

# 模具制造手册

模具手册之六

《模具制造手册》编写组编著

# 模具制造手册

模具手册之六

《模具制造手册》编写组编



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先进技术，在第一机械工业部的领导下，由桂林电器科学研究所组织有关工厂、院校和科研单位编写了这套《模具手册》。

这套《模具手册》按下述六个专题手册分别出版：

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。

本手册较全面、系统地介绍了模具的制造工艺。以各种加工工艺分类，介绍了冲模、塑料模、压铸模、锻模、粉末冶金模等各种模具的典型零部件的加工方法并以实例说明，并介绍了冲模、塑料模、压铸模等模具的装配工艺及实例。

本手册重点介绍了成形磨削、电火花加工、线切割加工、电解加工、热处理、型腔冷挤压、陶瓷型铸造、电铸、堆焊等各种工艺在模具制造中的应用。

本手册还专章介绍了大型的汽车覆盖件冲模的制造。

本手册主要供从事模具制造的工艺人员和工人使用。对于模具设计人员以及大专院校师生也有一定参考价值。

## 模具制造手册

《模具制造手册》编写组 编

\*

机械工业出版社出版(北京阜成门外百万庄南街一号)

(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787×10.2<sup>1</sup>/<sub>16</sub>·印张53·插页2·字数1301千字

1982年8月北京第一版·1982年8月北京第一次印刷

印数 00,001—14,400·定价 6.30 元

\*

统一书号：15033·4972

## 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，少无切削工艺的应用范围日益扩大，对模具的设计和制造提出了更多、更高的要求。认真总结我国模具行业在生产和科学技术方面的经验，对加速实现我国四个现代化具有重要意义。

本手册收集和总结了各种类型的模具制造部门在模具制造方面的实际经验，叙述了各种模具制造工艺方法。内容力求简明、实用、可靠。

本手册由上海电机厂主编，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。参加编写的单位有：上海电机厂（第十一章）、桂林电器科学研究所（第二、四、八、十章）、上海华通开关厂（第三、六、八章）、第一汽车制造厂（第一、十二章）、苏州电加工机床研究所（第五、六、七章）、洛阳拖拉机厂（第七章）、张家口煤矿机械厂（第七章）、上海星火模具厂（第一、九章）、上海人民电器厂（第一、九章）、上海电表厂（第十一章）、南京汽车制造厂（第十二章）。

在编写过程中，曾得到各工厂、科研单位、高等院校的大力支持和帮助，并提供了许多宝贵资料，在此表示衷心的感谢。

由于我们水平有限，缺乏编写经验，手册中难免存在缺点和错误，恳切希望读者批评指正。

《模具制造手册》编写组

# 目 录

## 前言

### 第一章 模具材料及毛坯准备 ..... 1

#### 第一节 模具常用材料及材料进厂检验 ..... 1

##### 一、模具常用材料 ..... 1

##### 二、模具常用材料进厂检验 ..... 6

#### 第二节 模具主要铸件的铸造技术要求和工艺要点 ..... 10

##### 一、模具主要铸件的铸造技术要求 ..... 10

###### (一) 化学成分和机械性能 ..... 10

###### (二) 铸件的允许尺寸偏差 ..... 10

###### (三) 铸件机械加工余量和铸孔 ..... 12

###### (四) 铸件表面质量 ..... 12

###### (五) 铸件的内部质量和缺陷修补 ..... 12

###### (六) 铸件热处理 ..... 13

##### 二、模具铸件的铸造工艺要点 ..... 13

###### (一) 铸型分型面的选择 ..... 13

###### (二) 各类铸件的铸造收缩率及机械加工余量 ..... 14

###### (三) 浇注系统 ..... 14

###### (四) 冒口及其顶面覆盖物 ..... 17

###### (五) 铸型种类及其制型材料 ..... 19

###### (六) 冷铁使用 ..... 20

###### (七) 金属熔炼及浇注 ..... 20

###### (八) 模型 ..... 21

##### 三、铸件清理及热处理工艺要点 ..... 22

###### (一) 浇冒口的去除 ..... 22

###### (二) 铸件缺陷的修补 ..... 22

###### (三) 铸件热处理 ..... 23

#### 第三节 模具零件毛坯的锻造技术要求和工艺要点 ..... 25

##### 一、毛坯的锻造技术要求 ..... 25

###### (一) 锻件的几何形状与加工余量 ..... 25

###### (二) 锻件的硬度 ..... 28

###### (三) 毛坯的改锻 ..... 29

##### 二、锤锻模模块的技术要求和选用 ..... 31

###### (一) 锤锻模模块的技术要求 ..... 31

###### (二) 锤锻模模块的选用 ..... 31

##### 三、模具钢材的锻造工艺要点 ..... 32

###### (一) 碳素工具钢和低合金工具钢的锻造 ..... 32

###### (二) 高铬钢与高速钢的锻造 ..... 32

##### 四、锻件的退火 ..... 35

##### 五、钢结硬质合金的锻造 ..... 36

###### (一) 锻造前的重复退火 ..... 36

###### (二) 加热规范和锻造温度 ..... 36

###### (三) 锻造方法 ..... 36

###### (四) 注意事项 ..... 36

###### (五) 锻后退火 ..... 37

### 第二章 车、刨与插、铣、坐标镗加工 ..... 38

#### 第一节 车床加工 ..... 38

##### 一、工具 ..... 38

###### (一) 定程挡块 ..... 38

###### (二) 车锥度工具 ..... 39

###### (三) 车螺纹工具 ..... 40

##### 二、实例 ..... 42

###### (一) 对拼塑压模型腔曲面车加工 ..... 42

###### (二) 多型腔压铸模型腔车加工 ..... 42

###### (三) 拉深凸模利用靠模车加工 ..... 43

##### 三、车淬硬工件 ..... 47

###### (一) 刀具 ..... 47

###### (二) 切削条件 ..... 47

###### (三) 操作注意事项 ..... 47

#### 第二节 刨床、插床加工 ..... 48

##### 一、刨床加工 ..... 48

###### (一) 牛头刨床加工 ..... 49

###### (二) 仿形刨床加工 ..... 57

##### 二、插床加工 ..... 63

###### (一) 直壁外形及成形孔加工 ..... 64

###### (二) 斜壁内孔加工 ..... 64

#### 第三节 铣床加工 ..... 65

##### 一、立铣加工 ..... 65

###### (一) 立铣刀 ..... 65

###### (二) 加工工艺 ..... 65

###### (三) 加工实例 ..... 72

##### 二、仿形铣床加工 ..... 79

###### (一) 仿形铣床构造与动作 ..... 80

(二) 加工方式	81	(二) 磨削加工前准备	183
(三) 实例	85	(三) 磨削实例	185
第四节 坐标镗床加工	87	二、光学曲线磨床加工	186
一、机床	87	(一) 机床	186
(一) 光学系统成像原理	88	(二) 磨削前准备	188
(二) 坐标尺寸控制方法	88	(三) 磨削方法	190
二、坐标镗床主要附件	90	(四) 磨削实例	195
(一) 万能转台	90	三、仿形修整成形砂轮磨削	200
(二) 镗排	90	(一) 仿形修砂轮装置结构	200
(三) 万能镗排	91	(二) 缩仿装置比例测试与调整	200
三、镗刀	94	(三) 磨削实例	200
四、切削条件	96	第三节 坐标孔及型孔磨削	203
五、加工工艺	97	一、坐标孔磨削	203
(一) 定位基准及定位	97	(一) 立式坐标磨床加工	203
(二) 镗孔计算	100	(二) 卧式坐标磨床加工	211
(三) 用精孔钻加工	103	二、型孔磨削	214
(四) 镗淬硬工件	103	(一) 夹具	214
(五) 坐标镗床的其他应用	107	(二) 小孔磨头装置	215
第三章 成形磨削	108	(三) 磨削实例	216
第一节 用专用工具进行成形磨削的方法	108	第四章 钳工加工	218
一、机床	108	第一节 划线、钻孔、铰孔、攻丝	218
二、成形砂轮的修整及所用的夹具	110	一、划线	218
(一) 用金刚石修整成形砂轮的夹具	110	(一) 划线实例	218
(二) 用挤轮挤成形砂轮的夹具	121	(二) 精密划线	222
三、磨削平面(包括斜面)用工具及磨削实例	123	二、钻孔	226
(一) 常用的夹具	123	(一) 排除废料	226
(二) 测量辅助工具	134	(二) 销钉孔钻铰	227
(三) 斜面磨削工艺要点及磨削实例	134	(三) 钻孔用辅助工具	227
四、分度零件磨削用夹具及磨削实例	144	(四) 钻孔工作实例	231
五、磨削曲线及复杂形面用夹具及磨削实例	154	三、铰孔	235
(一) 万能夹具的结构、磨削工艺要点及磨削实例	154	(一) 销钉孔的铰孔	235
(二) M9025 型工具曲线磨床的结构、磨削工艺要点及磨削实例	167	(二) 安装圆形凸模、型芯或顶杆等孔的铰孔	235
六、磨削大圆弧用夹具及磨削方法	178	(三) 冲裁模刃口锥孔的铰孔	236
(一) 转板式磨大圆弧夹具及磨削的方法	178	四、攻丝	237
(二) 磨削大圆弧专用磨床	180	(一) 丝锥	237
第二节 仿形磨削加工	181	(二) 模具常用材料攻丝底孔直径	237
一、缩放尺曲线磨床加工方法	182	(三) 机械攻丝	238
(一) 机床	182	第二节 带锯机、锉刀机加工	239
		一、带锯机加工	239
		(一) 带锯机基本动作	239
		(二) 带锯机用途	240

(三) 锯带齿数的选用	241	(一) 相对直线运动	269
(四) 锯带线速度选用	242	(二) 电极相对工件作直线与旋	
(五) 锯切半径	242	转的组合运动	269
(六) 锯用孔	242	(三) 电极对工件作相对曲线运动	269
(七) 带锯机加工常见弊病	243	三、极性	270
二、锉刀机加工	244	四、电极材料与工件材料	270
(一) 机床	244	五、工作液与排屑	271
(二) 加工工艺	244	(一) 对工作液的一般要求	271
第三节 压印加工	246	(二) 工作液的种类及其应用	272
一、压印加工的用途	246	(三) 排屑	272
二、压印方法	247	六、烧弧及其对加工的影响	274
(一) 单型孔压印	247	(一) 燃弧现象	274
(二) 多型孔压印	248	(二) 产生烧弧的原因	274
三、压印修正余量	250	七、面积效应	275
四、压印工艺冲头的尺寸确定	250	(一) 最大允许加工电流密度	275
五、压印修正的操作	250	(二) 加工面积与电规准	276
六、光切加工	251	八、电规准对加工工艺的影响	276
(一) 药丸模具光切型孔	251	(一) 击穿电压、空载脉冲波形对	
(二) 电影胶片冲孔模分次光切加工	251	加工的影响	276
(三) 小模数齿轮冲模分级光切加工	253	(二) 电规准的三元素——放电脉	
七、压印机	253	宽、峰值电流、间歇	278
(一) 手扳式压印机	253	九、电极损耗	279
(二) 液压式压印机	253	(一) 影响电极损耗的因素	280
第五章 电火花加工	254	(二) 损耗与脉宽及峰值电流的关系	280
第一节 电火花加工机床	254	(三) 低损耗加工和有损耗加工	280
一、机床	256	十、生产率和加工稳定性	282
(一) 传动系统	256	(一) 生产率的表示方法	282
(二) 机床结构	256	(二) 生产率的估算方法	282
二、工作液循环过滤系统	260	(三) 影响生产率的诸因素	282
三、脉冲电源	262	(四) 加工稳定性	283
(一) 弛张式脉冲电源	264	(五) 脉冲利用率	284
(二) 电子管和闸流管电源	264	十一、加工表面光洁度	284
(三) 晶体管和可控硅脉冲电源	264	十二、间隙与斜度	285
四、机床主要附件	265	(一) 与加工间隙有关的因素	285
(一) 平动头	265	(二) 间隙与单个脉冲能量	285
(二) 油杯	265	(三) 斜度与二次放电	285
第二节 电火花加工的工艺规律	267	(四) 大斜度与小斜度的加工	286
一、电火花加工时的一些现象	267	(五) 间隙与斜度的不均匀	287
(一) 放电间隙状态	267	十三、加工精度	287
(二) 电火花加工后工件表面的变质层	268	(一) 热影响	287
(三) 电蚀产物	268	(二) 电极对精度的影响	287
二、电火花加工的形式	269	(三) 间隙与精度的关系	288

(四) 光洁度与精度的关系 .....289

十四、加工工艺的改进措施 .....289

    (一) 适应控制 .....289

    (二) 多回路加工(分割回路) .....292

第三节 电火花穿孔加工 .....294

    一、电火花穿孔加工的特点 .....294

        (一) 电火花穿孔加工的应用 .....294

        (二) 电火花穿孔加工的特点 .....294

        (三) 穿孔加工的工艺过程 .....295

    二、电火花穿孔加工工艺方法 .....296

        (一) 间接法 .....297

        (二) 直接法 .....297

        (三) 混合法 .....297

        (四) 二次电极法 .....299

        (五) 加工方法的选用 .....300

    三、电极材料的选用 .....301

    四、电极设计与电极结构 .....302

        (一) 电极长度的确定 .....302

        (二) 电极截面尺寸的确定 .....304

        (三) 阶梯电极 .....304

        (四) 电极结构 .....305

    五、电极制造 .....306

        (一) 电极制造的技术要求 .....306

        (二) 电极制造方法 .....306

    六、凹模毛坯的准备 .....308

    七、电极装夹与定位 .....308

        (一) 电极装夹 .....308

        (二) 定位 .....310

    八、规准选择与转换 .....313

    九、一些特殊的电火花穿孔方法 .....314

        (一) 斜齿轮型孔加工 .....314

        (二) 硬质合金模电火花穿孔 .....314

        (三) 小孔加工 .....315

        (四) 大间隙凹模加工 .....315

        (五) 直壁孔的加工 .....316

    十、实例 .....317

        (一) 硬质合金冲模穿孔加工 .....317

        (二) 利用平动头加工大间隙冲模 .....318

        (三) 精冲模的凸、凹模加工 .....319

第四节 型腔电火花加工 .....321

    一、型腔电火花加工的工艺方法 .....321

    二、电极材料 .....322

三、电极设计 .....324

    (一) 低损耗加工的电极设计 .....324

    (二) 有损耗加工的电极设计 .....325

四、电极制造 .....329

    (一) 电极制造方法 .....329

    (二) 电极结构与装夹 .....330

五、型腔侧面修光 .....331

    (一) 修光方法 .....331

    (二) 侧面修光方法的改进 .....333

六、型腔加工典型工艺 .....334

七、型腔加工的排屑方法 .....336

八、实例 .....337

    (一) 轿车前灯罩型腔模 .....337

    (二) 塑料风扇后架型腔模 .....338

    (三) 螺旋伞齿轮精锻模 .....339

第六章 电火花线切割加工 .....341

    第一节 典型设备技术规格 .....341

    第二节 控制系统 .....342

        一、电气靠模仿形控制系统 .....342

        二、光电跟踪控制系统 .....342

        三、数字程序控制系统 .....343

    第三节 电源 .....344

        一、不同类型脉冲电源的主要性能 .....344

        二、晶体管脉冲电源 .....344

    第四节 电火花线切割机的结构及常用工具 .....351

        一、切割台的结构 .....351

            (一) 运丝机构 .....351

            (二) 线架 .....353

            (三) 坐标工作台 .....353

        二、跟踪台 .....360

            (一) 跟踪台与切割台的传动 .....360

            (二) 光电头座的结构 .....361

            (三) 间隙补偿的调节 .....363

            (四) 光电头与线架的传动 .....363

        三、线切割用的工具 .....364

    第五节 工艺和应用 .....367

        一、线切割机床加工工艺的一般规律 .....367

            (一) 提高生产率的主要途径 .....367

            (二) 影响加工表面光洁度的几个因素 .....368

            (三) 保证加工精度的措施 .....369

            (四) 工作液 .....369



(五) 电极丝 .....	369	(三) 阴极设计 .....	413
(六) 工件的材料和厚度 .....	370	(四) 流场的设计 .....	424
二、线切割机床实用加工工艺 .....	370	(五) 设计实例 .....	427
(一) 班前的准备工作 .....	370	五、加工实例 .....	430
(二) 装夹工件 .....	370	第二节 电解磨削 .....	435
(三) 绕丝和穿丝 .....	371	一、电解磨削的基本原理及主要特点 .....	435
(四) 加工基准面的定位方法 .....	371	(一) 电解磨削的电化学过程及电	
(五) 克服切割过程中钢坯产生弹		流效率 .....	435
性变形的措施 .....	373	(二) 电解磨削的特点 .....	436
(六) 切割加工中注意事项 .....	373	(三) 电解磨削在模具加工中的应用 .....	436
(七) 加工过程中特殊情况的处理 .....	374	(四) 电解磨削方式 .....	437
三、靠模线切割机床加工工艺 .....	374	二、电解磨床 .....	438
(一) 靠模的设计和制造 .....	374	(一) 机床 .....	438
(二) 冲模加工工艺 .....	376	(二) 电解电源 .....	439
(三) 冲模加工实例 .....	376	(三) 电解液系统 .....	440
四、光电跟踪线切割机床加工工艺及		三、电解磨轮 .....	440
实例 .....	380	(一) 金刚石电解磨轮 .....	440
(一) 加工工艺 .....	380	(二) 树脂结合剂电解磨轮 .....	440
(二) 跟踪图的绘制和尺寸计算 .....	380	(三) 氧化铝(碳化硅)导电磨轮 .....	441
(三) 冲模加工实例 .....	381	(四) 石墨磨轮 .....	441
五、数控线切割机床加工工艺及实例 .....	384	(五) 电解磨轮的修整和反极性处理 .....	441
(一) 编程计算 .....	384	四、电解液 .....	442
(二) 检查与校对 .....	388	五、电解磨削主要工艺参数 .....	443
(三) 编程实例 .....	388	(一) 电流密度 .....	444
(四) 冲模加工实例 .....	390	(二) 加工电压 .....	444
第七章 电解加工 .....	395	(三) 磨削压力 .....	444
第一节 电解成形加工 .....	395	(四) 工件与磨轮的接触面积 .....	444
一、电解成形加工原理及电解液 .....	395	(五) 磨轮的转速 .....	445
(一) 基本原理及特点 .....	395	(六) 电解液的供给量 .....	445
(二) 电解液 .....	396	六、电解磨削工艺与加工实例 .....	445
二、电解加工设备 .....	401	(一) 电解平面磨削 .....	445
(一) 电解加工机床 .....	401	(二) 电解内外圆磨削 .....	445
(二) 可控硅直流电源 .....	402	(三) 电解成形磨削 .....	452
(三) 电解液系统 .....	402	第三节 电解抛光与电解修磨 .....	454
三、模具型腔的混气电解加工 .....	405	一、电解抛光 .....	455
(一) 混气电解加工特点 .....	405	(一) 电解抛光工艺原理 .....	455
(二) 模具型腔的混气电解加工基		(二) 电解抛光的工艺过程 .....	455
本参数 .....	405	二、电解修磨 .....	457
(三) 阴极设计与制造 .....	407	(一) 电解修磨的原理 .....	457
四、模具型腔的非混气电解加工 .....	412	(二) 电解修磨的特点 .....	458
(一) 基本工艺参数 .....	412	(三) 影响电解修磨的主要因素 .....	458
(二) 加工参数的修正 .....	412	(四) 电解修磨装置 .....	458
		(五) 电解液 .....	459

(六) 电解修磨的工艺流程 .....	459	(四) 喷烧 .....	493
(七) 磨头的电镀工艺 .....	460	(五) 烘干 .....	493
第八章 其他加工 .....	462	五、陶瓷型铸造工艺要点 .....	493
第一节 型腔冷挤压 .....	462	六、实例 .....	494
一、型腔冷挤压的特点及应用范围 .....	462	第三节 电铸成形 .....	494
二、冷挤压形式 .....	462	一、电铸工艺过程 .....	495
(一) 开启式冷挤压 .....	462	二、母模的设计 .....	495
(二) 封闭式冷挤压 .....	463	三、电铸前处理 .....	496
三、冷挤压专用油压机 .....	465	(一) 镀脱模层 .....	496
四、挤压冲头 .....	466	(二) 防水处理 .....	496
(一) 挤压冲头的材料 .....	466	(三) 镀(刷)导电层处理 .....	496
(二) 挤压冲头的设计 .....	466	(四) 引导线及包扎处理 .....	497
五、冷挤压用坯料 .....	468	四、电铸方法 .....	498
(一) 常用材料 .....	468	(一) 电铸镍 .....	498
(二) 坯料尺寸及形状 .....	469	(二) 电铸铜 .....	502
六、冷挤压用套圈 .....	472	(三) 电铸铁 .....	503
七、型腔冷挤压压力 .....	474	五、脱模及加固 .....	504
八、冷挤压时的润滑 .....	476	六、电铸用设备 .....	505
九、挤压后的工作 .....	476	七、电铸模实例 .....	506
(一) 坯料的顶出 .....	476	第四节 堆焊 .....	509
(二) 挤压后的脱模 .....	476	一、电弧堆焊 .....	509
(三) 挤压后挤压冲头的回火处理 .....	476	(一) 冲裁模刃口堆焊铬、钒、钨、	
十、冷挤压型腔精度 .....	477	钼合金 .....	510
十一、挤压实例 .....	479	(二) 拉深模堆焊钢基硬质合金 .....	511
十二、废品分析 .....	483	二、铸钢板极电渣堆焊锻模 .....	512
第二节 陶瓷型铸造 .....	484	(一) 设备 .....	512
一、工艺过程及特点 .....	484	(二) 堆焊用的材料 .....	512
二、母模 .....	485	(三) 基体U形槽尺寸选择 .....	513
(一) 母模材料 .....	485	(四) 工艺参数选择及板极的分布 .....	513
(二) 表面光洁度 .....	485	第五节 照相腐蚀 .....	515
(三) 起模斜度 .....	485	一、画稿、制版 .....	515
(四) 收缩率 .....	485	(一) 画稿 .....	515
(五) 尺寸精度 .....	486	(二) 制版 .....	515
(六) 分型面的确定 .....	486	二、模具表面处理及涂胶 .....	519
(七) 基准面的确定 .....	486	(一) 模具表面清洗 .....	519
(八) 加工余量 .....	486	(二) 涂布感光层 .....	519
三、造型材料 .....	486	三、显影 .....	520
(一) 砂套材料 .....	487	(一) 感光晒版 .....	520
(二) 陶瓷层材料 .....	487	(二) 显影冲洗 .....	520
四、造型工艺 .....	491	四、坚膜及修补 .....	521
(一) 陶瓷浆料的配制 .....	491	(一) 坚膜(焙烘或烧版) .....	521
(二) 灌浆 .....	492	(二) 修补及涂保护层 .....	521
(三) 起模 .....	493		

五、腐蚀 .....	521	第四节 型腔模的热处理 .....	564
六、去胶、修整 .....	522	一、热塑模热处理 .....	564
第六节 镀铬 .....	523	(一) 热塑模主要零件的技术要求与 热处理工序安排 .....	564
一、镀铬用设备 .....	523	(二) 热塑模的预先热处理工艺 .....	564
二、槽液的配方、配制及维护 .....	524	(三) 热塑模的淬火工艺 .....	565
(一) 镀铬液的配方、配制及维护 .....	524	(四) 热塑模的回火工艺 .....	566
(二) 电解去油液的配方及配制 .....	525	二、压铸模热处理 .....	566
三、镀铬工艺过程及质量检查 .....	525	(一) 压铸模技术要求及热处理工序 安排 .....	566
(一) 对镀件的要求 .....	525	(二) 3Cr2W8 钢预先热处理工艺 .....	567
(二) 镀铬工艺过程 .....	525	(三) 3Cr2W8 钢淬火工艺 .....	568
(三) 镀层的退除 .....	526	(四) 3Cr2W8 钢回火工艺 .....	569
(四) 镀层质量检查 .....	526	三、锻模与热挤压模热处理 .....	570
四、阳极、辅助阳极、阴极挂具、辅助 阴极 .....	526	(一) 锻模与热挤压模预先热处理 工艺 .....	571
五、常见缺陷、产生原因及消除方法 .....	528	(二) 锻模与热挤压模淬火、回火 工艺 .....	571
六、安全操作 .....	528	第五节 模具零件热处理缺陷与防止措施 .....	573
第九章 模具热处理 .....	529	一、模具热处理的变形与开裂 .....	573
第一节 常用模具钢及其基本性能 .....	529	(一) 热处理应力 .....	573
一、冲模用钢 .....	529	(二) 热处理变形 .....	577
(一) 碳素工具钢 .....	529	(三) 热处理淬火裂纹 .....	584
(二) 低合金工具钢 .....	529	(四) 减少变形和防止开裂的措施 .....	586
(三) 高合金工具钢 .....	534	(五) 变形后的矫正 .....	594
二、型腔模用钢 .....	542	二、模具热处理的常见疵病 .....	595
(一) 热锻模钢 .....	542	(一) 模具退火的疵病 .....	595
(二) 压铸模钢 .....	544	(二) 模具淬火的疵病 .....	595
(三) 热挤压模及精锻模用钢 .....	545	(三) 模具回火的疵病 .....	597
第二节 模具零件热处理工序说明 .....	552	(四) 模具零件化学热处理疵病及其 防止措施与补救方法 .....	597
第三节 冲模的热处理 .....	556	第六节 模具零件化学热处理 .....	600
一、冲模主要零件的技术要求及热处理 工序安排 .....	556	一、渗碳 .....	600
(一) 冲模主要零件的技术要求 .....	556	(一) 固体渗碳 .....	600
(二) 冲模主要零件的热处理工序 安排 .....	556	(二) 气体渗碳 .....	601
二、冲模的预先热处理工艺 .....	557	二、中温气体碳氮共渗 .....	606
(一) 正火 .....	557	(一) RJJ 系列井式炉碳氮共渗要点 .....	606
(二) 球化退火 .....	557	(二) 气体碳氮共渗工艺举例 .....	610
(三) 调质 .....	558	三、软氮化 .....	612
(四) 去应力退火 (或高温回火) .....	559	(一) 气体软氮化工艺要点 .....	613
三、冲模的淬火工艺 .....	559	(二) 气体软氮化工艺举例 .....	617
(一) 淬火前的准备工作 .....	559	四、其他化学热处理 .....	618
(二) 淬火工艺 .....	559	(一) 盐浴渗硼 .....	618
四、冲模的回火工艺 .....	562		

(二) 碳氮硼三元共渗工艺举例 .....	621	(四) 焊接法 .....	666
第七节 模具零件热处理质量检验 .....	623	(五) 热套法 .....	667
第八节 模具热处理常用设备 .....	628	二、低熔点合金在模具装配上的应用 .....	667
一、电阻炉 .....	628	(一) 低熔点合金的特点 .....	667
(一) 箱式加热电阻炉 .....	628	(二) 低熔点合金的配制方法 .....	668
(二) 井式电炉 .....	631	(三) 低熔点合金的浇注方法 .....	670
(三) 电阻炉电热材料 .....	632	三、无机粘结在模具装配上的应用 .....	670
二、盐浴炉 .....	635	(一) 无机粘结的特点及适用范围 .....	670
(一) 内热式盐浴炉 .....	635	(二) 无机粘结的配方 .....	671
(二) 外热式盐浴炉 .....	637	(三) 无机粘结工艺 .....	671
三、耐火材料 .....	639	四、环氧树脂在模具装配上的应用 .....	674
四、测温仪器 .....	640	(一) 环氧树脂粘结的特点及适用	
(一) 温度显示与调节仪表 .....	640	范围 .....	675
(二) 光学高温计与辐射高温计 .....	641	(二) 环氧树脂粘结剂的配方 .....	676
(三) 热电偶与热电阻 .....	642	(三) 环氧树脂粘结工艺 .....	679
五、硬度计 .....	643	五、牙骨塑料在模具装配上的应用 .....	681
第十章 模架制造 .....	645	六、冷冲模的凹、凸模间隙控制方法 .....	682
第一节 模架的零件加工工艺 .....	645	(一) 垫片法 .....	682
一、模座镗孔 .....	645	(二) 镀铜法 .....	682
(一) 用卧式双轴镗床加工 .....	645	(三) 涂层法 .....	684
(二) 用立式双轴镗床加工 .....	647	七、冷冲模的装配要点 .....	685
(三) 用专用镗孔工具加工 .....	649	八、冷冲模制造工艺过程典型实例 .....	685
(四) 带锥孔的下模座加工 .....	652	第二节 塑料模(或压铸模)装配 .....	703
二、导柱加工 .....	652	一、塑料模部件装配 .....	703
(一) 用圆盘式研磨机研磨导柱 .....	652	(一) 型芯与固定板的装配 .....	703
(二) 其他研磨方法 .....	654	(二) 型腔凹模与动、定模板的装配 .....	706
三、导套加工 .....	654	(三) 过盈配合零件的装配 .....	708
(一) 用立式双轴研磨机研磨导套 .....	654	(四) 装配中的修磨 .....	710
(二) 其他研磨方法 .....	655	(五) 导柱、导套的镗孔与装配 .....	712
(三) 用挤压方法加工导套孔 .....	655	(六) 推杆的装配 .....	714
四、研磨剂的配制 .....	656	(七) 卸料板装配 .....	716
五、滚珠模架用保持圈的加工 .....	657	(八) 滑块抽芯机构的装配 .....	717
第二节 模架装配 .....	657	二、塑料模(或压铸模)装配实例 .....	721
一、压入式模架的装配 .....	657	(一) 热固性塑料移动式压模装配	
二、粘接式模架的装配 .....	659	实例 .....	721
三、滚珠式模架的装配 .....	661	(二) 热固性塑料注射模装配实例 .....	723
第十一章 模具装配工艺 .....	662	(三) 热塑性塑料注射模装配实例 .....	729
第一节 冷冲模装配 .....	662	(四) 铝合金压铸模装配实例 .....	733
一、模具零件的几种固定方法 .....	662	第三节 简易模具制造工艺 .....	739
(一) 紧固件法 .....	662	一、钢皮冲模 .....	739
(二) 压入法 .....	662	(一) 模具结构和特点 .....	740
(三) 挤紧法 .....	666	(二) 钢皮冲模的适用范围 .....	741

(三) 钢皮冲模制造工艺 .....	742	三、凸模的制造 .....	783
二、低熔点合金模具 .....	742	四、垂直修边凹模的制造 .....	785
(一) 低熔点合金模具结构及特点 .....	742	五、倾斜修边凹模的制造 .....	788
(二) 低熔点合金模具浇铸工艺 .....	743	六、压料板的制造 .....	790
(三) 低熔点合金模具用熔箱 .....	746	七、装配 .....	791
(四) 低熔点合金模具用样件 .....	747	第五节 翻边模的制造 .....	793
第十二章 汽车覆盖件冲模制造 .....	750	一、结构特点 .....	793
第一节 制造特点及工艺设备 .....	750	二、凸模的制造 .....	794
一、制造特点 .....	750	三、凹模的制造 .....	796
二、几种工艺设备 .....	752	四、装配 .....	797
(一) 仿形铣床 .....	752	第六节 冲模的调整 .....	798
(二) 研配压力机 .....	753	一、冲模的安装 .....	799
(三) 龙门铣镗床 .....	753	(一) 准备工作 .....	799
(四) 大型插床 .....	755	(二) 安装程序 .....	799
(五) 修磨机 .....	756	(三) 联合安装和使用辅助托杆 .....	801
第二节 生产技术准备 .....	756	二、拉延模的调整 .....	802
一、主模型 .....	757	(一) 调整程序 .....	802
(一) 主模型的制造依据和主样板 .....	758	(二) 调整方法 .....	802
(二) 主架的设计和制造 .....	759	(三) 调整要点 .....	804
(三) 木质主模型的制造 .....	760	三、翻边模的调整 .....	805
(四) 塑料主模型的制造 .....	762	(一) 调整方法 .....	805
二、工艺主模型 .....	764	(二) 调整要点 .....	806
三、研修模型(样架) .....	765	四、落料模、修边模和冲孔模的调整 .....	807
四、投影样板 .....	766	(一) 刃口及其间隙的调整 .....	807
五、断面样板 .....	767	(二) 定位的调整 .....	807
六、立体样板 .....	767	(三) 卸料系统的调整 .....	808
第三节 拉延模的制造 .....	767	五、试验决定尺寸 .....	808
一、工艺方案的选择 .....	767	第七节 塑料冲模的制造 .....	809
二、分别仿形加工的方法 .....	768	一、铸铁基体塑料拉延模的制造 .....	809
(一) 专用工具的准备 .....	768	(一) 制造拉延件的工艺主模型和样架 .....	810
(二) 凸模的技术要求和工艺过程 .....	772	(二) 准备大型铸件毛坯 .....	810
(三) 压边圈的技术要求和工艺过程 .....	774	(三) 塑料成型 .....	810
(四) 凹模的技术要求和工艺过程 .....	775	二、砂胶基体塑料拉延模的制造 .....	819
(五) 装配的技术要求和基本过程 .....	777	三、合金铸铁刀口、塑料修边模的制造 .....	824
三、组装后仿形加工的方法 .....	778	四、球铁镶块、塑料翻边模的制造 .....	826
(一) 工艺过程 .....	778	五、环氧塑料的选择 .....	828
(二) 工艺要点 .....	779	六、制造塑料冲模选用的辅助材料 .....	830
四、按断面样板加工的方法 .....	780	七、塑料冲模的调试与维修 .....	832
第四节 修边模的制造 .....	781	(一) 塑料拉延模的调试 .....	832
一、结构特点 .....	782	(二) 塑料拉延模的维修 .....	832
二、生产技术准备 .....	783	八、塑料冲模的安全生产 .....	833

# 第一章 模具材料及毛坯准备

## 第一节 模具常用材料及材料进厂检验

### 一、模具常用材料

模具主要零件常用钢及其化学成分见表1-1，某些钢的机械性能数据见第九章第一节。制造模具常用硬质合金、钢结硬质合金的化学成分与物理机械性能见表1-2与表1-3。制造模具常用铸铁和铸钢的化学成分及机械性能见表1-4。

表1-1 模具常用钢的化学成分

类别	钢 号	化 学 成 分 (%)									
		C	Si	Mn	Cr	W	Mo	V	S	P	其 他
碳素工具钢	T7(T7A)	0.65~0.74	≤0.35	≤0.40					≤0.030	≤0.035	
	T8(T8A)	0.75~0.84	≤0.35	≤0.40	—	—	—	—	≤0.030	≤0.035	—
	T10(T10A)	0.95~1.04	≤0.35	≤0.40					≤0.030	≤0.035	
合金工具钢	Cr12	2.00~2.30	≤0.40	≤0.40	11.50~13.00	—	—	—	≤0.030	≤0.030	
	Cr12MoV	1.45~1.70	≤0.40	≤0.40	11.00~12.50	—	0.40~0.60	0.15~0.30	≤0.030	≤0.030	
	Cr6WV	1.00~1.15	≤0.40	≤0.40	5.50~7.00	1.10~1.50	—	0.50~0.70	≤0.030	≤0.030	
	9Mn2	0.85~0.95	≤0.40	1.70~2.00	—	—	—	—	≤0.030	≤0.030	
	9Mn2V	0.85~0.95	≤0.40	1.70~2.00	—	—	—	0.10~0.25	≤0.030	≤0.030	
	MnCrWV	0.95~1.05	≤0.40	1.00~1.30	0.40~0.70	0.40~0.70	—	0.15~0.30	≤0.030	≤0.030	
	CrWMn	0.90~1.05	≤0.40	0.80~1.10	0.90~1.20	1.20~1.60	—	—	≤0.030	≤0.030	
	9CrWMn	0.85~0.90	≤0.40	0.90~1.20	0.50~0.80	0.50~0.80	—	—	≤0.030	≤0.030	
	MnSi	0.95~1.05	0.65~0.95	0.60~0.90	—	—	—	—	≤0.030	≤0.030	
	Cr4W2MoV	1.12~1.25	0.40~0.70	≤0.40	3.50~4.00	1.90~2.60	0.80~1.20	0.80~1.10	≤0.030	≤0.030	
	6W6Mo5Cr4V	0.55~0.65	≤0.40	≤0.60	3.70~4.30	6.00~7.00	4.50~5.50	0.70~1.10	≤0.030	≤0.030	
	Cr2Mn2SiWMoV	0.95~1.05	0.60~0.90	1.80~2.30	2.30~2.60	0.70~1.10	0.50~0.80	0.10~0.25	≤0.030	≤0.030	
	5CrMnMo	0.50~0.60	0.25~0.60	1.20~1.60	0.60~0.90	—	0.15~0.30	—	≤0.030	≤0.030	
	5CrNiMo	0.50~0.60	≤0.40	0.50~0.80	0.50~0.80	—	0.15~0.30	—	≤0.030	≤0.030	Ni1.40~1.80
	3Cr2W8	0.30~0.40	≤0.40	≤0.40	2.20~2.70	7.50~9.00	—	0.20~0.50	≤0.030	≤0.030	
	4SiCrV	0.40~0.50	1.20~1.60	≤0.40	1.30~1.60	—	—	0.10~0.25	≤0.030	≤0.030	
	8Cr3	0.75~0.85	≤0.40	≤0.40	3.20~3.80	—	—	—	≤0.030	≤0.030	
	5SiMnMoV	0.45~0.55	1.50~1.80	0.50~0.70	0.20~0.40	—	0.30~0.50	0.20~0.35	≤0.030	≤0.035	

(续)

类别	钢号	化 学 成 分 (%)									
		C	Si	Mn	Cr	W	Mo	V	S	P	其他
合金工具钢	4Cr5MoVSi	0.32~0.42	0.80~1.20	≤0.40	4.50~5.50	—	1.00~1.50	0.30~0.50	≤0.030	≤0.030	
	4Cr5W2VSi	0.32~0.42	0.80~1.20	≤0.40	4.50~5.50	1.60~2.40	—	0.60~1.00	≤0.030	≤0.030	
	4CrW2Si	0.35~0.45	0.80~1.10	≤0.40	1.10~1.30	2.00~2.50	—	—	≤0.030	≤0.030	
	5CrW2Si	0.45~0.55	0.50~0.80	≤0.40	1.10~1.30	2.00~2.50	—	—	≤0.030	≤0.030	
	6CrW2Si	0.55~0.65	0.50~0.80	≤0.40	1.10~1.30	2.20~2.70	—	—	≤0.030	≤0.030	—
	9SiCr	0.85~0.95	1.20~1.60	0.30~0.60	0.95~1.25	—	—	—	≤0.030	≤0.030	
	5Cr4Mo	0.45~0.55	≤0.40	≤0.40	3.40~4.00	—	1.40~1.70	—	≤0.030	≤0.030	
高速工具钢	W18Cr4V	0.70~0.80	≤0.40	≤0.40	3.80~4.40	17.50~19.00	≤0.30	1.00~1.40	≤0.030	≤0.030	
	W6Mo5Cr4V2	0.80~0.90	≤0.40	≤0.40	3.80~4.40	5.50~6.75	4.50~5.50	1.75~2.20	≤0.030	≤0.030	—
	W6Mo5Cr4V2A1	1.05~1.20	≤0.60	≤0.40	3.80~4.40	5.50~6.75	4.50~5.50	1.75~2.20	≤0.030	≤0.030	
轴承钢	GCr15	0.95~1.05	0.15~0.35	0.20~0.40	1.30~1.65	—	—	—	≤0.020	≤0.027	—
优质碳素钢	20	0.17~0.24	0.17~0.37	0.35~0.65	≤0.25	—	—	—	≤0.045	≤0.040	Ni≤0.25
	40	0.37~0.44	0.17~0.37	0.50~0.80	≤0.25	—	—	—	≤0.045	≤0.040	Ni≤0.25
	45	0.42~0.49	0.17~0.37	0.50~0.80	≤0.25	—	—	—	≤0.045	≤0.040	Ni≤0.25
合金结构钢	20Cr	0.17~0.24	0.17~0.37	0.50~0.80	0.70~1.00	—	—	—	≤0.040	≤0.040	Ni≤0.25 Cu≤0.30
	40Cr	0.37~0.45	0.17~0.37	0.50~0.80	0.80~1.10	—	—	—	≤0.040	≤0.040	Ni≤0.25 Cu≤0.30
	18CrMnTi	0.16~0.24	0.17~0.37	0.80~1.10	1.00~1.30	—	—	—	≤0.040	≤0.040	Ti0.06~0.12 Ni≤0.25 Cu≤0.30
	12CrNi3	≤0.17	0.17~0.37	0.30~0.60	0.60~0.90	—	—	—	≤0.040	≤0.040	Ni2.75~3.25
	38CrMoAlA	0.35~0.42	0.17~0.37	0.30~0.60	1.35~1.65	—	0.15~0.25	—	≤0.035	≤0.035	Al0.70~1.10 Ni≤0.25 Cu≤0.30
弹簧钢	65Mn	0.62~0.70	0.17~0.37	0.90~1.20	≤0.25	—	—	—	≤0.045	≤0.045	Ni≤0.25

注：碳素工具钢钢号后加“A”者，为高级优质碳素工具钢。其含硫量不大于0.020%，含磷量不大于0.030%。

表1-4 模具常用铸铁和铸钢

类别	牌号或名称	化 学 成 分 (%)								
		C	Si	Mn	Mo	Ni	Cr	S	P	其他
灰口铸铁	HT20-40	3.0~3.4	1.6~2.0	0.6~1.0	—	—	—	≤0.10	≤0.20	—
	HT25-47	2.9~3.3	1.4~1.8	0.8~1.2	—	—	—	≤0.10	≤0.20	—
球墨铸铁	QT60-2	—	—	—	—	—	—	—	—	—

表1-2 模具常用硬质合金化学成分与物理机械性能

牌 号	化学成分(%) (重量)		物 理 机 械 性 能		
	碳 化 钨	钴	抗弯强度不低于 (公斤/毫米 <sup>2</sup> )	密 度 (克/厘米 <sup>3</sup> )	硬度 HRA 不小于
YG8	92	8	150	14.5~14.9	89
YG15	85	15	210	13.0~14.2	87
YG20	80	20	220	13.4~13.5	85.5

表1-3 模具常用钢结硬质合金的化学成分与物理机械性能

牌 号	化学成分(%) (重量)		物 理 机 械 性 能					
	硬质相	基 体	密 度 (克/厘米 <sup>3</sup> )	硬度HRC		抗弯强度 (公斤/毫米 <sup>2</sup> )	冲击韧性 (公斤米/厘米 <sup>2</sup> )	
				退火态	淬回火态			
TLMW50	—	50	1.25Cr—1.25Mo— (0.8~1.0)C—Fe	10.21~10.37	35~40	66~68	≥200	≥0.8
GW50	—	50	1.1Cr—0.3Mo— 0.3Ni—0.8C—Fe	10.30~10.60	35~42	68~72	230~280	1.2
TMM50	—	50	2Mo—1C—Fe	≥10.20	—	63	177~215	0.7~1.0
GT35	35	—	3Cr—3Mo—0.9C—Fe	6.4~6.6	39~46	67~69	130~230	0.5~0.8

注：表中牌号、成分与性能数据均为企业标准。

### 的化学成分及机械性能

机 械 性 能								主 要 用 途
屈服强度 (公斤/毫米 <sup>2</sup> )	抗拉强度 (公斤/毫米 <sup>2</sup> )	抗弯强度 (公斤/毫米 <sup>2</sup> )	抗压强度 (公斤/毫米 <sup>2</sup> )	伸长率 (%)	收缩率 (%)	冲击韧性 (公斤米/厘米 <sup>2</sup> )	硬 度 HB	
—	20	40	—	—	—	—	170~241	用于壁厚小于60毫米的 底板模座类零件
—	25	47	—	—	—	—	170~241	用于壁厚大于60毫米的 底板模座类零件
42	60	—	—	2.0	—	1.5	197~269	用于中小批量生产的拉 延模铸件



类别	牌号或名称	化 学 成 分 (%)								
		C	Si	Mn	Mo	Ni	Cr	S	P	其 他
合金铸 铁	镍铬铸铁(一)	3.0~ 3.3	0.8~ 1.5	0.5~ 0.8	—	1.2~ 1.8	0.4~ 0.8	<0.05	<0.1	—
	镍铬铸铁(二)	2.9~ 3.2	1.0~ 1.5	0.5~ 1.0	—	2.5~ 4.0	0.6~ 1.0	<0.05	<0.1	—
	镍铬铸铁(三)	3.0~ 3.3	1.6~ 2.2	0.6~ 1.0	—	1.6~ 2.0	0.8~ 1.1	<0.10	<0.3	Ti0.08~0.15
	钼铬铸铁(一)	3.0~ 3.3	1.8~ 2.2	0.6~ 0.9	0.9~ 1.1	—	0.3~ 0.4	≤0.12	≤0.20	—
	钼铬铸铁(二)	2.9~ 3.2	1.4~ 1.8	0.6~ 0.9	0.9~ 1.1	—	0.3~ 0.4	≤0.12	≤0.20	—
	钼钒铸铁	3.0~ 3.2	1.8~ 2.2	0.5~ 0.8	0.9~ 1.1	—	—	≤0.05	≤0.15	V0.15~0.25
	铜钼铸铁	3.8~ 4.05	1.8~ 2.0	0.5~ 0.8	0.25	—	—	≤0.07	≤0.1	Mg0.04 Re0.03 Cu0.5
普通铸 钢	ZG35	0.32~ 0.40	0.17~ 0.37	0.50~ 0.80	—	—	—	—	—	—
	ZG40	0.37~ 0.45	0.17~ 0.37	0.50~ 0.80	—	—	—	—	—	—
	ZG45	0.42~ 0.50	0.17~ 0.37	0.50~ 0.80	—	—	—	—	—	—
合金铸 钢	ZG45Mn2	0.40~ 0.49	0.17~ 0.37	1.40~ 1.80	—	—	—	≤0.04	≤0.04	—
	ZG50Cr3Mo	0.45~ 0.55	≤0.27	≤0.40	1.4~ 1.7	—	3.5~ 4.0	≤0.03	≤0.03	—
	ZG50CrMnMo	0.5~ 0.6	0.25~ 0.60	1.20~ 1.60	0.15~ 0.30	—	0.6~ 0.9	≤0.03	≤0.03	—
	ZG50CrNiMo	0.5~ 0.6	≤0.35	0.50~ 0.80	0.15~ 0.30	1.40~ 1.80	0.5~ 0.8	≤0.03	≤0.03	—
	ZG8Cr3	0.76~ 0.85	≤0.35	0.20~ 0.40	—	—	3.2~ 3.8	≤0.03	≤0.03	—
	ZG30Cr2W8	0.30~ 0.40	≤0.35	0.20~ 0.40	≤1.50	—	2.2~ 2.7	≤0.03	≤0.03	W7.5~9.0
ZG6CrMnMoCuTi	0.55~ 0.65	0.3~ 0.4	1.0~ 1.2	0.1~ 0.3	—	1.0~ 1.2	≤0.04	≤0.04	Cu0.8~1.1 Ti0.08~0.15	