

塑料注射成型模具 的设计与制造

● [德] G. 曼格斯 P. 默兰 著

● 李玉泉 译 · 张荫朗 校

● 中国轻工业出版社 ●

塑料注射成型模具的设计与制造

〔德〕 G. 曼格斯 P. 默兰 著

李玉泉 译 张荫朗 校

中国轻工业出版社

(京)新登字034号

内 容 提 要

本书主要介绍了注射模具材料, 模具制造工艺, 模具成本的估计方法, 注射成型模具的设计, 注射成型模具的保养、修理与零部件的更换, 模具标准件及因模具设计不当而引起故障的排除方法。本书内容翔实, 图文并茂。可供从事塑料行业的工程技术人员及有关院校的师生参考。

Anleitung für den Bau von Spritzgießwerkzeugen, Zweitausgabe, 1983

Von Prof. Dr. Georg Menges Und Ing. Paul Mohren,
© Card Hanser Verlag

塑料注射成型模具的设计与制造

〔德〕G. 曼格斯 P. 默兰 著

李玉泉 译 张荫朗 校

*

中国轻工业出版社出版

(北京市东长安街6号)

人 民 交 通 印 刷 厂 印 刷

新华书店北京发行所发行

各地新华书店经售

*

787×1092毫米 1/16印张: 19.75字数: 474千字

1993年2月 第1版第1次印刷

印数: 1—8000 定价: 20.20元

ISBN7—5019—1315—3/TQ·055

前 言

本书译自G. 曼格斯和P. 默兰编写的《Anleitung für den Bau Von Spritzgießwerkzeugen》第2版。该书广泛参考了注射模具制造领域的各种文献资料，同时主要依据作者的研究成果编著而成。它系统地论述了塑料注射成型模具的设计和制造方法，选材新颖，内容翔实。

本书无论在学术研究或实际应用中，均可作为从事塑料注射模具设计和制造人员的参考书及有关专业师生的参考书。它以实践与理论两种方法来解决实际生产中所遇到的问题。我们深信此书将给模具工作者以极大的帮助。

本书译文由张荫朗先生校订，谨在此表示衷心的感谢。

由于译者水平所限，译文的缺点和错误在所难免，热诚希望读者批评指正。

译 者

目 录

1 注射模具材料	1
1.1 钢	1
1.1.1 表面淬火钢	5
1.1.2 氮化钢	8
1.1.3 淬透钢	8
1.1.4 耐腐蚀钢	9
1.1.5 回火钢	9
1.1.6 马氏体钢	10
1.1.7 精炼钢	10
1.2 浇铸材料	11
1.2.1 黑色金属铸造材料——铸钢	11
1.2.2 有色金属材料	12
1.2.2.1 铜合金	13
1.2.2.1.1 铍铜合金	13
1.2.2.2 锌及其合金	13
1.2.2.3 铝合金	15
1.2.2.4 铍锡合金	15
1.2.3 非金属材料——铸塑树脂	15
1.3 电解沉积材料	16
1.4 复合材料系统——涂镀模具	17
1.5 制造模架及功能部件(模具标准件)的材料	17
2 模具制造工艺	19
2.1 铸造	19
2.1.1 铸造工艺	19
2.1.2 砂型铸造	19
2.1.3 陶瓷铸造	21
2.1.4 压铸	21
2.2 金属喷涂	23
2.3 电解沉积(电铸)	23
2.4 挤压制模法	26
2.5 机械加工及其它材料去除方法	28
2.5.1 切削加工成型——机械加工	28
2.5.2 电火花加工(EDM)	29
2.5.3 电火花线切割加工	31

2.5.4	电化学加工(ECM).....	31
2.5.5	材料切除的化学方法——蚀刻	33
3	模具成本的估计方法	36
3.1	成本 I 组: 型腔.....	36
3.1.1	型腔制造工时计算	37
3.1.2	电火花加工电极制造工时计算	37
3.2	成本 II 组: 模架.....	38
3.3	成本 III 组: 基本功能部件	38
3.3.1	浇注系统	39
3.3.2	热交换系统	39
3.3.3	顶出系统	40
3.4	特殊功能部件	40
4	注射成型模具	41
4.1	注射成型周期	41
4.2	与注射成型模具有关的术语	42
4.3	模具的分类	43
4.4	注射模具的功能.....	43
4.4.1	模具分类准则	44
4.4.2	模具设计基本程序	48
4.4.3	模具大小的确定	52
4.4.4	熔体流程/壁厚比.....	53
4.4.5	模具型腔数目计算	54
4.4.5.1	经验型腔数目: n_{em} (第1步程序).....	57
4.4.5.2	由技术要求所确定的型腔数目: n_g (第2步程序)	57
4.4.5.3	由交货期确定的型腔数目: n_{torm} (第3步程序).....	58
4.4.5.4	对型腔数目的限制: n_R (第4步程序).....	58
4.4.5.5	由技术参数确定的型腔数目: n_t (第5步程序)	58
4.4.5.6	型腔数目的经济指标.....	61
4.5	型腔布局	63
4.5.1	基本要求	63
4.5.2	各种可能的型腔排列方法	64
4.5.3	模具中力的平衡	64
4.5.4	分型面的数目	65
5	浇注系统设计	67
5.1	浇注系统特性	67
5.2	主流道衬套	67
5.3	分流道	70
5.3.1	标准分流道系统	70
5.3.2	热分流道系统	70
5.3.3	冷分流道系统	71
5.4	分流道特性	71

5.4.1	分流道设计	72
5.4.2	分流道尺寸	74
5.4.3	分流道系统分类	75
5.5	浇口	75
5.5.1	浇口的设计	75
5.5.1.1	浇口在塑件上的位置	80
5.5.1.2	塑件成型时所需浇口的数目	82
5.5.1.3	在充模过程中, 熔体流程情况分析	83
5.5.2	直接浇口	84
5.5.3	侧浇口	86
5.5.4	盘形浇口	88
5.5.5	环形浇口	89
5.5.6	隧道式浇口 (潜伏浇口)	90
5.5.7	三板式模具的点浇口	92
5.5.8	带点浇口的反向直接浇口	94
5.5.9	无流道成型模具	97
6	特种模具设计	98
6.1	绝热流道模具	98
6.2	热流道模具	99
6.2.1	热流道模具的结构设计种类	99
6.2.1.1	单型腔模具的中心进料系统	99
6.2.1.2	单型腔模具侧边进料系统	100
6.2.1.3	多型腔模具的热流道板	100
6.2.1.4	多浇口进料的塑件	100
6.2.1.5	多型腔侧边进料的模具	101
6.2.1.6	特例	101
6.2.2	使用热流道的利弊	101
6.2.2.1	成本比较	103
6.2.2.2	效益值	103
6.2.3	热流道系统及其部件的设计	103
6.2.4	热流道模具的喷嘴	104
6.2.5	间接进料的开式喷嘴	104
6.2.5.1	加热喷嘴	105
6.2.5.2	导热喷嘴	106
6.2.6	直接点浇口进料的开式喷嘴	108
6.2.6.1	带绝缘套的导热喷嘴	108
6.2.6.2	加热喷嘴	109
6.2.7	带环形开口的直接进料喷嘴	111
6.2.7.1	不加热的针头喷嘴	111
6.2.7.1.1	带有轴向固定探针的喷嘴	111
6.2.7.1.2	多孔式导热喷嘴	111
6.2.7.1.3	带导热探针的喷嘴	112

6.2.7.2	加热喷嘴	114
6.2.7.2.1	带加热探针的喷嘴	114
6.2.7.2.2	带有多孔口及外侧加热的喷嘴	116
6.2.8	带开关式探针的喷嘴	116
6.2.8.1	带非加热的自锁探针喷嘴	116
6.2.8.2	加热自锁探针	118
6.2.8.3	对自锁探针喷嘴的性能评价	118
6.2.9	热流道板	119
6.2.9.1	热流道板的基本构成	121
6.2.9.2	设计及制造细则	121
6.2.9.2.1	流道	121
6.2.9.2.2	转角	121
6.2.9.2.3	几个热流道板的连接	121
6.2.9.2.4	安装与定位	121
6.2.10	熔体输送	123
6.2.11	加热系统	123
6.2.12	喷嘴的加热	124
6.2.12.1	间接加热的喷嘴	124
6.2.12.2	内部加热喷嘴	124
6.2.12.3	外部加热喷嘴	124
6.2.13	热流道板的加热	124
6.2.13.1	棒式加热器	124
6.2.13.2	管式加热器	124
6.2.14	输出功率的计算	125
6.2.15	热流道板的温度控制	126
6.2.15.1	热电偶的安放	127
6.2.15.2	控制器	127
6.3	叠式模具	128
7	模具的排气系统	131
8	热交换系统	134
8.1	冷却时间	134
8.2	热扩散系数	136
8.3	冷却时间计算	138
8.4	热交换量及比热流量	141
8.5	以塑件拐角处为例讨论模具的修正冷却能力	149
8.5.1	冷型芯及热型腔	150
8.5.2	修改拐角处的几何形状	151
8.5.3	热流量局部调节	151
8.6	通过电模拟模型确定的冷却道分布	152
8.7	冷却道的实际设计	153
8.7.1	型芯及带有环形截面零件的热交换系统	153

8.7.2	扁平塑件的冷却系统	158
8.7.3	冷却系统的密封	161
9	收缩	162
9.1	理论收缩率	162
9.2	实际收缩率	164
9.3	塑件变形	165
9.4	公差	165
10	注射模具的力学设计	167
10.1	模具的变形	167
10.2	模具所受载荷及变形量的分析、估算	167
10.3	描述模具变形的的基本方法	168
10.4	叠加方法	170
10.4.1	使用偶合弹簧作为等效元件	170
10.4.1.1	元件平行偶合	171
10.4.1.2	元件串联偶合	171
10.5	型腔壁厚及其变形量的计算	171
10.5.1	在单独载荷作用下, 模具部件所表现出的变形情况分析	173
10.5.2	圆形型腔的尺寸计算	173
10.5.3	非圆形模具的尺寸计算	174
10.5.4	模板尺寸计算	174
10.6	模具尺寸计算步骤	175
10.7	载荷的前提条件	176
10.7.1	附加载荷的估算	176
10.8	以允许变形量为基础, 计算模具尺寸	177
11	型芯的偏移	178
11.1	计算最大变形量	180
11.2	几何因子的计算	181
11.3	压力因子的计算	181
11.4	型芯的装配偏移	183
11.5	各种进料方式的比较	186
11.6	型芯固定及深型腔导向对齐的设计实例	187
12	塑件的脱模	189
12.1	顶出系统设计——脱模力及开模力	192
12.1.1	综述	192
12.1.2	初始脱模力的计算方法	194
12.1.2.1	估算法	195
12.1.2.2	管状塑件	197
12.1.2.3	聚苯乙烯圆柱管	197
12.1.3	矩形壳体	199
12.1.4	锥形管	200

12.1.5	基本实例一览表	200
12.1.6	以风扇叶为例讨论复杂塑件的初始脱模力	203
12.1.6.1	在初始脱模力作用下顶出杆对扇叶的接触压力	205
12.1.6.2	在型腔压力作用下顶出杆的弯曲	205
12.1.7	估算开模力	205
12.1.7.1	直接开模力	205
12.1.7.2	不同刚性的模具的 $P-V-T$ 曲线的应用	209
12.1.7.3	间接开模力	209
12.1.7.4	总开模力	209
12.1.7.5	摩擦系数及初始脱模力、开模力	211
12.2	顶出杆的尺寸设计	211
12.2.1	顶出系统的组装	213
12.3	顶出装置的启动	214
12.3.1	启动方法	215
12.4	特种脱模系统	218
12.4.1	两级顶出	218
12.4.2	与压缩空气联合使用的组合顶出装置	221
12.4.3	三板式模具	222
12.4.3.1	由限位拉杆启动的顶出运动	222
12.4.3.2	由锁钩杆限位的顶出运动	222
12.4.3.3	从定模上反向顶出	223
12.5	回程杆	224
12.6	带有侧凸凹塑件的顶出	226
12.6.1	带有侧凸凹塑件的简易脱模方法	227
12.6.2	搭扣的允许深度	227
12.7	螺纹的脱模	229
12.7.1	内螺纹的脱模	229
12.7.1.1	推板模具	229
12.7.1.2	可伸缩式型芯	230
12.7.1.3	可换式型芯模具	230
12.7.2	带有退螺纹装置的模具	231
12.7.2.1	半自动模具	231
12.7.2.2	全自动模具	232
12.7.2.2.1	由齿条启动的脱螺纹装置	232
12.7.2.2.2	带长导程螺杆的模具	233
12.7.2.2.3	独立启动的退螺纹装置模具	235
12.7.3	带外螺纹塑件的脱模	239
12.8	带内侧凸凹的非圆柱形塑件	239
12.9	外侧凸凹	239
12.9.1	滑块模具	240
12.9.2	瓣合型腔模具	245
13	模具定位	248

13.1	模外定位	248
13.2	模内定位及联锁	248
13.3	大模具的定位	251
14	注射模具的保养	254
15	注射模具的修理与更换	256
16	模具标准件	258
16.1	标准件概况	258
16.1.1	模具标准件可用材料	260
16.2	模具标准件详论	261
16.2.1	标准模架	261
16.2.2	模架部件	261
16.2.3	导柱及定位元件	262
16.2.4	瓣合型腔模具	265
16.2.5	定位元件	266
16.2.6	支承柱	267
16.3	标准主流道衬套	267
16.3.1	冷主流道衬套	267
16.3.2	用于主流道气动顶出的主流道衬套	267
16.3.3	加热式主流道衬套及其喷嘴	268
16.3.3.1	热流道系统	268
16.3.3.2	自锁探针	272
16.3.4	过滤元件	272
16.4	脱模标准件	273
16.4.1	顶出杆及顶管	273
16.4.2	粗牙长导程螺杆	275
16.4.3	分瓣式型芯	276
16.4.4	顶出杆回程装置	276
16.4.5	锁模钩	280
16.4.6	两级顶出杆	282
16.5	适用于其它用途的标准件	283
16.5.1	球形限位销	283
16.5.2	支承限位钉	284
16.5.3	顶出启动装置	284
16.5.4	导套	285
16.5.5	液压顶出的快速偶联装置	285
16.5.6	模具型芯	286
16.5.7	滑块的启动	287
16.5.8	模具底板	287
16.6	加热标准件	288
16.6.1	电加热元件	288
16.6.2	控制器	290

16.6.3	管接头及管座	292
16.6.4	冷却用软管	294
16.6.5	局部冷却	296
16.6.5.1	扩散式冷却装置	296
16.6.5.2	螺旋冷却芯子	297
16.6.5.3	热管	297
16.6.6	压力塞堵	297
16.6.7	绝缘片	297
16.7	压力显示标准件	298
16.8	综述	301
17	校正因模具设计不当而引起故障的方法	302

1 注射模具材料

现代注射成型技术必须能以低廉的成本去满足对质量要求日益提高的产品的生产要求。为此，我们必须严格地控制成型工艺，合理选择注射材料，并根据产品要求控制模具的成型尺寸精度及表面质量。由于塑件尺寸精度高，所以要求模具必须以更高的精度进行制造。所制造的模具在注射过程中，必须能承受巨大的注射压力进而可靠地完成重复动作，同时要使模具的工作寿命尽可能的长，以补偿一次性的巨额投资。模具的可靠性及使用寿命除与内部结构设计及使用过程中的保养有关外，主要取决于模具所用的材料、热处理方法，以及制造模具过程中的加工方法。

几乎所有的注射模具都是以金属，主要是钢为材料制造的，其原因是这种材料价格低廉，仅占模具制造费用的一小部分。而镶嵌在钢体或型腔板上的型腔嵌件有时也用其它材料制造而成，像对机械加工难以完成的型腔嵌件，通常依靠电铸法来完成。

塑料、陶瓷以及石墨用作模具材料，甚至用作模型材料尚未普及开来，这是因为这些材料虽然在价格及制造时间方面占据优势，但其可靠性较差。

注射模具通常由几个单独部件组装而成（见图 26），这些部件在模具内部有自己的独特功能，如成型部件：型腔、型芯，就具有成型塑件形状及表面结构的功能。由此可知，这些部件在选材和处理方面都提出了各自的要求，而我们的讨论也就从这里开始。

型腔 型芯材料的选择从以下几个因素考虑：一是经济性；二是塑件的材料性能、形状以及其应用范围；三是模具材料的特殊性能。

确定模具材料时，必须提供成型塑件所用材料的详细情况（例如：是否为增强塑料、耐分解性能如何等），根据这些资料可以确定最小型腔尺寸，工作过程中模具的磨损量，以及有关成型尺寸和表面的质量要求。另外可由市场需求确定塑件的生产批量，进而大致确定模具的寿命。这些技术指标对模具材料在热性能、力学性能和冶炼性能等方面均提出了要求，但当有些技术要求相互抵触时，就需要综合考虑、折中处理。

1.1 钢

通常钢是一种能保证模具在较长寿命内可靠工作的模具材料。而适合于制造塑料模具的钢，可从钢的分类表中选取，这类钢已经经过处理，其结构完全可满足模具使用要求。这类钢中一般同时存在几种合金元素，而这些合金元素又相互作用，对预期特性具有正反两方面的影响（见表 1）。因此选材时应权衡利弊，综合考虑，选择具有适当化学组成的钢。从成型者和模具制造者所提出的要求来看，钢应具有以下几种性能：

- (1) 机械加工性能良好；
- (2) 易于热处理；

表 1

合金元素对钢性能的影响

	增加的性能	减少的性能	通常百分含量 (%)
碳	强度, 耐热性高达 400℃, 电阻, 粗粒结构	拉伸率, 延展性, 深拉质量, 可锻性	<1.2
锰	强度, 延展性, 可锻性, 锻件的可焊接性(含量较低), 淬硬性, 耐磨损性, 粗粒结构, 还原性	拉伸率	<8
硅	强度, 淬硬性, 电阻, 耐结垢性, 粗粒结构, 还原性	拉伸率	<1
铝	耐结垢性, 粗粒结构, 还原性	蓝脆性	<0.5
镍	强度, 延展性, 电阻, 耐腐蚀性	拉伸率(小), 粗粒结构, 磁性	<10
铬	强度, 淬硬性, 耐腐蚀性, 热阻, 耐结垢性	拉伸率, 粗粒结构	<20
钼(大多数和镍及铬联合使用)	强度, 热阻, 淬硬性, 硬度抑制, 蠕变强度, 耐盐酸硫酸性, 磁性	拉伸率	<2
钨	强度, 热阻, 蠕变强度, 还原性	回火脆性	<2
钨	强度, 硬度, 切削边缘的防腐性, 热处理温度, 耐腐蚀性, 磁性能	拉伸率, 粗粒结构	<2
钴	强度, 切削边缘的防腐性, 磁性能	回火脆性	<2
铜	强度, 耐酸性	生锈的倾向	<0.5
硫	机加工性, 热脆性, 熔析		<0.5
磷	强度, 耐热性, 延流性, 冷脆性, 熔析性, 回火处理		<0.5

(3) 足够的韧性和强度;

(4) 易于抛光;

(5) 具有耐热、耐磨损性;

(6) 具有高导热性;

(7) 缺口抗冲击脆性低;

(8) 具有耐腐蚀性。

目前, 绝大部分工件的表面轮廓仍由机械加工完成。切削机床的切削动作主要集中在很小的区域, 使材料在切削中一条线一条线或一层一层地除去, 从而得到预期的几何形状。这种加工方式, 需要较长的加工时间和昂贵的机器设备, 并且其表面质量还需要昂贵的人工劳动加以修整。由于钢件的力学性能而限制了机械加工的可行性。对强度高达 600~800MPa 的钢能经济地进行机械加工, 这是因为此时钢的强度还不是太强, 为了达到使用要求, 在加工完成后通过热处理像淬火回火而使之达到使用所要求的强度。

热处理手段为钢提供了我们所需的性能, 尤其是提高了其表面硬度和足够的中心强度。但每种热处理, 都不可避免地要出现一些新的问题, 像变形、开裂等, 因此对于加工量大、形状复杂的钢体, 建议在进行最后一道加工工序之前进行退火处理以消除应力, 从而避免模具在最后热处理时报废; 而退火所造成的变形量可在最后一道加工中弥补修正。通常, 钢厂将钢预淬火到 1100~1400MPa 的强度, 而这种钢含硫 (0.06~0.1%),

因此完全可以进行切削加工。硫在钢中的均匀分布是很重要的，过高的含硫量同样会引起一些不良的结果。高硫钢的抛光效果不如无硫钢好。为防腐而电镀（镀铬、镀锌）将出现裂纹，修复焊接将出现许多虚焊，并且不能进行照相腐蚀之类的表面化学处理。

如果制造一系列同样形状 of 型腔（像打字机的键盘），应用冷挤压工艺较为经济。适应这种工艺的钢必须具有回火后的冷加工塑性。冷挤成型后经处理得到足够的表面硬度，可以用渗碳使之硬化。这种渗碳钢是一组非常重要的模具型腔材料。

目前的模具制造业越来越多地运用了电化学材料切除工艺，为了避免由于热处理所引起的一些不良结果，要求在使用电化学材料切除之前，将切削材料进行淬火、退火。当然，这只适用于淬透工件，对于表面淬火及表面渗氮工件则不易用此手段。

热处理往往有引起工件变形和尺寸变化的副作用，尺寸变化是由热力学应力和钢件内的结构转换所引起的，这是不可避免的。另一方面，如工件在成型过程前后、成型过程中热处理不当或设计不当（有尖角或尖锐边缘、横断面积变化较大等）也将引起变形。热处理所引起的工件与精确形状的偏差是变形和尺寸变化之和，但两者没有严格的界线。图 1 指出引起工件形状变化的一系列影响因素。选择低变形性钢可将热处理影响的变形降到最低。

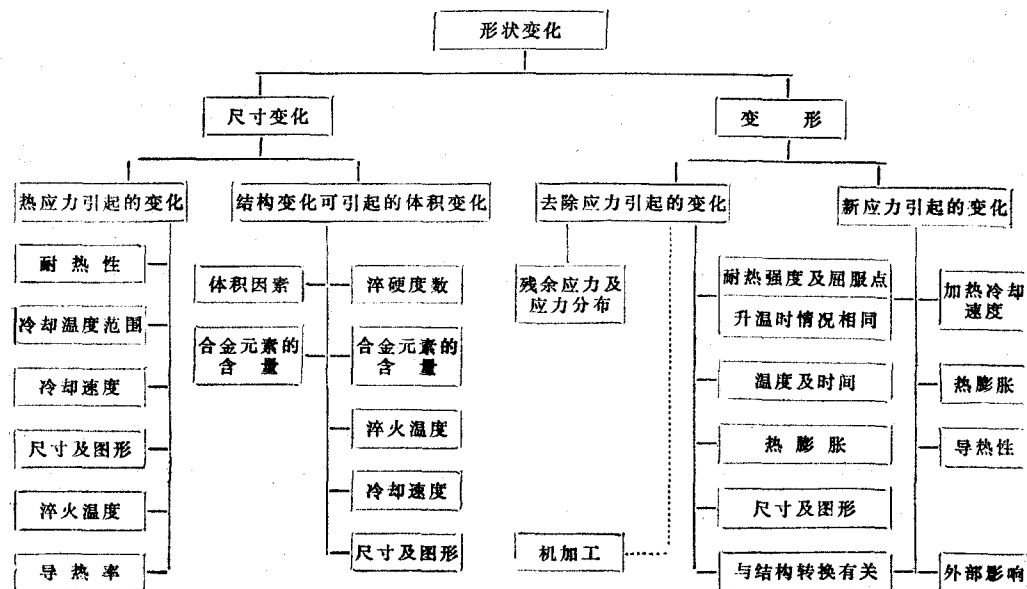


图 1 热处理过程中引起钢件形状变化的影响因素综述

为了避免变形，应优先使用预硬钢及淬透钢或适应于分级回火处理的钢。预硬钢在成型后不再需要太强的热处理，所需要的钢的耐磨强度可通过化学处理（如镀铬）或在 450~600℃ 温度下的扩散工艺（像渗氮）来达到。马氏体钢可在 400~500℃ 温度范围内进行处理。由于这种钢热处理温度低、晶体转换及热力学应力小，因此由热处理所引起的缺陷也小。在淬透钢中，由于热处理使其在整个横截面上的结构均一，因此所产生的应力也就最小。

但是，淬透钢在承受巨大的弯力时有开裂的危险（尤其在大模具中），因而大大限制了其应用范围。对于有柔韧性芯和耐磨性要求的模具就需要进行表面淬火，表面淬火

钢（对于长型芯）最能满足这种要求。而这些钢都是些低碳合金钢（2%），并不易于淬火。因此需在钢表面渗碳（见 1.1.1）使钢表面碳化，适应于淬火硬化。这些钢对热处理提出了苛刻的要求，并且其热处理过程（碳化及淬火）非常耗费时间。

在使用中，表面硬度越大，其耐磨性越好。最佳的淬火效果和均一的表面质量可通过无缺陷的钢表面、较高的纯度和均一的结构而得到。无电极电镀（镀层为 $30\mu\text{m}$ ）除可改善耐腐蚀性以外，同样可以得到优良的耐磨损性能。为加工成型光学塑件需要对模具表面进行无瑕抛光，而对钢进行无瑕抛光的前提条件是钢必须纯，钢的高纯度只需对钢精炼一次或多次即可得到。钢的重新熔化可以改善其力学性能，在模具制造中，这种钢的最重要的应用就是生产型腔嵌件。

在模具中，模温及热量的变化取决于塑料材料及相应的成型工艺。对于生产大多数热塑性塑料，模温（最高 120°C ）对于模具材料的选择没有明显影响。但对于熔融温度为 400°C 左右的热塑性塑料，在生产时应把模具温度恒定在 200°C 以上。对于热固性材料，其模温也在 $150\sim 200^\circ\text{C}$ 之间。在如此高温之下，模具材料的力学性能将受到影响，磨损和变形性增加，而耐蠕变、耐挠曲以及耐疲劳性能却降低。因此为消除以上的不利因素，必须选择最适当的材料。在热处理曲线图（硬度-温度）上，将回火温度降低 $30\sim 50^\circ\text{C}$ ，就可以指出钢材可使用的温度范围。

模具内的热交换，对于模具的成本有较大的影响。模具内的导热性不仅取决于塑件材料和零件形状，更取决于模具材料的合金成分，导热性不均，将引起结构不均。

缺口敏度将抵消一部分由表面淬火及渗氮处理所引起的表面压应力，尽管如此也必须要注意，在设计和制造阶段应避免缺口。

一些塑料在其成型加工过程中将产生一些诸如盐酸、醋酸和甲醛一类的腐蚀性气体，模具若不采取镀铬、镀镍等防护措施必然会受到这些气体的侵蚀。但若设计不当或操作不善，即便是进行了镀铬，这些防护层也易于从本体上分离开来，因此，制造此种模具时应使用防腐钢。使用这种钢就没有必要再对湿气或冷却剂引起的腐蚀采取防范措施了。

除了制造型腔的钢和其它金属外，还需要一些高强度钢用来制造像模具的支承部件——模架，以及其它功能元件，而制造这些部件通常使用淬火和回火工具钢。在技术要求不严时，对材料的选择尤其要注意其经济性。

迄今所列出的各项要求，从某种程度上讲有些是矛盾的，因此模具设计制造者必须选择最能适合特种工作的钢。

下面所列的钢最适合于生产型腔嵌件：

- (1) 表面淬火钢；
- (2) 渗氮钢；
- (3) 淬透钢；
- (4) 回火钢；
- (5) 马氏体钢；
- (6) 耐腐蚀钢；
- (7) 精炼钢。

1.1.1 表面淬火钢

表面淬火钢最适合用来制造模具。这种钢实用且不昂贵,占整个模具制造用钢的80% (这个比例包括用作模架及锁模板的钢)。通过表面淬火、碳化或渗碳 (渗碳在连续淬火过程中得以形成), 模具可以形成像玻璃一样硬的表面,同时形成柔韧、可延展的芯部结构。坚硬的表面为模具提供了耐磨损性, 而其韧性芯部可以承受振动以及交变载荷。

将低碳钢 (含碳量 0.2%) 模具在供碳介质中在 840~900℃下回火, 并且在油或水中淬火, 即可得到上述性能。在这种回火处理中, 模具外表面得以渗碳, 并使含碳量增至 0.8%。渗碳深度可根据需要达到 0.6~2mm, 渗碳深度取决于渗碳介质 (介质可为气体、液体及固体)、渗碳时间和温度。渗碳层厚度随温度和时间的增加而增加。但过量的温度和处理时间却适得其反, 结果弊大于利, 因为过量的处理将使结构明显变粗, 并且不利于随后的回火处理。

除上述的表面耐磨损性以及韧性芯部结构所形成的抗振及抗交变载荷性外, 表面淬火钢还具有一些优于高碳钢及淬透钢的应用指标, 尤其值得一提的是, 若生产及处理得当, 其表面具有良好的力学性能, 易于加工。在渗碳过程中, 可通过对部分区域加以覆盖的办法进行局部淬火。与其它等级钢相比, 在低温退火时可使强度降低, 这尤其适应于冷挤压工艺。冷挤压工艺对制造形状相同、数目多、型腔小的模具尤为经济实惠。

表 2

注射模具钢常用化学组成

钢 种	牌 号	组 成	(%)
碳钢	1020	0.18~0.23C	0.30~0.60Mn
		0.04P 0.05S	
	1030	0.28~0.34C	0.60~0.90Mn
		0.04P 0.05S	
	1040	0.37~0.44C	0.60~0.90Mn
		0.04P 0.05S	
	1095	0.90~1.03C	0.30~0.50Mn
		0.04P 0.05S	
合金钢	4130	0.28~0.33C	0.40~0.60Mn
		0.20~0.35Si	0.80~1.10Cr
		0.15~0.25Mo	0.035P
		0.04S	
	4140	0.38~0.43C	0.75~1.00Mn
		0.20~0.35Si	0.80~1.10Cr
		0.15~0.25Mo	0.035P
		0.04S	
	6150	0.48~0.53C	0.70~0.90Mn
		0.20~0.35Si	0.80~1.10Cr
		0.15V 0.035P	0.04S
	8620	0.18~0.23C	0.70~0.90Mn
		0.20~0.35Si	0.40~0.70Ni
		0.40~0.60Cr	0.15~0.25Mo
		0.035P 0.04S	