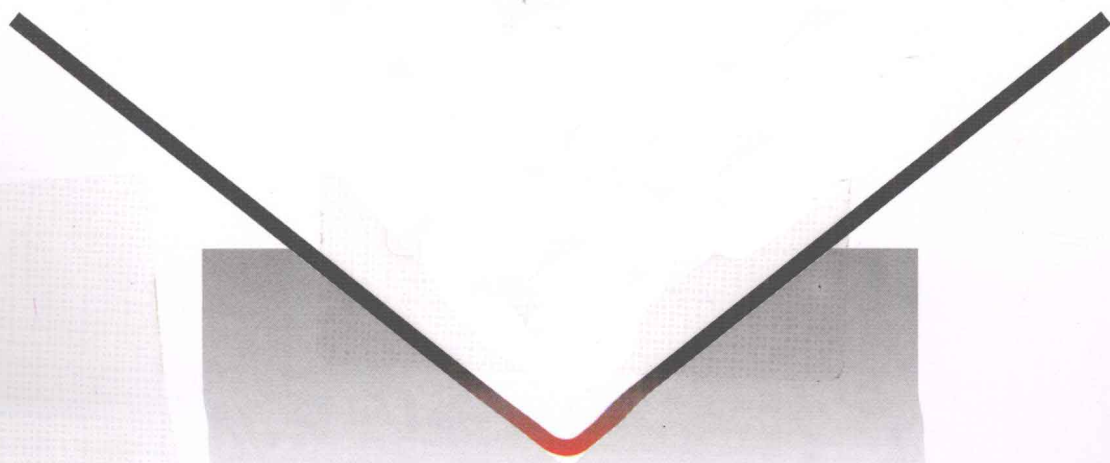


钣金压弯技术

李英杰 编著



机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS



本书详细介绍了钣金压弯工艺和钣金弯曲件的工艺性、钣金冲压件常用的冲孔和落料方式、钣金弯曲件毛坯展开尺寸计算等内容。并利用 C++ 语言编程计算, 提供了 $0^{\circ} \sim 180^{\circ}$ 钣金弯曲折弯系数表及扣除值表。

本书实用性较强, 对将要从事钣金产品设计和生产的大中专院校、技校、职高毕业的学生, 以及从事钣金产品设计和生产时间较短, 缺乏经验(数据)的结构设计人员、工艺人员和技术工人会有很大帮助。

图书在版编目(CIP)数据

钣金压弯技术/李英杰编著. —北京: 机械工业出版社, 2012. 5
ISBN 978-7-111-37751-1

I. ① 钣… II. ① 李… III. ① 钣金工—压弯—技术 IV. ① TG936

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2012)第 046580 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: 孔 劲 责任编辑: 王 珑 孔 劲

版式设计: 霍永明 责任校对: 张晓蓉

封面设计: 姚 毅 责任印制: 杨 曦

唐山丰电印务有限公司印刷

2012 年 6 月第 1 版第 1 次印刷

169mm × 239mm · 13.5 印张 · 305 千字

0001—3000 册

标准书号: ISBN 978-7-111-37751-1

定价: 48.00 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) 88379772

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

在钣金产品的生产过程中，我们经常会遇到钣金产品加工工艺性较差和选材不当的问题，而且在很多企业的归档产品中也有着加工困难的情况。这些问题不仅影响生产进度和交货时间，也影响了产品质量。如弯曲件的折弯，经常会发生弯曲件折弯碰刀，产品尺寸不能满足工艺性要求，需冲孔、落料的槽、孔和异型孔等规格太多的情况，甚至一些不合理的弯曲件形状设计和结构要求，导致生产企业要制造很多的落料模和弯曲模才能完成，大大地增加了企业生产和管理成本，而且类似的问题还在不断地重复出现。

在钣金弯曲加工过程中，计算弯曲件毛坯展开尺寸是制订弯曲件加工工艺方案的前提。弯曲件毛坯展开尺寸计算得准确与否，直接关系到弯曲件的尺寸精度和质量，而不同工艺人员编制的工艺文件和确定的折弯系数可能不同，有时由于毛坯展开尺寸计算不准确还会造成废品。目前关于钣金产品设计、加工工艺的手册和资料中，大多只有 90° 弯曲件的折弯系数（或 R 部分的修正值）表可供参考，非 90° 弯曲件的折弯系数在各种手册、资料中均没有可以直接查取的数据，而非 90° 弯曲件折弯系数的计算又极其繁琐。由于对其影响的因素较多，计算数据也不可避免地存在误差。为了解决这个问题，作者用C++语言编程计算弯曲件折弯系数，并将计算结果修正后制成了“ $0^\circ \sim 180^\circ$ 钣金弯曲折弯系数表和扣除值表”，方便了大家直接查取使用。

编写本书的目的就是为了方便钣金产品设计、钣金工艺人员和技术工人在产品设计、生产加工时查阅一些常用的、关键的数据，更好地保证产品设计人员设计出的零件有较好的加工工艺性，工艺人员编制的工艺过程卡片更合理、可行、经济。

书中的典型数据来源于参考资料。工艺上的极限尺寸，其中一部分来自于工艺设备使用说明书，而大部分来源于作者在长期的钣金工艺工作过程中收集和积累的资料并已经过作者的实际应用和验证，具有很强的实用价值，可供钣金产品设计人员、钣金工艺人员和技术工人参考使用。

本书实用性较强，对将要从事钣金产品设计和生产的大中专院校、技校、职高毕业的学生，以及从事钣金产品设计和生产时间较短，缺乏经验（数据）的产品设计人员、加工工艺人员和技术工人，或将要从事钣金产品生产加工的其他人员快速掌握相关技能，并能独立工作，都会有很大的帮助。

由于作者理论知识有限，书中错误和不当之处在所难免，敬请读者提出宝贵意见并批评指正。

编 者

目 录

前言

第1章 钣金件概论 1

1.1 钣金工艺综述 1

1.1.1 钣金工艺 1

1.1.2 钣金工艺常用名词术语 1

1.2 钣金件常用材料 4

1.2.1 板料的冲压性能 4

1.2.2 钣金用材料的选材 5

1.2.3 常用钣金材料介绍 5

1.3 钣金件公差 16

1.3.1 平冲压件和成形冲压件尺寸 公差 16

1.3.2 同轴度、对称度未注 公差 19

1.3.3 未注公差（冲裁、成形） 尺寸的极限偏差 20

1.3.4 未注公差（冲裁、成形） 圆角半径的极限偏差 21

1.3.5 尺寸公差等级选用 22

1.3.6 角度公差 23

1.3.7 未注公差（冲裁、弯曲） 角度的极限偏差 23

1.3.8 角度公差等级选用 24

1.3.9 平面度、直线度未注 公差 25

第2章 钣金压弯 26

2.1 钣金压弯变形过程简述 26

2.1.1 弹性弯曲阶段 28

2.1.2 弹塑性弯曲阶段 28

2.1.3 纯塑性弯曲阶段 28

2.2 钣金模具压弯 28

2.2.1 压弯变形方式 28

2.2.2 压弯方法 29

2.2.3 折弯机通用弯曲模 30

2.3 折弯机折弯工艺参数 31

2.3.1 折弯机折弯半径 31

2.3.2 凹模槽口宽度 B_v 的选择 32

2.3.3 V形折弯的最小弯边 高度 32

2.3.4 Z形折弯的最小弯边 高度 35

2.3.5 四角弯曲最小极限 折弯尺寸 37

2.3.6 折弯时的干涉现象 37

2.3.7 折弯机折弯的基本原则 38

2.4 典型弯曲件折弯工艺及加工 极限尺寸 38

2.4.1 打扁 38

2.4.2 180°U形件压弯 38

2.4.3 三重折叠压死边 39

2.5 常用典型弯曲模结构 40

2.5.1 V形弯曲模 40

2.5.2 U形弯曲模 40

2.5.3 Z形弯曲模 42

2.5.4 四角弯曲模 43

2.5.5 圆筒形件弯曲模 44

2.5.6 橡皮弯曲模 46

第3章 钣金弯曲件常用的冲孔、 落料方式 48

3.1 使用冲裁模冲孔、落料 48

3.1.1 概述 48

3.1.2 通风孔冲孔 49

3.2 使用数控压力机（转塔压力机） 冲孔、落料 50

3.2.1 数控压力机（转塔压力机） 冲孔、落料应注意的问题 及要求 51

3.2.2 适合数控压力机冲孔、落料 的板料厚度 51

3.2.3 推荐数控压力机冲孔、落料

的板料厚度	51	4.6 弯曲件翻边(攻螺纹)孔孔壁至	
3.2.4 数控压力机冲孔、落料的		折弯边的距离	70
特殊要求	51	4.6.1 常用公制螺纹底孔翻边	
3.3 激光切割	51	尺寸	70
3.3.1 激光切割的特点	52	4.6.2 翻边(攻螺纹)孔孔壁至	
3.3.2 激光切割工艺	52	折弯边最小距离推荐值	71
3.3.3 激光切割应注意的问题	53	4.7 加添连接带	71
3.4 线切割	53	4.8 弯曲件的精度和材料	72
3.4.1 线切割加工的基本原理	53	4.8.1 弯曲件的精度	72
3.4.2 线切割的特点	53	4.8.2 弯曲件的材料	72
3.5 常用冲孔、落料方式的工艺		第5章 钣金弯曲件毛坯展开尺寸	
特性对比	53	计算	73
3.6 冲裁件的工艺性	54	5.1 钣金弯曲件毛坯展开尺寸计算	
3.6.1 冲裁件的工艺性要求	54	原理	73
3.6.2 补充加工	57	5.2 中性层曲率半径 ρ 的确定	73
3.6.3 冲裁件的排样	57	5.3 几种典型钣金弯曲件毛坯展开	
3.6.4 搭边	59	尺寸的计算	75
第4章 钣金弯曲件的工艺性	62	5.3.1 有圆角弯曲件($r > 0.5t$)	
4.1 弯曲半径	62	毛坯展开尺寸的计算	75
4.1.1 影响最小弯曲半径的		5.3.2 无圆角弯曲件($r < 0.5t$)	
因素	62	毛坯展开尺寸的计算	79
4.1.2 最小弯曲半径的确定	63	5.3.3 铰链式弯曲件毛坯展开	
4.1.3 提高极限弯曲变形程度的		尺寸的计算	80
工艺方法	64	5.4 有圆角弯曲折弯系数、折弯扣除	
4.2 弯曲件直边高度	64	值表的制订	81
4.3 对称弯曲与尺寸标注	65	5.4.1 折弯系数C++语言计算	
4.3.1 对称弯曲	65	程序	81
4.3.2 尺寸标注	65	5.4.2 折弯扣除值C++语言计算	
4.4 弯曲件孔边距离	66	程序	82
4.4.1 圆孔孔边最小距离	66	5.4.3 折弯系数、折弯扣除值表	
4.4.2 长圆孔和矩形孔孔边最小		的制订	84
距离	66	第6章 弯曲力计算与压力机	
4.4.3 孔壁至折弯边距离太小时的		选择	86
工艺措施	67	6.1 弯曲力计算	86
4.5 弯曲件的折弯工艺槽、孔和		6.1.1 自由弯曲的弯曲力	86
切口	68	6.1.2 校正弯曲的弯曲力	87
4.5.1 止裂槽或切口	68	6.1.3 顶件力或压料力	87
4.5.2 工艺孔、槽和缺口	68	6.1.4 压力机压力的确定	87
4.5.3 盒形弯曲件的工艺孔和搭碰、		6.2 压力机的选择	87
间隙	69	6.2.1 压力机的类型选择	87

6.2.2 压力机的规格选择	88	9.1.4 翻边攻螺纹	113
第7章 钣金弯曲件的回弹	89	9.1.5 胀铆螺母、压铆螺母、拉铆螺母、翻边攻螺纹的性能对比	113
7.1 影响弯曲件回弹的因素	89	9.2 铆接与铆接工艺	113
7.1.1 材料力学性能的影响	89	9.2.1 铆钉铆接	113
7.1.2 相对弯曲半径的影响	89	9.2.2 拉钉铆接	114
7.1.3 弯曲中心角 α 的影响	89	9.2.3 击芯铆钉	115
7.1.4 弯曲力 F 的影响	90	9.3 抽孔铆接	115
7.1.5 弯曲方式的影响	90	9.3.1 抽孔铆接的特点	115
7.1.6 弯曲件形状、尺寸的影响	90	9.3.2 抽孔铆接参数	116
7.2 弯曲件回弹值的确定	91	9.4 托克斯铆接	116
7.2.1 相对弯曲半径 $(r/t) < 5$ 时的回弹值	91	9.5 焊接及焊接工艺	117
7.2.2 相对弯曲半径 $(r/t) > 10$ 时自由弯曲的回弹值	92	9.5.1 点焊	117
7.3 减少弯曲件回弹的措施	92	9.5.2 氩弧焊	119
7.3.1 改进弯曲件结构设计	92	9.5.3 CO ₂ 气体保护焊	119
7.3.2 采取工艺措施减小弯曲回弹	92	第10章 计算机辅助设计与制造 钣金件技术	121
7.3.3 在弯曲模结构上采取措施	93	10.1 概述	121
7.3.4 调整模具间隙减小弯曲回弹	95	10.1.1 计算机辅助设计 (CAD)	121
第8章 钣金弯曲件的工序安排	96	10.1.2 计算机辅助工程 (CAE)	121
8.1 弯曲工序	97	10.1.3 计算机辅助工艺过程设计 (CAPP)	122
8.1.1 弯曲件的工序安排原则	97	10.1.4 计算机辅助制造 (CAM)	122
8.1.2 典型弯曲件的工序安排示例	97	10.2 计算机辅助设计与制造钣金件技术的应用	123
8.2 弯曲件缺陷与处理措施	99	10.2.1 计算机辅助钣金件设计与展开	123
8.2.1 弯曲件缺陷产生的主要原因及表现形式	99	10.2.2 计算机辅助坯料排样	126
8.2.2 在弯曲件生产中常见的缺陷与处理措施	100	10.2.3 数控指令编制	126
8.3 弯曲件加工操作注意事项	102	10.3 金属板料成形 CAE 分析软件的应用	127
第9章 钣金件的连接	104	10.3.1 金属板料成形 CAE 分析软件简述	127
9.1 钣金件螺纹联接及铆装件铆装方式	104	10.3.2 金属板料成形分析软件 DYNIFORM 应用示例	128
9.1.1 铆装件的选用原则	104	附录	140
9.1.2 铆装件的结构形式及铆装工艺	105		
9.1.3 凸焊螺母	112		

附录 A	$0^{\circ} \sim 180^{\circ}$ 钣金弯曲折弯系数	折弯系数值	160
	x 表		140
表 A-1	弯曲件夹角 $\varphi = 20^{\circ}$ 时的 折弯系数值		140
表 A-2	弯曲件夹角 $\varphi = 25^{\circ}$ 时的 折弯系数值		141
表 A-3	弯曲件夹角 $\varphi = 30^{\circ}$ 时的 折弯系数值		142
表 A-4	弯曲件夹角 $\varphi = 35^{\circ}$ 时的 折弯系数值		143
表 A-5	弯曲件夹角 $\varphi = 40^{\circ}$ 时的 折弯系数值		145
表 A-6	弯曲件夹角 $\varphi = 45^{\circ}$ 时的 折弯系数值		146
表 A-7	弯曲件夹角 $\varphi = 50^{\circ}$ 时的 折弯系数值		147
表 A-8	弯曲件夹角 $\varphi = 55^{\circ}$ 时的 折弯系数值		148
表 A-9	弯曲件夹角 $\varphi = 60^{\circ}$ 时的 折弯系数值		149
表 A-10	弯曲件夹角 $\varphi = 65^{\circ}$ 时的 折弯系数值		150
表 A-11	弯曲件夹角 $\varphi = 70^{\circ}$ 时的 折弯系数值		151
表 A-12	弯曲件夹角 $\varphi = 75^{\circ}$ 时的 折弯系数值		152
表 A-13	弯曲件夹角 $\varphi = 80^{\circ}$ 时的 折弯系数值		153
表 A-14	弯曲件夹角 $\varphi = 85^{\circ}$ 时的 折弯系数值		154
表 A-15	弯曲件夹角 $\varphi = 90^{\circ}$ 时的 折弯系数值		155
表 A-16	弯曲件夹角 $\varphi = 95^{\circ}$ 时的 折弯系数值		156
表 A-17	弯曲件夹角 $\varphi = 100^{\circ}$ 时的 折弯系数值		157
表 A-18	弯曲件夹角 $\varphi = 105^{\circ}$ 时的 折弯系数值		158
表 A-19	弯曲件夹角 $\varphi = 110^{\circ}$ 时的 折弯系数值		159
表 A-20	弯曲件夹角 $\varphi = 115^{\circ}$ 时的 折弯系数值		160
表 A-21	弯曲件夹角 $\varphi = 120^{\circ}$ 时的 折弯系数值		161
表 A-22	弯曲件夹角 $\varphi = 125^{\circ}$ 时的 折弯系数值		162
表 A-23	弯曲件夹角 $\varphi = 130^{\circ}$ 时的 折弯系数值		163
表 A-24	弯曲件夹角 $\varphi = 135^{\circ}$ 时的 折弯系数值		164
表 A-25	弯曲件夹角 $\varphi = 140^{\circ}$ 时的 折弯系数值		165
表 A-26	弯曲件夹角 $\varphi = 145^{\circ}$ 时的 折弯系数值		166
表 A-27	弯曲件夹角 $\varphi = 150^{\circ}$ 时的 折弯系数值		167
表 A-28	弯曲件夹角 $\varphi = 155^{\circ}$ 时的 折弯系数值		168
表 A-29	弯曲件夹角 $\varphi = 160^{\circ}$ 时的 折弯系数值		169
表 A-30	弯曲件夹角 $\varphi = 165^{\circ}$ 时的 折弯系数值		170
表 A-31	弯曲件夹角 $\varphi = 170^{\circ}$ 时的 折弯系数值		171
附录 B	$0^{\circ} \sim 180^{\circ}$ 钣金弯曲折弯系数		
	x 表使用说明		172
附录 C	$0^{\circ} \sim 180^{\circ}$ 钣金弯曲折弯扣除值		
	y 表		173
表 C-1	弯曲件夹角 $\varphi = 20^{\circ}$ 时 R 部分的修正值		173
表 C-2	弯曲件夹角 $\varphi = 25^{\circ}$ 时 R 部分的修正值		174
表 C-3	弯曲件夹角 $\varphi = 30^{\circ}$ 时 R 部分的修正值		175
表 C-4	弯曲件夹角 $\varphi = 35^{\circ}$ 时 R 部分的修正值		176
表 C-5	弯曲件夹角 $\varphi = 40^{\circ}$ 时 R 部分的修正值		177
表 C-6	弯曲件夹角 $\varphi = 45^{\circ}$ 时 R 部分的修正值		178
表 C-7	弯曲件夹角 $\varphi = 50^{\circ}$ 时 R 部分的修正值		179

表 C-8 弯曲件夹角 $\varphi = 55^\circ$ 时 R
部分的修正值 180

表 C-9 弯曲件夹角 $\varphi = 60^\circ$ 时 R
部分的修正值 181

表 C-10 弯曲件夹角 $\varphi = 65^\circ$ 时 R
部分的修正值 182

表 C-11 弯曲件夹角 $\varphi = 70^\circ$ 时 R
部分的修正值 183

表 C-12 弯曲件夹角 $\varphi = 75^\circ$ 时 R
部分的修正值 184

表 C-13 弯曲件夹角 $\varphi = 80^\circ$ 时 R
部分的修正值 185

表 C-14 弯曲件夹角 $\varphi = 85^\circ$ 时 R
部分的修正值 186

表 C-15 弯曲件夹角 $\varphi = 90^\circ$ 时 R
部分的修正值 187

表 C-16 弯曲件夹角 $\varphi = 95^\circ$ 时 R
部分的修正值 188

表 C-17 弯曲件夹角 $\varphi = 100^\circ$ 时 R
部分的修正值 189

表 C-18 弯曲件夹角 $\varphi = 105^\circ$ 时 R
部分的修正值 190

表 C-19 弯曲件夹角 $\varphi = 110^\circ$ 时 R
部分的修正值 191

表 C-20 弯曲件夹角 $\varphi = 115^\circ$ 时 R
部分的修正值 192

表 C-21 弯曲件夹角 $\varphi = 120^\circ$ 时 R
部分的修正值 193

表 C-22 弯曲件夹角 $\varphi = 125^\circ$ 时 R
部分的修正值 194

表 C-23 弯曲件夹角 $\varphi = 130^\circ$ 时 R
部分的修正值 195

表 C-24 弯曲件夹角 $\varphi = 135^\circ$ 时 R
部分的修正值 196

表 C-25 弯曲件夹角 $\varphi = 140^\circ$ 时 R
部分的修正值 197

表 C-26 弯曲件夹角 $\varphi = 145^\circ$ 时 R
部分的修正值 198

表 C-27 弯曲件夹角 $\varphi = 150^\circ$ 时 R
部分的修正值 199

表 C-28 弯曲件夹角 $\varphi = 155^\circ$ 时 R
部分的修正值 200

表 C-29 弯曲件夹角 $\varphi = 160^\circ$ 时 R
部分的修正值 201

表 C-30 弯曲件夹角 $\varphi = 165^\circ$ 时 R
部分的修正值 202

表 C-31 弯曲件夹角 $\varphi = 170^\circ$ 时 R
部分的修正值 203

附录 D $0^\circ \sim 180^\circ$ 钣金弯曲折弯扣除值 y
表使用说明 204

参考文献 205

第 1 章 钣金件概论

钣金件是金属薄板经过冲压、弯曲、拉深等工艺加工成形的结构件，在电子产品中有着广泛的应用，常常用来制作机柜、机箱、插件、控制台以及面板、托架等，是安装、承载、保护电子和电气模块的载体。通过对其结构的优化设计，可以在轻量化、低成本的基础上实现较高的强度和刚度。钣金件结构紧凑、外形美观、牢固可靠，便于使用模具加工，在提高生产率、缩短生产周期和降低生产成本方面具有优势，因此得到了极为广泛的应用。

1.1 钣金工艺综述

1.1.1 钣金工艺

钣金工艺的很多工序，都包含材料的塑性变形过程。不同类型的钣金件，使用的模具和毛坯不同，变形方式也不同。在钣金工艺中，按材料的变形性质将钣金工序分为分离工序和变形工序两大类。

钣金分离工序是指在该工序之后，材料变形部分的应力达到了强度极限的数值，引起材料变形分离。如冲孔、落料、剪裁、切口、切边等工序。

钣金变形工序是指在该工序之后，材料变形部分的应力超过了屈服强度的数值（但小于强度极限）而发生塑性变形，从而改变了材料原有的形状和尺寸。如拉深、翻边、胀形、弯曲、扭曲、起伏成形等。

以上两种不同工序集中在一起完成，即为复合工序，如冲孔兼落料、落料兼拉深、拉深兼修边等。

此外，在产品装配工作中，也常采用冲压的方法来进行元件或部件的装配，如压力配合、铆接、抽孔铆接和托克斯铆接等。

1.1.2 钣金工艺常用名词术语

(1) 剪裁 指用（剪板机）剪刀或模具截断材料的一部分周边，使工件和原材料完全分离的工艺过程。

(2) 落料 指在普通压力机或其他设备上使用模具截断工件的全部周边，使它和原材料完全分离的工艺过程。冲掉的部分是工件。

(3) 冲孔 指在普通压力机或其他设备上使用模具截断全部周边，使废料和原材料完全分离的工艺过程。冲掉的部分是废料。

(4) 校平 指将不平的工件放在平滑的或带麻点的上、下模之间加压，使其变成平整的板件，或使用其他设备、工具对工件进行平整的工艺过程。

(5) 切口 指将部分板料切开（截断一部分周边），并不使它完全分离的工艺过程。

(6) 剖截 指把弯曲件或拉深件剖切成两件以上工件的工艺过程。

(7) 切边 指将零件的多余部分或不整齐的飞边切掉的工艺过程。

(8) 整修 指将平板零件的外边或孔整修成精确的尺寸和光滑断面的工艺过程。

(9) 裁切 指用裁切模裁切非金属板料全部周边的工艺过程。

(10) 弯曲 指将平板料或型材弯曲成一定角度、形状的工艺过程。在压力机上使用弯曲模，将板料或型材弯曲成形的加工方法称为压弯；用折弯机弯曲成形的工艺过程，又称为折弯。该方法是制作机箱、机柜等钣金件的常用加工方法。

(11) 卷边 指将工件的直边夹在凸模和凹模之间，工件在压力作用下将直边在凸模或凹模的槽内卷成弯边的工艺过程。

(12) 扭曲 指使平板的一部分相对另一部分产生扭转而形成空间曲面形状的工艺过程。

(13) 成形 指在普通压力机或液压机上借助模具使工件变形的工艺过程，统称为成形工艺。

(14) 拉深 又称为“拉伸”或“拉延”，指将平板料变成空心零件或将空心零件变成更深的空心零件（变形前后板料平均厚度不变）的工艺过程。

(15) 变薄拉深 指用减小直径与壁厚的方式来改变实心或空心件尺寸的工艺过程。

(16) 压筋 又称为“起伏”，指用局部拉薄材料的方法，使板料压成起伏不平的形状的工艺过程。

(17) 翻边 又称为“抽孔”，指利用普通压力机或其他设备，在有孔或无孔的板料以及空心件上，用模具制出直径较大而带弯边的孔的工艺过程。

(18) 攻螺纹 指在工件上加工出内螺纹的工艺过程。

(19) 整形 指使弯曲或拉深后的工件得到最后形状或精确尺寸的工艺过程。

(20) 胀形 指在空心件内部加压，使空心件剖面尺寸胀大的工艺过程。

(21) 缩径 指在空心件外部加压，使空心件剖面尺寸缩小的工艺过程。

(22) 冲眼 指在工件表面冲出中心眼（不冲穿为以后钻孔用）的工艺过程。

(23) 压印 指用模具使工件的材料局部转移，即通过改变板料厚度的方法压出文字、符号或其他印迹的工艺过程。

(24) 冷挤 又称为“冲挤”，指将实心的或空心的坯料放在凹模内，用凸模冲击而挤出零件的工艺过程。

(25) 打凸 指在压力机上使用模具在平板工件上制成局部浅凸起形状的工艺过程。

(26) 切角 指在压力机上使用模具对工件角部进行切除的工艺过程。

(27) 冲通风孔 指在普通压力机或数控压力机上用模具在平板工件上冲出网状孔的工艺过程。

(28) 冲孔落料 指冲孔与落料两道工序在一副复合模内完成的工艺过程。

(29) 落料弯曲 指落料与弯曲两道工序在一副复合模内完成的工艺过程。

(30) 落料拉深 指落料与拉深两道工序在一副复合模内完成的工艺过程。

(31) 拉深兼起伏和翻边 指拉深、起伏与翻边三道工序在一副复合模内完成的工

艺过程。

(32) 扩孔 指用钻头或铣刀把工件上的小孔加工为大孔的艺过程。

(33) 沉孔 指为配合沉头螺钉、胀铆螺母等连接件，在工件的表面上加工出圆锥孔（圆锥孔的高度小于板厚）的艺过程。

(34) 铆接 用铆钉将两个或两个以上的工件面对面连接在一起的艺过程。若是沉头铆钉，需将工件先进行沉孔。

(35) 压铆 指用压力机或液压机把压铆螺母、压铆螺钉或压铆螺柱等紧固件牢固地压接在工件上的艺过程。

(36) 胀铆 指先将工件沉孔，再将胀铆螺母牢固地胀压在工件上的艺过程。

(37) 拉铆螺母 指采用类似铆接的艺，用拉铆枪把拉铆螺母、拉铆螺柱等连接件牢固地连接在工件上的艺过程。

(38) 拉铆 指以拉钉枪为工具，用拉钉（抽芯铆钉）将两个或两个以上工件紧密地连接在一起的艺过程。

(39) 拍平 指将有一定形状的工件圆滑过渡到平整面的艺过程。

(40) 钻孔 指在钻床或铣床等设备上，使用钻头对工件进行打孔的艺过程。

(41) 去毛刺 指用打磨机、锉刀等工具去除工件在剪裁、冲孔、落料等工序中产生的毛刺，使工件加工处光滑、平整的艺过程。

(42) 倒角 指使用模具、锉刀、打磨机等对工件的尖角进行加工的艺过程。

(43) 回丝 指对预先攻有螺纹的工件在喷漆、喷粉等表面处理后进行第二次攻螺纹的修复艺过程。

(44) 贴保护膜 指使用能保护工件表面的薄膜对工件表面进行防护的艺过程。

(45) 撕保护膜 指对工件表面保护膜进行清理的艺过程。

(46) 热缩 指使用加热设备（热风枪、烤箱）对套住工件的塑胶进行紧缩的艺过程。

(47) 贴标签 指把标签贴到工件指定位置的艺过程。

(48) 拉丝 指使用拉丝机和砂带对工件表面进行的一种纹路处理的艺过程。

(49) 抛光 指使用抛光设备对工件表面进行光亮处理的艺过程。

(50) 热处理 指对金属材料采用适当方式加热、保温和冷却，以获得所需要的组织结构与性能的艺过程。

(51) 氩弧焊 指工件与工件之间的连接由氩弧焊机在工件边缘或接缝处焊接的艺过程。根据组件的具体焊接要求又可分为断续焊、满焊等。

(52) CO₂气体保护焊 指工件与工件之间的连接由CO₂气体保护焊机在工件边缘或接缝处焊接的艺过程。一般适用于≥2mm厚的钢板焊接，根据组件的具体焊接要求又可分为断续焊、满焊等。

(53) 点焊 是指用点焊机将工件面对面焊接的艺过程。点焊的工件通常在其中相互接触的某一面冲排焊点，以增加焊接强度，排焊点大小为 $\phi 1.5 \sim \phi 2.5\text{mm}$ ，高度为0.3mm左右。

(54) 植焊 指用植焊枪将植焊螺钉牢固地焊接在工件表面上的艺过程。

(55) 修焊缝 主要指使用打磨机、锉刀等工具使工件焊疤处光滑、平整的工艺过程。

(56) 前处理 指工件在钣金加工完成后,在喷漆或喷粉以前,用电解溶液对工件进行除油、除锈及增加工件表面覆膜(如磷化膜)并清洗的工艺过程。

(57) 刮灰 指采用原子灰弥补工件表面缺陷(如焊接缝隙或凹坑)的工艺过程。

(58) 刮灰打磨 主要指采用平磨机或砂布针对刮灰后的工件进行表面抛光的工艺过程。

(59) 喷漆 指采用专用喷枪把油漆均匀地喷附于工件表面的工艺过程。

(60) 喷粉 喷粉也称粉末涂装,是近几十年迅速发展起来的一种新型涂装工艺,所使用的原料是塑料粉末。喷粉指采用喷枪把粉末均匀地喷涂在工件表面的工艺过程。

(61) 丝印 丝印是丝网印刷的简称。指用刮片将油墨或其他印料,通过丝网上的裸露区域,漏印到工件表面形成文字或图案的工艺过程。丝印适合批量印刷。

(62) 电镀 指为防护或装饰工件而在工件表面镀上一层金属的工艺过程。

(63) 发黑[⊖] 指为防护或装饰工件而在工件表面形成氧化膜的工艺过程。

(64) 喷砂 指通过喷砂机对工件表面进行处理的工艺过程。

(65) 组装 指把两个以上的工件装配在一起的工艺过程。

(66) 包装 指用纸或其他材料对工件进行防护。

(67) 其他 如打扁、断差(Z形)、翻边攻螺纹和抽孔铆接等。

1.2 钣金件常用材料

钣金件所用材料是钣金生产的三大要素之一。先进的钣金工艺与模具技术,只有通过采用冲压性能良好的材料,才能保证生产出高质量的钣金件。材料的选取和材料的综合性能,对产品成本、产品性能、产品质量和加工工艺性都有重要的影响。

板料是指各种形状的半成品,如薄板、中板、厚板、窄带材、带材等。

板料按厚度分为:厚板(4mm以上)、中板(3~4mm)和薄板(3mm以下)。

板料按轧制状态分为:热轧钢板和冷轧钢板。

1.2.1 板料的冲压性能

钣金所用材料绝大多数为板料、卷料和块料。板料的冲压性能是指板料对各种冲压加工方法的适应能力。板料的冲压性能好,是指其便于钣金件的成形加工,单个冲压工序的极限变形程度和总的极限变形程度大,容易得到高质量和高精度的钣金件,且生产率高,模具消耗低,不易出废品。

由于板料的成形具有一定的特殊性,所以影响其冲压性能的因素也是多种多样的。其中,对冲压性能影响较大的主要有:屈服极限、屈强比、伸长率、应变强化指数(或称硬化指数)、厚向异性系数、板料平面内各向异性系数、板料的厚度尺寸公差和

[⊖] 发黑在行业中通常称为氧化。

板料的表面缺陷等因素。

1.2.2 钣金用材料的选材

- 1) 优先选用常见的金属材料, 尽可能控制在(本企业)材料手册范围内。
- 2) 在同一产品中, 尽量减少材料的品种和板材厚度、尺寸规格。
- 3) 在保证零件功能的前提下, 尽量选用廉价的材料, 以降低材料成本。
- 4) 在保证零件功能的前提下, 还必须考虑材料的冲压性能和冲压工艺的要求, 以保证零件加工的合理性和质量。

1.2.3 常用钣金材料介绍

1. 钢板

(1) 冷轧薄钢板 冷轧薄钢板是碳素结构钢冷轧钢板的简称, 它是由碳素结构钢热轧钢带经过进一步冷轧, 制成的厚度小于4mm的钢板, 俗称冷板。由于在常温下轧制, 不产生氧化铁皮, 因此表面质量好, 尺寸精度高, 再加之退火处理, 其力学性能和工艺性能都优于热轧薄钢板。冷轧薄钢板又分为冷轧普通薄钢板和冷轧优质薄钢板。

1) 冷轧普通薄钢板是普通碳素结构钢冷轧钢板的简称。它是由普通碳素结构钢热轧钢带经过进一步冷轧, 制成厚度小于4mm的钢板。在许多领域, 特别是家电、无线电专用设备, 以及电力电子的机箱、机柜等产品中使用, 已逐渐取代了热轧薄钢板。

① 冷轧普通薄钢板的适用牌号有: Q195、Q215、Q235、Q275。

② 符号含义: Q——普通碳素结构钢屈服强度“屈”的汉语拼音第一个字母的大写; 195、215、235、275——分别表示它们屈服强度的数值 [兆帕 MPa (N/mm²)]。由于Q235钢的强度、塑性、韧性和焊接性等综合性能在普通碳素结构钢中最好, 能较好地满足一般的使用要求, 所以应用范围十分广泛。

③ 精度等级: PT. A——普通精度, PT. B——较高精度。

④ 标注:

尺寸—精度等级—钢板品种标准

冷轧薄钢板 牌号—技术条件标准

⑤ 标注示例:

1.2 × 1250 × 2500—PT. B—GB/T 708—2006

冷轧薄钢板 Q235—GB/T 11253—2007

⑥ 工程图标注示例: 冷轧薄钢板 $\frac{1.2 \times 1250 \times 2500\text{—PT. B—GB/T 708—2006}}{\text{Q235—GB/T 11253—2007}}$

2) 冷轧优质薄钢板同冷轧普通薄钢板一样, 也是冷板中使用最为广泛的薄钢板。冷轧优质碳素薄钢板是以优质碳素结构钢为材质, 经冷轧制成的厚度小于4mm的薄板。

① 冷轧优质薄钢板适用牌号: 08、08F、10、10F。

② 符号含义: 08、10——牌号开头的两位数字是以平均万分数表示的碳的质量分数; F——不脱氧的沸腾钢, b——半镇静钢, Z——一般脱氧的镇静钢。

例如08F表示其平均含碳量(质量分数)为0.08%的不脱氧沸腾钢。由于08F钢

板的塑性好, 冲压性能也好, 大多用来制造带有拉深结构要求的钣金件制品。

③ 拉深级别: Z——最深拉深级, S——深拉深级, P——普通拉深级。

④ 精度等级: PT. A——普通精度, PT. B——较高精度。

⑤ 表面质量: I——高级的精整表面, II——较高级的精整表面, III——普通的精整表面。

⑥ 标注:

尺寸—精度等级—钢板品种标准

冷轧薄钢板 牌号—表面质量组别—拉深组别—技术条件标准

⑦ 标注示例:

1.2 × 1250 × 2500—PT. A—GB/T 708—2006

冷轧薄钢板 08F—II—S—GB/T 13237—1991

⑧ 工程图标注示例: 冷轧薄钢板 $\frac{1.2 \times 1250 \times 2500\text{—PT. A—GB/T 708—2006}}{08\text{F—II—S—GB/T 13237—1991}}$

冷轧薄钢板的价格高于普通薄钢板, 稍低于镀锌钢板。其表面平整光洁, 受潮容易生锈, 需及时涂漆防护以延长使用寿命。

(2) 深冲压用冷轧薄钢板 深冲压冷轧薄钢板通常用铝脱氧的镇静钢, 属于优质碳素结构钢。由于它的塑性非常好, 具有优良的深拉深特性, 所以被广泛用于结构比较复杂需要深拉深的产品上。

1) 深冲压用冷轧薄钢板适用牌号: 08Al、St14、SPCE。

2) 符号含义: 08——牌号开头的两位数字是以平均万分数表示的碳的质量分数。St14 为德国牌号, SPCE 为日本牌号。

3) 精度等级: PT. A——普通精度, PT. B——较高精度。

4) 表面质量: I——特别高级精整表面, II——高级精整表面, III——较高级精整表面。

5) 拉深性能级别: ZF——可拉深最复杂件, HF——可拉深很复杂件, F——可拉深复杂件。

6) 标注:

尺寸—精度等级—钢板品种标准

冷轧薄钢板 牌号—表面质量组别—拉深组别—技术条件标准

7) 标注示例:

1.2 × 1250 × 2500—PT. B—GB/T 708—2006

冷轧薄钢板 08Al—II—F—GB/T 5213—2008

8) 工程图标注示例: 冷轧薄钢板 $\frac{1.2 \times 1250 \times 2500\text{—PT. B—GB/T 708—2006}}{08\text{Al—II—F—GB/T 5213—2008}}$

(3) 日本冷轧碳素薄钢板

1) 日本冷轧碳素薄钢板适用牌号: SPCC、SPCD、SPCE。

符号含义: 第一位 S——钢 (Steel), 第二位 P——板 (Plate), 第三位 C——冷轧 (Cold), 第四位 C——普通级 (Common)、D——冲压级 (Draw)、E——深冲级

(Elongation)。

2) 热处理状态: A——退火, S——退火 + 平整, 8——1/8 的硬度, 4——1/4 的硬度, 2——1/2 的硬度, 1——硬度。

3) 拉深性能级别: ZF——用于冲制拉深最复杂的零件, HF——用于冲制拉深很复杂的零件, F——用于冲制拉深复杂的零件。

4) 表面加工状态: D——麻面 (轧辊经磨床加工后喷丸处理), B——光亮表面 (轧辊经磨床精加工)。

5) 表面质量: FC——高级的精整表面, FB——较高级的精整表面。

6) 标注: 产品名称 (钢板或钢带)、标准号、热处理状态、表面加工状态、表面质量代号、拉深级别 (仅对 SPCE)、产品规格及尺寸、外形精度 (厚度和/或宽度、长度、不平度)。

7) 标注示例: 钢板, 标准号 JIS G3141: 2005, 牌号 SPCC, 热处理状态退火 + 平整 (S), 表面加工状态为麻面 D, 表面质量为 FB 级的切边 (切边 EC、不切边 EM) 钢板, 厚度 1.0mm、B 级精度, 宽度 1200mm、A 级精度, 长度 2500mm、A 级精度, 不平度精度为 PF. A。则标注为

钢板 JIS G3141: 2005—SPCC—SD—FB/(1.0B × 1200A × 2500A—PF. A)

(4) 德国冷轧碳素薄钢板

1) 德国冷轧碳素薄钢板适用牌号: St12、St13、St14、St15、St14—T。

2) 符号含义: St——钢 (Steel), 12——普通级冷轧薄钢板, 13——冲压级冷轧薄钢板, 14——深冲压级冷轧薄钢板, 15——特深冲压级冷轧薄钢板, 14—T——超级冷轧薄钢板。

3) 表面形式: 03——普通冷轧表面, 05——最好冷轧表面。

4) 表面类别: b——特别光滑, g——平滑, m——无光泽, r——粗糙。

5) 标注: 产品名称 (钢板或钢带)、产品标准号、表面形式、拉深级别 (仅对 St14、St14—T、St15)、表面类别、边缘状态 (切边 EC、不切边 EM)、产品规格及尺寸、外形精度 (厚度和/或宽度、长度、不平度)。

6) 标注示例: 钢板、标准号 DIN 1623—1, 牌号 St14, 表面类别为特别平滑 (b), 表面形式为普通冷轧表面 (03), 切边 (EC), 厚度 0.8mm、A 级精度, 宽度 1200mm、A 级精度, 长度 2000mm、A 级精度, 不平度为 PF. B 精度。标注为

钢板 DIN 1623—1 St1403b—EC/0.8A × 1200A × 2000A—PF. B

(5) 连续镀锌冷轧薄钢板 又称为“电解板”, 是指在电镀锌作业线上的电场作用下, 锌从锌盐的水溶液中连续沉积到预先准备好的冷轧薄钢板 (带) 的表面上, 在钢板 (带) 表面形成均匀、致密、结合良好的表面镀锌层的过程。因为工艺所限, 镀层较薄。与其他金属相比, 锌是相对便宜而又易镀覆的一种金属, 被广泛用于保护钢铁件, 特别是防止大气腐蚀, 并用于装饰。镀覆技术包括槽镀 (或挂镀)、滚镀 (适合小零件)、自动镀和连续镀 (适合线材、带材)。

电解板是经冷连轧机组轧制, 再经过 CAPL (冷轧退火酸洗线) 机组退火后, 进入电镀锌机组, 通过表面清洗、电镀, 再按照不同用途, 进行磷化、钝化、涂油及耐指

纹、合金化等处理后所得的产品。其有关力学性能参照相对应的基板。

- 1) 电解板适用牌号: DX1、DX2、DX3、DX4。
- 2) 符号含义: D——电镀, X——锌, 1——商品级、2——冲压级、3——深冲压级、4——结构级。
- 3) 锌层代号: 14、28、42、56、70, 该两位数表示锌在钢板表面的附着量 (g/m^2)。
- 4) 轧制精度等级: PT. A——普通精度, PT. B——较高精度。
- 5) 表面处理代号: P——磷酸盐处理, C——铬酸处理, O——涂油, N——耐指纹处理。
- 6) 标注: 牌号—规格—镀锌量—轧制精度—表面处理—技术条件标准。

7) 标注举例: 牌号为 DX2, 厚度 2mm, 宽度 1200mm, 长 2500mm, 等厚镀锌层 42/42 (g/m^2), 轧制精度 PT. B, 表面铬酸处理的钢板标注为

DX2—2 × 1200 × 2500—42/42—PT. B—C—GB/T 15675—2008

(6) 日本电镀锌薄钢板

1) 日本电镀锌薄钢板适用牌号: SECC (原板 SPCC)、SECD (原板 SPCD)、SECE (原板 SPCE)。

2) 锌层代号: E8、E16、E24、E32。

3) 符号含义: 第一位 S——钢 (Steel), 第二位 E——电镀 (Electrodeposition), 第三位 C——冷轧 (Cold), 第四位 C——普通级 (Common)、D——冲压级 (Draw)、E——深冲级 (Elongation)。

4) 锌层代号: E——电镀锌层, 8、16、24、32 表示锌附着量 (g/m^2), 镀层厚度 (单面) 1.4 μm 、4.2 μm 、7.0 μm 。

5) 表面处理代号: C——铬酸系处理, O——涂油, P——磷酸系处理, S——铬酸系处理 + 涂油, Q——磷酸系处理 + 涂油, M——不处理。

6) 标注: 产品名称 (钢板或钢带), 产品标准号、牌号、表面处理类别、锌层代号、规格及尺寸、外形精度。

7) 标注示例: 钢板, 标准号 JIS G3313: 1998, 牌号 SECC, 表面铬酸钝化处理 (C), 锌层代号 (E16), 厚度 1.0mm、B 级精度, 宽度 1200mm、A 级精度, 长度 2500mm、A 级精度, 不平度精度为 PF. A, 则标注为:

JIS G3313: 1998 SECC—C—E16

钢板 1.0B × 1200A × 2500A—PF. A

(7) 连续电镀锌冷轧薄钢板中外产品相近牌号对照, 见表 1-1。

表 1-1 连续电镀锌冷轧薄钢板中外产品相近牌号对照

宝钢 Q/BQB 430—2009	日本 JIS G3313:1998	国标 GB/T 15675—2008	美国 ASTM A591 A591M—98 (基板)
SECC	SECC	DX1	CS
SECD	SECD	DX2	DS
SECE	SECE	DX3	DDS
SECIF	—	—	EDDS

(8) 连续热镀锌薄钢板 简称镀锌板或白铁皮, 指厚度 0.25 ~ 2.5mm 的冷轧连续热镀锌薄钢板和钢带。钢带先通过火焰加热的预热炉烧掉表面残油, 同时在表面生成氧化铁膜, 再通过含有 H_2 、 N_2 混合气体的还原退火炉加热到 710 ~ 920℃, 使氧化铁膜还原成海绵铁, 表面活化和净化了的钢带冷却到稍高于熔锌的温度后, 进入 450 ~ 460℃ 的锌锅, 利用气刀控制锌层表面厚度, 最后经铬酸盐溶液钝化处理, 以提高耐白锈性。

连续热镀锌薄钢板表面美观, 有块状或树叶状锌结晶花纹, 且镀层牢固, 有优良的耐大气腐蚀性能, 同时, 连续热镀锌薄钢板还有良好的焊接性和冷加工成形性。与连续电镀冷轧薄钢板表面相比, 其镀层较厚, 主要用于要求耐蚀性较强的钣金件。

1) 连续热镀锌薄钢板适用牌号: Zn100—PT、Zn200—SC、Zn275—JY。

2) 表面结构分类代号: Z——正常锌花, 按正常冷却速度结晶而获得的锌花, 可做一般用途; X——小锌花, 冷却速度经特殊控制, 锌花尺寸小于正常锌花, 适于涂漆和正常锌花达不到要求的其他场合; GZ——光整锌花, 小锌花经过光整处理, 适于深冲和超深冲加工及表面质量要求低的场合。

3) 表面处理代号: L——铬酸钝化, Y——涂油, LY——铬酸钝化加涂油。

4) 加工性能代号: PT——普通用途, JY——机械咬合, SC——深冲, CS——超深冲, JY——结构。

5) 轧制精度等级: PT. A——普通精度, PT. B——较高精度。

6) 锌层重量代号: Z100、Z200、Z275。镀锌层重量是指钢板两面含锌的总量, 以每平方米钢板上含锌克数表示 (g/m^2), 如 Z100 表示其含锌量不小于 $100g/m^2$ 。

7) 标注示例: 锌层重量 $275g/m^2$, 加工性能 JY, 表面结构 Z, 表面处理 Y, 厚 × 宽 × 长的尺寸 0.80mm × 1000mm × 2000mm, 轧制精度等级 PT. B 的钢板标注为

钢板 275—JY—Z—Y—0.80 × 1000 × 2000—PT. B—GB/T 2518—2008

(9) 日本热浸镀锌薄钢板

1) 日本热浸镀锌薄钢板适用牌号: SGCC、SGCD1、SGCD2、SGCD3。

2) 锌层代号: Z12、Z18、Z20、Z22、Z25、Z27。

3) 符号含义: 牌号第一位 S——钢 (Steel), 第二位 G——热浸镀锌, 第三位 C——冷轧 (Cold), 第四位 C——普通级 (common)、D——冲压 (Draw), 第五位 1、2——冲压级、3——深冲级; 锌层代号 Z——镀锌层 (Zinc), 12、18、20、22、25、27——锌附着量 $\times 10g/m^2$ 。

(10) 德国热浸镀锌薄钢板

1) 德国热浸镀锌薄钢板适用牌号: St01Z、St02Z、St03Z、St04Z、St05Z。

2) 锌层代号: 100、180、200、275、350、450。

3) 符号含义: St——钢 (Steel), 01——一般用、02——机械咬口用、03——冲压用、04——深冲用、05——深冲用, Z——镀锌层 (Zinc); 100——锌附着量 (两面) $100g/m^2$ 、275——锌附着量 (两面) $275g/m^2$ 、350——锌附着量 (两面) $350g/m^2$ 。

4) 表面结构代号: Z——正常锌花, X——小锌花, G——光整锌花。

5) 表面处理代号: L——铬酸钝化, Y——涂油, LY——铬酸钝化加涂油。