

职业技能培训教材 岗位培训教材

冲压工艺

CHONGYAGONG GONGYI CHONGYAGONG GONGYI CHONGYAGONG GONGYI CHONGYAGONG GONGYI



冲压工艺



 中国劳动社会保障出版社

CHONGYAGONG GONGYI

职业技能培训教材 岗位培训教材

ZHIYE JINENG PEIXUN JIAOCAI GANGWEI PEIXUN JIAOCAI

- 电工基础知识
- 机械基础
- 机械识图
- 车工工艺
- 铣工工艺
- 钳工工艺
- 焊工工艺
- 铸造工艺
- 天车司机工
- 冲压工工艺

ZHIYE JINENG PEIXUN JIAOCAI

策划编辑：应 武
责任编辑：吴 岚
责任校对：孙艳萍
封面设计：邱雅卓
版式设计：朱 姝

ISBN 978-7-5045-7372-8



9 787504 573728 >

定价：20.00 元

职业技能培训教材
岗位培训教材

冲压工工艺

中国劳动社会保障出版社

图书在版编目(CIP)数据

冲压工工艺/鄂冰, 李捷编写. —北京: 中国劳动社会保障出版社, 2008

职业技能培训教材 岗位培训教材

ISBN 978 - 7 - 5045 - 7372 - 8

I. 冲… II. ①鄂… ②李… III. ①冲压-工艺-技术培训-教材 ②冲模-设计-技术培训-教材 IV. TG38

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2008)第 173070 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

北京印刷集团有限责任公司印刷二厂印刷 三河市华东印刷装订厂装订

850 毫米×1168 毫米 32 开本 10.5 印张 258 千字

2009 年 1 月第 1 版 2009 年 1 月第 1 次印刷

定价: 20.00 元

读者服务部电话: 010 - 64929211

发行部电话: 010 - 64927085

出版社网址: <http://www.class.com.cn>

版权专有 侵权必究

举报电话: 010 - 64954652

内 容 简 介

本书内容包括冲压概念、冲压设备、冲裁基础知识，以及冲裁、弯曲、拉深和其他冲压方法的工艺与模具的介绍。冲压生产中的安全性是一个大问题，书中对冲压安全生产提出了具体要求。

本书按照冷冲压行业从业人员的职业特点，在系统、全面的前提下，突出重点而实用的技术，帮助读者学习掌握冷冲压加工的核心技术。在编写过程中，尽可能地做到直观、易懂、清晰、简明，以便于教学和学习的开展。

本书是在全国就业训练机械类统编教材的基础上改编而成的，原书由张宝堂编写，王德拥审稿。

本书可供职业学校、在职培训及自学使用，也可供从事冲压工作的相关人员参考。

本书由鄂冰、李捷编写，王平审稿。

目 录

第一章 总 论	(1)
§ 1—1 冲压加工与发展趋势	(1)
§ 1—2 冲压加工的特点与分类	(5)
§ 1—3 常用冲压材料及毛坯准备	(9)
§ 1—4 冲压设备	(28)
§ 1—5 冲压件工艺过程的设计	(54)
习题	(61)
第二章 冲裁基础知识	(62)
§ 2—1 冲裁过程及冲裁断面特征	(62)
§ 2—2 影响冲裁件质量的因素	(69)
§ 2—3 冲裁间隙	(73)
§ 2—4 凸、凹模刃口尺寸的计算	(85)
§ 2—5 冲裁力、卸料力、推件力和顶件力	(91)
§ 2—6 冲裁排样	(100)
§ 2—7 非金属材料的冲裁	(114)
习题	(117)
第三章 冲裁模	(119)
§ 3—1 冲裁模的分类与结构	(119)
§ 3—2 冲裁模零件分类	(123)
§ 3—3 冲裁模的典型结构	(152)

§ 3—4	冲裁模的安装与使用·····	(164)
§ 3—5	冲裁件质量分析·····	(175)
§ 3—6	精密冲裁·····	(179)
习题	·····	(185)
第四章	弯曲工艺与弯曲模·····	(186)
§ 4—1	弯曲变形的过程及特点·····	(187)
§ 4—2	弯曲件的工艺性及工序安排·····	(191)
§ 4—3	弯曲件毛坯长度的确定·····	(197)
§ 4—4	弯曲模的典型结构·····	(201)
§ 4—5	弯曲件质量分析·····	(210)
习题	·····	(217)
第五章	拉深工艺与拉深模·····	(219)
§ 5—1	拉深工艺分析·····	(221)
§ 5—2	直壁圆筒形件拉深变形·····	(232)
§ 5—3	拉深模的典型结构·····	(241)
§ 5—4	拉深件质量分析·····	(247)
习题	·····	(252)
第六章	其他冲压方法及模具·····	(253)
§ 6—1	校平和整形·····	(253)
§ 6—2	胀形与起伏·····	(256)
§ 6—3	翻边与缩口·····	(260)
§ 6—4	其他冲压工艺·····	(267)
习题	·····	(277)
第七章	冲压操作实例·····	(278)
§ 7—1	落料和冲孔加工实例·····	(278)

§ 7—2 弯曲件加工实例·····	(283)
§ 7—3 拉深件加工实例·····	(284)
第八章 冲压安全生产知识·····	(288)
§ 8—1 冲压生产的安全性·····	(288)
§ 8—2 冲压生产的安全管理·····	(290)
习题·····	(299)
 附录 A 金属冷冲压件通用技术条件 (JB/T 4378.2—1999) ·····	 (301)
附录 B 冲模技术条件 (GB/T 14662—2006) ·····	(305)
附录 C 模具安装、调试及取卸作业规范 ·····	(312)
附录 D 机械压力机安全技术要求 ·····	(317)
参考文献·····	(328)

第一章 总 论

本章学习要点:

1. 了解冷冲压加工的特点与发展趋势;
2. 熟悉常用冲压材料及冲压毛坯的准备工作;
3. 掌握常用冲压设备的主要结构与工作原理。

冲压是一种先进的金属加工方法，它具有生产率高，加工成本低，材料利用率高，制品尺寸精度稳定，易于实现结构轻量化，操作简单，容易实现机械化与自动化等一系列优点，因而在国民经济中具有重要地位，已越来越受到重视。

§ 1—1 冲压加工与发展趋势

一、冲压及冲压加工的概念

1. 冲压

冲压是靠压力机和模具对板材、带材、管材和型材等施加外力，使之产生塑性变形或分离，从而获得所需形状和尺寸的工件（冲压件）的成形加工方法。冲压成形是一个涉及领域极其广泛的行业，深入到制造业的方方面面，在国外，冲压被称为板料成形。冲压模具是大批量生产同形产品的工具，是冲压成形的主要工艺装备。如图 1—1 所示为冲压加工示意图，滑块带动凸模下

行冲压板材，凸模与凹模作用完成冲压加工。

2. 冲压加工

冲压加工是金属压力加工方法之一，它建立在金属塑性变形的基础上，在常温下利用冲模和冲压设备对材料施加压力，使其产生塑性变形或分离，从而获得一定形状、尺寸和性能的工件。

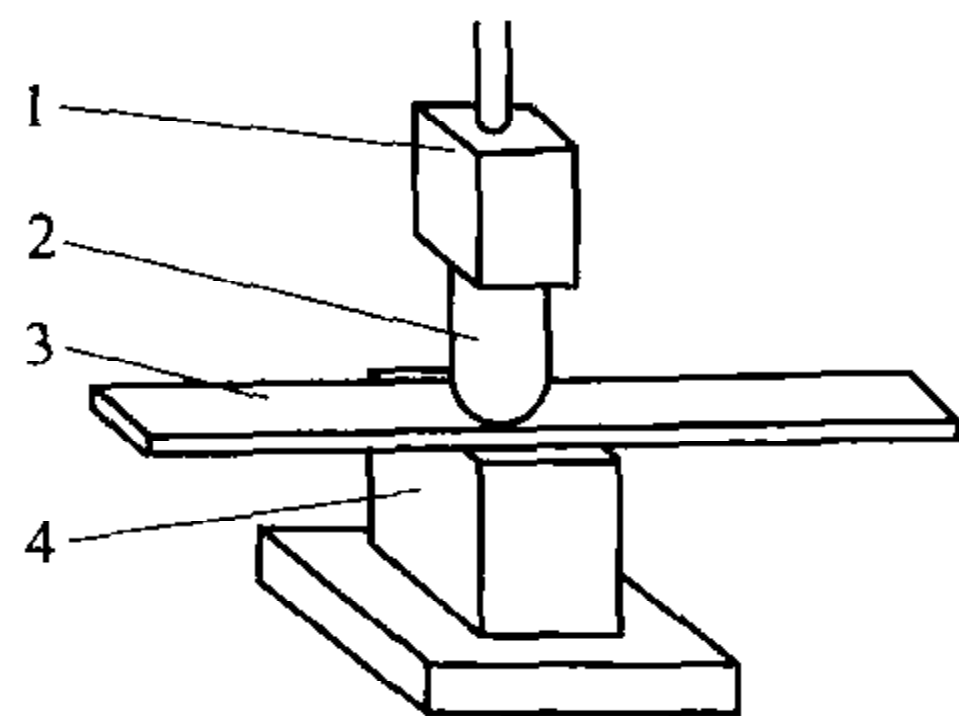


图 1—1 冲压加工示意图

1—滑块 2—凸模
3—板材 4—凹模

3. 冲压与冷冲模

冲压模具是指在冲压加工中将材料（金属或非金属）加工成零件（或半成品）的一种特殊工艺装备。由于冲压加工一般是在常温下进行的，所以冲压模具常称为冷冲模。

冲压加工在批量生产中得到了广泛的应用，在现代工业生产中占有显著的地位，其特点如下：

(1) 在生产过程中，应用了自动化的机械设备及多工序的自动化进给装置，故生产效率高。

(2) 在冲压加工中，废料比其他加工少，且废料也可制成其他小零件，故材料利用率高。

(3) 在冲床的简单冲压下，可得到形状复杂、强度高而质量小的零件。

(4) 生产量大，零件的制造成本低。

(5) 缩短工时，节省劳力，操作简单。

(6) 用同一模具制造出来的产品具有相同的尺寸与形状，有良好的互换性。

冲压加工所使用的模具是技术密集型产品，精度高，成本高（占产品成本的 10%~30%），所以只有生产批量大时，冲压加工的优点才能充分体现出来。近年来发展的简易冲模、组合冲模、锌基合金冲模等为单件、小批量生产采用冲压工艺提供了条件。

二、冲压加工的作用

全世界的钢材中有 60%~70% 是板材，其中大部分是经过冲压制成成品的。汽车的车身、底盘、油箱、散热器片，锅炉的汽包，容器的壳体，电动机、电器的铁心硅钢片等都是冲压加工而成的。仪器仪表、家用电器、自行车、办公设备、生活器皿等产品中也有大量的冲压件。据概略统计，在电子产品中，冲压件（包括钣金件）的数量约占工件总数的 85% 以上，在飞机、各种枪弹与炮弹的生产中，冲压件所占的比例也是相当大的。据国际生产技术协会预测，到 2010 年，产品零件粗加工的 65%、精加工的 80% 将由模具冲压加工完成。

冲压件与铸件、锻件相比，具有薄、匀、轻、强的特点。冲压可制出用其他方法难以制造的带有加强肋、起伏或翻边的工件，以提高其刚度。由于采用精密模具，工件精度可达微米级，且重复精度高，规格一致，可以冲压出孔窝、凸台等。

冷冲压件一般不再经切削加工，或仅需要少量的切削加工。热冲压件的精度和表面状态低于冷冲压件，但仍优于铸件、锻件，切削加工量少。

冲压是高效的生产方法，采用复合模，尤其是多工位级进模，可在一台压力机上完成多道冲压工序，实现由带料开卷、矫平、冲裁到成形、精整的全自动生产。生产效率高，劳动条件好，生产成本低，一般每分钟可生产数百件产品（或零件）。

三、冲压加工的发展趋势

冲压加工是通过冲压模具来实现的，早在 1989 年 3 月国务院颁布的《关于当前产业政策要点的决定》中，就把模具列为机械工业技术改造序列的第一位，生产和基本建设系列的第二位（仅次于大型发电设备及相应的输、变电设备），确立了模具工业在国民经济中的重要地位。1997 年以来，又相继把模具及其加工技术和设备列入了《当前国家重点鼓励发展的产业、产品和技术目录》和《鼓励外商投资产业目录》中。经国务院批准，从

1997—2000 年，对 80 多家国有专业模具厂实行增值税返还 70% 的优惠政策，以扶植模具工业的发展。

由于采用模具生产零件具有效率高、质量好、节能降耗、生产成本低的优点，因而模具技术已成为衡量一个国家产品制造水平的重要标志之一。在日本，模具被称为“进入富裕社会的原动力”，西方许多国家把模具制造业视为“黄金工程”。目前，全世界模具年产值约为 600 亿美元，日本、美国等工业发达国家的模具工业产值已超过机床工业产值，我国的模具工业产值也超过了机床工业产值。

冲压加工的发展趋势概括如下：

1. 设计部门深入研究冲压变形的基本规律、各种冲压工艺的变形理论、失稳理论与极限变形程度等；应用有限元、边界元等技术，对冲压过程进行数字模拟分析，以预测某一工艺过程中坯料对冲压的适应性及可能出现的质量问题，从而优化冲压工艺方案，使塑性变形理论逐步起到对生产过程的直接指导作用。

2. 制造冲压件用的传统金属材料正逐步被高强钢板、涂敷镀层钢板、塑料夹层钢板和其他复合材料或高分子材料替代。随着材料科学的发展，加强研究各种新材料的冲压成形性能，不断发展和改善冲压成形技术。

3. 开发拥有自主知识产权，适合中国国情，具有较高水平的模具设计、加工及模具企业管理的软件，不断提高软件的智能化、集成化程度。在模具设计与制造中，开发并应用计算机辅助设计和制造系统（CAD/CAM），发展高精度、长寿命模具和简易模具（软模、低熔点合金模具等）制造技术以及通用组合模具、成组模具、快速换模装置等，以适应冲压产品的更新换代和各种生产批量的要求。

4. 大力发展和推广信息化、数字化技术。例如，逆向工程、并行工程、敏捷制造技术的研发及推广应用；包括大型级进模，高精密、高复杂性、高技术含量的先进模具三维设计和制造技术

的研发；包括冲压工艺设计系统、模具型面设计系统、成形分析系统、模具结构设计系统、模具 CAM 系统和冲压专家咨询系统的车身模具数字化设计及制造系统的研发；模具的集成、柔性及自动加工技术和网络及虚拟技术等。

5. 加快开发模具制造新工艺、新技术。推广模具制造的节能、节材技术，模具热处理、表面光整加工和表面处理新技术等。

6. 推广应用数控冲压设备、冲压柔性加工系统（FMS）、多工位高速自动冲压机以及智能机器人送料、取件，进行机械化与自动化的流水线冲压生产。

7. 精冲与半精冲、液压成形、旋压成形、爆炸成形、电水成形、电磁成形、超塑成形等技术得到不断发展和应用，某些传统的冲压加工方法将被它们所取代，产品的冲压加工趋于更合理、更经济。

§ 1—2 冲压加工的特点与分类

一、冲压加工的特点

1. 冷冲压工件的材料利用率较高，工件质量轻，刚度与质量比高，强度与质量比高，冲压能耗小。它是少切屑、无切屑加工方法之一，因而制品的成本较低。

2. 冲压件的尺寸公差由模具保证，具有“一模一样”的特征，所以产品质量稳定。

3. 冲压加工可以加工壁薄、质量轻、形状复杂、表面质量好、刚度高的工件。如汽车外壳、仪表外壳等。

4. 冲压生产靠压力机和模具完成加工过程，生产率高，操作简便，易于实现机械化与自动化。用普通压力机进行冲压加工时，每分钟产量可达几十件；用高速压力机生产时，每分钟产量

可达数百件、上千件。冷冲压加工的高生产效率没有其他任何一种机械加工方法能与之相比。

5. 冷冲压加工中所用的模具一般比较复杂，生产周期长，成本较高。

6. 在冷冲模设计理论和方法中，到目前为止，大都采用经典理论加修正系数的方法，而且对于工作零件的尺寸设计和某些冷冲压工艺，如形状复杂的拉深、成形，其工艺计算往往采用经验的方法。随着计算机技术的应用，冷冲模设计理论和方法正在从传统方法向分析方法过渡，大大促进了冷冲模技术的发展。

总之，冲压加工是一种可在短时间内大量、经济地反复生产相同质量产品的生产手段。

二、冲压加工的分类

1. 按工艺分类

冲压加工主要是按工艺分类，可分为分离工序和成形工序两大类。

分离工序也称冲裁，其目的是使冲压件沿一定轮廓线从板料上分离，同时保证分离断面的质量要求，主要包括剪切、冲裁、冲孔、修边、剖切等。

成形工序的目的是使板料在不破坏的条件下产生塑性变形，以将其制成所需形状和尺寸的工件，主要包括弯曲、滚弯、卷弯、拉弯、扭曲、拉深、胀形、平面翻边、曲面翻边、缩口、卷边、校形、旋压等。

在实际生产中，常常是多种工序综合应用于一个工件，其中冲裁、弯曲、剪切、拉深、胀形、旋压、校形是几种主要的冲压工艺。

2. 按冲压时的温度分类

按照冲压时的温度情况不同可分为冷冲压和热冲压两种方式。具体采用哪种方式，主要取决于材料的强度、塑性、厚度、变形程度以及设备能力等，同时应考虑材料的原始热处理状态和

最终使用条件。

(1) 冷冲压。冷冲压是指金属在常温下的加工，一般适用于厚度小于 4 mm 的坯料。优点为不需加热，无氧化皮，表面质量好，操作方便，费用较低。缺点是有加工硬化现象，严重时会使金属失去进一步变形的能力。冷冲压要求坯料的厚度均匀且波动范围小，表面光洁，无斑，无划伤等。

(2) 热冲压。热冲压是指将金属加热到一定的温度范围的冲压加工方法。优点为可消除内应力，避免加工硬化，增加材料的塑性，减小变形抗力，减少设备的动力消耗。

3. 按冲压加工基本工序分类

冲压的主要基本工序分为落料、冲孔、弯曲和拉深。

(1) 落料和冲孔。落料和冲孔是使坯料分离的工序。落料和冲孔的过程完全一样，只是用途不同。落料时，被分离的部分是成品，剩下的周边是废料，如图 1—2a 所示；冲孔则是为了获得孔，被冲孔的板料是成品，而被分离的部分是废料，如图 1—2b 所示。落料和冲孔统称为冲裁。冲裁模的冲头和凹模都具有锋利的刃口，在冲头和凹模之间有相当于板厚 5%~10% 的间隙，以保证切口整齐且少毛刺。

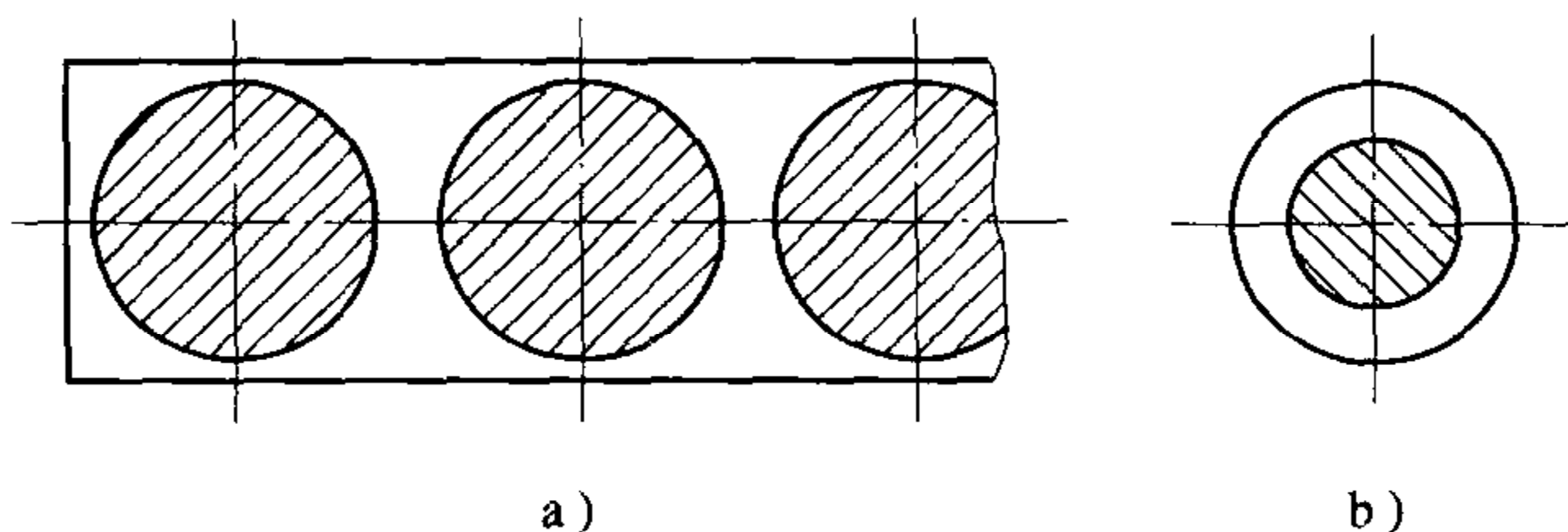


图 1—2 垫圈的落料与冲孔

a) 落料 b) 冲孔

(2) 弯曲。弯曲就是使工件获得各种不同形状的弯角。弯曲模上使工件弯曲的工作部分要有适当的圆角半径 r ，以避免工件弯曲时开裂。如图 1—3 所示为几种弯曲成形典型件。

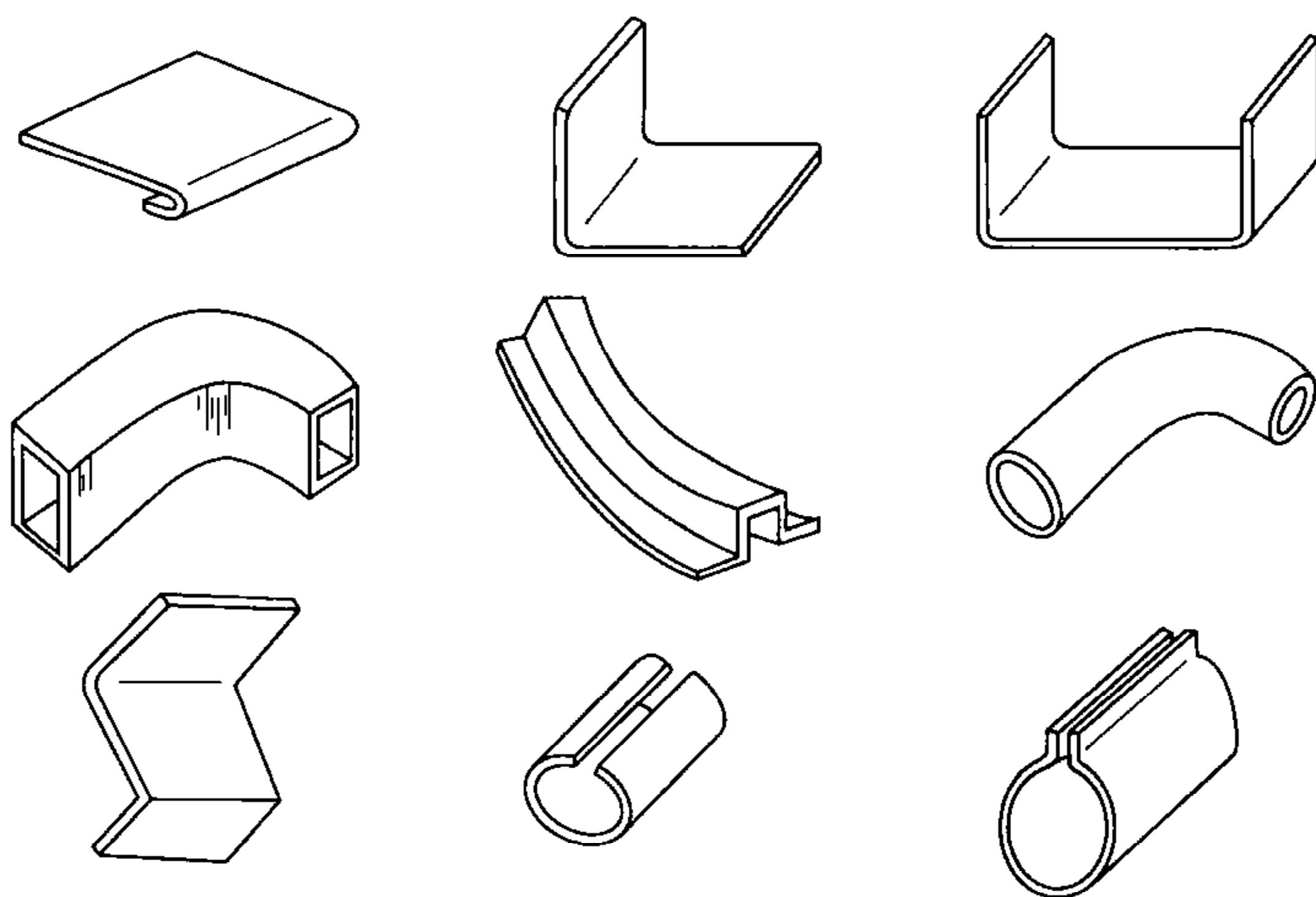
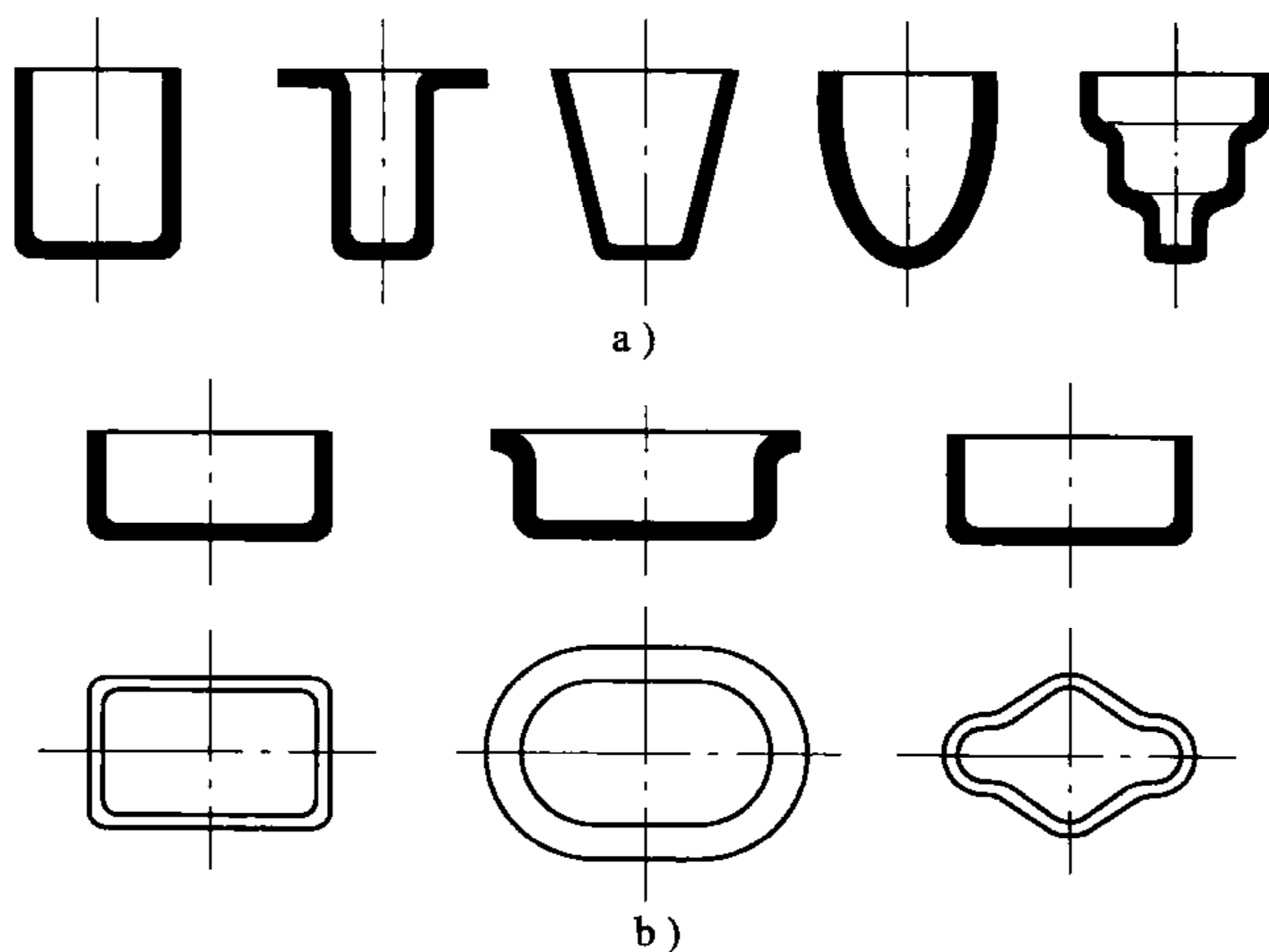


图 1—3 弯曲成形典型件

(3) 拉深。拉深是将平板坯料制成杯形或盒形件的加工过程。拉深模的冲头和凹模边缘应做成圆角，以避免工件被拉裂。冲头与凹模之间要有比板料厚度稍大一点的间隙（一般为板厚的 1.1~1.2 倍），以便减小摩擦力。为了防止褶皱，坯料边缘需用压板（压边圈）压紧。如图 1—4 所示为几种常见的拉深件。



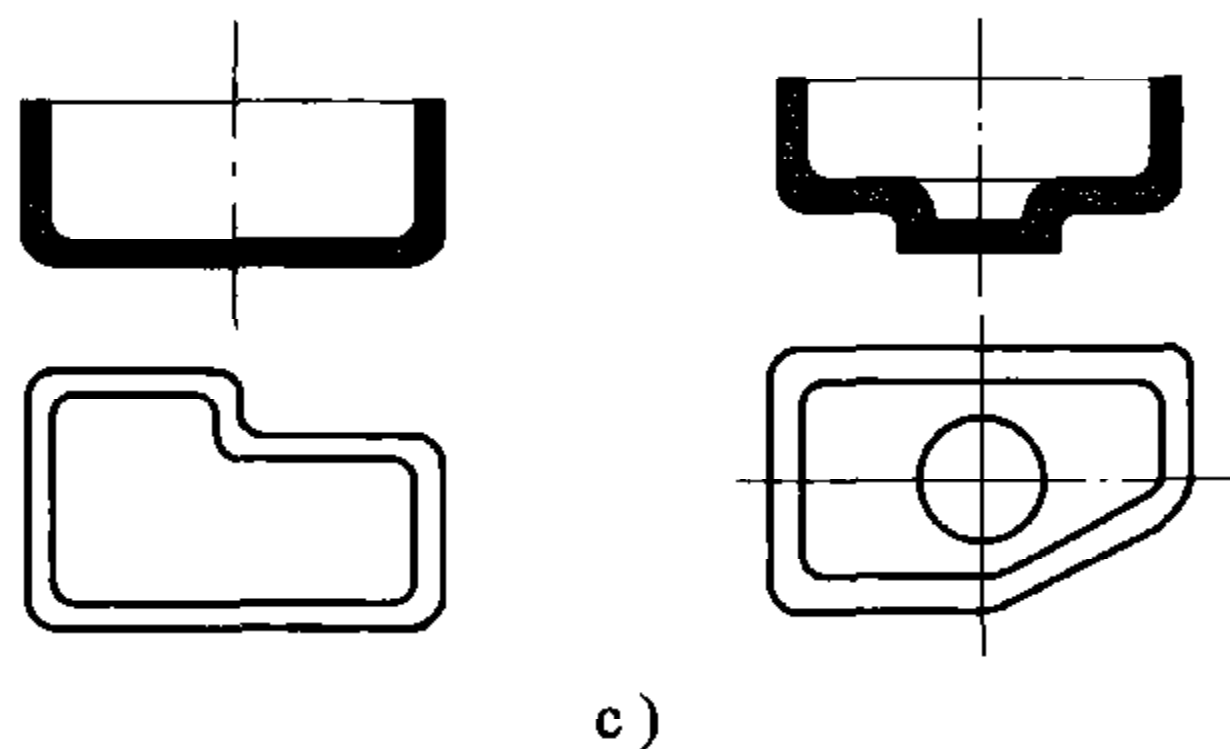


图 1—4 几种常见的拉深件

a) 轴对称旋转体拉深件 b) 盒形件 c) 不对称拉深件

§ 1—3 常用冲压材料及毛坯准备

板料、模具和设备是冲压加工的三大要素，冲压加工的原材料一般为板料或带料，故也称为板料冲压。实际生产中，高水平的冲压及模具设计和制造技术必然建立在对板料冲压性能研究的基础上。因此，在冲压工艺与模具设计中，懂得合理选用板料，并进一步考虑板料的冲压性能，是具有重要意义的。

一、冲压工艺对材料的要求

1. 首先要满足冲压件的使用要求，包括强度、刚度、导电性、导热性、耐腐蚀性等。
2. 满足冲压工艺条件应具有的良好塑性和表面质量、板料的厚度公差。

冲压用板料的表面和内在性能对冲压成品的质量影响很大，要求冲压材料厚度精确、均匀；表面光洁，无斑、无疤、无擦伤、无表面裂纹等；屈服强度均匀，无明显方向性；断后伸长率高；屈强比低；加工硬化性低。

在实际生产中，常用与冲压过程近似的工艺性能试验，如拉深性能试验、胀形性能试验等检验材料的冲压性能，以保证成品质量和高的合格率。