

增訂本

JIS

熱處理加工

大和久重雄著/徐景福譯

正言出版社印行

J I S

熱處理加工

大和久重雄著・徐景福譯





JIS 熱處理加工

譯者：徐景福◇特價一二〇元

出版者☐正言出版社☐台南市新和路六號☐郵政劃撥儲金帳戶第三一六一四號☐電話（〇六二）六一三一七五／七號☐發行者☐正言出版社☐發行人☐王餘安☐本出版社業經行政院新聞局核准登記☐發給出版事業登記證局版台業字第〇四〇七號☐印刷者☐大眾書局安平廠☐台南市新和路六號

72.8. 初版

序

稍有接觸機械工具的人，一定有種感觸；即凡是日本製造的工具，其使用壽命較長，許多工具國內雖有製造，但使用壽命有限。因此，不得已轉而使用日製品；何以日製品能夠長久存在，乃因國內產品品質的問題。用同一種鋼製成的工具，品質卻有上下之分，主要在於熱處理的技術。

日人製造的量具，在台灣大賺其錢；例如游標尺，大凡高工機工科學生，幾乎人手一支。假如我們可以自行製造的話，每年定可節省不少外匯；然而有碍於機械加工及熱處理加工技術的問題，始終不見自己的成品。

日本已將熱處理標準化，載於 J I S 規格內。本書內容係根據 J I S 規格，使用最簡單的詞句說明各種熱處理的方法，避免過於深奧的理論，相信讀者們閱讀後，即能把握重點，據以應用。

譯者識於頭份

目 錄

第一章 JIS 熱處理加工技術

1. 鋼鐵的正常化及退火加工

1.1 規格 (JIS B 6911)	1
1.1.1 規格名稱	1
1.1.2 適用範圍	1
1.1.3 加工材料	1
1.1.4 加工設備	1
1.1.5 加工品的品質	2
1.1.6 表示符號	2
1.2 正常化加工技術	3
1.2.1 正常化 (HNR) 的意義	3
1.2.2 正常化的規則	3
1.2.3 正常化方法	4
1.2.4 正常化的適用範圍	6
1.3 退火加工技術	6
1.3.1 退火 (HA) 的意義	6
1.3.2 退火的規則	7
1.3.3 退火方法	8

2. 鋼鐵的高頻淬火、回火加工

2.1 規格 (JIS B 6912)	12
2.1.1 規格名稱	12
2.1.2 適用範圍	12
2.1.3 加工材料	12
2.1.4 加工設備	12
2.1.5 加工品的品質	13

2.1.6 表示符號	13
2.2 高頻淬火、回火加工技術	13
2.2.1 高頻淬火 (HQI) 的目的	13
2.2.2 高頻淬火的方法	14
2.2.3 高頻淬火的特點	14
2.2.4 高頻淬火技術	14
2.2.5 高頻表面淬火硬鋼的性質	24
2.2.6 高頻淬火零件所生的缺陷及其對策	28
2.2.7 適合高頻淬火的材料	29
2.2.8 機械零件選擇表面硬化法的基準	29
3. 鋼的淬火、回火加工	35
3.1 規格 (JIS B 6913)	35
3.1.1 規格名稱	35
3.1.2 適用範圍	35
3.1.3 加工材料	36
3.1.4 加工品的區分	36
3.1.5 加工設備	37
3.1.6 加工品的品質	38
3.1.7 表示符號	38
3.2 淬火加工技術	38
3.2.1 淬火的意義	38
3.2.2 淬火的規則	38
3.2.3 淬火的要領	39
3.2.4 淬火方法	41
3.2.5 淬火時的注意事項	45
3.2.6 淬火的缺陷及對策	48
3.3 回火加工技術	49
3.3.1 回火的意義	49
3.3.2 回火的規則	50
3.3.3 回火方法	50

3·3·4 回火時的注意事項·····	51
3·4 深冷處理·····	52
3·5 使機械零件能簡單而良好的熱處理時，其在設計上應注意 的八點·····	53
4. 鋼的滲碳淬火、回火加工·····	55
4·1 規格 (JIS B 6914)·····	55
4·1·1 規格名稱·····	55
4·1·2 適用範圍·····	55
4·1·3 加工材料·····	55
4·1·4 加工品的區分·····	56
4·1·5 加工設備·····	56
4·1·6 加工品的品質·····	57
4·1·7 表示符號·····	57
4·2 滲碳淬火、回火加工技術·····	57
4·2·1 滲碳淬火的目的是·····	57
4·2·2 滲碳處理 (HC) 的種類·····	57
4·2·3 氣體滲碳 (gas Carburizing, HCG)·····	58
4·2·4 液體滲碳 (Liquid Carburizing, HCL)·····	60
4·2·5 固體滲碳 (Solid Carburizing, HCS)·····	61
4·2·6 各種滲碳法的比較·····	62
4·2·7 滲碳用鋼的選擇·····	62
4·2·8 防止滲碳的方法·····	66
4·2·9 滲碳後的熱處理·····	66
4·2·10 滲碳硬化層深度的測量法·····	68
4·2·11 滲碳淬火、回火的缺陷及其對策·····	68
4·2·12 滲碳的五項要領·····	68
5. 鋼的氣體氮化加工·····	70
5·1 規格 (JIS B 6915)·····	70
5·1·1 規格名稱·····	70
5·1·2 適用範圍·····	70

5.1.3 加工材料	70
5.1.4 加工設備	71
5.1.5 加工方法	71
5.1.6 加工品的品質	71
5.1.7 加工的稱呼方法	73
5.2 氮化加工技術	73
5.2.1 氮化的目的	73
5.2.2 氮化處理 (HNT) 的種類	74
5.2.3 氣體氮化 (gas nitriding , HNTG)	74
5.2.4 液體氮化 (Liquid nitriding , HNTL)	78
5.2.5 軟氮化 (Soft nitriding)	78
5.2.6 滲碳氮化 (Carbonitriding)	80

第二章 熱處理的技術大要

1. 熱處理的基礎	81
1.1 加熱要領	81
1.2 冷卻方式	82
1.3 冷卻的三種方式	83
1.4 變態和組織	85
1.4.1 連續冷卻之組織變化	86
1.4.2 等溫冷卻之組織變化	91
1.4.3 二段冷卻之組織變化	91
1.4.4 回火的組織變化	91
2. 一般熱處理	94
2.1 退火	94
2.1.1 退火的要點	94
2.1.2 退火的方法	94
2.2 正常化	96
2.2.1 正常化的要點	97
2.2.2 正常化的方法	97

2.3 淬火	99
2.3.1 淬火的要點	99
2.3.2 淬火的訣竅	99
2.3.3 淬火方法	101
2.3.4 淬火時的注意事項	103
2.4 回火	105
2.4.1 回火的要點	106
2.4.2 回火方法	106
2.4.3 回火時的注意事項	107
2.5 深冷處理	108
3. 表面硬化的熱處理	110
3.1 化學性表面硬化法	110
3.1.1 滲碳 (Carburizing, HC)	110
3.1.2 氮化 (Nitriding, HNT)	114
3.2 物理性表面硬化法	115
3.2.1 高頻淬火	115
3.2.2 火焰淬火 (flame hardening, HQF)	118
3.3 各種表面硬化法的比較	119

第三章 熱處理加工時，製品負責人員應注意的事項

1 熱處理加工材料的確認	121
2 質量效果與淬硬性	122
3 斷面形狀的考慮	124
3.1 斷面的平衡	124
3.2 關於隅角部	126
4. 殘留應力的功過	128
5. 配合所需性質的熱處理	129
5.1 要求抗拉特性	129
5.2 要求耐疲勞性	133
5.3 要求耐衝擊性	135

5.4 要求耐磨耗性	138
6. H鋼及H帶的活用	140
6.1 就淬硬性而選擇鋼材	140
6.2 規定製品的淬火硬度，據以管理熱處理作業的場合	143
6.3 喬尼米曲線的活用	143
7. 熱處理零件的硬度	147
7.1 殘留沃斯田鐵與硬度	147
7.2 基地硬度與耐磨耗性	148
7.3 刀具的切削性能及硬度	149
7.4 硬度與脆度	150
7.5 硬度與殘留應力	151
7.6 對硬度的認識	152
8. 其他	154
8.1 表面加工程度	154
8.2 前加工或前處理的影響	154

第四章 JIS 有關規格

1. JIS 鐵鋼熱處理的有關規格及參考規格	155
2. JIS 製品的鐵鋼熱處理加工	159
3. 鐵鋼熱處理名詞的解說 (JIS G 0201)	163
4. 熱處理符號H (JIS B 0122)	166
5. JIS 鐵鋼符號	168
6. 硬化層及脫碳層的測量方法	169
6.1 鋼的滲碳硬化層深度測量方法 (JIS G 0557)	169
6.1.1 名詞的意義	169
6.1.2 試驗品	170
6.1.3 測量方法	170
6.1.4 表示	170
6.2 鋼的火焰淬火及高頻淬火硬化層深度的測量方法 (JIS G 0559)	170

6·2·1 名詞的意義·····	171
6·2·2 試驗品·····	171
6·2·3 測量方法·····	171
6·2·4 表示·····	172
6·3 鐵鋼的氮化硬化層深度測量方法 (JSHS 1001)·····	172
6·3·1 名詞的意義·····	172
6·3·2 試驗品·····	172
6·3·3 測量方法·····	172
6·3·4 表示·····	173
6·4 鋼的氮化層表面硬度測量方法 (JSHS 1002)·····	173
6·4·1 名詞的意義·····	173
6·4·2 試驗品·····	173
6·4·3 表面硬度測量方法 ·····	173
6·4·4 表示·····	174
6·5 鋼的脫碳層深度的測量方法 (JIS G 0558)·····	174
6·5·1 名詞的意義·····	174
6·5·2 測量方法·····	175
6·5·3 表示·····	178

第一章 JIS熱處理加工技術

1. 鋼鐵的正常化及退火加工

1.1 規格 (JIS B 6911)

1.1.1 規格名稱

加工量最多的正常化與退火，其處理過程大致相同，故歸納於同一系的規格。

1.1.2 適用範圍

此規格係以鋼鐵品為對象，其中當然包括鑄鐵品。於JIS規格，其所謂鐵乃意味鑄鐵品。不過，應將一次製品摒除於外，所以不包含擴散退火。又，加工品的形狀不特別強調。

1.1.3 加工材料

加工材料原則上以JIS規定材料為對象。SAE, BS, DIN等的外國規格材料，如其化學成分相同於JIS適用鋼種者也可採用。再者，關於應力除去退火，無特別規定鋼鐵種類。

1.1.4 加工設備

本書述及的操作項目之中，經常使用“保持或調整”與“控制”等詞，“保持或調整”意味手動操作，“控制”則意味自動操作。

再者，加工設備的溫度精度，原則上係指在常溫的條件下，裝填加工材料時之溫度而言。關乎溫度精度的有效加熱帶的設定，受

加工設備及加工方法的影響甚大，此類試驗方法採用 JHS C-1 1969（日本金屬熱處理工業會規格），並且遵循其有關的技術準則。

1.1.5 加工品的品質

評價品質硬度單位，除了 H_B ， H_V ， H_{RB} 之外，也有採用 H_S 之規定；然 H_S 於測量時，其測量值常有誤差的變動，所以作為檢定品質的硬度單位並不適當，一般視為參考值。

品質區別為 A 級與 B 級以及 1 種與 2 種。級別係依據鋼材的種類，種別則依據彎曲的大小。鋼材的種類分為常溫加工用鋼材，碳化物系的鋼材，一般用鋼材等；這些類之鋼材的意義說明如下：

（1）常溫加工用鋼材……適合常溫壓延，常溫抽伸，常溫鍛造等的常溫塑性加工的鋼材。

（2）碳化物系的鋼材……具有初析碳化物鋼材的總稱，SK，SKS，SKD，SKH，SUJ 等為主屬是。這些的鋼材，其碳化物必需呈微細球狀且均勻分佈。

又，其變形矯正後的值，在使用上不發生問題的範圍內是容許的，例如撓曲，長度未滿 1m 者取其全長，若長度超過 1m 以上者，則在任意位置區分各為 1m 長時的撓曲值。

1.1.6 表示符號

例：HNR - B2

正常化，B 級 2 種

例：HAS - A1

球狀化退火，A 級 1 種

1.2 正常化加工技術

1.2.1 正常化(HNR)的意義

所謂正常化，乃使鋼成為標準狀態所行的熱處理操作。質言之，消除加工的影響，結晶粒微細化，以及改善機械性質為目的。所獲得的組織為微細珠狀鐵組織（層狀），稱為正常化組織。此種組織，因係採用空冷，是以異於標準組織。

- (1) 目的：改善材質（機械性質的改善）
- (2) 要點：冷卻方法（大氣中放冷）
- (3) 加熱溫度： $(A_1 \text{ 或 } A_{cm}) + 50^\circ\text{C}$
- (4) 冷卻：靜置於大氣中冷卻

1.2.2 正常化的規則

〔規則1〕正常化之改善材質，係利用加熱及冷卻分別進行之。
(表1·1)

表1·1 正常化的改善材質

加 熱	• 消除纖維現狀組織 • 改善過熱組織及鑄造組織
放 冷	• 結晶粒的微細化 • 硬化及強化，伸長率及斷面收縮率却不因之低落。

〔規則2〕正常化稱為空中放冷；但其意義絕不同於空氣淬硬。即，正常化係獲得微細化珠狀鐵組織的操作；而空氣淬硬雖亦空中放冷，然目的冀得麻田散鐵的組織。

〔規則3〕正常化係空中放冷；但由於物件的大小及材質上的差異，雖同樣的空中放冷，所得的組織、性質是不相同的。這是因為冷卻速度相異所致。鋼種不同，其所得組織也一樣有別。因此，「空中放冷」不能表示正常化，以冷卻速度 $(^\circ\text{C}/\text{h})$ 或最後的組織（層狀，珠狀鐵組織）來表示較為適當。

〔規則 4〕粗大的 I 件衝風冷卻，細小的 I 件爐中冷卻，可得到正常化組織。向日冷卻及陰天冷卻，雖均屬空中放冷，然所得性狀互異。

〔規則 5〕已退火的 I 件，因正常化而變硬；但經調質（淬火、回火）者，則因正常化而變軟。

〔規則 6〕實施正常化處理時，係一度加熱於完全沃斯田鐵領域，因此可消除加工的影響，微細化粗粒，改良機械性質。而且非除冷，乃空中放冷，其硬度、抗拉強度及伸長率均變大，因此，視所需的機械性質，往往以正常化取代淬火。對於大型零件及形狀複雜的零件，正常化是一種很適切的熱處理。（淬火容易產生淬裂、變形、尺寸變化等）。

〔規則 7〕正常化後就此使用的情形有之；但爲了顧及硬度與強度的關係，亦有正常化後再施以回火（ $540 \sim 700^{\circ}\text{C}$ ）的情形。此稱爲諾耳田法（normem）。

1.2.3 正常化方法

（1）普通正常化（coventional normalizing, HNR）

從所規定的正常化溫度，空中放冷至常溫的方法。吹風及向日等冷卻不能行正常化，因爲這種情形之下變成風中淬硬及向日徐冷，必須注意之。又，在夏天及冬天，同樣是空冷，但由於氣溫相差很多，冷卻速度自然不同，影響正常化的結果甚鉅，此點也需注意之。

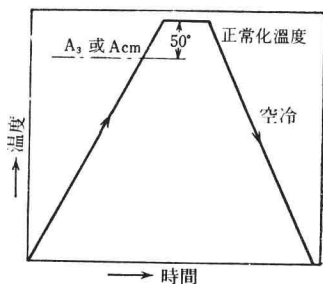


圖 1·1 普通正常化

圖 1·1 爲普通正常化的作業圖解。

（2）二段正常化（stepped normalizing）

從正常化溫度空冷至火色消失的溫度（約 150°C ）後，再於灰坑或箱內徐冷。這種方法的效果和普通正常化相同；但對於大型零件及高碳鋼（ $0.6 \sim 0.9\% \text{C}$ ）等可防止發生白點及內部龜裂。在工

業上此法甚有價值，稱為 cc 處理。

再者，中碳鋼（0.3~0.5% C）空冷（正常化）不使初析肥粒鐵出現，之後在珠狀鐵變態區域徐冷（退火），可得強韌性以及提高伸長率、斷面收縮率。此種方法稱為正常化—退火的二段處理。圖 1.2 所示為二段正常化的作業圖解。

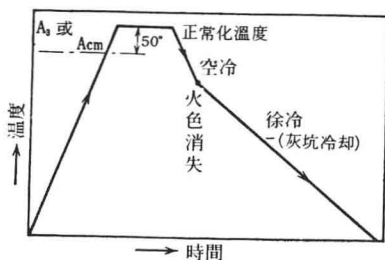


圖 1.2 二段正常化

(3) 等溫正常化 (Isothermal normalizing)

利用相當 S 曲線的鼻端溫度之等溫爐，使之發生等溫變態，其後令之空冷的方法稱為等溫正常化。從正常化溫度冷卻至 S 曲線鼻端溫度所需時間，以 5~7 分鐘為度，是以採用熱風冷卻。此法被推介用以提高 S-C 材及低 C 合金鋼的切削性。圖 1.3 所示為等溫正常化的作業圖解。

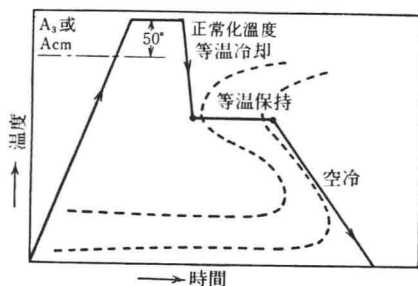


圖 1.3 等溫正常化

(4) 2 次正常化 (double normalizing) (multiple normalizing)

1st …… 高溫正常化 (930°C) …… 使低溫成分固溶

2nd …… 低溫正常化 (820°C …… 接近 A_{c1} 溫度) …… 珠狀鐵粒微細化。

此種正常化，輪軸及低溫用低 C (0.18%C) 鋼強韌化時適用。

當然，正常化之後宜實施回火。

1.2.4 正常化的適用範圍

正常化的適用例如下所舉：

- (1) 鑄鋼品……均質化
- (2) 鍛壓品……均質化，正常化，回火（鋼軌，車輪…CC處理）。
- (3) C鋼……切削性的改善，中碳鋼、高碳鋼正常化後回火。
- (4) 合金鋼……作為淬火的前處理，需要控制空冷。
- (5) 表面硬化鋼……防止滲碳畸變及改善切削性，正常化溫度較滲碳溫度高。
- (6) 過共析鋼（SUJ2）……消除鋼狀碳化物，易於粒狀化。
- (7) 一般的正常化溫度，大件者較小件者略高。

1.3 退火加工技術

1.3.1 退火(HA)的意義

所謂退火，係以調整結晶組織及軟化為目的，所行的熱處理操

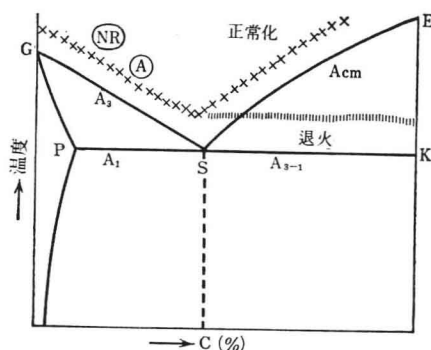


圖 1.4 正常化與退火溫度