



高等职业教育“十二五”规划教材

汽车类

汽车制造工艺基础



王永伦 主编



机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS



配电子课件

gaodeng zhiye jiaoyu shierwu guihua jiaocai

高等职业教育“十二五”规划教材 汽车类

汽车制造工艺基础

机械工业出版社

主 编 王永伦
副主编 赵 雷
参 编 王 新 王艺云 孙永科
阮东东 赵玉霞 李 杨
主 审 梅世明



机械工业出版社

本书是根据车辆（汽车）专业高职高专人才培养目标定位而编写的教材。其内容包括：汽车制造工艺过程基本知识，机床夹具，工件的定位与装夹，机械加工质量，机械加工工艺规程，汽车典型零件制造工艺，汽车装配工艺基本知识，汽车车架、车轮制造工艺，汽车车身制造工艺，汽车制造轻量化，共十个方面。

本书适合于高职高专车辆（汽车）工程的汽车制造与装配技术、汽车改装技术、汽车整形技术、汽车运用与维修技术、汽车检测与维修技术等相关专业的师生使用，也可作为成人高等教育相关课程的教材和其他相关专业学生的参考书，还可供相关行业从事相关工作的工程技术人员、技术工人参考阅读。

图书在版编目（CIP）数据

汽车制造工艺基础/王永伦主编. —北京：机械工业出版社，2012.1
高等职业教育“十二五”规划教材. 汽车类
ISBN 978-7-111-36742-0

I. ①汽… II. ①王… 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（2011）第 270996 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：葛晓慧 责任编辑：葛晓慧 章承林

版式设计：霍永明 责任校对：程俊巧

封面设计：赵颖喆 责任印制：李妍

北京振兴源印务有限公司印刷

2012 年 1 月第 1 版 · 第 1 次印刷

184mm×260mm · 16.5 印张 · 404 千字

0001-3000 册

标准书号：ISBN 978-7-111-36742-0

定价：32.00 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

销售一部：(010) 68326294

销售二部：(010) 88379649

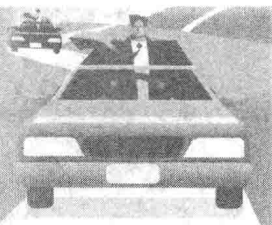
读者购书热线：(010) 88379203

门户网：<http://www.cmpbook.com>

教材网：<http://www.cmpedu.com>

封面无防伪标均为盗版

前 言



“汽车制造工艺基础”是车辆（汽车）工程专业必修的一门主干技术基础课程。

通过本课程的学习，使学生获得汽车制造工艺过程中汽车零件毛坯的成形与精化、汽车典型零（部）件的制造工艺、汽车装配工艺、汽车轻量化等基本知识；学会应用这些知识去解决汽车生产中的制造工艺问题；也为学生毕业后从事车辆（汽车）制造奠定工艺基础，以适应现代汽车工业高速发展对高技能应用型人才的需要。

本书特点如下：

1) 根据高职高专人才培养目标定位，在系统介绍汽车制造工艺过程和加工工艺方法的基础上，注重基本知识的了解和应用，以“需要”、“够用”为度，对复杂的理论推导和设计计算作了较大的删减。

2) 紧密结合车辆（汽车）制造生产中的典型实例，阐述汽车制造工艺的基础理论知识。书中较多地采用了汽车上的零（部）件作为图例结合内容进行讲述，便于学生更多地了解汽车制造生产中的有关工艺基础知识。

3) 部分地介绍了现代汽车制造中的新技术、新工艺，以期拓展学生视野，丰富知识，获得更多的较全面的实际能力培养。

4) 书中名词、术语、代号、计量单位等贯彻应用了最新的国家标准。

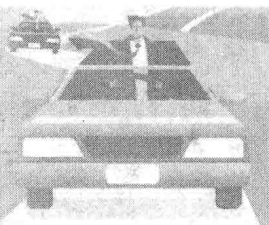
5) 每章后面列有本章小结和思考与练习题，便于学生理解和掌握基本内容，拓展学生的思维空间，提高综合运用所学知识去解决实际问题的能力。

本书由重庆机电职业技术学院王永伦教授任主编（第一章、第九章），同时负责全书统稿；赵雷任副主编（第三章、第五章）；其他参加编写的有：王新（第七章）、孙永科（第八章）、王艺云（第四章）、李杨（第十章）、阮东东（第六章）、赵玉霞（第二章）。本书由梅世明教授任主审。

限于编者水平有限，书中难免有不妥之处，敬请读者批评指正，并表示衷心感谢！

编 者

目 录

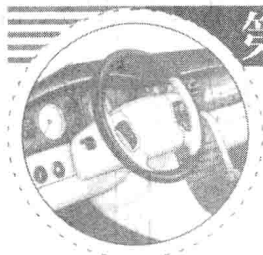


前言

第一章 汽车制造工艺过程基本知识	1
第一节 汽车生产过程及工艺过程	1
第二节 汽车生产的组织形式	5
第三节 汽车零件毛坯形状的获得方法	6
第四节 毛坯精化及近净成形工艺简介	9
第五节 汽车零件机械加工尺寸和形状的获得方法	13
思考与练习题	17
第二章 机床夹具	18
第一节 机床夹具的作用及其分类	18
第二节 典型专用机床夹具	23
第三节 专用机床夹具的设计要求和步骤	31
思考与练习题	35
第三章 工件的定位与装夹	36
第一节 基准的概念及其分类	36
第二节 工件在机床或夹具中的定位	37
第三节 工件在夹具中的定位方式及其定位元件	41
第四节 工件的装夹	52
第五节 工件的夹紧及夹紧装置	53
思考与练习题	66
第四章 机械加工质量	68
第一节 机械加工精度及其内容	68
第二节 影响机械加工精度的主要因素	69
第三节 表面质量的形成及主要影响因素	79
第四节 表面质量对零件使用性能的影响	83
思考与练习题	86
第五章 机械加工工艺规程	88
第一节 概述	88
第二节 工艺路线的制订	93



第三节 工序设计内容	103
第四节 提高机械加工生产率的工艺途径	109
思考与练习题	112
第六章 汽车典型零件制造工艺	114
第一节 齿轮制造工艺	114
第二节 曲轴制造工艺	124
第三节 连杆制造工艺	132
第四节 箱体零件制造工艺	141
思考与练习题	148
第七章 汽车装配工艺基本知识	150
第一节 装配的基本知识	150
第二节 保证装配精度的装配方法	157
第三节 汽车总装配工艺过程	163
思考与练习题	168
第八章 汽车车架、车轮制造工艺	170
第一节 汽车车架结构及材料	170
第二节 车架零件的冲压及车架总成制造工艺	174
第三节 车轮(钢圈)的冲压工艺	178
思考与练习题	187
第九章 汽车车身制造工艺	188
第一节 汽车车身结构及分类	188
第二节 汽车车身材料	196
第三节 汽车车身覆盖件冲压工艺	198
第四节 车身覆盖件冲压模具	204
第五节 汽车车身装焊工艺	209
第六节 汽车车身涂装工艺	222
思考与练习题	233
第十章 汽车制造轻量化	235
第一节 汽车轻量化概念	235
第二节 汽车用主要塑料制品及其成型工艺	238
第三节 纤维增强复合材料及其在汽车中的应用	245
第四节 汽车制造中的粘接工艺	249
思考与练习	254
参考文献	256



第一章

汽车制造工艺过程基本知识

【学习目标】

1. 了解汽车生产过程及工艺过程的概念和组成。
2. 掌握汽车零件机加工工序的划分和汽车生产的组织形式。
3. 了解汽车零件毛坯形状的获得方法。
4. 了解汽车零件尺寸、形状及其精度的获得方法。

第一节 汽车生产过程及工艺过程

汽车工业是国家的支柱产业，在推动社会进步和国民经济发展中起着举足轻重的作用。汽车是由上万个零件组成的在公路上奔驰的机器，它主要由许多零件组成的发动机、底盘、车身、电器电子设备等总成所构成。汽车的生产特点是产量大，品种繁多，质量要求高，涉及行业广。因此，现代汽车制造企业都必须采取专业化分工与协作的方式组织规模化、多品种生产，以提高劳动生产率，保证产品质量，降低生产成本，满足用户需求。汽车生产工艺过程的有效组织是重要途径之一。

一、汽车生产过程及其组成

汽车生产过程是指将原材料或半成品通过各种加工工艺过程制成汽车零件，并将零件装配成各种部件和总成，最后将其组装为整车的全过程。

图 1-1 所示为汽车生产过程流程图。

汽车是一种较复杂的机电产品，很多零件及总成技术要求较高，故汽车生产过程相当复杂。

汽车生产过程主要由基本生产过程、辅助生产过程、服务与技术准备生产过程等组成。它们之间是有机联系的环节，缺一不可。

1. 基本生产过程

基本生产过程是指毛坯（铸件、锻件、冲压件等）的制造、零件的机械加工、毛坯和零件的热处理、总成（或部件）及整车装配的过程。它是汽车生产的中心环节。

2. 辅助生产过程

辅助生产过程是指在生产过程中，为保证基本生产过程能正常进行所必需的动力（压缩空气、蒸汽、煤气等）、配电、机床设备及工艺装备的生产准备等过程。

3. 服务与技术准备生产过程

服务与技术准备生产过程是指为保证生产过程正常进行和产品质量所必需的材料、毛



坯、半成品及零部件的采购、运输、保管、质量检验、性能测试、产品销售及售后服务、信息服务、产品设计等过程。

汽车生产的整个过程形成了一个庞大的物资流和信息流，其核心是按照既定的工艺设计科学地组织生产与协作。

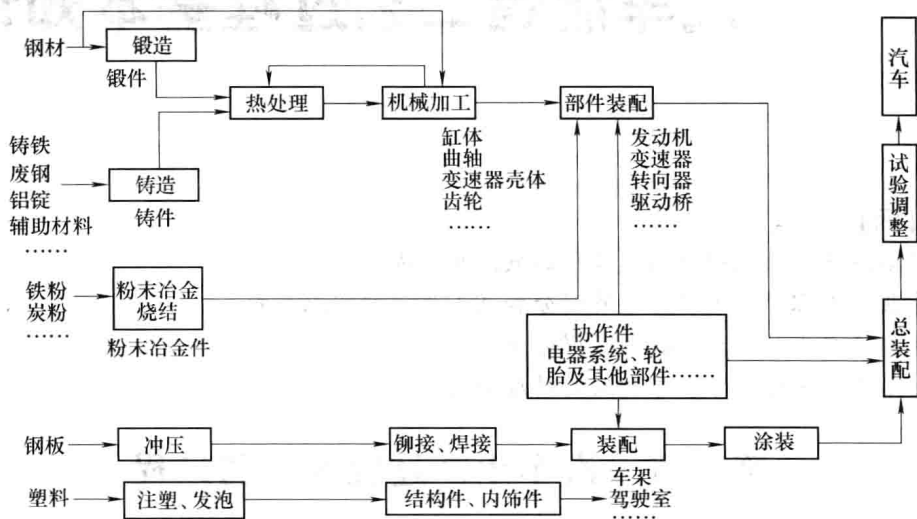


图 1-1 汽车生产过程流程图

二、汽车制造工艺过程及其组成

汽车制造工艺过程是指在汽车生产过程中，直接改变生产对象的形状、尺寸、相对位置和性质等，使之成为成品或半成品的全过程。汽车制造工艺过程主要包括毛坯的成形、热处理、零件的机械加工、总成或部件及汽车产品的装配等工艺过程。

1. 毛坯成形工艺过程

毛坯成形工艺过程是指将原材料通过铸造或锻造或冲压等方法制成一定形状和尺寸的铸件或锻件或冲压件毛坯的工艺过程，包括塑料成型工艺、粉末冶金成形工艺，统称为毛坯形状获得的工艺。如汽车零件制造中的发动机气缸体、变速器箱体、后桥壳等铸件毛坯；连杆、万向节、主减速器中的主动锥齿轮等锻件毛坯；车身各部件、车架纵横梁等冲压件毛坯。

2. 热处理工艺过程

热处理工艺过程是指用热处理方法（如退火、正火、调质、淬火、回火、表面热处理等），改变毛坯或零件的使用性能和工艺性能，挖掘材料的性能潜力，提高产品质量，延长使用寿命的工艺过程。如汽车零件制造中的铸锻件毛坯的退火或正火，齿轮的表面淬火与回火等。

3. 机械加工工艺过程

机械加工工艺过程是指在金属切削机床设备上利用切削刀具或其他工具，在机械力的作用下将毛坯或工件加工成零件的工艺过程。它是进一步改变毛坯的形状和尺寸的过程，也称其为提高零件尺寸精度和表面质量的工艺。如在汽车零件制造中常采用的车削、铣削、钻削、刨削、镗削、磨削、拉削、铰削、抛光、研磨超精加工和齿轮轮齿加工中的滚齿、插

齿、剃齿、拉齿以及无屑加工中的滚挤压、轧制、拉拔等。

4. 装配工艺过程

装配工艺过程是指将半成品或成品通过焊接、铆接、粘接等方式连接成部件或将零件按一定装配技术要求装配成部件（总成）或汽车整车的工艺过程，也称为连接与装配工艺过程，是改变零件、部件或总成间相对位置的过程。如车架、发动机、变速器、车身等总成的装配和汽车整车的装配。

本书主要讨论和介绍汽车生产过程中毛坯或半成品的铸造、锻造、冲压成形工艺和零件机械加工工艺及装配工艺过程。

三、机械加工工艺过程的组成

机械加工及装配工艺过程，都是由按一定顺序排列的若干道工序所组成的。工序是组成工艺过程的最基本单元。下面以零件的机械加工为例，说明工艺过程的组成内容。装配工艺过程在第七章中介绍。

1. 工序及其划分

工序是指一个（或一组）工人，在一个工作地（机床设备）上，对同一个（或同时对几个）工件加工所连续完成的那一部分工艺过程。工序划分的主要依据是工作地是否改变和加工是否连续完成（顺序或平行加工）。图 1-2 所示为铣削汽车变速器输入轴毛坯大、小

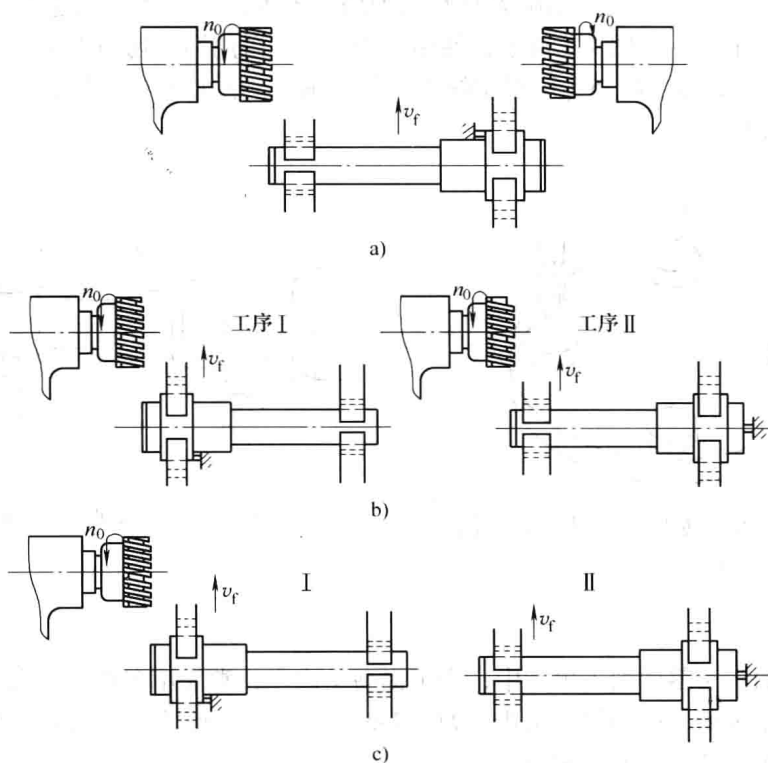


图 1-2 铣削汽车变速器输入轴毛坯大、小头两端面工序划分

- a) 一台铣床上同时铣削大、小头两端面（一道工序） b) 两台铣床上分别铣削大、小头两端面（两道工序） c) 一台铣床上掉头先后连续铣削大、小头两端面（一道工序）



头两端面的工序划分。图 1-2a 所示为在一台专用端面铣床上用两把铣刀同时铣削大、小头两端面，是在一道工序中平行加工完成的。图 1-2b 所示为在两台普通卧式铣床上分别铣削大、小头两端面，是在两道工序中分别加工完成的。图 1-2c 所示为在一台普通卧式铣床上，工件装夹在机床夹具上先铣削大头端面（如 I），再将工件掉头装夹在同一机床夹具上铣削小头端面（如 II），是在同一台机床上先后连续加工完成的，属一道工序。

2. 工序内容

工序内容包括：安装、工位、工步和进给。

(1) 安装 工件在一道工序中通过一次装夹后所完成的那一部分工艺过程，称为安装。一道工序中可以有一次或几次安装。如图 1-2a、b 所示，均为一道工序中只有一次安装；图 1-2c 所示则为一道工序中有两次安装。显然，在一道工序中只有一次安装完成两端面的加工方案具有生产效率高、位置误差小的优点。因此，在零件机械加工中应力求减少安装次数，尽可能在一次安装中完成一道工序的加工内容。

(2) 工位 一次装夹后，工件与机床夹具或设备的可动部分一起相对于刀具或设备的固定部分所占据的每一个位置，称为工位。工位的变换可借助于机床夹具的分度机构或机床设备工作台的移位或转位来实现。图 1-3 所示为四个工位（包括工件装卸工位）。采用一道工序一次安装三个工位加工，比采用三道工序三次安装完成钻孔、扩孔、铰孔加工更省时，效率更高，位置误差更小，特别是采用毛坯表面装夹情况下尤其如此。

(3) 工步 在加工表面、切削刀具和切削用量不变的情况下，所连续完成的那一部分加工过程，称为工步。如图 1-4 所示，使用一把车刀，采用同一切削用量顺序车削变速器输入轴外圆表面 1、2、3、4、5（用粗实线表示的表面），是在五个工步中完成轴的五段不同直径的车削加工的。

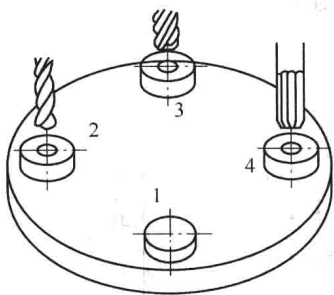


图 1-3 工件在回转工作台上加工示意图

工位 1—装卸工件 工位 2—钻孔

工位 3—扩孔 工位 4—铰孔

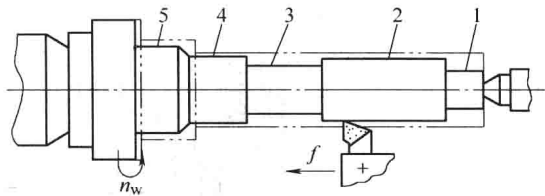


图 1-4 车削变速器第一轴阶梯外圆

在大批量的汽车零件加工生产中，为了提高生产率，常采用多把刀具在一个工步中同时加工工件的几个表面，称为复合工步。如图 1-5 所示，在立轴转塔车床上一个复合工步同时完成钻孔及多个外圆和端面的车削加工。

(4) 进给 切削刀具在加工表面切削一次所完成的工步内容，称为进给（又称走刀）。根据被切除的金属厚度不同，一个工步可以包括一次或数次进给，如图 1-6 所示。

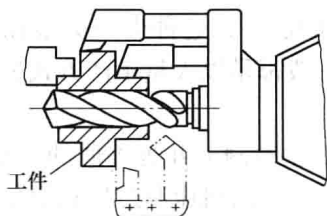


图 1-5 在立轴转塔车床上加工零件

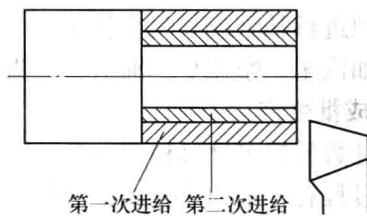


图 1-6 进给示意图

第二节 汽车生产的组织形式

现代汽车制造企业都以专业化分工与协作的方式组织规模化生产。汽车产品种类繁多，社会对不同汽车产品的需求量差别较大。企业必须根据市场需求、产品特征（重型、中型、轻型、微型、轿车等）和自身能力，制订自己的生产纲领（计划）。

一、生产纲领

所谓汽车产品的生产纲领，是指企业根据市场需求和自身的生产能力，在一定计划期内（一般为一年）所生产的产品产量和进度计划。生产纲领的大小决定了汽车产品和零件的生产类型。汽车零件的生产类型是由汽车零件的工艺特征（零件形状结构、尺寸、技术要求等）和生产纲领（年产量）决定的。汽车零件的年生产纲领一般按下式计算

$$N = Qn(1 + a\%)(1 + b\%)$$

式中 Q ——汽车产品年生产计划量（辆）；

n ——一辆（台）汽车产品中的相同零件数量；

$a\%$ ——备品率；

$b\%$ ——废品率。

二、生产类型

根据企业（车间）专业化生产程度的不同和生产纲领中产品年产量的不同，汽车产品和零件划分为大量生产、成批生产、单件生产三种不同的生产类型。

汽车制造厂机械加工车间生产类型的划分见表 1-1。

表 1-1 汽车制造厂机械加工车间生产类型的划分

汽车特征 生产类型	轿车或 1.5t 以下商用车 年产量/辆	商用车或特种车年产量/辆	
		2 ~ 6t 汽车	8 ~ 15t 汽车
单件生产	各类汽车新产品的试制, 数量一般为—辆或几十辆		
成批生产	小批量	2000 以下	1000 以下
	中批量	2000 ~ 10000	1000 ~ 10000
	大批量	10000 ~ 50000	10000 ~ 30000
大量生产	50000 以上	30000 以上	10000 以上

1. 大量生产

若每年生产的产品品种单一—稳定，而每个产品的年产量又很大，一台机床设备可长期固



定重复地进行某个或某几个相似零件的某一道工序内容的加工,这种生产类型称为大量生产。例如汽车、摩托车、轴承、空调、彩电等的制造,一般都是以大量生产方式进行的。

2. 成批生产

品种数量较多且每种产品产量较大,一年中周期性地轮番制造几种不同的产品或零件,其制造过程有一定的重复性,这种生产类型称为成批生产。一般机床制造厂和中型汽车制造厂、专用(特种)汽车制造厂、拖拉机制造厂等多为成批生产类型。

根据产品结构特征、生产纲领、批量的不同和机床设备完成的工序数目等,成批生产又可分为小批生产、中批生产和大批生产。大批生产的工艺特征与大量生产相似,小批生产与单件生产的工艺特征相似,一般分别称为大批大量生产(简称大批量生产)和单件小批生产。

3. 单件生产

每年生产的产品品种很多或品种不确定,每个产品品种产量很少甚至只有几辆/台/份,每台机床设备常年不重复或很少重复地生产同一产品,这种生产类型称为单件生产。例如重型机器制造、专用设备制造、汽车制造中的新产品试制等均属单件生产。

在汽车生产类型中,除汽车新产品试制属于单件生产外,一般轿车、微型车制造多属于大量生产,中、轻型货车制造多为大批量生产,重型车、特种车、豪华大客车制造多为中批量生产。

为了大批量高效率高质量地制造汽车,现代大型汽车制造厂都是按照产品(部件)专业化、工艺专业化原则组织协作化生产,将大量生产的总成(部件)安排到分厂(车间)组织生产,每个分厂(车间)固定生产一个或几个总成(部件)。如东风汽车公司,下属有发动机、变速器、车桥、车厢、车架、驾驶室、铸造、锻造等骨干专业分厂。各分厂(车间)先将各种毛坯加工成零件,然后送至装配线装配成总成(部件),经调试检验合格后再送往总装厂(车间)装配成整车。这些分厂(车间)只是汽车生产过程中的主机厂,而生产装配整车所需的全部零部件,还需大量协作件,如车窗风窗玻璃、轮胎、轴承、密封件、电器、车灯、内外装饰等,多由其他专业配套协作厂供应。

第三节 汽车零件毛坯形状的获得方法

汽车上许多零件是由铸造、模锻和冲压制成的。如气缸体、气缸套、气缸盖、曲轴、活塞、变速器箱体、桥壳、轮毂等零件,都是采用铸造方法先制成铸件毛坯,再经过机械加工而制成零件的。铸件占到汽车总质量的19%(轿车)~23%(货车),占发动机总质量的80%~90%;如连杆、齿轮、前轴等零件,多采用模锻方法先制成锻件毛坯,再经过机械加工制成零件的;车身覆盖件和车架等许多零件都是采用冲压方法制成半成品和成品的;锻造和冲压件占了汽车总质量的70%左右。显而易见,铸造、锻造和冲压加工技术在汽车生产过程中占有举足轻重的地位。

本节仅简要介绍为汽车制造提供零件毛坯的铸造工艺和模锻工艺。冲压加工将在第九章中介绍。

一、铸造工艺简介

将液态金属浇注到具有与零件形状、尺寸相对应的铸型型腔中,待其冷却凝固、清理后而获得铸件毛坯或零件的工艺方法,称为铸造。

1. 铸造工艺方法分类

按成形特点不同,铸造可分为砂型铸造和特种铸造两大类。特种铸造又分为:熔模铸造、金属型铸造、压力铸造、离心铸造、实型铸造等。砂型铸造是最基本的成形工艺方法,在汽车制造中应用较多。

2. 铸造成形工艺过程

以砂型铸造为例,其工艺过程包括:制造铸型→熔炼金属→浇注→冷却凝固→取出铸件→清砂、去除浇冒口→检验→热处理→入库等工序。

3. 铸造成形工艺的优点

铸造是成批或大批量生产汽车铸件毛坯的主要制造工艺方法,与其他成形工艺相比,其优点是:

1) 生产成本低,工艺灵活性大,适应范围广,几乎不受零件尺寸大小、形状结构复杂程度、金属材料种类、生产批量的限制。如气缸体、气缸盖等特别复杂的零件毛坯的成形是其他成形工艺难以解决的。

2) 采用压力铸造、熔模铸造、实型铸造等铸造工艺方法,还可获得少、无切屑加工的铸造零件。

4. 汽车铸件毛坯形状成形类型

汽车上不少铸铁件采用砂型铸造成形,铝合金铸件多采用特种铸造成形。

(1) 砂型铸造成形 汽车上的箱体类和部分轴类、盘类等铸铁零件常采用砂型铸造成形,如发动机气缸体、气缸盖、曲轴、变速器箱体、飞轮壳、桥壳、轮毂等。图1-7所示为砂型铸造成形的灰铸铁气缸体(图1-7a)和球墨铸铁曲轴毛坯(图1-7b)经机械加工后的零件;图1-8所示为砂型铸造球墨铸铁曲轴毛坯的成形工艺。

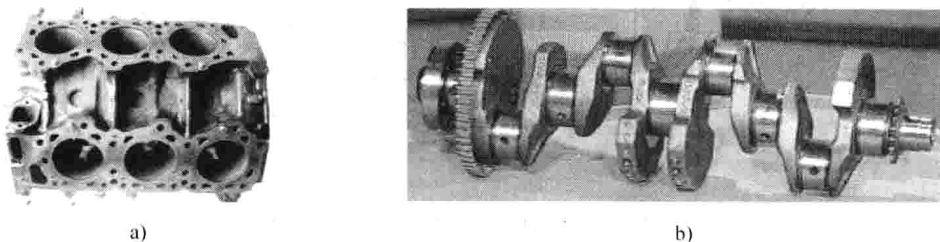


图 1-7 气缸体、曲轴砂型铸造成形零件

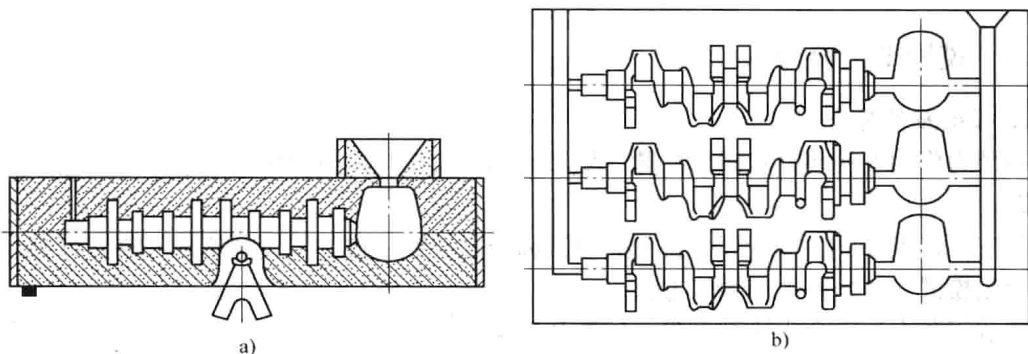


图 1-8 砂型铸造球墨铸铁曲轴毛坯的成形工艺

a) 球墨铸铁曲轴侧浇立冷工艺 b) 球墨铸铁曲轴侧浇侧冷工艺



(2) 特种铸造成形 汽车上的铝合金活塞, 常采用金属型铸造成形, 如图 1-9 所示。采用铝合金制造的轿车自动变速器箱体、车轮 (轮辋) 甚至气缸体等, 常采用 500 ~ 2500t 的压铸机压力铸造成形, 如图 1-10 所示。

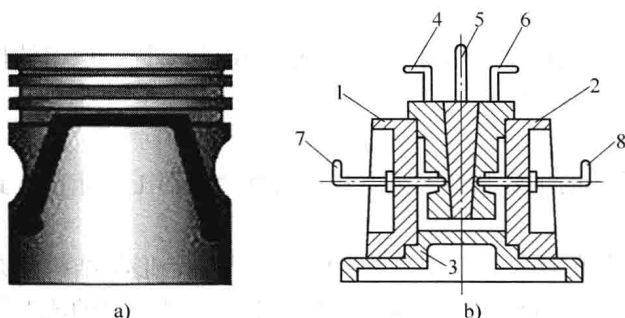


图 1-9 铝活塞毛坯金属型铸造示意图

a) 铝活塞 b) 活塞金属铸型组合示意图

1、2—左右半型 3—底型 4、5、6—分块金属型芯

7、8—销孔金属型芯

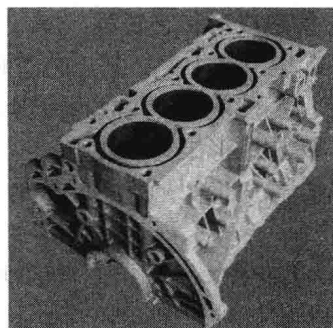


图 1-10 铝合金压力铸造的
发动机气缸体

(3) 离心铸造成形 气缸套等回转型铸件常采用离心铸造成形, 如图 1-11 所示。

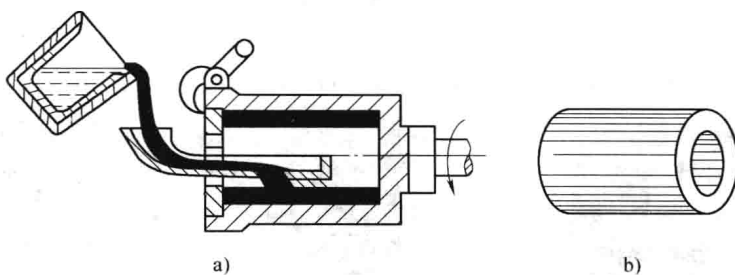


图 1-11 气缸套离心铸造工艺示意图

a) 气缸套离心浇注工艺过程 b) 气缸套毛坯

二、模锻工艺简介

1. 模锻及其分类

在外力作用下使坯料在锻模模膛内变形流动而获得与模膛形状相同锻件的工艺方法, 称为模锻。

按变形特点不同, 模锻可分为开式模锻和闭式模锻; 按使用设备不同, 模锻可分为锤上模锻、胎模锻、压力机上模锻等方法。

模锻工艺方法适合中小型盘类、轴类和叉架类零件的毛坯成形, 在汽车大批量生产中应用较广, 如连杆、转向节、摇臂、万向节及大多数齿轮等都以模锻获得毛坯件, 如图 1-12 所示。

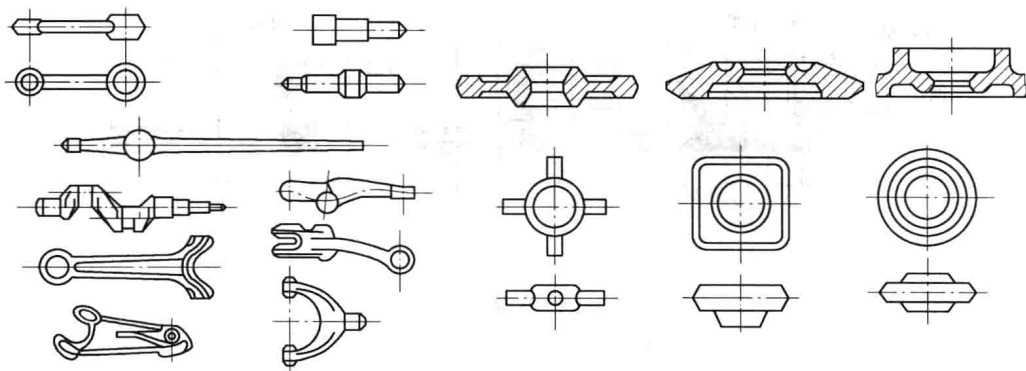


图 1-12 汽车各种典型模锻件毛坯

2. 模锻成形工艺过程

以锤上模锻为例,其工艺过程包括:下料→毛坯质量检验→加热→模锻(预锻、终锻)→切边冲孔→表面清理→校正→精压→热处理→质量检验→入库等工序。

3. 模锻成形工艺的优点

模锻是成批或大批量生产汽车锻件毛坯的主要制造工艺方法。由于是在锻压设备动力作用下,使毛坯在锻模模膛中被迫塑性流动成形,与自由锻相比,其优点是:

- 1) 生产效率高,锻件成本较低,操作简单,劳动强度小。
- 2) 可锻制形状较复杂的锻件,形状、尺寸精度和表面质量较高。
- 3) 模锻件内金属流线分布更为合理,力学性能好。
- 4) 模锻件的机械加工余量较小,材料利用率较高。
- 5) 易于组织机械化、自动化生产线。

第四节 毛坯精化及近净成形工艺简介

一般铸造件和模锻件由于带有机加工余量、毛边、工艺敷料等,其材料利用率通常为 50%~70%。为了提高生产率和材料利用率,现代汽车制造企业不断应用精密铸造和精密模锻成形新工艺,提高铸、锻件毛坯的精度,使毛坯精化及近净成形,使零件实现了少、无切屑加工便可获得半成品或成品零件。

下面简要介绍几种铸件和锻件毛坯精化及其精密特种成形工艺实例。

一、精密铸造

1. 压力铸造

压力铸造的铸造精度及表面质量较其他铸造方法均高,可获得尺寸公差等级为 IT11~IT13,表面粗糙度 $Ra = 3.2 \sim 0.8 \mu m$,且金属组织致密,强度提高 25%~30%的精密铸件,可实现少、无切屑加工即可使用。

压力铸造工艺过程如图 1-13 所示。在汽车制造生产中,精密铸造应用很广,如轿车铝合金车轮、摇臂等。图 1-14 所示为铝合金精密压铸的汽车配气机构中的摇臂。

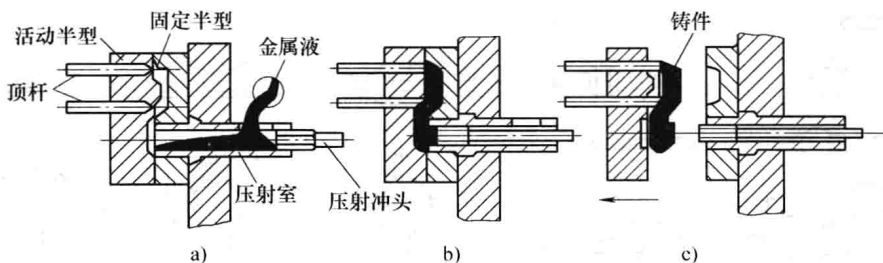


图 1-13 压铸工艺过程

a) 合型浇注 b) 加压凝固 c) 开型取件

2. 熔模铸造

熔模铸造由于铸型是一个整体，无分型面，尺寸精确，型腔表面光洁，可获得尺寸公差等级为 IT11 ~ IT14，表面粗糙度值 $Ra = 12.5 \sim 1.6\mu m$ 的形状复杂的薄壁（最小壁厚 0.7mm）精密铸件。其广泛应用于汽车、拖拉机、航空、兵器等制造业，如汽车仪表、涡轮发动机的叶片等小型零件，已成为少、无切削加工以及难切削加工零件最重要的工艺方法。熔模铸造工艺过程如图 1-15 所示。

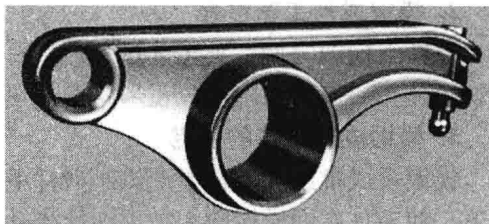


图 1-14 硬铝合金精密压铸件（摇臂）

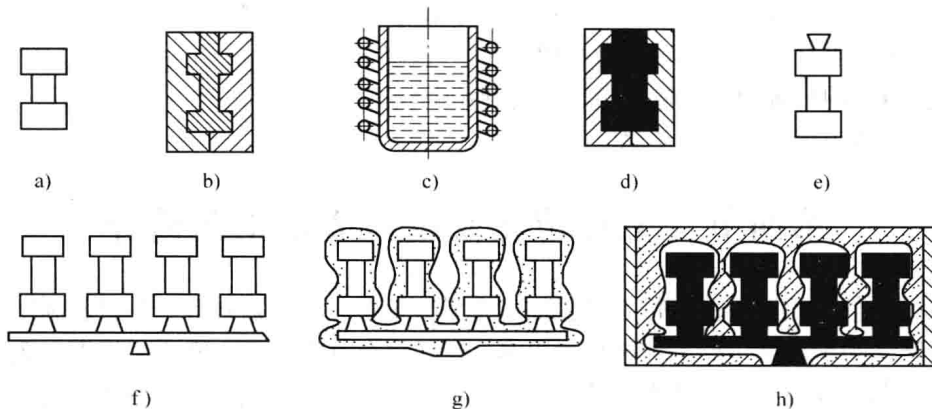


图 1-15 熔模铸造工艺过程

a) 母模 b) 压型 c) 熔蜡 d) 浇注蜡模 e) 蜡模
f) 蜡模组合 g) 结壳、熔化蜡模 h) 造型、浇注

二、精密模锻

精密模锻可直接锻制形状尺寸精度较高、表面光洁、锻后不必切削加工或少量切削加工的高精度锻件，是精化毛坯或直接获得成品零件的一种先进模锻工艺。如精锻汽车差速器行星锥齿轮零件，锻件尺寸偏差可在 $\pm 0.02mm$ 以内。

1. 汽车差速器行星齿轮的精密模锻

行星锥齿轮零件图和精锻图，如图 1-16 所示。

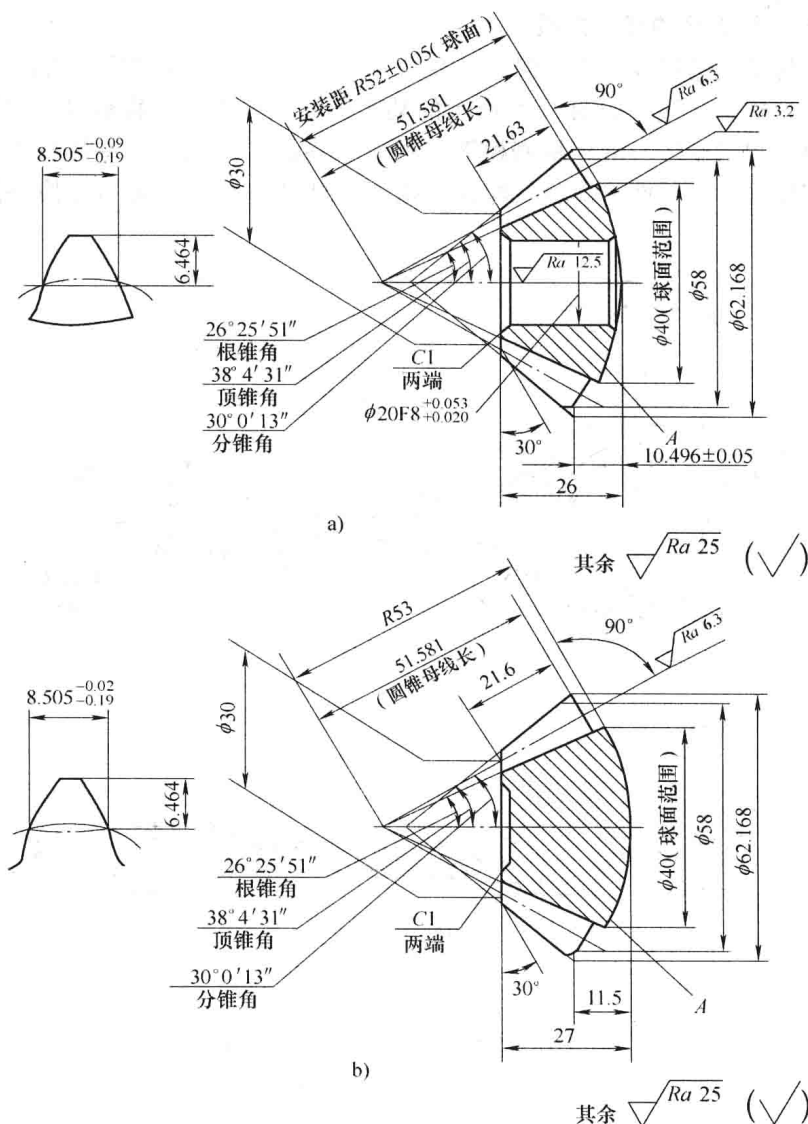


图 1-16 行星锥齿轮零件图和精锻图

a) 行星锥齿轮零件图 b) 行星锥齿轮精锻图

其精锻工艺流程为：下料→车（或磨）削外圆除去表面缺陷层→加热→精密模锻→冷切边→酸洗（或喷丸）→加热→精压→冷切边（或喷砂）→检验。

其精锻模具如图 1-17 所示，它是一种典型的开式精密模锻模具。为便于放置毛坯和顶出锻件，凹模安放在下模板上，并采用双层组合凹模，凹模用预应力圈加强，而凹模压圈只起紧固凹模的作用。顶杆可将锻件从凹模中顶出。

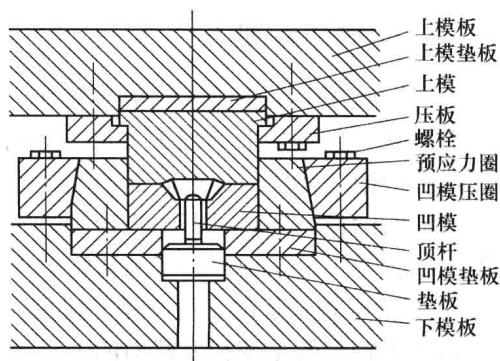


图 1-17 行星齿轮精密模锻锻模