

962673

T032
5204

模具材料 • 热处理 • 使用寿命



青島市機械工業局科技情報站

TQ32
5204

301673

5.22

模具材料 • 热处理 • 使用寿命

青岛市机械系统外语翻译网译

《锻压机械》杂志社校

青岛市机械工业局科技情报站

(青岛市四流南路74号)

一九八五·四

来修
率是

译 印 说 明

应部分单位要求，我站译印了光华出版社影印本《模具材料和提高模具寿命论文选集》一书，并定名为《模具材料·热处理·使用寿命》。

本书原则上按原影印版译出，但因有的文章理论性太强，有的图表十分不清，故对第二篇和第二十四篇只做了节译，并删去了第八、第二十六和第四十二篇，极少数图因制不出锌版，只能译出图题，必要时请查阅原影印版本。特此说明。

本书涉及的钢铁材料均为国外牌号，对读者带来一些不便。原计划要搞一个“中外钢铁材料对照表”，因人力和时间关系，不得已只好撤消。遇到这种问题时，请查阅有关手册。

本书对模具材料、模具热处理和使用方法都有较多的论述，也有不少实际资料，并谈到模具设计、加工及使用等问题。我们希望有关技术人员能结合自己的工作实践，去粗取精，舍伪存真；希望本译作能对我国的模具行业有所贡献。

影 印 版 前 言

模具是实现少无切削工艺所必需，在产品成本中占有相当比重，对保证生产起一定作用。但一般工厂首先关心的是产品的质数与数量，而对于保证生产的模具往往重视不够，有的工厂为了防止生产被动，常常大量制造模具，并配备了较大的附属车间。又由于我国对模具的基础工作做得很不够，缺乏完整的调查统计资料，工作有一定盲目性，生产上使用模具的不合理现象还较普遍，浪费很大。本选集介绍了国外的一些情况，以供参考。

第一部份选入了模具材料方面的文章共20篇，内容包括各类模具材料的品种、性能、特点、选用原则和发展动向。对于了解模具材料的概况及合理选用有一定参考价值。随着我国轻工业的加速发展，对塑料模具的要求越来越迫切，但是我国至今还没有塑料模的专用钢种，这方面的试验研究工作做得也较少。本选集中选入三篇关于介绍塑料模具的要求性能、损坏原因与选用原则方面的文章。近年来硬质合金用于冷作模具取得十分显著的效果，但各类硬质合金性能差别甚大，如选用不当将适得其反。本选集提供了各种牌号硬质合金的性能和特点。对于形状复杂模具的热处理变形问题，往往很难解决，有些厂为了防止变形，对铝合金压铸模，不经热处理就直接使用，结果寿命很低。针对这类问题，在国外已广泛采用预硬化的易切削模具钢，在我国提供预硬化的易切削模具钢品种问题，已变得日益迫切。铸态模具不仅省工、省料，还可获得表层性能良

好的材质,提高模具寿命。在英国、美国及苏联均将精铸模具作为研究、发展的方向之一。这里选入介绍美国 Latrobe 钢公司研究铸态模具的情况,以及苏联的应用例子。

各厂的生产对象和设备、技术条件各不相同,应该根据本厂的情况,尽力采用合适的模具制造技术以降低模具费用。例如在发展新品种时经常有多品种、少批量生产的情况,若采用昂贵的模具,往往不经济,这时可以考虑采用各种简易模具,如超塑性模具不仅便宜,且有其特点,选用恰当时可获得很好的经济效果。再如在热处理设备不全的条件下正确应用火焰淬火法也可达到良好的效果。本文集中选入了这些方面的资料。

第二部份选入关于模具热处理与表面处理的文章共10篇,介绍了模具热处理的特点、工艺参数的选择原则以及热处理缺陷的产生原因与防止措施。在表面处理方面有介绍全面情况的文章,还有专题介绍模具氮化、盐浴渗金属、渗硼工艺和气相沉积法的文章,另外还选入了一篇由英国发展的刷镀法新工艺。模具通过表面强化处理后,可使低级材料获得与高级材料相同的性能,从而取得显著的技术经济效果,是提高模具寿命的有效途径。但是在我国模具的表面处理法使用得还较少,目前需要解决的是使这些工艺达到稳定、可靠、并进行宣传、推广。

第三部份是关于模具的失效分析及提高模具寿命方面的文章共11篇。生产现场常常碰到许多问题,但又没有充分时间来进行分析研究,这里所选内容除理论分析外还列举了一些实例和解决办法,有一定实用意义。

此外还选入日本关于模具钢以及模具的供需动向资料各一篇,从统计资料可看出:日本的压力机模、玻璃模与塑料模的耗量占有相当大的比重。随着我国工业生产的发展,对这几类模具必将比目前给予更多的重视。

目 录

一	塑性加工用工具钢的种类及选择	(1)
二	八个成形工具和模具表	(15)
三	正确选择模具材料和热处理工艺以提高其寿命	(23)
四	冷锻模材料	(29)
五	冷锻模具钢的发展动向	(40)
六	热作模具钢的基本特性	(45)
七	热作工具材料	(57)
八	一种新工艺的热挤和热作模具的材料选用	(删)
九	正确选择塑料模具钢的方法	(64)
十	用户谈塑料模具钢——机械零件模用	(67)
十一	用户谈塑料模具钢——高速成形模用	(72)
十二	玻璃成形模具用钢	(76)
十三	塑料加工模具用硬质合金的种类和选择	(80)
十四	工具钢和模具钢的发展趋势	(86)
十五	易切削工具钢的发展动向	(88)
十六	铸造模具的发展趋势	(91)
十七	铅砂芯铸造模具的寿命	(95)
十八	对简易冲裁模的看法	(97)
十九	超塑性合金模具	(108)
二十	火焰淬火技术及其活用条件	(107)
二十一	塑性加工用工具钢的热处理	(114)
二十二	工具钢的真空热处理	(125)
二十三	冲压模、冷锻模表面处理的动向	(129)
二十四	塑性加工用工具材料的表面热处理	(139)
二十五	工具钢的氮化	(144)
二十六	盐浴渗金属法	(删)
二十七	硼化及其应用技术	(149)
二十八	碳化钛涂层	(154)
二十九	钴合金刷镀镀层对冷作和热作模具的应用	(159)
三十	模具热处理二十题	(162)
	(一)提高模具质量,降低成本(162)	(二)保证模具质量稳定的材料和热处理(166)
	(三)防止模具氧化脱碳的简易方法(167)	(四)形状不规则的模具和淬裂的关系(170)
	(五)无需后加工且热处理变形小的模具材料和淬火方法(172)	
	(六)民热处理变形不可避免吗(178)	(七)预热的效果和方法(179)

	(八)如何减少热处理的尺寸变化(181)	(九)材料的取向和模具强度的关系(182)	
	(十)测量模具淬火硬度的正确方法(183)	(十一)防止电火花加工的变形与开裂(187)	
	(十二)防止模具焊接修补时的开裂(189)	(十三)火焰硬化钢的堆焊修补(190)	
	(十四)火焰淬火的简易操作(192)	(十五)预防火焰淬火钢的变形(194)	
	(十六)火焰淬火淬不上硬度的原因(197)	(十七)用火焰淬火钢制造冷锻模具(199)	
	(十八)适用于冲压模具的气体氮化(202)	(十九)塑料模具的淬火及选材(204)	
	(二十)塑料用模具淬火钢的对策和处理方法(211)		
三十一	模具的寿命及其影响因素	(212)	
三十二	表面不平度对模具寿命波动度的影响	(221)	
三十三	保证模具质量 延长模具寿命的热处理措施	(227)	
三十四	热锻模的寿命及提高寿命措施	(236)	
三十五	冷锻模的寿命及其提高措施	(242)	
三十六	冲压模具的寿命及提高寿命的方法	(245)	
三十七	从寿命、精度看模具加工的要点	(249)	
三十八	剪切加工模具的使用寿命及提高方法	(255)	
三十九	压铸模的失效及其预防措施	(260)	
四十	模具的结构、加工和修理	(265)	
	(一)缩短模具的生产周期(265)	(二)延长冲压模具的总寿命(268)	
	(三)再研磨的判定基准(270)	(四)冲压模使用标准件的效果(270)	
	(五)缩短模具的修理周期(271)	(六)采用容易修复的模具结构(272)	
	(七)容易更换冲头的结构(273)	(八)易于装配、调整的冲模结构(274)	
	(九)防止冲模刃口粘附切屑(275)	(十)修理模具用嵌套(276)	
	(十一)利用堆焊修理冲模(279)	(十二)去除模具上的粘附积屑的方法(282)	
	(十三)模具不淬火、磨密修整使用的方法(283)		
	(十四)模具表面硬化的方法和种类(284)		
	(十五)易于保养、检查的模具结构(287)		
	(十六)测定模具寿命的检点法(288)		
四十一	改善产品设计实例、提高模具寿命实例	(290)	
四十二	冷作与热作工具钢的种类与特性	(删)	
四十三	模具的供需动向估计	(301)	

一 塑性加工用工具钢的种类及选择

一、绪言

最近，塑性加工有了显著的发展，其中有许多引人注目的东西，如生产性好，成品合格率高，加工成本低等。现代加工方法已由从前的切削加工转向冷、热塑性加工，而且其加工领域正在迅速扩大，除了证明塑性加工技术正在飞速发展之外，还证明随着产品向大型化、高精密化发展，生产设备也正在向大型化、高速化、自动化发展。作为一种制造汽车零件及各种机械零件的生产加工过程，塑性加工的重要性，正在不断地增加。

可是，随着零件使用条件的恶化，及采用诸如不锈钢、高强度钢之类的难以加工的原材料，所以作用在塑性加工工具上的负荷也越来越严酷。对此，人们正在把合金工具钢和高速钢等高性能的钢种作为塑性加工用工具钢。我们常常可以看到由于钢种选择不当，或由于加工、热处理不当而使工具寿命降低的情况。

另一方面，由于近来的严重不景气，人们对于节省资源、能量、动力的要求日益强烈。所以对于与生产目的（生产数量、生产成本）相协调的塑性加工用工具钢的选定也就更为重视。

本文对于冷、热塑性加工用工具钢的种类、特征、选择标准等作一概述。

二、塑性加工用工具钢应具有的特性

1. 冷塑性加工用工具

生产汽车部件、电气部件、螺栓、螺母等广泛使用冷锻、冷冲法。用于制造冷锻冷冲工具的钢种，应具有下列性质：

- 耐磨性、耐粘着性要高；
- 抗压强度、抗拉强度要高；
- 韧性必须高；
- 疲劳强度要高；
- 淬透性高、热处理变形要小；
- 加工性（切削、研磨性）要好；
- 材料来源要广泛。

冷塑性加工用工具钢一般是YXM1 (SKH9) 和SLD (SKD11)。可是有极个别的

时候, 该钢达不到所规定的性能(工具寿命)。其基本原因考虑如下:

1. 热处理条件与用途不符, 热处理硬度不够;
2. 加工异常层(电火花、研磨、氧化、脱碳层)未能完全清除;
3. 选择钢材的方法不对。

当然, 考虑到这种情况的出现, 多数是由于使用条件、工具设计和工程设计所引起的。所以, 如果用YXM1、或者SLD钢不能真正地满足用途需要, 就必须采用比它们更高级的钢种。

2. 热塑性加工用工具

以热锻模为主体的热塑性加工用工具钢, 连续使用时, 表面层温度超过了回火温度, 由于反复润滑、冷却, 而受到热疲劳与热软化。所以作用于工具上的负荷要比冷加工用工具还要严酷, 热加工工具钢应具备的特性比冷加工用工具钢还要多, 有如下几项:

- 耐热性、耐酸性高;
- 抗软化性高;
- 反复加热、冷却时产生裂纹的可能性必须小(即耐热疲劳性要高);
- 热膨胀系数小、热传导率大(热应力低)。

下面举一个热加工模具随温度上升, 产生应力源的例子。此例是Becic发表的关于模具表面温度的公式:

$$O^t = 0.46O^d + 0.54O^m$$

O^t : 模具表面的温升;

O^d : 模具工作前的表面预热温度;

O^m : 坯料冲压前的温度;

如果坯料的温度是1150~1250°C, 而模子的预热温度是120~150°C的话, 那就可以推算出模子的表面温度将会升至650~750°C

模具的热疲劳性与其被使用的最高、最低温度有一定的关系。如: 把模具在1000±20°C的范围内反复加热冷却, 模具自身就会产生130~140kg/mm²的应力, 而把模具预热至350°C, 在1000±350°C范围内反复加热、冷却, 模具的自身应力就会减弱至32~36kg/mm²。

三、塑性加工用工具钢的种类及特征

1. 冷作塑性加工用工具钢

人们现已将合金工具钢和高速钢作为冷塑性加工用工具钢来使用, 下面把这两种钢与其它各种材质比较一下(表1):

表1 冷塑性加工用工具钢的种类和特性比较

钢种	YSS*	JIS	AISI	特性相互比较**					
				耐 磨	耐 压	韧 性	疲劳强度	淬透性	加工性
高 速 钢	YXM1	SKH9	M2	A	A	A	A	A	B
	YXR3	—	—	A	A	A ⁺	A	A	B
	YXM4	SKH55	—	A ⁺	A ⁺	B ⁺	B	A	B
	YXM60	—	—	A ⁺	A ⁺	B	B	A	B ⁻
	XVC5	SKH57	—	A ⁺	A ⁺	C	C	A	C
合 金 钢	SLD	SKD11	D2	A	A	B	B	A ⁺	B
	CRD	SKD1	D3	A	A	C	C	B	B ⁻
	HMD—1	—	—	B	B	B	B	B ⁺	B
	SKS3	SKS3	O1	C	C	B	B	C	A
	YSM	—	S5	C	C	A ⁺	B	B ⁺	A

注：* 日立金属材料代号；** A优于B，B优于C。

(1) 耐磨性

影响耐磨性的因素是：工具钢的硬度（淬火、回火后的硬度）及钢中碳化物的特性。要想提高热处理硬度，使用淬透性好、组织均匀、硬度高的高碳高合金——高速工具钢是最为合适的。

为了保证大型模具的质量，不能使用淬透性差的特种工具钢（SKS），因为这种钢即使经过急速冷却，表面硬度仍然很低，硬度也不均匀，不耐使用。高耐磨性的工具钢是含有大量硬质碳化物 M_6C 和 MC 的高碳高钒的高速钢，在一般的工具钢（碳化物主体为 Fe_3C 、 $M_{23}C_6$ ）中，该钢显示了极好的耐磨性和良好的耐粘着性。

虽说是冷加工，但工具表面层的温度可升至 $100^{\circ}C$ ，如果工件是不锈钢一类的难变形材料，有时竟会升温至 $500^{\circ}C$ 以上，使只能进行低温回火的SKS钢发生热软化，耐磨性就会降低。另一方面，耐热性高，可以高温回火的高速钢在这一点上显示了它的优越性。图1—1显示了冷塑性加工用工具钢的耐磨性。

(2) 抗压强度

图1—2表示了典型的冷塑性加工工具钢的硬度——抗压强度的特性。我们看到，随着硬度的增加，0.2%的屈服强度直线增大，如果其硬度和含有大量硬质碳化物、不含有残余奥氏体的钢种相同，屈服强度却要大得多。

抗拉强度几乎随硬度一同上升，但超过某

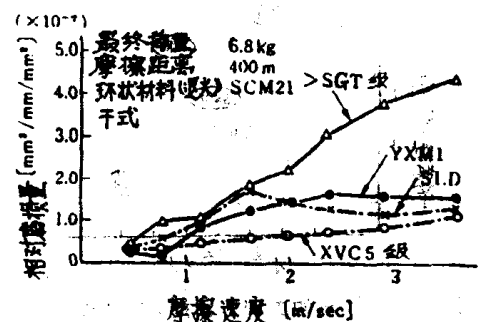


图1-1 各种工具钢大幅度迅速磨损试验结果

一数值时，便会急剧下降。这种抗拉强度所显示的“最高硬度”根据钢种不同而异，由图1—3可见，SLD是HRC55、YXM是HRC62。SGT和SKS、SLD的“最高硬度”都很低。其它的高速钢同YXM1一样，有很高的“最高硬度”。

(3) 韧性：

图1—4表示了韧性和耐磨性、抗压强度的比较，这两个特性是相反的，如何保持它们之间的平衡，是今后研究的课题。左右韧性的原因可以举出以下几点：

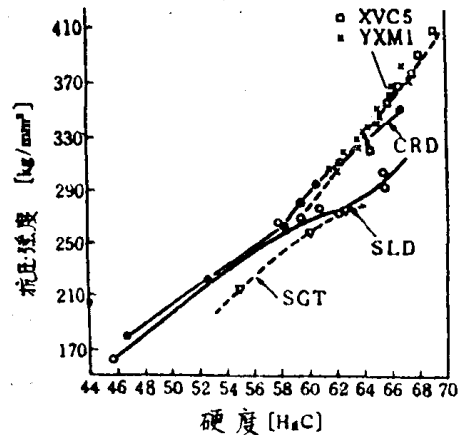
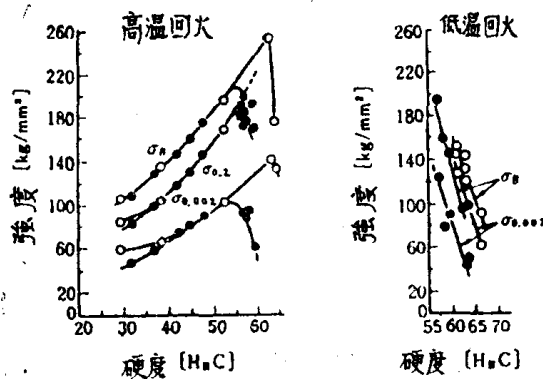


图1-2 硬度和抗压强度的关系

- 基体组织的粘度；
- 碳化物的级别；
- 晶粒度、晶界析出物；
- 硬度；
- 淬火组织的均匀性（完全淬透性）。

除去钢种特有的碳化物性质之处，其它因素根据热处理（淬火、回火）条件不同而不同。要提高基体粘度，细化晶粒，就要在保证在淬透性不受影响的前提下把淬火温度降到最低限度，这是重要的一点。图1—5显示了YXM1的静韧性。



高温回火：

○YXM1: 0.86 C-3.96 Cr-6.17 W-4.95 Mo-1.84 W

1200°C O.C+550~800°C × (1+1) h

●SLD: 1.51 C-11.07 Cr-0.84 Mo-0.25 V

1025°C A.C+400~700°C × (1+1) h

低温回火：

○YXM1: 1200°C

O.C+0~500°C × (1+1) h

●SLD: 1025°C A.C+0~300°C × (1+1) h

图1-3 工具钢硬度和抗拉强度的关系

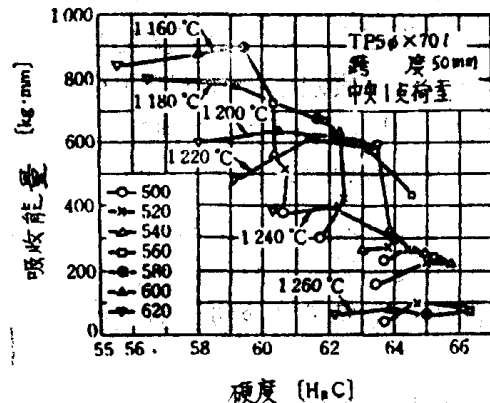


图1-5 YXM1 抗弯试验的热处理条件及硬度和吸收能量的关系

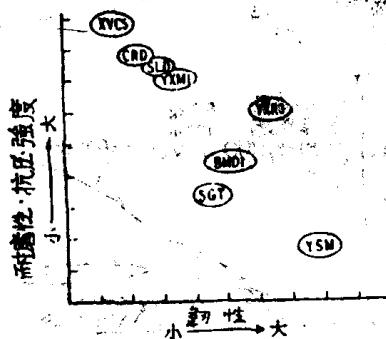


图1-4 冷作加工用工具材料的性质

(4) 疲劳强度：

使用寿命是 $10^4 \sim 10^6$ 的工具钢，必须有抵抗反复疲劳的强度。工具在使用中产生疲劳的现象，根据加工材料的润滑、工具表面的光洁

度、反复应力（抗拉强度、抗压强度）的不同而不同。工具的寿命当然也就不同。从工具钢方面来看，碳化物级别、热处理组织的均匀性和合适的热处理硬度等等，对于疲劳强度都有很大的影响。

图 1—6 表示了回火硬度和疲劳强度的关系。就象抗拉强度那样，它也有疲劳强度极限硬度。在材质的实用硬度上，高速钢比冷加工模具钢的耐疲劳特性更好。

(5) 淬透性

冷加工工具钢中包含着从淬透性好的冷加工模具钢、高速钢到淬透性不好的SKS等一系列材料。

采用淬透性这一尺度来评定这些钢材时，使用现存的、与实际操作较接近的一端淬火法和等温变态曲线（S曲线）已经是不够精确的了，最适用的是使用“半冷时间——硬度”曲线（以下简称半冷曲线），图 1—7 即为半冷曲线的一例。

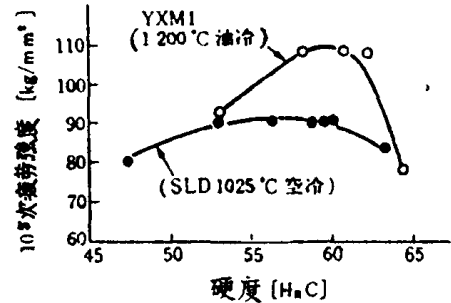


图 1—6 硬度和 10^5 次疲劳强度的关系

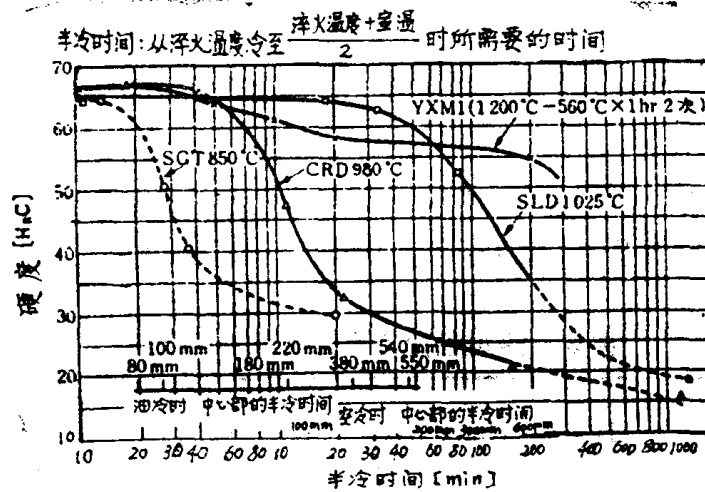


图 1—7 冷却速度和硬度的关系

淬透性成为判断工具质量，决定实际操作时冷却方法、推测工具热处理变形的重要特性。

最近，以无公害、省能源为背景的真空热处理应用虽然大增，但必须注意气冷场合，工具钢的淬透性，质量效果，气冷能量等。

(6) 可加工性

制作工具通常要经过机械加工和研磨加工，其费用要占整个制作费用的 50% 以上，所以工具钢的可切削性和可研磨性的好坏，是非常重要的。最近由于出现了金属陶瓷、陶瓷、金刚石及表面涂镀等各种工具，加工速度已大幅度加快。表 2 列出了各种工具钢的可切削性和可研磨性。工具钢原材料的退火硬度对于可切削性有很大的影响，热处理硬度以及未固溶硬质碳化物的种类和数量对于研磨性有很大的影响。

近年来，新采用的电火花加工对于难以加工的形状十分适用，已成为提高生产性的强有力的武器。但如果不采取措施消除表面异常层、热影响层（氧化、脱碳），就会降低工具寿命。

表2 各种工具钢的可加工性

钢 种	退火状态可切削性指数	淬火回火状态的研磨性指数
SK3	100	40
SGT (SKS3)	90	30
HDC (SKD5)	60	18
DAC (SKD61)	—	45
SCD (SKD12)	85	20
SLD (SKD11)	45	4
CRD(SKD1)	40	4
YHX2(SKH2)	55	12
YHX3(SKH3)	45	—
YXM1(SKH9)	55	5
XVC11(SKH54)	35	0.7
XVC3 (SKH10)	—	0.4

2. 热作工具钢

表3列举了DAC (SKD61)、DBC (SKD62) 以及各种各样的热作模具钢。但最近, 人们倾向于大量采用具有良好的耐热性、良好的高温强度的高速钢作为热作模具钢。

表3 热塑性加工用工具钢种类及特性

钢 种	YSS*	JIS	AISI	特 性 比 较**					
				抗软化	抗高温	耐磨性	韧性	耐热龟裂	热处理特性
热作模具钢	DAC	SKD61	H13	C ⁺	C ⁺	C ⁺	A	B	A
	DBC	SKD62	H12	C ⁺	C ⁺	C ⁺	A	B	A
	DM	SKT4	—	C	C	C	A ⁺	C ⁺	B
	YHD26	—	—	C ⁺	C ⁺	C ⁺	A ⁺	B	B
	YHD3	—	—	B ⁺	B ⁺	B ⁺	B ⁺	A ⁺	A
	YEM	—	H10	B	B	B	B	B	B
	YEMK	—	—	B ⁺	B	B ⁺	B	B ⁺	B
	MDCK	—	—	A ⁻	A ⁻	A ⁻	B	A	B
	YHD50	—	—	A	A	A	C ⁺	C	B
高速工具钢	YXM1	SKH9	M2	A ⁺	A ⁺	A ⁺	C	C ⁺	C ⁺
	YXR1	—	—	A ⁺	A ⁺	A ⁺	C ⁺	C ⁺	C ⁺

注: * 日立金属材质代号; ** A优于B, B优于C

(1) 高温强度、抗软化性

热锻模要受到1100~1250°C高温工件传来的热，在受到加工应力的同时，模具表面还受到高温加热。因此，必须有足够的高温强度和硬度，否则就会显著地出现塑性变形和磨损。由于反复受到加热，使模具表面追加回火，出现软化倾向，从塑性流动发展到模具卡死。

为了提高高温强度和抗软化强度，就要在碳合金元素的成分平衡上动脑筋。图1—8作为对高温强度特性的评价，表示了高温蠕变破损试验的结果。由于耐磨性和耐热性好，高速钢已被广泛采用。有意思的是，在工具冷却和润滑方面有困难时，也采用高速钢来解决问题。

(2) 韧性

为提高耐热龟裂和冲击的能力，热作模具钢应比冷作模具钢具有更好的韧性。图1—9表示了韧性和高温强度、耐磨性的关系，可见YHD26、DM等具有高韧性，MDC—K具有很好的高温强度。

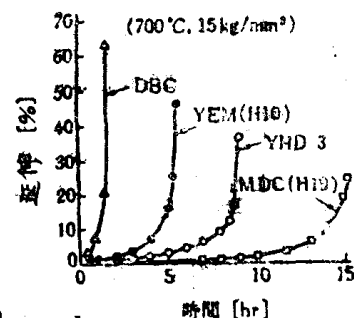
(3) 耐热龟裂性

工具的热龟裂，主要是由于热冲击、热应力而引起的。如果高温强度（抗开裂性）好，或高温韧性大，那么耐热龟裂性肯定会很好。

因为热作模具钢各钢种之间的高温韧性差别不大，所以主要由高温强度来评价热冲击系数，并根据此值大小来选定材料。

热冲击系数 $K = \frac{K\sigma_B}{Ea}$ （式中K—热传导性，

σ_B —抗拉强度；E—弹性纵模量；a—线膨胀系数）。例如在700°C时，DAC的热冲击系数为10.4，而YEM是17.2，肯定YEM的耐热龟裂性能优越。



(750°C, 8 kg/mm²)

试件材料	截断时间
MDC (H19)	12.4 hr (55.0%)
HDC (SKD5)	8.8 hr (53.7%)
YEM (H10)	4.3 hr (50.7%)
DBC (SKD62)	2.3 hr (49.7%)
YHD 3 析出形	7.1 hr (42.5%)

图1—8 蠕变破断特性

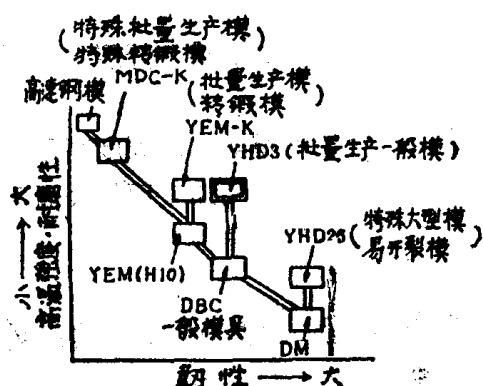


图1—9 热作工具钢的特性

(4) 淬透性和可加工性

热作模具钢半冷曲线如图1—10所示。各钢种的淬透性都良好。在实际冷却中除油冷外，还常采用空冷和热浴淬火。

热作模具的可加工性，比冷作模具好得多，无论是退火状态，还是淬火回火状态，都可以进行加工。可是对HRC38~45的预先锻造好的YHP3、YHD26等钢，虽然用普通工具也能切削加工，但如能用高性能的工具，效率就会大大提高。譬如说，用端铣刀SKH57和钻孔

攻丝复合刀具M42加工，就会发挥这些钢所具有的长处。

四、塑性加工用工具钢

1. 冷塑性加工用工具钢

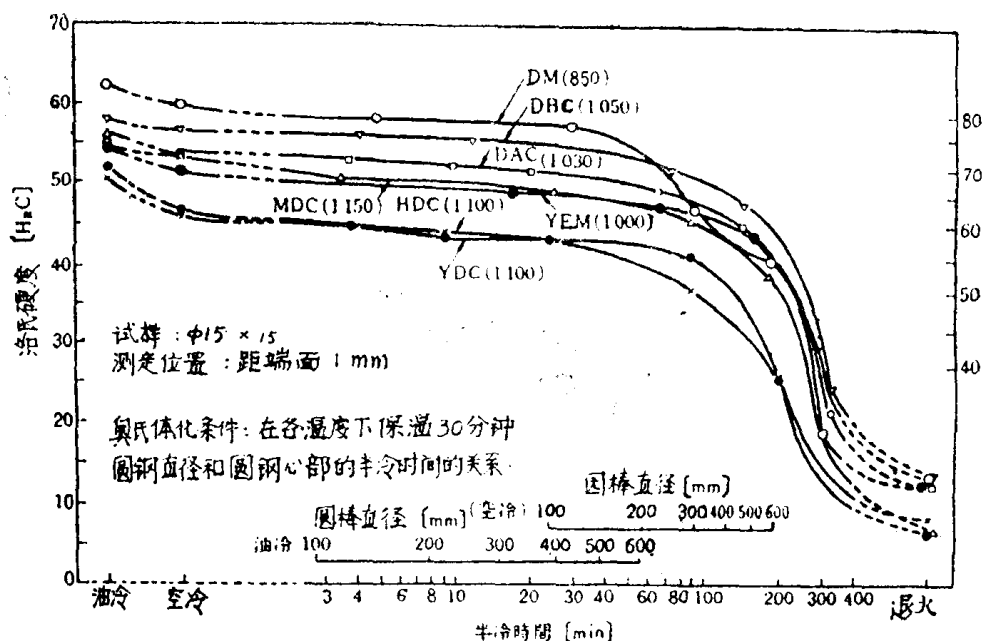


图1—10 半冷时间和硬度的关系

作为冷塑性加工用工具，有冷锻挤模、锻粗模、冷弯模、冷拉伸模、轧辊等等。图1—11表示了影响这些模具寿命的种种因素。让工具钢的性能满足使用条件，实际上是很困难的。这是因为，加工材料、模具设计、加工速度、润滑方法等对模具寿命都有影响，但这些影响，还都没有在技术上充分地解释清楚。

事实上，冷锻模具的寿命波动是非常大的，有时竟达到 $\pm 80\%$ ，而且那些寿命短的模具中有80~90%是由于破损而引起的。分析一下破损原因，发现很多情况是由于作业条件不合适而引起的。从工具材料方面来看，除去加工差错、热处理差错之外，由于选择的钢种和热处理硬度不合适而引起的破损也不少。

因此，对工具破损、消耗现象的统计分析、调查，不仅在更加明确工具所需要的特性方面，而且在提高工具寿命方面也是很重要的。

本公司对于冷锻模和拉伸模事故原因的调查如图1—12所示。崩边、开裂、折断等事故占总数的75~80%。

崩边，大多数是由于直角部分的小裂缝发展而成的。高速钢模具，因硬度高或淬火温度不合适而产生的过热，是主要原因；SKD11模具，多数是由于精加工后的表面不良或留有切削痕迹而产生的。另外，由于过负荷应力，使模具前端直角部分出现加工硬化和残余奥氏体分解而产生的硬化等，都会导致开裂、崩边。

裂缝有二种，一种是沿工具的轴向开裂，即纵向开裂；另一种是从工具的边缘数厘米处开始的横向开裂。折损是由于弯曲应力作用在各种缺陷部分而引起的。我们发现，工具的硬度过高，是导致开裂和折损的最大原因。但用高速钢制作的模具，有时因为硬度低，抗弯强度不足，也会从纵向弯曲发展成折损。

卡死、粘着、异常磨损的原因多出现在材质硬度低的场合。

如上所述，适当确定冷锻冲头和凹模所要的硬度，对于模具寿命提高和稳定起着重

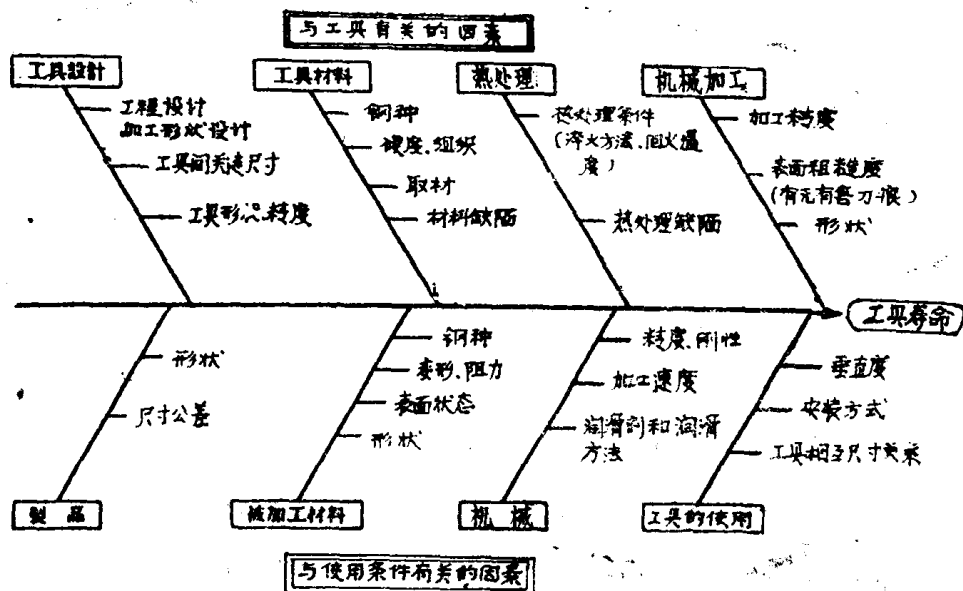


图 1-11 影响冷作工具钢寿命的因素

要作用。实际上，特定的适用于冲头和凹模的硬度的最大公差范围是 HRC2 左右。另外，引起开裂的直接原因还有加工方面的问题，除了刚才所说的粗糙刀痕、圆角 R，加工面不精之外，电火花加工后的残留层引起的裂纹也屡见不鲜。

上述加工方面的主要原因和工具材料的主要原因结合在一起，就形成了早期事故，这种现象是很多的。

调查报废工具，特别是引起事故原因，是明确“为什么报废”的重要一环。

在返回头来重新评价使用状况和工具设计的同时，对工具表面和破断面的观察、重点调查现象与细微组织（塑性流动、碳化物分布）的关系等等都是非常有效的对策。

最近，分析仪器有了显著地发展。如能把扫描电子显微镜 (SEM)、X 射线分析 (EPMA)、离子微分析 (IMA) 等使用于调查的话，那一定会得到相当准确的情报和知识。

表 4 显示了冷塑性加工用工具和适用于制作工具的钢种及使用标准。

在选择钢种时，必须考虑到：(1) 工具所需要的特性，(2) 工具形状、大小，(3)

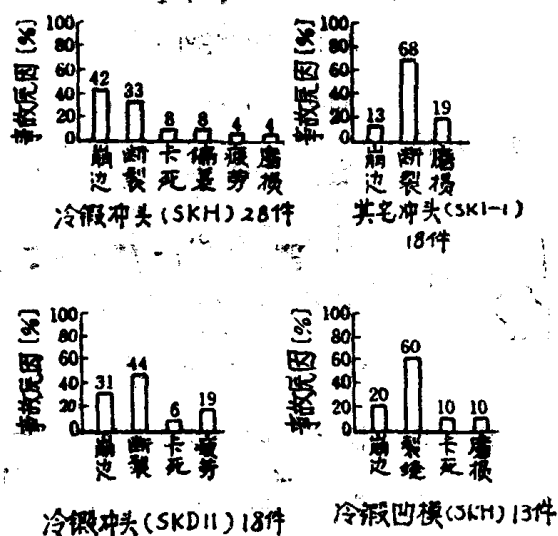


图 1-12 冷锻工具事故百分比

加工材质（尺寸及精度、平行度、硬度、种类），（4）生产数量，（5）使用机械的精度、刚性，（6）润滑方法，并实施与所定硬度相符合的热处理。

表 5 ~ 7 列出了冷塑性加工用工具钢的一般选择标准，如果在设计中受到了某种不

表 4 冷作工具钢选择基准例

用 途		标准使用 硬度 HRC	适 用 钢 种			备 注
			一 般	高 级		
				耐 磨 用	耐冲击用	
冲 压 模	冲头	58~62	SLD	XVC5	YXM1	
	底模	58~62	SLD SGT	SLD	YXM1	
弯曲、拉伸模	冲头	58~62	SLD CRD	XVC5	YXM1	
	底模	58~62	SGT YC3	SLD	YXM1	十字槽头螺钉 冲 头
冷 锻 模	藻件	58~62	SLD	XVC5, YXM60	YXM1, YXR1	
	厚件	55~60	SLD YSM		YXM1, YXR1,3	
切 边 模	冲头	55~60	YXM1 SLD	YXM1	YXR1,3	
	底模	50~60	DAC, DM			
冷 锻 模	冲头	58~55	SLD	YXM1, YXM60XVC	YXR1,3	
	底模	55~63	SLD, CRD	YXM1	YXR1,3	
拉 丝 模		57~60	SLD, CRD	XVC5		
压 印 模		58~62	SLD	SLD2	YXM1, YXR1	
搓 丝 板		57~62	SLD	YXM1	YXR1,3	
冷挤压反印模的冲头		55~62	SLD, CRD	YXM1		
剪切刀片	薄	55~60	SLD	YXM1		<3mm
	中	53~68	SLD			3~9mm
	厚	48~53	DM			>10mm
砖 衬 板		60~64	SLD, CRD	CRV		
量 块		60~64	SGT	SLD		
凿 子		58~62	YSM			

可超越的限制时，就应采用具有良好特性的高级钢材（譬如说，要求抗拉强度和抗弯强度大的工具和长细比大的冲头等时，马氏体时效处理钢最为合适）。在大量生产和加工速度高时，若并用TiC、TiN、VC等硬质涂复层，就会大大提高工具的寿命。

表 5 一般模具材料的选择标准

条 件	工具所求的性质	推 荐 钢 种	
		一 般 用	高 级 用
工具承受的冲击载荷大	韧 性	YXR 1	YAG
沿工具表面，材料的流动变形大	耐 磨 性	YXM1	XVC5
工件材料变形困难	韧性、耐磨性	YXM1	XVC5
工具的尺寸大	价格、淬透性	SGT	SLD
工具的形状复杂	韧性、热处理变形	SGT	SLD
生产批量大	耐 磨 性	XVC 5	硬质合金
简易工具	市场性、价格	YC 3	SGT

表 6 根据工件材料选择工具钢

总生产量 / 模 具 / 工件材料			冲 头		底 模	
			少 量	大 量	少 量	大 量
铝	合	金	SLD SGT	SLD	SGT	SLD
碳素钢	(C<0.4%)		SLD SGT	SLD YXM1	SGT	SLD
合 金 工 具 钢			SLD SGT	YXM1	SGT SLD	SLD
奥氏体合金钢			SLD	YXM1 YVC5	SLD YXM1	YXM1 XVC5