

● 冯晓曾 王家瑛 何世禹 编著

提高

● 选材及热处理

● 机械工业出版社

模具寿命指南



TG 162.4-62

F 65

提高模具寿命指南

——选材及热处理

冯晓曾 王家瑛 何世禹 编著

机械工业出版社

(京)新登字054号

内 容 简 介

本书系统地、全面地阐述了模具寿命与模具材料及热处理之间的关系,收集了国内外近年来有关提高模具寿命的研究成果。全书主要介绍了三部分内容:1.就工业上常用的各类模具失效形式,失效机制及原因进行了分析,为提高模具寿命提供了思路。2.全面系统地介绍了国内外近年来新研制的冷、热模具钢。其中包括高强韧性的基体钢、高强韧高耐磨钢、低合金高强韧性钢、火焰淬火钢、易切削精密模具钢、马氏体时效钢、高热强、高热疲劳抗力钢等钢种的化学成分、性能特点及使用范围,为模具选材提供了详尽的数据。3.收集了近年来国内外提高各类模具寿命的热处理新技术,既有模具的整体强化,又有表面强化技术。其中有些内容是作者多年来提高模具寿命的科研成果的首次发表。本书以实践为基础,在理论上也做了适度的分析与探讨。

本书可供模具材料、设计、制造及热处理等方面的工程技术人员及工人使用,也可供高等院校有关专业师生参考。

提高模具寿命指南

——选材及热处理

冯晓曾 王家瑛 何世禹 编著

*

责任编辑:韩会民 责任校对:黄 薇

封面设计:姚 毅 版式设计:冉晓华

责任印制:王国光

*

机械工业出版社出版(北京阜成门外百万庄南街一号)

邮政编码:100037

(北京市书刊出版业营业许可证出字第117号)

机械工业出版社京丰印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行·新华书店经售

*

开本 787×1092¹/₃₂·印张21¹/₄·插页3·字数599千字

1994年2月北京第1版·1994年2月北京第1次印刷

印数 0 001—2 700·定价: 35.50元

*

ISBN 7-111-03731-6/TG·819

前 言

模具寿命的高低是衡量模具质量的重要指标之一。它不仅影响产品质量,而且还影响生产率和成本。随着工业的发展,在机械、仪表、电子、轻工和国防工业中,国内外不断涌现出高速、高效及高精度的塑性加工工艺。因而对模具寿命提出了更高的要求。因此,世界各国不断研制出提高模具寿命的新技术。

影响模具寿命的因素固然很多,但模具材料及热处理技术对模具寿命的影响占有重要的地位。合理的选材与实施正确的热处理技术是保证模具寿命的基础。

本书首先对各类模具失效形式,失效机制及失效原因进行了分析;并较为全面地,系统地介绍了近年来国内外研制的新的冷、热模具钢的化学成分、性能特点及使用范围;还介绍了提高各类模具寿命的热处理新技术;结合工业上常用的各类模具如何选材及热处理技术进行了阐述及理论分析。本书中还第一次发表了作者多年来有关提高模具寿命的科研成果。无疑,这本书的问世对提高我国模具技术水平会有一定的促进作用。

本书第一、四、六、七、十、十一、十二、十三、十四章由冯晓曾、王家瑛编写;第二、三、五、八、九章由何世禹编写,王家瑛提供了部分资料。全书由王家瑛审校。

由于编者受业务水平所限,书中难免出现缺点与错误,诚望读者批评指正。

本书在编写过程中采用了许多单位的资料及研究报告,并对在编写过程中给予支持的同志表示深切的谢意。

编者

目 录

第一章 模具的失效形式及原因	1
第一节 模具损伤的基本形式	1
第二节 不同损伤过程之间的相互影响	3
一、不同损伤过程之间的交互作用	3
二、失效原因的分析和判断	3
第三节 影响模具损伤过程的因素	4
一、模具结构的影响	4
二、模具材料对损伤过程的影响	11
三、制造工艺对损伤过程的影响	13
四、模具的工作条件对损伤过程的影响	16
第四节 模具失效原因的分析方法	18
第五节 模具失效分析实例	20
一、热挤压冲头失效分析	20
二、热穿孔冲头失效分析	41
三、链条滚子冷挤压冲头失效分析	47
四、轴承滚柱冷镦凹模失效分析	57
第六节 模具早期失效的预防	62
一、模具设计应注意的问题	62
二、模具制造应注意的问题	66
三、模具在工作时应注意的问题	67
参考文献	70
第二章 冷作模具材料	71
第一节 冷作模具的工作条件及失效形式	71
一、冷作模具的工作条件	71
二、冷作模具的失效形式	73

第二节 对冷作模具材料的性能要求	74
一、对冷作模具钢的使用性能要求	74
二、对冷作模具钢的工艺性能要求	78
第三节 低淬透性冷作模具钢	79
一、碳素工具钢的特性	80
二、各种碳素工具钢的使用范围	88
第四节 低变形冷作模具钢	89
一、CrWMn钢的特性	89
二、9Mn2V钢的特性	91
第五节 高耐磨微变形冷作模具钢	91
一、高碳高铬钢 (Cr12系列) 的特性	91
二、Cr4W2MoV钢的特性	101
三、Cr12Mo1V1钢 (简称D2钢) 的特性	101
第六节 高承载能力冷作模具钢	110
第七节 抗冲击冷作模具钢	111
一、4CrW2Si、5CrW2Si、6CrW2Si钢的特性	112
二、9SiCr钢的特性	115
第八节 高强韧性冷作模具钢	118
一、6W6Mo5Cr4V钢的特性	118
二、基体钢	120
三、GD钢 (6CrNiSiMnMoV) 的特性	151
四、马氏体时效钢	162
第九节 高耐磨高强韧性冷作模具钢	163
一、GM钢的特性	163
二、ER5 (Cr8MoWV3Si) 钢的特性	172
第十节 易削精密冷作模具钢	179
一、8Cr2MnWMoVS钢的特性	179
二、8Cr2MnWMoVS钢的使用范围	188
第十一节 火焰淬火冷作模具钢	188
一、钢的特性	188

二、使用范围	194
第十二节 硬质合金	194
一、金属陶瓷硬质合金	194
二、钢结硬质合金	195
三、使用范围	198
参考文献	199
第三章 冷冲裁模具用钢及热处理技术	201
第一节 冷冲裁模具工作条件及性能要求	201
第二节 冲裁模用钢	201
一、薄板冲裁模用钢	201
二、厚板冲裁模用钢	206
第三节 冷冲裁模的热处理技术	208
一、冷冲裁模具的热处理变形与开裂	208
二、薄板冲裁模的热处理	213
三、厚板冲裁模的热处理	239
第四节 冷冲裁模的表面处理	244
一、冲裁模的氮碳共渗	244
二、冲裁模的渗硼处理	245
三、冲裁模的TD法处理工艺	246
四、化学气相沉积处理工艺	246
五、化学沉积镍磷合金工艺	248
六、模具表面电火花强化工艺	252
参考文献	253
第四章 冷锻模具用钢及热处理技术	255
第一节 冷锻模具的工作条件	255
第二节 冷锻模具用钢及热处理	256
一、冷锻模具用钢的种类	256
二、冷锻模具钢的性能及热处理工艺	257
第三节 冷锻模具的表面强化	275
一、氮碳共渗	275

二、氮化钛涂层	280
三、硼-硫复合渗	281
第四节 DT钢结硬质合金在冷锻模具中的应用	283
一、DT合金的组织及性能	283
二、DT合金的热处理工艺	284
三、DT合金的其它工艺特性	288
四、DT合金的使用效果	293
参考文献	294
第五章 冷挤压模具用钢及热处理技术	296
第一节 冷挤压模具的工作条件与失效形式	296
一、凸模的受力分析	296
二、凹模的受力分析	297
第二节 影响冷挤压模具寿命的基本因素	293
一、模具结构对模具寿命的影响	293
二、冷挤压工艺对模具寿命的影响	300
三、模具加工及使用的影响	301
第三节 模具用钢及热处理技术	301
一、碳素工具钢 (T10A) 及热处理	301
二、低合金工具钢 (CrWMn) 及热处理	302
三、弹簧钢 (60Si2Mn) 及热处理	302
四、高铬钢 (Cr12、Cr12MoV) 及热处理	302
五、高速钢 (W18Cr4V、W6Mo5Cr4V2) 及热处理	303
六、基体钢 (LD、65Nb、LM2) 及热处理	303
七、降碳高速钢 (6W6Mo5Cr4V) 制冷挤压模具的热 处理	307
八、火焰淬火钢 (7CrSiMnMoV) 制冷挤压模具	307
九、GD钢制法兰盘冷挤压模具	308
十、硬质合金冷挤压模具	309
参考文献	309

第六章 冷拉深模具用钢及热处理技术	311
第一节 冷拉深模具用钢	311
第二节 冷拉深模具热处理工艺	311
一、6W6Mo5Cr4V钢在大型冷拉深模圈上的应用	311
二、球墨铸铁QT500-7在液化气钢瓶拉深模圈上的应用	313
三、40Cr钢渗硼制作拉深冲头	315
四、45钢制冷拔模具的渗硼	316
五、球墨铸铁拉深凹模的氮碳共渗	317
六、TD法渗钒提高模具寿命	318
七、GW50钢结硬质合金制造拉深模具	320
八、T8A钢制拉深模具的渗铬处理	321
九、录音磁头外壳拉深冲头的物理气相沉积处理	323
十、硬质合金拉丝模的氮离子注入处理	324
十一、Cr12MoV钢制拉深凹模的盐浴渗钒处理	326
参考文献	326
第七章 热作模具用钢及其合理使用	327
第一节 热作模具的工作条件	327
第二节 我国通用的热作模具钢	329
一、热作模具钢的分类	329
二、热作模具钢的化学成分	330
第三节 热作模具钢的使用性能	333
一、评价使用性能的指标	333
二、变形抗力	334
三、断裂抗力	336
四、冷热疲劳抗力	338
第四节 热作模具钢的合金化特点	341
一、热作模具钢中的碳化物	341
二、铬的影响	344
三、钨和钼的影响	344
四、钒的影响	344

五、硅的影响	345
六、钴的影响	345
七、镍和锰的影响	345
第五节 高韧性热作模具钢	346
一、高韧性热作模具钢的钢号	346
二、高韧性热作模具钢的组织	346
三、高韧性热作模具钢的力学性能	347
第六节 高热强热作模具钢	359
一、高热强热作模具钢的钢号	359
二、钨系高热强热作模具钢	360
三、铬系高热强热作模具钢	367
四、铬钼钢及铬钨钼钢	379
五、高锰奥氏体高热强无磁模具钢	408
第七节 高耐磨热作模具钢	410
第八节 高热强模具钢的发展	412
一、高钨、钼含量热作模具钢	412
二、碳化物—金属间化合物复合强化型热作模具钢	413
三、奥氏体热作模具钢	414
四、高熔点合金	415
第九节 热作模具钢的热处理新工艺	417
一、淬火新工艺	417
二、表面强化工艺	419
三、淬火冷却方式对性能的影响	426
四、淬火后的组织对性能的影响	427
五、淬火加热温度对性能的影响	428
六、回火温度和回火次数对模具寿命的影响	428
参考文献	429
第八章 锤锻模具用钢及热处理技术	433
第一节 锤锻模的工作条件及失效形式	433
一、锤锻模的工作条件	433

二、锤锻模的基本失效形式	437
第二节 影响锤锻模寿命的因素	450
一、模具型腔设计的合理性	450
二、模块的冶金质量	451
三、模块型腔的表面状态	451
四、模块材料的化学成分	452
五、模块的热处理质量	452
六、模具的预热及冷却方式	452
七、被锻毛坯的化学成分、重量及形状	455
八、模具的润滑	455
第三节 锤锻模用钢及热处理技术	455
一、锤锻模的分类	455
二、锤锻模用钢	456
三、锤锻模热处理工艺	461
第四节 铸钢堆焊锤锻模的堆焊及热处理	494
一、铸钢堆焊锻模模体及堆焊金属的选择	494
二、铸钢板极电渣焊锻模	495
三、铸钢堆焊模的热处理	499
四、铸钢堆焊锻模的寿命与失效形式	501
第五节 陶瓷型精铸锤锻模及热处理	502
一、陶瓷型精密铸造模具工艺	502
二、陶瓷型精铸锻模用钢	505
三、热处理工艺	508
四、陶瓷型精密铸造模块的寿命	509
第六节 双金属电渣熔铸锤锻模	511
一、双金属电渣熔铸材料	511
二、双金属电渣熔铸模块的性能	511
三、生产设备及生产工艺	515
四、使用情况	516
参考文献	516

第九章 热挤压模具用钢及热处理技术	519
第一节 热挤压模具的工作条件与失效形式	519
一、热挤压模具的工作条件	519
二、热挤压模具的失效形式	522
第二节 热挤压模具用钢及热处理技术	526
一、热挤压模具用钢的选择	526
二、热挤压模具的热处理工艺	537
三、提高热挤压模具寿命的热处理新工艺	542
第三节 钢结硬质合金热穿孔冲头	559
一、热穿孔冲头的结构与工作条件	559
二、钢结硬质合金热冲孔模的制造	559
参考文献	561
第十章 热切边模和铆钉模用钢及热处理技术	563
第一节 热切边模的工作条件及用钢	563
一、热切边模的工作条件	563
二、热切边模用钢	563
第二节 热切边模的热处理	564
一、热切边模的硬度选择	564
二、热切边模的热处理	564
第三节 热切边模的堆焊和等离子喷焊	565
一、堆焊切边模	565
二、等离子喷焊热切边模	566
第四节 硬质合金切边模	570
一、硬质合金热切边模材料	570
二、硬质合金模的镶接方法	570
三、硬质合金热切边模的应用	574
第五节 铆钉模用钢及热处理	575
一、铆钉模的工作条件及主要失效形式	575
二、铆钉模用钢	577
三、T8钢制铆钉模热处理工艺	578

参考文献	580
第十一章 热锻模具用钢及热处理技术	581
第一节 汽车半轴热锻成型模具	581
第二节 拉杆热锻模	583
第三节 履带销锻头模	584
参考文献	586
第十二章 压铸模具用钢及热处理技术	587
第一节 锌合金压铸模具	587
一、模具材料	587
二、模具热处理工艺	587
第二节 铝合金压铸模具	590
一、工作条件	590
二、模具材料	590
三、模具热处理工艺	595
四、防粘模处理	598
五、模具热处理实例	600
第三节 铜合金压铸模具	603
一、工作条件	603
二、模具材料	603
三、模具热处理工艺	605
第四节 黑色金属压铸模具	606
一、工作条件	606
二、模具材料	606
三、模具热处理工艺	607
第五节 提高压铸模寿命的措施	608
一、模具设计	609
二、模具制造	610
三、压铸操作规程	610
四、钢的冶金质量	611
五、表面处理	611

六、去应力回火	612
七、模具材料和热处理工艺	612
参考文献	613
第十三章 塑料制品成型模具用钢及热处理技术	615
第一节 塑料制品成型模的性能	615
一、塑料制品成型模的分类	615
二、模具的工作条件	615
三、模具的主要失效形式	616
四、对模具性能的要求	617
第二节 塑料制品成型模具用钢	618
一、选用钢材的原则	618
二、对钢材基本性能的要求	618
三、采用切削加工成型的模具用钢	619
四、采用冷压加工成型的模具用钢	620
第三节 塑料制品成型模的热处理	622
一、基本技术要求	622
二、热处理工艺特点	623
三、渗碳塑料模的热处理	624
四、过共析合金工具钢塑料模的热处理	629
五、碳素工具钢制塑料模的热处理	631
六、热作模具钢制塑料模的热处理	633
第四节 新型塑料模具用钢	635
一、3Cr2NiMo钢(代号P4410)	637
二、25CrNi3MoAl钢	638
三、5NiSCa钢	640
四、06Ni6CrMoVTiAl钢	642
五、PMS镜面塑料模具钢	643
六、PCR耐蚀塑料模具钢	645
参考文献	648

第十四章 玻璃制品成型模具用钢及热处理技术	649
第一节 显象管玻壳模具	651
一、玻壳模的工作条件	651
二、玻壳模材料的选定	652
三、4Cr13Ni钢的成分、组织和性能	652
四、4Cr13Ni钢的切削加工工艺	654
五、模具的镀铬工艺	655
六、模具的寿命试验	655
第二节 玻璃瓶成型模具	656
第三节 玻璃模具的热喷焊表面强化	659
一、喷焊部位及喷焊层厚度的确定	660
二、喷焊层材料	660
三、模具的基体材料	661
四、喷焊工艺	661
五、喷焊层的精加工	664
六、喷焊时常见的缺陷及防止措施	664
七、表面喷焊玻璃模具的工作寿命	665
参考文献	666

第一章 模具的失效形式及原因

第一节 模具损伤的基本形式

模具在工作时，在不同部位，承受不同的作用力和不同的温度变化。一个模具在工作时，可同时出现几种不同的损伤形式。

不同形式的损伤，其发展速度随模具的结构，模具材料的性能，模具的制造工艺、压力加工设备的特性和操作方法的不同，有很大的差别。

在一般情况下，模具出现损伤后不会立即失效，丧失工作能力。只有当某种损伤形式发展到使模具生产出的产品成为废品时，模具才宣告失效。因此，所谓失效形式，就是使模具丧失正常工作能力的某种损伤形式。

即使是同一种模具，也可能会出现不同的失效形式。

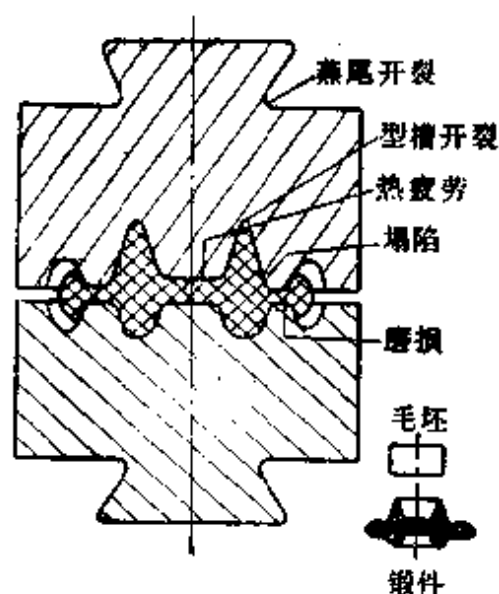


图1-1 热锻模的损伤形式示意图 (1)

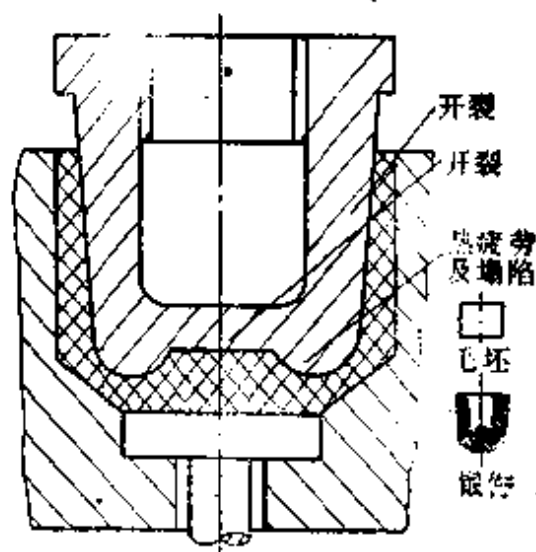


图1-2 热挤压冲头损伤形式示意图 (1)

为提高模具寿命，应首先对已失效的模具进行详细的分析，只有充分掌握了导致损伤的原因及各种影响因素，才能在消除某一种损伤形式时，不致于顾此失彼，而使其它损伤形式加速发展。

模具损伤的基本形式有五种：塑性变形，磨损，疲劳，冷热疲劳，断裂及开裂。冷热疲劳主要出现于热作模具，在冷作模具上不出现，其它四种损伤形式，在冷、热作模具上均可能出现。

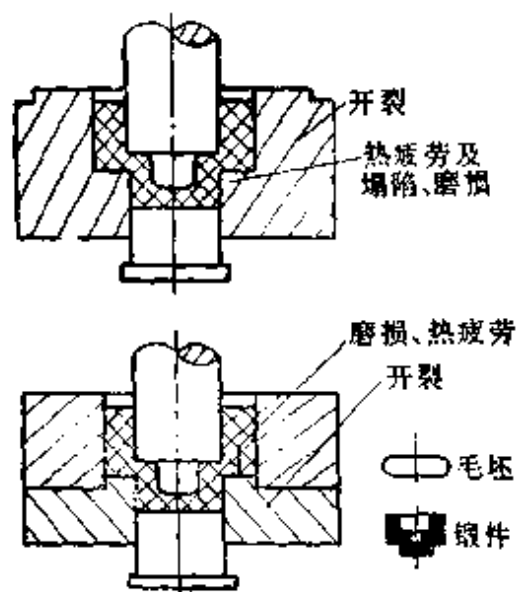


图1-3 热冲压模损伤形式示意图 (1)

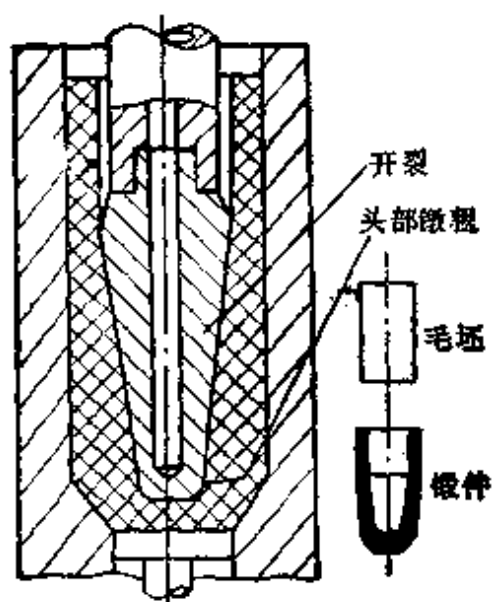


图1-4 热冲孔冲头损伤形式示意图 (1)

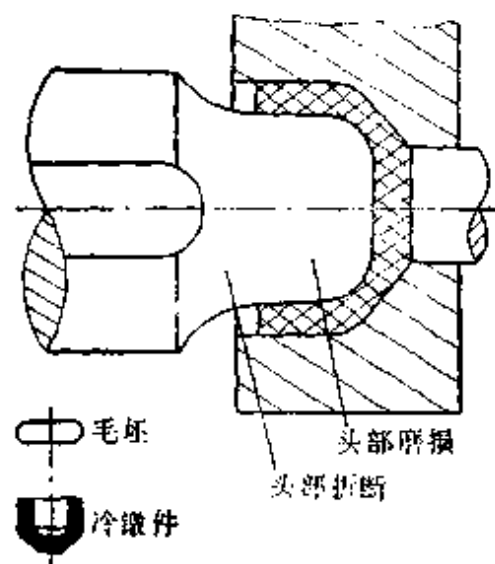


图1-5 冷锻冲头损伤形式示意图 (1)

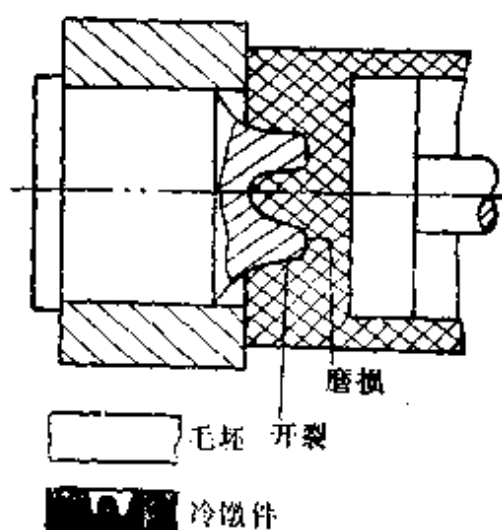


图1-6 凸凹冷锻冲头损伤形式示意图 (1)