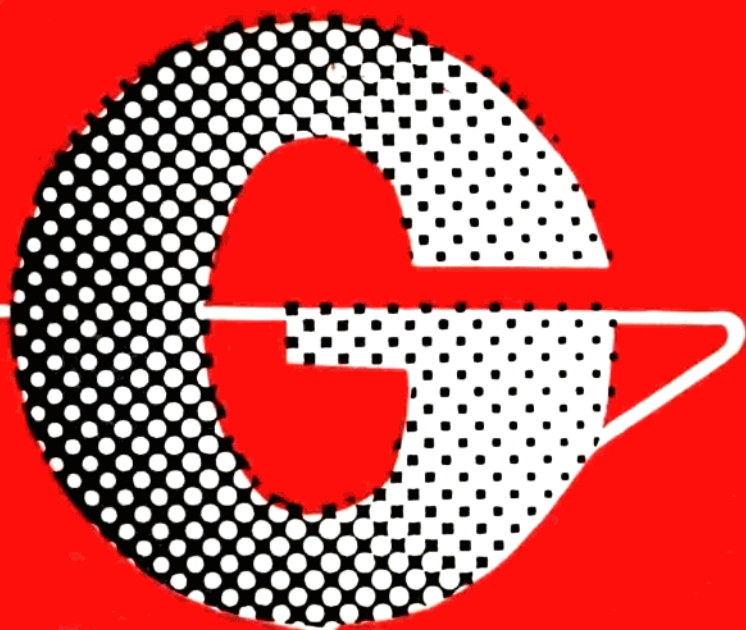


普通高等专科学校教育机电类规划教材

塑性成形设备



山东工业大学 李培武
武汉工学院 杨文成

主编

机械工业出版社

ND27/07
普通高等专科学校教育机电类规划教材

塑性成形设备

主编 李培武 杨文成

协编 陈学胜 郝滨海 洪国栋 余世浩

主审 吴旦中



395023



机械工业出版社

(京)新登字054号

本书主要介绍常用各类成形设备(包括塑料成型机械)的工作原理、基本结构、主要特性、技术参数及工艺范围,并简单介绍一些先进的成形设备及塑性成形生产系统。全书共分十章,分别为绪论、通用曲柄压力机、专用曲柄压力机、螺旋压力机、液压机、锻锤、回转成形设备、塑料成型机械、其它塑性成形设备及塑性成形生产系统。本书是高等专科学校锻压工艺及设备专业教材,同时也可作为以工艺和模具为主的本科教材和模具设计及制造专业本科教材,也可供有关技术人员参考。

塑性成形设备

山东工业大学 李培武

武汉工学院 杨文成

责任编辑:杨燕 版式设计:张世琴

责任校对:姚培新

责任印制:王国光

机械工业出版社出版(北京阜成门外百万庄南街一号)

邮政编码:100037

(北京市书刊出版业营业登记证出字第117号)

机械工业出版社京丰印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行·新华书店经售

开本 787×1092¹/₃₂·印张 22.25·字数千 543字

1995年5月北京第1版·1995年5月北京第1次印刷

印数 0 001—5 200 定价:18.05元

ISBN 7-111-04426-6/TG·036(Ⅱ)

前 言

本书系根据全国锻压专业“八五”教材规划及全国锻压专业教学指导委员会第五次全体委员会会议确认的编写大纲编写的。

根据模具及锻压专业的教学实践和学生毕业后的实际工作需要,迫切要求编写一本常用的各类成形设备(包括塑料成型机械)的综合性成形设备教材。因此本书重点放在讲述各类成形设备的工作原理、基本结构、主要特征、技术参数及工艺范围等方面。还刻意在某些章节保留了一些分析计算方面的内容,以适应锻压专业设备课改革需要,也介绍了一些先进的成形设备及现代化的塑性成形生产系统。本书是高等专科学校锻压工艺及设备(模具设计与制造)专业教材,同时也可作为以工艺和模具为主的本科教材及模具设计及制造专业本科教材。也可供有关技术人员参考。

全书共分十章,各校可按照不同的教学要求选学有关章节。

本书编写分工如下:第一、四、十章由山东工业大学李培武教授编写。第二章(除第三节)由武汉工学院杨文成教授编写。第二章的第三节及第三章由武汉工学院余世浩讲师编写。第五、九章由山东工业大学郝滨海副教授编写。第六章由山东工业大学洪国栋讲师编写。第七、八章由武汉工学院陈学胜副教授编写。由李培武教授和杨文成教授担任主编。

参加本书审阅的有合肥工业大学吴旦中副教授、权修华副教授,太原重型机械学院邓之鹏副教授。由吴旦中副教授担任主审。

本书在编写过程中得到了有关工厂、学校和设计研究部门的大力支持,在此表示衷心感谢。

书中不妥之处,恳请指正。

编 者

1994年4月

目 录

前言

第一章 绪论1

第一节 塑性成形在现代工业中的地位1

第二节 塑性成形设备与工艺的关系2

第三节 塑性成形设备的分类3

一、按加工材料的类别分类3

二、按国家行业标准分类4

三、按金属毛坯的变形特点分类4

第四节 塑性成形设备的发展趋势5

一、数控成形设备数量不断增长5

二、高效精密成形设备水平日渐提高5

三、塑性成形柔性加工系统前途广阔6

第二章 通用曲柄压力机8

第一节 概述8

一、通用曲柄压力机的结构组成8

二、通用曲柄压力机的工作原理9

三、通用曲柄压力机的主要技术参数10

四、通用曲柄压力机分类、型号及用途11

第二节 曲柄滑块机构的运动学和静力学分析13

一、曲柄滑块机构运动学分析13

二、曲柄滑块机构静力学分析15

第三节 通用曲柄压力机的主要零部件17

一、曲轴、连杆、滑块17

二、传动系统29

三、离合器与制动器36

四、机身49

五、电动机与飞轮56

第四节 通用曲柄压力机的

辅助装置59

一、过载保护装置59

二、拉深垫60

三、顶料装置64

四、滑块平衡装置64

五、润滑系统65

六、气路系统66

第五节 通用曲柄压力机选用68

一、压力机能力69

二、压力机能力选用方法70

三、压力机能力选用的其它问题70

第三章 专用曲柄压力机72

第一节 热模锻压力机72

一、热模锻压力机的工作原理及其特点72

二、热模锻压力机的典型结构73

三、热模锻压力机的主要零部件74

四、热模锻压力机的选用80

第二节 挤压机81

一、挤压工艺对挤压机的要求81

二、挤压机的分类和结构82

第三节 拉深压力机87

一、拉深压力机的特点87

二、单动拉深压力机87

三、双动拉深压力机88

四、三动拉深压力机89

第四节 平锻机89

一、垂直分模平锻机89

二、水平分模平锻机91

三、平锻机的主要技术参数92

第五节 板料冲压多工位

压力机93

一、板料冲压多工位压力机的特点93

二、板料冲压多工位压力机的结构94

三、板料冲压多工位压力机技术		关系简介	120
参数的选择	96	第三节 双盘摩擦压力机	122
第六节 自动锻压机	96	一、双盘摩擦压力机的动作原理	122
一、双击整模冷锻机	96	二、双盘摩擦压力机的结构	122
二、多工位自动冷锻机	97	三、双盘摩擦压力机各行程	
三、双击双工位自动冷锻机	93	阶段分析	130
第七节 剪切机	99	四、双盘摩擦压力机优缺点及	
一、剪板机	99	使用保养	134
二、双盘剪切机	100	第四节 其它型式的螺旋压力机	135
三、棒料剪断机	100	一、液压螺旋压力机	135
第八节 精密冲裁压力机	101	二、电动螺旋压力机	138
一、精密冲裁压力机的特点	101	三、离合器式螺旋压力机	141
二、机械式精密冲裁压力机的结构		第五章 液压机	144
和工作原理	102	第一节 概述	144
第九节 精压机	103	一、液压机的工作原理	144
一、精压机的特点	103	二、液压机的特点与分类	144
二、精压机的传动原理	103	三、液压机的基本参数	146
三、精压机的工作机构	104	第二节 液压机的主要零部件	148
第十节 冲模回头压力机	105	一、液压缸	148
一、冲压方式	105	二、柱塞	152
二、传动系统	106	三、密封装置	155
三、冲模回头头	106	四、液压机的机身	157
四、肘杆传动机构	108	第三节 水压机	168
五、离合器-制动器	108	一、水压机的本体结构	168
六、工作台	108	二、水压机的工作循环	168
七、传动箱	109	三、水压机的动力装置及操纵系统	170
八、夹钳	109	第四节 油压机	182
第四章 螺旋压力机	110	一、油压机的本体结构	182
第一节 概述	110	二、油压机的动力装置及工作循环	183
一、螺旋压力机的工作原理		第五节 专用液压机介绍	188
与特性	110	一、锻造液压机	188
二、螺旋压力机的优缺点	111	二、模锻液压机	190
三、螺旋压力机的主要参数	112	三、板料冲压液压机	193
四、螺旋压力机型号	113	四、液压板料折弯机	196
第二节 螺旋压力机的力能关系	114	五、液压剪板机	198
一、打击负荷图	114	第六节 液压机的节能、液压冲击	
二、整体飞轮螺旋压力机的		与振动	201
力能关系	115	一、液压机的节能	201
三、整体飞轮螺旋压力机的		二、液压冲击和缓冲装置	201
力能特性图	117	三、液压机的振动和减振措施	201
四、整体飞轮力能特性图的应用	118	第六章 锻锤	203
五、打滑飞轮螺旋压力机的力能		第一节 概述	203

一、锻锤的工作原理及在生产中的应用	203	一、概述	264
二、锻锤的分类、型号	203	二、挤出成型的特点	264
三、锻锤的打击过程、打击效率和打击力	205	三、挤出机的组成与工作原理	264
第二节 蒸汽-空气锤	208	四、挤出机的类型	264
一、蒸汽-空气自由锻锤	208	五、挤出机的常用技术参数	265
二、蒸汽-空气模锻锤	215	六、挤出机的挤压系统	266
三、蒸汽-空气对击锤	219	七、挤出机的加料系统	272
第三节 其它型式锻锤	222	八、挤出机的加热冷却系统	273
一、空气锤	222	九、挤出机的发展趋势	275
二、液气锤	230	第二节 塑料注射成型机	276
第七章 回转成型设备	236	一、注射机的工作过程	276
第一节 旋转锻造机	236	二、注射机的组成与分类	278
一、旋转锻造机的工作原理	236	三、注射机的基本参数及型号表示法	280
二、旋转锻造机的特点	236	四、注射装置	282
三、旋转锻造机的结构	237	五、合模装置	289
四、旋转锻造机的分类、主要技术参数及选用	238	六、调模机构	293
第二节 辗环机	239	七、顶出机构	294
一、辗环机的工作原理与特点	239	八、注射机的液压控制系统	296
二、辗环机的类型与结构	239	九、注射机的发展	298
三、主要技术参数与选用原则	242	第三节 塑料压延成型设备	298
第三节 摆辗机	243	一、压延成型基本过程与成形原理	298
一、摆辗机成形原理	243	二、压延机的主要技术参数	301
二、摆辗机工作原理	243	三、压延机结构及主要零部件	302
三、摆辗机成形特点	243	四、压延机辅机	308
四、摆辗机结构	244	第四节 其它塑料成型设备	311
五、摆辗机类型、基本参数与选用原则	245	一、开炼机	311
第四节 轧机	247	二、密炼机	311
一、概述	247	第九章 其它塑性成型设备	319
二、轧制成型的特点	248	第一节 电热锻机	319
三、轧机的结构	248	一、电热锻机的工作过程	319
四、辗轧机主要技术参数与选用原则	257	二、电热锻机的结构	320
第五节 旋压机	258	第二节 特种塑性成型设备简介	321
一、旋压原理与特点	258	一、电磁成型设备	321
二、旋压机结构	259	二、冲击液压成型设备	322
三、基本参数与选用原则	262	三、电液成型设备	323
第八章 塑料成型机械	264	四、摆式锻造机	324
第一节 塑料挤出成型设备	264	五、万能锻造机	325
		第十章 塑性成形生产系统	327
		第一节 塑性成形生产模式	327
		第二节 塑性成形生产线	328
		一、塑性成形生产线的分类与组成	328

二、塑性成形生产线实例	329
三、机器人及其在生产中的应用	333
第三节 塑性成形柔性加工 系统(FMS)	336
一、柔性加工系统的含义、 组成与分类	336

二、柔性加工系统实例	337
三、柔性加工系统的组成部分	347
第四节 计算机集成加工系统 (CIMS)简介	344
参考文献	346

第一章 绪 论

第一节 塑性成形在现代工业中的地位

塑性成形是机械制造的基础工艺之一,是制造机械产品的基本环节,在冶金、机械、电力、汽车、铁道、航天、航空、造船、兵器、化工、电子、仪表、轻工等工业部门中都占有重要地位⁽¹⁾。

塑性成形是基于材料塑性的加工手段。利用材料的塑性,在设备(装置)上通过模具(工具)改变毛坯的形状与尺寸并改善性能,从而获得人们所要求的工件。这种生产方法能获得强度高、性能好的工件,并具有生产率高、材料消耗少等优点。塑性成形技术的应用已引起了世界各国的重视。目前精密成形技术(Near Shape Manufacturing)及准精密成形技术(Near Net Shape Manufacturing)是成形技术界研究的焦点。德国、美国、英国、日本及中国等许多国家都成立了以精密成形技术为中心的研究机构,投入了大量的人力和资金。精密成形技术正在世界范围内蓬勃发展。

世界范围内的激烈竞争及计算机技术、电子技术、激光技术的发展,强烈地推动着塑性成形技术的进步。塑性成形技术正向着尽量减少切削加工甚至直接生产产品零件的方向发展。采用冷挤、冷锻、精密模锻、特种轧制、精密冲裁、旋压加工、多工位模锻、多工位冲压、级进模高速冲压、粉末锻造、超塑加工及激光加工等先进工艺,可加工出精度高、表面粗糙度低的成品零件。塑性成形工艺仅能生产毛坯的时代已经过去。

根据资料统计,用塑性成形方法生产的金属零件数量在各行业所占的比例为:飞机行业85%,汽车行业80%,电机行业60%,农机、拖拉机行业70%,电器行业80%~90%,标准件行业90%~95%,生活日用品98%。随着化学工业的发展,塑料作为一种新型材料进入产品世界,取代了部分金属零件。特殊性能塑料,如耐腐蚀塑料、耐高温塑料、高强塑料、纤维增强塑料复合材料以及塑料合金等新型材料的应用,正在改变着零件材料的构成比例。塑胶件在汽车、高科技产品和家用电器产品上得到大量应用。如汽车仪表板、保险杠、电器、计算机插件、电冰箱、洗衣机、电视机、吸尘器以及包装容器和生活日用品等都大量采用塑胶件。塑性成形制品行业的发展,推动了模具工业的发展。塑性成形制品行业和模具工业的发展,又为塑性成形设备制造业提供了广阔的市场。

自由成形(Free From Fabrication)改变了传统的型腔内成形毛坯,进而切削加工而获得零件的方法,而是通过激光束逐点扫描堆积材料而获得人们所要求的零件。现在基于自由成形原理的激光实体造型系统(Laser Stereolithography System)已开始进入实用阶段⁽²⁾。这是成形技术的前沿。它的发展将引起机械制造业的一场革命。

第二节 塑性成形设备与工艺的关系

塑性成形生产可看作一个系统。以模锻生产为例，系统由毛坯、变形区、锻件、模具、毛坯与模具边界、模锻设备及车间环境等组成，如图1-1所示。通过系统分析可研究输入与输出变量之间的关系、工艺与设备参数的相互影响以及工艺与设备参数对锻件质量及工艺经济性的作用。

每种塑性成形工艺至少与一种塑性成形设备相联系。设备必须为模具的相对运动提供精确的导向，必须提供足够的装模空间与操作空间，必须提供变形过程中所需要的力与能量。设备为工艺服务。设备直接影响着工艺的质量、生产率及经济性。

以在热模锻压力机上进行的模锻为例，设备与工艺参数的相互关系如图1-2所示。图中基本工艺参数有材料性能参数、锻件形状与尺寸参数和材料与模具边界参数。基本设备参数有速度参数、刚度参数、精度参数与力能参数。除基本参数外还有附加参数。所有这些参数均以矩形框表示。框之间的连线表示相关。箭头指向被影响的参数。

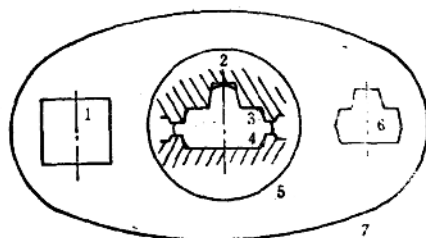


图1-1 模锻生产系统分析⁽³⁾

1—毛坯 2—模具 3—毛坯与模具边界 4—变形区 5—模锻设备 6—锻件 7—车间环境

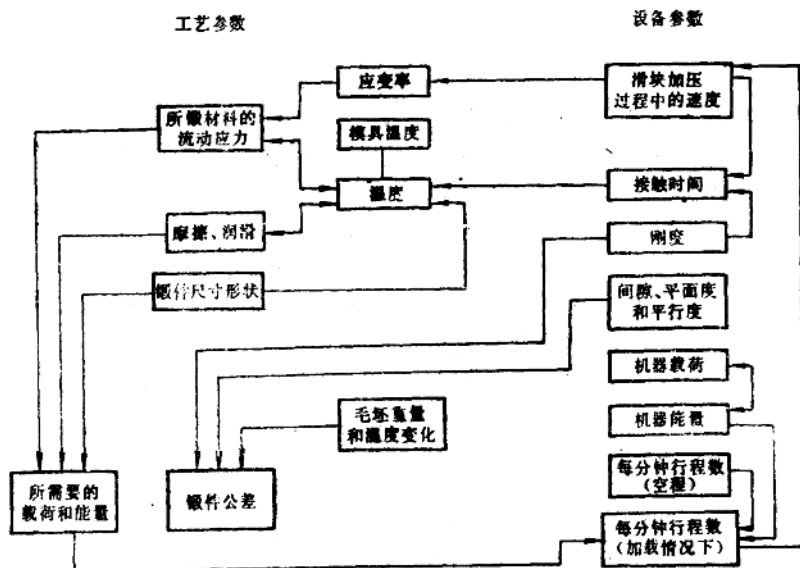


图1-2 热模锻压力机止模锻时工艺参数与设备参数的关系⁽⁴⁾

由图1-2的左侧可见，所锻材料的流动应力、界面的摩擦条件及锻件的尺寸、形状决定了每个行程位置上的载荷及锻造过程中所需要的能量。由右上方的矩形框可见，滑块在加压

过程中的速度影响加压过程中的接触时间和应变率。分析右下方的矩形框可见,空载下的行程次数、机器能量及锻造所需要的变形能量影响加载下的行程次数。

在塑性成形设备上完成任何一道成形工序都必须满足以下两个条件^[5]:

1) 在工作行程的任一瞬间,机器可产生的力 F_M 必须大于或等于工艺要求的力 F_r 。

$$F_M \geq F_r \quad (1-1)$$

2) 在整个工作行程中,机器的有效能量 E_M 必须大于或等于工艺要求的能量 E_r 。

$$E_M \geq E_r \quad (1-2)$$

如果不等式(1-1)的条件未能满足,水压机则停止工作而不能完成所要求的变形;机械压力机则发生摩擦离合器打滑,或在没有过载保险装置时,发生压力机过载,模具或压力机零件可能发生破坏。不管何种情况,工件均达不到要求的变形量。如果不等式(1-2)的条件未能满足,则锤或螺旋压力机将不能一击成形;机械压力机将会发生闷车现象。

一个成形工程师必须有成形设备的基本知识,以便能够合理选购成形设备,正确有效地使用成形设备,精确掌握设备的生产能力,及时与设备维修车间和设备制造厂联系维修改进。

第三节 塑性成形设备的分类

一、按加工材料的类别分类

(一) 金属成形设备

金属成形设备的加工对象为金属材料。主要的金属材料有碳素钢、合金钢,其次为铝、镁、钛、铜、镍及其合金等。这些材料按塑性递减的顺序排列,依次为铝合金、铜合金、镁合金、碳素钢与合金结构钢、铁素体不锈钢、奥氏体不锈钢、钛合金等等。近来,适应不同高技术领域的要求出现了一些新材料,如粉末超耐热不锈钢、Al-Li合金、金属间化合物(Ti_3Al 、 Ni_3Al)、金属基复合材料(含SiC晶须的铝基复合材料、含碳纤维的镁基复合材料)、超导材料等^[5]。这些新材料的共同特点是塑性低,难于加工。

各种材料有不同的性能,有的可在通用设备上,通过一定的工艺措施来成形,有的需要特殊的加工设备。应用最多的金属材料是钢材、铝材及铜材等。本课程重点介绍压制这些材料的设备,如通用与专用曲柄压力机、螺旋压力机、液压机、锻锤及回转成形设备等。

(二) 非金属成形设备

非金属成形设备的加工对象为非金属材料。目前在工业上应用的主要非金属材料有塑料、陶瓷及橡胶等等。

塑料由树脂及添加剂组成。一般具有重量轻、比强度高、化学性能稳定、电绝缘性能优良及成形性能好等特点。以塑料为原料用不同的成形方法可以得到各种各样的工业及生活用品。过去塑料只是作为象牙、玳瑁、宝石及牛骨等装饰品的代用品,现在已成为许多工业部门不可代替的工程材料。塑料工业正迅速追赶钢铁工业,有广阔的发展前途。

高技术推动着陶瓷材料迅猛发展。国外在1986年已开始了陶瓷超塑性研究。我国现在已用爆炸成形的方法合成了 Si_3N_4 及SiC陶瓷材料。

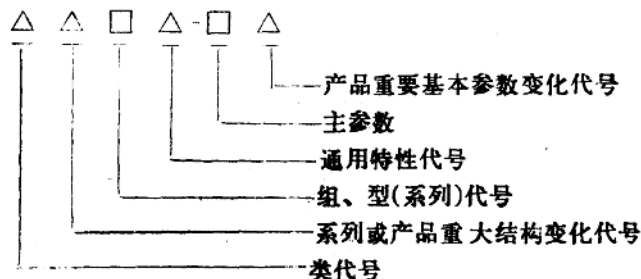
非金属材料的成形技术正在蓬勃发展。非金属材料中最广泛应用的为塑料。本课程将重点介绍塑料成形机械,如塑料挤出机、注射机、压延机及密炼机等。

除前述各类金属成形机械及塑料成形机械外,本课程还将简要介绍塑性成形生产系统。

二、按国家行业标准分类

按国家行业标准ZB-J62030—90⁽⁶⁾，锻压机械分为8类，其类别与代号分别为：机械压力机(J)、液压机(Y)、自动锻压机(Z)、锤(C)、锻机(D)、剪切机(Q)、弯曲校正机(W)和其它(T)。

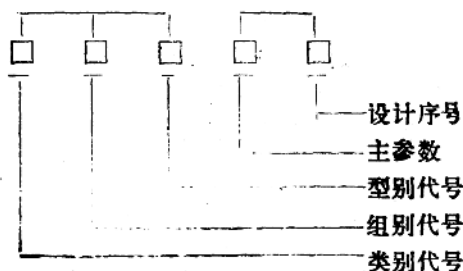
锻压机械型号表示方法为：



其中，类代号用汉语拼音正楷大写字母表示。组、型(系列)代号由两位阿拉伯数字表示。其具体含意可查阅标准⁽⁶⁾或参阅以后各章。主参数采用公称参数的实际数值或实际数值的1/10〔仅限于公称力(kN)和公称能量(kJ)〕表示。系列或产品重大结构变化代号及产品重要基本参数变化代号，均按变化顺序分别以正楷大写字母A、B、C……表示。通用特性代号以汉语拼音正楷大写字母表示，分别为：数控(K)、自动(Z)、液压(Y)、气动(Q)、高速(G)和精密(M)。如C41-75表示75kg空气锤。JA31-160B表示经第一次重大结构改变、第二次重要基本参数改变的1600kN闭式单点压力机。J92K-25表示250kN数控回转头压力机。

按部颁标准JB2485—78，塑料机械的类代号为：塑料挤出机(J)、压力成形机(L)、压延机(Y)及注射机(Z)等。

塑料机械型号表示方法为：



三、按金属毛坯的变形特点分类

(一) 整体成形设备

整体成形设备指对整个毛坯进行一次或多次打击(压制)而形成工件的成形设备。

整体成形设备可根据加工毛坯的几何形态分为三类：

1. 体积成形设备

加工的毛坯为块料、厚板料或棒料。压制时整个毛坯产生较大的塑性变形，形状与横截面积都有较大变化。压制后毛坯的表面积与体积之比显著增大。相应的工艺如模锻、挤压等。相应的设备有热模锻压力机、挤压压力机等。

2. 板料成形设备

加工的毛坯为板料、条料或带料。压制时局部材料产生较大的塑性变形。压制后整个毛坯的形状产生显著的变化,而厚度一般变化很小。这类变形往往伴随有弹性回复现象。相应的工艺如弯曲、拉深。相应的设备有板料折弯机、拉深压力机等。

3. 粉末成形设备

加工的毛坯为粉料。压制时不仅有塑性变形,而且产生压实。压实可减少粉料间的孔隙,提高相对密度。相应的工艺如粉末锻造、粉末挤压等。相应的设备有螺旋压力机、机械压力机及液压机等。

整体成形设备还可根据设备的载荷、能量、行程特点分为以下三类:

1. 载荷限定设备

设备的最大作用力是确定的,完成工艺的能力主要受最大载荷的限制,如水压机。

2. 能量限定设备

设备每次打击输出的能量是事先调定的,完成工艺的能力取决于打击时执行机构释放的能量,如锻锤。

3. 行程限定的设备

设备滑块的行程是确定的,完成工艺的能力因行程位置而异,如曲柄压力机。

整体成形设备的滑块(锤头)的运动形式多为直线往复运动,故又称直线成形设备。

(二) 局部连续成形设备

局部连续成形设备指连续对毛坯的局部顺序压制而最终形成工件的成形设备。

这类设备连续地使毛坯局部产生塑性变形,最终使整个坯料都经历了变形阶段,从而获得要求的工件。相应的设备有辊锻机、楔横轧机、摆辗机和旋压机等。

在这类设备的加工过程中,或工模具旋转而坯料作直线运动,或坯料旋转而工模具作直线运动,或工模具及坯料均作旋转运动,故这类设备又统称回转成形设备。

第四节 塑性成形设备的发展趋势^{[7~9][56]}

一、数控成形设备数量不断增长

自1955年世界上第一台数控(NC)冲模回转头压力机在美国问世之后,揭开了塑性成形设备技术发展史上新的一页。1970年第一台计算机数控(CNC)冲模回转头压力机研制成功,数控技术很快覆盖了各类型塑性成形设备。塑性成形设备采用的数控系统有点位控制的,也有轮廓控制的;有单功能的,也有多功能的;有单轴的,也有多轴的。近来32位CNC的开发,使塑性成形设备数控水平得以很大提高。通过数控,提高了加工能力,扩大了加工范围,改善了加工质量。我国济南铸锻机械研究所开发了J92K-25型数控冲模回转头压力机。其它工厂相继开发了数控步冲-冲孔压力机、CNC弯管机、数控三点式板料折弯机等。

二、高效精密成形设备水平日渐提高

(一) 高速机械压力机

高效率和高精密是永久的追求。1975年德国Schuler公司生产的A2-80型800kN高速压力机,行程次数为600次/min。现在同类型压力机已达900次/min。有的公司高速压力机的行程次数甚至高达2500~3000次/min。压力机的高速化乃至超高速化对机器本身和外围设备

都提出了苛刻的要求:机架须有极好的刚性;运动部件须实现最佳平衡,轴承质地必须优良,导向系统必须精确,模具须有高的寿命;送料装置必须精度高、速度快、性能可靠。采取各种措施后,高速压力机的精度大为提高。瑞士Bruderer公司的BSTA25型高速压力机冲压件的精度达 $\pm 0.01\text{mm}$ 。

(二) 快速液压机

快速液压机是70年代中期开发的。近来由于液压元件、电气元件、密封件等功能部件在技术上的进步,性能日趋可靠,从而大大提高了液压机的滑块速度,使液压机的生产效率显著提高。英国的Norton公司生产的60kN快速液压机的最高行程次数达1000次/min。快速液压机的发展趋向为:①数控化,例如1987年Siemens公司开发了专门用于液压机的S510数控系统;②泵伺服控制向阀伺服控制过渡,比例阀应用不断增加;③采用快速换模系统,有的液压机上的换模时间不超过1min;④强调环境保护,配备人身安全防护装置。例如我国合肥锻压机床厂引进德国Lauffer公司技术,生产了三个系列的快速液压机:EZU63型快速拉深压力机、RPT100型快速液压机、RZU315型快速薄板深拉深压力机。取得了较好的技术经济效果。

(三) 大型板料压力机

由于汽车及电器工业发展的需要,大型板料压力机迅速发展。德国Müller-Weingarten公司向比利时提供了1台62000kN多工位压力机。整套设备长60m,高18m,总重3100t。该机于1992年投产运行,可加工1700mm $\times$ 3500mm的板坯,每分钟可加工14个汽车车身件。由于与传统的由多台设备构成的生产线相比,多工位压力机能耗少、柔性好、生产率高、占地面积小,而且便于实现多轴控制、坐标轴伺服驱动和快速换模等优点,因而引起人们的广泛注意。目前世界上大约有200台大型多工位压力机在运行。

我国济南第二机床厂开发的J47-1250/2000型四点双动拉深压力机是目前我国最大规格的双动压力机,其内滑块公称压力为12500kN,外滑块公称压力为7500kN,工作台板尺寸为4600mm $\times$ 2500mm。该机结构上集中了国内、外大型压力机的先进技术:床身采用钢板焊接组合结构;主传动为封闭式;内、外滑块采用了性能优异的多连杆系统;内、外滑块独立导向;连杆与滑块采用柱塞连接,内滑块采用液压超载保护装置,外滑块采用压力补偿装置;采用T型移动工作台和模具快速夹紧装置;电气控制采用了全功能可编程控制器(PC)控制技术。该产品试制成功标志着我国大型板材冲压压力机的设计与制造水平有了较大的提高。

(四) 激光与等离子切割机械

70年代以来,激光技术和等离子技术开始应用于塑性成形设备,主要用于切割各种金属和非金属板材。现在这两项技术与冲模回转头压力机或步冲-冲孔压力机组成复合加工机械,取得了很好的实用效果。激光冲压复合机向三高一多方向发展,即高功率(已发展到5kW)、高精度(由 $\pm 0.5\text{mm}/500\text{mm}$ 提高到 $\pm 0.01\text{mm}/500\text{mm}$)、高柔性和多轴(已发展到5轴)。德国Trumpf公司已开发了TLF型5轴激光切割机。我国济南铸锻研究所已开发了DS-054型数控三坐标激光精密切割机及1500W的数控激光切割和激光焊接成套设备。

三、塑性成形柔性加工系统前途广阔

随着电子计算机、数控技术、微电子技术及机器人的发展与应用,为了适应多品种小批量生产的需要,60年代末出现了柔性加工系统(FMS—Flexible Manufacturing System)。1967年英国开发出世界上第一个切削加工FMS,即Molins 24。现在各类塑性成形设备的FMS

都有发展。但是发展最快、成绩显赫的当属板材加工机械的FMS。意大利Salvagnini公司1982年开发了由冲孔剪切单元S4和四边折弯单元P4组成的箱体件加工FMS，自称是世界上第一条板材加工FMS，现已向世界上提供了200多条。我国于1991年研制成功了第一条板材加工柔性系统，并已在天水长城开关厂投入使用。该系统由仓库单元、冲孔单元、剪切单元、中央计算机控制室及后援设备(数控剪板机、数控折弯机、板料校平机)等组成。该系统适用于加工开关、电器、仪表、计算机和纺织机械等行业的各种板件。

塑性成形设备发展到今天这样的水平，已经改变了人们头脑中粗老笨拙的传统印象，它与切削加工机床构成了整个机床工业的两大支柱。今天又在向新的目标——计算机集成加工(CIM——Computer Integrated Manufacturing)迈进。所谓计算机集成加工，就是整个公司的产品开发、工程设计、采购销售、市场开拓、企业管理、生产制造、用户服务等，全部纳入计算机控制与管理之下，以便最大限度地满足用户需要，以最短的生产周期、最小的能耗和材料，开发出最使用户满意的高质量产品。这是庞大而复杂的系统工程和技术工程，耗资巨大，规模宏伟。一般小企业不敢问津，但CIM也不是幻想。国外一些实力雄厚的塑性成形设备制造企业在努力探索，锐意追求这一目标。我国国家科委已投巨资以清华大学为基地研究CIM工程。

上述分析了塑性成形设备的发展趋向，介绍了当今世界上塑性成形设备的前沿概况。然而就塑性成形生产的一般水平而言，还是以单机作业较为普遍。因此，本课程以讲述传统的、基本的、广泛应用的塑性成形设备为主，同时简单介绍塑性成形生产系统。旨在使读者掌握、分析、评价和选用一般塑性成形设备的基本知识，打下跟踪塑性成形设备发展的必要基础。

第二章 通用曲柄压力机

第一节 概 述

一、通用曲柄压力机的结构组成

任何机器都是由多个零件组成的，相互联系完成一定功能的零件集合称为部件或系统。
通用曲柄压力机是由许多部件或系统组成的。图2-1和图2-2是常见的两种通用曲柄压力机的结构及传动原理图。从图中可以看出通用曲柄压力机的主要部件如下：

(1) 传动部件 传动部件也叫传动系统，包括带轮、带、齿轮和传动轴及相应的轴承。其功能是传递电动机的运动和能量，并起减速作用。

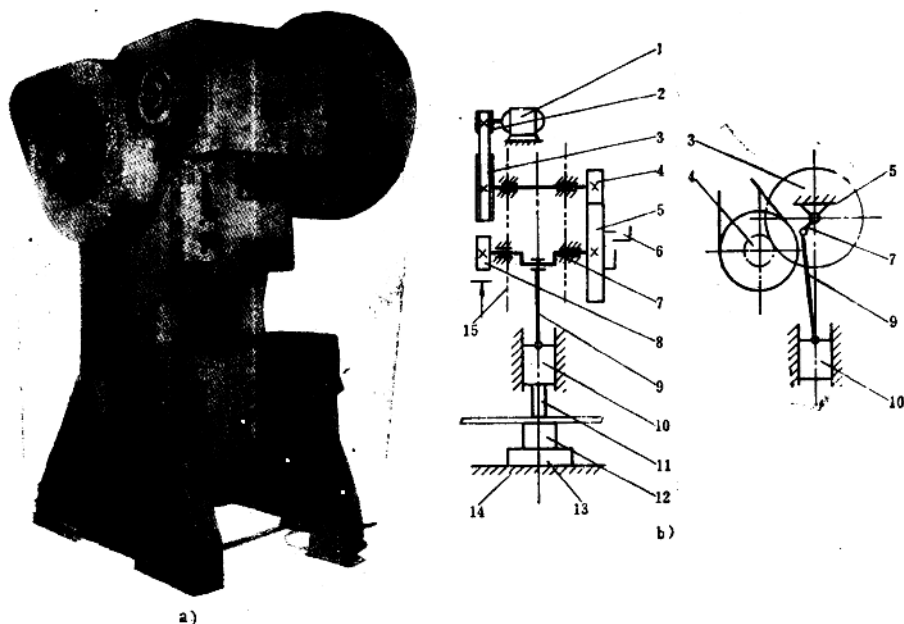


图2-1 开式压力机结构及传动原理图

a) 外形图 b) 传动原理图

1—电动机 2、3—带轮 4、5—齿轮 6—离合器 7—曲轴 8—制动器 9—连杆 10—滑块
11—上模 12—下模 13—垫板 14—工作台 15—机身

(2) 工作机构 由曲轴、连杆、滑块和机身上的导轨构成曲柄滑块机构，其作用是将旋转运动变换为滑块的直线往复运动。

(3) 操纵系统 由离合器、制动器组成。它们的主要作用是在电动机经常开动的条件下控制曲轴和滑块的运动或停止。

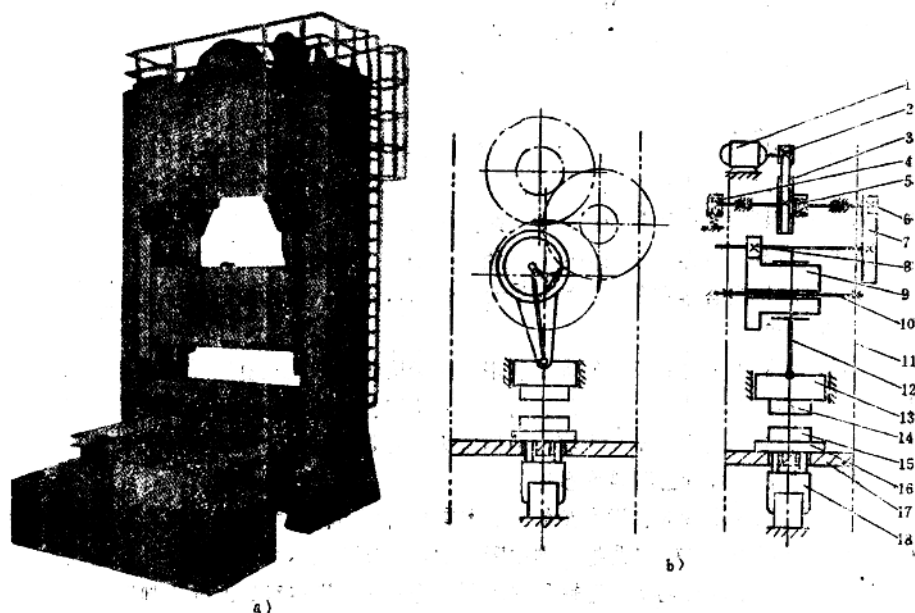


图2-2 闭式压力机结构及传动原理图

a) 外形图 b) 传动原理图

1—电动机 2、3—带轮 4—制动器 5—离合器 6、7、8—齿轮 9—偏心齿轮 10—芯轴 11—机身
12—连杆 13—滑块 14—上模 15—下模 16—垫板 17—工作台 18—液气垫

(4) 机身 机身是压力机的支承零件。所有零件安装在机身相应位置上组成一部完整的机器，并支承其自重。在压力机工作时，平衡工作载荷和各传动零件之间的相互作用力，保证各个运动零件的正确位置和滑块的导向精度。

(5) 能源部件 压力机能源部件包括电动机和飞轮。电动机从电网吸收电能并转换成压力机需要的旋转形式的机械能。飞轮在压力机进入工作行程之前将机械能存储起来，在压力机进入工作行程之后大量消耗能量时释放，直接供给压力机，起调节电动机机械负荷的作用。

(6) 辅助装置与系统 压力机上的辅助装置与系统分为两类：一类是保证压力机正常运转的，如润滑系统、超载保护装置、滑块平衡装置、电路系统等，另一类是为了工艺方便和扩大压力机工艺应用范围的，如顶件装置等。

基本部件配备完善的辅助装置与系统构成完整的通用压力机。基本部件的质量越高，附属装置越完善，压力机的现代化水平越高。

二、通用曲柄压力机的工作原理

曲柄压力机的工作原理包括压力机的传动原理、功能学原理以及工作机构（曲柄滑块机构）运动学、静力学原理。

曲柄压力机的传动原理是通过传动部件减速将电动机的旋转运动传递给曲轴。当曲轴旋转时，曲柄滑块机构将旋转运动变换成滑块的直线往复运动，带动上模实现冲压加工所需的动作。