

航空工艺装备设计手册

冷冲模设计



技术检验科

国防工业出版社

航空工艺装备设计手册

冷冲模设计

《航空工艺装备设计手册》编写组 编

国防工业出版社

内 容 简 介

本手册共包括十章。

第一章为一般资料，第二章为冲裁模的设计，第三章为弯曲模的设计，第四章为压延模的设计，第五章为冷挤压模的设计，第六章为成形模的设计，第七章为旋压模的设计，第八章为硬质合金模的设计，第九章为冷压用压床与卸料装置，第十章为模具通用化。

本手册是根据工厂“冷冲压设计”有关资料及部分经验而编写的，并征求了有关单位的意见。可供从事于冷冲压技术的人员及高等院校、中等工业学校师生参考。

航空工艺装备设计手册

冷冲模设计

《航空工艺装备设计手册》编写组 编

*

国防工业出版社 出版

北京市书刊出版业营业许可证出字第074号

国防工业出版社印刷厂印装 内部发行

*

787×1092¹/₁₆ 印张35³/₈ 插页2 939千字

1977年11月第一版 1977年11月第一次印刷 印数：0,001—6,000册

统一书号：N 15034·1567 定价：5.05元

航空工艺装备设计手册

冷冲模设计

《航空工艺装备设计手册》编写组 编

国防工业出版社

内 容 简 介

本手册共包括十章。

第一章为一般资料，第二章为冲裁模的设计，第三章为弯曲模的设计，第四章为压延模的设计，第五章为冷挤压模的设计，第六章为成形模的设计，第七章为旋压模的设计，第八章为硬质合金模的设计，第九章为冷压用压床与卸料装置，第十章为模具通用化。

本手册是根据工厂“冷冲压设计”有关资料及部分经验而编写的，并征求了有关单位的意见。可供从事于冷冲压技术的人员及高等院校、中等工业学校师生参考。

航空工艺装备设计手册

冷冲模设计

《航空工艺装备设计手册》编写组 编

*

国防工业出版社 出版

北京市书刊出版业营业许可证出字第074号

国防工业出版社印刷厂印装 内部发行

*

787×1092¹/₁₆ 印张35³/₈ 插页2 939千字

1977年11月第一版 1977年11月第一次印刷 印数：0,001—6,000册

统一书号：N 15034·1567 定价：5.05元

出版说明

在毛主席无产阶级革命路线指引下，二十多年来，特别是无产阶级文化大革命和批林批孔运动以来，我国的航空工业得到了迅速的发展。为适应这种大好形势的需要，我们遵照毛主席关于“独立自主、自力更生”和“要认真总结经验”的伟大教导，经过广泛的调查研究，在有关单位的大力支持和热情帮助下，组成了有工人、技术人员和干部参加的三结合编写小组，编写了这套《航空工艺装备设计手册》。其中包括：《通用部分》、《刀具设计》、《量具设计》、《夹具设计》、《冷冲模设计》、《铸模设计》、《锻模设计》、《橡胶、塑料模设计》、《飞机装配夹具设计》等九个分册。

手册中所选内容，主要以总结各有关工厂、院、校、所在航空工艺装备设计、制造和使用方面的实践经验为主；同时搜集整理了部分与航空工艺装备设计有关的国家标准、部颁标准和企业标准；对工艺装备设计中的一些关键性问题和设计方法也作了简明扼要的阐述和分析。

在调查研究、编写和审稿过程中，曾得到很多工厂、科研单位和大专院校的大力支持和协助，并提供了不少宝贵的资料，在此表示衷心的感谢。

由于我们的路线觉悟不够高，技术水平有限，再加经验不足，时间仓猝，因此，手册中难免存在缺点和错误，恳切希望同志们批评指正。

The following text is extremely faint and illegible. It appears to be a list or a series of entries, possibly related to a technical or scientific document. The text is too light to transcribe accurately.

目 录

第一章 一般资料

第一节 冷冲模零件材料的选用	9
第二节 冷冲模零件的加工精度与光洁度	11
第三节 冷冲压零件的常用材料	13
一、常用材料的机械性能	13
二、常用材料的规格及允许偏差	21
第四节 钣金零件的尺寸要素标准	35
一、加强槽(筋)	35
二、减轻孔	37
三、弯边高度	39
四、下陷	40
第五节 冷冲压零件的一般尺寸公差	42
第六节 冷冲压零件的有关补充规定	47
一、冷冲压零件的补充规定	47
二、橡胶零件	48
三、毛毡零件	48
第七节 橡皮的弹力计算与选用	48
第八节 弹簧的计算与选用	51
一、圆柱螺旋弹簧的计算与选用	51
二、碟形弹簧的计算与选用	54

第二章 冲裁模的设计

第一节 冲裁件的一般工艺性	57
一、冲裁件转角处的半径尺寸确定	57
二、冲裁件壁厚的最小尺寸	57
三、成形件上冲孔时位置尺寸的确定	60
四、冲裁件剪裂断面的毛刺高度	61
五、一般冲裁件剪裂断面所能达到的光洁度	61
第二节 一般冲裁模的设计	62
一、材料的排样和搭边数值的确定	62
二、条料宽度的确定	67
三、冲裁力的确定	68
四、卸料力、推件力及顶件力的确定	74
五、冲裁力的计算示例	75
六、冲裁时压力中心的确定	77
七、模具主要零件的强度计算	80
八、带斜刃凸模与凹模以及阶梯式凸模的确定	84
九、凸、凹模间的间隙及其制造公差确定	85
十、凹模的刃口和后角形式及其外形和边距尺寸的确定	92

十一、卸料板、顶件器与凸、凹模间的关系	94
十二、连续模挡料销位置尺寸的确定	96
十三、冲裁模零组件的典型结构形式	96
十四、冲裁模常用典型结构	116
第三节 特种冲裁模的设计	128
一、小孔冲模的设计	128
二、薄料冲裁模的设计	138
三、光洁冲裁模的设计	141
四、整修模的设计	147
五、镁、钛合金与不锈钢的冲裁特性及其设计参数	157
六、非金属材料的冲裁模设计	159
七、无废料或少废料的冲模设计	166
第四节 简易冲裁模的结构与设计	173
一、夹板模的设计	173
二、板式冲裁模的设计	179
三、薄板式冲裁模的设计	183
四、橡皮冲裁模的设计	185

第三章 弯曲模的设计

第一节 一般弯曲模的设计	190
一、弯曲零件的工艺性	190
二、弯曲件展开长度的计算	193
三、回弹角度的确定和补偿方法	204
四、弯曲力的计算	212
五、凸、凹模工作部分尺寸的确定	215
六、弯曲件的工序分布及模具典型结构	218
第二节 特种弯曲模的设计	225
一、型材拉弯成形	225
二、滚弯成形	241
三、橡皮容框用压型模的设计	246
四、镁、钛合金加热弯曲模的设计及其加热方法	252
五、型材弯曲模的设计	270
六、管子弯曲模的设计	272

第四章 压延模的设计

第一节 一般压延零件的工艺性	276
一、对压延零件外形尺寸的要求	276
二、对压延零件外形形状的要求	277
三、压延零件圆角半径的确定	278
第二节 压延零件毛料展开尺寸与形状	279
一、压延零件切边余量值的确定	279

二、各种旋转体展开毛料的计算	280	三、压延时材料厚度的变化	376
三、在带料上连续压延的毛料尺寸计算	297	四、变形速度对极限压延程度的影响	377
四、复杂形状对称零件的毛料展开计算	300	五、压延时的中间工序退火	378
五、矩形压延零件的毛料尺寸及形状	301	六、压延力与压边力的确定	379
第三节 压延系数及工序顺序与工序次数		七、加热压延模结构与材料的选用	380
的确定	307	八、加热压延用的润滑剂	381
一、变形程度与压延系数	307	九、压延时废品的产生与改进措施	382
二、圆筒形零件的压延工艺计算	308	第十一节 橡皮压延的成形	383
三、带凸缘筒形零件的压延工艺计算	311	一、橡皮凹模压延工作的特点	383
四、方形与长方形盒形零件的压延工艺计算	318	二、毛料受力及所需的单位压力	383
五、高方形及矩形盒零件的多工序压延的工艺计算	320	三、压延系数的确定	385
六、阶梯形零件的压延工艺计算	330	四、橡皮压制用的压延模结构	386
七、锥形零件的压延工艺计算	333	第十二节 蒙皮拉伸成形	387
八、半球形及球形零件的压延工艺计算	340	一、蒙皮拉伸法的分类	387
九、反向压延的工艺计算	342	二、蒙皮拉伸系数的确定	387
十、壁部变薄的压延工艺计算	342	三、蒙皮极限拉伸系数的确定	389
十一、带料连续压延的工艺计算	345	四、蒙皮拉伸用加热拉伸胎的设计	391
十二、压延中压边圈的选用及其形式	354	五、蒙皮拉伸拉形用的机床性能数据	392
第四节 压延时的压延力及压边力	358		
一、压延时压延力的确定	358	第五章 冷挤压模的设计	
二、压延时压边力的确定	361	第一节 冷挤压	394
三、单动压床，总压力的确定	362	一、冷挤压的方法	394
第五节 压延时凸、凹模间的间隙	362	二、冷挤压的优点	395
一、合理的选用凸、凹模间的间隙	362	第二节 冷挤压零件的工艺性	395
二、压延模的间隙确定	363	一、零件的形状	395
第六节 压延凸、凹模的圆角半径	363	二、零件尺寸与公差	396
一、凹模圆角半径对压延过程的影响	363	三、适用于冷挤压的材料	398
二、凹模圆角半径的确定	364	第三节 冷挤压的毛坯	398
三、凸模圆角半径对压延过程的影响	365	一、毛坯的形状	398
四、凸模圆角半径的确定	365	二、毛坯尺寸的计算	399
第七节 压延凸、凹模的制造公差与工作部分尺寸	366	第四节 冷挤压的压力	400
一、压延凸、凹模的公差位置分布	366	一、影响挤压力的主要因素	400
二、压延凸、凹模工作部分尺寸的确定	367	二、相对变形程度的计算与校核	401
三、压延时凸、凹模的制造公差	368	三、冷挤压力的计算	407
第八节 空心零件的同时压延与切边	368	第五节 冷挤模具主要零件的设计	416
一、空心零件的同时压延与切边	368	一、冷挤钢零件凸、凹模工作部分尺寸	416
二、模具工作部分尺寸的确定	370	二、冷挤有色金属的凸、凹模工作部分尺寸	418
三、目前工厂采用同时压延与切边的模具结构	370	三、冷挤凸、凹模的制造尺寸	421
第九节 压延中的润滑与热处理	372	第六节 预应力组合凹模的设计	422
一、压延润滑剂的作用	372	一、组合凹模的优点	423
二、压延润滑剂的条件	372	二、凹模形式的确定	423
三、各种材料压延时用的润滑剂	372	三、凹模各圈直径的决定	424
四、酸洗	374	四、预应力组合凹模径向过剩量 u 与轴向压合量 c 的确定	425
五、压延过程中的热处理	375	五、组合凹模的装配	427
第十节 镁、钛合金加热压延的工艺计算	376	第七节 冷挤模具设计原则及模具结构	427
一、镁、钛合金压延的变形程度	376	一、冷挤模具的设计原则	427
二、凸、凹模圆角半径的确定	376	二、模具结构的分类	428
		三、冷挤压模的卸料装置	433

第八节 冷挤压毛坯的制备	436
一、对毛坯的要求	436
二、毛坯的制备	436
三、毛坯的软化热处理	436
四、毛坯的表面处理	441
第九节 冷挤压模具设计示例	443
一、工艺计算部分	443
二、模具设计部分	444
第十节 冷挤压凸、凹模折断、开裂原因及改进措施	446
一、正挤压、凹模折断、开裂原因及改进措施	446
二、反挤压、凹模折断、开裂原因及改进措施	446
第十一节 冷挤压废品及防止措施	448
第十二节 对冷挤压设备的要求	450

第六章 成形模的设计

第一节 起伏成形	452
一、加强槽的压制	453
二、加强窝的压制	454
三、通风口零件的成形	459
四、波纹膜片的成形	459
第二节 孔的翻边	461
一、孔翻边成形的优点	461
二、孔翻边的应力与应变	461
三、孔翻边的工艺性	462
四、毛料尺寸的确定	462
五、孔翻边次数的确定	463
六、凸、凹模形状及尺寸对翻边的影响	464
七、翻边凸模与凹模之间的间隙	465
八、翻边力的确定	467
九、非圆形孔的翻边	467
十、长方形孔(方形孔)的带底翻边	468
十一、壁部变薄的翻边	469
十二、翻边模的典型结构	474
第三节 胀形模的设计	475
一、胀形变形程度的计算	475
二、壁厚的计算	477
三、毛料的计算	478
四、液压力的计算	478
五、胀形模具结构形式	478
第四节 缩口模的设计	480
一、缩口变形程度的计算	481
二、缩口的毛料计算	482
三、缩口的压力计算	482
四、缩口的方法	483
五、管子的缩口与扩口的复合工序	485
第五节 校正模的设计	485
第六节 压印模和压花模的设计	487
一、压印模的设计	487
二、压花模的设计	488

第七节 冷镦模的设计	488
一、冷镦螺钉、螺栓及铆钉头部的计算程序	489
二、冷镦方法	491
三、冷镦举例	491

第七章 旋压模的设计

第一节 一般旋压	493
一、一般旋压工艺性及应用范围	493
二、介绍几种典型零件的旋压方法	494
三、旋压模及其工具	495
第二节 强力旋压	498
一、强力旋压特性及其应用	498
二、毛坯设计及工艺参数的选择	501
三、旋压工艺装备及其附件的设计	506

第八章 硬质合金模的设计

第一节 硬质合金冲裁模	515
一、材料的选择	515
二、对结构的要求	515
三、模具硬质合金工作部分的固定方法	516
四、硬质合金凹模形式的选择	518
五、排样的要求	518
六、间隙的选用	519
第二节 硬质合金压延模	519
一、硬质合金材料的选择	519
二、硬质合金凹模的几何参数	520
三、预应力压圈的作用及要求	521
第三节 硬质合金冷镦模	524
一、材料的选择	524
二、结构与尺寸	525

第九章 冷压用压床与卸料装置

第一节 压床的选用	527
一、选用压床应遵循的原则	527
二、压床在工作行程中所承受的压力变化	527
三、压床工作行程数值的选择	530
四、模具和压床的闭合高度	533
五、压床的分类	534
第二节 推杆卸件的装置	536

第十章 模具通用化

第一节 组合冲模	537
一、组合冲模的基本概念	537
二、组合冲模的设计原则	538
三、组合冲模的典型结构	538
四、主要零件的设计	554
五、零件的冲压工艺	557
第二节 电磁模座	559
一、基本原理和结构	559
二、电磁吸力的计算	561
三、用于电磁模座的冲模	564
四、电源电路	565

第一章 一般资料

第一节 冷冲模零件材料的选用

模具的工作零件承受了冲击载荷，而且在其工作刃边及工作表面产生强烈的应力集中。因此对凸模、凹模及凸凹模材料的要求，应具有高的硬度和抗磨性以及足够的韧性。

表 1-1 是用来制造凸模、凹模及凸凹模材料的牌号及热处理后的硬度。

表 1-2 是用来制造模具其它各种零件的材料牌号以及热处理。

表 1-1 制造凸模、凹模及凸凹模材料的选用及热处理

模具类型	零件名称	选用材料	热处理	硬度 HRC	
				凸模	凹模
冲裁模	形状简单的凸模、凹模及其镶块	T8A、T10A	淬火	58~60	58~62
	带台肩的快换式凸模和凹模				
	形状复杂的凸模、凹模及其镶块	9SiCr、CrWMn Cr12、Cr12MoV	淬火	58~60	60~62
	要求耐磨的凸模、凹模	Cr12MoV	淬火	58~60	60~62
		GCr15、YG15			
	冲薄材料用的凹模	T8A	淬火	按冲裁材料确定	
板模的凸模、凹模	T7A	淬火	45~48		
弯曲模	一般弯曲的凸模、凹模及其镶块	T8A、T10A	淬火	56~60	
	形状复杂的凸模、凹模及其镶块	CrWMn、Cr12 Cr12MoV	淬火	58~62	
	要求耐磨的凸模、凹模及其镶块				
	材料加热的弯曲凸模、凹模	5CrNiMo、5CrMnMo	淬火	52~56	
	用于有色金属型材弯曲模 用于有色金属管子弯曲模	45	淬火	40~45	
用于黑色金属型材弯曲模 用于黑色金属管子弯曲模	T8A、T10A	淬火	56~58		
压型模的凸模、凹模	45、HT20~40 塑料、精制层板		钢零件的压型及形状复杂的铝零件应考虑淬火		
拉弯模的凸模、凹模	ZG15、45 HT20~40 塑料、精制层板				
压延模	一般压延的凸模、凹模	T8A、T10A	淬火	58~60	60~62
	连续压延的凸模、凹模	T10A、CrWMn	淬火	58~60	60~62
	变薄压延的凹模	Cr12、Cr12MoV	淬火		62~64
		YG15、YG8			

续

模具类型	零件名称	选用材料	热处理	硬度 HRC	
				凸模	凹模
压延模	压延不锈钢材料用的压延凸模	W18Cr4V	淬火	58~60	
	压延不锈钢材料用的压延凹模	YG15、YG8			
	材料加热压延的压延凸模、凹模	5CrNiMo、5CrMnMo	淬火	56~58	
	蒙皮拉形模胎	木、塑料、铸钢、铸铁			
成形模	一般成形的凸模、凹模	T8A、T10A	淬火	56~60	
	要求耐磨的成形凸模、凹模	Cr12、Cr12MoV	淬火	58~62	60~64
	材料加热成形的成形凸模、凹模	5CrNiMo、5CrMnMo	淬火	56~58	58~60
冷挤模	铝件冷挤凸模	9SiCr、Cr12MoV、GCr15	淬火	60~62	
	铝件冷挤凹模				62~64
	铜件冷挤凸模	Cr12MoV、W18Cr4V、GCr15	淬火	60~62	
	铜件冷挤凹模				62~64
	钢件冷挤凸模	Cr12MoV、3W4Cr2V、GCr15	淬火	60~62	
	钢件冷挤凹模				62~64

表1-2 制造模具各种零件的材料选用及热处理

零件名称	选用材料	热处理	硬度 HRC
压边圈、压延用顶板	T8A	淬火	54~58
顶板	A3		
弯曲模、成形模及压延模的顶件器	T8A、CrWMn	淬火	56~60
定距刀、切刀	T8A	淬火	58~62
上模座、下模座	HT20~40、HT25~47、ZG25、ZG35		
模柄	A3、45		
凸模固定板、凸凹模固定板	A3、45		
卸料板、导板	A3		
侧面导板	T8A	淬火	52~56
	A3		
导柱	20	渗碳0.8~1 淬火	58~62
导套	20		56~60
校准销、定位销	T7、T8	淬火	52~56
挡料板、挡料销	45	淬火	45~48
楔柱、滑块	T8A、T10A	淬火	58~62
护套	20		

续

零件名称	选用材料	热处理	硬度 HRC
垫板	T7	淬火	54~58
螺母、垫圈、螺塞	A3		
固定螺钉、螺栓	A3、45		
销钉	45	淬火	45~48
顶杆、推杆	45	淬火	43~48
键	45		
弹簧(圆钢丝) $d < \phi 5$ 毫米	Ⅲ	$d > \phi 2$ 淬火	43~48
弹簧(圆钢丝) $d > \phi 5$ 毫米	65Mn	淬火	43~48
碟形弹簧	60Si2MnA、65Mn	淬火、回火	48~52
弹簧片	65Mn	淬火	43~48

第二节 冷冲模零件的加工精度与光洁度

冷冲模零件的加工精度、表面光洁度及配合形式列于表 1-3。

表 1-3 模具零件的加工精度、表面光洁度及配合形式

零件名称	零件简图	零件名称	零件简图
带凸缘模柄		带台模柄	
上模板	<p>A面对B面的不平度每300长度上不大于0.02</p>	下模板	<p>A面对B面的不平度每300长度上不大于0.02</p>

零件名称	零件简图	零件名称	零件简图
圆形凸模固定板		外导向的压板及弹顶器	
顶件销		顶杆	
内导向的压板及弹顶器		挡料销	
导套		导柱	

续

零件名称	零件简图	零件名称	零件简图
整体嵌入式圆形凹模		整体静配合压入的圆形凹模	
简单凸模		整体嵌入的圆形凸模	

注：1. d^* 视材料厚度及必要的间隙按 (D_1) 、 (D) 、 (D_1) ；
2. d^{**} 按表2-25所示公差制造。

第三节 冷冲压零件的常用材料

一、常用材料的机械性能

1. 碳钢及合金钢的各种板材的机械性能 (表1-4)

表1-4 冷压常用黑色金属板材的机械性能

材料名称	材料牌号	材料状态	抗剪强度	抗拉强度	伸长率	屈服点
			τ (公斤/毫米 ²)	σ_b (公斤/毫米 ²)	δ_5 (%)	σ_s (公斤/毫米 ²)
电工用纯铁 $C < 0.025$	DT1, DT2, DT3	退火	18	23	26	—
电工硅钢	D11, D12, D21, D31, D32, D41~44, D310~340	退火	19	23	26	—
普通碳素钢	A0	未退火	(26~38)	32~47	18~22	19
	A1		(26~32)	32~40	28~33	—
	A2		(27~34)	34~42	26~31	22
	A3		(31~38)	44~47	21~25	24
	A4		(34~42)	49~52	19~23	26
	A5		(40~50)	58~62	15~19	28

续

材料名称	材料牌号	材料状态	抗剪强度	抗拉强度	伸长率	屈服点
			τ (公斤/毫米 ²)	σ_b (公斤/毫米 ²)	δ_5 (%)	σ_s (公斤/毫米 ²)
优质碳素结构钢	08F	正火	(22)	30	35	18
	08		(26)	33	33	20
	10F		(22)	32	33	19
	10		(26)	34	31	21
	15F		(25)	36	29	21
	15		(27)	38	27	23
	20F		(28)	39	27	23
	20		(28)	42	25	25
	25		(32)	46	23	28
	30		(36)	50	21	30
	35	(40)	54	20	32	
	40	(42)	58	19	34	
	45	(44)	61	16	36	
	50	(44)	64	14	38	
	55	正火	(55)	66	13	39
60	(55)		69	12	41	
65	(60)		71	10	42	
70	(60)		73	9	43	
15Mn	正火	—	42	26	25	
30Mn		—	55	20	32	
45Mn		—	63	15	38	
65Mn		—	75	9	44	
70Mn		—	80	8	46	
碳素工具钢	T7~T12 T7A~T12A	退火	(60)	75	10	—
	T13、T13A		(72)	90	10	—
	T8A、T9A	冷作硬化	(60~95)	75~120	—	—
合金结构钢	10Mn2	低温退火	(32~46)	43	25	25
	20Mn2		—	80	10	60
	30Mn2		—	80	12	65
	40Mn2		—	100	10	80
	50Mn2		—	95	9	80
	35SiMn		—	90	15	75
	20MnV		—	85	12	60
	20Cr		—	85	10	55
	30Cr		—	90	11	70
	40Cr		—	100	9	80
	50Cr		—	110	9	95
	20CrMn		—	95	10	75
	40CrMn		—	100	9	85
	25CrMnSi		—	110	10	90
	30CrMnSi		—	110	10	90
	35CrMnSi		—	165	9	—
	20CrV		—	85	12	60
	50CrV		—	130	10	115
	20CrMnTi		—	110	10	85
42CrMo	—	110	12	95		
38CrMoAl	—	100	14	85		
45MnB	—	105	9	85		
40CrMn	—	100	9	85		
普通低合金结构钢	09Mn2V	热轧	—	50	21	35
	16MnRe		—	52	21	35
	10MnPNbRe		—	52	19	40
弹簧钢	65Mn	退火	(60)	75	9	44
	60Si2Mn	低温退火	(72)	90	10	—
	60Si2MnA 65Si2MnWA	冷作硬化	(64~96)	80~120	10	—
	65SiCrA					