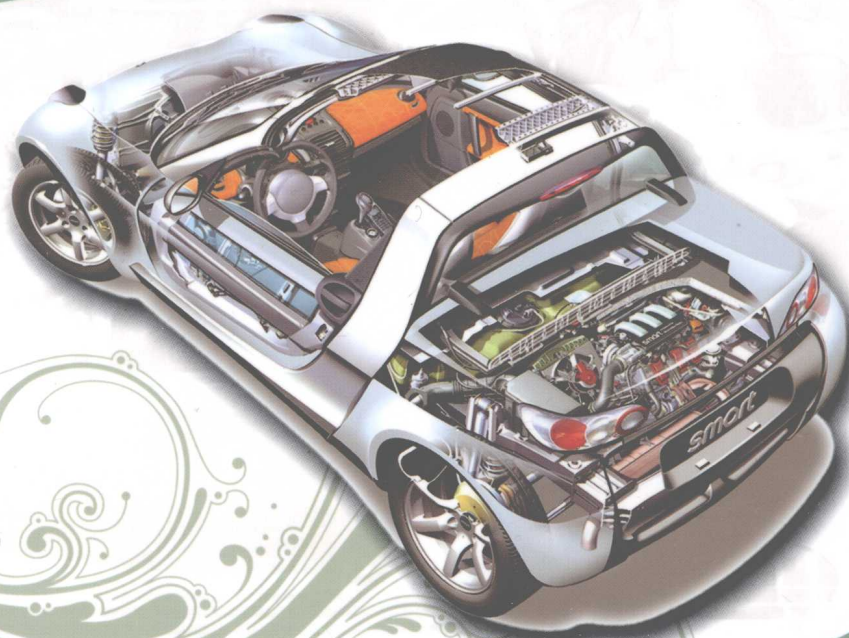




中等职业教育汽车专业“十一五”规划教材

汽车制造 工艺基础

谢永东◎主编



中等职业教育汽车专业“十一五”规划教材

汽车制造工艺基础

主编 谢永东

参编 陈宝珍 朱良生 冯学敦 石优兵

主审 葛如海

中国标准书号(CIP)数据核字(2007)第194783号

编者

机械工业出版社(北京市百万庄大街22号 邮政编码100027)
责任编辑:李淑英 封面设计:李淑英
文字编辑:李淑英 责任校对:李淑英
北京印刷厂印刷 2008年1月第1版第1次印刷
184mm×260mm·7.25印张·107千字
0001-0001册
定价:18.00元 ISBN 978-7-111-53031-4



机械工业出版社

本书主要内容包括模具、夹具等汽车制造装备的使用与维护, 车身冲压、车身焊接、车身涂装和汽车总装四大工艺的基础知识和岗位操作技能。

本书适合中、高职汽车制造与维修专业学生使用, 亦可以供汽车制造企业培训一线员工使用。

图书在版编目 (CIP) 数据

汽车制造工艺基础/谢永东主编. —北京: 机械工业出版社, 2007. 10
中等职业教育汽车专业“十一五”规划教材
ISBN 978-7-111-22631-4

I. 汽... II. 谢... III. 汽车—车辆制造—工艺—专业学校—教材
IV. U466

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2007) 第 164787 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: 宋学敏 曹新宇 责任编辑: 曹新宇 版式设计: 霍永明
责任校对: 李汝庚 封面设计: 马精明 责任印制: 李妍
保定市中国画美凯印刷有限公司印刷
2008 年 1 月第 1 版第 1 次印刷
184mm × 260mm · 7.25 印张 · 167 千字
0001—6000 册
标准书号: ISBN 978-7-111-22631-4
定价: 18.00 元

凡购本书, 如有缺页、倒页、脱页, 由本社发行部调换
销售服务热线电话: (010)68326294
购书热线电话: (010)88379639 88379641 88379643
编辑热线电话: (010)88379865
封面无防伪标均为盗版

前 言

汽车制造装备

一辆汽车的诞生必须经过系统而复杂的生产工艺过程。

一般整车厂，汽车的车身等主要部件在汽车工厂进行生产，发动机、底盘和电气设备等零部件和总成在协作工厂进行生产。因而对于一般汽车整车制造企业主要是完成车身冲压、车身焊接和车身涂装，最终把采购回来的发动机、底盘和电气设备等零部件与自行生产的车身进行总装，最终形成一辆汽车。

车身冲压工艺、车身焊接工艺、车身涂装工艺和总装工艺就是我们常讲的汽车制造四大工艺。本书共分五章，主要介绍了汽车制造装备、车身冲压、车身焊接、车身涂装和汽车总装相关基础知识和岗位操作技能。

本书由江苏省仪征汽车工程学校谢永东担任主编，江苏省仪征汽车工程学校陈宝珍和朱良生、江苏省苏州职业教育中心冯学敦和江苏省如皋职业教育中心石优兵参与了本书的编写，江苏大学葛如海教授担任本书主审。

在编写本书时，得到了上海大众、上海汇众、南京菲亚特工程师的大力支持。

由于编者水平有限，时间仓促，书中难免有不妥和错误之处，恳请广大读者批评指正。

编者

目 录

前言	第五节 白车身车间质量与安全保证	56
第一章 汽车制造装备	习题	58
第一节 模具与夹具	第四章 车身涂装	59
第二节 工业机器人	第一节 汽车涂装概述	59
第三节 工模制造与维护	第二节 汽车涂料基本知识	66
习题	第三节 汽车涂装工艺设计	69
第二章 车身冲压	第四节 涂装质量检查与安全管理	81
第一节 汽车车身覆盖件	习题	88
第二节 汽车冲压生产线	第五章 汽车总装	90
第三节 冲压工艺流程	第一节 整车装配工艺装备	90
第四节 典型车身冲压模具	第二节 汽车总装过程	95
第五节 质量检验与安全操作	第三节 桑塔纳轿车总装过程	100
习题	第四节 调整	108
第三章 白车身焊接	第五节 总装质量检验与安全	109
第一节 白车身焊接概述	习题	110
第二节 电阻焊	参考文献	111
第三节 气体保护焊		
第四节 其他焊接技术		



汽车制造装备

汽车的生产制造需要经过冲压生产线、焊接组装生产线、涂装生产线、总装配生产线和检验生产线，其中总装配生产线包括预组装生产线、发动机底盘装配生产线和最终组装生产线。图 1-1 为汽车的生产制造过程示意图。

冲压生产线：这是制造汽车骨架即车身的起始工序。



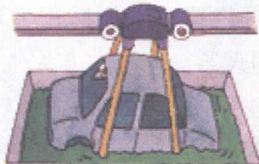
焊接组装生产线

将经过冲压加工的车身各部分丝毫不差（1mm的误差也不能有）地电焊在一起。



涂装生产线

先进行防锈处理，然后依次喷涂底漆、中间漆、面漆，最后抛光打蜡。



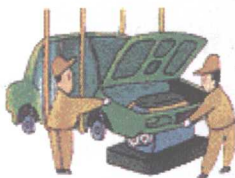
装配组装生产线

安装前照灯、仪表等驾驶所需的配件。



发动机装配生产线

测试合格的发动机被运到这里，装配到车身中。



最终组装生产线

组装车轮相关零部件和转向盘、座椅等。



检验生产线

对制动、尾气、漏水等 1000 多个项目进行检查，全部合格才算完成。



图 1-1 汽车的生产制造过程示意图



为了保证这些生产线的运行，我们首先要为这些生产线配备所需要的模具、夹具、样板以及工业机器人等装备。本章主要介绍汽车的生产制造部分装备的结构、制造与维护。

第一节 模具与夹具

在汽车制造过程中冲压线和焊接线需要大量模具、夹具，人们习惯把模具和夹具等统称为工模。有些汽车制造厂是将工模直接外交给专业的工模制造公司生产，也有不少汽车制造厂设有自己的工模生产车间，自己独立制造模具和夹具。

一、模具

装在各种压力机上，使材料变形的金属模型总称为模具。在常温状态下，把坯料放入模具中，通过压力机和模具对坯料施加压力，使坯料分离或变形，制成需要的零件，这类模具叫冷冲模。汽车的车身零部件制造就是采用冷冲模。在汽车冲压车间常见的冷冲模有冲裁模、弯曲模、拉延模和冷挤压模等。

冲裁模：将一部分材料与另一部分材料分离的模具。

图 1-2 所示为冲裁模结构图。

弯曲模：将坯料弯曲成一定形状的模具。

拉延模：将坯料拉延成开口空心零件或进一步改变空心工件形状或尺寸的模具。

冷挤压模：将较厚的毛坯材料制成薄壁空心零件的模具。

二、夹具

汽车车身是由若干冲压零部件经过焊接而成的，要精确保证各冲压零部件的空间相对位置，必须运用大量夹具。夹具的主要作用就是定位和夹紧。

1. 六点定位原则

任何物体在空间中都是一个自由体，具有六个自由度（如图 1-3 所示），在空间直角坐标系中，任何物体都可以沿 X 轴、 Y 轴和 Z 轴移动并可绕这三个坐标轴转动，通常把这种运动的可能性称为自由度，要使这个物体在空间占有一定的位置，就必须约束，限制这六个自由度，在夹具定位时，这六个自由度是依靠六个支承点来限制的。

用六个适当分布的支承点限制工件

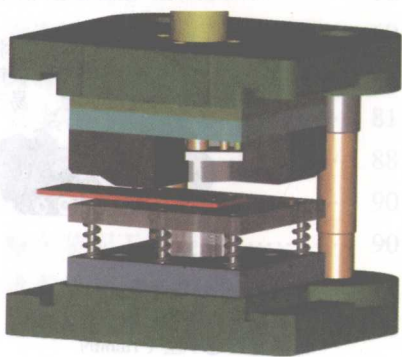


图 1-2 冲裁模

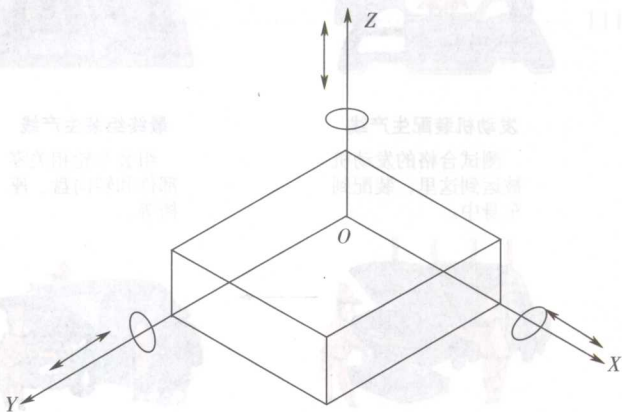


图 1-3 空间直角坐标系六个自由度

的六个自由度，来确定工件在夹具中的位置，就是夹具的“六点定位原则”。

2. 夹紧装置

工件在夹具中定位后，必须用适当的力将其夹紧，使工件在加工过程中始终保持准确的位置，因此，夹具中都设有夹紧装置。夹紧装置的组成如图 1-4 所示，它主要由以下三部分组成：

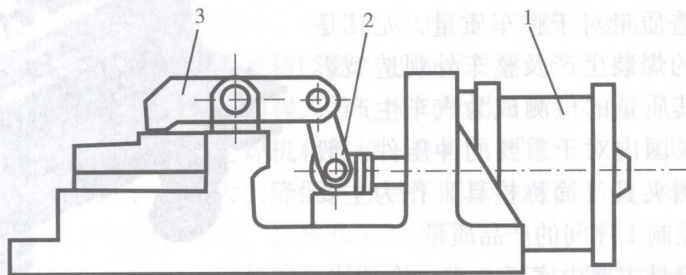


图 1-4 夹紧装置组成示意图

1—气缸 2—连杆 3—压板

(1) 力源装置 产生夹紧作用力的装置。所产生的力称为原始力，如气动、液动、电动等，图中的力源装置是气缸 1。对于手动夹紧来说，力源来自人力。

(2) 中间传力机构 介于力源和夹紧元件之间传递力的机构，如图 1-4 中的连杆 2。在传递力的过程中，它能够改变作用力的方向和大小，起增力作用；还能使夹紧实现自锁，保证力源提供的原始力消失后，仍能可靠地夹紧工件，这对手动夹紧尤为重要。

(3) 夹紧元件 夹紧装置的最终执行件，与工件直接接触完成夹紧作用，如图 1-4 中的压板 3。

图 1-5 为某汽车底板焊接夹具。

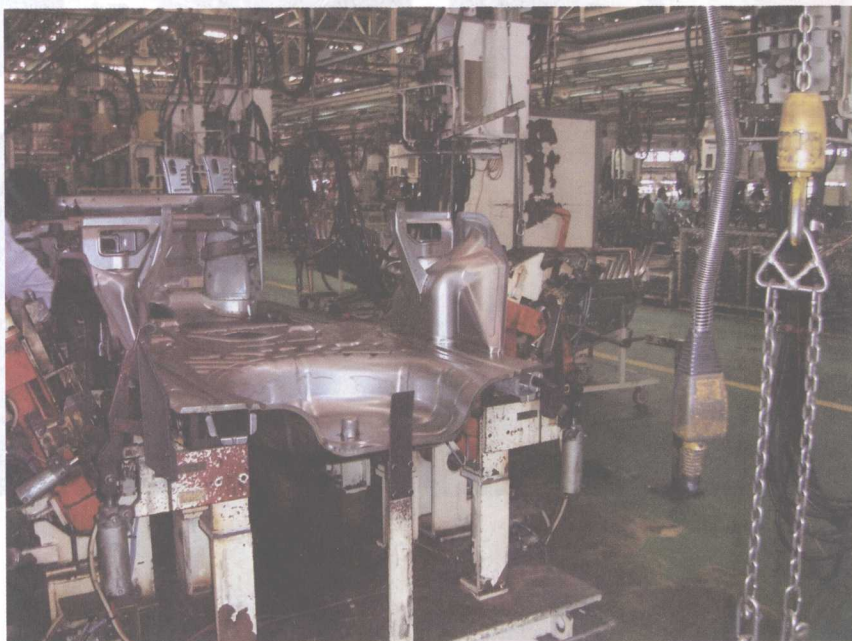


图 1-5 焊接夹具



三、检测夹具

车身冲压件、分总成（由冲压件焊接而成）、车身骨架、各种内饰件等总称为车身覆盖件，覆盖件的制造质量对于整车质量，尤其是轿车和各类客车的焊装生产及整车外观造型影响很大，所以对其质量的检测成为汽车生产厂必不可少的工作。国内对于重要的冲压件一般都采用专用的检测夹具（简称检具）作为主要的检测手段，以控制工序间的产品质量。

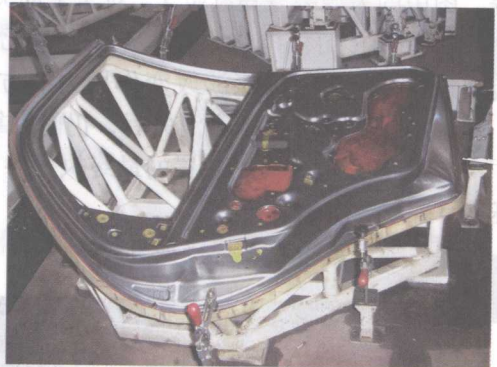
车身冲压件检具主要由底板总成、检具体、断面样板、主副定位销和夹紧装置组成（如图1-6所示）。图1-7所示为南京菲亚特轿车的部分冲压件检测夹具。



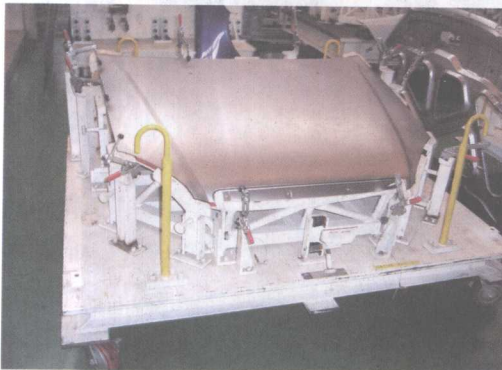
图1-6 车身冲压件检测夹具示意图



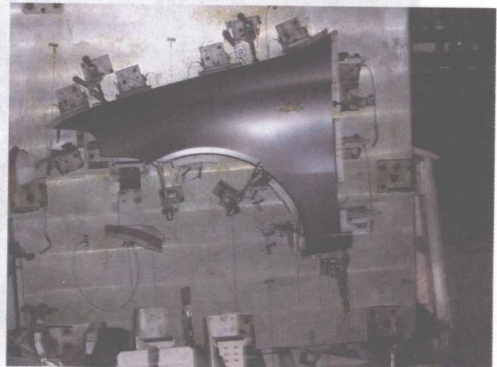
行李箱地板检测夹具



车门检测夹具



发动机盖检测夹具



翼子板检测夹具

图1-7 南京菲亚特的部分冲压件检测夹具

第二节 工业机器人

工业机器人广泛应用于整车制造中。机器人操作与人工操作相比较,具有显著的优点:工艺过程稳定;工艺质量高;重复精度高;可进行复杂的工艺操作;可适应恶劣的工作环境。缺点是:投资大;要求专业编程人员;维护费用高。

机器人操作与传统设备,如固定焊机相比较,具有下列优点:可实现柔性加工,当进行两种以上车型共线生产时,投资大大降低;在整车制造冲压、车身、油漆和总装车间的四大车间,机器人可用于搬运、焊接、涂敷和装配工作。

工业机器人可以与不同的加工设备配合工作,几乎可以完成整车生产过程中的所有工作。利用机器人可以大大提高生产效率、减少工位,提高车身质量。目前,工业机器人主要应用在以下几方面:

1. 机器人搬运

机器人搬运是由机器人操纵专用抓手或者吸盘,来抓取零件,将零件移动位置。机器人可以快捷、准确地移动大型零件,放置到位,而不会损坏零件表面。例如,在冲压生产线各压机间采用机器人来搬运零件,可以提高工效,避免人员受伤的危险,进行全封闭生产。

2. 机器人点焊

机器人点焊是由机器人操纵各种点焊焊钳,实施点焊焊接。机器人可以操纵大型焊钳,对地板等零件进行点焊,或者进行复杂位置的焊点的焊接。通过换枪站可以更换焊钳,进行各种位置的点焊。焊点的质量高、质量稳定,且速度快,例如在补焊时,在一个工位,128s时间内,由5台机器人可以焊接多达190个焊点,如图1-8为机器人点焊。

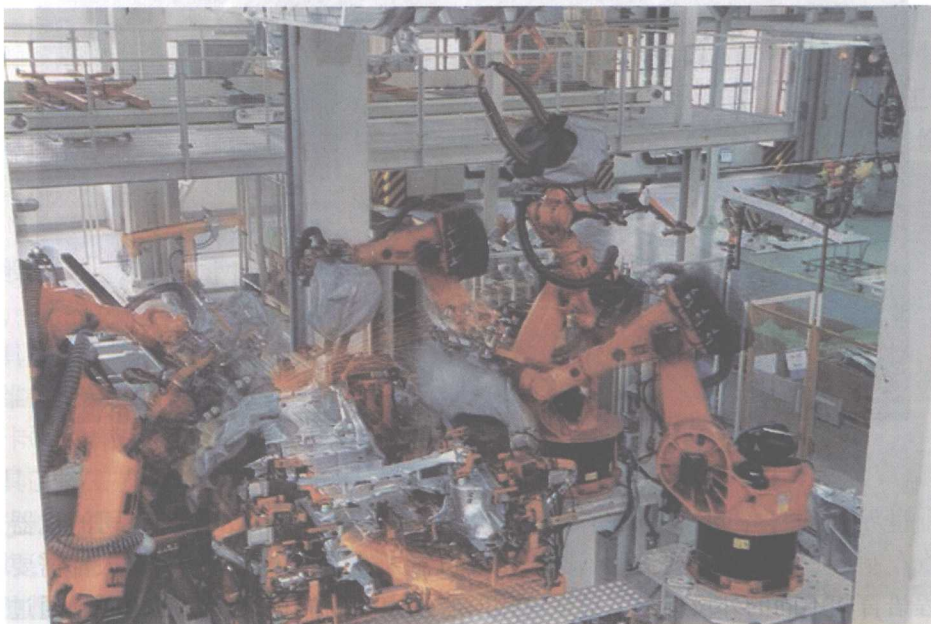


图1-8 机器人点焊

3. 机器人弧焊

机器人弧焊是由机器人操纵弧焊焊炬，可以很方便地进行仰焊、立焊等各种位置的弧焊。通过传感器，可以跟踪焊缝，控制弧长。但是机器人弧焊对零件匹配要求较高，当零件间缝道不均匀或者不平整时，就会产生焊接缺陷。

4. 激光焊接

激光焊接是由机器人操纵激光加工镜组，进行激光焊接。激光源可以采用 CO₂ 激光器或者 YAG 激光器。激光焊接设备很复杂，要求机器人重复精度较高，一般要高于 ±0.1mm。

5. 机器人螺栓焊接

由机器人操纵螺栓焊枪，可以进行空间全方位的螺栓焊接。例如，在一个工位内，在 150s 时间内，由 4 台机器人可以焊接 90 个螺栓。

6. 机器人粘结剂和密封剂的涂敷

点焊胶、支撑胶、PVC 密封等通过机器人操纵涂敷枪可以精确地控制粘结剂流量，进行各种复杂的形状和空间位置的涂敷，且涂敷速度稳定。

7. 机器人装配及其他

由机器人抓取零件，精确地装配到位，尤其在总装车间装配前后风窗玻璃，能够保证装配质量。机器人还可以进行卷边、测量、检验和自动喷漆（如图 1-9 所示）等。



图 1-9 喷漆机器人

目前世界上应用比较广泛的机器人包括 FANUC、ABB 和 KUKA 等公司的机器人。目前各个汽车制造厂商根据需要选用不同公司的机器人，但各个公司的机器人都需要各自不同的编程语言和不同的外设标准，造成应用时必须由专门的程序员编程，必须通过专门的转换接口才能连接其他公司的外设，这些在一定程度上制约了机器人的推广应用。

第三节 工模制造与维护

一、工模车间

工模车间的主要任务就是生产与维修模具和夹具，及时满足前方生产流水线的需求，确保生产正常运行。

工模车间设备设施齐全，拥有几百公斤小型模具到几十吨大型模具、各类普通机床（如车床、刨床、铣床、钻床、钳床、磨床、冲床、大型试模压力机等）、各类专用机床（如电火花加工机床、数控线切割加工机床、数控龙门刨床、数控仿形铣床等）和精密测量仪（如三坐标测量仪等）。

上海大众汽车公司的工模车间设有三个股，即技术准备股、精加工股和模具夹具股。

1. 技术准备股

技术准备股的任务为负责技术准备，解决加工中存在的问题。

2. 精加工股

精加工股的任务是为技术准备股所下达的任务进行加工。精加工股分为三个工段。一工段负责车、磨、镗和线切割等，二工段负责铣（靠模铣、仿形铣）和割料，三工段为辅助工段，负责备料和油漆。

3. 模具夹具股

模具夹具股以钳工为主，主要任务是制造夹具和模具，同时负责夹具和模具的日常维修。模具夹具股分为三个工段：模具工段，夹具工段，样板工段。

二、模具的维修

冲压车间的大部分模具，经过一段时间的使用会失去原来的精度，所以模具工的任务就是把要损坏的模具尽可能地恢复到原来的水平。这也就决定了模具工主要以维修为主，图 1-10 为模具工正用电动砂轮机维修模具。

一般的情况是，当检验员发现冲压件有问题，就查是哪一副模具造成的，然后通知模具夹具股，派模具工到冲压现场查看确认维修，卸下运回，由工艺员制定加工工艺卡，并附上相应的模具图、零件图，模具工按工艺卡和图施工。模具工维修前首先找到模具的损坏部位，请电焊工进行堆焊，然后进行成形磨削，边磨削边用样板测量，直到加工达到工艺要求为止。

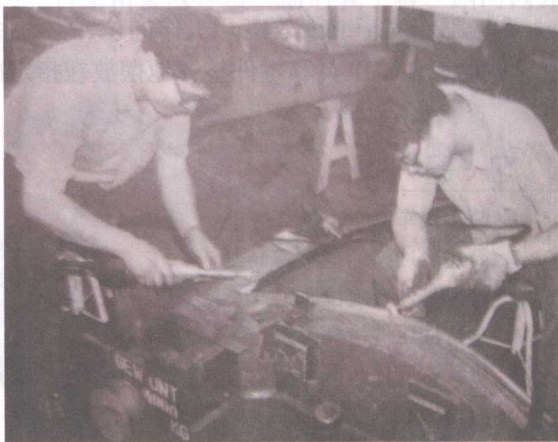


图 1-10 模具工维修模具



三、工模车间产品质量保证

一辆轿车的外型主要是靠冲压件来支撑的，冲压件质量的好坏，直接影响到白车的车身拼接，最后影响到整台轿车的质量，而冲压件的质量是靠模具质量来保证的。模具质量好，冲压件质量就高。所以说，一台整车车身质量的好坏，模具是关键因素，模具车间在整个轿车生产过程中，占有一个非常重要的位置。

为了保证产品质量，一般工厂都采用工艺负责制，就是根据工艺卡片按工艺要求，每个岗位的工人加工零件时必须保证自己工序的质量，这样道道工序都保证了，产品质量就提高了。

为了保证产品质量，又要适应生产的快节奏，一般维修采用直接修整和间接修整两种方法。如模具、夹具维修多采用直接修整，就是把模具、夹具从现场拉回来维修；如时间紧，立即要使用的，就采用间接修整，如车顶横梁位置不准确，现场将车子吊下，用夹具拼，并用三坐标测量仪测，对照图样的要求检验，如位置偏低 -2mm ，夹具就上调 $+2\text{mm}$ 。

四、工模车间安全操作规程

1) 操作前，应按所用工具的需要和有关规定，穿戴好防护用品，如使用手持电动砂轮机，要戴好防护眼镜。

2) 使用工具必须齐全、完好、可靠才能开始工作。禁止使用有裂纹、带毛刺、手柄松动等不合安全要求的工具，并严格遵守常用工具安全操作规程。

3) 开动设备，应先检查防护装置，紧固螺钉以及电、油、气等动力开关是否良好，并空载试车试验后，方可投入工作。操作时应严格遵守所用设备的安全操作规程。

4) 设备上的电气线路和器件以及电动工具发生故障，应交电工修理，自己不得拆卸，不准自己动手设线路和安装临时电源。

5) 工作中注意周围人员及自身的安全，防止因挥动工具、工具脱落、工件及铁屑飞溅造成伤害，两人以上一起工作要注意协调配合。

6) 起吊和搬运物件，应遵守起重工、挂钩工、搬运工安全操作规程，与行车工密切配合。

7) 清除铁屑，必须使用工具，禁止用手拉、嘴吹。

8) 工作完毕或因故离开工作岗位，必须将设备和工具的电、气切断，工作完毕，必须清理场地，将工具和零件整齐地摆放在指定的位置上。

习题

1. 简述汽车的生产制造过程。
2. 简述冷冲模的概念与分类。
3. 什么是六点定位原则？夹具的作用是什么？
4. 车身冲压件检具由哪几部分组成？
5. 机器人应用在汽车制造的哪些方面？有哪些优点缺点？
6. 简述工模车间在整个轿车生产过程中的作用。
7. 工模车间采用什么方式保证产品质量？



车身冲压

在汽车构成中，车身、底盘和发动机一起被称为汽车的三大部件。车身的形式已越来越受到人们的重视，其原因在于：从质量分析来看，轿车车身占整车的40%~60%，载重车车身（又称驾驶室）占整车的20%~30%；从制造成本上来看，轿车车身占整车的50%~70%，载货车车身占整车的15%~30%，且档次越高的豪华车，车身成本占的比例越大；从汽车发展趋势来看，人们对汽车的安全性、舒适性、新颖性以及豪华档次等特色的要求将越来越高，而这些特色很多要通过汽车车身来体现。

汽车车身是一个形状复杂的空间薄壁壳体。它的主要零部件均由钢板冲压焊接而成，然后进行涂漆以增加美观和防蚀性，最后装上各种内饰件，形成完整的车身。

本章主要介绍轿车车身冲压工艺。

第一节 汽车车身覆盖件

一、汽车车身结构

汽车的车身主要由发动机盖内外板、车顶、行李箱盖内外板、前后翼子板、四门内外板、前后轮罩、前后底板等组成，如图2-1所示。

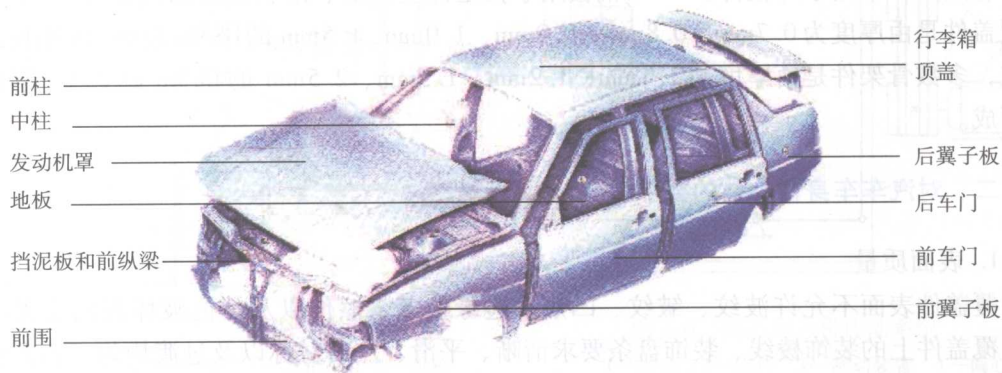


图2-1 车身结构



轿车的车身通常是由覆盖件和一般冲压件构成的。汽车覆盖件（简称覆盖件）是构成驾驶室和车身的表面零件，以及覆盖发动机和底盘等其他表面零件。覆盖件按作用和要求可分为三类：内覆盖件（如图 2-2）、外覆盖件（如图 2-3）和骨架件（如图 2-4）。

覆盖件和一般冲压件相比较，具有材料薄、形状复杂、多为空间曲面、结构尺寸大和表面质量高等特点。在覆盖件冲压工艺、冲模设计和冲模制造工艺上也具有独自的特点，因此需将覆盖件及其冲模作为一类特殊的问题来研究。



图 2-2 发动机盖内覆盖件

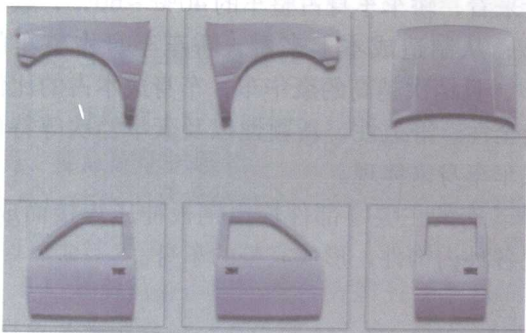


图 2-3 车身外覆盖件



图 2-4 骨架件

冲压件所用的材料均为冷轧薄钢板，按冲压级别可分：最复杂拉深级（用 ZF 表示）、很复杂拉深级（HF）、复杂拉深级（F）、最拉深级（Z）、深拉深级（S）、普通拉深级（P）。镀锌板的拉深性能优越，常使用在车身覆盖件上。镀锌板有单面和双面镀锌板两种。常见镀锌板牌号有 st1203、st1303、st1403、st1305、st1405、08ZF 等。牌号中 st12，st13，st14 表示材料塑性，数字越大，塑性越好，03、05 表示材料表面质量，05 表面光洁，缺陷少，常用于外覆件。08ZF 钢板用于拉延深度深的、形状复杂的覆盖件拉延。内、外覆盖件是由厚度为 0.7mm、0.8mm、0.9mm、1.0mm、1.5mm 的 08Mn 或 09Mn 钢板冲压而成，多数骨架件是由厚度为 1.1mm、1.2mm、1.5mm、2.5mm 的 08Mn 或 09Mn 钢板冲压而成。

二、对汽车车身覆盖件的要求

1. 表面质量

覆盖件表面不允许波纹、皱纹、凹痕、边缘拉痕、擦伤以及其他破坏表面完美的缺陷。覆盖件上的装饰棱线、装饰盘条要求清晰、平滑、左右对称以及过渡均匀。覆盖件之间的装饰棱线衔接处应吻合，不允许参差不齐。表面上一些微小缺陷都会在涂漆后引起光的漫反射而损坏外观。

2. 尺寸和形状应符合覆盖件图和汽车主模型

覆盖件间的装配多用点焊，间用螺钉联接。装配连接处的两个覆盖件的空间曲面必须一致，衔接处也是如此。由于覆盖件形状复杂、空间曲面多，覆盖件图是无法完全表示出来的，只能依赖于主模型。因此，主模型是覆盖件图必要的补充，真正能表示覆盖件的不是覆盖件图而是主模型。主模型的用途是覆盖件冲模、焊装夹具和检验夹具制造的标准。

3. 刚性

在拉延过程中，由于材料的塑性变形不够而使覆盖件的一些部位刚性差，造成覆盖件受振动后就会产生空洞声。这种现象表现为敲击拉延件其音频不一，用手按时发生“乒乓”声。用这样的覆盖件装车，在汽车行驶中要发生振动，造成覆盖件的早期损坏。这种情况多产生在曲面平滑的覆盖件上。

4. 工艺性

覆盖件的工艺性关键在于拉延的可能性和可靠性，即拉延的工艺性。而拉延工艺性的好坏主要取决于覆盖件的形状。

第二节 汽车冲压生产线

冲压车间有各种大型压力机，形成数条冲压生产线，完成各种大冲压成形、切边等工序；数条落料机为冲压件备料；一台喷油线为生产出的冲压件上加油，以防生锈。

一、冲压设备

冲压车间主要设备有压力机、开卷机和剪板机。在汽车冲压车间常见压力机有曲轴压力机和偏心压力机两种（如图 2-5、图 2-6 所示）。

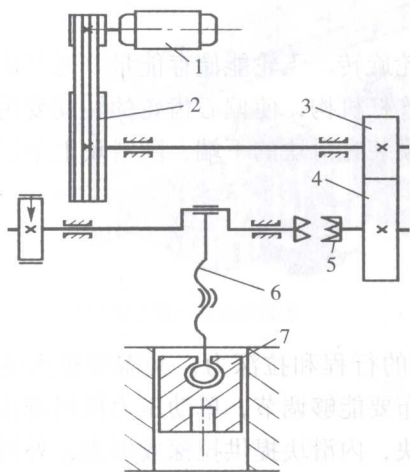


图 2-5 曲轴压力机传动系统

1—电动机 2—带轮 3、4—齿轮
5—离合器 6—连杆 7—滑块

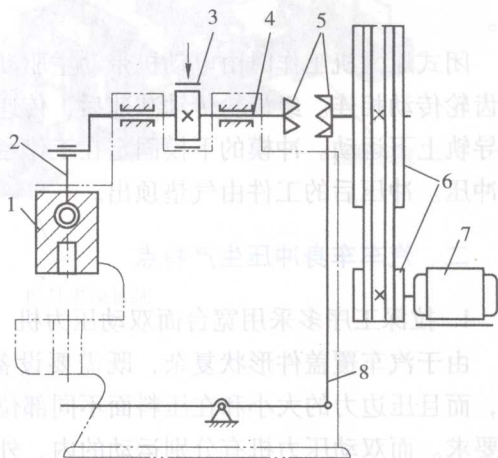


图 2-6 偏心压力机传动系统

1—滑块 2—连杆 3—制动装置 4—偏心轴
5—离合器 6—带轮 7—电动机 8—操纵机构



常见的曲轴压力机有闭式压力机（如图 2-7 所示）和开式压力机（如图 2-8 所示）。闭式压力机刚度好，在冲压车间里主要加工形状较复杂，尺寸较大的顶盖、门板、前盖、翼子板等。开式压力机刚性较差，但操作方便，轿车上许多小型冲压件都在开式冲床上加工。



图 2-7 闭式双点单动压力机

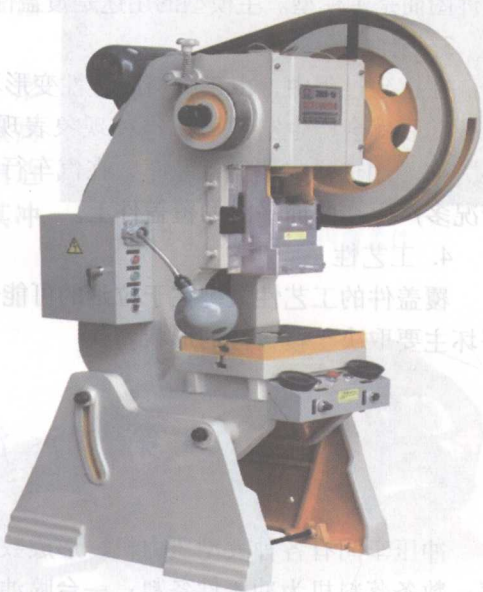


图 2-8 开式压力机

闭式压力机又可分为闭式四点双动压力机、闭式四点单动压力机和闭式双点压力机。所谓“点”指的是曲柄，有两个曲柄、四个曲柄的压力机，简称为双点、四点压力机；所谓“动”指的是电动机，有一个电动机、两个电动机的压力机，简称为单动、双动压力机。

闭式压力机工作时由电动机带动主驱动轴使飞轮旋转。飞轮能储存能量并通过离合器与齿轮传动相连。经齿轮传动减速后，传递给曲柄连杆机构，使偏心齿轮的转动变为滑块沿导轨上下运动。冲模的下模固定在工作台上，上模装在滑块的下端，随滑块上下运动进行冲压。冲压后的工件由气垫顶出。

二、汽车车身冲压生产特点

1. 拉深工序多采用宽台面双动压力机

由于汽车覆盖件形状复杂，既需要设备有很大的行程和拉深力，又需要很大的压边力，而且压边力的大小和在压料面不同部位上的分布要能够调节，单动压力机很难达到这些要求。而双动压力机有分别运动的内、外两个滑块，内滑块提供拉深成形力，外滑块提供很大而稳定的压边力，有利于拉深过程中压边力的控制。因此，汽车覆盖件的拉深工序广泛采用 10000 ~ 20000kN 的双动压力机。图 2-9 所示为双动压力机结构示意图。

2. 广泛采用单动宽台面多点压力机

由于汽车覆盖件轮廓尺寸大而材料厚度小，所需台面尺寸较大，在修边、校形、翻