



国家示范性高职高专规划教材·模具专业系列

冲压模具设计 与制造

高显宏 主编

- 国家最新标准，符合设计规范
- 突出模具现代设计的新方法
- 内容简洁、实用，侧重应用
- 配备有电子教案和习题解答



清华大学出版社
<http://www.tup.tsinghua.edu.cn>



北京交通大学出版社
<http://press.bjtu.edu.cn>

内 容 简 介

本书是国家示范校建设专业核心课程教研成果教材,其突出特点是项目统领全书教学内容,以典型案例突出生产实际,让学生通过岗位入手锻炼工作能力。全书以培养学生冲压工艺的确定与模具结构设计能力为核心,按照模具设计的整个工作过程,以几套典型冲压模具为载体,训练学生的综合应用能力,让学生以冲压工艺员、模具设计员和模具制造施工员的三种身份,全面完成本专业核心课程的学习过程,获得职业能力,实现学习能力和岗位职业能力的对接。

本书可作为高等职业院校、五年制高职、高等专科院校、成人高校、民办高校及本科院校举办的二级职业技术学院模具及相关专业的教学用书,也可作为从事模具设计与制造的工程技术人员的参考书及培训用书。

本书封面贴有清华大学出版社防伪标签,无标签者不得销售。

版权所有,侵权必究。侵权举报电话:010-62782989 13501256678 13801310933

图书在版编目(CIP)数据

冲压模具设计与制造/高显宏主编. —北京:清华大学出版社;北京交通大学出版社,2011.1

(国家示范性高职高专规划教材·模具专业系列)

ISBN 978-7-5121-0443-3

I. ①冲… II. ①高… III. ①冲模-设计-高等学校:技术学校-教材 ②冲模-制模工艺-高等学校:技术学校-教材 IV. ①TG385.2

中国版本图书馆CIP数据核字(2010)第253762号

责任编辑:韩素华

出版发行:清华大学出版社 邮编:100084 电话:010-62776969

北京交通大学出版社 邮编:100044 电话:010-51686414

印刷者:北京市德美印刷厂

经 销:全国新华书店

开 本:185×260 印张:22 字数:539千字

版 次:2011年1月第1版 2011年1月第1次印刷

书 号:ISBN 978-7-5121-0443-3/TG·23

印 数:1~3000册 定价:32.00元

本书如有质量问题,请向北京交通大学出版社质监局反映。对您的意见和批评,我们表示欢迎和感谢。

投诉电话:010-51686043, 51686008; 传真:010-62225406; E-mail:press@bjtu.edu.cn。

前 言

本书是国家示范校建设专业核心课程教研成果教材,突出特点是项目统领全书教学内容,以典型案例突出生产实际,让学生通过岗位入手锻炼工作能力。

全书以培养学生冲压工艺的确定与模具结构设计能力为核心,按照模具设计的整个工作过程,以几套典型冲压模具为载体,训练学生的综合应用能力。

全书共分8个项目。项目一为认识冲压,通过对冲压模具的介绍,让学生认识到冲压模具的基本组成及冲压模具的现状和未来发展趋势,明确冲压模具在国民经济中的重要作用,同时对冲压模具的组成有一定的认识;项目二是通过某型电机定子产品的冲裁模具设计,让学生掌握中等复杂程度的冲裁模典型结构及其特点,确定模具的结构形式、工艺计算、绘制模具总装图、确定模具的主要零部件结构与尺寸、材料和热处理方法;项目三是通过固定用托架零件弯曲模的设计,让学生掌握中等复杂程度的弯曲模典型结构及其特点,确定模具的结构形式、工艺计算、确定模具的主要零部件结构与尺寸、材料和热处理方法。项目四是通过圆筒形拉深件拉深模的设计,让学生掌握中等复杂程度的拉深模典型结构及其特点,确定模具的结构形式、工艺计算、绘制和确定模具的主要零部件结构与尺寸;项目五是通过罩盖零件与一般筒形拉深件不同的成形过程和工艺计算,确定设计出胀形模结构;项目六是通过插接片零件多工位级进模的设计,让学生掌握中等复杂程度的多工位级进模典型结构及其特点,确定模具的结构形式、工艺计算;项目七是通过几个中等复杂程度的综合零件成形过程和模具设计过程,让学生以模具设计员的身份,完成学习过程,锻炼工作能力。项目八通过具体冲裁模的制造与装配,让学生掌握中等复杂程度的冲压模具的制造与装配过程。

安徽电子信息职业技术学院的金敦水老师完成项目一的编写工作;辽宁交通高等专科学校的高显宏老师,黑龙江农业经济职业学院的孔庆玲、田欣老师与江西工业贸易职业技术学院的朱祖武老师完成项目二、六、八的编写工作;徐州建筑职业技术学院的范玉老师完成项目三的编写工作;漯河职业技术学院的于保敏老师完成项目四的编写工作;苏州工业职业技术学院的钟江静老师和黑龙江农业经济职业学院的贾学武老师完成项目五、七的编写工作;辽宁交通高等专科学校的高显宏老师完成全书的统稿、案例修改和前期初审工作。本书在写作过程中,得到了辽宁交通高等专科学校示范校建设重点专业建设者之一——模具专业教学团队的大力支持,还得到试用本教材的07、08两届辽宁交通高等专科学校模具专业的同学通力配合,在此一并表示感谢。

编 者

2010年11月

目 录

导论	(1)
项目一 冲压的认知	(3)
1.1 项目导入	(3)
1.1.1 项目分解	(4)
1.1.2 项目分析	(4)
1.2 相关知识	(5)
1.2.1 冲压行业、冷冲压现状与发展方向	(5)
1.2.2 冲压模具的功能、种类和典型结构	(10)
1.2.3 压力设备	(11)
1.3 项目实施	(16)
1.3.1 选择参观冲压工厂	(16)
1.3.2 冲模、冲床、原材料(板料)的感性认知	(17)
1.3.3 工序件形状与模具结构、类型的感性认知	(19)
1.4 拓展知识	(22)
1.4.1 冲压行业的生产管理和安全	(22)
思考与习题	(25)
项目二 冲裁模具设计	(26)
2.1 项目导入	(26)
2.1.1 项目分解	(27)
2.1.2 项目分析	(27)
2.2 相关知识	(28)
2.2.1 冲裁过程	(28)
2.2.2 冲裁凸模与凹模刃口尺寸	(35)
2.2.3 冲裁力和降低冲裁力的方法	(38)
2.2.4 排样与搭边	(40)
2.2.5 冲裁模具压力中心的确定	(45)
2.2.6 冲裁件的工艺性	(48)
2.2.7 冲裁工艺方案的确定	(51)
2.2.8 冲模的设计过程、图纸绘制要求	(54)
2.2.9 冲裁模具的主要零部件	(62)
2.3 项目实施	(77)
2.3.1 落料(单工序)模具设计	(77)
2.3.2 模架的选择	(83)
2.4 拓展知识	(84)
2.4.1 普通冲裁模的基本结构	(84)

2.4.2 冲裁模结构和构成	(85)
思考与习题	(89)
项目三 弯曲模设计	(91)
3.1 项目导入	(91)
3.1.1 项目分解	(92)
3.1.2 项目分析	(92)
3.2 相关知识	(92)
3.2.1 弯曲件种类与板料的变形过程	(93)
3.2.2 弯曲工艺计算	(100)
3.2.3 单工序弯曲模结构	(104)
3.2.4 弯曲件的工艺性分析	(113)
3.2.5 弯曲件的多工序安排和弯曲模工作部分尺寸确定	(117)
3.3 项目实施	(122)
3.3.1 托架零件的工艺分析	(122)
3.3.2 托架零件的弯曲模具结构	(126)
3.4 拓展知识	(127)
折弯机与通用弯曲模具	(127)
思考与习题	(130)
项目四 拉深模具结构设计	(131)
4.1 项目导入	(131)
4.1.1 项目分解	(132)
4.1.2 项目分析	(132)
4.2 相关知识	(132)
4.2.1 圆筒形件拉深的变形过程	(132)
4.2.2 拉深件的工艺性分析	(136)
4.2.3 圆筒形拉深件坯料尺寸的确定	(137)
4.2.4 圆筒形拉深件的拉深系数	(141)
4.2.5 筒形拉深件的工序尺寸计算	(144)
4.2.6 拉深模的典型结构及工作零部件的设计	(151)
4.3 项目实施	(162)
4.3.1 拉深件工艺性分析	(162)
4.3.2 确定工艺方案	(162)
4.3.3 拉深力与压边力计算	(165)
4.3.4 模具工作部分尺寸的计算	(165)
4.3.5 拉深模具的总体设计	(165)
4.3.6 压力机选择	(166)
4.3.7 模具主要零件设计	(166)
4.4 拓展知识	(167)
4.4.1 球形件拉深	(167)
4.4.2 阶梯与曲面形状拉深	(169)

4.4.3 锥形件拉深	(171)
4.4.4 盒形件拉深	(172)
4.4.5 带料级进拉深	(173)
4.4.6 拉深工艺的辅助工序	(178)
思考与习题	(180)
项目五 其他成形模具结构设计	(181)
5.1 项目导入	(181)
5.1.1 项目分解	(182)
5.1.2 项目分析	(182)
5.2 相关知识	(182)
5.2.1 胀形	(182)
5.2.2 翻孔和翻边	(193)
5.2.3 缩口	(201)
5.2.4 校平与整形	(206)
5.3 项目实施	(210)
5.3.1 罩盖胀形模设计	(210)
5.3.2 罩盖翻孔模设计	(212)
5.4 拓展知识: 板料开卷校平	(213)
思考与习题	(215)
项目六 多工位级进模结构设计	(217)
6.1 项目导入	(217)
6.1.1 项目分解	(217)
6.1.2 项目分析	(218)
6.2 相关知识	(218)
6.2.1 多工位级进模的排样	(219)
6.2.2 多工位级进模具典型结构	(225)
6.2.3 主要零部件设计	(233)
6.2.4 自动送料与检测装置应用	(241)
6.3 项目实施	(248)
6.3.1 毛坯展开	(248)
6.3.2 毛坯排样	(248)
6.3.3 工序排样	(249)
6.3.4 冲压力计算	(251)
6.3.5 结构概要设计	(251)
6.3.6 结构详细设计	(252)
6.3.7 模具零件设计	(254)
6.4 拓展知识: 带料连续拉深新技术	(254)
6.4.1 带料连续拉深的分类及应用范围	(254)
6.4.2 带料连续拉深的应用实例	(257)
思考与习题	(259)

项目七 综合工艺分析和复杂模具设计	(261)
7.1 项目导入	(261)
7.1.1 项目分解	(261)
7.1.2 项目分析	(262)
7.2 相关知识	(262)
7.2.1 国家标准的利用	(262)
7.2.2 模具设计方案的确定过程	(264)
7.3 项目实施：复杂零件十选一综合模具设计训练	(288)
7.3.1 零件的弯曲模具设计	(288)
7.3.2 零件的冲孔落料模设计	(291)
7.3.3 汽车托耳件外壳	(296)
7.3.4 学生自行完成的另外八个综合题目	(302)
7.4 拓展知识：实际工厂对模具设计师的要求	(305)
7.4.1 注意平时技术资料的积累	(305)
7.4.2 冲模结构设计应掌握的基本功	(306)
7.4.3 模具设计师设计前应做的准备	(307)
7.4.4 模具设计师职责范围	(307)
项目八 冲压模具的制造与装配	(309)
8.1 项目导入	(309)
8.1.1 项目分解	(310)
8.1.2 项目分析	(310)
8.2 相关知识	(310)
8.2.1 冲裁模具制造与装配	(311)
8.2.2 成形模具制造与装配	(331)
8.3 项目实施	(332)
8.4 拓展知识：多工位级进模的装配与调试	(338)
思考与习题	(341)
参考文献	(342)
后记	(343)

导 论

一、课程功能与特色

冲压模具设计与制造是模具设计与制造专业的一门主干核心专业技术课。

本课程认真贯彻教育部《关于全面提高高等职业教育教学质量的若干意见》等文件精神，根据模具技术应用及发展对技术应用型人才的实际要求，以培养学生从事冲压模具设计与制造的工作能力和职业素养为目标。以校企合作为平台，按照工程过程系统化的思想，以工作过程为导向，根据冲压模具设计与制造实际工作整合相应的知识、技能和态度，重构课程结构和知识序列；遵循职业成长规律和教育规律，设计教学情境，精选教学载体；采用“理实一体”的方法，培养学生进行冲压工艺设计、典型冲压模具（冲裁模、弯曲模、拉深模）设计、冲压模具零件加工工艺设计及冲压模具装调的工作能力，同时根据冲压模具设计与制造技术的发展，适度介绍多工位级进模设计与制造；并将企业工作流程与规范、先进的企业文化引入课程教学中，实现“教、学、做”合一，体现工学结合特色。

二、课程的教育目标

本课程以培养学生从事冲压模具设计与制造工作能力为核心，将冲压成形加工原理、冲压设备、冲压工艺、冲模设计与冲模制造有机融合，突出实用性、综合性和先进性，是一门实践性较强的课程。

本课程的主要任务是分析各类冲压成形的变形规律，认识典型冲压成形工艺方法、模具结构和模具制造方法与手段，掌握冲压工艺与模具设计方法、冲压模具制造工艺编制方法。

通过本课程的学习，使学生具有冲压模具设计与制造高等工程应用型人才所具备的知识、能力和素质，具备设计中等偏复杂冲压件的成形工艺、模具结构及模具制造工艺的能力。

三、课程的知识、能力、素质结构

1. 知识

(1) 冲压变形理论知识。能从材料学、力学的角度，掌握冲压变形理论和冲压变形规律。

(2) 冲压设备知识。掌握冲压设备的基本原理，会选择冲压设备的规格、协调冲压设备与模具的关系。

(3) 冲压工艺知识。能从生产批量、材料、形状结构、精度等方面分析冲压件的工艺性，确定工艺方案。

(4) 冲压模具结构设计和计算知识。能正确选择冲压模具结构类型，熟悉国家标准、手册使用，进行模具零件结构设计和计算。

(5) 冲压模具制造知识。掌握冲压模具加工方法和特点,能制定冲压模具零件的制造工艺(包含热加工、常规加工、数控加工、特种加工等)和冲压模具装配工艺,掌握检验方法。

(6) 试模技术和冲压件质量分析知识。

2. 能力

(1) 具有应用冲压变形理论,分析冲压件变形特点,制定合理冲压工艺规程的能力。

(2) 具备协调冲压设备与模具的关系,选择冲压设备的能力。

(3) 具备冲压模具结构分析和计算的能力。

(4) 具有选择冲压模具结构类型,进行冲压模具结构设计的能力。

(5) 具备正确选择冲压模具加工方法,制定制造工艺和装配工艺的能力。

(6) 初步具备试模和冲压件质量分析的能力。

3. 素质结构

(1) 热爱本专业技术工作。

(2) 具有较好的职业道德。

(3) 具备全面掌握冲压模具设计和制造的知识 and 能力。

(4) 有较快适应生产、管理第一线岗位需要的能力。

(5) 具有团队精神和组织协调能力。

(6) 具有吸收新技术和知识的能力。

(7) 具有创新意识。

项目一 冲压的认知

项目目标:

1. 掌握和认识冲压行业、冲压的现状 & 未来发展方向, 能够准确地分析和判断我国冲压技术与国外冲压技术的差距;
2. 掌握冲压模具的基本功能、种类, 能够分析出典型冲压模具结构及模具总体设计尺寸关系;
3. 能够识别常见冲压设备, 掌握压力设备的一般选用原则;
4. 对冲压原材料的基本性能有一定的认识, 掌握冲压原材料选用的一般原则。

本项目是基于对冲压模具的介绍, 让学生认识到冲压模具的基本组成、冲压模具的现状和未来发展趋势, 明确冲压模具在国民经济中的重要作用, 同时对冲压模具的组成有一定的认识。

1.1 项目导入

冲压加工技术应用范围十分广泛, 在国民经济各工业部门中, 几乎都有冲压加工或冲压产品的生产。如在飞机、拖拉机、电机、电器、仪表、铁道、电信、化工及轻工日用新产品中均占有相当的比重。

冲压生产主要是利用冲压设备和模具实现对金属材料(板材)的加工过程, 所以冲压也叫板料冲压。

由于冲压加工具有节材、节能和生产效率高等突出特点, 决定了冲压产品成本低廉, 效益较好, 因而冲压生产在制造行业中占有重要地位。

随着科学技术的进步和工业生产的迅速发展, 模具已成为当代工业生产的重要手段, 冲压生产和模具工业得到了世界各国的高度重视。

本项目是通过实例来认识和了解冲压, 图 1-1 所示是某连接器, 零件材料为铝合金, 图 1-2 所示为普通垫圈, 材料为 45 钢。它们都是通过冲压加工成形的工件。

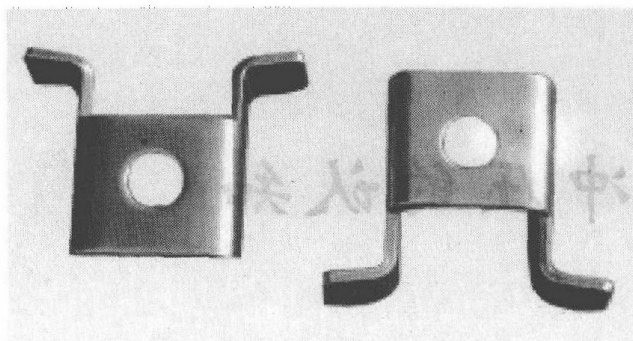


图 1-1 连接器

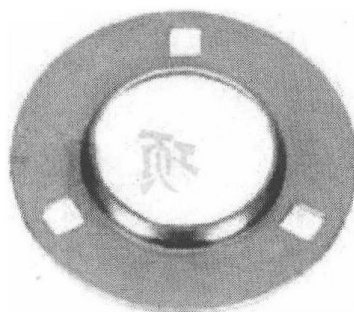


图 1-2 普通垫圈

1.1.1 项目分解

通过冲压生产工件不仅可以保证工件的质量，而且可以降低工件的制造成本。在冲压生产过程中板料、模具和冲压设备是构成冲压加工的必备要素，如图 1-3 所示。

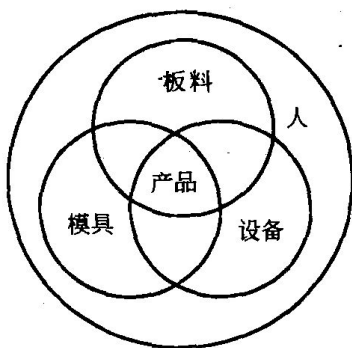


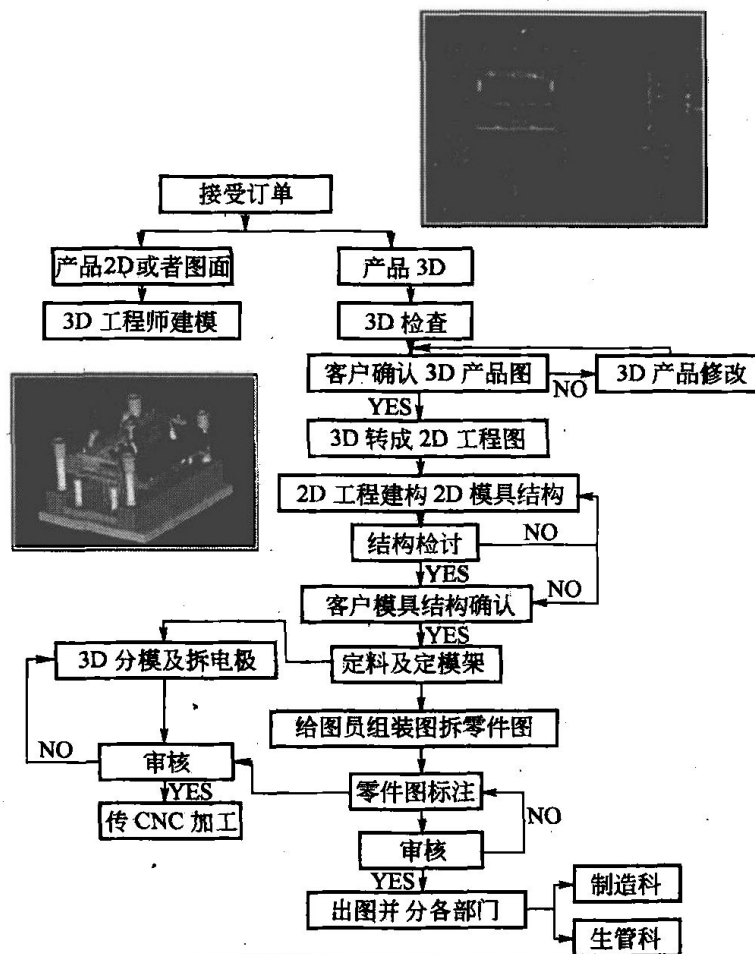
图 1-3 冲压加工的三个必备要素

1.1.2 项目分析

现代的冲压企业内部都有严格的规章制度。生产部负责生产实施；品管部负责首件产品确认、生产过程产品质量的监督；工程部负责操作标准、检验标准与物料标准的制定、分发和监督的管理。冲压件生产的一般程序如下：

- (1) 根据企业的生产能力接受产品订单；
- (2) 根据产品的需要制定生产计划并发生产单；
- (3) 调校员根据生产调度单等有关事项上模调校、首件检查和品管签单；
- (4) 产品生产和对末件检查；
- (5) 根据工件需要进行表面处理、外观检查；
- (6) 入仓及出货。

模具设计的一般过程如下：



1.2 相关知识

通过对该项目的分析及对上述项目的分解和分析，一定会思考模具是怎样加工出一模一样的产品？模具到底是什么？……一系列问题。下面就开始学习与项目实际生产过程相关的知识。

1.2.1 冲压行业、冷冲压现状与发展方向

根据考古发现，早在2000多年前，我国已有冲压模具被用于制造铜器，证明了中国古代冲压成型和冲压模具方面的成就在世界领先。1953年，长春第一汽车制造厂在中国首次建立了冲模车间，该厂于1958年开始制造汽车覆盖件模具。我国于20世纪60年代开始生产精冲模具。

1. 模具及其在国民经济发展中的作用

模具是工业产品生产使用的重要工艺装备。在现代的工业生产中，由于模具加工效率高，互换性好，节约材料，所以得到广泛的应用。随着工业的发展，模具技术已成为衡量一个国家制造水平的主要标志之一。由于模具技术能促进工业产品的发展，同时提升产品的质量，所以在很多国家将模具称为效益的放大器。由于欧美等国家在模具技术的发展上走在世界前列，他们也就更加认识到模具在国民经济中的重要作用。在美国，模具被称为点石成金的磁力工业；在德国，模具工业被称为所有工业的关键工业；在日本，模具工业被认为是促进社会繁荣富裕的动力。

随着改革开放的发展，模具工业在我国的作用也显得越来越突出。国民经济五大支柱产业

业——机械、电子、汽车、石油化工和建筑都要求模具工业的发展与之相适应，模具也成为不可或缺的重要基础工业。

2. 冲压模具市场情况

我国冲压模具无论在数量上还是在质量、技术和能力等方面都已有了很大发展，但与国民经济需求和世界先进水平相比，差距仍很大，一些大型、精密、复杂、长寿命的高档模具每年仍大量进口，特别是中高档轿车的覆盖件模具，目前仍主要依靠进口。一些低档次的简单冲模，已趋供过于求，市场竞争激烈。

来自国家统计局的数据，2008年1月到5月我国模具工业的固定资产投资达368亿元，从业人员超过36万。2007年我国模具工业总产值已达673亿元。工业总产值中企业自产自用的约占2/3，作为商品销售的约占1/3。

近年来我国（内地）的模具出口交易更为频繁，出口目的地总量排在前三位的分别是中国香港、日本、美国，其次是中国台湾、德国、泰国等。2006年我国进出口模具如果按产量计算分别是50 645吨和39 890吨，若按照每吨单价计算，则进口模具合计每吨14 913美元，出口的冲压模具合计每吨5 867美元。从上述数字可以得出，出口模具的平均单价只有进口模具的1/4~1/3。因此，在上述供求总体情况中，有几个具体情况必须说明：一是进口模具大部分是技术含量高的大型精密模具，而出口模具大部分是技术含量较低的中低档模具，因此技术含量高的中高档模具市场满足率低于冲压模具总体满足率，这些模具的发展已滞后于冲压件生产，而技术含量低的中低档模具市场满足率要高于冲压模具市场总体满足率；二是由于我国的模具价格要比国际市场低格低许多，具有一定的竞争力。在2006年我国模具工业出口不仅一举突破10亿美元，提前四年完成模具行业的“十一五”规划中的出口目标，而且进口增长下滑，逆差大减，这既表明我国模具行业近年来发展迅速，质量和水平大幅度提升，竞争力增强，又凸显出我国模具产品在国际市场上的良好前景。

3. 冲压模具水平状况

改革开放以来，随着国民经济的高速发展，市场对模具的需求量不断增长。近年来，模具工业一直以15%左右的增长速度快速发展，模具工业企业的所有制成分也发生了巨大变化，除了国有专业模具厂外，集体、合资、独资和私营企业也得到了快速发展。

浙江省宁波和黄岩地区的“模具之乡”，广东一些大集团公司和迅速崛起的乡镇企业，如科龙、美的、康佳等集团纷纷建立了自己的模具制造中心，中外合资和外商独资的模具企业现已有几千家。

近年来，我国冲压模具水平已有很大提高。大型冲压模具已能生产单套重量达50多吨的模具。为中档轿车配套的覆盖件模具国内也能生产了。精度达到1~2 μm 、寿命2亿次左右的多工位级进模国内已有多家企业能够生产。表面粗糙度达到 $R_a \leq 1.5 \mu\text{m}$ 的精冲模、大尺寸（ $\phi \geq 300 \text{ mm}$ ）精冲模及中厚板精冲模国内也已达到相当高的水平。

1) 模具 CAD/CAM 技术状况

随着工业技术的发展，产品对模具的要求越来越高，传统的模具设计与制造方法不能适应工业产品的及时更新换代和提高产品质量的要求，国外先进的模具工业国家对CAD/CAM技术的开发都非常重视，各大公司都先后建立了自己的CAD/CAM系统，并将其应用到模具开发中。

我国模具CAD/CAM技术开发始于20世纪70年代末，由原华中工学院和武汉733厂于1984年共同完成的精冲模CAD/CAM系统是我国第一个自行开发的模具CAD/CAM系统。

由华中工学院和北京模具厂 1986 年共同完成的冷冲模 CAD/CAM 系统是我国自行开发的第一个冲裁模 CAD/CAM 系统。上海交通大学开发的冷冲模 CAD/CAM 系统也于同年完成。20 世纪 90 年代以来,国内汽车行业的模具设计制造中开始采用 CAD/CAM 技术。国家科委 863 计划将东风汽车公司作为 CIMS 应用示范工厂,以华中理工大学作为技术依托单位,开发的汽车车身与覆盖件模具 CAD/CAPP/CAM 集成系统于 1996 年初通过鉴定。

模具 CAD/CAM 的优越性赋予了它无限的生命力,使其得到飞速的发展和广泛的运用,无论是在提高生产效率、改善质量方面,还是降低劳动成本、减轻劳动强度方面,CAD/CAM 技术的优势都是传统的模具设计无法比拟的。

在“八五”、“九五”期间,已有一大批模具企业推广普及了计算机绘图技术,数控加工的使用率也越来越高,并陆续引进了相当数量的 CAD/CAM 系统。如美国 EDS 的 UG,美国 Parametric Technology 公司的 Pro/Engineer,美国 CV 公司的 CADSS,英国 DELCAM 公司的 DOCT5,日本 HZS 公司的 GRADE 及 space - E,以色列公司的 Cimatron,还引进了 AutoCAD、CATIA 等软件及法国 Marta - Daravision 公司用于汽车及覆盖件模具的 Euclid - IS 等专用软件。国内汽车覆盖件模具生产企业普遍采用了 CAD/CAM 技术。

在冲压成型 CAE 软件方面,除了引进的软件外,华中科技大学、吉林大学、湖南大学等都已研发了较高水平的具有自主知识产权的软件,并已在生产实践中得到成功应用,产生了良好的效益。

快速原型 (RP) 与传统的快速经济模具相结合,快速制造大型汽车覆盖件模具,解决了原来低熔点合金模具靠样件浇铸模具,模具精度低、制件精度低、样件制作难等问题,实现了以三维 CAD 模型作为制模依据的快速模具制造,并且保证了制件的精度,为汽车行业新车型的开发、车身快速试制提供了覆盖件制作的保证,它标志着 RPM 应用于汽车车身大型覆盖件试制模具已取得了成功。

到目前为止,我国在 CAD/CAM 技术的开发与应用方面已取得一定的成绩,但是部分已开发的系统仍处于测试阶段,尚未在生产中推广。为了迅速改变我国模具生产的落后面貌,今后将继续加速模具 CAD/CAM 的研究开发与推广应用工作。

2) 模具设计与制造能力状况

在国家产业政策的正确引导下,经过几十年努力,现在我国冲压模具的设计与制造能力已达到较高水平,包括信息工程和虚拟技术等许多现代设计制造技术已在很多模具企业得到应用。

虽然如此,我国的冲压模具设计制造能力与市场需要和国际先进水平相比仍有较大差距。这些主要表现在高档轿车和大中型汽车覆盖件模具及高精度冲模方面,无论在设计还是加工工艺和能力方面,都有较大差距。轿车覆盖件模具具有设计和制造难度大,质量和精度要求高的特点,可代表覆盖件模具的水平。虽然在设计制造方法和手段方面已基本达到了国际水平,模具结构功能方面也接近国际水平,在轿车模具国产化进程中前进了一大步,但在制造质量、精度、制造周期等方面,与国外相比还存在一定的差距。

标志冲模技术先进水平的多工位级进模和多功能模具,是我国重点发展的精密模具品种。有代表性的是集机电一体化的铁芯精密自动阀片多功能模具,已基本达到国际水平。但总体上和国外多工位级进模相比,在制造精度、使用寿命、模具结构和功能上,仍存在一定差距。

汽车覆盖件模具制造技术正在不断地提高和完善,高精度、高效益加工设备的使用越来越广泛。高性能的五轴高速铣床和三轴高速铣床的应用已越来越多。NC、DNC技术的应用越来越成熟,可以进行倾角加工和超精加工。这些都提高了模具型面加工精度,提高了模具的质量,缩短了模具的制造周期。

模具表面强化技术也得到广泛应用。工艺成熟、无污染、成本适中的离子渗氮技术越来越被认可,碳化物被覆处理(TD处理)及许多镀(涂)层技术在冲压模具上的应用日益增多。真空处理技术、实型铸造技术、刃口堆焊技术等日趋成熟。激光切割和激光焊接技术也得到了应用。

3) 专业化程度及分布状况

我国模具行业专业化程度还比较低,模具自产自配比例过高。国外模具自产自配比例一般为30%,我国冲压模具自产自配比例为60%。这就对专业化产生了很多不利影响。现在,技术要求高、投入大的模具,其专业化程度较高,如覆盖件模具、多工位级进模和精冲模等。而一般冲模专业化程度就较低。由于自配比例高,所以冲压模具生产能力的分布基本上跟随冲压件生产能力的分布。但是专业化程度较高的汽车覆盖件模具和多工位、多功能精密冲模的专业生产企业的分布有不少并不跟随冲压件能力分布而分布,而往往取决于主要投资者的决策。

4. 模具的发展重点与展望

模具技术的发展应该为适应模具产品“交货期短”、“精度高”、“质量好”、“价格低”的要求服务。达到这一要求急需发展如下几项。

1) 研究开发和全面推广CAD/CAM/CAE技术在模具中的运用

模具CAD/CAM/CAE技术,是模具技术发展的一个重要里程碑。实践证明,模具CAD/CAM/CAE技术是模具设计制造的发展方向。现在,全面普及CAD/CAM/CAE技术的条件已基本成熟。随着计算机软件的发展和进步,技术培训工作也日趋简化。在普及推广模具CAD/CAM技术的过程中,应抓住机遇,重点扶持国产模具软件的开发和应用;加大技术培训和技術服务的力度;进一步扩大CAE技术的应用范围。有条件的企业应积极做好模具CAD/CAM技术的深化应用工作,即开展企业信息化工程,可从CAPP、PDM、CIMS、VR,逐步深化和提高。用于模具设计制造的计算机软件,将向智能化、集成化方向发展。

2) 高速铣削加工

国外近年来发展的高速铣削加工,主轴转速可达40 000~100 000 r/min,快速进给速度可达30~40 r/min,加速度可达1 g,换刀时间可提高到1~2 s。这样就大幅度提高了加工效率,并可获得 $R_a \leq 1 \mu\text{m}$ 的加工表面粗糙度。另外,还可加工硬度达60 HRC的模块,形成了对电火花成形加工的挑战。高速切削加工与传统切削加工相比还具有温升高(加工工件只升高3℃)、热变形小等优点。目前它已向更高的敏捷化、智能化、集成化方向发展。高速铣削必须与相应的软件、加工工艺、刀具及其夹紧头相配合。高速铣削加工技术的发展,促进了模具加工技术的发展,特别是给汽车、家电行业中大型型腔模具制造注入了新的活力。

3) 模具扫描及数字化系统

高速扫描机和模具扫描系统提供了从模型或实物扫描到加工出期望的模型所需的诸多功能,大大缩短了模具的在研制制造周期。有些快速扫描系统,可快速安装在已有的数控铣床及加工中心上,实现快速数据采集、自动生成各种不同数控系统的加工程序、不同格式的

CAD 数据,用于模具制造业的“逆向工程”。模具扫描系统已在汽车、摩托车、家电等行业得到成功应用,“十一五”期间已经发挥了很大的作用。

4) 电火花铣削加工

电火花铣削加工技术也称为电火花创成加工技术,这是一种替代传统的用成型电极加工型腔的新技术,它是有高速旋转的简单的管状电极作三维或二维轮廓加工(像数控铣一样),因此不再需要制造复杂的成型电极,这显然是电火花成形加工领域的重大发展。国外已有使用这种技术的机床在模具加工中应用。预计这一技术将得到发展。

5) 提高模具标准化程度

我国模具标准化程度正在不断提高,估计目前我国模具标准件使用覆盖率已达到 30% 左右。发达国家一般为 80% 左右。

6) 优质材料及先进表面处理技术

在整个模具价格构成中,材料所占比重不大,一般在 10% ~ 30% 之间,因此选用优质钢材和应用相应的表面处理技术来提高模具的寿命就显得十分必要。对于模具钢来说,要采用电渣重熔工艺,努力提高钢的纯净度、等向性、致密度和均匀性及研制更高性能或具特殊性能的模具钢。如采用粉末冶金工艺制作的粉末高速钢等。粉末高速钢解决了原来高速钢冶炼过程中产生的一次碳化物粗大和偏析,从而影响材质的问题。其碳化物微细,组织均匀,没有材料方向性,因此它具有韧性高、磨削工艺性好、耐磨性高、长年使用尺寸稳定等特点,是一种很有发展前途的钢材。特别对形状复杂的冲件及高速冲压的模具,其优越性更加突出。这种钢材还适用于注射成型添加玻璃纤维或金属粉末的增强塑料的模具,如型腔、形芯、浇口等主要部件。另外,模具钢品种规格多样化、产品精料化、制品化,尽量缩短供货时间亦是重要方向。其他优质模具材料如硬质合金、陶瓷材料、复合材料等的扩大应用,也十分重要。

模具热处理和表面处理是能否充分发挥模具钢材料性能的关键环节。模具热处理的发展方向是采用真空热处理。模具表面处理除了完善普及常有表面处理方法,即扩渗如渗碳、渗氮、渗硼、渗铬、渗钒外,还应发展设备昂贵、工艺先进的气相沉积(TiN、TiC 等)、等离子喷涂等技术。

由于铝合金材料重量轻、切削性能好、导热导电率高、焊接性能优良,用它作模具材料可缩短制模周期和降低模具成本,且用于塑料模可有 10 万次以上寿命,因此用铝合金进行高速切削来制作快速经济模具已在世界上得到较为广泛的使用,我国也已开始使用。预计今后将会得到较快发展。

7) 模具研磨抛光将自动化、智能化

模具表面的精加工是模具加工中未能得到很好解决的难题之一。模具表面的质量对模具使用寿命、制件外观质量等方面均有较大的影响,我国目前仍以手工研磨抛光为主,不仅效率低(约占整个模具周期的 1/3),且工人劳动强度大,质量不稳定,制约了我国模具加工向更高层次发展。因此,研究抛光的自动化、智能化是重要的发展趋势。日本已研制了数控研磨机,可实现三维曲面模具的自动化研磨抛光。另外,由于模具型腔形状复杂,任何一种研磨抛光方法都有一定局限性。应注意发展特种研磨与抛光方法,如挤压研磨、电化学抛光、超声抛光及复合抛光工艺与装备,以提高模具表面质量。

8) 模具液压成形技术将进一步开拓应用

液压成形工艺是模具涨形技术采用的一种工艺手段,过去在皮带轮等类似的产品上得到

广泛应用，目前该技术已拓展到汽车行业，在汽车零部件生产中采用其工艺过程是：利用管件或在二层钢板间，在密封的条件下，通过注入高压油，使其按模具的型腔压制所需形状的制件。该方法简化了模具结构和减少了副数，克服了在常规成形过程中材料严重变薄的状况，提高了产品质量，大幅度降低了生产成本。

在信息化带动工业化发展的今天，在经济全球化趋向日渐加速的情况下，我国冲压模具必须尽快提高水平。通过改革与发展，采取各种有效措施，在冲压模具行业全体职工的共同努力奋斗之下，我国冲压模具也一定会不断提高水平，逐渐缩小与世界先进水平的差距。

“十一五”期间，在科学发展观指导下，我国不断提高自主开发能力、重视创新、坚持改革开放，走新型工业化道路，将速度效益型的增长模式逐步转变到质量和水平效益型轨道上来，我国冲压模具的水平也必然会更上一层楼。

1.2.2 冲压模具的功能、种类和典型结构

1. 模具的功能

1) 冲压的概念

冲压成形是塑性加工的基本方法之一，冲压加工是利用安装在压力机上的模具对板料施加压力，使板料在模具内产生变形，从而获得一定形状、尺寸和性能的产品零件的生产技术，由于冲压加工常在室温下进行，因此也称冷冲压。

2) 冲压加工的特点

冲压是靠模具和压力机来完成加工过程，与其他的加工方法相比，在技术和经济方面具有以下特点：

(1) 在设备和模具的作用下，能够加工出其他加工方法难以加工出的形状复杂、质量稳定、互换性好的制件；

(2) 操作简单方便、生产效率高，适合批量生产，易实现自动化；

(3) 材料的利用率高，同时冲压一般不需要加工毛坯，所以它不但节约材料，而且节约能源；

(4) 普通的压力机每分钟可以生产出几十件工件，而现代的高速压力机每分钟可以生产出几百甚至上千件，所以它是一种高效的加工方法。

但是，冲压加工在生产中也有其局限性。一方面，在冲压加工时产生的震动和噪声，其主要原因是冲压设备落后；另一方面，冲压加工使用的模具具备专一性，有时一个复杂的零件需要数套模具才能加工成形，且模具的精度高，导致制造费用较高，只有在大批量生产时，才能充分体现出冲压加工的优越性。

3) 冲压加工的应用

由于冲压加工具有上述突出的特点，因此在国民经济各个领域广泛应用。例如，航空航天、机械、电子信息、交通、兵器、日用电器等产业都有冲压加工，不但产业界广泛用到它，而且在现实生活中冲压产品时刻都出现在人们的身边，随着工业产品的不断发展和生产技术的不断提高，冲压加工将起到越来越重要的作用。

2. 模具的种类和典型结构

冲裁是利用模具使板料沿着一定的轮廓形状产生分离的一种冲压工序。根据变形机理的差异，冲裁可以分为普通冲裁和精密冲裁。通常所说的冲裁是普通冲裁，包括落料、冲孔、