

熱處理車間的設計

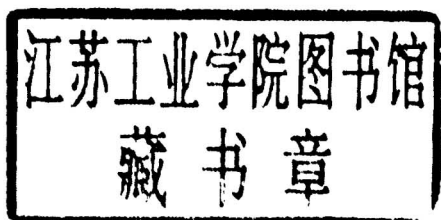
中央第一機械工業部編



機械工業出版社

熱處理車間的設計

中央第一機械工業部編



機械工業出版社

1953

出版者的話

本書是1952年7月蘇聯專家就設計問題所做的專題報告之一，原擬一併編入前已出版的‘工廠基本建設設計方法’一書內，後因資料整理需時，未及編入，所以現在另出單行本。

這篇報告不僅對熱處理車間的設計問題提供了詳盡的資料，同時也介紹了和熱處理的一般應用技術有關的資料，因此，對設計工作者和車間工作者都有參考價值。

編者：中央第一機械工業部 責任校對：應鴻祥

1952年12月發排 1953年3月付印 1953年3月初版

書號 0149-0-57 31×43¹/₂₅ 32印刷頁 1—8,500冊 定價 4,400元(乙)

機械工業出版社(北京監甲廠17號)出版 中國圖書發行公司總經售

目 次

1	熱處理車間的分類.....	1
2	設計所根據的任務.....	2
3	設計階段.....	2
4	設計組成.....	3
5	金屬熱處理施工和設計的理論基礎.....	5

1 熱處理車間的分類

熱處理車間、工段、工部、室等的數量根據生產規模、產品類型及工廠的組織而定。熱處理車間工段等等按其任務分類如下：

- 1) 主要熱處理車間，供主要生產零件之熱處理用；
- 2) 工具、夾具熱處理車間（通常做為工具車間的附屬工段）；
- 3) 鋼、生鐵及有色金屬鑄件的熱處理車間（或為各該鑄造車間的熱處理工段）；
- 4) 鍛件、衝壓件之熱處理車間（或為附設於鍛造車間的熱處理工部）；
- 5) 機械修理車間製造的零件的熱處理工部；
- 6) 熱衝模和冷壓模或冷衝模的熱處理工部（通常是工具車間熱處理工段的小組）；
- 7) 鉗鉀車間所製造零件的熱處理工部；
- 8) 有色金屬板材或型材所製成的零件的熱處理車間（或工部）；
- 9) 綜合性的熱處理車間，供主要生產零件、工具、夾具、修理零件及衝模等熱處理之用；
- 10) 專用熱處理車間，供一定的零件組之用。例如曲軸、齒輪等；
- 11) 熱處理實驗室，是為處理樣品及實驗工作之用。

除上述情形之外，熱處理工段、工部、組等可以與沒有妨礙正常工作的設備的製造車間（即不分解有害的化合物及沒有火險、爆炸危險的設備）共同佈置成為流水式生產作業。

熱處理車間工部等按照產品種類的詳細劃分方法適用於大量生產的大的機器製造廠。

小批生產的工廠應劃分如下：

- 1) 主要熱處理車間；

2) 工具車間之熱處理工部, 也熱處理衝模、修理用零件等等;

3) 鍛工車間及鑄造車間的熱處理工部。

在單件生產和實驗生產中最好用一綜合性之熱處理車間。

專用工具熱處理車間, 多為工具工廠所採用。

專用熱處理車間及熱處理流水作業法適用於大批生產和大規模生產中, 使用專用熱處理車間及流水式生產組織, 可以改善生產路線, 減少運輸傳送和促進生產專業化。

根據熱處理車間的設計方法, 上述車間、工部等大致可分為下列三類:

1) 主要生產零件的熱處理車間、工段等;

2) 生產工具、衝模等的熱處理車間、工段等;

3) 有色金屬零件的熱處理車間、工段等(鑄件及熱衝壓件除外)。

2 設計所根據的任務

設計機關由上級機關接到計劃任務後, 即着手設計熱處理車間。計劃任務應包括以下內容:

1) 指定產品的名稱;

2) 生產定額(全年的或一晝夜的);

3) 備件的百分數;

4) 製造一個成品的勞動量或者指定標準參考資料;

5) 工作制度;

6) 指定設計中可採用之熱源; 如電力、重油、瓦斯、煤等等;

7) 零件表, 包括一個成品上零件的數量, 材料牌號, 重量, 要求的機械性能, 或包括以上所述指示的零件圖紙;

8) 工廠的地址和環境條件。

[附註] 計劃任務多由設計機關參加製訂。

3 設計階段

任何熱處理車間(或工部)的設計, 通常都分為下列三個階段進行。

- 1) 初步設計;
- 2) 技術設計;
- 3) 施工設計。

1 初步設計之目的 以大略的計算確定主要熱處理設備和輔助設備的數量、車間面積、定員、設備安裝功率、輔助材料消耗量（重油，滑油，瓦斯（煤氣），水，蒸汽等等）以及投資額。

關於初步設計的編製，詳見下節。

技術設計 在批准初步設計之後進行。包括內容如下：主要（熱處理）及輔助設備（選定設備型號），定員，輔助材料消耗量的精確計算確定的設備功率等。

計算做好之後，編製車間佈置草圖（不擺設備）。提出專門部份的設計條件（土建，通風，水道，供電，供熱其他等）及非標準設備設計技術條件（爐子，槽子其他等）。此外在技術設計中要決定施工程序，生產組織之主要問題，選定運輸設備及製定設備之技術預算。

關於技術設計的做法詳見下節。

3 施工設計 作好專門部份設計，並做好非標準設備圖紙及確定各種標準設備的類型及可能得到的類型、數量之後，根據批准後之技術設計進行施工設計，施工設計是校正了的車間佈置圖。包括設備，佈置必要的斷面圖和專門裝置的位置。佈置圖須附加一份簡要說明書，說明佈置圖中將技術設計作了那些修改，必要時再提出專門部份之補充設計技術條件。

4 設計組成

1 初步設計 車間初步設計包括說明書 A，計算表 B，及車間生產單位佈置草圖 B 三部份。

A. 說明書包括：

(1) 車間任務及設計所根據之資料：定額，零件表，熱處理零件之重量，參考資料，勞動量，技術規格；

(2) 工作制度；

(3) 簡略施工程序。

B. 計算表包括：

(1) 設備及面積之計算；

(2) 定員之計算；

(3) 輔助材料之消耗量；

(4) 投資。

B. 車間生產單位佈置草圖應指出主要生產單位、運輸設備、輔助單位及廁所、浴室其他等之位置。

參看初步設計示例，列表 1、2、3、4、26。

2 技術設計 車間技術設計部份包括說明書 A，計算明細表 B，專門部份設計技術條件 B，圖紙 Γ，設備之技術預算 Д。

A. 說明書包括。

(1) 車間任務及定額；

(2) 所根據之資料；

(3) 工作制度；

(4) 車間組成單位；

(5) 施工程序；

(6) 設備之選擇與計算；

(7) 車間定員；

(8) 廠房、車間面積及其佈置；

(9) 輔助材料的消耗量；

(10) 設計中之專門部份；

(11) 經濟技術指標。

B. 計算明細表包括：

(1) 熱處理零件表；

(2) 工序的名稱及順序；

(3) 主要熱處理設備使用時間之計算；

(4) 設備使用時間之詳細資料；

(5) 設備之計算；

- (6) 淬火槽之計算;
- (7) 設備一覽表;
- (8) 生產工人之計算。

[附註] 計算表附後,根據現有資料選擇使用。

B. 專門部份之設計技術條件,視其必要性製訂,包括下列各項:

- (1) 土建部份;
- (2) 運輸設備;
- (3) 通風;
- (4) 電力和高溫測量;
- (5) 上下水道;
- (6) 供熱;
- (7) 燃料;
- (8) 保護氣體;
- (9) 壓縮空氣;
- (10) 滑油冷卻裝置及其他等。

條件表附後

Г. 圖紙包括:

- (1) 設備佈置圖;
- (2) 廠房及設備安裝的斷面圖;
- (3) 地坑及地基等的建築條件。

Д. 技術預算由預算科考慮全部建廠條件而製訂。

3 施工設計 設計內容上面已經敘述過了。

有些場合並不根據上述各個設計階段,而直接做出技術施工設計,其中包括技術設計和施工設計。也就是包括說明書,計算表,設計條件,以及佈置好設備的佈置圖。

5 金屬熱處理施工和設計的理論基礎

1 金屬之熱處理施工

A. 結構鋼零件的熱處理: 熱處理是金屬及合金經過加熱與冷卻以

改變其機械物理性質的過程。鋼的熱處理結果，能提高其強度、可塑性、韌性和耐磨性，能改善其切削性和冷作性，能消除內應力和脆性以及改變其物理性質。

熱處理能改進金屬及合金的性質，而不改變其化學成份。熱處理分三個階段：即加熱、保溫和冷卻。用各種元素飽和零件表層，變更其成份，改善其性質的，叫做化學熱處理。熱處理的種類係根據加熱溫度、保溫時間及保證能獲得所要求的機械性質之冷卻速度來區分。

熱處理工序的選擇：選擇熱處理工序時，主要是根據零件圖。因此，圖中應註明材料之牌號、尺寸、氰化、滲碳、氮化的厚度，零件那些部份需要保護使其不受熱處理以及零件所需硬度。根據這些確定各種熱處理工序。

(1) 由碳鋼(鋼號 20, 25, 35, 40, 45, 50) 做成的低負荷零件(軟鋼零件)，採用簡單的熱處理工序——正火、退火。

(2) 由中碳鋼(鋼號 35, 40, 45) 和合金鋼(鋼號 35Г2, 45Г2, 50Г, 50Г2, 30X, 35X, 45X, 25СГ, 35СГ, 33ХС, 38ХС等等) 製成的中負荷零件(半硬鋼)，可採用調質性的工序，如淬火和高溫回火。

(3) 高合金鋼製成的高負荷零件，需採用複雜的熱處理。

a) 正火，高溫回火(鍛造過程中的)，淬火，回火供合金鋼及中碳鋼之處理。

b) 正火，高溫回火(鍛造過程中的)，滲碳，退火，淬火，回火供已滲碳的合金鋼之熱處理。

б) 正火，高溫回火(鍛造過程中的)，滲碳後降低溫度直接淬火，回火，冷處理，回火供氣體滲碳過的高合金鋼之熱處理。

г) 正火，淬火，回火，氮化供特種鋼之處理用。

根據鋼號確定零件(退火，正火，淬火)的加熱溫度，該溫度是完全確定了的，因為它是根據鋼內部組織變化的臨界溫度所定出來。

根據零件的形狀及尺寸(最大截面)，來確定加熱速度及保溫時間，可用理論計算或用實驗定出來。

淬火劑用礦物油，植物油，水，10% 的氫氧化鈉 (NaOH) 或氯化鈉

表1 碳鋼淬火,同火的加熱及保溫時間(分)

零件之截面(公厘) (零件直徑或最大高度)	淬 火				同 火			
	密閉式爐		鹽 槽		密閉式爐		鹽 槽	
	加 熱	保 溫	加 熱	保 溫	加 熱	保 溫	加 熱	保 溫
25	20	5	7	3	25	10	10	5
50	40	10	17	8	50	15	25	6
75	60	15	24	12	75	20	35	9
100	80	20	33	17	100	25	45	12
125	100	25	40	20	125	30	55	14
150	120	30	50	25	150	40	65	15
175	140	35	55	30	175	45	70	20
200	160	40	65	35	200	50	90	20

的水溶液等等。等溫淬火時採用熔鹽。回火溫度根據硬度要求和機械性質而定。每個零件的上述數據確定之後,再編寫施工卡片,作為熱處理施工的主要根據。

下面有熱處理主要工序的特性表(表2),以及施工卡片表(表3)。

表2 鋼件熱處理之主要工序

工序名稱	所用介質種類	工 序 性 質	功 效
退 火	在空氣中或液體中加熱	將需處理之零件加熱至退火溫度,在該溫度透燒後,再緩緩冷卻	減低硬度,增加韌性,消除因加工而產生的內應力,改變金屬組織,準備淬火
正 火	在空氣中或液體中加熱	將需處理之零件加熱至正火溫度,在該溫度透燒後,在靜止空氣中冷卻	獲得細小顆粒結構,改善切削性,提高機械性質
淬 火	在空氣中或液體中加熱	將需處理之零件加熱至淬火溫度,透燒後,再在水中、油中、10%NaOH水溶液中或熔化之鹽(等溫淬火)等介質中驟冷之	獲得高的硬度及要求之機械性質
回 火	在空氣中或液體中加熱	將需處理之零件加熱至回火溫度,透燒後,再迅速的或緩慢的在水中或空氣中冷卻(冷卻速度決定於材料的牌號及對零件性質的要求)	消除淬火時產生的內應力,增加韌性,回火溫度的改變可得到各種要求之機械性質
人工時效應	在空氣中或液體中加熱	將需處理之零件加熱至人工時效應溫度(通常低於回火溫度),作較長時間之透燒,然後在空氣中冷卻之	加速完成鋼件中組織之最後變化,其結果使零件的尺寸得以穩定
自然時效應	在空氣中	在室溫下進行,時間比人工時效應多好幾倍	完成組織的變化穩定尺寸一般在生產中不用
冷 處 理	用液體氮,液體氦及乾冰等製成之介質中進行冷卻	溫度降低至 $-61^{\circ}\text{C}\sim-183^{\circ}\text{C}$ 時進行保溫,然後令其在室溫下恢復	完成合金鋼中組織之最後變化,以增強其硬度及耐磨性,為了消除冷處理後所生之內應力,必須在冷處理後進行一次低溫回火

B. 工具之熱處理: 在機械加工中使用的主要工具, 在其本身經過粗加工後, 爲了消除內部應力, 需進行退火, 保溫時間決定於工具之尺寸。此外工具在對頭銲接及壓銲之後, 爲了消除銲接應力, 也需進行退火。

爲了減少熱處理時產生之內應力, 避免過熱, 脫碳現象, 以及爲減少在高溫下之保溫時間, 淬火前工具加熱過程中應有預熱。碳鋼及一般合金鋼工具, 可在 $550\sim 600^{\circ}\text{C}$ 一次預熱。高合金鋼及高速鋼加熱時, 二次預熱分別在 $550\sim 600^{\circ}\text{C}$ 和 $800\sim 850^{\circ}\text{C}$ 溫度範圍下進行。

工具之退火, 通常在密閉式或立式爐中進行。部份退火, 例如工具末端之退火, 在鹽槽或鉛槽中進行。

需要淬火工具之加熱, 通常在小型密閉式爐、鹽槽、鉛槽以及立式爐中進行(例如大型拉刀)。爲了加熱到 $550\sim 600^{\circ}\text{C}$, 可以採用鹽槽, 鹽之成份爲 $\text{BaCl}_2 33\% + \text{NaCl} 34\% + \text{KCl} 33\%$; 爲了加熱到 $800\sim 850^{\circ}\text{C}$, 鹽之成份爲 $\text{KCl} 28\% + \text{BaCl}_2 72\%$; 而爲了加熱到 $1280\sim 1300^{\circ}\text{C}$, 鹽之成份須爲 BaCl_2 。

工具淬火的加熱時間, 可根據表 4 中的公式計算。

表 4 淬火工具預熱及加熱時間的計算公式

工 具 種 類	到達預熱溫度所需之加熱時間 t (分)		到所需最後溫度之加熱時間(分)
	$550\sim 600^{\circ}\text{C}$	$800\sim 850^{\circ}\text{C}$	
螺絲攻, 鉸刀, 鑽頭, 圓孔拉刀以及其他棒形工具	$t=b \cdot D$	$t=c \cdot D$	$t=a \cdot D$
銑刀, 鉸刀, 劃鑽, 尺寸 $\frac{D-d}{2} < h$	$t=b \frac{D-d}{2}$	$t=c \frac{D-d}{2}$	$t=a \frac{D-d}{2}$
圓板牙, 銑刀, 尺寸 $\frac{D-d}{2} > h$ 冷壓用的錘用模及方模	$t=b \cdot h$	$t=c \cdot h$	$t=a \cdot h$
合金鋼製圓孔拉刀在 III-55 及 T-95 立式爐中加熱時	$t=(d+h)b$	—	$t=d+4$
同材料的方孔拉刀, 加熱情況與上同	$t=(h+4)b$	—	$t=h+4$

註: 計算數值根據工具主要部份的截面尺寸採用如下之代表符號: D——工具切削部份的直徑(螺絲攻, 鉸刀, 劃鑽等)——公厘; d——工具上孔之直徑(圓柱形銑刀, 鉸刀等等)——公厘; h——高度或厚度(圓形螺絲板牙, 滾磨等)——公厘; a, b, c——參變數。

原书缺页

原书缺页

表5 加熱計算的參變數值a, b, c

爐子型式	a 分/公厘						b 分/公厘		c 分/公厘
	碳鋼	合金鋼	高合金鋼 X12, X12M	鋼製工具		高合金鋼 和 X12 X12M	鋼 和 高速鋼	X12, X12M 和 高速鋼	
				高速鋼	—				
鹽槽	0.10~0.17	0.15~0.20	0.17~0.18	0.09~0.12	0.15~0.17	0.30~0.40	0.35~0.50	0.30~0.35	
	0.30~0.35 不預熱	—	—	—	—	—	—	—	
鉛槽	0.10 不預熱	—	—	—	—	—	—	—	
密閉式爐	0.7~0.8	1.0~1.2	0.4~0.5	0.25	0.35	1.4~2.5	2.0~2.5	0.8~1.1	
	0.2~1.5 不預熱	—	—	—	—	—	—	—	

碳鋼牌號 Y10A, Y12A 等和合金鋼牌號 B1, B2, Φ 等製成的直徑為 6~8 公厘的工具, 可在油中淬火或在成份為 55% KNO_3 + 45% NaNO_3 的硝石中淬火到 180~200°C 再冷於空氣中。

厚度大於 6~8 公厘的工具在 5~10% 的食鹽水溶液中淬火到 150~200°C, 然後油淬。

合金鋼工具在油中淬火, 厚度到達 20 公厘時可在硝石中冷卻。高速鋼工具在硝石中或油中淬火到 450~550°C, 然後在空氣中冷卻。

碳鋼與合金鋼製工具的回火可在油槽、硝石槽、密閉式爐或立式爐中進行。回火保溫時間, 決定於工具之尺寸, 參見表 6。

表 6 回火保溫時間決定於工具之尺寸

工具之直徑或厚度 (公厘)	碳鋼或合金鋼		高速鋼	
	爐子型式	保溫時間 (時)	爐子型式	保溫時間 (時)
20以下	油槽或硝石槽	1.0	密閉式或立式爐	0.75
21-40	密閉式或立式爐	1.5	密閉式或立式爐	1.0
41-60	密閉式或立式爐	2	密閉式或立式爐	1.25
61-80	密閉式或立式爐	2.5	密閉式或立式爐	1.5

為了提高高速鋼製工具的耐磨性及切削性, 在本身經過最後的機械加工之後, 最好採用化學熱處理如液體氰化, 氣體氰化或固體氰化, 以及冷處理。由合金鋼牌號 X, XГ, XBГ 和 X12M 製成的量具需要淬火, 回火和人工時效應。由 35XM10A 鋼製成之量具, 樣板經化學熱處理(氮化, 氰化)後, 可獲得良好的效果。

關於化學熱處理的詳細內容, 下節中另作解說, 並敘述各種鋼的熱處理規範。

表 7 切削工具之淬火及其尾端回火規範

鋼之牌號	淬 火			回 火			尾端 硬度 HRC
	爐子類型	溫度°C	冷卻介質	爐子類型	溫度°C	冷卻介質	
35和40	鉛槽	840~860	在水中冷到 200~150°C 然後冷於油中	硝石槽或 立式電爐	300~350	空氣	30~45
40X	"	840~860	油	"	450~500	"	30~45
P, Pф1, 9H-262 9H-260 9H-184	"	840~850	砂, 石灰, 灰渣	—	—	—	30~45

表8 合金鋼工具之熱處理規範(大略情況)

鋼之 牌號	臨界 點 AC ₁	普通退火				淬火		回火		工具 種類	
		溫度 °C	冷 却	硬 度 HB		溫度 °C	冷 却 介 質	溫度 °C	冷 却 介 質		
				印痕直徑 (公厘)	硬 度 值						
X 12和 X 12M	810	850~870 780~800 (高溫回火)	爐冷 到650°C	3.7~4.1	269~217	900~950	油	220~260	衝模, 量具,切 削工具 大型工 具及小 型工具		
XI	740	780~800或 710~730 (高溫回火)		3.8~4.2	255~207	1000~1030 1100~1150	油 油	400 525, 2次			
X	750	780~800或 710~730 (高溫回火)		3.9~4.3	241~197	800~820 820~840	油 油	170~200 170~200			
9X	740	780~800或 710~730 (高溫回火)		4.0~4.4	229~187	820~840	油	170~200			
X05	730	780~800		4.1~4.5	217~179	820~840	油或 水— 油				
7X3	770	800~820		3.9~4.3	241~197	760~780	水	沸水溫		衝模	
9XC	770	820~840		以每小時 30~50°C 的冷卻 速度冷卻 然後放於 空氣中	4.0~4.4	229~187	860~900	油		460~550	氣
4XC	765	840~860		4.0~4.4	229~187	840~860	油	150~200		鋼	
Φ	730	760~780或 680~720 (高溫回火)		4.2~4.6	207~170	850~870 890~920 790~810	油 水 油 水	150~200			
B1	740	780~800或 680~720 (高溫回火)		4.1~4.5	217~179	730~820 820~860	水 油	150~180			
B2	750	780~800或 700~720 (高溫回火)	4.0~4.4	229~187	770~800 800~830	水 油	150~180				
XB5	760	780~800或 730~750 (高溫回火)	3.8~4.2	255~207	770~800 800~830	水 油	150~180				
XB7	750	780~800或 700~720 (高溫回火)	3.6~4.0	285~229	800~820 850~860	水 油	150~170				
3XB8	850	850~860或 730~750 (高溫回火)	爐冷到 750°C 然後放於 空氣中	3.8~4.2	255~207	790~820	油	190~210			
5XBC	770	800~820或 700~720 (高溫回火)	3.8~4.2	255~207	1070~1120 950~1000	油 油	600~720 570~620	陰陽衝 模複雜 工具冷 加工工 具, 熱 加工工 具			
9X BT	760	780~800	3.8~4.2	255~207	850~900 810~830	油 水	190~210 420~460				
6X HM	710	830~860	3.9~4.3	241~197	810~830	油	200~260				
5X HM	710	830~860	3.9~4.3	241~197	820~850	油	450以上				
5X TM	770	830~860	3.9~4.3	241~197	820~850	油	450以上				

註：鍛件也可進行等溫退火，其規範與普通退火不同，等溫退火必須很快的冷卻到低於臨界點 AC₁ 10~20°C 的溫度，在此溫度下保溫，然後在空氣中冷卻。