



国家示范性高等职业院校工学结合规划教材



汽车装配工艺编制与质量控制

QICHE ZHUANGPEI GONGYI BIANZHI YU ZHILIANG KONGZHI



陈心赤 丁伟/主编



罗永前/副主编



重庆大学出版社

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

汽车装配工艺编制与 质量控制

陈心赤 丁 伟 主 编
罗永前 副主编

重庆大学出版社

内 容 提 要

本书是高职院校汽车制造与装配的专业必修课教材。全书分为汽车制造装配工艺认识、汽车装配工艺规程编制和装配质量控制三个单元,按照项目化教学的要求组织内容。第一单元包含车身冲压工艺认识、车身装焊工艺认识、车身涂装工艺认识和汽车总装工艺认识四个项目。介绍了成车冲压、焊装、涂装、总装的主要工艺和方法,常用设备和工具,生产线的组成等。第二单元以从事装配工艺编制需要完成的任务为线索,安排了“利用尺寸链原理分析装配精度”“装配系统图制定”“装配工装设计”和“装配过程潜在失效模式及后果分析(PFMEA)”共四个项目。同时介绍了几种典型的轿车装配分线的装配工艺。第三单元的内容包括“质量工具运用”“运用8D程序解决质量问题”以及“现场质量问题处理”三个项目。全书内容力求贴近企业工作实际,满足培养职业能力的要求。

本书可作为高职院校汽车制造与装配专业授课教材,也可供有关人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

汽车装配工艺编制与质量控制/陈心赤主编. —重庆:重庆大学出版社,2011.9

国家示范性高等职业院校工学结合规划教材

ISBN 978-7-5624-5847-0

I. ①汽… II. ①陈… III. ①汽车-装配(机械)—高等学校:技术学校—教材②汽车-质量控制-高等学校:技术学校—教材 IV. ①U463②U469

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2010)第 241244 号

汽车装配工艺编制与质量控制

陈心赤 丁 伟 主 编

罗永前 副主编

策划编辑:周 立

责任编辑:李定群 涂 琳 版式设计:周 立

责任校对:任卓惠 责任印制:赵 晟

*

重庆大学出版社出版发行

出版人:邓晓益

社址:重庆市沙坪坝正街 174 号重庆大学(A区)内

邮编:400030

电话:(023) 65102378 65105781

传真:(023) 65103686 65105565

网址:<http://www.cqup.com.cn>

邮箱:fxk@cqup.com.cn (营销中心)

全国新华书店经销

重庆川外印务有限公司印刷

*

开本:787×1092 1/16 印张:15 字数:374 千

2011 年 9 月第 1 版 2011 年 9 月第 1 次印刷

印数:1—3 000

ISBN 978-7-5624-5847-0 定价:28.00 元

本书如有印刷、装订等质量问题,本社负责调换
版权所有,请勿擅自翻印和用本书
制作各类出版物及配套用书,违者必究

前言

本书是结合职业教育的特点,以任务为导向编写的教材。

随着我国汽车工业的飞速发展,汽车企业对制造类人才的需求量越来越大。很多高职院校相继开设了汽车制造与装配专业,培养从事汽车制造与装配的高素质技能型人才,以满足行业企业的需求。

以往高职院校汽车制造与装配专业开设的课程,与企业的工作现实和需求存在着较大的差异,对学生知识结构与能力的培养不能满足要求。为此我们对原有的课程体系进行了改革,将一些内容陈旧的课程去除,新增一些贴近企业工作岗位能力要求的课程。课程内容有了很多变化。“汽车装配工艺编制与质量控制”就是这样的一门由旧的课程优化而来的新课程。该课程是汽车制造与装配专业的一门核心专业课程,它紧密结合汽车企业基层工艺技术岗位和管理岗位的职业能力要求而设置。

为了适应新的高职教育模式的要求,满足新课程教学的需要,我们高职院校教师与汽车制造企业工程师一起,精心编写了《汽车装配工艺编制与质量控制》一书,作为汽车制造与装配专业课程的教材。

本书以任务为导向来组织学习内容。学习任务主要来源于汽车企业装配工艺技术人员实际工作任务,同时加上了对成车冲压工艺、涂装工艺、焊装工艺的认识。全部内容分为汽车制造装配工艺认识、汽车装配工艺规程编制和装配质量控制三个单元。一单元汽车制造装配工艺认识是二单元汽车装配工艺规程编制和三单元汽车装配质量控制的基础。按照成车制造过程介绍了成车冲压、焊装、涂装、总装的主要工艺和方法、常用设备和工具、生产线的组成等;二单元以从事装配工艺编制需要完成的任务为线索,主要安排了应用尺寸链原理分析装配精度,装配工艺系统图绘制,装配工艺卡和作业指导书编制,简单装配工装设计,潜在失效模式及后果分析等内容,同时介绍了几种典型的轿车装配分线的装配工艺。三单元装配质量控制包括新老七大质量工具及其运用,福特汽车公司分析改善

质量问题的“8D”程序以及汽车企业现场质量问题处理的工作程序和处理方法等内容。

通过本书学习,可使制造装配专业学生熟悉汽车制造装配工艺流程,了解整车装配制造生产线及常用设备工具,掌握相关的工艺技术知识,初步具备制定汽车装配工艺及控制装配质量,处理工艺技术问题的能力,为从事工艺技术和基层管理工作打下基础。

全书由重庆电子工程职业学院陈心赤、丁伟主编,罗永前副主编,负责全书的策划构思、大纲的编写和统稿。陈心赤老师编写了项目4,5,6,7,8,丁伟老师编写了项目1,2,3,陈卫东老师参编了项目9。重庆长安汽车股份有限公司阎斌工程师参编了项目11,吕红波工程师参编了项目10。在教材编写过程中,得到了上海景格汽车科技有限公司的大力支持,再次特别鸣谢。

由于编者水平限制,书中可能有疏漏之处,敬请专家和读者批评指正,以利我们改进。

编 者

2011年6月

目录

第1单元 汽车制造四大工艺认识	1
项目1 认识车身冲压工艺	1
1.1 冲压工艺的特点和分类	1
1.2 冲压设备	4
1.3 冲压模具	8
1.4 车身零件冲压工艺过程	10
思考与练习	15
项目2 认识车身装焊工艺	17
2.1 焊接基础知识	17
2.2 车身的装焊	21
2.3 焊接质量管理	37
思考与练习	38
项目3 认识车身涂装工艺	40
3.1 汽车涂料	40
3.2 汽车车身涂装工艺	45
3.3 涂装生产线、涂装方法及设备	50
思考与练习	57
项目4 认识汽车总装工艺	59
4.1 汽车生产过程概要	59
4.2 总装配生产方式	59
4.3 装配工艺与设备	60
4.4 检测与调整	69
思考与练习	71
第2单元 汽车装配工艺规程制定	72
项目5 利用尺寸链原理分析装配精度	72
5.1 装配的概念	74
5.2 装配精度	75
5.3 尺寸链基本概念	76
5.4 尺寸链的计算	79
5.5 装配方法与装配尺寸链的应用	82
思考与练习	92
项目6 装配系统图的制定	93
6.1 装配单元和装配系统图	94
6.2 装配工艺规程	95
6.3 发动机分线装配工艺过程	103
思考与练习	110

项目 7 装配工装设计	120
7.1 基准	121
7.2 工件定位的 6 自由度规则	123
7.3 公差与配合	128
7.4 零件的结构工艺性	133
7.5 工装设计案例	140
7.6 仪表板分装线装配工艺	143
思考与练习	151
项目 8 装配过程潜在失效模式及后果分析(PFMEA)	
.....	153
8.1 潜在失效模式及后果分析(FMEA)	153
8.2 车门装配分线装配工艺过程	160
思考与练习	165
第 3 单元 汽车装配质量控制	170
项目 9 质量管理工具运用	170
9.1 质量管理基本概念	172
9.2 质量管理的发展过程	173
9.3 全面质量管理	175
9.4 质量管理统计工具——老七大工具	178
9.5 质量管理工具——新七大工具简介	196
思考与练习	204
项目 10 运用 8D 方法解决质量问题	206
10.1 PDCA 循环	206
10.2 福特“8D”知识介绍	209
10.3 8D 案例	216
思考与练习	216
项目 11 现场质量问题处理	224
11.1 现场管理人员的职责	226
11.2 总装车间质量问题处理流程	226
11.3 总装车间工艺规程优化控制程序	227
11.4 总装车间质量控制程序	228
11.5 现场质量问题的分类和解决方法	229
思考与练习	233
参考文献	234

第 1 单元

汽车制造四大工艺认识

项目 1 认识车身冲压工艺

学习目标:

1. 掌握汽车车身的结构、材料、性能要求以及制造过程。
2. 掌握冲压工艺的分类及其特点。
3. 熟悉典型车身覆盖件冲压工艺流程。
4. 能识读冲压工艺文件。
5. 了解冲压设备、模具及冲压生产线。

在现代汽车生产制造中,冲压工艺起着重要的作用。据统计,汽车 60% ~ 70% 的零件是用冲压工艺制造出来的。特别是车身的制造,更是离不开冲压工艺。冲压技术对汽车产品质量、生产效率及生产成本有着重要影响。

1.1 冲压工艺的特点和分类

(1) 冲压工艺的特点

冲压是依靠冲压设备(压力机)的动力,通过模具的作用,对板材、带材、管材和型材等施加外力,使之产生塑性变形或分离,从而获得所需形状和尺寸的工件(冲压件)的成形加工方法。

在冲压零件的生产中,合理的冲压成形工艺、先进的模具、高效的冲压设备是必不可少的三要素,如图 1-1 所示。

冲压与其他金属加工方法相比,具有下述特点:

1) 可制造形状复杂,精度稳定的零件。

冲压可制出其他方法难以制造的带有加强筋、肋、起伏或翻边的工件,以提高其刚性。由于采用精密模具,工件精度可达微米级,且重复精度高、规格一致,可以冲压出孔窝、凸台等。

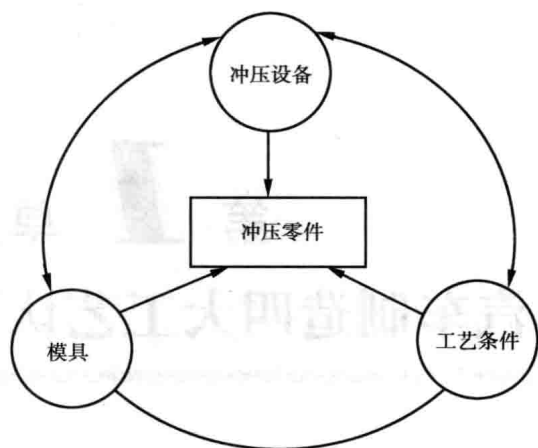


图 1-1 影响冲压零件的因素

2) 生产效率高,生产成本低。

冷冲压件一般不再经切削加工,或仅需要少量的切削加工,节约材料。热冲压件精度和表面状态低于冷冲压件,但仍优于铸件、锻件,切削加工量少。例如加工一个发动机的链轮,采用铸造和机械加工,材料利用率约 45%,冲压材料利用率约 72%。

冲压是高效的生产方法。采用复合模,尤其是多工位级进模,可在一台压力机上完成多道冲压工序,实现由带料开卷、矫平、冲裁到成形、精整的全自动生产。生产效率高,劳动条件好,生产成本低。

低,一般每分钟可生产数百件。

3) 冲压加工能获得强度高,刚度高且质量轻的零件。

这点对汽车车身零件的加工很重要。

4) 冲压用板料的表面和内在性能对冲压成品的质量影响很大。

冲压用材料多为板料或带材,要求冲压材料厚度精确、均匀;表面光洁,无斑、无疤、无擦伤、无表面裂纹等;屈服强度均匀,无明显方向性;均匀延伸率高;屈强比低;加工硬化性低。

在冲压过程中材料表面不易被破坏。表面质量较好,为后续工序如涂装提供了方便条件。

5) 模具的精度和结构直接影响冲压件的成形和精度。

模具制造成本和寿命则是影响冲压件成本和质量的的重要因素。模具设计和制造需要较长的时间,这就延长了新冲压件的生产准备时间。

6) 冲压有较好的互换性。

冲压加工稳定性好,重复精度高,同一批零件规格尺寸一致,可很好地互换使用,有利于装配和产品性能。

总之,冲压加工是一种优质、高产、低消耗的加工方法,有其独到的优点。但也有其局限性,由于模具制造精度要求高,制造难度大和制造时间长,费用高,故只适宜于大批量生产。同时,冲压件的精度决定于模具精度,若零件的精度要求过高,用冷冲压生产就难以达到要求。

(2) 冲压工序分类

冲压加工因制件的形状、尺寸和精度的不同,所采用的工序也不同。根据材料的变形特点可将冷冲压工序分为分离工序和成形工序两大类。

分离工序——被加工材料在外力作用下产生变形,当作用在变形部分的应力达到材料的抗剪强度,材料便产生分离,形成一定形状和尺寸的零件。

成形工序——被加工材料在外力作用下,作用在变形部分的应力处于材料的屈服强度和抗拉强度之间,材料仅仅产生塑性变形,形成一定形状和尺寸的零件。

分离工序和成形工序根据需要,又有不同的一些工序。

车身制造中常见的分离工序如表 1-1 所示,常见的成形工序如表 1-2 所示。

表 1-1 分离工序

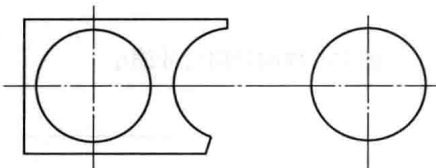
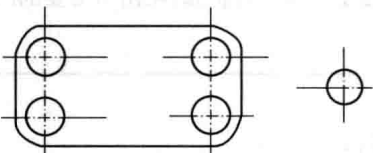
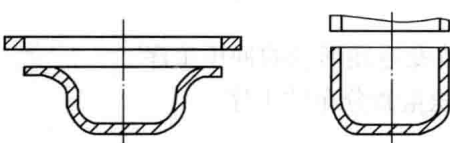
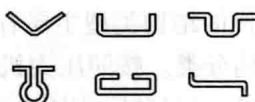
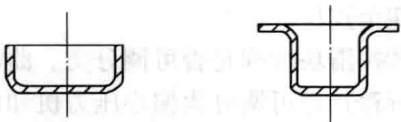
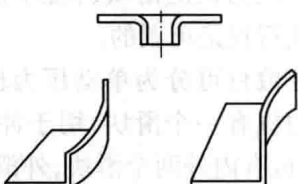
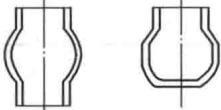
工序名称	工序简图	工作性质
落料		将材料沿封闭轮廓分离,被分离的材料成为工件或工序件,大多数是平面形的
冲孔		将废料沿封闭轮廓从材料或工序件上分离。在材料或工序件上获得需要的孔
切断		将板料沿不封闭的轮廓分离
切边		利用冲模修边成形工序件的边缘,使之具有一定直径、一定高度或一定形状

表 1-2 成形工序

工序名称	工序简图	工作性质
压弯		把板材沿直线弯成各种形状,可以加工形状极为复杂的零件
卷边		将条料端部弯曲成接近封闭的圆筒形
拉延		将平直毛料或工序件变为曲面形,曲面主要依靠位于凸模底部及压边圈上部的材料延伸形成
翻边		将工件的孔边缘或外缘沿外形曲线周围将材料翻成侧立短边

续表

工序名称	工序简图	工作性质
缩口		使空心件的径向尺寸缩小
胀形		使空心件向外扩张,胀出所需要的凸起曲面

零件冲压生产一般可分为 5 个典型基本工序进行：

- ①冲裁。使板料实现分离的冲压工序。
- ②弯曲。将金属材料沿弯曲线弯成一定的角度和形状的冲压工序。
- ③拉深。将平板料变成各种开口空心件,或者把空心件的尺寸作进一步改变的冲压工序。
- ④成形。用各种不同性质的局部变形来改变毛坯形状的冲压工序。
- ⑤立体压制(冲击压制)。将金属材料体积重新分布的工序。

1.2 冲压设备

(1) 冲压机的结构与分类

冲压设备有压力机(见图 1-2)、开卷机和剪板机等。在汽车冲压车间常用压力机是曲柄压力机。



图 1-2 压力机

1) 曲柄压力机的结构类型主要有以下几种：

- ①按机床结构分类。按照压力机的床身结构不同,可分为开式压力机和闭式压力机两种。
- ②按连杆的数目分类。按照压力机上连杆的数目不同,可分为单点、双点和四点压力机。单点压力机有一个连杆,双点和四点压力机分别有两个和四个连杆。
- ③按滑块行程是否可调分类。曲柄压力机按滑块行程是否可调分为偏心压力机和曲轴压力机两大类。曲轴压力机的滑块行程不能调整,偏心压力机的滑块行程是可调的。
- ④按滑块数目可分为单动压力机,双动压力机。单动压力机有一个滑块,用于冲压一般冲压件;双动压力机有内外两个滑块,外滑块拉深时用作压料,专用于拉深大型覆盖件。

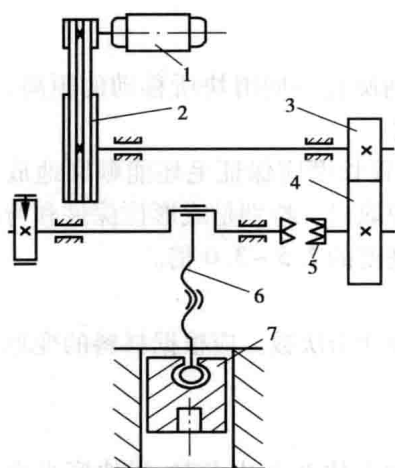


图 1-3 曲轴压力机结构简图

1—电动机;2—皮带轮;3—齿轮;4—飞轮;
5—离合器;6—曲柄连杆;7—滑块

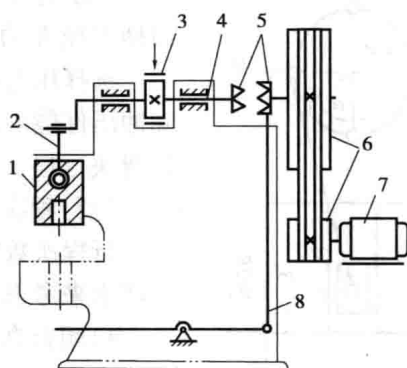


图 1-4 偏心压力机结构简图

1—滑块;2—连杆;3—制动器齿轮;4—偏心轴;
5—离合器;6—皮带轮;7—电动机

2) 曲柄压力机的基本组成

曲轴压力机和偏心压力机的结构和工作原理如图 1-3、图 1-4 所示。

曲柄压力机由以下几部分组成:

①能源系统。能源系统包括电动机 1 和飞轮 4。

②传动系统。传动系统包括带轮传动、齿轮传动等机构。

③工作机构,即曲柄连杆机构。由曲柄连杆 6、滑块 7 组成。

电动机 1 通过 V 带把能量传给带轮 2,通过传动轴经小齿轮、大齿轮、离合器传给曲柄,并经连杆曲柄的旋转运动变成滑块 7 的往复运动,使压力机在整个工作周期里负荷均匀,能量得以充分利用。模具上模由滑块带动工作。

④操作系统。操作系统由制动器、离合器等组成。

离合器是用来启动和停止压力机动作的机构。制动器的作用是:在离合器分离时,使滑块停止在所需的位置上。

⑤压力机床身。床身是压力机的骨架,承受全部冲击力,并将压力机所有的零部件联结起来,保证全机所要求的精度、强度和刚度。床身上固定有工作台,用于安装下模。

除以上基本部分外,还有许多种辅助装置,如润滑系统、保险装置、计数装置及气垫等。

(2) 冲压机的技术参数

1) 公称压力

压力机滑块下滑过程中的冲击力就是压力机的压力。压力的大小随滑块下滑的位置不同而变化。

压力机的公称压力——我国规定滑块下滑到距下极点某一特定的距离 S_p 时或曲柄旋转到距下极点某一特定角度 α 时,所产生的冲击力称为压力机的公称压力。

S_p 称为公称力行程, α 称为公称压力角。公称力行程一般为总行程的 5% ~ 7%。

为保证冲击力足够,一般冲裁、弯曲时压力机的吨位应比计算的冲击力大 30% 左右。拉深时压力机吨位应比计算出的拉深力大 60% ~ 100%。

图 1-5 为行程与冲压力示意图。

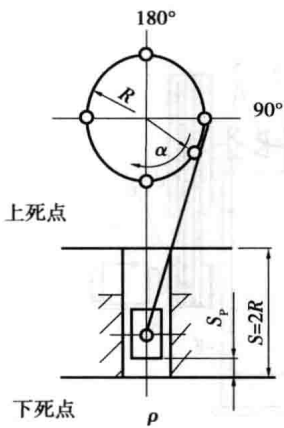


图 1-5 行程与冲压力

2) 滑块行程长度 S

滑块行程长度是指曲柄旋转一周滑块所移动的距离,其值为曲柄半径 R 的两倍。 $S=2R$ 。

选择压力机时,滑块行程长度应保证毛坯能顺利地放入模具和冲压件能顺利地 from 模具中取出。特别是成形拉深件和弯曲件应使滑块行程长度大于制件高度的 2.5 ~ 3.0 倍。

3) 行程次数 n

行程次数即滑块每分钟冲击次数。应根据材料的变形要求和生产率来考虑。

4) 闭合高度

压力机的闭合高度是指滑块在下止点时,滑块底平面到工作台面(注意在压力机的工作台垫板下方)之间的高度。压力机的闭合高度可通过调节连杆长度在一定范围内变化。

压力机的闭合高度要满足压力机的装模要求。

压力机的装模高度:指压力机的闭合高度减去垫板厚度的差值。

模具的闭合高度:指冲模在最低工作位置时,上模座上平面至下模座下平面之间的距离。

理论上为: $H_{\min} - H_1 \leq H \leq H_{\max} - H_1$

实际上要求: $H_{\min} - H_1 + 10 \leq H \leq H_{\max} - H_1 - 5$

图 1-6 为闭合高度和装模高度的示意图。

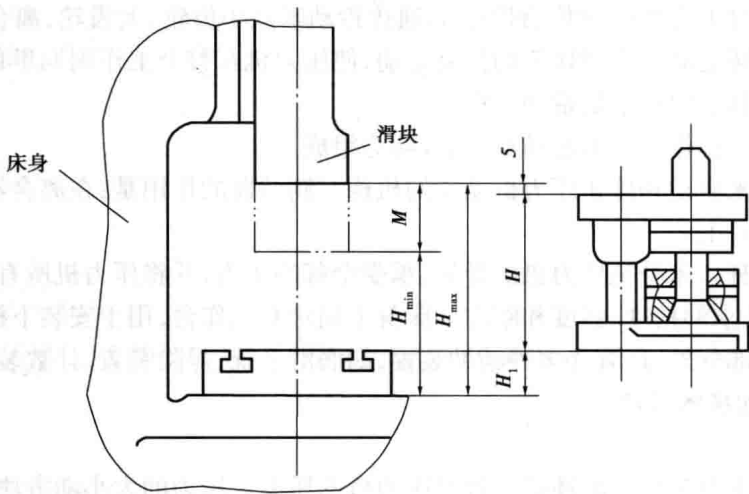


图 1-6 闭合高度与装模高度

5) 工作台面尺寸

工作台面长、宽尺寸应大于模具下模座尺寸,并每边留出 60 ~ 100 mm,以便于安装固定模具用的螺栓、垫铁和压板。当制件或废料需下落时,工作台面尺寸必须大于下落件的尺寸。对有弹顶装置的模具,工作台面尺寸还应大于下弹顶装置的外形尺寸。

6) 滑块模柄孔尺寸

模柄孔直径要与模柄直径相符,模柄孔的深度应大于模柄的长度。

(3) 冲压生产线

汽车车身生产都是大批量生产,为提高生产效率、稳定质量,一般采用自动化冲压生产线方式生产。冲压生产线的设备一般按工艺流程,通常以双动压力机为首,加上4~5台单动宽台面压力机组成。排列方式多采用贯通式纵向排列,也有采用压力机横向排列的。

冲压生产的机械化和自动化主要表现在坯料准备,使用卷材、带料,实现卷材的开卷、校平、落料自动化;大型覆盖件,形成不同形式的冲压自动线和机械化冲压生产线;小型冲压件,大量采用连续或自动冲模,采用高速压力机实现冲压生产的高速化;废料排除,采用废料处理的自动化系统。

图1-7、图1-8为冲压生产线的情况。



图1-7 冲压生产线的设备

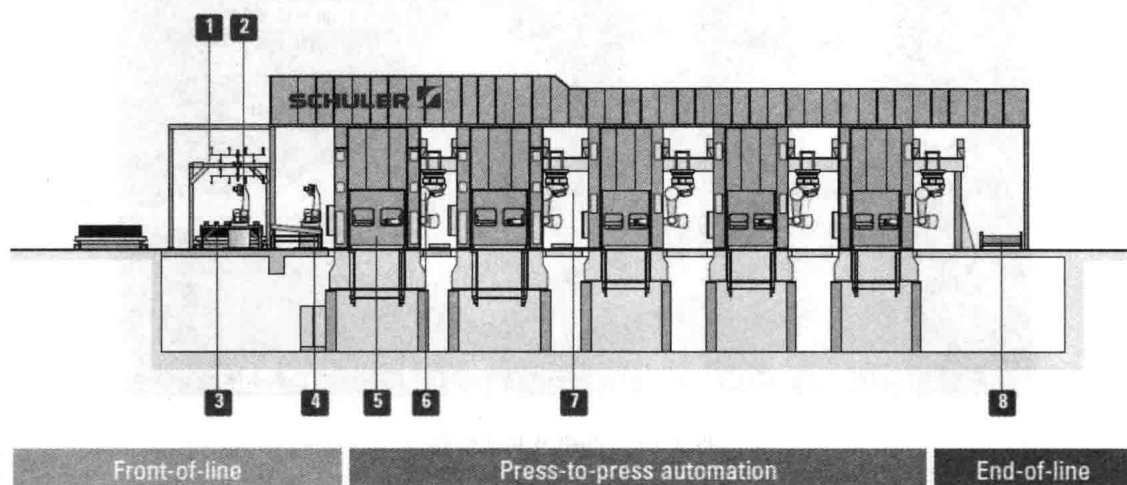


图1-8 自动化生产线

1.3 冲压模具

(1) 拉延模

拉延模主要由固定座、压边圈、顶出器、凸模和凹模五个部件组成。

如图 1-9 所示为拉延模组件图。

1) 凸模及其他组件(见图 1-10)。

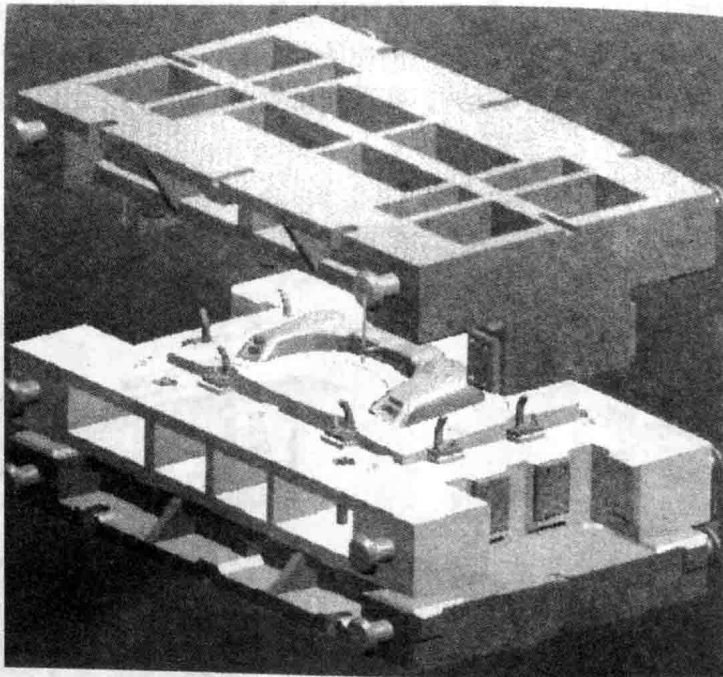


图 1-9 拉延模组件图

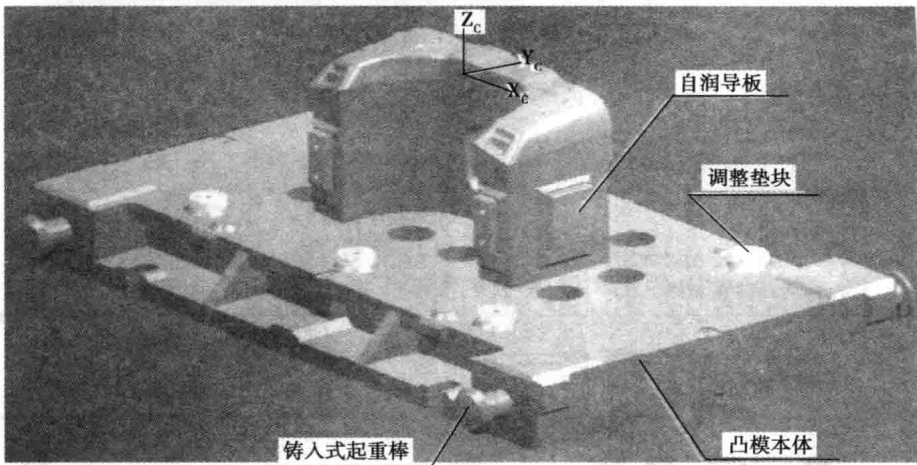


图 1-10 凸模及其他组件

自润滑板:主要起导向作用,材质通常是 HT300。

调整垫块:主要用来调整凸模及压边圈是否敦实,材质通常是 45#钢。

铸入式起重棒:主要是用于起吊模具,材质通常是 45#钢。

2) 压边圈及其他组件(见图 1-11)。

压边圈本体: 材质通常采用钼铬铸铁。

压力调整垫: 用来调整压力边等, 材质通常是 45# 钢。

定位板组件: 主要用于毛坯板料的定位, 材质通常是 Q235。

安全螺栓合件: 主要是防止压边圈在受力时抬得过高。

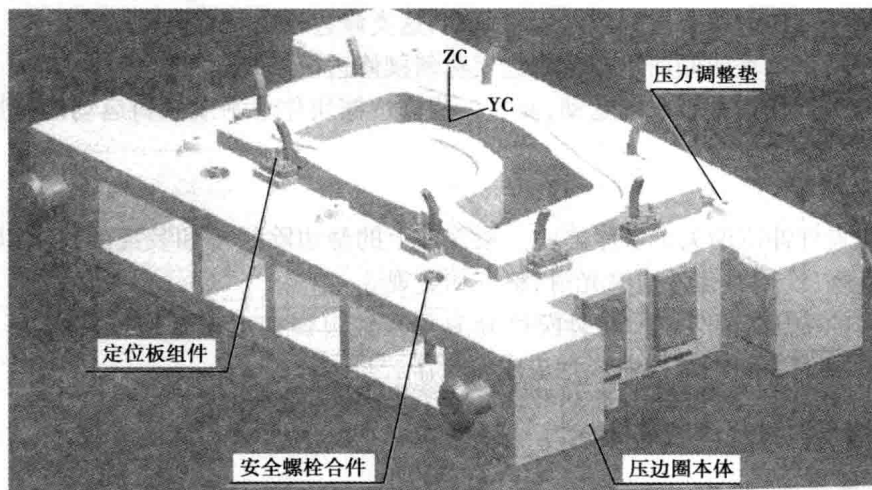


图 1-11 压边圈及其他组件

3) 凹模及其他组件(见图 1-12)。

凹模本体: 材质通常采用钼铬铸铁。

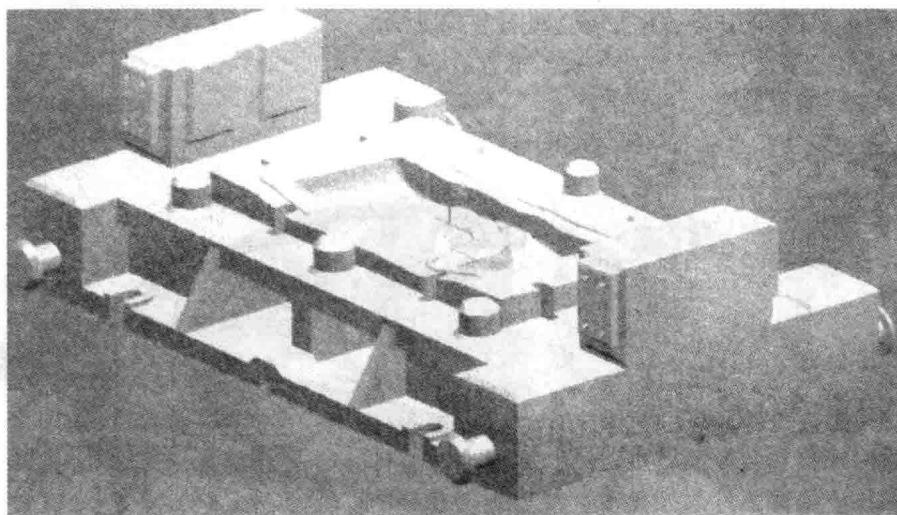


图 1-12 凹模及其他组件

压印标记销: 主要用来检测试模时模具是否合到底, 还可以区分左右件。材质通常是 Cr12MoV, 通常安装在制件上比较接近平面的地方。

排气管: 主要是用于排气, 材质通常是直径为 6 的铜管, 安装在适当位置即可。

每个制件的拉伸模具成功与否, 最主要的是能否拉出合格的拉延件。

(2) 修边模

一般所称的修边模包括了修边冲孔模,冲孔合并在修边中对于修边模的结构影响不大,只是增加冲孔凸模、凹模和凸模固定座。修边冲孔模是汽车冲模中第二套模具,修边冲孔模的好坏直接影响装车后的效果。

根据修边镶块的运动方向,修边模可分为以下3类:

- 1) 修边镶块与压力机方向一致做垂直运动,这类修边模叫垂直修边模。
- 2) 修边镶块作水平或倾斜运动的修边模称斜楔修边模。
- 3) 一些修边镶块作垂直方向运动,而另一些修边镶块作水平或倾斜运动的修边模称垂直斜楔修边模。

(3) 翻边模

翻边是覆盖件冲压的关键工序之一。覆盖件上的翻边除焊接和装配的要求以外,还增加覆盖件的刚性强度,使覆盖件边缘光滑、整齐和美观。

根据翻边的冲压方向不同,翻边模可分为垂直翻边模和水平翻边模两大类。水平翻边(含倾斜翻边)则需要斜楔结构完成翻边成型工作。

1.4 车身零件冲压工艺过程

(1) 汽车覆盖件

在汽车的构成中,车身、发动机和底盘一起被称为汽车的三大总成。其中车身在汽车制造和产品开发中占有举足轻重的地位。

车身覆盖件是指覆盖发动机、底盘、构成驾驶室和车身的薄钢板冲压成形的表面零件,轿车车身的表面形状完全由覆盖件形成,如图 1-13 所示。

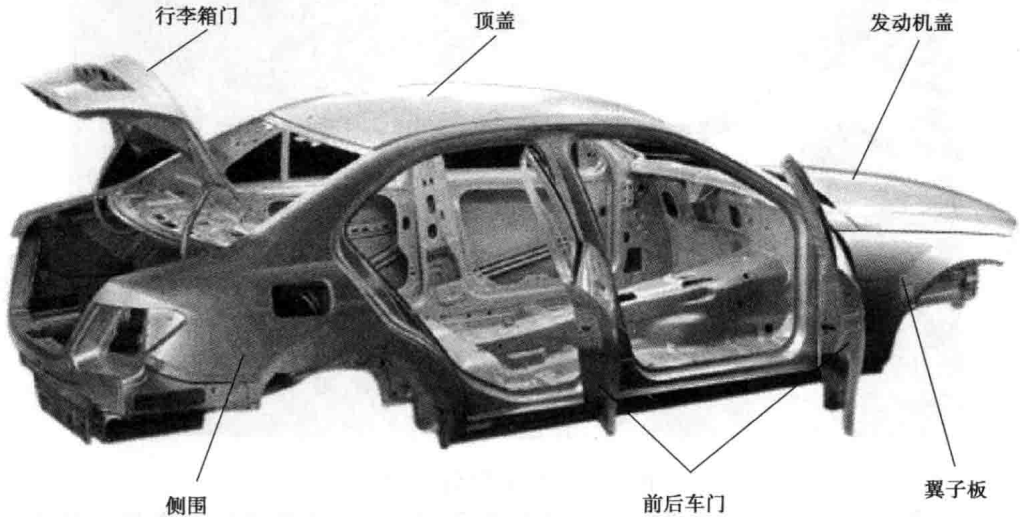


图 1-13 车身覆盖件

- 1) 车身覆盖件按作用和要求可分为3类:外覆盖件、内覆盖件和骨架件。

汽车覆盖件形状复杂,表面质量要求高。覆盖件的制造是汽车车身制造的关键环节。覆盖件的分类按功能和部位分类,可分为外部覆盖件、内部覆盖件和骨架类覆盖件三类。外覆盖