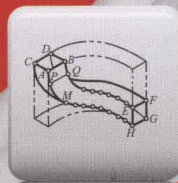


图解



钣金工 入门与提高

TUJIE
BANJINGONG
RUMEN YU TIGAO



钟翔山 主编



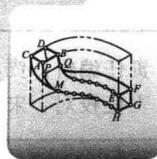
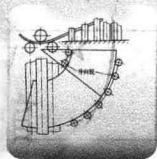
化学工业出版社

图解



钣金工 入门与提高

TUJIE
BANJINGONG
RUMEN YU TIGAO



钟翔山 主编



化学工业出版社

· 北京 ·

图书在版编目 (CIP) 数据

图解钣金工入门与提高/钟翔山主编. —北京:
化学工业出版社, 2013. 6
ISBN 978-7-122-17123-8

I. ①图… II. ①钟… III. ①钣金工—图解 IV.
①TG38-64

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2013)第 082914 号

责任编辑: 贾 娜
责任校对: 宋 夏

装帧设计: 王晓宇

出版发行: 化学工业出版社 (北京市东城区青年湖南街 13 号 邮政编码 100011)
印 装: 三河市延风印装厂
850mm×1168mm 1/32 印张 14½ 字数 423 千字
2013 年 9 月北京第 1 版第 1 次印刷

购书咨询: 010-64518888 (传真: 010-64519686)
售后服务: 010-64518899
网 址: <http://www.cip.com.cn>
凡购买本书, 如有缺损质量问题, 本社销售中心负责调换。

定 价: 49.00 元

前言

伴随着我国经济快速、健康、持续、稳定地发展,包括机械、冶金、航空、造船等行业在内的各个领域都得到了空前的发展,其研制、应用的机器设备种类越来越多,需求量越来越大,涉及的钣金构件越来越广。随着科学技术的进一步发展和全球新一轮产业结构的调整,一方面钣金构件变得越来越复杂和多样;另一方面,从事钣金加工技术的中、高级技术人员非常短缺;且随着我国经济体制改革的进一步深入,又普遍出现了大量农村劳动力向钣金加工行业转移的现象。鉴于此,本着加强技术工人的业务培训,满足劳动力市场需求之目的,我们编写了本书。

本书从钣金工实际工作的需要出发,在介绍识图、公差与配合、金属材料与热处理、几何作图等钣金工基础知识,以及钣金构件的加工工具、设备、检测器具的操作及使用等方法等钣金专业知识的基础上,围绕钣金加工的工作性质,对钣金构件的矫正、展开图的计算、放样、下料、成形、装配与连接等方面的操作技能、技巧、禁忌及加工方法、注意事项等进行了详细的讲解。书中较多地融入了作者多年来积累的成熟的实践经验,并精选了大量带有详细加工工艺和加工方法的典型实例。

本书具有内容系统完整、结构清晰明了和实用性强等特点。在内容编排上注重实践性、启发性和可操作性,对基本理论部分以必需和够用为原则,注重基础知识和基本操作技能的讲解和工作能力的培养,将专业知识与操作技能、方法有机地融于一体,做到基本概念清晰、突出实用技能。

本书由钟翔山主编,钟礼耀、钟翔屿、孙东红、钟静玲、陈黎娟任副主编,参加资料整理与编写工作的还有曾冬秀、周莲

英、周彬林、刘梅连、欧阳勇、周爱芳、周建华、胡程英、李澎、彭英、周四平、李拥军、李卫平、周六根、王齐、曾俊斌，参与部分文字处理工作的有钟师源、孙雨暄、欧阳露、周宇琼、谭磊、付英、刘玉燕、付美等。全书由钟翔山整理统稿，钟礼耀、钟翔屿、孙东红校审。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！

由于作者水平所限，书中不足之处在所难免，热诚希望广大专家与读者批评指正。

编 者

目 录

第 1 章	Page
钣金加工概述	1
1.1 钣金加工技术的特点及应用	1
1.2 钣金加工的工作内容及生产操作	2
1.3 钣金加工的安全操作与劳动保护	9
第 2 章	Page
冷作钣金加工基础知识	12
2.1 冷作钣金件图的识读	12
2.1.1 常用焊缝符号的标注方法及其含义	12
2.1.2 常用螺栓、孔符号的标注方法及其含义	18
2.1.3 识读钣金件图	23
2.2 钳工基础知识	26
2.2.1 钳工划线的工具及其使用	26
2.2.2 划线的方法	32
2.2.3 整削、锯削、锉削加工	50
2.2.4 钻孔、扩孔与铰孔	64
2.2.5 铰孔加工	72
2.2.6 攻螺纹与套螺纹	77
2.3 钣金常用量具及使用	81
2.3.1 通用量具种类及使用	81
2.3.2 专用量具的使用	89
2.4 板材、型材的矫正	90

2.4.1	手工矫正	91
2.4.2	机械矫正	96
2.4.3	火焰矫正	105

第3章

Page

钣金的展开与下料		111
3.1	钣金展开基础	111
3.1.1	线、面的投影特性	111
3.1.2	线段实长的求法	118
3.2	可展表面的三种展开方法	123
3.3	不可展曲面的近似展开	131
3.4	展开图中的板厚处理	136
3.5	常见钣金构件的展开图绘制	140
3.6	接口放加工余量	160
3.7	剪切下料	164
3.7.1	手工剪切下料	164
3.7.2	机械剪切下料	167
3.8	冲裁下料	174
3.8.1	冲裁设备	174
3.8.2	冲裁模的结构及组成	176
3.8.3	冲裁主要参数的确定	179
3.8.4	影响冲裁质量的主要因素	183
3.9	气割下料	185
3.9.1	气割的设备及工具	186
3.9.2	气割过程及气割的条件	189
3.9.3	气割的步骤与方法	191
3.9.4	气割低碳钢材的操作方法	195
3.9.5	常见气割缺陷及产生原因	199
3.10	锯切下料	201
3.11	切割下料方法的选择	203

第 4 章	Page
钣金成形加工	205

4.1	手工成形	205
4.1.1	板料的手工弯曲	205
4.1.2	型材的手工弯曲	214
4.1.3	管料的手工弯曲	221
4.1.4	放边与收边	226
4.1.5	手工拱曲	231
4.2	机械成形的设备	233
4.3	机械弯曲	241
4.3.1	弯曲变形分析	241
4.3.2	滚弯加工	249
4.3.3	板料折弯	265
4.3.4	管料的弯曲	270
4.3.5	冲压弯曲	275
4.4	拉深	286
4.4.1	拉深模结构	287
4.4.2	拉深工艺参数的确定	288
4.4.3	半球形件的拉深	295
4.4.4	拉深件常见缺陷及解决措施	301

第 5 章	Page
钣金构件的连接	303

5.1	焊接	303
5.1.1	焊接的种类及其适用范围	304
5.1.2	手弧焊	305
5.1.3	氩弧焊	324
5.1.4	气焊	337
5.1.5	钎焊	348
5.1.6	防止或减少焊接变形的的方法	355

5.2	铆接	360
5.3	螺纹连接	369
5.4	咬接	377
5.5	胀接	380

第 6 章 Page

钣金构件的装配		395
6.1	装配的三要素及定位原理	395
6.2	装配用工、夹具的应用及选择	400
6.3	装配的测量	406
6.4	装配的方法	415
6.5	典型构件的装配	420
6.6	装配注意事项	431

第 7 章 Page

质量检验		435
7.1	工件测量的方法及产品质量检测	435
7.2	原材料质量检验	439
7.3	一般结构件的形位公差检验	444
7.4	焊接的检验	447
7.5	强度及渗漏检验	449

Page	
参考文献	456

第1章 钣金加工概述

1.1 钣金加工技术的特点及应用

钣金加工是对金属板材、型材和管材进行冷、热态成形，装配，并以焊接、铆接及螺栓连接等连接方式制造金属构件的加工。从其加工方式来看，大多是在基本不改变金属板材、型材和管材等断面特征的情况下，对原材料进行的冷热态分离、成形的冲压加工；从其加工技术来说，主要涉及钳工、冲压、金属切削、焊接、热处理、表面处理、铆接、装配等专业工种或加工技术。

(1) 钣金加工技术的特点

由于钣金零件主要运用了冲压加工技术，而冲压加工是借助于冲压设备提供的压力，通过冲压模具，使金属板料发生塑性变形，生产出所需要的具有一定形状、尺寸零件的加工方式，因此，钣金加工具有以下特点。

① 可以加工出形状复杂的零件，且生产过程中产生的废料较少。

② 产品具有足够的形状、尺寸精度，互换性能好，产品表面质量较好。

③ 能获得质量轻、材料消耗少、强度和刚度较高的零件。

④ 加工大多依赖专用的模具，而模具制造复杂，成本高，因此，只有在大批量生产条件下，其生产的零件成本才能显著降低。

由于钣金零部件的装配连接主要运用了焊接加工技术，而焊接加工是利用热能或压力，或者两者并用，并且用或不用填充材料等方式，通过利用两个物体原子间产生的结合实现永久性连接的加工方式，因此，钣金加工又具有以下特点。

① 相对于锻、铸件的生产加工，钣金构件具有重量轻、能节省金属材料、加工工艺简单、能降低生产成本、节省生产费用等优点。

② 经过焊接加工的钣金构件，大多加工精度低，且焊接变形大，因此，焊后变形与矫正量较大。

③ 由于焊接件为不可拆连接，难以返修，因此，需采取合理的装配方法与装配程序，以减少或避免废品，对大型或特大型产品常要进行现场装配，故应先在厂内试装，试装中宜用可拆卸连接临时代替不可拆卸连接。

④ 装配过程中，常需经选配、调整与多次测量、检验才可保证产品质量。

(2) 钣金加工的应用

由于钣金加工具有生产效率高、质量稳定、成本低以及可加工复杂形状工件等一系列优点，因此，在机械、汽车、飞机、轻工、国防、电机电器、家用电器以及日常生活用品等行业应用十分广泛，占有非常重要的地位。据统计：钣金件占整个汽车制造件的60%~70%；飞机钣金件占全机零件总数的40%以上；机电及仪器、仪表中钣金件占生产零件总数的60%~70%；电子产品中钣金件占零件总数的85%以上；市场上的日用品的钣金件占到全部金属制品的90%以上。

随着科技的发展及加工技术的进步，一大批钣金计算机辅助设计(CAD)、计算机辅助制造(CAM)、计算机辅助工艺设计(CAE)等新技术及大量的数控下料、成形、焊接等新设备(如：激光切割、等离子切割、水切割、数控回转头压力机及数控折弯、焊接机械手、焊接机器人等)在各行业得到广泛运用。目前，钣金加工技术正努力朝着高速、自动、精密、安全等方向发展，各种高速压力机，具备自动加工、自动搬运和储料等功能的冲压柔性制造系统(FMS)和各种数控钣金加工用压力机相继得到开发与发展，可以预见，钣金加工技术水平将会得到进一步提高，钣金构件的应用领域将会越来越广，应用数量将会越来越多。

1.2 钣金加工的工作内容及生产操作

冷作钣金加工是围绕着板材、型材和管材等原材料而进行的下

料、切割、成形、连接等工序的加工，具有其自身的加工特色及特点，因此，形成了自身独特的加工工作内容和生产流程与操作规范。

(1) 钣金加工的工作内容

① 看懂钣金零件图 看懂零件图是钣金加工的前提，只有看懂零件图，才能进一步分析清楚零件的结构，了解构件的形状、组成部分、尺寸和有关技术要求等，从而进行后续的加工。钣金零件图既是加工的基础，也是产品检验的依据，是生产中的重要技术文件。

② 展开放样 在看懂钣金零件图的基础上，应根据钣金构件的材料种类、结构特点、形状及尺寸要求，在分析和选择制造工艺的基础上，通过对所加工构件进行适当工艺处理（如：加放加工余量、确定弯曲构件中性层的弯曲半径等）后进行必要的计算（对于计算过于复杂的零件，生产中也可通过试验决定）和展开，从而获得产品制造过程中所需要的用 1:1 比例准确绘制的零件全部或部分的展开图（该展开图即为放样图）、展开数据、划线或检验样板等。展开放样是钣金加工的第一道工序，从本质上说也是制订工艺规程（规定钣金构件制造工艺过程和操作方法的工艺文件）工作内容之一。

工艺规程的编制属于钣金构件的生产技术准备，一般由工程技术人员负责完成。但在不同的行业、不同规模的企业，根据构件复杂程度的不同，工艺规程的编制也可能略有不同，或出现由冷作钣金技师、高级冷作钣金工负责完成的情况。通常普通冷作钣金工对展开放样往往仅需根据相关的展开放样图等技术文件，完成对所加工构件展开放样图的划线（号料）、负责制作样杆、样板等任务。

③ 生产加工 根据相关的钣金加工技术文件，利用各种钣金加工设备和工具，采用各种加工方法（包括热处理、表面处理等），制造出符合钣金零件图要求的产品。

通常，钣金加工的基本工序有矫正、放样、下料、切割、成形、连接装配（包括焊接、铆接、咬接及螺纹连接等）等。按工序性质可分为备料、放样、加工成形和装配连接四大部分。而切割、

成形加工方式中运用最多的为冲压加工。

冲压加工根据其加工过程中变形性质的不同,可划分为分离类工序和变形类工序两大类。分离类工序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;变形类工序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。

分离类工序主要包括冲裁(冲孔、落料)、切口、切断、切边、剖切等工序,各工序主要特点如下。

a. 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 1-1 (a)。

b. 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 1-1 (b)。

c. 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 1-1 (c)。

d. 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 1-1 (d)。

e. 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 1-1 (e)。

f. 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 1-1 (f)。

变形类工序主要包括弯曲、拉深、成形(翻边、缩口、胀形、起伏成形、整形)、冷挤压等工序,各工序主要特点如下。

a. 弯曲 用模具将板料弯成各种角度和形状,其工序简图及模具简图见图 1-2 (a)。

b. 拉深 用模具将板料毛坯冲制成各种开口的空心件,其工序简图及模具简图见图 1-2 (b)。

c. 起伏成形 用模具将板料局部拉深成凸起和凹进形状,其工序简图及模具简图见图 1-2 (c)。

d. 翻边 用模具将板料上的孔或外缘翻成直壁,其工序简图及模具简图见图 1-2 (d)。

e. 缩口 用模具使空心件或管状毛坯的径向尺寸缩小,其工序简图及模具简图见图 1-2 (e)。

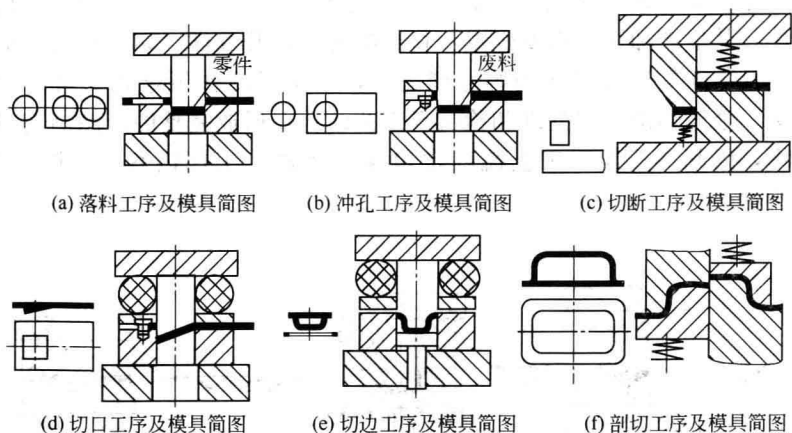


图 1-1 分离类工序及模具简图

f. 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, 其工序简图及模具简图见图 1-2 (f)。

g. 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形状, 其工序简图及模具简图见图 1-2 (g)。

h. 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, 其工序简图及模具简图见图 1-2 (h)。

其中, 钣金加工应用最多的冲压加工工序主要为: 冲孔、落料、切口、切断、切边等分离类工序及弯曲、拉深、翻边等成形类工序。

④ 后续涂装及检验 为提高构件表面的防腐、耐磨、装饰等功能, 完成生产加工的构件常要进行后续涂装 (主要有电镀、喷漆等) 处理; 而为保证构件各加工工序及出厂成品的质量, 还必须执行严格的检验制度 (包括: 加工者本身的自检及专职检验人员的专检)。

(2) 钣金加工的工艺流程

钣金加工的工艺流程指生产过程中, 按一定顺序逐渐改变零件形状、尺寸、材料性能或零部件的装焊等, 直至制造出合乎形状及

尺寸要求的钣金件所进行的加工全过程。对于一个较复杂的结构件，其生产加工一般要经过：材料准备、展开放样、切割坯料、成形及装配等诸多工序内容才能完成，又由于冷作钣金加工常与焊接、金属切削、热处理和检验等工艺结合，形成完整的产品制造过程，因此，其加工工艺流程常包含上述加工工序内容，如图 1-3 所示。

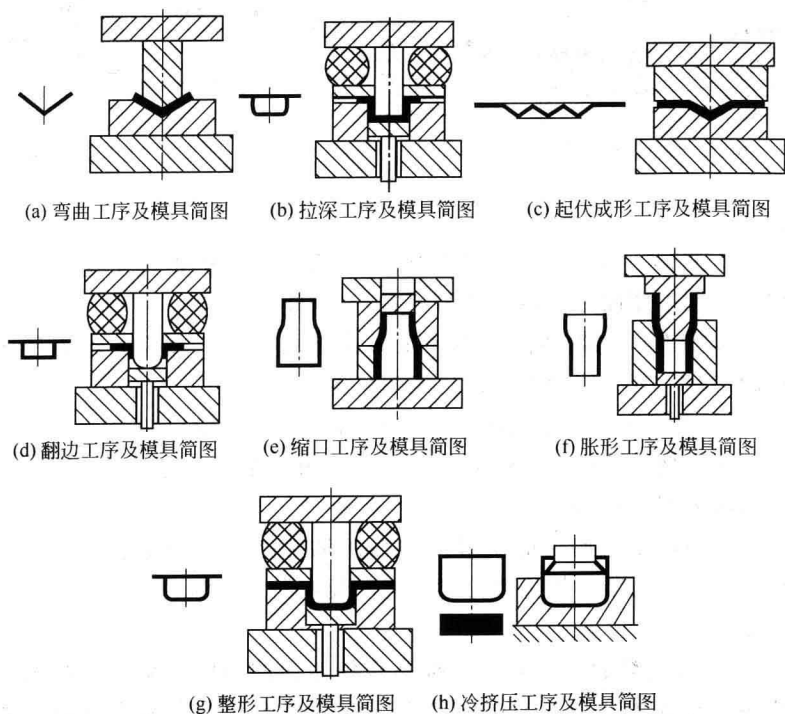


图 1-2 变形类工序及模具简图

工艺流程是指导整个零部件加工流程、组织和管理生产加工的重要技术文件。对于不在一个车间甚至一个工厂内完成的零件加工，它又是各车间工序流转、分工协作、相互衔接配合的重要依据。

由于工艺流程是对构件中的每一个零部件从原材料到整个构件完成所规定通过的整个路线，所以也称为工艺路线。

(3) 钣金加工的工艺规程

工艺流程规定了零件的加工流程，而具体的加工内容则是由工艺规程进行指导和控制的。

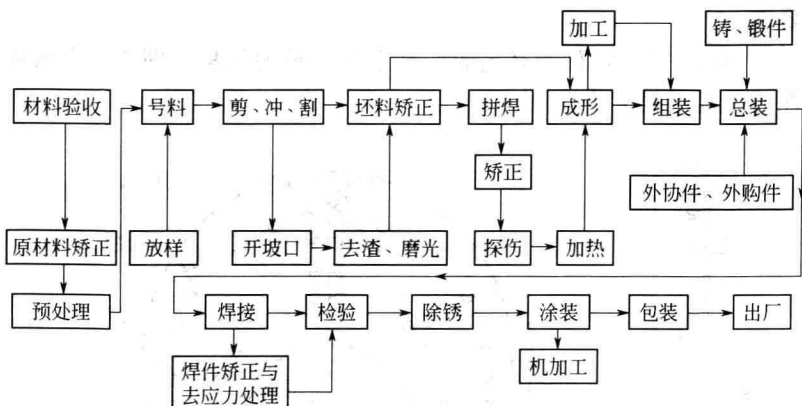


图 1-3 钣金加工的工艺流程

工艺规程是工艺技术人员根据产品图纸的要求和该工件的特点、生产批量以及本企业现有设备和生产能力等，在拟订出的几种可能工艺方案中进行周密的综合分析比较之后，优选出的一种技术上可行、经济上合理的最佳工艺方案，它是指导零件生产过程的技术文件。在技术文件中，明确了该零件所用的毛坯和它的加工方式、具体的加工尺寸；各道工序的性质、数量、顺序和质量要求；各工序所用的设备型号、规格；各工序所用的加工工具（如：辅具、刀具、模具等）形式；各工序的质量要求和检验方法和要求等。

工艺规程在具体应用时有不同的显示。一般说来，一个大型复杂钣金结构件，钣金工往往需要在电焊工、起重工等专业工种的配合下完成，而钣金件对于采用压力加工（如压力机、油压机等）直接完成的加工工艺，往往称为冲压工艺；对于采用焊接加

工进行构件组装的加工工艺，则往往称为焊接工艺；而对于组装加工中既要进行机械加工，又由焊接、铆接等加工工艺组成时，则直接称为装配工艺。其中：较常用的形式是工艺过程卡片。具体格式因不同的公司有所不同，但所包含的内容大致相同。主要包括产品的名称、型号，零件的名称，材料的牌号、规格、件数，工序的顺序号、名称和内容以及完成各工序所用的工艺设备等。

如图 1-4 示零件为某企业产品上的锅炉前管板，图 1-5 为该零件的工艺过程卡片。

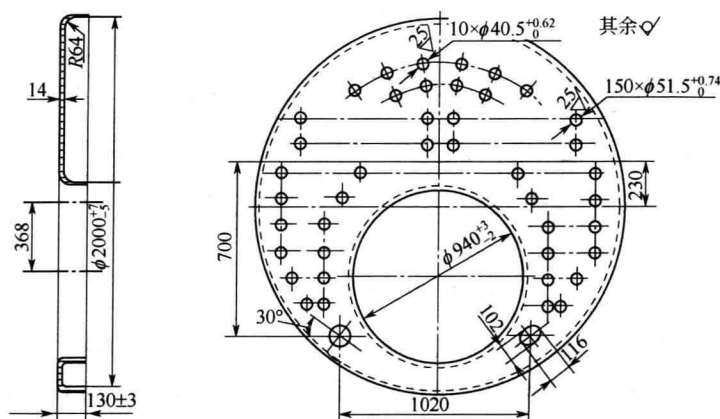


图 1-4 锅炉前管板

工艺过程卡片中之所以对模具及量具（检具、样板）实行代号管理，目的是便于模具及量具的生产、技术管理需要。

一般来说，具体到所有钣金件的加工工艺，它也往往不是由一个下料、冲压车间完成的，许多零件还可能穿插机械加工、热处理、表面处理等，跨车间、跨部门的作业指导由其相应的工艺规程内容控制，但在不同的行业，特别在加工专业技术要求不高、复杂程度不高的钣金构件时，也往往编制一份综合性的工艺规程便可指导生产。