

模具实用技术200例

王德文 朱雅年 编著

内 容 提 要

本书以实例的方式介绍了我国提高模具寿命的经验和科研成果，内容包括：各种冷、热模具的失效形式及原因；各种模具的热处理工艺；各种延长模具寿命的技术措施；一些模具材料和热处理工艺的基本性能及工艺数据。

本书以实用为主，兼有一定的理论探讨和分析，对提高工 企业的模具技术将有很大帮助。

本书适于厂矿、企业中的模具技术人员和工人阅读，也可供院校师生及模具科技工作者参考。

模具实用技术200例

王德文 朱雅年 编著

*

冶金工业出版社出版发行

(北京北河沿大街盖祝院北巷39号)

新华书店总店科技发行所经销

冶金工业出版社印刷厂印刷

*

850×1168 1/32 印张 11 1/2 字数 297千字

1990年7月第一版 1990年7月第一次印刷

印数00,001~7,700册

ISBN 7-5024-0629-8

TG·100 定价8.15元

序 言 (一)

模具是各工业部门的重要工艺装备，它的质量、性能，特别是使用寿命反映了一个国家的工业水平，并直接影响到产品的更新换代和在国际市场上的竞争能力。因此，各国都非常重视模具工业的发展和模具寿命的提高工作。

我国模具行业的从业人员有30多万，每年可生产100万标准套以上的模具和10万套模架。但目前，我国模具的寿命还不高，模具消耗量很大，因此，提高我国的模具寿命是一个十分迫切的任务。国内模具行业的广大职工，多年呼吁，要求编写出版一本系统的、综合的、以实际应用经验和最新科技成果为主，查阅方便，拿来就可用的书籍，便于普及推广应用先进经验和科技成果，普遍提高模具行业的模具技术和寿命水平。可过去还没有这样一本能满足读者急需的书。

机械电子部北京机电研究所王德文高级工程师和上海工业大学朱雅年副教授具有几十年从事模具材料、热处理、失效分析和提高模具寿命研究工作的经验，获得数十项重大科研成果。为适应模具工业的发展和读者的迫切需要，他们编写了本书。这是模具行业中一件十分有意义的、并有较大社会经济效益的事。

该书以实用为主，兼有一定的理论分析，集我国多年来提高模具寿命的经验、方法、科研成果于一书，很有价值。厂矿企业及广大乡镇企业中的模具工作者可直接借鉴使用，能迅速收到提高模具寿命的效果。有些则可举一反三，从中得到启迪，我相信这本书一定会成为模具行业颇受欢迎的书，也将是高等院校师生及模具科技工作者十分有益的参考书。

中国科学院学部委员、一级教授

中国热处理学会名誉理事长

上海金属学会理事长 周志宏

1988.10

序 言 (二)

机电产品中,成形工艺是必不可少的一环。随着工业产品水平的进一步提高,模具在成形工艺中的地位愈加显得重要,制造和提供高质量、高寿命的模具已成为十分迫切的任务。国内外的材料和热处理工作者在这方面已做出了不懈的努力,取得了丰富的经验和成果:发展了诸如HM1、HM3、RM2、LM1、LM2、LD、65Nb等新钢种;提出了各种热处理方法及激光强化、化学沉积镍磷镀层、离子注入、物理气相沉积、复合渗处理等表面强化新技术。但这些成果和经验只散见于一些资料和文献中,还没有一本书能系统整理这些科研成果和生产实践经验,因而其推广应用面不广,不能迅速转化为全社会的生产力。

为适应模具制造行业的迫切需要,机械电子部北京机电研究所王德文高级工程师等主编了本书。该书以实际应用经验和最新成果为主,内容丰富。参加本书编写的同志大都有数十年从事模具材料热处理科研与生产的经验,取得了一定的科研成果,拥有丰富的行业技术资料。书中介绍的技术和经验都是经过实践检验的,因而这是一本很有价值的书。本书的出版将在模具行业中结出应用新技术、新材料的丰硕果实。

中国热处理学会前秘书长

教授级高级工程师 朱沅浦

1989.1

序 言 （三）

工业产品日新月异，模具技术发展迅速。随着工业产品的发展和生产水平的提高，工业部门对模具质量的要求越来越高。实践证明，产品的更新换代，商品的激烈竞争，都与模具紧密相联。机械、电子、轻纺、通讯、汽车、化工、军工等行业中产品的零件有60~80%都采用模具加工。模具成本已占金属件、塑料件等制品的30%。没有先进的模具，就没有优质的产品。

近几年，国内模具工业发展很快，模具技术水平有了一定的提高，但模具生产远远不能满足产品生产的需要，精密、复杂、大型、长寿命模具主要靠进口。由于模具技术落后，严重拖了工业产品发展的后腿。

模具寿命是衡量模具技术水平的重要指标，模具寿命的提高可以节省大量高价的模具钢，提高生产效率、提高产品质量和降低成本。我国模具寿命指标很低，大约为国外的三分之一到五分之一，由于制件的批量迅速增长，高速冲床、高效注塑机、自动生产线的扩大应用，要求大幅度提高模具寿命。

《模具实用技术200例》一书汇编了近几年国内各行业中，在提高模具寿命方面所取得的科研成果，大多属于先进水平，个别项目达到或接近国际水平，而且这些成果都有较好的经济效益。

本书内容丰富、数据准确、通俗易懂、方法易于掌握，将会受到普遍的欢迎。对振兴我国模具工业将发挥较大的作用。

中国模具工业协会常务理事

副秘书长

高级工程师 于少奎

前 言

模具是各工业部门中重要的工艺装备。模具的制造技术水平和使用寿命直接影响到生产效率、产品的质量和生产成本。为了不断提高模具的工作性能和使用寿命,我国许多工矿企业、大专院校及研究单位已作了许多工作,积累了丰富的实践经验,对提高我国模具的寿命水平作出了贡献。

本书以实例的方式介绍了我国提高模具寿命的经验和科研成果,内容包括:各种冷、热模具的失效形式及原因;各种模具的热处理工艺;各种延长模具寿命的技术措施;一些模具材料和热处理工艺的基本性能及工艺数据;并做了必要的理论探讨和分析。

1987年原机械委机械科学研究院指令原机械委北京机电研究所组织撰写提高模具寿命100例的汇编,我们在此基础上,编写了这本《模具实用技术200例》。

本书由王德文高级工程师负责主编,并执笔编写了140余例,同时还负责全书的统编和审校工作;朱雅年副教授为本书的主要编写者之一;孙培祯、刘绍收、黄守秩、王锡琪、潘小宁、尚凤甲、杨安静、朱济美等同志参加了一定的编写工作。

本书在编写过程中得到了樊东黎教授级高级工程师,刘迨、张定几、王兴恒等高级工程师的帮助和指导。岳俊升、林伟魂、杨丽丽等协助做了大量的抄稿、描图工作。谨向在编写此书过程中给予了指导、支持和帮助的同志致以衷心的感谢。

由于编者水平有限,书中难免有不妥之处,恳请广大读者批评指正。

编 者

1988.11于北京

目 录

第 一 部 分

采用合理的模具设计结构及成形工艺

1. 改进冷挤凹模型腔的过渡半径 R	1
2. 改进冷挤冲头的端面倾斜角	1
3. 采用组合结构的正挤压冲头	2
4. 采用合理的冷挤压成形工艺	3
5. 采用组合结构冷挤压凹模	7
6. 采用预应力套的冷挤压凹模	8
7. 采用组合结构的螺栓冷锻凹模	14
8. 采用六瓣结构的冷锻螺母六角模	17
9. 采用组合结构的冷锻滚子凹模	17
10. 采用组合结构的冷锻切料刀口模	19
11. 采用空心水冷结构的热穿孔冲头	20
12. 采用改进水冷内腔结构的热挤冲模	22
13. 采用组合结构的热锻凹模	24
14. 合理设计锻模的内、外径比	25
15. 合理设计锤锻模的分模面	25
16. 合理设计锤锻模的拔模斜度	27
17. 合理设计锤锻模的圆角半径	27
18. 合理设计锤锻模飞边槽桥部尺寸	27
19. 合理设计锤锻模的承击面	30
20. 合理选用锻模的使用硬度	30
21. 合理设计冲件轮廓的圆角半径 r	31

22.	合理开设锻挤模的排气槽	32
23.	合理设计锻挤模的飞边尺寸	32
24.	采用镶套结构的热切边模	33
25.	合理设计锻模的成形工序	33
26.	采用加大中心孔和加装顶料杆衬套的螺旋伞齿轮 精锻模	33
27.	合理设计冲裁模的冲裁间隙	35

第 二 部 分

合理选材及采用模具新材料

28.	选用5Cr2NiMoVSi钢制造汽车前轴锻模	40
29.	选用5CrW2Si钢制造车轮热打字头	43
30.	选用4Cr2Mo2WVMn (TM) 钢制造自行车飞轮 冲切模	43
31.	选用4Cr5MoSiV钢制造连杆锻模	44
32.	选用4Cr5MoSiV钢制造铝合金压铸模	45
33.	选用4Cr5MoSiV1钢制造载重汽车凸轮轴锻 模	46
34.	选用4Cr5MoSiV1钢制造汽车转向前接头热锻 模	48
35.	选用4Cr5MoSiV1钢制造弹体热挤压冲头	48
36.	选用4Cr5MoSiV1钢制造热拔伸冲头	49
37.	选用Y10钢制造铝合金压铸模	49
38.	选用Y4钢制造轴承套圈亚温锻造冲头	51
39.	选用6Cr3VSi钢制造 剪切模	52
40.	选用5Cr4Mo3SiMnVA1钢制造热作凹模	54
41.	选用3Cr3Mo3W2V钢制造热挤压-扩孔连线用 模具	54
42.	选用3Cr3Mo3W2V钢制造连杆辊锻成形模	56
43.	选用3Cr3Mo3W2VRe钢制造角阀体热锻模	58

44.	选用5NiSCa钢制造精密热塑性塑料模	59
45.	选用5NiSCa钢制造印刷线路板凹模	60
46.	选用5NiSCa钢制造精密密封橡胶模	62
47.	选用GD钢制造中厚板冲裁模	63
48.	选用GD钢制造异形薄长冷冲凸模	65
49.	选用5Cr4W5Mo2V钢制造轴承套圈热锻冲头	65
50.	选用65Nb钢制造多工位冷锻机用螺栓压角凸凹模	69
51.	选用65Nb钢制造十字槽螺钉平圆头冲模	69
52.	选用65Nb钢制造圆环冷冲模	70
53.	选用65Nb钢制造钢板弹簧冲孔凸模	70
54.	选用65Nb钢制造冷锻螺栓顶模	70
55.	选用65Nb钢制造螺栓切边模	72
56.	选用65Nb钢制造十字槽光冲模	72
57.	选用65Nb钢制造多工位冷锻机用内六角三序冲头	73
58.	选用W6Mo5Cr4V2A1钢制造螺钉冷锻模	74
59.	选用CrWMn钢制造光栏片上冲模	75
60.	选用Cr12MoV钢制造耐火砖成形模板	76
61.	选用LD钢制造GB70二序冲头	77
62.	选用LD钢制造光冲模	78
63.	选用LD钢制造内六角螺钉冷锻三序冲头	80
64.	选用LD钢制造凹穴六角螺栓二序上冲模	81
65.	选用LD钢制造M12螺母下六角冲头	82
66.	选用7CrSiMnMoV钢制造轴管冷挤压凸模	83
67.	选用7CrSiMnMoV钢制造落料冲孔模	86
68.	选用7CrSiMnMoV钢制造一字槽半圆头螺钉冷锻模	86
69.	选用8Cr2MnWMoVS易切削钢制造电路印制板冲裁模	87

70.	选用70Mn15Cr2Al3V2WMo无磁模具钢制造60Si ² 2Mn弹条热成形模	89
71.	选用SMRI-86型合金铸铁制造玻璃模具	90
72.	选用稀土蠕铁制造医用盐水瓶模具	91
73.	选用球墨铸铁制造钢瓶封头拉伸模	92
74.	选用DT钢结硬质合金制造冲裁模	94
75.	选用DT钢结硬质合金制造半圆头螺钉冷墩模	96
76.	选用DT钢结硬质合金制造汽车螺栓正挤压模	98
77.	选用GW50制造拉延模	98
78.	选用硬质合金制造拉链链牙级进模	100
79.	选用YG20C硬质合金制造冷墩钢球组合模	102
80.	选用高熔点合金制造铜合金压铸模	102
81.	选用TZM合金制造黑色金属压铸模	105

第 三 部 分

采用强韧化处理工艺

82.	T10钢制铆钉风窝头的片状珠光体组织预处理	107
83.	T10钢制螺栓冷墩二序冲模的片状珠光体组织预处理	114
84.	CrWMn钢制切槽模的均匀化预处理	115
85.	HM1钢制热锻模消除链状碳化物的正火处理	116
86.	HM3钢制铝合金压铸模的快速均匀球化退火组织预处理	117
87.	GCr15钢制冷冲模的双细化处理	121
88.	Cr12MoV钢制多孔塑压模型腔板的稳定化处理	123

89.	5CrMnMo钢制尾翅热锻模的高温淬火处 理	124
90.	3Cr2W8V钢制汽车变速箱主轴齿轮胎模的高温淬火处 理	125
91.	3Cr2W8V钢制M16螺母热冲压模的高温淬火处 理	126
92.	3Cr2W8V钢制热冲压冲头的高温淬火处理	128
93.	3Cr2W8V钢制轴承环热锻凹模的高温淬火处 理	129
94.	3Cr2W8V钢制40Cr销轴热锻模的高温淬火处 理	130
95.	3Cr2W8V钢制尖嘴钳热锻模的控冷淬火处 理	130
96.	60Si2MnA钢制冷锻螺帽四序冲模的高温淬火处 理	132
97.	CrWMn钢制棘爪凸模的低温淬火处理	133
98.	CrWMn钢制小型模具的低碳马氏体强韧化处 理	134
99.	CrWMn钢制活动外桩冷冲凸模的低温淬火处 理	137
100.	Cr12钢制衡器刀承冷冲模的低温淬火处理	137
101.	W18Cr4V钢制表壳热冲模的低温淬火处理	138
102.	W18Cr4V钢制滚花轮的低温淬火处理	138
103.	W6Mo5Cr4V2钢制冷锻模的低温淬火处理	140
104.	W6Mo5Cr4V2A1钢制冷锻模的低温淬火处 理	145
105.	Cr12MoV钢制滚丝模的贝氏体等温淬火处 理	145
106.	Cr12MoV钢制尾翅下料模的贝氏体等温淬火处 理	146

107. Cr12MoV钢制胀闸后支板夹模的贝氏体等温淬火处理	148
108. 3Cr2W8V钢制曲柄热锻模的贝氏体等温淬火处理	148
109. 60Si2MnA钢制六角螺母冷锻下模的贝氏体等温淬火处理	150
110. 9CrSi钢制搓丝模的贝氏体等温淬火处理	151
111. Cr4W2MoV钢制钢板弹簧孔冲凸模的贝氏体等温淬火处理	152
112. CrWMn钢制手表镶字表盘字块冲挤凸模的贝氏体等温淬火处理	153
113. CrWMn钢制擒纵轮十字凸模的贝氏体等温淬火处理	153
114. W18Cr4V钢制洗衣机制动轮温锻模的贝氏体等温淬火处理	154
115. T10钢制冷锻模的喷射淬火处理	155
116. 3Cr2W8V钢制飞轮热锻模的控温淬火冷却处理	158
117. 9CrSi钢制圆滚模的循环加热淬火处理	158
118. Cr12MoV钢制铁氧体压制模的循环加热淬火处理	161
119. 3Cr2W8V钢制螺栓热锻模的复合强韧化处理	161
120. 5CrMnMo钢制连接环热锻模的复合等温淬火处理	163
121. 5CrMnMo钢制齿轮热锻模的复合等温淬火处理	166
122. CrWMn钢制注塑机料筒的复合热处理	167
123. Cr4W2MoV钢制冷锻凹模的复合强韧化处理	168

124. Cr12MoV钢制汽车钢板弹簧冲孔凸模的中温回火处理	171
125. Cr12MoV钢制冷冲模线切割成形后的高温回火处理	171
126. Cr12MoV钢制冷锻凸模的优化回火处理	173
127. T10钢制冷锻螺栓圆头下模的两段回火处理	173
128. ZG4Cr3Mo2WV (ZDM-2) 钢铸造锻模的铸态回火处理	174
129. 5Cr4W5Mo2V钢制不锈钢餐刀热辊轧模的中温回火处理	176
130. 9CrSi钢制落料模的中温回火处理	177
131. 3Cr2W8V钢制模具电火花加工后的即时回火处理	178
132. T10钢制硅钢片冲模线切割后的延时回火处理	178
133. LM2钢制M12切边模的真空热处理	179
134. LM2钢制母螺钉 (模) 的真空热处理	181
135. Cr12MoV钢制录音机机芯冷冲模的真空热处理	183
136. Cr12MoV钢制搓丝板的真空热处理	184
137. Cr12MoV钢制滚丝模的真空热处理	186
138. W9Cr4Mo3V钢制螺母孔冲模的真空淬火深冷复合处理	189

第 四 部 分

采用表面强化处理技术

139. 20Cr钢制软管铆八角模的渗碳处理	192
140. 20Cr钢制方接头打方模的渗碳处理	192
141. 65Nb钢制挑线连杆冷挤压模的真空渗碳处	

理	193
142. 3Cr2W8V钢制压铸模的离子渗氮处理	194
143. LD钢制螺栓冷锻二序模的固体氮碳共渗处 理	195
144. 3Cr2W8V钢制钢管热挤压模的气体氮碳共渗处 理	199
145. 65Nb钢制梭子冷挤压凸模的气体氮碳共渗处 理	199
146. W6Mo5Cr4V2钢制活塞销冷挤凸模的氮碳共渗 处理	201
147. Cr12MoV钢制钢板弹簧冲孔凹模的气体氮碳共 渗处理	202
148. 3Cr2W8V钢制气门嘴热挤压模的气体氮碳共渗 处理	203
149. 60Si2Mn钢制冷锻螺钉冲头的氮碳共渗处 理	204
150. QT60-2球铁拉伸模的氮碳共渗处理	206
151. 3Cr2W8V钢制压铸模的两段氮碳共渗处理	207
152. 3Cr2W8V钢制铝合金压铸模的加氧渗氮处 理	208
153. LM2钢制六方下冲模的真空氮碳共渗处理	209
154. W9Cr4Mo3V钢制十字槽冲头的真空氮碳共渗 处理	209
155. T8、Cr12拉伸模的渗铬处理	212
156. Cr12MoV钢制冰箱F2.1QB-207凹模的固体渗 硼处理	214
157. Cr12MoV钢制冷锻六角模的粉末渗硼处理	214
158. Cr12MoV钢制磁性材料成型模的粉末渗硼处 理	216
159. T8钢制阀片压制模的无箱粉末渗硼处理	216

160. T10钢制冷锻模的渗硼处理	217
161. 45钢制无缝钢管冷拔模的渗硼处理	218
162. Cr12MoV钢制螺母六角套模的盐浴渗硼处 理	220
163. CrWMn钢制硬磁材料阻尼凹模的稀土-硼共渗处 理	221
164. 45钢制硅碳棒成形模的深层膏剂渗硼处理	222
165. 45钢制釉面砖模板的渗硼处理	223
166. 5CrMnMo钢制连接环热锻模的渗硼-等温淬火 复合处理	224
167. Cr12MoV钢制冷锻凹模的固体渗硼-等温淬火 复合处理	225
168. V3N钢制螺母冷挤模的真空渗硼处理	228
169. Cr12MoV拉延模的盐浴渗钒处理	229
170. Cr12钢制照相机后盖板冷冲模的渗硫处理	229
171. 3Cr2W8V钢制缝纫机主轴弯头热锻模的硫氮共 渗处理	231
172. Cr12MoV钢制螺母冷锻凹模的硼硫复合渗处 理	231
173. 3Cr2W8V钢制轴承环热冲模的硼氮复合渗处 理	233
174. 3Cr2W8V钢制铝合金热挤压模的硫碳氮三元共 渗处理	235
175. 3Cr2W8V钢制排气阀热挤压成形模的离子碳氮 硼三元共渗处理	239
176. 3Cr2W8V钢制不锈钢叶片压铸模的铬铝硅三元 共渗处理	240
177. T10A钢制板料冲孔冲模的化学沉积镍磷层处 理	242
178. GCr15钢制轴承保持架冲孔模的激光强化处	

理	244
179. YG8硬质合金拉丝模的氮离子注入处理	245
180. W6Mo5Cr4V2钢制螺母孔冲头的离子注入处 理	247
181. 录音机磁头外壳拉深模的物理气相沉积处 理	248

第 五 部 分

改进制造工艺, 提高模具制造质量

182. 合理选用切削余量	250
183. 采用研磨方法改善冲切模的刃面状态	250
184. 采用喷丸强化改善线切割落料模变质层的性 能	251
185. 采用收缩工艺修复磨损的冷锻凹模	252

第 六 部 分

选用良好的润滑剂

186. 合理选用精冲模的润滑剂	254
187. 合理选用冷挤压模的润滑剂	254
188. 合理选用冲切模及冷锻模的润滑剂	256
189. 合理选用压铸模的润滑剂	257

第 七 部 分

改进模具的使用和维护条件

190. 合理选用压铸模的预热制度	258
191. 合理采用高速锻模的冷却条件	258
192. 合理采用铝合金压铸模的除应力处理	259
193. 合理采用模具间歇工作时的保温制度	259

第 八 部 分

采用综合的技术措施

194. 改进模具制造质量的综合工艺措施	260
195. 提高冷锻模寿命的综合措施	261

196. 提高冷冲压模寿命的综合技术措施	261
197. 提高冷挤压模寿命的综合技术措施	262
198. 提高轴承套圈温锻模寿命的综合技术措施	262
199. 提高辊锻热成形模寿命的综合技术措施	266
200. 提高IC引线冲模寿命的综合技术措施	269

附 录

一 模具材料	275
1. 5CrW2Si钢	275
2. 3Cr2W8V钢	280
3. 3Cr3Mo3W2V (HM1) 钢	284
4. 3Cr3Mo3VNb (HM3) 钢	287
5. 5Cr4W5Mo2V (RM2) 钢	295
6. 6Cr4W3Mo2VNb (65Nb) 钢	301
7. 6W8Cr4VTi (LM1) 及6Cr5Mo3W2VSiTi (LM2) 钢	307
8. Cr4W2MoV钢	308
9. 7Cr7Mo3V2Si (LD) 钢	312
10. 7CrSiMnMoV钢	314
11. 8Cr2MnWMoVS钢	320
12. 70Mn15Cr2Al3V2WMo钢	325
13. DT大负荷碳化钨钢结硬质合金	331
二 表面强化处理	333
1. 盐浴渗钒	333
2. 盐浴渗铌	334
3. 硼氮复合渗	336
4. 激光表面强化处理	338
5. 离子硫碳氮三元共渗	340
三 润滑剂	346
F-I、F-II、F-III精冲润滑剂	346
参考文献	348