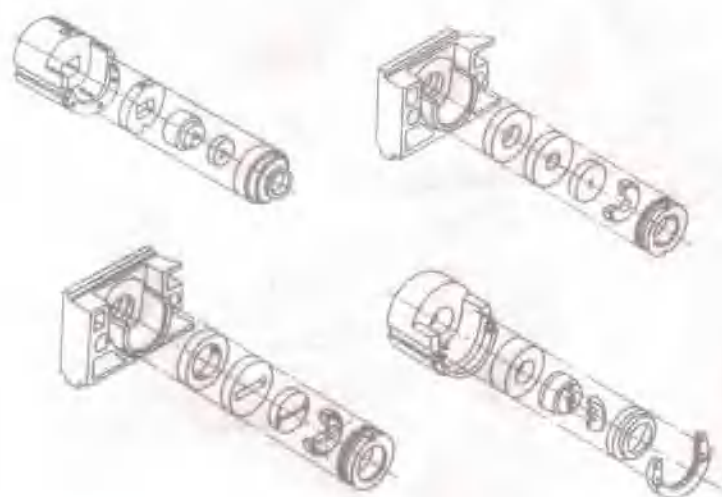


郝滨海 编著

金属材料精密压力 成形技术



Chemical Industry Press



化学工业出版社
工业装备与信息工程出版中心

金属材料精密压力 成形技术

郝滨海 编著

化学工业出版社

工业装备与信息工程出版中心

·北京·

(京)新登字 039 号

图书在版编目 (CIP) 数据

金属材料精密压力成形技术/郝滨海编著. --北京:
化学工业出版社, 2004. 2
ISBN 7-5025-5179-4

I. 金… II. 郝… III. 金属压力加工-成型
IV. TG3

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2004) 第 006011 号

金属材料精密压力成形技术

郝滨海 编著

责任编辑: 任文斗

文字编辑: 宋 薇 丁建华

责任校对: 顾淑云

封面设计: 潘 峰

*

化 学 工 业 出 版 社 出版发行
工业装备与信息工程出版中心

(北京市朝阳区惠新里 3 号 邮政编码 100029)

发行电话: (010) 64982530

<http://www.cip.com.cn>

*

新华书店北京发行所经销

北京管庄永胜印刷厂印刷

三河市前程装订厂装订

开本 787 毫米×1092 毫米 1/16 印张 17¼ 字数 422 千字

2004 年 3 月第 1 版 2004 年 3 月北京第 1 次印刷

ISBN 7-5025-5179-4/TH·182

定 价: 38.00 元

版权所有 违者必究

该书如有缺页、倒页、脱页者, 本社发行部负责退换

前 言

金属压力成形（包括塑性成形加工、粉末冶金压制等）是金属的主要加工方法之一。它是在一定的外力作用下，利用金属材料的塑性和流动性使其成为具有一定形状及一定力学性能零件的加工方法。金属精密压力成形是在普通金属压力成形技术基础上发展起来的。

金属精密压力成形工艺所加工的零件具有比传统或普通压力成形工艺所加工的零件更高的尺寸精度和体积精度，经过少量或不经过后续加工即可用于机器设备的装配。因此可以为后续的机加工提供精确的毛坯，也可以生产可直接使用的各种制件。

用于金属精密压力成形的工艺主要有：精密冲压、精密模锻、液态模锻，粉末冶金锻造等，这些工艺有的在 20 世纪后期就已经出现，但由于受到各方面条件的限制，仅在国防工业和某些特殊工业制品的生产中得到应用。当今的工业水平已有了极大的提高，我国的制造业已具有世界先进水平，设备与模具的制造能力以及新材料的大量涌现为精密成形工艺的普及应用与提高提供了有利的支持。

目前，创新、节能、节材、高效、环保已成为现代工业企业生存和发展的基本条件，人们不断追求新的高质量的工业产品。精密压力成形技术的应用有了很大发展，越来越多的工业零件由普通压力成形工艺或机加工生产改为精密压力成形工艺生产，并获得了非常可观的经济效益。新材料的应用又带来金属材料成形新工艺和新设备的发展，近年来铝及铝合金型材、工业陶瓷等材料的广泛应用极大地推动了挤压、粉末冶金、粉末锻造等技术的普及和发展。

本书是为满足生产实践的要求而编写的，力求内容先进、实用、简明，可供从事金属材料压力成形工作的工程技术人员进行工艺设计和设备选择时使用，也可作为材料成形及控制专业或相应专业研究生或本科、专科学生教材。

本书编写过程中得到了众多同行和专家的指导和帮助，在此一并表示感谢。

参加本书编写的人员还有：张国强、李亚江、党福祥、贾玉玺、高军、马新武、卢霄、张伯涛、李永刚、袁宝国、麻晓飞、景财年、张勇、杨芳。

本书涉及到较多的专业知识，受编者水平所限，书中难免有错漏或不足之处，敬请广大读者给予批评指正。

编著者

2003 年 10 月

内 容 提 要

根据目前生产实践的需要,该书较详细介绍了精密冲压、精密锻造、粉末冶金和锻造、液态模锻、铝型材挤压、焊管材弯曲成形等近年来应用较多、发展较快的非常规的金属材料精密压力成形工艺方法、设备原理与结构,同时讲述了材料压力成形方法的选择与环保等知识。

本书可供从事金属材料成形工作的工程技术人员进行工艺设计和设备选择时使用,也可供材料成形及控制专业或相关专业研究生或本科、专科学生教材。

目 录

第 1 章 概述	1
1.1 金属材料压力成形概述	1
1.1.1 金属材料加工方法分类	1
1.1.2 材料加工的基本过程	1
1.1.3 材料加工成形过程的三个基本要素	2
1.2 金属压力成形与精密压力成形	4
1.2.1 金属压力成形工艺的特点及应用	5
1.2.2 金属压力成形工艺的分类	5
1.2.3 金属压力成形工艺的发展趋势	6
1.2.4 金属精密压力成形技术	8
第 2 章 精冲技术	10
2.1 精冲概述	10
2.2 精冲工艺的类型	12
2.2.1 普通精冲	12
2.2.2 强力压板精冲	15
2.2.3 对向凹模 (凸模) 精冲	15
2.2.4 同步剪挤精冲	16
2.2.5 往复冲裁	18
2.2.6 聚氨酯精冲	18
2.2.7 精冲孔	18
2.2.8 冲深孔	19
2.3 精冲模具设计的要求	20
2.3.1 精冲模具的分类与结构	21
2.3.2 通用模架	26
2.4 精冲工件结构的工艺性	33
2.4.1 最小孔径和槽宽	34
2.4.2 最小壁厚	34
2.4.3 圆角半径	35
2.4.4 齿形	35
2.4.5 窄悬臂	36
2.4.6 过渡形状	36
2.4.7 精冲排样	37
2.4.8 搭边与边距	38
2.5 精冲润滑剂	38
2.6 其他精冲工艺	38

2.6.1	厚板精冲	38
2.6.2	倒角	40
2.6.3	沉孔	41
2.6.4	压印	43
2.6.5	半冲孔	44
2.6.6	弯曲	45
2.6.7	接合工艺	47
2.7	精冲压力机	48
2.7.1	精冲压力机的特点	48
2.7.2	精冲压力机的分类	49
2.7.3	精冲压力机的结构	50
2.7.4	各系列精冲压力机的主要技术参数	58
2.8	精冲自动生产线及配套装置	60
2.8.1	自动送料装置	60
2.8.2	原材料自动上料装置	62
第3章	精密模锻	64
3.1	精密模锻工艺的分类	64
3.1.1	开式模锻	64
3.1.2	闭式模锻	64
3.1.3	挤压	65
3.1.4	体积精压	65
3.2	精密模锻工艺设计	66
3.2.1	精密模锻的技术要求	66
3.2.2	零件的工艺性分析	66
3.2.3	制定精密模锻工艺过程	67
3.3	精密模锻模具的设计	69
3.3.1	精密模锻模具的分类与结构	69
3.3.2	模膛设计	71
3.3.3	凹模尺寸和强度计算	72
3.3.4	模具的顶出装置	73
3.4	精密模锻实例	75
3.4.1	直齿圆锥齿轮的精密模锻	75
3.4.2	螺旋圆锥齿轮的精密模锻	79
3.4.3	直齿圆柱齿轮的精密模锻	81
3.5	精密模锻润滑剂	82
3.6	锻件冷却与清理	83
3.6.1	精密模锻件的冷却	83
3.6.2	坯料和锻件的清理	83
3.7	模具材料	84
3.7.1	冷锻用模具材料	84

3.7.2 热锻用模具材料	84
3.8 精密模锻设备	84
3.8.1 精密模锻工艺对设备的基本要求	84
3.8.2 精密模锻设备的类型、特点和适用范围	85
第4章 棒料精密剪切	87
4.1 棒料剪切工艺	87
4.1.1 生产中评定棒料剪切毛坯料质量的标准	87
4.1.2 棒料剪切工艺	87
4.1.3 影响剪切坯料精度的关键问题	87
4.1.4 提高被剪毛坯精度的途径	88
4.2 棒料精密剪切工艺	89
4.2.1 约束剪切	90
4.2.2 高速剪切	95
4.2.3 自动称重剪切	99
4.2.4 加热剪切	101
4.2.5 渐进精密剪切	101
第5章 液态模锻	104
5.1 液态模锻的特点与选用	104
5.1.1 液态模锻的特点	104
5.1.2 液态模锻工艺的应用范围	105
5.2 液态模锻工艺与设备	106
5.2.1 液态模锻的分类	106
5.2.2 液态模锻的工艺过程	107
5.2.3 影响液态模锻工件质量的基本参数	108
5.2.4 液态模锻润滑剂	110
5.3 液态模锻模具及工艺	111
5.3.1 液态模锻模具的分类	111
5.3.2 液态模锻锻件的设计	112
5.3.3 液态模锻模具的设计	112
5.3.4 模具材料与寿命	113
5.3.5 模具的热处理	114
5.3.6 液态模锻实例	115
5.4 液态模锻设备	117
5.4.1 液态模锻专用液压机	117
5.4.2 在通用液压机上的液态模锻	118
5.4.3 在螺旋压力机上的液态模锻	119
第6章 粉末冶金及粉末锻造	121
6.1 粉末冶金的特点与应用	121
6.1.1 粉末冶金的特点	121
6.1.2 粉末冶金的应用	122

6.2 粉末冶金工艺与设备	122
6.2.1 粉末冶金工艺	122
6.2.2 粉末冶金模具	130
6.2.3 粉末冶金常用模架	147
6.2.4 常用粉末冶金设备	150
6.3 其他粉末冶金的特殊工艺	153
6.3.1 粉末冶金锻造	153
6.3.2 粉末冶金轧制	156
6.3.3 粉末冶金挤压	157
6.3.4 等静压成形	158
6.3.5 热压	160
6.3.6 温压工艺	161
第7章 铝型材挤压加工	163
7.1 铝挤压型材的应用和加工特点	163
7.1.1 铝挤压型材的应用	163
7.1.2 铝型材的挤压加工特点	164
7.1.3 铝型材挤压技术的发展过程	164
7.2 挤压方法	165
7.2.1 正向挤压法	165
7.2.2 反向挤压法	167
7.2.3 TAC 反向挤压法	168
7.2.4 联合挤压法	169
7.3 铝型材挤压工艺	169
7.3.1 铝合金型材挤压	169
7.3.2 空心型材的挤压	169
7.3.3 阶梯变断面实心型材的挤压	172
7.4 铝型材挤压工艺参数	173
7.4.1 挤压系数	173
7.4.2 挤压筒直径	174
7.4.3 挤压毛坯尺寸	174
7.4.4 挤压温度	180
7.4.5 挤压速度	181
7.4.6 挤压力	182
7.5 铝型材挤压模具	183
7.5.1 铝型材挤压模具的分类及特点	184
7.5.2 铝型材挤压模具设计	188
7.6 舌形模的设计	192
7.6.1 舌形模挤压的特点	193
7.6.2 舌形模的类型	193
7.6.3 舌形模的结构设计	194

7.7 平面分流组合模的设计	198
7.7.1 平面分流组合模的特点	198
7.7.2 平面分流组合模的结构设计	199
7.7.3 平面分流模设计举例	204
7.8 民用建筑型材模具的设计	204
7.8.1 模具类型及其结构特征	204
7.8.2 模孔在模具平面上的布置原则	205
7.8.3 模腔形状及其在模具平面上的布置	205
7.8.4 模孔尺寸的确定	206
7.8.5 模孔工作带长度的确定	206
7.8.6 模具空刀的设计	207
7.8.7 模具厚度的设计	207
7.8.8 模具的材料及硬度	208
7.8.9 民用建筑型材模具设计实例	208
7.9 挤压工具	209
7.9.1 挤压筒	209
7.9.2 挤压轴	212
7.9.3 挤压针	213
7.9.4 挤压垫	214
7.10 挤压工具和模具材料的要求	216
7.11 挤压生产线的设备组成	217
7.11.1 挤压车间主设备	217
7.11.2 挤压车间加热设备	225
7.11.3 挤压车间辅助设备	229
第8章 焊管弯曲成形技术	232
8.1 焊管生产方法	232
8.2 高频直缝连续电焊管生产	232
8.2.1 高频直缝连续电焊管生产范围、工艺过程和特点	232
8.2.2 成形辊与连续辊式成形机	235
8.3 UOE直缝电焊管生产	245
8.3.1 UOE直缝电焊管产品范围和特点	245
8.3.2 UOE法焊管生产主要工序	246
8.3.3 UOE法成形工艺设计	247
8.4 螺旋电焊管生产	248
8.4.1 螺旋电焊管产品范围和特点	248
8.4.2 螺旋电焊管生产的工艺过程	249
8.4.3 螺旋成形的工艺设计	249
8.5 连续炉焊管生产	250
8.5.1 连续炉焊管生产特点	250
8.5.2 连续炉焊管生产工艺过程	250

8.6 钎焊管生产	252
8.6.1 钎焊管生产特点	252
8.6.2 工艺过程	252
8.7 电焊管焊接方法	253
8.7.1 电阻焊	253
8.7.2 电弧焊	255
8.7.3 其他焊接法	257
第9章 材料成形方法选择	258
9.1 材料成形方法选择的原则和依据	258
9.1.1 材料成形方法选择的主要原则	258
9.1.2 材料成形方法选择的主要依据	259
9.1.3 常用成形方法的比较	260
9.2 常用机械零件的毛坯成形方法选择	261
9.2.1 轴杆类零件	261
9.2.2 盘套类零件	261
9.2.3 机架、箱座类零件	262
参考文献	263

第 1 章 概 述

1.1 金属材料压力成形概述

机器或设备是由各种零件装配而成的，零件又是用金属材料或非金属材料加工成形的。机器制造的一般过程如图 1-1 所示。

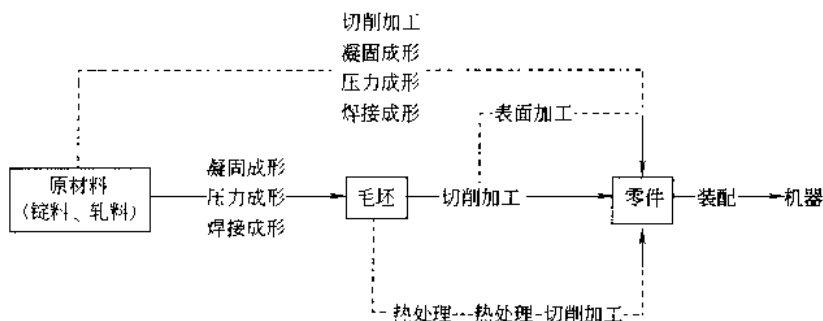


图 1-1 机器制造的一般过程

1.1.1 金属材料加工方法分类

金属材料加工方法可归纳为以下几类。

① 成形加工 主要有凝固成形、压力成形（或压力加工、塑性成形）和焊接成形等。其作用是改变材料的形状尺寸，并兼有改变材料的性能。

② 切除加工 主要有车、铣、刨、钻、磨等传统的切削加工，以及直接利用电能、化学能、声能、光能进行的特殊加工，如电火花加工、电解加工、超声波加工和激光加工等。其作用是改变材料的形状尺寸。

③ 表面成形加工 如表面形变及淬火强化、化学热处理、表面涂（镀）层和气相沉积镀膜等，其作用是改变零件的表面状态和（或）性能。

④ 热处理加工 如退火、正火、淬火和回火等，其作用是改变材料或零件的组织性能和力学性能。

1.1.2 材料加工的基本过程

任何一种材料加工通常由一系列的基本过程组成，根据对材料作用性质的不同基本过程可分为如下三种。

① 机械过程 如弹性变形、塑性变形、脆性和韧性断裂、液体和粉末的流动、混合等。

② 热过程 如加热、冷却、熔化、凝固、汽化等。

③ 化学过程 如溶解、燃烧、沉积、相变、扩散等。

例如，材料成形加工中的模锻，其基本过程包括如下。毛坯下料（机械过程：断裂）和加热（热过程），模锻成形（机械过程：塑性变形），锻后冷却（热过程）和切飞边（机械过程：断裂）等。材料加工中的任何一个基本过程，都与加工产品最终结果的优劣有着密切的

关系，例如，凝固成形中只有对浇注后的凝固过程（热过程）进行合理控制，才能获得优质的铸件。

材料加工成形过程一般包含如下三个典型阶段。

第1阶段：由一些使材料形状尺寸和（或）性能发生初步变化而处于适当状态的基本过程组成，如加热、熔化、下料等。

第2阶段：由一些用来产生所要求的形状尺寸和（或）性能变化的基本过程所组成，如模锻、冲压、机床切削等。这种基本过程又可称为主要基本过程。

第3阶段：由一些使工件达到指定的最终状态的基本过程组成，如凝固、冷却、切飞边等。

1.1.3 材料加工成形过程的三个基本要素

任何一种材料加工成形过程都是为了使材料的形状尺寸或性能发生变化，或二者兼有。为了实现这种变化必须具备材料、能量和信息三个基本要素。材料的加工过程实际是相关的材料、能量和信息按一定流程和方式相互作用使被加工材料产生形状尺寸和（或）性能的变化，而获得所需的零件或零件毛坯的过程。（材料加工过程的一般模式如图 1-2 所示）。

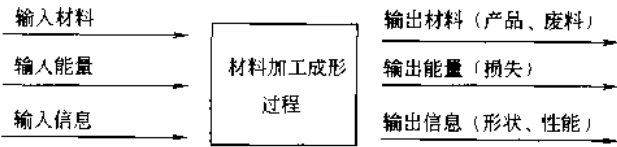


图 1-2 材料加工过程的一般模式

(1) 材料流程

材料流程按照加工过程的质量变化情况可分为如下三种类型。

① 直通流程 是质量不变的过程，其特点是加工材料的初始质量等于或近似等于加工材料的最终质量，即在此过程中，材料仅受控地改变其几何形状和（或）性能，如各种凝固成形、压力成形（或压力加工、塑性成形）和热处理等均属于此类。

② 发散流程 是质量减少的过程，其特点是通过切除部分材料而获得形状尺寸的变化，但工件最终几何形状只能局限在输入材料的几何形体内，相应的加工方法有传统的切削加工，以及电火花加工、电解加工、热切割和冲裁等。

③ 汇合流程 是质量增加的过程，其特点是工件几何形状通过若干个“元件”装配、连接或焊接而获得，工件质量基本上等于各元件质量之和，而这些元件是用一种或多种加工方法制成的。

材料流程与材料状态有关，不同的材料状态导致加工过程结构的差别。制造业常见的材料状态有固态（包括颗粒态）和液态。直通流程的材料状态可为固态、液态或颗粒态，发散流程的材料状态只能是固态，而汇合流程的材料状态可为固态，也可以是固态和液态兼而有之。

(2) 能量流程

为了实现材料加工成形的基本过程，必须通过传递介质向材料或工件提供能量。

① 基本过程为机械过程的能量流程可以通过传递介质与加工材料之间的相对运动来提供，传递介质的状态可以是刚性的、颗粒态的和流体状态的。切削加工中的刀具和塑性成形中的工模具即为刚性介质，通过它们与加工材料的相对运动而实现材料的切除或塑性变形，

模锻过程即为一个实例（见图 1-3）。在超声波加工中（见图 1-4），传递介质为颗粒（磨粒）状的，通过磨粒的高速冲击而加工材料。静液挤压（见图 1-5）则是通过高压液体介质使金属挤压成形的。

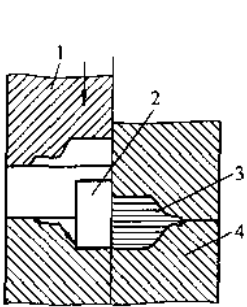


图 1-3 模锻成形
1—上模；2—坯料；
3—锻件；4—下模

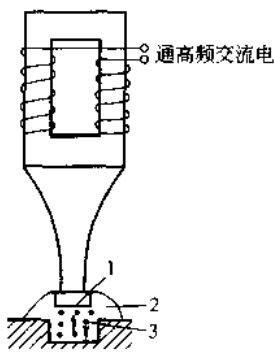


图 1-4 超声波加工
1—工具；2—悬浮液；
3—刚性介质（磨粒）

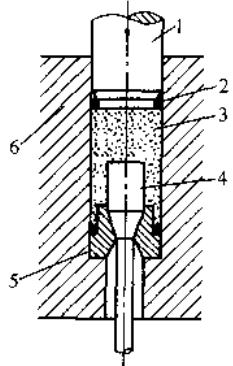


图 1-5 静液挤压
1—凸模；2—密封圈；3—高压液体；
4—坯料；5—凹模；6—挤压筒

机械过程的能量也可以用作用在加工材料上的压力差来提供，板料成形中的气压胀形、液压胀形、橡胶胀形、超塑性板的气压成形、塑料的吹塑成形和真空成形等都是借助压力差来实现的见图 1-6。此时的传递介质可以是弹性体、液体和气体（包括真空状态）等。或直接用加工材料中的质量力来实现。此质量力可以在重力场或磁场的作用下产生见图 1-7。

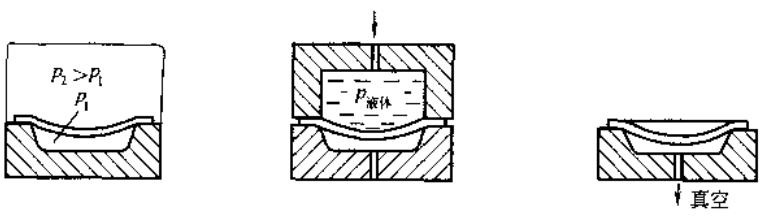


图 1-6 由压力差产生的机械基本过程能量

用来产生上述的相对运动、压力差或质量力，以实现机械基本过程的能源主要有电能、化学能源等。

电能源多是通过电动机转变为机械能，再通过传动系统或工作机构，使刀具或工模具与加工材料发生相对运动，从而实现某一机械基本过程。许多材料加工设备即属于此范畴。电能源还可以通过磁致伸缩效应而转变为机械能，使工具作高速振动，打击磨粒进行超声波加工；或通过电液效应产生高速冲击波，以压力差的方式作用于加工材料（见图 1-8）；以及通过电磁效应以质量力方式直接作用于加工材料，如图 1-7(b) 所示的磁力成形。

化学能源（炸药、可燃液体、可燃气体等）通过爆炸或燃烧转变为机械能，使周围介质压力增加，所形成的高压或直接以压力差的方式（如爆炸

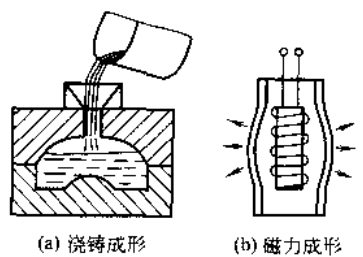


图 1-7 由质量力产生的机械基本过程

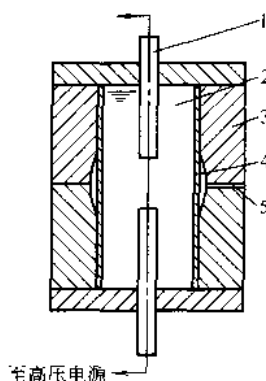


图 1-8 电液成形

- 1—电极；2—液体；
3—凹模；4—毛坯；
5—排气孔

成形)，或以传递介质与加工材料相对运动的方式，使材料实现某种机械基本过程（如内燃锤上的高速成形）。

② 基本过程为热过程的能量流程 热基本过程所需热量通常由电能、化学能或机械能转化而得。热量可在加工材料内部直接产生（直接加热），也可在加工材料外部产生，再以一定方式（如传导、对流、辐射等）传递给加工材料（间接加热）。

电能转化为热能的方法有很多种。例如，使电流通过导电材料产生热，若导电材料本身即为被加工材料，则为直接加热；如果导电材料为特殊高电阻加热元件，产生的热量通过适当介质，以对流、辐射等方式传递给加工材料，则为间接加热。利用电磁感应将电能转化为热能的方法称为感应电加热，常应用于模锻前的毛坯加热。借助电弧放电可产生热量，电弧焊即是利用此原理而使填充材料和工件连接区的基体材料加热熔化的。火花放电亦可实现电能向热能的转化，火花放电产生的瞬时高温可使金属熔化或汽化，电脉冲和线切割等电腐蚀加工即是利用此原理。

此外，通过电子束、激光，亦可使电能转化为热能，高能量密度的电子束和激光束足可以使被加工材料熔化或汽化，从而实现材料加工中的热基本过程。

化学能源是通过可燃物质的燃烧而转化为热能的。例如，熔焊中的气焊，即是利用可燃气体（如乙炔与氧的混合气体）的燃烧而熔化金属；气割是利用可燃气体燃烧，将待切除金属加热到能在氧气流中燃烧的温度；而气体火焰的钎焊，则是利用可燃气体燃烧使钎料（充填金属）熔化的。机械能可由摩擦产生热量，如摩擦焊即是以焊接件接触面摩擦产生的热量为热源。

(3) 信息流程

信息流程包括形状信息和性能信息。形状信息是由具有一定形状信息量的刀具或工模具以及加工材料与刀具、工模具之间的相对运动共同产生的，材料加工过程是借助能量流程把信息流程中的形状信息施加于材料流程的过程。形状变化信息可以通过一个或几个阶段加于材料。一般地说，刀具或工模具所包含的形状信息量越少，则其与加工材料的相对运动对于材料的形状变化所起的作用就越大，反之亦然。例如，模锻时锻模几乎已包含了所要求的全部形状信息量，因而锻模与加工材料的相对运动就变得很简单。而对于一般的车削加工，车刀所包含的形状信息量很少，为了获得所需形状的零件，甚至要求三个相对运动。即刀具沿工件轴向和径向的平移以及刀具与工件的相对转动等。

性能信息流程包括材料的初始性能和通过各种加工过程产生的材料性能的变化，工件最终的性能则是它们综合作用的结果。热处理加工的主要目的在于改变材料的性能而不改变其几何形状；而塑性成形在其改变材料形状的同时，一般都伴随有性能的变化。

1.2 金属压力成形与精密压力成形

金属压力成形（包括塑性成形加工，粉末冶金压制等）是金属的主要加工方法之一，是在一定的外力作用下，利用金属材料的塑性和流动性使其成为具有一定形状、一定力学性能的零件加工方法。金属精密压力成形是在普通金属压力成形技术基础上发展起来的。

1.2.1 金属压力成形工艺的特点及应用

金属压力成形工艺与金属切削加工、铸造、焊接等加工工艺相比，具有以下几个方面的特点。

① 材料利用率高 金属压力成形主要是依靠金属在压力状态下的形状变化和体积转移来实现的，不产生切屑，材料利用率高，可以节约大量的金属材料。

② 力学性能好 金属压力成形过程中，金属的内部组织得到改善，制件性能好。

③ 尺寸精度高 金属压力成形的很多工艺方法已经达到少、无切削加工的要求。如齿轮精锻、冷挤压花键工艺，其齿形精度高，可直接使用；精锻叶片的复杂曲面可达到只需磨削的程度。

④ 生产效率高 金属压力成形工艺适合于大批量生产，随着压力成形工模具的改进及设备机械化、自动化程度的提高，生产效率得到大幅度提高，如高速曲柄压力机的行程次数已经达到 1500~1800 次/min；在热模锻压力机上锻造一根汽车发动机用的六拐曲轴只需 40s；在双动拉深压力机上成形一个汽车覆盖件仅需几秒钟。

由于金属压力成形工艺所具有的上述特点，使之在冶金、机械、航空、航天、船舶、军工、仪器、仪表、电器和日用五金工业领域得到广泛应用，在国民经济中占有十分重要的地位。

1.2.2 金属压力成形工艺的分类

金属压力成形的种类很多，分类方法也很多。根据加工对象的属性可将压力成形分为以生产原材料为主的加工和以生产零件及其毛坯为主的加工。

以生产原材料为主的加工包括轧制、挤压、拉拔等工艺，是生产型材、板材、线材、管材等的加工方法。利用局部连续稳定变形获得具有一定截面形状的材料，成形过程中变形区的形状不随变形而变化，适合于连续大批量的生产。

生产零件或坯料为主的加工方法，除大型锻件采用铸锭为原材料直接锻打成锻件外，一般都是以线材、棒材、管材、板材、型材为原材料进行再次塑性成形。它包括板料成形和体积成形两部分。

(1) 板料成形

板料成形又称冲压，这种成形多在常温下进行，按其变形性质又可以进一步分为分离工序和成形工序。分离工序是利用冲模在压力机的作用下，将有一定形状和尺寸的工件从板料上分离的冲压工序，包括落料、冲孔、切断、切边等工序。成形工序是利用冲模在压力机的作用下，使板料产生塑性变形成为要求的形状和尺寸的工件的冲压工序，包括弯曲、拉深、翻边、胀形、扩口、缩口、旋压等工序。

(2) 体积成形

体积成形是利用锻压设备及工模具，对金属坯料（块料）进行体积重新分配的塑性变形，得到所需形状、尺寸及性能制件的过程，它主要包括锻造、挤压两大类。前者在成形过程中，变形区的形状随变形的进行而发生改变，属于非稳定塑性变形；后者在变形的大部分阶段变形区的形状不随变形的进行而改变，属于稳定塑性变形。

随着生产技术的发展，上述基本加工变形方式互相渗透，产生了新的组合加工变形方式。如锻造和纵轧组合的辗锻工艺，可生产各种变断面零件（如连杆等）；锻造和横轧组合的楔横轧工艺，可生产各种阶梯轴和锥形轴；锻造扩孔和横轧组合的辗环工艺，可生产各种环形件（如轴承环、火车轮箍、齿轮环等）；冲压和轧制组合的旋压工艺，可生产各种薄壁

空心回转体零件：弯曲和轧制组合的辊弯工艺，可生产各种断面的冷弯型材及焊管等。各种加工变形方式的互相渗透和适当组合，可开发出高效率、新型塑性成形工艺方法。此外，随着技术的发展，也不断形成新的塑性加工方法。例如，连铸连轧、液态模锻、等温锻造和超塑性成形等，所有这些都进一步扩大了塑性成形的应用范围。

1.2.3 金属压力成形工艺的发展趋势

压力成形工艺沿着制件优质化、柔性化、工艺省力化，并不断改善劳动环境及广泛应用计算机等方面发展。

(1) 制件优质化

包括毛坯的尺寸精化和生产高性能材料的制件两部分。为了实现锻件精化，需相应地发展精密剪切、精密制坯、少无氧化加热等技术，并提高压力机的刚度及改善模具的结构和材料等。

(2) 生产的柔性化、自动化、高速化

为适应品种多变的需要，要求换样时间短，设备能做尽可能多的运动方式（多滑块多向滑动）；操作系统尽可能采用 CNC 及 PNC（示教再现式）控制。与此同时，应尽量采用“柔性”高的生产工艺，尽量采用少模、小模、无模成形工艺。单模成形只需凹模或凸模，因而简化模具结构与制造，如液压成形、聚氨酯成形等。点模成形示意，当加工板件的曲面参数需要变化时，只需调整上下冲头的位置。点模成形可以实现数控化。黏性介质压力成形（VPF）可视为一种自适应软模成形；而无模成形则不需要借助任何模具即可达到成形目的，如激光弯曲成形、超塑性无模拉拔等。像带自动换工具系统的自动自由锻机、多向锻机、环件辗压工艺等都是重要的发展方向。

由多台压力机配上自动装料、送料、出件、传递、翻转、监控保护等辅助装置组成的冲压自动线已在汽车工业中得到普遍应用。模锻生产自动化程度日益提高，除了在热模锻压力机上配备机械手实现不同程度的自动化外，还发展了模锻自动线。如德国某公司制造的主机为 120000kN 楔式压力机的大型热模锻生产自动线，可用来生产汽车曲轴和前梁，该线包括毛坯感应加热、辊锻机上制坯、楔式压力机上多模膛模锻、扭转机上扭转、校直机上校直等，配备五台操作机和多个传递机构，可完成各设备间和各模膛间的送料，全线长约 53m，由微机控制运行。又如安装于瑞典的以主机为 160000kN 热模锻压力机的模锻生产自动线，用于模锻重型柴油机的曲轴和载重汽车的前梁，全线配有由微机控制的八台机器人，并由微机对所有设备进行监控和实现与终端联系。

普通压力机的行程一般为每分钟几十次或上百次，而目前发展的高速压力机，小型的行程高达 2000~3000 次/min，中型的也可达 600~800 次/min，这样一台高速压力机，其生产效率相当于 5~10 台普通压力机。

(3) 工艺省力化

变形力大是体积成形的一大缺点，这不仅相应地增加设备质量，也增大了初投资。近年来，回转成形工艺（如辊锻、摆动辗压、楔形横轧、径向锻造等）得到了很大发展，这是由于回转成形是以连续局部成形代替整体同时成形，使变形力大幅度下降。

(4) 改善劳动环境

锻造噪声大、震动大已成为公害，如何减震降噪已成为日益突出的问题。与此同时，为了降低劳动强度，应逐步实现机械化，并尽量减少烟尘。

(5) 工艺设计技术的现代化