

科學圖書大庫

鋼 造 製 械 機

譯者 樓景湖

徐氏基金會出版

科學圖書大庫

鋼 造 製 械 機

譯者 樓景湖



A0208092

徐氏基金會出版

譯 序

本書爲德國工程師學會 (VDI)，所編工程手冊中之單行本。作者季斯拉 (Kiessler) 出身阿亨工業大學鋼鐵系，以鋼板之製造一文獲得博士學位。服務德國高級鋼公司 (Deutsche Edelstahlwerke A.G.)，從事高溫材料之研究，長達四十年之久。融合其學識與工作經驗撰成本書，堪稱一大佳作。

本書以非常通俗之文字，敘述鋼中所含之合金元素，熱處理以及用途等。使讀者一目了然。材料對於機械製造工作人員而言，爲一種基本之知識。其中尤以對設計工程師爲甚。本書翻譯期間，雖曾全力以赴，錯誤之處在所難免，尙希讀者進而教之，幸甚幸甚。

譯者謹識於台北

財團
法人

徐氏基金會

科學圖書大庫

版權所有



不許翻印

中華民國七十五年五月二十三日初版

機械製造鋼

基本定價 1.40

譯者 樓景湖 前文化大學機械系主任

本書如發現裝訂錯誤或缺頁情形時，敬請「刷掛」寄回調換。 謝謝惠顧

局版臺業字第3033號

出版者 財團法人 徐氏基金會 臺北市郵政信箱13-306號
郵政劃撥帳戶第00157952號 電話：3615795~8

發行人 呂 幻 非

承印廠 大原彩色印製有限公司

目 錄

譯 序	I
一、選擇鋼材之基本原則	1
二、概 念	2
2.1 鋼與鐵材	2
2.2 碳鋼與合金鋼	2
三、鋼性能之影響	4
3.1 化學成分之影響	4
3.1.1 碳	4
3.1.2 矽	5
3.1.3 錳	5
3.1.4 磷	5
3.1.5 硫	5
3.1.6 鉻	6
3.1.7 鉬	6
3.1.8 鎳	6

3.1.9	釧	7
3.2	熱處理之影響	7
3.2.1	退火	8
3.2.2	硬化	11
3.2.3	回火	11
3.2.4	強韌化	12
3.2.5	時效硬化	12
3.2.6	表面加碳硬化	13
3.2.7	氮化	14
3.2.8	火焰與感應硬化	14
3.2.9	有關熱處理之專門名詞	15
四	鋼之性能與試驗	17
4.1	硬度	17
4.1.1	布氏硬度試驗	17
4.1.2	維克氏硬度試驗	18
4.1.3	洛氏硬度試驗	18
4.1.4	各種硬度對照表	18
4.2	強度與韌度	18
4.3	衝擊強度	20
4.4	耐時強度	21
4.5	持久振動強度	22
4.6	硬化	25
4.7	純度	26
4.8	物理性能	26
4.9	熔接性能	27

4.10 切削性能	28
五、機械製造鋼簡介	29
5.1 製 法	29
5.2 冶煉與分析	30
5.3 交貨狀態	30
5.4 標準尺度	32
5.5 表面品質	32
5.6 冷剪性能	33
5.7 鋼之命名	33
5.7.1 簡短名稱	33
5.7.2 材料之編號	34
5.7.3 處理狀態之編號	36
5.8 機械製造鋼分類	36
六、機械製造鋼	37
6.1 鋼之性能確定用途	37
6.1.1 熱處理	37
6.1.2 表面加碳鋼之處理	67
6.2 鋼之加工性能	75
6.2.1 快速加工鋼	75
6.2.2 冷搗與冷流壓之鋼	80
七、結 論	85

一、選擇鋼材之基本原則

目前之鋼種雖多，但可以照最簡單之基本原則，來選擇其合於用途之鋼種。以用途可以作為選擇鋼種之依據。如熔接材料之負荷與其加工種類然。一切應以滿足用途與加工為首要之條件，至於經濟價值與其性能尚在其次。設計工程師除對構件之安全以外，尚須對鋼應作充分之利用。大致以機械負荷為考慮之基礎。故選擇鋼材應以機械性能為出發點。亦就是負荷之種類，例如靜力、振動、打擊等，而非負荷之高低。例如受到打擊之負荷，應選擇能耐打擊之鋼材。有若干構件是容易受到磨損則應選擇表面硬化，藉以提高其耐磨阻力之鋼材。

構件之形狀甚為重要，例如遇到過渡之橫斷面，此即由粗大之直徑過渡到較細之直徑然。另一例為溝形之機件。此種構件所能承受最高之應力應特別予以注意。同時亦會影響到製造與品質等。如係凹形之機件，其表面尤應光滑。此外尚須留意其工作之溫度問題。遇到此種情形，可以選用能耐高冷而強韌之鋼材或能耐熱強度之鋼材為宜。

加工之種類，與其所選擇之鋼材，亦有重大之關係。例如用於熔接之鋼材，一方面需要合於熔接之條件，在另一方面則照工作之情形，或多或少注意鋼材之脆性問題。除此之外，構件是作切削之加工，或作非切削之冷製然。最後為鋼之價格。以此觀點即可選用合金鋼、低合金鋼或碳鋼。

照以上之指示，其中以負荷與其影響為最重要。至於鋼材之價格，可以影響到各種不同之品質。

二、概 念

2.1 鋼與鐵材

早年各國對於鋼與鐵之區別，凡是經過硬化處理以後，可以增加硬度者稱為鋼，而鐵則不能硬化，亦不能增加其硬度。現對於鋼與鐵之區別，另有一種解釋，凡是加熱可以改變其形狀者稱為鋼，而鐵則否。除鑄鐵以外，祇有若干種鉻合金鋼之碳量可以高達 2 %。至於一般常用之型鋼與鋼板，其成分大致如表 1 所示者。

以前鐵材中鐵約在 50 % 以上。而現在之鐵材，其鐵之重量多於其他每一種元素。例如有一種材料，鈷為 20 %，鉻為 21 %，鎳為 8 %，而鐵則為 31 %。

2.2 碳鋼與合金鋼

碳鋼是一種無合金成分之鐵碳合金。但在實際上，碳鋼中除碳以外，依然有若干小量之矽、錳、磷以及硫之成分。而後兩者為不希望存在之元素而以愈低愈佳。茲為達到某種程度之性能起見，如螺旋鋼為改進切削加工與表面之品質，可以含有適量之硫。碳鋼在冶煉之過程中，應加入小量之矽與錳。表 1 為碳鋼中合金量之極限。如超過此種極限即成為合金鋼。St52 為一種錳基礎鋼。凡是鋼中之錳超過 0.8 %，即可稱為合金鋼。

表 1 碳鋼中最高量之合金元素

合 金 元 素	分析後之下極限為%
鋁 Al	0.10
鉛 Pb	0.40
硼 B	0.0008
鉻 Cr	0.30
鈷 CO	0.10
銅 Cu	0.40
錳 Mn	1.60
鉬 Mo	0.08
鎳 Ni	0.30
鈮 Nb	0.05
矽 Si	0.50
鈦 Ti	0.05
釩 V	0.10
鎢 W	0.10
其他元素為碳、磷、硫、氫、氧等	

三、鋼性能之影響

吾人選擇一種合於用途之鋼，首先對其性能應有一種明確之認識，可以影響到鋼性能有兩大因素，其一為化學成分，其二為熱處理之種類。同時應知並非所有之鋼需要熱處理，例如型鋼、鋼條等，在熱軋或熱鍛以後即可交貨應用。

3.1 化學成分之影響

關於機械製造鋼之化學成分，除碳以外，尚有下列各種合金之元素。

3.1.1. 碳

碳在鋼中之作用是，可以增加其拉斷強度與降伏點。以含碳 0.1 % 之鋼而言，祇需熱軋並不需要熱處理，其拉斷強度約為 90 牛頓 / 公厘²，其降伏點約在 40 到 50 牛頓 / 公厘² 之間。但其拉斷應變與 V 形打擊均將下降。拉斷強度與拉斷應變之積是大致相等。其中尤以含碳較高之鋼為甚。此可以藉熱處理而增加其強度。碳量愈高而愈容易使其硬化。但硬化亦與其他合金元素有密切之關係。

鋼中碳量可以影響到熔接之性能。如無特殊之措施，其熔接鋼之碳量是不宜超過 0.25 %。至於壓力熔接與切削均因碳量增加而下降。

3.1.2. 矽

矽之所以能用於製鋼，其主要之用途是在於去氧。但矽量至少應到 0.15 %，始能達到去氧之目的。如增加鋼中之矽，可以提高其適度之拉斷強度。如鋼中含有 1 % 之矽，再經過熱處理，其拉斷強度可以達到 100 牛頓 / 公厘²。如鋼中含有 0.5 % 之矽，經過熱處理以後，其降伏點亦可隨之而增加。在彈簧鋼中可以含有較多之矽。但矽到 0.7 % 則不能用於電阻熔接以及光弧之熔接。

在彈簧鋼中以含矽較多，故應注意其脫碳之危險。

3.1.3. 錳

鋼中含有 1 % 之錳，在未經過熱處理，其拉斷強度與降伏點可以達到 100 牛頓 / 公厘²。但此種鋼之拉斷應變則有賴於足夠之碳量。在強韌鋼中所含之錳約為 1 %。

錳質強韌鋼之碳量到 0.4 %，已有助於拉斷強度，降伏點、截痕打擊之提高。錳鋼容易發生退火之脆性。故錳鋼之退火應加速其冷卻。大件之錳鋼或尺度複雜之件，可能發生意外，錳鋼在長時高溫中，可能導致一種粗大之結晶粒。另外一種可能為過熱之敏感性。

3.1.4. 磷

鋼中有磷之成分，對於韌度頗有影響。退火脆性以及熱脆性。但亦可以藉此改進其加工時之切削性。

3.1.5. 硫

鋼中如有硫之成分，大致結成一種錳硫化物 (Mangansulfid)。故高硫與錳可以互相配合。硫在鋼中，亦有助於改進加工之切削性。故

強韌鋼中之硫，大致在 0.15 到 0.40 % 之間。硫雖稍高，但不會影響其機械性能。

3.1.6. 鉻

未經過熱處理之鉻鋼，其對機械性能之影響並不大。在鉻合金鋼中，如含有 3 % 之鉻，再經過熱處理，可以大大改進其硬度與韌度。鉻合金是非常合於強韌鋼之用途。此種鋼如再加上 0.8 % 之錳，可能導致發生脆性。但因鉬合金而使其改觀。前一個時期，鉻鎳合金鋼曾大大用於強韌以及表面加碳鋼之製煉。而今已為含錳 1.4 % 之鋼所取代。凡是含鉻 0.7 % 之鋼，再用適度之加碳劑，可以增加其邊層之碳量。鉻可以改進鋼之強度與耐屑之能力。鉻超過 12 % 即成為不銹鋼。

3.1.7. 鉬

鉬在鋼中有多種之用途。現已成為改進其性能不可缺乏之元素。鉻錳鋼中，祇要有 0.15 % 之鉬，即可改進其退火之脆性。如含有 0.5 % 之鉬，可以改進強韌鋼之硬度。並能增進其耐退火之能力。鉬合金之性能是非常合於製造強韌構件之用途。在正常退火時，亦有高度之耐退火能力。同時在退火溫度應徐徐予以冷卻。此外不會發生退火之應力。

用於表面加碳之鉬鋼，即使超過其碳量，亦可以改進其邊層與核心部份之硬度。鉬質表面加碳鋼亦可以含有稍許之鉻合金。並可以作直接之硬化。以簡便而直接之硬化，可以代替其雙重之硬化。鉬鋼可以增加其長時間之耐熱強度。故此種鋼極合於製造鍋爐之用途。

3.1.8. 鎳

鋼中含有鎳之成分，可以大大增加其韌度，其中尤以低溫中工作為甚。在另一方面可以提高其強度。純鎳鋼可以作為冷韌鋼之用途。大部

份之鎳鋼，其中尚有鉻與鉬之合金成分。目前之強韌鋼，仍含有約 2 % 之鎳。

以鎳與氧氣無親和力，故不會起氧化之作用。在另一方面則不會在縱向發生變形。不論縱橫向所作之試驗與其韌度，鎳鋼可以作為鍛造大件之用途。鋼中有鎳之成分，不容易發生退火之脆性，此外鎳可以吸收氫，故鎳鋼可以製造大尺度之機件。同時其內部不會有裂縫之存在。

3.1.9. 釩

鋼中之釩，可以增加其強度與耐熱以及退火等之能力。在另一方面則為降低其過熱之敏感性。

3.2 熱處理之影響

現在所論者是以鐵碳狀態圖與鐵碳合熱處理為基礎。至於鋼之性能與熱處理無多大關係者即從略。而現在祇討論各種熱處理之方法而已。

凡此均係根據德國標準之規定而來。

在 3.1 節之中，有關之合金元素，可以使鋼之性能發生變化，並選擇一種最佳之熱處理方法，而使鋼能成為最佳之品質，作一大體說明。吾人利用熱處理之方法，可以達到下列兩大目的：

1. 可以節省合金元素。
2. 用最佳之熱處理方法，可以充分發揮鋼中合金之效果。

一種所需要之熱處理：

1. 改進機械與工藝之性能，使其能成為最合用之性能（如正常回火、硬化、強韌化等）。
2. 鋼表面性能，例如改進耐耗損、抵抗摩擦（採用表面加碳硬化、氮硬化、火焰化或感應硬化等）。
3. 使鋼成為軟化，藉以減輕切削或冷變形之困難。

4. 利用鬆解應力回火，冷熱變形或鋼件熔接後，可以降低其內部之應力。

3.2.1. 退火

通常是將溫度加諸於工作物，並保持其一定之溫度，以後應作徐徐之冷卻稱為退火（Glühen）。

3.2.1.1. 軟退火

所謂軟退火者，以退火之溫度，在變態點 A_1 之範圍以內，隨後作徐徐之冷卻，藉以達到減少應力而合於用途之目的。圖 1 為通常未註明其形態，而可以保證已成為最高之硬度。

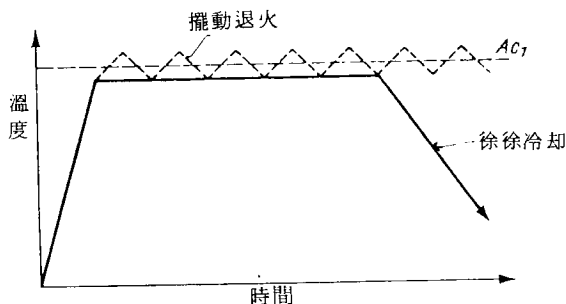


圖 1 軟退火之溫度—時間

3.2.1.2. 球形雪明碳體退火

在若干情形之下，例如經過冷變形之後，以其硬度過高，故需降到合用之程度。在另一方面則退火後之形態，亦應合於規定。如果遇到此種情形，可以作一次球形雪明碳體之退火。此種工作之程序，其退火之

溫度，應長時間保持在 A_1 之範圍以內。用 A_1 上下擺動之溫度亦可。最後為徐徐之冷卻。如此可以達到球形雪明碳體之形態。圖 2 為一種最高碳量之軸承鋼，其退火後之形態。凡是碳量愈低之鋼，其碳量則不需要作全部之球形化。



圖 2 含碳約 0.9% 之碳鋼，為一種球形雪明碳體形態，腐蝕之材料、酒精、苦味酸 $(O_2N)_3 \cdot C_6H_2 \cdot OH_2$

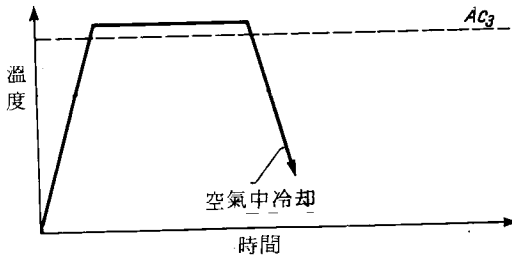


圖 3 正常退火之溫度與時間

如用 Ac_3 之溫度來熱處理，可以用一種較短之退火時間甚為有益。

3.2.1.3. 正常退火

加熱稍為高於 Ac_3 之溫度稱為正常退火 (Normalglühen) 以過共晶鋼而言，其碳量略高於 0.9 %，可用 Ac_1 以上之溫度，隨後將鋼置於空氣中而予以冷卻。此種冷卻之時間長於突然冷卻。但快於爐中所作之冷卻。圖 3 為通常所採用之熱處理，其形態為一種平均細粒之波來體。在空氣中冷卻可以使鋼成為中間形態或麻田散體。

退火之溫度過高或時間過久，其鋼之結晶粒成為粗大，可用再度之正常退火而消失。鋼之結晶粒如已燒壞，磨後始能確定。以再度之正常退火作為補救。工作物燒壞則成為廢品。

3.2.1.4. 其他退火方法

鋼經過粗粒退火 (Grobkernglühen) 以後，其結果必然成為一種粗大之結晶粒。藉此亦可以加速切削之工作。其粗粒退火之溫度應在變態點 Ac_3 以上，隨後為冷卻。加工過程中所切下來之屑為短而帶脆性。工作物經過切削以後，應以正常退火或作強韌之處理。使其形態成為細化，可以獲得較好之機械性能。對於光面退火 (Blankglühen) 為一種輕微氧化之退火。以使材料有一種光滑之表面。

降低應力退火 (Spannungsarmglühen) 為一種用高溫度之退火。將鋼加熱到回火溫度 (Anlasstemperatur) 稍下時，隨後徐徐予以冷卻。如此可以降低內部之應力，但其性能不會有重大之改變。加熱或冷卻後可能發生變形。熔接、冷變形、彎曲，其中尤硬化最容易導致內部之應力，故作一次降低應力之退火甚為重要。