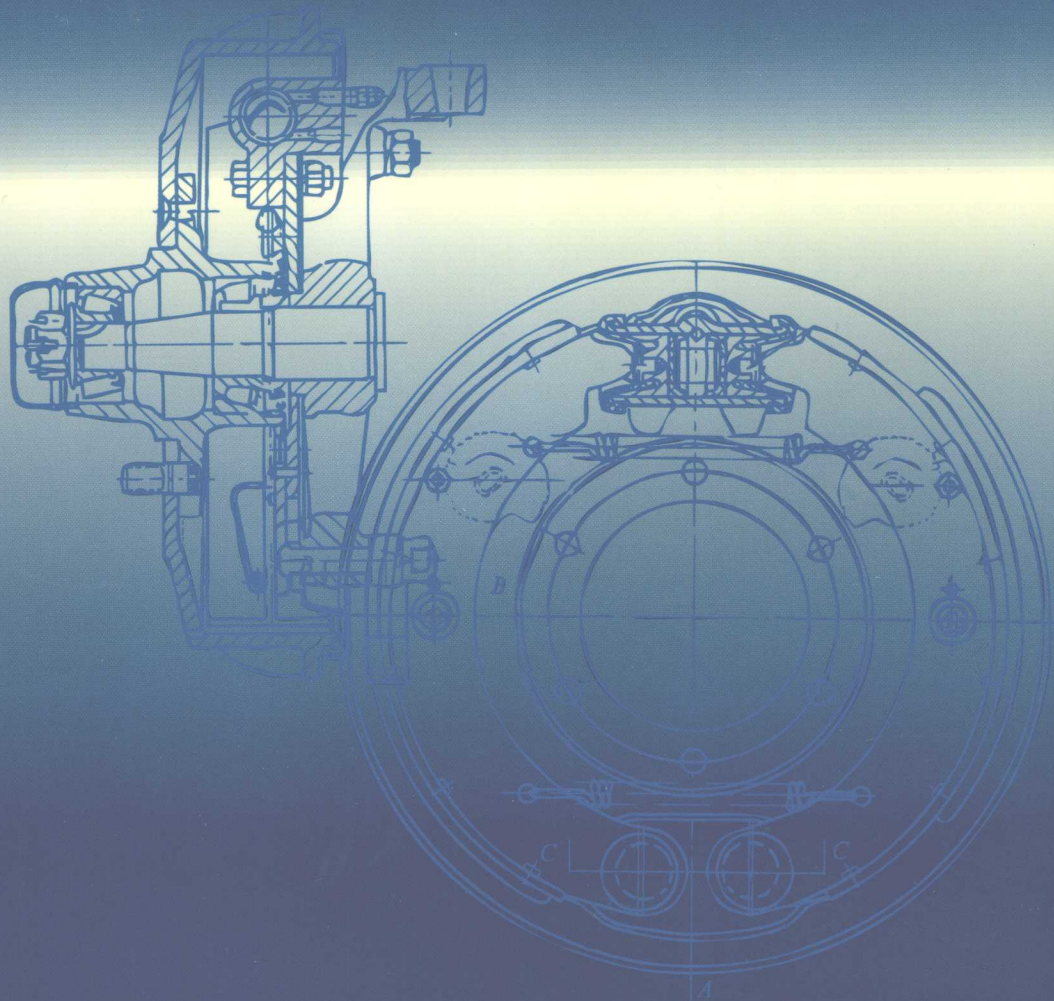


# 汽车制造 工艺技术

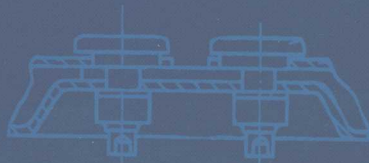
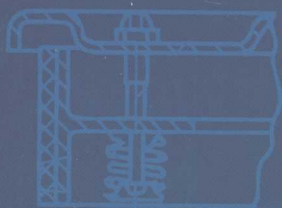
丁柏群 王晓娟 主编



国防工业出版社

National Defense Industry Press

责任编辑：白天明 tmbai@ndip.cn  
责任校对：钱辉玲  
封面设计：王晓军 xjwang@ndip.cn



## 汽车制造工艺技术

► 上架建议：汽车制造工艺 ◀

<http://www.ndip.cn>

ISBN 978-7-118-05751-5



9 787118 057515 >

定价：30.00 元

# 汽车制造工艺技术

丁柏群 王晓娟 主 编  
朱宝全 宋百玲 副主编

国防工业出版社

·北京·

## 内 容 简 介

本书比较全面系统地阐述了汽车制造的基本过程和基本体系、汽车产品结构工艺性、汽车典型零部件的生产工艺和设备、整车制造四大主要工艺及设备、零部件快速成型工艺及设备、汽车生产企业的质量管理和生产管理等,介绍了先进的汽车制造技术及其未来发展方向。编者有多年在汽车生产企业的工作经历,又有从事本科教学工作的经验,书中内容密切地结合我国目前的生产实际,可操作性强;同时跟踪先进的生产加工技术,具有一定的前瞻性,适合作为车辆工程专业本科生教材或教学参考书,也可供有关技术、管理人员以及有兴趣的读者阅读参考。

### 图书在版编目(CIP)数据

汽车制造工艺技术/丁柏群,王晓娟主编. —北京:国防工业出版社,2008.7

ISBN 978-7-118-05751-5

I. 汽... II. ①丁... ②王... III. 汽车-车辆制造-工艺  
IV. U466

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2008)第 072891 号

※

国防工业出版社出版发行  
(北京市海淀区紫竹院南路 23 号 邮政编码 100044)

新艺印刷厂印刷

新华书店经售

\*

开本 787×1092 1/16 印张 16 字数 393 千字

2008 年 7 月第 1 版第 1 次印刷 印数 1—4000 册 定价 30.00 元

(本书如有印装错误,我社负责调换)

国防书店:(010)68428422

发行邮购:(010)68414474

发行传真:(010)68411535

发行业务:(010)68472764

## 前 言

我国汽车工业正处在快速发展时期,汽车产量平均增幅近年来达到世界汽车产量平均增幅的10倍。与此同时,对汽车及相关专业人才的需求也呈现非常旺盛的态势。汽车制造工艺、装备和设施是实现汽车产品设计目标和生产加工的基本方法和手段,也是实现技术创新的基础。学习和从事汽车工程专业的人员,需要了解现代汽车的生产过程,掌握汽车零部件的生产工艺和整车制造技术,以便在设计和生产过程中正确体现制造工艺的要求。但到本书成稿时为止,专门针对汽车制造工艺方面的书籍和资料极其有限,从教学 and 实际工作来看,迫切需要一种适合本科生使用的有关汽车制造工艺和设备方面的教材。

本书比较全面系统地阐述了汽车制造的基本过程和基本体系、汽车产品结构工艺性、汽车典型零部件的生产工艺和设备、整车制造四大主要工艺及设备、零部件快速成型工艺及设备、汽车生产企业的质量管理和生产管理等,介绍了先进的汽车制造技术及其未来的发展方向。

本书编者有多年在汽车生产企业的工作经历,又有从事本科教学工作的实践经验,使得书中内容密切地结合我国目前的生产实际,可操作性强;同时跟踪先进的生产加工技术,具有一定的前瞻性。本书适合作为车辆工程专业本科生教材或教学参考书,也可供有关技术、管理人员以及有兴趣的读者阅读参考。

本书由东北林业大学的丁柏群、王晓娟主编,东北林业大学的朱宝全、宋百玲副主编。全书共分七章:其中第一章、第六章、第七章由王晓娟编写,第二章、第三章由宋百玲编写,第四章第一节~第四节由朱宝全编写,第四章第五节、第五章由丁柏群编写。参加编写和资料收集整理工作的人员还有东北林业大学的杨春婧、李德才、崔声伶。

在编写本书过程中得到东北林业大学关强教授、崔淑华教授等的大力支持和帮助,在此表示衷心感谢!

由于编者水平、资料等局限,书中可能存在一些疏漏和不当的地方,恳请专家和读者批评指正。

编 者

2008年3月

# 目 录

<b>第一章 绪论</b> .....	(1)
第一节 汽车制造基本体系 (1)	
第二节 现代汽车制造技术的发展趋势 (2)	
<b>第二章 汽车产品设计的结构工艺性</b> .....	(6)
第一节 概述 (6)	
第二节 零件结构的机械加工工艺性 (7)	
第三节 零件设计尺寸及其偏差和表面粗糙度的合理标注 (13)	
第四节 产品结构的装配工艺性 (23)	
<b>第三章 汽车典型零件制造工艺</b> .....	(28)
第一节 汽车零件的一般加工方法 (28)	
第二节 齿轮制造工艺 (35)	
第三节 连杆制造工艺 (47)	
第四节 箱体零件制造工艺 (61)	
第五节 曲轴制造工艺 (73)	
<b>第四章 汽车整车制造技术</b> .....	(84)
第一节 冲压与车身零部件制造技术 (84)	
第二节 车身焊装技术 (117)	
第三节 车身涂装技术 (139)	
第四节 汽车底盘制造技术 (160)	
第五节 汽车总装配技术 (185)	
<b>第五章 汽车制造企业质量管理和生产管理</b> .....	(191)
第一节 质量管理 (191)	
第二节 生产管理 (211)	
<b>第六章 汽车制造中的特种加工技术</b> .....	(222)
第一节 特种加工方法 (222)	
第二节 特种加工工艺 (237)	
<b>第七章 汽车制造系统自动化</b> .....	(243)
第一节 汽车制造系统自动化的基本概念 (243)	
第二节 自动化技术及设备 (244)	
<b>参考文献</b> .....	(252)

# 第一章 绪 论

## 第一节 汽车制造基本体系

汽车工业是国民经济中的支柱性产业。汽车生产制造水平直接体现国家汽车工业发展程度,是显示一个国家工业发达水平的重要标志,同时能够带动和促进其它产业和社会经济的发展。

### 一、汽车制造基本特点

汽车的生产制造过程虽然与其它机械产品一样,均由原材料—毛坯—加工—装配成总成,但由于汽车的种类和型号众多,整车的结构复杂,组成零部件数量也众多,加之生产批量大和生产效率高等特点,使得汽车生产制造具有本身的特点和要求,即汽车零部件生产专业化、标准化和高度的自动化;汽车成车生产集团化、机械化和电子化。另外,汽车生产制造过程中涉及铸造、锻造、机械加工、冲压、焊接、热处理、化工油漆、轻工纺织、电子电器等生产领域,是一个多学科、跨专业综合性的生产制造过程。

### 二、汽车制造基本体系

#### 1. 专业化部件生产厂

组成汽车的大型部件如发动机、变速箱、传动系统、减振器、制动系统、水箱等,由专门的生产厂进行生产,生产高度自动化,管理现代化,产品标准化和系列化,以保证整车生产厂的配套供应。

#### 2. 汽车附件及零配件加工厂

这些厂制造高质量、互换性强的汽车附件和零件。应具有生产批量大和生产效率高的现代汽车生产设备及生产能力,充分满足成车和大型部件的需要,同时满足汽车修理市场的需求。

#### 3. 汽车总厂

汽车成车的生产制造水平直接决定着汽车生产的质量和产量,这些厂应具有自动化程度高、生产效率高的主体生产线。

##### 1) 汽车板件冲压生产线

汽车板件的冲压成型,特别是车身大型覆盖件的成型,应拥有大吨位压力机,加之汽车板件种类多、数量大,应具有成型能力强即总吨位量大的压力机。冲压中心作业线应配置有物料装卸运作的机器人,尽量或完全避免人手干预的自动化程度高的生产线。对小轿车而言,应具有整体成型或制造名贵轿车系列的车身板件能力。

## 2) 汽车车身装焊自动生产线

生产线上设置专用工装,配置现代汽车的工艺机器人,采用现代汽车的焊接设备,生产线在计算机控制中心站的监控下,能实现全方位的自动装配、自动焊接和质量检测与控制。

## 3) 现代汽车的汽车车身涂装生产线

汽车车身属于多层涂装,包括涂装前的表面处理(清洗、脱脂、磷化、钝化)、底漆、中间涂料和面漆等复杂的涂布工艺过程,只有采用现代汽车高效的涂布方法和工艺,才能保证汽车的表面涂装既有极高的装饰性,又具有较强的耐久性。此外,还应采用现代汽车的环保工艺和管理技术。

## 4) 整车装配生产线(汽车总装线)

采用自动化的专用工具和计算机控制传输的高节奏装配线。

## 5) 汽车检测线

在自动运行线上配置现代汽车的仪器设备,包括制动试验台、灯光校正仪、汽油机CO/HC分析仪、柴油机烟度仪、侧滑试验台、速度表试验台和测试车道等。这些测试与分析均应采用微机控制。

上述汽车生产制造基本体系,是汽车生产集团化所需的必要硬件条件,也是高质量、高效率 and 大批量生产现代汽车的重要保证。

# 第二节 现代汽车制造技术的发展趋势

在21世纪,随着电子、信息等高新技术的不断发展,以及市场需求个性化与多样化,现代汽车制造技术发展的总趋势是向着精密化、柔性化、网络化、虚拟化、智能化、清洁化、敏捷化、全球化的方向发展。

## 一、精密化和高速化

### 1. 超精密加工技术

目前,加工精度达到 $0.025\mu\text{m}$ ,表面粗糙度达 $0.0045\mu\text{m}$ ,已进入纳米级加工时代。超精切削厚度由目前的红外波段向可见光波段甚至更短波段接近;超精加工机床向多功能模块化方向发展;超精加工材料已由金属扩大到非金属。

### 2. 超高速切削

铝合金超高速切削速度已超过 $1600\text{m}/\text{min}$ ,铸铁为 $1500\text{m}/\text{min}$ ,超耐热镍合金为 $300\text{m}/\text{min}$ ,钛合金 $200\text{m}/\text{min}$ 。超高速切削的发展已转移到一些难加工材料的切削加工中。

### 3. 新一代制造装备的发展

市场竞争和新产品、新技术、新材料的发展推动着新型加工设备的研究与开发。其中典型的例子是:“并联桁架式结构数控机床”(或俗称“六腿”机床)的发展。它突破了传统机床的结构方案,采用六个轴长短的变化,以实现刀具相对于工件的加工位置的变化。



## 二、柔性化

柔性制造系统,是由一定范围的被加工对象、具备一定柔性和自动化水平的各种设备,以及高素质的人组成的一个有机整体,它接受外部信息、能源、原材料和资金等,在人和计算机控制系统的共同作用下,实现一定程度柔性的制造系统。柔性化制造系统强调信息集成,简化物流系统、有人参与和较宽的工艺覆盖面,并能与 CAD/CAM 系统实现集成。

在 20 世纪 70 年代末和 80 年代初,众多组合机床制造厂家相继利用 NC 技术开发出了柔性自动线用的各种不同类型的数控加工模块。这些加工模块按其运动坐标数可分为单坐标、双坐标和三坐标模块,按其主轴数可分为单主轴和多主轴模块(转塔式多轴加工模块)。由于这些模块是数控的,因此,当柔性自动线由加工改型品种中的一种工件转向加工另一种工件时,可通过改变数控程序来实现自动换刀、自动更换多轴箱和自动改变加工行程,以及自动改变工作循环、切削用量和加工位置等,以适应改型多品种加工。

## 三、网络化

制造网络化是以网络为基础的一种制造技术,它包括制造环境内部的网络化、制造环境与整个制造企业的网络化、企业间的网络化、异地设计与制造等方面。20 世纪末,由于网络技术,特别是 Internet 技术的迅速发展和普及,给企业制造活动带来新的变革,其影响的深度、广度和发展速度已经远远超过了人们的预想。以 Internet 为基础的制造技术已经成为 21 世纪制造技术发展的重要趋势。

信息化是当今社会发展的趋势。信息技术正在以人们想象不到的速度向前发展。信息技术也正在向制造技术注入和融合,促进着制造技术的不断发展。可以说,现代汽车制造技术的形成与发展,无不与信息技术的应用与注入有关。它提高了制造技术的技术含量,使传统的制造技术发生了质的变化。信息技术对制造技术发展所起的作用目前已占第一位,而在 21 世纪对现代汽车制造技术的各方面发展将起着更重要的作用。

信息技术推动着设计技术的现代化,加工制造的精密化、快速化,自动化技术的柔性化、智能化,整个制造过程的网络化、全球化。各种现代汽车生产模式的发展,如 CIMS、并行工程、精益生产、敏捷制造、虚拟企业与虚拟制造,也无不以信息技术的发展为支撑。

## 四、虚拟化

虚拟制造,是以制造技术和计算机技术支持的系统建模技术及仿真技术为基础,集现代制造工艺、计算机图形学、并行工程、人工智能、人工现实技术和多媒体技术等多种高新技术为一体,由多学科知识形成的一种综合系统技术。虚拟现实技术主要包括虚拟制造技术和虚拟企业两个部分。

(1) 虚拟制造技术,是在产品真正制出之前,首先在虚拟制造环境中生成软产品原型(Soft Prototype)代替传统的硬样品(Hard Prototype)进行试验,对其性能和可制造性进行预测和评价,从而缩短产品的设计与制造周期,降低产品的开发成本,提高系统快速响应

市场变化的能力。虚拟制造技术从根本上改变了设计、试制、修改设计、规模生产的传统制造模式。

(2)虚拟企业,是为了快速响应某一市场需求,通过信息高速公路,将产品涉及到的不同企业临时组建成为一个没有围墙、超越空间约束、靠计算机网络联系、统一指挥的合作经济实体。虚拟企业的特点是:企业在功能上的不完整、地域上的分散性和组织结构上的非永久性,即功能的虚拟化、组织的虚拟化、地域的虚拟化。

## 五、智能化

智能制造是未来制造自动化发展的重要方向。智能制造系统,是一种智能机器和人类专家共同组成的人机一体化智能系统,它在制造过程中能进行智能活动,如分析、推理、判断、构思和决策等。智能制造技术的宗旨:通过人与智能机器的合作共事,扩大、延伸和部分地取代人类专家在制造过程中的脑力劳动,以实现制造过程的优化。可以预言,21世纪制造工业将由两个“I”来标识,即 Integration(集成)和 Intelligence(智能)。

## 六、清洁化

汽车绿色制造,是一个综合考虑环境影响和资源效率的现代汽车制造模式,目的是使汽车产品从设计、制造、包装、运输、使用到报废处理的整个产品生命周期中,对环境的负面作用影响最小,资源利用率最高。汽车绿色制造是可持续发展战略在汽车制造业中的体现,也是现代汽车制造业的可持续发展的模式。

日趋严格的环境与资源的约束,使绿色制造业成为21世纪制造业的重要特征,同时,绿色制造技术也将获得快速的发展。主要体现在以下几方面。

### 1. 绿色产品设计技术

绿色设计是绿色制造的核心,它决定了绿色制造系统的实现效率。随着研究工作的不断深入,产生了大量的绿色设计技术和各种环境管理工具,例如可拆卸性设计、可回收性设计、绿色设计的材料选择、清洁生产等,使产品在生命周期中符合环保、人类健康、能耗低、资源利用率高的要求。

### 2. 绿色制造技术

绿色制造技术主要包含了绿色资源、绿色生产过程和绿色产品等内容。

### 3. 产品的回收和循环再制造

汽车产品的拆卸和回收技术及生态工厂的循环式制造技术,主要包括生产系统工厂,致力于产品设计和材料处理、加工及装配等阶段;恢复系统工厂,主要对产品(材料使用)生命周期结束时的材料处理循环。

汽车绿色制造如要获得更大的发展,则应该把研究方向放在以下几个方面:①完善绿色材料;②加强工业废物最少化的管理;③完善汽车寿命周期分析方法;④建立汽车绿色制造的信息管理系统和开发相关的网络数据库;⑤采取有效措施以定义公认的、可接受的原则,用来帮助人们在看待特定行为的环境影响上达成一致;⑥建立汽车绿色产品和清洁生产的评价指标体系;⑦建立汽车绿色设计与制造的效益风险模型;⑧建立汽车绿色制造的技术—经济—环境分析模型;⑨进行汽车可持续发展 CIMS 研究等。

## 七、敏捷化

敏捷制造,是一种面向 21 世纪的制造战略和现代制造模式,目前全球范围内对敏捷制造的研究十分活跃。敏捷制造是对广义制造系统而言,制造环境和制造过程的敏捷性问题是敏捷制造的重要组成部分。制造环境和制造过程的敏捷化内容包括机器、工艺等的柔性,重构能力,快速化的集成制造工艺等。

美国汽车公司(United States Motor Co.)是以美国国防部为主要用户的汽车公司。它向用户承诺:每辆 USM 汽车都会按照用户要求制造;每辆 USM 汽车从定货起三天内交货;在整个寿命周期内,有责任使用户满意。在以前,任何一个汽车公司不管花多大的代价,都不可能做到以上三点。USM 公司成功的例子说明,大量生产方式正处于革命性的转变时代,而 USM 公司就采用了敏捷制造。USM 公司成功的关键因素是;设计与制造能力相匹配;产品设计和工艺设计并行进行;并借助计算机对全车的设计和制造过程进行仿真。

## 八、全球化

制造全球化的内容非常广泛,主要包括:市场的国际化,产品设计和开发的国际合作,产品制造的跨国化,制造企业在世界范围内的重组与集成,制造资源的跨地区、跨国家的协调、共享和优化利用等。

## 第二章 汽车产品设计的结构工艺性

### 第一节 概述

在汽车产品设计时,除了应满足使用性能要求外,还应满足制造工艺的要求,否则就有可能影响产品及零、部件制造时的生产率和经济性,甚至无法制造。因此,产品设计时考虑制造工艺要求是一项很重要的任务。为此,所设计的产品及零、部件结构都应该具有良好的结构工艺性。结构工艺性,就是所设计的产品及零、部件在满足使用要求的前提下,其制造、维修的可行性和经济性。也就是说,所设计的产品及零、部件,在一定的生产条件和保证使用性能的前提下,能以高生产率、最少的劳动量及材料消耗,以及低成本制造出来。其中包括毛坯制造、热处理、机械加工、装配和修理的结构工艺性。

结构工艺性,是随着生产类型和生产条件的不同,以及机械工业技术水平的发展而变化的。如某一零件在单件小批生产时具有良好的结构工艺性,但在大批生产时其结构工艺性并不一定良好。图 2-1 为完成同一使用功能的两种箱体结构。如果同轴线各孔的同轴度公差较大,可以认为,大批量生产时,图 2-1(a)的结构工艺性良好;而单件小批量生产时则是图 2-1(b)的结构工艺性较好。这是因为,在大批量生产时,可以采用高生产率的双面组合镗床从箱体两端向中间进给同时镗出四个孔,其生产率很高。虽然专用组合镗床一次投资费用很高,但因产量大,年产量也稳定,分摊到每个零件上的工艺成本很低,所以经济上是合理的;而在单件小批生产时,如镗孔是在普通卧式镗床上进行的,镗杆从箱体一端伸入镗孔,故孔径应从一端向另一端递减。当同轴度精度要求高时,不论哪种生产类型,孔径都应采用图 2-1(b)的结构,并在加工时设置几个支承镗杆的导套,以保证加工要求。因此,在不同的生产类型和生产条件下,零件的结构常常不同。

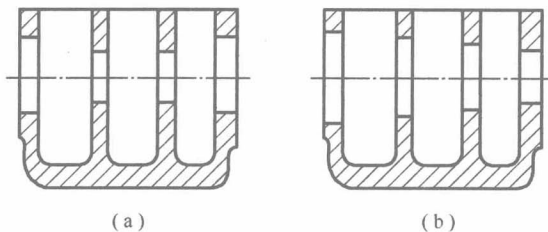


图 2-1 同轴线多孔的不同结构

随着机械工业先进工艺和新技术出现,对结构工艺性的认识也会变化。如图 2-2 所示的滑动齿轮,图 2-2(a)所示的结构,小齿轮只能用插齿加工。为保证插齿刀能正常工作,两齿轮间必须留有足够的空刀宽度  $B$ ,工艺性才是良好的。这样,齿轮宽度  $L$  将增大。当出现了电子束焊接后,大、小齿轮可以分成两件,分别用滚齿加工,然后再将它们焊接在一起。这样,不仅滚齿生产率和齿轮的运动精度高,而且齿轮的宽度尺寸  $L'$  也缩小了。

因此可以认为,图 2-2(b)结构的工艺性也是良好的。

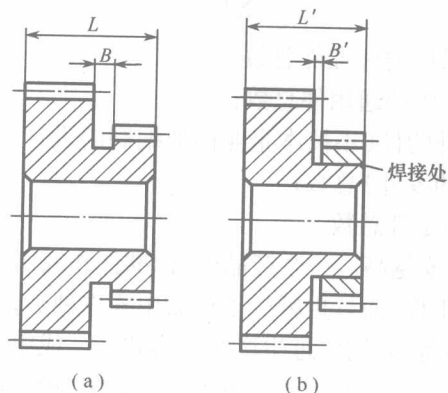


图 2-2 双联齿轮的两种结构

在产品设计的初始阶段,产品设计人员就应开始考虑和审查结构工艺性,并在此后的生产准备和正式生产期间,也要与工艺人员密切配合,不断修改和完善其结构,提高产品的设计质量。

在汽车制造中,机械加工和装配,不论在需要的人员、使用的设备和工艺装备方面,还是在消耗的工时和成本方面都占有很大比例,因此,研究分析产品及其零、部件的机械加工和装配的结构工艺性有很大的意义。本章将重点介绍零件的机械加工工艺性和零件的装配工艺性。

## 第二节 零件结构的机械加工工艺性

零件结构工艺性可以从两方面进行分析研究:一是分析零件的结构及材料的机械加工工艺性;再是研究零件尺寸及其偏差标注的工艺性。考虑、审查和评价零件结构的工艺性,可以从以下几个主要方面入手。

### 一、零件结构要素标准化

零件结构要素标准化包括:螺纹、花键、齿轮、中心孔、各种空刀槽(如切削螺纹的空刀槽、插齿的空刀槽、砂轮越程槽等)等的结构和尺寸,它们都应该符合国家标准的规定。

零件结构要素标准化,不仅简化了设计工作,而且使零件在机械加工中可以使用标准的或通用的工艺设备(如刀具、量具),也减少了工艺装备的规格;还由于不需要专用工艺装备而缩短了零件生产准备周期,降低了零件成本。

### 二、尽量采用标准件和通用件

汽车是由大量的零件构成的。设计产品时,应尽量采用标准件和通用件。标准件,是一个企业按照国家标准、部颁标准和企业标准制造的零件。通用件,是在同一类型不同规格的或者不同类型的产品中,部分零件相同,它们彼此可以互换通用的零件。上述两类零件在产品中所占的数量,是评定一个产品标准化程度的一个重要指标。标准化程度可用标准化系数  $K_{b,r}$  进行评定,其值为

$$K_{b,i} = \frac{\Sigma B + \Sigma T + \Sigma W}{\Sigma J} \times 100\% \quad (2-1)$$

式中  $\Sigma B$ ——该产品中采用的标准件总数；  
 $\Sigma T$ ——该产品中采用的通用件总数；  
 $\Sigma W$ ——该产品中外购件(不按本企业标准编制的设计文件制造的、以成品形式到达本企业的零件)总数；  
 $\Sigma J$ ——该产品中的零件总数。

$K_{b,i}$ 值越大,标准化程度越高。一个产品中,标准件和通用件所占比例大,不仅可以简化设计,避免重复的设计工作,而且也减少了产品中零件种类,扩大了零件制造批量,这就为采用高效设备和工艺装备,采用先进生产组织形式——成组工艺创造了有利条件,为实现机械化、自动化生产打下了基础,同时也减少了工艺装备数量,有利于降低成本。

### 三、尽量采用切削加工性好的材料

切削加工性,是指在一定的生产条件下,材料切削加工的难易程度。对材料的切削加工要求是:粗加工时,应具有较高的生产率;精加工时,有较高的加工精度和较小的表面粗糙度。由于不同金属材料的化学成分、金相组织及物理机械性能不同,其切削加工性也不同。材料的切削加工性,一般可根据工件的表面质量、刀具耐磨程度——耐用度、切削力和切屑断屑性能等方面进行衡量。材料的硬度越高,其切削加工性越差,硬度过高,还会引起崩刃和刀尖烧损。材料强度高,切削力大,切削温度也增高,刀具磨损增加。同类材料,强度相同时,塑性大的材料切削力较大,切削温度也增高,易与刀具发生粘结,因而刀具磨损大,加工表面粗糙度大,所以切削加工性差。钢中化学成分的影响:为提高钢的强度,钢中加入了 Cr、Ni、V、Mo、Mn 等化学元素,当含量超过一定量时,材料的加工性就会降低;而加入适量的 Pb、S 等元素后,虽略降低了钢的强度,但能降低钢的塑性,对钢的切削加工性有利,由此研究出了不少易切削钢。

目前,易切削钢已占汽车中结构钢用量不小的比例。如 20 世纪 70 年代研制开发的钙氧易切削钢,在齿轮加工中切削速度达 150m/min 或更高,加工的表面粗糙度小,刀具耐用度高,已得到广泛应用。又如,近年来 35VS 易切削钢代替了 40 钢制造汽车空压机连杆。与 40 钢比较,35VS 钢不仅机械性能优于 40 钢,而且切削性能也良好,提高了刀具耐用度和生产率,减小了表面粗糙度。

因此,为正确选用材料,产品设计人员必须对材料的切削加工有较全面的了解。

### 四、有便于定位的基准和夹紧的表面

产品设计人员在设计零件图时,应充分考虑零件加工时可能采用的定位基准和夹紧表面。它们应能满足:定位精度高,夹紧方便、迅速,能可靠保证加工精度,并使机床夹具简单。

如果零件结构上没有合适的装配基面,就应考虑设置专门为定位用的表面——辅助基准。汽车零件中,专门设置供定位用的辅助基准实例很多,如轴类零件两端的中心孔、活塞下端端面  $K$  及内止口  $P$ (图 2-3(a))、曲轴曲柄臂上的角度定位平台  $Q$ (图 2-3(b))、汽缸体侧面上的工艺凸台  $J$  和底平面上的两个工艺孔  $F$ (图 2-3(c))、连杆大头

侧面(图 3-29)、某变速器壳体为在自动线上加工设置的定位基准  $H$  和夹紧面  $G$ (图 2-3(d))。作为辅助基准的表面,应该规定一定的尺寸公差、形位公差和表面粗糙度,以保证加工质量。

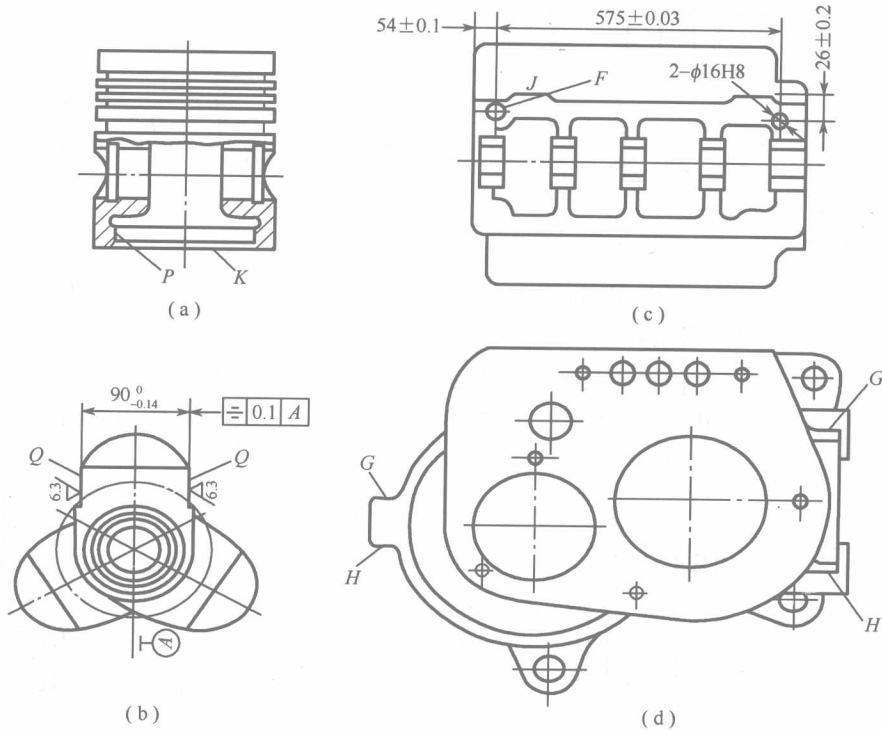


图 2-3 汽车零件上设置的辅助基准

## 五、保证能以高的生产率加工

在考虑零件结构形状时,应保证能以较高的生产率进行加工。为此,可以从以下几方面考虑。

### 1. 被加工表面形状尽量简单

如有可能,尽量采用内、外圆柱表面和平面,以便能采用高生产率的加工方法。同时,还要考虑被加工表面的结构形状,以在规定的生产条件下,能用高生产率加工方法进行加工。如图 2-4 所示为变速器第一轴内、外圆砂轮越程槽的两种结构。如果在单件小批生产时,图 2-4(a)的结构可在普通车床上加工出来,而在大批量生产时,车削一般是在液压仿形车床上进行,只能用下(横)刀架以横向进给方式车削越程槽,图 2-4(b)结构工艺性良好。图 2-5 所示为两种轴类零件的键槽形状。图 2-5(a)结构只能使用生产率较低的键槽铣刀加工,而图 2-5(b)结构可以使用生产率较高的三面刃铣刀加工。

### 2. 尽量减少加工表面面积

如图 2-6 所示的汽缸套,图 2-6(b)的结构工艺性较好。它将一个外圆表面分成两段不等直径的外圆表面,不仅减少了加工面积,而且可用两把车刀同时车削外圆,提高了生产率,还节省了材料,减少了刀具消耗,也便于装配。

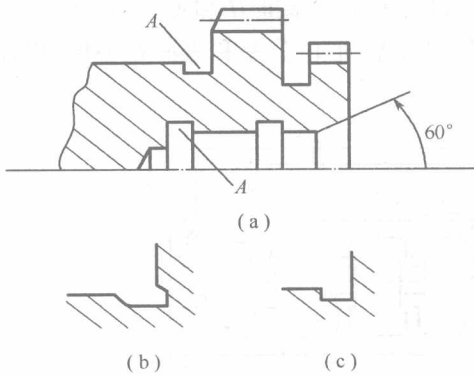


图 2-4 变速器第一轴内、外圆砂轮越程槽的两种结构

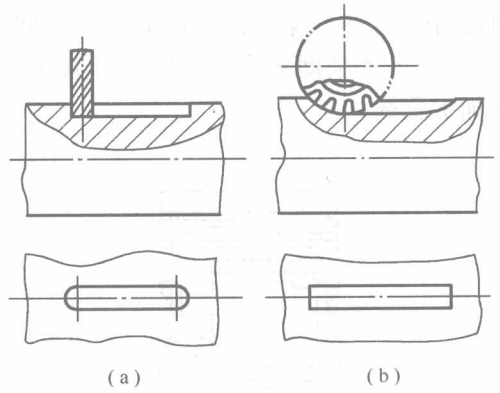


图 2-5 两种轴零件键槽结构形状

图 2-7 为一箱体零件在座耳 A 处安装螺母垫圈的三种结构形状。图 2-7(a) 结构 A 处为一大平面,加工面积大,生产率低,如改成图 2-7(b)、(c) 结构,使用铤钻就能方便地加工,生产率高,又节省材料。

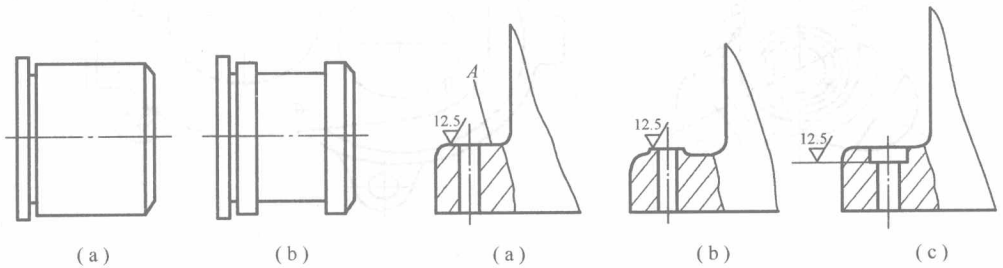


图 2-6 减少汽缸套的加工面积

图 2-7 箱体座耳的结构形状

### 3. 减少安装次数

零件的多个表面应尽量分布在一个方向上,这样就可以在一次安装中同时加工出来。图 2-8 为拖拉机液压升降机盖。从图中看出,多数孔是从上面进行加工的,但加工螺纹孔 A 时必须调头安装。如果设计允许,将螺纹孔 A 改成图左上角所示方向,就可以在一次安装中与其它几个孔同时加工。

### 4. 减少加工时的工作行程次数

有的零件的多个表面,虽然在同一个方向上,但不在同一个平面上,妨碍刀具顺利通过,不便采用较高生产率的加工方法。图 2-9 为三个平面的两种结构。如加工图 2-9(a) 所示结构的平面 C 时,由于平面 A 突出于平面 C,妨碍铣刀顺利通过,而平面 B 又低于平面 C,只能单独调整刀具加工出来,所以工艺性都不好。如改为图 2-9(b) 所示结构,就可以在一次工作行程中铣削出来,从而显著地提高了生产率。

### 5. 分解加工复杂的、加工困难的零件能

有些零件的结构较复杂,往往给机械加工带来困难。如能将它们分解成几个简单零件,先分别进行机械加工,然后再将它们组合起来,就可以显著地提高生产率。如图 2-10 所示的汽车离合器拨叉轴,其整体锻造和机械加工的工艺性均较差。如果将分离拨叉分解成拨叉轴和摇臂两体分别加工,然后再焊接在一起,则机械加工既简单,生产率又可提高。



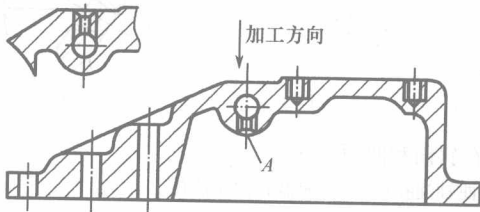


图 2-8 减压升降机盖孔的方位

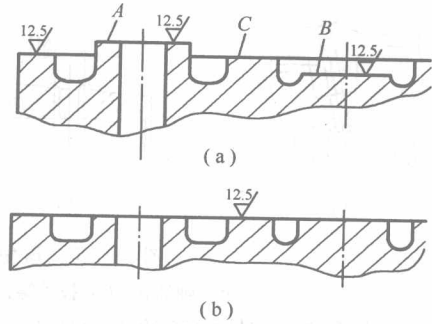


图 2-9 减少工作行程次数

如图 2-11 所示的汽车后钢板弹簧悬挂支架销。在大批量生产时,将销 2 和销头 1 制成两件。销 2 采用冷拔钢毛坯,切断后车削加工,销中部外圆的精加工采用高生产率的无心磨削。两零件单独加工后焊接成一体,不仅生产率高,又节省材料。

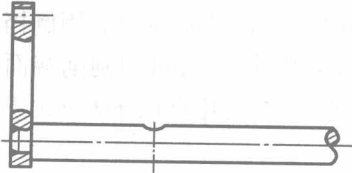


图 2-10 汽车离合器拨叉轴组合结构

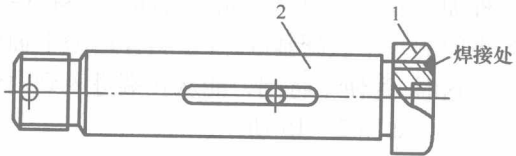


图 2-11 后钢板弹簧悬挂支架销组合结构  
1—销头; 2—销。

## 六、保证和改善刀具的正常工作和条件

### 1. 零件的结构应保证刀具能正常工作

图 2-12 为刀具能正常工作的几种结构形式。

图(a)是为保证车削螺纹时不损坏车刀而留有空刀槽;

图(b)是为保证磨削内孔时不使砂轮损坏而留有砂轮越程槽;

图(c)是为插削双联齿轮时而留有空刀槽;

图(d)是为保证丝锥顺利引入螺纹底孔而加工出内倒角。

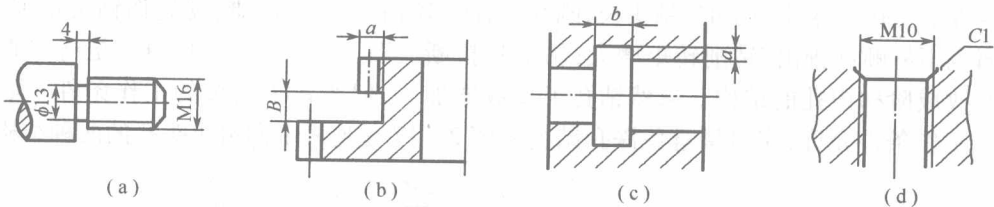


图 2-12 保证刀具正常工作的零件结构

图 2-13 为保证钻头在钻孔时避免钻入和钻出引起钻偏,而在零件结构设计时,孔的入口和出口端面应该与孔轴线尽可能垂直的实例。

图(a)所示为变速器第一轴上钻润滑油孔的入口端面与孔轴线垂直;

图(b)所示为拨叉上螺纹孔入口凸起端面与螺纹孔轴线垂直;

图(c)所示为在曲轴上钻斜润滑油孔时在球窝径向方位上钻孔;

图(d)所示为变速器壳体上注油螺纹孔入口端和出口端均与螺纹孔轴线垂直。