

机械工業
技術常識叢書

裘汲編著

鋼的熱處理常識

出版者的話

在机械工業部門中，不論是各司、局或是各工厂，都有不少不懂技术的同志，他們日常所接触的，却有很多有关技术方面的問題。他們需要學習一些基本的技术常識。但是，目前已出版的技术書籍，一般是太深、太厚、太專，不容易看懂。本社为了幫助他們了解机械工業中的各項基本技术常識，特出版「机械工業技术常識」叢書。

本叢書包括：机械圖紙常識、金屬材料、木模、鑄造、鍛壓、热处理、裝配……等工艺方面的常識，和車床、磨床……等产品方面的常識。

本叢書可作为具有初中文化水平而又不懂技术的干部自学或業務學習的教学資料。

出版本叢書，編者和作者的經驗都很不足，希望讀者們多多批評与指正。



北京市書刊出版業營業許可証出字第 008 号

NO. 1779

1958 年 4 月第一版 1958 年 4 月第一版第一次印刷 0,001—6,000 册

850×1168 $\frac{1}{32}$ 字数 37 千字 印張 1 $\frac{3}{8}$ 机械工業出版社印刷厂印刷

机械工業出版社(北京东交民巷 27 号)出版

新华書店發行

統一書号 T15033·919 定价(9) 0.18 元

一 金屬和合金

自然界里所有已經知道的化学元素中，大約有七十种金屬。金屬是分布極广的元素。在地球的內部，在河、湖、海洋的水中，在动物和植物的机体里，到处都有金屬。分布最广的金屬是鉄和鋁。其次为鈣、鎂、鉀等。

金屬和非金屬元素在性質上有非常显明的差別。差不多所有的金屬可以延展的，坚硬的和特有的光澤。金屬善于傳热和导电。大部分金屬可以鍛造、澆鑄和焊接。由于金屬有这些优良的性能，所以在工業上和日常的生活上有了極為广泛的用途。

純粹的金屬，就是不含任何雜質的金屬，强度不够高，而且提煉純金屬的价格昂貴，所以应用比較少。像純鉄的强度不及普通低碳素鋼的二分之一，但是它的价格反要比鋼大十倍。所以純鉄在工業上是很少应用的。

合金是一种复合的物質。在合金的成分里可以含有兩種或兩種以上的化学元素。例如，黃銅是銅和鋅的合金，普通的碳素鋼中主要是鉄和碳的合金（当然鋼中还有必然混入里边的硅、硫、磷等雜質）。在純金屬里只須加入極少量的一种別的元素，就可以使合金的性質显著地改变。例如，在鉄中只要加入 0.2% 左右的碳，它的强度就比純鉄大一倍以上。

1 金屬的構造 我們知道，所有物質都是由原子組成的。在固体狀態下，物質的原子有的排列得很有規律，有的排列得[雜亂無章]。原子排列得很有規律的固体物質叫做[結晶体]，原子形成[雜亂無章]的固体物質叫做[非結晶体]。

拿玻璃或者松香的断面来看，它們的表面很是光滑，就是在显微鏡下看起来，也是很光滑的。我們用肉眼觀察一塊鋼、銅等金屬，我們也会覺得这些金屬是十分均匀的，平滑的；但是用显微鏡来觀察一

塊表面很光滑的鋼塊時，就會發現鋼塊是由巨量的、牢固地結合在一起的微小結晶顆粒所組成的。在顯微鏡下觀察的結果，任何一種金屬都是由巨量的微小結晶顆粒所組成的。因此，所有的金屬都是結晶體。

X射線的研究告訴我們，所有金屬的原子都按一定的規律排列着；它們形成了一種「空間格子」。在金屬之間最常見的「空間格子」有三種類型：

第一種類型是「體心立方格子」（圖1甲）；

第二種類型是「面心立方格子」（圖1乙）；

第三種類型是「密排六方格子」（圖1丙）。

鐵的空間格子是隨着溫度的改變而變化的。在室溫開始到 910°C 的時候，鐵的空間格子是按體心立方格子排列的；當溫度在 $910\sim 1400^{\circ}\text{C}$ 之間的時候，就轉變為面心立方格子，溫度超過了

1400°C 直到溶化以前，它又轉變為原來的體心立方格子了。因此，我們把固體狀態的鐵在不同溫度的時候，分為三種類型，分別用希臘字母來命名，就是把溫度在 910°C 以下時的鐵叫做 α 鐵（阿耳發鐵），把溫度在 $910\sim 1400^{\circ}\text{C}$ 之間的鐵叫做 γ 鐵（嘎馬鐵），把溫度在 $1400\sim 1528^{\circ}\text{C}$ （ 1528°C 是鐵熔化的溫度）的鐵叫做 δ 鐵（得耳他鐵）。 γ 鐵和 δ 鐵都是無磁性的。 α 鐵在 768°C 以下時有磁性，到 768°C 以上時就無磁性了。磁性的 α 鐵轉變成為非磁性狀態，或非磁性狀態的 α 鐵

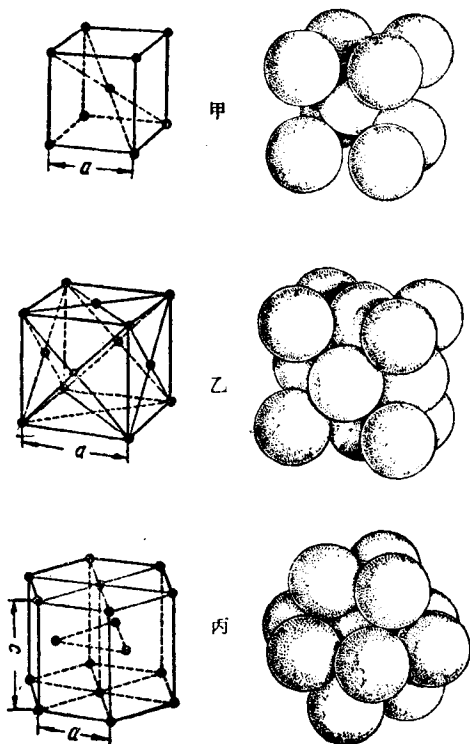


圖 1

轉變為有磁性狀態的轉變點，叫做居里點。無磁性的 α 鐵，有人叫它做 β 鐵（倍塔鐵）。

2 鐵和碳的合金——鋼 前面已經說過，純鐵在工業上應用時的性能不符合要求，而且價格昂貴，因此工業上用的是鐵和碳的合金——鋼和鑄鐵。鋼的含碳量在1.7%以下，鑄鐵的含碳量在1.7~6.67%之間。

熔融的鋼液在緩慢地冷卻凝固過程中，由於條件的不同（鋼的含碳量、當時的溫度），鋼內部的結構組織也會不同。

一、鐵素體——又叫〔純鐵體〕，這是一種幾乎不含碳的近乎純鐵的結構組織。含碳量在0.83%以下的鋼，溫度自910°C開始（按含碳量增高鐵素體形成的溫度下降）就有這種結構組織。

二、滲碳體——這是鐵和碳的化合物。含碳量超過0.83%的鋼中有這種結構組織。

三、珠光體——這是鐵素體和滲碳體的機械混合物。含碳量0.83%的鋼中，自723°C開始鋼的結構組織全部析成珠光體。因為珠光體組織是鐵素體和滲碳體相間的共析混合組織，所以含碳量為0.83%的鋼叫做共析鋼。低於0.83%含碳量的鋼叫做亞共析鋼，超過0.83%含碳量的鋼為過共析鋼。

四、奧氏體——這是 γ 鐵的碳固溶體。我們知道，某些固體物質可以溶解在水或者其他液體中；例如糖可以溶解在水中成為糖水。其實某些固體物質也可以溶解在另一些固體物質中，形成〔固溶體〕。奧氏體就是碳溶解在 γ 鐵中所形成的固溶體。

鐵素體、滲碳體、珠光體、奧氏體都是鋼水在緩慢冷卻時形成的結構組織。那麼，到底在什麼情況下形成什麼結構組織呢？

要回答這個問題，大家看看圖2。圖2是〔鐵碳合金平衡圖〕的鋼的部分，縱座標表示溫度，橫座標表示含碳量。

圖上AC綫叫〔液相綫〕，鋼水冷卻到這根綫所表示的溫度時開始凝固；AE綫叫〔固相綫〕，鋼水冷卻到這根綫所表示的溫度時凝固完成。這兩根綫都是向下斜的，而且越往右邊它們的距離越遠；這就是

說，鋼的含碳量越高，它的凝固（或熔化）溫度就越低，而且凝固（或熔化）過程就越長。

鋼全部凝固後的結構組織是奧氏體，但它不會一直保持着這種結構組織，當溫度繼續下降的時候，它的結構組織會起變化。含碳0.83%的鋼，當它的溫度降低到723°C（圖2中的S點）的時候，它的奧氏體組織全部分解為珠光體組織。含碳低於0.83%的鋼，當冷卻到GS綫所表示的溫度時，它的奧氏體組織中開始分解出鐵素體；到了冷卻到723°C（PSK綫）時，剩余的奧氏體都轉變為珠光體。因此，含碳低於0.83%的鋼的最後結構組織是鐵素體和珠光體，含碳越少，鐵素體越多。含碳超過0.83%的鋼，當它冷卻到SE綫所表示的溫度時，它的奧氏體組織開始分解出滲碳體；冷卻到了723°C（PSK綫）時，剩余的奧氏體都轉變成珠光體。因此含碳高於0.83%的鋼的最後結構組織是滲碳體和珠光體，含碳越多，滲碳體越多。PSK綫，人們把它叫做 Ac_1 綫（加熱時）或 Ar_1 綫（冷卻時）；GSE綫，人們把它叫做

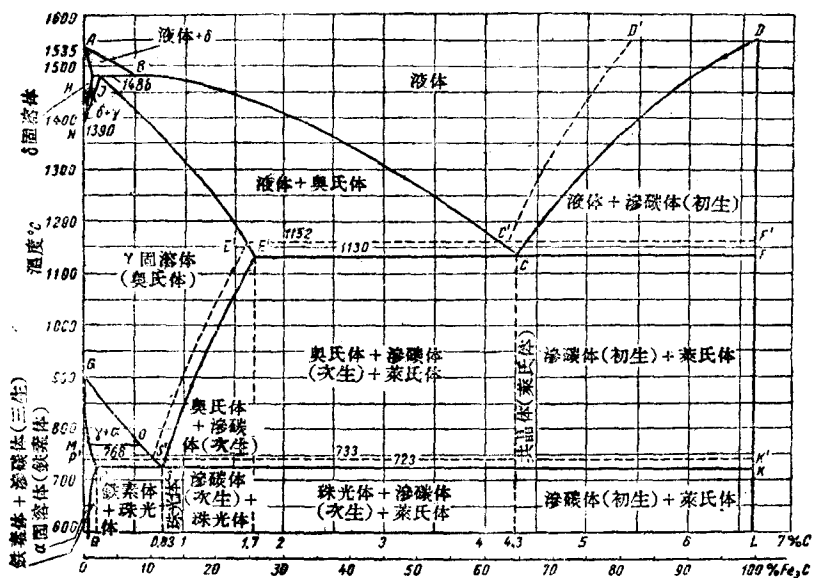


圖2 鐵碳合金平衡圖。

Ac_3 綫 (加热时) 或 Ar_3 綫 (冷却时)。

这里所說的只是鋼在緩慢冷却的情况所發生的結構組織的变化。如果冷却速度加大, 奥氏体就不是这样分解了。

当冷却速度加快的时候, 鋼的奥氏体組織不再分解为一般的珠光体組織, 而分解为細的珠光体組織, 这种組織称为「索氏体」。冷却速度再加快, 奥氏体又分解, 成为「托氏体」的組織。如冷却速度快到一定的程度, 奥氏体組織就轉变为一种極硬的「馬氏体」組織了。

鋼的各种結構組織的机械性能如下:

	布氏硬度	抗拉强度 (公斤/公厘 ²)	延伸率 (%)
鉄素体	80~100	28	30~40
滲碳体	700	—	—
珠光体	200~250	85	20~25
索氏体	250~400	70~140	10~20
托氏体	400~500	140~175	5~10
馬氏体	500~650	175~210	2~8
奥氏体	約 300	85~105	20~25

这一节所介紹的这些知識, 是了解下边要講的热处理工艺所必需的。

二 鋼的热处理

人类在很早就采用金屬来制造兵器、农具以及其他生活上的用具; 自从学会了煉鋼, 就知道將鋼加热, 然后浸入冷水中, 鋼就会变硬。改变鋼鉄性質的方法, 叫做热处理。

我国在春秋战国时代, 已經能够煉鋼; 当时还制造刀劍, 兩把很有名的宝剑: 「干將」和「莫邪」就是在那时候制造的。这兩把宝剑, 鋒利無比, 当时称为异宝。据說煉劍必須要清澄的好水, 就是說把制成的刀劍加热后, 再放在干净的水里冷却。

在叙述汉代历史的汉書上, 也有記載处理兵器刀劍的方法, 書上

記載：「清水淬其鋒」，「淬謂燒而水以堅之也」。這就是說，將燒到紅熱的刀劍，淬入水中，就能夠得到性質堅硬的刀劍。

明朝的時候，有一位名叫宋應星著一本「天工開物」，書中對鋼鐵處理的方法也說得很詳盡；在這本書中的錘鍛冶鐵一節中說：「凡熟鐵鋼鐵，已經爐錘，水火未濟，其質未堅；乘其出火之時，入清水淬之，名曰健鋼」。這裡很清楚地說明，鋼鐵要有堅強的性能，必須在加熱以後，馬上再放入清水中快速的冷卻。

我們的先輩勞動者，在「天工開物」書中還記載，已經在水中淬硬的鋼，如果再「入火退去健性」的方法，淬硬的鋼便會變軟。

這說明我們的先輩，已經知道用加熱和冷卻的方法，來改變鋼的性質，以達到使用的目的。在現代來說，這種使鋼鐵改變性質的方法，就叫「熱處理」。不過由於近代科學的進步，熱處理的方法，比過去有了很大的改進。

現代的熱處理科學，經過了科學家的研究，根據金屬的各種性能，用各種不同的方法進行加熱和冷卻，使金屬改變性能，來適合工作上的要求。

1 熱處理的作用 要增加機器的壽命，減輕機器的重量，節約各種金屬結構，機器零件和金屬的消耗，可以運用熱處理方法來解決。要使鋼鐵和有色金屬具有適當的性能，是要靠正確的熱處理方法來得到的。我們日常用的剪刀、剃刀、菜刀都要經過熱處理，才能夠起切削作用。

一台機器有很多不同形狀的零件，這些零件都是由各種牌號的鋼材和鑄件、鍛件制成的，同時也要用車、刨、銑等機械加工方法，然後才能制成我們需要的形狀。在這些零件的加工過程中，如果鋼材太硬不易加工的話，可用熱處理的方法，使這些鋼材變軟。對加工這些零件的刀具，則要用熱處理的方法使變得堅硬。此外，有的整個零件都要硬，有的局部要硬，有的只要表層硬而內心軟等要求，由於用途和材料的不同，熱處理的工藝過程也是不同的。

在熱處理來說，硬的意思是加強金屬的強度。在應用上來說，有

的机器零件硬度需要高一些，有的可以低一些；如果不承受力量而表面要耐磨的話，就只要將表面部分的硬度提高；切削工具則在不影响切削应力的情况下，尽量使它具有較高的硬度。

2 热处理工艺与其他工艺的不同地方 热处理車間是机器制造厂中的一个主要生产車間，但是它和其他生产車間的加工过程却完全不同。

在鑄造車間里，它的生产方式是將鑄鉄在鑄模中澆鑄出各种不同形状的机件。

在鍛压車間內的加工过程，主要是將鋼材加热后以增加其可塑性，再进行模鍛或自由鍛得到鍛坯，然后再进行机械加工以达到需要的精密密度。

机械加工車間的加工过程，是將鋼材切削成机件，或將鍛坯鑄坯加工成为光潔的零件，并且要根据产品或工具圖紙上的要求达到一定的精密密度，机械加工車間的加工过程非常复杂。

总之，不論在鑄造鍛压或机械加工車間，經過加工过的机器零件和鋼材，就变得面目全非，絕大部分不再保持原来的形状了。

热处理車間的加工性質就不同，零件經過热处理以后，原来的形状并不改变，也許只改变了零件原有的顏色。因此，凡是經過热处理以后的机器零件，是不会改变零件原来的形状，热处理加工的主要目的是改变零件内部的結構組織，改变零件原有的机械性能。也就是說，經過热处理后的零件，原来零件質地是軟的变硬了；原来是很硬的变軟了；原来的强度太低提高了，也許强度高的反而降低了。同时經過热处理以后的零件，其結果也不是用肉眼所能見到的，它必須經過仪器或金相显微镜的观测才能知道。

热处理車間的設備也和其他車間不一样，热处理車間里的主要設備，有各种爐子、槽子和校正压床、硬度机等等。由于近代工業的發展，热处理操作过程，也由过去的半手工操作，逐漸發展到机械化生产。

解放后，我国的机器制造工業，已經有了很大的进步，比較大的工厂，像第一汽車厂的热处理車間，已經拥有許多机械化自动化的热

处理加热爐。

3. 需要热处理的一些机器零件举例 圖 3 所示，是一台六气缸发动机的曲軸，曲軸在发动机中占据着極重要的地位；当气缸內的燃油着火爆發以后，压迫活塞和連杆傳到曲軸上的曲柄軸，由于六个气缸連續的着火，曲軸便飞快的旋轉而發出力量。根据发动机气缸的大小和多少，发动机發出的馬力也不同。因此曲軸本身必須具有很高的强度。如果发动机的速度很快，就是曲軸轉



圖 3

动的速度很高，这种发动机的曲軸除了要有高的强度外，它的表面还要耐磨。行駛在海洋中的高速度艦艇用发动机，因为会受到海水和其他具有酸性油类的侵蝕，这种发动机的曲軸还要具有耐蝕性。

在发动机的制造厂里，就要根据发动机的性能，將曲軸加以各种不同方法的热处理，以符合要求。

此外，在发动机的許多零件中，像凸輪軸，各种大小彈簧、閥門、連杆、齒輪以及各种螺絲釘等等，都要进行热处理。

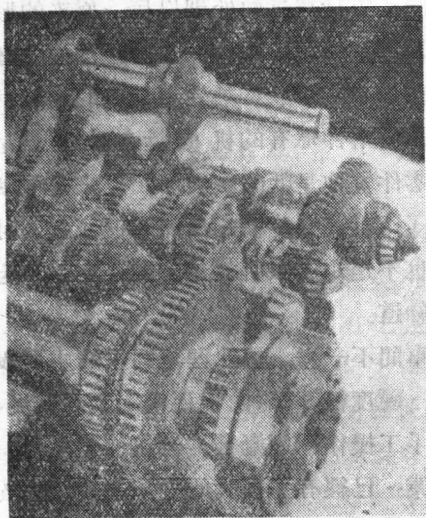


圖 4 車床上的傳動齒輪。



圖 5 車輪。

圖 4 是車床上的傳動齒輪，這些大小不同的齒輪都各有用處，有的傳動力量大，速度快；有的力量小，速度慢；但是在齒輪的牙齒表面部分，都是要受到壓力和摩擦力的，因此，這些齒輪的牙齒部分，差不多都要進行熱處理，使它們能夠經久耐用。

圖 5 是一個車輪，輪子的表面經常在軌道上轉動，為了使車輪的表面耐磨，所以這種輪子的表面層，也是要經過熱處理的。

圖 6 是各種刀具，這上面有滾齒刀、銑刀、鑽頭和絲錐；這些刀具，必須有高的硬度和強度，才能切削鋼鐵和其他金屬，所以都要經過不同的熱處理工藝操作。

另外，機器上的許多軸，像汽輪機上的主軸，機床和發動機上的花梢軸；鍋爐上的汽包以及許多焊接件，根據應用的情況和要求，都需要經過不同方法的熱處理。

三 熱處理的主要工藝過程

鐵碳平衡圖中曾經指出，鋼從奧氏體狀態開始緩慢冷卻下來後，就會有珠光體的組織。如果冷卻的速度加快，就會轉變其他不同的組織結構。而且由於鋼組織轉變的同時，鋼的性能也改變，像鋼的硬度、強度增加，但是也會增加鋼的脆性。

用各種不同的冷卻速度，將已經加熱到奧氏體狀態的鋼冷卻下來，在鋼中所得到的結構組織，都有特殊的名稱。

如果用極快的冷卻速度，將已經加熱到奧氏體狀態的鋼冷卻，由於奧氏體所溶解的滲碳體來不及分析出來，而當它冷到室溫時，得到一種特殊的組織，稱為馬丁體。

馬丁體的結構具有極高的硬度，一般在洛氏硬度 65~66 左右。

將鋼從室溫加熱到奧氏體狀態，（加到 A_{c3} 以上的溫度）然後用極快的速度冷卻下來（例如將燒紅的鋼，馬上浸在水裡冷卻），這樣所得到的馬丁體組織，稱為淬火。

另外，將加熱到奧氏體狀態的鋼，用不同的冷卻速度，還會得到其他的幾種組織結構：

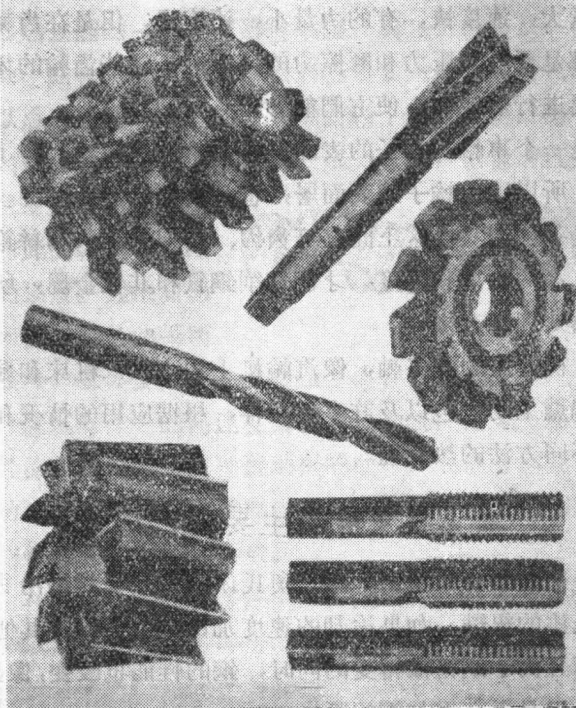


圖6 各种刀具。

- (1) 珠光体——緩慢冷却时所得到的結構；
- (2) 索氏体——中速冷却时所得到的結構；这种結構和珠光体一样，但是不像珠光体那样呈片狀，在显微镜下看起来，索氏体的結構好像極小的斑点一样；
- (3) 托氏体——是用較快的冷却速度冷却后所得到的結構；它的組織比索氏体还細，在中等放大倍数的显微镜下面看起来（600 倍左右）是一种暗黑色而均匀的斑点。

机器上的零件，由于在应用时有不同的需要，因此热处理人員可根据圖紙上的要求，鋼料的类别，用不同的加热溫度和不同的冷却速

度加以处理。

在第一节表中我們可以看出，馬丁体比較硬，抗張力(强度)也最高，但是延伸率却是最小；这說明用淬火方法而得到高硬度是有脆性的。

热处理的几种主要工艺操作过程，可以用温度的高低和冷却速度的快慢来区分。如圖 7 所表示的綫条；直綫表示温度的高低，底下橫綫表示時間的長短；以 t_1 为低临界点以下的回火温度， t_2 为高临界点的温度，各种工艺操作就有不同的加热温度和不同的冷却速度。現分別說明如下：

1 退火 买来的鋼材加工时会發現有軟硬不均甚至会太硬無法切削的現象。这时可以用退火方法把鋼材的硬度降低。

退火的目的，不仅仅是將硬的工件变軟，还有其他的作用如下：

一、减低鋼材或鍛件的硬度；
二、增加鋼材或鍛件的延性和韌性；

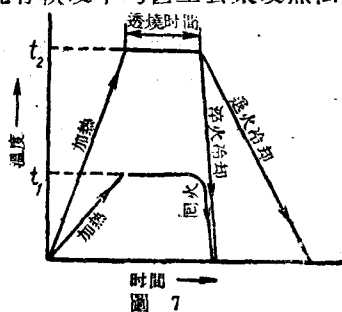


圖 7

三、改善鋼材或鍛件的切削性，便于加工；

四、使鋼的化学成分均匀。

退火的方法应随鋼材的成分来决定，下面是几种退火操作的方法：

鋼的类别	退 火 过 程		
	加热温度°C	冷 却 方 法	退火后的硬度(布氏)
中碳鋼	約800°C	以每小时100~200°C的冷却速度，冷到大約500°C以后，放在空气中冷到室温	180°C左右
高碳鋼	760~780°C	以每小时50~100°C的冷却速度，冷到600°C左右，然后放在空气中冷到室温	190°C左右
合金鋼	780~800°C	以每小时50°C左右的冷却速度，冷到500°C左右，然后放在空气中冷到室温	225~250°C左右

这里应该注意的，当工件加热到需要的温度后，要根据工件的大小和钢材的牌号，有适当的透烧时间，使工件内外达到均匀的温度。也就是说，将工件放在炉内加热到需要的温度以后，（加到 A_{c_3} 以上的温度）应在这个温度停留一些时间，然后冷下来。

退火工艺规程，主要确定下列各项：

1. 加热速度——碳素钢加热，可以快一些，但是合金钢退火时，应加得慢一些；
2. 加热温度——不同的钢号，有不同的退火温度；
3. 在加热温度中停留的时间；
4. 冷却速度——根据不同牌号的钢来决定退火的冷却速度。

2 正火 正火的方法，与退火差不多，也是将钢烧到奥氏体状态的温度（即到 A_{c_3} 以上的温度），然后冷下来；不过正火冷却的速度要比退火时快一些。退火有规定的冷却速度；但是钢在正火的时候，当烧热到规定的温度后，可以从炉内取出来，放在空气中冷却。

正火的目的是使钢的组织变细，增加强度和韧性，减少内应力。一些钢材，经过热加工后，其内部组织不均匀，并且晶粒粗大，可用正火的方法加以改正。

正火的方法要比退火方便得多，时间也短，可是正火主要用于含碳量低于 0.5% 的钢材。

正火与退火的区别，可以用图 8 来表示。

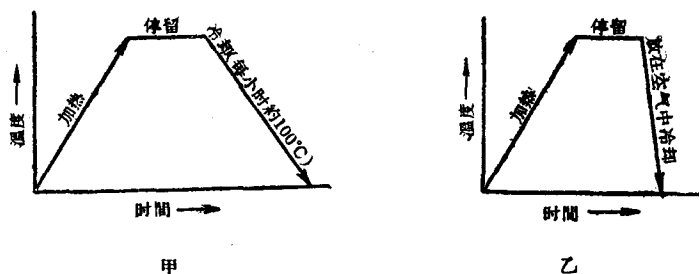


图 8 甲—退火过程示意图；乙—正火过程示意图。

圖 8 甲表示退火的操作过程，乙表示正火的操作过程。圖上很明显的可以看到，正火的方法从時間上來說，要比退火需要的時間少得多，同时停留的時間也可以少一些。

3 淬火 將鋼加熱到奧氏體狀態的溫度（即加熱到 A_{c1} 或 A_{c3} 以上的溫度），在這個溫度停留一定的時間，然後很快地冷卻，以增鋼的硬度和強度的方法，叫做淬火。

更明確地說，把鋼加熱到奧氏體狀態，並快速地冷卻，以阻止奧氏體分解成珠光體的方法，就叫淬火。

淬火時，必須注意下列幾點：

淬火的溫度 鋼在淬火時加熱的溫度，應該根據鋼的成分和技術要求。含碳量 0.83% 以下的碳素鋼，淬火溫度應在 A_{c3} 以上 30°C 左右；如果鋼的含碳量超過 0.83%，淬火溫度則應在 A_{c1} 以上 30~50°C 左右（也就是含碳量 0.83% 以上的碳素鋼轉變為奧氏體狀態的溫度），這種鋼經過了快速冷卻以後的組織是馬丁體。

加熱和達到需要溫度後的停留時間 不同成分，不同大小的鋼件，加熱時間也不同，如合金鋼的加熱和停留時間就要比碳素鋼多 30~50%。我們在確定熱處理件淬火和停留時間時，還應考慮到下面幾點因素：

一、加熱爐——熱處理用的爐子種類很多，傳熱有快慢，加熱方式也有不同。如箱形爐加熱是利用熱的輻射；有電爐、燃油爐、煤氣爐等。用熔融的鹽液為加熱介質的鹽浴爐（鉛浴爐等），加熱是利用熱的傳導。加熱方式不同，加熱就有快慢了，如箱形的輻射爐加熱慢，鹽浴爐就較快。所以用同樣成分和大小的鋼件在上列各種不同爐子中加熱，就要用不同的時間才行；如果在鹽浴爐中加熱需要 1 分鐘，在箱形爐中就要 3 分鐘。

二、大小及形狀——鋼件加熱的過程，因為熱是從鋼的外部向中心傳導的，所以鋼件愈厚，加熱和停留的時間也愈長。加熱的時間長短和鋼件的形狀也有很大的關係，如球狀、圓柱狀、方柱狀的加熱時間的比例約為 1 : 1.5 : 3；就是說球形的鋼件，如果只要加熱 1 分鐘，

則同樣厚度的圓柱狀鋼件，就要 1.5 分鐘，而方柱狀就要 3 分鐘。

三、在爐中加熱時放置的間隔位置：鋼件裝入加熱爐時，如果密集的堆起來，鋼件的受熱面就會相互被遮蔽，加熱就慢；所以鋼件加熱放置時必須相互間留適當距離，不然就要考慮增加加熱時間。

淬火劑 淬火是將加熱到奧氏體狀態的鋼，用很快的速度冷卻下來，得到高的硬度和強度；例如碳素鋼淬火時，是將鋼在爐子內加熱到規定的淬火溫度後，就很快地從爐內取出，浸入冷水中，使它很快地冷卻。冷水就是淬火劑的一種。

淬火劑的種類很多，根據鋼的成分而決定。如靜止的和流動的空氣、水、鹽水、鹼水、油、熔融的鹽液和金屬等。要保證淬火後鋼件的質量，淬火劑要選擇得恰當。

淬火的工藝規程 根據以上所述，淬火的工藝規程可以由下列各項組成：

1. 將鋼加熱到 A_{c1} 或 A_{c3} 以上 $20\sim 30^{\circ}\text{C}$ 的溫度。
2. 在加熱到一定的溫度後停留一些時間。
3. 根據鋼的不同成分在不同的淬火劑中將鋼冷卻。

4 表面淬火 如汽車火車的車輪軸，火車在鋼軌上行駛的輪子，發動機上的曲軸，齒輪的牙齒部分等，它們運轉的時候，既要耐磨，又要吃得起力量，同時還要經得起震動和沖擊；這就是說，它們要表面很硬、耐磨，而內心部分卻要有韌性。增加鋼件表面硬度的方法，可以分為兩種：一種是用化學的方法，這種方法適用於機器上形狀比較複雜和較小的零件；另一種就是表面淬火法，這種表面淬火法是一種比較簡單而且經濟的方法。

表面淬火法利用火焰或高頻率電的感應作用，使鋼件的表面層很快地加熱到淬火溫度，緊跟着用水或其他冷卻劑使鋼件受熱部分急速的冷卻下來，使得鋼件的表面層受到淬火而增加硬度。在表面淬火法中，因為加熱的時間短，鋼件表面層受到的熱，來不及傳導到鋼件的內部去，雖然表面層已達到淬火的溫度，而內心部分的溫度還很低，因此只是表面層淬硬了，內心部分仍舊保留一定的韌性。常用的表面

淬火法有以下几种：

一、火焰表面淬火法——利用氧气和乙炔气（电石气）的混合气体燃烧后的高温火焰，在钢件的表面上加热，这种火焰燃烧的温度可以达到 2500°C 以上。

加热的时候，因为火焰的温度很高，所以火焰不可以经常停留在钢件的表面上，以免将钢件的表面烧得太热或烧坏，操作时要采用各种方法避免上面所说的缺点。

下面是几种火焰淬火的方法：

固定法 这种方法适用于局部淬火，像驻钉的头部需要有硬度，就用火焰在要淬火部分加热后，即可喷射冷却剂冷却（如图 9 甲）。

旋转法 这种方法适用于圆的轴，火焰喷头固定不动，圆件转动，等钢件到淬火温度，立即用冷却剂喷射，使钢件冷却，以达到淬火的目的（如图 9 乙）。

移动法 这种方法适用于平面淬火，火焰喷头固定不动，钢件以直线方向推进，装置在火焰喷头后面的冷却剂喷嘴，随着喷射冷却剂，使钢件冷却（如图 9 丙）。

连续淬火法 这种方法适用在圆轴件，淬火面积比较大，像车床上的主轴。钢件一边在旋转，火焰喷头则向前移动，后面的冷却剂喷嘴喷射着冷却剂随着火焰喷头移动（图 9 丁）。

凡是可以普通淬火法淬火的钢材和铸铁，都可以用火焰淬火法淬火。火焰淬火法淬硬的深度可以达到 6 公厘。

应用火焰淬火法的零件表面，要很光滑，不可有微细的裂纹或缺陷；火焰淬火前最好将零件加以正火处理。

火焰表面淬火法在我国已被广泛的应用，尤其是在轧制钢条的轧辊表面淬火方面，得到了一定的成就。这种设备即简单而又便宜的淬火方法，对单件小批生产的工厂，更为适宜。

二、高周波电流感应加热表面淬火——用高周波电流感应加热的表面淬火法，是热处理工艺中最先进和最有效的方法之一。目前这种方法在我国的较大的工厂中，已经广泛地采用了。这种方法，不但加