



“十二五”职业教育国家规划教材
经全国职业教育教材审定委员会审定

汽车制造 工艺基础

第2版

谢永东◎主编



机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS



免费赠送电子课件



“十二五”职业教育国家规划教材
经全国职业教育教材审定委员会审定

汽车制造工艺基础

第2版

主 编	谢永东	
参 编	陈宝珍	朱艮生
	冯学敦	石优兵
主 审	葛如海	



机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS

本书是经全国职业教育教材审定委员会审定的“十二五”职业教育国家规划教材,是根据《教育部关于“十二五”职业教育教材建设的若干意见》及教育部新颁布的《高等职业学校专业教学标准(试行)》,同时参考汽车制造与装配相关职业资格标准编写的。本书主要介绍与汽车制造四大工艺相关的基础知识和岗位操作技能,内容包括汽车制造装备、车身冲压、白车身焊接、车身涂装和汽车总装。本书编写力求与企业实际岗位接轨,以培养学生综合职业能力为核心,突出实用性和时代性。

本书可作为高等职业院校汽车制造与装配专业教材,也可作为汽车制造企业培训一线员工岗位培训教材。

为便于教学,本书配套有电子课件等教学资源,选择本书作为教材的教师可来电(010-88379865)索取,或登录 www.cmpedu.cn 网站,注册、免费下载。

图书在版编目(CIP)数据

汽车制造工艺基础/谢永东主编. —2版. —北京:机械工业出版社, 2014.3

“十二五”职业教育国家规划教材

ISBN 978-7-111-45515-8

I. ①汽… II. ①谢… III. ①汽车-生产工艺-高等职业教育-教材 IV. ①U466

中国版本图书馆CIP数据核字(2014)第012609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:曹新宇 责任编辑:于志伟

版式设计:霍永明 责任校对:张征

封面设计:马精明 责任印制:乔宇

北京汇林印务有限公司印刷

2014年9月第2版第1次印刷

184mm×260mm·8.75印张·199千字

0001—3000册

标准书号:ISBN 978-7-111-45515-8

定价:38.00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

网络服务

社服务中心:(010)88361066 教材网:<http://www.cmpedu.com>

销售一部:(010)68326294 机工官网:<http://www.cmpbook.com>

销售二部:(010)88379649 机工官博:<http://weibo.com/cmp1952>

读者购书热线:(010)88379203 封面无防伪标均为盗版

第1版前言

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艮生、江苏省苏州职业教育中心冯学敦、江苏省如皋职业教育中心石优兵和上海大众汽车有限公司南京分公司的朱庄洪参与了本书的编写，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

第2版前言

本书是按照教育部《关于开展“十二五”职业教育国家规划教材选题立项工作的通知》，经过出版社初评、申报，由教育部专家组评审确定的“十二五”职业教育国家规划教材，是根据《教育部关于“十二五”职业教育教材建设的若干意见》及教育部新颁布的《高等职业学校专业教学标准（试行）》，同时参考汽车制造与装配职业资格标准在第1版的基础上修订而成的。

本书主要介绍汽车制造的车身冲压、车身焊接、车身涂装和汽车总装四大工艺相关基础知识和岗位操作技能。编写中，力求体现以综合职业能力的培养为核心，理论部分以“必需，够用”为原则，实践操作部分则突出了实用性和时代性，与企业实际接轨，符合企业的操作流程。本书编写模式新颖，能方便学生学习，采用大量新颖图片激发学生的学习兴趣，课程总体安排按照工厂流程进行安排。

本书在内容处理上主要有以下几点说明：①在教学过程中，建议学生边学习本教材内容边去相关企业见习；②本教材总课时32课时，建议每周安排2课时。

全书共五章，由苏州建设交通高等职业技术学校谢永东主编，负责第一、二、三章的编写以及全书的统稿，仪征技师学院陈宝珍编写第四章，苏州建设交通高等职业技术学校朱良生编写第五章，苏州高等职业技术学校冯学敦与江苏省如皋中等专业学校石优兵也参与了本书的编写。本书经全国职业教育教材审定委员会审定，由江苏大学葛如海教授主审。教育部专家在评审过程中对本书提出了很多宝贵意见，在此对他们表示衷心的感谢。另外，特别感谢上海大众汽车有限公司南京分公司朱庄洪对本书编写的大力支持。

本书的修订过程中，编者参阅了国内外出版的有关教材和资料，得到了上海大众现场工程师的指导，在此一并表示衷心感谢！

由于编者水平有限，书中不妥之处在所难免，恳请读者批评指正。

编 者

目 录

第2版前言

第1版前言

第一章 汽车制造装备 1

- 第一节 模具与夹具 2
- 第二节 工业机器人 5
- 第三节 工模制造与维护 7
- 第四节 车间安全与个人防护 9
- 习题 12

第二章 车身冲压 13

- 第一节 汽车车身覆盖件 13
- 第二节 汽车冲压生产线 17
- 第三节 冲压工艺流程 25
- 第四节 典型车身冲压模具 31
- 第五节 冲压质量检验与安全 34
- 习题 39

第三章 白车身焊接 40

- 第一节 白车身焊接概述 41
- 第二节 电阻焊 46
- 第三节 气体保护焊 53
- 第四节 其他焊接技术 60
- 第五节 白车身质量检验与安全 67
- 习题 71

第四章 车身涂装 72

- 第一节 汽车涂装概述 72

第二节 汽车涂料基本知识 79

第三节 汽车涂装工艺设计 82

第四节 涂装质量检查与安全 94

习题 100

第五章 汽车总装 102

第一节 整车装配工艺装备 102

第二节 汽车总装过程 107

第三节 桑塔纳轿车总装过程 117

第四节 调整 124

第五节 总装质量检验与安全 126

习题 128

附 录 安全标志图片 129

参考文献 134

第一章 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。

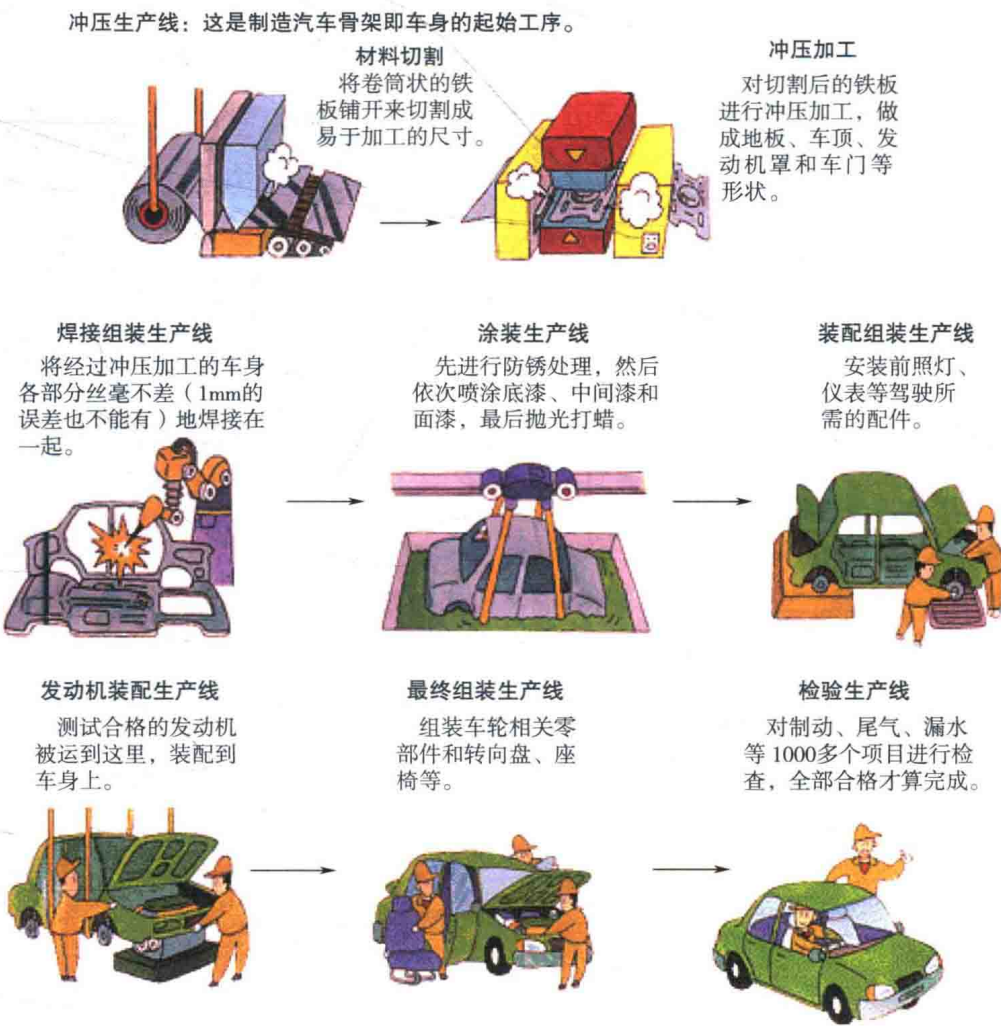


图 1-1 汽车的生产制造过程示意图

为了保证这些生产线的运行，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。本章主要介绍部分汽车的生产制造装备的结构、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与夹具,人们习惯把模具和夹具等简称为工模。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 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(图 1-3),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进行限制的。

用六个适当分布的支承点限制工件的六个自由度,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:

(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、液动和电动等,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。

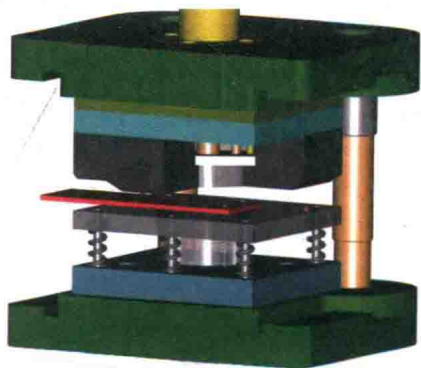


图 1-2 冲裁模

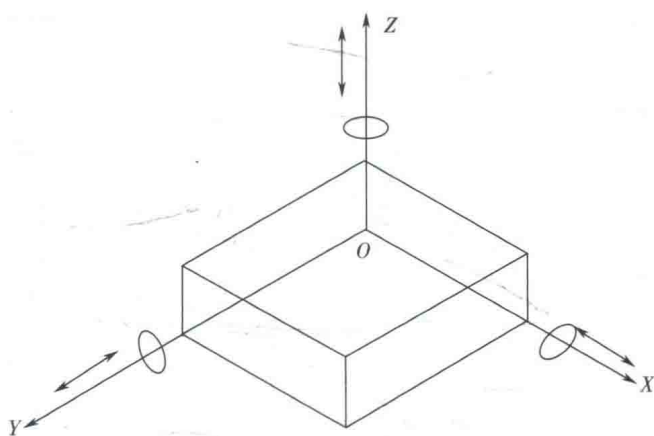


图 1-3 空间直角坐标轴系六个自由度

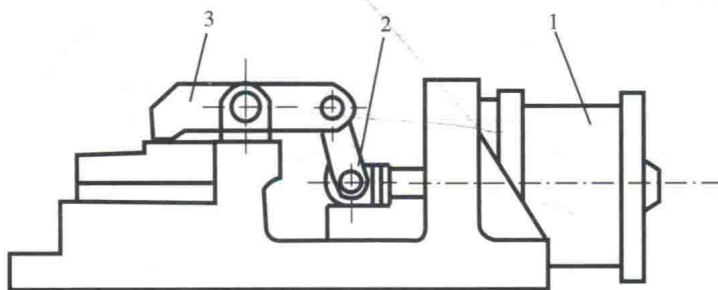


图 1-4 夹紧装置组成示意图

1—气缸 2—连杆 3—压板

(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。

三、检测夹具

车身冲压件、分总成(由冲压件焊接而成)、车身骨架和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,尤其是对轿车和各类客车的焊装生产及整车外观造型的影响很大,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(图 1-6)。图 1-7 为南京菲亚特轿车的部分冲压件检测夹具。

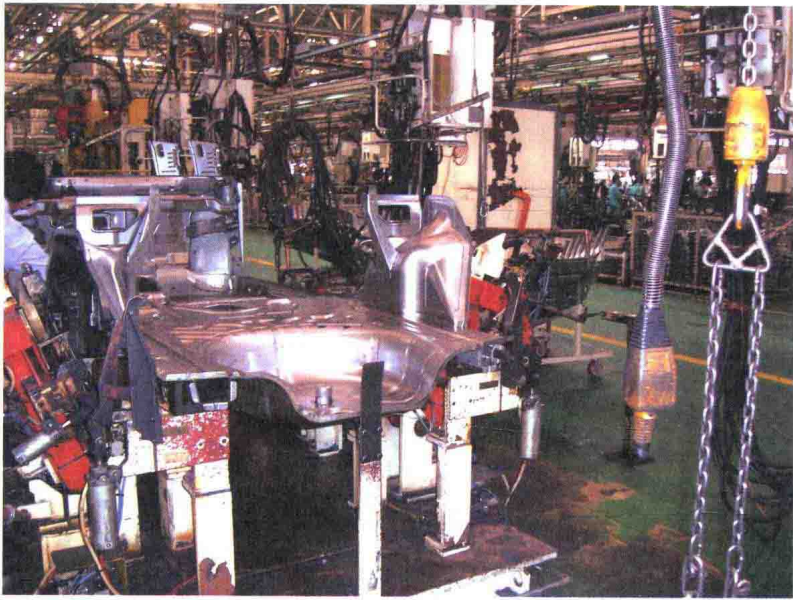


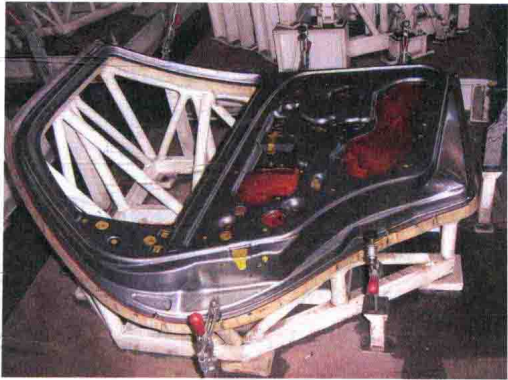
图 1-5 焊接夹具



图 1-6 车身冲压件检测夹具



行李箱地板检测夹具

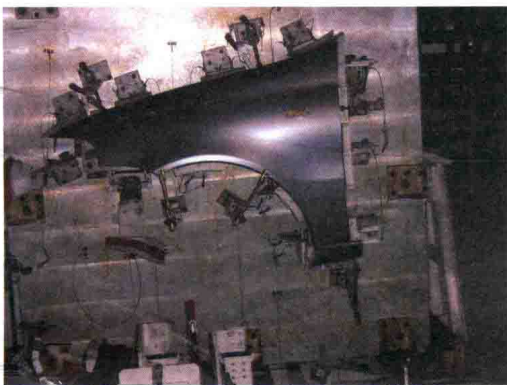


车门检测夹具

图 1-7 南京菲亚特的部分冲压件检测夹具



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（续）

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，投资将大大降低；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于以下几方面：

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，将零件进行移动。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，可以提高工作效率，降低人员受伤的危险，可进行全封闭生产。

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，图 1-8 为机器人点焊。

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



图 1-8 机器人点焊

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 CO_2 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 $\pm 0.1\text{mm}$ 。

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、支撑胶和 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（图 1-9）等。

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与应用。



图 1-9 喷漆机器人

第三节 工模制造与维护

一、工模车间

工模车间的主要任务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、冲床和大型试模压力机等）、各类专用机床（如电火花加工机床、数控线切割加工机床、数控龙门刨床和数控仿形铣床等）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，所以模具工的任务是把要损坏的模具尽可能恢复到原来的水平。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，由工艺员制订加工工艺卡，并附上相应的模具图、零件图，模具工按工艺卡和图



图 1-10 模具工维修模具

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。

三、工模车间产品质量保证

一辆轿车的外形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，就是根据工艺卡片的工艺要求，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，现场将车辆吊下，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，如使用手用电动砂轮机，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、带毛刺和手柄松动等不符合安全要求的工具，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、器件以及电动工具发生故障时，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、挂钩工和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,禁止用手拉或嘴吹。

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。

第四节 车间安全与个人防护

一、车间安全标志解读

安全标志是用以表达特定安全信息的标志,由图形符号、安全色、几何形状(边框)或文字构成。安全标志分禁止标志、警告标志、指令标志和提示标志。

安全标志的颜色含义:红色表示禁止、停止的意思;黄色表示注意、警告的意思;蓝色表示指令、必须遵守的意思;绿色表示通行、安全和提供信息的意思。

1. 禁止标志(图 1-11)

禁止标志的含义是禁止人们的不安全行为;其基本形式为带斜杠的圆形框。圆形和斜杠为红色,图形符号为黑色,衬底为白色。全部禁止标志图形见书后附录 A。



图 1-11 禁止标志

2. 警告标志(图 1-12)

警告标志的含义是提醒人们对周围环境引起注意,以避免可能发生的危险;其基本形式是正三角形边框。三角形边框及图形符号为黑色,衬底为黄色。全部警告标志图形见书后附录 A。



图 1-12 警告标志

3. 指令标志 (图 1-13)

指令标志的含义是强制人们必须做出某种动作或采用防范措施；其基本形式是圆形边框。图形符号为白色，衬底色为蓝色。全部指令标志图形见书后附录 A。



图 1-13 指令标志

4. 提示标志 (图 1-14)

提示标志的含义是向人们提供某种信息（如标明安全设施或场所等）；其基本形式是正方形边框。图形符号为白色，衬底色为绿色。全部提示标志图形见书后附录 A。



图 1-14 提示标志

二、消防知识

常见的消防器材主要有灭火器、消防水泵、消防栓，水带和水枪等。

1. 二氧化碳灭火器

二氧化碳灭火器利用其内部所充装的高压液态二氧化碳本身的蒸气压力作为动力喷出灭火。