



中等职业教育国家规划教材
全国中等职业教育教材审定委员会审定

模具材料及表面处理

(模具设计与制造专业)

主编 吴兆祥 高 枫



高等教育出版社

中等职业教育国家规划教材
全国中等职业教育教材审定委员会审定

模具材料及表面处理

(模具设计与制造专业)

主 编	吴兆祥	高 枫
责任主审	李双义	
审 稿	于爱兵	倪为国

高等教育出版社

内容简介

本书是中等职业教育国家规划教材,是根据教育部2001年颁发的中等职业教育模具设计与制造专业教学指导方案中主干课程模具材料及表面处理教学基本要求编写的。本书主要包括:传统模具材料、新型模具材料,各类模具的工作条件、失效形式、性能要求、材料选用、热处理特点,模具表面处理以及典型模具的选材实训。本书充分反映了模具材料应用方面的新工艺、新技术,理论浅显,通俗易懂,实例较多,实用性较强。

本书可作为中等职业教育模具设计与制造专业教材,也可作为相关行业岗位培训教材或有关人员自学用书。

图书在版编目(CIP)数据

模具材料及表面处理/吴兆祥,高枫主编. —北京:高等教育出版社,2002.4

中等职业教育国家规划教材

ISBN 7-04-010386-9

I. 模… II. ①吴…②高… III. ①模具-材料-专业学校-教材 ②模具-热处理-专业学校-教材 ③模具-金属复层-专业学校-教材 IV. TG76

中国版本图书馆CIP数据核字(2001)第096403号

责任编辑 王瑞丽 封面设计 王 隼 责任绘图 朱 静
版式设计 马静如 责任校对 龙 静 责任印制 宋克学

模具材料及表面处理
主编 吴兆祥 高 枫

出版发行 高等教育出版社

社 址 北京市东城区沙滩后街55号

邮政编码 100009

电 话 010-64054588

传 真 010-64014048

网 址 <http://www.hep.edu.cn>
<http://www.hep.com.cn>

经 销 新华书店北京发行所

印 刷 北京地质印刷厂

开 本 787×1092 1/16

版 次 2002年4月第1版

印 张 7.75

印 次 2002年4月第1次印刷

字 数 180 000

定 价 9.60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

中等职业教育国家规划教材出版说明

为了贯彻《中共中央国务院关于深化教育改革全面推进素质教育的决定》精神，落实《面向 21 世纪教育振兴行动计划》中提出的职业教育课程改革和教材建设规划，根据教育部关于《中等职业教育国家规划教材申报、立项及管理意见》（教职成〔2001〕1 号）的精神，我们组织力量对实现中等职业教育培养目标和保证基本教学规格起保障作用的德育课程、文化基础课程、专业技术基础课程和 80 个重点建设专业主干课程的教材进行了规划和编写，从 2001 年秋季开学起，国家规划教材将陆续提供给各类中等职业学校选用。

国家规划教材是根据教育部最新颁布的德育课程、文化基础课程、专业技术基础课程和 80 个重点建设专业主干课程的教学大纲（课程教学基本要求）编写，并经全国中等职业教育教材审定委员会审定。新教材全面贯彻素质教育思想，从社会发展对高素质劳动者和中初级专门人才需要的实际出发，注重对学生的创新精神和实践能力的培养。新教材在理论体系、组织结构和阐述方法等方面均作了一些新的尝试。新教材实行一纲多本，努力为教材选用提供比较和选择，满足不同学制、不同专业和不同办学条件的教学需要。

希望各地、各部门积极推广和选用国家规划教材，并在使用过程中，注意总结经验，及时提出修改意见和建议，使之不断完善和提高。

教育部职业教育与成人教育司

二〇〇一年十月

前 言

本书是中等职业教育国家规划教材,是根据教育部 2001 年颁发的中等职业学校模具设计与制造专业教学指导方案中主干课程模具材料及表面处理教学基本要求编写的。

模具工业的迅速发展,对从事模具制造工作的人员要求愈来愈高,不仅需要了解模具的设计与制造,而且还要了解模具材料的选用及表面处理技术,只有这样才能保证制造的模具达到高质量、长寿命、低成本要求。为了适应这一需求的变化,为企业培养出实用型的模具专业的高素质劳动者,本书编写指导思想是突出实用性和实践能力的培养。为了贯彻这一思想,在教材编写过程中注重降低理论要求,精选传统内容,增加模具新材料的应用,引用大量生产实例,对新、旧材料使用性能作对比等。本教材结构上分为基础模块、选用模块和实训模块。基础模块内容深入浅出,实训模块内容联系生产实际,选用模块内容弹性较大,有利于不同教学方案的选用。

本书简明地介绍了广泛使用的传统模具材料和使用效果良好的新型模具材料,着重介绍了各类模具的工作条件、失效形式、性能要求、材料选用、热处理特点以及表面处理方法。本书内容较为先进,实例较多,条理清晰,好教易学,教学参考时数为 20~40 学时,书中带*号部分为选学内容。本书也可供从事模具制造的工程技术人员参考。

本书由芜湖机械学校吴兆祥、天津第一轻工业学校高枫主编,其中吴兆祥编写二、三、四章,高枫编写一、五章,天津第一轻工业学校张虹编写第六章。高等教育出版社聘请芜湖机械学校韩先实老师对全书进行了全面、认真地审阅,并给予重要的指导。

本书通过全国中等职业教育教材审定委员会审定,天津大学李双义教授担任责任主审,于爱兵、倪为国副教授审稿,他们对书稿提出了很多宝贵意见,在此一并表示衷心感谢。

由于水平有限,书中难免有不妥之处,恳请读者和教师批评指正。

编者

2001 年 11 月

目 录

第一章 模具材料概论	(1)
第一节 模具材料及表面处理的现状与发展	(1)
第二节 模具及模具材料分类	(2)
第三节 模具材料的主要性能指标	(3)
第四节 模具的失效形式和影响模具寿命的主要因素	(4)
复习思考题一	(9)
第二章 冷作模具材料	(10)
第一节 冷作模具的工作条件、失效形式及性能要求	(10)
第二节 冷作模具用钢	(12)
* 第三节 特殊用途冷作模具材料	(30)
第四节 冷作模具的选材及热处理特点	(33)
实训一 冷作模具材料选用	(42)
复习思考题二	(43)
第三章 热作模具材料	(44)
第一节 热作模具的工作条件、失效形式及性能要求	(44)
第二节 热作模具用钢	(45)
* 第三节 其他热作模具材料	(52)
第四节 热作模具的选材及热处理特点	(54)
实训二 热作模具材料选用	(65)
复习思考题三	(66)
第四章 塑料模具材料	(67)
第一节 塑料模具的工作条件、失效形式及性能要求	(67)
第二节 塑料模具用钢	(69)
* 第三节 其他塑料模具材料	(75)
第四节 塑料模具的选材及热处理特点	(77)
实训三 塑料模具材料选用	(84)
复习思考题四	(85)
* 第五章 玻璃、陶瓷模具材料	(86)
第一节 玻璃模具材料	(86)
第二节 陶瓷模具材料	(90)
复习思考题五	(92)
第六章 模具表面处理技术	(93)
第一节 表面化学热处理	(93)
第二节 涂镀技术	(102)

* 第三节 其他表面处理技术	(109)
复习思考题六	(111)
附录	(113)
参考文献	(116)

第一章 模具材料概论

第一节 模具材料及表面处理的现状与发展

一、模具材料及表面处理在模具工业中的地位

模具是一种重要的加工工艺装备。模具加工具有效率高、质量好、节约原材料、降低成本等优点，因而被广泛应用于机械工业生产的各个领域。模具的性能好坏、寿命长短，直接影响着产品的质量和经济效益，而模具材料与热处理以及表面处理是影响模具寿命诸因素中的主要因素。

现代模具的特点，一是产品覆盖面广，批量大。据统计，飞机、坦克、汽车、拖拉机、电机电器、仪器仪表等产品 60% 以上的零件，自行车、洗衣机、电冰箱、电风扇、照相机等产品 85% 以上的零件，都需要采用模具生产。由于产品的批量大，模具在提高经济效益方面起着关键的作用。二是模具生产影响到产品的开发、更新换代和发展速度。为了适应产品更新，必须转向多品种小批量产品的开发，这就需要快速、经济地制模。三是模具的成本占产品成本的 20% 左右，其使用寿命直接影响到产品成本。四是模具向大型化、复杂化、精密化和自动化发展。

由于上述特点，导致模具用量与日俱增，对其要求也越来越高。为了提高模具的使用寿命，降低成本，增加效益，这就要求合理选用模具材料，合理实施热处理和表面强化处理，大力推广应用新材料、新工艺和新技术。

二、国内模具材料及表面处理新技术的应用状况与发展

近年来，我国在模具材料的研制开发、热处理和表面强化处理技术方面已获得明显成效，主要有：

(1) 模具钢年产量已居世界前列。

(2) 研制了多种新型模具材料，其中以合金钢为主，如 HM1、HM3、LD、CH-1、RM2、012Al、CG2、65Nb、LM1、LM2、ER5、GM 等，此外还有 DT 钢结硬质合金、SMRT-86 合金铸铁、TZM 高温合金等，新材料的使用大大地提高了模具的使用寿命，如 ER5 钢制硅钢片冷冲模，比 Cr12MoV 钢制模具的平均寿命提高 2~5 倍；CH-1 钢制中厚板冲模的寿命比 T10A 钢制模具的寿命提高 3~5 倍；012Al 钢制热挤压模比 3Cr2W8V 钢制模具的寿命提高 3~5 倍。

(3) 广泛采用强韧化热处理新工艺。如冷作模具钢的低温淬火和微细化处理工艺；热作模具的双重淬火和中温回火（ $\leq 450\text{ }^{\circ}\text{C}$ ）处理等，都显著提高了模具的综合性能和使用寿命。

(4) 表面处理技术有了很大发展。除了传统的渗碳、渗氮、氮碳共渗、渗硼等表面处理技术被广泛应用外,还发展了多种涂覆技术。如热锻模应用 $\text{Ni}-\text{Co}-\text{ZrO}_2$ 复合电刷镀,可提高模具寿命 50%~200%;采用化学沉积 $\text{Ni}-\text{P}$ 复合涂层,硬度可达 78~80HRC,耐磨性相当于硬质合金,对于填充玻璃纤维的塑压模有很好的效果。采用化学气相沉积(CVD)、物理气相沉积(PVD)在各种模具上沉积 TiC 、 TiN 可有效地改善模具表面的抗粘着性和抗咬合性,延长了模具的使用寿命。

虽然我国在模具材料及表面处理技术方面有了较大进步,但同发达国家相比,模具材料的生产和使用水平还比较低,如模具钢系列化程度低;品种、规格还不能满足需要;模具钢的冶金质量不高以及新材料、新工艺和新技术应用不够广泛等。

第二节 模具及模具材料分类

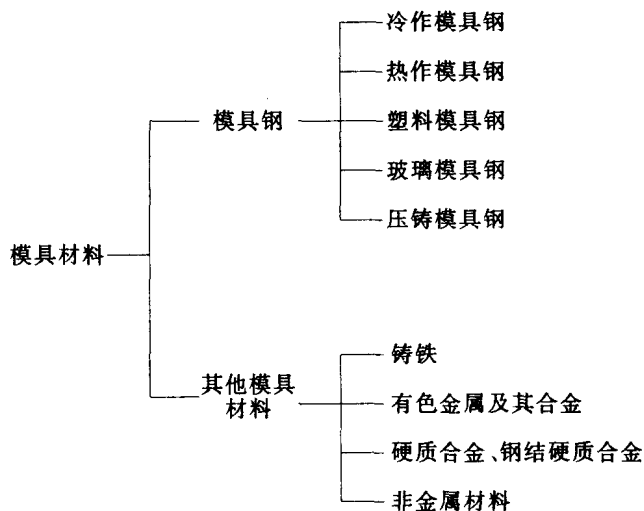
一、模具分类

为了便于模具材料的选用,一般按工作条件将模具分为三类。

- (1) 冷作模具 包括冲模、冷镦模、冷挤压模、拉深模、拉丝模、滚丝模、剪切模等。
- (2) 热作模具 包括锻模、热挤压模、热冲裁模、压铸模等。
- (3) 成形模具 包括塑料模、橡胶模、陶瓷模、玻璃模、粉末冶金模等。

二、模具材料分类

模具材料的品种繁多,分类方法也不尽相同。由于模具钢是制造模具的主要材料,一般将模具材料分类如下:



第三节 模具材料的主要性能指标

模具在现代工业中得到广泛应用。模具直接关系到产品的质量、性能、生产率及成本，而且模具的质量和使用寿命与制造模具的材料及工艺有着密切的关系。因此，需要了解模具材料的主要性能指标。

一、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。如冷作模具一般硬度在 52 ~ 60HRC 范围内，而热作模具硬度一般在 40 ~ 52HRC 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硬度来表示。

热硬性是指模具在受热或高温条件下保持高硬度的能力。多数热作模具和某些冷作模具，应具有一定的热硬性，才能满足模具的工作要求。

钢的硬度和热硬性主要决定于钢的化学成分、热处理工艺以及钢的表面处理工艺。

二、耐磨性

模具在工作中承受很大的摩擦，从而导致模具工作面磨损。所以，耐磨性能是衡量模具使用寿命的重要指标。

模具的磨损形式很复杂，主要有磨粒磨损、粘着磨损、氧化磨损和疲劳磨损等。如冷作模具的磨损形式通常是磨粒磨损和粘着磨损，而热作模具的磨损形式主要是氧化磨损。

磨损形式不同，影响耐磨性的因素也各不相同。一般情况下，主要的影响因素是硬度和组织。当冲击载荷较小时，耐磨性与硬度成正比关系；当冲击载荷较大时，表面硬度越高并非耐磨性愈好，超过一定的硬度值之后耐磨性反而下降。钢的组织中，铁素体的耐磨性最差、马氏体的耐磨性较好、下贝氏体的耐磨性最好。另外，碳化物的性质、数量和分布状态对耐磨性也有显著的影响。

三、强度和韧性

强度是衡量材料变形抗力和断裂抗力的性能指标。

评价冷作模具材料塑性变形抗力的性能指标主要是常温下的屈服点 σ_s 或 $\sigma_{r0.2}$ ；评价热作模具材料塑性变形抗力的指标为高温屈服点或高温屈服强度。当模具的工作应力超过模具材料的相应屈服点时，模具就会产生过量塑性变形而失效。

反映冷作模具材料的断裂抗力的性能指标是室温下的抗拉强度 σ_b 、抗压强度 σ_{bc} 和抗弯强度 σ_{bb} 等。反映热作模具材料的断裂抗力的性能指标除了抗拉强度等之外，还包括断裂韧性（即反映裂纹扩展的抗力指标），因为大多数热作模具的断裂属于表面热疲劳裂纹扩展所造成的

断裂。

韧性是材料在冲击载荷作用下抵抗产生裂纹的一种特性，反映了模具的脆断抗力，常用冲击韧度 α_k 来评定。冷作模具材料因多在高硬度状态下使用，在此状态下 α_k 值很小，很难相互比较，因而常根据静弯曲挠度的大小来比较其韧性的高低。工作时承受巨大冲击载荷的模具，须把冲击韧度作为一项重要的性能指标。

影响强度和韧性的主要因素有：材料的化学成分、冶金质量、晶粒大小、组织类型，碳化物的形状、数量、大小及分布。所以，根据模具的工作条件和性能要求，合理地选择模具钢的化学成分、组织状态及热处理工艺，就能够得到最佳的强韧性配合。

四、疲劳抗力

疲劳抗力是反映材料在交变载荷作用下抵抗疲劳破坏的性能指标。根据不同的应用场合，有疲劳强度和小能量多冲抗力等。对于热作模具，大多数在急冷急热条件下工作，必然发生不同程度的冷热疲劳，因此还要把冷热疲劳抗力作为热作模具材料的一项重要性能指标。

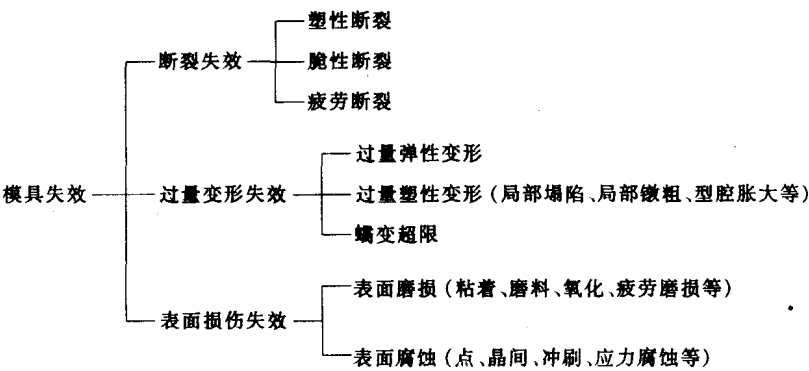
第四节 模具的失效形式和影响模具寿命的主要因素

一、模具的失效形式

模具失效是指模具工作部分发生严重磨损或损坏而不能用一般修复方法（刃磨、抛磨），使其重新工作的现象。在一般情况下，模具出现损伤后不会立即失效，只有当某种损伤发展到使模具生产出的产品成为废品时，模具才告失效，如热挤压冲头被镦粗变形冲裁模刃口崩刃或过度磨损等。

模具寿命是指模具自正常工作开始至工作失效期间内所能完成制件加工的次数。若模具在使用中需刃磨或翻修，则模具总寿命为在各次刃磨或翻修间隔内完成制件加工次数的总和。

模具的主要失效形式是断裂、过量变形、表面损伤和冷热疲劳。冷热疲劳主要出现于热作模具。其他三种失效形式在冷、热作模具上均可能出现，并按损伤的形态分类如下：



模具经常出现损伤的部位和形式如图 1-1 至图 1-3 所示。

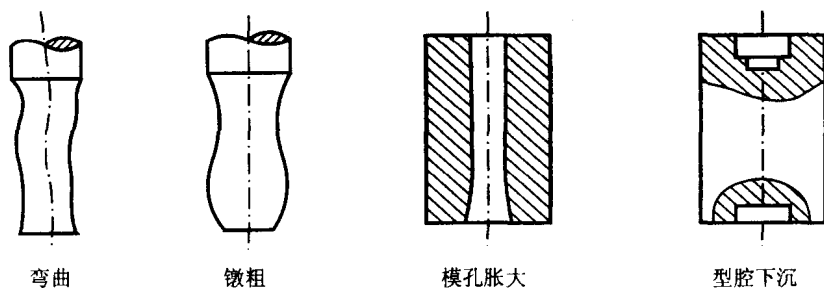


图 1-1 冲模的损伤形式

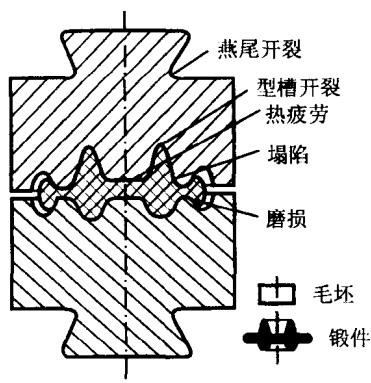


图 1-2 锻模损伤的部位和形式

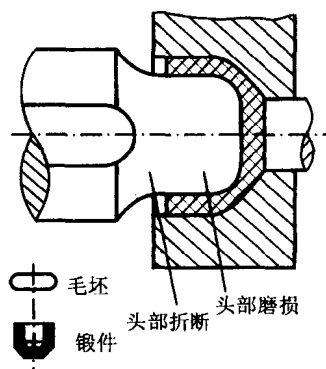


图 1-3 冷锻凸模损伤部位和形式

二、模具的失效分析

模具的失效分析是对已经失效的模具进行失效过程的分析，以探索并解释模具的失效原因。其分析结果可以为正确选择模具材料、合理制定模具制造工艺、优化模具结构设计以及为模具新材料的研制和新工艺的开发等提供有指导意义的数据，并且可预测模具在特定使用条件下的使用寿命。

模具失效分析的步骤一般是：生产现场调查、模具用材和制造工艺调查以及对模具进行失效分析。分析的内容主要有外观分析、断口分析、金相分析等。综合各方面的分析结果，可判断模具失效的原因以及影响失效过程的各种因素。

引起模具失效的原因很多，主要有：

- (1) 模具结构设计不合理引起的失效；
- (2) 模具材料质量差和选材不合理引起的失效；
- (3) 机械加工和热加工不当引起的失效；
- (4) 热处理和表面处理不当引起的失效；
- (5) 操作方法不正确引起的失效。

各类失效所占比例是：热处理为 52.2%；原材料为 17%；使用为 10%；机械加工为 8.9%；锻造为 7.8%；设计为 3.3%。

如图 1-4 所示的冷挤压凸模在使用中的失效以 R 处断裂和 D 处（工作带）磨损超差为

主, 占总失效的90%。经分析研究表明, R处的断裂是冲击疲劳所致(通过断口分析和冲击疲劳试验结果判定), 而D处的不均匀磨损则是由于该处表面硬度不足所造成。根据这些结果, 对结构设计加以优化(修改了R处的形状), 并在D处进行了表面强化处理, 从而使模具寿命比原来提高了一倍以上。

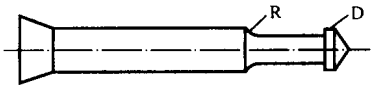


图 1-4 冷挤压凸模

三、影响模具寿命的主要因素

模具的使用寿命与模具的工作条件、设计与制造过程、热处理工艺、安装使用及维护有关, 因此要提高模具寿命, 需要采用能改善这些条件的相应措施。

(一) 模具结构设计对模具寿命的影响

1. 工作间隙的影响

冲模的工作间隙(冲头与凹模间的间隙)是主要的结构参数, 对模具刃口的应力大小以及其磨损速度有很大的影响。冲模的间隙有一个合理的数值, 间隙过大或过小, 都会加速磨损过程。间隙过小, 模具由于刃口迅速磨损而过早失效; 间隙过大, 模具由于刃口迅速塑性变形钝化而失效。三种不同间隙对冲裁过程的影响如图 1-5 所示。

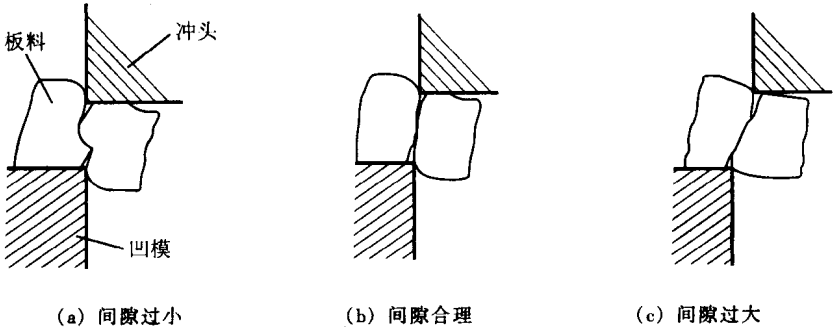


图 1-5 冲模的间隙对切断过程的影响

2. 模腔结构的影响

冷镦模、冷挤压模、锻模的工作条件是受载重, 冲击力强, 如采用整体式模腔易引起局部开裂或整体开裂, 而采用组合式模腔可以避免开裂现象。如冷镦滚子凹模, 采用组合式凹模后, 减少了常发生纵向劈裂或环形断裂等现象, 避免了模具早期断裂失效, 使模具寿命提高了4~5倍, 如图 1-6 所示。

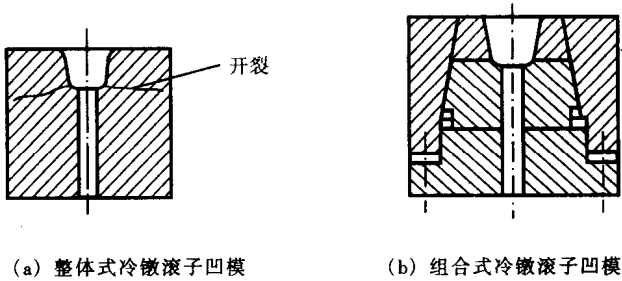


图 1-6 冷镦滚子凹模

3. 模腔过渡圆角半径 R 的影响

模腔大多含有过渡圆角。合理的过渡圆角半径 R 对模具寿命影响很大。如图 1-7 所示是冷挤凹模的金属入口处的形状和内径圆角半径 R 对模具寿命的影响。由此可见,圆角半径 R 越大,尺寸过渡越平缓,凹模寿命越长。热作模具圆角半径 R 对模具寿命的影响也具有同样的作用。

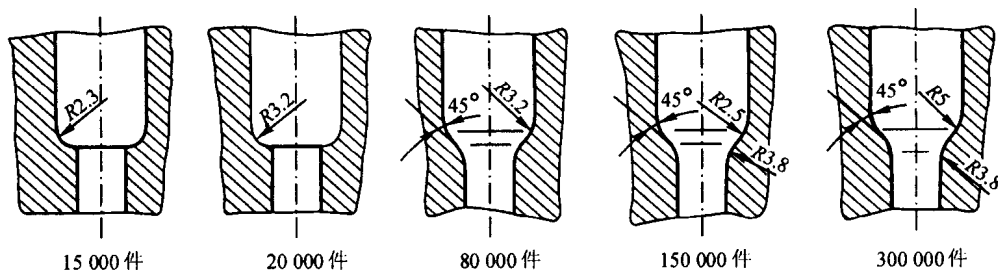


图 1-7 冷挤凹模的几何形状及尺寸对模具寿命的影响

4. 模具工作部位角度的影响

锤锻模、压铸模、塑料模等型腔模具的脱模斜度,对制件的脱模及模腔底部圆角处的应力状态有直接影响,其中锻模更加明显。例如,柴油机连杆锻模,当脱模斜度由 7° 改为 10° 后,模具寿命由 3 000 件提高到 5 000 件。

反挤压凸模端面设计有三种方案,如图 1-8 所示。图 1-8a、b 所示结构的凸模,其单位挤压力比图 1-8c 所示平端面凸模降低 20%。因此,前两种凸模的寿命高于后一种。如采用图 1-8b 所示的结构,其端面的倾斜角为 $9^\circ \sim 13^\circ$ 。角度过大,虽然可降低挤压力,但工作时容易因偏载而导致模具弯曲折断。

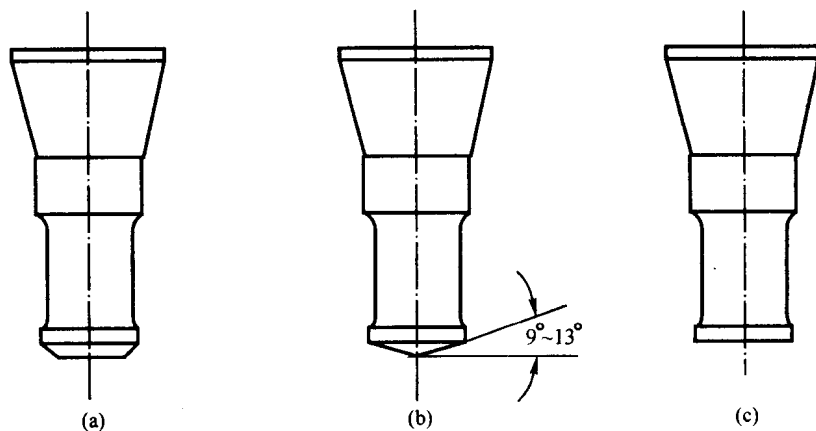


图 1-8 反挤压凸模结构对寿命的影响

与模具寿命有关的结构设计方面的因素是多种多样的,根据理论分析和模具使用的实际情况不断改进和优化结构设计,是提高模具寿命的最经济、最有效的办法。

(二) 模具制造质量对模具寿命的影响

1. 锻造工艺的影响

锻造在很大程度上影响模具的质量和使用寿命。通过合理锻造,在得到所需形状的模具毛

坯的同时，还可达到以下改善材料组织与性能的目的。

- (1) 焊合了气孔、疏松、微裂纹等，提高了致密度；
- (2) 改变了原材料中的流线方向，使模具中的流线分布合理；
- (3) 消除了碳化物的偏析，使大块碳化物破碎并均匀分布。

但如果锻造工艺不合理或操作不当，则得不到上述效果，还可能出现锻造裂纹、过热和过烧等缺陷。开裂或过烧的锻件必须报废，过热的锻件需经正火或退火处理。但若退火不充分，仍保留粗大晶粒，则模具在使用时易出现早期断裂。另外，如果模具中流线分布不合理，也会降低其断裂抗力。

2. 机械加工的影响

在进行机械切削加工时，需确保模具的表面粗糙度达到技术条件所规定的要求，如果在模具工作部位留有刀痕残迹，将有可能成为疲劳裂纹源。模具表面尺寸过渡处应光滑，圆角半径不能太小，否则工作时易在该处产生应力集中而诱发疲劳破坏。

模具在淬火、回火后一般都要进行磨削加工，以获得较低的表面粗糙度值。在模具型腔面进行磨削加工时，由于磨削工艺不当（进给量过大，冷却液供给不足，砂轮质量不合要求等），容易引起零件表面烧伤和磨削裂纹，这将严重降低模具的疲劳强度和断裂抗力，所以磨削时必须严格控制各项工艺参数，确保磨削获得高质量。

3. 电加工的影响

在模具制造中常用的电加工方法有电火花线切割、电火花成形加工等，主要用于模具形孔和型腔等的加工。加工时火花放电处的瞬时温度高，可达到 10 000 ℃ 以上，足以使该处的金属快速熔化甚至气化。熔化的金属快速凝固形成硬度很高的白亮层，称为电烧伤层。

电火花烧伤层中存在较大的内应力，当其厚度较大时会出现微裂纹，从而降低模具的韧性和断裂抗力，导致模具易发生早期开裂和表面剥落。因此，在模具进行电火花加工时应注意调整电参数，控制熔化层的厚度在 10 μm 以下。这样不但能大大减少不利因素，熔化层的高硬度还提高了模具的耐磨性。

对于经淬火硬化的模具，在电加工前应尽量设法降低其中的残余内应力，否则在加工过程中由于应力的重新分布而使模具变形或开裂。

（三）模具材料对模具寿命的影响

模具材料的成分、组织、质量及性能对模具的承载能力、使用寿命、加工精度、制造成本等均有很大影响。所以，在使用模具材料时应注意以下几个方面。

1. 模具材料的合理选用

选择模具材料需要综合考虑，不仅要考虑制件的材质、尺寸、精度要求，模具的类别、结构和型腔的复杂程度，还要考虑模具的生产批量，质量、寿命要求和被选用材料的性能特点。表 1-1 是按生产批量选材的实例，可以看出，同是冲裁软钢薄板，由于生产批量不同，冲裁模的选材差异是很大的，充分体现了选材合理性的要求。

2. 合理确定模具工作硬度

模具的工作硬度是最重要的技术要求。这是因为硬度指标与材料的其他力学性能指标密切相关。经验表明，模具的早期失效大多数是由于硬度过高而断裂，少数是由于硬度过低而变形、磨损。因而，在一定条件下存在着模具工作硬度的最佳值。

表 1-1 薄钢板冲裁模具材料选用表

被冲件材料	生 产 批 量						
	< 100 件	< 1 000 件	< 10 000 件	< 10 万件	< 50 万件	< 100 万件	> 100 万件
软 态 低碳钢板 (厚度小于 1 mm)		冲头: 50 钢 凹模: 锌合金	T10A	T10A 9Mn2V	MnCrWV	Cr12MoV	硬质合金 YG15、YG20 GT35
普通级 低碳钢板 (厚度小于 1 mm)	锌合金	普通铸铁	普通铸铁	合金铸铁		Cr12MoV Cr6WV	

3. 模具材料的冶金质量

模具钢的冶金质量对模具的失效形式和使用寿命有很大的影响。钢中的非金属夹杂物自身的强度和塑性很低, 容易形成裂纹源, 引起模具早期断裂失效。钢中碳化物的数量过多, 形状、尺寸及分布不理想, 将严重降低钢的冲击韧性及断裂抗力, 引起模具的崩块、折断、劈裂等。中心疏松及白点, 将降低钢的抗压强度, 易发生模具工作面凹陷和淬火开裂。

因此, 在选择材料时要严格按照材料的技术条件和标准选购, 以减少钢中的夹杂物。

4. 模具材料的热处理及表面处理

在模具结构、材料和使用条件不变的情况下, 保证热处理质量, 采用最佳的热处理工艺和表面强化处理技术是充分发挥模具材料潜力、提高模具使用寿命的关键。如果热处理工艺不合理或者操作不当而引起热处理缺陷, 则会严重损害模具的使用性能, 并导致模具的早期失效。

(四) 模具使用对模具寿命的影响

模具在使用过程中, 有许多因素影响模具的使用寿命。

(1) 锻压设备的特性 如压力机精度和刚度的影响, 精度低, 刚性差, 将加速模具的磨损。

(2) 模具的安装和使用条件 如模具安装精度高, 正确选用润滑剂, 对热作模具采用适当的冷却措施等, 都可有效地提高模具的使用寿命。

(3) 模具的正确操作与维护 如热作模具在工作前的预热、中途停工时的保温, 可以防止热应力引起的开裂, 有些模具使用中积累了很大的内应力, 应进行中间去应力退火, 以提高模具的寿命。

(4) 模具入库的防锈处理, 及时修磨, 也可以延长模具的使用寿命。

复习思考题一

- 1-1 模具和模具材料一般可以分为哪几类?
- 1-2 模具材料的主要性能指标有哪几种? 简述模具钢的硬度和耐磨性的关系。
- 1-3 什么是热硬性? 什么是冷疲劳? 试举例说明其对模具寿命的影响。
- 1-4 模具失效的主要原因有哪几方面?
- 1-5 改进和优化模具结构设计的最基本作用是什么? 举例说明其作用对模具寿命的影响。
- 1-6 简述模具材料对模具寿命的影响, 并举例说明。
- 1-7 简述模具表面处理对模具寿命的影响, 并举例说明。
- 1-8 正确使用和维护模具应注意哪些方面?

第二章 冷作模具材料

目前,使用最多的冷作模具材料是冷作模具钢和硬质合金。本章将着重介绍这两类中传统的和新近研制的主要模具材料的特性、热处理方法、应用范围以及冷作模具的材料选用。

第一节 冷作模具的工作条件、失效形式及性能要求

一、冲裁模

冲裁模主要用于各种板料的冲切成形,按其功能不同可分为落料模、冲孔模、切边模等。

1. 工作条件及主要失效形式

冲裁模的工作部位是刃口。冲裁时,刃口部受到弯曲和剪切力的作用,还要受到冲击。同时,板料与刃口部位产生强烈的摩擦。

冲裁模的正常失效形式主要是磨损,刃口由锋利变圆钝。磨损达到一定程度,会使冲裁件产生毛刺,为此,生产中常用磨削的方法使刃口重新锋利。经过多次磨刃,凸模变短,凹模变薄,直至无法工作而失效。除此之外,还可能由于模具安装调试不当,冲裁时操作不规范或热处理不当等造成崩刃和凸模折断等非正常失效。

2. 性能要求

依据上述分析,冲裁模的主要性能要求是高的硬度和耐磨性,足够的抗压、抗弯强度和适当的韧性。由于被冲板料厚度不同,对其性能要求有所差异。对于薄板冲裁模(板厚 ≤ 1.5 mm),以高耐磨性、高精度要求为主;对于厚板冲裁模(板厚 > 1.5 mm),除需要高耐磨性外,还应具有良好的强韧性。模具的功能不同,对模具的性能要求也不同。表2-1列出了不同冲裁模的硬度要求,供选材和制定热处理工艺时参考。

表 2-1 冲裁模的硬度要求

HRC

名 称	单式、复式 硅钢片冲模	级进式 硅钢片冲模	薄钢板 冲模	厚钢板 冲模	修边模	剪刀	$\phi 5$ mm 以 下的小冲头
凸模	58 ~ 62	56 ~ 60	56 ~ 60	56 ~ 58	50 ~ 55	52 ~ 56	54 ~ 58
凹模	58 ~ 62	57 ~ 61	56 ~ 60	56 ~ 58	50 ~ 55	—	—

二、冷镦模

冷镦模是使金属棒料在模具型腔内冷变形成形的模具,主要用于紧固件、滚动轴承、滚子链条、汽车零件的成形。