



· 普通高等院校“十二五”规划教材

UTO MOBILE

汽车制造工艺学

QICHE ZHIZAO GONGYIXUE

主 编 王 珺
副主编 杨志平
参 编 尹新权 刘立美



国防工业出版社

National Defense Industry Press

普通高等院校“十二五”规划教材

汽车制造工艺学

主 编 王 珺
副主编 杨志平
参 编 尹新权 刘立美

国防工业出版社

·北京·

内 容 简 介

本书根据汽车制造与装配技术专业的培养目标所编写。全书共分10章,内容包括汽车制造工艺过程概论,汽车零件的表面加工方法,工件的机械加工质量,工件的机床夹具设计,机械加工工艺规程的制定,装配工艺基础,汽车典型零件的制造工艺,汽车制造中的特种加工技术,汽车制造中的轻量化与塑料化,汽车先进制造技术。每章均附有与课程内容相关的习题。

本书除作为高职高专汽车制造与装配技术专业教材外,还可供汽车设计、制造部门的工程技术人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

汽车制造工艺学/王珺主编. —北京:国防工业出版社,2011.8

普通高等院校“十二五”规划教材

ISBN 978-7-118-07594-6

I. ①汽... II. ①王... III. ①汽车—生产工艺—高等学校—教材 IV. ①U466

中国版本图书馆CIP数据核字(2011)第164569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100048)

北京奥鑫印刷厂印刷

新华书店经售

*

开本 787×1092 1/16 印张 18½ 字数 428 千字

2011年8月第1版第1次印刷 印数 1—4000册 定价 35.00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

汽车制造工艺学是以汽车制造中的工艺问题为研究对象的一门应用性技术学科,也是一门包含多种工艺的综合性学科。

本书全面、系统地阐述了汽车制造工艺的基本理论,内容包括汽车制造工艺过程概论,汽车零部件的表面加工方法,工件的机械加工质量,工件的机床夹具设计,机械加工工艺规程的制定,装配工艺基础,汽车典型零件的制造工艺,汽车制造中的特种加工技术,汽车制造中的轻量化与塑料化,汽车先进制造技术。每章节后均附有与课程内容相关的习题。本书在讲述各种加工工艺的同时,力求突出“汽车制造”的特点。由于汽车车身制造有其自身的工艺特点和理论体系,另有专著进行介绍,因此本书内容不涉及汽车车身制造工艺。

通过对课程基本概念及实例深入浅出的剖析和反复应用,学生应掌握正确的思维方法,在分析和解决实际问题等方面的能力应有所提高。通过对新技术的介绍,激励学生的求知欲,启迪学生的创新意识。

本书由兰州工业高等专科学校王珺副教授任主编。全书由王珺统稿。其中绪论,第1、3章由王珺编写,第7、8、9、10章及第5章的5.3节由甘肃畜牧工程职业技术学院杨志平编写,第2、6章由兰州工业高等专科学校刘立美编写,第4章及第5章的5.1、5.2节由兰州工业高等专科学校尹新权编写。

本书除作为高职高专汽车制造与装配技术专业教材外,还可供汽车设计、制造部门的工程技术人员参考。

由于编者水平有限,书中难免有疏漏和不妥之处,恳请读者批评指正。

编者
2011年5月

目 录

绪论	1
第1章 汽车制造工艺过程概论	6
1.1 汽车的生产过程和工艺过程	6
1.1.1 汽车生产过程	6
1.1.2 汽车生产的工艺过程	7
1.2 生产纲领和生产类型	8
1.2.1 生产纲领	8
1.2.2 生产类型	8
1.3 汽车零件常用的工艺基础知识	9
1.3.1 铸造工艺	9
1.3.2 锻造工艺	17
1.3.3 焊接	23
1.3.4 冲压	29
习题	32
第2章 汽车零件的表面加工方法	33
2.1 金属切削加工的基本概念	33
2.1.1 切削运动、切削用量、切削层参数的基本概念	33
2.1.2 刀具角度	36
2.1.3 刀具材料	40
2.1.4 刀具磨损及耐用度	43
2.2 外圆表面加工	46
2.2.1 车刀与车床	47
2.2.2 砂轮与磨床	51
2.3 内圆表面加工	60
2.3.1 麻花钻、扩孔钻、铰刀与钻床	61
2.3.2 镗刀与镗床	65
2.4 平面加工	68
2.4.1 铣刀与铣床	69
2.4.2 刨刀与刨床	72

2.5 齿轮轮齿的加工	73
2.5.1 齿轮刀具	73
2.5.2 齿轮加工机床	77
习题	83
第3章 机械加工质量	84
3.1 机械加工质量的基本概念	84
3.1.1 机械加工精度	84
3.1.2 机械加工表面质量	84
3.1.3 获得加工精度的方法	86
3.2 影响加工精度的因素	89
3.2.1 加工原理误差	89
3.2.2 机床的制造误差及磨损	89
3.2.3 工艺系统的其他几何误差	93
3.2.4 工艺系统受力、受热变形引起的误差	94
3.2.5 工件内应力(残余应力)引起的误差	104
3.2.6 加工误差的统计分析	106
3.2.7 提高加工精度的工艺措施	113
3.3 影响表面质量的因素	115
3.3.1 影响表面粗糙度的因素	115
3.3.2 影响表面层物理力学性能的因素	117
3.4 表面质量对零件使用性能的影响	120
3.4.1 表面质量对零件耐磨性的影响	120
3.4.2 表面质量对零件疲劳强度的影响	120
3.4.3 表面质量对耐蚀性的影响	121
3.4.4 表面质量对零件配合质量的影响	121
3.5 控制加工表面质量的工艺途径	121
习题	122
第4章 机床夹具设计	124
4.1 机床夹具的组成及其分类	124
4.1.1 机床夹具的分类	124
4.1.2 机床夹具的组成	125
4.2 基准的概念和工件的安装	126
4.2.1 基准的概念	126
4.2.2 工件的安装	128
4.3 工件的定位	129
4.3.1 六点定位原理	129
4.3.2 工件正确定位与自由度的关系	130

4.4	常用定位元件	133
4.4.1	工件以平面定位	133
4.4.2	工件以内孔定位	138
4.4.3	工件以外圆定位	141
4.4.4	工件的组合定位	142
4.5	工件在夹具中的定位误差分析	144
4.5.1	定位误差产生的原因	144
4.5.2	定位误差的分析与计算	148
4.6	工件的夹紧	150
4.6.1	工件夹紧的基本要求	150
4.6.2	夹紧装置的组成	150
4.6.3	夹紧力的确定	151
4.6.4	几种常用的典型夹紧机构	154
4.7	典型机床夹具	156
4.7.1	钻床夹具	156
4.7.2	铣床夹具	159
4.7.3	镗床夹具	162
4.7.4	车床夹具	163
4.8	夹具设计的方法和步骤	165
4.8.1	设计准备	165
4.8.2	定位方案的确定	166
4.8.3	夹紧方案的确定	166
4.8.4	对刀元件和导向元件的选择	167
4.8.5	夹具总图的绘制	167
4.8.6	尺寸和技术要求的标注	168
	习题	168
第5章	机械加工工艺规程的制定	171
5.1	概述	171
5.1.1	机械加工工艺规程在生产中的作用	171
5.1.2	机械加工工艺规程的制定步骤	171
5.2	机械加工路线制定	172
5.2.1	零件的技术条件分析	172
5.2.2	零件的结构工艺性	172
5.2.3	毛坯的选择	173
5.2.4	定位基准的选择	175
5.2.5	表面加工方法的选择	178
5.2.6	加工阶段的划分	179
5.2.7	加工顺序的安排	180

5.2.8	工序的集中与分散	182
5.3	工序内容的确定	182
5.3.1	加工余量的确定	182
5.3.2	工序尺寸及公差的确 定	186
5.3.3	工艺尺寸链	187
5.3.4	设备、工艺装备的选 择	189
5.3.5	切削用量的确定	190
5.3.6	时间定额的确定	190
5.4	工艺方案的经济性评 价	191
	习题	192
第 6 章	装配工艺基础	194
6.1	概述	194
6.1.1	装配的概念	194
6.1.2	装配工作的主要内 容	195
6.1.3	装配的结构工艺性	196
6.2	保证装配精度的装 配方法	197
6.2.1	互换装配法	198
6.2.2	选择装配法	198
6.2.3	修配装配法	199
6.2.4	调整装配法	200
6.3	装配工艺尺寸链	201
6.3.1	装配工艺尺寸链的 建立	201
6.3.2	装配工艺尺寸链的 计算	202
6.4	装配工艺规程的制 订	204
6.4.1	概述	204
6.4.2	装配工艺规程的制 订步骤	205
6.5	汽车装配工艺过程	206
	习题	208
第 7 章	汽车典型零件制造 工艺	210
7.1	齿轮制造工艺	210
7.1.1	齿轮的结构特点及 结构工艺性分析	210
7.1.2	齿轮的机械加工工 艺	212
7.2	连杆制造工艺	220
7.2.1	连杆的结构特点及 结构工艺性分析	220
7.2.2	连杆的材料、毛坯 及主要技术要求	221
7.2.3	连杆的机械加工工 艺过程	223
7.3	曲轴零件制造工艺	227

7.3.1	曲轴的主要技术要求及结构特点	227
7.3.2	曲轴的机械加工工艺	227
7.3.3	大量生产时曲轴机械加工的典型工艺过程	229
7.4	箱体零件制造工艺	230
7.4.1	箱体零件的结构特点及其工艺性分析	231
7.4.2	箱体零件机械加工工艺流程	233
7.4.3	箱体零件主要表面的机械加工	239
7.4.4	箱体零件的检验	241
	习题	242
第 8 章	汽车制造中的特种加工技术	243
8.1	特种加工技术	243
8.2	特种加工方法	243
8.2.1	特种加工方法的概念	243
8.2.2	常见特种加工方法	244
8.3	快速成形制造	252
8.4	高速加工	254
	习题	257
第 9 章	汽车制造中的轻量化与塑料化	258
9.1	汽车用塑料成形工艺	258
9.1.1	聚氨酯泡沫塑料在汽车上的应用	258
9.1.2	汽车结构件用塑料的注射成形及其制品	263
9.2	汽车用纤维增强复合材料	270
9.2.1	SMC 在车身部件中的应用	271
9.2.2	能冲压成形的 FRP 材料	274
9.3	汽车制造中的粘接工艺	276
9.3.1	汽车用胶黏剂和密封剂	276
9.3.2	胶黏剂在汽车上的应用	281
	习题	282
第 10 章	汽车先进制造技术	284
10.1	汽车制造系统自动化	284
10.1.1	系统	284
10.1.2	制造系统	284
10.1.3	汽车制造系统自动化的目的	284
10.2	自动化技术及设备	285
	参考文献	288

绪 论

1. 我国汽车制造机械加工现状

几十年来,我国汽车制造技术及装备经历了曲折过程。20世纪70年代,130多个机床生产科研单位为第二汽车制造厂(生产载货车)研发了117条自动线和1004种5500台高效专用设备,汽车制造国产化率达到96%。80年代,我们汽车工业重点转入轿车生产,国内的制造技术和装备多数为国外引进,轿车装备国产化率长期以来只有20%。但是仍然有一些亮点,如汽车冲压生产线、数控齿轮加工机床等国内产品都占有较高的份额,大连和沈阳机床集团近年也为汽车企业提供由高速加工中心组成的柔性生产线,目前已有几千台国产数控机床在汽车企业使用。但大部分机械加工设备的刀具(高精度的磨具)及数控元器件仍然依赖进口。

2. 现代汽车制造装备的构成及进口热点

汽车制造装备分为整车制造装备和零部件制造装备两大类。

整车制造的“四大工艺装备”是指整车自动装配线、车身焊接和装配生产线、喷涂生产线、冲压生产线。

(1) 整车自动装配线及车身焊接和装配生产线。轿车车身自动焊装线、整车自动装配线是我国汽车装备最薄弱的环节。目前,自动装配线向柔性和“零缺陷”装配线发展。柔性靠大量焊接和装配机器人实现。轿车焊接装配线几乎全部依靠进口。

(2) 喷涂生产线。主要包括喷漆机器人、电泳、烘干、涂胶以及输送等设备。由于国内缺乏将工艺系统、物流系统、信息系统集成为流水生产线的技术,也基本依赖进口。

(3) 冲压生产线。据统计,在轿车的2000余件零件中,冲压件占40%以上。包括车身覆盖件、车身结构件和中小型冲压件。目前,我国轿车生产主要应用自动和半自动冲压生产线。下一代是柔性冲压自动线。冲压生产线是唯一的国内产品占据主导地位的大类汽车装备,但是先进冲压技术装备与国外存在很大差距。

零部件制造装备主要包括金属切削机床生产线、精密锻造设备、铸造生产线、激光加工设备和数控刀具系统。

(1) 金属切削机床生产线。制造轿车零部件的金属切削机床生产线,70%~80%依赖进口。但近年来,随着国际著名机床厂商将生产转移至我国,以及国内机床企业并购国际著名机床厂商,进口比率正在下降。制造卡车零部件的金属切削机床生产线则以国内产品为主。

① 柔性生产线(FTL):由高速加工中心组成。主要用于发动机制造。从20世纪末至今,据不完全统计,已经有约100条在我国安装或将安装,单价约2000万美元。其中进口约占90%,主要来自德国、日本、意大利、美国。

② 双主轴双刀塔多轴数控车铣中心/柔性制造单元:带有C轴、Y轴和动力刀头。配备自动上下料装置(含机械手),并在与物料存储与传送及其自动控制集成的条件下,构

成柔性制造单元(FMC)。由于这类设备满足轴类汽车零件“一次装夹完全加工”(One on Down)的需要,近年已经有数百台至千台投产,其中进口约占90%,主要来自日本、韩国、我国台湾等国家和地区。还要特别指出,现代汽车零部件越来越采用以车代磨工艺,要求数控车床能够进行强力车削。

③ 各种数控磨床和专用数控磨床:如高效、高精无心磨床,配有自动上下料装置(含机械手),组成磨削单元;高效、高精曲轴和凸轮轴数控磨床,十字轴专用数控磨床等,几乎全部依靠进口,主要来自德国、意大利、瑞士、日本。

④ 模具加工:5轴高速床身式/龙门式铣床(加工中心)的主要特点是速度快、刚性好。其中龙门式加工中心为扩大工艺性能,还具有5面功能,配备换头机构,以便满足铣、镗、钻工艺对主轴转速不同的要求。这类机床全部依靠进口,已经有超过数百台投产,主要来自德国、瑞士、日本、意大利。

(2) 精密锻造设备。接近净成形加工。轿车重要零件毛坯一直应用锻件。精锻机国内差距巨大,依赖进口。

① 热精锻生产线或制造单元:德国BLM公司热精锻齿轮精度已达DIN6级,节约材料20%~30%,力学性能提高15%~30%。

② 冷精锻(冷挤压)生产线或制造单元:美国每年生产冷挤压件100万件以上,80%为汽车零件。

③ 温精锻生产线或制造单元:工艺特点是材料加热至700℃~1000℃进行锻造,兼有热锻和冷锻优点。美国温锻件约占精锻件50%。

④ 模锻机/制造单元:汽车零部件锻造毛坯皆属模锻件。其中的模具和上下料装置等为国内薄弱环节。

⑤ 粉末冶金烧结锻造设备:国外粉末冶金烧结锻造技术有较大发展,粉末锻造连杆重量精度可达1%。

⑥ 内高压成形技术。制造空心轻体构件的高新技术。内高压成形件重量轻、强度高、零件数量少、焊缝少,在欧美发展很快。

⑦ 旋压成形技术装备:旋压成形具有加工精度高、可生产变截面等强度车轮轮毂和轮辐等优点。

(3) 铸造生产线。大吨位压铸机/制造单元(铝合金铸件)依靠进口。其中压铸模具国内外差距巨大。精密铸造生产线(铸铁件)依靠进口。其中,自动锁芯生产线(Key Core System)主要采用西班牙Loramendi公司的产品。

(4) 激光加工设备。包括激光切割设备、激光焊接设备。激光拼焊板冲压成形技术是国际上大力发展的一种先进技术。将不同材质、不等厚度钢板激光拼焊成毛坯,然后整体冲压成形。可减轻零件重量、提高整车匹配质量、降低材料、提高生产率。目前,激光拼焊板冲压成形设备同样依赖进口。

此外,轿车车体三维数控激光切割是最近发展的柔性制造技术,代替传统的手工切割结合冲裁模的制造方式,使生产准备周期从2.5个月缩短至5天。

(5) 数控刀具系统。制造汽车零部件的数控刀具系统主要依靠进口。现代汽车零部件和模具加工已经高速化,对刀具提出很高要求。采用整体硬质合金刀具、硬质合金涂层刀具(包括化学涂层(CVD)、物理涂层(PVD))、陶瓷刀具、CBN刀具、聚晶金刚石(PCD)

刀具、烧结压层刀具等。

3. 国外先进机械加工技术

(1) 柔性制造技术。采用 CNC 机床和自动化技术、柔性制造系统和制造工厂,设备采用模块化设计,能同时生产多个结构不同的产品。

(2) 高速加工技术。应用高速机床及高速刀具技术等大幅提高切削效率,主要涉及信息技术、自动化技术、经营管理技术及系统工程技术。

(3) 高速高效刀具技术。主要表现在高性能刀具材料的研发(含表面涂层材料)、刀具制造工艺技术、刀具安全技术及刀具使用技术等领域。

(4) 工序集中化。流程简捷化。采用一工位多工序、一刀多刃,或车、铰、铣削替代磨削,以拉削、搓、挤、滚压加工方式替代滚、插、铣削的方式,采用复合工艺,尽可能缩短整条线的工艺流程。

(5) 干式切削技术。该技术分为两种,一种为完全不使用切削液,另一种为用气体混合微量润滑剂的准干式切削,减少切削液对环境和人的不利影响。

(6) 珩磨新技术。如发动机缸体、缸孔激光造型珩磨、模块化珩磨、柔性夹具、珩磨头自动更换等。

4. 汽车零部件机械加工技术和设备的特征

1) 汽车零部件机械加工生产线的技术特征

一个多世纪以来,流水生产线一直是汽车及零部件生产方式的主体,其根本技术是集成功能——将工艺系统、物流系统、信息系统集成为流水生产线。

(1) 工艺系统。即机床—工具—工件系统。现代汽车制造(特别是轿车)生产线的工艺装备已经进入柔性化时代,它由数控机床和智能工具组成。

对机床的主要要求是高速、高精度、高精度保持性(高机床工程能力指数)和高可靠性。用于发动机生产线的高速加工中心,快移速度已达 $60\text{m}/\text{min} \sim 100\text{m}/\text{min}$,加速度达 $0.6 \sim 1.5$,主轴最高转速达 $8000\text{r}/\text{min} \sim 15000\text{r}/\text{min}$,定位精度/重复定位精度——工作台在 1m 以下为 $8\mu\text{m}/4\mu\text{m}$ (VD I 标准),工作台 1m 以上为 $10\mu\text{m}/5\mu\text{m}$ (VD I 标准)。主轴普遍应用电主轴,进给运动普遍采用直线电机,同时普遍运用三坐标模块化和箱中箱结构,机床非常简约,外购件(配套件)比例增加,交货期大大缩短。

目前,国际上的数控机床的工程能力指数 $C_m/C_{mk} \geq 2.0/1.67$,平均无故障工作时间(MTBF)达 $5000\text{h} \sim 8000\text{h}$ (受夹具和刀具的影响,该值实际有所降低)。

(2) 物流系统:由原材料处理、存储,上下料装置和机床间传输装置组成。在单台数控机床配备工件库或原材料库以及自动上下料(系统)装置(含机械手、机器人)的条件下,即在与物料存储与传输及其自动控制集成的条件下,构成柔性制造单元。在多台数控机床配备自动上下料与物料存储和传输与生产计划调度用计算机集成的条件下,构成柔性制造系统(FMS),在不含计划调度系统和工件单向流动时,组成柔性生产线。

(3) 信息系统。主要包括生产控制、刀具更换、工装及附件更换、工件调度、自动编程、自动监控、自动补偿、工件质量自动控制、刀具磨损或破损后的自动更换和自动报警等。最新要求是具备 CAD、CAM 功能,远程生产线管理和维护功能,故障诊断和自动修复功能等。

2) 高速加工技术的应用及发展趋势

(1) 国内主要轿车工厂引进国外高速加工机床及刀具情况。目前,国内汽车发动机及总成工厂大多引进欧美及日本等国厂商的数控生产自动线,处于国际 20 世纪 90 年代中后期水平,应用了较多、较突出的高速加工技术(高速加工机床及高速加工刀具技术)。其典型技术特点简要分述如下。

① 机械加工工艺流程反映了当代轿车制造业中最先进的水平,生产节拍 30s ~ 40s,生产线部分采用风冷干式切削加工技术。

② 刀具材料的选用。以超硬刀具材料为主,采用 CBN、SiN 陶瓷, Ti 基陶瓷, TiCN 涂层刀具加工高强度铸铁件,铣削速度为 2200m/min;采用 PCD、超细 Si - Al 铸造件,铣削速度达 2200m/min,钻、铰速度达 80m/min ~ 240m/min;采用 SiN 陶瓷、Ti 基陶瓷及 TiCN 涂层刀具加工精锻结构钢零件,车削速度达 200m/min;采用高 Co 粉末冶金表面涂覆 TiCN 的高速钢整体拉刀、滚刀、剃齿刀以及硬质合金机夹组成专用拉刀,加工各种精锻钢件、铸铁件,拉削速度达 10m/min ~ 25m/min,滚削速度达 110m/min,剃齿速度达 170m/min。

③ 刀具典型结构与加工工艺。零件孔加工刀具采用多刀复合式结构,以铰削、挤削替代磨削,在一次性走刀过程中完成孔的粗加工、精加工;平面铣削刀具采用密齿、过定位、重复夹紧结构,径向、轴向双向可调的高速密齿面铣刀;曲轴颈加工采用双工位车一拉削专用刀具。缸体缸孔镗削采用双工位、机床主轴内置式、轴向往复运动推拉杆结构,往走刀一精镗,复走刀一精镗,切削速度达 800m/min。高速、高效刀具结构不胜枚举。

④ 高速专用数控机床。现用于加工轿车发动机、变速器等关键零件的多数加工工艺,突破了传统的加工理念,机床也突破了传统的结构形式。概括讲,其机床结构设计以各种高速多刀、专用成形刀具和加工工艺为主导,以满足整条生产线各加工工位、加工工序生产节拍均衡及稳定的质量与精度要求。对机床数控系统来说,将质量与精度、零部件的材料性能等技术参数,根据各加工工位、工序的具体要求分解成各个单一的指标,因而机床的结构相对简捷,数控系统稳定可靠。其加工技术(Know How)数据库固化在数控系统中,因而这些机床一般都具有动态刚度好、主轴回转和行程定位精度高的特性。机床主轴一般在 6000r/min 以下,快进在 20m/min 以内。

由于种种原因,我国一些高速加工技术基础共性技术研究没有优化、集成和推广应用。国内企业大都从外国引进高速加工设备(技术),存在差距理所当然。主要表现在零件毛坯制造技术、高速刀具技术、高速机床技术以及生产工艺数据库等方面的差距。

(2) 高速加工技术发展趋势及应用前景。机床技术的发展,就是满足零件(产品)的生产过程中有关零件精度(质量)、生产率、生产成本、刀具(工具)轨迹及其他特种性能等各方面的技术要求。机械制造科技领域里,零件、刀具与机床三者技术连体,研讨高速加工技术时要三位一体系统分析、考察;在当今信息时代,研讨高速加工技术必须要涉及信息技术、自动化技术、经营管理技术及系统工程技术。

在全球一体制造环境里,高速加工系统工程技术必然在各类制造企业中得到广泛应用,主要在以下几个方面取得进步和发展。

① 零件毛坯制造技术:快速成形,少切削、无切削加工。

② 刀具技术:超硬、高速、干式切削、复合刀具。

- ③ 机床技术:高速、复合加工中心模块化。
- ④ 自动生产线:柔性、敏捷制造工程技术。
- ⑤ 测量技术:数字化、图形处理、随机高速测量技术。
- ⑥ 网络技术:宽带网及网络安全技术。

近几十年来,机械加工技术的发展很快,各种新技术在不断发展和应用。尤其是以数控机床发展为先导,即以数控机床专机化或者是以专用机床数控化来解决柔性和高效率的矛盾。目前,汽车零部件的生产大多采用高速加工中心组成的敏捷生产系统。欧美及日本等国不仅掌握了设备制造的专用技术,而且都非常重视汽车制造工艺流程的开发,他们能够实现交钥匙工程,拥有自己的系统开发能力,机床可靠性指标极为先进,制造成本不断降低,新产品投放周期大大缩短。

汽车制造机械加工技术的研究应用及装备本地化是我国汽车产业和机床产业共同的历史使命。目前,我国机加工新技术的研究应用发展很快,有一批设备厂家生产的装备已接近国际先进水平,如东风公司设备制造厂生产的 PM400II 高速加工中心,大连亿达、沈阳数控等厂家生产的加工中心及专用数控自动线都已应用到先进发动机总成的零件加工,重庆机床厂生产的数控齿轮加工设备也大量用于高速齿轮加工,还有国内很多机床厂已生产出用于生产的接近国外水平的各种数控机床产品,他们已经掌握了生产线集成技术。我们相信,紧紧抓住汽车产业 20 年大发展的战略发展机遇,加速汽车制造技术及装备创新体系建设,国内机床制造商真正树立以用户为中心的市场持续改进的思想,我国的汽车制造技术和装备水平赶超先进发达国家就指日可待了。

第1章 汽车制造工艺过程概论

1.1 汽车的生产过程和工艺过程

1.1.1 汽车生产过程

汽车工业是在许多相关联的工业和有关技术的基础上发展起来的综合性企业。汽车上使用着许多部门的产品,而且从毛坯加工到整车装配,需要采用各类加工技术。

汽车零件包括大至地板,小至螺钉等数千个不同的部件。实际的汽车生产过程是由若干不同的专业生产厂(车间)合作完成的。为了经济地、高效率地制造汽车,这些专业生产厂(车间)按产品的协作原则组织生产、分工合作。一般来说,发动机、变速器、车轴、车身等主要总成由本企业自己制造,而轮胎、玻璃、电器、车身内部件与其他小型零部件等,多靠协作,由外面专业厂生产。图1-1所示的是汽车的生产过程框图。

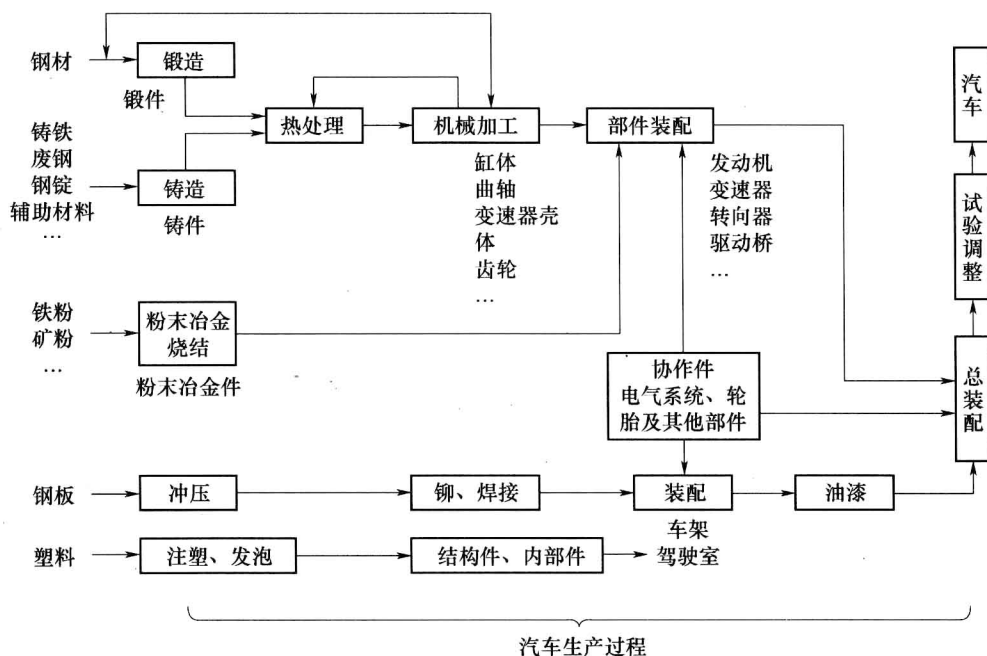


图 1-1 汽车生产过程框图

汽车的基本生产过程包括下料、铸造、锻造、机械加工、热处理、冲压、冷挤压、粉末冶金、焊接、涂漆、电镀与装配等多种,而外协件的制造工艺,通常又包括许多极其特殊的制造技术。汽车制造工艺的编制常以装配工艺为核心,为了提高生产的效率,其趋向是尽量采用流水线生产方式。要点在于同时进行各种零部件的制造加工,以最终装出整车为目

标,彼此之间相互协调。

1.1.2 汽车生产的工艺过程

在生产过程中,凡是改变生产对象的形状、尺寸、位置和性质等,使其成为成品或半成品的过程称为工艺过程。其他过程则称为辅助过程。工艺过程又可分为:铸造、锻造、冲压、焊接、机械加工、热处理、装配等工艺过程。本书主要研究机械加工工艺过程的一些问题。

1. 工序

一名工人或一组工人,在一个工作地对同一工件或同时对几个工件连续完成的那一部分工艺过程,称为工序。工序是工艺过程的基本组成部分,是制订生产计划和进行成本核算的基本单元。

同一工序的操作者、工作地和劳动对象是固定不变的,如果有一个要素发生变化,就构成另一道新工序。例如,在同一台车床上,由一名工人完成某零件的粗车和精车加工,称为一道工序;如果这个零件在一台车床上完成粗车而在另一台车床上精车,就构成两道工序。

机械零件的机械加工工艺过程由若干工序组成,毛坯依次通过这些工序,就被加工成合乎图样规定要求的零件。

2. 安装

在同一工序中,工件在工作位置可能只装夹一次,也可能要装夹几次。安装是工件经一次装夹后所完成的那一部分工艺过程。从减小装夹误差及减少装夹工件所花费的时间考虑,应尽量减少安装数。

3. 工位

在同一工序中,有时为了减少由于多次装夹而带来的误差及时间损失,往往采用转位工作台或转位夹具。工位是在工件的一次安装中,工件相对于机床(或刀具)每占据一个确切位置中所完成的那一部分工艺过程。

4. 工步

一个工序(或一次安装或一个工位)中可能需要加工若干个表面,也可能只加工一个表面,但却要用若干把不同的刀具轮流加工;或只用一把刀具但却要在加工表面上切多次,而每次切削所选用的切削用量不全相同。工步是在加工表面、切削刀具和切削用量(仅指机床主轴转速和进给量)都不变的情况下所完成的那一部分工艺过程。上述三个要素中(指加工表面、切削刀具和切削用量)只要有一个要素改变了,就不能认为是同一个工步。为了提高生产效率,机械加工中有时用几把刀具同时加工几个表面,这也被看作是一个工步,称为复合工步。

5. 走刀

走刀是指刀具相对工件加工表面进行一次切削所完成的那部分工作。每个工步可包括一次走刀或几次走刀。

综上所述可知,工艺过程的组成是很复杂的。工艺过程由许多工序组成,一个工序可能有几个安装,一个安装可能有几个工位,一个工位可能有几个工步,如此等等。

1.2 生产纲领和生产类型

1.2.1 生产纲领

生产纲领是指企业在计划期间应当生产的产品产量和进度计划。计划期常为一年，所以生产纲领常称为年产量。

生产纲领是指企业在计划期内应当生产产品的品种、规格及产量和进度计划。计划期通常为1年，所以生产纲领也通常称为年生产纲领。

对于零件而言，产品的产量除了制造机器所需要的数量之外，还要包括一定的备品和废品，因此零件的生产纲领应按下式计算：

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

式中 N ——零件的年产量(件/年)；

Q ——产品的年产量(台/年)；

n ——每台产品中该零件的数量(件/台)；

$a\%$ ——该零件的备品率(备品百分率)；

$b\%$ ——该零件的废品率(废品百分率)。

1.2.2 生产类型

生产类型是指企业(或车间、工段、班组、工作地)生产专业化程度的分类。一般分为大量生产、成批生产和单件生产三种类型。生产类型的划分，主要取决于生产纲领，即年产量。不同生产类型的零件的加工工艺有很大的不同(表1-1)。因此，制订工艺规程时，首先应根据零件的生产纲领确定其相应的生产类型。生产类型确定以后，零件制造工艺过程的总体轮廓也就勾画出来了。

表1-1 各种生产类型的生产纲领及工艺特点

生产类型 纲领及特点		单件生产	成批生产			大量生产
			小批	中批	大批	
生产 类型	重型机械	<5	5~100	100~300	300~1000	>1000
	中型机械	<20	20~200	200~500	500~5000	>5000
	轻型机械	<100	100~500	500~5000	5000~50000	>50000
工艺 特点	毛坯的制造方法及加工余量	自由锻造，木模手工造型；毛坯精度低，余量大	部分采用模锻，金属模造型；毛坯精度及余量中等	广泛采用模锻、机器制造型等高效方法；毛坯精度高，余量小		
	机床设备及机床布置	通用机床按机群式排列；部分采用数控机床及柔性制造单元	通用机床和部分专用机床及高效自动机床；机床按零件类别分工段排列	高效专用夹具；定程及自动测量控制尺寸		
	夹具及尺寸保证	通用夹具，标准附件或组合夹具；划线试切保证尺寸	通用夹具，专用或组成夹具；定程法保证尺寸	高效专用夹具；定程及自动测量控制尺寸		