

模具手册之六

模具制造手册

(第2版)

《模具制造手册》编写组 编著

机械工业出版社

模具手册之六

模具制造手册

(第2版)

《模具制造手册》编写组 编著



机械工业出版社

为了总结和推广我国在模具设计和制造方面的先进经验和技術，更好地为科研生产服务，特组织有关专家学者对这套《模具手册》进行修订。修订后的《模具手册》仍按下述6个分册出版：粉末冶金模具设计手册、塑料模设计手册、压铸模设计手册、冷冲模设计手册、锻模设计手册、模具制造手册。

本手册第2版仍以第1版为基础，增补了大量的国内外的先进工艺，删去了已经陈旧落后的内容，使其更加先进实用。在编写结构方面注重以图表为主，并附有大量的加工实例，使之更加直观、明确。

本手册全面介绍了冷冲模、塑料模、压铸模、锻模及粉末冶金模等各类模具的制造工艺及装配工艺。其内容包括：模具材料，车、刨、插、铣及坐标镗床加工，成形磨削，钳工加工，电火花加工，电火花线切割加工，其它加工（型腔挤压、陶瓷型铸造、电铸成形、堆焊、照相腐蚀、镀铬、电解成形、电解磨削、电解抛光、超声波抛光等），模具零件热处理，模架制造，模具装配工艺，简易模具制造，汽车覆盖件冲模的制造等。

本手册可供从事模具制造的工艺人员及工人使用，也可供从事模具设计的技术人员及大专院校师生参考。

图书在版编目 (CIP) 数据

模具制造手册：模具手册之六 / 《模具制造手册》编写组编著. -2版 (修订本).
-北京：机械工业出版社，1996

ISBN 7-111-05100-9

I. 模… II. 模… III. 模具-制造-手册 IV. TG706-62

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (96) 第 00741 号

出版人：马九荣 (北京市百万庄南街1号 邮政编码100037)

责任编辑：刘彩英 版式设计：王颖 责任校对：刘志文

封面设计：方芬 责任印制：卢子祥

煤炭工业出版社印刷厂印刷·新华书店北京发行所发行

1997年1月第2版 第5次印刷

787mm×1092mm^{1/16}·60.75印张·2插页·1487千字

76 661—80 660册

定价：98.00元

凡购本书，如有缺页、倒页、脱页、由本社发行部调换

序

《模具手册》一套共六个分册，532万字，在1990年全部出齐。为充实和更新内容，从1986年开始，对各分册陆续进行了修订。

《模具手册》各分册陆续出版期间，我国工业正处在改革、开放、搞活的第一个10年中。在这一期间，家庭生活用品、家用电器、摩托车、汽车等行业发展很快，新产品不断增多，本书的出版对各企业发展品种，特别是对那些技术力量薄弱的中小型企业和乡镇企业，作用是很显著的。到1989年底为止已出版的五个分册共销售了32万本，其中有三个分册印了三次，一个分册印了两次，有的分册由于供需差距过大，供不应求。

参加《模具手册》编写的有近一百位专家，他们在经费不足，时间不充裕的情况下艰苦努力，作了许多工作。他们多次到各工厂调查，收集素材，总结实际经验，其中有些经验和数据是国内外首次发表的。有时为取得可靠的数据还专门设计制造了试验模具作了实验。

许多工厂、研究所支持了这项工作。特别是编委会主任单位的水力人和陈良杰两位同志。他们由1972年起在很困难的条件下一直坚持这项工作17年之久。水力人同志还为手册的修订继续努力。

过去在我国工业中，模具长期未受到重视。改革开放以来，塑料成形、家用电器、仪表、摩托车、汽车等行业进入大批量生产，模具工业有一定发展，但仍落后于需要，每年进口模具数量很大。除模具本身外，使用模具的设备如高效多工位模压设备，现代化的锻压设备，压铸设备，大型塑料成形设备以及供应高效冲压用的卷料设备等仍落后于需要。由于历史原因遗留下来的工厂大而全，专业化程度落后，对这类企业内部结构不合理的现象仍需作很大的调整。我们的工业的组成者和规划者必须对这种现象有足够的认识并且在工业结构调整上下些功夫。

孙友余

1990年4月

前 言

模具是机械工业的重要工艺装备。随着我国机械工业的迅速发展，模具的需要量大大增加，模具的结构也愈趋复杂、制造精度要求愈来愈高。因此认真总结模具制造的经验，对加速实现我国四个现代化具有重要意义。

本手册在修订过程中，收集和总结了不同规模的模具制造部门在模具制造方面的实际经验，叙述了模具制造的各种工艺方法，以适应不同规模的模具制造部门的需要。内容力求具体、实用、可靠。

本手册第1版于1982年8月出版。第1版由上海电机厂主编、桂林电器科学研究所、上海华通开关厂、第一汽车制造厂为副主编。参加编写的有：上海电机厂、桂林电器科学研究所、上海华通开关厂、第一汽车制造厂、苏州电加工研究所、洛阳拖拉机厂、张家口煤矿机械厂、上海星火模具厂、上海人民电器厂、上海电表厂、南京汽车制造厂。

修订第2版由王家庆主编、王华昌为副主编、参加修订的有（以姓氏笔划为序）：王新华、田永跃、孙文全、张焕振、杜上锴、杜少池、吴歧林、陈秉中、李忠民、黄迪民、彭振馨、杨建国、潘修德。

由于编写水平有限，手册中难免存在缺点和错误，恳切希望读者批评指正。

编 者

1996年3月

目 录

序	
前言	
第一章 模具材料	1
第一节 黑色金属材料	1
一、塑料模具用钢	1
(一) 渗碳型	1
(二) 淬硬型	1
(三) 时效型	1
(四) 预硬型	1
二、冷作模具用钢	3
三、热作模具用钢	3
四、无磁模具用钢	8
五、模具用铸铁和铸钢	8
六、模具常用工具钢进厂检验	8
第二节 模具用有色金属材料	13
一、低熔点合金	13
(一) 低熔点合金的主要用途	13
(二) 低熔点合金的特点	13
(三) 低熔点合金的种类、性能及其发展趋势	14
二、锌(基)合金	17
(一) 锌合金的主要用途	17
(二) 锌合金的特点	17
(三) 锌合金的成分、性能及其发展趋势	17
三、超塑(性)合金	19
(一) 超塑合金的特点及主要用途	19
(二) 超塑合金的种类、性能及其发展趋势	20
四、其它合金	22
(一) 压铸模用铜合金	22
(二) 拉深模用铜合金	23
(三) 其它	23
第三节 模具用特种材料	24
一、硬质合金	24
(一) 硬质合金的特点	24
(二) 硬质合金的种类及其用作模具材料的牌号、成分和性能	25
二、钢结硬质合金	27
(一) 钢结硬质合金的特点	27
(二) 钢结硬质合金的种类及其用作模具材料的牌号、成分和性能	27
三、环氧塑料	29
(一) 环氧塑料的主要用途	29
(二) 环氧塑料的特点	30
(三) 环氧塑料的组成成分	30
(四) 环氧塑料的性能与配方	36
四、聚氨酯橡胶	38
(一) 聚氨酯橡胶的主要用途	38
(二) 聚氨酯橡胶的特点及性能	38
五、氧化锆增韧陶瓷	39
第二章 车、刨与插、铣、坐标镗加工	41
第一节 车床加工	41
一、工具	41
(一) 定程挡块	41
(二) 车锥度工具	42
(三) 车螺纹工具	43
(四) 车型面工具	44
二、实例	45
(一) 对拼塑压模型腔曲面车加工	45
(二) 多型腔压铸模型腔车加工	45
(三) 拉深凸模利用靠模车加工	46
三、车淬硬工件	49
(一) 刀具	49
(二) 切削条件	50
(三) 操作注意事项	50
第二节 刨床、插床加工	51
一、刨床加工	51
(一) 牛头刨床加工	51
(二) 仿形刨床加工	59
二、插床加工	64
(一) 直壁外形及成形孔加工	64

(二) 斜壁内孔加工	65	的夹具	115
第三节 铣床加工	66	(二) 用挤轮挤成形砂轮的夹具	126
一、立铣加工	66	三、磨削平面(包括斜面)用工具及	
(一) 立铣刀	66	磨削实例	128
(二) 加工工艺	66	(一) 常用的夹具	128
(三) 加工实例	73	(二) 测量辅助工具	137
二、仿形铣床加工	80	(三) 斜面磨削工艺要点及磨削	
(一) 仿形铣床构造与动作	80	实例	139
(二) 加工方式	82	四、分度零件磨削用夹具及磨削	
(三) 实例	85	实例	146
三、数控铣床加工	85	五、磨削曲线及复杂型面用夹具及	
(一) 数控铣床加工的加工特点与适用		磨削实例	156
范围	85	(一) 万能夹具的结构、磨削工艺要点及	
(二) 数控铣床的控制方式	89	磨削实例	157
第四节 坐标镗床加工	90	(二) M9025 型工具曲线磨床的结构、	
一、机床	90	磨削工艺要点及磨削实例	168
(一) 光学系统成像原理	90	六、磨削大圆弧用夹具及磨削方法	180
(二) 坐标尺寸控制方法	90	(一) 转板式磨大圆弧夹具及磨削的	
二、坐标镗床主要附件	92	方法	180
(一) 万能转台	92	(二) 磨削大圆弧专用磨床	182
(二) 镗排	93	第二节 仿形磨削加工	183
(三) 万能镗排	93	一、缩放尺曲线磨床加工方法	184
三、镗刀	93	(一) 机床	184
四、切削条件	97	(二) 磨削加工前准备	185
五、加工工艺	97	(三) 磨削实例	187
(一) 定位基准及定位	97	二、光学曲线磨床加工	188
(二) 镗孔计算	101	(一) 机床	188
(三) 用精孔钻加工	104	(二) 磨削前准备	189
(四) 镗淬硬工件	105	(三) 磨削方法	190
(五) 坐标镗床的其它应用	108	(四) 磨削实例	195
第五节 加工中心	109	三、仿形修整成形砂轮磨削	199
一、不带自动换刀装置的加工中心	109	(一) 仿形修砂轮装置结构	200
二、带自动换刀装置的加工中心	110	(二) 缩仿装置比例测试与调整	201
(一) 自动换刀装置的组成	110	(三) 磨削实例	201
(二) 带自动换刀装置的加工中心在		第三节 坐标磨削加工	202
使用上的问题	111	一、立式坐标磨床加工	203
三、数控仿形加工中心	112	(一) 坐标磨床	203
第三章 成形磨削	114	(二) 基本的磨削方法	204
第一节 用专用机床与工具进行成形磨		(三) 工件的安装定位及测量	204
削的方法	114	(四) 砂轮的修整	206
一、机床	114	(五) 轮廓磨削	212
二、成形砂轮的修整及所用的夹具	115	二、卧式坐标磨床加工	216
(一) 用金刚石修整成形砂轮		(一) 机床	216

(二) 磨削零件的安装、测量及 磨削工艺	216	三、压印修正余量	251
三、型孔磨削	216	四、压印工艺冲头的尺寸确定	251
(一) 夹具	216	五、压印修正的操作	251
(二) 小孔磨头装置	220	六、光切加工	251
(三) 磨削实例	220	(一) 药丸模具光切型孔	252
第四章 钳工加工	223	(二) 电影胶片冲孔模分次光切 加工	252
第一节 划线、钻孔、铰孔、攻螺纹	223	(三) 小模数齿轮冲模分级光切 加工	253
一、划线	223	七、压印机	254
(一) 平面划线	223	(一) 手扳式压印机	254
(二) 立体划线	224	(二) 液压式压印机	254
二、钻孔	227	第四节 研磨抛光	254
(一) 排除废料	227	一、研磨、抛光的过程	254
(二) 销钉孔钻铰	228	二、电动抛光机的应用	256
(三) 钻孔用辅助工具	228	(一) 电动抛光机	256
(四) 钻孔工作实例	230	(二) 研磨抛光工艺	257
三、铰孔	235	第五章 电火花加工	259
(一) 销钉孔的铰孔	235	第一节 电火花成形加工在模具制造中 的应用	259
(二) 安装圆形凸模、型芯或顶杆等 孔的铰孔	235	一、电火花加工技术的特点和目前的 水平	259
(三) 冲裁模刃口锥孔的铰孔	235	(一) 加工工艺特点	259
四、攻螺纹	237	(二) 电火花加工在模具制造中的 主要应用	259
(一) 丝锥	237	(三) 目前的加工水平	260
(二) 攻螺纹底孔	237	(四) 电火花加工的多种形式	261
(三) 机械攻螺纹	238	(五) 电火花加工的缺点	261
第二节 带锯机、锉刀机加工	240	二、电火花成形加工在模具加工中的 作用	262
一、带锯机加工	240	第二节 加工方式	262
(一) 带锯机基本动作	240	一、单电极加工	264
(二) 带锯机用途	241	二、单电极平动加工	266
(三) 锯带齿数的选用	242	三、多电极加工	267
(四) 锯带线速度选用	242	四、分解电极加工	269
(五) 锯切半径	242	五、用电极加工电极	269
(六) 锯用孔	242	六、简单电极加工法——创成加工	269
(七) 带锯机加工常见弊病	242	第三节 电火花加工的基本工艺规律	271
(八) 硬质合金的带锯机加工	242	一、电火花加工时的一些现象	271
二、锉刀机加工	245	二、电火花加工后工具电极和工件 表面的变质层	272
(一) 机床	245	三、电蚀产物	273
(二) 加工工艺	245	四、极性	273
第三节 压印加工	247		
一、压印加工的用途	247		
二、压印方法	248		
(一) 单型孔压印	248		
(二) 多型孔压印	249		

五、电极对材料·····	274	二、数控加工·····	300
(一) 石墨电极及其加工·····	275	(一) 关于数控电火花成形加工的技术	
(二) 铜电极及其加工·····	276	评估·····	300
(三) 铜钨合金、银钨合金电极加工		(二) 最优化工艺设计(人机	
注意点·····	276	对话)·····	300
六、工作液及排屑·····	276	(三) 电极的固定·····	301
(一) 工作液·····	276	(四) 伺服驱动·····	302
(二) 排屑·····	277	(五) 电极自动更换装置—A、T、	
七、异常放电及其对加工的影响·····	279	C·····	303
(一) 异常放电时的现象·····	279	(六) 平动(摇动)加工的几种形式	
(二) 异常放电产生的原因·····	280	·····	303
八、电规准对加工的影响·····	281	(七) 自动定位·····	303
(一) 电规准中三个重要参数·····	281	三、低损耗电火花加工·····	304
(二) 电规准对加工的影响·····	282	(一) 低损耗电火花加工的特点·····	304
九、电极损耗·····	284	(二) 控制电极损耗的一般方法·····	305
(一) 影响电极损耗的因素·····	284	(三) 精加工的低损耗加工方法·····	307
(二) 低损耗加工和有损耗加工的		(四) 用水作介质的电极损耗	
比较·····	286	情况·····	310
十、加工生产率·····	287	四、适应控制·····	313
(一) 生产率的表示方法·····	287	第五节 电火花加工设备·····	315
(二) 生产率的估算方法·····	287	一、机床本体·····	315
(三) 影响生产率的因素·····	287	(一) 床身与立柱·····	315
(四) 加工稳定性·····	288	(二) 工作台·····	316
十一、面积效应·····	289	(三) 自动控制系统·····	318
(一) 最大允许加工电流密度·····	289	(四) 主轴头·····	319
(二) 加工面积与电规准·····	290	(五) 主轴头的附件·····	322
十二、加工粗糙度·····	291	二、脉冲电源·····	322
十三、间隙与斜度·····	292	(一) 弛张式电源·····	323
(一) 加工间隙的影响因素·····	292	(二) 电子管电源和闸流管电源·····	323
(二) 斜度与二次放电·····	292	(三) 晶体管和晶闸管脉冲电源·····	323
(三) 大斜度与小斜度加工·····	293	三、工作液循环过滤系统·····	326
(四) 间隙和斜度的不均匀·····	293	四、机床的维护与保养·····	327
十四、加工精度·····	293	第六节 电火花穿孔加工·····	328
十五、加工过程中的注意事项·····	296	一、电火花穿孔的特点·····	328
第四节 加工工艺的进展·····	296	二、一般穿孔加工的工艺过程·····	329
一、多回路加工·····	296	三、几种穿孔加工的工艺方法·····	329
(一) 单个脉冲能量提高受到限制的		(一) 间接法·····	330
原因·····	297	(二) 直接法·····	331
(二) 减小停歇时间的限制·····	298	(三) 混合法·····	331
(三) 粗糙度与生产率的矛盾·····	298	(四) 二次电极法·····	331
(四) 多回路加工的基本原理·····	298	(五) 加工方法选用·····	332
(五) 多回路加工的生产率·····	298	四、穿孔加工电极材料选用·····	333
(六) 多回路加工工艺要求·····	299	五、电极设计与电极结构·····	334

(一) 电极长度的确定	334	(二) 多向加工和多向伺服控制	374
(二) 电极截面尺寸的确定	336	六、型腔加工方法	375
(三) 阶梯电极	337	(一) 单电极加工	375
(四) 电极结构	338	(二) 单电极平动加工	375
六、通孔型电极制造方法	339	(三) 重复电极加工	376
七、凹模毛坯的准备	340	(四) 不同尺寸的多电极加工	376
八、电极装夹与定位	341	(五) 立体成形	377
(一) 电极装夹	341	(六) 创成加工	377
(二) 定位	343	七、型腔加工的规准选择与转换	377
九、规准选择与转换	345	(一) 如何选择规准	378
十、一些特殊的电火花穿孔方法	346	(二) 规准转换	380
(一) 斜齿轮型孔加工	346	八、加工实例	382
(二) 硬质合金模电火花穿孔	347	(一) 轿车前灯罩型腔模	382
(三) 小孔加工	348	(二) 塑料风扇后架型腔模	382
(四) 大间隙凹模加工	348	(三) 弧齿锥齿轮精锻模	383
(五) 直壁孔的加工	349	第六章 电火花线切割加工	385
十一、实例	349	第一节 加工原理、应用范围及特点	385
(一) 硬质合金冲模穿孔加工	349	第二节 电火花线切割加工用设备	385
(二) 利用平动头加工大间隙 冲模	350	一、设备组成及技术规格	385
(三) 精冲模的凸、凹模加工	352	二、控制系统	392
第七节 型腔电火花加工	353	(一) 轨迹控制	392
一、型腔加工用的电极材料	354	(二) 变频进给控制	398
(一) 石墨	354	三、脉冲电源	400
(二) 紫铜	355	四、线切割机床	404
二、型腔加工的工艺过程	357	(一) 坐标工作台	404
(一) 分析加工对象	357	(二) 走(运)丝机构	408
(二) 根据加工对象确定工艺 方法	360	(三) 工作液系统	418
(三) 型腔加工中电火花加工的次序 及其影响	361	(四) 机床附件	421
(四) 前加工	361	第三节 线切割加工工艺	424
(五) 预加工	361	一、线切割加工工艺的一般规律	424
三、电极设计	362	(一) 切割速度	424
(一) 低损耗加工的电极设计	362	(二) 加工精度	425
(二) 有损耗加工的电极设计	362	(三) 加工表面粗糙度及质量	425
四、电极制造	367	二、影响加工工艺指标的因素	426
(一) 电极制造方法	367	(一) 电参量对加工工艺指标的 影响	426
(二) 电极结构与装夹	368	(二) 非电参量对加工工艺指标的 影响	429
(三) 石墨电极振动成形制造 工艺	369	(三) 影响加工精度的固有因素	433
五、侧向加工	372	三、加工前的准备	436
(一) 侧面修光方法	372	(一) 工件毛坯的准备	436
		(二) 工件装夹与穿丝	438
		(三) 定位	438

四、试切与切割	441	(七) 基准面的确定	513
五、加工过程中特殊情况的处理	442	(八) 加工余量	513
六、加工后序处理	442	三、造型材料	513
(一) 机械抛光	442	(一) 砂套材料	513
(二) 挤压珩磨抛光	442	(二) 陶瓷层材料	514
(三) 超声波抛光	443	四、造型工艺	518
(四) 化学抛光	443	(一) 陶瓷浆料的配制	518
七、加工实例	443	(二) 灌浆	518
(一) 靠模加工实例	443	(三) 起模	519
(二) 数控加工实例	448	(四) 喷烧	519
第七章 其它加工	488	(五) 烘干	520
第一节 型腔冷挤压	488	五、陶瓷型铸造工艺要点	520
一、型腔冷挤压的特点及应用范围	488	六、实例	520
二、冷挤压形式	488	第三节 电铸成形	521
(一) 开启式冷挤压	488	一、电铸工艺过程	522
(二) 封闭式冷挤压	489	二、母模的设计	522
三、冷挤压专用油压机	489	三、电铸前处理	523
四、挤压冲头	491	(一) 镀分离层	523
(一) 挤压冲头的材料	491	(二) 防水处理	524
(二) 挤压冲头的设计	492	(三) 镀(刷)导电层处理	524
五、冷挤压用坯料	494	(四) 引导线及包扎处理	525
(一) 常用材料	494	四、电铸方法	525
(二) 坯料尺寸及形状	495	(一) 电铸镍	525
六、冷挤压用套圈	498	(二) 电铸铜	529
七、型腔冷挤压压力	500	(三) 电铸铁	531
八、冷挤压时的润滑	502	五、脱模及加固	532
九、挤压后的工作	502	六、电铸用设备	533
(一) 坯料的顶出	502	七、电铸模实例	534
(二) 挤压后的脱模	502	第四节 堆焊	538
(三) 挤压后挤压冲头的回火 处理	502	一、电弧堆焊	538
十、冷挤压型腔精度	503	(一) 冲裁模刃口堆焊铬、钒、钨、 钼合金	538
十一、挤压实例	505	(二) 拉深模堆焊钢基硬质合金	539
十二、废品分析	510	二、铸钢板极电渣堆焊锻模	540
第二节 陶瓷型铸造	510	(一) 设备	541
一、工艺过程及特点	510	(二) 堆焊用的材料	541
二、母模	512	(三) 基体 U 形槽尺寸选择	541
(一) 母模材料	512	(四) 工艺参数选择及板极的 分布	542
(二) 表面粗糙度	512	第五节 照相腐蚀	543
(三) 起模斜度	512	一、画稿、制版	543
(四) 收缩率	512	(一) 画稿	543
(五) 尺寸精度	513	(二) 制版	544
(六) 分型面的确定	513		

二、模具表面处理及涂胶	547	(三) 阴极设计	575
(一) 模具表面清洗	547	(四) 流场的设计	582
(二) 涂布感光层	547	(五) 设计实例	584
三、显影	548	五、加工实例	587
(一) 感光晒版	548	第八节 电解磨削	592
(二) 显影冲洗	548	一、电解磨削的基本原理及主要特点	592
四、坚膜及修补	549	(一) 电解磨削的电化学过程及电流效率	592
(一) 坚膜(焙烘或烧版)	549	(二) 电解磨削的特点	593
(二) 修补及涂保护层	549	(三) 电解磨削在模具加工中的应用	593
五、腐蚀	549	二、电解磨床	594
六、去胶、修整	550	(一) 机床	594
第六节 镀铬	551	(二) 电解电源及导电回路系统	596
一、镀铬用设备	551	(三) 电解液系统	596
二、槽液的配方、配制及维护	552	三、电解磨轮	596
(一) 镀铬液的配方、配制及维护	552	(一) 磨料的选择	597
(二) 电解去油液的配方及配制	552	(二) 粒度的选择	597
三、镀铬工艺过程及质量检查	553	(三) 电解磨轮的种类	597
(一) 对镀件的要求	553	四、电解液	598
(二) 镀铬工艺过程	553	五、电解磨削主要工艺参数	599
(三) 镀层的退除	554	(一) 电流密度	599
(四) 镀层质量检查	554	(二) 加工电压	599
四、阳极、辅助阳极、阴极挂具、辅助阴极	554	(三) 磨削压力	599
五、常见缺陷、产生原因及消除方法	555	(四) 磨轮线速度	599
六、安全操作	556	(五) 工件进给速度	600
第七节 电解成形加工	557	(六) 工件与磨轮的接触面积	600
一、电解成形加工原理及电解液	557	(七) 电解液的供给量	600
(一) 基本原理及特点	557	六、电解磨削工艺	600
(二) 电解液	558	(一) 电解平面磨削	600
二、电解加工设备	562	(二) 电解外圆磨削	602
(一) 电解加工机床	562	(三) 电解内圆磨削	602
(二) 晶闸管直流电源	564	(四) 电解成形磨削	603
(三) 电解液系统	564	第九节 电解修磨抛光	605
三、模具型腔的混气电解加工	566	一、电解修磨抛光的原理	605
(一) 混气电解加工特点	566	二、电解修磨抛光的特点	606
(二) 模具型腔的混气电解加工基本参数	567	三、电解修磨装置	606
(三) 阴极设计与制造	569	(一) 工作液循环系统	606
四、模具型腔的非混气电解加工	574	(二) 加工电源	606
(一) 基本工艺参数	574	(三) 修磨工具	606
(二) 加工参数的修正	574	四、影响电解修磨抛光的主要因素	607
		(一) 磨料粒度	607

(二) 脉冲波形的影响·····	607	(二) 精密模具零件冷处理·····	627
(三) 电流、抛光时间的影响·····	607	(三) 回火和时效处理·····	627
五、电解修磨抛光的后处理·····	608	三、应用举例·····	630
六、加工实例·····	608	四、模具零件表面强化处理·····	646
第十节 超声波抛光·····	608	(一) 渗碳·····	646
一、超声波抛光原理·····	608	(二) 中温气体碳氮共渗·····	652
二、超声波抛光的特点·····	608	(三) 渗硼·····	656
三、超声波抛光机的结构·····	609	(四) 盐浴渗金属·····	661
四、超声波抛光的工艺效果·····	609	(五) 渗氮·····	661
第十一节 挤压珩磨·····	610	五、模具零件热处理质量检验·····	664
一、概要·····	610	六、模具热处理常见疵病与防止	
二、挤压珩磨机·····	611	措施·····	671
三、介质·····	611	(一) 模具退火的疵病·····	671
四、夹具·····	612	(二) 模具淬火的疵病·····	671
五、加工后处理·····	612	(三) 模具回火的疵病·····	678
六、加工实例·····	612	(四) 模具零件化学热处理疵病及其	
第八章 模具零件热处理·····	614	防止措施与补救方法·····	678
第一节 模具钢改锻·····	614	七、模具热处理附图及附表·····	681
一、模具钢改锻的主要环节·····	614	第九章 模架制造·····	713
(一) 模具钢进厂质量检验与		第一节 模架的零件加工工艺·····	713
下料·····	614	一、模座镗孔·····	713
(二) 锻锤吨位的选择·····	614	(一) 用卧式双轴镗床加工·····	713
(三) 锻造加热与冷却·····	615	(二) 用立式双轴镗床加工·····	714
二、Cr12 型模具钢的改锻方法·····	615	(三) 用专用镗孔工具加工·····	716
(一) Cr12 型钢的改锻方法·····	616	(四) 带锥孔的下模座加工·····	720
(二) 改锻操作注意事项·····	617	二、导柱加工·····	720
三、GT35 钢结合金改锻·····	617	(一) 用圆盘式研磨机研磨导柱·····	720
(一) 原材料检验·····	617	(二) 其他研磨方法·····	721
(二) 锻坯球化退火·····	617	三、导套加工·····	721
(三) 锻造设备的选择·····	618	(一) 用立式双轴研磨机研磨	
(四) 工具预热·····	618	导套·····	722
(五) 加热规范·····	618	(二) 其它研磨方法·····	723
(六) 锤击操作·····	618	(三) 用挤压方法加工导套孔·····	723
(七) 锻粗与拔长·····	618	四、研磨剂的配制·····	724
(八) 锻后缓冷·····	619	五、滚珠模架用保持圈的加工·····	725
(九) 锻后球化退火·····	619	第二节 模架装配·····	725
第二节 模具零件热处理工艺·····	619	一、压入式模架的装配·····	725
一、模具常用钢预先热处理·····	619	二、粘结式模架的装配·····	727
(一) 模具钢球化退火·····	619	三、滚珠式模架的装配·····	729
(二) 去应力退火和中间退火·····	621	第十章 模具装配工艺·····	730
(三) 提高塑性软化处理·····	622	第一节 冷冲模装配·····	730
二、模具常用钢淬火与回火·····	624	一、模具零件的几种固定方法·····	730
(一) 模具常用钢淬火·····	624	(一) 紧固件法·····	730

(二) 压入法	731	(一) 热固性塑料移动式压模装配	
(三) 挤紧法	733	实例	775
(四) 焊接法	734	(二) 热固性塑料注射模装配	
(五) 热套法	734	实例	778
二、低熔点合金在模具装配上的		(三) 热塑性塑料注射模装配	
应用	735	实例	784
(一) 低熔点合金的配制方法	736	(四) 铝合金压铸模装配实例	790
(二) 低熔点合金的浇铸方法	737	第十一章 简易模具制造	795
三、无机粘结在模具装配上的应用	737	第一节 钢带(皮)冲模、钢带(皮)	
(一) 无机粘结的特点及适用范围	737	层叠冲模	795
(二) 无机粘结剂的配方	738	一、钢带(皮)冲模	795
(三) 无机粘结工艺	738	(一) 结构特点	795
四、环氧树脂在模具装配上的应用	739	(二) 适用范围	796
(一) 环氧树脂的粘结(或浇注)		(三) 制造工艺	796
工艺	740	二、低熔点合金或锌合金基体钢带	
(二) 粘结实例	741	(皮)冲模	797
五、牙骨塑料在模具装配上的应用	743	(一) 结构特点	797
六、厌氧胶在模具装配上的应用	743	(二) 优缺点	798
(一) 厌氧胶在模具装配上的适用		(三) 适用范围	799
范围	744	(四) 浇铸工艺	799
(二) 厌氧胶的特点	744	三、钢带(皮)层叠冲模	800
(三) 厌氧胶的粘结工艺	744	(一) 结构特点	800
七、冷冲模的凸、凹模间隙控制		(二) 优缺点	800
方法	746	(三) 适用范围	801
(一) 垫片法	746	(四) 制造工艺	801
(二) 镀铜法	746	第二节 低熔点合金模具	802
(三) 涂层法	747	一、结构特点	802
八、冷冲模的装配要点	748	二、优缺点	803
九、冷冲模装配典型实例	750	三、适用范围	804
十、冷冲模的试冲和调整	756	四、制造工艺	804
第二节 塑料模、压铸模装配	758	(一) 低熔点合金成分配比的选择及	
一、塑料模、压铸模部件装配	758	熔炼工艺	804
(一) 型芯与固定板的装配	758	(二) 低熔点合金模具用熔箱	804
(二) 型腔凹模与动、定模板的		(三) 低熔点合金模具用样件	805
装配	761	(四) 低熔点合金模具铸造工艺	807
(三) 过盈配合零件的装配	763	第三节 锌合金模具	812
(四) 装配中的修磨	765	一、特点	812
(五) 导柱、导套的镗孔与装配	765	二、优缺点	812
(六) 推杆的装配	768	三、适用范围	813
(七) 卸料板装配	771	四、制造工艺	813
(八) 滑块抽芯机构的装配	772	(一) 锌合金的熔炼和熔化	813
二、装配实例	775	(二) 锌合金冲裁模的锌合金工作零件	
		加工工艺	814

(三) 锌合金拉深、成形和型腔模工作 零件的制造工艺·····	819	划线机·····	844
(四) 锌合金模的发展趋向·····	824	(七) 大型电火花凸凹模加工 机床·····	846
第四节 超塑(性)合金模具·····	824	第二节 模型与样板·····	847
一、特点·····	824	一、主模型·····	847
二、适用范围·····	824	(一) 主模型的制造依据和主 样板·····	848
三、制造工艺·····	825	(二) 主架的设计和制造·····	850
(一) 成形零件的基体准备·····	825	(三) 木质主模型的制造·····	851
(二) 超塑合金坯料准备·····	825	(四) 塑料主模型的制造·····	852
(三) 工艺样件或凸模·····	825	(五) 主模型的检验验收·····	855
(四) 超塑成形用模框 (或称护套)·····	826	二、工艺主模型·····	855
(五) 超塑成形工艺注意事项·····	826	三、研修模型(样架)·····	856
(六) 典型工艺过程举例·····	827	四、投影样板·····	858
(七) 超塑成形工艺的 发展趋向·····	829	五、断面样板·····	858
第五节 聚氨酯橡胶模具·····	830	六、立体样板(窗口样板)·····	858
一、特点·····	830	第三节 毛坯准备·····	859
(一) 结构特点·····	830	一、覆盖件冲模铸件的主要技术 要求·····	859
(二) 冲压机理·····	831	(一) 化学成分和力学性能·····	859
二、优缺点·····	831	(二) 铸件的尺寸偏差·····	859
三、适用范围·····	832	(三) 铸件预留加工余量和铸孔·····	859
四、制造工艺·····	833	(四) 铸件表面质量·····	860
(一) 聚氨酯橡胶加工性能·····	833	(五) 铸件允许存在的缺陷及 修补·····	860
(二) 聚氨酯橡胶模制造工艺注意 事项·····	833	(六) 铸件热处理·····	861
(三) 典型工艺过程举例·····	835	二、覆盖件冲模铸件的铸造工艺 要点·····	861
第六节 硅橡胶模具·····	836	(一) 铸型分型面选择·····	861
一、特点·····	836	(二) 冲模铸件的铸造收缩率及加工 余量·····	861
二、适用范围·····	836	(三) 浇注系统·····	861
三、制造工艺·····	836	(四) 冒口及保温材料·····	862
(一) 准备模框·····	836	(五) 铸型种类及其制型材 料、涂料·····	862
(二) 配料及浇注·····	836	(六) 冷铁使用·····	863
第十二章 汽车覆盖件冲模制造·····	838	(七) 金属熔炼与浇注·····	863
第一节 制造特点及工艺设备·····	838	三、木模型制作·····	863
一、制造特点·····	838	(一) 制模前应具备的图样和实物 条件·····	864
二、几种工艺设备·····	840	(二) 制作必要的图板或样板 (即审图过程)·····	864
(一) 仿形铣床·····	840	四、覆盖件冲模铸件的实型铸造	
(二) 数控成形铣床·····	840		
(三) 研配压力机·····	841		
(四) 龙门铣镗床·····	844		
(五) 修磨机·····	844		
(六) 三坐标测量机与三坐标			

工艺.....	865	(一) 准备工作.....	912
(一) 实型铸造工艺特点及优越性.....	865	(二) 安装程序.....	912
(二) 实型铸造模型材料及制模工艺.....	866	(三) 联合安装和使用辅助托杆.....	914
(三) 实型铸造造型材料及铸造工艺.....	874	二、 拉延模的调整.....	915
第四节 覆盖件拉延模的制造.....	876	(一) 调整程序.....	915
一、 工艺方案的选择.....	876	(二) 调整方法.....	915
二、 分别仿形加工的方法.....	877	(三) 调整要点.....	915
(一) 专用工具的准备.....	877	三、 翻边模的调整.....	918
(二) 凸模的技术要求和工艺过程.....	880	(一) 调整方法.....	918
(三) 压边圈的技术要求和工艺过程.....	882	(二) 调整要点.....	918
(四) 凹模的技术要求和工艺过程.....	883	四、 落料模、修边模和冲孔模的调整.....	921
(五) 装配的技术要求和基本过程.....	884	(一) 刃口及其间隙的调整.....	921
三、 组装后仿形加工的方法.....	885	(二) 定位的调整.....	921
(一) 工艺过程.....	886	(三) 卸料系统的调整.....	922
(二) 工艺要点.....	887	五、 试验决定尺寸.....	922
四、 按断面样板加工的方法.....	887	六、 汽车覆盖件所用的材料.....	923
第五节 修边冲孔复合模的制造.....	888	(一) 钢号和化学成分.....	923
一、 结构特点.....	890	(二) 拉延级别.....	923
二、 生产技术准备.....	890	(三) 厚度公差(轧制精度).....	923
三、 凸模的制造.....	891	(四) 表面质量.....	923
四、 垂直修边凹模的制造.....	893	(五) 解放牌汽车主要覆盖件采用的材料.....	926
五、 倾斜修边凹模的制造.....	895	第八节 塑料拉延模的制造.....	927
六、 压料板的制造.....	897	一、 铸铁基体塑料拉延模的制造.....	927
七、 装配.....	898	(一) 制造拉延件的工艺主模型和样架.....	928
八、 冲模的刃口堆焊.....	900	(二) 准备铸件毛坯.....	928
第六节 翻边模的制造.....	902	(三) 塑料成形.....	928
一、 结构特点.....	903	二、 砂胶基体塑料拉延模的制造.....	937
二、 凸模的制造.....	903	三、 合金铸铁刀口、塑料修边模的制造.....	942
三、 凹模的制造.....	905	四、 球墨铸铁镶块、塑料翻边模的制造.....	944
四、 装配.....	907	五、 环氧塑料的选择.....	946
五、 斜楔滑块的制造要点.....	908	六、 制造塑料冲模选用的辅助材料.....	948
第七节 冲模的调整.....	911	七、 塑料冲模的调试与维修.....	951
一、 冲模的安装.....	912	(一) 塑料拉延模的调试.....	951
		(二) 塑料拉延模的维修.....	951
		八、 塑料冲模的安全生产.....	952

第一章 模具材料

第一节 黑色金属材料

钢是模具常用的黑色金属材料。模具用钢按其用途可分成塑料模具用钢、冷作模具用钢、热作模具用钢和无磁模具用钢四类。

一、塑料模具用钢

塑料模具用钢按其最终热处理方式大体上可分成渗碳型、淬硬型、时效型和预硬型 4 种。表 1-1 列出了塑料成型模具常用钢及化学成分。

(一) 渗碳型

20、20Cr、12CrNi3 等渗碳钢经切削加工或冷挤压加工成形后，经渗碳或碳氮共渗，随后再进行淬火、回火处理，零件就可以获得厚度为 0.5~0.8mm、硬度大于 56HRC 的表面硬化层。因零件的基体强度不高，故这类钢只适合工作负荷不大的小型塑料模具。

(二) 淬硬型

对工作负荷较大的塑料成形模具零件，除表面应具有足够的耐磨性外，还要求其基体具有一定的硬度、强度、韧性和塑性，以避免或减少零件在使用中产生凹陷、变形与开裂倾向。这类零件应采用淬硬型塑料模具用钢来制造。应当指出：除了表 1-1 列出的这类用钢外，其他某些冷作及热作模具钢也可用于制造最终淬硬的塑料模具零件，表中不再重复列出。

(三) 时效型

采用淬硬钢制造的模具零件，其最终使用硬度的获得是靠淬火和随后回火处理来完成的。因淬火过程需将零件首先加热至高温然后快速冷却。这样，零件在淬火前后产生一定程度的尺寸变化便成了淬火过程中不可避免的客观规律。为了消除（或减小）淬火对零件尺寸的影响，提高精密塑料模具零件的精度，这类零件可选用时效硬化型模具钢来制造。这类钢基体使用态硬度的获得是靠某一较低温度，保温一段时间的时效处理过程中从固溶体中析出新相来完成的。与淬硬型钢相比，时效钢的热处理变形要小得多。这类钢往往采用真空冶炼或电渣重熔，钢的纯净度高，故其表面镜面抛光性能和照相腐蚀光刻性能比其他模具钢优越。再加上这类钢往往又可以通过氮化处理在不降低基体使用硬度的前提下，进一步提高零件表面硬度和耐磨性。因此，用时效型模具用钢制造的塑料成型模具零件可以达到精度和寿命同时提高的目的。

(四) 预硬型

为了彻底消除热处理变形对零件尺寸的影响，还有一类加工方法，这就是先把钢预处理到零件的使用态硬度，随后在该硬度下把零件加工成形不再经热处理而直接使用。这需要预硬型模具用钢来制造。根据零件的使用要求，这类钢的加工硬度（也就是使用态硬度）可以是较低的。如：25~28HRC，也可以是较高的如：30~50HRC。为了解决在较高硬度下切削加工难度大的矛盾，向钢中加入硫、钙、铅、硒元素（单独加入或某几种同时加入），可以使钢的切削加工性能得到很大的改善，确保零件在较高硬度下顺利完成车、钻、铣、镗、刨、磨