

应用型本科汽车类专业“十二五”规划教材

客车制造工艺

主 编 孙贵斌
副主编 唐友名



 机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS

厦门理工学院教材建设基金赞助出版
国家自然科学基金项目(51305374)、湖南大学汽车车身先进设计制
造国家重点实验室开放基金(31215004)资助
应用型本科汽车类专业“十二五”规划教材

客车制造工艺

主 编 孙贵斌
副主编 唐友名



机械工业出版社

本书在系统地介绍我国客车制造企业在制造工艺领域的先进技术和成功经验的同时,紧密结合客车制造中的生产实例,阐述了相关的基本知识和基本理论,全面讲解了当前客车制造领域的新技术和新工艺,是从事客车制造及相关工作的读者夯实基础的绝佳读物。

本书适合作为应用型本科汽车专业,尤其是客车专业的教材,也适合作为高职高专相关专业的教学参考,还可供从事客车制造工作的专业人员阅读参考。

图书在版编目(CIP)数据

客车制造工艺/孙贵斌主编. —北京:机械工业出版社,2014.12
应用型本科汽车类专业“十二五”规划教材
ISBN 978-7-111-48395-3

I. ①客… II. ①孙… III. ①客车—车辆制造—生产工艺—高等学校—教材 IV. ①U469.105

中国版本图书馆CIP数据核字(2014)第249228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:杜凡如 责任编辑:杜凡如

版式设计:霍永明 责任校对:佟瑞鑫

封面设计:路恩中 责任印制:乔宇

北京机工印刷厂印刷(三河市南杨庄国丰装订厂装订)

2015年1月第1版第1次印刷

184mm×260mm·18.75印张·451千字

0 001—3 000册

标准书号:ISBN 978-7-111-48395-3

定价:49.80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

前 言

客车行业与民生具有较强的相关性。多年来，客车企业、客车产品和客车市场的发展，与国家宏观经济形势的发展息息相关。可以说，客车行业的进步是国家经济环境不断优化的成果。为适应近年来我国客车行业的飞速发展，满足客车行业对高级技术人才的需求，解决现有客车制造工艺领域教程短缺等问题，编者根据多年来在客车生产企业的工作经验，通过查阅大量文献资料编写了此书。

本书以现有客车制造工艺为主线，分别介绍了客车产前、产中及调试阶段的工艺内容。全书共分八章。

第一章为绪论，介绍了客车的基本概念、客车的生产组织形式、特点，以及我国客车制造工艺的发展趋势。

第二章介绍了客车制造中常用的加工工艺，如冲压工艺、辊压工艺、焊接工艺、粘接工艺、铆接工艺、螺纹连接工艺、张拉蒙皮工艺、玻璃钢制作工艺等。同时，阐述了它们的工作原理、工艺特点及在客车上的应用。

第三章介绍了客车制造的产前工艺准备，主要讲述客车投产前需要准备的工作内容，包括：生产设备的投入、机械化和自动化设备、工艺路线的制订和工艺文件的准备，以及样板、样架、检具的制作。通过设计实例，重点介绍了客车生产用工装夹具及其设计与制作。

第四章介绍了客车底盘生产工艺过程，从生产工艺、装配工艺、调试工艺等角度，结合客车底盘产品模块化思路，对底盘生产工艺进行了详细讲解。

第五章为白车身制造工艺技术的应用，介绍了车身的焊接工艺分类、白车身焊接方法、白车身焊装生产工艺流程、白车身骨架的构成及分片制作工序、车身骨架的合装及车身部件的制作。

第六章介绍了客车涂装生产工艺过程，如前处理工艺、喷中涂、喷面漆及图案等。

第七章介绍了客车的总装配生产工艺，如总装生产工艺特点、客车电器件及空气调节系统安装、客车车厢地板的安装、空调管道及行李架的安装、内饰件安装、车门窗安装、逃生装置安装等，重点阐述了安装方法和注意事项。

第八章介绍了调试生产工艺，主要讲述客车的总检与调试修整，如场地检查及修整、路试检查及修整、线上检查及调整、密封填补、淋雨检验及修整、修整和竣工入库等。同时，对检验、调试修整的具体要求和进行了详细阐述。

本书由孙贵斌主编，参加编写的还有高洪生、秦国、苏海浪、孙方锦、孙晓平、欧冒奇、杨福清、衣华伟、邹连波、吴文菁、李延敏等。

在本书编写过程中，得到厦门理工学院学科带头人、博士生导师黄洪武教授及厦门理工学院周水庭教授、葛晓宏教授、盛精教授、刘金武教授、韩锋钢副教授的指导和支
持，在此表示感谢！同时感谢林美霞、庄镇华、沈锐鸿、吴金镇、陈云、彭倩等企业界

朋友的支持和热情帮助，客车行业的工程师们也为本书的编写提供了很多宝贵的经验和资料。

特别感谢丹阳市飞虹车辆配件厂的大力支持，本书内饰部分的图片资料大部分由该企业提供。

由于编者的水平和条件有限，书中难免有不妥和疏漏之处，衷心希望广大读者提出批评和建议，以便不断提高和完善。

编者

2014年5月11日

目 录

前言

第一章 绪论	1
一、客车概念及分类.....	1
二、客车生产组织形式及生产工艺的特点.....	2
三、我国客车制造工艺技术的发展.....	2
第二章 客车生产中的常用加工工艺	6
第一节 冲压工艺	6
一、冲压工艺的特点.....	6
二、冲压工艺的分类.....	6
三、冲压工艺的原理.....	8
四、冲压工艺在客车上的应用.....	9
第二节 辊压工艺	11
一、辊压成形的特点.....	11
二、辊压加工原理.....	12
三、辊压工艺在客车上的应用.....	12
第三节 焊接工艺	13
一、焊接工艺及其特点.....	13
二、焊接工艺的分类.....	13
三、焊接工艺在客车上的应用.....	16
第四节 粘接工艺	17
一、粘接工艺的特点.....	17
二、粘接工艺的分类.....	17
三、粘接工艺的原理.....	18
四、客车用粘结剂、密封胶的选用原则.....	19
第五节 铆接工艺	19
一、铆接工艺的特点.....	19
二、铆接工艺的分类.....	20
三、铆接工艺的原理.....	20
四、铆接在客车上的应用.....	21
五、铆接方法.....	21
第六节 螺纹连接工艺	22
一、螺纹连接工艺的特点.....	22
二、螺纹连接工艺的类型.....	22
三、螺纹连接工艺的原理.....	23

四、螺纹连接工艺在客车上的应用.....	23
第七节 张拉蒙皮工艺	24
一、概述.....	24
二、张拉蒙皮工艺的原理及分类.....	24
第八节 玻璃钢制作工艺	25
一、手糊成型工艺.....	25
二、模压成型法.....	29
三、缠绕成型法.....	30
四、拉挤成型工艺.....	30
第三章 客车产前准备	32
第一节 客车生产设备	32
一、客车生产的设备投入.....	32
二、机械化和自动化设备.....	33
三、客车底盘装配生产线的主要装备.....	37
四、客车涂装生产线的主要装备.....	38
五、客车总装配生产线的主要装备.....	38
第二节 确定工艺路线	40
一、工艺路线.....	40
二、工艺路线的设计拟定.....	40
三、工艺路线的作用.....	41
第三节 产前工艺文件制订	42
一、工艺文件.....	42
二、工艺文件和设计文件的区别.....	42
三、工艺文件介绍.....	43
第四节 客车生产用工装夹具及其设计与制作	47
一、工装夹具的定义.....	47
二、工装夹具的设计.....	47
三、样板、样架的制作.....	56
四、简易焊胎、模具的制作.....	63
五、工位器具的设计与制作.....	67
第四章 客车底盘生产工艺	71
第一节 概述	71
一、客车底盘.....	71
二、客车底盘装配流程.....	71

三、底盘模块化生产	72	二、纯电动动力系统	131
第二节 车架工位	73	三、混合动力系统	136
一、车架生产的准备工作	73	第五章 客车白车身生产工艺	143
二、纵梁式车架生产工艺	74	第一节 概述	143
三、格栅式车架生产工艺	75	一、产品结构	143
四、三段式车架生产工艺	76	二、三种车身结构的焊接工艺比较	144
五、车架的涂装工艺	77	第二节 白车身焊接方法的	
第三节 车桥工位	78	工艺规程	144
一、车桥分装	78	一、焊条电弧焊工艺守则	144
二、板簧悬架分装	79	二、CO ₂ 气体保护焊工艺及参数选择	146
三、气簧悬架分装	80	第三节 白车身焊装生产工艺流程	149
第四节 管路工艺	83	一、白车身焊装工艺流程设计中的	
一、管路概述	83	问题	149
二、管路的分类及选用	84	二、白车身的传统及改进焊装工艺	
三、管路的制作工艺	86	流程	149
四、管路走向规范工艺	87	第四节 白车身骨架的构成及分片	
第五节 发动机工位	88	制作工序	150
一、发动机分装工艺	88	一、白车身骨架的构成	150
二、发动机周边附件安装工艺	90	二、骨架分总成的焊装制作工序	152
第六节 传动系工艺	103	三、车身骨架校正工序	156
一、离合器分装工艺	104	四、白车身骨架的合装工艺	157
二、变速器分装工艺	104	第五节 白车身制作工序	159
三、传动轴分装工艺	105	一、前后围蒙皮制作工序及工艺要求	160
四、操纵机构的安装及常见问题		二、侧围蒙皮制作工序及工艺要求	162
解决方案	106	三、顶盖蒙皮制作工艺及工序	163
第七节 转向操纵机构安装工艺	107	四、内封板焊接工序及工艺要求	165
一、转向机构分装工艺	107	五、前后围保险杠安装工序及工艺	
二、转向系统调试工艺	108	要求	166
三、转向系统常见问题及处理方案	108	六、外摆前中乘客门预装制作工序及	
第八节 制动系统工艺	109	工艺要求	167
一、制动系统装配工艺	109	七、侧舱门装配制作工序及工艺要求	168
二、EBS 安装工艺	109	八、后发动机舱门装配制作工序	
三、缓速器分装工艺	110	及工艺要求	172
四、制动系统调试工艺	111	九、白车身下线修整工序及工艺要求	173
第九节 底盘电器工艺	112	第六章 客车涂装生产工艺	175
一、线束制作工艺	112	第一节 车身表面前处理	175
二、线束安装工艺	121	一、脱脂	175
三、电器件安装工艺	123	二、除锈	176
第十节 新能源分装工艺	125	三、磷化	176
一、天然气系统	125	四、涂底漆	177

第二节 刮腻子	178	卫生间的安装	259
一、原子灰	178	一、客车安全顶窗的安装	259
二、钣金原子灰	179	二、客车仪表台的安装	262
三、金属原子灰	179	三、客车刮水器的安装	264
四、纤维腻子	179	四、客车卫生间的安装	265
五、腻子的刮涂方法	179	第八章 客车终检与调试修整	267
第三节 打磨	180	第一节 客车终检与调试操作流程	267
一、打磨工序	180	第二节 车辆总体检验	268
二、打磨注意事项	182	一、油漆和车身检验	268
第四节 喷中涂	182	二、底盘部件检验	268
第五节 喷面漆	183	三、电路、灯光和信号装置检验	270
第六节 喷涂车身图案	185	四、怠速调整	271
一、图案	185	第三节 车辆路试检验	275
二、模版	186	一、车辆路试检验的项目	275
三、喷图案	186	二、路试的基本要求和具体内容	275
第七章 客车总装生产工艺	187	第四节 车辆检测线检测	277
第一节 总装生产工艺特点简述	187	一、车辆检测线测试项目	277
一、客车总装生产工艺的特点	187	二、检测线作业流程	277
二、客车总装配工艺流程	189	三、检测	278
第二节 客车电器件和空气调节系统的 安装	190	第五节 淋雨试验作业	279
一、客车电器件的安装	190	第六节 修整作业	279
二、客车空气调节系统的安装	207	一、内外饰修整	279
第三节 客车车厢地板和内饰安装	223	二、底盘修整	280
一、客车车厢地板的安装	223	三、电器设备修整	281
二、客车内饰护板及前后装饰顶的 安装	229	四、油漆修补	282
三、冷风管道及行李架的安装	233	第七节 最终检验交车作业	283
四、客车座椅的安装	237	附录	284
第四节 乘客门、舱门附件及玻璃的 安装	240	附录 A 作业指导书示例	284
一、客车乘客门的安装	240	附录 B 客车企业应用工具、设备部分 名录	285
二、客车舱门附件的安装	250	附录 C 客车企业使用工装部分 名录	287
三、玻璃的安装	253	参考文献	289
第五节 安全顶窗、仪表台、刮水器、			

第一章 绪 论

本章主要介绍客车的基本概念、客车的生产组织形式、特点，以及我国客车制造工艺的发展趋势。

一、客车概念及分类

客车是现代社会中重要的交通工具之一，指在设计和技术特性上用于载运乘客及其随身行李的汽车。

根据 GB/T 3730.1—2001《汽车和挂车的术语和定义》和 GB/T 5089—2001《机动车辆及挂车分类》，汽车分乘用车和商用车两种，其中乘用车含驾驶人座位数不超过 9 座，客车属于商用车范畴，但在小型客车分类上与乘用车存在重叠部分，见图 1-1。

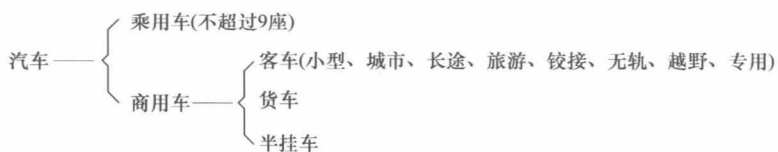


图 1-1 汽车分类

在 JT/T 325—2013《营运客车类型划分及等级评定标准》中，将客车按车长划分为特大型、大型、中型和小型四种，见表 1-1。

表 1-1 客车分类

类型	特大型	大型	中型	小型
车长/m	12~13.7	9~12	6~9	3.5~6

按用途可将客车划分为城市客车、旅游团体客车、客运客车和专用客车。

城市客车是为城市内或城郊运输乘客而设计的车辆。它的使用特点是乘客上下车频繁，要求设有一定数量的座椅及宽敞的乘客站立空间。

旅游团体客车是为旅游、企业团体设计的车辆。它的结构布置要满足乘客的舒适性，不载运站立的乘客，且对行李舱容积不作要求。

客运客车是为城市间运输乘客而设计的车辆。它在结构上与旅游团体客车的区别是对行李舱容积有特殊的要求。

专用客车是以客车为基础，根据特殊用途而设计、改装的车辆，如房车、救护车、采血车等，有时也将其称为特种客车。

二、客车生产组织形式及生产工艺的特点

(一) 客车生产组织形式

客车生产组织形式归纳起来有以下两大类:

第一类是从底盘开始组织整车的生产。其特征是生产规模大、设备投入多。我国较为典型的该类客车厂有厦门金龙联合汽车工业有限公司、厦门金龙旅行车有限公司、金龙联合汽车工业(苏州)有限公司、郑州宇通客车股份有限公司等。

第二类是购置客车底盘,从车身生产开始组织整车的生产。其特征是生产规模小、设备投入少。这种生产方式在中小型客车企业中比较常见。

(二) 客车生产工艺的特点

1. 客车的生产是一个集设计、加工和装配为一体的综合过程

通常,发动机、离合器、变速器、前桥、后桥、电气设备等总成,以及车身的内、外覆盖件等,均由相对独立的制造厂进行专业化生产,客车生产企业通过这些专业制造厂,根据车辆设计需要获得相应的总成和零部件。因此,客车生产企业实际上是一个集设计、加工和装配为一体的综合性生产企业。

2. 客车生产要求较大的生产空间

客车的工件尺寸大,如特大型客车的长度达13.7m,宽度达2.5m,高度达4m。在生产过程中,为使工件有良好的转运通道以及便捷的工艺路线,就需要有较大的生产空间。

3. 客车的产品质量和使用寿命都有特殊的要求

2013年,我国商务部、发改委、公安部和环境保护部联合发布《机动车强制报废标准规定》。其中,汽车报废标准和报废年限均有调整:城市客运车辆报废期限为13年或40万km;大型客车报废期限为20年或50万km。

客车是一个特殊的机械产品,决定它最终质量的因素不仅包括配件的质量和设计质量,生产过程质量也很重要。它不仅要求有良好的使用性能,同时也要求给使用者以和谐的视觉感受。客车对生产质量和生产工艺水平均有较高要求,这包括造型、内外饰以及防腐等诸多方面。

4. 客车生产选择的工艺方法和工艺装备呈现多样性

客车厂与轿车厂相比,生产纲领相对简单,具有小批量、多品种的生产特点,因此必须选择相适应的工艺方法和工装装备。客车制造工艺与结构、工厂规模和生产条件等因素密切相关,这些因素的差异,造成客车厂选择的工艺方法和工艺装备呈现多样性。

三、我国客车制造工艺技术的发展

(一) 我国客车制造工艺技术的发展历程

20世纪50年代,我国客车生产多沿用汽车修理的工艺方法,采取单件生产、随车作业方式。客车厂内仅有少量的焊接、钣金和喷涂设备,且生产过程以手工作业为主。

20世纪60年代,我国客车工业在调整中得到进一步发展,客车产品纳入了国家机械产品计划,并进入了归口管理的轨道。在这一时期,客车产品技术水平稳步提高,产品品种及产量逐步增加,客车制造技术水平也得到了提高。车身骨架构件成形过程,逐步用冲压技术代替手工作业。车身薄板件的连接广泛采用氧-乙炔焊。中厚板采用电弧焊工艺,少数工厂

开始应用接触焊和 CO₂ 气体保护焊。为了提高车身的防锈能力,少数工厂开始应用喷砂、喷丸或化学除锈等方法,但车身仍然在露天环境或厂房内打磨腻子、喷漆,并进行自然干燥。

20 世纪 70 年代,随着第二汽车制造厂和其他一些汽车厂的建立、投产,我国客车底盘的开发也取得了令人瞩目的成绩,这给客车工业的发展提供了良好的条件。在这一时期,客车生产逐步与汽车修理分离,还有一些工业企业调整为客车生产企业,一些生产客车的专业厂应运而生,客车生产规模逐步扩大,这些工厂的冲压、焊装、涂装、总装等生产工艺,都有不同程度的发展。车身零部件落料、冲压设备的配套逐步趋于完善,机械化生产程度稳步提高。CO₂ 气体保护焊技术得到普遍推广和应用。薄板和构件的焊接中,基本淘汰了氧-乙炔焊和电弧焊。开始采用组焊胎具进行车身骨架的焊装,有些企业建成初具规模的车身焊装生产线,提高了车身的焊装精度。为改善车身的除锈性能,开始应用构件磷化工艺技术,并出现了构件表面处理生产线(即除油—除锈—磷化—浸漆—烘干)和客车涂装生产线。

20 世纪 80 年代,随着改革开放步伐的加快,我国国民经济快速发展,人民生活水平不断提高。高速公路建设和城市现代化建设,对客运车辆提出了更多、更高的要求,为客车工业的发展提供了良好的市场条件。改革开放同时给客车行业创造了“走出去,请进来”,即与国外同行进行技术交流的机遇,使我们对国外客车生产技术有了进一步了解,找到了差距,学到了先进技术。

20 世纪 90 年代后,我国通过引进国外先进技术,或与发达国家客车厂合资的方式,对重点企业进行了技术改造,使客车工业有了飞速的发展,客车制造工艺技术也取得了长足的进步,个别技术达到了国际先进水平。目前,国内具有代表性的企业有厦门金龙、厦门金旅、苏州金龙、宇通客车等。

(二) 我国客车制造工艺技术的发展趋势

我国高档客车制造技术是在引进国外知名客车制造企业先进技术的基础上发展起来的。目前,我国客车制造工艺技术的发展趋势包含以下五方面:

1. 零部件制造从外包到自制

我国主流客车企业的零部件制造可分为两种:整体外包和自主加工模式。早期由于缺乏零部件制造经验与设备投入,客车企业便将零部件甚至大总成(诸如前、后围总成,侧围总成,顶盖总成等)外包给其他配套厂生产。2009 年金融危机到来后,这些企业发现,若将零部件改为内部制造,不仅可提供整车外的生产任务,而且对于控制零部件质量、降低成本也能起到促进作用。于是,一些企业开始重拾零部件生产工作,恢复零部件制造工艺体系。

2. 整车制造工装设备普及与装配精细化

(1) 焊装方面。传统的带底盘合拢方式已被“车身骨架合拢+吊装”方式取代。利用大型气动或液压式合拢工装,不仅可对整车尺寸进行精确控制(国内一些先进的合拢工装可将长度在 18m 以内的尺寸误差控制在 $\pm 2\text{mm}$),而且保证了批量产品的一致性。大型顶、侧蒙皮液压涨拉机的应用确保了顶、侧蒙皮的平整度。滚式缝焊以及自动点焊设备开始取代传统的 CO₂ 焊接,这既减小了焊接变形,美化了车辆外观,又减少了焊接缺陷,从而提高了蒙皮的密封效果。

(2) 涂装方面。阴极电泳、管腔注蜡、底盘装甲、达克罗等方法开始成为客车涂装防腐的基本工艺,相应的涂装生产线及专用设备逐渐普及。真空静电涂装工艺在客车制造企业

中也有实用化趋势。

(3) 总装方面。通过科学地设计工艺流程,对内饰件装配顺序进行合理安排,并辅以先进的装配工具,同时加强工艺管理与指导,可获得高质量的整车装配效果,这一点在国内的客运旅游车辆上已得到了明显的体现。

(4) 底盘装配方面。用于钢板弹簧或空气悬架与车桥组装的专用工装开始大量使用。数显扭矩扳手、多头电动轮胎螺栓拧紧机等数字化专业设备的使用,提高了车辆的可靠性。

3. 焊装制造工艺方法的提高

2011年12月31日,工业和信息化部、公安部联合发布[2011]632号文件,要求车长大于11m的公路客车、旅游客车车身应为全承载整体式框架结构。此项规定,进一步推动了客车全承载制造工艺的进程。全承载制造工艺包括以下工艺要点:

(1) 先进的焊接工艺。全承载结构要求焊缝具有足够的强度。全承载制造工艺需采用熔深更大、缺陷更少、焊缝力学性能更好的焊接方法。

目前,我国客车企业主要采用的CO₂焊,有飞溅大、成型差、焊接缺陷多发等诸多不足之处。参照国外成熟经验,可采用MAG焊接方法替代CO₂焊。MAG焊意为活性气体保护焊,属于混合气体保护焊的一种,通常将Ar与CO₂或O₂按照一定比例进行配比,另外配合IGBT逆变式焊机及高性能焊丝,该方法可满足全承载结构的要求。

(2) 先进的骨架合拢工装。高强度连接焊缝的获得,要求各骨架总成在合拢时,严格保证相互之间的预留间隙。因此,客车企业需要先进的骨架合拢工装来保证合拢尺寸的精度。

(3) 先进的蒙皮固定工艺。在以骨架承载受力的全承载结构中,车身蒙皮对于增加整车扭转强度具有重要意义。因此,只有先进的蒙皮固定工艺才能满足全承载结构的要求。

4. 后装底盘工艺技术的推广

随着全承载技术的应用,以及车身合拢工艺的转变,客车底盘装配工艺也发生了较大改变。目前,国内的客车生产中,无论是车笼吊装还是带底盘立车方式,都会采用提前装配好的三类底盘,而这两种车身合装方式对于底盘装配均有不良影响。前者在进行车笼与底盘车架的连接时,底盘上的管路、线束电控件都容易被焊接时飞溅的火星烫漏或烧损;后者除了存在上述问题外,在进行涂装作业时,空气弹簧和发动机支承等橡胶件、线束电控件以及各种管路等非金属件都会受到高温烘烤,从而影响它们的使用寿命。

为了解决上述车身合装方法对底盘的不良影响,我国通过自主研发和国外工艺引进,在一些客车企业中已经开始普及后装底盘工艺。后装底盘工艺的实施必须以高效的结构设计以及高质量的工艺装备为保障,这种方法利用举升设备将完成合装的车笼举起,利用车下宽松的作业空间和相应工装来完成底盘附件的装配工作。

5. 工艺的前期导入

随着3D技术的不断发展,虚拟生产装配越来越被客车企业所重视。通过虚拟生产装配,不仅能较早发现结构设计的不合理性,还能发现工艺设计的缺陷,并通过进一步的优化设计,达成提高投产一次成功率和生产效率的目的。

虚拟制造技术是很多先进学科领域知识的集成化应用。通过数字化建模和计算机仿真,在产品的设计阶段或产品制造之前,模拟产品的制造全过程及相应过程对产品的影响,推测产品的性能、成本和可制造性,以达到缩短开发周期,减少成本投入,提高生产效率的目的。

的。近年来，世界各国都对虚拟装配技术给予了高度的重视，投入了大量的人力物力进行的研究。我国从 20 世纪 90 年代末期开始进行虚拟装配方面的研究工作，目前已取得了可喜的进展，并在一些生产领域应用。

思 考 题

1. 我国客车是如何分类的？
2. 客车生产工艺的特点是什么？
3. 我国客车制造工艺技术的发展趋势如何？

第二章 客车生产中的常用加工工艺

客车生产制造中，用到的生产工艺种类繁多，涉及机加工工艺、手工工艺、化工工艺等。本章主要介绍客车制造中常用的加工工艺，包括冲压工艺、辊压工艺、焊接工艺、粘接工艺、铆接工艺、螺纹连接工艺、张拉蒙皮工艺和玻璃钢制作工艺。同时，阐述了这些工艺的工作原理、工艺特点及在客车上的应用。

第一节 冲压工艺

一、冲压工艺的特点

冲压工艺指建立在金属塑性变形基础上，在常温条件下，利用模具和冲压设备对板料施加压力，使板料产生塑性变形或分离，从而获得具有一定形状、尺寸和性能的零件的加工方法，在各个工业领域中都得到了广泛的应用。

批量生产的客车或相关部件，一般采用冲压工艺制造。客车的冲压件具有尺寸大、形状复杂、配合精度要求高和外观质量要求高等特点，它对生产所用的材料、模具和设备都有较高的要求。不同的零件、不同的工艺特点，所用的材料、模具和设备都不尽相同。

冲压与其他金属加工方法相比，具有以下特点：

- (1) 生产率高，而且操作简便，易实现机械化与自动化。
- (2) 车身零件的尺寸精度由冲压模具保证，一般不需要切削加工便可用于装配。
- (3) 利用冲压工艺可以获得其他金属加工方法所不能或难以加工的、形状复杂的零件。
- (4) 冲压加工一般不需加热毛坯，也不像切削加工那样需要切除大量金属，节能且材料利用率高。同时，冲压工艺能获得刚度大、强度高且重量轻的零件，适用于客车车身零件的加工。
- (5) 冲压所用原材料为轧制板料或带料，在冲压过程中材料表面一般不会受破坏，因此冲压零件的表面质量较好，为后续表面处理工序（如涂装）提供了方便条件。

二、冲压工艺的分类

冲压加工零件的形状、尺寸、精度要求、批量大小、原材料性能等的差异，催生了种类繁多的冲压方法。按加工性质的不同，可以分为两大类型：分离工序和成形工序。例如在零部件制作中常组合使用的剪板和折弯。

分离工序是将冲压件或毛坯在冲压过程中沿一定的轮廓相互分离的制作工艺，冲压零件的分离断面要满足一定的断面质量要求。

汽车零部件的制造中，常用的分离工序有落料、冲孔、剪切、切口和剖切等，见表 2-1。

成形工序是在不破坏板料的情况下，在冲压过程中使板料产生塑性变形，以获得所需求

的形状及尺寸的零件的制作工艺。汽车零部件的制造中，常见的成形工序有弯曲、拉伸、翻边、胀形和整形等，见表 2-2。

冲压中最常用的四个基本工序为冲裁、弯曲、拉伸、成形。

表 2-1 车身制造工艺中常用的分离工序

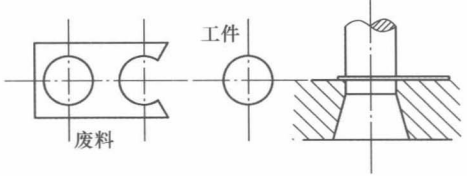
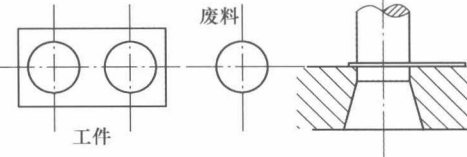
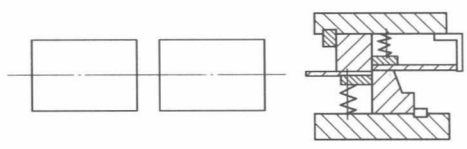
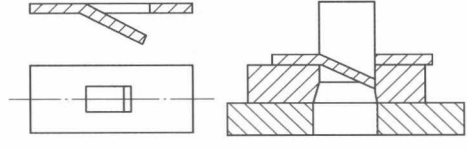
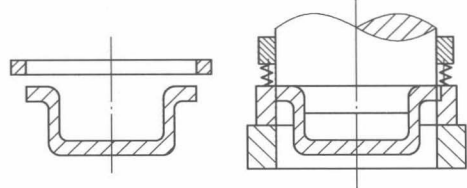
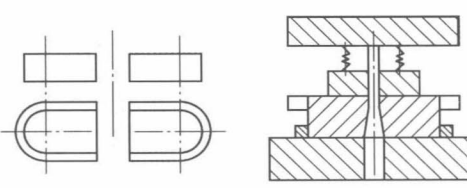
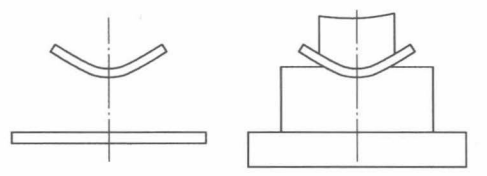
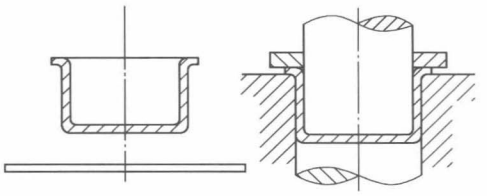
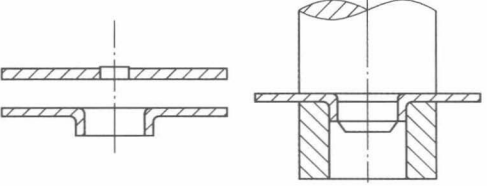
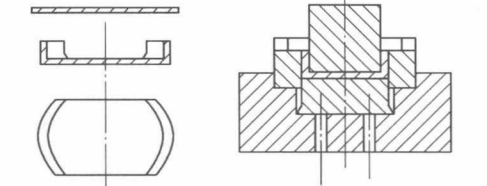
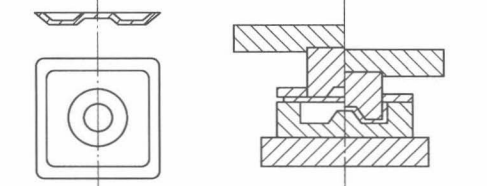
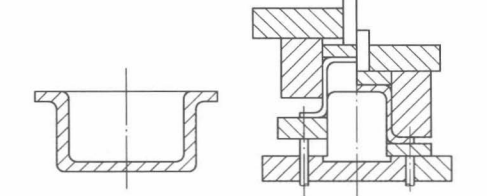
工序	图 例	工序性质
落料		用落料模沿封闭轮廓曲线冲切，冲下部分是零件
冲孔		用冲孔模沿封闭轮廓曲线冲切，冲下部分是废料
剪切		用剪刀或模具切断板材，切线不封闭
切口		在坯料上将板材部分切口，切口部分发生弯曲
切边		将拉深或成形后的半成品边缘部分的多余材料切掉
剖切		将半成品切开成两个或几个工件，常用于成双冲压

表 2-2 车身制造中常用的成形工序

工序	图例	工序性质
弯曲		把板料沿直线弯成各种形状
拉深		将板料压制成开口空心零件
内孔翻边		将板料上的孔的边缘翻成竖立状
外缘翻边		将工件的外缘翻成圆弧或曲线状的竖立边缘
胀形		在板料或工件上压出筋条、花纹或文字
整形		把形状不太准确的工件校正成形

三、冲压工艺的原理

冲压变形过程：根据实测到的冲压压力曲线，以及对冲压变形的观察与分析，可将冲压

工艺分为6个阶段。冲压过程中，不同变形阶段的作用与特征，及其对加工操作的主要影响见表2-3。

表 2-3 冲压变形过程中各阶段的特征与影响

冲压变形力学过程		作用与特征	主要影响
序号	名称		
1	冲击压缩阶段	材料相应部位出现小圆角，为冲件断面塌角部分的形成作准备	产生振动与噪声的原因之一
2	压入剪切阶段	形成冲裁件断面的塌角部分，并不断生成剪切部分	这是设备与模具受力最大的时刻，冲头、凹模在高压下相互摩擦，它们的剪切面越长，磨损越严重
3	裂缝生长阶段	产生冲压件断面毛刺，并继续生成剪切面，逐渐形成断裂面部分	若冲裁间隙过小，则模具磨损更甚；若间隙过大，则冲压件质量差，模具寿命短
4	突然分离阶段	裂缝合成或错开后连合，冲头突然卸载，一部分材料进入凹模内并彼此分离	产生振动与噪声的主要原因：材料之间、材料与模具之间有摩擦，冲头凹模有磨损
5	推出凹模阶段	获得工件或取走废料	冲压工件的剪切面与模具有摩擦，冲头和凹模有磨损
6	卸离冲头阶段	取走废料或取得工件	剪切面与冲头有摩擦，冲头磨损严重，且引起拉应力，造成不对称循环变应力，另外也会产生噪声

四、冲压工艺在客车上的应用

(一) 客车覆盖件的特点

客车车身覆盖件指覆盖发动机、底盘等总成，并构成车身（包括驾驶人侧车门、乘客侧车门、行李舱门等）表面的零件，包括外覆盖件和内覆盖件。

客车覆盖件通常采用冷轧钢板冲压而成。它与一般冲压件相比，具有形状复杂（多为空间曲面）、轮廓尺寸大、材料薄、表面质量要求高等特点。因此，客车覆盖件的冲压工艺，是板料冲压技术中难度较大的一类。

(二) 客车覆盖件的技术要求

1. 表面质量要求

覆盖件表面不允许有裂纹、皱纹、划伤、压痕、凸凹不平及其他破坏表面质量的缺陷。覆盖件表面上的筋线要清晰、平直、曲面圆滑且过渡均匀。覆盖件表面上的一些微小的缺陷会在涂漆之后引起光的漫反射，从而影响外观质量。

2. 尺寸和形状应符合覆盖件零件图和车身总图的要求

客车覆盖件形状复杂，用一般的平面图无法准确表达，因此它的尺寸和形状标注是由主模型、零件图样、工艺模型来互相补充完成的。客车覆盖件图样的作用是在客车坐标系中表示其投影的形状和主要尺寸，而不表示出零件的主要尺寸。客车覆盖件的外形尺寸、孔、窗洞、局部鼓包（小前顶）及其他类似部分的形状和尺寸则必须依赖主模型确定，主模型是