



全国高级技工学校机械类专业通用教材

国家级职业教育规划教材
人力资源和社会保障部职业能力建设司推荐

机械制造工艺学

人力资源和社会保障部教材办公室组织编写



配套课件 网络下载

 中国劳动社会保障出版社

全国高级技工学校机械类专业通用教材

机械制造工艺学

人力资源和社会保障部教材办公室组织编写

中国劳动社会保障出版社

简介

本书主要包括：机械加工精度与表面质量，铸造、锻造加工的基本工艺，典型表面的机械加工方法与加工设备，机械加工工艺规程的制定，典型零件工艺分析，复杂零件工艺分析，机械装配工艺分析等。

本书由汤习成主编，唐监怀、王家芳副主编，王文景、王江、凌洁、骆洁参加编写，王风雷审稿。

图书在版编目(CIP)数据

机械制造工艺学/人力资源和社会保障部教材办公室组织编写. —北京：中国劳动社会保障出版社，2011

全国高级技工学校机械类专业通用教材

ISBN 978-7-5045-9000-8

I. ①机… II. ①人… III. ①机械制造工艺-教材 IV. ①TH16

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2011)第 068861 号

中国劳动社会保障出版社出版发行

(北京市惠新东街 1 号 邮政编码：100029)

出版人：张梦欣

*

新华书店经销

北京地质印刷厂印刷 三河市华东印刷装订厂装订
787 毫米×1092 毫米 16 开本 10.5 印张 241 千字

2011 年 5 月第 1 版 2011 年 5 月第 1 次印刷

定价：19.00 元

读者服务部电话：010-64929211/64921644/84643933

发行部电话：010-64961894

出版社网址：<http://www.class.com.cn>

版权专有 侵权必究

举报电话：010-64954652

如有印装差错，请与本社联系调换：010-80497374

前 言

为了更好地适应高级技工学校机械类专业的教学要求,全面提升教学质量,人力资源和社会保障部教材办公室组织有关学校的一线教师 and 行业、企业专家,在充分调研企业生产和学校教学情况的基础上,吸收和借鉴各地高级技工学校教学改革的成功经验,对高级技工学校机械类专业教材进行了修订,并做了适当的补充开发。

本次教材修订(新编)工作的目标主要体现在以下几个方面:

第一,完善教材体系,定位科学合理。

针对初中生源和高中生源培养高级工的教学要求,调整和完善了教材体系,使之更符合学校教学需求。同时,根据机械类高级工从事相关岗位的实际需要,合理确定学生应具备的能力和知识结构,对教材内容的深度、难度做了适当调整,加强了实践性教学内容,以满足技能型人才培养的要求。

第二,反映技术发展,涵盖职业标准。

根据相关工种及专业领域的最新发展,更新教材内容,在教材中充实新知识、新技术、新材料、新工艺等方面的内容,体现教材的先进性。教材编写以国家职业标准为依据,涵盖车工、铣工、装配钳工、焊工等国家职业技能标准(中、高级)的知识和技能要求,并在与教材配套的习题册中增加了相关职业技能鉴定考题。

第三,融入先进理念,引导教学改革。

专业课教材根据一体化教学模式需要编写,将工艺知识与实践操作有机融为一体,构建“做中学”“学中做”的学习过程;通用专业知识教材根据所授知识的特点,注意设计各类课堂实验和实践活动,将抽象的理论知识形象化、生动化,引导教师不断创新教学方法,实现教学改革。

第四,精心设计形式,激发学习兴趣。

在教材内容的呈现形式上,较多地利用图片、实物照片和表格等形式将知识点生动地展示出来,力求让学生更直观地理解和掌握所学内容。针对不同的知识点,设计了许多贴近实际的互动栏目,在激发学生学习兴趣和自主学习积极性的同时,使教材“易教易学,易懂易用”。

第五,开发辅助产品,提供教学服务。

本套教材都配有方便教师上课使用的电子教案,可以通过出版社网站(<http://www.class.com.cn>)免费下载。此外,通用专业知识教材都配有习题册,以便于教师教学和学生练习使用。

本次教材修订（新编）工作得到了河北、辽宁、江苏、山东、河南、湖南、广东等省人力资源和社会保障厅及有关学校的大力支持，在此我们表示诚挚的谢意。

人力资源和社会保障部教材办公室

2011 年 2 月

目 录

第一章 机械加工精度与表面质量	1
第一节 机械加工精度	1
第二节 提高加工精度的工艺措施	7
第三节 机械加工表面质量	10
第二章 铸造、锻造加工的基本工艺	15
第一节 铸造加工	15
第二节 锻造加工	20
第三章 典型表面的机械加工方法与加工设备	24
第一节 外圆表面的加工方法与加工设备	24
第二节 内圆表面的加工方法与加工设备	28
第三节 平面的加工方法与加工设备	35
第四节 螺纹表面的加工方法与加工设备	41
第五节 成形表面的加工方法与加工设备	46
第四章 机械加工工艺规程的制定	56
第一节 机械加工工艺规程的基本知识	56
第二节 机械加工工艺过程卡的编制	67
第三节 机械加工工序卡的编制	83
第五章 典型零件工艺分析	93
第一节 轴类零件加工工艺	93
第二节 套类零件加工工艺	98
第三节 箱体类零件加工工艺	103
第六章 复杂零件工艺分析	110
第一节 曲轴零件加工	110
第二节 卧式车床丝杠零件加工	115
第三节 精密深孔加工	121



第七章 机械装配工艺分析.....	128
第一节 装配工艺概述.....	128
第二节 装配尺寸链计算.....	136
第三节 装配方案及其选择.....	138
第四节 装配工艺规程的制定.....	148
附录.....	157

第一章 机械加工精度与表面质量

第一节 机械加工精度

机械产品是由许多互相关联的零件装配而成的，产品的制造质量包括零件加工质量和装配质量两个方面。其中，零件加工质量是保证产品质量的基础，直接影响产品的工作性能和使用寿命。机械零件的加工质量一般用加工精度和表面质量两个指标来评定。

一、机械加工精度的概念

机械加工精度是指零件加工后的实际几何参数（尺寸、表面形状和表面相互位置）与理想几何参数的符合程度。实际几何参数与理想几何参数的符合程度越高，则加工精度越高；反之，则加工精度越低。

实际几何参数通常是指零件加工后通过测量得到的几何参数。所谓理想几何参数，就是当公差值趋于零时的几何参数。对尺寸而言，就是零件尺寸的公差带中心；对表面形状而言，就是绝对准确的圆、圆柱面、平面和锥面等；对表面相互位置而言，就是绝对的平行、垂直、同轴或成一定的角度等。

二、机械加工精度的内容

如图 1—1 所示的光轴，设计者根据产品的工作性能和零件的使用要求，提出了尺寸精度（ $\phi 60^{+0.066}_{+0.020}$ ）、形状精度（圆度）和位置精度（垂直度）要求。当进行零件的机械加工时，机械加工精度和表面质量参数均应在图样上规定的范围内，才能符合设计要求，此零件才算是合格零件。

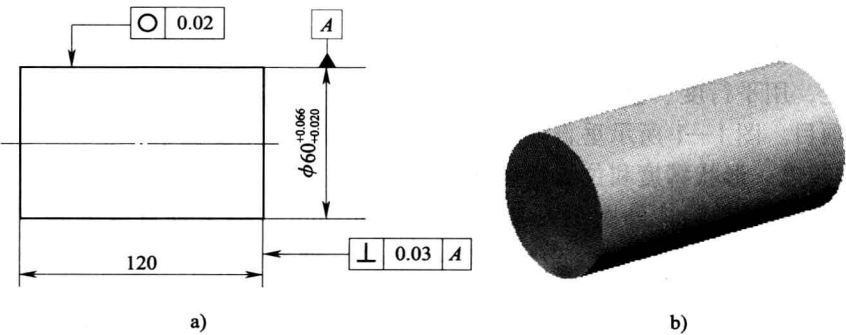


图 1—1 光轴

a) 零件图 b) 立体图

机械加工精度包括尺寸精度、形状精度和位置精度三方面的内容。

1. 尺寸精度

尺寸精度是指加工后零件的直径、长度和表面间距离等尺寸的实际值与理想值的符合（接近）程度。以图 1—1 所示的光轴外圆尺寸为例，说明理想尺寸、设计精度和零件的加工精度之间的关系，如图 1—2 所示。

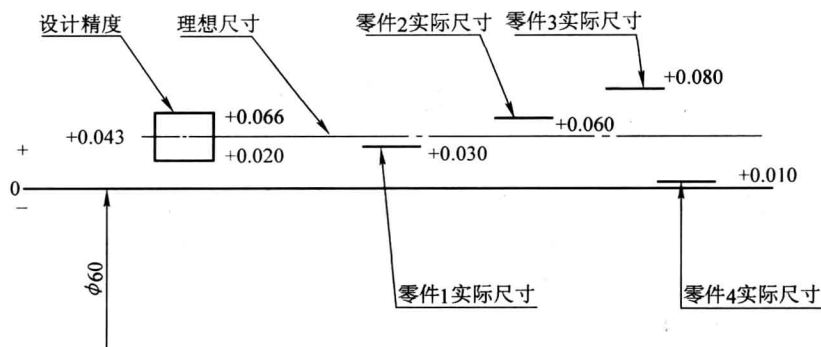


图 1—2 尺寸精度

从图 1—2 中可知，光轴外圆理想尺寸为 $\phi 60.043 \text{ mm}$ ，零件设计精度为 $\phi 60_{+0.020}^{+0.066} \text{ mm}$ ，四个零件加工后的实际尺寸分别为 $\phi 60.030 \text{ mm}$ 、 $\phi 60.060 \text{ mm}$ 、 $\phi 60.080 \text{ mm}$ 、 $\phi 60.010 \text{ mm}$ 。显然，零件 1 和零件 2 的实际尺寸均在设计精度范围内，为合格零件。但从精度的角度来分析，零件 1 的实际尺寸比零件 2 的实际尺寸更接近理想尺寸，因此，零件 1 的加工精度比零件 2 的加工精度更高。而零件 3 和零件 4 的实际尺寸均超出零件设计精度范围，为不合格零件。

2. 形状精度

形状精度是指加工后零件的实际几何形状与理想形状的符合（接近）程度。国家标准中规定，用直线度、平面度、圆度、圆柱度、线轮廓度和面轮廓度等作为评定形状精度的项目。图 1—1 所示外圆的圆度公差 0.02 mm 即形状精度要求。

3. 位置精度

位置精度是指加工后零件的几何图形的实际位置与理想位置的符合（接近）程度。国家标准中规定，用平行度、垂直度、倾斜度、同轴度、对称度、位置度、圆跳动等作为评定位置精度的项目。图 1—1 所示垂直度公差 0.03 mm 即位置精度要求。

4. 尺寸精度、形状精度和位置精度的关系

图 1—1 所示的光轴，外圆的圆度公差（ 0.02 mm ）小于垂直度公差（ 0.03 mm ），垂直度公差又小于外圆的尺寸公差（ 0.046 mm ）。通常在设计机器零件及规定零件加工精度时，应注意将形状公差控制在位置公差内，位置公差又应小于尺寸公差，即精密零件或普通零件的重要表面，其形状精度要求应高于位置精度要求，位置精度要求应高于尺寸精度要求。

三、达到机械加工精度的方法

1. 达到尺寸精度的方法

(1) 试切法

试切法是指操作工人先试切一小段，测量其尺寸是否合适，如不合适，则调整刀具的位置，再试切一小段。如此反复进行试切过程，达到要求的尺寸后，便可切削整个待加工表面。这种方法生产效率低，对操作者的技术水平要求较高，因此多用于单件、小批量生产中。

(2) 调整法

调整法是指利用机床上的定程装置、对刀装置或预先调整好的刀架，使刀具相对于机床或夹具达到一定位置精度，然后加工一批工件。此方法获得的尺寸精度稳定，生产效率高，广泛用于成批和大量生产中。

(3) 定尺寸刀具法

定尺寸刀具法是指用具有一定尺寸精度的刀具（如钻头、铰刀、拉刀等）来保证工件被加工部位（如孔）的尺寸精度。该方法加工精度稳定，生产效率高，适用于各种生产类型。

(4) 自动控制法

自动控制法是指利用测量装置、调整装置和控制系统等组成的自动化加工系统，在加工过程中能自动测量、补偿调整，当工件达到尺寸要求时能自动停止加工并退回。

(5) 数字控制法

数字控制法是将计算机数字控制技术应用到机械加工中。这种方法是在机床里装配整套数字控制装置，控制步进电动机实现刀架或工作台的精确移动，尺寸精度的获得是通过预先编制好程序，由数字控制装置来实现的。各种数控机床的加工就是采用数字控制法的范例。

2. 达到形状精度的方法

(1) 轨迹法

轨迹法是指利用切削运动中刀尖的运动轨迹形成被加工表面的形状。这种方法所能达到的形状精度主要取决于成形运动的精度。

(2) 成形法

成形法是指利用成形刀具切削刃的几何形状切削出工件的形状。这种方法所能达到的形状精度，主要取决于成形刀具切削刃的形状精度及刀具的安装精度。

(3) 展成法

展成法是指利用刀具与工件的展成切削运动，由切削刃在被加工表面上的包络面来形成成形表面，如用滚刀切削加工齿轮等。展成法所能达到的形状精度，主要取决于机床作展成运动的传动链精度及刀具的制造精度。

3. 达到位置精度的方法

(1) 一次安装获得法

一次安装获得法是指把零件上有相互位置精度要求的相关表面安排在工件的一次装夹中进行加工，从而保证其相互位置精度。

(2) 多次安装获得法

该方法是人为地将工件的加工过程分为几次装夹来完成，每次装夹有关表面的位置精度可采用适当的装夹方法（如找正法）或夹具获得，随着装夹加工的次数不断增多，加工表面与定位基准之间的位置精度也不断提高，最终保证工件的位置精度。

四、加工误差

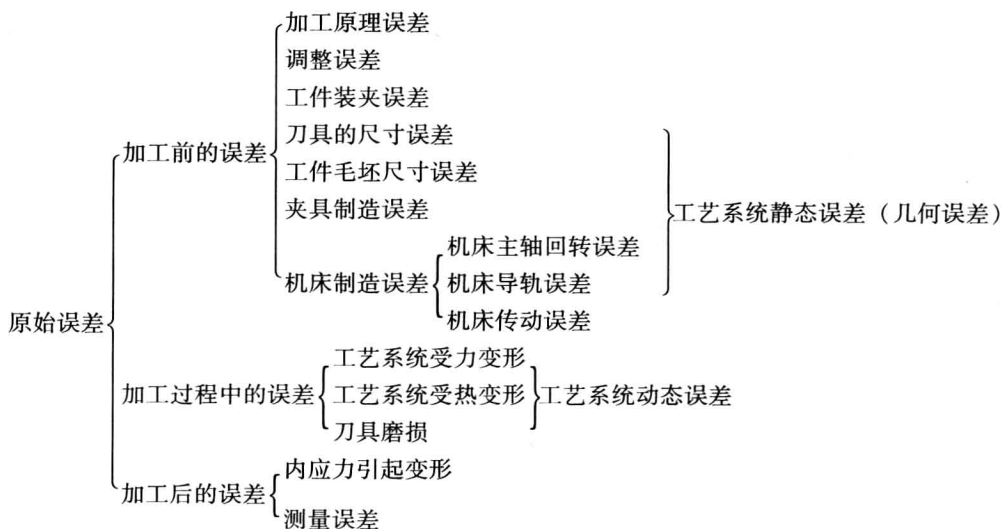
1. 加工误差的概念

加工误差是指加工后零件的实际几何参数（尺寸、表面形状和表面相互位置）与理想几何参数的偏离程度。加工误差是表示加工精度高或低的一个数量指标。一个零件的加工误差越大，加工精度越低；加工误差越小，加工精度越高。

在实际加工过程中是无法完全消除加工误差的，也没有必要把每个零件加工得绝对精确。在满足零件的使用性能的前提下，可以允许零件有一定的加工误差，这种误差的大小是由设计人员根据零件的使用要求给出一个合理的范围，也就是通常所说的“公差”，一般用经济精度来衡量。利用现有的生产条件，采取适当的工艺方法将零件加工出来，质量检验人员根据零件图样要求进行检验，如果零件的实际尺寸落在公差带范围内，则为合格零件，否则为不合格零件。

2. 加工误差的构成

工件和刀具分别安装在夹具和机床上，并受到夹具和机床的约束，由机床、夹具、刀具和工件组成的系统称为工艺系统。零件的加工是在工艺系统中进行的。由于各种因素的影响，工艺系统中的各种误差，在不同的条件下以不同的方式反映为加工误差。工艺系统中凡是能直接引起加工误差的因素都称为原始误差。由于原始误差的存在，致使零件加工过程中存在加工误差，直接影响着零件的加工精度。工艺系统的误差是影响加工精度的根源，其结果以加工误差表现出来。若原始误差在加工前已经存在，即在非工作状态下检验出的误差，称为工艺系统静态误差，如机床、夹具的制造误差，刀具的尺寸误差，工件毛坯尺寸误差等都属于静态误差；若原始误差是在工作状态下产生的，则称为工艺系统动态误差。原始误差分类归纳如下：



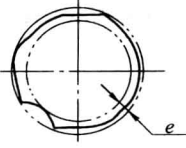
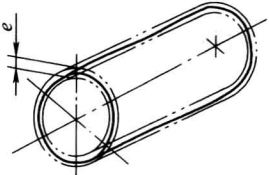
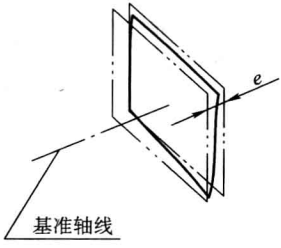
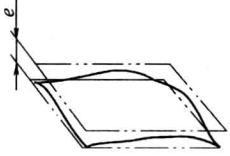
五、典型表面的常见加工误差分析

典型表面的常见加工误差、基本形式、产生原因及改进措施见表 1—1。

表 1—1 典型表面的常见加工误差、基本形式、产生原因及改进措施

典型表面	加工误差	基本形式	产生原因	改进措施
外圆表面	腰鼓形圆柱度误差	两端小中间大 	(1) 径向力将细长工件顶弯 (2) 轴向力压迫工件, 使工件不稳定 (3) 由切削热引起工件受热伸长	(1) 增大工件的刚度 (2) 增大刀具主偏角 (3) 避免出现工件轴向约束 (4) 采用反向进给
	马鞍形圆柱度误差	两端大中间小 	(1) 径向力方向改变 (2) 加工粗短轴时, 轴的刚度比机床的刚度大, 工艺系统的变形主要由主轴箱、尾座、刀架等的变形形成 (3) 由机床误差引起	(1) 加工细长轴, 可采用与上述消除腰鼓形圆柱度误差相同的方法 (2) 加工粗短轴, 可通过改进刀具几何参数、减小背吃刀量来减小径向切削力, 以及增大机床的刚度等 (3) 加强对机床导轨的保护与保养, 保证机床的精度
	锥形圆柱度误差	一头大一头小 	(1) 车床导轨与主轴回转轴线在水平面内存在平行度误差 (2) 车床尾座中心线与主轴回转轴线不在同一直线上 (3) 主轴纯角度摆动	(1) 定期检修机床 (2) 调整主轴轴承间隙, 消除主轴纯角度摆动
	毛坯误差复映	工件已加工表面的误差与毛坯形状误差相似	因毛坯形状误差造成切削力大小变化引起加工误差	改进工艺措施, 增加进给次数
	直线度误差	轴的回转中心线不成一条直线 	(1) 在加工过程中产生较大的切削力、夹紧力以及较高的切削热, 从而引起工件弯曲变形 (2) 经过粗加工、半精加工后, 工件的内应力重新分布	(1) 划分加工阶段进行修正 (2) 在加工过程中安排退火、时效等热处理, 消除内应力 (3) 改进刀具几何形状, 适当增大主偏角; 采用硬质合金刀具
	同轴度误差	被测两轴颈的轴线不在同一条直线上 	(1) 工艺方法不当 (2) 加工时选择的基准不一致 (3) 机床精度低	(1) 两端轴颈均采用两中心孔作为统一的定位基准, 中心孔须修正, 以提高其定位精度 (2) 保证机床精度

续表

典型表面	加工误差	基本形式	产生原因	改进措施
内圆表面	圆度误差		(1) 易在镗床加工内孔时发生 (2) 主轴纯径向跳动造成圆度误差 (3) 主轴的纯角度摆动造成圆度误差	提高主轴回转运动精度, 或采取措施使其回转精度不依赖于机床主轴
	圆柱度误差		在内圆磨床以横向切入法磨内孔时, 由于内圆磨头呈悬臂状态, 主轴受力后因刚度不足产生弯曲变形	(1) 尽量减小刀具的悬臂长度, 并提高刀架刚度 (2) 适当减小背吃刀量, 减小变形敏感方向的切削分力 (3) 采用纵磨法加工
	垂直度误差		机床主轴的纯轴向窜动	(1) 对采用滚动轴承支撑的主轴, 可对滚动轴承进行预紧, 以消除主轴的轴向间隙, 提高主轴的回转精度 (2) 对采用滑动轴承支撑的主轴, 则需调整主轴端的调整螺母, 消除轴向间隙
平面	平面度误差		(1) 平面磨床、铣床和龙门刨床的导轨在垂直面内产生直线度误差 (2) 工件不均匀受热 (3) 内应力引起弯曲变形 (4) 装夹不当	(1) 加强对机床导轨的维护 (2) 在磨削工件时, 使用切削液 (3) 合理划分加工阶段
齿轮	齿形误差	齿形与渐开线不符	(1) 当采用成形法加工齿轮时, 由成形刀具的制造误差引起 (2) 加工原理误差 (3) 滚刀的制造误差 (4) 机床的精度低	(1) 提高成形刀具的制造精度 (2) 根据齿轮的不同精度等级, 选择不同的加工方案 (3) 提高滚刀的制造精度 (4) 提高机床的精度
	齿距误差	各齿距不相等	(1) 采用成形铣刀加工齿轮, 分度时造成误差 (2) 采用展成法加工齿轮, 齿坯分齿运动的传动精度低是造成齿距误差的主要原因	(1) 采用成形铣刀加工齿轮时, 提高分度头的制造精度, 准确操作分度头, 提高齿轮的分度精度 (2) 采用展成法加工齿轮时, 要保持机床的传动精度 (3) 提高齿坯的定位精度

第二节 提高加工精度的工艺措施

以上分析了原始误差对加工精度的影响,归纳了典型表面的常见加工误差、基本形式、产生原因及改进措施。为减小原始误差的影响,提高零件的加工精度,保证产品质量,人们在生产实践中采用了很多工艺措施,总结出了一些经验。本节主要阐述提高加工精度的方法。

一、直接减小误差法

直接减小误差法是在生产中应用较广的一种基本方法,它是在查明影响加工精度的主要因素后,采取各种工艺措施,直接将误差消除或减小,从而保证加工精度的方法。

直接减小误差法通常是通过提高机床的几何精度,提高夹具、刀具及量具的精度,以及控制工艺系统受力、受热变形等,直接减小原始误差对加工精度的影响。

例如在车削细长轴时,为消除或减小原始误差,可采取以下措施:

(1) 采用反向进给的切削方法(见图1—3),进给方向由卡盘指向尾座,这样轴向力 F_t 对工件的作用(从卡盘到切削所在点的一段)是拉伸而不是压缩,不存在杆件失稳的条件,同时尾座使用弹性回转顶尖,既可解决轴向力 F_t 使工件从切削点到尾座间的压弯问题,又可消除受热伸长而引起的弯曲变形。

(2) 采用反向进给切削和大主偏角的车刀,增大 F_t ,工件在强有力的拉伸作用下,能消除径向的振动,使切削平稳。

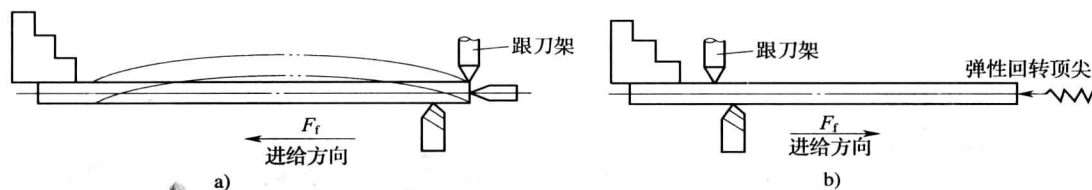


图1—3 正向进给和反向进给车削细长轴的比较

a) 正向进给时 F_t 对细长轴起压缩作用 b) 反向进给时 F_t 对细长轴起拉伸作用

(3) 在卡盘一端的工件上车出一个缩颈部分(见图1—4),缩颈直径 $d \approx D/2$ (D 为工件坯料的直径)。工件在缩颈部分的直径减小后,表现出一定的柔性,减小了由于坯料本身的弯曲而在卡盘强制夹持下轴线随之歪斜的影响。

再如用三爪自定心卡盘夹持薄壁套筒时,应在套筒外面加过渡环或采用圆弧面专用卡爪,避免因夹紧变形造成加工误差。

二、误差补偿和误差抵消法

1. 误差补偿法

误差补偿法是指人为地制造一个大小相等、方向相反的新的误差,去补偿加工、装配或使用

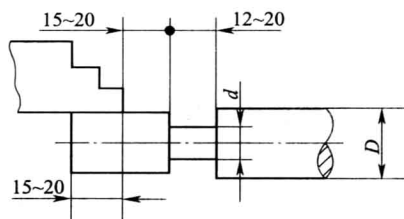


图1—4 缩颈法

过程中出现的误差的加工方法。对于工作精度要求较高的零件，常用误差补偿法来保证加工精度。

例如磨床床身导轨加工，如果按图样要求的精度加工，完成后再装上横向进给机构和操纵机构，由于零部件自重的影响导致导轨变形（见图 1—5 中虚线部分），从而降低了零件的工作精度。如果在精加工床身导轨前，先在床身上安装零部件的位置加上同样质量的配重，迫使导轨在加工前预变形（见图 1—6 中虚线部分），在模拟床身的工作环境和条件下加工导轨，这样导轨在装配后便可获得较高的工作精度。

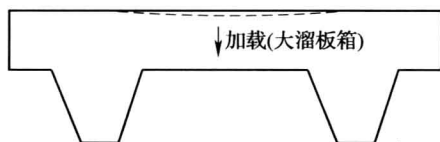


图 1—5 床身加载后变形

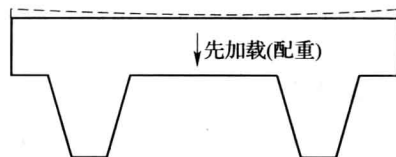


图 1—6 床身加工前预变形

2. 误差抵消法

误差抵消法是指利用原有的一种原始误差去部分或全部地抵消另一种原始误差的加工方法。一般在零件变形的敏感方向存在两个方向相反的原始误差时才能选用这种方法。

如图 1—7a 所示的薄壁套筒零件，当车削外圆时，工件会产生如图 1—7b 所示的变形；当车削内圆时，工件会产生如图 1—7c 所示的变形。这两种变形均发生在零件变形的敏感方向，且方向相反。预防变形采取的措施是在车床上加工薄壁套筒零件时，若采用双刀架“对刀”，同时对内圆、外圆进行切削，径向切削分力在两个不同方向上引起的误差便会相互抵消，这样可以有效地提高零件的加工精度。

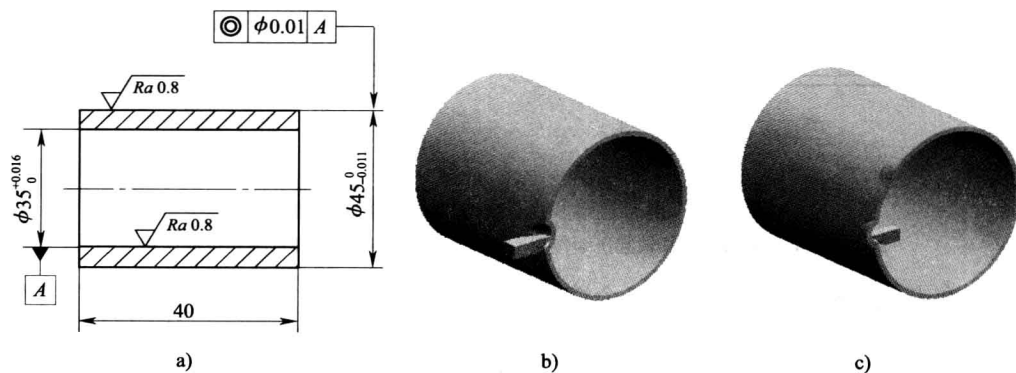


图 1—7 薄壁套筒零件加工

三、转移原始误差法

转移原始误差法是指创造一定条件，把工艺系统的原始误差转移到误差的非敏感方向或其他不影响加工精度的方向上去的加工方法。这种方法在不减小原始误差的情况下，同样可以获得较高的加工精度。转移原始误差法一般在对零件要素的加工精度要求较高的大批量生产选用。

如图 1—8 所示,在箱体的孔系加工中,孔的相互位置精度要求较高,如果一味选择高精度机床直接加工,对机床的投入会很大,加工也很困难,也不容易实现。但采用镗模夹具和浮动连接来保证工件的位置精度,工件的加工精度基本与机床精度关系不大,完全取决于刀杆和镗模的制造精度。由于镗模的结构比整台机床简单,制造也相对容易,这样就可以在一般精度的机床上加工出高精度的孔系。

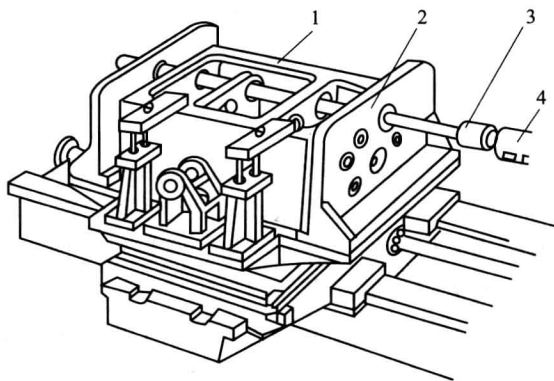


图 1—8 用镗模镗孔

1—工件 2—镗模架 3—刀杆 4—主轴

四、误差分组法

在成批生产条件下,对配合精度要求很高的孔和轴,当不可能采用提高加工精度的方法时,则可采用误差分组法。误差分组法就是把毛坯或上道工序的尺寸按误差大小分为 n 组,这样每组毛坯的误差就缩小为原来的 $1/n$,然后按组分别调整刀具与工件的相对位置或选用合适的定位元件,从而大大缩小整批工件的尺寸分散范围。如果本工序的加工精度是稳定的,但由于毛坯或上道工序加工的半成品误差变化较大,精度不高,引起定位误差或复映误差太大,因而造成本工序的加工质量不能满足要求,而提高上道工序的加工精度又不经济时,可采用分组调整、均分原始误差的方法。

五、误差平均法

对配合精度要求很高的孔和轴,常采用研磨方法。研具本身并不要求具有很高的精度,分布在研具上的磨粒大小也可能不一样,但由于研磨时工件和研具之间有着复杂的相对运动轨迹,使工件各点均有机会与研具的各点相互接触并受到均匀的微量切削,同时工件和研具相互修正,精度也逐步共同提高,进一步使误差均匀化,因此,可获得精度高于研具原始精度的加工表面。

误差平均法就是利用有密切联系的表面之间的相互比较、相互修正,或者互为基准进行加工,就能让这些局部较大的误差比较均匀地影响整个加工表面,使传递到工件表面的加工误差较为均匀,因而工件的加工精度也就相应大大提高。

六、就地加工法

在加工和装配中,有些精度问题涉及很多零件间的相互关系,相当复杂。若单纯提高零部件的精度来满足设计要求,有时不仅困难,甚至不可能实现。此时采用就地加工法可以解决这种难题。

生产中采用就地加工法,就是对某些重要表面在装配之前不进行精加工,待装配之后,再在自身机床上对这些表面进行精加工。例如,平面磨床的工作台面在装配后进行“自磨自”的最终加工。又如在车床上修正卡盘肩平面和外圆,使卡爪夹持圆柱体工件的轴线与车床主轴轴线同轴等,也是在自身机床上“自磨自”或“自车自”。

第三节 机械加工表面质量

零件的加工质量一般包含加工精度和表面质量两个方面的内容。零件的表面质量与加工精度一样,是零件加工质量的重要组成部分,其质量的好坏直接影响零件或产品的使用性能。通过研究机械加工表面质量,掌握机械加工过程中各种因素对表面质量的影响规律,以便采取有效措施,提高零件的加工质量,最终实现提高产品质量的目的。

机械加工的表面质量是指零件加工后的表面层状态,它是判定零件质量的重要依据。机械零件的失效,大多是由于零件的磨损、腐蚀或疲劳破坏所致,而磨损、腐蚀、疲劳等都是从零件表面开始的。由此可见,零件表面质量将直接影响零件的工作性能,尤其是可靠性和寿命。

表面质量主要有以下两方面内容:

1. 表面的微观几何特征

即表面粗糙度。

2. 表面层物理、力学性能

指表面层加工硬化(冷作硬化)、表面层金相组织变化和表面层残余应力三个方面。

一、表面粗糙度的控制

如图1—9所示的传动轴,要实现各轴颈不同的表面质量要求,一般需要用车削和磨削的方法。表面粗糙度值大于或等于 $Ra1.6\ \mu\text{m}$ 的表面可采用车削方法作为终加工,如图1—9a所示的传动轴两端 $\phi 40_{-0.039}^0\text{ mm}$ 和 $\phi 50\text{ mm}$ 表面。表面粗糙度值小于 $Ra1.6\ \mu\text{m}$ 的表面可采用磨削方法作为终加工,如图1—9a所示的传动轴两端 $\phi 30_{-0.013}^0\text{ mm}$ 表面。采用不同的方法加工,零件的表面粗糙度形成机理不同,控制表面粗糙度的措施也不同。

1. 切削加工的表面粗糙度形成与控制

(1) 切削加工的表面粗糙度形成

切削时,由于刀具和工件的相对运动及刀具几何形状关系,有一小部分金属未被切下来而残留在已加工表面上,称为残留面积,其高度 H 直接影响已加工表面粗糙度。残留面积越大,获得的表面将越粗糙。用单刃刀具切削时,残留面积只与进给量 f 、刀尖圆弧半径 r_ϵ 及刀具的主偏角 κ_r 、副偏角 κ_r' 有关,如图1—10所示。

进给量 f 对表面粗糙度的影响较大,当 f 值较低时,有利于表面粗糙度值的降低。减小刀具的主偏角、副偏角,均有利于表面粗糙度值的降低。一般在精加工时,刀具的主偏角、副偏角对表面粗糙度的影响较小。

(2) 切削加工的表面粗糙度控制

1) 改进刀具的几何形状。从图1—10中可以看出,刀具几何形状直接影响工件表面粗糙度。

前角对切削过程的塑性变形影响很大,适当增大前角,刀具易于切入工件,使切削变形和摩擦减小,由此而引起的切削力小、切削热量小,故加工表面粗糙度值较小,但前角太大,刀具切削刃有切入工件的倾向,加工表面粗糙度值将会增大。前角太小或负前角,则因切削变形严重、切削热量大,使加工表面粗糙度值增大。