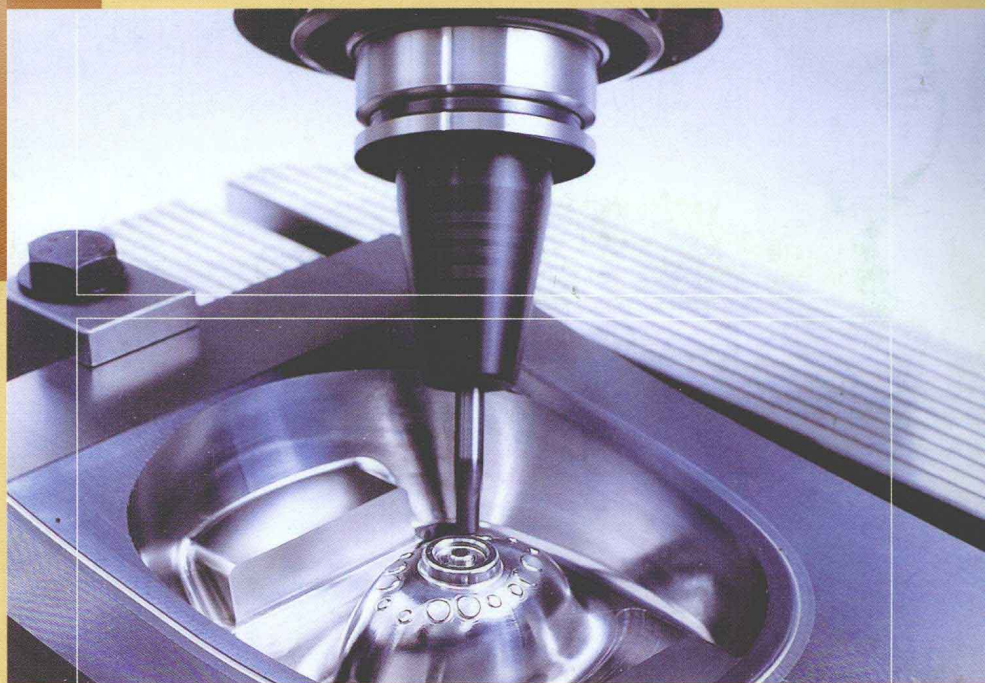


任务引领



模具制造技术专业课程改革成果教材



模具机械基础

吴联兴 金 曦 主编



高等教育出版社
HIGHER EDUCATION PRESS



模具制造技术专业课程改革成果教材

模具机械基础

Muju Jixie Jichu

吴联兴 金曦 主编



高等教育出版社·北京
HIGHER EDUCATION PRESS BEIJING

内容提要

本书贯彻中等职业教育以服务为宗旨、以就业为导向的指导思想,紧密联系中等职业学校的教学实际,是在吸纳上海中等职业学校模具专业课程改革成果的基础上,并结合模具专业对机械基础知识的具体要求而编写的。

本书分为四个项目十二个任务,主要包括常用模具材料及其特点、冷作模具材料及热处理、热作模具材料及热处理、注塑成形模具材料及热处理、杠杆机构与平面连杆机构、斜面摩擦机构与楔块传动机构、凸轮机构与棘轮机构、其他常用机构、液压传动的基本常识和应用、气压传动的基本常识和应用、模具零件的连接、模具零件的配合。

本书从职业岗位的分析入手,紧紧围绕模具专业对操作者的要求,突出教材的实用性,把教学内容与生产实际对接起来。

本书配套学习卡资源,按照本书最后一页“郑重声明”下方的学习卡使用说明,登录“<http://sv.hep.com.cn>”或“<http://sve.hep.com.cn>”,可上网学习并下载教学资源。

本书可作为中等职业学校模具制造专业学生的学习用书,也可供模具岗位人员学习参考。

图书在版编目(CIP)数据

模具机械基础/吴联兴,金曦主编. --北京:高等教育出版社,2012.6

ISBN 978-7-04-034704-3

I. ①模… II. ①吴…②金… III. ①模具-机械加工-中等专业学校-教材 IV. ①TG76

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2012)第 088074 号

策划编辑	王素霞	责任编辑	王素霞	封面设计	于涛	版式设计	范晓红
插图绘制	尹莉	责任校对	刘春萍	责任印制	毛斯璐		

出版发行	高等教育出版社	咨询电话	400-810-0598
社址	北京市西城区德外大街4号	网址	http://www.hep.edu.cn
邮政编码	100020		http://www.hep.com.cn
印刷	三河市春园印刷有限公司	网上订购	http://www.landaco.com
开本	787mm×1092mm 1/16		http://www.landaco.com.cn
印张	8.5	版次	2012年6月第1版
字数	200千字	印次	2012年6月第1次印刷
购书热线	010-58581118	定价	13.80元

本书如有缺页、倒页、脱页等质量问题,请到所购图书销售部门联系调换
版权所有 侵权必究
物料号 34704-00

郑重声明

高等教育出版社依法对本书享有专有出版权。任何未经许可的复制、销售行为均违反《中华人民共和国著作权法》，其行为人将承担相应的民事责任和行政责任；构成犯罪的，将被依法追究刑事责任。为了维护市场秩序，保护读者的合法权益，避免读者误用盗版书造成不良后果，我社将配合行政执法部门和司法机关对违法犯罪的单位和个人进行严厉打击。社会各界人士如发现上述侵权行为，希望及时举报，本社将奖励举报有功人员。

反盗版举报电话 (010)58581897 58582371 58581879

反盗版举报传真 (010)82086060

反盗版举报邮箱 dd@hep.com.cn

通信地址 北京市西城区德外大街4号 高等教育出版社法务部

邮政编码 100120

短信防伪说明

本图书采用出版物短信防伪系统，用户购书后刮开封底防伪密码涂层，将16位防伪密码发送短信至106695881280，免费查询所购图书真伪，同时您将有机会参加鼓励使用正版图书的抽奖活动，赢取各类奖项，详情请查询中国扫黄打非网(<http://www.shdf.gov.cn>)。

反盗版短信举报

编辑短信“JB,图书名称,出版社,购买地点”发送至10669588128

短信防伪客服电话

(010)58582300

学习卡账号使用说明

本书所附防伪标兼有学习卡功能，登录“<http://sve.hep.com.cn>”或“<http://sv.hep.com.cn>”进入高等教育出版社中职网站，可了解中职教学动态、教材信息等；按如下方法注册后，可进行网上学习及教学资源下载：

(1) 在中职网站首页选择相关专业课程教学资源网，点击后进入。

(2) 在专业课程教学资源网页面上“我的学习中心”中，使用个人邮箱注册账号，并完成注册验证。

(3) 注册成功后，邮箱地址即为登录账号。

学生：登录后点击“学生充值”，用本书封底上的防伪明码和密码进行充值，可在一定时间内获得相应课程学习权限与积分。学生可上网学习、下载资源和提问等。

中职教师：通过收集5个防伪明码和密码，登录后点击“申请教师”→“升级成为中职课程教师”，填写相关信息，升级成为教师会员，可在一定时间内获得授课教案、教学演示文稿、教学素材等相关教学资源。

使用本学习卡账号如有任何问题，请发邮件至：“4a_admin_zz@pub.hep.cn”。

前言

本书贯彻中等职业教育以服务为宗旨、以就业为导向的指导思想，紧密联系中等职业学校的教学实际，是在吸纳上海中等职业学校模具专业课程改革成果的基础上，并结合模具专业对机械基础知识的具体要求而编写的。

模具是现代工业生产的重要工艺基础装备。利用模具成形技术可以把金属、非金属制造成任意几何形状并具有一定尺寸精度的各种零件。由于模具成形技术的优越性和极高的生产率，其广泛应用于机械、汽车、电子、轻工、化工、冶金、建材等行业，在人类的生活中到处都可以看到由模具成形技术生产出来的产品。装备离不开机械的基础，模具也不例外。本书介绍与模具制造相关的机械基础常识，包括常用模具材料及热处理、模具常用机构及其应用、液压传动与气压传动的基本常识和应用、模具零件的连接和配合。

本书主要有以下特点：

1. 针对性强。本书是参照上海中等职业学校模具专业课程改革标准来组织编写的，是模具专业教学改革配套用书。

2. 实用性强。本书突出实用性，精选与模具专业相关的机械基础知识，教材中许多内容选自生产实践，把教学内容与生产实际对接起来。

3. 体现以任务为驱动的教学方式。采用以项目为引领，以任务为驱动，以技能培养为核心的课程新模式。体现以学生为主体，激发学生学习热情和主动性，提高教学效果。

4. 通俗易懂。按照新大纲对中等职业学校学生的要求，把握编写内容的难度，以够用为度。编写时遵循中等职业学校学生的认知规律，注意图文并茂，简明扼要，通俗易懂。

建议本书的教学总学时为 56 学时，每周为 4 学时，各部分内容学时分配建议如下：

序号	课程内容	学时数
1	项目1 常用模具材料及热处理	12
2	项目2 模具常用机构及其应用	16
3	项目3 液压传动与气压传动的基本常识和应用	8
4	项目4 模具零件的连接与配合	20
合计		56

本书配套学习卡资源,按照本书最后一页“郑重声明”下方的学习卡使用说明,登录“<http://sv.hep.com.cn>”或“<http://sve.hep.com.cn>”,可上网学习并下载教学资源。

本书由吴联兴和金曦担任主编,麻东升担任副主编,吴联兴编写项目一和项目二,金曦编写项目三,麻东升编写项目四。

李桂云和王宝成审阅了本书,对教材的编写提出了许多宝贵的建设性意见,在此表示衷心的感谢。

由于编者水平有限,书中难免存在不妥和错误之处,敬请读者批评指正。请将意见反馈至邮箱 zz_dzyj@pub.hep.cn。

编 者
2012年2月

目 录

项目 1 常用模具材料及热处理	1
任务一 常用模具材料及其特点	2
任务二 冷作模具材料及热处理	6
任务三 热作模具材料及热处理	12
任务四 注塑成形模具材料及热处理	18
项目 2 模具常用机构及其应用	25
任务一 杠杆机构与平面连杆机构	26
任务二 斜面摩擦机构与楔块传动机构	32
任务三 凸轮机构与棘轮机构	36
任务四 其他常用机构	48
项目 3 液压传动与气压传动的基本常识和应用	69
任务一 液压传动的基本常识和应用	70
任务二 气压传动的基本常识和应用	90
项目 4 模具零件的连接与配合	99
任务一 模具零件的连接	100
任务二 模具零件的配合	116
参考文献	128

常用模具材料及热处理

模具材料是一种特殊的工程材料。按模具零件的工作位置不同，模具零件可分为与模具生产制件直接接触的模具工作零件（如凸模、凹模、型芯和型腔等）和与模具生产制件不直接接触的辅助零件（如底座、导柱、螺钉等）。通常所说的模具材料是指模具工作零件的材料，而辅助零件材料是常用的工程材料。

学习目标

1. 熟悉模具材料的主要性能要求。
2. 知道冷作模具、热作模具和注塑成形模具的常用材料。
3. 能分析模具材料失效的原因。
4. 知道模具材料热处理技术和作用。

任务一 常用模具材料及其特点

【任务内容】

1. 模具的分类及特点。
2. 模具材料的主要性能要求。
3. 模具材料对模具寿命的影响。

【任务要求】

了解模具材料的主要性能要求,能识别模具材料的种类,会选择模具材料的热处理方法。

【相关知识】

一、模具的分类

模具的分类方法有许多种,常用的方法如下:

① 按模具的用途分为冲压模具、挤压模具、塑料模具、锻造模具、压铸模具、玻璃模具、橡胶模具等。

② 按模具的工作条件分为冷作模具,如冷冲压模、冷挤压模、冷镦模、冷拉丝模;热作模具,如热锻模、压铸模、热挤压模、玻璃模;成形模具,如橡胶模、塑料模、粉末冶金模。

③ 按行业不同分为机械模具、电子模具、通信模具、IT 模具、航空模具等。

二、模具材料的分类

制作模具的材料品种很多,可分为模具钢和其他模具材料两大类。模具钢分为冷作模具钢、热作模具钢和塑料模具钢。其他模具材料分为硬质合金、有色金属和非金属材料。

根据模具的工作条件不同,制造模具的钢材料可选择一般的碳素结构钢、碳素工具钢、合金结构钢、合金工具钢以及满足特殊模具要求的各种合金材料等。

模具用钢一般需要经过锻造成形、热处理和表面强化处理,以提高模具的使用寿命。

三、模具材料的性能要求

1. 模具材料的力学性能

① 强度 指金属材料在外力作用下抵抗变形和断裂的能力。由于外力的方向不同,强度可分为抗拉强度、抗压强度、抗弯强度和抗剪强度。模具在使用中以抗拉强度作为基本的强度指标。

② 硬度 指金属材料抵抗局部变形,特别是塑性变形、压痕或划痕的能力。金属材料的硬度越高,抵抗塑性变形的能力越强,越不易产生塑性变形。硬度常用三种表示方法:布氏硬度(HBW),适用于退火、正火、调质钢以及铸铁和非金属材料;洛氏硬度(HRA、HRB、HRC),适用于淬火钢等硬材料;维氏硬度(HV)。

③ 耐磨性 决定金属材料使用寿命的最重要因素。

④ 热硬性 指在高温状态下工作的模具能保持足够高硬度的性能。如铬钼模具钢在

550 ℃ 仍然能保持高硬度。

⑤ 韧性 指金属材料在断裂前吸收变形能量的能力。材料的韧性越好,断裂的危险性越小,抗疲劳强度越高。

此外,模具材料的力学性能还有塑性、热稳定性等。

2. 模具材料的性能要求

(1) 满足模具的使用性能要求

满足生产的需要,按照工作条件、寿命要求、可靠性高低,提出材料的强度、硬度、耐磨性、热稳定性、尺寸稳定性等使用性能要求。

(2) 满足材料的工艺性能要求

模具材料首先要求容易加工成模具,因此材料应具有良好的加工工艺性能。此外,模具要经过锻造、切削加工、热处理等工序,因此材料应具有良好的锻造性、加工性、淬硬性、淬透性和磨削性。

(3) 满足合理经济性要求

在满足模具使用性能要求的前提下,选用优质价廉的钢材,简化加工工艺过程,降低生产成本,以获取最大的经济效益。

四、模具材料的热处理

模具材料的热处理就是对模具材料进行加热、保温和冷却,以获得预期的组织结构与使用性能的工艺,从而达到提高模具零件的质量和使用寿命的目的。常用的热处理方法有退火、正火、淬火和回火(称为“四火”)。

1. 退火与正火

退火是将模具材料加热到适当的温度,保持一定的时间,然后缓慢冷却的热处理工艺。退火的目的是降低模具材料的硬度,提高塑性,消除材料的残余内应力,改善切削加工性能。退火一般安排在锻造工序之后。小冲模(T10 钢)的球化退火工艺曲线如图 1-1 所示。

根据钢铁材料的化学成分和退火目的不同,退火通常分为完全退火、等温退火、球化退火、去应力退火、均匀化退火。退火的加热温度范围和退火的工艺曲线分别如图 1-2、图 1-3 所示。

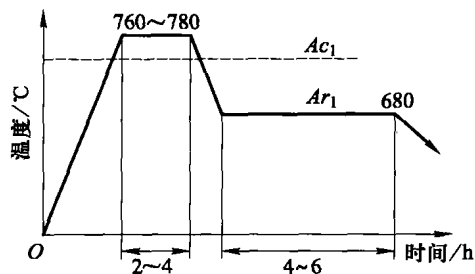


图 1-1 小冲模(T10 钢)的球化退火工艺曲线

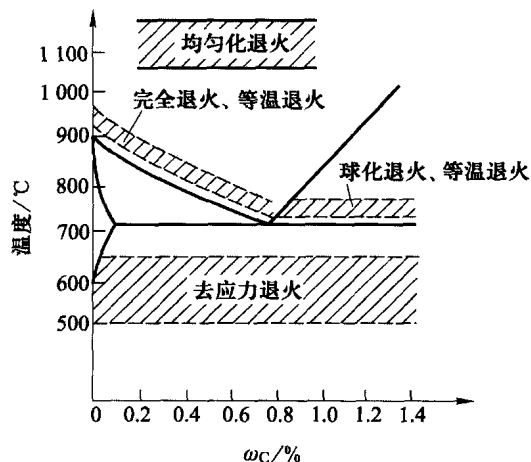


图 1-2 退火的加热温度范围

正火是将模具加热到适当的温度,保持一定的时间,然后在空气中冷却的热处理工艺。正火与退火相比,加热温度比退火高,冷却速度比退火快,得到的组织比较细,强度和硬度比退火高一些。正火适用于改善模具材料的切削加工性能。

2. 淬火与回火

淬火是将模具加热到适当的温度(如相变临界点以上 $30 \sim 50^\circ\text{C}$)后,保持一定的时间,在一定的介质中快速冷却的热处理工艺。最常用的冷却介质是盐水、水或油。淬火的目的是为了提提高模具的硬度和耐磨性,主要应用于凸模、凹模和需要硬度较高的耐磨零件。非合金钢淬火的加热温度范围如图 1-4 所示。

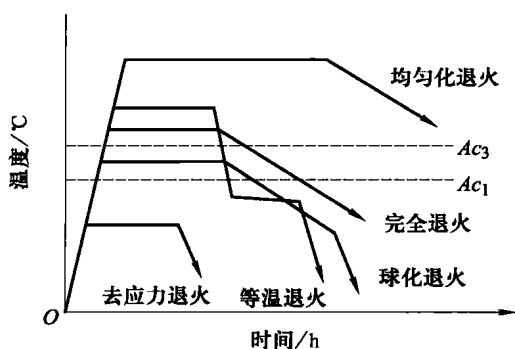


图 1-3 退火的工艺曲线

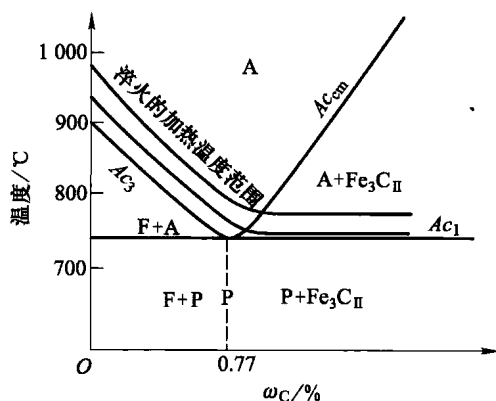


图 1-4 非合金钢淬火的加热温度范围

回火是将经过淬火处理的模具加热到适当的温度(如 $150 \sim 650^\circ\text{C}$)后,保温一定的时间,冷却到室温的热处理工艺。回火的目的是消除和减小内应力,稳定组织和保证尺寸,满足模具的性能要求。回火按加热温度高低分为低温回火($150 \sim 250^\circ\text{C}$,回火后硬度一般为 $58 \sim 64\text{HRC}$);中温回火($350 \sim 500^\circ\text{C}$,回火后硬度一般为 $35 \sim 50\text{HRC}$);高温回火($500 \sim 650^\circ\text{C}$,回火后硬度一般为 $200 \sim 350\text{HBW}$)。淬火与高温回火相结合的热处理方法称为调质。调质可获得强度、硬度、塑性和韧性都较好的综合力学性能。

3. 模具零件工作表面强化处理

模具零件工作表面强化处理的目的是获得外硬内韧的效果,得到硬度、耐磨性、韧性和疲劳强度的良好配合。表面强化处理的方法很多,新技术和新工艺发展很快,如氮碳共渗、离子渗氮、渗碳、电火花强化、激光热处理,或经过 CVD、PVD 处理后,模具表面覆盖一层超硬物质,如 TiC、TiN。表面强化处理后,模具零件工作表面的硬度极高,耐磨性、耐蚀性、抗粘合力很好,可将模具零件的寿命提高几倍。

五、模具零件的失效形式与分析

1. 模具零件的失效形式

模具零件的失效是指模具零件的工作部分发生严重磨损或破坏,不能用一般方法修复使其正常工作。

模具零件的主要失效形式是表面损伤、过度变形和断裂,热作模具的零件还会出现冷热疲劳,如图 1-5、图 1-6、图 1-7 所示。

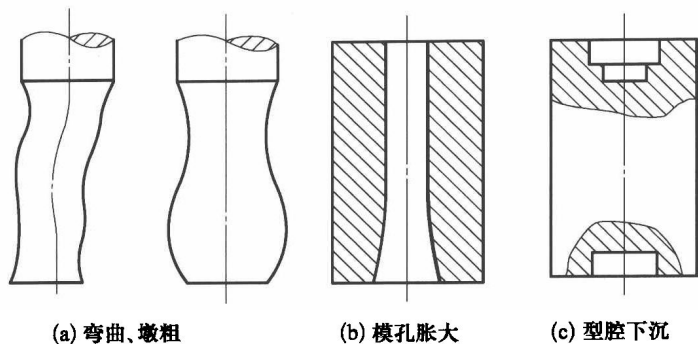


图 1-5 冷作模具的失效形式

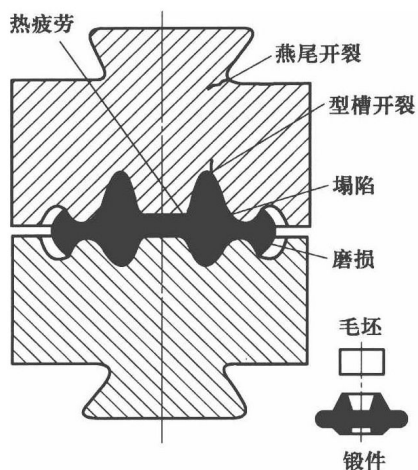


图 1-6 热锻模的失效形式

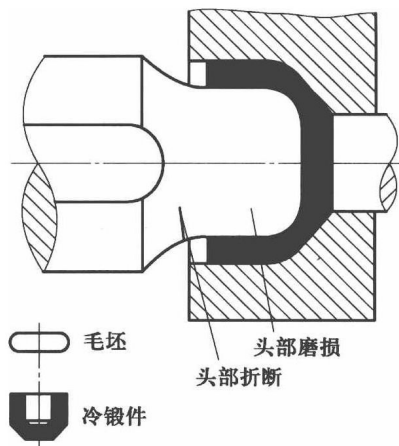


图 1-7 冷锻冲头的失效形式

2. 模具零件的失效分析

通过对失效零件的外观、断口、金相组织的观察,可以从四个方面,即工作环境、操作因素、模具零件质量和生产管理水平来判断失效的原因。其中最重要的原因是模具零件自身的制造质量,其次与结构设计、材料选择、锻造质量、加工缺陷、热处理不当、装配精度等也有一定的关系。

六、模具零件材料的选用

材料是产品的基础,合理选用材料是模具设计的首要问题。材料选用一般要遵循以下原则:

① 符合零件的使用性能要求。各种模具材料除了对零件有共同的要求外,由于工作条件不同,其侧重面也不相同。如塑料模具钢把耐蚀性作为主要性能要求,热作模具钢把韧性作为主要性能要求,冷作模具钢把抗擦伤性和抗粘着性作为主要性能要求。

② 良好的工艺性能。工艺设计要保证在现有的机械加工条件下能制造出合格的零件。

③ 材料来源是否方便。材料选择应考虑现有工厂库存,或在当地能够采购到。应尽可能选

用优质品种,规格应少且较集中。

④ 经济成本低,但要满足寿命要求。成本低、寿命长、质量好,模具才具有市场竞争力。

【想一想】

1. 模具钢可分为哪三种?
2. 对模具材料有什么性能要求?
3. 模具材料热处理的目的是什么?“四火”指哪四种热处理方法?同一种型号钢材的退火、正火、淬火的加热温度有何不同?回火有什么作用?何为调质?
4. 模具材料有哪些失效形式?应从哪些方面入手分析失效的原因?
5. 选用模具材料需要遵循哪几个原则?

任务二 冷作模具材料及热处理

【任务内容】

1. 冷作模具的选材要求。
2. 冷作模具的常用材料及热处理方法。

【任务要求】

1. 熟悉冷作模具对材料的性能要求。
2. 知道冷作模具的常用材料及加工方法。
3. 熟悉冷作模具材料的选用和热处理方法。

【相关知识】

冷作模具是指在室温下对材料进行塑性变形压力加工所使用的模具。冷作模具包括冲裁模、挤压模、拉丝模、压弯模、冷镦模等。冷作模具工作时,被加工材料的形状发生了塑性变形,产生了较大的变形抗力,模具的工作部分要承受很大的压力、弯曲力、冲击力及摩擦力。冷作模具如图1-8所示。

一、冷作模具材料的性能要求

1. 使用性能要求

冷作模具正常的失效形式主要是磨损、断裂和过量变形,冷作模具材料应满足下列使用性能要求。

(1) 良好的耐磨性

冷作模具工作时,坯料与模具之间相互摩擦,模具表面发生划痕,产生很大的切应力,造成机械磨损。因此,冷作模具应具有较高的硬度,才能提高模具的抗磨损能力,保持在工作条件下模具的尺寸、形状不变,达到设定的使用寿命要求。通常模具的硬度比工件的硬度高30%~50%。

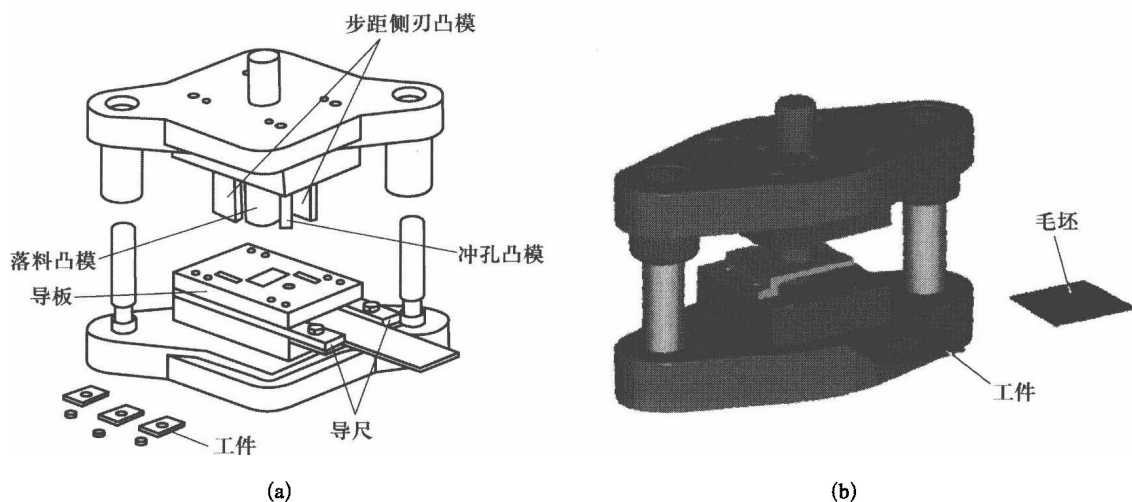


图 1-8 冷作模具

(2) 高的强度

强度是冷作模具设计和选材的重要依据,高强度是减少断裂和降低过量变形的重要措施。在材料的强度指标中,以抗压强度对冷作模具冲头材料的变形抗力影响最大。选定材料后,主要通过采取合理的淬火热处理工艺来获得高的表面强度。

(3) 足够的韧性

冷作模具不仅要有良好的耐磨性和高的强度,还应具有足够的韧性,这样才能使模具在受到冲击时不易断裂。常用冲击韧性指标来表示模具材料的抗冲击能力。一般工作条件下冷作模具的主要失效形式是疲劳断裂,不必要求过高的抗冲击韧性。

(4) 良好的抗疲劳性

冷作模具在交变载荷的作用下易发生疲劳失效,所以要求具有较高的抗疲劳性。模具材料的组织晶粒粗大,应力集中,表面划痕、凹槽都会降低材料的抗疲劳能力,在选择材料和加工时应多加留意。

(5) 良好的抗胶合能力

当模具与被冲压材料接触时,高压摩擦使金属材料“冷焊”在模具型腔表面形成金属瘤,导致在成形工件表面划出痕迹。抗胶合能力指抵抗发生“冷焊”的能力。影响模具抗粘能力的因素有成形材料的性质和润滑条件等。对模具材料作渗氮处理可提高其抗胶合的能力。

2. 工艺性能要求

良好的工艺性能可以降低模具的加工成本,保证模具的加工质量。冷作模具材料应满足下列工艺性能要求。

(1) 良好的锻造性

模具成形一般都要经过锻造,锻造不仅可以改变材料的形状,减小机械加工余量,还能改善坯料的内部组织,提高模具的质量。因此,要求模具材料具有良好的塑性,变形抗力小,锻造温度范围宽。

(2) 良好的切削加工性

大多数模具材料的切削加工都比较困难,为了保证切削加工顺利进行,需要进行必要的热处理。良好的切削加工性的要求是切削力小,切削用量大,刀具磨损小,加工表面质量好。

(3) 良好的磨削性

模具成形件的尺寸精度和表面粗糙度要求较高,因此需要对模具零件进行磨削加工。良好的磨削性的要求是对砂轮质量及冷却条件不敏感,不易发生磨伤和磨裂。

(4) 良好的热处理工艺性

良好的热处理工艺性包括高的淬透性和淬硬性,较高的耐回火性,脱碳倾向和过热敏感性要低,淬火变形和开裂倾向要小。

二、常用的冷作模具材料

1. 低淬透性冷作模具钢

(1) 碳素工具钢

碳素工具钢价格低廉,但耐磨性差,淬火容易变形和开裂,适用于模具零件简单、尺寸较小、载荷较轻、生产批量不大、精度要求不高的冷作模具,如小型的切边模、落料模、拉深模。常用的碳素工具钢有 T7A、T8A、T10A、T12A,其正火、淬火和回火硬度见表 1-1。

表 1-1 碳素工具钢的正火、淬火和回火硬度

牌号	正火 (HBW)	淬火 (HRC)	回火 (HRC)
T7A	229 ~ 285	59 ~ 62	57 ~ 60
T8A	241 ~ 302	60 ~ 63	58 ~ 61
T10A	255 ~ 321	61 ~ 64	59 ~ 62
T12A	269 ~ 341	61 ~ 64	59 ~ 62

(2) GCr15 钢

GCr15 钢是专用轴承钢之一,是在 T10A 钢中加入少量的铬而形成的,提高了其淬透性和耐回火性,经过适当的热处理,可获得高硬度、高强度和良好的耐磨性,而且淬火变形小。GCr15 钢的各项力学性能指标都高于碳素工具钢,常用来制作冷作模具,如落料模、冷挤压模和冷成形模。

GCr15 钢的淬火和回火硬度分别为 62 ~ 65HRC 和大于 61HRC。

2. 低变形冷作模具钢

低变形冷作模具钢是在碳素工具钢的基础上加入少量的合金元素冶炼而成的,通常加入的合金元素有 Cr、Mn、Si、W、V 等。合金元素提高了钢的淬透性,减小了淬火变形,降低了开裂倾向,提高了回火稳定性。因此,这类钢的强韧性、耐磨性、热硬性都比碳素工具钢高,使用寿命也较长。

(1) CrWMn 钢

CrWMn 钢的合金含量较 GCr15 钢有所增加,总量达 3.4%。CrWMn 钢可获得较高的硬度 (63HRC)、高的抗弯强度和较好的韧性,具有较好的锻造性、淬透性、淬硬性、切削加工性,淬火变形较小,但耐磨性不好。CrWMn 钢适用于制造要求变形小、形状较复杂的轻载冲裁模、轻载拉

深模、冷冲模、拉丝模。

(2) 9Mn2V 钢

9Mn2V 钢的合金含量较 CrWMn 钢低,总量仅有 2%,与 CrWMn 钢相比,没有钨元素。该钢的冷、热加工性较好,但强度、硬度、淬透性、回火稳定性稍低一些。9Mn2V 钢适用于制造一般要求、尺寸较小的冲模及冷压模、落料模和雕刻模。

3. 高强度高耐磨冷作模具钢

高强度高耐磨冷作模具钢的强度、耐磨性、抗压性和热稳定性都较高,但韧性稍差,常用的高速钢 W18Cr4V 和 W6Mo5Cr4V2。该类钢主要应用于制作高载荷冷作模具,如冷挤压冲头、冲孔的冲头。

4. 抗冲击冷作模具钢

由于高速钢韧性低、易脆断,当冲击力较大时不能满足承受冲击力的要求。抗冲击疲劳强度、抗弯曲强度高,韧性和耐磨性良好的抗冲击模具钢有弹簧钢 60Si2Mn、5CrW2Si 和 9SiCr,回火后硬度分别可达到 57~60HRC、53~58HRC 和 58~61HRC。该类钢主要应用于制作小型冷镦冲头、冲模以及大、中型重载冷冲剪刀片。

5. DT 钢结硬质合金

DT 钢结硬质合金是一种新型的模具材料,不仅具有普通硬质合金硬度、抗压强度高及耐磨性好的特点,还大幅度提高了强度和韧性,在急冷急热的交变热冲击下有极好的抗热裂能力。DT 钢结硬质合金广泛应用于大批量生产冷镦模具、冷挤压模具、冲裁模具、拉深模具等。

此外,还有特殊用途冷作模具钢、高耐磨高韧性冷作模具钢、高强韧性冷作模具钢、高耐磨微变形冷作模具钢。

三、选用冷作模具材料时应考虑的因素

选择冷作模具材料时,首先应满足模具的使用性能,其次要兼顾材料的工艺性和经济性。

1. 从模具的使用性能考虑

形状复杂、尺寸精度要求较高的模具,应选用低变形材料;承受大载荷的模具,应选用高强度材料;承受强摩擦和磨损的模具,应选用高硬度、高耐磨材料;承受大冲击载荷的模具,应选用高韧性材料。

2. 从模具的生产批量考虑

对于中、小批量生产,常选用碳素工具钢或低碳合金钢,以降低模具的制造成本;当生产批量较大时,要求模具的使用寿命较长,常选用高碳铬钢、高速钢、低合金冷作模具钢;当生产批量特别大时,要求模具的使用寿命特别长,可选用 DT 钢结硬质合金。

3. 从模具的用途考虑

冷作模具的用途不同,选择的模具材料也应不同。例如,冲裁凸模、凹模可选用 CrWMn、YG15 钢;落料凸模、凹模可选用 T10A、GCr15、9Mn2V 钢;冲头可选用 T10A、W18Cr4V、W6Mo5Cr4V2 钢;切断模可选用 T12A、GCr15 钢。

四、冷作模具的主要失效形式

1. 过载失效

过载失效是指模具材料本身不能抵抗工作载荷的作用而引起的失效。过载失效主要有韧性不足引起的断裂和强度不足引起的冷镦头下凹、弯曲变形两类。

2. 磨损失效

磨损失效是指模具工作部位因摩擦损耗而引起的尺寸和形状变化。磨损失效可分为正常磨损、非正常磨损、疲劳磨损。

五、常用冷作模具材料的选用与热处理

1. 冷冲裁模具材料的选用与热处理

(1) 冷冲裁模具的工作条件

冷冲裁模具的工作部位是刃口,由于凸、凹模冲裁刃口存在间隙,使刃口部位受到很大的弯曲压力,冲裁时刃口承受强烈的冲击,板料与刃口产生激烈的摩擦,导致刃口磨损,影响模具的寿命。

(2) 冷冲裁模具材料的选用

冷冲裁模具材料的选用见表1-2。

表1-2 冷冲裁模具材料的选用

模具名称	工作条件	中、小批量生产	大批量生产	硬度(HRC)
硅钢片冲裁模	形状简单	CrWMn、Cr12	YG15、DT	60 ~ 64
	形状复杂	CrWMnCr12MoV	YG15、DT	60 ~ 64
钢板落料、冲孔模	形状简单	T10A、9SiCr	YG15、DT	58 ~ 62
	形状复杂	CrWMn、Cr5MoV	YG15、DT	58 ~ 62
冲头	轻载荷	T7、T10A		56 ~ 62
	重载荷	W18Cr4V、6W6Mo5Cr4V		56 ~ 60
剪刀	剪切薄板的长剪刀	T10A、GCr15、GCr15、9Mn2		45 ~ 50
				54 ~ 58

(3) 冷冲裁模具的热处理

冷冲裁模具可通过表面强化处理大幅度提高寿命,如氮碳共渗、渗铬等。

- ① 薄板冲裁模 要求热处理变形小,不开裂,硬度高,采用等温淬火、延时淬火、硝盐淬火。
- ② 重载冲裁模 要求高的强韧性、耐磨性,采用强韧性处理。
- ③ 冷剪刀 要求减小淬火内应力,提高刃口抗冲击力,采用热浴淬火。

2. 冷挤压模具材料的选用与热处理

(1) 冷挤压模具的工作条件

冷挤压是常温下利用模具在挤压机上以一定的速度对金属施加相当大的压力,使其产生塑性变形,获得所需要的形状和尺寸。在冷挤压过程中,模具表面与被挤压金属间的单位挤压力可达2 000 MPa,激烈摩擦使模具温度升高到180℃以上。因此,冷挤压模具需要具有较高的强韧性、良好的耐磨性、一定的耐热疲劳性和足够的耐回火性。

(2) 冷挤压模具材料的选用

冷挤压模具材料的选用见表1-3。

(3) 冷挤压模具材料的热处理

冷挤压模具材料可采用表面强化处理,以提高耐磨性和抗胶合能力;采用低温回火,以消除