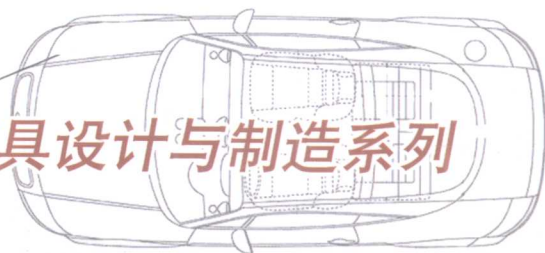




21 世纪高职高专规划教材

模具设计与制造系列



模具材料及制造工艺

MOJUCAILIAO·JIZHIZHAOGONGYI

李卫民/主编
秦松祥/主审

MOJUCAILIAO
JIZHIZHAOGONGYI

中国人民大学出版社

21 世纪高职高专规划教材·模具设计与制造系列

模具材料及制造工艺

李卫民 主 编

秦松祥 主 审

中国人民大学出版社

· 北京 ·

图书在版编目 (CIP) 数据

模具材料及制造工艺 / 李卫民主编

北京: 中国人民大学出版社, 2009

21 世纪高职高专规划教材·模具设计与制造系列

ISBN 978-7-300-10087-6

I. 模…

II. 李…

III. ①模具—工程材料—高等学校: 技术学校—教材

②模具—制造—高等学校: 技术学校—教材

IV. TG76

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2008) 第 194441 号

21 世纪高职高专规划教材·模具设计与制造系列

模具材料及制造工艺

李卫民 主编

秦松祥 主审

出版发行 中国人民大学出版社

社 址 北京中关村大街 31 号

电 话 010-62511242 (总编室)

010-82501766 (邮购部)

010-62515195 (发行公司)

网 址 <http://www.crup.com.cn>

<http://www.ttrnet.com> (人大教研网)

经 销 新华书店

印 刷 北京东君印刷有限公司

规 格 185 mm × 260 mm 16 开本

印 张 16.75

字 数 404 000

邮政编码 100080

010-62511398 (质管部)

010-62514148 (门市部)

010-62515275 (盗版举报)

版 次 2009 年 2 月第 1 版

印 次 2009 年 2 月第 1 次印刷

定 价 28.00 元

版权所有 侵权必究 印装差错 负责调换

21 世纪高职高专机电类教材建设专家指导委员会

(按姓氏笔画为序)

陈 东 秘书长 教育部高职高专机电设备技术专业
教学指导委员会

马必学 院 长 武汉职业技术学院

于志云 副院长 青岛职业技术学院海尔学院

王蒙田 副院长 太原城市职业技术学院

孙慧平 院 长 宁波职业技术学院海天机电学院

杜建根 副院长 河南工业职业技术学院

金志涛 院 长 威海职业（技术）学院

钟 健 副院长 深圳职业技术学院机电工程学院

贾晓枫 院 长 合肥通用职业技术学院

陶 昆 副院长 平顶山工业职业技术学院

翟 轰 院 长 陕西工业职业技术学院

出版说明

随着数控技术、电气自动化等技术的迅速发展以及机电加工设备数量的急剧增长,我国制造类企业急需大批机电类技术人才,而目前劳动力市场这种高等技术应用性人才严重短缺。为此,教育部会同劳动和社会保障部、国防科工委、信息产业部、交通部、卫生部等联合启动了“职业院校制造业和现代服务业技能紧缺人才培养培训工程”,明确了高等职业教育的根本任务就是要从劳动力市场的实际需要出发,坚持以就业为导向,以全面素质为基础,以能力为本位,努力造就数以千万计的制造业和现代服务业一线迫切需要的高素质技能型人才。

大量培养高技能型人才中的一个重要基础问题就是教材建设。为了适应机电类高职教育迅速发展的形势,中国人民大学出版社依托教育部高等职业教育机电类专业的专家指导,进行了广泛的调研,期望探索出建设符合高职教育教学模式、教学方式、教学改革的教材的新路子。中国人民大学出版社先后组织全国 20 多所高职院校的院系领导及骨干教师召开了多次教材建设研讨会,对机电类具有工学结合特色的高职教材的编写指导思想,以及教材的定位、特色、名称、内容、篇幅进行了充分的论证,成立了中国人民大学出版社机电类专业规划教材编委会以及机电类教材建设专家指导委员会,组织出版高等职业教育机电类专业系列教材。

根据高等技术应用性人才培养目标,本套教材既具有高等教育的知识内涵,又具有职业教育的职业能力内涵,主要体现了以下特色:

1. 以综合素质为基础,以能力为本位。本套教材把提高学生能力放在突出的位置,符合教育部机电类专业教学基本要求和人才培养目标,注重创新能力和综合素质培养。

2. 以社会需求为基本依据,以就业为导向。本套教材以机电类企业的生产需求为依据,体现工学结合的特色,明确职业岗位对职业核心能力的要求,重点培养学生的技术运用能力和岗位工作能力。

3. 反映了机电领域的新知识、新技术、新工艺、新方法。本套教材注意克服以往专业教材中存在的內容陈旧、更新缓慢的弊端,选择了目前最新的控制系统为典型实例,采用了最新的国家标准及相关技术标准。

4. 贯彻学历教育与职业资格证书、技能证考试相结合的精神。本套教材把职业资格证书、技能证考证的知识点与教材内容相结合,将实践教学体系与国家职业技能鉴定标准实行对接,使学生在学校学习的同时,也能顺利地获得职业资格证书。

5. 教材体系立体化。为了方便教师教学和学生学学习,本套教材配备了电子课件、电子教案、教学指导、题库、案例素材等教学资源,并将配备相应的教学支持服务平台。

在本套教材的研发与编写过程中,要感谢诸多专家、领导,感谢他们对机电类专业规划教材研发所投入的大量精力,同时要感谢关注高等职业教育、参加本套教材研

发与编写的各位老师，我们希望能够得到大家一如既往的支持，为我国的高等职业教育发展作出更大的贡献。

中国人民大学出版社

总 序

制造业在国民经济中占有举足轻重的地位，世界上具有重要影响力的国家无一不是制造业强国。制造业的持续发展是我国实现新型工业化的重要组成部分，是今后很长时期带动我国国民经济发展的火车头。中国要想成为制造业强国，目前还面临很多困难，其中很重要的一个就是缺乏高素质专业人才，包括相对稳定的、掌握先进生产技术的技能型人才，而以精益生产为代表的先进制造模式，是将柔性制造技术、高素质劳动者以及企业内部和企业之间的灵活管理方式集成在一起，对技能型人才的工作能力又提出了新的要求。

近年来，我国加工制造类职业教育取得了较大发展，中、高等职业院校加工制造类专业学生总数不仅逐年增加，而且占学生总数的比例也在增加。制造类职业教育取得的进步，特别是数量上的发展，为我国实现走向制造业大国的阶段性战略目标奠定了基础。然而，制造类职业教育还存在着很多问题，特别是在教育质量方面，主要表现在课程设置、教学内容选择、教学设计以及教材建设上没有充分考虑企业需求和学生的职业发展规律；教学不能满足企业技术进步和劳动组织发展需要等方面，这已经成为困扰职业教育教学质量提高的瓶颈。因此，加强课程和教材建设，已经成为众多职业院校教育教学工作的重要内容。

职业院校以市场和需求为导向的课程和教材建设，应当从专业所面向的职业工作任务和岗位要求出发，明确培养规格和关键能力要求，从而为学生的职业生涯发展奠定良好的基础，这不论是在理论上还是实践上都面临着巨大的挑战。这里不仅要引入先进的职业教育理念，需要丰富的专业实践经验，而且需要把先进、实用的技术有针对性地与职业院校的教学工作有机结合起来。在此，这套由中国人民大学出版社组织编写的针对机械制造、数控、自动化等专业的“21世纪高职高专规划教材”都进行了有益的探索。希望这套教材的出版不但能帮助职业院校更快、更好、更容易地培养出社会所紧缺的技能型人才，而且也能为我国职业教育的教学改革提供有价值的经验。

北京师范大学 技术与职业教育研究所所长



前 言

《模具材料及制造工艺》是根据模具设计与制造类专业的教学基本要求编写的 21 世纪高职高专规划教材。

高职高专模具设计与制造专业是培养面向生产一线的以从事模具制造为主的高技能应用型技术人员，侧重于模具制造工艺设计、模具选材及热加工工艺编制、模具制造、模具装配和模具调试能力的培养。高职高专模具设计与制造专业的学生应当掌握的关键技能包括：

(1) 能在模具设计中正确选用模具材料，在模具制造工艺中合理应用模具材料性能。

(2) 能操作普通机械加工设备和现代模具加工设备。

(3) 能编制合理工艺方案，运用好各种加工设备加工出高质量的模具零部件。

(4) 装配并调试出高质量的成套模具。

高职高专模具设计与制造专业的课程体系应当紧密围绕上述四点进行建设。

为满足模具设计与制造专业人才培养方案的需要，本教材重点强调培养学生合理选用材料、正确加工材料和模具制造与装配的能力，理论基础知识的传授以应用为目的、以够用为度，与模具材料和模具制造有关的技术知识被纳入同一体系，避免课程体系分得过细，大大优化了课程内容。通过本课程的学习，使学生全面系统地获得常用模具材料和成型工艺，机械制造技术，模具加工工艺编制，模具制造、装配、调试，现代模具制造技术等知识。

本教材共分 11 章，主要内容如下：绪论，模具材料概述，冷作模具材料，热作模具材料，塑料模具材料，金属切削知识，金属切削机床与切削加工，机械加工工艺规程的编制，模具零件的机械加工，特种加工技术，模具装配工艺。

本教材由泰州职业技术学院李卫民任主编，王荣、张亚萍、赵峰参编，泰州职业技术学院秦松祥主审。绪论、第 1~4 章、第 9 章、第 11 章由李卫民编写；第 5 章、第 6 章由王荣编写；第 8 章、第 10 章由张亚萍编写；第 7 章由赵峰编写。

由于编者水平有限教材中仍可能存在一些疏漏和不妥之处，恳请各教学单位和读者在使用本教材时多提宝贵意见。

编 者

2008 年 11 月

信息反馈表

尊敬的老师，您好！

为了更好地为您的教学、科研服务，中国人民大学出版社愿意为您提供全面的教学支持与服务。请您填好下表后以电子邮件或信件的形式反馈给我们，十分感谢！

您使用过或正在使用的我社教材名称		版次	
您希望获得哪些相关教学资料			
您对本书的建议（可附页）			
您所讲授课程名称			
您的通讯地址			
邮政编码		联系电话	
电子邮件（必填）			
您是否为人大社教研网会员	☐ 是，会员卡号： ☐ 不是，希望申请		
您在相关专业是否有主编或参编教材意向	☐ 是 ☐ 否 ☐ 不一定		
您所希望参编或主编的教材的基本情况（包括内容、框架结构、特色等，可附页）			

我们的联系方式：北京市中关村大街 59 号文化大厦 1508 人大出版社教育分社

邮政编码：100872

电话：010-62515915，62515210

E-mail：Smooth.Wind@163.com

luocbs@126.com

目 录

绪 论	1
第1章 模具材料概论	5
1.1 模具及模具材料分类	5
1.2 模具材料的选用原则	6
第2章 冷作模具材料	9
2.1 冷作模具的工作条件及性能要求	9
2.2 冷作模具用钢	10
2.3 特殊用途冷作模具材料	21
2.4 冷作模具的选材及热处理特点	23
第3章 热作模具材料	30
3.1 热作模具的工作条件及性能要求	30
3.2 热作模具用钢	31
3.3 热作模具的选材及热处理特点	36
第4章 塑料模具材料	42
4.1 塑料模具的工作条件、失效形式及性能要求	42
4.2 塑料模具用钢	44
4.3 塑料模具的选材及热处理特点	48
第5章 金属切削知识	53
5.1 切削运动与切削要素	53
5.2 刀具切削部分的基本定义	55
5.3 刀具材料	60
第6章 金属切削过程	62
6.1 切屑的形成及切屑类型	62
6.2 切削力	64
6.3 切削温度与切削液	65
6.4 刀具失效和刀具耐用度	68
6.5 工件材料的切削加工工艺性	70
第7章 金属切削机床及切削加工	72
7.1 金属切削机床的类型及基本构造	72
7.2 常用机床概述	74
7.3 主要切削加工方法	82
第8章 机械加工工艺规程的编制	110
8.1 概述	110

8.2	零件的工艺分析	116
8.3	毛坯的选择	118
8.4	定位基准的选择	120
8.5	工艺路线的拟定	128
8.6	加工余量的确定	132
8.7	工序尺寸及其公差确定	135
8.8	机床与工艺装备的选择	136
8.9	工艺文件	136
第9章	模具零件的机械加工	139
9.1	概述	139
9.2	冲模模架的加工	142
9.3	注射模模架的加工	150
9.4	冲裁凸模的加工	155
9.5	凹模型孔加工	159
9.6	型腔加工	164
9.7	模具制造工艺过程及分析	177
第10章	特种加工技术	185
10.1	概述	185
10.2	电火花加工	185
10.3	电火花线切割加工	200
10.4	激光加工技术	204
10.5	超声波加工技术	207
10.6	电化学加工技术	210
10.7	快速模具制造技术 (RPT)	215
10.8	其他常用特种加工技术	220
第11章	模具装配工艺	223
11.1	概述	223
11.2	装配尺寸链与模具装配方法	223
11.3	冷冲模装配	227
11.4	注射模装配	246
	参考文献	253

绪 论

在现代工业生产中,模具是重要的工艺装备之一,它在机械、塑料、橡胶、玻璃、粉末冶金、陶瓷制品等生产行业中得到了广泛应用。

模具由各种机械加工零部件(模架、标准零部件)构成,与各种相应的成形机械(压力机、塑料注射机、压铸机等)相配合使用,改变金属和非金属材料的形状、尺寸、相对位置及其性质,使之成为符合要求的制品或半成品的成形工具。

1. 模具材料及制造技术在模具工业中的地位

模具作为机械、电子、轻工和国防等行业生产的重要工艺装备,其性能的好坏、寿命的长短直接影响模具的质量和经济效益;模具材料的工艺性能将影响模具加工的难易程度、模具加工的质量和加工费用。因此,在模具设计时,除设计出合理的模具结构外,还应选用合适的模具材料及热处理方法,才能使模具获得良好的工作性能和长的使用寿命。所以世界各国都在不断地开发模具新材料,改进强化热处理新工艺和新技术。

现代模具的特点,一是量大面广,品种繁多;二是作为批量生产,模具在提高经济效益方面起着关键的作用;三是模具生产影响到产品开发、更新换代和发展速度;四是模具的成本占产品成本的20%左右,它的寿命影响到产品成本;五是现代模具向大型化、复杂化、精密化和自动化发展。随着机械技术的迅速发展,对模具的使用寿命、精度和表面粗糙度等提出了更高的要求。模具制造业已经成为一个发展极为迅速的产业。在许多工业发达国家,模具制造业的产值已经超过机床行业,成为经济发展的一个支柱产业。

上述特点导致对模具的要求越来越高,对模具材料及制造工艺的要求也是如此,因为模具材料和制造工艺对模具的使用寿命、精度和表面粗糙度起着重要的作用。所以,研究开发高性能的模具材料,采用先进的生产工艺生产优质低成本的模具材料,根据模具的工作条件合理选用材料,采用适当的热处理技术以充分发挥模具材料的潜力,根据模具材料的性能特点选用合理的模具结构,根据模具材料的特性采用相应的制造工艺等是十分重要的,这就要求大力推广新材料、新工艺和新技术。

2. 国内外模具材料与制造工艺概况

(1) 模具材料技术的发展概况。

近年来,我国模具钢生产技术发展较快,从仿制到研制,目前模具钢产量已达到世界前列。经修订的GB/T 1299—2000《合金工具钢》标准中有37个钢种,包括了冷作、热作和塑料模具用钢系列。我国生产的模具钢按使用来分,塑料模具钢约占50%,冷作模具钢约占28%,热作模具钢约占20%,其余为特殊模具钢约占2%。由于产品技术要求的不断提高,高档模具钢的进口量逐年上升,进口量约为每年6万吨左右。

汽车、化工、电子信息、机械等行业的飞速发展带动了模具工业的发展,将为模具材料开辟广阔的市场。到2010年,我国汽车产量将大于1 000万辆,每年会有30~50款新车上

市, 需用的模具材料将占市场较大的份额, 也需要研究一批更高性能的模具钢。

模具工况条件的日益苛刻对模具钢的冶金质量、外观质量和机械性能提出了更高的要求。模具材料由低级向高级、由低合金向高合金, 并出现了一系列新型优质高性能模具材料。

① 模具材料的生产。

近年来, 国内在模具钢生产企业上投入力度也较大, 北方建立了东北特钢公司, 南方建立了宝钢特钢公司的模具钢生产基地, 并投入大量资金进行设备技术更新, 改进生产工艺技术规程, 使模具材料的质量得到进一步的提升, 逐步向国外模具钢生产标准靠拢, 生产出我国高质量、高性能的模具钢产品。

为改善模具材料的性能, 提供尺寸精度高的产品, 通过采用精锻机和快锻液压机锻造, 以提高钢材的精度。通过机加工, 提高六面光和削皮模具材料的产量。

② 模具材料的市场。

根据前面分析的国内模具材料市场方面的情况, 为了改善市场混乱、技术含金量低、售后服务差等问题, 建立一个良好有序的模具材料市场已成为当务之急。

③ 模具材料的发展方向。

我国经济已步入一个高速成长期, 未来的 5~10 年, 汽车模具、家电行业、建筑装潢等三大行业的兴衰将对模具市场带来相当重要的影响, 特别是汽车工业的发展方向。根据中国模具工业协会对国内模具市场发展预测, 2006—2010 年我国模具生产将以 12%~15% 的速度增长。

模具钢产量 2006 年达 62 万吨, 预计 2010 年产量将达到 100 万吨。这必将给模具材料市场打出一片天地, 也将给模具材料生产的冶炼质量、生产工艺和热处理技术等方面带来更大的发展空间。

(2) 模具制造工艺发展概况。

世界上一些工业发达国家的模具工业发展迅速。据介绍, 有些国家的模具总产值已超过了机床工业的总产值, 其发展速度超过了机床、汽车、电子等工业。模具技术, 特别是制造精密、复杂、大型、长寿命模具的技术, 已成为衡量一个国家机械制造水平的重要标志之一。为了适应工业生产对模具的需求, 在模具生产中采用了许多新工艺和先进加工设备, 不仅改善了模具的加工质量, 也提高了模具制造的机械化、自动化程度。计算机的应用给模具设计和制造开辟了新的道路, 预计工业发达国家的模具工业还将有新的发展。

近年来, 我国的模具工业有较大发展。全国已有模具生产企业数万个, 拥有职工几百万人, 每年能生产上百万套模具。我国模具工业的发展有以下特点:

① 模具向大型化、高精度方向发展、模具日趋大型化, 模具的精度将越来越高。10 年前, 精密模具的精度一般为 $5\text{ }\mu\text{m}$, 现已达到 $2\sim3\text{ }\mu\text{m}$, 精度为 $1\text{ }\mu\text{m}$ 的模具也将上市。

② 多工位级进模和长寿命硬质合金模具的生产及应用有了进一步扩大, 多功能复合模具将进一步发展。新型多功能复合模具除了冲压成形零件外, 还担负叠压、攻螺纹、铆接和锁紧等组装任务, 对钢材的性能要求越来越高。

③ 热流道模具在塑料模具中的比重将逐渐提高。

④ 随着塑料成形工艺的不断改进与发展, 气辅模具及适应高压注塑成形等工艺的模具将随之发展。

⑤ 标准件的应用将日益广泛。模具标准化及模具标准件的应用将极大地缩短模具制造周期, 还能提高模具的质量和降低模具制造成本。

⑥ 随着车辆和电动机等产品向轻量化发展,压铸模的比例将不断提高,同时,对压铸模的寿命和复杂程度也将提出越来越高的要求。

⑦ 以塑代钢、以塑代木的进程进一步加快,塑料模具的比例将不断增大。由于机械零件的复杂程度和精度的不断提高,对塑料模具的要求将越来越高。

⑧ 为满足新产品试制和小批量生产的需要,我国模具行业制造了多种结构简单、生产周期短、成本低的简易冲模,如钢皮冲模、聚氨酯橡胶模、低熔点合金模具、低合金模具、三合冲模等。

⑨ 先进的加工设备大量运用,使模具制造业的技术水平得到迅速提高。数控机床、数控电火花加工机床、加工中心等加工设备已在模具生产中被广泛应用,并成功研制了单层电镀金刚石成形磨轮和电火花成形磨削专用机床,加工效果良好。对型腔的加工正在根据模具的不同类型采用电火花加工、电解加工、电铸加工、陶瓷型精密铸造、冷挤压、超塑成形以及利用照相腐蚀技术加工型腔皮革纹表面等多种新型工艺,模具的计算机辅助设计和制造(CAD/CAM)已进行全面开发和应用。

尽管如此,与发达国家相比,我国的模具工业仍存在较大差距,主要表现为模具品种少、精度差、寿命低、生产周期长等。中、低档模具市场竞争加剧,产品价格降低过度,对产品质量造成不良影响,并降低了许多模具生产企业的效益。模具制造技术相对落后,远不能适应国民经济发展的需要,严重影响了生产品种的发展和质量的提高。由于许多模具(尤其是精密、复杂、大型模具)国内还不能制造,不得不从国外高价引进。我国企业技术装备还比较落后,劳动生产率也较低,模具生产专业化、商品化、标牌化程度也不够高。产品结构调整的任务轻重,人才紧缺,管理滞后的状况依然突出。与国际水平相比,模具企业的管理落后更甚于技术落后,整个行业感到人才缺乏,特别是中、高档技术人才和经营管理人才。为了尽快改变这种状况,国家已采取了许多措施促进模具工业的发展,争取在较短的时间内使模具生产基本适应各行业产品发展的需要。

3. 本课程的性质和要求

“模具材料及制造工艺”是一门综合性较强、理论知识涉及面广的课程,是模具设计与制造专业的一门主要专业课。机械基础、工程材料及材料成形工艺、数控机床及编程、机械制造等课程的有关内容都将在“模具材料及制造工艺”课程中得到综合的应用。

学生在学完本课程后应达到如下基本要求:

- (1) 了解模具材料与热处理技术的发展现状和发展趋势。
- (2) 掌握模具材料及热处理技术与模具使用性能、寿命、成本之间的关系。
- (3) 掌握常用冷作模具材料、热作模具材料和塑料模具材料的牌号、性能特点,并能合理选用。
- (4) 掌握金属切削基本知识、基本理论,能正确选用合理刀具和机床完成金属切削加工。
- (5) 初步掌握模具制造的工艺过程和特点、模具零件机械加工工艺、特种加工工艺、模具工作零件的其他成形加工方法及模具装配工艺,具备编制中等复杂程度模具的工艺文件、简单的模具装配工艺文件的能力。
- (6) 能够运用模具的加工技术、质量测试技术、装配调试技术和使用维护技术初步分析和解决模具设计制造、生产中常见的质量、工艺方面的问题,为就业打下必要的基础。

本课程具有很强的实践性和综合性,因此,学习本课程时除了重视理论学习之外,还要

重视实验、实习，注意理论与实践的结合，向具有实际经验丰富的工程技术人员学习，注重应用；在教学中应多采用直观教学、多媒体教学和启发式教学，并培养学生的自学能力，以增加课堂的信息量和课时的利用率，并在后续课程和生产实习、课程设计、毕业设计等教学环节中反复练习、巩固提高。

第1章 模具材料概论

随着工业技术的迅速发展,为了提高产品质量、降低生产成本、提高生产效率和材料利用率,国内外的机械制造业广泛地采用各种先进的无切削、少切削工艺,如压力铸造、精密冲压、精密锻造、冷挤压以及等温超塑性成形技术等代替传统的切削加工。目前,家用电器约80%的零部件依靠模具加工,机电工业中约70%的零部件采用模具成形,塑料制品、陶瓷制品、橡胶制品、建材产品的大部分也采用模具成形。

1.1 模具及模具材料分类

模具是一种高效率的工艺装备,在冶金、电子、轻工、机械制造等行业的生产中广泛应用,而模具的使用效果、使用寿命在很大程度上取决于模具设计和制造水平,尤其与模具材料的选用和热处理质量的好坏有关。GB/T 1299—2000 对模具材料的技术条件作了有关规定,可供学生学习时参考。

1.1.1 模具分类

为了便于模具材料的选用,通常按照工作条件将模具分为冷作模具、热作模具和型腔模具三大类。

1. 冷作模具

根据工艺特点,可将冷作模具分为冷冲裁模具和冷变形模具两类。冷冲裁模具主要包括各种薄板冷冲裁模具和厚板冷冲裁模具;冷变形模具主要包括各种冷挤压模具、冷镦模具、冷拉深模具和冷弯曲模具等。

2. 热作模具

热作模具可分为热冲切模具、热变形模具和压铸模具三类。热冲切模具包括各种热切边模具和热切料模具;热变形模具包括各种锤锻模具、压力机锻模具和热挤压模具;压铸模具包括各种铝合金压铸模具、铜合金压铸模具及黑色金属压铸模具等。

3. 型腔模具

根据成形材料的不同,可将型腔模具分为塑料模具、橡胶模具、陶瓷模具、玻璃模具和粉末冶金模具等。

1.1.2 模具材料分类

能用于制造模具的材料很多,通常可分为钢铁材料、非铁金属和非金属材料三大类,目前应用最多的还是钢铁材料。

1. 钢铁材料

各模具钢的成分、性能以及用途各不相同,一般按合金元素的含量把模具钢分为碳素工

具钢、低合金模具钢、中合金模具钢、高合金模具钢；按用途把模具钢分为冷作模具钢、热作模具钢、塑料模具钢三大类；此外、亦可按性能对模具钢进行分类。

2. 非铁金属材料

用于制造模具的非铁金属材料主要有铜基合金、低熔点合金、高熔点合金、难熔合金、硬质合金、钢结硬质合金等。

3. 非金属材料

用于制造模具的非金属材料主要有陶瓷、橡胶、塑料等。

1.2 模具材料的选用原则

一般地说，应根据模具加工能力和模具的工作条件，结合模具材料的性能和其他因素，来选择符合要求的模具材料。对于某一种类的模具，从基本性能上看很多材料都符合要求，因而必须根据所制成模具的使用寿命、生产率、模具的制造工艺及成本来作出综合评价。

在选取材料时，通常应综合考虑以下几个因素：

(1) 生产批量。

当工件的生产批量很大时，凸、凹模材料应选取质量高、耐磨性好的模具钢，模具的其他工艺结构部分和辅助结构部分的零件材料要求，也要相应地提高。当批量不大时，可考虑降低成本，适当放宽对材料性能的要求。

(2) 被冲压材料的性能和凸、凹模的工作条件。

当被冲压加工的材料较硬或变形抗力较大时，模具凸、凹模应选取耐磨性好、强度高的材料；当凸、凹模的工作条件较差时，应选取有足够硬度、强度、韧性、耐磨性等综合机械性能较好的模具钢，同时该材料应具有一定的红硬性和热疲劳强度等。

(3) 材料性能。

应考虑模具材料的冷、热加工性能和工厂现有条件。

(4) 生产使用情况。

应考虑我国模具钢的生产和使用情况。

总之，模具材料的选取是一个十分复杂的问题，我们选取模具材料的总原则是在保证工艺要求前提下尽量做到节约。

1.2.1 模具材料的使用性能

各种模具的工作条件不同，对模具材料的性能要求也不相同。模具工作者常要根据模具的工作条件和使用寿命要求，合理地选用模具材料及热处理工艺，使之达到主要性能最优，而其他性能损失最小的最佳状态。对各类模具材料提出的使用性能要求主要包括硬度、强度、塑性、韧性等。

1. 硬度和热硬性

硬度是衡量材料软硬程度的性能指标。作为成形用的模具应具有足够高的硬度，才能确保使用性能和使用寿命。如冷作模具硬度一般在 52 ~ 60 HRC 范围内，而热作模具硬度一般在 40 ~ 52 HRC 范围内。

硬度实际上是一种综合的力学性能，通过硬度可以间接地反映零件的强度、塑性、韧性、疲劳抗力和耐磨性等力学性能指标。因此，模具材料的各种性能要求，在图样上只通过标注