

金属学与热处理手册

第八分册

工 具 钢

冶金工业出版社

62

Н.Т.Гудцов, М.Л.Бернштейн, А.Г.Рахштадт
МЕТАЛЛОВЕДЕНИЕ И ТЕРМИЧЕСКАЯ ОБРАБОТКА
СПРАВОЧНИК

Металлургиядат (Москва, 1956)

金屬学与热处理手册

第八分册 工具鋼

小 冰、张胜泉 譯 吳 兵 校

冶金工业出版社出版 (北京市灯市口甲 45 号)

北京市书刊出版业营业許可証出字第 093 号

冶金工业出版社印刷厂印刷 新华書店发行

— * —

1959年10月 第一版

1959年10月北京第一次印刷

印数 5,010 册

开本 850×1168 · 1/32 · 58,000字 · 印张 2 $\frac{26}{32}$

— * —

統一書号 15062 · 1899 定价 0.39 元

本書內容包括金屬與合金的研究試驗方法、鋼的結構和現代的狀態圖。根據各國最近的科學成就敘述鋼的熱處理，其中包括熱處理方法的分類、加熱與冷卻時的轉變、等溫轉變等。對蘇聯工廠廣泛採用的熱處理和表面化學熱處理分別作了研究。

書中列舉了各種鋼特別是合金鋼的詳細特性數據。用了較多的篇幅介紹現代機械製造工業部門必需的具有特殊物理性能和化學性質的鋼與合金。闡述了熱處理的設備與工藝。詳細論述採用成套設備及建立流水作業綫時使用的進步的處理方法。

本書適合冶金和機械製造廠、實驗室、科學研究機關的工程技術人員和高等院校師生閱讀。

全書分十一篇，約有 126 萬字，是由幾個單位共同翻譯的。由於篇幅較大，而且譯者脫稿時間先後不一，不能同時合訂出版。為了及時滿足廣大讀者需要，本書中文譯本分十一冊出版。各分冊內容如下：

- 第一分冊 試驗與研究方法
- 第二分冊 鋼的結構
- 第三分冊 鋼的熱處理
- 第四分冊 半制品的結構、性能和熱處理
- 第五分冊 表面處理
- 第六分冊 建築鋼
- 第七分冊 機械製造鋼
- 第八分冊 工具鋼
- 第九分冊 特殊鋼與特殊合金
- 第十分冊 鑄鐵的成分與性能
- 第十一分冊 熱處理車間的設計原理與典型設備



目 录

第八篇 工具 鋼

第40章 工具鋼	1
1. 碳素切削鋼和合金切削鋼	3
低淬透性的鋼	6
高淬透性的鋼	12
第1組鋼的热处理	18
2. 高速鋼	33
成份和比較特性	33
浇鑄和軋制（原始）状态的組織	25
高速鋼的热处理	41
高生产率的高速鋼	54
鑄造刀具	55
3. 冷变形用的模子鋼	56
低淬透性的鋼	58
高淬透性的鋼	58
淬透性高、耐磨性好、淬火时体积变化最小的鋼	59
高韌性的鋼	66
4. 热变形用的模子鋼	67
鍛模用鋼	67
引深模和墩头模用鋼	71
压鑄模（压模）用鋼	77
热变形用的模子鋼的热处理	78
5. 量具鋼	80

第 八 篇

工 具 鋼

第 40 章 工 具 鋼

工具鋼根据其制造方法是属于高級优質鋼和 优 質鋼。这种鋼是在硬度很高而韌性較小的状态下使用的，所以冶炼的缺陷、較多含量的有害雜質及非金屬夹杂物，对于这种鋼会产生特別不良的影响。高速鋼和合金工具鋼，以及 Y7A~Y13A 的碳素工具鋼都是高級优質鋼（參看表 1）。按照 ГОСТ 的規定，合金工具鋼中硫和磷的含量各不应超过 0.03%，在碳素工具鋼中，硫的含量不应超过 0.025%，磷的含量不应超过 0.03%。

在 Y7~Y13 优質碳素鋼中，硫的含量不应超过 0.03%，磷的含量則不应超过 0.035%。

成份和性能种类繁多的工具鋼，按下列五个組分类最为合适 ①：

1. 碳素切削鋼和合金切削鋼。这組鋼又可以分为：
 - a) 低淬透性的鋼（碳素鋼和合金鋼）；
 - б) 高淬透性的鋼（合金鋼）。
2. 高速鋼。

① 另有一組鋼，具有高的硬度和耐蝕性，用于制造刀片、外科工具。

3. 冷变形（不切除碎屑）用的模子鋼。这組鋼又可以分为：

- a) 低淬透性的鋼（主要是过共析碳素鋼）；
- б) 高淬透性的鋼（过共析合金鋼）；
- в) 淬透性高、耐磨性好、淬火时体积变化最小的鋼（高铬莱氏体鋼）；
- г) 高韧性的鋼（亚共析鋼）。

4. 热变形用的模子鋼。这組鋼又可以分为：

- a) 鍛模用鋼；
- б) 引伸模和墩头模用鋼；
- в) 压模用鋼（制造压铸模）。

5. 測量工具用鋼。

工具鋼的特性仅仅根据工具在最終处理后制成成品时所获得的主要（工作）性能（硬度、强度、耐磨性）是不足以說明的，在許多情况下，还必须根据工具鋼的工艺性能，即工具鋼在制造和加工时所显示的性能来加以鑑定。工艺性能对于选择工具用鋼的成份和热处理的操作有其相当大的影响。

工具鋼的主要工艺性能如下：

a) 加工性，即鋼在冷状态下接受切削加工和压力加工的能力；一般說来，含碳量高的鋼在退火状态时的硬度和强度愈低，則鋼的加工性能就愈好；

б) 寬的淬火溫度范围，也就是鋼的过热敏感性低；

в) 良好的淬硬性，即在冷却能力較差的淬火剂中冷却时（例如在油和按分段淬火和等溫淬火法在熔盐中淬火时）也有可能得到馬氏体組織和高的硬度；

г) 热处理时工具因淬火时体积变化和应力而引起的变形很小；使用冷却能力較差的冷却剂（油，特别是分段淬火和等溫淬

火时用的热介質) 比在水中冷却时变形要小得多;

д) 对于使表面工作层硬度减低的脱碳的敏感性小; 在相同的加热条件时, 鋼的脱碳敏感性由鋼的化学成份来决定;

е) 良好的研磨性, 这个性能将决定研磨的生产率; 主要对高速鋼应考虑到这个性能, 因为高速鋼的研磨性由于含钨量的增加 (超过 0.5~1.0%) 破坏得特别厉害。

1. 碳素切削鋼和合金切削鋼 (第 1 組)

这組鋼含碳 0.65~1.5% (表 1), 經過热处理后 (淬火和低温回火) 可以获得很高的硬度和耐磨性。这些鋼与高速鋼的区别就在于回火稳定性比較差, 甚至在加热到 200~250° 以上时硬度即显著降低 (图 1)。这組鋼用于制造工作时切削刃受热不

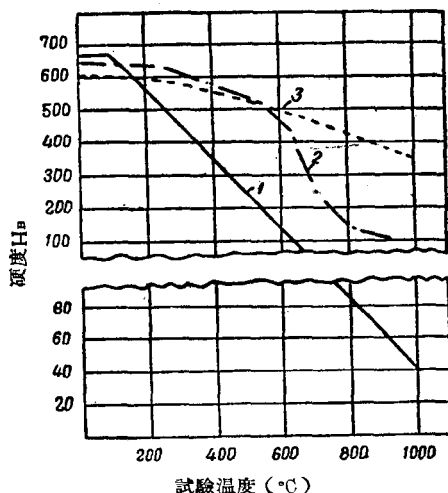


图 1 工具鋼和硬質合金在加热时的硬度

1—Y12 碳素鋼; 2—P18 高速鋼; 3—司太立特硬質合金

厉害的刀具, 即以低的切削速度加工硬度和强度不高的材料用的刀具。

制造切削工具用的碳素鋼和合金鋼 (第 1 組)

表 1

鋼 号	化 学 成 份 (%)				
	C	Mn	Si	Cr	W
1a組. 低淬透性的鋼					
高級優質碳素鋼					
Y7A	0.65—0.74	0.15—0.30	0.15—0.30	≤0.15	—
Y8A	0.75—0.84	0.15—0.30	0.15—0.30	≤0.15	—
Y8FA	0.75—0.84	0.35—0.60	0.15—0.30	≤0.15	—
Y9A	0.85—0.94	0.15—0.30	0.15—0.30	≤0.15	—
Y10A	0.95—1.04	0.15—0.30	0.15—0.30	≤0.15	—
Y11A	1.05—1.14	0.15—0.30	0.15—0.30	≤0.15	—
Y12A	1.15—1.24	0.15—0.30	0.15—0.30	≤0.15	—
Y13A	1.25—1.35	0.15—0.30	0.15—0.30	≤0.15	—
優質碳素鋼					
Y7	0.65—0.74	0.20—0.40	0.15—0.95	≤0.20	—
Y8	0.75—0.84	0.20—0.40	0.15—0.35	≤0.20	—
Y8F	0.75—0.84	0.35—0.60	0.15—0.35	≤0.20	—
Y9	0.85—0.94	0.15—0.35	0.15—0.35	≤0.20	—
Y10	0.95—1.05	0.15—0.35	0.15—0.35	≤0.20	—
Y11	1.05—1.14	0.15—0.35	0.15—0.35	≤0.20	—
Y12	1.15—1.24	0.15—0.35	0.15—0.35	≤0.20	—
Y13	1.25—1.35	0.15—0.35	0.15—0.35	≤0.20	—
合 金 鋼					
X05	1.25—1.40	0.20—0.40	≤0.35	0.40—0.60	—
ИХХ6	1.05—1.15	0.20—0.40	0.15—0.35	0.40—0.70	—
65X	0.60—0.70	≤0.40	≤0.35	0.50—0.75	—
B1	1.05—1.25	0.20—0.40	≤0.35	0.10—0.30	0.80—1.20
XB5	1.25—1.50	≤0.30	≤0.30	0.40—0.70	4.5—5.5 钨
85XΦ	0.80—0.90	0.30—0.60	≤0.35	0.45—0.70	0.15—0.30
1б組. 高淬透性的鋼					
X	0.95—1.10	≤0.40	≤0.35	1.30—1.60	—
ИХХ15	0.95—1.10	0.20—0.40	0.15—0.35	1.30—1.65	—
X09	0.95—1.10	≤0.40	≤0.35	0.75—1.05	—
ИХХ9	1.00—1.10	0.20—0.40	0.15—0.35	0.90—1.20	—
9XC	0.85—0.95	0.30—0.60	1.20—1.60	0.95—1.25	—
XBΓ	0.90—1.05	0.80—1.10	0.15—0.35	0.90—1.20	1.20—1.60
9XBΓ	0.85—0.95	0.90—1.20	0.15—0.35	0.50—0.80	0.50—0.80

备注: 1. 碳素鋼的成份是根据 ГОСТ 1435~54 的规定, ИХХ6、ИХХ9、ИХХ15 鋼的成份是根据 ГОСТ 801—47, 65X 鋼是根据技术条件, 其余的鋼是根据 ГОСТ 5950—51。

2. 鎳和鋼的含量: Y7A~Y13A 鋼各为 ≤0.20%, Y7~Y13 鋼各为 ≤0.25%。对其余的鋼, 鎳的含量 ≤0.25%, 而 85XΦ 鋼, 根据用戶的要求, ≤0.20%。

3. XB5 和 B1 鋼, 根据用戶的要求可含钨 0.15~0.30%。

第1組鋼經最終熱處理後應具備以下各項主要性能：

1) 切削刀應具有很高的硬度；金屬切削刀具通常應具有 $62 \sim 65 R_c$ 的硬度（在少數情況下為 $58 \sim 60 R_c$ ）；加工較軟材料用的刀具，其中包括木工刀具，硬度規定較低（ $43 \sim 55 R_c$ ）；

2) 使刀刃在切削時尺寸和形狀保持不變所必須的高度耐磨性；

3) 高的強度，以防止切削刀和刀具受最大彎矩和扭矩的階段產生崩刃或折斷；

4) 滿意的韌性，以防止震動和衝擊時（例如在斷續切削時，加工表面不平整的材料時等等）刀具發生折斷。

許多成形刀具的耐久性在頗大程度上決定於工具鋼的機械性能。根據烏拉爾重型機器製造廠所進行的觀察〔1〕，證明截面不大的刀具有73%是在正常磨損前由於折斷而報廢的。

第1組鋼在淬火狀態具有馬氏體組織（亞共析鋼和共析鋼）或馬氏體與過剩碳化物的組織（過共析鋼），以及數量不多的殘余奧氏體，因此硬度和耐磨性很高。

第1組鋼在淬火和低溫回火狀態，它們的硬度、強度和耐磨性彼此沒有很大的區別。只有含碳量高（含碳 $1.25 \sim 1.5\%$ ）的XB5和XO5鋼，在淬火狀態具有較高的硬度（達 $67 \sim 68 R_c$ ）和耐磨性（但強度和塑性較低）。

但是第1組鋼在淬透性和工藝性能方面，特別是在淬硬性方面彼此的差別很大。表2中列出某些合金元素對於含碳 $1 \sim 1.5\%$ 的鋼在油淬時淬硬性的影響。除了碳素鋼以外，錳鋼（不含鉻）、鈮鋼以及含鉻量不高的鋼（含鉻 $0.5 \sim 0.7\%$ 以下），淬硬性都不大，因此它們的淬透性也都不高。這些鋼都屬於1a組。

淬硬性（和淬透性）高的鋼，即鉻鋼、硅鋼、鉬鋼和複雜合金鋼，是屬於16組。

合金元素对过共析鋼淬硬性的影响

表 2

碳和合金元素的含量	淬火温度 (°C)	油冷后的硬度 R_c (油温20°C)
1.1%C	820	42~45
1.15%C 和 1%W	860	43~46
1.15%C 和 2%W	880	47~50
1%C 和 1%V	860	40~42
1%C 和 0.5%Cr	830	52~53
1%C 和 1%Mn	820	57~60
1.1%C 和 1%Cr	840	62~63
1%C 和 1%Si	860	58~60
1%C 和 1%Mo	840	63~65

备注：試样的直径为20公厘；合金鋼淬火时采用不引起晶粒急剧长大的加热温度。

低淬透性的鋼 (1a 組)

碳素鋼是 1a 組鋼的主要代表。高級優質碳素鋼 (參看表1) 在淬火和低溫回火状态比優質碳素鋼的韌性要高一些，并且在研磨时可以获得較为光洁的表面。因此高級優質鋼主要用于制造切削刃很細的刀具 (螺絲攻、鉸刀、直径不大的鉗頭)。高級優質鋼和優質鋼采用相同的热机械加工和热处理规范，因为这些鋼在其他的性能方面并没有区别。

碳素鋼的一个很大优点是在退火或高溫回火状态硬度不高，因此它的切削加工性和压力加工性很好。

具有球状珠光体組織的 Y12 退火鋼的硬度为 $170 \sim 130H_B$ 。

碳素鋼必須淬入水中或盐 (或碱) 的水溶液中冷却，冷截面較小的工具可淬入油中 (直径小于 3~5 公厘的) 或熔盐中 (直径小于 8~12 公厘的) 冷却。

直径 (或每边厚度) 小于 15~18 公厘的工具在水中冷却后

可以获得完全（或接近完全）的淬透，但这时在工具中会产生相当大的残余应力和变形。

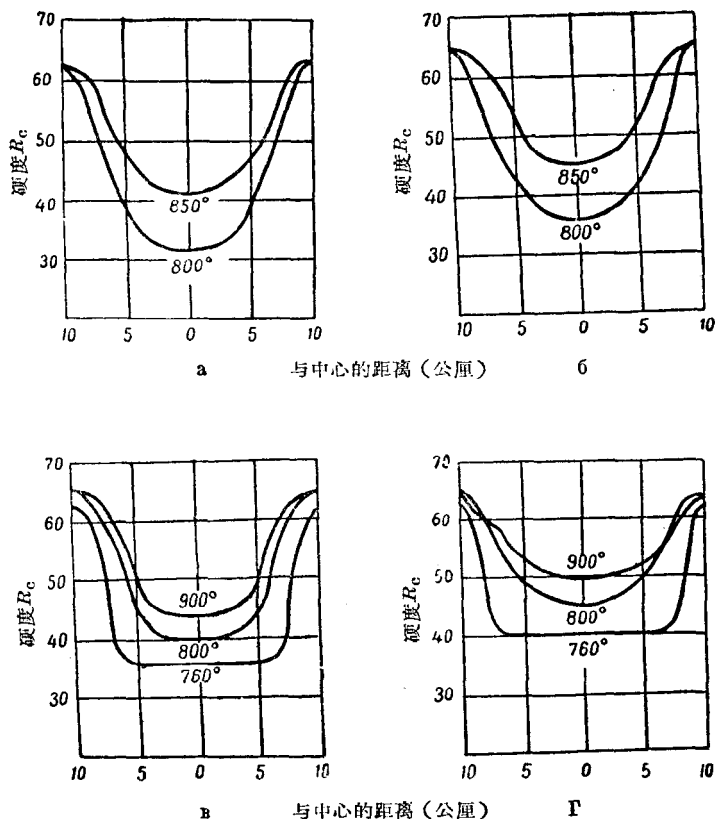


图 2 碳素钢的淬透性与含碳量的关系（图 a, б—根据盖列尔 [Ю.А.Геллер] 的数据；图 в, г—根据加耶夫 [И.С.Гаяев] 的数据 [2]）

а—含碳 0.73%、锰 0.32%、硅 0.28% 的钢；б—含碳 0.88%、锰 0.26%、硅 0.27% 的钢；в—含碳 1.05%、锰 0.23%、硅 0.29% 的钢；г—含碳 1.16%、锰 0.25%、硅 0.30% 的钢

截面較大的工具在水中冷却时，只有很薄的表面层获得馬氏体組織和很高的硬度（图 2）。既然馬氏体的轉变只是在比較薄的表面层內发生，所以大型工具的变形要比完全淬透的工具小。但是直径（或厚度）大于 25~35 公厘的工具，其淬硬层的深度对于完成切削过程，特别是在单位負荷較高时常常显得太薄。此外，由于很薄的表层和未淬硬的心部体积变化相差悬殊，所以这种刀具淬火后在表层与心部的交界上会产生相当大的拉应力，甚至引起裂紋。

碳素鋼最适宜于制造淬入油中冷却的截面不大的工具（即直径 3~5 公厘的），和切削部份仅位于表层的直径（或最小厚度）18~25 公厘的刀具（螺絲攻，鉋鉗，不长的鉸刀，各种类型的錘刀）。

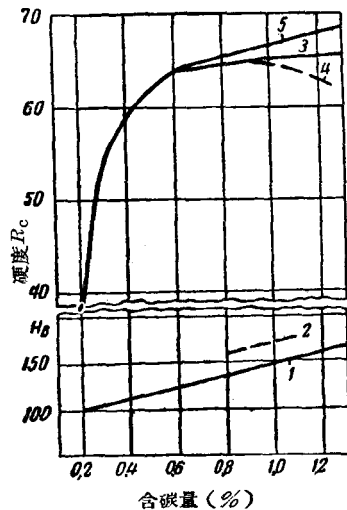
共析碳素鋼过冷奥氏体的稳定性比亚共析碳素鋼要高一些。奥氏体的等溫轉变曲綫图表明（參看第 27 章），碳的含量增至 0.9% 时，在珠光体区（700~500°）以及中溫轉变区（400~200°）內轉变开始和轉变終了曲綫就向奥氏体稳定性更大的方向少許移动。

加热到 780~800° 的过共析鋼，其奥氏体在上珠光体区的稳定性比共析鋼中奥氏体的稳定性低得不多。因此过共析鋼表面淬硬层的厚度实际上与共析鋼相同（图 2）。然而过共析鋼的奥氏体在中溫轉变区（350~200°）內具有較高的稳定性，因此当快速冷却时，奥氏体在中溫区內的轉变在里层就来不及全部进行。这样，使过共析鋼制成的刀具（直径 20~25 公厘以下），其心部有可能获得較高的硬度（图 2），从而由表面淬硬层到里层硬度的变化也較均匀。这也就提高了整个工具的强度和切削时对高压的抗力。鋼的淬透性按照标准級別图評定（參看第 1 篇第 20 章）。

碳素鋼在淬火状态的硬度随着含碳量的增加而有显著提高，一直到含碳量达 0.7% 左右为止，碳的含量繼續提高，硬度的变化就不大了（图 3），因为这时残余奥氏体的数量增多。淬火溫度提高到 A_{cm} ，促使二次渗碳体的溶解，并且增加残余奥氏体的数量，所以鋼的硬度便降低。冷至 0° 以下，可使硬度得到增加。但淬火时加热溫度高了将使晶粒显著长大并大大提高脆性（参看图 13），所以这种处理方法是不采用的。

图 3 碳素鋼的硬度与含碳量和热处理的关系（经过退火的碳素鋼硬度是指組織为球状珠光体时的硬度）

1—退火后的碳素鋼；2—退火后的鉻鋼（含鉻 1.5%）；3—淬火后的碳素鋼（加热到 A_{c1} 以上：780~800°）；4—同上（加热到 A_{cm} 以上）；5—淬火（加热到 A_{cm} 以上）和冷处理后的碳素鋼 [3]



含碳量的变化可以影响鋼在淬火和低温回火状态时的强度和塑性（图 4）。

亚共析鋼的强度随着含碳量的增加先是提高，在含碳 0.6~0.7% 的鋼中强度达到最高值，随后便下降。在較高的溫度（300~350°）下回火，鋼的强度降低，但塑性却有显著增加（参看图 19），亚共析鋼的塑性要大大超过共析鋼和过共析鋼。因此亚共析碳素鋼用于制造要求塑性較高的加工軟材料的刀具（許多类型

的木工刀具)，以及受冲击负荷作用而单位压力不高的工具（如
 鑿子、凿子）最为合适。

共析碳素鋼在淬火加热时对晶粒长大的敏感性较大，因此具
 有較低的机械性能（参看图 4 和图 13）。共析鋼不适合于制造
 切削刀具，特别是受冲击负荷作用的刀具。

含碳 1.0~1.15% 的过共析碳素鋼，在加热到 780~800° 时具
 有較細的晶粒，并且淬火时获得的残余应力也比共析鋼少 [3]。
 这种鋼最适合于制造要求耐磨性高和切削力大的金属切削刀具。

随着含碳量增至 1.15~1.20% 以上，过剩碳化物的尺寸和
 数量都增加；这些碳化物在組織内分布越来越不均匀，并且沿着
 晶界取向，因而使机械性能降低。根据这些原因，所以含碳量超
 过 1.3~1.4% 的碳素鋼是不用于制造截面較大的切削刀具的。

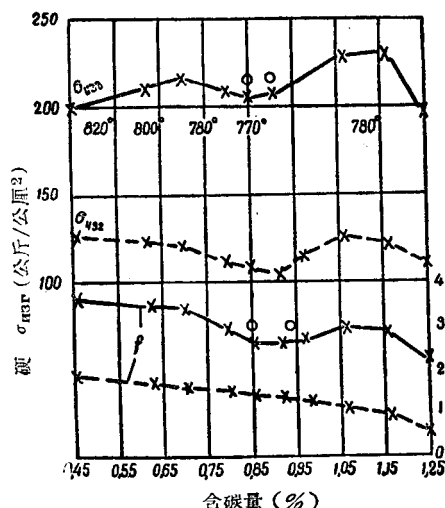


图 4 碳素鋼在淬火和低温回火状态时的机械性能
 与含碳量的关系

--- 淬火后；—— 在 150° 回
 火一小时后。

图上的数字表示淬火温度。
 O—共析鋼在 760° 淬火和 150°
 回火后的机械性能 [3]

1a 組的鉻鋼具有相同的含鉻量（0.4~0.7%），但碳的含
 量各不相同（参看表 1）。III6 鋼过冷奥氏体的稳定性较高（与
 碳素鋼比較），用它制造直径小于 12~18 公厘的工具在淬入油

中或熔盐中冷却后可获得 $R_c 60$ 以上的硬度，而用它制造直径 $25 \sim 30$ 公厘的工具在淬入水中冷却后得到的淬硬层深度也比碳素钢大（图 5）。这种钢最适合于代替碳素钢制造上述截面的工具，目的是为了减少淬火时的应力和变形，并避免裂纹的形成。

XO5 钢由于含碳量高（ $1.25 \sim 1.40\%$ ），所以获得很高的硬度和耐磨性，但同时具有较大的脆性，特别在切削刃很薄的大截面刀具中表现更明显。XO5 钢通常是制成薄的冷轧带材（例如作剃刀）。在薄的截面中脆性表现较不明显。此外，冷变形的程度相当大，可以使过剩碳化物得到细化，而铬促使碳化物更均匀地分布在组织中，同时并改善细薄截面的淬硬性。

65X 钢不同于含碳量与它相近的 Y7（Y7A）钢，这种钢制成的厚度（直径）小于 $12 \sim 18$ 公厘的工具，可在油中或熔盐中淬火。利用这种钢制造扁长的工具（例如凿子和木工刀具）可以减少淬火时的变形。

85XΦ 铬钒钢制成的，截面不大的工具与前面介绍的铬钢一样，淬火时可在油中和熔盐中冷却。钢中存在钒，能促使形成细小的晶粒，并防止过热。因此 85XΦ 钢的韧性要超过共析碳素钢和铬钢，特别是在 $300 \sim 400^\circ$ 回火后具有托氏体组织时。85XΦ 钢用于制造刃口很薄的木工刀具（例如锯条）。

B1 钨钢如果加热到不引起晶粒显著长大和大部分过剩碳化物溶解的温度，那末这种钢的淬透性和淬硬性与碳素钢就没有多大差别（图 6）。

对过热的敏感性比碳素钢小是 B1 钢的一个优点。但如果能够准确地控制碳素钢的淬火温度，B1 钢的这个优点也就没有很大的意义，因此，B1 钢可以有效地用碳素钢代替。

XB5 铬钨钢只有在制成截面不大的工具时才能在油中淬硬，在这种情况下可以获得硬度 $62 \sim 64 R_c$ 。但是 XB5 钢在水中冷却

后硬度可达 $67 \sim 68 R_c$ ，这就保证了非常高的耐磨性。XB5 鋼可用于制造截面不大（直径 $5 \sim 15$ 公厘）、形状简单和要求耐磨性高的工具（雕刻工具、加工冷轧轧辊和白口鑄鉄用的切刀）。切削加工时的速度不高。利用冷处理可以使較便宜的XO5和Y13 鋼获得很高的硬度，因而近年来XB5 鋼的应用已日見減少。

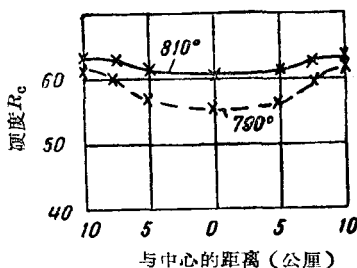


图 5 X6 鋼的淬透性；在水中冷却（加耶夫）〔2〕

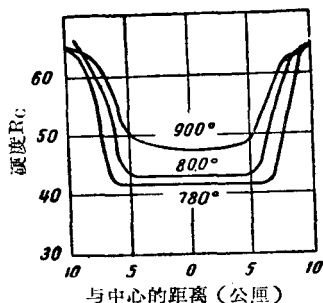


图 6 B1 鋼的淬透性(1.09% C; 0.31% Mn; 0.31% Si; 0.95% W); 在水中冷却(加耶夫)〔2〕

高淬透性的鋼 (16 組)

16 組鋼由于过冷奥氏体的稳定性高，所以即使在比較緩和的冷却剂（油、熔盐）中淬火时，也能获得很高的硬度，其中某些鋼在与馬氏体转变开始温度（ M_n ）相接近的温度下经过长时间保温后进行等温淬火的情况下也能获得很高的硬度。这組鋼在淬火状态保留有較多的残余奥氏体。所有这些因素都促使淬火时变形和应力減少。

由于 16 組鋼的淬透性較好，所以用它制造形状比 1a 組鋼复杂的大截面工具。

16 組鋼含有高达 $1.5 \sim 1.8\%$ 的鉻作为主要的合金元素。用其他的碳化物形成元素来代替鉻（其中有钒、錳、鉬等）

所得效果不如鉻好。在不会引起晶粒长大的較低温度下淬火时，錳和釩不能提高鋼的淬硬性和淬透性（參看表 2）。鉬在其含量为 0.3~0.4%（或更高）时将加强过共析鋼的脱碳。錳能改善鋼的淬硬性和淬透性，但却使鋼的过热傾向显著提高。

如果过共析鋼中鉻的含量在上述范围以內，在这种情况下用錳和錳合金化最合适。所以除了鉻以外，用其他碳化物形成元素合金化，或增加硅的含量都能改善 15 組鋼的性能。

鉻鋼。鉻的含量在 2~3% 以下时，碳化物相乃是渗碳体型的碳化物 $(Fe, Cr)_3C$ 。在过共析鋼中加入 0.5~1.5% 鉻，可以显著改变碳化物的尺寸及其分布的条件。含鉻的渗碳体在退火时比不含鉻的渗碳体聚集能力低。所以含碳 1.0~1.15% 和含鉻 0.5~1.5% 的鉻鋼，碳化物較細而且分布均匀（图 7），在淬火和低温回火状态强度要高 10~15% 左右。

含碳 1% 和含鉻 1~1.5% 的鋼，退火后的硬度为 183~217 H_{R} ，較 Y10~Y12 碳素鋼为高。

含鉻 1%（和含碳 1.1%）的过共析鋼可以淬透 20~25 公厘的截面，而含鉻 1.5% 的鋼可以淬透 30~35 公厘的截面（图 8）。

鉻鋼 X (HIX15) 在分段淬火时，即使在熔盐中保温很短的时间（1~2 分鐘），也只有直径 15~20 公厘以下的工具才能获得 60~63 R_c 的硬度。保温更长的时间，将使残余奥氏体的数量增多和工具的变形减少，鋼的硬度便降低到 57~59 R_c 。（图 9）。

鉻的含量增至 1.5% 以上，鋼的淬硬性和淬透性便提高。但是在这种情况下，鉻引起碳化物的不均匀性；使組織內形成了粗大的碳化物微粒，和沿着热机械加工方向分布的特殊碳化物带。碳化物的不均匀性也随着含碳量的增加而增大，在含碳 1.2~1.3% 的鋼中，当鉻的含量为 1.2~1.5% 时，碳化物的不均匀性就变得相当显著（图 10）。