

1+X

职业技术·职业资格培训教材

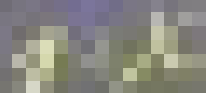
模具制造工

■ MOJU ZHIZHAOGONG

(高级)

劳动和社会保障部教材办公室 组织编写
上海市职业培训指导中心

中国劳动社会保障出版社



模具设计 · 模具制造与实训

模具制造工



（高级）

模具设计 · 模具制造与实训





职业技术·职业资格培训教材

模具制造工

(高级)

主 编 孙锡红

副主编 周德敏 李世刚

编 者 孙锡红 周德敏 李世刚

张今渡 高鸿庭 于 敞

凌萃祥 蒋文英 陈 鹤

常玉成

审 稿 刘德普 倪大可



中国劳动社会保障出版社

图书在版编目(CIP)数据

模具制造工：高级/孙锡红主编. —北京：中国劳动社会保障出版社，2004

职业技术·职业资格培训教材

ISBN 7-5045-4759-X

I. 模… II. 孙… III. 模具-制造-工艺-技术培训-教材 IV. TG766

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2004)第 108608 号

中国劳动社会保障出版社出版发行

(北京市惠新东街1号 邮政编码：100029)

出版人：张梦欣

*

新华书店经销

北京大容彩色印刷有限公司印刷 北京密云青云装订厂装订

787毫米×1092毫米 16开本 23.25印张 505千字

2004年12月第1版 2006年1月第2次印刷

印数：3100册

定价：35.00元

读者服务部电话：010-64929211

发行部电话：010-64911190

出版社网址：<http://www.class.com.cn>

版权专有 侵权必究

举报电话：010-64911344

内 容 简 介

本书由劳动和社会保障部教材办公室、上海市职业培训指导中心依据上海 1+X 职业技能鉴定细目——模具制造工（高级）组织编写。本书从强化培养操作技能，掌握一门实用技术的角度出发，较好地体现了本职业当前最新的实用知识与操作技术，对于提高从业人员基本素质，掌握高级模具制造工的核心知识与技能有直接的帮助和指导作用。

本书主要包括：较复杂冲模、型腔模的设计与制造、模具的数控加工技术、模具的装配调试与修理、模具 CAD/CAM 应用技术等。为便于读者掌握本教材的重点内容，教材每单元附有单元测试题及答案，全书附有知识考核模拟试卷和技能考核模拟试卷，用于检验和巩固所学知识技能。

本书可作为模具制造工（高级）职业技能培训与鉴定考核教材，也可供全国中等、高等职业技术学校学生学习、掌握先进的高级模具制造工知识与技术，或模具制造企业、社会培训机构进行岗位培训、在职培训使用。

前 言

职业资格证书制度的推行,对广大劳动者系统地学习相关职业的知识和技能,提高就业能力、工作能力和职业转换能力有着重要的作用和意义,也为企业合理用工以及劳动者自主择业提供了依据。

随着我国科技进步、产业结构调整以及市场经济的不断发展,特别是加入世界贸易组织以后,各种新兴职业不断涌现,传统职业的知识和技术也愈来愈多地融进当代新知识、新技术、新工艺的内容。为适应新形势的发展,优化劳动力素质,上海市劳动和社会保障局在提升职业标准、完善技能鉴定方面做了积极的探索和尝试,推出了1+X的鉴定考核细目和题库。1+X中的1代表国家职业标准和鉴定题库,X是为适应上海市经济发展的需要,对职业标准和题库进行的提升,包括增加了职业标准未覆盖的职业,也包括对传统职业的知识技能要求的提高。

上海市职业标准的提升和1+X的鉴定模式,得到了国家劳动和社会保障部领导的肯定。为配合上海市开展的1+X鉴定考核与培训的需要,劳动和社会保障部教材办公室、上海市职业培训指导中心联合上海市模具行业协会组织有关方面的专家、技术人员共同编写了《**职业技术·职业资格培训教材**》。

《**职业技术·职业资格培训教材**》严格按照1+X鉴定考核细目进行编写,教材内容充分反映了当前从事职业活动所需要的最新核心知识与技能,较好地体现了科学性、先进性与超前性。聘请编写1+X鉴定考核细目的专家,以及相关行业的专家参与教材的编审工作,保证了教材与鉴定考核细目和题库的紧密衔接。

《**职业技术·职业资格培训教材**》突出了适应职业技能培训的特色,按等级、分模块单元的编写模式,使学员通过学习与培训,不仅能够有助于通过鉴定考核,而且能够有针对性地系统学习,真正掌握本职业的实用技术与操作技能,从而实现我会做什么,而不只是我懂什么。

本教材虽结合上海市对职业标准的提升而开发,适用于上海市职业培训和职业资格鉴定考核,同时,也可为全国其他省市开展新职业、新技术职业培训和鉴定考核提供借鉴或参考。

本书的编写工作中,计伟志教授、张孝民高工等资深专家对本书进行了多次审阅,提出了许多宝贵意见,在此深表谢意!

新教材的编写是一项探索性工作,由于时间紧迫,不足之处在所难免,欢迎各使用单位及个人对教材提出宝贵意见和建议,以便教材修订时补充更正。

劳动和社会保障部教材办公室
上海市职业培训指导中心

目 录

第一单元 较复杂冲模的设计与制造	(1)
第一节 复合模的设计与制造	(1)
第二节 级进模的设计与制造	(26)
第三节 特种冲模和简易冲模的制造	(41)
单元测试题	(67)
单元测试题答案	(69)
第二单元 较复杂型腔模的设计与制造	(71)
第一节 注射模的设计与制造	(71)
第二节 注射模的装配、试模与调整	(91)
第三节 压铸模的设计与制造	(105)
单元测试题	(134)
单元测试题答案	(137)
第三单元 模具的数控加工与机床刀夹具	(138)
第一节 模具的电火花加工	(138)
第二节 模具的数控线切割加工	(173)
第三节 模具数控加工的刀夹具与编程基础	(212)
单元测试题	(257)
单元测试题答案	(259)
第四单元 模具 CAD/CAM 应用技术	(260)
第一节 模具 CAD 应用技术	(260)
第二节 模具 CAM 应用技术	(284)
单元测试题	(298)
单元测试题答案	(299)
第五单元 模具寿命与模具的修理	(301)
第一节 冲压模具的寿命与修理	(301)
第二节 塑料模具的寿命与修理	(318)
单元测试题	(339)

单元测试题答案	(341)
知识考核模拟试卷 (一)	(342)
知识考核模拟试卷 (二)	(346)
知识考核模拟试卷 (一) 答案	(351)
知识考核模拟试卷 (二) 答案	(352)
技能考核模拟试卷 (一)	(354)
技能考核模拟试卷 (二)	(359)

第一单元 较复杂冲模的设计与制造

第一节 复合模的设计与制造

在冲压生产中，常常将几个单工序冲压过程集中于一副模具来完成，这种在压力机的一次工作行程中，在一副模具的同一工位完成两种或两种以上基本冲压工序的模具称为复合模。

一、复合模的特点

1. 可成倍提高冲压生产效率

压力机一次工作行程可以在一副模具的同一工位完成两种或两种以上基本冲压工序，生产效率因而成倍提高。

2. 提高冲压件的质量

在复合模中几道冲压工序是在同一工位完成的，无须重复定位，这就消除了定位误差。如冲裁件的外形与内孔的同轴度要求较高时，采用复合模就容易满足要求，因为外形与内孔的同轴度要求主要取决于模具，与定位误差无关。

3. 模具制造精度要求较高

由于复合模要在一副模具中完成几道冲压工序，因此模具结构要比单工序模复杂，而且要求各零部件的动作准确可靠，不相互干涉。这就要求模具的制造达到较高的精度。因此模具的制造成本较高，制造周期延长，维修也不如单工序模方便。

二、复合模的设计

复合模的设计从本质上讲,与单工序模没有什么区别,但从工序组合的可行性及模具结构来讲,仍有以下几点值得注意:

1. 工序组合方式的选择

在确定工序组合方式时,要从冲压工艺和模具结构等方面考虑其可行性。

(1) 工序组合的可行性。工序组合的可行性受到多种因素的限制,如冲压件的形状、尺寸与精度要求、模具的结构与强度、模具制造与维修的难易程度以及冲压设备等,因此在分析工序组合的可行性时,应主要考虑如下几方面的问题:

1) 工序组合后,应保证能冲压出形状、尺寸及精度均符合要求的工件。如图 1—1 所示的拉深件(假设该件可一次拉深成功),当底部孔径 d 较大,即孔边距筒壁很近时,若在单动压力机上将落料、拉深、冲孔组合成为复合冲压工序,则不能保证冲底孔的尺寸。这是因为在拉深变形结束之前必须将孔冲出,在随后的拉深变形中,成为弱区的孔边缘的材料必然向筒壁转移,因此使孔径扩大,不能保证孔径尺寸。所以,该复合冲压工序是不可行的,应当将落料、拉深组合成复合冲压工序,然后再冲孔。当然,若冲孔直径较小,即孔边距筒壁的距离足够大,且 d_2 与 d_1 相差较小时,则可把落料、拉深、冲孔三道工序组合在一起进行复合冲压,这需要视具体情况而定。

2) 工序组合后,模具在结构上应能够实现其所需的动作,同时应保证其有足够的强度。如图 1—2 所示的弯曲件,若将弯曲与冲两侧孔的工序合并成复合冲压工序,则模具结构无法实现,因而是不可行的。

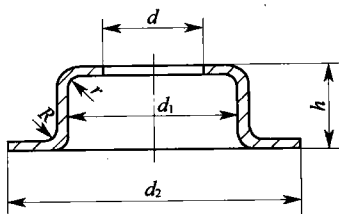


图 1—1 底部孔径大的拉深件
复合工序选择

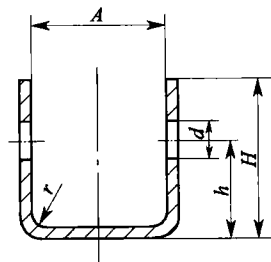


图 1—2 两侧带孔弯曲件
复合工序选择

再如平板冲裁件,当工件上孔间距离或孔与边缘距离过小时,凸凹模壁厚亦过小,因而没有足够的强度,此时就不能将落料与冲孔合并为复合冲压工序。又如当落料、冲孔、翻边合并成复合冲压工序时,若翻边高度很小,复合模中的凸凹模壁厚也必然很小,也会遇到模具强度的问题。

3) 工序组合后,应不至于给模具制造及维修带来太大困难。如图 1—3 所示的拉深

件，若在拉深成形后将冲底孔、凸缘孔与修边合并为复合冲压工序，则由于冲底孔的凹模刃口与冲凸缘孔的凹模刃口不在同一平面上，将给刃口的修磨带来困难。为了保证冲压件质量，每次修磨刃口时，必须要求两个凹模工作平面具有相同的刃磨量，否则，拉深件的底部或凸缘在冲孔时将产生压塌现象，从而影响工件的形状及尺寸精度。

4) 工序组合后，应与工厂现有的冲压设备相适应。例如对尺寸较大的厚板冲裁件，若将落料、冲孔合并为复合冲压工序，当冲压力超过工厂现有设备的公称压力时，则采用该复合工序也是不现实的。

对于落料、拉深复合模，落料在先，拉深在后，落料力一般较大，拉深力较小，而曲柄压力机的许用压力曲线的变化趋势则相反，所以极易产生超载，如图 1—4 所示。因此在选择设备时要特别注意。

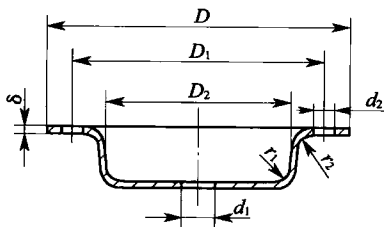


图 1—3 凸缘及底部带孔拉深件复合工序选择

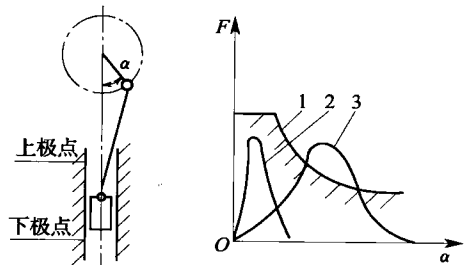


图 1—4 落料、拉深力与压力机许用压力曲线

1—许用压力曲线 2—落料段的负荷曲线
3—拉深段的负荷曲线

(2) 复合冲压工序的组合方式。常见的复合冲压工序组合方式见表 1—1。按照工序的性质和要求，整形与冲孔或整形与修边等都不宜组合为复合工序。

表 1—1

复合冲压工序组合方式

工序组合方式	模具结构简图	工序组合方式	模具结构简图
落料、冲孔		切断、弯曲	

续表

工序组合方式	模具结构简图	工序组合方式	模具结构简图
切断、弯曲、冲孔		落料、拉深、冲孔	
落料、拉深		落料、拉深、冲孔、翻边	
冲孔、切边		冲孔、翻边	
落料、拉深、切边		落料、成形、冲孔	

2. 复合模的类型及选择

复合模按其复合工序的性质可分为冲裁类复合模、成形类复合模、冲裁与成形复合模三种，常见的模具结构简图见表 1—1，可参照选用。

冲裁类复合模中最为常用的是落料、冲孔复合模，按落料凹模安装位置的不同，可分为正装复合模（落料凹模装于下模）和倒装复合模（落料凹模装于上模）。图 1—5 所示为正装复合模，图 1—6 所示为倒装复合模。

正装复合模和倒装复合模的比较见表 1—2。

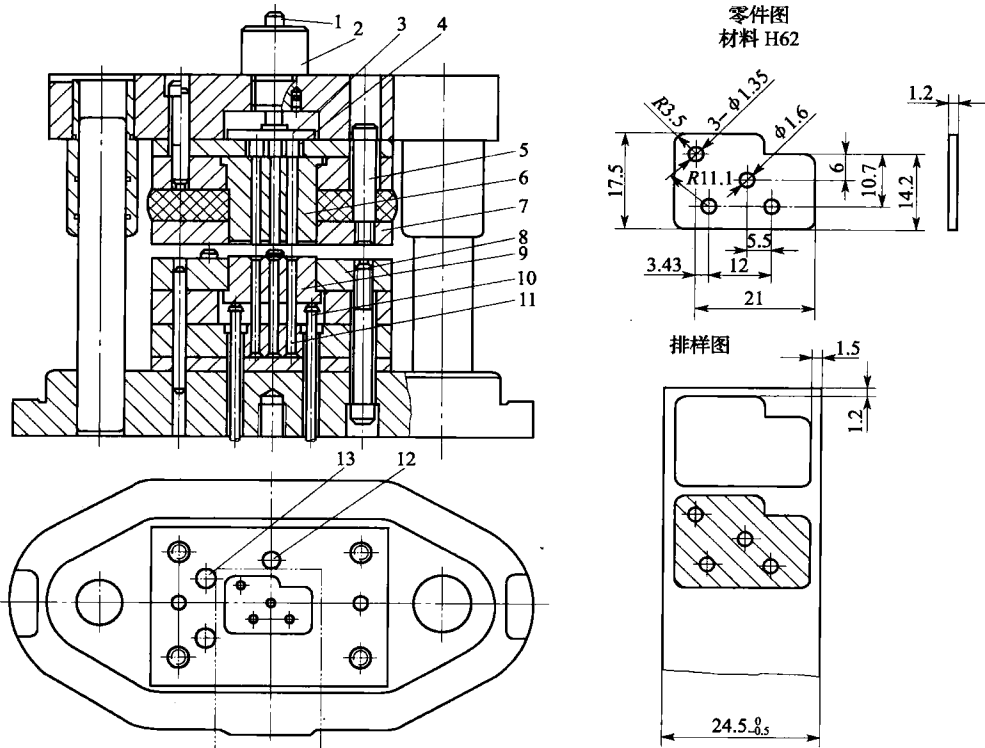


图 1—5 正装复合模

- 1—打杆 2—旋入式模柄 3—推板 4—推杆 5—卸料螺钉 6—凸凹模 7—卸料板
8—凹模 9—顶件块 10—带肩顶杆 11—凸模 12—挡料销 13—定位销

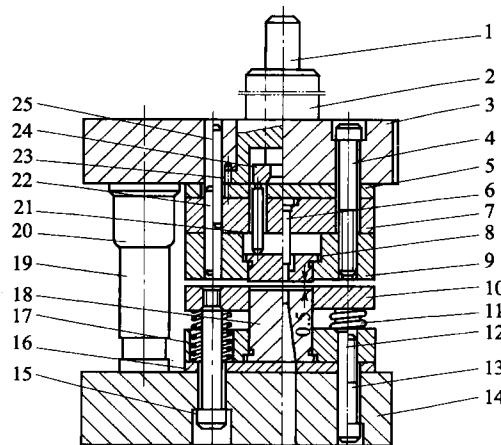


图 1—6 倒装复合模

- 1—打杆 2—模柄 3—上模座 4, 13—螺钉 5, 16—垫板 6—凸模 7, 17—固定板
8—推件块 9—凹模 10—卸料板 11—弹簧 12, 22, 23, 25—圆柱销 14—下模座
15—卸料螺钉 18—凸凹模 19—导柱 20—导套 21—推杆 24—推板

表 1—2 正装复合模和倒装复合模的比较

比较项目	倒装复合模	正装复合模
冲裁件的平直度	较 差	较 好
生产操作	冲孔废料从漏料孔中排出, 有利于清理模具工作面; 便于安装自动出件装置; 既能提高生产效率又能保证安全生产; 冲件精度较高	冲孔废料自上而下被击落, 和工件一起汇集于模具工作面上, 对生产操作不利
凸凹模的强度和寿命	冲孔废料会积聚在凸凹模孔内, 凸凹模承受的胀力较大, 凸凹模要求有较大的壁厚以提高其强度	冲孔废料不会积聚在凸凹模孔内, 凸凹模受力情况比倒装复合模好, 有利于减小凸凹模的最小壁厚
适应性	凸凹模的强度足够时可采用, 对冲裁件的平直度要求不高	凸凹模壁厚较小、强度较差时采用, 适用于薄料冲裁, 但对冲件平直度要求较高

3. 凸凹模的最小壁厚

落料、冲孔复合模中特殊的工作零件是凸凹模, 它是复合模中的关键零件。由于凸凹模的刃口平面与冲压件平面的形状是一致的, 这就产生了凸凹模的“最小壁厚”问题。

落料、冲孔复合模的凸凹模许用最小壁厚可按表 1—3 选取, 表中数值为经验数据。

表 1—3 凸凹模许用最小壁厚 mm

冲件材料	材料厚度 t		
	≤ 0.5	$0.6 \sim 0.8$	≥ 1
铝、铜	$(0.6 \sim 0.8) t$	$(0.8 \sim 1.0) t$	$(1.0 \sim 1.2) t$
黄铜、低碳钢	$(0.8 \sim 1.0) t$	$(1.0 \sim 1.2) t$	$(1.2 \sim 1.5) t$
硅钢、磷铜、中碳钢	$(1.2 \sim 1.5) t$	$(1.5 \sim 2.0) t$	$(2.0 \sim 2.5) t$

注: 表中小数值用于凸圆弧与凸圆弧之间或凸圆弧与直线之间的最小距离, 大的数值用于凸圆弧与凹圆弧之间或平行直线之间的最小距离。

为了提高凸凹模的强度, 减小孔内废料的胀力, 可以采用对凸凹模有效刃口以下增加厚度 (见图 1—7a) 和将废料反向推出 (见图 1—7b) 的办法。

4. 出件机构

出件机构的设计有以下几点值得注意:

(1) 推杆不能太长, 以防止材料分离后 (压力机滑块到达下极点) 推杆受力变形。为此, 在设计推杆时, 应保证在推板与上模座间有一定间隙 e (见图 1—8)。

(2) 复合模上的推出装置要有足够的位移量, 可以容纳几个工件。一旦推出装置失效, 工件没有推出, 操作工可以有足够的时间停机。

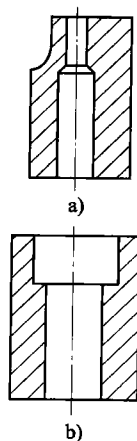


图 1—7 提高凸凹模强度的方法

- a) 有效刃口以下增加厚度
b) 废料反向推出

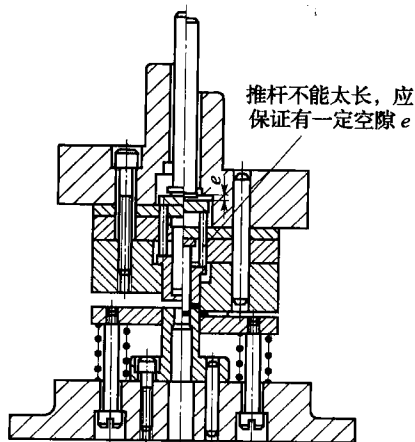


图 1—8 推杆的长度要求

(3) 压力机上的推出装置通常只在滑块接近上极点时才起作用。为了提高复合模的工作效率, 可把压力机上的推出装置改成“斜楔式”(见图 1—9)。这样, 就可在滑块回程时, 利用固定在压力机身上的斜楔(可调整上下位置)对杠杆的作用, 放大打杆的推出距离, 提前完成推出动作。

(4) 有气源的车间应尽量利用压缩空气吹件。如喷嘴离工件太远, 则效果不好。如图 1—10 所示的吹件装置中, 喷嘴接近工件, 在合模工作时, 喷嘴被推入凹模, 封闭喷嘴小孔, 不损失压缩空气; 回程时压缩空气把喷嘴推出, 并从喷嘴小孔逸出吹走工件。

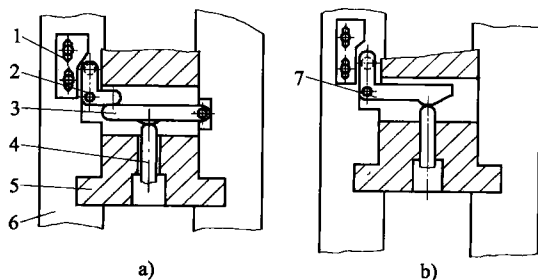


图 1—9 压力机推出装置的改装

- a) 用于较大推件负荷 b) 用于较小推件负荷
1—可调节斜楔 2, 3—装在滑块上的杠杆 4—推杆
5—滑块 6—压力机机身 7—装在滑块上的杠杆

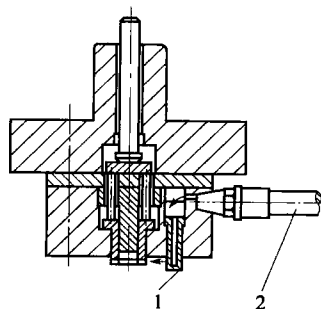


图 1—10 效果好的吹件装置

- 1—喷嘴 2—气管

(5) 推板如有足够位置应安装弹簧推销，以防止工件吸在推件块上。弹簧推销的位置要便于压缩空气从工件和推件块中间吹过。图 1—11a 所示的弹簧推销安装位置不好，工件不易被吹走；图 1—11b 所示位置较好。

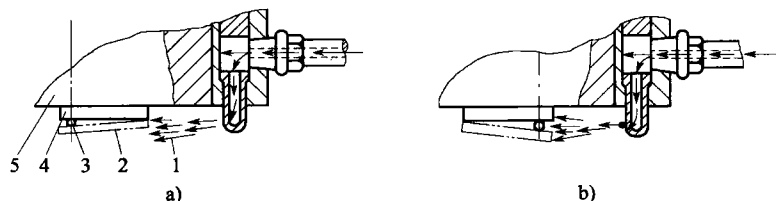


图 1—11 弹簧推销与压缩空气的相互位置

a) 不好 b) 较好

1—压缩空气 2—工件 3—弹簧推销 4—推件块 5—凹模

(6) 推件块不能安装弹簧推销时，可在推件块上开出通气槽或通气带，以利于压缩空气将工件与推件块分开，推件块上的通气槽（带）有四种形式，如图 1—12 所示。

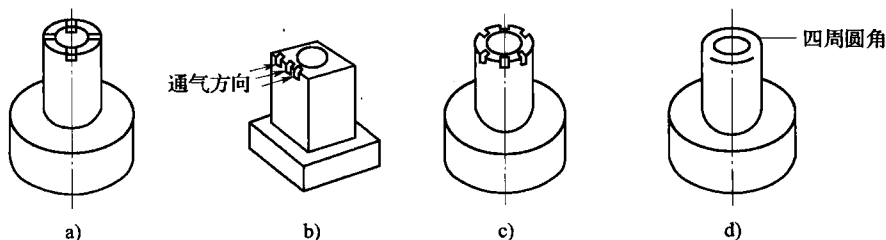


图 1—12 推件块上的通气槽

a) 对穿槽 b) 斜槽 c) 均布斜槽 d) 圆角带

1) 对穿槽。如图 1—12a 所示，推件块端面开对穿槽，推件效果不如斜槽好，且会减弱强度。

2) 斜槽。如图 1—12b 所示，推件块端面开有斜向通道，推件效果较好。

3) 均布斜槽。如图 1—12c 所示，圆形推件块端面开有均布斜槽，这样如推件块转动，通气槽仍能保持一定效果。

4) 圆角带。如图 1—12d 所示，有圆角带的推件块可用于厚工件，如薄工件用这种形式将会造成工件弯曲变形。

此外，还可在推件块上开孔，如图 1—13 所示。开模时，一路压缩空气从推件块中通过，使工件与推件块端面分离；另一路压缩空气将工件吹离模具。

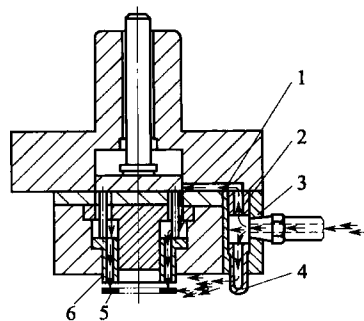


图 1—13 推件块上开通气孔后的气吹出件示意图

1—通气槽 2—气塞 3—模块
4—喷嘴 5—工件 6—推件块