

 Springer

Konstruktionsleitfaden Fertigungstechnik

Anwendungsbeispiele aus der Praxis

制造技术设计范例

源自德国生产实践



Heinrich Krahn 著

[德]

Michael Storz 著

林松 邢元 译



中国工信出版集团



电子工业出版社
PUBLISHING HOUSE OF ELECTRONICS INDUSTRY
<http://www.phei.com.cn>

制造技术设计范例

——源自德国生产实践

[德] Heinrich Krahn, Michael Storz 著
林松 邢元 译

电子工业出版社

Publishing House of Electronics Industry

北京 · BEIJING

内 容 简 介

本书介绍了在机械制造和夹具制造的实践中成熟的设计案例。通过全剖图、文字说明、CAD 模型系统地展示了这些专用设备以及支撑和定位装置。本书所述的全部 3D 设计方案在互联网上都有实体模型，所有数据都以 step、iges、dwg 格式存储，这些结构设计的相应视频可以通过扫描二维码在 YouTube 上查看。读者可根据自己的需求，快速获取自己需要的解决方案。

Translation from the German language edition:

Konstruktionsleitfaden Fertigungstechnik

By Heinrich Krahn and Michael Storz

Copyright © 2014 Springer Fachmedien Wiesbaden

Springer Fachmedien Wiesbaden is a part of Springer Science+Business Media

All Rights Reserved

本书简体中文专有翻译出版权由 Springer Science+Business Media 授予电子工业出版社。专有翻译出版权受法律保护。

版权贸易合同登记号 图字: 01-2016-9447

图书在版编目 (CIP) 数据

制造技术设计范例: 源自德国生产实践/ (德) 海因里希·克拉恩 (Heinrich Krahn), (德) 米夏埃尔·施托尔茨 (Michael Storz) 著; 林松, 邢元译. —北京: 电子工业出版社, 2017.3

书名原文: Konstruktionsleitfaden Fertigungstechnik

ISBN 978-7-121-30757-7

I. ①制… II. ①海… ②米… ③林… ④邢… III. ①机械制造—工艺装备—设计—技术规范—德国 IV. ①TH16-65

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2016) 第 321890 号

策划编辑: 李 洁

责任编辑: 刘真平

印 刷: 北京嘉恒彩色印刷有限责任公司

装 订: 北京嘉恒彩色印刷有限责任公司

出版发行: 电子工业出版社

北京市海淀区万寿路 173 信箱 邮编 100036

开 本: 787×1 092 1/16 印张: 21 字数: 537.6 千字

版 次: 2017 年 3 月第 1 版

印 次: 2017 年 3 月第 1 次印刷

印 数: 3 500 册 定价: 69.80 元

凡所购买电子工业出版社图书有缺损问题, 请向购买书店调换。若书店售缺, 请与本社发行部联系, 联系及邮购电话: (010) 88254888, 88258888。

质量投诉请发邮件至 zltz@phei.com.cn, 盗版侵权举报请发邮件至 dbqq@phei.com.cn。

本书咨询联系方式: lijie@phei.com.cn。

译者序

本专著系统地收集了在机械制造加工中和工装夹具制作中成功的设计实例，特别是其中的非标工装夹具、支撑和定位元件等。书中实例都通过有文字标识的全剖视图以及 CAD 模型展示出来，其中 3D 设计模型在相关网络中提供了免费下载。本书涵盖的内容有如下 12 个方面：

- 冲压工具
- 折弯装置和折弯夹具
- 测量装置
- 焊接夹具
- 铣削装置
- 夹具
- 液压和气压技术
- 钻孔夹紧装置
- 装配装置和拆卸装置
- 传动技术
- 联轴器
- 特殊设计

在本书的翻译工作中，硕士研究生郭紫薇（第 6、8~10 章）、宋泽芸（第 1~5、7、11 章）和朱旭（第 4、12~14 章）分别提供了各章的翻译初稿，在此对他们的辛勤劳动表示衷心感谢。

本书可供以下读者使用：

- 设计者、工程师、制造工艺师、高级技工，以及参加 CAD 课程的培训人员、从事设计工作的技术人员；
- 高等院校和职业技术学校中，从事工程技术和机械制造专业的学生。

关于作者

Heinrich Krahn: 在大众汽车有限集团，长期从事非标工装夹具的设计。

Michael Storz:（机械制造 Dipl.-Ing.）25 年来，拥有一个自己的设计室，一直从事从样品到系列生产的产品研发工作。

关于译者

林松: 在德国获得机构学博士学位、完成博士后研究，任教于德国德累斯顿工业大学近 20 年，现任同济大学中德学院产品研发方法及可靠性教席主任，从事产品研发方法、虚拟产品生成、智能机构传动和技术系统可靠性方面的教学和研究工作。

邢元: 中英联合培养博士（英国布鲁内尔大学和天津大学），完成南开大学博士后研究。现任职于天津大学机械工程学院，从事医疗机器人行为安全性评估、医疗器械结构与材料一体化设计、机构创新设计理论与方法等方面的教学和研究工作。

前 言

《制造技术设计范例》既可作为在职技术人员、设计师和工程师在工作实践中的工具书使用，又可作为机械制造和生产技术专业方向在校生的教科书使用。

机床、夹具、装配和拆卸对制造产品设计起着重要的影响作用。成功的制造企业在全世界联网，促使全球范围内的设计师和工程师研制新技术、新材料和开发新工艺，以制造出越来越好的产品，并在国际市场中保持领先地位。部门内部设计思想的充分交流是一个与时间和成本有关的重要因素。

本书尤其适用于设计师寻求新的解决方案或者经过实践检验可行的类似方案。书中应用示例均以 3D 或者 2D 图形式表达，设计者和用户也可以用自己的方式去设计和使用书中范例。

本书使用二维码将传统纸质环境与现代数字环境结合起来，读者只需通过扫描，便可立即跳转到所需信息网页上。

在数字化世界中，通过公众社会的参与，本书将不断获得新数据充实和更多专业注评，不断完善。所以，这也是一本有生命的书。

书中绘制的所有 3D 设计的实体模型都以数字化方式存储在网站上，供读者免费下载。所有数据都以 step、iges、dwg 格式存储，这些结构设计的相应视频还可以通过扫描二维码在 YouTube 上查看。

感谢 Springer Vieweg 出版社机械工程审校部的 Imke Zander 女士和工学硕士 Thomas Zipsner 先生的专业指导。

我们希望读者和用户在机床和夹具的规划、设计以及实际应用中取得成功。

我们非常乐意接受批评和建议。

Heinrich Krahn

Michael Storz

2014 年 5 月于 Baunatal, Donaueschingen

目 录

1 导论和说明.....	(1)
2 冲压工具.....	(3)
3 折弯装置和折弯夹具	(26)
4 测量装置.....	(48)
5 焊接夹具.....	(58)
6 铣削装置.....	(70)
7 夹具	(90)
8 液压和气压技术.....	(130)
9 钻孔夹紧装置.....	(156)
10 装配装置和拆卸装置	(181)
11 传动技术.....	(209)
12 联轴器	(243)
13 特殊设计	(267)
14 附录	(302)
14.1 文献与参考资料.....	(303)
14.2 供应商地址	(304)
14.3 机械制造专业词语 德语-英语	(310)
14.4 重要的技术指南和标准及 VDI 技术指导标准.....	(328)

面向制造的设计

描述说明

面向制造的设计是指在产品结构设计时考虑融合制造过程影响因素,以尽可能简化制造过程、降低制造成本和缩短制造时间,并保证与制造有关的产品质量。内容包括:

- 简化制造过程或者使用更简单的制造方法;
- 增加制造工艺可靠性以降低误差;
- 提高自动化程度。

由于制造工艺具有多样性,面向制造的设计可按制造工艺特征继续细化。例如,面向铸造的设计或面向焊接的设计通常是一个数控加工过程设计,实际上也是面向自动化制造的设计。

应用领域

- 面向制造工艺的设计,主要应用于设计过程中的初始阶段。因为,在设计初期会确定最基本的与制造过程有关的产品特性。当然,在技术方案设计和结构细化设计阶段,也应当对制造方面的因素予以考虑。
- 面向制造的设计,应同时兼顾对物流和操纵过程的优化,以及基于材料和可回收性的结构造型。

推广应用

在文献中,产品的可制造性是除了可装配性和可回收性以外最常被提及的设计要素。在设计过程中,充分考虑与制造相关的限制条件是保证达到产品预期时间、质量及成本目标的必备前提条件。产品的可制造性在大批量新产品制造中已得到了广泛应用;而在单件制造和小批量制造中,特别是在产品的适应性设计中,面向制造的设计还没有得到足够的重视。

前提条件

要实现面向制造的设计,基本先决条件是对所有适合的制造工艺具有清晰认识。为此,不仅要考虑可供使用的机械设备群,还要考虑外包的可能性,或者附加加工材料的购买。设计者除了利用自己从以往产品制造中积累的经验,借助一系列技术指导规范外,还可以了解在不同制造方式中的优/劣实例。如果设计者在尽可能早的设计阶段与标准部门、生产筹备、质量控制、采购和其他各个生产环节合作并获得相关信息,那么,面向制造的设计就变得更加容易了。

实施目标

设计师在进行面向制造的设计时应着眼于以下五个目标：

- **面向制造的结构组成：**通过对单一零件和部件，自制件和外购件，新制件、重复件和标准件的系统分类，确定制造流程。
- **面向制造的工件构形：**借此，确定零件的制造工艺、制造设备和生产质量。
- **面向制造的材料选取：**借此，确定加工工艺、制造设备、材料物流和质量控制。
- **标准件及外购件的采用：**影响生产能力、仓储管理以及生产的经济性。
- **面向制造的零件加工文件：**其制定必须考虑零件的加工方式、加工流程和质量控制。

面向制造的设计是指设计中要遵守一般设计原则，即“简单”和“单一定义”，借助技术指导标准得以说明。

这也意味着，制造公差的选择应尽可能大，由此，就可以采用简单加工过程，省略所有后序加工，降低废品率，以及用简单方法替代高成本测试过程。

此外，还应使加工工序数量最小化，从而避免部分烦琐设备的更换，并且使尽可能多的工步在一次装夹中完成。目的就是希望通过流程整合，尽可能使所有加工工序能在一台设备上完成，以减少加工时间和等待时间，提高加工精度，避免不必要的操作，并且减轻工作管理负担。其次，通过零件要素标准化，可以减少加工刀具更换次数。

另一个重要的出发点是减少零件的类型数，采用更多的标准件可以对改进制造起到积极作用。使用企业内外制定的标准可以带来同样的效果。

优点

- 可简便和快速地执行；
- 具有普适性。

缺点

- 没有现成的方法体系，只有好/坏范例；
- 只有片面优化，没有使用系统方法去考虑竞争机制的影响，以得到最佳解决方案；
- 没有对其他替代方案进行评估的可能性。

3D 图样和 21 个应用示例

2D 图样和 18 个应用示例

3D 设计一览

图 2-1 用于快速张紧器的冲压-弯曲装置

图 2-2 加工双孔板的连续冲裁模具

图 2-3 加工盖板的级进模

图 2-4 导柱式模架-板和孔的连续冲裁

图 2-5 加工拉深件的修整工具

图 2-6 加工有槽零件的拉拔模具

图 2-7 具有制动凸缘的拉拔模具

图 2-8 样板完整冲裁模

图 2-9 楔形驱动的冲孔模具

图 2-10 切边、冲孔的两用装置

图 2-11 加工模板的完全切割冲孔装置

图 2-12 加工星形硅钢片的完全切割冲孔装置

图 2-13 具有冲孔模的冲孔装置

图 2-14 加工带钻孔盖的冲裁-拉拔装置

图 2-15 加工盆形件冲裁拉拔装置

图 2-16 加工盆形件的切断装置

图 2-17 加工盖的具有楔形滑块的冲孔设备

图 2-18 级进-冲压装置

图 2-19 冲压-弯曲设备

图 2-20 冲压-冲孔设备

图 2-21 冲压装置的构造

2D 设计一览

图 2-50 去毛刺冲压设备

图 2-51 环形凹口精冲压设备

图 2-52 振动切边装置

图 2-53 切边装置-废料剪

图 2-54 大型切边装置

图 2-55 自由冲裁-弹簧卸料器

图 2-56 连续切割-销钉连接

图 2-57 冲裁装置-导向杆

图 2-58 精密冲裁装置

图 2-59 切断装置-导向柱

图 2-60 转动冲孔模-导向柱

图 2-61 分离冲压装置

图 2-62 分离冲压装置

图 2-63 圆柱导向双冲头设备

图 2-64 复合模-滚珠导轨

图 2-65 多孔圆柱导向冲裁设备

图 2-66 打孔模具-成型生产

图 2-67 打孔设备-成型冲孔

冲压工具

在冲压过程中,由不同材料(金属、纸板、纺织品等)制成的工件是经由一个压力装置和一个剪切装置加工而成的。

冲压模具上模的内部形状与下模(凹模)的开口形状相对应(如冲头与冲孔)。底座可以为平坦表面,这样,工件上表面即由具有相关形状的封闭切刀剪切形成(比如,在一穿孔钳处)。

通过具有一定顺序的周期性冲压来切制复杂钣金件的方法,称为渐进冲压法。

为了实现高效冲压,通常把焊接、卷边、铆接和成型等加工工序整合到专用的级进模中完成,这些部分高度复杂的模具可以被有效地使用和保护。冲压工艺的常见问题是冲料随模具的运动,这既会损坏工具又会损坏产品,此外,它们也会导致生产过程滞后。为了有效地减少或避免这些问题的出现,在冲压设备中,冲头上弹簧式印模和冲压平面上一般都装有特制的抛光片以及力或声波传感器。

在这之后或几乎同时出现了带钢切割技术。为了将碳钢带(切割线)插入胶合板的插槽中,用线锯机或激光切割将其弯曲。为了实现喷射功能,在切割线之间的空间填充材料,如橡胶。这里有一个生产啤酒盖的实例。

冲压(模具)

冲压是一种通过切割和弯曲操作使工件在一个由两部分组成的模具中经一次行程成型的加工工艺。该模具包含一个上模和一个下模(凸模和凹模)及其中间的物料。在冲压过程中,冲头经一个快速、强力的机械行程向下冲击。凸模和凹模在行程的终点处相互配合得到的形状,就是工件要求的形状。

定义: 冲压

利用冲压技术,工件主要由钣金件、金属带材、塑料薄板、纸张、皮革、纺织品和密封材料制成。两部分成型模具由上模和下模组成,通常安装在压力装置中。

高性能冲压

高性能冲压件由卷材（卷绕的金属带材）直接冲压而成，它是一种具有 250~40000kN 的冲压力和高达每分钟 1400 个冲程的精密冲压方式。

在生产过程中，冲压模具（冲头、弯曲工具或连续模）起到决定性的作用，因为冲压模具在极高的冲程数下会受到巨大的负载。冲压件的再加工在部件的制造中越来越常见，尤其在注塑成型中。

冲裁间隙

冲裁时，冲裁间隙（也称剪切间隙）是垂直于剪切平面的上下刃口之间的测量距离，即两个相对移动的凸模刃口和凹模刃口横向尺寸的差值。

在冲裁金属板时，最优冲裁间隙的大小取决于金属板的厚度和材料的强度，通常为金属板厚度的 2%~5%，以较低的侧边为下界，从而获得更好的冲裁面质量。由刀具磨损引起的较大冲裁间隙会导致工件切削刃上毛刺数目增加。典型的冲裁间隙被设计成：使上刀刃与下刀刃产生的裂纹相迎，而不是相错。这样尽管只能获得稍差的表面质量，但可以达到足够的尺寸精度和最佳的经济性。

因此，冲裁间隙的尺寸和位置会影响刀具寿命，即刀具磨损前的最大切削次数。这里提到的刀具寿命也与切割有关。过大的冲裁间隙会阻碍切割，并且它会导致工件挤压时产生严重的毛刺现象。

综上所述，冲裁间隙会影响：

- 工件的毛刺高度、切割面的压痕和倾斜度
- 切割面的表面质量
- 工件的尺寸精度
- 所需的切削力
- 切削工具的磨损和可能的刀具寿命

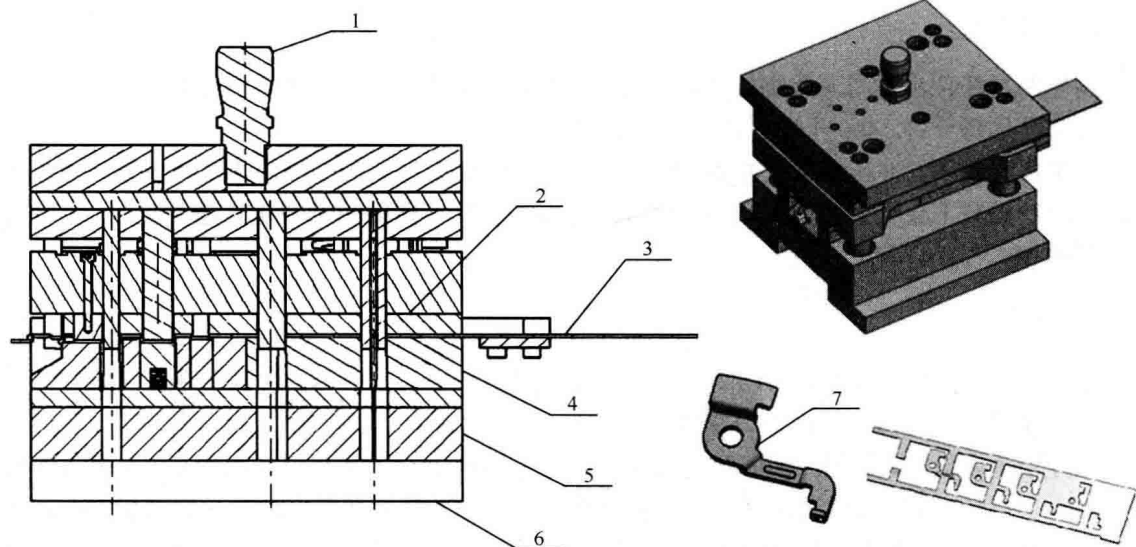


图 2-1 用于快速张紧器的冲压-弯曲装置

1 固定销；2 导向板；3 连续冲压材料；4 冲裁凹模；5 导向板；6 固定板；7 工件

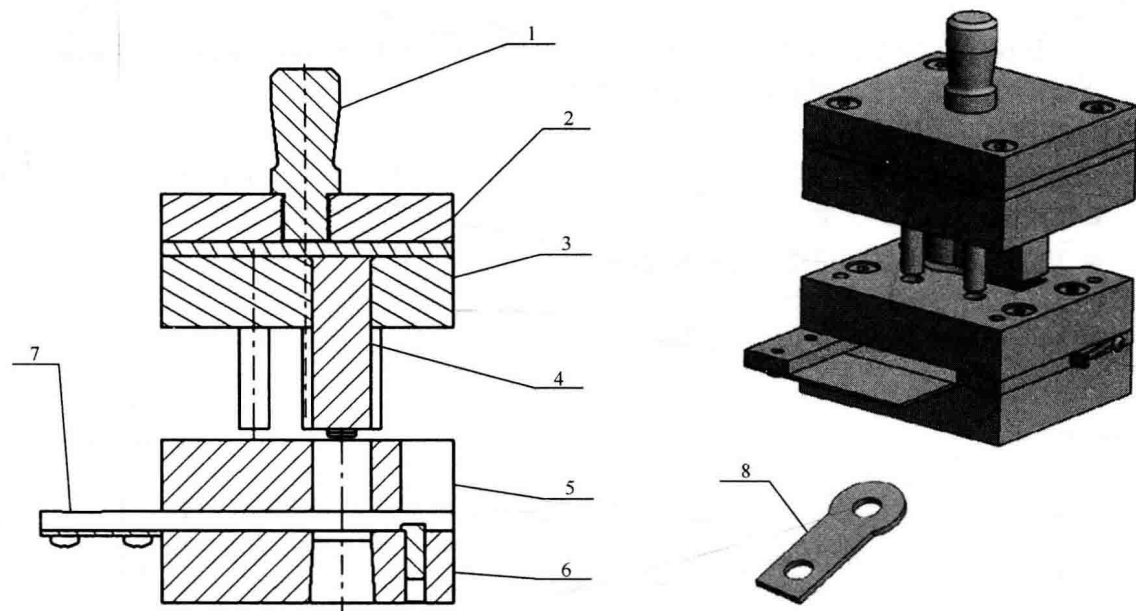


图 2-2 加工双孔板的连续冲裁模具

1 固定销；2 上模板；3 凸模固定板；4 冲裁凸模；5 导向板；6 底座；7 导向板；8 工件



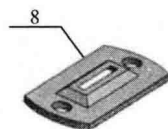
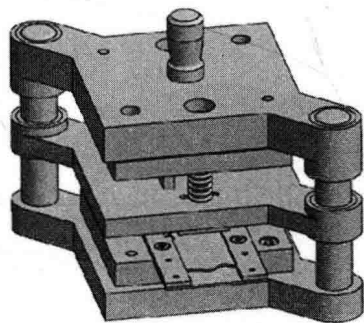
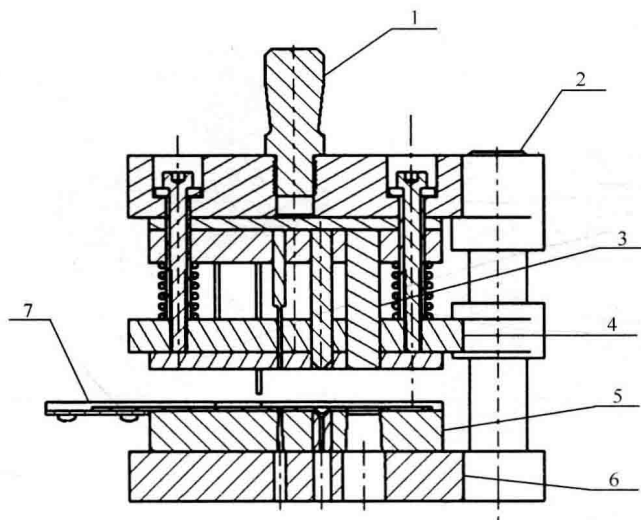


图 2-3 加工盖板的级进模

1 固定销；2 上模板；3 冲裁凸模；4 导向板；5 模板；6 底座；
7 凸模固定板；8 工件

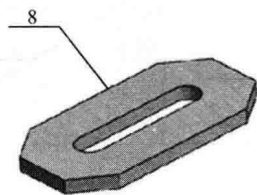
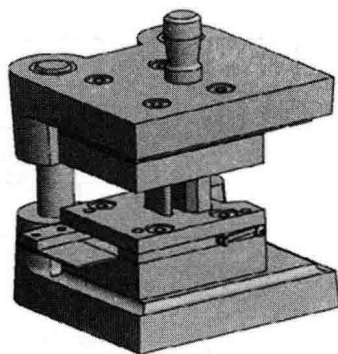
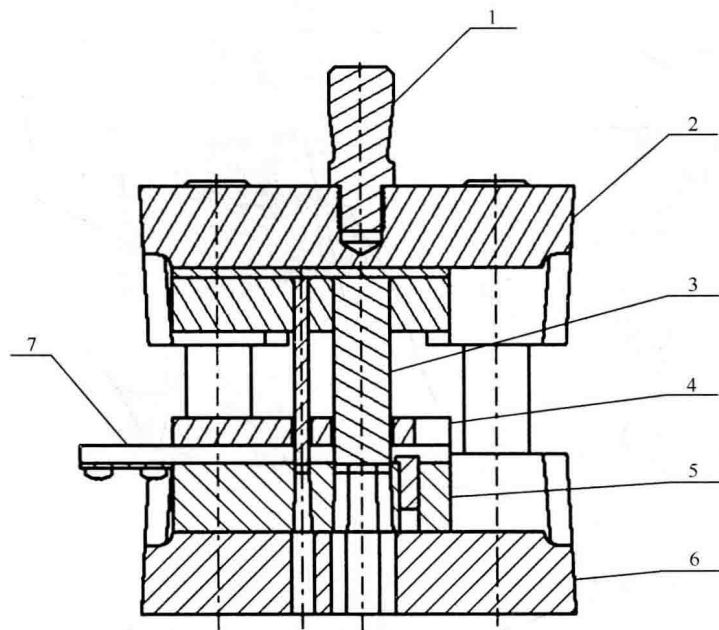


图 2-4 导柱式模架-板和孔的连续冲裁

1 固定销；2 上模板；3 冲裁凸模；4 导向板；5 模板；6 底座；
7 凸模固定板；8 工件



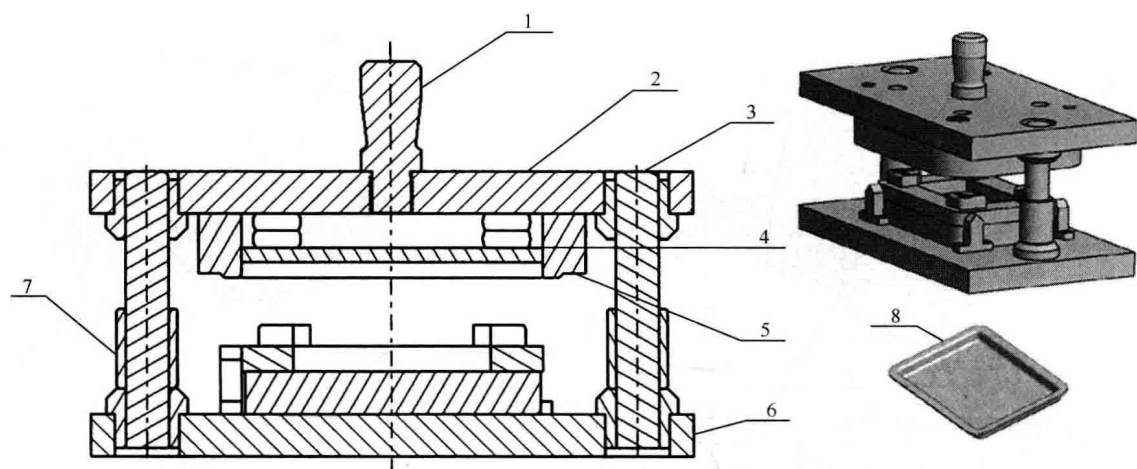


图 2-5 加工拉深件的修整工具

1 固定销；2 上模板；3 导柱；4 上推料机；5 上刀具；6 底座；7 隔离套筒；8 工件

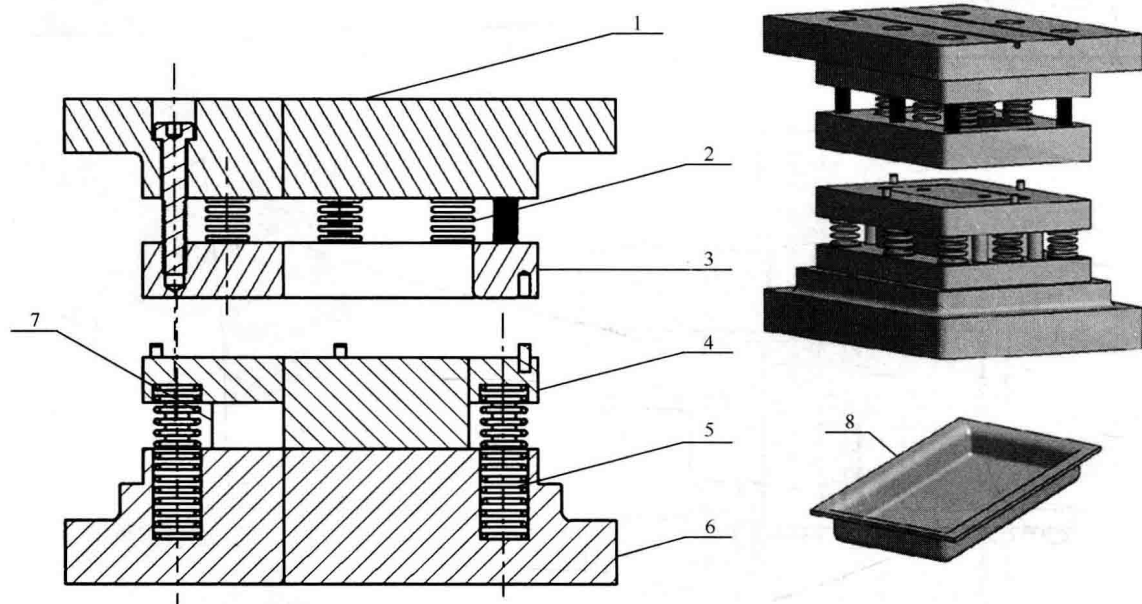


图 2-6 加工有槽零件的拉拔模具

1 上模板；2 压缩弹簧；3 上拉模环；4 推料压边装置；5 下压缩弹簧；6 底座；7 下拉深凸模；8 工件



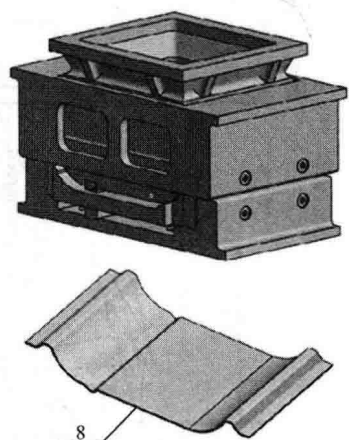
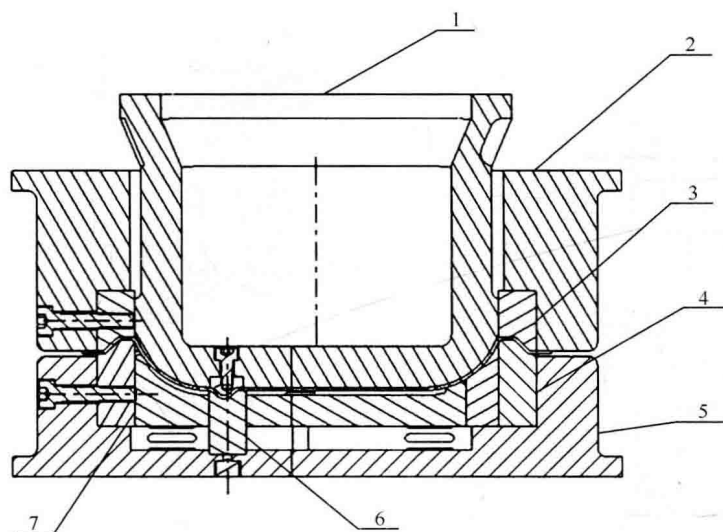


图 2-7 具有制动凸缘的拉拔模具

1 拉深模；2 压边装置；3 上拉杆；4 下拉杆；5 底座；6 制动凸缘；7 下推料器；8 工件

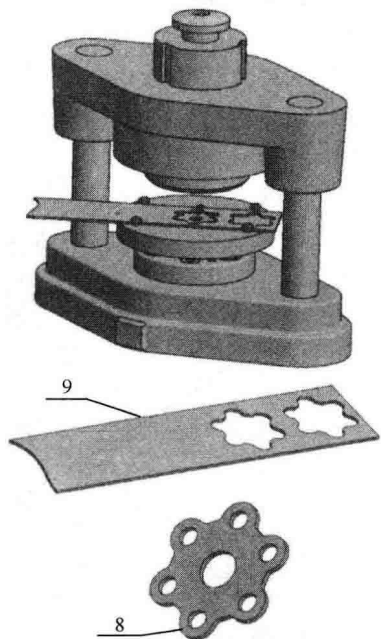
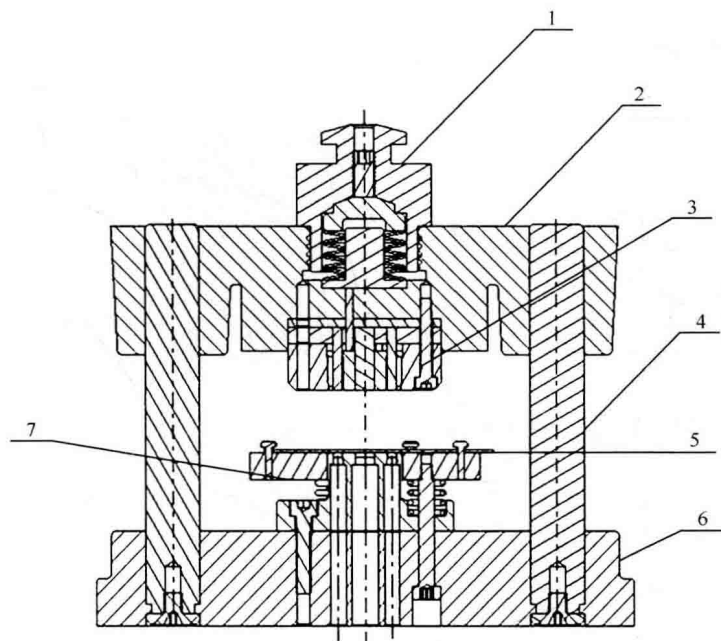


图 2-8 样板完整冲裁模

1 固定销；2 上模板支架；3 上推料器；4 导柱；5 带材；6 底座；7 侧导板推料器；8 工件；9 连续带



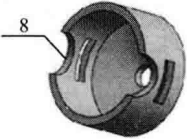
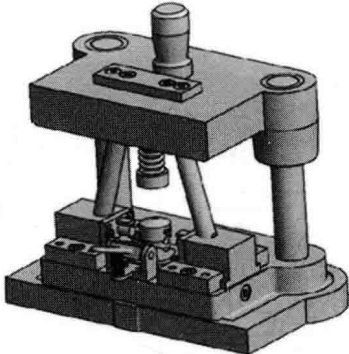
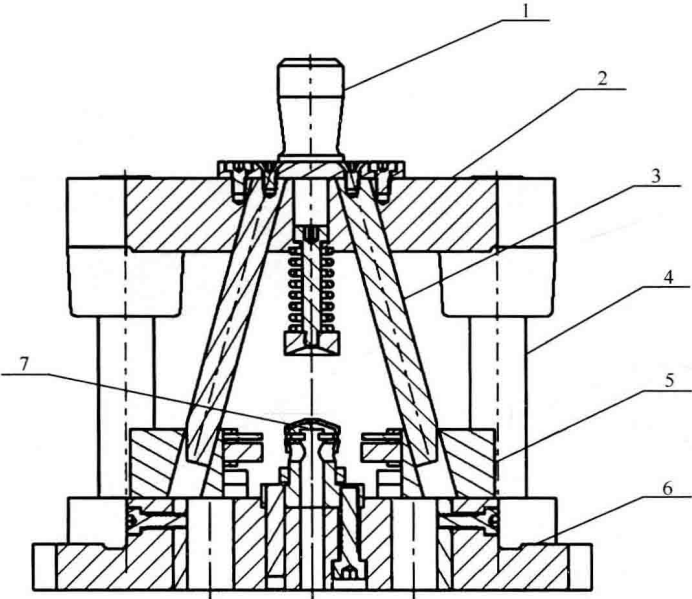


图 2-9 楔形驱动的冲孔模具

1 固定销；2 上模板支架；3 斜导向柱；4 支柱；5 组合滑块；6 底座；
7 工件夹具；8 工件

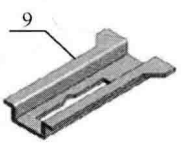
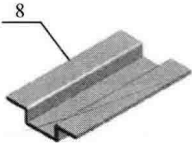
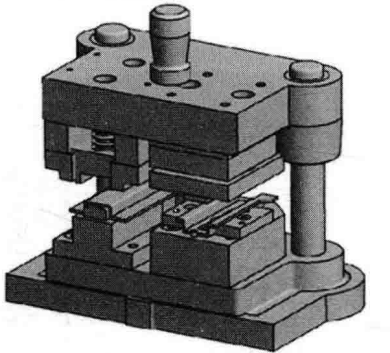
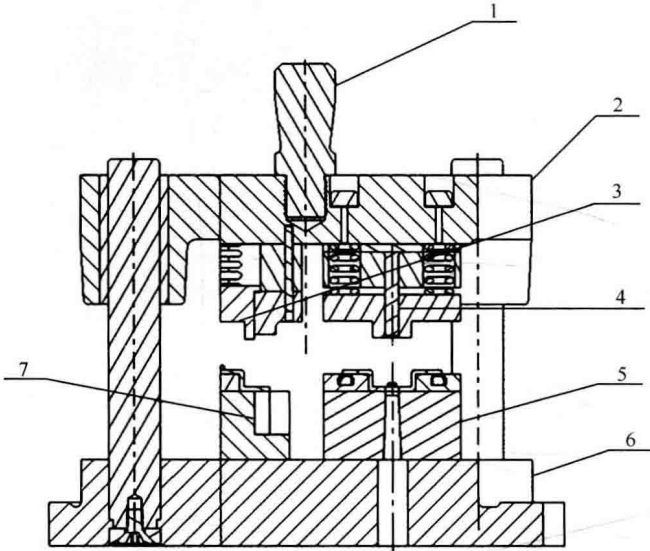


图 2-10 切边、冲孔的两用装置

1 固定销；2 上模板支架；3 上推料器；4 冲压凸模；5 冲裁凹模；6 底座；
7 冲裁凸模；8 切边件；9 冲孔成型件



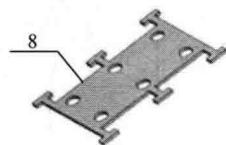
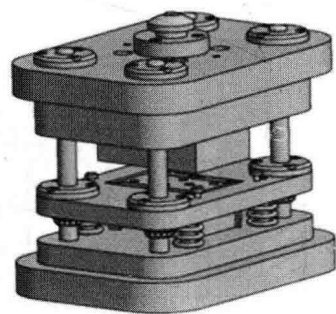
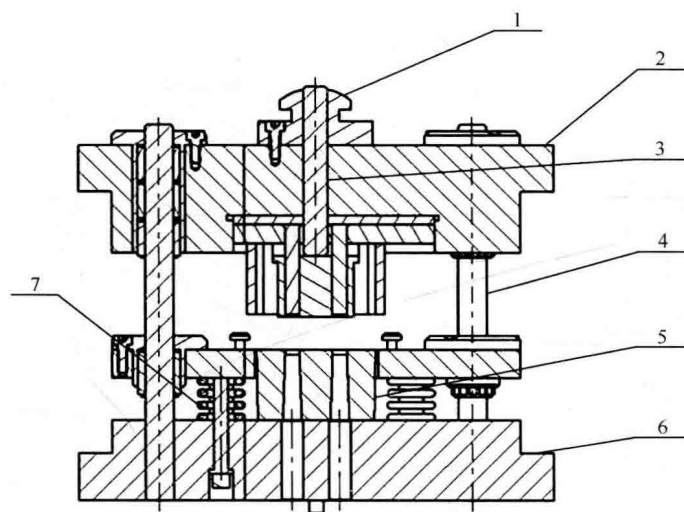


图 2-11 加工模板的完全切割冲孔装置

1 固定销；2 上模板支架；3 上推料螺杆；4 导向柱；5 冲裁凹模；6 底座；
7 退料压力弹簧；8 工件

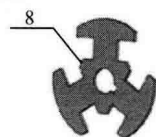
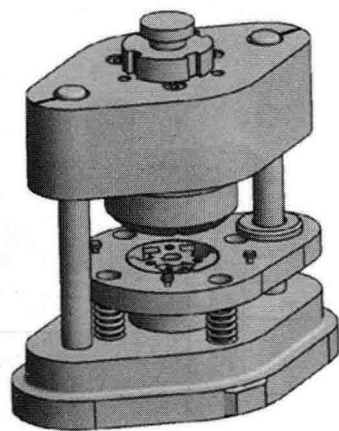
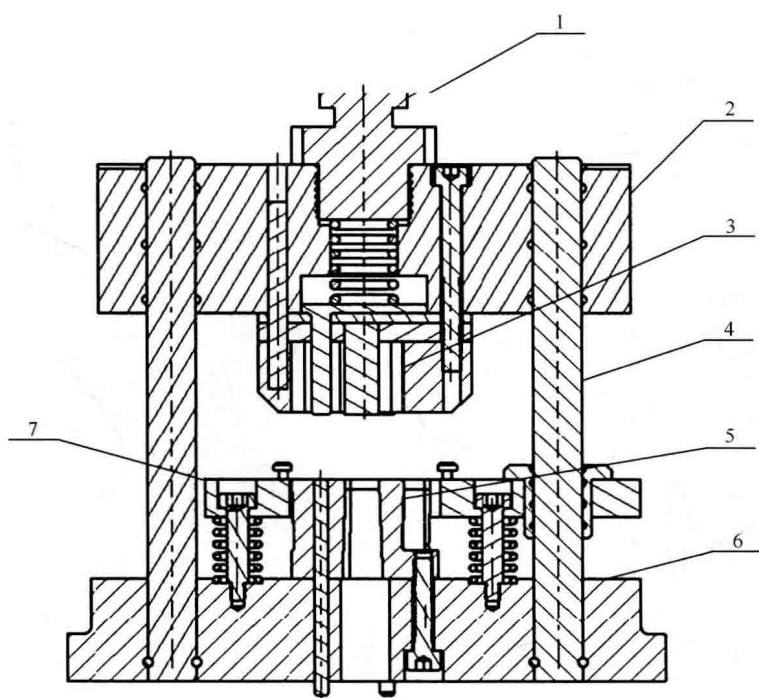


图 2-12 加工星形硅钢片的完全切割冲孔装置

1 固定销；2 上模板支架；3 冲裁凸模；4 导向柱；5 冲裁凹模；6 底座；
7 脱模板；8 工件