

中国汽车工业总公司  
汽车制造工艺学编写组 编

主 编 侯 家 驹  
副主编 韩 德 恩

# 汽车制造工艺学

(机械加工工艺)

机械工业出版社

# 汽车制造工艺学

(机械加工工艺)

中国汽车工业总公司汽车制造工艺学编写组 编

主 编 侯家驹

副主编 韩德恩



机械工业出版社

## 内 容 简 介

全书分两大部分。第一部分为汽车零件机械加工的基本理论；第二部分介绍了发动机缸体、缸盖、曲轴、转向节等8种典型汽车零件的机械加工工艺流程，包括加工中易出现的质量问题及其原因分析，是我国多年汽车生产经验的总结。本书还叙述了最近从国外引进的先进工艺、新设备、新技术，介绍了国内、外的最新研究成果，体现了我国的汽车制造水平。本书的特点是针对性强、理论联系实际；内容实用、先进，图文并茂。

本书除可作为高等院校有关汽车、拖拉机、内燃机各专业的教材外，也可作为汽车、拖拉机、内燃机制造、维修等工程技术人员的参考用书。

## 汽 车 制 造 工 艺 学

(机械加工工艺)

中国汽车工业总公司汽车制造工艺学编写组 编

主 编 侯家驹

副主编 韩德恩

责任编辑：钱既佳

封面设计：郭景云

机械工业出版社出版（北京阜成门外百万庄南街一号）

（北京市书刊出版业营业许可证出字第117号）

北京大兴兴达印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行·新华书店经售

开本 787×1092 1/16·印张 30 1/2·字数 750千字

1991年8月北京第一版 1991年8月北京第一次印刷

印数 0 001—9,900 ·定价：12.80元

ISBN 7-111-02928-3/U·88

## 前 言

我国汽车工业经过近40年的发展，已逐步成长为国民经济的支柱产业，形成了由几个大型企业集团和众多配套厂组成的完整的汽车制造体系。在许多大学和高等专科学校设置了汽车专业以及与汽车制造有关的专业。这些都为我国汽车工业的发展创造了良好的条件。

为了适应我国汽车工业的发展和高等学校有关汽车各专业的教学需要，在中国汽车工业总公司教育培训部的支持下，由国内部分汽车制造厂的有关人员组成编写组，编写了这本《汽车制造工艺学》（机械加工工艺）。本书的内容特点是密切联系我国汽车制造机械加工的实际情况，以成批、大量生产的工艺为主，将多年的生产经验写进了教材，如每种典型零件里都写了生产中易出现的质量问题及解决措施。将国内主要厂家近年来从国外引进的先进工艺、新设备、新技术第一次写进书中。如蜗杆砂轮磨齿、齿面强力喷丸、曲轴轴颈的铣削和车拉等，基本上反映了我国当代汽车制造的水平。并介绍了国内、外汽车制造中的新技术。最新研究成果在书内也有所体现，如用动态规划法和网络图法确定最佳工艺方案、用尺寸式法解尺寸链等等。

参加本书编写的有第一汽车制造厂、第二汽车制造厂、重型汽车工业企业联营公司、北京内燃机总厂和南京汽车制造厂的有关同志。在编写过程中，赵长斌、何占国、陈明、杜辛耀、李兴跃、李雅芹、李振林、夏忠发、郭世仁等同志提供了宝贵资料，刘松泉、宋允祁同志在整理图纸和资料方面做了大量工作，宋占彪、周家明、赵中兴同志为本书抄清，杨焕平等同志为复印资料也做了很多工作，谨此一并表示感谢。

由于编者水平所限，本书不足之处，恳请广大读者批评指正。

中国汽车工业总公司汽车制造工艺学编写组

1991年1月

## 编 著 者 名 单

- 主 编 侯家驹 (第一汽车制造厂) 研究员级高级工程师  
副 主 编 韩德恩 (长春汽车工业高等专科学校) 副教授  
编 著 者
- 绪 论 侯家驹
- 第 一 章 李 荫 (第二汽车制造厂) 副教授  
侯家驹
- 第 二 章 李 荫  
徐明信 (第一汽车制造厂) 副教授
- 第 三 章 祖英纯 (潍坊柴油机厂) 工程师
- 第 四 章 奉伯才 (南京汽车制造厂) 讲 师
- 第 五 章 祖英纯
- 第 六 章 徐明信
- 第 七 章 李振父 (北京内燃机总厂) 高级工程师
- 第 八 章 徐明信  
梁成富 (第一汽车制造厂) 副教授  
刘松泉 (第一汽车制造厂) 讲 师
- 第 九 章 隋金福 (第一汽车制造厂) 副教授
- 第 十 章 李振父
- 第 十 一 章 王会新 (第二汽车制造厂) 高级工程师
- 第 十 二 章 高解球 (第二汽车制造厂) 讲 师
- 第 十 三 章 刘松泉
- 第 十 四 章 梁成富

第十五章 李振父

第十六章 隋金福

第十七章 宋允祁（第一汽车制造厂）讲 师

# 目 录

绪 论	1
-----	---

## 第一篇 汽车零件机械加工工艺的基本理论

第一章 汽车零件机械加工工艺的基本概念	6
§ 1-1 概述	6
§ 1-2 汽车制造专业的工艺文件	13
第二章 汽车零件的机械加工精度	25
§ 2-1 基本概念	25
§ 2-2 获得加工精度的方法	28
§ 2-3 机械实体的原始误差及其对加工误差的影响	30
§ 2-4 切削过程的原始误差及其对加工误差的影响	40
§ 2-5 “方法”环节的原始误差及其对加工误差的影响	67
第三章 机械加工表面质量	79
§ 3-1 表面质量的概念	79
§ 3-2 表面质量的形成及影响因素	80
§ 3-3 表面质量对汽车零件使用性能的影响	85

## 第二篇 保证汽车零件加工质量和提高生产率的途径

第四章 保证汽车零件加工精度的途径	90
§ 4-1 常用的保证加工精度的方法	90
§ 4-2 加工误差统计分析	97
第五章 保证机械加工表面质量的途径	130
§ 5-1 常用的保证表面质量的途径	130
§ 5-2 光整加工	143
第六章 保证加工质量的新技术	149
§ 6-1 机械加工新工艺	149
§ 6-2 工艺装备方面的新技术	157
§ 6-3 机械加工设备新技术	163
第七章 提高汽车零件机械加工劳动生产率的途径	165
§ 7-1 概述	165
§ 7-2 时间定额	166
§ 7-3 提高机械加工劳动生产率的工艺措施	169



### 第三篇 汽车零件机械加工和装配工艺过程的制定

<b>第八章 汽车零件机械加工工艺过程的制定</b> .....	180
§ 8-1 概述 .....	180
§ 8-2 制定机械加工工艺过程要解决的主要问题 .....	182
§ 8-3 工序尺寸的确定 .....	214
§ 8-4 工艺过程的技术经济分析 .....	235
§ 8-5 机械加工生产线的设计 .....	239
§ 8-6 工艺过程拟定实例——气门加工工艺过程 .....	244
<b>第九章 汽车装配工艺过程的制定</b> .....	250
§ 9-1 概述 .....	250
§ 9-2 保证装配精度的装配方法 .....	253
§ 9-3 装配尺寸链 .....	257
§ 9-4 装配工艺过程的制定 .....	266
§ 9-5 制定装配工艺过程的实例 .....	272

### 第四篇 汽车典型零件的机械加工

<b>第十章 发动机缸体加工</b> .....	284
§ 10-1 概述.....	284
§ 10-2 缸体加工工艺过程概述.....	289
§ 10-3 缸体加工工艺分析.....	290
§ 10-4 缸体的检验.....	301
§ 10-5 缸体加工中易出现的质量问题及解决措施.....	303
<b>第十一章 发动机缸盖加工</b> .....	307
§ 11-1 概述.....	307
§ 11-2 缸盖加工工艺过程概述.....	312
§ 11-3 缸盖加工工艺分析.....	314
§ 11-4 缸盖的检验.....	318
§ 11-5 缸盖加工中易出现的质量问题及解决措施.....	319
<b>第十二章 曲轴加工</b> .....	321
§ 12-1 概述.....	321
§ 12-2 曲轴加工工艺过程概述.....	326
§ 12-3 曲轴机械加工工艺分析.....	328
§ 12-4 曲轴的检验.....	340
§ 12-5 曲轴加工中易出现的质量问题及其解决措施.....	342
<b>第十三章 凸轮轴加工</b> .....	345
§ 13-1 概述.....	345
§ 13-2 凸轮轴加工工艺过程概述.....	348
§ 13-3 凸轮轴加工工艺分析.....	354



§ 13-4	凸轮轴的检验	362
§ 13-5	凸轮轴加工中易出现的质量问题及解决措施	365
<b>第十四章</b>	<b>活塞加工</b>	<b>366</b>
§ 14-1	概述	366
§ 14-2	活塞的机械加工工艺流程	370
§ 14-3	活塞加工工艺分析	372
§ 14-4	活塞的检验	385
§ 14-5	活塞加工中易出现的质量问题及解决措施	387
<b>第十五章</b>	<b>连杆加工</b>	<b>390</b>
§ 15-1	概述	390
§ 15-2	连杆加工工艺过程概述	392
§ 15-3	连杆加工工艺分析	394
§ 15-4	连杆的检验	404
§ 15-5	连杆加工中易出现的质量问题及解决措施	405
<b>第十六章</b>	<b>转向节加工</b>	<b>407</b>
§ 16-1	概述	407
§ 16-2	转向节加工工艺过程概述	409
§ 16-3	转向节加工工艺分析	410
§ 16-4	转向节的精度检验	413
§ 16-5	转向节加工中易出现的质量问题及解决措施	413
<b>第十七章</b>	<b>齿轮加工</b>	<b>415</b>
§ 17-1	概述	415
§ 17-2	齿轮加工工艺过程概述	420
§ 17-3	齿轮加工工艺分析	432
§ 17-4	齿轮的检验	474
§ 17-5	齿轮加工中易出现的质量问题及解决措施	477
<b>参考文献</b>		<b>480</b>

# 绪 论

## 一、汽车制造业在国民经济中的作用

在工业发达国家中，汽车制造业都占有举足轻重的地位，并且是国民经济的支柱产业。德国、日本等国的经济发展都是伴随着汽车工业的高速发展而发展的。以日本为例，自1955年至1970年的15年时间里，国民经济生产总值增长了6倍。而在此期间内，汽车工业产值增长了57倍。目前汽车工业产值已占整个制造业的10.8%。原联邦德国汽车工业产值在1970年以后每年均占国民生产总值的7%以上。近几年来，日本、西欧的汽车工业继续发展，其产值在国民生产总值中的比重日益增加。更重要的是汽车工业是附加价值很高的加工工业。1980年日本各部门所创造的附加价值平均为每千人42.69亿日元。而汽车工业为每千人109.7亿日元，是各部门平均值的2.57倍。同时，由于汽车是一种综合性的精密机械产品，所以，汽车工业一方面需要有十分广泛的配套产业，另一方面又是机床、铸造机械、锻压机械、焊接机械、电气、仪表以及原材料的主要用户。因而，汽车工业是带动相关工业发展的动力。此外，汽车是各工业国的主要出口产品，汽车工业还是影响国家财政收入和税源的重要产业部门，所以，各国都把汽车工业作为国民经济的支柱产业。

我国汽车工业自50年代初开始起步，经过近40年的发展，从无到有，已形成了完整的工业体系。到1988年已有包括一汽、二汽等大型企业在内的汽车厂家37个，另外还有专用汽车、车用发动机、摩托车、汽车配件等生产企业共约3000家，职工总数约170万人。全国汽车制造及直接相关行业的就业人员已达1291万人，约占全国工矿企业就业人数的9%。工业总产值已达462亿元（1988年当年价），占当年全国工业总产值的2.53%，占全国机械工业总产值的11.7%。年利税总额占机械工业利税总额的28.4%。汽车产量从1955年的年产61辆，目前已发展到约65万辆，年产摩托车117万辆。1988年国家确定了一汽、二汽、上海3个轿车生产基地和北京、天津、广州3个轿车生产点。目前我国汽车工业已开始从单纯大量生产载货车向大量生产轿车和载货车过渡。已初步形成了生产重型、中型、轻型载货车和高级、中高级、普及型轿车的品种较为齐全的汽车工业体系。

汽车是具有直达性、灵活性特点的客、货运输工具，在社会上有着广泛的用途，因而社会需求量越来越多。例如美国的汽车保有量为1.81亿辆，平均1.4人拥有1辆汽车（1988年）。而日本在1988年的汽车保有量为0.52亿辆。我国1988年民用汽车保有量为477.6万辆。由于对汽车的需求量大，所以汽车生产大多是采用大量生产方式来组织生产。根据汽车产品的不同类型，汽车制造企业的年产量一般为几万辆、几十万辆，甚至上百万辆。特别是轿车生产大都以15~30万辆以上的年产量作为经济批量。例如，1984年联邦德国本茨公司轿车产量为47万辆，日本三菱公司为55万辆，丰田公司为241万辆，美国通用公司为434万辆。

## 二、汽车生产与制造工艺的特点

汽车所具有的特点，诸如零件精度高、结构较为复杂、产量大、零部件的互换性要求高、安全性和可靠性要求高等，使得汽车工业与其他机械制造业相比更具有其特点。

汽车工业的特点主要表现为它是范围广泛的综合性工业。往往是一个汽车制造企业为

心, 形成包括外协件、外购工具在内的非常广泛的综合工业。由于汽车的制造工艺复杂, 往往以大量流水生产为主, 形成生产场地较为分散, 而且要求均衡生产, 技术密集型和劳动密集型同时并存的生产模式。另外, 汽车是使用年限较长的产品, 所以汽车工业要有强大的备件供应系统, 以保证产品能在使用寿命期间内为用户更好地服务。所以, 汽车工业的制造工艺、生产管理、质量管理、设备和工艺装备的维修与管理、销售与售后服务等都有不同于一般机械制造业的特殊性。它形成了适应于高质量、大量、同步、均衡生产的严密的体系。

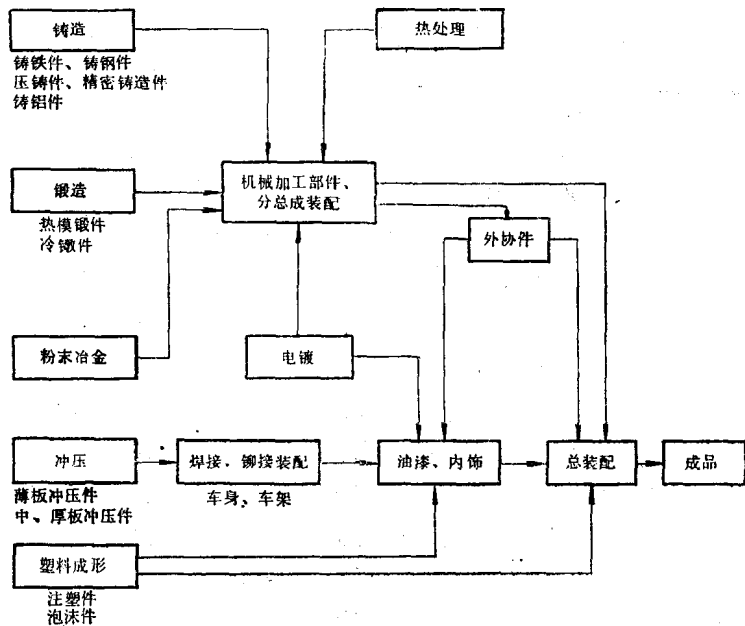
在汽车制造业中, 生产工艺流程的主要形式是多级汇流式。生产形态是连续生产。生产类型是大量流水生产和成批流水生产并存, 以大量流水方式为主。图A所示为汽车生产的工艺流程概要。

汽车生产厂家一般都按各自的内部和外部条件, 把零、部件分为自制件和外协件两部分。把较大的总成, 加工精度要求高、对整车性能影响较大的、可能经常随市场需求而改型的以及具有本企业特长或具有技术诀窍 (Know-How) 的零、部件和主要保安件作为自制件。如发动机、变速箱、前桥、后桥、车身等。对于像玻璃、轮胎、电气总成、内饰件等作为外协件。

自制件的工艺大部分是以装配为中心, 设置生产效

率高的流水作业生产线和自动线。机械加工流水生产线多数由专用机床和传送装置组成, 都具备性能好、加工精度稳定、自动化程度高、生产效率高、易于操作和维修、安全性好的特点。特别是近几年来, 数控机床和带自动测量自动补偿的计算机控制的机床已大量用于生产线中, 更加提高了机械加工生产线的水平。由于社会需求的多样化导致了汽车产品的多样化。汽车制造工艺为了适应产品的多样化, 也已向多品种、大量流水生产发展。柔性制造系统 (FMS) 正是适应这一要求发展起来的。它是适应多品种生产、满足市场需求的有效手段, 国外在应用中取得了理想的效果。

我国汽车工业的机械加工工艺由于近几年引进了国外先进技术和设备, 有的生产线已达到国外同期的工艺水平。目前国内主要汽车制造厂的机械加工都是组织专业化生产线, 广泛采用半自动、自动专用高效机床和组合机床。许多新工艺早已用于生产, 如大平面拉削、连续式拉削、宽砂轮磨削、高速磨削、冷轧花键、精冷挤齿轮等。近几年采用的许多具有国际先进水平的新工艺、新技术, 使我国汽车制造水平有了很大提高。如为提高凸轮轴凸轮曲线的精度采用的双靠模变速磨削工艺; 活塞裙部椭圆稳定可靠的套车工艺, 可使椭圆长短轴误差不超过 $0.03\sim 0.04\text{mm}$ ; 曲轴加工采用了带自动测量和补偿的磨削工艺。此外, 自动化水平



图A 汽车生产的工艺流程概要

也在逐步提高，气缸体生产线的自动化率已达45%左右。气缸盖生产线的自动化率已达60~70%。

由于采用了新工艺、新设备，使我国汽车生产的机械加工切削效率已逐步接近国外的先进水平。我国当前机械加工切削用量主要项目的水平与国外先进水平的比较列于表A。

表A 机械加工切削用量水平比较（主要项目）

项 目	国内先进水平	国外先进水平
车削速度(m/min)	110	150~200
端铣刀进给量(mm/min)	1000~1100	1000~2000
外圆磨削速度(m/s)	50~60	60~100
滚齿进给量(mm/r)	1~3	4~6
滚齿切削速度(m/min)	80~100	80~120

从表A的主要项目比较可以看出，尽管我国汽车制造工艺有了很大发展，但与国外先进水平比较，工艺水平仍有差距。这与我国整个机械制造行业的技术水平有着密切的关系。此外，影响汽车制造工艺水平的因素还有政策指导因素、工业基础、资金、技术力量等多方面。当前，我国汽车工业工艺水平的现状和存在的问题，主要表现为装备落后、生产效率低、材料消耗大、经济效益差、自动化程度低、工艺管理落后、新产品生产准备周期长等方面。因此，在总结过去工艺工作经验和吸收国外先进技术的基础上，大力进行工艺研究，努力提高我国汽车制造工艺水平，已成为汽车制造工艺人员的重要任务。

### 三、汽车制造工艺的基本要求

汽车工业是技术密集型产业，在生产中应用了各种高技术。在从原材料进厂到产品出厂的整个生产过程中，都离不开工艺。所以，汽车生产的工艺工作十分复杂。工艺工作又是整个生产过程的正确反映，是企业中各部门和各项工作有机联系的纽带。工艺工作是包括生产准备、原材料供应、制造工艺、计划管理、生产计划调度、劳动组织安排、产品检验和测试等多方面组成的统一体，而其核心是制造工艺。所以，制造工艺是企业生产的基础，它直接影响着产品质量、生产效率、企业管理和经济效益。但同时也应看到制造工艺也往往受上述这些因素的制约。它们之间是相互依赖、相互保证的关系。

对任何制造业来说，制造工艺的基本要求主要是两个方面：一是质量要达到产品设计的要求；二是生产时消耗的物质和劳动量最少。在达到这两项要求的情况下，才能使产品质量可靠，企业经济效益高。对大量生产的汽车制造业来说，这两个基本要求尤为重要。在大量生产条件下使产品质量稳定，困难是非常大的。而汽车的出厂质量又是影响企业兴衰的重要因素，所以必须千方百计使其稳定。汽车的质量和性能首先决定于产品设计。有了好的产品设计，汽车质量和可靠性就取决于工艺工作的好坏。在制定了较好的工艺过程的情况下，人们在生产中实际执行的情况又成了决定质量的主要因素。这说明要满足上述两项基本要求，是一个综合性的问题。但就工艺工作来说，其核心是工艺水平问题。工艺水平的高低是指制定的工艺与产品设计、产量大小、经济效益相适应的程度。而制造工艺能否保证产品质量的稳定是衡量工艺水平的一个重要方面。以工艺（包括装备）来保证产品质量稳定是生产优质产品的基础。当然在生产中人的因素是不可忽视的。为了使操作者在紧张的生产劳动中

能经常保持旺盛的精力，在衡量工艺水平时还要考虑是否提供了较好的劳动条件，防止环境污染（包括粉尘、噪声等）和保证安全的措施。另外，衡量工艺水平时，还要注意生产成本。工艺的合理性必须体现出合理的最低成本。在保证产品质量的前提下，实际成本越低，产品在市场上的竞争力就越强，从而企业的经济效益也就越好。

因此，机械加工的工艺水平常用质量、生产效率和经济效益三项指标来评价。而在实际生产中，这三项指标可用工序能力系数CP值(Capability index of process)、节拍时间和净产值劳动生产率来评价。

1. 工序能力系数CP值可以代表实际生产达到的质量稳定水平。在不存在系统误差的前提下，当 $CP=1$ 时，产品合格率为99.73%。国外先进水平的CP值已接近1.33，这意味着大量生产的合格率可达99.994%。近年来为了使新购入的设备能在使用相当时间后仍保持稳定的质量，对新设备验收提出了以机床能力系数CM值(Capability index of machine)作为验收指标的要求。当 $CM=1$ 时，相当于该工序的 $CP=1.33$ 。按 $CM=1$ 来验收设备的动态精度，除保证产品合格率可达99.994%以外，还可保证产品尺寸分布在公差带中间一半以内的占95.44%，仅有4.56%的零件尺寸分布在公差带中间一半以外。这对大量生产的汽车零件来说是重要的。

2. 节拍时间 $t_p$ 是衡量机械加工生产效率的重要指标。它是由实现工艺过程所必须进行的各种辅助动作所消耗的时间和直接改变生产对象的尺寸、形状、相对位置、表面状态或材料性质等工艺过程所消耗的时间两部分组成。前者称为辅助时间 $t_f$ ，它能代表一部分机械化自动化水平，但不是 $t_p$ 的决定因素。后者称为基本时间 $t_j$ 。即

$$t_p = t_j + t_f$$

基本时间 $t_j$ 受多种因素的影响，所以它是多种变量的函数，即

$$t_j = F(m, T, L, D, a_p, v, n, f, C, M, J, \dots)$$

也就是说基本时间受零件材质 $m$ 、工艺方法 $T$ 、走刀长度 $L$ 、加工直径 $D$ 、切削深度 $a_p$ 、切削速度 $v$ 、主轴转速 $n$ 、进给量 $f$ 、刀具质量 $C$ 、机床功能 $M$ 和夹具能力 $J$ 等因素的制约，而其中关键的因素是 $L$ 、 $n$ 、 $f$ 三个因素。

3. 经济效益指标一般用总产值劳动生产率来衡量。但是一个企业在生产活动中的产出价值并不能说明其水平。而把产品价值减去投入价值之后的净产值作为衡量工艺水平的指标，才能显示出不同厂家、不同工艺、不同管理方法形成的经济效果。所以用净产值 $Z$ 与参加劳动和管理的全体人数 $R$ 之比值 $A$ ，即

$$A = Z/R$$

作为衡量经济效益的指标最能说明问题。对于一条生产线、一台机床或一个人的劳动生产率来说，只要有合理的劳动工时定额和价格指标，都可以用净产值劳动生产率来评价它的经济效益。

#### 四、汽车制造工艺人员的根本任务

我们已明确了汽车制造工艺的基本要求和衡量其水平的三项指标。在实际工作中如何灵活运用工艺理论，正确处理各项要求之间的关系，既保证质量稳定，又要有高的劳动生产率和低的成本，这正是研究工艺过程的出发点，也是工艺工作人员的根本任务。

学习和研究汽车制造工艺学的目的就是为完成上述根本任务打下理论基础。对于工艺人员来说，重点要研究保证加工精度和表面质量的方法。同时也要研究如何制定工艺过程，其

中包括加工方法的选择，加工余量和工序尺寸的确定，基准选择，工序安排以及设备和工装的选择等。还要经常研究国内、外汽车制造厂家解决生产中各种问题的途径。

工艺理论和工艺方法的运用灵活性是很大的。因此，在掌握基础理论和方法之后，对实际应用中的具体情况需具体分析，才能在生产中正确运用理论和方法，并使工艺水平不断提高。

研究汽车制造工艺学是汽车制造业工艺工作的核心，但它不是工艺工作的全部。因此，工艺人员不但要熟练地制定工艺，还要有相应的管理知识和能力。要有相关专业的技术知识，既要有一定的铸造、锻压、热处理等专业的知识，还要有工具、夹具设计与制造，机床维修以及其他如计算机应用、数控技术等方面的知识，并能经常在生产中调查研究实际问题，经常了解国内、外技术动态。这样才能成为具有较强能力的工艺人员。

# 第一篇 汽车零件机械加工工艺 的基本理论

## 第一章 汽车零件机械加工工艺的基本概念

### §1-1 概 述

#### 一、汽车的生产过程

狭意的汽车生产过程是指由原材料转变为汽车产品的全部过程。但由于汽车的结构较为复杂，零部件数量多，且多数为大量生产，是涉及到许多产业部门和多种技术的综合生产，又由于对汽车的要求不同于其它机械产品，如可靠性、安全性、舒适性、经济性以及环境保护等多种项目都有特殊要求，因此，可以把从产品设计开始到成品出厂的全过程称为广义的汽车生产过程。

#### (一) 汽车生产过程的组成

广义的汽车生产过程包括生产准备过程、基本生产过程、辅助生产过程和生产服务过程等四个部分。

1. 生产准备过程 指汽车产品投入生产前所进行的各种技术和装备的准备工作过程。如产品开发和调研，产品设计和试制，试验和鉴定，工艺设计、工厂设计和土建施工，机床设备和工艺装备的设计、制造、安装，调试生产和人员培训等。它是基本生产过程的前提。大型的汽车制造企业设有产品开发研究部门、工艺研究和材料研究部门，专门从事生产准备工作的技术部门。通过这些部门的工作，使企业产品生产前的准备工作做得更加完善，并促进新技术、新材料、新工艺的开发与应用。

2. 基本生产过程 狭义的汽车生产过程即为基本生产过程，它是专指汽车零件和总成从原材料经过各种工艺过程转变为汽车的过程。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、钎焊、电镀、油漆、装配等工艺过程。其工艺流程概要如绪论中图A所示。基本生产过程是汽车生产过程的核心，其它过程都围绕它来进行，并为它创造良好条件。视企业规模大小，基本生产过程通常由若干个专业厂或车间分工完成。如大型汽车制造企业中都按产品专业化的原则设有：发动机厂、变速箱厂、车桥厂、总装厂等。而铸造厂、锻造厂、热处理厂等则是按工艺专业化设置工厂。

3. 辅助生产过程 是保证基本生产过程能正常进行所必需的辅助产品的生产和维修过程。如动能（电、蒸汽、压缩空气、煤气等）的生产，非标准设备（组合机床、机械化装置、工位器具等）和夹具、模具、刀具、辅具、量具的制造等。

4. 生产服务过程 指为基本生产过程和辅助生产过程所进行的各种生产服务活动。如



原料、工具和协作件、配套件的订货、采购、供应、运输、保管、试验与化验，以及包装、销售、发运、售后服务等。

汽车生产过程的发展趋势是生产专业化与协作化的水平越来越高，使各工厂的生产过程越来越专业化，从而向系列化，多品种的专门化部件公司发展。如化油器公司、水箱公司、车轮公司等。这为提高部件和整车性能、质量、扩大批量、提高工艺水平、降低成本、提高综合效益创造了条件。

## (二) 汽车基本生产过程的特点

1) 是“加工—装配”性质的。即先制造零件，后装配成部件（总成），再集合一起总装配成汽车产品。具有“积零为整”的特点，这为扩大生产规模，发展专业化与协作化生产提供了方便。这不同于诸如化工、制糖、造纸等行业的“流程”性质的生产过程。

2) 制造工艺多样、复杂。汽车制造工艺涉及许多专业领域，并综合体现了机械制造行业的工艺水平。

3) 机床设备和工艺装备品种繁多，型号、规格、性能、精度各异。合理选用标准或非标准设备和工装是工艺设计的关键问题之一。

4) 除生产基本车型外，为适应用户要求往往要进行多品种生产，而且要不断发展新型汽车产品。产品的通用化、系列化、标准化程度要求高。就制造工艺而言，一方面要促进“三化”水平的提高；另一方面要预见工艺系统对未来新产品生产的适应性。因此，万能高效设备、计算机控制的数控机床、柔性制造系统、集成制造系统、工业机器人等越来越受到汽车制造业的广泛注意。

5) 由于汽车生产中各种技术密集，产品精度高，因而设备和工艺装备的投资大，并且由于生产准备周期长，故生产准备过程中，易受市场变化的影响。

6) 为了使汽车生产过程处于最佳状态，还涉及到生产组织、计划调度和外协件的管理等多方面来协调相互联系、相互影响的各个环节。这就构成了一个复杂的生产系统。当前兴起的“生产系统工程”学科，它借助于计算机来分析和控制生产过程处于最佳运行状态，对汽车生产将会带来很大的裨益。

## 二、汽车零件机械加工工艺流程及其组成

### (一) 工艺过程

工艺过程是指直接改变生产对象的形状、尺寸、相对位置和性质等，使其成为成品或半成品的过程。而在机床上用切削刀具或其它工具加工毛坯或半成品，使其尺寸及形状发生变化的过程称为机械制造工艺过程。通常还把与机械加工有直接关联的辅助工作也包含在机械加工工艺过程中。

机械加工工艺过程中包括以下内容：

1. 切屑型加工 加工中以产生切屑来切除金属层而获得工件或半成品所要求的形状、尺寸和表面质量。它的基本方法是刨（插）削、钻（铰、扩、铰）削、车（镗）削、铣削、拉（推）削、磨（研、珩、超精加工）削、刮削、电火花加工、电化学加工等。后3种多用于设备、工装的加工。

2. 无屑型加工 有冷压加工（如滚压螺纹、活塞销孔的冷压加工等）、化学加工（如铭牌加工）等。

3. 辅助型工作 包括检验、去毛刺、清洗和涂防锈剂、热处理、平衡、称重等。

## (二) 工艺过程的组成

机械加工工艺过程总是由若干个按顺序排列的工序组成。而工序又可分为安装、工位、工步、走刀。

1. 工序 是指一个工人或一组工人在一个工作地对一个或同时对几个工件所连续完成的那一部分工艺过程。划分工序的标志是：机床或工作地是否变动和工作是否连续。工序是工艺过程的基本组成部分。在汽车生产中工件按工序由一个工作地送到另一个工作地，顺序地进行加工。因此，工序不仅反映加工的阶段性；同时，是计算设备负荷，确定工具消耗定额和劳动定额的依据；还是生产计划和经济核算的基本单元。所以，工序是工艺过程的基本组成部分。

2. 安装与工位 在一道工序中，有时工件需要在该设备或工作地上进行几次装夹（定位与夹紧）或变动几个位置，才能连续完成该工序的全部工作内容（如几个表面的先后加工或粗、精加工）。所以，某些工序可能有几次安装或几个工位。

安装：工件加工前在机床上（或夹具中）进行定位和夹紧的过程称为安装。通常把工件经一次装夹后完成一定的工序内容称为一次安装。如连续车削阶梯轴的全部外圆柱面和端面，在普通车床上加工时，先夹一端，对各表面进行车削，就是该工序的一次安装。再调头装夹，对原先被夹紧的一端进行车削，就是该工序的第二次安装。如果成批加工一端后，再成批加工另一端，就是两道工序，因为这时对同一零件的加工不是连续进行的。

工位：是指为了完成一定的工序部分，在一次装夹工件后，工件与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。机械加工中的主要工位都有相应的刀具和加工表面。如图 1-1 所示是借助回转夹具，进行钻、扩、铰孔工序的四工位加工简图。工位 I 为装卸工件；工位 II 为钻孔；工位 III 为扩孔；工位 IV 为铰孔。

采用多工位加工的机床或夹具，可以使工序集中而减少安装次数，从而减少安装误差和装卸工件的辅助时间。多工位组合机床或夹具就是基于这种考虑而获得广泛应用的。

3. 工步 是指加工表面（或装配时的连接表面）和加工（或装配）工具不变的情况下，所连续完成的那一部分工序。机械加工中一个工序的一个工位上所完成的工序内容，有时不是单一的，对其中加工表面、刀具、切削速度和进给量都不变的那一部分工序内容，称为一工步。若其中之一发生变化，就应视为另一工步。例如，车削阶梯轴时，在一次安装中，用同一车刀车削两个不同直径的圆柱表面，因为加工表面变了，就是两个工步。

若连续进行若干个相同的工步，习惯上看做一个工步，可使工艺文件简化。如用同一钻头依次连续在零件上钻若干个相同直径的孔，仍视为一个工步。

若采用复合刀具（如阶梯钻头等）或多刀同时切削几个表面，称为复合工步。这是将多刀组合看做一种复杂刀具，将同时加工的几个表面看做一个复杂表面，且这时的转速和进给量又是相同的。图 1-2 就是用两把铣刀（刀齿方向不同）同时铣削两个平面的复合工步。显

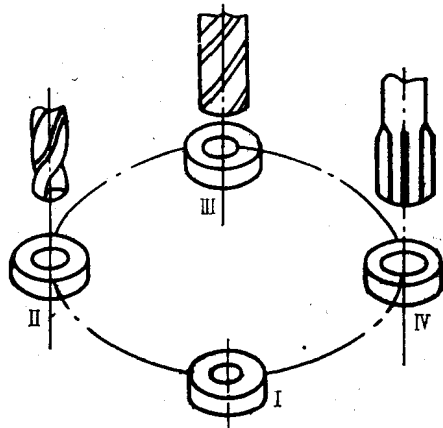


图 1-1 四工位加工简图