

模 具 鋼 譯 文 選

第一机械工业部机电研究所

一九七二年十二月

说 明

为了配合少无切削加工工艺的科研和生产的进行，我們收集了一些有关国外模具钢的资料，从中选译了十四篇。文章叙述了各类模具钢的发展概况，模具材料合金化和热处理，模具加工制造以及实际应用等问题，可供有关专业人员参考。

对于这些资料，我們必须遵照毛主席关于“对于外国文化，……应当以中国人民的实际需要为基础，批判地吸收外国文化”的伟大教导，批判地吸收其中有益的东西。

由于水平限制，所选译的文章难免有不妥之处，希广大讀者批評指正。

目 录

1. 热锻用模具钢的特性、寿命和选择.....	1
2. 模具钢中特殊元素的性质和作用 (一) (二) (三)	14
3. 热模具钢的演变和模具加工方法的进展.....	29
4. (1) 冲压模的热处理.....	41
(2) 冷冲模钢热处理要点.....	55
5. 锻模材料及模具寿命的提高.....	63
6. 热强金属及合金热变形用 4X4M2BΦC 新型模具钢.....	72
7. 热变形压模用 45X3B3MΦC 新型模具钢	76
8. 关于耐热合金叶片模锻用模具钢的选择问题.....	80
9. AISI L6 型合金钢 (低合金特种用途工具钢)	92
10. 时效硬化热作模具钢.....	96
11. 时效硬化模具钢.....	98
12. 铸造锻压模具钢的组织、性能及其热处理	103
13. 模具材料发展近况	108
14. 锻模的磨损——世界文献综述	113

热鍛用模具鋼的特性、寿命和选择

作者： 穴泽尚男

一. 前 言

过去，热鍛用模具钢是以锤用模具钢为主，而近来随着压力机鍛造的逐渐发展，压力机用模具钢的需要量正在增加。而且，为了谋求提高鍛件的精度、大量生产和降低成本等，因而对模具钢的性能引起了重视。

关于模具钢的热处理，已有記述⁽¹⁾。本文对现在广泛使用的有代表性的热鍛用模具钢的性能、特点和寿命等加以说明，並叙述模具钢的使用条件及其选择。供用户参考，並希望能对提高生产率有所帮助。

本文限于篇幅，以叙述钢的鍛造用模具钢为主，而有色金属鍛造用模具钢可参照本文来考虑。

二. 影响热鍛用模具钢寿命的主要因素

模具使用不到预定数量而提早报废有各种原因，而主要的有下列四项：

1. 过大的加工压力

如果对模具施加过大的加工压力，則磨损增大，同时模具有破坏的危险，在操作中当然要对这种危险予以注意。然而适当地选择模具的尺寸、钢种和硬度，这种危险是可以避免的。

2. 磨 损

在鍛造过程中，无法完全防止鍛模模腔面的磨损。磨损是由于被加热鍛坯的金属的流动和扩展而造成的，模具模腔面的形状越复杂，或凹凸越多，磨损越严重。另外，磨损受鍛件的高温强度及其表面所产生的氧化皮的影响也很大。

因此，为了减少磨损，要注意不要使模具的设计、钢种和硬度的配合不当，另外，在工艺上要注意鍛造毛坯的适当加热和清除氧化皮以及冷却、润滑等。

3. 鍛造毛坯的加热温度

鍛造毛坯的加热温度同模具的温升有关，模具的温度上升則促进磨损，並有发生热裂纹的危险。

因此，模具钢要具有耐热性，即在高温状态下具有良好的机械性能。

4. 热裂纹

热裂纹多发生于模具模腔面的转角处或突出部分。一旦发生裂纹，由于加工压力的作用裂纹会发展，进而使模具破坏。因此，在工艺上要注意尽可能使模具模腔面的温升小，同时在模具钢的选择方面要特别注意硬度和韧性。

三. 热锻用模具钢必备的性质

根据上述情况可知，影响模具寿命的各种因素中，最重要的是硬度、韧性和耐热性。硬度同模具的破坏、磨损和产生热裂纹有直接的关系，硬度越高耐磨性越好，但是对防止破坏和防止产生热裂纹不利。韧性高有利于防止破坏和防止产生热裂纹。热裂纹是由于反复地加热冷却引起的热疲劳造成的，所以导热率大、热膨胀系数小、高温强度高和韧性高的钢就不易产生裂纹⁽²⁾。

但是，硬度（抗拉强度）和韧性是相反的性质，要两者同时满足是极为困难的。因此，一般说来，锻锤锻造比压力机锻造更为重视韧性，因而采用硬度低的钢种。压力机锻造侧重于耐磨性方面，因而采用硬度高耐热性好的钢种。

四. 热锻用模具钢的钢种与化学成分

目前广泛使用的钢种及其化学成分见表1。在表1中，D1、D2和D3钢为含0.5~0.6% C，含Cr、Mo或Ni的低合金钢。而DH6、DH7、DH12和DH18钢为含碳量0.45%以下，含有多量的Cr、Mo、Ni、W、V的高合金钢。前面的D钢种，一向是著名的锻锤用模具钢，而作为压力机锻造用模具钢，仅用于大型或较小而产量不大的场合。后面的DH钢种主要用作压力机用模具钢，除模具钢以外还可用作热加工用的各种工具钢。

五. D 钢 种 模 具 钢

锻锤锻造比压力机锻造的冲击载荷大，因此，韧性甚至比硬度更为重要，如何根据使用条件协调硬度和韧性是决定模具寿命的关键问题。D1、D2和D3钢为锻锤用模具钢有代表性的钢种，现对其各种性能叙述如下：

1. 化学成分对各种性能的影响

对于D钢种碳为提高硬度的基本成分。如图1⁽³⁾所示，到含碳量为0.7%附近以下，淬火硬度与含碳量成比例地增加。

在D钢种的情况下，添加Mn、Ni、Cr、Mo等合金元素主要是为了提高淬透性，对于机械

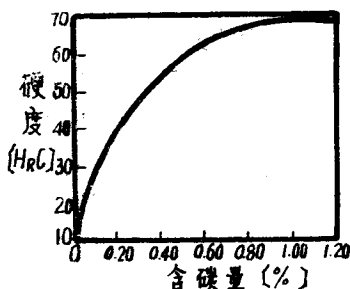


图1 含碳量对淬火硬度的影响

热加工用主要模具钢的化学成分表 [%] 表 1

钢号	JIS* 钢号	外国钢号	C	Si	Mn	P	S	Ni	Cr	Mo	W	V
D1	SKT2		0.45~0.60	0.15~0.35	0.8~1.2	<0.025	<0.020	—	0.80~1.20	—	—	—
D2	SKT4	6F2 (ASM)	0.50~0.60	0.15~0.35	0.5~0.8	<0.025	<0.020	1.30~1.70	0.70~0.90	0.20~0.45	—	—
D3	SKT3	6G (ASM)	0.50~0.60	0.15~0.35	0.65~0.95	<0.025	<0.020	0.30~0.40	0.85~1.15	0.40~0.50	—	0.10
DH6	SKD6	H11 (AS)	0.30~0.45	0.80~1.45	0.30~0.60	<0.025	<0.025	—	4.50~5.50	1.30~2.00	—	0.20~0.50
DH7		6F4 (SM)	0.18~0.23	0.20~0.50	0.63~0.78	<0.025	<0.025	3.00~3.25	3.25~3.50	—	—	—
DH12		H12 (MS)	0.30~0.40	0.90~1.10	0.20~0.50	<0.025	<0.025	—	4.80~5.20	1.35~1.65	0.50 ~1.50	0.15~0.25
FH18		Nr2365 (西德)	0.25~0.35	0.25~0.65	0.25~0.65	<0.030	<0.030	—	2.50~3.50	2.50~3.50	—	0.40~0.60

* JIS 日本工业标准——译注。

性能没有显著的影响。图 2⁽⁴⁾ 为含碳量 0.3~0.5% 的各种钢的硬度、抗拉强度和断面收缩率（韧性）的相互关系。断面收缩率（韧性）大体上同硬度（抗拉强度）成反比例变化，不论合金元素的种类和数量如何，都有图示的关系，D 钢种中的几种钢合起来示于图 2，具有完全相同的的关系。

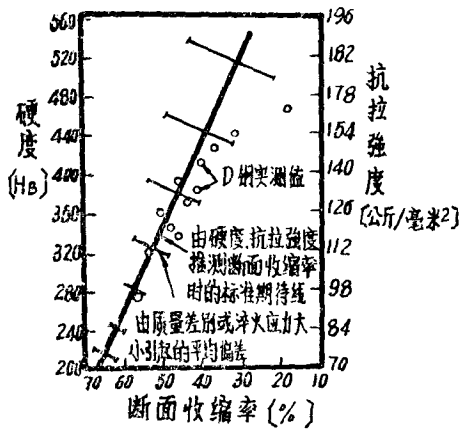


图 2 含 0.3~0.5% C 的合金钢的硬度、抗拉强度和断面收缩率的关系

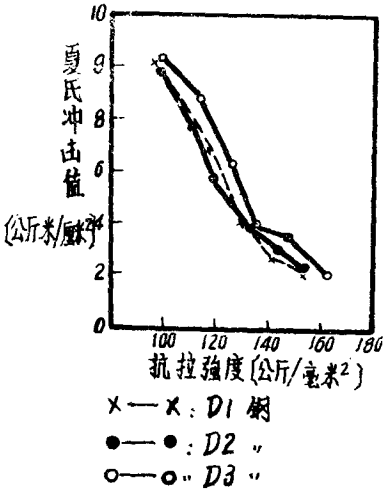


图 3 D 钢种模具钢的抗拉强度和夏氏冲击值的关系

图 3 为抗拉强度(硬度)和韧性(夏氏冲击值)的关系。从图上可以看出抗拉强度(硬度)增高则有使韧性变坏的趋势。因此，在锻锤锻造时由于冲击载荷很大，所以要考虑模具的大小、刻模深度、模具设计和锻造毛坯的金属种类等，特别要注意适当地选定硬度范围。

D 钢种模具的尺寸和硬度范围的一般关系如表 2⁽⁵⁾ 所示。

锻锤用 D 钢种模具的尺寸和硬度及用途 表 2

記号	硬 度			模 具 尺 寸		重 量 [公斤]	用 途
	H _B	H ₃	H ₁ C	截 面 积 [毫米]	长 度 [毫米]		
AA	444~477	61~66	47~50	<250 × 350	<450	<340	刻模深度約13毫米以內的浅模
A	388~429	55~60	41~45	<250 × 425	<500	<450	刻模深度約19毫米以內，板手、 夹钳小連結环、齿圈等
B	341~375	50~55	36~40	<375 × 500	<900	<1470	刻模深度50毫米以內
C	302~331	45~50	32~35	<375 × 700	<1200	<2700	刻模深度75毫米以內
D	269~293	40~45	28~31	无 限 制			刻模深度极深的模具，大型曲轴、 煤气內燃机连杆等

其次，本钢种所添加的合金元素对淬透性有很大影响。模具的尺寸越大，钢种的选择就越成为问题。图4⁽⁴⁾为完全淬火组织和不完全淬火组织对回火温度和硬度（抗拉强度）的影响，由图可知，不完全淬火组织即使经过回火也不能获得所期待的性能。D钢种 模具钢也完全相同，模具的尺寸增大则应选用淬透性良好的钢，以使其完全淬火。

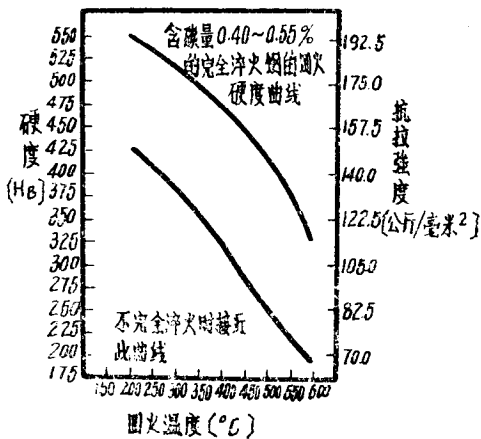


图4 含碳量0.40~0.55%合金钢完全淬火和不完全淬火对回火硬度的影响

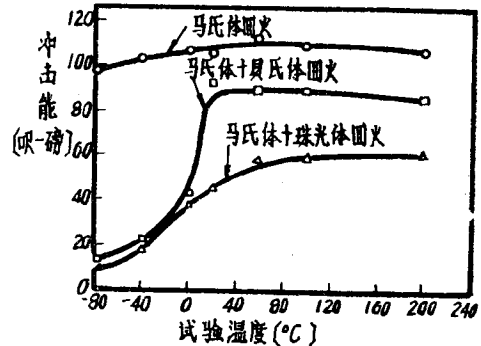


图5 抗拉强度87.8公斤/毫米² [SAE 8735 (低Ni-Cr-Mo)]钢的组织对低温冲击值的影响 (注：图中应改为回火马氏体，回火马氏体+贝氏体，回火马氏体+珠光体)

另外，淬火组织对低温冲击值的影响见图5⁽⁶⁾。如图所示，不完全淬火组织呈现冲击值降低、转变温度提高等不良影响。因此模具心部也要求完全淬火组织。

如上所述，模具钢的淬透性对其机械性能有很大的影响，D钢种的淬透性如图6和图7所示，D2钢的淬透性最好，其次是D3，再次是D1。即，很小型的模具应采用D1钢，大型的应采用D2钢。

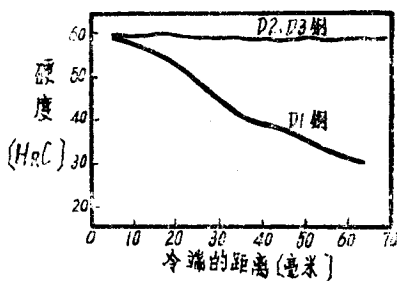


图6 顶端法淬透性试验结果

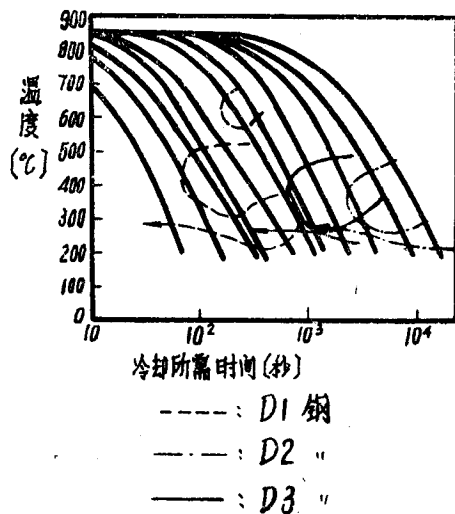


图7 连续冷却变化曲线 (850°C→冷却)

其次，因为D2、D3钢含钼，所以不必担心回火脆性，而D1钢有产生回火脆性的危险，因此，避免在450°C以上回火。另外，如图8⁽⁷⁾所示，钼使回火阻力增大，二次硬化的性质特别显著，因此，在难以避免刻模面温度上升的场合，增加钼的含量可获得良好的效果。

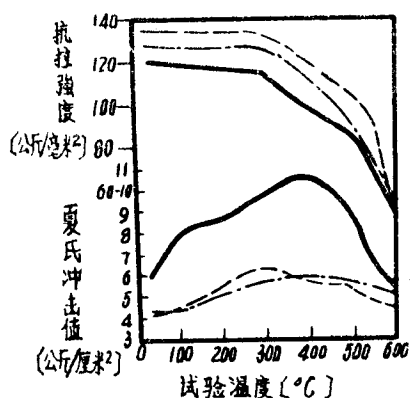
2. 高温机械性能

在锻锤锻造过程中，由于模具经常与锻造毛坯接触，模具的温升是不可避免的。而且，模具在高温下经常承受冲击负荷。因此，需要良好的高温机械性能。

抗拉强度 130公斤/毫米² 左右经回火的试样，高温抗拉强度和冲击值的变化如图 9 所示。由图可知，温度达到300℃以上时抗拉强度开始急剧下降。另外，冲击值在200~500℃附近出现最大值，当淬火稍有不充分时，如图 5 所示出现低温脆性，因此，在锻造之前模具必须予热到200℃左右。

图10为D钢种高温硬度的测量结果。不论在常温下的硬度如何，各种钢的高温硬度都在

300℃附近稍有下降，而超过350℃则高温硬度下降的倾向明显，开始软化。这种现象同高温抗拉强度的变化有大致相同的倾向。所以当刻模面的温升达到350℃以上时，高温硬度和强度都急剧下降，因而使模具的耐磨性和耐久性降低。在锻造过程中必须注意模腔面的温升、冷却和润滑。



	钢	淬火温度 [°C]	回火温度 [°C]
——	D1	850	550
——	D2	850	650
----	D3	850	600

图 9 130公斤/毫米² 左右经回火的D钢种的高温抗拉强度和冲击值
(疑原文C为D之误—译注)

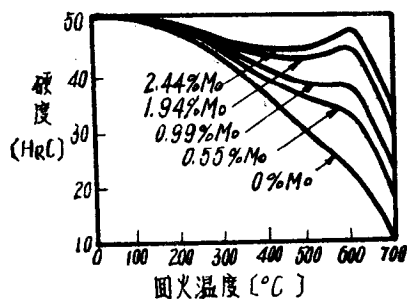


图 8 钼含量对回火硬度的影响
(0.3% C钢)

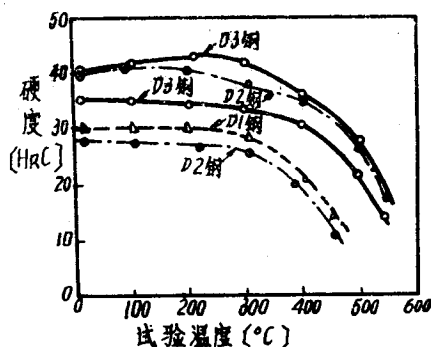


图10 D钢种高温硬度的变化

六. DH 钢 种 模 具 钢

DH6、DH7、DH12和DH18钢也作为锻锤用模具钢来使用，但是主要用作压力机锻造模具钢。

因为压力机用模具比锻锤用模具承受的冲击载荷小,所以采用硬度高的钢种。DH钢种的含碳量都比D钢种低,而含有多量的铬和钼两种元素。如图1所示,含碳量高容易获得高硬度,但是另一方面有容易产生热裂纹的缺点。DH钢种为了增加对热裂纹的抗力,降低含碳量,使其含有多量的铬、钼以得到必要的硬度。如图8和图11⁽⁸⁾所示,铬和钼是对提高硬度有显著影响的元素。

DH7钢是用钼来提高硬度,用镍来改善机械性能,含碳量很低,因而对产生热裂纹的抗力很大。其他几种钢也是用铬、钼来得到必要的硬度,对热裂纹的抗力也很大。另外,铬、钼、钨、钒等元素的碳化物生成能力都很强,这些硬质的碳化物有提高耐磨性的作用。

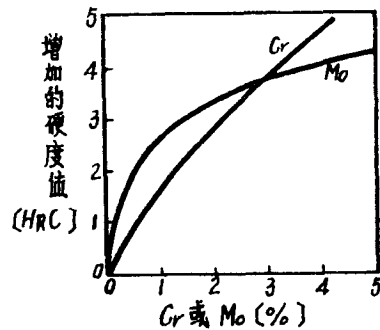


图11 铬、钼对0.35% C 钢的最高马氏体硬度的影响

1. DH钢种的冶金性能和机械性能

DH钢种中的几种钢都是高合金钢,其冶金性能和机械性能与D钢种不同。现将各种性能概述于下:

(1) 淬透性 这几种钢都具有良好的淬透性。例如, DH6钢的 $16 \times 14 \times 4$ 吋³试样从 1000°C 空冷,全部获得 $H_{RC}52(H_{30}70)$ 的硬度。另有如下的报告⁽⁹⁾,即直径30吋,重2800磅的轧辊从 1040°C 空冷,在 565°C 回火以后,表面获得均匀的硬度 $H_{RC}44(H_{30}59)$ 。另外几种钢的淬透性也不比DH6钢差。这几种工具钢的S曲线如图12和图13所示,即使是很大的模具也能均匀地淬透。

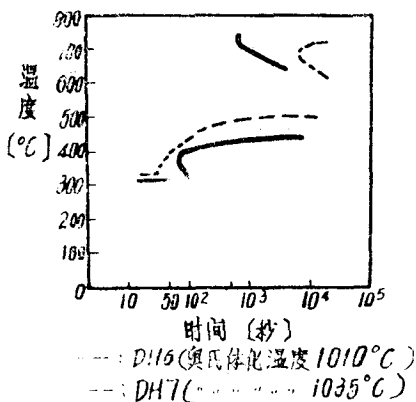


图12 DH6、DH7钢的S曲线

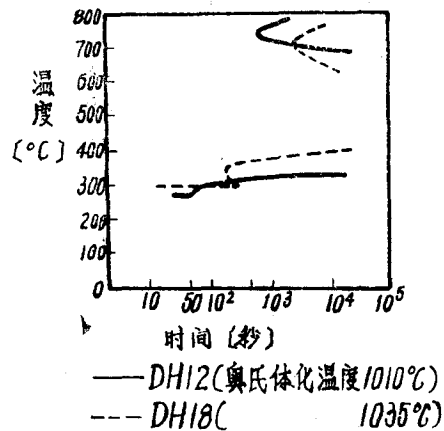


图13 DH12、DH18钢的S曲线

(2) 淬火温度、淬火硬度和回火硬度 淬火温度和淬火硬度的关系如图14所示,淬火温度增高会促进碳化物向 γ 相固溶,由于奥氏体中的碳和合金元素富化而使硬度增高。但是,如果淬火温度过高则晶粒变粗,并发生脱碳和变形等问题,故以表3所示的淬火温度为最佳。

DH钢种的实用硬度范围和热处理温度范围

表 3

钢 号	淬火温度	回火温度	实 用 硬 度		退火温度	退火硬度
	[°C]	[°C]	[H _{RC}]	[H _B]	[°C]	[H _B]
DH6	1000~1020	510~600	42~55	388~555	840~900	192~229
D7H	1000~1020	520~600	42~48	388~448	760~780	209~238
DH12	1000~1020	540~620	42~55	388~555	840~900	192~229
DH18	1010~1030	540~620	42~55	388~555	840~900	192~229

注：淬火时的预热温度取 650~700° 为好；回火在各自的回火温度反复二次以上，以使组织稳定化。

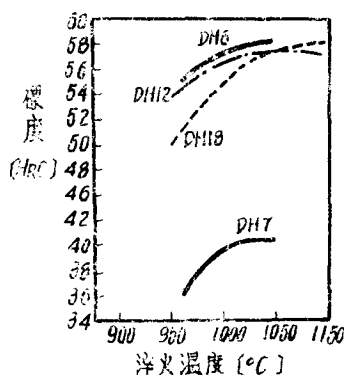


图14 淬火硬度和淬火温度的关系

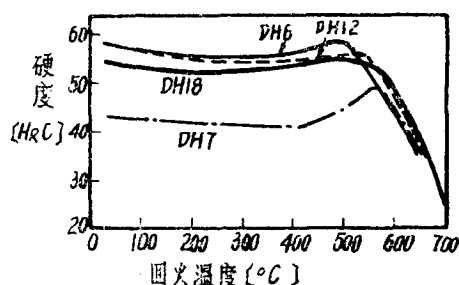


图15 回火硬度和回火温度的关系

回火硬度曲线如图15所示，可以看出，在500~530°C附近由于二次析出而使硬度上升。超过此温度则硬度急剧下降。回火温度范围以表3中所给出的温度为最佳。对于承受大的冲击载荷或应力的某些条件下应采用低硬度值。回火是为了使组织稳定化，同高速钢一样，以反复二、三次为好。

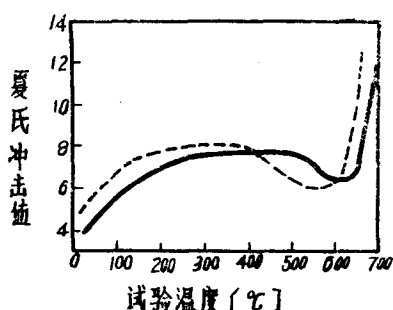
其次，进行标准热处理时的机械性能如图4所示，即使高温回火也具有良好的性能。

DH 钢 种 的 机 械 性 能

表 4

钢 号	热 处 理	屈 服 点 [公斤/毫米 ²]	抗 拉 强 度 [公斤/毫米 ²]	延 伸 率 [%]	断 面 收 缩 率 [%]	硬 度 [H _{RC}]
DH6	1000°C空冷淬火 595°C×3小时回火	129	152	13	40	44
DH7	1015°C空冷淬火 575°C×3小时回火		145	12	42	34
DH12	1000°C空冷淬火 595°C×3小时回火	130.0	146	13	42	43
DH18	1000°C空冷淬火 620°C×3小时回火		153	12	40	45

(3) 高温机械性能 高温冲击值如图16所示。因为在200~400℃的冲击值比常温和



-----: DH7 (1000℃淬火, 575℃回火, 硬度 $H_{RC}44$, 夏氏V形缺口试验)
 ———: DH18 (1000℃淬火, 630℃回火, 硬度 $H_{RC}45$, 夏氏U形缺口试验)

图16 高温冲击值

600℃附近的高, 所以在锻造之前把模具预热到200℃左右再使用是有利的。而在使用过程中超过上述的温度范围冲击值有下降的倾向, 又由于模具温升过高伴随以硬度下降, 就呈现出极不利的性能, 对此需要注意。

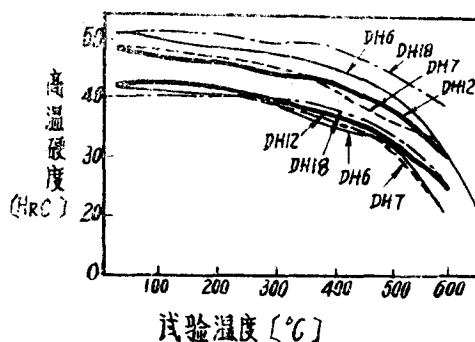


图17 DH钢种的高温硬度

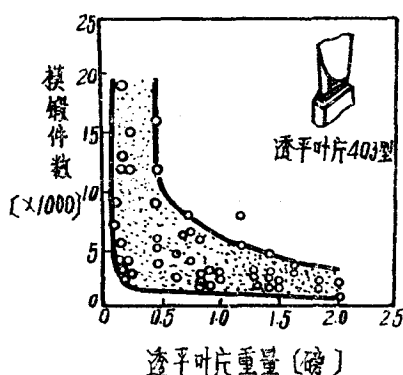
高温硬度的变化如图17所示, 由图可知, 在450℃附近以前各种钢的硬度变化缓慢, 而超过此温度, 硬度下降很快, 因而高温耐磨性迅速降低。但是, 本钢种的高温硬度下降情况比前述的D钢种为好, 常用的硬度也高, 成分上也有耐磨性高的碳化物。因此, 作为热锻模具钢, 其高温耐磨性比D钢种好。特别是对于要求耐磨性高的模具, 可在D钢种模具容易磨损的地方部分镶嵌或整体镶嵌上本钢种。

七. 模具钢的使用条件及其选择

热锻用模具钢种的选择和硬度的确定, 要充分考虑锻件的形状和尺寸、化学成分及计划锻造的件数, 以及锻造机械是锻锤还是压力机等因素。以下就影响模具寿命的各种因素举例说明之。

图18⁽¹⁰⁾是使用同一钢种 (DH12 相当于AISI, H12), 同一硬度 ($H_{RC}495\sim555$) 的模具, 在同一锻造机械上锻造不同重量的透平叶片时的模具寿命, 由图可知, 重量越大, 加工压力也越大, 模具的温度也更高, 因而寿命缩短。

图19⁽¹⁰⁾为三种材料的模具, 即AISI 6F2 (相当D2)、6F3和H11 (相当DH6) 在压力机上锻造相同尺寸的连杆时的模具寿命, 这是由于模具钢钢种的不同而影响模具寿命的一例。



钢种: H12

	C	Cr	Mo	W	V
%	0.35	5.00	1.50	1.50	0.40

硬度: $H_{RC}495\sim555$

图18 锻件重量对模具寿命的影响

图20⁽¹¹⁾为硬度对寿命的影响的实例。

另外，西德⁽¹²⁾对相当于DH6、DH7、DH12、DH18、D2和D3钢等各种模具钢进行了实际模锻试验，将其结果归纳于下：即，相当D2和D3的钢不适于用来作刻模深度大的耐热性要求高的模具；相当DH6和DH12的钢，用来作耐热性要求不高的浅模比相当D2的钢要差，这两种钢在要求耐热性高时使用较好；相当DH7和DH18两种钢的比较试验表明，相当DH18的钢性能较好。其原因是Cr除给予耐热性以外，Cr碳化物比Mo、V、Mo-V碳化物的高温耐磨性要强。

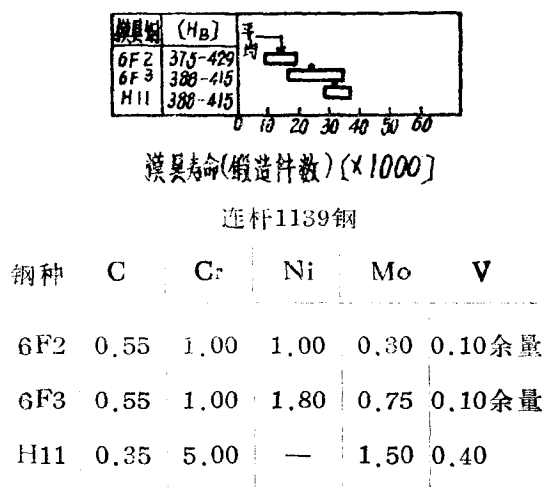
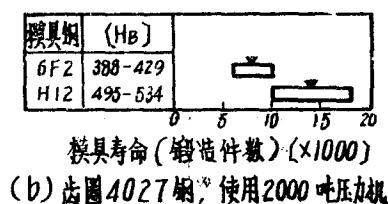
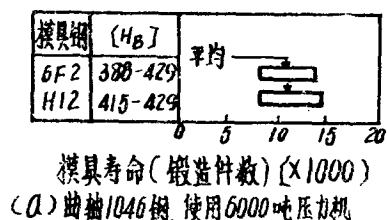


图19 模具钢钢种对模具寿命的影响



钢种	C	Cr	Ni	Mo	W	V
6F2	0.55	1.00	1.00	0.30	—	0.10余量
H12	0.55	5.00	—	1.50	1.50	0.40

图20 模具钢钢种和硬度对模具寿命的影响

Heppenstall公司⁽⁵⁾说明了普力斯西姆钢(相当于DH7钢)不是通用型的,主要适用于制造连杆和齿圈等的精密锻模。

在实际使用中,模具寿命未必能获得与上述情况相一致的效果。模具寿命决定于第二节所述各种因素的相互配合,因而在确定模具钢种和硬度时,要充分考虑上述的各种因素和锻造作业条件。

作为参考,把美国选择标准的一例⁽¹⁰⁾列于表5。如表所示,由于压力机用锻模比锻锤用的承受的冲击载荷小,模具的磨损成为主要问题,所以一般使用比锻锤用模具硬度高的模具。压力机用模具,小型的采用DH6、DH7、DH12和DH18钢;大型的或深模使用相当于D2的钢。特别要求耐磨的地方可采用部分镶嵌DH12钢或采用整体镶嵌模具。

鍛锤鍛造和压力机鍛造用模具鋼和鑲嵌材料的选择与硬度

表 5

毛 坯 材 料	鍛 锤 鍛 造		压 力 机 鍛 造		鍛 锤 鍛 造		压 力 机 鍛 造	
	鍛 造 件 数		鍛 造 件 数		鍛 造 件 数		鍛 造 件 数	
	100~ 10000	10000 以上	100~ 10000	10000 以上	100~ 10000	10000 以上	100~ 10000	10000 以上
	小 于 零 件 1 的				小 于 零 件 4 的			
碳 钢	341~	388~	388~	369~	341~	鑲 嵌	388~	鑲 嵌
特殊钢	375H _B *	429H _B *	429H _B *	388H _B 的6F3 或 388~ 405H _B 的H12	375H _B *	369~ 整体的 或 鑲 嵌 341~ 369~ 388H _B H12	429H _B *	405~ 整体的 或 鑲 嵌 405~ 433H _B H12
不锈钢	388~	388~	388~	鑲嵌	341~	鑲 嵌	388~	鑲 嵌
耐热合金	429H _B *	429H _B *	429H _B *	477~ 543H _B H12	375H _B *	429~ 整体的 或 鑲 嵌 429~ 448H _B H12	429H _B *	429~ 整体的 或 鑲 嵌 429~ 448H _B H12
	小 于 零 件 2 的				小 于 零 件 5 的			
碳 钢	341~	341~	388~	369~	302~	302~	341~	鑲 嵌
特殊钢	375H _B *	375H _B *	429H _B *	388H _B 的6F3 或 388~ 405H _B 的H12	331H _B *	331H _B *	375H _B *	369~ 388H _B H12的 369~ 388H _B 6F3

續表 5

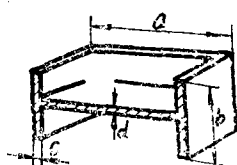
不锈钢 耐热合金	341~ 375H _B *	鑲 嵌 405~ 448H _B 6F3的 341~ 375H _B *		302~ 331H _B *	鑲 嵌 369~ 388H _B H12的 302~ 331H _B *	
低合金钢 耐热合金	302~ 331H _B *	小 于 零 件 3 的 鑲 嵌 341~ 375H _B * 的302~ 331H _B *		小 于 零 件 6 的 269~ 293H _B *	鑲 嵌 341~ 375H _B * 的269~ 293H _B *	

注：(1) *——表示6G或6F2钢；

(2) 各种钢的化学成分

钢 号	钢 号	C	S	Mn	Ni	Cr	Mo	W	V
6G	D3	0.55	0.25	0.80	—	1.00	0.45	—	0.10
6F2	D2	0.55	0.25	0.75	1.00	1.00	0.30	—	0.10余量
6F3	高MoD2	0.55	0.85	0.60	1.80	1.00	0.75	—	0.10余量
H12	DH12	0.35	1.00	0.30	—	5.00	1.50	1.30	0.40

(3) 零件1~6的概略尺寸(吋)



	a	b	c	d
零件 1	2	2 1/4	1/2	1/4
零件 2	12	2 1/2	1 1/8	1/2
零件 3	24	3	1 1/8	1/2
零件 4	3	4 1/8	1/4	1/8
零件 5	12	4 1/4	5/8	1/4
零件 6	24	4 1/2	7/8	1/2

八. 结 语

本文介绍了广泛使用的有代表性的七种热锻用模具钢，並叙述了影响其性能和寿命的各种因素及其选用等问题。影响模具钢寿命的主要因素是硬度、韧性和耐热性，要同时满足

这几种因素是相当困难的。因此,在选择模具钢时,要熟悉各钢种的特征和各种性能等,同时要对模具的设计、作业状况和其他内容作细致的研究,从而决定要采用的钢种。

其次,模具钢的可切削性的好坏是影响刻模费用的主要因素。为了改善可切削性,可添加S、Pb、Ce和Ag等元素。但是,添加这些元素对机械性能有不良影响,因此应从其他方面来改善可切削性或是改进切削方法。由于电火花加工(模具钢的成分和硬度等影响不大)刻模技术的进展,或者是高硬度和耐磨性良好的切削工具的发展等,将来可在某种程度上牺牲可切削性以获得耐磨性更好的模具钢。

此外,锻造毛坯采用高频快速加热以抑制氧化皮的产生,或采用机械方法脱氧化皮,以及使用胶体石墨系润滑剂等方法,都可以防止模具的磨损而提高其寿命。同时也要研制与这些工艺改进相适应的钢种。

在模具钢的制造方面,正在研究用真空铸锭的方法提高钢材的质量,真空熔炼也在发展。另外,关于热处理和加工等技术,如马氏体时效处理、奥氏体轧制成形法、表面处理等新技术也在发展,所以应采用这些有助于提高模具钢性能的技术,以提高产品质量。

但是,锻造作业条件复杂,模具钢的研制和新钢种是否良好,要根据实用试验结果来判断和探讨,並要取得用户的协助。

参 考 文 献

- (1) 吉田: 塑性と加工 4—35 (1963) 803
- (2) 鶴戸口: 日本机械学会誌 61—476 (1958) 1044
- (3) Seabright, Cut. Tool. Eng. 15—8 (1963) 3
- (4) Handbook, SAE (1960) 98
- (5) Die Block Handbook (Heppenstall co.) 12
- (6) Holloman, J. H., TASM 47 (1947) 807
- (7) 小谷: 特殊鋼 12—14 (1963) 50
- (8) Tool Steel, Third edition (ASM—1962) 530
- (9) Functions of the alloying elements in steel (ASM—1952) 148
- (10) Metals Handbook, vol. 1, 8th edition (ASM—1961) 730
- (11) Hecht, H., Werkstattstechnik 49—11 (1959) 645

译自《塑性と加工》vol. 6, №53, P. 337—346 (1965—6)

模具鋼中特殊元素的性質和作用(一)

作者： 佐藤忠雄

模具材料应具备的性能是耐磨，而且在使用过程中不发生疲劳龟裂和裂纹等事故，另外要求热处理变形小，不易产生淬火裂纹，在模具制造方面要求材料具有良好的可切削性和可磨削性。

为了满足这些要求，采用在碳钢中添加铬、钨、钼、钒等合金元素制成的合金工具钢及高速钢作为模具材料。

对于某种特定的用途，为了更有效地利用这些工具钢，有必要考虑下述问题：为了什么目的而在碳钢中添加特殊元素？由于添加特殊元素使碳钢的性能有什么变化？並且在添加特殊元素改善某种性能的同时，怎样消除使其他性能变坏的副作用。

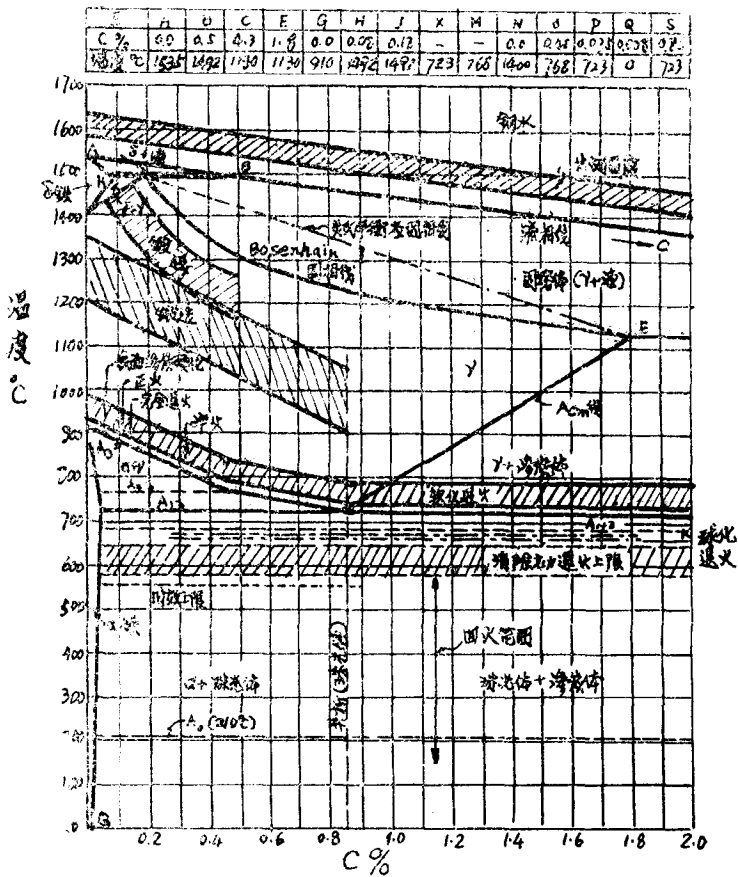


图1 铁-碳平衡图和热处理的关系