

先进经验丛刊

热处理工作經驗 匯編

第一机械工業部工艺与生產組織研究院編

机械工業出版社

NO. 1416

1957年4月第一版 1957年4月第一版第一次印刷
787×1092¹/₃₂ 字数42千字 印张2 0,001—6,500册
机械工业出版社(北京东交民巷27号)出版
机械工业出版社印刷厂印刷 新华书店发行

北京市书刊出版业营业
许可证出字第008号

统一书号 15033·491
定价(10) 0.30元

先進經驗叢刊

熱處理工作經驗匯編

第一機械工業部工藝與生產組織研究院編

出版者的話

本書彙集了几年来各厂有关热处理工艺方面的先进經驗，共十篇。快速加热法和無毒液体渗碳法都是由第一机械工業部工艺与生产組織研究院綜合各厂的工作經驗整理而成的。氮化处理一文介紹了上海机床厂將鏜床主軸採用氮化处理試驗成功的經驗。發藍淬火的經驗一文敘述南京机床厂用淬火和發藍合成一道工序的方法来減少工件变形和开裂的經驗。

高温鹽浴脫氧一文，詳細介紹了上海綜合工業試驗所和上海工具厂研究降低高温鹽浴中氧化鋁的含量，以消除脫氧的試驗經過和得出的結論。這項經驗曾于去年三月在第一机械工業部热处理會議上确定为今后应当推广的先进經驗之一。

此外，本書还介紹了減少大型鋸片的淬火变形以及高速鋼螺絲搓板等工艺过程的改进等經驗。

本書可供热处理車間技術員，工人作为学习，研究和推广的資料。

目次

快速加热法	第一机械工業部工艺与生产組織研究院整理	(3)
無毒液体渗碳法	第一机械工業部工艺与生产組織研究院整理	(9)
氮化处理	上海机床厂	(12)
發藍淬火的經驗	南京机床厂	(26)
減少大型鋸片的淬火变形	第一汽車制造厂	(29)
高速鋼螺絲搓板热处理工艺規程的改进	上海工具厂	(32)
鍛模热处理尾部回火工艺規程的改进	第一汽車制造厂	(34)
鉗子表面局部淬火裝置的改进	公私合营誠孚鉄工厂	(35)
高温鹽浴脫氧	上海綜合工業試驗所和上海工具厂	(37)
渗碳气体分析方法的改进	第一汽車制造厂	(59)

快速加热法

[快速加热法] 是苏联热处理工艺方面的先进经验，在苏联1940年开始应用，最近几年对于许多碳钢和合金钢的小型工件更是普遍采用。在我国1953年，就有苏联专家介绍[快速加热法]。几年来，天津拖拉机厂、天津弹簧厂、第一汽车附件厂等单位都已先后采用这种先进经验，而且获得了一定的成就。综合各厂经验，它的主要优点如下：

1. 缩短了加热时间，因而提高了炉子的生产能力；
2. 节省燃料或电能的消耗，降低了工件成本；
3. 减少工件的表面氧化皮；
4. 不会引起金属内部晶粒长大，脱碳等缺陷；
5. 减少工件的淬火变形。

第一汽车附件厂采用一般(缓慢)和快速加热淬火的经验比较：

1) 机械性能：

序 号	加 热 方法	强度极限 (仟克/公厘 ²)	屈服极限 (仟克/公厘 ²)	延 伸 率 %	收 缩 率 %	冲击韧性 仟克-米/ 厘米 ²	备 註
1	一般	63.7	50.2	21.4	39.8	11.4	820~860°C淬 火500°C回火
2	一般	63.0	48.8	24.2	41.3	11.9	"
3	一般	63.9	48.2	26.1	42.4	13.2	"
4	快速	64.0	45.4	18.0	38.0	13.4	960~980°C淬 火500°C回火
5	快速	64.3	49.0	17.2	39.6	11.9	"

2) 硬化曲綫 (圖 1) ——Y7, $\phi 25 \times 100$;

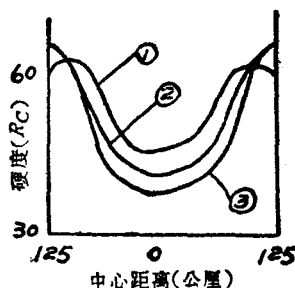


圖 1

- 1—鹽浴快速加熱;
2—箱式爐快速加熱;
3—箱式爐一般加熱。

3) 加熱時間:

序 號	加熱方法	單位有效厚度時間 (秒)		時 間 比
		鹽 爐	箱 式 爐	
1	快 速	3~8	18~20	1
2	一 般	30		3.75~10

4) 質量的比較——以鍛模為例 (中鍊節用):

序 號	加 熱 方 法	使 用 次 數	變 形 公 厘	其 他
1	快 速	8000	-0.1 以下	
2	一 般	4000	0.29	

天津拖拉機廠的經驗比較:

1) 定位器 (圖 2)

材料: Cr.40.

要求: 40~42R_c.

處理: (1) 830~850°C, 150秒 (舊方法)。

(2) 960~980°C, 70秒 (新方法)。

水中冷卻 2 秒入油, 回火 525°C, 5 分
氣冷。

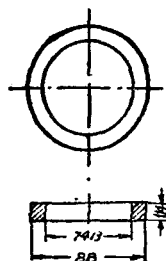


圖 2

結果：（1）變形橢圓+0.12至0.70，因不夠磨量而報廢（舊方法）；

（2）變形橢圓+0.30至0.36（新方法）。

2) 量規

材料：Y10

要求：Rc54~58

處理：（1）760~780°C, 90秒（舊方法）；

（2）960~980°C, 25秒（新方

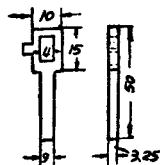


圖 3

法）。

水中冷卻1秒入油配火300°C，2分氣冷。

結果：（1）舊方法變形0.3~0.5公厘（彎曲）；

（2）新方法變形0.05~0.15公厘（彎曲）。

3) ДТ-54鍊板（圖4）

材料：Г13（1~1.4% C, 10~14% Mn），

要求：Hb170~217。

處理：（1）在反射爐（爐底面積1000×750），1100°C，入爐，每爐4片25分鐘後出爐水冷，這時工件溫度為1050~1080°C；

（2）原來入爐溫度在1050°C入爐後1小時出爐（其中保溫20分）。

結果：氧化皮量在0.3公厘以下，產量提高100%，硬度合格，金相組織為百分之百奧氏體。

4) ДТ-54拖拉機鍊軸（圖5）

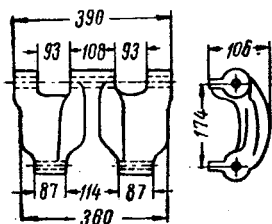


圖 4

材料: $12 \times H_2$ 滲碳,

要求: 滲碳 1.5~2.0 公厘,
硬度不低於 R_{c54} ,

處理: (1) $960 \sim 980^\circ\text{C}$, 60 秒 (每爐 2 根, 每小時 120 根)。出爐後于油中冷卻;

(2) $960 \sim 980^\circ\text{C}$ 120 秒, 出爐後于油中冷卻。

結果: (1) 硬度在 R_{c54} 以上, 彎曲度在 0.5 公厘以內, 晶粒 6~7 號, 硬化層金相為細粒狀馬氏體, 加細粒碳化物, 抗彎強度 $B_1 = 150$ 公斤/公厘²;

(2) 加熱 2 分鐘者, 硬度不夠 $R_{c46 \sim 50}$ 有過熱現象。

5) D350 汽缸蓋螺絲 (圖 6)

材料: $40 \times HA$

要求: 硬度 $R_{c25 \sim 30}$

處理: (1) 一次裝爐
20 件加熱 180 秒, 油冷;

(2) 用舊方法

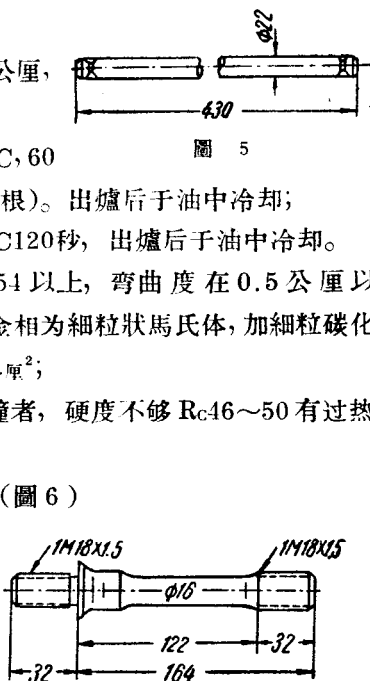


圖 6

在 $830 \sim 850^\circ\text{C}$ 加熱 10 分鐘, 油冷。

結果: 質量與以前一樣, 產量提高了。

快速加熱的應用

(1) 溫度範圍——快速加熱的基本原理是利用比原來所需加熱溫度較高的溫度來加熱, 以使在較短的時間內供給較多的熱量。原則上爐溫愈高, 則加熱愈快, 所需時間愈少。但溫度太高, 在操作上不方便, 會發生過熱、加熱不均等缺陷。溫度低, 則快速加熱的效果差, 蘇聯專家 B. M. 捷克洽廖夫的經驗以比淬火溫度高 $100 \sim 130^\circ\text{C}$, 即 $960 \sim 980^\circ\text{C}$ 比較

適合，在這溫度範圍內效率高而不致發生問題。根據各廠試驗的結果証實這個溫度是比較合適的。

(2) 時間的規定——專家規定加熱工件直徑或厚度由 100~950 公厘在火焰爐按 960~980°C 加熱。加熱時間按 15 秒/公厘計算。100 公厘以下的工件按 20 秒/公厘計算。

在鹽爐內按 960~980°C 加熱，工件直徑或厚度在 100 公厘以下，當工件是小批生產時，一般按 5~7 秒/公厘計算，滲碳工件只需 3~5 秒/公厘，小工件在 15 公厘以下的，按 10 秒/公厘計算。

(3) 不同鋼料的加熱——專家認為，不管鋼料品種如何，都可以用同一個加熱規範，實際情況也確是這樣，無論碳工具鋼、中碳鋼、合金結構鋼都按同一計算辦法計算加熱時間，但對於原來加熱溫度高的，如彈簧鋼，按 8~10 秒/公厘計算，原來加熱溫度低的，則少算些，如碳工具鋼按 7 秒/公厘計算。

(4) 設備和儀表——在推行快速加熱時，首先要建立物質條件，就是設備（爐子）和測溫儀表，這是很重要的兩個問題，對爐子的要求能達到這麼高的溫度。根據蘇聯工廠的經驗，在油爐中快速加熱最為合適，電阻絲的電爐不太好的，因為一般電阻絲使用溫度高，則壽命低，但電阻絲價格較貴，所以不宜採用。其他任何爐子都可以，只要能達到 960~980°C 的高溫。

測量溫度是實行快速加熱比較重要的問題，用光學高溫計和輻射高溫計讀數不太準確，可採用鉑銻熱電偶。如果插入鹽浴中須加不銹鋼套保護，測量溫度讀數就比較正確。但熱電偶有了保護套後，靈敏度差，不能指示出瞬間爐溫的變

化。这时可用光学和輻射高温計加以协助。

快速加热的操作經驗

1. 必須严格遵守操作規程，特別是爐子的加热溫度和時間（由計算确定）。

2. 在燒爐时当爐子溫度剛达到 $960\sim 980^{\circ}\text{C}$ 时，不要立即把工件裝进去，因为这样容易使爐溫急剧下降，最好讓爐子在 $960\sim 980^{\circ}\text{C}$ 保持一定時間（有几分钟就足够了）后，再將工件裝进去。

3. 工件应放在爐內溫度均匀的地方，即不可放在烟道出口处，或靠近火口的地方，以免工件發生局部过热，甚至發生燒坏的現象。

4. 每次裝爐量应以爐子的生产能力来决定，不可多裝，以免使爐子溫度急剧下降。爐子的每次裝爐量最好根据爐子具体条件多做几次試驗来决定。

5. 工件在爐中加热时，最好离爐底 $50\sim 70$ 公厘，悬空放置，如条件不許可，則可在加热到一半時間，把零件翻一个面，使溫度均匀。

6. 在开始快速加热生产时，每爐一定要附有試棒，以进行硬度，金相等檢查，等到操作熟練稳定时，逐漸減少試棒，改为定期檢查。

7. 当工件形狀比較复杂，截面尺寸不一致时，可採用下列措施：

1) 截面尺寸出入不大时，就按大截面計算，因为工件溫度变化的規律是这样的：爐溫和工件的溫度差愈大，則昇溫愈快，差別小，昇溫慢，所以在开始时，厚的部分和薄的部分有較大溫度差，可是越到后来差別就愈小，再者因为快速加

热的時間短，即使薄的部分溫度高一些，也不致發生晶粒長大，过热的毛病。

2) 分段加热，讓厚的部分先加热一段時間，然后整个再加热一段時間，則厚薄兩部分同时达到相等的溫度。

3) 在有孔处堵上石棉，特別是單薄的部分也纏上石棉，待加热到相当時間后，將石棉除去，再同时加热。

(第一机械工業部工艺与生产組織研究院整理)

無毒液体渗碳法

無毒液体渗碳法在苏联各工厂中已被广泛採用，在我国亦有第一汽車附件厂等开始採用。这种方法和氰鹽渗碳法完全相似，但是可以省去防毒和消毒設備，工人操作簡單，容易掌握，同时沒有中毒的危險。

(一) 渗碳剂

1. 要求 所用渗碳剂以碳化硅为主，此外还有碳酸鈉和氯化鈉。純碳化硅不容易买到，一般金剛砂內碳化硅含量不足，不适于渗碳用。必須选用一定純度的碳化硅。各厂的經驗是以純度在55%以上的才合用。另外，还要限制碳化硅的精度以100~140号为最好，粒度太粗不易溶化，沉淀在坩堝中，不發生渗碳作用。粒度太細，虽然容易溶化，使用便利，但作用过快，消耗量大，很不經濟。

2. 配合比与反应式

碳酸鈉75%，氯化鈉15%，碳化硅10%。



(二) 需用設備 一般淬火加热的鹽爐均可适用，但应

注意一定要用鉄制坩堝，生鉄澆鑄或鉄板焊成的也可以应用。若用陶器制坩堝，这种渗碳剂熔化后，容易渗出外面，增加损失，并且对耐火磚也有腐蝕作用。当少量生产或試驗的时候，可以用廢氧氣瓶割断改成鹽鍋，最为便利，此外为了避免渗碳剂溢出，坩堝要深的才好。

(三) 渗碳鋼材 凡是屬於渗碳鋼类的材料均能适用。

(四) 渗碳溫度及渗碳層厚度与時間的关系 根据第一汽車附件厂經驗，渗碳溫度以840~880°C最合适，溫度不宜过高，否則勢將加速渗碳剂的分解，因而产生了很多渣滓影响操作，而且还浪費了渗碳剂。

渗碳溫度，随着材料含碳量的不同，也要加以适当的調整，材料的含碳量在0.2%以下，渗碳溫度宜用860~880°C，含碳量在0.3~0.4%以內，渗碳溫度用840~850°C較為合适。

無毒液体渗碳的厚度，一般是在0.25~0.65公厘其与溫度時間的关系如下：

序号	溫度 (°C)	時間 (小时)	渗碳層厚度 (公厘)	硬度Rc	鋼料	備註
1	840~850	1	0.25~0.3	52~54	鋼20, φ8	油淬火
2	850~860	1	0.3~0.35	60~64	"	"
3	860~880	1	0.4~0.45	62~64	"	"
4	880~900	1.5	0.4~0.5	62~64	"	"

(五) 操作經驗

1. 渗碳剂的熔化

- 1) 將按規定成分配合的渗碳剂放入鉄制坩堝內加熱；
- 2) 先熔化碳酸鈉和氯化鈉然后再加入規定数量的碳化

硅，这种方法可以减少碳化硅的消耗。

2. 控制温度 必须严格控制渗碳的温度，否则会造成工作中的困难。由于温度的高低不同熔化了 的渗碳剂表面上，有不同的现象，分别说明如下：

1) 温度正常——温度正常时，渗碳剂溶液的表面有一层黑色的糊状壳，分解出来的一氧化碳气体 断續冲破这層壳，而燃燒成桔黄色的火焰，这种火焰不一定聚集在一个地方，火焰也並不急烈。这时渗碳的效果最好。

2) 温度过低——渗碳剂溶液表面的黑色糊状壳長得很严密，將溶液表面全部封住，沒有火焰冒出，这就說明温度低了，必須再加热到糊状壳出現有火焰燃燒为止。

3) 温度过高——渗碳剂溶液沸騰較大，並有肥皂沫狀的沸騰現象，表面的黑壳冲淡，不能結成壳狀盖在溶液的表面，严重时可能溢出坩堝外边，这就表示温度过高。遇到这种情况，必須立即降低爐温，停止加热，使沸騰減少。但在降低爐温时，有时温度不容易控制。最有效的办法是加入一些配合好的渗碳剂和多放入一些工件，爐温降低。

3. 渗碳 渗碳温度正常之后，就可以把工件放入。根据前面的温度、時間的关系和工件的要求进行渗碳。工件应先行烤干，不要留有水分，否則渗碳剂必定爆炸，造成事故。被处理的工件一般均用鉄絲捆，吊入坩堝中。經過一定時間之后，也可参考檢查試样（与工件同时放入）渗碳情况，決定渗碳層厚度是否达到要求。

檢查渗碳層厚度的方法，是把取出的試样淬入油內或在空气中冷却，折断后用砂布把断面磨光，並用5~8%硝酸酒精腐蝕，就可以看出渗碳層厚度。根据檢查出的厚度，再决

定工件繼續滲碳的時間。

4. 冷却 無毒液体滲碳的工件大都是接着就进行淬硬的。用油来淬硬，比較安全，硬度也可以达到HRC60以上。淬水会引起爆炸，如果必需淬水时，可以用大槽盛水，水要較多才行。水槽不要靠近滲碳爐，工作人員必須帶好防护用具。

5. 清理 滲碳工件表面粘附着的滲碳剂和渣滓，在沸水中先煮15~30分鐘，取出擦淨。不要用手清洗工件，这种滲碳剂虽然沒有毒，但是会损伤皮膚的——使手脫皮。

6. 滲碳剂的补充 滲碳剂使用过一个时期之后，碳化硅逐漸消耗，滲碳剂溶液表面的黑壳和火焰漸漸消失，溶液沸騰現象也減少。补充新鹽时，另外加入約相当于坩堝內滲碳剂总重量2~3%的碳化硅（新鹽仍按前面所說的比例来配合）。加入后应当攪拌，稍稍提高爐溫，直到鹽液表面黑壳恢复，才能繼續进行工作。

7. 清除鹽渣 滲碳剂若使用过久或溫度过高，由于化学变化所分解出来的不易熔化的鹽渣，愈积愈多，如粘在工件上，就会影响工件的滲碳。淬硬时，容易發生軟点，硬度不均。所以在滲碳工件尚未裝爐以前，先要清理鹽液中的鹽渣。工件快要出爐时，也要清理一次鹽渣，以免积存过多，妨碍工作。

（第一机械工業部工艺与生产組織研究院整理）

氮化处理

一 氮化处理及試驗經過

氮化是表面硬化方法的一种，它是苏联先进經驗。其操

作过程是把特殊鋼料制成的机件，放在密閉的容器中，和氨相接触。再加热到 $500\sim 550^{\circ}\text{C}$ 的溫度範圍內，保持相当的时间。这样，氨受热后，便分解成氢和氮。这种原子状态的氮有很大的活潑性，像滲碳作用一样，滲入了鋼料的表層。如鋼料內含有特殊的合金元素（如鋁、鉻、釩等），便化合成为一層硬度極高，而且富于耐磨性、抗腐蝕性的表面硬化層，大大提高了机件的表面硬度。又由于氮化的溫度比較低，而且在氮化之后不再經過其他的处理，因此，在整个过程中鋼料的內部組織並無变化，变形極小。在苏联和其他先进国家中，氮化常用来制造汽車、飞机或拖拉机的汽缸襯套、活塞等相对摩擦很剧烈的需要很高表面硬度的机件。在机床制造方面，氮化也常用来处理各种要求很高的耐磨耗性能的高速主軸、齒輪、蝸輪，以及严格要求尺寸的重要主軸、如鏜床主軸等。

我厂自从制造精密工作母机75公厘橫鏜床以来，它的主要零件——主軸（又称为鏜桿或鏜軸，全長1930公厘，一端有5号摩字錐孔和兩個槽孔，在全長上又有兩条梢子槽），由于形狀細長而复杂，当採用旧的热处理方法在鹽浴爐中加热淬火时，曾因弯曲变形报废率很高，严重影响了鏜床的生产任务。当时，領導上为了及时解决这个关键問題，便决定运用表面硬化来进行热处理。一九五三年春季，曾由曹存昌工程师应用火焰淬火法試驗成功。此后又应用氮化法，歷經了多次試驗，克服了不少困难，終於在一九五四年年初获得成功並应用于生产中。

二 处理方法及几个問題

我厂在氮化中所用鋼料，是鉻鉬鋁合金結構鋼，苏联的牌号是38XM10A，其成分为：碳0.40%、錳0.50%、鉻1.59%、鉬0.26%、鋁1.02%、磷0.014%、硫0.011%。用这种鋼制成主軸，在氮化之前所經過的处理过程如下：

- 1) 鍛造成形：1000~1200°C；
- 2) 正常化：在鹽浴爐中加热至930°C，保溫 2.5 小时；
- 3) 淬火：910~930°C，淬入清水中冷却；
- 4) 回火：650~670°C；
- 5) 車、銑、粗刨銷子槽；
- 6) 消除应力处理：在620°C保溫 6 小时；
- 7) 磨、精刨（刨銷子槽）；
- 8) 精磨、粗研磨；
- 9) 氮化。

以上的热处理溫度，系用电位差計校正后的 实际 溫度，也就是目前所採用的标准溫度。

在这些过程中，需要注意掌握的是：

1) 鍛造中的終鍛溫度決不能低于 900°C，否則 由于它的塑性較低，將产生很大的鍛造应力，以致引起以后的变形；同时还可能因而形成树枝狀的組織而降低本身的强度。

2) 正常化的溫度在可能範圍內应提高到950~1000°C，但因我厂系採用鹽浴爐加热，溫度愈高，坩 堝損耗 就愈大，故選擇了930°C左右的正常化溫度。

3) 淬火时用清水或油冷却，硬度相差不多，一般都在 Rc45 左右。但淬火后的表面有时会产生龟裂紋（可以車去，

主要是鍛造不良而形成)。為了保證工件的淬透，同時又不致產生裂紋，除了截面積在50公厘以上的可淬水冷卻和在25公厘以下的可淬油冷卻外，直徑在25~50公厘之間的可考慮用「雙」液淬火。但形狀過於複雜的，應儘可能淬油。這樣雖然硬化層要淺些，但可以防止工件的淬裂。

4) 回火溫度主要決定於淬火以後的硬度。選定的回火溫度應能使鋼料的組織在回火後能轉變為完全的索氏體，因此最好先用樣品試淬並通過金相檢查來決定。因為唯有使鋼料具有索氏體組織，鋼的一般機械強度才能最高，氮化後才能有最好的效果。索氏體組織的硬度約為 $R_c28\sim32$ 。

5) 氮化鋼料特別容易脫碳，在淬火回火後的脫碳層可達0.5公厘（在鹽浴爐中進行），因此在機械加工時務須把脫碳層去除，否則氮化後脫碳處易於剝落而影響氮化的質量。

6) 消除應力處理的溫度應比回火溫度低，以免影響鋼料的索氏體組織，但時間則可較長。不過，如果在回火之後鋼料中尚有「回火馬丁體」存在（即沒有完全轉變為索氏體），則消除應力處理溫度反而應該比回火溫度高。總之，要在消除應力處理後獲得完全的索氏體組織。消除應力處理以後，機件的表面如有氧化皮或脫碳層，亦必須去除。

7) 精加工必須加工到精密的尺寸，這是在氮化中的變形很小，而且氮化表面的硬度極高。過多的研磨余量將引起加工的困難。此外，由於氮化後體積略有膨脹，所以精加工的尺寸應根據它的規律預先做小。

氮化鋼料在回火以後所得的理想索氏體的金相組織照片見（圖1）。

照片是把試樣磨片，用4%硝酸的酒精溶液浸蝕，在放