

冲压加工 [质量控制] 应用技术

钟翔山 等编著

贯彻现代质量管理思想 控制冲压加工各个环节

章节结构安排科学合理 内容丰富实用操作性强



机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS

冲压加工质量控制 应用 技 术

钟翔山 等编著



机 械 工 业 出 版 社

本书围绕冲压加工质量控制这一命题,从全面质量管理的系统观点出发,对影响冲压加工质量的“人、机、料、法、环、测”六个方面的各种因素进行了深入的分析与探讨,详细介绍了冲压用原材料的质量控制与管理、冲压件的检测、加工环境的要求及管理、冲压加工各工序的工艺过程、操作要点及其质量控制措施,以及冲模设计与制造、冲压加工工艺和加工过程的技术应用与质量控制等内容。在编写过程中,注重冲压加工应用技术与质量控制管理的交会与融合,使该书既是冲压工程技术人员制订加工工艺,进行模具设计与制造,控制并保证冲压件加工质量时的良师益友,又是管理人员、操作工人预防和治理冲压件质量缺陷,保证安全、正确生产,实现质量控制从事后把关向事前优化的转化与提升的一方良药。

本书内容详尽实用,结构清晰明了,既可供从事冲压工艺及模具设计工作的工程技术人员、管理人员和工人使用,也可作为大专院校机电专业和模具设计与制造专业师生的参考书。

图书在版编目(CIP)数据

冲压加工质量控制应用技术/钟翔山等编著. —北京:机械工业出版社, 2011.7

ISBN 978-7-111-35028-6

I. ①冲… II. ①钟… III. ①冲压-生产工艺-质量-控制 IV. ①TG38

中国版本图书馆CIP数据核字(2011)第112888号

机械工业出版社(北京市百万庄大街22号 邮政编码100037)

策划编辑:陈保华 责任编辑:陈保华 崔滋恩 曾红

版式设计:霍永明 责任校对:申春香

封面设计:姚毅 责任印制:乔宇

三河市国英印务有限公司印刷

2011年8月第1版第1次印刷

169mm×239mm·23.75印张·490千字

0001—3000册

标准书号:ISBN 978-7-111-35028-6

定价:49.00元

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页,由本社发行部调换

电话服务

策划编辑:(010) 88379734

社服务中心:(010)88361066

网络服务

销售一部:(010)68326294

门户网:<http://www.cmpbook.com>

销售二部:(010)88379649

教材网:<http://www.cmpedu.com>

读者购书热线:(010)88379203

封面无防伪标均为盗版

前 言

冲压是金属塑性加工的一种基本方法。采用冲压工艺生产的各种板料零件，具有生产率高、尺寸精度好、质量轻、成本低且易于实现机械化和自动化等特点，在现代汽车、拖拉机、电机、电器、电子仪表、日用生活用品、航天、航空以及国防工业等各个部门中均占有重要的地位。

随着全球经济的一体化，市场竞争越来越激烈。在瞬息万变的国际市场竞争中，冲压从业人员很希望得到有关冲压加工和质量控制方面的技术书籍参阅，以提高自身专业素养和企业冲压加工件质量。各高等院校及职业院校为使培养出的金属塑性加工专业的学生能尽快熟悉企业冲压加工情形，掌握冲压加工质量的影响因素，实施有效的质量控制，以便与企业生产及长期发展需要相匹配，也必须有该类技术书籍作指导。

目前，国内出版的有关冲压方面的书籍不少，但大多偏重于设计技术，如关于冲压模具的技术手册、计算手册、设计手册等，有关冲压加工质量控制方面的书较少，而将冲压加工技术与质量控制方法相互融合进行分析，并注重市场需求，注重实用性的书籍就更少了。以上问题促成了本书的编写，也是本书极力想解决的问题所在。

本书围绕冲压加工质量控制这一命题，从全面质量管理的系统观点出发，对影响冲压加工质量的“人、机、料、法、环、测”六个方面的各种因素进行了深入分析与探讨，书中详细介绍了冲压用原材料的质量控制与管理、冲压件的检测、加工环境的要求及管理、冲压加工各工序的工艺过程、操作要点及其质量控制措施，以及冲模设计与制造、冲压加工工艺与加工过程的技术应用与质量控制等内容。

本书在编写过程中，注重冲压加工的特色，努力将冲压加工应用技术与质量控制管理融合起来进行分析，既站在质量管理的高度来分析、应用冲压加工技术，又从冲压加工技术应用的角度来理解质量控制，做到技术与管理的交会融合，从而对影响冲压加工质量的各类因素进行了全面的介绍与分析，以期找到解决问题的最佳途径、对策及方法，从而使本书既能成为冲压工程技术人员制订加工工艺、进行模具设计与制造、控制并保证冲压件加工质量的良师益友，又可成为管理人员和操作工人预防、治理冲压质量缺陷，从事安全、正确生产，实现质量控制从事后把关向事前优化的转化与提升的一方良药。

本书在内容编排上注重科学性、实践性、实用性和实效性，做到重点突出，贴近企业冲压加工技术，贴近企业质量管理，贴近企业冲压生产操作，所提供的质量控制对策及方法可操作性强。

本书由钟翔山策划、主笔，特邀钟礼耀、钟翔屿、孙东红、钟静玲、陈黎娟参与编写和整理资料工作，曾冬秀、周莲英、钟师源、孙雨暄为本书进行了部分文字处理，感谢他们的辛勤努力。全书由钟翔山整理统稿，钟翔山、钟礼耀校审。

在本书的编写过程中，得到了同行及有关专家、高级技师等的热情帮助、指导和鼓励，在此一并表示由衷的感谢。然而，由于水平有限，经验不足，疏漏错误之处难免，热诚希望读者指正。

钟翔山

目 录

前言

第 1 章 冲压加工质量控制基础	1
1.1 冲压加工基础知识	1
1.1.1 冲压加工的特点	1
1.1.2 冲压加工的主要类型	1
1.1.3 冲压加工的生产要素	3
1.2 冲压件的质量要求	11
1.3 冲压件的质量检查	12
1.4 质量管理及 ISO9000 质量标准	14
1.4.1 质量管理	14
1.4.2 ISO9000 质量标准	17
1.5 冲压加工质量控制的方法与内容	19
1.5.1 冲压加工质量控制的方法	19
1.5.2 冲压加工质量控制的内容	21
第 2 章 冲压原材料及下料加工的质量控制	23
2.1 冲压用原材料的要求	23
2.2 原材料的质量控制	25
2.2.1 原材料采购入库前的质量控制	25
2.2.2 原材料入库储存及生产加工过程的质量控制	28
2.3 下料加工的方法	29
2.3.1 斜剪和平剪	29
2.3.2 振动剪和滚剪	31
2.3.3 其他下料加工方法	33
2.4 下料加工的操作要点	34
2.5 下料加工的注意事项	35
2.6 下料作业中的常见问题	36
2.7 下料加工的质量检测	37
2.8 下料加工的质量缺陷及对策	39
第 3 章 冲裁加工的质量控制	42
3.1 冲裁加工的工艺过程	42
3.1.1 冲裁过程分析	42
3.1.2 冲裁加工工艺参数的确定	44
3.2 冲裁模的结构形式	51

3.2.1 金属冲裁模的结构	52
3.2.2 非金属冲裁模的结构	54
3.3 冲裁加工的操作要点	56
3.3.1 冲压操作规程	56
3.3.2 冲裁操作安全要点	57
3.3.3 冲裁模的安装方法	58
3.4 冲裁加工的注意事项	60
3.5 冲裁作业常见问题分析	63
3.6 冲裁件的质量要求	66
3.7 冲裁件质量的影响因素及控制	68
3.7.1 冲裁件质量的影响因素	69
3.7.2 冲裁件质量的控制	69
3.8 冲裁件质量的检测	73
3.9 冲裁加工的质量缺陷及对策	75
第4章 精冲加工的质量控制	81
4.1 精冲加工的工艺过程	81
4.1.1 精冲过程分析	81
4.1.2 精冲加工工艺参数的确定	83
4.2 精冲模的结构形式	85
4.3 精冲加工的操作要点	89
4.4 精冲加工的注意事项	90
4.5 精冲作业常见问题分析	93
4.6 精冲件的质量要求	95
4.7 精冲件质量的检测	97
4.8 精冲件质量的影响因素及控制	100
4.8.1 精冲件质量的影响因素	100
4.8.2 精冲件质量的控制	101
4.9 精冲加工的质量缺陷及对策	102
第5章 弯曲加工的质量控制	106
5.1 弯曲加工的工艺过程	106
5.1.1 弯曲过程分析	106
5.1.2 弯曲加工工艺参数的确定	108
5.2 弯曲模的结构形式	113
5.3 弯曲加工的操作要点	115
5.3.1 弯曲模的安装方法	115
5.3.2 弯曲模的调整要点	116
5.4 弯曲加工的注意事项	116
5.5 弯曲件的质量要求及质量检测	118
5.6 弯曲件质量的影响因素及其控制	119

5.6.1 弯曲件质量的影响因素	119
5.6.2 弯曲件质量的控制	121
5.7 弯曲加工缺陷的预防和补救措施	123
5.7.1 弯曲回弹缺陷的预防和补救措施	123
5.7.2 弯曲裂纹的预防和补救措施	130
5.8 弯曲加工质量缺陷原因分析及对策	133
第6章 拉深加工的质量控制	139
6.1 拉深加工的工艺过程	139
6.1.1 拉深加工过程分析	139
6.1.2 拉深加工工艺参数的确定	140
6.2 拉深模的结构形式	152
6.3 拉深加工的操作要点	154
6.3.1 拉深模的安装方法	154
6.3.2 拉深模的调整要点	156
6.4 拉深加工的注意事项	157
6.5 拉深件的质量要求及其检测	160
6.6 拉深件质量的影响因素及其控制	161
6.6.1 拉深件质量的影响因素	161
6.6.2 拉深件质量的控制	162
6.7 拉深件加工缺陷的预防和补救	164
6.7.1 拉深缺陷的预防及控制措施	164
6.7.2 拉深缺陷的补救措施	172
6.8 拉深加工质量缺陷的原因分析及对策	176
第7章 成形加工的质量控制	182
7.1 翻边加工的质量控制	182
7.1.1 翻边加工的工艺过程	182
7.1.2 翻边模的结构形式	187
7.1.3 翻边质量的控制方法	188
7.2 胀形加工的质量控制	191
7.2.1 胀形加工的工艺过程	192
7.2.2 胀形模的结构形式	194
7.2.3 胀形质量的控制方法	196
7.3 缩口与扩口加工的质量控制	199
7.3.1 缩口与扩口加工的工艺过程	199
7.3.2 缩口模与扩口模的结构形式	203
7.3.3 缩口与扩口的质量控制方法	204
7.4 冷挤压加工的质量控制	205
7.4.1 冷挤压加工的工艺过程	206
7.4.2 冷挤压模的结构形式	208

7.4.3 冷挤压质量控制方法	209
7.5 校平与整形加工的质量控制	213
7.5.1 校平与整形加工	213
7.5.2 校平与整形加工的正确使用	214
第8章 采用复合模及级进模加工的质量控制	216
8.1 复合模加工的特点	216
8.2 复合模的种类及结构形式	216
8.3 采用复合模加工的质量控制	219
8.3.1 复合模设计制造的特点	219
8.3.2 复合模加工的质量控制	220
8.4 级进模加工的特点	222
8.5 级进模的种类及结构形式	223
8.6 采用级进模加工的质量控制	226
8.6.1 级进模设计制造的特点	226
8.6.2 级进模设计制造注意事项	227
8.6.3 级进模加工的缺陷控制	230
第9章 加工工艺及模具设计的质量控制	233
9.1 冲压件设计质量的控制	233
9.1.1 冲压件设计质量控制的内容	233
9.1.2 冲压件设计质量控制的途径	237
9.2 加工工艺方案的质量控制	238
9.2.1 加工工艺规程编制的原则及方法	238
9.2.2 加工工艺规程编制质量的控制途径	244
9.3 模具结构设计的质量控制	245
9.3.1 模具结构设计的原则	245
9.3.2 模具结构设计质量的控制内容	247
9.3.3 模具结构设计质量的控制途径	249
9.4 冲模安装与使用的质量控制	250
9.5 典型下料件的加工质量控制	251
9.5.1 棒料下料的质量控制	251
9.5.2 型材下料的质量控制	254
9.5.3 管料下料的质量控制	256
9.6 典型冲裁加工件的质量控制	259
9.6.1 冲裁模工作零件的设计控制	259
9.6.2 深孔加工件的质量控制	263
9.6.3 管壁冲孔的质量控制	265
9.7 典型精冲加工件的质量控制	267
9.7.1 小型精冲件的质量控制	267
9.7.2 精度较高件的质量控制	268

9.8 典型弯曲加工件的质量控制	270
9.8.1 要求较高弯曲件的质量控制	270
9.8.2 管料弯曲件的质量控制	273
9.9 典型拉深加工件的质量控制	274
9.9.1 半球形件拉深的质量控制	274
9.9.2 抛物线形件拉深的质量控制	276
9.10 典型成形加工件的质量控制	276
9.10.1 管料翻边件的质量控制	277
9.10.2 管料扩口件的质量控制	279
9.11 典型采用复合模加工件的质量控制	279
9.11.1 冲孔落料复合件的质量控制	279
9.11.2 落料拉深复合件的质量控制	280
9.11.3 落料拉深冲孔复合件的质量控制	281
9.12 典型采用级进模加工件的质量控制	281
9.12.1 采用冲裁级进模加工件的质量控制	281
9.12.2 采用弯曲级进模加工件的质量控制	284
9.12.3 采用连续拉深级进模加工件的质量控制	285
第10章 冲模制造的质量控制	289
10.1 冲模制造的基本要求	289
10.2 冲模制造质量控制的内容	290
10.3 冲模坯料的质量控制	291
10.3.1 轧制钢材的质量控制	291
10.3.2 铸件的质量控制	291
10.3.3 锻件的质量控制	292
10.4 冲模零件加工质量的控制	294
10.5 冲模零件热处理质量的控制	297
10.5.1 常用模具材料的热处理规范	298
10.5.2 模具零件热处理的质量检验	301
10.5.3 模具零件热处理缺陷的预防及补救措施	302
10.6 模架加工的质量控制与检测	305
10.6.1 模架加工质量的控制	306
10.6.2 模架加工质量的检测	309
10.6.3 模架的正确选用	310
10.7 冲模装配质量的控制	311
10.7.1 冲模装配的工艺过程与方法	312
10.7.2 冲模装配质量的控制	313
10.7.3 各类冲模的装配调试要点	317
10.8 冲模验收的质量控制	319

第 11 章 冲压加工过程的质量控制	321
11.1 冲压加工的生产现场管理	321
11.1.1 冲压生产现场的要求	321
11.1.2 冲压加工的安全管理	325
11.1.3 生产现场的管理方法	328
11.2 冲压生产的综合管理	330
11.2.1 冲压作业计划管理	330
11.2.2 人员素质的控制	331
11.2.3 生产现场工艺管理	331
11.2.4 冲压件检验制度	332
11.3 冲压加工装备的质量控制	333
11.3.1 冲模及检测量具的质量控制	333
11.3.2 设备、仪表的质量控制	333
11.3.3 压力机的维护保养	334
11.4 冲压操作中的故障处理	336
11.5 冲模生产过程中的质量控制	339
11.5.1 冲模搬运及起吊的安全操作	340
11.5.2 冲模使用状态的质量控制	341
11.5.3 冲模储存的安全操作	342
11.5.4 冲模的修理	343
11.6 冲压件废次品的监控及处理	346
11.7 质量的信息反馈及改进	347
附录	349
附录 A 冲压常用材料的力学性能	349
附录 B 冲压常用材料的规格尺寸	352
附录 C 冲压件未注公差尺寸极限偏差	359
附录 D 冲压件未注形位公差数值	363
附录 E 常用冲压设备的规格	365
附录 F 冲模零件的材料和热处理硬度	367
附录 G 冲模零件常用公差、配合及表面粗糙度	368
参考文献	370

第 1 章 冲压加工质量控制基础

1.1 冲压加工基础知识

1.1.1 冲压加工的特点

冲压加工又称板料冲压或冷冲压，是压力加工中的先进方法之一。一般是以金属板料为原材料（也有采用金属管料和非金属材料的），利用安装在压力机上的模具做往复运动，在常温下对金属板料施加压力，使其产生分离或变形，从而获得一定形状、尺寸和性能的零件的加工方法。其具有如下加工特点：

1) 在材料消耗量不大的前提下，制造出的零件质量轻，刚度好，精度高。由于在冲压过程中材料的表面不受破坏，使得制件的表面质量较好，外观光滑美观。而且经过塑性变形后，金属内部的组织得到改善，机械强度有所提高。

2) 在压力机的简单冲击下，一次冲压即可完成由其他加工方法所不能或难以制造完成的较复杂形状零件的加工，生产率高，一台冲压设备每分钟可生产几件到几十件零件，高速压力机的生产率每分钟可高达数百件，甚至一千件以上。

3) 制件的精度较高，且能保证零件尺寸的均一性和互换性，不需进行进一步的机械加工即可以满足一般的装配和使用要求。

4) 所用原材料是冶金厂大量生产的廉价的轧制板材或带材，可以实现零件的少切屑和无切屑加工。材料利用率一般可达 75% ~ 85%，可大量节约金属材料，制件的成本相应地比较低。

5) 节省能源。冲压时可不需加热，也不像切削加工那样将金属切成碎屑而需要消耗很多的能量。

6) 在大批量的生产中，易于实现机械化和自动化，从而进一步提高劳动生产率。

7) 操作简单，对操作人员的技术要求不高。当生产发展需要时，工人通过短期的培训即可上岗操作。

8) 冲压加工一般需要有专用的模具，模具制造周期长，费用高。因此，只有在大批量生产条件下，冲压加工的优越性才能更好地显示出来。

1.1.2 冲压加工的主要类型

根据冲压加工过程中变形性质的不同，冲压加工可分为分离类加工和变形类加

工两大类。

1. 分离类加工

分离类加工是使冲压件与板料沿要求的轮廓线相互分离，并获得一定断面质量的冲压加工方法。分离类加工主要包括冲裁（冲孔、落料）、切口、切断、切边、剖切等。

(1) 落料 用模具沿封闭轮廓线冲切板料，切下部分是工件，其工序简图及模具简图见图 1-1a。

(2) 冲孔 用模具沿封闭轮廓线冲切板料，切下部分是废料，其工序简图及模具简图见图 1-1b。

(3) 切断 用剪刀或模具将板料沿不封闭轮廓线分离，其工序简图及模具简图见图 1-1c。

(4) 切口 用模具沿不封闭轮廓将部分板料切开并使其下弯，其工序简图及模具简图见图 1-1d。

(5) 切边 用模具将工件边缘的多余材料冲切下来，其工序简图及模具简图见图 1-1e。

(6) 剖切 用模具将冲压成形的半成品切开成为两个或数个工件，其工序简图及模具简图见图 1-1f。

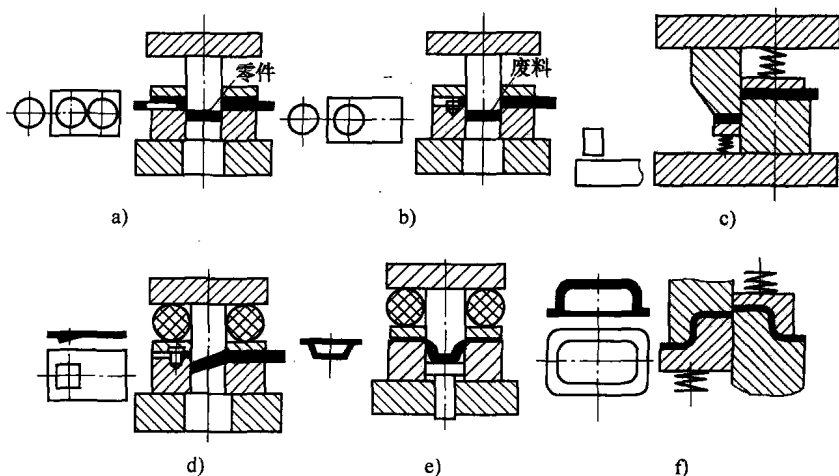


图 1-1 分离类加工及其模具简图

a) 落料 b) 冲孔 c) 切断 d) 切口 e) 切边 f) 剖切

2. 变形类加工

变形类加工是使冲压毛坯在不产生破坏的前提下发生塑性变形，以获得所要求的形状、尺寸和精度的冲压加工方法。变形加工主要包括弯曲、拉深，成形（翻边、缩口、胀形、起伏成形、整形）冷挤压等。

(1) 弯曲 用模具将板料弯成各种角度和形状，见图 1-2a。

(2) 拉深 用模具将板料毛坯冲制成各种开口的空心件, 见图 1-2b。

(3) 起伏成形 用模具将板料局部拉深成凸起和凹进的形状, 见图 1-2c。

(4) 翻边 用模具将板料上的孔或外缘翻成直壁, 见图 1-2d。

(5) 缩口 用模具使空心件或管状毛坯的径向尺寸缩小, 见图 1-2e。

(6) 胀形 用模具使空心件或管状毛坯向外扩张, 使径向尺寸增大, 见图 1-2f。

(7) 整形 将翘曲的平板件压平或将成形件不准确的地方压成正确的形状, 见图 1-2g。

(8) 冷挤压 使金属沿凸、凹模间隙或凹模模口流动, 从而使原毛坯转变为薄壁空心件或横断面不等的半成品, 见图 1-2h。

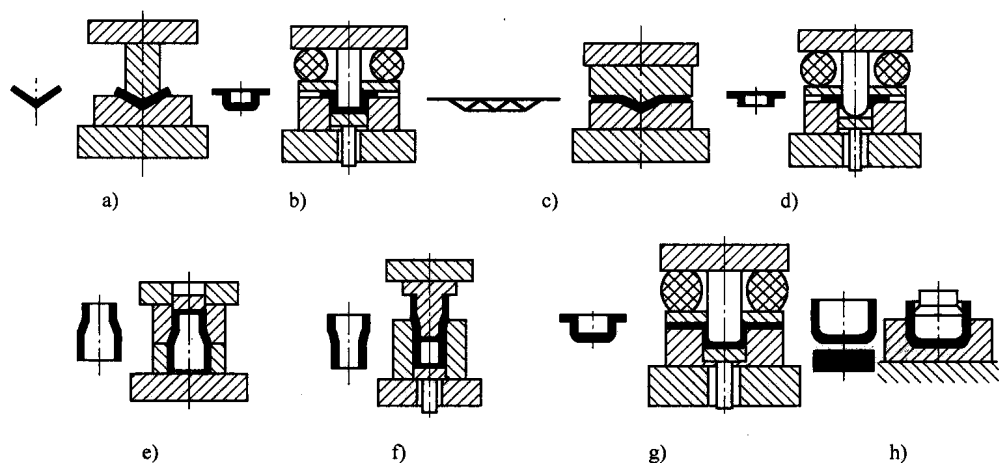


图 1-2 变形类加工及其模具简图

a) 弯曲 b) 拉深 c) 起伏成形 d) 翻边 e) 缩口 f) 胀形 g) 整形 h) 冷挤压

1.1.3 冲压加工的生产要素

根据冲压加工原理可知, 冲压件主要是利用板料, 通过安放在压力机上的模具来完成加工的。因此, 材料、冲压设备、模具就构成了冲压加工的基本生产要素。

1. 冲压用原材料

冲压加工常用的原材料主要有金属板料和卷料两种, 其中又以板料应用得最多, 有时也可对某些型材(管材)及非金属材料进行加工。冲压板料的常用材料如图 1-3 所示。

尽管为满足不同产品的使用要求, 冲压生产中所用的原材料相当广泛, 但并不是所有的材料都可用来进行冲压加工。用来冲压加工的材料必须具有良好的冲压性能、良好的使用性能及良好的表面质量, 使之适合冲压工艺的特点, 易于接受冲压加工。有关冲压加工用原材料的要求, 将在后续章节进行详细的介绍。

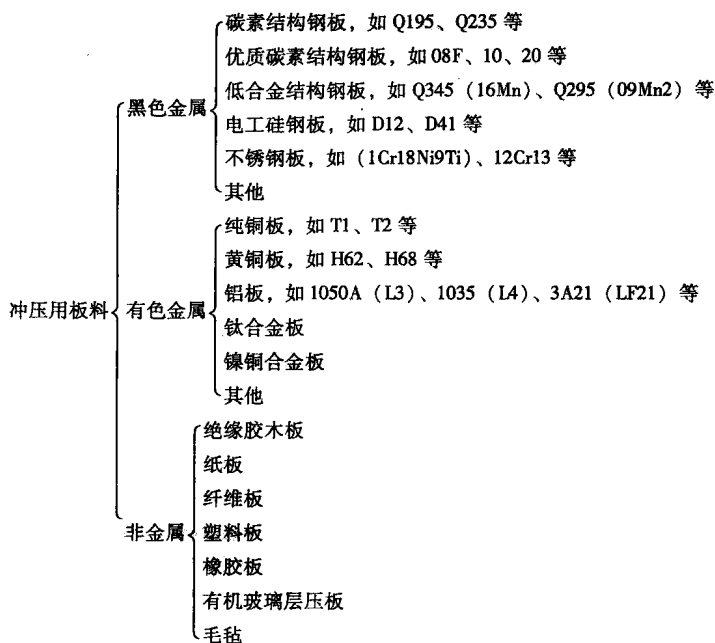


图 1-3 冲压板料常用的材料

注：括号内为旧牌号。

2. 冲压设备

用作冲压加工的设备称为冲压设备，主要包括机械压力机、液压机和剪切机等。其中，机械压力机在冲压生产中应用最广。随着现代冲压技术的发展，高速压力机（冲压速度大于 600 次/min，送料精度高达 $\pm(0.01 \sim 0.03)$ mm，主要用于电子、仪表、汽车等行业的特大批量的冲裁、弯曲、浅拉深等加工的冲孔、落料等工序）、多工位自动压力机（结构与闭式双点压力机相似，但装有自动进料机构和工位间的传送装置，传送机构与主轴和主滑块机械连接，在任何速度下都能保持同步操作，能按一定顺序自动完成落料、冲孔、拉深、弯曲、整形等工序，每一行程可生产一个制件）、数控回转头压力机（整机由计算机控制，带有模具刀库的数控冲裁及步冲压力机，能自动快速地换模，通用性强，生产率高，突破了传统冲压加工离不开专用模具的束缚，主要用于冲裁、切口及浅拉深）、精密冲裁压力机（整机除主滑块之外还设有压边和反压装置，其压力可分别调整，机身精度高，刚性好，具有封闭高度调节机构，调节精度高，主要用于精密冲裁）等各种新型压力机得到了广泛的应用。

（1）机械压力机 冲压车间常用的机械压力机有曲柄压力机和摩擦压力机等。

1) 曲柄压力机。曲柄压力机是以曲柄传动的锻压机械，按公称压力的大小分为大、中、小型。小型压力机的公称压力小于 1000kN，中型压力机的压力为 1000 ~ 3000kN，3000kN 以上的为大型压力机。按压力机连杆数目可分为单点式压力机和双点式压力机。其中，单点式压力机的滑块由一个连杆带动，用于台面较小

的压力机；双点式压力机的滑块由两个连杆带动，用于左、右台面较宽的压力机。

按压力机滑块的数目可分为单动压力机、双动压力机和三动压力机。图1-4所示为不同运动滑块数目的曲柄压力机工作示意图。单动压力机只有一个滑块，主要用于冲裁、弯曲等作业，拉深作业时，常利用气垫压边。双动压力机有内、外两个滑块，两个滑块可分别运动，外滑块主要用于压边，内滑块用于拉深，所以又称为拉深压力机，通常内滑块采用曲柄连杆机构驱动，外滑块用

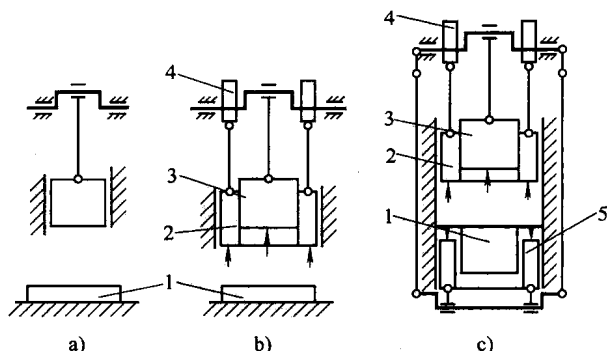


图1-4 不同运动滑块数目曲柄压力机工作示意图

a) 单动压力机 b) 双动压力机 c) 三动压力机

1—工作台 2—外滑块 3—内滑块 4—凸轮 5—下滑块

曲轴凸轮机构，带侧滑块用曲柄杠杆机构或多杠杆机构驱动，外滑块通常有四个加力点，用于调整作用于坯料周边的压边力。三动压力机除了压力机的上部有一个内滑块和一个外滑块之外，压力机下部有一个下滑块，上、下两面的滑块做相反方向的运动，用以完成相反方向的拉深工作，主要用于大型覆盖件的拉深和成形。

此外，曲柄压力机按结构形式还可分为开式压力机和闭式压力机，由于都属于通用性冲压设备，故应用广泛。

① 曲柄开式压力机。曲柄开式压力机主要用于冲压加工中的冲孔、落料、切边、浅拉深、成形等工序。床身多为C型结构，从而使操作者可以从前、左、右三个方向接近工作台，压力机采用刚性离合器，结构简单，不能实现寸动行程，工作台设有气垫供浅拉深时切边或工件顶出之用。可附设通用的辊式或夹钳式等送料装置，实现自动送料。小吨位压力机采用滑块行程调节机构及无级变速装置，可提高行程次数。由于床身刚性所限，开式压力机只适用作中、小型压力机。

开式压力机按其工作台结构可分为可倾压力机（压力机的工作台及床身可以在一定角度范围内向后倾斜）、固定式压力机（压力机的工作台及床身固定）、升降式压力机（压力机的工作台可以在一定范围内升降），如图1-5所示。

尽管曲柄压力机的种类较多，但工作原理基本相同。简单地说，就是通过曲柄机构（曲柄连杆机构、曲柄肘杆机构等）增力和改变运动形式，利用飞轮来

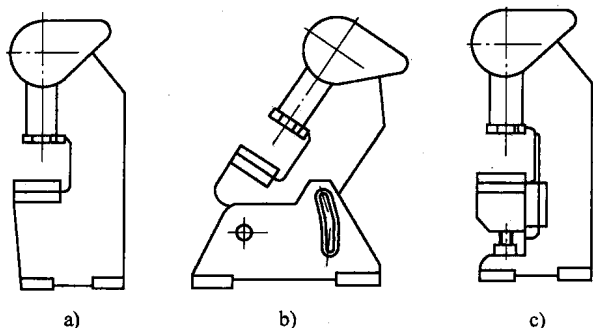


图1-5 开式压力机的工作台形式

a) 固定式 b) 可倾式 c) 升降台式

储存和释放能量，通过曲柄压力机产生的工作压力来完成冲压作业。以下以 JB23-63 曲柄开式可倾压力机为例来说明其结构图与运动原理，如图 1-6 所示。

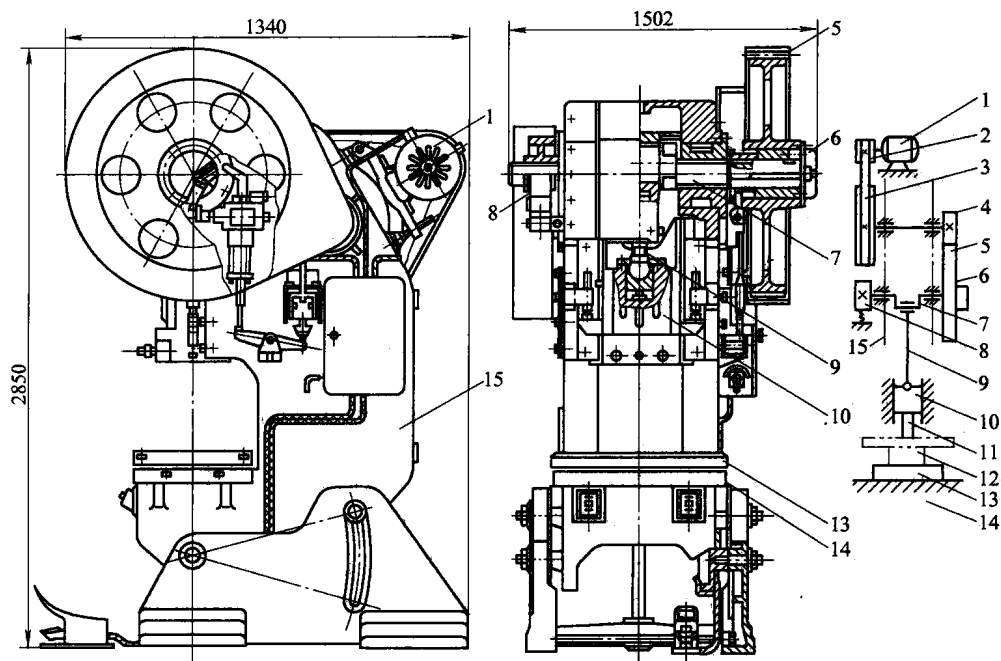


图 1-6 JB23-63 曲柄开式可倾压力机结构图与运动原理图

1—电动机 2—小带轮 3—大带轮 4—小齿轮 5—大齿轮 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

压力机运动时，电动机 1 通过 V 带把运动传给大带轮 3，再经小齿轮 4、大齿轮 5 传给曲轴 7。连杆 9 上端装在曲轴上，下端与滑块 10 连接，把曲轴的旋转运动变为滑块的往复直线运动。滑块 10 运动的最高位置称为上死（止）点位置，而最低位置称为下死（止）点位置。由于生产工艺的需要，滑块有时运动，有时停止，所以装有离合器 6 和制动器 8。由于压力机在整个工作周期内进行工艺操作的时间很短，大部分时间为无负荷的空程。为了使电动机的负荷均匀，有效地利用设备的能量，因而装有飞轮。大带轮同时起飞轮的作用。

当压力机工作时，将所用模具的上模 11 装在滑块上，下模 12 直接装在工作台 14 上或在工作台面上加垫板 13，便可获得合适的闭合高度。此时将材料放在上下模之间，即可进行冲裁或其他变形工艺加工了。

由图 1-6 可知，滑块 10 的行程（即滑块上死点至下死点的距离）等于曲轴 7 偏心距的两倍，因此该压力机具有行程较大且不能调节的特点。但是，由于曲轴在压力机上由两个或多个对称的轴承支撑着，因此压力机所受的负荷较均匀，故可制成大行程和大吨位的压力机。