

中等專業學校教學用書

金屬學與熱處理基礎

下 冊

阿羅諾維奇、拉赫金著



機械工業出版社

業學校教學用書



金屬學與熱處理基礎

下 冊

吳 兵 譯

蘇聯黑色冶金工業部教育司
審定為中等專業學校教科書

江苏工业学院图书馆
藏书章

機械工業出版社

1955

出版者的話

本書原書經蘇聯黑色冶金工業部教育司審定為中等專業學校教科書。書中敘述了鋼、生鐵、有色金屬和合金的結構、性能，以及使用的基本知識，研究了熱處理和化學熱處理的理論和實際問題。

本書分上下兩冊出版。上冊包括：金屬的結晶構造，平衡圖，鋼的熱處理理論基礎、種類和化學熱處理。下冊（本書）包括：碳鋼、合金鋼、鑄鐵、鋼及銅合金、鉛及鉛合金、鎂及鎂合金、抗摩合金及鋁料。

本書為中等專業學校教材，也用作為機器製造工廠和冶金工廠的工長、技術員和工程師的參考書。

蘇聯 М. С. Аронович, Ю. М. Лахтин 著 ‘Основы металловедения и термической обработки’ (Металлургиздат 1952 年第一版)

* * *

書號 0820

1955 年 6 月第一版 1955 年 6 月第一版第一次印刷

787×1092 $\frac{1}{18}$ 字數 126 千字 印張 6 0,001— 5,100 冊

機械工業出版社(北京盛甲廠 17 號)出版

機械工業出版社印刷廠印刷 新華書店發行

北京市書刊出版業營業許可證出字第 008 號

定價(8) 0.88 元

目 次

第七章 碳素鋼	145
1 碳素鋼的一般特性	145
2 雜質對鋼的性能的影響	146
3 一般用途的碳素鋼(普通質量碳素鋼)	149
4 優質碳素結構鋼	151
5 碳素工具鋼	153
6 型鑄用的碳素鋼	156
第八章 合金鋼	158
1 概論	158
2 合金元素對鐵的同素異晶轉變的影響	158
3 合金元素與碳的結合	160
4 合金元素對熱處理的影響	161
5 合金元素對鋼的性能的影響	165
6 合金鋼的分類和標號	170
7 合金建築鋼	173
8 合金結構鋼	175
9 滾珠軸承鋼	186
10 合金結構鋼的疵病	187
11 自動車床鋼	187
12 合金工具鋼	188
13 高速鋼	191
14 硬質合金	194
15 高錳耐磨鋼	195
16 耐蝕鋼(不銹鋼和耐酸鋼)	195
17 耐氧化鋼和耐熱鋼	197
18 磁性鋼和合金	199
19 膨脹係數不變的合金	201
第九章 鑄鐵	202
1 概論, 石墨化過程	202
2 灰口鐵	205
3 孕育鑄鐵	206
4 高强度的球墨鑄鐵	207
5 灰口鐵的熱處理	208
6 鑄鐵的膨脹	208
7 可鍛鑄鐵	209
8 白口鐵	211
9 合金鑄鐵	212

第十章 銅和銅的合金	214
1 銅	214
2 黃銅	216
3 青銅	219
第十一章 鋁和鋁的合金	224
1 鋁	224
2 鋁合金的分類	225
3 用熱處理方法不能強化的變形鋁合金	225
4 用熱處理方法可以強化的變形鋁合金	226
5 高強度的鋁合金	231
6 用於鍛和衝的鋁合金	231
7 用於鑄造的鋁合金	232
第十二章 鎂和鎂的合金	236
1 鎂	236
2 鎂的合金	236
第十三章 抗磨合金和鋅料	238
1 巴氏合金	238
2 鋅料	240
參考文獻	242
中俄名詞對照表	246

第七章 碳素鋼

1 碳素鋼的一般特性

碳素鋼是機器製造業中，而特別是建築工業中，最價廉、最易得的材料。近年來在碳素鋼的冶煉和熱處理操作方面的很多改進，保證了碳素鋼的廣泛應用。

按照用途，碳素鋼可以分為兩類：

- 1) 結構鋼。結構鋼用來製造機器零件以及建築結構和構築物的構件。
- 2) 工具鋼。工具鋼用來製造刀具、量具及衝壓工具。

結構鋼分為：a) 建築鋼；б) 機器鋼。建築鋼用來製造建築結構和構築物的構件；機器鋼用來製造機器和機構的零件。

根據含碳量，鋼分為三類：

- 1) 低碳鋼——低於 0.25% C；
- 2) 中碳鋼——0.25~0.7% C；
- 3) 高碳鋼——0.7~1.4% C。

低碳鋼僅用於結構鋼（主要是建築鋼）。低碳鋼的強度極限較低，塑性大，鉚接性能好。需要用鉚接、衝壓、彎曲、壓扁、摺邊及其他類似的操作來加工的零件和結構，都是用低碳鋼製造的。需要進行滲碳和氰化的零件也普遍用低碳鋼來製造。例如汽車和拖拉機的發動機，就有許多零件是用低碳鋼製造的。

中碳鋼主要是機器鋼。

中碳鋼具有較高的強度極限和較劣的工藝性能——可鉚性和塑性都較低（與低碳鋼相比較），但切削加工性能較好。中碳鋼可以淬火（在水中或油中）和回火，也就是說，可以調質。

在機器製造業中，中碳鋼所製的條鋼和鍛件普遍用來製造螺栓、螺釘、螺帽、墊圈以及製造像凸輪軸，曲柄軸，汽車和拖拉機的前軸這一類的零件。

高碳鋼一般都是工具鋼，祇有在含碳量低於 0.75% 時用作機器鋼，但應用範圍有限。

高碳鋼經淬火或冷硬後具有高的強度極限、屈伏點和硬度，並且具有良好的切削加工性能。高碳鋼的帶鋼和線材普遍用來製造鋼板彈簧、螺旋彈簧和鋼繩。

碳和其他雜質含量都極少的鋼（即所謂工業純鐵）在一定程度上可以說它是一種具特殊物理性質的鋼（見第 195 頁）。工業純鐵在普通溫度下具有高的塑性，可以進行軋製、拉絲或壓扁，製成極薄的板、線和帶。此外，工業純鐵由於成分較純，所以耐蝕性要比一般低碳鋼高。

工業純鐵的化學成分如下（不超過）：0.04% C, 0.2% Mn, 0.2% Si, 0.03% S,

0.025% P, 0.15% Cu。在電工和電氣儀表製造中有些地方是需要用工業純鐵的。

根據質量，碳素鋼分為三類：

- 1) 普通質量鋼；
- 2) 優質鋼；
- 3) 高級優質鋼。

鋼的質量就是鋼的各種性能的總和，這些性能決定於鋼的冶金性質，即鋼的純度、堅密度和構造。

鋼的純度主要決定於其中硫、磷、氧以及非金屬夾雜物的含量。非金屬夾雜物是冶金反應生成物以及爐渣和耐火材料在鋼的冶煉和澆鑄過程中混雜到鋼裏去的粒子。

如果鋼愈純淨，愈緻密，鋼內的偏析愈小，則鋼的機械性能、物理性質和工藝性能也就愈好，其中主要是屈伏點、彈性極限、衝擊韌性、疲勞極限、銲接性及耐蝕性。

普通質量鋼的質量能適合一般大批冶煉和澆鑄的標準。這種鋼所允許的硫磷含量最高，而技術條件要求規定了這種鋼或是保證機械性能（一般由拉力試驗決定）或是保證化學成分。普通質量鋼可用鹼性平爐或用轉爐來冶煉，其中低碳鋼（0.15%C以下）一般都煉成沸騰鋼（即不用矽脫氧的鋼）。

優質鋼的硫、磷含量比普通質量鋼稍低，但它們之間的主要差別是在於優質鋼必須同時保證一定的機械性能和一定的化學成分。

優質鋼應在平爐裏冶煉。在轉爐裏煉優質鋼根據標準是不許可的。有些優質鋼用電爐來冶煉。低碳優質鋼只是在有限的範圍內煉成沸騰鋼。

高級優質鋼的特點就是純度高，硫磷的允許含量比優質鋼還要低。碳素高級優質鋼只用於某些牌號的工具鋼。因此在研究碳素結構鋼時我們只談普通質量鋼和優質鋼。

2 雜質對鋼的性能的影響

碳素鋼除了主要的元素——碳而外，還含有許多不可避免的雜質，這些雜質有的來自所加的冶煉材料，有的來自燃料和耐火材料。有用雜質的含量規定有一定的合理範圍，而有害雜質的含量則恆限制在某一最大值以內。如果超過這一最大值，鋼就成為不合格鋼或者報廢。

現在來研究一下各種元素對鋼的性能的影響。這裏應當注意一點，元素對碳素鋼的影響和對合金鋼的影響大致是一樣的。

碳 碳是對鋼的性能起決定作用的主要元素。圖 183 所示為退火碳素鋼中碳對機械性能（強度、硬度、塑性、衝擊韌性）的影響。

碳能在極大的程度上改變鋼的性能：含碳量增高，強度和硬度也隨之增高，而展性及衝擊韌性則降低。

鋼中增加含碳量可以增高鋼的機械性能的原因可綜述如下：

任何一種碳素鋼都是由純鐵體和滲碳體所組成。而且鋼中碳愈多，則滲碳體的粒子也愈多，這些滲碳體粒子阻塞滑動面，從而使強度增高，而展性降低。

錳 鋼中通常都有錳存在。錳是作為脫氧劑和脫硫劑而加進鋼內去的。錳使鋼的強度和硬度稍有提高，而使退火鋼和正火鋼的塑性降低。高碳工具鋼的可硬性隨含錳量的增高而加大。

含錳在 0.8~0.9% 之間的鋼當在空氣中冷卻時很顯然的在鋼中有索氏體或索氏體型的珠光體形成。所以這種鋼在正火後要比在退火後硬得多。錳在碳素鋼中的含量一般不超過 0.6~0.8%。

矽 矽通常是作為一種強烈的脫氧劑和除氣劑而加入到鋼中去的。矽使鋼的強度、硬度和彈性有某種程度的提高。矽在碳素鋼中的含量不超過 0.4%。沸騰鋼的含矽量極低——由微痕至 0.1%。

磷 磷是由磷石帶進鋼中的有害雜質。當鋼的含磷量超過 1.2% 時，鋼的結構中就有磷化鐵 Fe_3P 出現。如果含磷量小於此數，則磷與 α -鐵和 γ -鐵組成固溶體（圖 184）。溶於純鐵體中的磷能使純鐵體的硬度、強度和脆性增高（圖 185）。含磷量高的鋼具有冷脆性，也就是說，在低溫下具有脆性。磷在鋼中的偏析很劇烈，會形成富

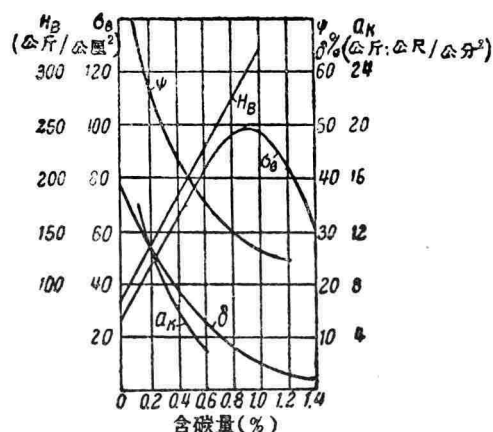


圖 183 碳對鋼的機械性能的影響。

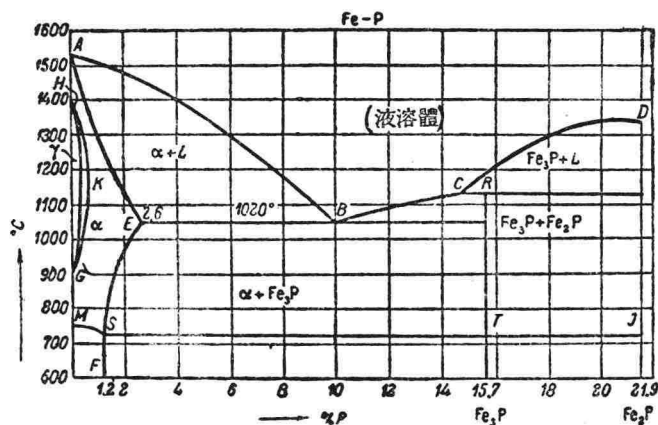


圖 184 Fe—P 平衡圖。

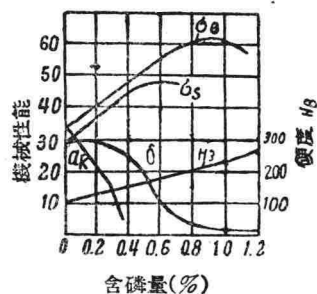


圖 185 磷對鋼的機械性能的影響。

磷的區域，這樣就使得磷的有害影響更為加深。鋼的含碳量愈高，脫氧愈不完全，則磷的有害影響愈大。

應當指出，含磷量高的低碳建築鋼近年來已經得到發展（含磷量達 0.15~0.20%）。在這一類鋼中磷對鋼的性能所起的一切有利影響都已加以利用，而有害方面則用很好脫氧的方法及添加專門合金元素——鎳、鉻、矽、銅的方法來予以消除。

磷能增高鋼的強度，提高鋼的屈伏點以及屈伏點對強度極限（未經熱處理以前的）的比值，同時並不降低鋼的銲接性能。

優質鋼及高級優質鋼的含磷量不應超過 0.03~0.04%。

硫 硫是由冶金燃料帶進鋼中去的有害雜質。

硫能使鋼產生熱脆性，即鋼在熱壓力加工時產生裂縫和裂紋的傾向性。如果硫在鋼內是以硫化鐵 FeS 的狀態存在，則它與鐵組成易熔共晶體 Fe—FeS（熔點為 985°C），分佈在鋼的晶粒邊界上（圖 186 及圖 187）。鋼中如有其他雜質（例如氧），則共晶體的熔點比 985°C 還要低。鍛和軋通常是在 1000~1200°C 的溫度下進行的。所以在軋、鍛的時候共晶體熔化，鋼晶粒之間的聯結就被削弱，因而就產生一種現象，叫做熱脆。

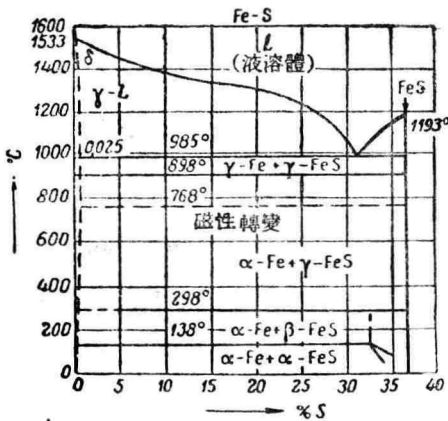


圖 186 Fe—S 平衡圖。

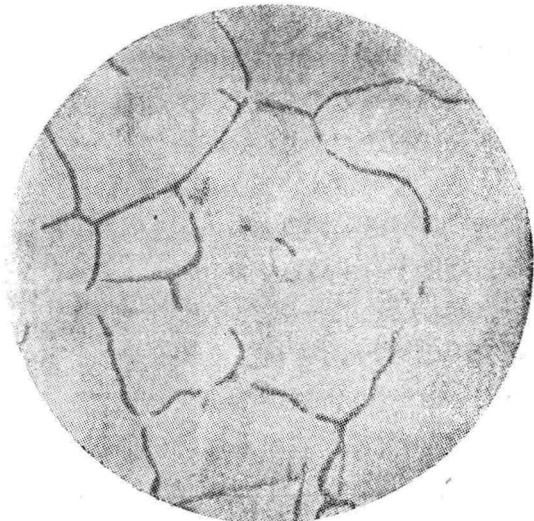


圖 187 共晶體 Fe—FeS 沿着鐵的晶粒邊界析出。

如果鋼內有錳，則發生下列反應：



在硫化鐵和硫化錳所組成的系中（圖 188），產生較難熔的共晶體或固溶體。應當指出，在現代的軋、鍛操作方法中熱脆現象很少發生。這是因為鋼中所存在的不是 FeS，而是 MnS。然而硫即使是以 MnS 的狀態存在，它對鋼的性能仍然是有害的。

高的含硫量能降低鋼的機械性能，特別是疲勞極限、塑性和耐磨性。此外，硫能降低鋼的耐蝕性並對鋼的銲接性能發生不良影響。因此作銲接結構用的鋼含硫量應降至最低。對於在活性介質中使用的重要銲接結構（如蒸汽鍋爐等）這一要求更是重要。硫也像磷一樣，偏析很劇烈，因而對鋼的性能的有害影響更為加深。硫在優質鋼中的含量不得超過

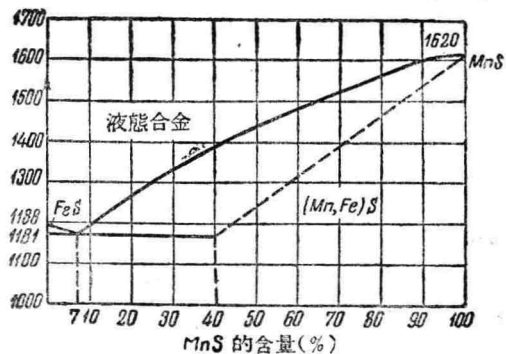


圖 188 FeS—MnS 平衡圖。

0.03~0.04%，而在普通質量鋼中不得超過 0.055~0.07%。

氧 氧也是有害雜質。它一部分溶解在鋼內，但主要還是以氧化夾雜物和矽酸夾雜物 (FeO , SiO_2) 存在於鋼中。氧降低鋼的機械性能，特別是疲勞極限和衝擊韌性。氧使鋼的熱變形能力降低，因為它使鋼在熱變形時產生裂縫和裂紋。

氮 氮是在冶煉過程中進入鋼內的有害雜質。貝塞麥鋼和托馬斯鋼含有較高的氮 (達 0.02%)，這是這一類鋼的特點。平爐鋼的含氮量一般較低——0.003~0.008%。氮可以進入固溶體或組成氮化物，增高鋼的脆性和硬度。

在碳素鋼的技術條件中規定有五種主要元素的含量，即：碳、錳、矽、磷、硫。大多數的碳素鋼標準除上述五種元素外，還規定有鎳和鉻的最高允許含量。鎳和鉻是鋼在熔煉時由鋼屑帶進去的。碳素鋼中不希望含有鉻和鎳。碳素鋼應具備一定的機械性能和工藝性能，而鉻和鎳則可能使這些性能往不良的方向變動。例如說，碳素鋼中如含有較高的鎳和鉻，就使鋼的冷衝性能降低，而冷衝性能正是鋼的一個極為重要的工藝性能。

3 一般用途的碳素鋼 (普通質量碳素鋼)

普通質量碳素鋼的技術條件規定在 ГОСТ 380-50 中。

根據 ГОСТ 380-50 的規定，一般用途的碳素鋼分為 A 和 B 兩類。A 類鋼規定機械性能 (表 8)；B 類鋼規定化學成分 (表 9)。

每一類中都有七個主要的鋼號 (由 Ст. 1 至 Ст. 7) 和一個號外鋼 (Ст. 0)。每類鋼的標號原則是：鋼號愈大，則鋼的含碳量就愈高，鋼的強度和硬度就愈大。

A 類鋼 A 類鋼所保證的是發貨時鋼的性能。使用這一類鋼不得進行熱處理或其他任何能使鋼的機械性能引起重大變化的處理。

A 類鋼的化學成分一般不能成為報廢的理由，但有些個別情況是例外，例如用於鉚接結構的鋼，為了保證其鉚接性能，有時對鋼中碳、矽、硫和磷的含量加以限制。

表 8 所載的規格是按照發貨時的試樣測出。適用於此規格的有：厚度為 8~40 公厘的圓形、正方形、帶形及成形的軋件，以及厚度為 8~20 公厘的

表 8 A 類鋼的機械性能

鋼 號	拉伸時的強度極限 σ_b (公斤/公厘 ²)	延伸率 δ (%)		屈伏點 σ_s (公斤/公厘 ²) 不 低 於
		長試樣 δ_{10}	短試樣 δ_5	
		不 低 於		
Ст. 0	32~47	18	22	19
Ст. 1	32~40	28	33	—
Ст. 2	34~42	26	31	22
Ст. 3	38~40	23	27	24
	41~43	22	26	
	44~47	21	25	
Ст. 4	42~44	21	25	26
	45~48	20	24	
	49~52	19	23	
Ст. 5	50~53	17	21	28
	54~57	16	20	
	58~62	15	19	
Ст. 6	60~63	13	15	31
	64~67	12	14	
	68~72	11	13	
Ст. 7	70~74	9	11	—
	75~79	8	10	
	80 及大於 80	7	9	

平板和寬帶狀軋件。如果軋件厚度與上述規定不同，則應將此規格作相應的改變。

強度極限和延伸率是在一切情況下都須加以保證的。屈伏點對於重要的結構和機器零件是一個非常重要的指標，它僅根據買主的要求而加以保證。

根據買主的要求，還可以做冷彎 180° 的試驗。

鋼 Ct. 3 是用來製造最重要的結構的，有時應做衝擊試驗。條鋼和型鋼的衝擊韌性應不低於 $10 \text{ 公斤} \cdot \text{公尺} / \text{公分}^2$ (縱向試樣)，而鋼板和寬扁鋼則應不低於 $8 \text{ 公斤} \cdot \text{公尺} / \text{公分}^2$ (縱向試樣)，橫向試樣應不低於 $7 \text{ 公斤} \cdot \text{公尺} / \text{公分}^2$ 。

號外鋼 Ct. 0 的強度極限範圍很寬。如果前四號鋼有某些指標與標準規格有了出入，但又沒有到完全報廢的地步，那就併到號外鋼中去。不重要的零件可以採用這一號鋼。

B 類鋼 B 類鋼所保證的是化學成分 (表 9)。用這一類鋼所製成的零件可以進行熱處理或其他能使鋼的機械性能發生重大變化的處理。

表 9 B 類鋼的化學成分

鋼 號	含 量 (%)					
	C	Mn	Si		S	P
			沸騰鋼	鎮靜鋼和 半鎮靜鋼	不 高 於	
平 爐 鋼						
MCr. 0	不高於0.23	—	—	—	0.060	0.070
MCr. 1	0.07~0.12	0.35~0.50	} 痕跡	—	0.055	0.050
MCr. 2	0.09~0.15	0.35~0.50		—	0.055	0.050
MCr. 3	0.14~0.22	0.40~0.65		0.12~0.30	0.055	0.050
MCr. 4	0.18~0.27	0.40~0.70		0.12~0.30	0.055	0.050
MCr. 5	0.28~0.37	0.50~0.80	—	0.17~0.35	0.055	0.050
MCr. 6	0.38~0.50	0.50~0.80	—	0.17~0.35	0.055	0.050
MCr. 7	0.50~0.63	0.55~0.85	—	0.17~0.35	0.055	0.050
貝 塞 麥 鋼						
BCr. 0	不高於0.14	—	—	—	0.070	0.090
BCr. 3	不高於0.12	0.25~0.55	} 痕跡	0.10~0.35	0.065	0.085
BCr. 4	0.12~0.20	0.35~0.55		0.10~0.35	0.065	0.085
BCr. 5	0.17~0.30	0.50~0.80		0.10~0.35	0.065	0.085
BCr. 6	0.26~0.40	0.60~0.90		0.10~0.35	0.065	0.085

冶煉方法對鋼的機械性能有重大影響。例如氮和磷的含量，貝塞麥鋼比平爐鋼要高，所以在同樣碳和錳的含量下，貝塞麥鋼却具有較高的強度、硬度和較低的塑性。因此在 B 類鋼中，同樣的一個鋼號因不同的冶煉方法而有不同的含碳量——貝塞麥鋼的含碳量比同號的平爐鋼低。B 類鋼的標號都冠有字母，用以表示冶煉方法：M—平爐鋼，B—貝塞麥鋼。

如表 9 所示，由 Ct. 1 至 Ct. 4 的各號鋼屬於低碳鋼，而 Ct. 5 至 Ct. 7 為中碳鋼。

B類鋼也像A類鋼一樣，最常用的是Ст. 3（這是主要的建築鋼）和Ст. 5。Ст. 5叫做軸鋼。低碳鋼Ст. 1和Ст. 2應用較少，只在需要高塑性的時候才用。

普通質量碳素鋼在機器製造業中的用途大致如下：

Ст. 3用來製造各種建築結構、小車的框架和弦桿、連桿、圈環。此號鋼有良好的銲接性能。

Ст. 4和Ст. 5用來製造螺栓、拉桿、車軸、彈簧、鍵、木螺釘、銷、錘頭等。

Ст. 6用來製造軸、機器錘的螺栓、主軸等。

中碳鋼Ст. 5至Ст. 7常用來製造需經調質的零件。

也像A類鋼一樣，B類鋼中的Ст. 0是號外鋼，這主要是由於硫和磷的含量過高。

4 優質碳素結構鋼

優質碳素結構鋼的技術條件規定在ГОСТ 1050-52中。

優質鋼的標號原則與ГОСТ 380-50的標號原則是有差別的。在ГОСТ 1050-52中鋼號用兩位數來表示。這兩位數就是該號鋼的平均含碳量（以萬分數計）。比如說，10號鋼的平均含碳量為0.1%，30號鋼則為0.3%，45號鋼為0.45%，依此類推。

優質碳素鋼同時保證化學成分和機械性能。測定機械性能所用的試樣是取自正火後的鋼坯，但測驗衝擊韌性用的鋼坯應先經淬火和高溫回火成索氏體——600°C。在所保證的機械性能中，除強度極限和延伸率外，還有屈伏點、斷面收縮率以及軋製或回火以後的硬度（硬度只是對40號以後的中碳鋼和高碳鋼才進行測驗）。

此外，鋼30號、35號、40號、45號和50號有時還要保證衝擊韌性。

根據ГОСТ 1050-52的規定，優質碳素鋼的化學成分載於表10中。

表10 鋼的化學成分

鋼 號	含 量 (%)						
	C	Mn	Si	S	P	Cr	Ni
				不 高 於			
05 KII	≤0.06	≤0.35	≤0.03	0.040	0.040	0.15	0.30
05	≤0.05	≤0.20	≤0.20	0.030	0.025	痕跡	痕跡
08 KII	0.05~0.12	0.25~0.50	≤0.03	0.040	0.040	0.15	0.30
10	0.07~0.15	0.35~0.65	0.17~0.37	0.045	0.040	0.15	0.30
15	0.12~0.20	0.35~0.65	0.17~0.37	0.045	0.040	0.30	0.30
20	0.17~0.25	0.35~0.65	0.17~0.37	0.045	0.040	0.30	0.30
25	0.22~0.30	0.50~0.80	0.17~0.37	0.045	0.040	0.30	0.30
30	0.27~0.35	0.50~0.80	0.17~0.37	0.045	0.040	0.30	0.30
35	0.32~0.40	0.50~0.80	0.17~0.37	0.045	0.040	0.30	0.30
40	0.37~0.45	0.50~0.80	0.17~0.37	0.045	0.040	0.30	0.30
45	0.42~0.50	0.50~0.80	0.17~0.37	0.045	0.040	0.30	0.30
50	0.47~0.55	0.50~0.80	0.17~0.37	0.045	0.040	0.30	0.30
55	0.50~0.60	0.50~0.80	0.17~0.37	0.045	0.040	0.30	0.30
60	0.55~0.65	0.50~0.80	0.17~0.37	0.045	0.040	0.30	0.30
65	0.60~0.70	0.50~0.80	0.17~0.37	0.045	0.040	0.30	0.30
70	0.65~0.75	0.50~0.80	0.17~0.37	0.045	0.040	0.30	0.30

含碳特別低的鋼 05KII 號和 08KII 號煉成沸騰鋼。但 05 號則煉成鎮靜鋼。這些鋼在常溫下塑性極高，常常用來製造深衝製件。所有其他各號 (10~70) 都煉成鎮靜鋼。硫和磷在優質鋼中的最高含量比普通質量鋼顯著降低，鉻和鎳的極限含量，標準中均有規定，基本上以 0.30% 為極限，只是 05KII、08、10 各號的含鉻量限制為 0.15%，05 號鋼中僅有鉻、鎳的痕跡。

根據 TOCT 1050-52 的規定，鋼的機械性能載於表 11 中。

表 11 鋼的機械性能 (最低值)

鋼 號	熱處理 (正火或淬火)			強 度 極 限 σ_B (公 斤 /公 厘 ²)	屈 服 點 σ_s (公 斤 /公 厘 ²)	延 伸 率 δ_5 (%)	斷 面 收 縮 率 ψ (%)	衝 擊 韌 性 α_K (公 斤·公 分 ²)	鋼 的 硬 度			
	加 熱 溫 度 (°C)	冷 却 劑	回 火 溫 度 (°C)						熱 軋 後		回 火 後	
									H_B	壓痕 直徑 (公厘)	H_B	壓痕 直徑 (公厘)
08KII	940	空氣	—	32	18	33	60	—	131	5.2	—	—
10	930		—	34	21	31	55	—	137	5.1	—	—
15	910		—	37	22	27	55	—	143	5.0	—	—
20	900		—	41	25	25	55	—	156	4.8	—	—
25	880		—	44	26	23	50	—	170	4.6	—	—
30	870		—	48	29	21	50	—	179	4.5	—	—
35	860		—	52	31	20	45	—	187	4.4	—	—
40	840		—	57	32	19	45	—	217	4.1	197	4.3
45	820		—	60	34	16	40	—	241	3.9	207	4.2
50	810		—	63	35	14	40	—	241	3.9	217	4.1
55	810		—	64	36	12	35	—	255	3.8	229	4.0
60	810		—	65	37	10	35	—	255	3.8	229	4.0
65	810		—	66	38	10	30	—	255	3.8	229	4.0
70	—		—	67	39	8	30	—	269	3.7	229	4.0
30V	890	水	600	48	29	21	50	8	179	4.5	—	—
35V	880		600	52	31	20	45	7	187	4.4	—	—
40V	860		600	57	32	19	45	6	217	4.1	197	4.3
45V	850		600	60	34	16	40	5	241	3.9	207	4.2
50V	840		600	63	35	14	40	4	241	3.9	217	4.1

優質碳素鋼通常用來製造飛機製造、汽車拖拉機製造以及一般機器製造中的機器零件。例如 10 號、15 號和 20 號鋼是用來製造中心不需要高強度的滲碳和氰化零件及高塑性零件 (管子、襯墊、墊圈)。25 號、30 號和 35 號鋼是用來製造軸、連接器、壓力機的汽缸以及其他受應应力不大的零件。40 號、45 號和 50 號鋼是用來製造軸、連桿、齒輪、主軸、螺栓等。這些鋼都是在淬火和回火後使用。

對碳素鋼進行熱處理時，必須要考慮一點，就是碳素鋼的淬火臨界速度是很高的。所以在大多數情況下淬火都是用水做冷卻劑。然而儘管冷卻是這樣的激烈，碳素鋼的可硬性仍然不大，這在圖 189 中表示得很明顯。要使碳素鋼獲得全深調質，祇有在斷面積不大於 10~15 公厘時才有可能。如果製件的厚度大於這一數值，則在零

件中心就有奧氏體的片狀分解產物出現(托氏體、索氏體、珠光體),因而鋼在回火以後塑性降低。

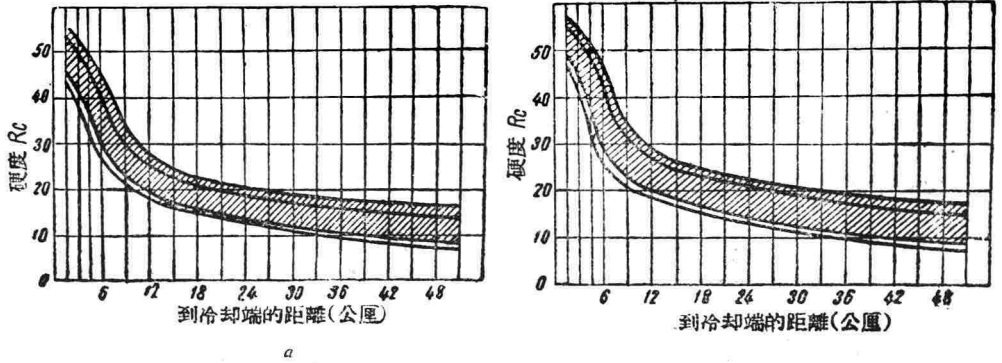


圖 189 碳素鋼的可硬性帶 a—35 號鋼; б—40 號鋼。

如果所處理的製件尺寸過大(75~100 公厘),則即令在表面上也不可能得到淬火鋼的結構。所以對尺寸大的零件來說,熱處理並不能顯著提高其機械性能。

圖 190 中所載的曲線是表示用途最廣的碳素鋼——40 號鋼——經過熱處理以後在各個斷面上的機械性能。尺寸大的零件如需全深調質就必須用具有很大可硬性的合金鋼。

圖 191 所示的曲線是表示 40 號碳素鋼的機械性能與其回火溫度之間的關係。

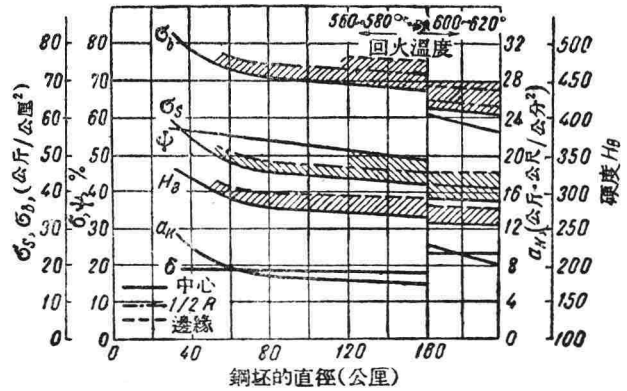


圖 190 40 號碳素鋼在各深度處的機械性能。
(回火後在空氣中冷却)

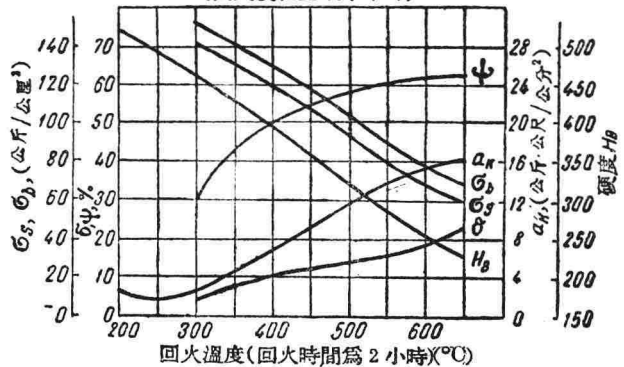


圖 191 40 號碳素鋼的回火溫度對機械性能的影響。

5 碳素工具鋼

碳素工具鋼的技術條件規定在 ГОСТ Б-1435-42 中。此標準包括了所有含碳在 0.6~1.4% 範圍內的高碳鋼。因此工具鋼有很大一部分是屬於共析鋼和過共析鋼。

一般的工具鋼都是優質鋼,但對於特別重要的工具則應採用高級優質鋼。碳素

工具鋼是按下述原則進行標號的：鋼號是一位數或是兩位數，此數表示鋼中平均含碳量的千分數。在此數之前標以大寫字母 Y (碳素鋼)。如果是高級優質鋼則在此數之後標以大寫字母 A。如果工具鋼的含錳量比平常高，則在數字之後標以大寫字母 Γ。

例：Y10——優質工具鋼，平均含碳量為 1%；Y10A——與上述同，但這是高級優質鋼；Y10Γ——與 Y10 同，但含錳量較高；Y10ΓA——與 Y10Γ 同，但為高級優質鋼。

碳素工具鋼的化學成分載於表 12 中。

表 12 碳素工具鋼的化學成分

鋼 類	鋼 號	含 量 (%)						
		C	Mn	Si	S	P	Cr	Ni
				不 高 於				
正常質量鋼 (優質鋼)	Y7	0.60~0.74	≤0.40	0.35	0.030	0.040	0.20	0.25
	Y8	0.75~0.85	≤0.40	0.35	0.030	0.040	0.20	0.25
	Y9	0.86~0.94	≤0.35	0.35	0.030	0.040	0.20	0.25
	Y10	0.95~1.09	≤0.30	0.35	0.030	0.040	0.20	0.25
	Y12	1.10~1.25	≤0.30	0.35	0.030	0.040	0.20	0.25
	Y13	1.26~1.40	≤0.40	0.35	0.030	0.040	0.20	0.25
高級優質鋼	Y7A	0.60~0.74	0.25~0.35	0.30	0.020	0.030	0.20	0.25
	Y8A	0.75~0.85	0.25~0.35	0.30	0.020	0.030	0.20	0.25
	Y9A	0.86~0.94	0.20~0.30	0.30	0.020	0.030	0.20	0.25
	Y10A	0.95~1.09	0.15~0.25	0.30	0.020	0.030	0.20	0.25
	Y12A	1.10~1.25	0.15~0.25	0.30	0.020	0.030	0.20	0.25
	Y13A	1.26~1.40	0.25~0.35	0.30	0.020	0.030	0.20	0.25
含錳較高的 正常質量鋼	Y8Γ	0.80~0.90	0.35~0.60	0.35	0.030	0.040	0.20	0.25
	Y10Γ	0.95~1.09	0.15~0.40	0.35	0.030	0.040	0.30	0.25
含錳較高的 高級優質鋼	Y8ΓA	0.80~0.90	0.35~0.60	0.35	0.020	0.030	0.30	0.25
	Y10ΓA	0.95~1.09	0.15~0.40	0.35	0.020	0.030	0.30	0.25

工具鋼是退火成為粒狀滲碳體後才出廠的，這樣可以便於切削加工。工具鋼退火後的硬度範圍載於表 13 中。

表 13 碳素工具鋼退火後的硬度範圍

工具鋼的硬度隨含碳量而增高，但韌性則隨含碳量而降低。工具鋼的用途正是依此而決定的。

1. Y7A 號鋼是用來製造承受衝擊、並在硬度不過高的條件下要求高韌性的工具。如：鑿、鍛模、壓模、螺釘錐、車床頂針、剪洋鐵皮用的剪刀、鑽頭、在鐵上

打印用的鋼印、皮革壓模、外科用的鈍口器具、高級質量的剪刀等。

2. Y7 號鋼除製上述 Y7A 號鋼所製的工具外，還用來製造大錘、鉗工錘、鍛工錘、

鋼 號	H _B	壓痕直徑(公厘)
Y7A 和 Y7	156~187	4.80~4.40
Y8A 和 Y8	153~187	4.80~4.40
Y9A 和 Y9	159~192	4.75~4.35
Y10A 和 Y10	163~197	4.70~4.30
Y12A 和 Y12	170~207	4.60~4.20
Y13A 和 Y13	179~217	4.50~4.10

平墊錘、木工工具等。

3. Y8A 號鋼是用來製造承受衝擊、並在有足夠韌性的條件下要求有較高硬度的工具。例如形狀簡單的陰衝模、衝孔器、切削軟金屬和木材用的刀和剪、切削銅的工具、製螺栓和洋釘的工具、中心衝、風動工具、皮革壓模、樞軸、止推軸承、高級質量的刀子的刀及、鑽中等硬度的岩石用的鑽頭等。

4. Y8 號鋼除製上述 Y8A 號鋼所製的工具外，還用來製造虎鉗的鉗口，採煤和鑿石用的鑿子等。

5. Y9A 號鋼是用來製造在具備某種程度的韌性的條件下要求有高硬度的工具。例如：衝孔衝頭，中心衝，木工工具等。

6. Y9 號鋼除製上述 Y9A 號鋼所製的工具外，還用來製造鑿石用的鑿子等工具。

7. Y10A 號鋼用來製造不承受急劇而強大的衝擊，並要求在鋒銳的刀及上有一些韌性的工具。例如：車刀和鉋刀、拉絲模、鑽頭、絲錐、鉸刀、板牙、銑刀、硬幣壓模、鋸條、定型衝模、切紙機和切煙機的刀、鑽硬岩石用的鑽頭、製造螺栓和洋釘用的工具、梳形刀具等。

8. Y10 號鋼除製上述 Y10A 號鋼所製的工具外，還用來製造鑿石工具，製銼刀紋用的鑿子等。

9. Y12A 和 Y12 號鋼用來製造不承受衝擊而需要很高硬度的工具。如：車刀、鉋刀、銑刀、鑽頭、絲錐、鉸刀、板牙、刮臉刀、銳口的外科工具、刮刀、卡規、切割金屬用的鋸條、鐘錶工具、切削黃銅用的刀具、硬幣壓模、切紙機和切煙機的刀等。

10. Y13A 號鋼用來製造不承受衝擊而需極高硬度的工具。

11. Y13 號鋼用來製造切削高硬度金屬的刀具、刮臉刀、刮刀、拉絲工具，製銼刀紋用的鑿子、鑽頭、硬岩石的加工工具、彫刻工具等。

應當指出，由於合金工具鋼的廣泛應用，由於近年來利用硬質合金工具和礦物燒結工具的先進加工方法——金屬高速切削法的發展，碳素鋼切削工具近來應用有限。

碳素工具鋼應滿足以下的一般要求：

- 1) 在刀及處要有高硬度(62~65 R_c)；
- 2) 要有高的耐磨性；
- 3) 要有足夠的韌性，使工具在工作過程中不折斷，不崩刃。

為了使工具獲得高的硬度和耐磨性，應進行淬火。碳素工具鋼的熱處理規範示於表 14 中。經正確淬火以後，亞共析工具鋼應具馬丁體結構，過共析工具鋼應為含有過剩滲碳體的馬丁體結構。

馬丁體中夾有過剩的碳化物能增高耐磨性。所以過共析鋼的耐磨性較好。

對正確淬火後的鋼進行低溫回火不但不會降低耐磨性，反能增高耐磨性。這是因為由固溶體中析出碳化物的緣故。

碳素工具鋼的奧氏體穩定性低。為了獲得馬丁體結構就需要在水中冷卻，只有小的工具(直徑 3~5 公厘)才可以用油。

表 1-1 碳素工具鋼的熱處理規範

鋼 號	淬火溫度 ^① (°C)	淬 火 方 法	工 具 ^②	回火溫度 (°C)	硬 度 R_c
Y7 (Y7A)	800~830	水	鑿 子	280~300	56~58
Y8 (Y8A)	790~820	在水中淬一下,然後在油中冷卻	冷衝用的陰模	200~220	60~62
Y10(Y10A)	770~790	同 上	絲 板	220~240	59~61
			絲 錐	180~200	60~62
			鉸 刀	160~180	62~64
Y12(Y12A)	760~780	同 上	絲 錐	180~200	60~62
			鉸 刀	160~180	62~64

① 在爐中加熱或在浴槽中加熱。

② 直徑不大的工具在油中冷卻;此時淬火溫度應較表中所載溫度高出 10~30°C。

碳素工具鋼在退火狀態下硬度較低,而在淬火以後則具有高的硬度。碳素工具鋼的可硬性不大。由於這些原因,所以它特別適用於像絲錐、鉸刀等這一類刀具。

如果工具獲有一個堅硬的、高度耐磨的表面層,而同時還保留其柔韌的中心,則在不大的衝擊負荷、彎曲負荷和扭轉負荷的條件下,刀具可以很好地工作,不致斷裂和崩刃。

然而應當注意,碳素工具鋼祇能用於刀及處溫度在工作時不太高(也就是說,切削速度不大,加工軟材料)的工具。如果溫度升高到 200~225°C 以上時,碳素工具鋼的硬度就大為降低。

6 型鑄用的碳素鋼

型鑄鋼規定在 ГОСТ 977-41 中。標準中所規定的鑄件的平均含碳量為 0.15、0.25、0.35、0.45 和 0.55% 的低碳鋼和中碳鋼。

鑄鋼按其質量分為三類,即:普通質量鑄鋼,高級質量鑄鋼和特殊質量鑄鋼。

這三類鑄鋼之間在機械性能方面的差別就是在相同的強度極限下各類鋼的延伸率規格不一樣:普通質量鑄鋼的延伸率規定較鬆,特殊質量鑄鋼規定最嚴。此外,對普通質量鑄鋼的屈伏點的不作要求,而對高級質量鑄鋼和特殊質量鑄鋼的屈伏點則需要加以規定,同時特殊質量鑄鋼的屈伏點標準,規定要比高級質量鋼高。

鑄鋼的牌號以兩個數字來表示:一個是兩位數,一個是四位數,中間用橫線隔開。例如 25-4518,表示平均含碳量為 0.25%,最低允許強度極限為 45 公斤/公厘²,最低允許延伸率短試樣(δ_5)為 18%(短試樣的計算長度與直徑之比等於 5,故其延伸率以 δ_5 表示之。——譯者)。

鑄鋼的化學成分和機械性能可由表 15 所示的各類鑄鋼的鋼號來決定。

型鑄鋼的平均含碳量和機械性能可由鋼號本身得到完全的概念(屈伏點另闢一欄)。如果在技術條件中有規定,碳素鋼鑄件可以進行熱處理。