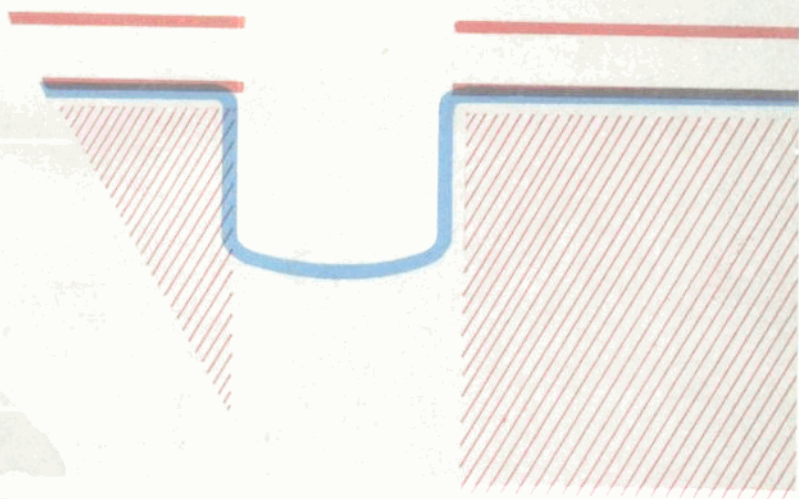


冲压工艺及模具设计

侯义馨 主编

侯义馨 陈永胜 周郴知 编



兵器工业出版社

冲压工艺与模具设计

侯义馨 主编
侯义馨 陈永胜 周柳知 编



兵器工业出版社

(京)新登字 049 号

内 容 简 介

本书共分九章,着重介绍了冲压生产中常用的冲裁、弯曲、拉深、覆盖件成形、胀形和翻边等各种工艺方法、工艺特点、工艺计算、模具结构和模具设计。此外,还介绍了冲压成形的基本理论和板料的冲压性能及其他冲压方法。

本书深入浅出,通俗易懂,配有较多的模具插图,还编入了一定数量的习题和思考题。

本书是《模具设计与制造专业》的专科生教材,也可作为汽车专业专科生以及模具培训班和成人教育的教学用书,并可供从事模具工作的技术人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

冲压工艺及模具设计/侯义馨等编. —北京:兵器工业出版社,1994

ISBN 7-80038-791-7

I. 冲… II. 侯… III. ①冷压-工艺②模具-结构设计 IV. ①TG386②TG385.2

中国版本图书馆CIP数据核字(94)第09958号



兵器工业出版社出版
(北京市海淀区车道沟10号)
新华书店总店科技发行所发行
各地新华书店经销
天津市新艺印刷厂印装

*

开本:787×1092 1/32 印张:18.375 字数:30.56千字
1994年8月第1版 1994年8月第1次印刷
印数:0001—5000册 定价:11.25元

出版说明

遵照国务院国发[1978]23号文件精神,中国兵器工业总公司承担全国高等学校兵工类专业教材的规划、编审、出版的组织工作。自1983年兵总教材编审室成立以来,在广大教师的积极支持和努力下,在国防工业出版社、兵器工业出版社和北京理工大学出版社的积极配合下,已完成两轮兵工类专业教材的规划、编审、出版任务,共出版教材211种。这批教材出版对解决兵工专业教材有无问题、稳定教学秩序、促进教学改革及提高教学质量都起到了积极作用。

为了使兵工类专业教材更好地适应社会主义现代化建设需要,特别是国防现代化培养人才的需要,反映国防科技的先进水平,达到打好基础、精选内容、逐步更新及利于提高教学质量的要求,我们以提高教材质量为主线,完善编审制度、制订质量标准及明确岗位责任,制订了由主审人审查、责任编委复审和教编室审定等5个文件。并根据兵工类专业的特点,成立了十个专业教学指导委员会,以更好地编制兵工类专业教材建设规划,加强对教材的评审和研究工作。

为贯彻国家教委提出的“抓好重点教材,全面提高质量,适当发展品种,力争系统配套,完善管理制度,加强组织领导”的“八五”教材建设方针,兵总教材编审室在总结前两轮教材编审出版工作的基础上,于1991年制订了1991~1995年兵工类专业教材编写出版规划,共列入教材220种。这些教材都是从学校使用两遍以上、实践证明是比较好的讲义中遴选的,专业教学指导委员会从兵工专业教材建设的整体考虑对编写大纲进行了审查,认为符合兵工专业培养人才要求,符合国家出版方针。这批教材的出版必将为兵工专业教材的系列配套,为教学质量的提高和培养国防现代化人才,为促进兵工类专业科学技术的发展,都将起到积极的作用。

本教材由郑智受主审,兵总教材编审室审定。

限于水平和经验,这批教材的编审出版难免有缺点和不足之处,希望使用本教材的单位和广大读者批评指正。

中国兵器工业总公司教材编审室

1994年8月

前 言

随着我国经济的迅速发展，采用模具的生产技术得到愈来愈广泛的应用。近年来，许多大专院校增设了“模具设计与制造”专业专科班，以适应人材市场对大专层次模具人材的需求。

冲压模具是各类模具中所占比例最多，应用最广的一种，在汽车、农机、兵器、电机、仪表及家用电器等生产部门具有十分重要的地位。

本书是模具专业的专科生教材。全书以冲压生产中最常用的冲裁、弯曲、胀形、拉深、翻边等工序为基本内容。重点讲述各种冲压方法，毛坯的受力及变形规律，主要工艺参数的计算，产品质量问题及其对策，各类冲模的结构与特点，冲模总体结构与零部件的设计，冲压工艺编制及冲模设计的原则和方法等。在本书的开篇部分，还编入了冲压成形的基本理论，介绍了金属塑性成形原理中的若干基本问题，这部分内容是学习冲压工艺和冲模设计必不可少的基础知识。考虑到汽车生产的发展和汽车专业专科的教学需要，本书还专列一章，介绍覆盖件的拉深成形。在编写本书时，力求做到深入浅出，通俗易懂，并列举实例，配以较多的模具插图，同时编入了一定数量的习题和思考题，以帮助读者掌握有关内容。

本书还可作为汽车专科、模具培训班及成人教育的教学用书，并可供从事模具方面的技术人员参考。

本书由侯义馨主编，并编写绪论、第一、二、三章；陈永胜编写第六、七章；周郴知编写第四、五、八、九章。北京农业工程大学郑智受教授对书稿进行了详细审阅，北京理工大学刘惠林副教授对书稿也提出了宝贵的意见，在此一并表示深切谢意。

由于编者水平有限，缺点和错误在所难免，恳请读者不吝指正。

编 者

1994年2月

目 录

绪论	1
第一章 冲压成形的基本理论	6
第一节 冲压成形中的应力与变形特点	6
一、点的应力状态	6
二、点的应变状态	7
三、体积不变条件	8
第二节 硬化曲线与屈服准则	9
一、加工硬化	9
二、条件应力—应变曲线	9
三、硬化曲线	10
四、屈服准则	11
第三节 金属的塑性和变形抗力	12
一、塑性和变形抗力的概念	12
二、影响塑性和变形抗力的因素	13
第四节 冲压成形方法的分类	14
一、冲压成形时毛坯各区的划分	14
二、冲压成形方法的分类	15
第五节 冲压变形趋向性及其控制	16
一、变形趋向性的概念	16
二、变形趋向性规律和控制冲压变形的基本原则	17
三、控制变形趋向性的措施	17
第六节 板料的冲压性能及试验方法	19
一、板料冲压性能概述	19
二、板料的拉伸试验	20
三、冲压成形性能的工艺试验	21
习题与思考题	24
第二章 冲裁	25
第一节 冲裁过程变形分析	25
一、剪切区应力状态分析	25

二、 冲裁变形过程·····	26
三、 冲裁断面的特征·····	27
第二节 冲裁间隙·····	27
一、 间隙对冲裁件质量的影响·····	27
二、 间隙对模具寿命的影响·····	29
三、 间隙对冲裁力的影响·····	29
四、 合理间隙的确定·····	30
第三节 冲裁模刃口尺寸的计算·····	33
一、 尺寸计算原则·····	33
二、 尺寸计算方法·····	33
第四节 冲裁工艺力·····	38
一、 冲裁力的计算·····	38
二、 降低冲裁力的方法·····	38
三、 卸料力、推件力和顶件力·····	40
第五节 排样与材料的经济利用·····	42
一、 材料的经济利用·····	42
二、 排样方法·····	43
三、 搭边·····	45
习题与思考题·····	46
第三章 冲裁模的结构与设计 ·····	48
第一节 冲模的基本构造和分类·····	48
一、 冲模的基本构造·····	48
二、 冲裁模的分类·····	49
第二节 冲裁模的典型结构·····	49
一、 单工序模·····	49
二、 连续模·····	60
三、 复合模·····	63
第三节 冲模零件的构造与设计·····	64
一、 工作零件·····	64
二、 定位零件·····	74
三、 卸料、推件零件·····	82
四、 导向零件·····	87
五、 固定零件·····	89
六、 冲模零件的材料·····	92
七、 冲模零件的配合要求和表面粗糙度·····	94

第四节	冲模的总体设计	98
一、	冲模设计应具备的技术资料	98
二、	冲模设计一般程序与内容	99
三、	模具总体结构型式的确定	99
四、	冲模的压力中心	100
五、	冲模的闭合高度及冲模与压力机尺寸的配合关系	103
六、	模具总图的绘制	104
	习题与思考题	105
第四章	弯曲	106
第一节	弯曲变形过程分析	106
一、	弯曲变形过程	106
二、	弯曲变形特点	107
三、	弯曲变形区的应力、应变分析	107
第二节	最小弯曲半径	109
一、	影响最小弯曲半径的因素	109
二、	最小弯曲半径的确定	110
第三节	弯曲件的回弹	111
一、	影响回弹的因素	112
二、	回弹值的确定	113
三、	减小回弹的措施	114
第四节	弯曲件毛坯尺寸的计算	116
一、	弯曲件应变中性层位置的确定	117
二、	弯曲件毛坯长度的计算	118
第五节	实用弯曲力计算	120
一、	自由弯曲力	120
二、	校正弯曲力	121
三、	顶件力和压料力	121
第六节	弯曲模的结构及其设计	121
一、	弯曲模设计要求	121
二、	常见弯曲件的模具结构	121
三、	弯曲模工作部分尺寸计算	127
	习题与思考题	129
第五章	胀形与翻边	130
第一节	胀形	130
一、	胀形变形特点	130

二、平板毛坯的局部胀形	131
三、圆柱形空心毛坯的胀形	134
第二节 翻边	137
一、圆孔翻边	137
二、非圆孔翻边	141
三、外缘翻边	142
四、变薄翻边	143
五、翻边模结构及其工作部分参数	146
习题与思考题	149
第六章 拉深	150
第一节 圆筒形零件的拉深分析	150
一、拉深变形特点	150
二、拉深时毛坯的应力应变状态	151
三、凸缘变形区的应力分析	153
四、圆筒形零件拉深时毛坯起皱及防皱措施	155
五、筒壁传力区的应力分析与拉深件的破裂	159
第二节 圆筒形零件的拉深工艺计算	161
一、拉深件毛坯尺寸的计算	161
二、拉深系数及拉深次数的计算	165
三、拉深力及拉深功的计算	167
第三节 其他圆筒形零件的拉深	168
一、带凸缘筒形件的拉深	168
二、阶梯圆筒形零件的拉深	174
第四节 盒形件的拉深	175
一、盒形件拉深的变形特点	175
二、盒形件毛坯形状和尺寸的确定	176
三、盒形件初次拉深的成形极限	178
四、盒形件多工序拉深时各中间工序形状和尺寸的确定	178
第五节 球形、抛物线形及锥形件的拉深	182
一、球形件拉深	183
二、抛物线形件拉深	185
三、锥形件拉深	187
第六节 拉深模的设计	189
一、拉深模的种类	189
二、拉深模的结构	189

三、圆筒件拉深凸模与凹模工作部分尺寸的计算	193
四、盒形件拉深模工作部分尺寸的确定	195
第七节 辅助工序	196
一、退火	196
二、酸洗	197
三、润滑	197
习题与思考题	197
第七章 覆盖件的拉深成形	199
第一节 覆盖件拉深的特点	199
一、覆盖件拉深的变形特点	199
二、覆盖件拉深工艺特点	200
第二节 覆盖件拉深的工艺要素	201
一、拉深方向的确定	201
二、工艺补充面	201
三、压边面	204
四、工艺切口和工艺孔	205
第三节 覆盖件拉深模设计	206
一、拉深模的典型结构	206
二、凸模、凹模及压边圈的结构尺寸	206
三、导向机构	209
四、拉深筋(槛)	211
习题与思考题	214
第八章 其它冲压方法	215
第一节 整修工艺	215
一、外形整修	215
二、内孔整修	217
三、挤光整修工艺	219
第二节 精密冲裁	219
一、精密冲裁	219
二、半精冲工艺	226
第三节 橡皮冲裁	227
一、普通橡皮冲裁	229
二、聚氨酯橡胶冲裁	230
第四节 变薄拉深	232
一、变薄拉深的变形特点	232

二、变薄拉深的变形程度	232
三、变薄拉深的工艺计算	233
四、变薄拉深模的结构及其工作部分参数	235
第五节 带料连续拉深	235
一、带料连续拉深的分类及应用	236
二、拉深系数和相对拉深高度	237
三、带料宽度和步距尺寸计算	241
四、带料连续拉深模结构	242
第六节 校形工艺	242
一、平板零件的校平	243
二、空间形状零件的校形	243
第七节 硬质合金模具冲裁	245
一、硬质合金的性能及选择	245
二、硬质合金冲裁工艺设计要求	245
三、硬质合金冲裁模设计特点	246
第八节 锌基合金模冲裁与成形	248
一、锌基合金材料及性能	248
二、锌基合金冲模的特点及应用	249
三、锌基合金模具设计	249
四、锌基合金模典型结构	252
习题与思考题	253
第九章 冲压工艺规程的编制	254
第一节 编制冲压工艺规程的内容与步骤	254
一、冲压件的工艺性分析	254
二、冲压工序的性质、数量和顺序的确定	261
三、确定工序间半成品尺寸的原则	265
四、工件定位方法的选择	266
五、工序图	267
六、冲压设备的选择	268
七、编写工艺文件及设计计算说明书	270
第二节 典型冲压件的工艺分析与计算实例	270
一、冲压件的工艺性分析	270
二、确定工艺方案	271
三、工艺计算	273
四、工序图	275

五、 编写工艺文件,填写冲压工艺卡(略).....	276
参考文献.....	276

绪 论

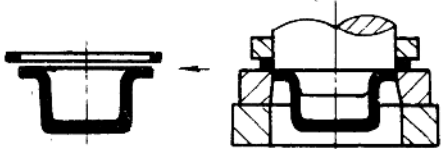
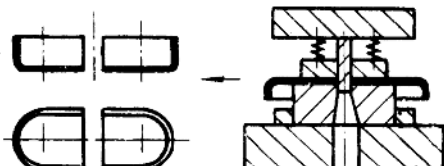
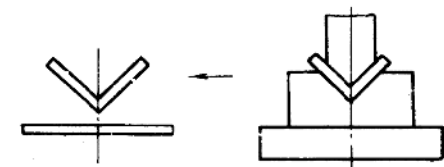
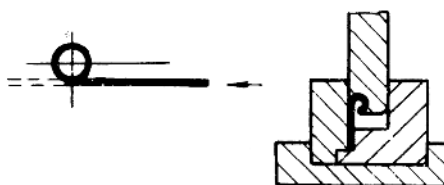
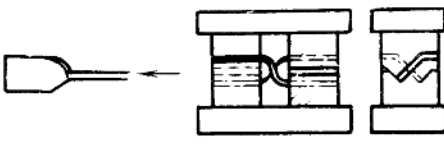
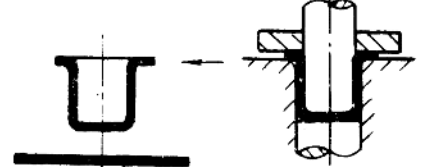
冲压工艺是塑性加工的基本方法之一。它是通过装在压力机上的模具对毛坯施加压力，使之产生变形或分离，从而获得一定形状、尺寸和性能的零件。冲压用的原材料主要是各种金属板料，并且通常是在常温下加工的，所以冲压有时也叫板料冲压或冷冲压。

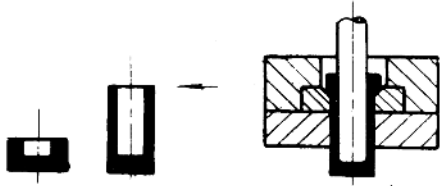
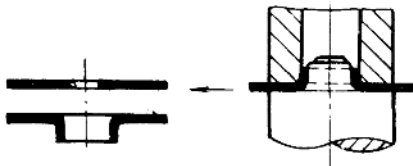
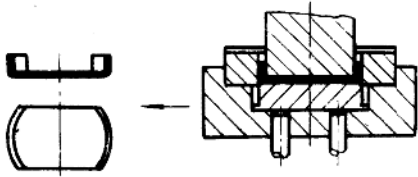
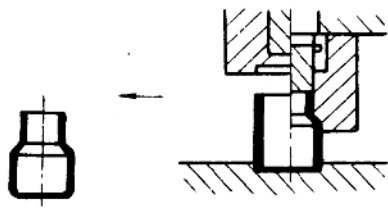
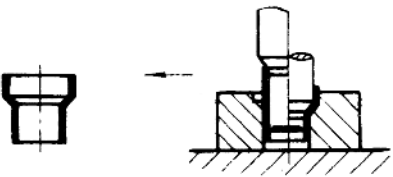
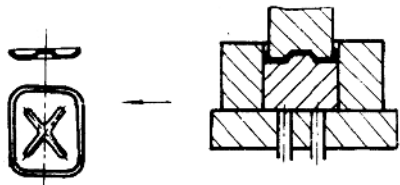
冲压工艺的方法很多，归纳起来可以分为分离工序和成形工序两大类。分离工序的目的是使冲压件与板料沿一定的轮廓线相互分离，同时冲压件分离断面的质量也要满足一定的要求。分离工序包括落料、冲孔、剪切、切口等。成形工序的目的，是使冲压毛坯在不破坏的条件下发生塑性变形，并形成要求的成品形状，同时也应满足尺寸精度方面的要求。成形工序包括弯曲、拉深、胀形、翻边等。一个冲压零件一般要用几个工序逐次冲压才能成形。常见的冲压加工方法如表 0-1 所示。

表 0-1 板料冲压的基本工序

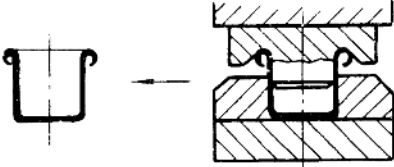
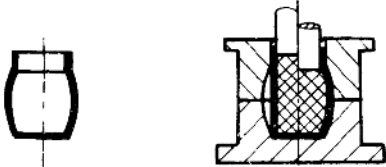
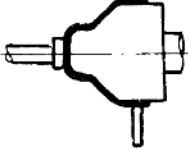
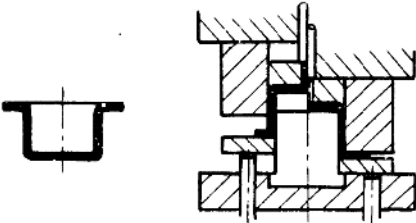
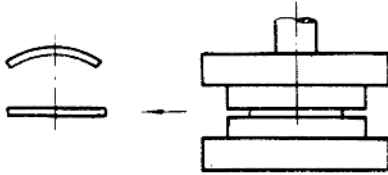
类别	工 序	简 图	工序性质
分 离	落 料		用模具沿封闭轮廓线冲切板料，冲下的部分是工件
	冲 孔		用模具沿封闭轮廓线冲切板料，冲下的部分是废料
离	剪 切		用剪切或模具切断板料，切断线不封闭
	切 口		用模具将板料冲切成部分分离，切口部分发生弯曲

续表

类别	工序	简图	工序性质
成形	切边	 <p>The diagram shows a cross-section of a U-shaped part on the left. An arrow points to a cross-section on the right where a cutting tool is positioned to trim the edges of the part.</p>	<p>将成形后的半成品的边缘修切整齐或切成一定形状</p>
	剖切	 <p>The diagram shows two cross-sections of a part on the left. An arrow points to a cross-section on the right where a cutting tool is shown cutting through the part.</p>	<p>将半成品切开成两个或几个工件</p>
	弯曲	 <p>The diagram shows a V-shaped part on the left. An arrow points to a cross-section on the right where a bending tool is shown bending a flat sheet into the V-shape.</p>	<p>把板料沿直线弯成各种形状</p>
	卷圆	 <p>The diagram shows a circular cross-section of a part on the left. An arrow points to a cross-section on the right where a rolling tool is shown rolling a flat sheet into a circular shape.</p>	<p>把板料端部卷圆</p>
	扭曲	 <p>The diagram shows a cross-section of a part on the left. An arrow points to two cross-sections on the right where a twisting tool is shown twisting a part.</p>	<p>将坯料的一部分相对于另一部分扭转一个角度</p>
	拉深	 <p>The diagram shows a U-shaped part on the left. An arrow points to a cross-section on the right where a deep drawing tool is shown pulling a sheet into a U-shape.</p>	<p>将板料毛坯制成各种空心零件</p>

类别	工序	简图	工序性质	
成形	变薄拉深		把拉深后的空心半成品进一步加工成为侧壁厚度小于底部厚度的零件	
	翻边	孔的翻边		在预先冲孔的半成品上或未经冲孔的板料上冲制成竖立的边缘
		外缘翻边		把板料半成品的边缘沿曲线或圆弧翻出竖立的边缘
	形	缩口		将空心毛坯或管状毛坯的口部缩小
		扩口		将空心毛坯或管状毛坯的口部扩大
		起伏		在板料毛坯或半成品上压出筋条、花纹或文字

续表

类别	工 序	简 图	工序性质
成	卷边		将空心件的边缘卷成圆边
	胀形		使空心毛坯或管状毛坯的一部分沿径向扩张成凸肚形
	旋压		在旋转状态下用赶棒或滚轮使毛坯逐步成形
形	整形		把形状不太准确的半成品校正成形,以提高零件精度或获得较小的圆角半径
	校平		把不平的工件压平

各种冲压加工工序使用的模具统称为冷冲模。它是冲压加工的专用工具。

在塑性加工中,模具可以分为冲模、锻模、压铸、压铸模、塑料成形模、玻璃成形模、橡胶成形模等等。这些模具中以冷冲模用得最广,约占模具总量的40%,其次是塑料成形模,约占35%。冷冲模之所以用得如此广泛是因为冲压加工与其他机械加工相比较具有如下的优点:

1. 生产率高,操作简单,容易实现机械化和自动化,特别适合于成批大量生产。在冲压加工中,一台冲压设备每分钟可生产零件几十件到几百件。

2. 由于利用冲模来成形,所以加工出来的零件表面光洁,精度较高,尺寸稳定,互换性好。

3. 可以利用塑性变形的加工硬化提高零件的机械性能。在材料消耗不多的情况下获得强度高、刚度大、质量小的零件。

4. 可得到其他加工方法难以加工或无法加工的,形状十分复杂的零件。

5. 冲压加工一般不需加热,也不像切削加工那样产生切屑,所以它不但节省能源,而且节约金属材料。成批生产时冲压零件成本低。

由于冲压加工具有上述优点,因而冲压在现代汽车、拖拉机、家用电器、仪表以及轻工生产中占有十分重要的地位。另外,在兵器、飞机、导弹等制造行业冲压加工量的比例也是相当大的。

随着科学技术的不断进行和工业生产的迅速发展,现代冲压技术正在向如下几个方向发展:

1. 研究冲压变形的基本规律,为指导冲压生产和解决实际问题提供理论依据。

2. 采用弹塑性有限元法,对复杂形状冲压件的成形过程进行分析和计算机模拟,提高工艺和模具设计的可靠性。

3. 开发和应用模具 CAD/CAM 技术,缩短模具的设计和制造周期。

4. 研究应用新的冲压成形工艺、简易模具及冲压柔性制造系统,满足产品的更新换代和多品种小批量生产的需要。

5. 采用高速多工位压力机或多工位连续模,利用自动送料,取件装置实现冲压生产机械化、自动化,以满足大批量生产的需要。

6. 研究改进板料的冲压性能,以提高冲压成形效率和冲压件的质量。

《冲压工艺与模具设计》是一门实用性很强的课程。对初学者来说,应在学习这门课程之前,对冲压生产具有初步的感性认识,才能在学习时理论联系实际,容易理解和入门。应当强调的是:冲压工艺理论是模具设计的基础;而冲模设计则是实现冲压工艺的核心。在学习本门课程时两者不可偏废。通过本课程的学习及课程设计和毕业设计,能初步掌握一般冲压件的工艺规程编制及其冲模的设计方法。