

新编

职业技能通用技术丛书 XINBIAN ZHIYE JINENG
TONGYONG JISHU CONGSHU

最新
NEW

模具 技术手册

MOJU JISHU SHOUCHE

段玉春◎主编



内蒙古人民出版社



新编职业技能通用技术丛书

★ 帮你入门、祝你成功步入人才殿堂 ★

最新模具技术 手册

段玉春 主编

内蒙古人民出版社

图书在版编目(CIP)数据

最新模具技术手册/段玉春主编. —呼和浩特:内蒙古人民出版社,2009.2
(新编职业技能通用技术丛书)

ISBN 978 - 7 - 204 - 09838 - 5

I. 最… II. 段… III. 模具 - 技术手册 IV. TG76 - 62

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2009)第 021016 号

新编职业技能通用技术丛书

主 编 段玉春

责任编辑 朱莽烈

封面设计 车艳芳

出版发行 内蒙古人民出版社

地 址 呼和浩特市新城区新华大街祥泰大厦

印 刷 北京柯蓝博泰印务有限公司

开 本 880 × 1230 1/32

印 张 221

字 数 4600 千

版 次 2009 年 3 月第 1 版

印 次 2009 年 3 月第 1 次印刷

印 数 1 - 3000 套

书 号 ISBN 978 - 7 - 204 - 09838 - 5/Z · 579

定 价 506.60 元(全 17 册)

如出现印装质量问题,请与我社联系。联系电话:(0471)4971562 4971659

前 言

进入 21 世纪后，随着我国工业化进程的加速、产业结构的调整和升级，我国制造业在世界所占的比重越来越大，随着我国逐渐成为“世界制造业中心”进程的加快，制造业的主力——技能人才的严重缺乏已成为制约我国制造业快速发展的瓶颈。为适应技术工人岗位培训和提高操作技能水平的需要，政府及各级职能部门快速做出反应，采取加大培养力度，鼓励各种社会力量投入技能人才培养领域。

为适应全面建设小康社会对高素质劳动者和型人才的迫切需求，促进社会主义和谐社会建设，我们组织了专家、学者编写了“新编职业技能实用技术”系列丛书。本系列丛书以劳动和社会保障部最新制定的《国家职业标准》及职业技能鉴定规范为依据，以企业对人才需求为导向，以岗位职业技能为标准，以企业技能发展为原则来编写。坚持以实用为主，理论联系实际，重点突出，简明扼要，力求做到科学性、系统性和直观性。通过阐述技术工人的基本技能和基本操作方法，来提高技术工人在实际工程中的应用能力。

《最新模具技术手册》以“实用为基础，以理论为前提”，“以技能训练为主导，以技能鉴定为背景”，全面、系统地介绍了模具工应掌握的各种基础知识和基础技能。内容紧密联系生产实际，力求重点突出、深入浅出、图文并茂、直观易懂、实用性强。既适合模具工技术人员阅读，也可作相关企业培训教材及相关专业职业技术学校师生的辅助教材。

本手册在编写的过程中还引用和参考了大量的图书出版物和企业培训资料，并得到了相关专家、学者的大力支持，在此一并专家、

有关作者及相关企业表示衷心地感谢和崇高的敬意。

由于时间仓促，再加上编者水平有限，书中难免出现错误和不足之处，敬请读者批评指正。

编 者

2009年3月

目 录

第一章 模具基础知识	1
第一节 模具概述	1
第二节 模具的结构	17
第二章 模具常用材料及热处理	49
第一节 热处理与相关概念介绍	49
第二节 模具材料的热处理工艺性	61
第三节 冷作模具的材料选用	65
第四节 冲压模具常用材料及热处理	69
第五节 塑料模具材料及其选用	72
第六节 热处理技术要求及标注	76
第三章 塑料模具	81
第一节 塑料模设计基础	81
第二节 热塑性塑料注射模的设计	100
第三节 热固性塑料模具设计	177
第四章 模具加工工艺	194
第一节 铣削加工	194
第二节 仿形铣床的铣削加工	205
第三节 数控铣床的铣削加工	215
第四节 磨削加工	229
第五节 成形磨削加工	239
第六节 光学曲线磨床磨削	251
第七节 数控成形磨削	258

第五章 模具的特种加工及设备	263
第一节 电火花加工	263
第二节 电火花磨削	291
第三节 花线切割工	294
第四节 电解加工	307
第五节 电化学抛光	318
第六节 电解磨削	320
第七节 超声波加工	325
第八节 激光加工	333
第六章 数控机床	340
第一节 控机床的基本工作原理	340
第二节 数控车床	352
第三节 数控机床的编程	379
第四节 数控机床在模具制造中的应用	397
第七章 模具的使用与维护	401
第一节 模具的使用与维护	401
第二节 模具修理应消除预处理件	403
第三节 模具维护和管理	405

第一章 模具基础知识

第一节 模具概述

一、模具生产工业概述

模具是制造业的一种基本工艺装备，它的作用是控制和限制材料（固态或液态）的流动，使之形成所需要的形体。用模具制造零件以其效率高、产品质量好、材料消耗低、生产成本低而广泛应用于制造业中。

模具工业是国民经济的基础工业，是国际上公认的关键工业。模具生产技术水平的高低是衡量一个国家产品制造水平高低的重要标志，它在很大程度上决定着产品的质量、效益和新产品的开发能力。振兴和发展我国的模具工业，正日益受到人们的关注。早在1989年3月中国政府颁布的《关于当前产业政策要点的决定》中，将模具列为机械工业技术改造序列的第一位。

模具工业既是高新技术产业的一个组成部分，又是高新技术产业化的重要领域。模具在机械、电子、轻工、汽车、纺织、航空、航天等工业领域里，日益成为使用最广泛的主要工艺装备，它承担了这些工业领域中60%~90%的产品的零件、组件和部件的生产加工。

模具制造的重要性主要体现在市场需求上，仅以汽车、摩托车行业的模具市场为例。汽车、摩托车行业是模具最大的市场，在工业发达的国家，这一市场占整个模具市场一半左右。汽车工业是我国国民经济五大支柱产业之一，汽车工业重点是发展零部件、经济型轿车和重型汽车，汽车模具作为发展重点，已在汽车工业产业政策中得到了明确。一个型号的汽车所需模具达几千副，价值上亿元。为了适应市场的需求，汽车将不断换型。汽车换型时约有80%的模具需要更换。中国摩托车产量位居世界第一，据统计，中国摩托车

共有 14 种排量、80 多个车型、1 000 多个型号。单辆摩托车约有零件 2 000 种，共计 5 000 多个，其中一半以上需要模具生产。一个型号的摩托车生产需 1 000 副模具，总价值为 1 000 多万元。其他行业，如电子及通讯、家电、建筑等，也存在巨大的模具市场。

目前世界模具市场供不应求，模具的主要出口国是美国、日本、法国、瑞士等国家。中国模具出口数量极少，但中国模具钳工技术水平高，劳动成本低，只要配备一些先进的数控制模设备，提高模具加工质量，缩短生产周期，沟通外贸渠道，模具出口将会有很大发展。研究和发展模具技术，提高模具技术水平，对于促进国民经济的发展有着特别重要的意义。

二、我国模具生产的历程与现状

我国的模具工业发展经历了艰辛的过程。解放前，由于我国基础工业薄弱，模具使用得很少。所用的模具都是在模具作坊中制作的，这些模具大多结构简单，精度低。就模具的结构形式而言，多为冲压模。制造方法多为由有经验的老钳工带领徒弟手工研锉，缺乏设计图纸和工艺文件，谈不上有什么模具工业。

解放后，由于经济发展的需要，特别是由于东北地区担负着电机、仪表、电器、变压器等产品的生产任务，模具工业得到了迅速发展。当时虽然缺乏先进的技术，但是由于结合我国实际情况，组织了专门的技术力量，因而取得了明显的进步：

- ①冲模结构由单工序模向复合模发展，并可生产少量级进模。
- ②由整体模向拼块模发展。
- ③模具制造技术则由手工加工为主发展到采用成型磨削。

④1951 年和 1952 年制成了 800kW 和 3 000kW 水轮发电机的大型扇形复合冲模。

1954 年，苏联和东欧社会主义国家的有关模具技术和设备开始输入我国，这对我国模具工业的发展起到了促进作用，对模具技术人才的培养、工艺技术和关键设备的使用都有很大的帮助。在此情况下，成型磨削开始取代大部分手工操作，热处理变形基本得到控制，模具制造的精度和表面粗糙度明显提高，模具的制造周期也大大缩短。随着生产的发展，各行各业对模具的需要越来越多，国家对模具用钢也安排了系列生产。1955 年和 1956 年，在天津和北京成立了我国首批专业模具厂。从 1958 年开始，上海、广州、沈

阳、武汉、南京等地也相继建立了一批专业模具厂，这些模具厂虽然设备条件较差，但仍不愧为模具工业的新生力量。这一阶段，在模具结构方面，复合模得到了进一步完善，并开始生产高效率的级进模和高寿命的硬质合金模；塑料成型模则由热固性塑料模发展到热塑性注射模，并开始由单腔模结构发展到多腔模结构；压铸模也已经扩大到铜合金铸件生产用模；还研制了解析式组合冲模。在模具制造方面，除了研制成型磨削夹具外，还研制和批量生产了专用成型磨床；电火花加工技术也被应用于模具加工；自行研制电火花线切割机床用于模具加工；研制了用于型腔模加工的型腔冷挤压工艺与装备。同时还制定了我国的第一个模具标准：冷冲模零件标准与典型结构标准。

在1966~1976年期间，由于整个国民经济都受到很大的干扰和影响，模具工业没有获得应有的突飞猛进，但是广大模具工作者在总结推广模具设计和制造经验及先进技术方面做了大量工作，编写了一套《模具手册》，对模具生产的发展起到了良好的指导作用。

自从1977年以来，由于机械、电子、轻工、仪表、交通等工业的蓬勃发展，对模具的需求越来越多，在供货期上则要求越来越短，而我国模具工业的现状不能满足需要。国家有关部门对模具工业更加重视，给专业模具厂投资进行技术改造，并将模具列为“六五”和“七五”规划重点科研攻关项目，派人员出国学习考察，引进国外模具先进技术，制定有关的模具标准。同时，为了培养高素质模具行业的专门人才，20世纪80年代后期许多工科院校相继开展了“模具设计与制造”大专和本科的教学，计算机辅助设计（CAD）和计算机辅助制造（CAM）技术开始在冲模、锻模和塑料模中应用，并取得了初步成果。在这一时期，模具工业得到了长足的发展。

加入WTO后，各行业大批境外企业的涌入，使作为支持工业的模具行业迎来新一轮的发展机遇，同时也面临国外先进技术和高品质产品的挑战。2002年我国模具总产值比上年增长15%左右，增速提高了两个百分点，如生产一台汽车整机大约需要两万套模具，其中相当一部分是塑料模具，因而汽车产业带动我国塑料模具在未来几年将有巨大发展。目前，发达国家将模具向我国转移的趋势进一步明朗化。由于模具行业是一个技术、资金、劳动力都相对密集的产业，而我国的平均劳动力成本仅是美国的1/30~1/20。我国经济的快速发展，我国技术人才的水平逐步提高，也加速了这些国家把

本国模具工业向工业和技术基础较好的国家转移。由于近年市场需求的强劲拉动，中国模具工业高速发展，市场广阔，产销两旺。1996年至2002年间，中国模具制造业的产值年平均增长14%左右，2003年增长25%左右，广东、江苏、浙江、山东等模具产业发达地区的增长在25%以上。我国2003年模具产值为450亿元人民币以上，约折合50多亿美元，按模具总量排名，中国紧随日本、美国其后，位居世界第三。近两年，我国的模具技术有了很大的提高，生产的模具有些已接近或达到国际水平，2003年模具出口价值3.368亿美元，比上年增长33.5%。总的来看，我国技术含量低的模具已供过于求，市场利润空间狭小，而技术含量较高的中、高档模具还远不能适应国民经济发展的需要，精密、复杂的冲压模具和塑料模具、轿车覆盖件模具、电子接插件等电子产品模具、高档模具仍有很大一部分依靠进口。近5年来，我国平均每年进口模具约价值11.2亿美元，2003年进口近13.7亿美元的模具，这还未包括随设备和生产线作为附件带进来的模具。因此，模具工业发展前景广阔。

三、模具生产的发展趋势

1. 发展精密、高效、长寿命模具

对于精密或超精密制件，不同时期有不同概念。例如尺寸公差，国外在20世纪60年代把0.01mm公差的制件称为精密件，70年代为0.001mm，80年代为0.0001mm。现在一些精密件制造公差要求很小。如光纤连接器直径公差要求 $< \pm 1\mu\text{m}$ ，轴斜度 $< 2\mu\text{m}$ 。一些大型棱镜的形状误差 $< \pm 1\mu\text{m}$ ，表面粗糙度为 $0.01\mu\text{m}$ 。激光盘记录面的粗糙度要达到镜面加工的水平 $0.01 \sim 0.02\mu\text{m}$ 。这就要求模具的表面粗糙度达到 $0.01\mu\text{m}$ 以下。

精密注塑模要用刚度大的模架，增厚模板，加支承柱或锥形定位元件以防止模具受压后产生变形。有些情况下，要求这些元件能承受100MPa内压的刚度。成型收缩率的计算应根据不同的部位而有所变化。在需要增高模具温度的材料中，要把模具的热膨胀加算进去。要严格控制模具温度，型腔和型芯的温度要能分别控制，进出口的水温应维持在 $0.5 \sim 1^\circ\text{C}$ 以内。热流道模具要通过充分试验。制造精度要求特别高时，应先制造试制模，进行试成型，根据产品数据再设计生产模。产品数据测定应从成型条件稳定后连续成型100件以上开始，取测定点波动的中间值进行设计。顶出装置是影响制

品变形和尺寸精度的重要因素。精密注塑模要选择最佳顶出点，以使各处脱模均匀，难脱模处用推管或方销。流道、型腔、型芯应选择耐磨易抛光的材料。高精度模具在结构上多数采用拼嵌或全拼结构。这要求模具零部件加工精度、互换性均大为提高。精密模具的应力消除是非常重要的环节。有的模具厂采用回火，甚至多次回火的措施；有的开发了低成本的低频低幅振动工艺来消除应力。

精密冲模最有代表性的是各种拼嵌结构的多工位级进模，尤其是电子集成块引线框架级进模，其工件料薄，凸凹模间隙非常小。对于这类模具应该采用高刚度精密导向、定位、卸料以及防震等结构。选择高耐磨、耐黏附的模具材料，高精度送料机构。

高效模具主要是提高成型机床一次行程生产的制品数量。为此，大量采用多工位级进模和多排多工位级进模。例如生产电子产品中的接插件、端子零件的级进模高达 20 ~ 30 个工位甚至 50 个工位。微调电位器簧片模具为多达 10 排的多工位级进模。此外，还发展了具有多种功能的模具，不仅能完成各种冲压而且还可以完成叠装、计数、铆接等功能，从模具生产出来的是成批组件。

长寿命模具对于高效率生产是很有必要的。例如中速冲床的行程次数为 300 ~ 400 次/min，每班要生产 14 万 ~ 20 万件冲压件，只有用高耐磨硬质合金冲模等才能适应。影响模具寿命的因素有模具结构、模具钢性能、热处理和表面处理技术、加工设备和加工技术等。提高模具寿命要采取综合措施。

2. 发展高效、精密、数控自动化加工设备

现代模具加工技术的主要特点是：从过去劳动密集，主要依靠钳工技巧，发展到更多依靠各种高效自动化机床加工，70% ~ 80% 零件是靠加工保证精度，直接装配的。从一般的车、铣、刨、磨、机床加工，发展至采用各种数控机床和加工中心进行模具零件的加工。从一般的机加工方法，发展至采用机电结合的数控电火花成型、数控电火花线切割以及各种特殊加工技术相结合。例如电铸成型、精密铸造成型、粉末冶金成型、激光加工等。

3. 发展各种简易模具技术

工业生产中有 70% 是多品种小批量。开发和适应这种生产方式的模具技术越来越引起人们的重视，并已成为重要的发展方向。这种生产方式要求模具在满足工件质量的前提下，降低成本、缩短制造周期、能快速更换。

通常采用的有低熔点合金、铝合金、锌基合金、铍铜合金，甚至塑料等材料做模具。国外研制了一种增强塑料来制造注塑模的型腔和型芯，其主要成分为塑料中加碳纤维和专用填料，其导热性接近铝，而耐磨性比铝好。成本低，相当于铝模的一半，制模周期为3~4周。这种模具除不适用于添加玻璃纤维的塑料成型外，能生产数万件注塑零件，已应用于医药、计算机等行业所需的零件。此外，还开发了用铝红柱石、铁粉、不锈钢纤维和硅酯乙醇混合剂，经震动浇注并烧结压制成型的模具，适宜于小批量生产塑料件。

4. 完善和改进现有模具钢性能、开发新型模具钢种

模具材料总的选用原则是：生产批量小的用廉价材料、易熔材料，如铸铁、球铁、铝、预硬钢以至含有增强填料的塑料等。制作生产批量大的模具，多采用高耐磨材料，如各种合金工具钢、高速钢、硬质合金等。

近期模具用钢开发应用的动向为：

(1) 发展易加工、抛光性好的材料

随着光盘、磁盘、棱镜等精密件的生产，对易加工镜面钢的要求增加。这种钢含非金属杂质少，金相组织细致均一，没有纤维方向性。它是塑料模钢材的主要发展方向。

(2) 预硬钢

这种钢材由于以预硬处理状态供货，使模具制造周期大为缩短，也没有热处理变形的问题，应用较广。随着各种高耐磨钢材的开发和加工技术的发展，预硬钢的应用范围及数量有所减少，但在小批量生产及大型模具制造方面仍然有其优越性。

(3) 耐蚀钢

模具在长期运转和保持过程中，容易生锈受蚀，而且近年来随着塑料成型中添加各种成分，模具更容易受蚀。因此，为了提高母材基体的耐腐蚀性能，开发了一些耐蚀不锈钢材。

(4) 马氏体时效合金钢

这种钢材具有综合的力学性能和突出的工艺性能，特别是有较高的强度、韧度、耐磨性、低的热膨胀系数。而且具有较高的缺口强度和断裂韧度，热应力低，抗粘结性强，热处理尺寸稳定，热机械疲劳寿命高，因此广泛用于压铸模。由于具有较高的镜面抛光性能，马氏体时效合金钢也是制造注塑模的好钢材，但是价格贵。(5) 粉末高速钢

采用粉末冶金工艺，可以添加高于现有高速钢中含有量的合金元素，解决了原来高速钢熔炼过程中产生一次碳化物粗大的问题。由于碳化物变细，组织均匀，无方向性，因此具有耐磨、高韧度、长期使用尺寸稳定的特点。对于制造复杂冲压件及高速冲压件的模具，优点更突出。

(6) 硬质合金

主要用于制件生产批量大的模具。

5. 发展专业化生产

专业化生产方式是现代工业生产的重要特征之一。国外工业先进国家模具专业化程度已达 75% 以上。美日两国的模具厂，其中 80% 是 10 人以下，90% 是 20 人以下的“小而专”的企业，一个模具厂只生产一种模具。这种小企业易于管理，反应灵活，容易提高质量和效率。

标准化是实现模具专业化生产的基本前提，是系统提高整个模具行业生产技术和经济效益的重要手段，也是提高社会效益的重要方向。国际上工业发达国家都极为重视模具标准化，20 世纪 50 年代初就着手制定模具标准，后又经过生产实践考核几经修订补充。现在国外模具标准化生产程度达 80%，标准件品种多，规格全，且全部商品化，供货及时。

四、模具加工工艺方法简介

模具的种类很多，每种模具的制造方法都不是惟一的。制造方法的选择与模具的要求精度、制造成本密切相关，也需要结合现场的加工条件。因此，模具设计人员必须熟悉相应的制造方法。

就目前的情况看，模具的加工方法可以分为三大类，即铸造方法、切削加工方法和特种加工方法。表 1-1 为各种加工方法的工艺特点。

表 1-1 各种模具加工方法的工艺特点

加工方法		适用于模具种类	加工精度	加工技术要求	后续工序
铸造方法	锌合金铸造 低熔点合金铸造 铍铜合金铸造 合成树脂浇注	冲 压 塑料、橡胶 压铸、塑料 塑 料	一 般	型腔制作	不需要

续表

	加工方法	适用于模具种类	加工精度	加工技术要求	后续工序
切削加工方法	普通切削机床	全部	一般	仿型模型 仿型模型 加工指令	手工精加工
	精密切削机床		精密		不需要
	仿形铣床		精密		手工精加工
	雕刻机加工		一般		手工精加工
	数控机床		精密		手工精加工
特种加工方法	冷挤压	塑料、橡胶	精密	冷挤压冲头	不需要
	超声波	冲压	精密	悬挂模型	手工精加工
	电火花成型	锻模型腔	精密	电极设计制作	手工精加工
	电火花线切割	冲模、切边模	精密	切割轨迹指令	手工精加工
	电解磨削	全部	精密	成型模型	不需要
	电铸	塑料、玻璃	精密	模型	不需要
	腐蚀加工	塑料	一般	图纸	不需要

五、模具的应用与特点

在现代化工业生产中，模具已广泛用于电动机与电器产品、电子与计算机产品，仪表、家用电器产品与办公设备、汽车、军械、通用机械等产品的生产中。其主要原因是由于利用模具加工制品零件有以下特点：

1. 模具的适应性强

模具的种类很多。其中每一类、每一种模具都有其特定的用途和使用方法及与其相配套的成型加工机床和设备。在工业生产过程中，可根据不同产品零件的结构、性质、精度和批量，以及零件材料和材料性质、供货形式，采用不同类别和种类的模具与之相适应。如锻件则需采用锻模，冲件则需采用冲模，塑件则需采用塑料成型模具，薄壳塑件则需采用吹塑及吸塑模具等。同时，还可针对产品零件的生产规模及生产形式，亦可采用不同结构的模具与之相适应。如为适应产品零件的大批量生产，可采用高效率、高精度和高寿命的自动化程度较高的模具；为适应新产品试制或多品种、小批量的产品零件生产，可采用简易及通用、快换式模具生产。

2. 模具的生产效率高。节约原材料

采用模具成型加工，产品零件的效率较高。如采用高速冲压，

其速度可达1 800次/min,普通冲模也可达200~600次/min。用塑料注射塑件,一般可在1~2min内成型。同时,利用模具加工零件,可以达到无废料及少废料加工。因此,与普通机械加工相比,采用模具加工零件制品,不仅生产效率高,而且生产消耗低,可大幅度节约原材料资源,是进行产品生产的一种优质、高效、低耗的生产技术。

3. 模具生产的零件制品互换性好

采用模具生产零件制品,在模具一定使用寿命范围内,其生产的合格制品(冲件、塑件、锻件)由于出于同一模具之中,所以其相似性好,尺寸精度稳定,故可以完全互换。这是利用一般加工方法难以比拟的。

4. 操作工艺简单

采用模具加工制品零件,一般操作工艺简单,技术易学容易掌握,不需要操作者有较高的技艺水平。因此,可以节约人力资源。

5. 模具社会效益高

一般说来,模具是高技术含量的社会产品,其价值和价格主要取决于模具材料、加工、外购件的劳动与消耗费用及模具设计与试模等费用。尽管模具的一次性投资较大,但使用后,其模具的用户及产品用户受益却无法比拟。如电视机用模具,其模具制造费用,仅为电视机价格的1/3 000~1/5 000,即大批量生产的每台电视机的成本,模具投资仅占一小部分,甚至可以忽略不计,而实际上,很高的模具价值确为社会所拥有,变成了社会财富。

综合上述,在现代化工业生产中,使用模具生产零件制品,是一项优质、高产、低耗、适应性很强的生产技术,同时也是技术含量高、附加值高、使用广泛的新技术产品,是价值较高的社会财富。但利用模具生产制品,只适用于制品批量较大的生产。由于模具本身多为单件生产,型面复杂,精度要求高,加工难度大,生产周期长,制造费用较高,不宜用于单件及批量小的制品零件生产。

六、模具的工作条件与制造的基本要求

1. 模具的工作条件

- ①室温冲击力较小工况。
- ②室温冲击力较大工况。
- ③高温冲击力较小工况。
- ④高温冲击力较大工况。

工作条件不同，模具材料的性能指标对模具失效形式及模具寿命的影响也不一样。

(1) 室温冲击力较小工况

在室温冲击力较小工况下，模具材料的高温性能无意义，另外，由于冲击力较小，模具材料的韧性要求远没有对强度和耐磨性的要求高，这类模具（如冲裁模、拉深模）的强度愈高，硬度愈高，耐磨性愈好，寿命愈高。

(2) 室温冲击力较大工况

在室温冲击力较大工况下，模具材料的高温性能无意义，但模具需具有高的强度、耐磨性，并具有较好的韧性，这类模具有冷镦模、冷挤模。

(3) 高温冲击力较小工况

在高温冲击力较小工况下，模具需要高的高温强度、高温耐磨性、耐冷热疲劳性、热硬度及热疲劳性，同时，应具有适当的冲击韧度，这类模具有曲柄压力机锻模。

(4) 高温冲击力较大工况

在高温冲击力较大工况下，模具需要具有高的高温韧性，同时，应具有合适的高温强度、热硬性及耐热疲劳性，这种模具有锤锻模、高速锤锻模。

模具材料的性能指标虽然很多，含义不同，但它们之间是有关联的。

一般来讲，强度、硬度之间存在同向关系，强度高，硬度也高；而强度与韧性存在逆向关系，随着强度的增高，材料的韧性会下降。

不同的材料，不同的组织，这种关系变化也不尽一致。采用多种冶炼方法和热处理方法，获得高强度、高韧性的材料一直是材料科学工作者所探求的。

从模具的使用来看，根据模具的工作状况，选用具有适当的强度和韧性匹配的模具，从而使模具寿命最高；通过适当的热处理与表面处理，使模具内部韧性好、模具表面强度高和耐磨性好，能有效地提高模具的整体性能及寿命。

2. 模具制造的基本要求

在工业生产中，模具的应用是为了保证产品质量，提高工作效率和降低成本等。因此，除了正确进行模具设计，采用合理的模具结构外，还必须以先进的模具制造技术作为保障。