

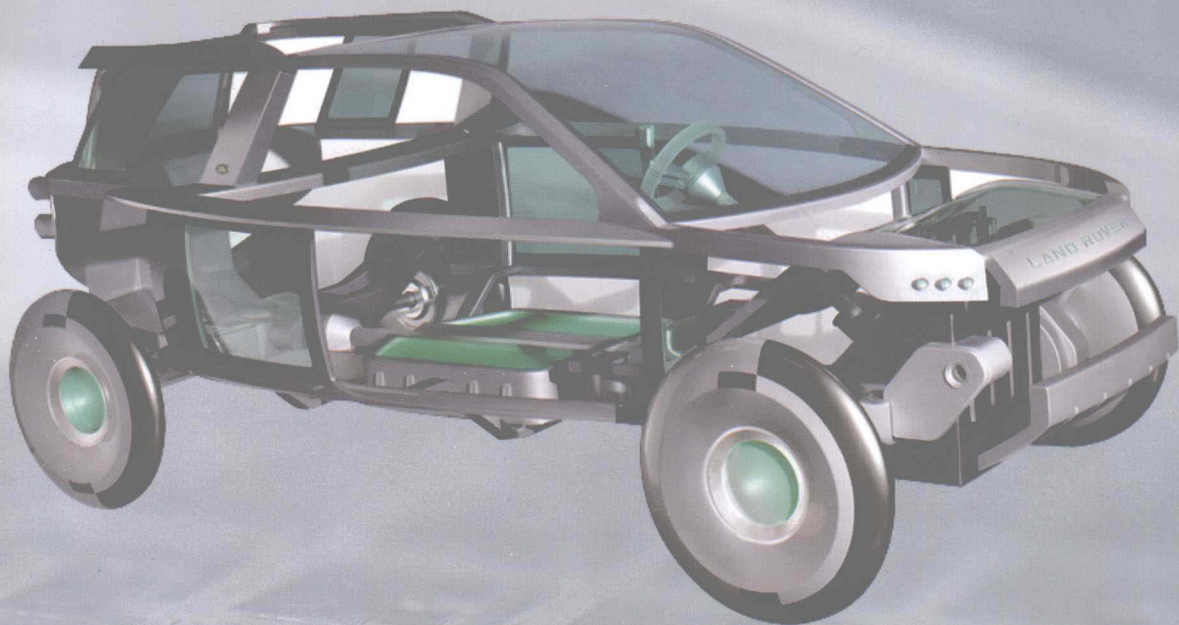


“十二五”普通高等教育车辆工程专业规划教材

# 汽车车身制造工艺学

QICHE CHESHEN ZHIZAO GONGYIXUE

钟诗清 主编  
吴焕芹 副主编



人民交通出版社  
China Communications Press

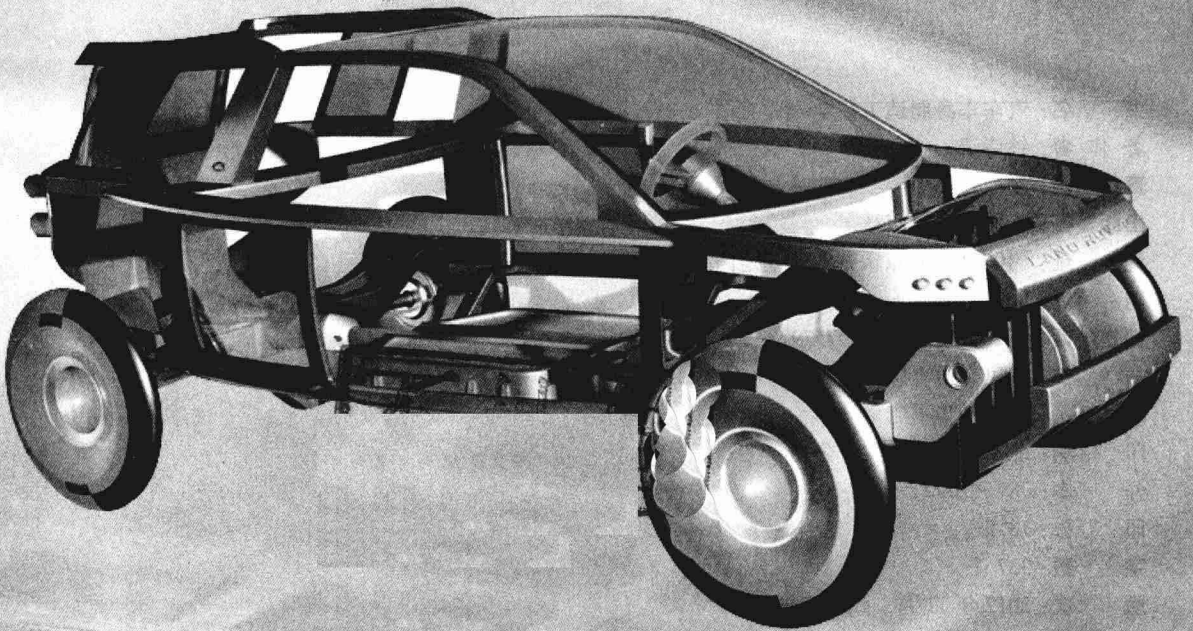


“十二五”普通高等教育车辆工程专业规划教材

# 汽车车身制造工艺学

QICHE CHESHEN ZHIZAO GONGYIXUE

钟诗清 主 编  
吴焕芹 副主编



人民交通出版社  
China Communications Press

## 内 容 提 要

本书系统地阐述了汽车车身制造的全过程,共分八章,包括汽车车身结构及其制造过程、车身材料、冲压工艺基础、车身冲压、车身焊接工艺、机器人和机械手的应用、涂装工艺、现代车身技术及其发展趋势等内容。

本书为高等院校车辆工程及相关专业学生教材,也可供汽车行业工程技术人员参考。

### 图书在版编目(CIP)数据

汽车车身制造工艺学 / 钟诗清主编. — 北京: 人民交通出版社, 2012. 11

ISBN 978-7-114-10085-7

I. ①汽… II. ①钟… III. ①汽车-车体-车辆制造-工艺学 IV. ①U463.820.6

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2012)第 219349 号

书 名: 汽车车身制造工艺学

著 者: 钟诗清

责任编辑: 夏 韩

出版发行: 人民交通出版社

地 址: (100011)北京市朝阳区安定门外外馆斜街3号

网 址: <http://www.ccpres.com.cn>

销售电话: (010)59757969, 59757973

总 经 销: 人民交通出版社发行部

经 销: 各地新华书店

印 刷: 北京交通印务实业公司

开 本: 787×1092 1/16

印 张: 13.5

字 数: 337 千

版 次: 2012 年 11 月 第 1 版

印 次: 2012 年 11 月 第 1 次印刷

书 号: ISBN 978-7-114-10085-7

定 价: 27.00 元

(有印刷、装订质量问题的图书由本社负责调换)

# “十二五”普通高等教育车辆工程专业规划教材

## 编委会名单

### 编委会主任

龚金科(湖南大学)

### 编委会副主任(按姓名拼音顺序)

陈南(东南大学)      方锡邦(合肥工业大学)      过学迅(武汉理工大学)  
刘晶郁(长安大学)      吴光强(同济大学)      于多年(吉林大学)

### 编委会委员(按姓名拼音顺序)

蔡红民(长安大学)      陈全世(清华大学)      陈鑫(吉林大学)  
杜爱民(同济大学)      冯崇毅(东南大学)      冯晋祥(山东交通学院)  
郭应时(长安大学)      韩英淳(吉林大学)      何耀华(武汉理工大学)  
胡骅(武汉理工大学)      胡兴军(吉林大学)      黄韶炯(中国农业大学)  
兰巍(吉林大学)      宋慧(武汉科技大学)      谭继锦(合肥工业大学)  
王增才(山东大学)      阎岩(青岛理工大学)      张德鹏(长安大学)  
张志沛(长沙理工大学)      钟诗清(武汉理工大学)      周淑渊(泛亚汽车技术中心)

# 前 言

汽车车身制造工艺学是一门综合性的工程技术学科,涉及冲压、焊接、油漆、装饰等多个领域,该课程是一门跨专业的课程。

车身制造不仅技术精密、资金投入量大,而且反应出现代制造技术的发展水平,车身技术人才培养越来越受到汽车行业的重视和关注。

本书取材和编写的特点如下:

(1)从制造过程出发,根据教学的特点,由浅入深,由基础理论到实际应用,逐步阐述车身制造的全过程。

(2)以车身制造的冲压、焊接、油漆、装饰四大工艺为题材,重点介绍其工艺特点、工艺方法、工艺参数、工艺规范及其工艺装备等基本内容,同时对现代车身技术的发展趋势也作了一些必要的叙述。

(3)精选内容,突出重点,使之适合于教学,也适宜于汽车工作者使用。

本书由武汉理工大学钟诗清任主编,吴焕芹任副主编。钟诗清编写第1章、第5章1~4节、第7章、第8章第5节;齐芳编写第2章;吴焕芹编写第3章和第4章;张宏编写第5章第5节和第6章;东风公司技术中心史建鹏编写第8章1~4节。本书编写过程中,东风、神龙公司的很多专家给予了大力支持和悉心指导,在此特致以衷心感谢!

由于汽车车身技术发展迅猛,新工艺、新技术日新月异,加之编者水平的限制和教材的一些要求,未能迅速将其提升为课堂教学的内容,书中的错误和疏漏之处,恳请专家和读者批评指正。

编 者

2012年2月

# 目 录

第 1 章 汽车车身结构及其制造过程 .....	1
1.1 车身的类型及其典型结构 .....	1
1.1.1 车身的类型 .....	1
1.1.2 车身的典型结构 .....	1
1.2 车身的生产类型及其工艺特点 .....	2
1.3 车身的制造过程 .....	3
1.3.1 车身冲压过程 .....	3
1.3.2 车身的装焊过程 .....	5
1.3.3 车身的涂装工艺 .....	6
第 2 章 车身材料 .....	7
2.1 车身覆盖件材料 .....	7
2.1.1 冲压加工对原料的要求 .....	7
2.1.2 焊接工艺对原材料的要求 .....	8
2.1.3 车身覆盖件常用材料 .....	10
2.1.4 车身上使用的新材料 .....	11
2.2 内饰材料 .....	13
2.2.1 内饰件表皮材料 .....	13
2.2.2 内饰用基础材料 .....	16
2.2.3 内饰树脂材料 .....	17
第 3 章 冲压工艺基础 .....	18
3.1 概述 .....	18
3.1.1 冲压加工的特点 .....	18
3.1.2 冲压工序的种类 .....	18
3.2 冲裁 .....	21
3.2.1 影响冲裁质量的因素 .....	21
3.2.2 合理间隙的确定 .....	22
3.2.3 冲裁力的计算及减小冲裁力的方法 .....	23
3.2.4 材料的经济利用 .....	26
3.2.5 冲裁的工艺设计 .....	27
3.2.6 冲裁模的典型结构 .....	30
3.3 弯曲 .....	31
3.3.1 弯曲件的工艺性 .....	31
3.3.2 弯曲件的回弹 .....	32
3.3.3 弯曲件毛坯尺寸的计算 .....	33

3.3.4	弯曲力的计算	33
3.3.5	弯曲模凸凹模之间的间隙	35
3.3.6	弯曲模的结构	35
3.3.7	提高弯曲件精度的工艺措施	35
3.4	拉伸	37
3.4.1	拉伸过程	38
3.4.2	拉伸工艺参数的确定	38
3.4.3	车身覆盖件的拉伸	50
3.5	其他成型工艺	54
3.5.1	局部成型	55
3.5.2	翻边	56
3.5.3	胀形	61
3.5.4	缩口	62
3.5.5	校形	63
<b>第4章</b>	<b>车身冲压</b>	<b>66</b>
4.1	车身冲压设备	66
4.1.1	常用压力机的分类和代号	66
4.1.2	曲柄压力机	66
4.1.3	拉伸压力机	68
4.1.4	压力机的选用原则	70
4.2	车身冲压生产	71
4.2.1	车身冲压生产线	71
4.2.2	生产线上的输送装置	74
<b>第5章</b>	<b>车身焊接工艺</b>	<b>78</b>
5.1	概述	78
5.1.1	车身装焊特点	78
5.1.2	车身装焊的生产方式	78
5.1.3	车身装焊中的电阻焊	78
5.2	点焊工艺	80
5.2.1	焊点的形成过程	80
5.2.2	点焊的结构工艺性	81
5.2.3	焊前准备	83
5.2.4	焊接规范	84
5.2.5	凸焊	85
5.2.6	缝焊	87
5.3	点焊设备及其焊接工具	88
5.3.1	点焊机的分类	88
5.3.2	固定式点焊机	88
5.3.3	移动式点焊机	91
5.3.4	多点焊机	92

5.3.5	焊接工具	93
5.4	车身装焊夹具与辅具	100
5.4.1	装焊夹具	100
5.4.2	辅助工具	103
5.5	汽车车身装焊工艺	104
5.5.1	汽车焊接工艺概况	104
5.5.2	汽车焊接生产方式	105
5.5.3	轿车车身装焊线	109
5.5.4	轿车车身装焊调整线	111
<b>第6章</b>	<b>机器人和机械手的应用</b>	<b>115</b>
6.1	概述	115
6.1.1	机器人和机械手	115
6.1.2	机器人的组成、运动及分类	116
6.1.3	工业机器人的主要技术参数	122
6.2	机器人和机械手的本体结构	123
6.2.1	手指	123
6.2.2	手腕	125
6.2.3	手臂	126
6.2.4	定位及缓冲	127
6.3	机器人和机械手的应用	131
6.3.1	在冲压线上的应用	131
6.3.2	在装焊线上的应用	132
6.3.3	在油漆线上的应用	132
<b>第7章</b>	<b>涂装工艺</b>	<b>134</b>
7.1	概述	134
7.1.1	涂装的作用	134
7.1.2	涂装的要求	134
7.2	涂料	135
7.2.1	涂料的组成	135
7.2.2	涂料的分类、命名及编号	137
7.2.3	合理选用涂料的一般原则	141
7.3	涂装前金属的表面处理	141
7.3.1	概述	141
7.3.2	脱脂方法	142
7.3.3	磷化处理	145
7.3.4	磷化处理的工艺流程	147
7.4	汽车的涂装工艺	148
7.4.1	静电喷漆	148
7.4.2	电泳涂装	150
7.4.3	粉末喷涂	152



7.5	干燥工艺 .....	153
7.5.1	干燥方法 .....	153
7.5.2	各类涂料所适用的干燥方法 .....	154
7.6	典型涂装工艺 .....	154
7.6.1	汽车用涂料 .....	154
7.6.2	车身用底漆 .....	155
7.6.3	车身用中间层涂料 .....	155
7.6.4	车身用面漆 .....	156
7.6.5	车身涂装的典型工艺 .....	157
<b>第 8 章</b>	<b>现代车身技术及其发展趋势</b> .....	<b>159</b>
8.1	CFD 技术 .....	159
8.1.1	CFD 基本知识 .....	159
8.1.2	CFD 的求解过程 .....	163
8.1.3	CFD 在车身开发中的应用 .....	163
8.2	模流技术 .....	167
8.2.1	模流分析技术简介 .....	168
8.2.2	汽车塑料零部件开发中遇到的问题 .....	169
8.2.3	模流技术在车身开发中的应用 .....	169
8.2.4	模流技术的应用前景 .....	170
8.3	冲压成型中的 CAE 技术 .....	171
8.3.1	概述 .....	171
8.3.2	冲压成型技术 .....	172
8.3.3	冲压成型中的 CAE 技术 .....	176
8.4	现代汽车车身焊接技术及其发展趋势 .....	186
8.4.1	现代车身结构对焊接技术的要求 .....	186
8.4.2	车身新材料和焊接新技术 .....	188
8.4.3	车身尺寸精度控制 .....	193
8.4.4	车身柔性化生产装焊技术 .....	195
8.4.5	工业机器人在车身装焊中的运用 .....	198
8.5	车身涂装技术的发展趋势 .....	202
8.5.1	表面处理技术 .....	202
8.5.2	阴极电泳涂装技术 .....	202
8.5.3	膜过滤技术 .....	203
8.5.4	自动静电涂装技术 .....	203
8.5.5	静电粉末涂装技术 .....	203
8.5.6	烘干技术 .....	203
8.5.7	车用涂料 .....	204
<b>参考文献</b>	.....	<b>205</b>

# 第1章 汽车车身结构及其制造过程

## 1.1 车身的类型及其典型结构

### 1.1.1 车身的类型

汽车车身的种类很多,根据车型和结构形式的不同,有不同的分类方法。

(1)根据车型的不同,可分为:①轿车车身。②大型客车车身。③载货汽车车身(包括驾驶室和车厢)。

(2)根据车身承载形式的不同,可分为:①非承载式车身。②半承载式车身。③承载式车身。

(3)根据车身结构的不同,可分为:①有骨架车身。②无完整骨架车身。

### 1.1.2 车身的典型结构

车身是汽车的重要组成部分,称为车身总成。无论何种类型的车身,一般都是由地板、前围、后围、左右侧围、顶盖、车门等部分组成。图1-1为轿车车身结构图。车身各部分又由很多合件、组件及零件(大多冲压件)构成。未经涂装(油漆)和内外装饰的车身总成,又称白车身。这里通常所讲的车身指白车身。

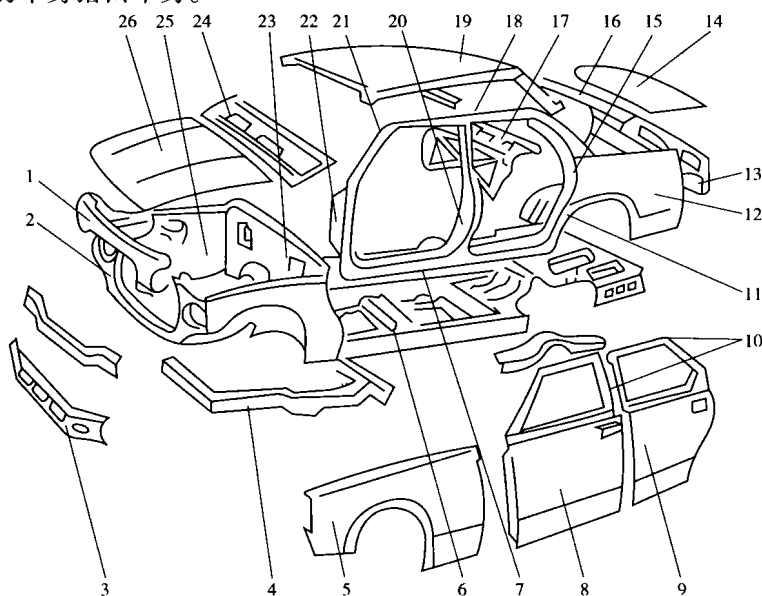


图1-1 轿车车身结构图

1-发动机罩前支撑板;2-散热器固定框架;3-前裙板;4-前框架;5-前翼子板;6-地板总成;7-门槛;8-前门;9-后门;10-门窗框;  
11-车轮挡泥板;12-后翼子板;13-后围板;14-行李舱盖;15-后立柱(C柱);16-后围上盖板;17-后窗台板;18-上边梁;19-顶盖;  
20-中立柱(B柱);21-前立柱(A柱);22-前围侧板;23-前围板;24-前围上盖板;25-前挡泥板;26-发动机罩

## 1.2 车身的生产类型及其工艺特点

汽车车身属于大型薄壁结构,由于生产纲领不同,其生产方式有很大区别,以车身大型覆盖件的冲压和壳体的装焊为例,根据不同的生产纲领,可分为以下几种类型的生产方式。

(1)单件生产。

年产量在 300 辆以下为单件生产。

(2)成批生产。

①小批生产:年产量在 300 ~ 3000 辆之间。

②中批生产:年产量在 3000 ~ 30000 辆之间。

③大批生产:年产量在 30000 ~ 150000 辆之间。

(3)大量生产。

年产量超过 150000 辆为大量生产。

由于生产类型不同,其工艺特点及生产组织方式有很大区别。

单件生产中,车身的大型覆盖件往往以钣金、手工工艺为主,使用少量的胎具和机械化工具,配备少量的拉伸、成型模具,产品的质量在很大程度上靠手工工艺来保证。车身的装配是采用修配的方法来保证装配间隙的;焊接时,除点焊外,还大量采用气焊、电弧焊及二氧化碳气体保护焊。在涂装工序中,为了获得平整的车身表面,需在零件表面刮腻子、挂锡和打磨。表面处理采用手工清洗和喷漆。漆膜可经烘干,也可不经烘烤而采用自然干燥。

在小批生产中,车身覆盖件的制造常将主要成型加工工序放在液压机或机械式双动压力机上,用简易冲模拉伸出来,然后将已成型的拉伸件在滚剪、振动剪及一些专用胎具上按照样板用手工操作或使用机械化工具来完成修边、翻边和冲孔等工序,其模具比单件生产要多一些。车身的装配是在固定的装配台上完成。零件的相互位置用夹具来保证,车身的形状精度较差。焊接以接触点焊为主。表面处理要经过简易清洗室、喷漆室和烘干室,操作仍为手工。产品运输使用一般的机械化装置,如电葫芦或可在地面轨道上运行的轻便小车来完成。

在单件生产和小批生产中,近些年来,车身覆盖件的拉伸和主要成型工序开始采用低熔点合金模具来完成,以保证车身的成型质量。

在中批生产和大批生产中,覆盖件的冲压基本上全部模具化。覆盖件的各道工序是在一台或数台压力机上分别用模具压制出来。由数台压力机组成的冲压生产线,常常要承担数种甚至数十种冲压件的生产,其性质属于流水性生产。车身及其主要部件的装配,采用多工位的各种形式的通用装配生产线。焊接以专用焊钳和焊枪为主,并采用少量多点焊机。车身的表面处理具有较完善的涂装生产线,如采用三室清洗机及磷化联合机对车身表面进行脱脂、清洗和磷化处理;采用电泳底漆或静电喷漆,以及红外线烘干室等新型的高效热源设备烘干。工序间的运输使用滑道、输送带、悬挂运输链及专用叉车等。施工工艺除人工操作外,部分实现半机械化、机械化和半自动化。

在大量生产中,机械化和自动化程度最高。车身覆盖件的冲压,有相当部分是在通用或专用冲压自动线或半自动线上完成,其性质属于大量流水生产。车身及其部件的装配、焊接和涂装,大多是在专用生产线上进行,这些专用生产线,一般都是实现了自动控制。

### 1.3 车身的制造过程

车身生产一般批量很大,白车身几乎全部都是由大大小小的冲压件经装焊而成。因此,车身的制造过程可概括为卷料开卷、板料冲压、装配焊接、检测调整、涂装装饰等程序。现将车身制造中的冲压、装焊、涂装过程简要叙述如下。

#### 1.3.1 车身冲压过程

车身冲压件主要是指车身的内、外覆盖件,如驾驶室顶盖、发动机罩、车门、挡泥板等。这些冲压件是由薄钢板在双轴向拉伸应力的作用下产生变形而成为曲面覆盖件的。覆盖件的特征是具有形状复杂的空间曲面,要求表面光洁、刚性好和美观。这些要求是通过加工过程中工件产生足够的塑性变形并与模型相吻合而获得的。生产车身冲压件的工艺方法很多,现简要介绍如下。

(1) 双动压力机拉伸成型。用这一工艺方法生产的轿车车身冲压件的件数、工序数和压力机的规格见表 1-1。表中序号栏 3 栏和 4 栏所示冲压件,正在向连续自动冲压和多工序连续加工的方向发展。

轿车车身冲压件拉伸的数据

表 1-1

序 号	冲压件名称	零件数/ 每辆车	工序数/ 每件	压力机 吨位(t)	工作台 面积(mm <sup>2</sup> )
1	顶盖、挡泥板、车身侧围板、地板、保险杠、 发动机罩	8~12	3~6	600~1000	3500×2000~4000×2000
2	车门外板、行李舱盖板、仪表板、车轮罩、 车身前、后边板、后窗与行李舱盖连接板等	20~26	5~6	400~500	2500×1500~2500×1700
3	行李舱托架、覆盖版、中门柱、前门柱等	约 50	3~6	300~400	2150×1200~2150×1500
4	车门铰链、前挡泥板	20~30	2~6	250	1500×1000

这种工艺方法的主要内容是:在拉伸开始之前,装夹于压力机外滑块上的压边圈先将薄钢板毛坯四周压紧在凹模上,安装在内滑块上的模具,再将钢板毛坯引入凹模内完成拉伸成型。拉伸之后,再经单动压力机上的配套冲模顺序进行修边、翻边、冲孔等工序,最后成为完整的合格产品。这种工艺方法历史悠久,技术完备,能成型各种复杂形状的车身覆盖件,因此被广泛采用。

(2) 张拉成型。这种工艺方法的内容是:先使薄钢板产生弹性极限范围内的单向张拉应力,以利于在以后压制成型时钢板各部分均能处于塑性变形状态,从而达到成型稳定、提高冲制精度的目的。其成型过程如图 1-2 所示。

如图 1-2a) 所示,将毛坯置于夹持座内并夹紧,以预定的载荷进行单向拉伸,载荷值由夹持座的位移控制。

如图 1-2b) 所示,毛坯夹持座下移,将毛坯压盖在下模上,其下移量由工作要求确定。如图 1-2c) 所示,上模下落,与下模闭合,毛坯成型。成型过程中,毛坯夹持座在液压作用下使毛坯保持张力,而液压的“软”支撑作用,可以防止冲压件产生起皱或冲裂现象。上模到达下止点时,液压作用降为零,致使张力消失,以防止冲压件破裂和变形。如图 1-2d) 所示,上模回

升。如图 1-2e) 所示, 毛坯夹持座随之升起, 冲压件脱模。然后毛坯夹持座松开, 取出冲压件。上述张拉成型的全过程均可实现机械化。这种工艺方法, 可用于生产公共汽车和厢式汽车车身前后围下部及各种弯角门柱等。

(3) 扩张成型。这是由四个车身冲压件组合成盒形的薄板冲压件的成型工艺。方盒形的毛坯通过心部的内冲头组向外围的外冲模组作径向扩张, 使方盒形毛坯处于张拉状态, 然后外冲模组从四周朝内冲头组作径向移动, 与内冲头组闭合, 毛坯即成为四个冲压件。扩张成型的工艺过程如图 1-3 所示。图 1-3a) 所示为通过切断、卷圆、焊接和扩张等工艺程序, 制成方盒形毛坯; 图 1-3b) 所示为把毛坯套入扩张成型机内的内冲头组上, 依次扩张成型; 图 1-3c) 所示为将成型好的毛坯送入切开机上切成四件。

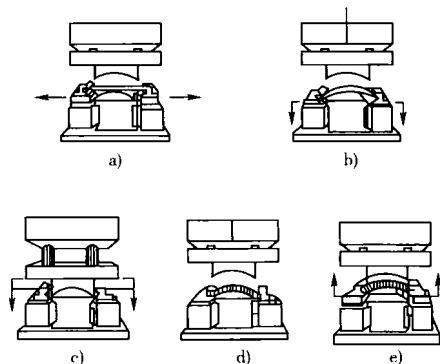


图 1-2 张拉成型过程

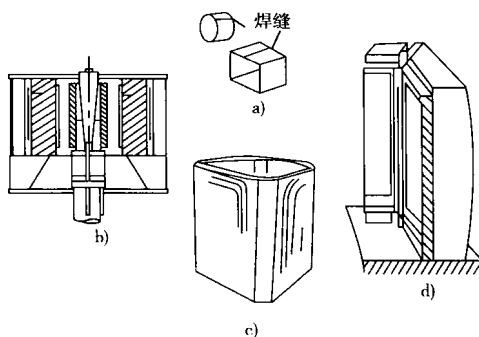


图 1-3 扩张成型过程

用这种工艺方法生产轿车的车门, 生产过程可以高度机械化。它可以一次生产一辆轿车的四种车门; 也可以一次生产四个同一类型的车门; 还可以用来压制发动机罩、翼子板、地板、前围、仪表板、顶盖、行李舱盖和油箱等半球形零件。

此外, 超声波振动冲压、爆炸成型、液电成型、电磁成型等工艺方法在车身制造中也得到应用。

冲压厂是车身厂的重要组成部分, 车身冲压厂具有以下特点:

- (1) 车身冲压厂的组成。车身冲压厂一般由以下几个部分组成: ①薄钢板卷料仓库。②卷料开卷落料生产线。③成垛落料毛坯的储存和输送系统。④冲压生产线。⑤冲压件储存和输送系统。⑥冲压废料的输送、分理、打包和储存系统。⑦模具的安装、调整、储存和维修系统。⑧设备和机械装置的维修和易损备件的更换系统。

(2) 车间的平面布置。图 1-4 所示为车身冲压厂车间的典型平面布置图, 图中说明了冲压生产过程中组成部分所处的合理位置。

近年来, 由于汽车工业迅速地发展, 而新建的大型车身冲压车间, 大体上与图 1-4 相同, 但其厂房结构和平面布置又完全不一样, 概括可来有以下三个特点:

(1) 利用压力机的带形基础, 建成二层楼的冲压车间, 带形基础的钢梁上 (即车间楼上) 为压力机生产线, 属于冲压生产系统, 在带形基础的地沟内设废料处理系统, 车间楼下为钢板卷料储存仓库。

(2) 钢板卷料通过专用铁道从楼上进入冲压车间, 冲压废料通过另一条专用铁道从楼下送出冲压车间。

(3) 零件先装入集装箱, 用叉车送往高架仓库, 然后再分送至个装配生产线。

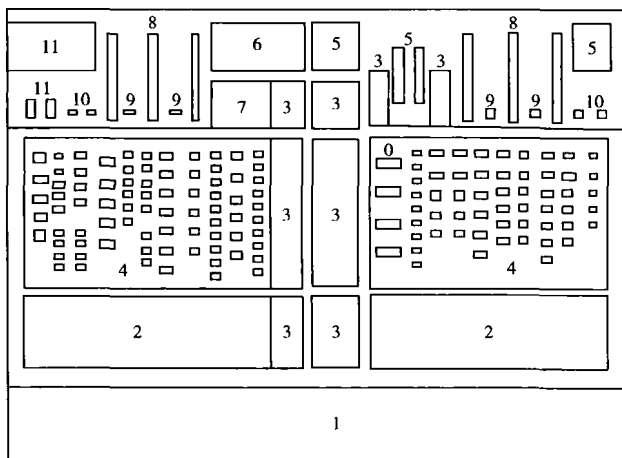


图 1-4 冲压车间典型平面布置图

1-存放处;2-模具存放处;3-模具修理处;4-串联式冲压线;5-传送带式冲压线;6-卷材存放场;7-储藏库;8-落料生产线;9-钢板校平机;10-剪切机;11-辊式送料压力机

### 1.3.2 车身的装焊过程

装配焊接是车身制造中最重要的一环之一,它直接影响车身质量、生产率和经济性。提高装配精度和焊接质量是车身制造的核心工作。

焊接是一种不可拆卸的连接方法,在车身制造中获得了极为广泛的应用。表 1-2 列出了汽车生产中所采用的焊接方法及其典型应用实例。在这些焊接方法中,由于接触电阻焊具有快速高效、变形小、辅助材料消耗少、易于掌握、易于实现机械化和自动化,以及无环境污染等优点,而且对于低碳钢制成的薄板车身零部件特别适用,所以在车身装焊中,得到了广泛应用;其次是电弧焊和气焊。据统计,在轿车车身装焊中,接触焊占 75%,二氧化碳(CO<sub>2</sub>)气体保护焊占 12.5%,其他焊接方法,如锡焊、气焊、高频钎焊等仅占 17.5%。因此,接触焊,特别是接触点焊在汽车工业中应用和发展很快。但是为了适应汽车工业发展的需要,现在还需不断地对焊接新技术、新工艺进行深入广泛地研究,以提高焊接质量和机械化、自动化水平,继续扩大接触焊的应用范围,大力发展机器人点焊和二氧化碳气体保护的半自动和全自动焊,同时还应加强对激光焊、电子束焊、微弧等离子焊、摩擦焊等特种焊接方法在装焊中的应用研究。

现代汽车生产中采用的焊接方法及其典型应用实例

表 1-2

焊接方法		典型应用实例	
接触焊	点焊	悬挂电焊钳(手工或机械手)	车身总成,车身侧围分总成
		固定焊机	小型零部件
	多点焊	压床式多点焊机	车身地板总成
		C形多电焊机	车门、发动机罩、行李舱盖总成
	凸焊		螺母、小支架
	缝焊	悬挂缝焊钳	车身顶盖流水槽
		固定焊机	汽油箱总成
闪光对焊		后桥壳管、车轮轮辋	

续上表

焊接方法		典型应用实例	
电弧焊	CO <sub>2</sub> 气体保护焊	半自动	车身总成
		自动	后桥壳、消声器
	氩弧焊	车身顶盖后两侧接缝	
	手工电弧焊	厚料零部件	
	埋弧焊	重型后桥壳	
气焊	氧乙炔焊	车身总成补焊	
	钎(铜、银)焊	铜和钢件	
	锡焊	散热器	
特种焊	微弧等离子焊	车身顶盖后角板	
	电子束焊	齿轮	
	激光焊	车身底板	
	摩擦焊	后桥壳管与凸缘转向器	

### 1.3.3 车身的涂装工艺

车身的表面涂装,不仅起着防腐蚀、防氧化、提高使用期限的作用,而且是美化车身的主要工艺手段。

涂层美观是汽车产品的性能指标之一,除造型外,涂层质量(外观、光泽、颜色等)的优劣,给人以直观的评价,甚至直接影响汽车的销路。因此,在车身制造中,涂装工艺占有重要的地位。

车身涂装属于多层涂装,由于各种汽车使用条件和环境不同,车身的涂装工艺也各不相同,但概括起来可分为以下三个基本体系:

(1)第一涂装体系:涂三层烘三次体系,即底漆涂层→中间涂层→面漆涂层,三层分别烘干。

(2)第二涂装体系:涂三层烘二次体系,涂层次数同上,但底漆层不烘干,涂中间涂层后一起烘干,因而烘干次数由三次减为两次。

(3)第三涂装体系:涂两层烘两次体系,即底漆涂层→面漆涂层,分别烘干,无中间涂层。

一般选用原则是,对于外观装饰要求高的轿车车身、旅行车和大型客车车身采用第一、第二涂装体系;轻型及部分中型载货汽车的驾驶室及覆盖件,一般采用第二、第三涂装体系;中重型载货汽车车身一般采用第三涂装体系。

采用第一涂装体系时,其工艺流程为:去油清洗→磷化→干燥→涂底漆→烘干→打磨→干燥→涂中间层→烘干→打磨→干燥→涂面漆→烘干。

采用第三涂装体系,则无中间涂层及其烘干、打磨和干燥等工序。

## 第2章 车身材料

汽车上所用的材料极其繁多,包括金属材料和非金属材料等,并且时时都在推陈出新。随着各种材料和新品种的不断出现,车身材料正在不断地发生变化。

### 2.1 车身覆盖件材料

#### 2.1.1 冲压加工对原料的要求

由于车身覆盖件形状复杂且不对称,拉伸过程中的应力、变形很不均匀,而且多数情况要求工件一次拉伸成型,材料需要承受很大的应力,产生最大限度的塑性变形,因此它对深拉伸钢板的冲压性能提出了很高要求。影响深拉伸钢板冲压性能的因素很多,钢板的表面质量、厚度变化、化学成分、力学性能、工艺性能和金相组织都直接或间接地影响其冲压性能。覆盖件的冲压加工对原材料提出了下列要求:

(1) 深拉伸钢板含碳量应介于 0.06% ~ 0.09% 之间;凡与铁能形成固溶体的元素,如硅 ( $\text{Si} \leq 0.03\%$ )、磷 ( $\text{P} \leq 0.06\%$ ),均应保持在最低允许含量内,因为它们使铁素体变硬、变脆;另外,硫的含量亦应力求减少到最小限度 ( $\text{S} \leq 0.05\%$ ),因为它和锰与铁呈脆性的化合物存在。

(2) 晶粒大小及其均匀度对材料的塑性和冲压件的质量有很大影响。均匀而细小的晶粒组织既有较好的塑性便于拉伸变形,而且冲压件的表面质量亦光滑美观;晶粒粗大,虽然容易变形,但容易使工件表面产生麻点和橘皮状。晶粒过细,由于难于变形而使工件产生裂纹,并且弹性亦大,影响工件精度。具有良好的拉伸性能的钢板,其晶粒度级别应为 6 ~ 7 级,并要求晶粒度大小均匀。

(3) 钢板中珠光体的形状对冲压性能也有较大的影响。球状比珠光体有利于拉伸。游离渗碳体性质硬且脆,当它沿铁素体晶界分布时,拉伸易产生裂纹,深拉伸钢板组织中游离渗碳体应限制在 1 ~ 2 级内。非金属夹杂物,尤以条状、方块状连续分布时,对拉伸十分不利。实践证明:因工艺问题而产生的废品,一般裂口比较整齐;因材料质量差而产生的废品,裂口多为半锯齿状或不规则形状。

(4) 力学性能是衡量钢板冲压性能好坏的重要指标, $\delta_s$  与  $\delta_b$  的比值(屈强比)愈小,意味着应力不大时就开始塑性变形,而且变形阶段长,能持久而不破裂。延伸率  $\delta$  愈大,则塑性愈好。用于覆盖件的深拉伸钢板要求: $\frac{\delta_s}{\delta_b} \leq 0.65, \delta_{10} \geq 40\%$ 。

另外,还要求大的硬化指数  $n$ 。 $n$  值大的材料具有扩展变形区,使变形均匀化,减少局部变薄和增大极限变形的作用,成型性能好。

(5) 深拉伸钢板,尤其是沸腾钢,由于时效作用,在材料力学性能试验的拉伸图上有屈服平台,如图 2-1a) 所示,即当拉伸变形达到屈服点后在相当长一段变形量内,材料的变形抗力维持不变,甚至略有下降。这样在不均匀变形的情况下,就会使首先塑性变形的区域继续局部



延伸,要当变形越过屈服平台后才能扩展至邻近区域,这种现象使得拉伸后的零件表面出现局部凹纹,称为滑带。它有损零件的外观,这对表面要求很高的车身覆盖件是不允许的。为了消除滑带,除了要从钢板冶炼中设法解决外,还可在拉伸前将钢板用0.5%~3%的压下量冷轧一下,又会因时效作用重新出现屈服平台。

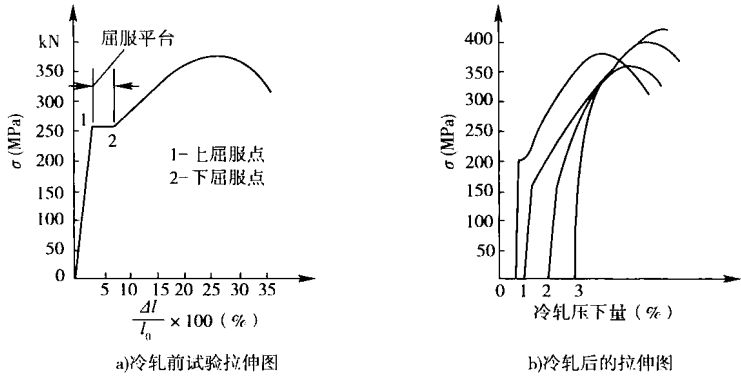


图 2-1 低碳钢假想拉伸曲线与材料状态的关系

(6) 覆盖件对钢板的表面质量和厚度偏差亦要求很高。表面质量要求达到特别高级精整平面 I 级或高级精整平面 II 级;厚度偏差要求达到高级精整级或较高 A 级精度 B 级。

### 2.1.2 焊接工艺对原材料的要求

材料的焊接特别是接触电阻焊,评价车身覆盖件原材料电阻焊的可焊性,可从以下几方面研究。

(1) 焊点的拉剪强度。随着母材强度的提高,焊点的静拉剪强度虽有提高,但不与母材强度的提高成比例,在设计点焊接头时应考虑这一因素。

(2) 焊点的拉伸强度。一般来说,焊点的拉伸强度随母材的拉伸强度的提高而有所提高,但其增长的速度又不及焊点拉剪强度的增长速度,有些低合金钢的焊点拉伸强度甚至随着母材拉伸强度的提高而降低。

(3) 塑性比和破断模式。焊点的拉伸强度和拉剪强度之比值称为塑性比,该比值可在一定程度上反映焊点的塑性。比值越大,焊点的塑性越好;比值越小,焊点倾向于“脆性破坏”,即“表面破坏”模式。试验证明:当塑性比小于 0.6 时,焊点倾向于“表面破坏”模式;低合金钢焊点的塑性不如低碳钢。

塑性比和破坏模式是评定可焊性的重要指标。如果一个钢种的电焊接头的塑性比不高(如在 0.6 左右),在剥离试验或强度试验中呈现“表面破坏”模式,则其应用于电焊结构产品时必须十分谨慎。

(4) 焊点融化区硬度。一般说来,母材的拉伸强度越高,焊点熔核的硬度也越高。熔核的硬度高与焊点的塑性比低、可焊性不佳是联系在一起的。

(5) 焊点的疲劳强度。只要焊接接头的形式和尺寸相同,无论是低碳钢还是低合金钢,接头的疲劳强度强度都大体相同。也就是说,疲劳强度只要是受接头集合因素的制约,而与材质无关。如果用低合金钢取代低碳钢,并不能增加疲劳强度,如果在取代的同时减薄材料则会使疲劳强度下降,在这种情况下,可以考虑用增加焊点来补救。

(6) 可焊性区间。材料的可焊性是一个受到多方面因素影响的复杂问题,焊点的力学性