

館內
閱
覽

基本書藏

18369

機床製造的熱處理

馬羅卓娃、斯彼伐克合著



機械工業出版社

62

5772

5/7162

機 床 製 造 的 熱 處 理

馬羅卓娃、斯彼伐克合著

何天漢、郭敬明合譯



機械工業出版社

1955

出版者的話

本書主要內容是敘述機床零件熱處理的工藝過程，並按零件工作條件及對其強度、耐磨性的要求，說明製造這些零件所用的鋼號和鑄鐵號，同時還引述了在機床製造中開始應用的化學熱處理新方法。

本書可供機床製造工廠熱處理車間工作人員、設計師和工藝師，以及其他從事熱處理工作的技術人員參考。

蘇聯 E. M. Морозова, Э. Д. Спивак 著 'Термическая обработка в станкостроении' (Машигиз 1949 年第一版)

*

*

*

書號 0701

1955 年 2 月第一版 1955 年 2 月第一版第一次印刷

850×1143 $\frac{1}{32}$ 141 千字 5 $\frac{3}{4}$ 印張 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 11.000 元(18)

目 次

原序	4
第一章 機床製造用鋼及鑄鐵	5
結構鋼	5
工具鋼	18
製造彈簧的鋼料	19
鑄鐵	21
灰鑄鐵 — 耐磨鑄鐵 — 可鍛鑄鐵	
第二章 機床零件的預先熱處理	29
熱加工	29
預先熱處理	30
第三章 機床上和夾具上的鋼製零件的熱處理實際操作	39
淬火和回火	44
零下處理(冰冷處理)	61
表面淬火 — 蓋魏林葛教授的 <u>表面淬火法</u> [34] — 雅斯諾高羅特斯基工程師的電解液加熱表面 <u>淬火法</u> — <u>高頻率電流感應加熱表面淬火法</u> — 齒輪淬火 — 主軸、軸和其他 <u>旋轉體</u> 的 <u>淬火</u> — 機床小型零件的高頻率電熱淬火	
化學熱處理	107
滲碳 — 滲碳零件的淬火和回火 — 液體滲碳 — 氣體滲碳 — 液體氮化 — 通入氮的氰化 — 氣體氰化 — 氮化 — 防腐蝕氮化 — 滲鉻 — 固體滲鉻 — 液體滲鉻 — 氣體滲鉻 — 硼化 — 矽化 — 金屬噴塗	
第四章 機床鑄鐵零件的熱處理	153
乙炔氧焰加熱淬火	157
鑄鐵的高頻率電熱淬火	162
機床鑄鐵件的退火	169
參考文獻	178
中俄名詞對照表	180

原 序

現代的機械製造，特別是機床製造上所採用的材料必需作正確的選擇及施行適當的熱處理，才可以保證成品的品質優良。

由於對現代機床在功率、高速轉動及精度方面提出了提高的要求，所以正確地選擇材料及其熱處理具有特殊的意義。

熱處理過程的趨於完善及新熱處理方法的發現，已使採用普通材料代替合金材料，並保證達到上述要求成為可能。

在機床製造業面前所提出的問題中，鋼的加工性、可硬性、靜力和動力強度以及耐磨性諸問題是具有重大意義的。

在本書中闡明了上述諸問題，並且考慮到機床各別零件的工作特性。

本書共分四章：第一章敘述金屬材料及其使用範圍；第二章敘述改善加工性能的預先熱處理；第三、四兩章說明機床的主要鋼製零件及鑄鐵件的熱處理、表面熱處理及化學熱處理的方法。在這幾章內；並包括目前在機床製造中剛開始採用的新熱處理方法。

本書中的基本資料是著者在金屬切削機床科學研究院多年研究試驗的結果及機床製造工廠的實際工作資料。

金屬切削機床實驗科學研究院總設計師、蘇聯科學院通訊院士、技術科學博士箕庫欣(В. Н. Дикушин)在著者進行研究工作中曾給予科學上的指導；本書編輯技術科學博士普羅斯維林(В. И. Просвирин)教授以及審閱者技術科學博士樓巴爾日(А. А. Рыбарж)教授、技術科學碩士拉赫金(Ю. М. Лахтин)在本書編審時，曾給予許多寶貴的指示，大大有助於本書的付印。謹在此一併致以深摯的謝意。

同時，並向參加個別試驗工作的工程師佛洛聯謝夫(Ф. Р. Флоренсев)及卡岡(Е. С. Каган)致以謝意。

著者

第一章 機床製造用鋼及鑄鐵

鑄鐵和鋼為機床製造的主要材料，以對比重量計，鑄鐵約為70%，鋼約為30%。除鋼及鑄鐵外，機床製造尚使用用量有限的有色金屬和非金屬材料。

結構鋼

機床上的零件大多用碳素結構鋼及合金結構鋼製成，但有時也用工具鋼。表1中所列是供製造在不同工作條件工作的機床主要零件所用各鋼號的用途。

表1 製造機床零件的鋼料

序 號	零 件 名 稱	鋼 號
1	高速重負荷機床上的齒輪和主軸	12XH3, 35XM
2	高速精密機床用主軸、壓板、模板、導具導管	35XM10A
3	齒輪、主軸、小軸、套管、墊圈、軸、帶槽螺帽	20X, 40X, 45
4	凸輪聯軸節、蝸桿、壓板、液體泵轉子	20X, 40X
5	條桿、擋鐵	40X, 45
6	床面導軌、撞桿	20X
7	滾柱、靠模板	ИХ15
8	重型機床的大齒輪和軸	50Г2
9	夾緊和送料的彈簧卡頭	65Г, 9XC, Y8, Y10
10	板簧及直徑6公厘以上的柱形彈簧、彈性環、彈簧墊圈	65Г, 50ГC, 50XΦ
11	直徑在6公厘以下及6公厘的圓鋼絲彈簧	ΠK, HK, P, OBC
12	套管、小軸、擋鐵、軸銷、銷釘	15, 35
13	絲槓	A35, A40, 45, 50, XГ, Y10
14	螺釘、螺絲、螺帽	15, A12, 35

近時對一些在特別繁重條件下(高速、高單位壓力)工作的機床零件已開始使用高強度鋼製造如: 18XГM, 18XГT, 40XHM 和 40XГM。後兩種鋼號比之普通應用的 45 號和 40X 號有着較大的可

硬性。

在我們工廠內衝壓零件和銲接零件如：油盤、罩、銲接的機架和其他零件是用標號為 Мст.3、Ст.3、Ст.5 和 Мст.5 的機器零件鋼料製造，其中 Мст.5 號鋼有時也用來製造交換齒輪、軸和其他零件。用這些鋼料所製的大多數製品除了在衝壓後施行退火或正火和在銲接後施行低溫退火以消除應力外，概不施行其他熱處理。

衝製後受熱處理（滲碳、淬火和回火）的衝壓零件一般是用 08 和 10 號優質碳素鋼製造。

機床製造用結構鋼的化學成分見表 2。

表 2 內所列結構鋼的機械性能見表 3。

用表 2 內鋼料所製的大部分機床零件要經過熱處理，其中需經滲碳處理的低碳鋼係用以製造對表面硬度和耐磨性要求高的、並且中心具有韌性和有足夠強度的零件。

重負荷機床上的齒輪和主軸，要求具有高强度和高度耐磨性的，尤其是承受交變負荷的，是用 12XH3、18XГМ 和 18XГТ 號鋼製造。這些零件如在負荷較小的條件下工作的則用 20X 號鋼製造。12XH3 和 20X 號鋼也用於製造負荷小而形狀複雜的零件。08 號、10 號、15 號和 А 12 號鋼是用以製造輕負荷下工作的小型零件。08 號和 10 號鋼並用以製造小的衝壓零件——如摩擦圓盤、小的螺釘和其他的小形零件等。15 號和 А 12 號鋼主要用來製造螺釘、螺栓、螺帽、銷子和其他零件。在個別情況下，15 號鋼也用來製造小軸、套管、壓板和各種不頂重要的零件，它們的形狀可容許在熱處理過程中施行水中冷卻時不致產生極大的變形或破裂危險者。

在機床製造上並廣泛地採用 35 號、45 號和 40X 號中碳鋼，其中可硬性低，同時在熱處理後機械性能不高的 35 號鋼是用於製造截面不大的輕負荷零件。並且由於這鋼具有良好的加工性能，所以廣泛地被用來製造在自動機床及半自動機床上加工的螺釘及螺栓。

可施行水淬和油淬的 45 號鋼可用來製造各種用途和在各種

表2 製造機床零件所用結構鋼化學成分

鋼 號	化 學 成 分 (%)							ГОСТ 號
	碳(C)	錳(Mn)	矽(Si)	硫(S) 不多於	磷(P) 不多於	鉻(Cr)	鎳(Ni) 不多於	
MCT-3	0.14~0.22	0.35~0.55	0.12~0.30	0.055	0.050	—	—	380-41
MCT-5	0.28~0.37	0.45~0.70	0.15~0.30	0.055	0.050	—	—	380-41
08	0.05~0.12	0.25~0.50	不大於0.03	0.040	0.040	不大於0.15	0.30	B1050-41
10	0.06~0.15	0.35~0.65	0.17~0.37	0.045	0.045	不大於0.15	0.30	B1050-41
15	0.10~0.20	0.35~0.65	0.17~0.37	0.055	0.045	不大於0.30	0.30	B1050-41
35	0.30~0.40	0.50~0.80	0.17~0.37	0.045	0.045	不大於0.30	0.30	B1050-41
45	0.40~0.50	0.50~0.80	0.17~0.37	0.045	0.045	不大於0.30	0.30	B1050-41
50	0.45~0.55	0.50~0.80	0.17~0.37	0.045	0.045	不大於0.30	0.30	B1050-41
50Г2	0.45~0.55	1.40~1.80	0.17~0.37	0.045	0.040	不大於0.30	0.30	B1050-41
65Г	0.60~0.70	0.90~1.20	0.17~0.37	0.045	0.040	不大於0.30	0.30	B1050-41
50ГC	0.45~0.55	0.60~1.0	0.30~0.60	0.045	0.045	—	—	4155
20X	0.15~0.25	0.30~0.60	0.17~0.37	0.040	0.040	0.70~1.00	0.30	7124
40X	0.35~0.45	0.50~0.80	0.17~0.37	0.040	0.040	0.80~1.10	0.30	7124
12XH3	≤0.17	0.25~0.55	0.17~0.37	0.040	0.040	0.60~0.90	2.75~3.25	7124
18ХГМ	0.15~0.24	0.90~1.20	0.17~0.37	0.040	0.040	0.90~1.20	0.40	TV
18ХГТ	0.15~0.24	0.80~1.10	0.17~0.37	0.040	0.040	1.00~1.40	0.40	TV
40XHM	0.35~0.45	0.40~0.80	0.17~0.37	0.030	0.035	0.60~0.90	1.25~1.75	TV
40ХГМ	0.35~0.43	0.70~1.00	0.15~0.30	0.040	0.040	0.80~1.10	0.50	TV
35ХМ	0.30~0.40	0.40~0.70	0.17~0.37	0.040	0.040	0.80~1.10	0.40	7124
35ХМН	0.30~0.38	0.30~0.60	0.17~0.37	0.030	0.035	1.35~1.65	0.50	7124
35ХМН	0.30~0.40	0.30~0.60	0.17~0.37	0.030	0.035	1.35~1.65	0.50	7124
50XΦ	0.45~0.55	0.50~0.80	0.17~0.37	0.035	0.035	0.80~1.10	0.40	TV
A12	0.08~0.16	0.60~0.90	0.15~0.35	0.08~0.20	0.08~0.15	—	—	B1414-42
A35	0.30~0.40	0.80~1.20	0.15~0.35	0.08~0.15	0.06	—	—	B1414-42

註：在個別情況下製造絲鑽可用按照特殊定貨單製造的含硫量增高至0.30%的A40號鋼。

表3 機械性能

鋼 號	熱 處 理	σ_b (公斤/公厘 ²)	σ_s (公斤/公厘 ²)	δ (%)	Ψ (%)	α_K (公斤/公厘 ²)	硬 度 H_B	
		不小於	不小於	不小於	不小於	公厘 ²	熱軋鋼	退火鋼
CT.3	不熱處理	30~40 41~43 44~47	} ≥ 22	23 22 21	— — —	— — —	≥ 140	—
CT.5	不熱處理	50~53 54~57 58~62		17 16 15	— — —	— — —	160~ 270	—
08	940°C正火	32	18	33	60	—	131	—
10	930°C正火	32	18	31	55	—	137	—
15	910°C正火	35	21	27	55	—	143	—
35	860°C正火	52	30	18	45	—	187	—
45	850°C正火	60	34	15	40	—	241	207
50	830°C正火	63	35	13	40	—	241	217
50Г2	830°C正火	75	43	10	35	—	269	229
65Г	830°C正火	75	40	8	35	—	269	229
50ГC	820°C正火	70	—	10	—	—	—	—
A12	熱軋鋼	42~60	—	22	35	—	—	—
冷拉鋼	冷拉鋼	60~85	—	6	—	—	170 236	—
φ至20公厘	A 35	62~67	—	19	—	—	170	—
熱軋鋼	冷拉鋼	70~82	—	13	—	—	207	—
20X	860°C油中淬火, 500°C回火	80	60	12	50	—	241	179
40X	850°C油中淬火, 500°C回火	100	80	9	45	—	241	207
12XH3	860°C和780°C兩 次油淬, 200°C回火	95	70	10	50	18	241	217
18XГМ	860°C油中淬火, 190°C回火	110	90	10	50	9	—	217
18XГТ	860°C油中淬火, 190°C回火	110	90	10	50	9	—	217
40XHM	850°C油中淬火, 600°C回火,水中 或油中冷卻	90	80	10	40	9	—	255
40XГМ	850°C油中淬火, 600°C回火,水中 或油中冷卻	110	80	10	45	9	—	255
35XM	850°C油中淬火, 560°C回火	95	80	11	45	7	—	255
35XЮA	950°C油中淬火, 650°C回火	95	75	10	50	8	—	229
35XMЮA	950°C油中淬火, 650°C回火	100	85	15	50	9	—	229
50XΦ	860°C油中淬火, 475°C回火	130	110	10	45	—	—	225

條件下工作的零件。

45號鋼能廣泛地被應用是由於它在熱處理後具有相當高的強度和硬度，特別是截面不大的零件。截面在125公厘以下的45號鋼在水中和在油中冷却的可硬性見圖1~2。

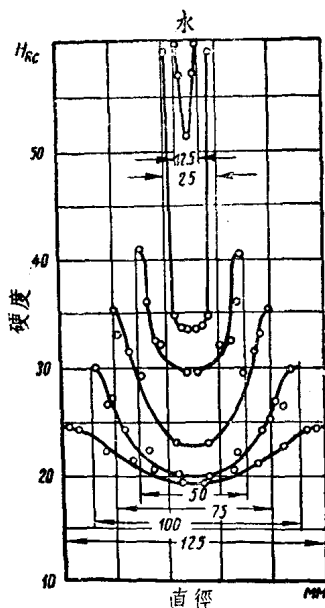


圖1 直徑12.5~125公厘的45號鋼在水中淬火後的可硬性[1]。

圖中MM為公厘，後同。——編者

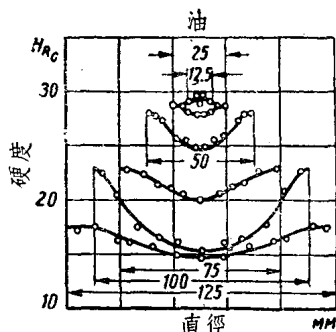


圖2 直徑12.5~125公厘的45號鋼在油中淬火後的可硬性[1]。

鋼的可硬性不僅與化學成分有關，並且隨顆粒大小而變更。圖3和圖4是45號鋼的顆粒大小與可硬性的關係。對於截面在25公厘以上的零件，其可硬性深度很有關係的，宜用顆粒大小為4~5的45號鋼製造。由於這鋼在水中淬火時有着較大變形和形成裂紋的趨向，所以只能用它製造形狀不太複雜的零件；或在鍛件或坯料

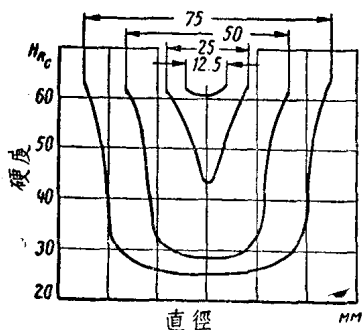


圖3 大顆粒45號鋼的可硬性[1]。

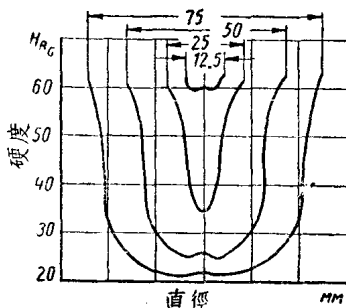


圖4 小顆粒45號鋼的可硬性。

時經調質處理的零件以及表面淬硬的零件。圖 5 所示是 45 號鋼鋼

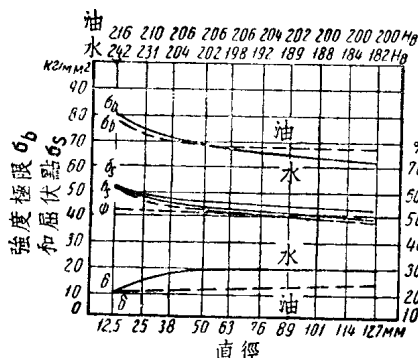


圖 5 經650°C淬火及回火後的坯料直徑與45號鋼的機械性質的關係〔1〕。

圖中 kg/mm^2 為公斤/公厘²，後同。

編者

坯直徑對調質處理狀態下的機械性能的影響。這鋼在淬火和高溫回火後的疲勞極限(圖 6)和衝擊韌性都有提高。

50 號碳素鋼用途有限，主要是用來製造截面大的零件，它可藉正火或調質處理(淬火後高溫回火)而保證達到機械性能上的要求。後一種熱處理方式照例是用於這

種鋼料所製的坯件，或形狀簡單的鍛件，這是因為這種鋼料在水淬時，有着形成裂紋的趨向。由於50號鋼在油中淬火時其硬度和強度都較低，所以油淬並不採用。

圖 7 和圖 8 所示是50號鋼在水中和在油中淬火的可硬性，圖 9 所示是其機械性能。

這號鋼的截面由50公厘加大到200公厘時，其強度和硬度的改變頗小。

這鋼在正火狀態及退火狀態是用來製造螺絲車床、銑床和其他機床上的絲槓。

在個別情況下50號鋼也

用來製造採用高頻率感應電熱施行表面淬硬的軸。

重型機床製造中，製造受中等負荷的大型軸和齒輪採用含錳量較高的50Г2號中碳鋼。由於這鋼的含錳量較高(1.4~1.8%)，

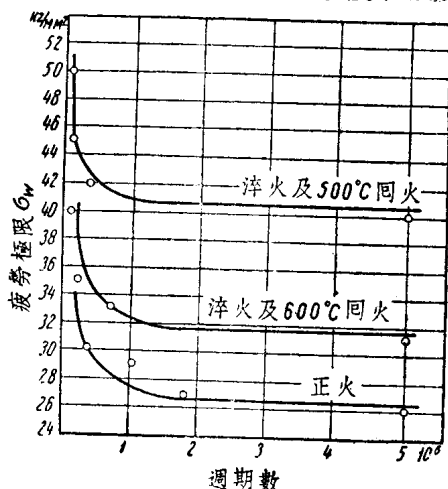


圖 6 正火狀態及調質狀態的45號鋼的疲勞極限。

所以它的可硬性比 45~50 號鋼大。一般用 50Г2 號鋼製造的零件是在鍛件時或鋼坯時施行正火處理。有時則經調質處理。50Г2 號鋼經淬火和回火後，其強度極限比 45~50 號鋼大得多。

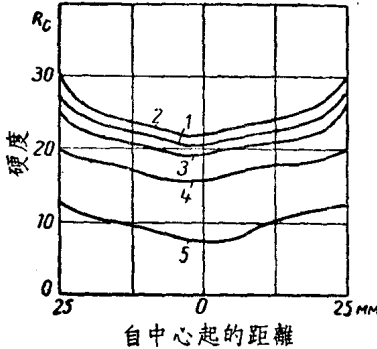


圖 7 截面 50 公厘的 50 號鋼在油中淬火的可硬性：

- 1—淬火；2—淬火及 370°C 回火；
3—淬火及 480°C 回火；4—淬火及 600°C 回火；5—淬火及 650°C 回火。

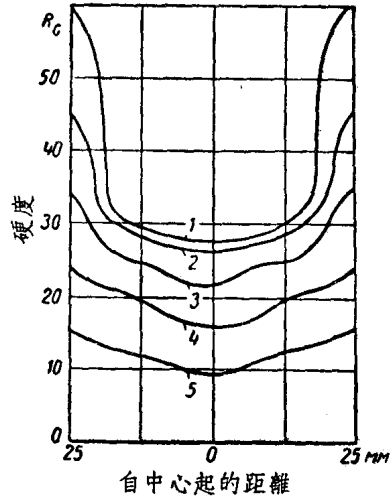


圖 8 50 號鋼在水中淬火及回火後的可硬性：

- 1—淬火；2—淬火及 370°C 回火；
3—淬火及 480°C 回火；4—淬火及 600°C 回火；5—淬火及 650°C 回火。

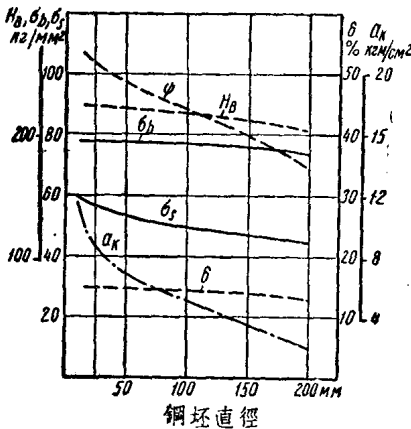


圖 9 經 850°C 水淬及 600°C 回火後的 50 號鋼其鋼坯截面尺寸與機械性能的關係(古立雅耶夫、拉赫金和塔魯辛)。

圖中 kg/cm^2 為公斤公厘/公分²，後同。——編者

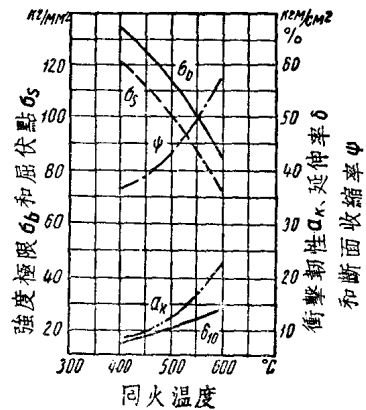


圖 10 經淬火及不同溫度回火後的 50Г2 號鋼的機械性能。

表 4 是正火狀態的 50Г2 號鋼，其截面尺寸大小與機械性能的關係。

圖 10 是回火溫度對 50Г2 號鋼機械性能的影響。

65Г 號鋼用以製造工作時承受磨損的零件和要求具有良好彈性的零件，如：彈簧卡頭、葛羅維拉 (Гровера) 墊圈、彈簧圈和彈簧。

65Г 號鋼經不同熱處理後的機械性能見表 5。

表 4

熱 處 理	鋼胚截面 (公厘)	σ_b (公斤/公厘 ²)	σ_s (公斤/公厘 ²)	δ (%)	ψ (%)	H_B
810~830°C 正火	到 100	75	40	14	35	229
400~500°C 回火	100~300	73	38	13	33	217
	300~500	70	36	12	30	212

表 5

熱 處 理	σ_b (公斤/公厘 ²)	σ_s (公斤/公厘 ²)	δ (%)	ψ (%)	σ_b (公斤/公厘 ²)	硬 度	
						H_B	HR_{c150}
810~830°C 正火	75	40	8	35	—	269	—
790~810°C 油中淬火， 550°C 回火	115	81	10	38	56	302	33
790~810°C 油中淬火， 430°C 回火	153	128	4.5	10	62.5	—	46

含硫量和含錳量較高的 A35 號和 A40 號中碳鋼，由於它們在機械加工過程中加工性能好，變形小，故被採用於螺絲車床、銑床和其他機床的絲槓製造。

這些鋼在冷拉狀態的機械性能隨收縮程度不同而變更。

圖 11 中的曲線是 A35 號冷拉鋼的硬度與收縮量的關係。

從表 6 中可看出在收縮量增大，硬度增高的同時，其強度也隨着增高。

具有高强度和足够韌性的 40X 號鋼是用於製造機床上的許多重要零件，特別是多數的齒輪和軸。

這鋼的可硬性比 45 號鋼好，可用以製造截面尺寸的零件和

表 6

鋼的收縮量	σ_b (公斤/公厘 ²)	σ_s (公斤/公厘 ²)	δ (%)	ψ (%)	α_K (公斤公厘/公分 ²)
熱軋不收縮	65.0	40.0	27.5	58.9	—
收縮0.8公厘	68.0	42.0	23.0	56.6	3.9
收縮1.5公厘	74.0	50.0	15.5	51.8	3.7~3.4
收縮2.4公厘	77.0	48.0	14.5	51.5	3.5~3.4
收縮3.0公厘	83.0	57.0	13.0	48.4	2.8~2.6

形狀複雜的、負荷小、施行油淬的零件。截面尺寸在 175 公厘以上，形狀簡單的 40X 號鋼零件可在水中淬火。圖 12~13 是這鋼在水中

和在油中冷却的可硬性曲線圖。

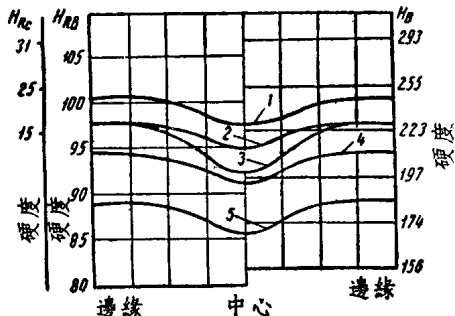


圖11 受不同程度收縮的冷拉 A 35 號鋼橫斷面上的硬度。

1—收縮3.2公厘；2—收縮2.4公厘；
3—收縮1.6公厘；4—收縮0.8公厘；
5—熱軋。

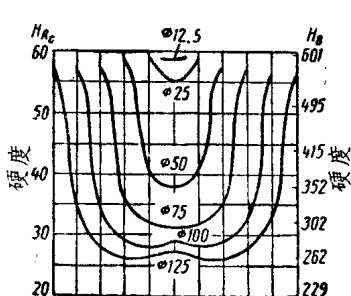


圖12 40 X 號鋼830°C水中淬火的可硬性。

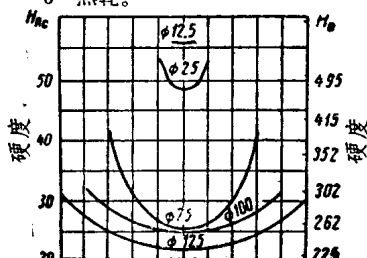


圖13 40 X 號鋼830°C油中淬火的可硬性。

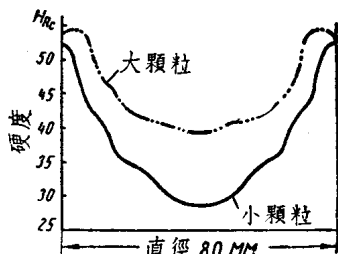


圖14 直徑為80公厘的大顆粒和小顆粒 40 X 號鋼 860°C 水中淬火的可硬性。

同樣直徑的小晶粒鋼棒的中心硬度為 $28H_{RC}$ (圖 14)。

在機床製造上，粒度為 4~5 的 40X 號鋼是用以製造軸、主軸和其他大型零件，粒度為 5~8 的則用以製造可硬性要求不深而淬火時需保持最少變形的齒輪、齒形接合器及凸輪聯軸節。

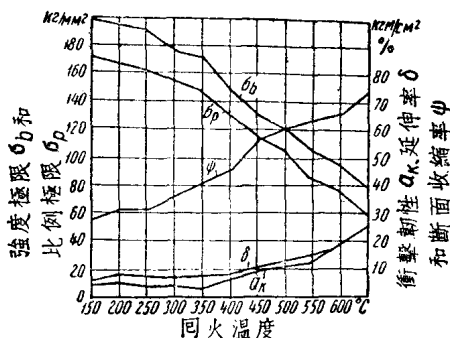


圖15 40 X 號鋼860°C油中淬火和回火後的機械性能。

40X 號鋼的機械性能與回火溫度的關係見圖 15；在調質狀態下，其機械性能與截面尺寸的關係見圖 16。

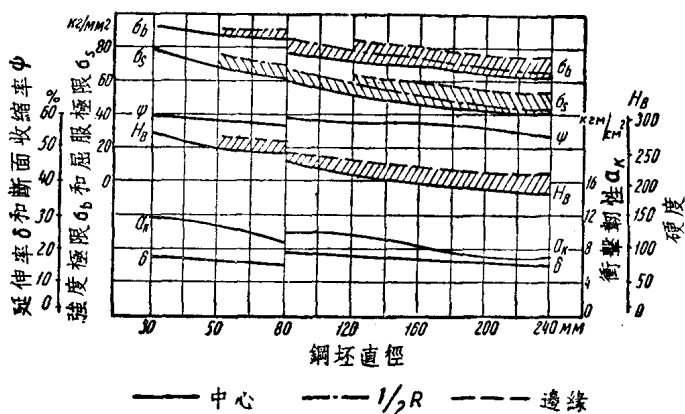


圖16 40 X 號鋼850°C水中淬火和660°C回火後，其體積與機械性能的關係。

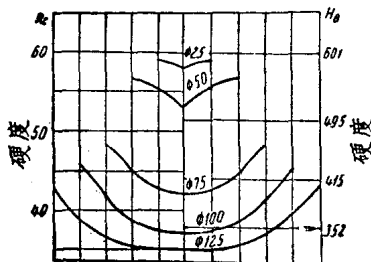


圖17 成分為：C—0.35~0.45%，Cr—0.80~1.10%和Mo—0.15~0.25%的鉻鉬鋼水中淬火的可硬性。

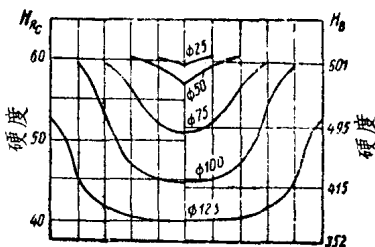


圖18 鉻鉬鋼油中淬火的可硬性。

表 7 中除列有 40X 號鋼經調質處理後的一般特性外，還列有疲勞強度極限的數據。

表 7

熱處理	σ_o (公斤/公厘 ²)	σ_s (公斤/公厘 ²)	δ (%)	ψ (%)	σ_w (公斤/公厘 ²)	HR_{c150}
840°C油中淬火， 600°C回火	102	83.4	12.8	59	47.1	30~32
840°C油中淬火， 650°C回火	93	76.2	16.3	61.5	40.5	27~29

35XM 號鉬鋼，具有較深的可硬性，同時在硬度為 280~350 H_B 時有良好的加工性能，它在機床製造中是用以製造在繁重條件下受衝擊負荷工作的齒輪、凸輪聯軸節、小軸和其他零件。

由於這鋼在相當高的硬度時，在機床上加工有着良好的加工性能，所以可用以製造精密的零件，它們可在機械加工之前（鋼坯或鍛件時）先經淬火和高溫回火。

在個別情況下熱處理是在機械粗加工之後進行。

圖 17~18 是鉬鉍鋼在水中和油中淬火的可硬性。截面 25~125 公厘的鉬鉍鋼，在油中淬火和高溫回火後的機械性能變化很小。

鉬鉍鋼的化學成分和機械性能見表 8 和表 9。

表 8

鋼 號	化 學 成 分 (%)							
	C	Mn	Si	S	P	Cr	Ni	Mo
1	0.30	0.87	0.25	0.015	0.004	1.12	0.15	0.25
2	0.37	0.78	0.34	0.016	0.021	1.10	0.23	0.22
3	0.40	0.69	0.26	0.016	0.002	1.06	0.06	0.22
4	0.40	0.69	0.23	0.013	0.010	1.02	0.04	0.19

圖 19 上的曲線顯示鉬鉍鋼的截面尺寸對淬火和回火後的機械性能的影響。

合金元素對碳素鋼可硬性影響的程度可排列如下的次序：鉬 Mo、錳 Mn、鉻 Cr、鎳 Ni、矽 Si。

表 9

鋼 號	直 徑 (公厘)	硬度 H_B		機 械 性 能								
		表 面 硬 度	按截面		中 心				邊 緣			
			最 大 硬 度	最 小 硬 度	σ_b (公 斤/公 厘 ²)	δ (%)	ψ (%)	σ_k (公 斤/公 厘 ²)	σ_b (公 斤/公 厘 ²)	δ (%)	ψ (%)	σ_k (公 斤/公 厘 ²)
1	20 20	246 288	234 268	234 263	84.6 99.1	22.3 18.3	70.0 64.0	17.5 14.6	— —	— —	— —	— —
2	20	315	288	288	105.4	15.5	58.0	10.9	—	—	—	—
3	120 90 60	247 277 276	313 321 335	275 272 257	101.6 96.5 90.3	12.7 14.8 16.9	46.0 50.0 57.0	— 3.4 7.7	107.7 106.0 105.0	12.5 14.8 16.3	50.0 51.1 60.0	— 14.3 7.2
4	120 90 60 20	269 253 269 270	292 285 282 282	246 260 260 282	98.0 93.4 98.1 100.0	14.7 16.6 14.5 16.5	51.0 56.0 58.0 61.0	7.1 7.1 5.8 13.9	102.5 99.2 97.2 100.8	15.1 17.8 16.8 —	55.0 60.0 58.0 —	6.7 6.5 5.4 —

註：試樣是經過調質處理（淬火和高温回火）的。

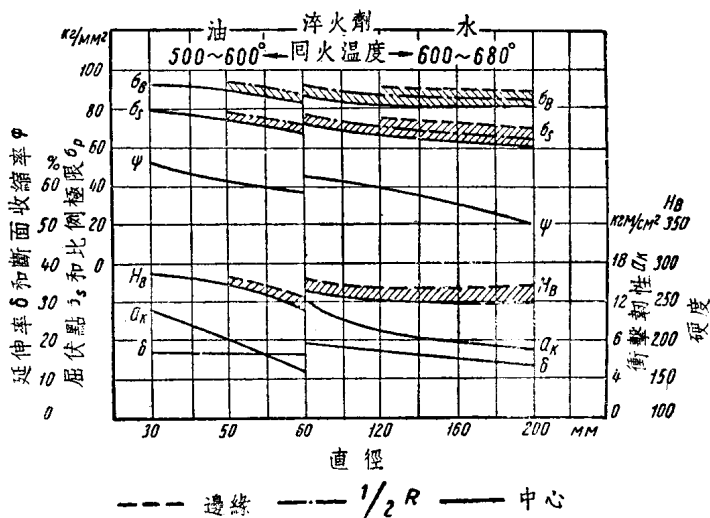


圖19 鉻鉬鋼經850°C水中淬火和550°C回火後的機械性能與其截面大小的關係。

鋼的成分: C—0.35%; Cr—0.97%; Mo—0.38%。