



中等职业教育“十一五”规划教材

汽车运用与维修专业



工作过程导向

汽车车身修复

QICHE

CHESHEN XIUFU

本书是面向中等职业学校汽车运用与维修专业的理论教学和实训教材，全书共三大部分十一个项目，主要内容包括：汽车车身基础理论知识、车身碰撞性能和疲劳寿命、汽车车身结构、汽车材料和性能、汽车修复常用设备、汽车车身钣金工具和测量工具、汽车车身连接、汽车车身修复工艺、汽车车身损伤检测和评估、汽车车身碰撞和校正工艺、车身构件更换等。

张湘衡◎主编

简玉麟◎主审

华中科技大学出版社
<http://www.hustp.com>



工作过程导向

汽车 车身修复

QICHE

CHESHEN XIUFU

本书是面向中等职业学校汽车运用与维修专业的理论教学和实训教材，全书共三大部分十一个项目，主要内容包括：汽车车身基础理论知识、车身碰撞性能和疲劳寿命、汽车车身结构、汽车材料和性能、汽车修复常用设备、汽车车身钣金工具和测量工具、汽车车身连接、汽车车身修复工艺、汽车车身损伤检测和评估、汽车车身碰撞和校正工艺、车身构件更换等。

主 编 张湘衡

主 审 简玉麟

副主编 齐 峰 诸鑫炯

华中科技大学出版社
(中国·武汉)

图书在版编目(CIP)数据

汽车车身修复/张湘衡 主编. —武汉:华中科技大学出版社,2008年9月
ISBN 978-7-5609-4815-7

I. 汽… II. 张… III. 汽车-车体-车辆修理-专业学校-教材 IV. U472.4

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2008)第 114413 号

汽车车身修复

张湘衡 主编

策划编辑:王红梅

责任编辑:王红梅 朱怡捷

责任校对:李 琴

封面设计:耀午书装

责任监印:周治超

出版发行:华中科技大学出版社(中国·武汉)

武昌喻家山 邮编:430074 电话:(027)87557437

录 排:武汉众心图文激光照排中心

印 刷:武汉市新华印刷有限责任公司

开本:787mm×1092mm 1/16

印张:18.25

字数:422 000

版次:2008年9月第1版

印次:2008年9月第1次印刷

定价:29.80元

ISBN 978-7-5609-4815-7/U·40

(本书若有印装质量问题,请向出版社发行部调换)

内容提要

本书是面向中等职业学校车身专业车身修复方向学生的学习教材,全书共三篇十一章,主要内容包括:汽车车身基础理论知识、车身碰撞性能和疲劳寿命、汽车车身结构、汽车材料和性能、汽车修复常用设备、汽车车身钣金工具和测量工具、汽车车身连接、汽车车身修复工艺、汽车车身损伤检测和评估、汽车车身碰撞和校正工艺、车身构件更换等。

本书适用于中等职业技术学校、职业高中、培训机构中汽车车身专业的教学使用,也可供相关专业的技术工人培训和自学用书。

总序

世界职业教育发展的经验和我国职业教育发展的历程都表明，职业教育是提高国家核心竞争力的要素。职业教育这一重要作用和地位，主要体现在两个方面：其一，职业教育承载着满足社会需求的重任，是培养为社会直接创造价值的高素质劳动者和专门人才的教育。职业教育既是经济发展的需要，又是促进就业的需要。其二，职业教育还承载着满足个性需求的重任，是促进以形象思维为主的具有另类智力特点的青少年成才的教育。因此，职业教育既是保证教育公平的需要，又是教育协调发展的需要。

这意味着，职业教育不仅有着自己的特定目标——满足社会经济发展的人才需求以及与之相关的就业需求，而且有着自己的特殊规律——促进不同智力群体的个性发展以及与之相关的智力开发。

长期以来，由于我们对职业教育作为一种类型教育的规律缺乏深刻的认识，加之学校职业教育又占据绝对主体地位，因此职业教育与经济、与企业联系不紧，导致职业教育的办学未能冲破“供给驱动”的束缚；由于与职业实践结合不紧密，职

业教育的教学也未能跳出学科体系的框架,所培养的职业人才,其职业技能的专深不够,职业工作的能力不强,与行业、企业的实际需求以及我国经济发展的需要相距甚远。实际上,这也不利于个人通过职业这个载体实现自身所应有的生涯发展。

因此,要遵循职业教育的规律,强调校企合作、工学结合,在“做中学”,在“学中做”,就必须进行教学改革。职业教育教学应遵循“行动导向”的教学原则,强调“为了行动而学习”、“通过行动来学习”和“行动就是学习”的教育理念,让学生在由实践情境构成的以过程逻辑为中心的行动体系中获取过程性知识,去解决“怎么做”(经验)和“怎么做更好”(策略)的问题,而不是在由专业学科构成的以架构逻辑为中心的学科体系中去追求陈述性知识,只解决“是什么”(事实、概念等)和“为什么”(原理、规律等)的问题。由此,作为教学改革核心的课程,就成为职业教育教学改革成功与否的关键。

当前,在学习和借鉴国内外职业教育课程改革成功经验的基础之上,工作过程导向的课程开发思想已逐渐为职业教育战线所认同。所谓工作过程,是“在企业里为完成一件工作任务并获得工作成果而进行的一个完整的工作程序”,是一个综合的、时刻处于运动状态但结构相对固定的系统。与之相关的工作过程知识,是情境化的职业经验知识与普适化的系统科学知识的交集,它“不是关于单个事务和重复性质工作的知识,而是在企业内部关系中将不同的子工作予以连接的知识”。以工作过程逻辑展开的课程开发,其内容编排以典型职业工作任务以及实际的职业工作过程为参照系,按照完整行动所特有的“资讯、决策、计划、实施、检查、评价”结构,实现学科体系的解构与行动体系的重构,实现于变化的具体的工作过程之中获取不变的思维过程完整性的训练,实现实体性技术、规范

性技术通过过程性技术的物化。

近年来,教育部在中等职业教育和高等职业教育领域,组织了我国职业教育史上最大的职业教育师资培训项目——中德职教师资培训项目和国家级骨干教师培训项目。这些骨干教师通过学习、了解、接受先进的教学理念和教学模式,结合中国的国情,开发了更适合我国国情、更具有中国特色的职业教育课程模式。

华中科技大学出版社结合我国正在探索的职业教育课程改革,邀请我国职业教育领域的专家、企业技术专家和企业人力资源专家,特别是接受过中德职教师资培训或国家级骨干教师培训的中等职业学校的骨干教师,为支持、推动这一课程开发应用于教学实践,进行了有意义的探索——工作过程导向课程的教材编写。

华中科技大学出版社的这一探索,有两个特点:

第一,课程设置针对专业所对应的职业领域,邀请相关企业的技术骨干、人力资源管理者以及行业著名专家和院校骨干教师,通过访谈、问卷和研讨,由企业技术骨干和人力资源管理者提出职业工作岗位对技能型人才在技能、知识和素质方面的要求,结合目前我国中职教育的现状,共同分析、讨论课程设置存在的问题,通过科学合理的调整、增删,确定课程门类及其教学内容。

第二,教学模式针对中职教育对象的智力特点,积极探讨提高教学质量的有效途径,根据工作过程导向课程开发的实践,引入能够激发学习兴趣、贴近职业实践的工作任务,将项目教学作为提高教学质量、培养学生能力的主要教学方法,把适度够用的理论知识按照工作过程来梳理、编排,以促进符合职业教育规律的新的教学模式的建立。

在此基础上,华中科技大学出版社组织出版了这套工作过程导向的中等职业教育“十一五”规划教材。我始终欣喜地关

注着这套教材的规划、组织和编写的过程。华中科技大学出版社敢于探索、积极创新的精神，应该大力提倡。我很乐意将这套教材介绍给读者，衷心希望这套教材能在相关课程的教学活动中发挥积极作用，并得到读者的青睐。我也相信，这套教材在使用的过程中，通过教学实践的检验和实际问题的解决，不断得到改进、完善和提高。我希望，华中科技大学出版社能继续发扬探索、研究的作风，在建立具有我国特色的中等职业教育和高等职业教育的课程体系的改革之中，做出更大的贡献。

是为序。

教育部职业技术教育中心研究所

《中国职业技术教育》杂志主编

学术委员会秘书长

中国职业技术教育学会

理事、教学工作委员会副主任

职教课程理论与开发研究会主任

姜大源 研究员 教授

2008年7月15日

前言



随着我国汽车工业的发展以及汽车保有量的不断增加,汽车在人们生活中正发挥越来越重要的作用。汽车在使用过程中,碰撞损伤是不可避免的,如何使损伤的车身恢复到原有的形状、外观和功能,是汽车修复人员研究的主题和努力方向。

本教材以汽车车身修复的工艺方法和过程为主线,以恢复汽车原来各个构件功能为目标,要求修复人员了解汽车车身制造的各种工艺的过程和理念,熟悉采用修复车身构件的各种碰撞损伤的工艺方法,能正确操作车身矫正设备、测量器具和手工工具。

汽车车身结构中,构件的连接方法主要是焊接,教材中主要详细介绍了惰性气体保护焊,对其他车身连接和焊接工艺也进行了较系统的介绍,以适合汽车车身修理行业、各种汽车修理级别、各种工艺方法的知识需要。现代汽车为了应对能源日趋紧张的形势,采用结构较合理、重量较轻、抗碰撞能力较好的整体式车身,因此,教材在许多章节,例如汽车车身结构、车身焊接工艺、车身评估、车身校正和车身构件更换等,都以整体式车身作为叙述的主要车身结构。车身修复中的车身测量,是近年来汽车车身修理行业一个较新的内容,在教材中也进行了系统的介绍,车身修复人员应充分理解车身制图的表达方式,以及车身图

样的绘制原理和方法，才能掌握读图的基本方法，并结合车身测量器具的操作对车身的损伤和校正进行合理有效的修复。

本教材介绍了一些金属材料、车身修复设备、车身修复工具、车身制图、车身损伤评估等内容，以满足汽车市场对汽车销售、汽车评估和汽车车身修复人员的知识需求。教材以实际操作为主要内容，必须介绍的理论都用简明扼要的方法进行叙述，配图 600 多幅，深入浅出，通俗易懂。

鉴于编写时间仓促和水平所限，书中难免存在疏漏和不妥之处，敬请业内同行和使用者指正，以便教材再版时修改完善。

编 者

2008 年 5 月

目 录

项目一 汽车车身设计基础

任务 1 汽车车身工艺	(2)
任务 2 车身结构设计	(8)
任务 3 车身结构刚度设计	(11)
任务 4 车身防噪声和振动要求	(18)
项目小结	(20)
思考题	(20)

项目二 车身抗碰撞性能

任务 1 汽车碰撞的形式和法规	(22)
任务 2 车身抗撞性能设计要求和规定	(25)
任务 3 车身疲劳寿命	(34)
任务 4 车身闭合构件	(35)
项目小结	(41)
思考题	(41)

项目三 汽车车身结构

任务 1 汽车车身分类	(44)
-------------------	------

任务2 整体式车身结构	(50)
任务3 大客车车身结构	(64)
项目小结	(71)
思考题	(72)

项目四 汽车材料与性能

任务1 金属材料的性能	(74)
任务2 汽车车身金属材料	(77)
任务3 汽车常用非金属材料	(84)
项目小结	(88)
思考题	(88)

项目五 汽车车身修复常用设备

任务1 剪板设备	(90)
任务2 弯管机、卷板机和折弯设备	(96)
项目小结	(103)
思考题	(103)

项目六 汽车车身钣金工具和测量工具

任务1 常用钣金工具	(106)
任务2 常用测量工具	(115)
任务3 车身测量原理	(130)
任务4 客车的车身测量	(142)
项目小结	(143)
思考题	(144)

项目七 汽车车身连接

任务1 汽车车身构件的连接	(146)
任务2 氧—乙炔焊接工艺	(153)
任务3 惰性气体保护焊	(155)
任务4 电阻点焊	(170)
任务5 钎焊	(178)

项目小结	(181)
思考题	(181)

项目八 汽车车身修复工艺

任务1 划线及裁剪	(184)
任务2 汽车车身钣金构件修复工艺	(188)
项目小结	(206)
思考题	(206)

项目九 汽车车身损伤检测和评估

任务1 汽车车身损伤检测方法和内容	(208)
任务2 碰撞对整体式车身的影响	(214)
项目小结	(224)
思考题	(224)

项目十 车身碰撞修复和校正工艺

任务1 车身校正的工艺准备	(226)
任务2 车身校正技术	(232)
任务3 车身各部位的损伤矫正	(240)
任务4 车身的其他校正方法	(246)
项目小结	(251)
思考题	(251)

项目十一 车身构件更换

任务1 车身损伤构件的拆除	(254)
任务2 车身构件的更新安装	(266)
项目小结	(278)
思考题	(278)

参考文献	(279)
------------	-------

项目一

【项目描述】

现代社会人们追求更舒适、更安全、更有效的交通工具，这样对汽车车身的科学技术含量的要求更加突出，特别是能源日趋紧张，迫切需要汽车车身结构更紧凑、更安全、更轻巧。汽车车身方面的科研成果运用了大量的先进技术，使得从事汽车车身修理的人员必须了解汽车车身的设计理论、工艺方法、结构特点和材料性能。

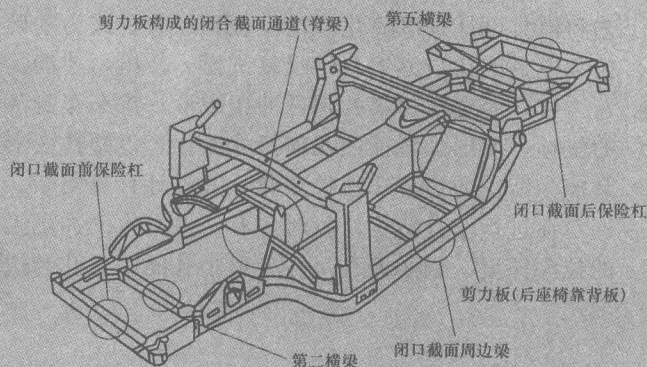
【学习目标】

熟悉汽车车身的常用工艺，了解碰撞安全性对车身结构的要求，了解汽车碰撞安全法规。

【能力目标】

通过对汽车车身工艺、碰撞安全性的学习，掌握汽车修复工作必须理解的原理，为将来独立进行汽车修复工作打下坚实的理论基础。

汽车车身设计基础



任务1 汽车车身工艺

活动情景

汽车车身设计包括车身总布置、车身造型和结构可行性研究三大方面，车身造型中包含的汽车车身工艺与汽车车身修理密不可分。因此，我们首先要了解汽车车身的工艺方法和理念，然后再分析碰撞安全性对车身结构的要求。

任务要求

(1) 简单了解汽车车身制造工艺的方法，车身冲压工艺的内容，车身涂装工艺的功能和要求，以及车身焊接、车身总成的基本内容。

(2) 了解碰撞安全性对车身结构的要求，以及各向碰撞的理想特性和安全设计的内容。

基本内容

1. 汽车车身常用工艺方法

1) 汽车车身制造工艺

(1) 汽车车身制造的主要工艺。汽车车身工艺通称为“四大主体工艺”，即冲压、涂装、焊接和总装。在整个汽车车身制造过程中，车身构件是采用冲压设备对薄金属材料按车身构件图样要求冲压成形的；车身构件经过焊接组装成组合件，制成“白车身”；“白车身”经过涂装，将车身的金属材料保护起来，防止腐蚀；最后进行各个系统总成的总装。在汽车设计制造过程中的工艺支持是很重要的，汽车生产工艺也是汽车设计的主要内容，它必须是适用汽车大批量、机械化生产的成熟工艺手段。

(2) 车身修复人员应了解车身制造工艺。汽车车身修复从某种意义上讲就是将因碰撞损伤变形的车身构件，通过各种工艺方法矫正过来。车身修复人员熟悉车身制造工艺，在修复车身构件时，能更好地采用合理有效的修复方法，能更好地节约材料、降低能耗和缩短修复时间，让顾客更加满意。

2) 车身的冲压工艺方法

(1) 冲压工艺概述。车身外覆盖件的冲压工艺是将薄金属材料板经冲压模冲压成形，这个工艺可以保证车身生产质量、缩短生产周期和降低制造成本。汽车车身常用的冲压工艺和模具设计是以简化理论模型和经验公式为基础，依据设计人员的实践经验，设计出工艺和模具的初步方案，经反复试模、修模，才能达到构件的设计要求。

(2) 薄金属材料的构件冲压成形。汽车车身薄金属材料冲压成形过程包含以金属材料的位移、变形为特征的几何尺寸变化，以塑性变形为特征的金属材料非线性变化和以接触摩擦为特征的边界非线性变化，其设计计算复杂。

在进行车身结构修复时，有一些基本的冲压工艺知识的指导是相当有益的，包括构件的拉深深度、最小冲孔尺寸、最小孔间距、孔与边缘的最小尺寸、外凸圆的最大翻边高度

及平板件的最小翻边高度,翻边、拉深、成形时的最小内圆角半径、落料的最小圆角半径、翻边孔的最大翻边高度以及工艺切口极限值,等等。本教材受篇幅限制不作介绍。

3) 车身的涂装工艺

车身的涂装工艺一般指对白车身进行的涂装工艺,主要包括表面预处理(表面清理和磷化处理)、电泳涂底涂层、涂密封胶和防声绝热浆、涂中间层和涂面涂层等几大工艺过程。其中,影响产品结构设计的环节主要在电泳涂底涂层和涂装线上机械化的生产过程。在进行电泳涂底涂层时,要考虑电泳液的充分流动,因此需要在白车身的某些部位开设一些工艺孔,以保证在电泳过程中,液体的充分浸泡和及时排出;在涂装线的各种工艺传输过程中,要考虑白车身的夹持和保持。目前,现代化的涂装线一般采用多功能穿梭机,在穿梭机上安装吊具与滑橇,实现吊具和滑橇间的自动转挂,如图 1-1 所示。因此,在白车身设计时要考虑吊装和翻转时的强度要求和定位要求。

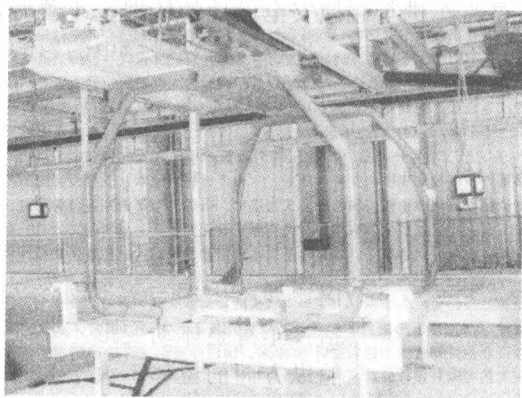


图 1-1 汽车车身的涂装工艺用的吊具

4) 车身的焊接工艺

焊接是白车身生产过程中最重要的工艺,主要焊接工艺有电阻点焊、惰性气体保护焊和钎焊等,其中以电阻点焊最为普遍。

电阻点焊工艺适用于厚度为 0.5~4.0 mm 的无镀层低合金金属材料钢板(碳的质量分数一般小于 0.15%),两构件的金属材料钢板厚度比一般不超过 2.5:1,特殊情况可以达到 3.0:1;在车身结构设计过程中,要尽可能避免厚度比大于 2.5 的两构件间的搭接电阻点焊,由于点焊工艺的特点,车身结构设计过程中要尽可能避免构件三层金属构件板焊接,坚决杜绝四层板焊接。

汽车车身在生产制造过程中机械化程度是很高的,其中采用电阻点焊焊接车身构件最多,但在汽车车身修复过程中一般都采用手工焊接工艺,主要是惰性气体保护焊和手工电阻电焊。

5) 车身的总装工艺

车身装配主要采用模块式装配,除以白车身为主体模块装配以外,还有四大装配模块:车门装配模块;仪表板装配模块;车身内饰装配模块;车身外饰装配模块。

车身产品设计过程中要充分考虑生产过程中的装配工艺要求,包括生产节拍的保证、装配(拆卸)方便性的保证、标准件和装配工具的统筹考虑、工艺装配的要求以及装配过

程中的检测要求等。同时,在产品装配工艺设计过程中,要将从设计部门获得的产品设计数据作为工艺设计的基础工艺数据,以装配流程图的方式,直观地描述装配的过程和顺序,并以装配过程为主线,将每一过程所涉及的工艺数据、物料数据、工装数据、工时数据、通用工艺和生产反馈数据等有机地结合在一起,为生产提供完整的指导数据。汽车车身的装配生产线机械化程度较高,因此装配的精度也较高,在汽车车身修复时应尽可能地恢复这些装配要求和精度,这样才能更好地恢复汽车车身构件的功能。

2. 碰撞安全性对车身结构的要求

1) 碰撞安全性对车身结构的要求和相关法规

(1) 了解汽车安全性法规的相关内容。为了减轻汽车碰撞事故对乘员造成的伤害,各汽车工业发达国家先后制定了相应的碰撞安全法规,主要规定车辆对车内乘员和路上行人的碰撞保护性能要求。这些法规包括正碰撞、侧碰撞和后碰撞等内容。

汽车碰撞安全法规,是汽车进行碰撞安全设计的依据。改善碰撞安全性的措施,一般都瞄准如何实现法规所规定的伤害指标,即以人体在碰撞中的影响为核心的总目标。

例如,正碰撞时的伤害指标包括头部损伤指标、胸部压缩变形量、大腿骨轴向压力、转向系统的位移量等。

(2) 汽车车身的评估。除了强制性法规以外,各国还推出了新车评估规范。下面介绍某新车碰撞安全性对车身结构的评估要求。

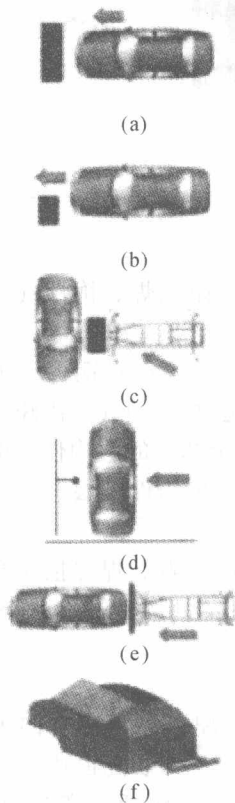


图 1-2 汽车碰撞评估实验示意图

① 汽车以 56 km/h 的车速对刚性墙进行正碰撞,如图 1-2 (a) 所示。碰撞性能的评估要求包括:车身整体动变形不小于 650 mm 时,车身乘员舱纵方向的位移不大于 80 mm。

② 汽车以 64 km/h 的车速对可变形障碍进行 40% 偏置碰撞,如图 1-2 (b) 所示。碰撞性能的评估要求:车身的 A 柱位移小于 50 mm,侵入乘员舱搁脚区小于 150 mm,车身乘员舱的纵方向的位移不大于 80 mm。

③ 质量为 1 370 kg 的汽车,以 61.6 km/h 的车速,朝向与车辆纵轴方向 63° 方向移动撞击,如图 1-2 (c) 所示,碰撞性能的评估要求:最大侵入速度为 6~7 m/s。

④ 侧柱碰撞,如图 1-2 (d) 所示,汽车以 32 km/h 的速度撞击一根位于乘员头部重心的侧面,直径为 254 mm 的刚性柱障碍物,柱高从离地面 100 mm 处到车辆顶线以上。碰撞性能的评估要求:冲击乘员时,最大刚性柱的侵入速度小于 8 m/s。

⑤ 后碰撞,如图 1-2 (e) 所示,质量为 1 814 kg 活动刚性物体以 56 km/h 的速度撞击没制动的汽车尾部。要求油箱区变形最小,以保证燃油箱系统的完整性,以及后座椅的移动量小于 50 mm。