

鐵路工人技術學校教材

鋼鐵熱處理

(初 稿)

人民鐵道出版社

鐵路工人技術學校教材

鋼 鉄 熱 處 理

(初 稿)

林 鼎 編 著

鐵道部機車車輛修理工廠管理局推荐

人 民 鐵 道 出 版 社

一九五七年・北京

本書是根据目前各機車車輛修理工厂修制機車車輛配件时的热处理实际操作方法，並結合淺近的热处理理論編写而成。主要闡述了鋼鐵热处理的基本知識、操作实例和热处理后的質量檢查及缺陷的补救方法。

本書除供作鐵路工人技术学校教材外，並可作为全国有关部門工人技术学校教学参考書及有关技术員和技工學習参考之用。

本書付印倉促未經出版社編輯加工，如發現錯誤之处希來函提出。

鋼 鐵 熱 處 理

林 鼎 編 著

人 民 鐵 道 出 版 社 出 版

(北京市霞公府17号)

北京市書刊出版業營業許可証出字第010号

新 華 書 店 發 行

常 州 印 刷 厂 排 版

(江苏省常州市戚墅堰)

人 民 鐵 道 出 版 社 印 刷 厂 印

(北京市建国門外七聖廟)

1957年9月第1版

1957年9月第1次印刷

印数 0001—2,376册

書号: 821 开本 $850 \times 1168 \frac{1}{2}$ 印張: 4 $\frac{1}{2}$ 插頁3 字数: 112千 定价 (10)0.85元

編輯大意

一、本書是根据铁路工人技术学校機車鉗工、車輛鉗工、机械鉗工、工具鉗工及鍛工各班的热处理課程的教学計劃，以淺近的理論結合目前各機車車輛修理工厂的實際操作方法而編寫的。

二、本書於節后多附有總結及復習題，指出課文的中心環節，便於教學与復習时参考。

三、講授第二章及第十章时，最好能备有簡明的掛圖及金相試片，以提高學習的兴趣，便於記憶。講授第三章至第九章时，最好能結合實習，在實習工場內一面操作，一面教學，如此能將理論知識，直接貫徹到实际工作中去。

四、目前各工厂內所具有的設備条件及所使用的鋼材材質，不尽相同，希望学者進厂实地操作时，尙应結合具体情况，灵活运用。

鋼 鉄 热 处 理

目 录

第一章 概 說	1
第1節 铁路機車車輛修理工厂中热处理的应用	1
第2節 热处理的定义与范围	2
第3節 关于热处理的历史知識	2
第二章 热处理原理	5
第4節 鋼的分类	5
第5節 碳鋼的結構	6
第6節 鉄碳平衡圖	13
第7節 鋼在冷却过程中的轉变	19
第8節 温度時間轉变曲線	22
第9節 回火后組織变化	25
第三章 热处理操作的基本知識	28
第10節 方式	28
第11節 选择热处理作業以前必先了解几个問題	30
第12節 加热	31
第13節 冷却	36
第四章 鍛鑄机件的退火与正常化作業	42
第14節 鑄件	42
第15節 鍛件	44
第16節 工具鋼制工具	46

第五章 彈簧的淬火、回火作業	49
第17節 疊板彈簧	49
第18節 螺旋彈簧	54
第19節 細鋼絲彈簧	59
第六章 普通工具的淬火、回火作業	63
第20節 鍛工工具——大錘	63
第21節 鍛模	64
第22節 風窩頭與鉚釘沖頭	67
第23節 量具	70
第七章 切削工具的淬火、回火作業	74
第24節 扁鏟	74
第25節 銼刀	76
第26節 螺絲板牙	80
第27節 沖頭	81
第28節 鉸刀	84
第29節 高速度鋼工具的热處理	87
第八章 機車車輛配件的热處理作業	93
第30節 銷子	93
第31節 月牙板	98
第32節 滑板	103
第33節 齒輪	107
第九章 刀具的焊接	112
第34節 高速度鋼刀具的焊接	112
第35節 高速度鋼刀具的熔着	116
第36節 硬質合金刀具的焊接	117
第十章 缺陷的檢查及預防和补救的方法	120
第37節 裂痕	120
第38節 變形	124
第39節 硬度不足或軟點	126
附 錄	129

1. 華氏攝氏溫度換算表·····	129
2. 硬度對照表·····	130
3. 鹽浴槽用的各種鹽類混合物的特性·····	133
4. 我國碳素工具鋼規範·····	135
5. 我國合金工具鋼規範·····	137
6. 我國高速度鋼規範·····	140
7. 我國彈簧鋼規範·····	141

第一章 概 說

第 1 節 鐵路機車車輛修理工廠 中热处理的应用

在鐵路工廠中，機車車輛與許多機器上的重要零件以及加工所用的工具與刀具等，在製造的過程當中，有的必須經過热处理，使這些產品的機械性能，能滿足工作需要和要求的。

热处理的方法，就是把工件加熱到一定的溫度，然後使它冷卻到普通的、正常的溫度。在冷卻的時候，有的工件需要很快的冷卻，有的工件需要緩慢的冷卻。

工件通過热处理以後，它的性質改變了，獲得了新的性能。如鋼件在淬火以後，變得更硬、更強韌和更耐用了；但是有的工件，通過热处理以後，反而降低它的硬度。至於在什麼情況下需要提高工件的硬度或者減低硬度，這就必須根據工件具體工作條件的要求來決定。

鋼鐵热处理在鐵路工廠中應用的範圍極其廣泛。如鉗工常用的鑿子，車工用的車刀，如果热处理得不好，在使用的時候，就容易變鈍、刃口卷邊，或容易崩裂等缺點，這樣就會降低生產效率。如機車車輛上所用的彈簧，热处理得不好，就會容易折斷，造成事故，影響機車車輛運行的安全。

因此，工廠中產品的質量和它的可靠性，與热处理的方法是否恰當有密切的關係。所以在工作中必須正確地掌握热处理的方法，才能提高工作效率，保證產品質量。也就是每一個热处理技工必須具備熱处理的知識與技能。

復 習 題

1. 鋼鐵熱處理的目的是什麼？
2. 熱處理技工為什麼要具備熱處理的知識與技能？

第 2 節 熱處理的定義與範圍

金屬或合金在固體狀態時，經過適當加熱與冷卻的操作過程，達到所要求的性能，稱為熱處理。經過熱處理後的金屬或合金，可以增加強度、韌性、或硬度，以適合機械或工具上的應用；也可以減低硬度，使容易切削加工；也可以使內部晶粒組織均勻，消除它的內應力。因此，熱處理是使工件材質獲得新性能的技術作業過程。

熱處理的特點，只限於加熱和冷卻的操作過程，它不改變工件的原來形狀。至於一般的加工（鑄造、鍛冶、冷壓加工等）就不在熱處理範圍以內。

第 3 節 關於熱處理的歷史知識

熱處理的知識，我們的祖先很早就運用過，早在二千年前，春秋戰國時代，吳國人干將就曾鑄鍊出優良武器——“干將”、“莫邪”兩把鋒利無比的寶劍。但是相沿下來，僅限於操作技術，對於金屬經過熱處理內部組織的變化，尚缺乏深入的研究。

在近八十年前，俄國工程師 Д. К. 契爾諾夫，開始奠定了熱處理這門科學的基礎。他在觀察鋼砲的淬火過程中，發覺有些鋼砲淬火後變得太脆；另一些卻沒有淬上火，性質很軟。契爾諾夫首先注意到淬火的質量，是由淬火時鋼內部的組織決定的，而鋼內部組織的形成，又和鋼在淬火前加熱的溫度有關係。他確定有這樣的溫度存在，當加熱低於這個溫度的時候，在任何條件下都不能淬硬。如果加熱高於這個溫度的時候，然後又很快的在水中冷卻，那末鋼就能淬上火而變得很硬。他注意到在這個溫度淬火

所得到的，質量還不是最好。如果加熱到稍高一些的温度，得出的質量就更好。但再加熱到一定的高温后，淬火的質量又會重新變坏。因此，他断定鋼的性質是決定於它的結構組織的，而鋼的組織只是在一定的温度下——臨界温度，才改變它內部組織。

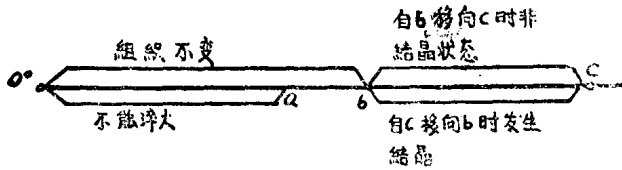


圖1. 鋼加熱時的臨界點（1868年）

由於他精心研究，獲得了這個偉大的發現。他在一八六八年即發現了鋼的熔化開始與終了時的臨界點。如圖1，a點是鋼在慢慢加熱或冷卻時內部組織的轉變點，b點為極限温度，c點為鋼的熔化終了點。他繼續研究鋼在加熱及冷卻過程中發生的情況，在一九一六年確定了如圖2所示的鐵碳合金平衡圖。從此金屬的熱處理從手工藝轉變成真正的科學。

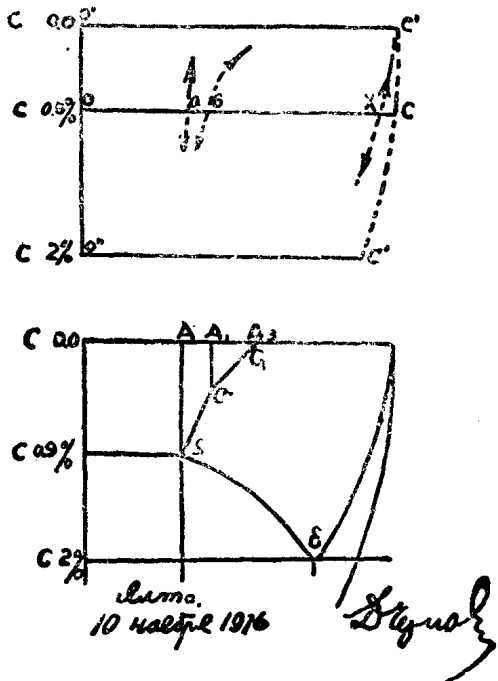


圖2. Д.К. 契爾諾夫於1916年所確定的鐵碳合金平衡圖

一八三一年俄國工程師П. П. 安諾索夫利

用顯微鏡來研究金屬的組織。是這一方法的首創者，他比英國索比应用这方法还早三十多年。

苏联不僅是世界上研究熱處理理論知識最早的國家，也是理論最正確的國家。如 c. c. 石捷因貝爾格，首先摒棄了美國人所提出的、當時被採用的奧氏體轉變的 S 圖形和法國學者坡爾傑文及柯爾文提出鋼的淬火圖。他測定出馬丁體轉變溫度和合金元素對於馬丁體轉變的影響，以及鋼中殘余奧氏體的問題。Г. Б. 庫爾德幽莫夫創立了淬火的新理論，解釋了馬丁體轉變的機構，以及所得轉變產物的本質。

在苏联共產黨與政府的深切關懷下，苏联科學家們辛勤地深入研究，使熱處理科學得到很大的發展和繼續不斷的改進。我國各鐵路工廠現在正在學習與推廣的火焰淬火法、浸浴淬火法、大斷面制件熱處理的快速加熱法等等，都是苏联關於熱處理方面的先進工作方法。

我國過去長期處在封建統治下，近百年來，更加上反動派的罪惡統治，科學技術受到嚴重的摧殘，因此勞動人民的經驗與技術，得不到總結、提高與發展。

解放後，中國共產黨領導我們大踏步走向社會主義社會，黨與政府並提出了在十二年時間內趕上世界先進科學與技術水平。因此，向苏联學習、向科學進軍已成為每一個熱愛祖國人民的實際行動。熱處理科學也在廣大的範圍得到不斷的研究與改進，所以，鐵路熱處理技工應很好的在實際工作中運用已學得的理論，注意積累工作中的經驗，加以總結提高，並不斷豐富我們的理論知識，使熱處理這門科學在實際工作中得到發展，用以推進我國整個社會主義建設的偉大事業。

復 習 題

1. 為什麼說苏联的鋼鐵熱處理技術是世界上最先進的？
2. 我們在工作中為什麼要注意積累熱處理的經驗，並不斷豐富理論知識？

第二章 热处理原理

第4節 鋼 的 分 类

鋼中主要的元素是鉄与碳。鋼中的含碳量,从0.01~1.7%。鋼的一切性質,主要由含碳量的多少來決定,鋼中含碳量越高,那末鋼就越強越硬。另一方面,由於含碳量的增高,鋼的可塑性也越低,並且它也變得越脆。

鋼熱處理的性能,也決定於含碳量的多少。如果鋼中含碳量太低,約低於0.35%時,那麼這種鋼實際上是不能夠淬硬的,也就是說在淬火的時候,鋼的強度和硬度差不多不變。普通說這種鋼淬不上火。如果鋼中含碳量很高,這種鋼在淬火的時候,可以顯著地改變它的性質,變得很硬。所以鋼的性質是決定於碳的含量。在鋼中除鉄以外,只含有碳這一種主要原素的,這一種鋼,叫做碳素鋼。

除碳素鋼以外,還有各種合金鋼,那是在鍊鋼的時候,在鋼中加入一種特殊的元素,如鉻、鎳、鎢、鈷、鉬、錳、矽等,這樣鍊出來的鋼,就叫合金鋼。合金鋼比普通碳素鋼具有更高的強度和韌性,並具有特殊的性質。在鍊鋼的時候,如加入大量的鉻,可以製成不銹鋼,這種鋼就具有不銹的特點。如加入大量的鎳,可以製成無磁性鋼,具有無磁性的特點。

鋼中除含有碳及合金元素以外,還含有矽、錳、硫、磷、氧等雜質。

矽和錳是在鍊鋼的時候,作為還原劑,用以去掉鋼中有害的雜質氧。普通含矽在0.4%以下,含錳在0.8%以下,這樣數量的矽和錳對鋼的性質差不多完全不發生影響,所以不能算是合金元

素。但当硫的含量超过0.4%、錳的含量超过0.8%时，那么就要算是合金元素了。

鋼中的氧、磷和硫，是鋼中有害的雜質。磷在普通溫度及低的溫度下，引起鋼的脆性；硫在高温的時候，增加鋼的脆性；氧能顯著地增高鋼的脆性。普通鋼中磷和硫的含量不許超过0.04%。

在鐵路工厂中，普通所用的鋼除碳鋼以外，还多採用合金鋼，如車刀、絲攻、鑽頭所用的高速工具鋼，彈簧所用的矽錳彈簧鋼等。

復 習 題

1. 鋼中主要元素是什么？它对鋼的性質有什么影响？
2. 什么叫合金鋼？
3. 鋼中含有那些雜質？对鋼的性質有那些影响？

第5节 碳鋼的結構

如果我們把任何一种鋼，取下一小塊，表面磨光，採用适当腐蝕剂，如2%的硝酸酒精，予以腐蝕。由於鋼內部組織中各晶粒受腐蝕性不同，腐蝕面各有深淺。因此表面对外来光線产生不同的反射，在显微鏡放大下面，显出黑白的区别。我們利用显微鏡来觀察鋼的内部組織，就可以知道鋼在熱處理前后的組織变化，並进一步掌握鋼的某一种内部組織，适合於某一种工作条件下所必需具有的性質。这种显微鏡下所指的金屬組織圖，叫金相圖。

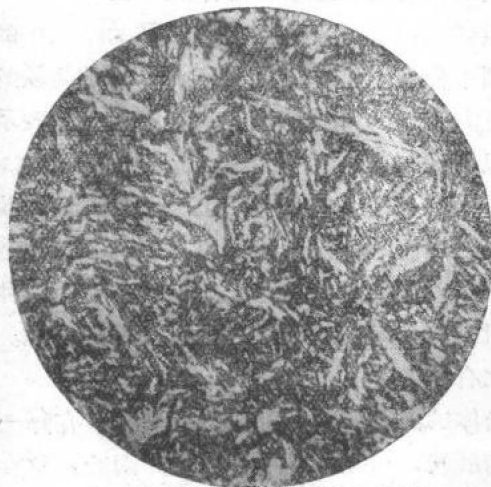
在显微鏡下觀察金屬的試片，可以看到是由很多的晶粒組成的，这就叫做金屬的結構。

任何物質都由原子構成的，在鋼的晶粒中，主要是由鐵原子与碳原子組成，另外还有其他雜質的原子，我們由鐵原子与碳原子在鋼中的分佈，来分析鋼的結構。

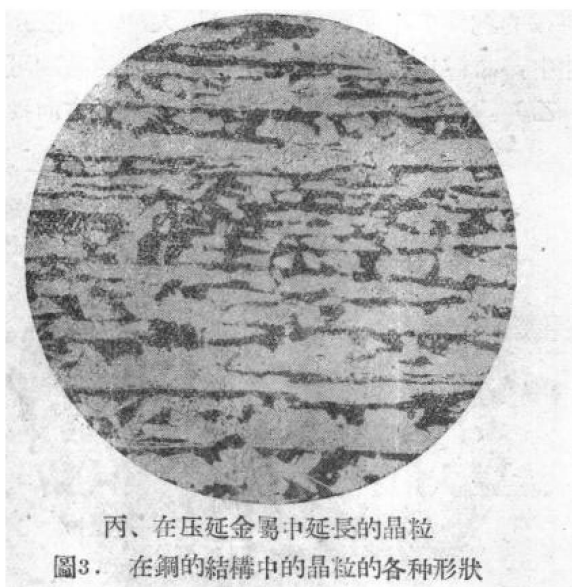
在鑄造的鋼件中，晶粒常常是很粗大的（圖 3，甲）。在鍛造的鋼件中，晶粒比較細得多，在热处理后的晶粒可以变得更細（圖 3，乙）。在压延过程中，晶粒順着压延方向延長，橫断面



甲、在鑄鋼中的粗晶粒



乙、經過热处理的鋼中的細晶粒



丙、在压延金屬中延長的晶粒
圖3. 在鋼的結構中的晶粒的各种形狀

同时被縮小（圖3，丙）。如果把压延过的金屬正常化热处理，那末伸長了的晶粒將轉变正常，即是正常組織。

在正常組織下，鉄原子和碳原子在鋼的晶粒中的分佈，可以从鋼的金相圖中分析出来。如圖4所表示的是純鉄的結構（普通含碳量不超过0.01%的叫做純鉄），如圖5中所表示的是低碳鋼的結構。可以看到兩種結構中的白色晶粒是相同的。这种白色晶粒是由鉄原子組成的純鉄体，科学上叫做純鉄体晶粒。在鋼的結構中，还有些暗黑色的晶粒，这是不是碳的晶粒呢？这是一种复杂的珠光体晶粒，这种复杂的珠光体晶粒，是由兩種类型数量很多的小晶体組成的，即純鉄体和一种滲碳体的晶粒。滲碳体是一种碳和鉄的化合物。

形成珠光体的純鉄体晶粒和滲碳体晶粒，在每一个珠光体晶粒中成薄片的形狀，相互交替地分佈着。因此，这样的珠光体，叫做片狀珠光体。

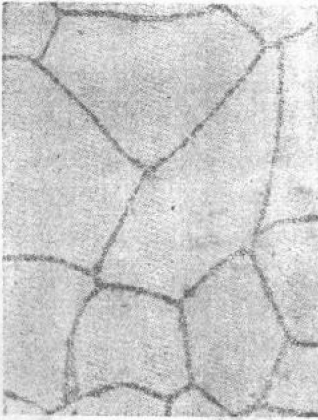


圖4. 純鐵結構 (放大300倍)

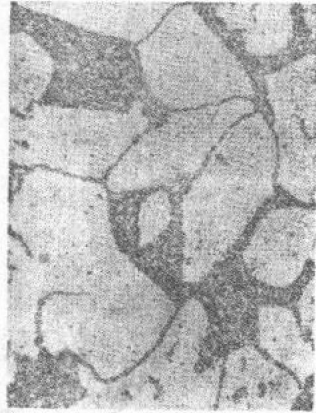
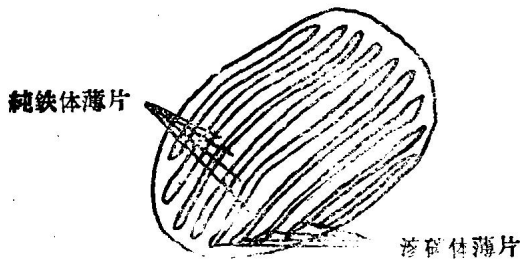
圖5. 低碳鋼的結構 (放大300倍)
(含碳量0.14—0.22%)

圖6. 珠光體晶粒的結晶示意圖

將一個珠光體的晶粒，用示意圖擴大來表示如圖6，可以看出，分佈在珠光體晶粒中的碳原子，在珠光體整個晶粒內不是均勻的，而是與鐵化合成碳化鐵存在在珠光體當中，這種碳化鐵的薄片存在在珠光體中的即是滲碳體。在圖4與圖5中的暗黑色晶粒就是珠光體晶粒。將這種晶粒再用顯微鏡擴大（圖7），就可清楚地看到珠光體內的片狀結構。

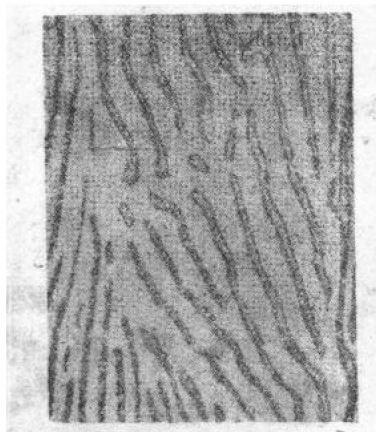


圖7. 珠光体晶粒放大2500倍的結構（灰色長的薄片是片狀滲碳体，而在滲碳体薄片之間發亮的空隙是純鉄体晶粒）

如圖8可以看到任何含碳低於0.8%的碳鋼的結構，都是由發亮的白色純鉄体晶粒和暗黑色的珠光体晶粒組成的。由圖中可以看出，在鋼中含碳量愈高，珠光体晶粒就越多，而純鉄体晶粒就越少。含碳低於0.8%的碳鋼，在科學上叫做亞共析鋼。

含碳0.8%的鋼的結構，只是由珠光体晶粒組成，如圖9所示。這種鋼叫做共析鋼。

含碳量在0.8%以上的鋼，在科學上叫做過共析鋼。它的結構與亞共析鋼稍有不同（圖10）。這些鋼的結構中，滲碳体晶粒代替了珠光体晶粒，它是由暗黑色的珠光体為底和分佈其中的少量白色呈網狀的滲碳体晶粒組成的。