冷劑比重及燃燒點之比較表	121
表 29	各種熱處理對於中炭鋼機械性能的影響比較表	132
表 30	炭鋼配火溫度色彩表	133
表 31	各種炭鋼工具常用之配火溫度	134
表 32	配火溫度時間配合表	136
表 33	機件形狀和配火爐種類對時間影響	137
表 34	配火脆性	141

表 35	配火鹽的設備種類和熔點.....	144
表 36	配火鹽類配合的成份和使用溫度範圍.....	145
表 37	鉛與錫配合之成份與熔點.....	152
表 38	薄件(3~4公厘)炭素鋼降溫配火的溫度時間.....	153
表 39	降溫配火所適用的鋼料.....	157
表 40	降溫配火與普通配火的性能比較.....	158
表 41	一般滲炭用鋼料.....	161
表 42	滲炭深淺和炭量表.....	169
表 43	固體滲炭劑時間溫度對厚度之影響.....	172
表 44	滲炭溫度和時間對於厚度之比較.....	173
表 45	液體固體兩種滲炭法優缺點比較.....	181
表 46	滲炭後的熱處理規格和機械性能.....	193
表 47	第 I 種滲炭熱處理規格.....	198
表 48	第 II 種滲炭熱處理規格.....	198
表 49	第 III 種滲炭熱處理規格.....	199
表 50	第 IV 種滲炭熱處理規格.....	200
表 51	第 V 種滲炭熱處理規格.....	201
表 52	蘇聯滲炭和熱處理規格.....	202
表 53	滲氮鋼的成份.....	205
表 54	滲氮鋼經過滲氮後的機械性能.....	207
表 55	典型的滲氮鋼經過疲勞試驗(轉梁式)的結果.....	217
表 56	乙炔氧焰的配合和溫度.....	219
表 57	各種噴嘴需要氧氣乙炔的消耗量.....	223
表 58	噴嘴加熱移動速度.....	227
表 59	工作物加熱時移動的速度.....	228
表 60	常用各料需要的水管與噴嘴的距離.....	230
表 61	冷卻劑的冷卻速度.....	231
表 62	火焰淬硬後的機械性能.....	234
表 63	一般火焰淬火用的合金鋼.....	237
表 64	火焰淬火的生鐵成份.....	238
表 65	火焰淬火鋼料的成份和硬度.....	239
表 66	蘇聯滲炭鋼之成份.....	256
表 67	英國滲炭鋼之成份.....	257
表 68	美國滲炭鋼之成份.....	257
表 69	百祿鋼廠滲炭鋼之成份.....	257
表 70	鋸木屑滲炭後的化學成份.....	288
表 71	後地軸配火試驗記錄.....	302
表 72	大量生產配火記錄.....	302
表 73	彈簧鋼的成份和性能.....	304
表 74	桃子軸淬火後的硬度.....	310

第一章 熱處理的概念

1. 甚麼是熱處理工作

物質的溫度發生變化時，物質往往隨之而起變化。比如水的溫度升高到攝氏 100 度^①的時候，水就變成蒸汽；溫度回下到 100°C 以內時，蒸汽再變成水；等到溫度低達 0°C 時，水便結成冰了。這是每個人都看見過的事情。這種由於溫度高低所起的變化，是容易在外表形態上看出來的。還有外表形態不變，而內部組織構造發生變化的，例如鋼鐵的溫度如果發生變化時，雖然外表形態不變，但內部組織卻能隨之而起很大的變化。

對於鋼鐵，用不同的方法加熱和冷卻，就能得到不同的組織，由於組織的不同因而性質也就改變了（如同變硬、變脆或變軟、變韌等），利用這種原理來變更鋼鐵的組織和性質的方法就叫做熱處理。

我們把機件加以熱處理，就是要使機件的性質，能夠適合我們的需要，在整個機器中能夠擔當它的任務並且經久耐用。這樣，整個機器的效率才能增高，壽命才能延長。

凡在機器工廠裏工作的人，都熟悉「淬火」這個名稱。因為在製造機器零件的過程中，常常要經過「淬火」這一個階段。有很多老師傅都能把自己的刀子淬硬，或者把毛胚工件退軟。刀具淬火和毛胚退火，就是鋼鐵熱處理工作中的一部份。除了「淬火」、「退火」、還有「配火」、「正常化」、「滲碳」等，都屬於鋼鐵熱處

① 下面爲了簡便起見，攝氏表 100 度記爲[100°C]，攝氏表 800 度記爲[800°C]。同樣，華氏表 1000 度就記爲[1000°F]，餘類推。

理工作的範圍內。

有些老師傅談到淬火就說：「這要淬白火」，「那要淬紅火」，談到配火又說：「這要藍火」，「那要黃火」。這些說法都有毛病，並且沒有根據。做起來很容易出錯，結果是很難滿意的。

所以，在談熱處理工作之前，首先要糾正一般錯誤的看法和相沿下來的不合理的工作法。然後再詳細說明各種合理的熱處理方法，和經過這些處理所產生的各種不同的性能，以及如何適當地來運用它，使它能夠達到我們使用的目的。

2. 關於常用熱處理俗語的解說

工廠裏的老師傅們常把自己使用的工具加以熱處理。處理的結果暫且不提。有些常用的俗語及辦法有糾正的必要，現在提供一些意見供大家參考：

一、紅火、白火 所謂紅火、白火是指工具在淬火加熱時溫度升高使火色發紅或者發白而言。工具淬火時，怎樣決定淬紅火或是淬白火呢？很多的人，往往不是根據鋼料的種類和所含成份的多少來決定，而是祇按照自己所需要的硬度，來決定淬紅火或白火。淬火加熱時又不是根據溫度的高低，祇是依靠經驗上的感覺。也有照着別人的樣子做，「依樣畫葫蘆」的把工具燒得認為「差不多」了，就放進油裏或者水裏淬硬。至於材料同不同？用途同不同？均未仔細考慮。

要知道鋼件燒到「紅火」的溫度，是從 $750 \sim 950^{\circ}\text{C}$ （由暗紅色到淡紅色），所謂「白火」是從 $1000 \sim 11300^{\circ}\text{C}$ （由淡紅色而黃白色以至成為發亮的白色）。這麼大的溫度距離，怎能用紅火與白火來概括呢？

正確的淬火應該先要知道工具或機件是用什麼鋼料做成的？它所含的成份怎樣？根據成份多少，知道了合理的淬火溫度，然後再行淬火。這樣才是合理的淬火方法，才能得到圓滿的結

果。◎

二、水火、油火 水火、油火的語病比較少些。但是一般人並不依照鋼料的成份，只是依照他們的需要來決定水淬或油淬，以為水淬要硬些，油淬要軟些，這仍是一種不可靠的看法。

其實有很多鋼料用油淬火也是很硬的，比如高炭鋼、錳鋼、鎳鉻鋼等，它們油淬後的硬度都能劃得動玻璃，可以達到羅氏硬度C級 (R_c) ① 62° 以上，若是水淬也不致再硬到什麼地方去，反而增加了脆性，所以一般都用油淬。其餘如錳鋼、鉬鋼、高鉻鋼也都用油淬②，而遇到中碳鋼和低碳鋼時便祇能水淬，所以水淬油淬還是要以鋼料的成份來決定。

比如用錳鋼做成的刀具，為了要獲得良好的切削性，可以用水淬火，硬度能達到 (R_c) $62-66^\circ$ 。但用錳鋼做成的沖模，因為需承受強大的衝擊力，韌性要高，所以宜用油淬，以便減少脆性和變形，但硬度並不過低，也可達到 $R_c 64^\circ$ 左右。

又編者曾用捷克普達鋼廠出品的不伸縮鋼，製成樣板兩塊，加熱至 780°C 的溫度，保熱 30 分鐘。一塊油淬，硬度是 $R_c 61^\circ$ 。另一塊水淬，硬度也是 $R_c 61^\circ$ 。由此可見，油淬不一定軟，水淬也不一定硬。

事實上水淬和油淬的分別只是冷卻速度的快慢以及變形可能性的大小而已，硬度有時是並無差異的。(指一般合金鋼)

三、黃火、藍火 回火和退火兩種工作有些人往往搞不清

① R_c 是在洛氏硬度機上用 150 公斤壓力試出來的硬度。R 代表洛氏，是 [Rockwell] 的縮寫，“C” 代表用 150 公斤壓力試的情形。

② 鉻鋼多數用油淬火，水淬易生裂紋，但含鉻量在 14% 以上時，可以用水淬火，硬度反比油淬低些，可以機械加工，這是一種用在避磁方面的特種合金鋼。

鉬鋼和高鉻鋼可以用油淬火，但也可以用空氣淬硬，硬度並不比用油淬的低，因為這些合金能夠增加鋼料的自硬性，並不需要很快的冷卻速度（水淬），就可以得到很高的硬度。