

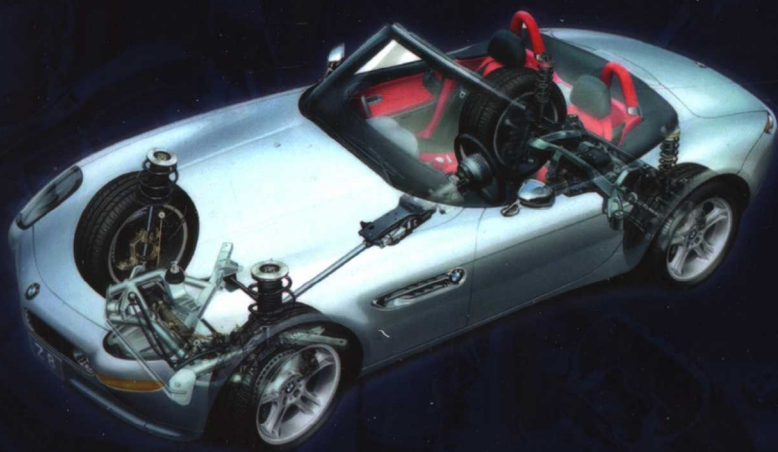


普通高等教育机电类规划教材

汽车 制造工艺学

第3版

□ 吉林大学 王宝玺 贾庆祥 主编



43
3

机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS



普通高等教育机电类规划教材

汽车制造工艺学

第 3 版

主 编	王宝玺	贾庆祥
参 编	邹 青	姚丰庭
主 审	于骏一	

机械工业出版社

本书是根据车辆（汽车）工程专业的培养目标而编写的高等学校教材，内容注重车辆（汽车）结构设计中工艺能力的培养。全书共分八章：汽车制造工艺过程的基本概念、工件的装夹和机床夹具、汽车零件表面的加工方法、汽车零件的机械加工质量、尺寸链原理与应用、机械加工工艺规程的制定、汽车产品设计的工艺性和典型零件制造工艺。书中有关工件定位的基本规律、尺寸链原理与应用以及汽车产品设计的工艺性等内容，与同类书籍相比较为系统完整，具有独特风格。零件表面加工方法中适当介绍了当前汽车制造企业中应用的新技术和新工艺。每章后列有思考题和分析计算题。

本书除作为车辆（汽车）工程专业教材外，也可作为运载工具运用工程、热能与动力（内燃机）工程、农业机械化工程、机械设计制造及其自动化等专业的教材和教学参考书；也可供汽车、拖拉机、内燃机、工程机械、农业机械制造企业和科研院所从事机械设计与制造工艺工作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/王宝玺，贾庆祥主编. —3版. —北京：机械工业出版社，2007.3

普通高等教育机电类规划教材

ISBN 978-7-111-02660-0

I. 汽 II ①王 ②贾 III 汽车—车辆制造—工艺—高等学校—教材 IV U466

中国版本图书馆 CIP 数据核字（2007）第 030358 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：赵爱宁 责任编辑：冯 铨 版式设计：张世琴

责任校对：李秋荣 封面设计：王伟光 责任印制：杨 曦

北京机工印刷厂印刷（北京双新装订有限公司装订）

2007 年 7 月第 3 版第 1 次印刷

184mm×260mm·19 75 印张·487 千字

标准书号 ISBN 978-7-111-02660-0

定价：28.00 元

凡购本书，如有缺页、倒页、脱页，由本社发行部调换

销售服务热线电话：(010) 68326294

购书热线电话：(010) 88379639 88379641 88379643

编辑热线电话：(010) 88379711

封面无防伪标均为盗版

前 言

“汽车制造工艺学”是车辆（汽车）工程专业设置的一门主干技术基础课程。通过该课程的学习，使学生获得汽车制造工艺（零件机械加工和装配工艺）的基本知识、基本理论，为后续专业课程的学习和相关实践教学环节——课程设计和毕业设计打下基础，初步学会在车辆（汽车）等机械结构设计中如何充分考虑制造工艺要求，并学会运用制造工艺知识分析和评价车辆（汽车）零部件结构，也为学生毕业后从事车辆（汽车）设计和制造工艺工作奠定工艺基础。

本书系《汽车拖拉机制造工艺学 第2版》的修订本，现改书名为《汽车制造工艺学 第3版》。本书的编写，是在总结教学实践的基础上进行的，主要有以下特点：

1) 紧密结合车辆（汽车）制造中的生产实例，阐述汽车制造工艺的基本知识和基本理论。

2) 结合专业培养目标和“汽车制造工艺学”课程的教学任务，建立了相应的教材体系。本书内容与专业课紧密配合、承上启下，为深入学好专业课打下工艺基础；突出对学生在车辆（汽车）等结构设计中工艺能力的培养；加强了工件定位原理、尺寸链原理与应用以及汽车产品设计的工艺性等章节内容。

3) 结合汽车制造的特点，本书内容主要反映大批量生产的特点和制造工艺方法。在零件表面加工方法中，以工艺为基础，适当介绍了切削刀具和机床的相关内容，适量反映当前汽车制造中的新技术和新工艺。

4) 每章后面列有思考题和分析计算题，便于学生理解和掌握基本内容，培养学生的思维方法，提高综合运用所学知识去解决实际问题的能力。

本书由吉林大学王宝玺教授、贾庆祥副教授任主编。参加编写的有：王宝玺（第一章），邹青、王宝玺（第二章），王宝玺、贾庆祥（第三章、第五章、第七章、各章思考题及习题），贾庆祥（第四章、第八章），贾庆祥、姚丰庭（第六章）。

在编写过程中，张孟湘和李猛提供了《汽车拖拉机制造工艺学 第2版》教材资料，给予了帮助和支持，谨此表示衷心感谢。中国第一汽车集团轿车分公司吴乃云给予了帮助，谨此致谢。

本书由吉林大学于骏一教授任主审，对书稿内容提出了许多宝贵意见，特表示衷心感谢。

限于编者水平，书中难免有错误和不足之处，恳请读者批评指正。

编 者

目 录

前言

第一章 汽车制造工艺过程的基本

概念 1

第一节 汽车的生产过程和工艺过程 1

第二节 汽车零件尺寸及形状的获得方法和加工经济精度 5

第三节 汽车制造企业（公司）的生产类型及其工艺特征 8

思考题 10

第二章 工件的装夹和机床夹具 11

第一节 基准的概念 11

第二节 工件的装夹方法 13

第三节 专用机床夹具的组成及其分类 16

第四节 工件在机床夹具中的定位 19

第五节 定位误差的分析与计算 35

第六节 工件的夹紧和夹紧装置 43

第七节 典型的专用机床夹具 51

第八节 专用机床夹具设计的基本要求 和步骤 58

思考题及习题 61

第三章 汽车零件表面的加工方法 68

第一节 车削、钻削和铰削 69

第二节 铣削、拉削和镗削 78

第三节 磨削 86

第四节 精整、光整加工 94

第五节 数控加工技术 98

第六节 齿轮轮齿齿面的加工 102

思考题 141

第四章 汽车零件的机械加工质量 143

第一节 机械加工质量 143

第二节 影响机械加工精度的主要因素 144

第三节 表面质量的形成及影响因素 164

第四节 表面质量对机器零件使用性能 的影响 171

思考题 175

第五章 尺寸链原理与应用 177

第一节 尺寸链的基本概念 177

第二节 尺寸链计算的基本公式 180

第三节 装配尺寸链的建立 185

第四节 保证装配精度的方法和装配尺寸链 的解算 192

第五节 工艺尺寸链的计算 210

思考题及习题 217

第六章 机械加工工艺规程的制定 225

第一节 概述 225

第二节 工艺路线的制定 230

第三节 工序设计 238

第四节 工艺方案的经济评比 244

第五节 提高机械加工生产率的工 艺途径 246

第六节 成组技术 249

第七节 计算机辅助工艺过程设计 253

思考题 254

第七章 汽车产品设计的工艺性 256

第一节 概述 256

第二节 零件的机械加工工艺性 257

第三节 零件设计尺寸及其极限偏差和表面 粗糙度的合理标注 264

第四节 产品结构的装配工艺性 272

思考题及习题 276

第八章 典型零件制造工艺 278

第一节 齿轮制造工艺 278

第二节 连杆制造工艺 287

第三节 箱体零件制造工艺 297

思考题 306

附录 307

参考文献 309

磨、抛光、超精加工和齿轮轮齿加工中的滚齿、插齿、剃齿，以及锥齿轮轮齿加工中的铣齿、拉齿等。**无屑加工**是使用滚挤压工具对生产对象施加压力，使其产生塑性变形而成形和强化表面的加工方法，如汽车零件制造中采用的热轧齿轮轮齿、冷轧和冷挤齿轮轮齿，滚挤压轴零件外圆和内孔等。按规定的装配技术要求，将零件或总成（部件）进行配合和连接，使之成为半成品或成品的工艺过程，称为**装配工艺过程**。它是改变零件、装配单元（总成或部件）间的相对位置的过程，分为总成或部件的装配（分装或部装）和汽车产品的总装配。

本书主要介绍和研究与汽车零件机械加工工艺及部件（总成）装配工艺相关的工艺理论与知识，其他内容由相关课程教材予以介绍。

机械加工和装配工艺过程，都是由若干道按一定顺序排列的工序组成的。下面以机械加工工艺过程为例，说明工艺过程的组成。在机械加工过程中，毛坯顺序通过一系列工序的机械加工，逐渐变成所需要的汽车零件。工序是组成工艺过程的最基本单元。在一道工序中，它又分为安装、工位和工步等内容。

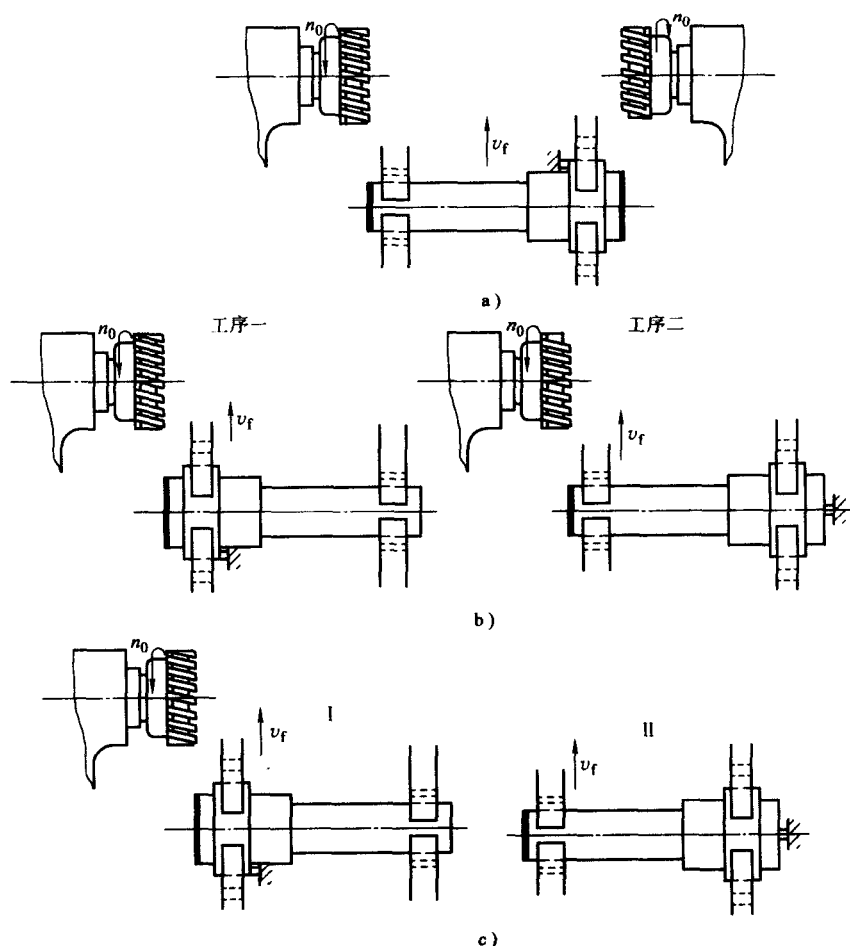


图 1-3 铣削变速器第一轴两端面简图

- a) 同时铣削大、小头两端面 b) 在两道工序中分别铣削大、小头两端面
c) 在一道工序中连续（顺序）铣削大、小头两端面

1. 工序

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所连接完成的那一部分工艺过程，称为工序。工序划分的最主要依据是，工作地是否改变，对一个工件不同表面的加工是否连续（顺序或平行）完成。例如，图 1-3 所示为铣削汽车变速器第一轴毛坯大、小头两端端面简图。图 a 所示是在专用铣削轴端面机床上，使用两把面铣刀同时铣削大、小头两端面的简图，是在一道工序中平行完成两端面加工的。图 b 所示为采用普通卧式铣床，依次在两台铣床上分别铣削大、小头端面，是在两道工序中完成铣削大、小头端面的。图 c 所示为在一台普通卧式铣床上，工件在机床夹具 I 上铣削大头端面，然后将工件调头装夹在同一机床夹具 II 上，再次进给铣削小头端面，是在同一台铣床上连续（顺序）完成铣削大、小头两端面的，属于一道工序。

2. 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 1-3 所示，图 a 和图 b 均为一道工序中只有一次安装；图 c 为一道工序中有两次安装。与图 a 加工方案比较，图 c 加工方案的缺点是，生产率低，而且在两次装夹中分别铣削出的大、小头端面间的平行度误差较大。因此，对于有位置公差要求的表面，应在一次安装中加工出来。

3. 工位

为了完成一定的工序内容，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的位置变动后所占据的每一个位置上所完成的那一部分工艺过程，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 1-4 所示为在普通卧式铣床的回转工作台夹具上，在一次安装的两个工位中分别铣削出变速器第一轴大、小头两端面的简图。与图 1-3c 所示加工方案比较，采用一道工序一次安装两个工位加工方案的优点是，节省了装卸工件的时间，提高了生产率，而且在采用毛坯表面装夹条件下，一次安装中的不同工位加工的大、小头两端面间的位置误差较小。

4. 工步

在加工表面、切削刀具和切削用量中的主轴转速及进给量不变的情况下，所连续完成的那一部分工艺过程，称为工步。图 1-5a 所示为使用一把车刀，采用同一切削用量顺序车削变速器第一轴外圆表面 1、2、3、4、及 5（用粗实线表示的表面），是在五个工步中完成车削加工的。在产量很大的情况下，为了提高生产率，如图 1-5b 所示在液压仿形车床的上刀架上使用一把车刀按着样板的形状连续地对五个外圆表面进行顺序车削，另在下刀架上使用两把切槽刀同时完成车削端面及槽，即使用几把刀具同时加工几个表面，称为（一个）复合工步。

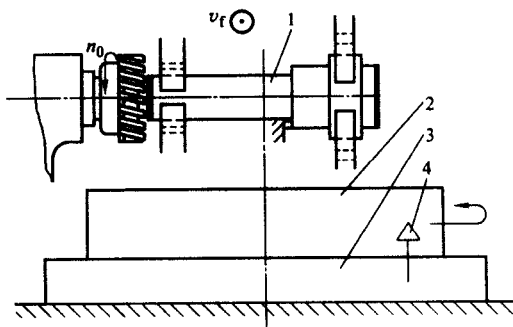


图 1-4 工件在回转工作台上的示意图

1—工件 2—机床夹具回转工作台

3—机床夹具固定底座 4—分度机构

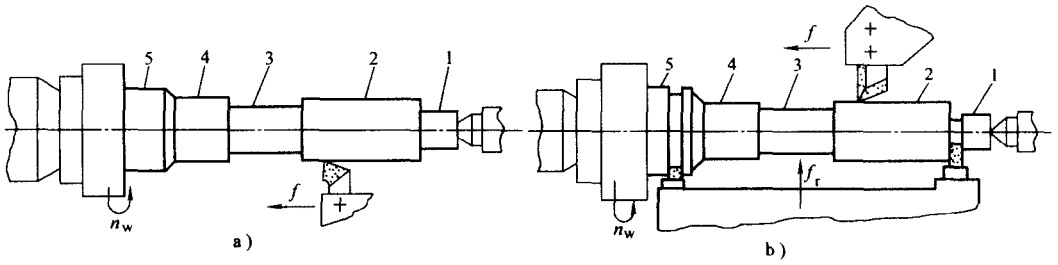


图 1-5 车削变速器第一轴阶梯外圆

a) 在五个工步分别车削五个外圆表面 b) 在一个复合工步车削多个外圆及端面

第二节 汽车零件尺寸及形状的获得方法和加工经济精度

汽车零件表面都有一定的尺寸、形状和位置公差要求。一般，这些加工要求都是通过切削加工获得的。在本节中，将着重介绍零件尺寸和形状的获得方法，以及简要介绍零件表面间位置公差的保证。

一、工件尺寸的获得方法

通过切削加工方法获得工件尺寸的方法有以下四种：

1. 试切法

为获得规定的工件尺寸，加工时必须保证刀具相对于工件间具有正确的相对位置。通过试切、测量、调整、再试切，经多次反复进行到被加工尺寸达到要求为止的方法，称为试切

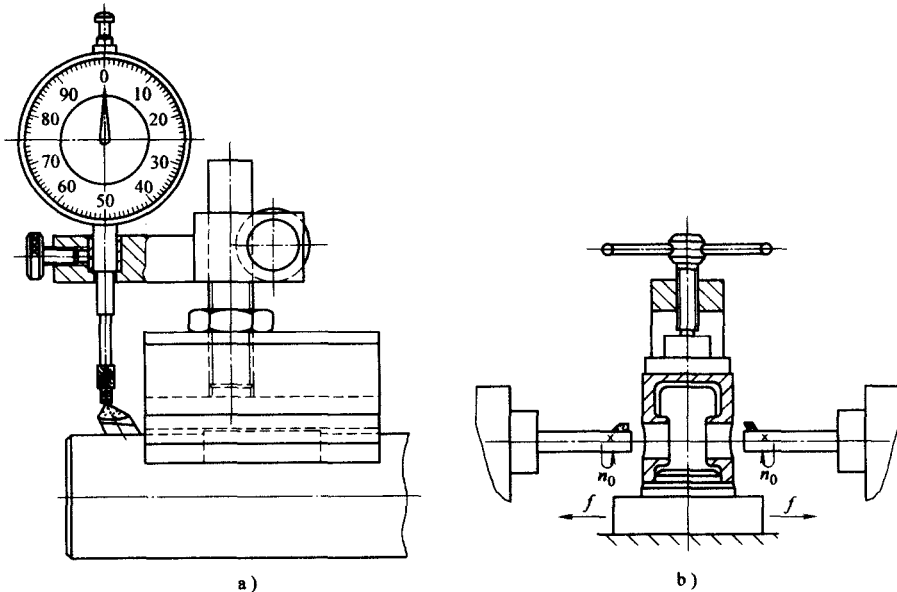


图 1-6 静调整法获得镗孔尺寸

a) 镗刀调整器 b) 精镗活塞销孔

法。由于需要多次试切、测量和调整,所以生产率很低。获得加工尺寸的稳定性和加工误差大小,主要取决于工人的技术水平。这种尺寸获得方法适合于单件和几件工件的加工。

2. 静调整法

在加工一批工件之前,采用对刀装置或试切的方法,先调整好刀具相对于工件或机床夹具间的正确位置,并在加工中保持其位置不变,以保证被加工尺寸的方法,称为**静调整法**。图 1-6 所示为用镗刀镗削活塞销孔简图。加工前,先用图 a 所示的镗刀调整器,将镗刀头调整到一定的伸出长度,然后加工一批活塞销孔。这种方法的优点是,生产率高,并且加工尺寸的稳定性也较高。适合于产量较大的场合,广泛用于半自动机床和自动线上的加工。

3. 定尺寸刀具法

利用刀具相应尺寸来获得被加工表面尺寸的方法,称为**定尺寸刀具法**。例如钻孔、铰孔、拉孔等均属于定尺寸刀具法获得工件尺寸的方法。这种尺寸的获得方法生产率高,被加工表面的尺寸精度主要取决于刀具的尺寸精度等因素。这种方法常应用于孔、沟槽等表面的加工,适用于各种产量的生产场合。

4. 主动及自动测量控制法

在加工的过程中,利用测量装置、进给机构及控制系统保证被加工表面尺寸的方法,称为**主动及自动测量控制法**。这种尺寸获得方法有两类。一类是使用机械式测量装置测量被加工表面尺寸,由工人操纵手动进给机构控制被加工表面尺寸。图 1-7 所示为在汽车轴类零件外圆磨削中常使用的挂表式主动测量控制装置。在磨削前,先将测量装置用百分表按标准样件尺寸校对成零点。在磨削外圆时,装置的三个触点与被磨削外圆表面相接触,其中一个活动触点量杆 5 端面与百分表触头接触。随着被磨削表面尺寸逐渐减小,百分表指针向一个方向不断摆动,当指针到达预调整的零点时,退出砂轮,磨削完毕。另一类是使用测量装置、进给机构和控制系统组成的自动测量控制循环系统,实现对被加工表面尺寸的自动控制。这种系统常应用在半自动及自动内、外圆磨床和数控机床上。采用这种尺寸获得方法,生产率高,被加工尺寸误差小,且尺寸稳定性高。适用于产量大的汽车制造企业。

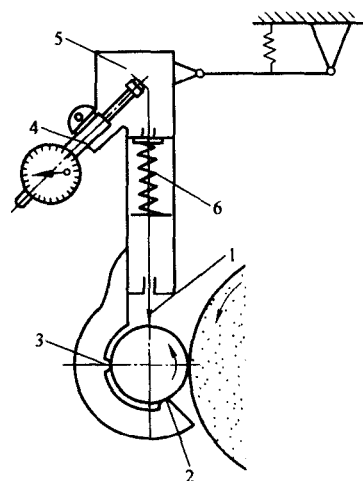


图 1-7 挂表式主动测量控制装置

1—活动触点 2、3—固定触点
4—百分表 5—量杆 6—弹簧

二、工件形状的获得方法

在汽车零件制造中,获得零件形状的方法有以下三种:

1. 轨迹法

轨迹法是依靠刀具运动轨迹来获得所需工件形状的方法。例如在车床和外圆磨床上加工外圆柱表面等,都属于轨迹法的典型实例。

汽车零件切削加工时,还有一类是刀具按着靠模或样板(样件)装置进给,实现对工件形状加工的轨迹法,称为**仿形法**。如在液压仿形车床上车削阶梯轴,在凸轮轴仿形车床和仿形磨床上加工凸轮轴凸轮等。图 1-8 所示为采用仿形法车削凸轮轴凸轮外形的机构图。车刀 2 装夹在横向进给溜板 7 的车刀刀夹 9 上,车刀 2 的运动轨迹是由靠模凸轮 3 和凸轮 4 实

现的。当凸轮 3 和凸轮（工件）1 同步回转时，由于凸轮 3 曲率半径的变化，使横向进给溜板带着车刀一起实现横向进给车削凸轮轴凸轮外形。因为被加工凸轮 1 外形曲率半径的变化，会改变车刀切削时的前、后角（称为工作角度）。为保证切削时工作角度不变，机构上设置了能调整车刀工作角度恒定的凸轮 4。凸轮 4 与凸轮 3 同步转动时，使摆杆 5 绕着支点轴摆动和带动横杆 6 横向移动，拉动刀夹 9 绕其轴心摆动，从而调整工作角度恒定。仿形法的特点是，生产率较高，工件形状精度主要取决于仿形机构的形状精度和机床主轴的回转精度等。这种形状的获得方法主要应用于产量较大、工件形状较为复杂的零件形状的切削加工。

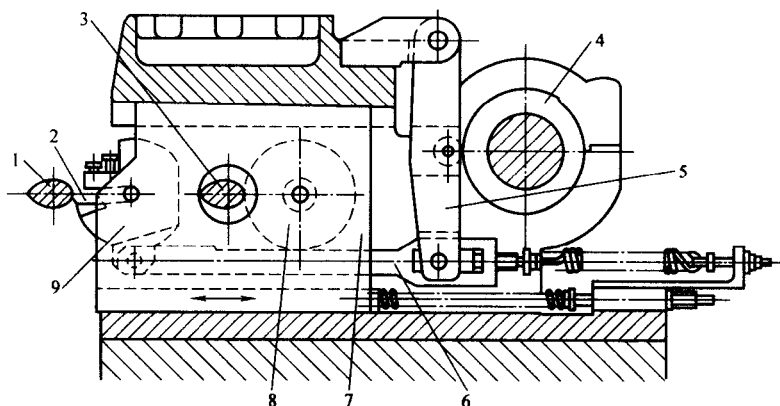


图 1-8 仿形法车削凸轮外形

1—凸轮（工件） 2—车刀 3—靠模凸轮 4—调整车刀工作角度恒定的凸轮
5—摆杆 6—横杆 7—溜板 8—滚轮 9—车刀刀夹

2. 成形刀具法

使用成形刀具获得工件形状的方法，称为**成形刀具法**。例如在车床上使用螺纹车刀切削外螺纹，车刀切削刃的形状与被切削螺纹截形相同。又如在拉床上使用成形拉刀拉削制动凸轮外形和使用花键拉刀拉削花键孔等。该方法的生产率很高，其切削加工的形状精度主要取决于刀具切削刃的形状精度。

3. 包络法

在刀具与工件相对运动过程中，由刀具切削刃连续运动的轨迹包络成工件形状的方法，称为**包络法**。包络法有两类。一类称为有瞬心包络法，亦称为**展成法**。这是一种在切削加工过程中，利用刀具与工件间以一定传动比的展成运动，由刀具切削刃包络出被加工表面形状的方法。这种方法常用于圆柱齿轮和锥齿轮轮齿的切削加工。在加工中，切齿刀具（如齿轮滚刀、插齿刀、剃齿刀、锥齿轮切齿刀具等）与被切削齿轮间，以一定传动比作展成运动，在展成运动过程中，由切齿刀具切削刃的一系列包络线形成齿轮齿廓（参见图 3-54、图 3-58）。因为切齿刀具与工件在展成运动时，其节圆处的相对速度等于零，即为瞬时转动中心，所以该方法称为**有瞬心包络法**。采用该方法成形的被加工表面的形状精度，主要取决于切削刀具切削刃形状精度和机床展成运动的传动精度。另一类包络法称为**无瞬心包络法**，在产量较大的汽车差速器直齿锥齿轮轮齿齿面的切齿加工中常采用。参见图 3-88 所示，在

使用圆盘铣刀切削直齿锥齿轮齿槽时，圆盘铣刀除旋转外，还沿被切削锥齿轮齿根母线作直线进给移动，圆盘铣刀刀齿在被切齿槽中形成刀痕线包络出被切削轮齿的齿廓和齿面。因为在切齿加工中没有瞬时转动中心，所以该包络法称为无瞬心包络法。

三、工件位置公差的保证

在汽车零件制造中，广泛使用专用的高生产率的机床和专用的机床夹具。被加工零件表面间位置公差的保证，与诸多因素有关。这些因素有：机床的制造精度、工件在专用机床夹具上的装夹精度、专用机床夹具本身的制造精度及其在机床上安装的准确性、切削刀具相对于专用机床夹具间对刀的准确性等。

四、加工经济精度和表面粗糙度

汽车零件上具有使用功能的表面，都规定有较严格的尺寸、形状、位置公差和一定的表面粗糙度要求。为保证这些加工要求，在零件加工过程中，必须选择一些经济的切削加工方法来保证。这些加工方法能否保证被加工表面的加工要求，是由该加工方法的加工经济精度和表面粗糙度来决定的。

所谓加工经济精度和表面粗糙度，是指某种加工方法在正常生产条件下（采用符合质量标准的设备、工艺装备和使用标准技术等级的工人，不延长加工时间）所能保证的公差等级和表面粗糙度（参见附表1～附表6）。在机械工业发展的一定阶段，加工经济精度和表面粗糙度对应一定的公差等级和表面粗糙度等级范围。随着机械制造技术水平的不断提高和发展，加工方法（或机床设备）的加工经济精度会逐渐提高。一般，被加工表面的尺寸公差值小，表面粗糙度值也一定较小。但是有些被加工表面要求的表面粗糙度值较小值，不一定尺寸公差值也必须小。例如要求抗腐蚀的零件表面、要求具有高疲劳强度的零件表面等，都规定较小的表面粗糙度值，但表面尺寸公差值却可以稍大些。

第三节 汽车制造企业（公司）的生产类型及其工艺特征

汽车产品繁多，社会对不同汽车产品的需求量有较大的差别。汽车制造企业（公司）因生产汽车产品的特征和年产量的不同，其生产类型就不同。一个汽车制造企业（公司）的生产类型是由其所生产的汽车产品的特征（重型、中型、轻型货车、轿车等）和生产纲领决定的。所谓汽车产品的生产纲领，是指企业在计划期（如一年）内应生产的汽车产品的产量和进度计划。汽车零件的生产类型与汽车产品的生产类型有关，但是有可能不同于汽车产品的生产类型。汽车零件的生产类型是由汽车零件的结构特征（汽车零件的外形尺寸、质量要求等）和生产纲领（年产量）决定的。汽车零件的年生产纲领 N 可按下式计算

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

式中 Q ——汽车产品的年生产纲领；

n ——一辆（台）汽车产品中相同零件数量；

$a\%$ ——备品率；

$b\%$ ——废品率。

汽车产品和汽车零件的生产类型划分为：单件生产、成批生产和大量生产三种。汽车零件因零件结构特征、质量及年产量不同，具有不同的生产类型。

在汽车制造企业中，经常根据工序专业化程度确定零件的生产类型。衡量工序专业化程

度可用每台设备或工作地完成的工序数目或节拍等方法确定。

汽车零件所在流水线的节拍是，一条生产线上工序之间被加工零件流动的时间间隔。节拍 T （单位为 min）可按下式计算

$$T = \frac{60F_n\eta}{N}$$

式中 F_n ——零件流水线年有效工作时间（h）；

η ——工时利用率；

N ——零件年生产纲领。

表 1-1 所示为由设备或工作地担负的工序数目和节拍确定生产类型的参考数据。

表 1-1 确定生产类型的参考数据

确定方法 生产类型	设备或工作地 担负的工序数目	生产节拍/min
大量生产	1 ~ 2	5 以下
大批生产	2 ~ 10	5 ~ 15
中批生产	10 ~ 20	15 ~ 60
小批生产	20 ~ 40	60 以上

汽车零件的生产类型不同，其工艺特征也就不同。

（1）大量生产 每年生产的汽车零件品种少而稳定，每个产品产量很大。一台机床设备上常年进行某一零件的某 1~2 个固定工序内容的加工，这样的生产类型称为**大量生产**。

大量生产的车间或工段，按部件或总成划分，如变速器车间、驱动桥车间、转向器车间等。一个车间生产一个部件的多个总成的零件，零件制造好后，送到部件装配线进行装配和调整试验，检验合格后送到总装线进行汽车总装配。

（2）单件生产 每年生产的汽车产品品种很多或不确定，每个产品品种的产量很少或只有几台辆份。每台机床设备上常年不重复或很少重复制造同一种零件或相同工序内容的加工，这样的生产类型称为**单件生产**。如汽车制造企业（公司）试制车间的生产和某些特种车辆的生产，即属于单件生产。

（3）成批生产 每年生产的汽车产品品种较多，每一种产品产量较大，汽车产品或汽车零件呈周期性地成批投入生产。每台机床设备或工作地上担负较多工序，并且成批轮番完成不同零件或同一零件的相似工序加工，这种生产类型称为**成批生产**。根据汽车产品的特征及汽车零件的结构特征、生产纲领、批量的不同和机床设备完成的工序数目等，成批生产又可以分为大批、中批和小批生产。大批生产与大量生产的工艺特征相似，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和单件小批生产。大批大量生产亦称为大批量生产。

除了汽车新产品试制属于单件生产外，一般轿车制造多属于大量生产，中、轻型货车制造多为大批大量生产，重型货车和特种车辆制造多为中批生产。

同一汽车产品的不同零件，由于其结构特征和生产纲领的不同，有可能属于不同的生产类型。例如制造汽车变速器的企业（车间），其汽车变速器产品（部件）和变速器壳体制造均为大批大量生产类型，但汽车变速器中的拨叉类零件却可能属于中、大批生产类型。

因为不同的汽车零件制造时属于不同生产类型，所以其所在的零件生产线上，使用的机床设备、工艺装备（刀具、量检具、机床夹具等）、机床设备在其生产线上的布置、零件尺寸的获得方法、零件毛坯的制造方法等也就有所不同。一般将上述的这些特征统称为生产类型的工艺特征。

因为要求大批大量生产汽车零件的生产线具有高生产率，因此机床设备广泛使用高生产率的专用机床、组合机床、半自动及自动机床以及自动生产线，机床设备按照工艺过程流水线排列布置。近期汽车制造企业（公司）为了便于新产品更新换代和保证零件的加工质量，也采用一些数控车床、磨床、钻床和镗铣加工中心等。

在中批生产时，为了获得较高的生产率和经济性，对不同汽车产品的汽车零件，按照零件结构特征和工艺相似性分类，分别安排在不同的车间和生产线上组织生产。例如轴类和齿轮（轴齿轮和盘状齿轮）类零件组成齿轴车间和生产线，叉类和杆类等零件组成杂件车间和生产线等。不同汽车零件制造时，采取周期性的分批轮番投产，因此生产线上的机床设备和工艺装备，不仅应保证具有一定的生产率，还应具有可调性。生产线上除了使用通用机床设备外，还使用一些较高生产率的和可调性好的专用机床、组合机床、数控机床和加工中心等。

表 1-2 所示为中批和大批量生产时汽车零件机械加工生产线的主要工艺特征。

表 1-2 不同生产类型的汽车零件机械加工的工艺特征

生产类型		大量大批生产	成批生产
特 征			
产 品		单一汽车产品或系列化汽车产品，产品数量很大	单一汽车产品或多品种汽车产品，产品数量较多，产品成批轮番投产
工 艺 特 征	机床设备	广泛使用高生产率的专用机床、组合机床、半自动及自动机床以及自动生产线，部分使用数控机床和加工中心	使用通用机床外，部分使用较高生产率的和可调性好的专用机床、组合机床、数控机床和加工中心等
	机床设备的布置	采用零件流水生产线和自动生产线	按零件结构特征组成可调式流水生产线
	工艺装备	广泛使用高效专用机床夹具、专用刀具和量检具	广泛使用专用机床夹具，部分使用专用刀具和专用量检具
	零件尺寸获得方法	静调整法、定尺寸刀具法和主动及自动测量控制法	静调整法、定尺寸刀具法和主动测量控制法

思 考 题

1. 解释下列名词术语

生产过程、工艺过程、机械加工工艺过程、切削加工、装配工艺过程、工序、安装、工位、工步、试切法、静调整法、定尺寸刀具法、主动及自动测量控制法、轨迹法、仿形法、成形法、包络法、展成法、无瞬心包络法、加工经济精度、生产纲领。

- 2. 汽车零件切削加工时，零件尺寸的获得方法有几种？
- 3. 汽车零件切削加工时，零件形状的获得方法有几种？
- 4. 汽车零件表面的尺寸公差与表面粗糙度具有何种关系？
- 5. 汽车产品和汽车零件的生产类型由哪些条件确定？
- 6. 大批大量生产的汽车零件生产线上，使用的机床设备、工艺装备和机床设备的布置有何工艺特征？
- 7. 中批生产的汽车零件生产线上，使用的机床设备、工艺装备和机床设备的布置有何工艺特征？
- 8. 在大批大量和中批生产时，汽车零件尺寸是采用什么方法获得的？

第二章 工件的装夹和机床夹具

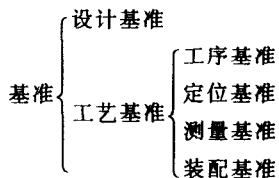
在机床上加工工件时,为了使工件在该工序所加工的表面能达到规定的尺寸和位置公差要求,在开动机床进行加工之前,必须首先使工件占有一正确位置。通常将确定工件在机床上或机床夹具中占有正确位置的过程,称为**定位**。当工件定位后,为了避免在加工中受到切削力、重力等力的作用而受到破坏,还应该用一定的机构或装置将工件固定住。工件定位后将其固定,使其在加工过程中保持定位位置不变的操作,称为**夹紧**。将工件在机床上或机床夹具中定位、夹紧的过程称为**装夹**。

在成批大量生产中,工件的装夹是通过机床夹具实现的。用以装夹工件(和引导刀具)的装置,称为**机床夹具**。机床夹具是工艺系统的组成部分之一。机床夹具在汽车零件机械加工过程中应用十分广泛。

工件装夹是否正确、迅速、方便和可靠,将直接影响工件的加工质量、生产效率、制造成本和操作安全等。因此,根据工件的加工要求和具体的生产条件,合理选择工件的装夹方法,是汽车零件机械加工工艺要研究的重要问题之一。本章将围绕工件的装夹问题,介绍有关基准的概念、工件的装夹方法、工件定位的基本规律和机床夹具等方面的工艺理论和知识。

第一节 基准的概念

机械零件是由若干几何要素(点、线、面)组成的,各几何要素之间都有一定的尺寸和位置公差要求。用来确定生产对象上几何要素间几何关系所依据的那些点、线、面,称为**基准**。根据其作用和应用场合不同,基准可分为两大类,即



一、设计基准

设计图样上采用的基准称为**设计基准**。如图 2-1a 所示,假想的球心 O 为球外圆 $S\phi 100\text{mm}$ 的设计基准,实际存在的球下点 B 是平面 A 的设计基准。图 2-1b 所示的汽车变速器拨叉图样中,孔 $\phi 19\text{mm}$ 和螺纹孔 $M10$ 的设计基准分别为假想的孔轴线和螺纹孔轴线。拨叉平面 F ,用尺寸 $31.7\text{mm} \pm 0.15\text{mm}$ 与螺纹孔相联系,假想的螺纹孔轴线是拨叉平面 F 的设计基准;反之也可以认为实际存在的拨叉平面 F 是螺纹孔的设计基准,两者互为设计基准。螺纹孔垂直度的设计基准为 $\phi 19\text{mm}$ 孔的轴线和 19 槽的对称中心平面组成的公共轴平面 B 。

从上述两个实例分析可知,设计基准可以是点、线、面,它既可以是实际存在的,也可

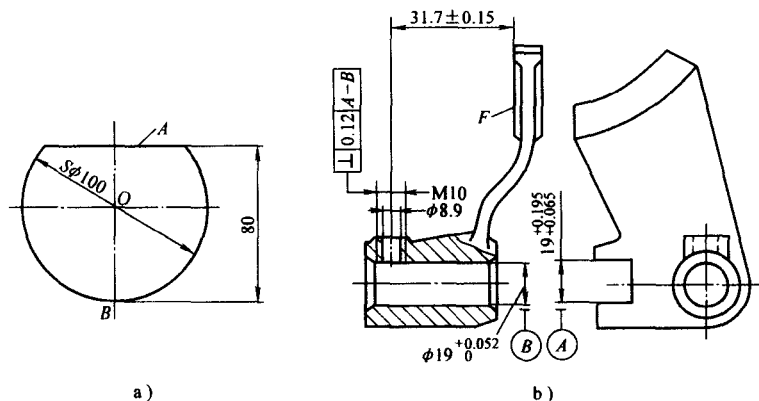


图 2-1 设计基准

以是假想的；并且有些设计基准可以是互为的。设计图样上标注的尺寸均称为设计尺寸。

二、工艺基准

在工艺过程中采用的基准称为工艺基准。工艺基准常见的有工序基准、定位基准、测量基准和装配基准等。

1. 工序基准

工序卡上用以表示工件被加工表面加工要求及工件装夹情况的简图，称为工序图。在工序图上用来确定本道工序被加工表面加工尺寸、位置公差基准，称为工序基准。图 2-2 所示为一车削工序图，工件外圆表面 5 装夹在三爪自定心卡盘中，端面 6 靠在卡爪平面上，加工端面 F、1、2 和内孔及外圆 3、4。分别保证轴向尺寸 L_0 、 L_1 、 L_2 和外圆、内孔直径尺寸 ϕd 、 ϕD 。端面 6 是端面 F 的工序基准，端面 F 是端面 1 和 2 的工序基准，表面 1、2 通过加工尺寸 L_1 、 L_2 及平行度公差与工序基准 F 相联系。外圆 ϕd 和内孔 ϕD 的工序基准为其轴线。联系被加工表面与工序基准间的加工尺寸，是本工序应直接保证的尺寸，称为工序尺寸。工序基准是工序图上工序尺寸、位置公差标注的起始点。

从上述分析可知，工序基准可以是实际存在的，也可以是假想的点、线、面。工序尺寸从工序基准为起点，指向被加工表面，所以工序尺寸具有方向性。多数情况下，工序基准与设计基准重合。

2. 定位基准

在加工中确定工件在机床上或机床夹具中占有正确位置的基准，称为定位基准。有时，作为定位基准的点、线、面在工件上不一定实际存在（如外圆和内孔的轴线、对称面等），而常由某些实际存在的表面来体现，这些体现假想的定位基准的表面称为定位基面。如图 2-2 所示工件装夹在三爪自定心卡盘中，工件外圆 5 与卡爪接触，端面 6 靠在卡盘平面上，从而实现径向（轴线）和轴向的定位。端面 6 是实际存在的定位基准，它确定了工件的轴向位置；外圆轴线是假想的定位基准，它确定了工件的径向位置；外圆 5 是径向定位的定位基面。

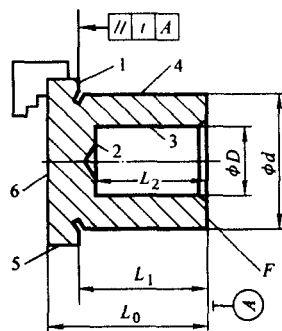


图 2-2 车削工序图