



普通高等教育规划教材

模具材料

高为国 主编

76
52



机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS

普通高等教育规划教材

模 具 材 料

主 编	高为国	
副主编	楼 易	郭明康
参 编	郝晨声	翟红雁
	林文松	马红萍
主 审	刘舜尧	

机 械 工 业 出 版 社

本书是由普通高等教育应用型本科材料成形与控制工程专业（模具方向）规划教材编审委员会组织编写的系列教材之一。全书共七章，包括：模具失效与使用寿命；模具材料概述；冷作模具材料及热处理；热作模具材料及热处理；塑料模具材料及热处理；其他模具材料及热处理；模具表面处理技术。全书力求理论联系实际，系统介绍各类模具的失效及使用寿命、常用模具材料的专业知识和热处理工艺、模具的常用表面处理技术等内容，突出国内外模具方面的新材料、新工艺、新技术。书中内容丰富，实用性强，反映了近年来国内外在模具方面的研究成果和主要发展方向。

本书可作为普通高等教育应用型本科材料成形与控制工程专业（模具方向）的教材，也可供从事模具设计、制造、热处理等工作的有关工程技术人员参考。

图书在版编目（CIP）数据

模具材料/高为国主编. —北京：机械工业出版社，2004.2
普通高等教育规划教材
ISBN 7-111-13806-6

I. 模... II. 高... III. 模具—材料—高等学校—教材
IV. TG76

中国版本图书馆 CIP 数据核字（2003）第 127236 号

机械工业出版社（北京市百万庄大街 22 号 邮政编码 100037）
责任编辑：冯春生 版式设计：冉晓华 责任校对：张 媛
封面设计：陈 沛 责任印制：路 琳
北京机工印刷厂印刷·新华书店北京发行所发行
2004 年 2 月第 1 版·第 1 次印刷
1000mm×1400mm B5·5.25 印张·200 千字
定价：14.00 元

凡购本书，如有缺页、倒页、脱页，由本社发行部调换
本社购书热线电话（010）68993821、88379646
封面无防伪标均为盗版

普通高等教育应用型人才培养规划教材 编审委员会名单

主 任：刘国荣 湖南工程学院
副主任：左健民 南京工程学院
陈力华 上海工程技术大学
鲍 泓 北京联合大学
王文斌 机械工业出版社

委 员：(按姓氏笔画排序)
任淑淳 上海应用技术学院
何一鸣 常州工学院
陈文哲 福建工程学院
陈志强 华北航天工业学院
陈 峻 扬州大学
苏 群 黑龙江工程学院
娄炳林 湖南工程学院
梁景凯 哈尔滨工业大学(威海)
童幸生 江汉大学

材料成形及控制工程专业教材编委会

主 任：计伟志 上海工程技术大学

副主任：李 尧 江汉大学

王卫卫 哈尔滨工业大学（威海）

委 员：（按姓氏笔画排序）

齐晓杰 黑龙江工程学院

肖小亭 广东工业大学

张 旭 湖南工程学院

周述积 湖北汽车工业学院

胡礼木 陕西理工学院

施于庆 浙江科技学院

贾俐俐 南京工程学院

翁其金 福建工程学院

傅建军 华北航天工业学院

序

工程科学技术在推动人类文明的进步中一直起着发动机的作用。随着知识经济时代的到来,科学技术突飞猛进,国际竞争日趋激烈。特别是随着经济全球化和我国加入 WTO,世界制造业将逐步向我国转移。有人认为,我国将成为世界的“制造中心”。有鉴于此,工程教育的发展也因此面临着新的机遇和挑战。

迄今为止,我国高等工程教育已为经济战线培养了数百万专门人才,为经济的发展作出了巨大的贡献。但据 IMD1998 年的调查,我国“人才市场上是否有充足的合格工程师”指标排名世界第 36 位,与我国科技人员总数排名世界第一形成很大的反差。这说明符合企业需要的工程技术人员特别是工程应用型人才市场供给不足。在此形势下,国家教育部近年来批准组建了一批以培养工程应用型本科人才为主的高等院校,并于 2001、2002 年两次举办了“应用型本科人才培养模式研讨会”,对工程应用型本科教育的办学思想和发展定位作了初步探讨。本系列教材就是在这种形势下组织编写的,以适应经济、社会发展对工程教育的新要求,满足高素质、强能力的工程应用型本科人才培养的需要。

航天工程的先驱、美国加州理工学院的马·卡门教授有句名言:“科学家研究已有的世界,工程师创造未有的世界。”科学在于探索客观世界中存在的客观规律,所以科学强调分析,强调结论的惟一性。工程是人们综合应用科学(包括自然科学、技术科学和社会科学)理论和技术手段去改造客观世界的实践活动,所以它强调综合,强调方案优缺点的比较并做出论证和判断。这就是科学与工程的主要不同之处。这也就要求我们对工程应用型人才的培养和对科学研究型人才的培养应实施不同的培养方案,采用不同的培养模式,采用具有不同特点的教材。然而,我国目前的工程教育没有注意到这一点,而是:①过分侧重工程科学(分析)方面,轻视了工程实际训练方面,重理论,轻实践,没有足够的工程实践训练,工程教育的“学术化”倾向形成了“课题训练”的偏软现象,导致学生动手能力差。②人才培养模式、规格比较单一,课程结构不合理,知识面过窄,导致知识结构单一,所学知识中有一些内容已陈旧,交叉学科、信息学科的内容知之甚少,人文社会科学知识薄弱,学生创新能力不强。③教材单一,注重工程的科学分析,轻视工程实践能力的培养;注重理论知识的传授,轻视学生个性特别是创新精神的培养;注重教材的系统性和完整性,造成课程方面的相互重复、脱节等现象;缺乏工程应用背景,



存在内容陈旧的现象。④老师缺乏工程实践经验,自身缺乏“工程训练”。⑤工程教育在实践中与经济、产业的联系不密切。要使我国工程教育适应经济、社会的发展,培养更多优秀的工程技术人才,我们必须努力改革。

组织编写本套系列教材,目的在于改革传统的高等工程教育教材,建设一套富有特色、有利于应用型人才培养的本科教材,满足工程应用型人才的要求。

本套系列教材的建设原则是:

1. 保证基础, 确保后劲

科技的发展,要求工程技术人员必须具备终生学习的能力。为此,从内容安排上,保证学生有较厚实的基础,满足本科教学的基本要求,使学生日后具有较强的发展后劲。

2. 突出特色, 强化应用

围绕培养目标,以工程应用为背景,通过理论与工程实际相结合,构建工程应用型本科教育系列教材特色。本套系列教材的内容、结构遵循如下9字方针:知识新、结构新、重应用。教材内容的要求概括为:“精”、“新”、“广”、“用”。“精”指在融会贯通教学内容的基础上,挑选出最基本的内容、方法及典型应用;“新”指在将本学科前沿的新进展和有关的技术进步新成果、新应用等纳入教学内容,以适应科学技术发展的需要。妥善处理好传统内容的继承与现代内容的引进。用现代的思想、观点和方法重新认识基础内容和引入现代科技的新内容,并将这些按新的教学系统重新组织;“广”指在保持本学科基本体系下,处理好与相邻以及交叉学科的关系;“用”指注重理论与实际融会贯通,特别是注入工程意识,包括经济、质量、环境等诸多因素对工程的影响。

3. 抓住重点、合理配套

工程应用型本科教育系列教材的重点是专业课(专业基础课、专业课)教材的建设,并做好与理论课教材建设同步的实践教材的建设,力争做好与之配套的电子教材的建设。

4. 精选编者, 确保质量

遴选一批既具有丰富的工程实践经验,又具有丰富的教学实践经验的教师担任编写任务,以确保教材质量。

我们相信,本套系列教材的出版,对我国工程应用型人才质量提高,必将产生积极作用,会为我国经济建设和社会发展作出一定的贡献。

机械工业出版社颇具魄力和眼光,高瞻远瞩,及时提出并组织编写这套系列教材,他们为编好这套系列教材做了认真细致的工作,并为该套系列教材的出版提供了许多有利的条件,在此深表衷心感谢!

编委会主任 刘国荣教授
湖南工程学院院长

前 言

本书是根据 2003 年 1 月普通高等教育应用型本科材料成形与控制工程专业（模具方向）规划教材编审委员会上海教材研讨会所拟订的大纲编写的。本书可作为普通高等教育应用型本科材料成形与控制工程专业教材，也可供从事模具设计、制造、热处理等工作的有关工程技术人员参考。

随着我国模具工业的迅速发展，对模具的需求量日益扩大，对模具质量、使用寿命的要求也越来越高。合理地选择模具材料、制定正确的热处理工艺、选取适当的表面处理方法、研究和开发新型模具材料等都是十分必要的。而作为普通高等教育应用型本科材料成形与控制工程专业（模具方向），更应该注意理论与实际的结合，加强工程实践能力的培养。随着模具材料和热处理工艺的发展，涌现出了许多新材料、新工艺、新技术，独立设置“模具材料”课程，既符合目前普通高等教育应用型本科材料成形与控制工程专业的教学需要，又充分体现了对普通高等教育应用型本科教学内容“厚基础、宽口径、重应用”的实际要求。

本书共分为七章，分别介绍了模具失效与使用寿命；模具材料概述；冷作模具材料及热处理；热作模具材料及热处理；塑料模具材料及热处理；其他模具材料及热处理；模具表面处理技术等内容。书中所含内容丰富，文字表达通俗易懂，深入浅出，实用性强，集中反映了近年来国内外模具材料、热处理工艺及表面处理技术方面的研究和应用成果。

参加本书编写的有湖南工程学院高为国（绪论、第一章）、浙江科技学院马红萍（第二章）、江汉大学郭明康（第三章）、浙江科技学院楼易（第四章）、黑龙江工程学院郝展声（第五章）、上海工程技术大学林文松（第六章）、华北航天工业学院翟红雁（第七章）。全书由高为国主编，楼易、郭明康副主编，中南大学刘舜尧教授主审。

本书是普通高等教育应用型本科材料成形与控制工程专业“模具材料”专业课的规划教材，在编写过程中充分吸收了国内多所高等院校近年来的教学经验，得到了众多兄弟院校的大力支持和帮助，在此表示衷心的感谢。

由于作者的编写水平和实践经验有限，书中缺点和不当之处在所难免，敬请有关专家和广大读者批评指正。

编 者

目 录

序

前言

绪论	1
一、模具材料的作用和地位	1
二、模具材料的应用与发展	1
三、本课程的性质、教学目标和基本要求	2
 第一章 模具失效与使用寿命	4
第一节 模具的失效分析	4
一、模具的损伤与失效	4
二、模具失效的分类	5
三、模具的失效机理分析	5
四、模具的失效分析过程	12
第二节 典型模具的服役条件及失效形式	14
一、冷作模具的服役条件及失效形式	14
二、热作模具的服役条件及失效形式	16
三、塑料模具的服役条件及失效形式	18
第三节 模具的使用寿命及其影响因素	19
一、模具结构对使用寿命的影响	20
二、模具工作条件对使用寿命的影响	22
三、模具材料对使用寿命的影响	22
四、模具热处理与表面强化对使用寿命的 影响	23



五、模具制造工艺对使用寿命的影响	24
习题与思考题	25
第二章 模具材料概述	26
第一节 模具材料的分类	26
一、冷作模具材料	26
二、热作模具材料	27
三、塑料模具材料	27
四、其他模具材料	28
第二节 模具材料的性能、选用与发展	29
一、模具材料的性能要求	29
二、模具材料的选用原则	32
三、模具材料的发展趋势	40
习题与思考题	42
第三章 冷作模具材料及热处理	43
第一节 冷作模具材料的主要性能要求	43
一、冷作模具材料的使用性能要求	43
二、冷作模具材料的工艺性能要求	45
三、冷作模具材料的内部冶金质量要求	46
第二节 冷作模具材料及热处理	47
一、低淬透性冷作模具钢及热处理	49
二、低变形冷作模具钢及热处理	50
三、高耐磨微变形冷作模具钢及热处理	52
四、高强度高耐磨冷作模具钢及热处理	55
五、高强韧性冷作模具钢及热处理	56
六、抗冲击冷作模具钢及热处理	58
七、特殊冷作模具钢及热处理	60
八、硬质合金模具材料及热处理	60
第三节 冷作模具材料及热处理工艺的选用	
实例	62
一、螺母冲孔模及热处理	62
二、冷挤压凸模及热处理	63
三、采用线切割加工成形凹模及热处理	63



四、不锈钢表壳冷挤压模及热处理	64
习题与思考题	65
第四章 热作模具材料及热处理	66
第一节 热作模具材料的主要性能要求	66
一、热作模具材料的使用性能要求	66
二、热作模具材料的工艺性能要求	67
第二节 热作模具材料及热处理	68
一、低耐热高韧性热作模具钢及热处理	68
二、中耐热韧性热作模具钢及热处理	72
三、高耐热热作模具钢及热处理	75
四、特殊用途的热作模具钢及热处理	80
第三节 热作模具材料及热处理工艺的选用实例	83
一、热锻模具钢选用及热处理工艺	83
二、热挤压模具钢选用及表面处理	85
三、热切边模、热锻模用钢及热处理工艺	85
四、压铸模具材料及热处理工艺	87
习题与思考题	89
第五章 塑料模具材料及热处理	90
第一节 塑料模具材料的主要性能要求	90
一、塑料模具材料的使用性能要求	90
二、塑料模具材料的工艺性能要求	93
第二节 塑料模具材料及热处理	94
一、渗碳型塑料模具钢及热处理	96
二、预硬型塑料模具钢及热处理	97
三、整体淬硬型塑料模具钢及热处理	100
四、时效硬化型塑料模具钢及热处理	100
五、耐蚀型塑料模具钢及热处理	103
六、其他塑料模具材料及热处理	105
第三节 塑料模具材料及热处理工艺的选用	
实例	106
一、塑料模具材料的选用原则	106
二、塑料模具材料及热处理工艺实例	108
习题与思考题	112



第六章 其他模具材料及热处理	114
第一节 玻璃模具材料及热处理	114
一、玻璃材料与玻璃制品概述	114
二、玻璃模具的服役条件和失效形式	115
三、玻璃模具材料的性能要求和类型	116
四、玻璃模具材料的热处理	118
五、玻璃模具材料及热处理工艺的选用实例	120
第二节 陶瓷模具材料及热处理	123
一、陶瓷材料与成型方法概述	123
二、陶瓷模具材料的服役条件、类型及热 处理工艺	124
习题与思考题	126
第七章 模具表面处理技术	127
第一节 模具表面处理技术概述	127
第二节 模具表面的化学热处理技术	128
一、渗碳	128
二、渗氮	129
三、气体碳氮共渗和氮碳共渗	130
四、渗硼	131
五、渗金属	133
第三节 模具表面的涂镀技术	136
一、电镀	136
二、电刷镀	138
三、化学镀	140
四、热浸镀	141
第四节 模具表面的气相沉积技术	142
一、化学气相沉积 (CVD)	142
二、物理气相沉积 (PVD)	145
第五节 模具表面的其他处理技术	148
一、热喷涂	148
二、激光表面处理	149
三、电子束表面处理	151
四、离子注入	152
习题与思考题	153
参考文献	154

绪 论

一、模具材料的作用和地位

模具是材料成形加工中的重要工艺装备,是机械、电子、轻工、国防等工业生产的重要基础之一。利用模具可以实现少、无切削加工,从而提高生产效率、降低成本。由于模具成形具有高产、优质、低消耗等特点,因而其应用十分广泛。其中占飞机、汽车、拖拉机、机电产品成形加工的 60%~70%;占家电产品、塑料制品成形加工的 80%~90%。

随着模具工业的迅速发展,对模具的使用寿命、加工精度等提出了更高的要求。模具材料性能的好坏和使用寿命的长短,将直接影响加工产品的质量和生产的经济效益。而模具材料的种类、热处理工艺、表面处理技术是影响模具使用寿命的极其重要的因素,所以世界各国都在不断地研究和开发新型模具材料、改进模具的热处理工艺、选用适当的表面处理技术、合理地设计模具结构、加强对模具的维护等措施,来稳定和提高模具的使用寿命,防止模具的早期失效。

模具材料的使用性能将直接影响模具的质量和使用寿命。模具材料的工艺性能将主要影响模具加工的难易程度、加工质量和生产成本。为此,应合理选择模具材料,改进热处理工艺和表面处理工艺,大力推广模具生产中的新材料、新工艺和新技术。

二、模具材料的应用与发展

在建国以来的 50 多年中,我国的模具工业发展迅速,现已成为独立的工业体系,特别是 1989 年国务院在《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”以来,在模具材料的研制与开发、模具的热处理工艺、模具的表面处理技术等各方面都取得了巨大的成就。目前,我国的模具钢产量已跃居世界前列,基本满足了模具制造业的需要,已逐步发展成为国民经济中重要的基础工业。

在冷作模具钢方面开发出了一批性能优良的新钢种,如 6Cr4W3Mo2VNb (65Nb)、6CrNiSiMnMoV (GD)、7Cr7Mo2V2Si (LD)、9Cr6W3Mo2V2 (GM)、Cr8MoWV3Si (ER5) 钢等。这些钢具有较高的强韧性、耐磨性以及良好的综合工艺性能,可用于冷挤压模、冷镦模、冷冲模、切边模等冷作模具,并使其使用



寿命成倍提高。

在热作模具钢方面,结合我国矿产资源研制和开发了 3Cr3Mo3W2V (HM1)、3Cr3Mo3VNb (HM3)、5Cr2W5Mo2V (RM2)、4Cr3Mo3W4VNB (GR)、4Cr5MoSiV1 (H13)、4Cr3Mo2NiVNbB (HD)、5Cr4Mo3SiMnVAI (012Al)、6Cr4Mo3Ni2WV (CG-2) 钢等。这些钢具有高的热稳定性、高温强度、耐磨性及抗热疲劳性,常用于制造热挤压模、热锻模、热冲压模、热镦模、压铸模等,其使用寿命比 5CrNiMo 和 5CrMnMo 钢提高数倍。

在塑料模具钢方面,相继开发了 Y55CrNiMnMoV (SM1)、Y20CrNi3AlMnMo (SM2)、5NiSCa、06Ni6CrMoVTiAl (06Ni)、25CrNi3MoAl、0Cr16Ni4Cu3Nb (PCR)、10Ni3MnCuAlMo (PMS) 钢等。这些钢具有适当的强韧性,热处理工艺简单,变形小,易于切削加工,常用于挤塑模、压塑模、注射模、吹塑模等模具的生产。

用于制造模具的普通硬质合金和钢结硬质合金材料正在走向成熟,目前已在冷冲裁模、拉丝模、冷镦模、无磁模等模具上广泛应用。与传统模具材料相比,其使用寿命大幅度提高。如采用钢结硬质合金制造的 M12 冷镦模,使用寿命在 100 万次以上;采用普通硬质合金材料制造的硅钢片高速冷冲裁模,使用寿命可达上亿次。

在模具的表面处理技术上也有了很大的发展,除了有传统的渗碳、渗氮、氮碳共渗、渗硫、渗硼、渗金属等工艺被广泛使用外,还发展了气相沉积技术、热喷涂技术、激光表面处理技术、离子注入技术、电子束表面处理技术等,有效地提高了模具的性能和使用寿命。

虽然我国的模具材料和模具表面处理技术有了较大发展,但与发达国家相比仍存在着一定的差距,模具材料的生产和使用水平还有待提高。

我国模具材料及其处理技术的发展前景十分广阔。应积极开发和引进高性能的新型模具材料,增加模具钢材的品种、规格,形成符合我国资源情况的系列化和标准化的模具材料,以满足不同模具的使用性能和寿命的要求;重视模具的设计、选材、加工、处理、检验等全过程控制,不断降低生产成本,提高经济效益;加强对模具的新技术、新材料、新工艺的研究,发展模具的成套加工精密设备,提高模具生产的整体水平。

三、本课程的性质、教学目标和基本要求

模具材料是普通高等教育应用型本科材料成形与控制工程专业(模具方向)的一门专业课程,虽然学生已经学过一些工程材料方面的知识,对材料及热处理、材料成形加工等有了初步的了解,但缺少对模具选材、加工等综合分析方法的训练,缺少模具新材料、新工艺、新技术方面的知识,与模具设计、制造工艺



之间的联系不够紧密；同时，由于模具材料种类繁多，性能各异，模具的使用性能和使用寿命都与合理选择模具材料、确定合适的热处理工艺、采用适当的表面处理技术等密切相关。因此，编写该教材的目的，就是使学生能够较全面地了解各种模具材料的性能、热处理工艺、表面处理技术，并且根据模具的具体服役条件、模具结构合理地选择模具材料、正确地制定模具的生产工艺，从而提高模具的使用寿命，降低生产成本，提高产品的经济效益。

通过本课程的学习，希望学生能达到如下基本要求：

- 1) 了解常见模具的失效分析方法。
- 2) 熟悉常用的模具材料、热处理工艺及模具的表面处理技术。
- 3) 明确模具材料、热处理工艺及表面处理技术与模具使用性能、使用寿命、生产成本、经济效益之间的关系。
- 4) 掌握常用的冷作模具材料、热作模具材料、塑料模具材料以及其他模具材料的牌号、主要成分、性能特点、工艺特点、主要用途等，并能合理地选择模具材料及热处理方法。
- 5) 熟悉各类常见的模具表面处理方法，并能进行合理选用。

模具材料课程的理论性和实践性都很强，而钢的热处理原理与工艺、合金钢等知识是其重要的理论基础。因此，在学习模具材料课程时，应紧密结合以上两部分内容进行深入学习。其次，还应注意实践知识的学习，尽可能参观一些模具的生产和使用厂家，增加专业感性认识。同时将模具材料与其他相关的专业课程结合起来，认真分析模具的生产工艺、设计方法、失效形式及原因等，以便更好地学习好本门课程。

第一章 模具失效与使用寿命

模具失效是指模具丧失正常的使用功能，不能通过一般的修复方法（如刃磨、抛磨等）使其重新服役的现象。模具失效既有达到预定寿命的正常失效，也有远低于预定寿命的非正常失效（早期失效）。正常失效比较安全，而非正常失效则不然，常常造成人身或设备的恶性事故，并造成经济上的损失，因此应尽量避免。通过对模具失效进行分析，找出模具失效的具体原因，则可以采取相应的措施加以改进，以提高模具的使用寿命。

模具使用寿命（也称为模具正常寿命）是指模具在正常失效前生产出的合格产品的数目，若其在使用过程中经过多次修模，则模具的使用寿命为首次寿命与各次修模寿命的总和。模具寿命是在一定时期内模具材料性能、模具设计与制造、模具热处理工艺、模具使用与维护等各项指标的综合体现，在一定程度上反映了一个国家或地区的冶金、机械制造等工业水平。

第一节 模具的失效分析

要研究模具的失效问题，就要了解各类模具的服役条件和失效形式，以便分析其失效原因，合理地选择模具材料，改进模具的设计、加工和热处理工艺，提出预防或推迟失效的措施，不断提高模具的使用寿命。

一、模具的损伤与失效

模具在服役中产生过量塑性变形、表面损伤、开裂与断裂、冷热疲劳、腐蚀等损伤破坏后，将会失去原有功能，以致不能正常服役，这些现象均称为失效。如冷冲裁模刃口的过度磨损或崩刃；热挤压冲头的镦粗变形；热锻模出现冷热疲劳裂纹等。

模具的失效一般都存在一个变化过程，如断裂失效就可能经历表面产生缺陷、表面微裂纹、裂纹扩展、最后断裂的变化过程。模具在使用过程中，出现变形、微裂纹、腐蚀等现象但没有立即丧失服役能力的现象称为模具损伤。模具在工作时，不同部位承受不同的作用力和不同的温度变化，可能同时出现多种不同的损伤形式，各种损伤形式之间又会相互渗透、相互促进、不断累积。例如，磨



损伤沟痕可成为疲劳裂纹的萌生之处, 加快疲劳裂纹的萌生速度, 若磨损沟痕深而尖, 则其本身可成为一次断裂的起裂点; 在模具表面出现冷热疲劳裂纹后, 表面粗糙度严重恶化, 会进一步加剧模具的磨损; 此外, 在冷热疲劳裂纹的底部, 会由于应力集中的出现而加速机械疲劳裂纹的萌生, 加速疲劳断裂。显然, 损伤是模具破坏的起源, 损伤的累积可导致模具的失效。

模具的失效一般可分为非正常失效(也称早期失效)和正常失效两类。模具未达到一定工业技术水平公认的使用寿命而产生的失效称为非正常失效或早期失效, 非正常失效发生在模具使用的初期, 主要是由模具设计和制造过程中的缺陷引起的, 失效出现的几率很高, 且随着模具使用期限的延长而迅速降低。

模具使用一定期限后, 由缓慢塑性变形、均匀的磨损或疲劳破坏而出现的失效称为正常失效。模具经过使用初期的考验后即进入正常的使用阶段。在理想的情况下, 模具未达到正常使用寿命就不会发生失效。但由于工作条件的变化、操作者的使用水平、管理者的失误等原因而造成的某些损伤, 也将导致模具的失效, 但这种失效的几率很低。在模具经过了长期使用后, 由于使用损伤的大量累积, 致使模具发生失效, 即达到了模具的使用寿命极限。在模具的使用过程中, 注意做好经常性的检查、维护和保养工作, 可有效地推迟正常失效的到来, 有助于提高模具的使用寿命。

二、模具失效的分类

模具失效是模具在使用过程中所出现的一种正常现象, 但由于人们研究模具失效的目的不同, 对模具失效的分类方法也有所不同, 除了前面已经提到的非正常失效和正常失效以外, 还有以下常见的分类方法。

1. 过量变形失效 主要包括过量弹性变形失效、过量塑性变形(如局部塌陷、局部墩粗、型腔涨大等)失效、蠕变超限等。

2. 表面损伤失效 主要包括表面磨损(如粘着磨损、磨料磨损、氧化磨损、疲劳磨损等)失效、表面腐蚀(如点腐蚀、晶间腐蚀、冲刷腐蚀、应力腐蚀等)失效、接触疲劳失效等。

3. 断裂失效 主要有塑性断裂失效、脆性断裂失效、疲劳断裂失效、蠕变断裂失效、应力腐蚀断裂失效等。

三、模具的失效机理分析

实际生产中使用的模具种类繁多, 工作状态差别很大, 损伤形式和损伤部位各不相同, 而失效机理也有差别。

(一) 磨损失效

由于模具表面的相对运动, 而从模具的接触表面逐渐失去物质的现象称为磨