



目 录

教学模块 1	机械制造技术概述	(1)
课题 1	本课程研究内容及学习方法	(1)
课题 2	机械制造技术发展历程及前景	(3)
课题 3	机械制造过程	(7)
课题 4	机械制造生产组织	(11)
教学模块 2	测量技术与量具	(15)
课题 1	测量技术概述	(15)
课题 2	钢直尺、卡钳和塞尺	(22)
课题 3	游标类测量器具	(29)
课题 4	螺旋类测量器具	(34)
课题 5	机械式测量仪表	(39)
课题 6	角度类量具	(43)
课题 7	量块	(49)
教学模块 3	金属切削原理	(55)
课题 1	切削运动与切削参数	(55)
课题 2	刀具的几何角度	(60)
课题 3	刀具材料	(67)
课题 4	刀具磨损和刀具使用寿命	(71)
课题 5	切削液	(76)
课题 6	切削过程中的基本物理现象	(79)
教学模块 4	金属切削机床	(86)
课题 1	金属切削机床	(86)
课题 2	车床	(94)
课题 3	铣床	(110)
课题 4	磨床	(117)
课题 5	其他机床	(127)
课题 6	数控机床	(133)



教学模块 5 机床夹具	(141)
课题 1 机床夹具的概述	(141)
课题 2 工件的定位及定位元件	(146)
课题 3 工件的夹紧和夹紧装置	(159)
课题 4 专用夹具的设计方法	(167)
课题 5 典型机床夹具	(170)
教学模块 6 机械加工工艺规程	(184)
课题 1 机械加工工艺规程概述	(184)
课题 2 定位基准的选择	(190)
课题 3 机械加工工艺路线拟定	(195)
课题 4 工序尺寸的计算	(206)
课题 5 提高劳动生产率和技术经济分析	(215)
课题 6 CAPP 简述	(220)
教学模块 7 典型零件的工艺分析	(226)
课题 1 轴类零件的加工工艺	(226)
课题 2 套筒零件的加工工艺	(235)
课题 3 箱体零件的加工工艺	(239)
课题 4 其他零件的加工工艺	(249)
教学模块 8 机械装配工艺基础	(258)
课题 1 机械装配工艺概述	(258)
课题 2 装配尺寸链	(264)
课题 3 装配工艺规程的制定	(276)
附录:机械加工常用词汇中英文对照表	(282)
主要参考文献	(297)



教学模块 1 机械制造技术概述



模块教学要点

知识要点	掌握程度	相关知识
机械制造技术发展	了解	发展历程、在国民经济中的地位及作用、发展前景
机械制造过程	掌握	机械制造系统、生产过程、机械制造过程、机械加工工艺组成
机械制造生产组织	掌握	生产纲领、生产类型、机械制造方法

机械电子产品如电视、电脑、汽车、手机等各种机械电子产品不仅把我们从繁重的生产活动中解放出来,而且给我们的生活带来了无限乐趣,那什么是机械制造呢?机械制造是指从事各种动力机械、起重运输机械、农业机械、冶金矿山机械、化工机械、纺织机械、机床、工具、仪器、仪表及其他机械设备等生产的工业部门。机械制造业为整个国民经济提供技术装备,其发展水平是国家工业化程度的主要标志之一。现代制造业是国民经济持续发展的基础。本教学模块重点研究机械制造系统、生产过程、机械加工工艺的组成、生产纲领及生产类型。



课题 1 本课程研究内容及学习方法

一、课程的研究内容

机械制造系统是一个复杂的系统。机械制造过程包括的内容很多,但机械制造技术随着科学技术的进步发展不大。限于本课程的性质和学时,本课程主要研究机械产品生产过程中的机械加工过程及测量技术。其主要内容包括:机械产品的生产过程和生产活动的组织、测量技术和量具的使用、金属切削原理、金属切削机床、机床夹具、机械加工工艺、装配工艺规程设计、典型零件加工工艺分析。

二、课程特点

本课程的特点是涉及面广、综合性强、灵活性大、实践性强。它与有关机械的许多基础知识



和基本理论都有联系,内容丰富;工艺理论和工艺方法的应用灵活多变,与实际生产联系密切。学习本课程应理论联系实践,重视实践性教学环节,通过金工实习、生产实习、课程实验、课程设计及工厂调研等更好地体会、加深理解。学习的关键是要理解和掌握机械加工的基本概念及其在实际生产中的应用,同时要用辩证的思想,实事求是地对具体情况进行具体分析,灵活处理质量、生产率和成本之间的辩证关系,以求在保证质量的前提下,获得良好的经济效益。

三、课程的学习方法

本课程的学习方法应根据个人的具体情况而定,基本学习方法有:

1. 注意掌握机械制造的基本概念;
2. 注意学习机械制造的基本方法,理解问题的实质和概念,认真练习,掌握基本规律,做到举一反三;
3. 注意了解常用机械装备的典型结构和应用;
4. 注重理论联系实践,具体问题具体分析,不能死记条文,应结合实际情况分析问题;
5. 重视与课程有关的实验实训、课程设计与毕业制造,注重培养分析与解决问题能力、创新能力等。



课题 2 机械制造技术发展历程及前景



学习目标

1. 了解机械制造技术发展历程及发展方向；
2. 了解机械制造在国民经济中的地位及作用。



重点与难点

机械制造在国民经济中的地位、作用。

一、机械制造技术的发展历程

1. 机械制造技术的发展历史

中国是世界上机械发展最早的国家之一。中国的机械工程技术不但历史悠久,而且成就十分辉煌,不仅对中国的物质文化和社会经济的发展起到了重要的促进作用,而且对世界技术文明的进步作出了重大贡献。机械制造技术的不断创新则是机械工业发展的技术基础和动力。

机械制造业发展至今,按其生产方式的变化可划分为:

(1)劳动密集型生产方式:手工制作及早期的工业生产均属于这种方式。新石器时代出现的石器(如石斧、石锤)作为劳动工具标志着制造业处于萌芽阶段;青铜器和铁时代出现了冶炼和锻造等原始的制造活动。

(2)设备密集型生产方式:这是一种随着运输机械、施工机械和机床等大规模工业化生产的出现而产生的生产方式。如汽车、拖拉机、轴承等大批量生产中的刚性生产流水线均属于这种生产方式。

(3)信息密集型生产方式:从 20 世纪初期开始出现了数控机床、加工中心等新型机电一体化加工设备。它实现了人与机器设备之间的信息交流,机器设备可通过获得的信息,快速、准确地实现加工,继而产生了使用这些典型设备的生产方式。

(4)知识密集型生产方式:这种生产方式是制造理念的飞跃,把单向的产品制造链组成为有机的制造系统,其中的物流系统、信息流系统、能量流系统等相互依赖、相互作用、相互协调。这种制造系统不单能与人进行信息交流,而且本身具有专家系统、数据库等必要的解决问题的知识,使其能在获取较少信息的情况下完成加工要求。如柔性制造系统(FMS)、计算机集成制造系统(CIMS)是这种生产方式的典型代表。

(5)智能密集型生产方式:这是目前正在研究和实施的一种全新的生产方式。它试图使用



制造系统本身具有的人工智能,并引入了新的制造哲理和组织形式。因此,这种制造技术能够快速响应市场的变化,超前地开发产品,实现多品种产品的全过程管理。这种制造技术的实施,将使人们梦寐以求的“无图纸加工”、“无人化加工”、“无害化加工”成为可能。目前正在研究的智能制造系统(IMS)、智能型计算机集成制造系统(I-CIMS)、敏捷制造等就属于这种生产方式。

2. 机械制造技术的现状

1) 国外情况 在制造业自动化发展方面,发达国家机械制造技术已经达到相当水平,实现了机械制造系统自动化。产品设计普遍采用计算机辅助设计(CAD)、计算机辅助产品工程(CAE)和计算机仿真等手段,企业管理采用了科学的、规范化的管理方法和手段,在加工技术方面也已实现了底层的自动化,包括广泛地采用加工中心(或数控技术)、自动引导小车(AGV)等。在这个基础上再提高制造系统的自动化水平,对于改善企业的 TQCS(T——尽量缩短产品的交货时间或提早新产品上市时间、Q——提高产品质量、C——降低产品成本、S——提高服务水平)已无明显的作用。因此,近 10 余年来,发达国家主要从具有全新制造理念的制造系统自动化方面寻找出路,提出了一系列新的制造系统,如计算机集成制造系统、智能制造系统、敏捷制造、并行工程等。

2) 国内情况 我国机械制造技术水平与发达国家相比还非常低,大约落后 20 年。近十几年来,我国大力推广应用 CIMS 技术,20 世纪 90 年代初期已建成研究环境,包括有 CIMS 实验工程中心和 7 个开放实验室。在全国范围内,部署了 CIMS 的若干研究项目,诸如 CIMS 软件工程与标准化、开放式系统结构与发展战略,CIMS 总体与集成技术、产品设计自动化、工艺设计自动化、柔性制造技术、管理与决策信息系统、质量保证技术、网络与数据库技术以及系统理论和方法等专题。各项研究均取得了丰硕成果,获得了不同程度的进展。但大部分大型机械制造企业和绝大部分中小型机械制造企业主要限于 CAD 和管理信息系统,因底层(车间层)基础自动化还十分薄弱,数控机床由于编程复杂,还没有真正发挥作用。加工中心无论是数量还是利用率都很低,可编程控制器的使用并不普及,工业机器人的应用还很有限。因此,做好基础自动化的工作仍是我国制造企业一项十分紧迫而艰巨的任务。我们在看到国际上制造业发展趋势的同时,还要立足于我国的实际情况,扎扎实实地把基础自动化工作搞上去,才能在稳步前进的基础上开展制造业自动化系统的研究与应用。

3. 机械制造业的未来发展方向

现代机械制造技术的发展主要表现在两个方向上:一是精密工程技术,以超精密加工的前沿部分、微细加工、纳米技术为代表,将进入微型机械电子技术和微型机器人的时代;二是机械制造的高度自动化,以 CIMS 和敏捷制造等的进一步发展为代表。

超精密加工的加工精度在 2000 年已达到 $0.0001\mu\text{m}(1\text{ nm})$,在 21 世纪初开发的分子束生长技术、离子注入技术和材料合成、扫描隧道工程(STE)可使加工精度达到 $0.0003\sim 0.0001\mu\text{m}(0.3\sim 0.1\text{ nm})$,现在精密工程正向其终极目标——原子级精度的加工逼近,也就是



说,可以做到移动原子级别的加工。加工设备正向着高精、高速、多能、复合、控制智能化、安全环保等方向发展,在结构布局上也已突破了传统机床原有的模式。日本 Mazak 公司在产品综合样本中展示出一种未来机床,该机床在外形上犹如太空飞行器,加工过程中噪音、油污、粉尘等将不再给环境带来危害。

纵观 21 世纪的制造业随着技术、经济、信息、营销的全球化的发展,未来制造业发展方向体现在以下几个方面:

1) 全球化 制造的全球化,可以说是 21 世纪机械制造业自动化最重要的发展趋势。网络通讯技术的迅速发展和普及,正在给企业的生产和经营活动带来革命性的变革。产品设计、物料选择、零件制造、市场开拓与产品销售都可以异地或跨越国界进行,实现制造的全球化。

2) 虚拟化 虚拟化是指设计过程中的拟实技术和制造过程中的虚拟技术。虚拟化可以大大加快产品的开发速度和减少开发的风险。虚拟化的核心是计算机仿真。通过仿真软件来模拟真实系统,以保证产品设计和产品工艺的合理性,保证产品制造的成功和生产周期,发现设计、生产中不可避免的缺陷和错误。

3) 绿色化 已经颁布实施的 ISO 9000 系列国际质量标准和 ISO 14000 国际环保标准为制造业提出了一个新的课题,就是快速实现制造的绿色化。绿色制造通过绿色生产过程(绿色设计、绿色材料、绿色设备、绿色工艺、绿色包装、绿色管理)生产出绿色产品,产品使用完以后再通过绿色处理后加以回收利用。采用绿色制造能最大限度地减少制造对环境的负面影响,同时原材料和能源的利用效率能达到最高。

如何最有效地利用资源和最低限度的产生环境污染,是摆在制造企业面前的一个重大课题。绿色制造实质上是人类社会可持续发展战略在现代制造业的体现,也是未来制造业自动化系统必须考虑的重要问题。目前绿色制造技术有以下几个方面:

(1) 精密成形技术 成形制造技术包括铸造、焊接、塑性加工等。精密成形技术包括:精密铸造(湿膜精密成形铸造、钢型精密成形铸造、高精度造芯)、精密锻压(冷湿精密成形、精密冲裁)、精密热塑性成形、精密焊接与切割等。

(2) 无切削液加工 无切削液加工的主要应用领域是机械加工行业,无切削液加工简化了工艺、减少了成本并消除了冷却液带来的一系列问题,如废液排放和回收等等。

(3) 快速成形技术 快速原型零件制造技术(RPM),其设计突破了传统加工技术所采用的材料去除的原则,而采用添加、累积的原理。其代表性技术有分层实体制造(LOM),熔化沉积制造(FDM)等等。

4. 现代制造技术特点

1) 是面向 21 世纪的技术。先进制造技术是制造技术的最新发展阶段,是由传统的制造技术发展起来的,既保持了过去制造技术中的有效要素,又吸收了各种高新技术成果,并渗透到产品生产的所有领域及其全部过程。先进制造技术与现代高新技术相结合而产生了一个完整的技术群,它是具有明确范畴的新的技术领域,是面向 21 世纪的技术。

2) 是面向工业应用的技术。先进制造技术并不限于制造过程本身,它涉及到产品从市场调



研、产品开发及工艺设计、生产准备、加工制造、售后服务等产品寿命周期的所有内容,并将它们结合成一个有机的整体。先进制造技术的应用特别注意产生最好的实际效果,其目标是为了提高企业竞争和促进国家经济和综合实力的增长,目的是要提高制造业的综合经济效益和社会效益。

3)是驾驭生产过程的系统工程。先进制造技术特别强调计算机技术、信息技术、传感技术、自动化技术、新材料技术和现代系统管理技术在产品的设计、制造和生产组织管理、销售及售后服务等方面的应用。它要不断吸收各种高新技术成果与传统制造技术相结合,使制造技术成为能驾驭生产过程的物质流、能量流和信息流的系统工程。

4)是面向全球竞争的技术。20世纪80年代以来,市场的全球化有了进一步的发展,发达国家通过金融、经济、科技手段争夺市场,倾销产品,输出资本。随着全球市场的形成,市场竞争变得越来越激烈,先进制造技术正是为适应这种激烈的市场竞争而出现的。因此,一个国家的先进制造技术的主体应该具有世界先进水平,应能支持该国制造业在全球市场的竞争力。

5)是市场竞争三要素的统一。在20世纪70年代以前,产品的技术相对比较简单,一个新产品上市,很快就会有相同功能的产品跟着上市。因此,市场竞争的核心是如何提高生产率。到了20世纪80年代以后,制造业要赢得市场竞争的主要矛盾已经从提高劳动生产率转变为以时间为核心的时间、成本和质量的三要素的矛盾。先进制造技术把这三个矛盾有机结合起来,使三者达到了统一。

三、机械制造技术在国民经济中的地位及作用

制造是指人类按照所需目的,运用主观掌握的知识和技能,应用可利用的设备和工具,采用有效的方法,将原材料转化为有使用价值的物质产品并投放市场的全过程。它是人类最主要的生产活动之一。

制造业是指对原材料(采掘业的产品和农产品)进行加工或再加工,以及对零部件装配的工业的总称。它是国民经济的支柱产业之一。据统计,工业化国家中以各种形式从事制造活动的人员约占全国从业人数的四分之一。我国的制造业在工业总产值中占了约40%。

目前,机械制造业肩负着双重任务:一是直接为最终用户提供消费品;二是为国民经济各行业提供生产技术装备。因此,机械制造业是国家工业体系的重要基础和国民经济的重要组成部分,机械制造技术水平的提高与进步将对整个国民经济的发展和科技、国防实力产生直接的作用和影响,是衡量一个国家科技水平的重要标志之一,在综合国力竞争中具有重要的地位。据国外有关资料统计,在经济发展阶段,机械工业的发展速度要高出整个国民经济发展速度的20%~25%。因此,国民经济的发展速度在很大程度上取决于机械制造业的技术水平和发展速度。



课题 3 机械制造过程



学习目标

1. 了解机械制造系统的概念；
2. 掌握工序、工位、工步的定义。



重点与难点

课题的重点：工序、工位、工步之间的关系。

课题的难点：工序的确定。

一、机械制造系统的概念

1. 制造过程

从系统的观点看,产品的制造是物料转变(物料流、能量转化能量流)和信息传递(信息流)的过程。物料流是指物料经过制造过程生产形貌和位置的转变,如工件经过加工改变形状、尺寸,经过运输改变工位等。能量流是指在制造过程中将能量施加于加工对象并产生相应的变换,一般是将电能变成机械能。信息流是指将要求得到的形状、尺寸、性能等信息向被加工物料传递的过程。对一个产品的制造活动来说,它可能是产品装配图、零件图或 CAD 软件、工艺文件、CAM 软件或 CNC 软件代码;对于成形过程,如铸造、模锻、冲压、注塑等加工来说,模具则是信息的载体。

知识点 物料流、能量流、信息流三者的关系是:在信息控制下,由能量起作用,对物料加工而使之形成产品。人和设备是制造活动的支撑条件,政策与法规是约束条件,即制造活动要符合国家的产业政策,符合环保、劳动保护等法规。

2. 机械制造系统

机械制造系统包括从原材料到成品所经过的毛坯制造、机械加工、装配、涂漆、运输、仓储等所有的过程及开发设计、计划管理、经营决策等所有活动,是一个有机的、集成的生产系统。

知识点 机械制造系统所围绕的核心是“将制造资源向机械产品转化”。

机械制造系统从结构角度看是由制造所涉及的硬件、软件、人员组成的具有一定功能的整体;从功能角度看是通过输入制造资源,而输出机械产品的输入、输出系统的整体;从过程角度看是完成“市场分析、产品设计、工艺规划、制造装配、检验出厂、产品销售、售后服务”等过程的



系统。

机械制造系统的制造硬件包括物料、设备、工装、能源等,制造软件包括制造理论、工艺及信息等。

知识点 制造系统在运行过程中总是伴随着以生产对象和工艺装备为主体的物料流,以生产管理和工艺指导等信息为主体的信息流和以为了保证生产活动正常运行而必需的能量流。

二、机械加工工艺过程的组成

1. 生产过程

生产过程是将原材料转变为成品的一系列相互关联的劳动过程的总和。在生产过程中,主要是劳动者运用劳动工具,直接或间接地作用于劳动对象,使之按人们预定目的变成工业产品。这里所指的成品可以是一台机器、一个部件,也可以是某种零件。对于机器制造而言,生产过程包括:

- 1) 原材料、半成品和成品的运输和保存;
- 2) 生产和技术准备工作,如产品的开发和设计、工艺及工艺装备的设计与制造、各种生产资料的准备以及生产组织;
- 3) 毛坯制造和处理;
- 4) 零件的机械加工、热处理及其他表面处理;
- 5) 部件或产品的装配、检验、调试、油漆和包装等。

由上可知,机械产品的生产过程是相当复杂的,它通过的整个路线称为工艺路线。

2. 工艺过程

生产过程中,按一定顺序逐渐改变生产对象的形状(铸造、锻造等)、尺寸(机械加工)、位置(装配)和性质(热处理)使其成为半成品或成品的主要过程称为工艺过程。它是生产过程的一部分。工艺过程可分为毛坯制造、机械加工、热处理和装配等工艺过程。

3. 机械加工工艺过程

采用机械加工的方法,直接改变毛坯的形状、尺寸和表面质量,使之成为合格零件的过程称为机械加工工艺过程。它是由一系列的工序组合而成的,毛坯依次通过这些工序而变为成品。加工工艺是工人进行零部件加工的一个依据。

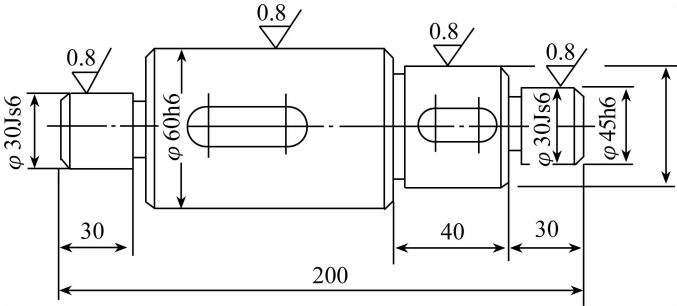
1) 工序 一个或一组工人在同一工作地对同一个或同时对几个工件所连续完成的那一部分工艺过程称为工序,它是生产过程中最基本的组成单位。

知识点 工人、场地(或设备)、工件、连续作业是构成工序的四个要素,其中任何一个要素变更即构成新的工序。

一个工艺过程需要包括哪些工序,是由被加工零件结构的复杂程度、加工要求和生产类型决定的。合理划分工序,有利于建立生产劳动组织,加强劳动分工与协作,制定劳动定额。表 1-1 为阶梯轴不同生产类型的工艺过程。



表 1-1 阶梯轴不同生产类型的工艺过程

零件图					
	小批量生产工艺过程		大批、大量生产工艺过程		
工序号	工序内容	设备	工序号	工序内容	设备
1	车端面、钻中心孔(两头)	车床	1	两边同时铣端面、钻中心孔	组合机床
2	粗、精车外圆,切槽、倒角	车床	2	粗车外圆	车床
3	铣键槽、去毛刺	铣床	3	精车外圆、倒角、切退刀槽	车床
4	磨外圆	磨床	4	铣键槽	铣床
			5	去毛刺	钳工台
			6	磨外圆	磨床

工序是完成产品加工的基本单元,在生产过程中按其性质和特点,可分为:

- (1)工艺工序:即使劳动对象直接发生物理或化学变化的加工工序。
- (2)检验工序:指对原料、材料、毛坯、半成品、在制品、成品等进行技术质量检查的工序。
- (3)运输工序:指劳动对象在上述工序之间流动的工序。

按照工序的性质,可把工序分为基本工序和辅助工序。

- (1)基本工序:直接使劳动对象发生物理或化学变化的工序。
- (2)辅助工序:为基本工序的生产活动创造条件的工序。

2)安装 在加工前,应先使工件在机床上或夹具中占有正确的位置,这一过程称为定位;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;将工件在机床或夹具中每定位、夹紧一次所完成的那一部分工序内容称为安装。

知识点 在一道工序内,工件可能安装一次或数次,安装次数越多,装夹误差越大。

3)工位 在工件的一次安装中,通过工作台的分度、移位可以使工件相对刀具或设备的固定部分所占据的每一个位置上所完成的加工内容称为工位。为了减少由于多次安装带来的误差和时间损失,加工中常采用回转工作台、回转夹具或移动夹具,使工件在一次安装中,先后处于几个不同的位置进行加工,称为多工位加工。图 1-1 所示为一利用回转工作台,在一次安装中依次完成装卸工件、钻孔、扩孔、铰孔四个工位加工的例子。采用多工位加工方法,既可以减少安装次数,提高加工精度,减轻工人的劳动强度;又可以使各工位的加工与工件的装卸同时进



行,提高劳动生产率。

4)工步 在同一个工位上,要完成不同的表面加工时,其中加工表面、切削速度、进给量和加工工具都不变的情况下,所连续完成的那一部分工序内容,称为一个工步。以上三个不变因素中只要有一个因素改变,即成为新的工步。一道工序包括一个或几个工步。

为简化工艺文件,对于那些连续进行的几个相同的工步,通常可看作一个工步。为了提高生产率,常将几个待加工表面用几把刀具同时加工,这种由刀具合并起来的工步,称为复合工步,如图 1-2 所示。

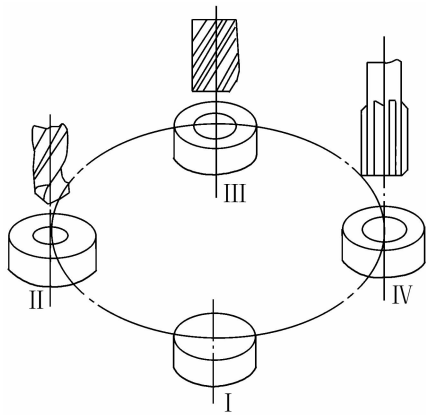


图 1-1 多工位加工

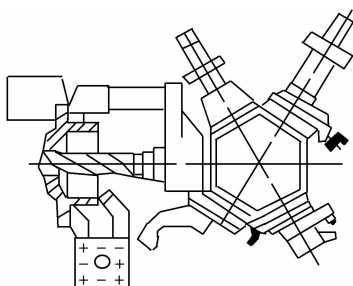


图 1-2 复合工步

工位I—装卸工件;工位II—钻孔;工位III—扩孔;工位IV—铰孔

5)走刀 在一个工步内,有时被加工表面需要切去较厚的金属层,需分几次切削,这时每进行一个切削就是一次走刀。

知识点 一个工步可以包括一次或几次走刀。

工序、安装、工位、工步与走刀的关系如图 1-3 所示。

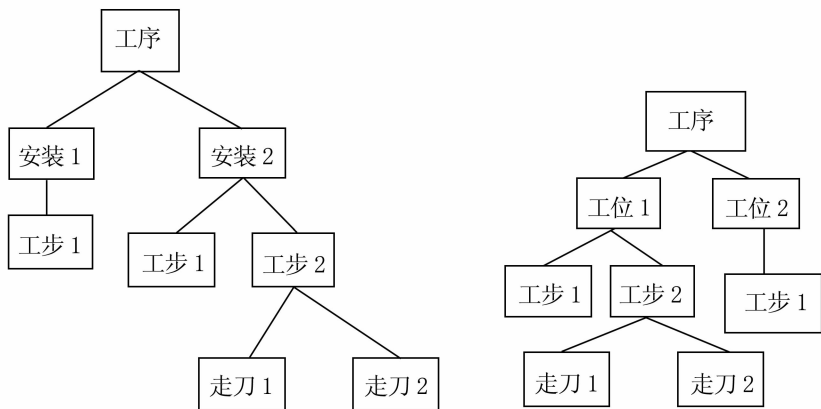


图 1-3 工序、安装、工位、工步与走刀的关系



课题 4 机械制造生产组织



学习目标

1. 掌握生产纲领的定义；
2. 掌握生产类型划分方法及工艺特征；



重点与难点

生产纲领与生产类型的关系。

一、生产纲领

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称为生产纲领。计划期常为 1 年,所以生产纲领常称为年产量。

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,因而零件的生产纲领应按下式计算:

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

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;

$b\%$ ——该零件的废品率。

生产纲领的大小对生产组织形式和零件加工过程起着重要的作用,它决定了各工序所需专业化和自动化程度,决定了所选用的工艺方法和工艺装备。生产纲领的大小决定了产品(零件)的生产类型,而各种生产类型下又具有不同的工艺特征,因而生产纲领是制定和修改工艺规程的重要依据。

二、生产类型

各个工业企业在产品结构、生产方法、设备条件、生产规模、专业化程度、工人技术水平以及其他各个方面,都具有各自不同的生产特点。这些特点反映在生产工艺、设备、生产组织形式、计划工作等各个方面,对企业的技术经济指标有很大影响。因此,各个企业应根据自己的特点,从实际出发,建立相应的生产管理体制。这样,就有必要对企业进行生产类型的划分。



工业企业按照不同的划分标准,可以划分为不同的生产类型,见表 1-2。

表 1-2 工业企业生产类型的划分标准

划分标准	名称	定 义
按生产方式	合成型	指将不同的成分(零件)合成或装配成一种产品。如机械制造厂、纺织厂等。
	分解型	指原材料经加工处理后分解成多种产品。如炼油厂、焦化厂等。
	调解型	指通过改变加工对象的形状或性能而制成产品的生产。如钢铁厂、橡胶厂等。
	提取型	指从地下、海洋中提取产品的生产。如煤矿、油田等。
按生产计划的来源	订单生产方式	它是根据用户提出的具体订货要求后,才开始组织生产,进行设计、供应、制造、出厂等工作。生产出来的成品在品种、规格、数量、质量和交货期等方面是各不相同的,并按合同规定按时向用户交货,成品库存甚少。因此,生产管理的关键是抓“交货期”,按“期”组织生产过程各环节的衔接平衡,保证如期实现。
	存货生产方式	它是在对市场需要量进行预测的基础上,有计划地进行生产,产品有一定的库存。为防止库存积压和脱销,生产管理的关键是抓供、产、销之间的衔接,按“量”组织生产过程各环节之间的平衡,保证全面完成计划任务。
按生产的连续程度	连续生产	它是长时间连续不断地生产一种或很少几种产品。生产的产品、工艺流程和使用的生产设备都是固定的、标准化的,工序之间没有在制品储存。例如油田的采油作业等。
	间断生产	输入生产过程的各种要素是间断性地投入。生产设备和运输装置必须适合各种产品加工的需要,工序之间要求有一定的成品库存。例如机床制造厂、机车制造厂、轻工机械厂等。
按生产数量	单件生产	单个生产不同结构和尺寸的产品,很少重复甚至不重复,这种生产称为单件生产。如新产品试制、维修车间的配件制造和重型机械制造等都属此种生产类型。 特点是:生产的产品种类较多,而同一产品的产量很小,工作地点的加工对象经常改变。
	大量生产	同一产品的生产数量很大,大多数工作地点经常按一定节奏重复进行某一零件的某一工序的加工,这种生产称为大量生产。如自行车制造和一些链条厂、轴承厂等专业化生产即属此种生产类型。 特点是:同一产品的产量大,工作地点较少改变,加工过程重复。
	批量生产	一年中分批轮流制造几种不同的产品,每种产品均有一定的数量,工作地点的加工对象周期性地重复,这种生产称为成批生产。如一些通用机械厂、某些农业机械厂、陶瓷机械厂、造纸机械厂、烟草机械厂等的生产即属这种生产类型。 特点是:产品的种类较少,有一定的生产数量,加工对象周期性地改变,加工过程周期性地重复。

根据前面公式计算的零件生产纲领,参考表 1-3 即可确定生产类型。不同生产类型的制造工艺有不同特征,各种生产类型的工艺特征见表 1-4。



表 1-3 生产类型和生产纲领的关系

生产类型		生产纲领(件/年或台/年)		
		重型(30kg 以上)	中型(4~30kg)	轻型(4kg 以下)
单件生产		5 以下	10 以下	100 以下
批量生产	小批量生产	5~100	10~200	100~500
	中批量生产	100~300	200~500	500~5000
	大批量生产	300~1000	500~5000	5000~50000
大量生产	1000 以上	5000 以上	50000 以上	

表 1-4 各种生产类型的工艺特点

工艺特点	单 件 生 产	批 量 生 产	大 量 生 产
毛坯的制造方法	铸件用木模手工造型,锻件用自由锻。	铸件用金属模造型,部分锻件用模锻。	铸件广泛用金属模机器造型,锻件用模锻。
零件互换性	无需互换、互配零件可成对制造,广泛用修配法装配。	大部分零件有互换性,少数用修配法装配。	全部零件有互换性,某些要求精度高的配合,采用分组装配。
机床设备及其布置	采用通用机床;按机床类别和规格采用“机群式”排列。	部分采用通用机床,部分采用专用机床;按零件加工分“工段”排列。	广泛采用生产率高的专用机床和自动机床;按流水线形式排列。
夹具	很少用专用夹具,由划线和试切法达到设计要求。	广泛采用专用夹具,部分用划线法进行加工。	广泛用专用夹具,用调整法达到精度要求。
刀具和量具。	采用通用刀具和万能量具。	较多采用专用刀具和专用量具。	广泛采用高生产率的刀具和量具。
对技术工人的要求	需要技术熟练的工人。	各工种需要一定熟练程度的技术工人。	对机床调整工人技术要求高,对机床操作工人技术要求低。
对工艺文件的要求	只有简单的工艺过程卡。	有详细的工艺过程卡或工艺卡,零件的关键工序有详细的工序卡。	有工艺过程卡、工艺卡和工序卡等详细的工艺文件。



思考与练习

一、选择题

1. 为了提高生产率,用几把刀具同时加工工件上的几个表面,称为复合工步,在工艺文件



上复合工步当作_____。

- A. 一道工序 B. 一个工步 C. 一个工位 D. 一项安装

2. 零件的生产纲领愈大,其毛坯制造应该_____。

- A. 简化,以节省毛坯制造费用
B. 提高精度,以减少机械加工的工作量
C. 增加余量,以降低毛坯的废品率

3. 在镗床上镗箱体孔,先镗孔的一端,然后,工作回转 180° 再镗孔的另一端,该加工过程属于_____。

- A. 二个工序 B. 二个工位 C. 二次安装 D. 二个工步

4. 阶梯轴的加工过程中“调头继续车削”属于变换了一个_____。

- A. 工序 B. 工步 C. 安装 D. 走刀

5. 车削加工时,四方刀架的每次转位意味着变换了一个_____。

- A. 工序 B. 工步 C. 安装 D. 走刀

6. 一个工序的定义,强调的是_____。

- A. 工作地点固定与工作连续 B. 只能加工一个工件
C. 只能是一个工人完成 D. 只能在一台机床上完成

7. 安装次数越多,则_____。

- A. 生产率越高 B. 精度越高 C. 生产率和精度越低

8. 单件小批生产的特征是_____。

- A. 毛坯粗糙,工人技术水平要求低 B. 毛坯粗糙,工人技术水平要求高
C. 毛坯精化,工人技术水平要求高

二、简答题

1. 生产系统、制造系统、工艺系统的定义。
2. 生产纲领的定义。
3. 生产类型的划分方法及其工艺特征。
4. 工序、工位、工步、安装、走刀的定义及相互关系。
5. 简述机械制造技术的发展历程及现状。



教学模块 2 测量技术与量具



模块教学要点

知识要点	掌握程度	相关知识
测量技术概述	了解	测量技术概念、量具分类、测量方法、数据分析与统计
常用量具	掌握	直尺、卡钳、塞尺、游标卡尺、千分尺、百分表、万能角度尺、量块

量具的正确应用直接关系到零件的加工质量、产品性能,是生产生活中不可或缺的度量器具。本教学模块主要研究测量技术概述,直尺类、游标类、螺旋类、量块和角度类量具的使用方法。



课题 1 测量技术概述



学习目标

1. 了解计量器具及其测量方法;
2. 了解计量器具与测量方法的常用术语;
3. 掌握测量误差和数据处理。



重点与难点

课题的重点:计量器具使用及测量方法。

课题的难点:测量误差和数据统计。

一、测量技术

在机械加工过程中,技术测量主要是针对零件几何参数的测量和检验,是影响零件精度的



关键。因此,如何正确处理测量参数及使用量具显得尤为重要。

所谓测量,就是将被测的量(如长度、角度、表面粗糙度等)与具有计量单位的标准进行比较,从而确定被测量的量值。用公式表示为:

$$L = Eq$$

式中 L ——被测值

q ——比值

E ——计量单位

检验与测量相似的概念,是确定被测量是否在规定的验收范围内,以便做出零件是否合格的判断,不一定是确定的数值。

知识点 测量四要素:被测对象、计量单位、测量方法和测量精度。

1. 被测对象 长度、角度、表面粗糙度、形位误差等。
2. 计量单位 用以度量同类物理量量值的标准量。我国规定的法定计量单位中长度的基本单位是米(m),角度单位是度($^{\circ}$)、分($'$)、秒($''$)。
3. 测量精度 测量结果与真值的一致程度,体现了测量结果的可靠性。
4. 测量条件 它是指测量时零件和测量工具所在的环境条件,如温度、湿度、震动和尘埃等。测量的基准温度为 20°C ,一般情况下,计量环境温度应控制在 $20^{\circ}\text{C} \pm (2 \sim 5)^{\circ}\text{C}$,精密计量室温度控制在 $20^{\circ}\text{C} \pm (0.05 \sim 0.03)^{\circ}\text{C}$ 。计量室的相对湿度应在 $50\% \sim 60\%$ 最为合适。

二、计量器具与测量方法

1. 计量器具的分类

1) 按用途分为标准测量器具、通用量具和专用测量器具。

(1) 标准测量器具 是测量时体现标准量的测量器具。通常用来校对和调整其他计量工具,或作为标准与被测几何量进行比较,如线尺、量块、多面棱体等。

(2) 通用量具 通用性大、可用来测量某一范围内各种尺寸,并能获得具体读数的计量器具,如千分尺、百分表、长度仪器等。

(3) 专用测量器具 是指专门用来测量某种或某几个特定几何量的计量器具,如量规、角度仪、圆度仪等。

2) 按结构和工作原理分为机械式计量器具、光学式计量器具、气动式计量器具和光电式计量器具。

(1) 机械式计量器具 是指通常用机械结构实现对被测量的感受、传递和放大的计量器具,如机械式比较仪、指示表和扭簧比较仪等。

(2) 光学式计量器具 是指用光学的方法实现对被测量的量的转换盒放大的计量器具,如光学比较仪、投影仪、自准直仪和工具显微镜。

(3) 气动式计量器具 是指压缩空气通过气动系统时的状态(流量和压力)变化来实现对被



测量的转换的计量器具,如水柱式和浮标式气动仪器等。

(4)光电式计量器具 利用光学方法放大或瞄准,通过光电元件再转换为电量进行检测,以实现几何量测量的计量器具,如光电显微镜、光电测长仪等。

2. 测量方法的分类

从不同观点出发,可以将测量方法进行不同的分类,常见的方法有:

1)直接测量、间接测量和组合测量

(1)直接测量 将被测量与标准量进行比较,得到测量结果。

(2)间接测量 测得与被测量有一定函数关系的量,然后运用函数求得被测量。

(3)组合测量 对若干同名被测量的不同组合形式分别测量,然后用最小二乘法解方程组,求得被测量。

2)绝对测量、相对测量

(1)绝对测量 所用量器上的示值直接表示被测量大小的测量。

(2)相对测量 将被测量同与它只有微小差别的同类标准量进行比较,测出两个量值之差的测量法。

3)从对被测物体的瞄准方式不同加以区分

(1)接触测量 敏感元件在一定测量力的作用下,与被测物体直接接触。

(2)非接触测量 敏感元件与被测对象不发生机械接触。

4)单项测量与综合测量

(1)单项测量 对多参数的被测物体的各项参数分别测量。

(2)综合测量 对被测物体的综合参数进行测量。

5)自动测量和非自动测量

(1)自动测量 指测量过程按测量者所规定的程序自动或半自动地完成。

(2)非自动测量 又叫手工测量,是在测量者直接操作下完成的。

6)静态测量和动态测量

(1)静态测量 对在一段时间间隔内其量值可认为不变的被测量的测量。

(2)动态测量 为确定随时间变化的被测量瞬时值而进行的测量。

7)主动测量与被动测量

(1)主动测量 在产品制造过程中的测量,它可以根据测量结果控制加工过程,以保证产品质量,预防废品产生。

(2)被动测量 在产品制造完成后的测量,它不能预防废品产生,只能发现并挑出废品。

三、计量器具与测量方法常用术语

1. 刻度间距 是指标尺或刻度盘上两相邻刻线中心的距离。一般刻度间距为 $1 \sim 2.5$ mm,刻度间距太小,会影响估读精度;刻度间距太大,会加大读数装置的轮廓尺寸。

2. 分度值 分度值又称刻度值,是指标尺或刻度盘上每一刻度间距所代表的量值。



3. 示值范围 示值范围是指计量器具标尺或刻度盘所指示的起始值到终止值的范围。

4. 测量范围 测量范围是指计量器具能够测出的被测尺寸的最小值到最大值的范围。

四、测量误差和数据处理

1. 测量误差的概念

测量误差是指测得值与被测量的真值之差。

由于真值是难以得到的,常用相对真值或不存在系统误差下的算术平均值来代替真值。

测量误差分为绝对误差和相对误差。

1) 绝对误差(Δ) 是指被测量的实际值 x 与真值 μ_0 之差。

$$\Delta = x - \mu_0$$

知识点 绝对误差是代数值,即它可能是正值、负值或零。

如千分尺测得某轴 35.005mm,高精度测量结果 35.012mm(看做是约定真值),绝对误差为 -0.007mm。

2) 相对误差(ϵ) 指绝对误差的绝对值与被测量的真值(或约定测得值 x_i 代替)之比。

$$\epsilon = \frac{|\Delta|}{\mu_0} \times 100\% \approx \frac{|\Delta|}{x_i} \times 100\%$$

上述测量相对误差为:

$$\epsilon = \frac{|-0.007|}{35.012} \times 100\% = 0.02\%$$

注解 1 在实际测量中,虽真值不能得到,但往往要求分析或估算测量误差的范围,即求出真值必落在测得值附近的最小范围,称之为测量极限误差 δ_{lim} 。

它应满足 $x - |\delta_{\text{lim}}| \leq \mu_0 \leq x + |\delta_{\text{lim}}|$

注解 2 当被测量的大小相同时,可用绝对误差的大小来比较测量精度高低;而当被测量的大小不同时,则只能用相对误差的大小来比较测量精度高低。

【例 2-1】比较 $100 \pm 0.008(\text{mm})$ 与 $80 \pm 0.007(\text{mm})$ 测量精度高低。

$$\text{解: } \epsilon_1 = \frac{0.008}{100} \times 100\% = 0.008\%$$

$$\epsilon_2 = \frac{0.007}{80} \times 100\% = 0.00875\%$$

因为 $\epsilon_1 < \epsilon_2$ 故 $80 \pm 0.007(\text{mm})$ 的测量精度高于 $100 \pm 0.008(\text{mm})$ 。

2. 测量误差的来源

1) 计量器具误差 它是指计量器具设计、制造和装配调整不准确而产生的误差,分为原理误差、仪器制造和装配调整误差。如图 2-1 所示。

(1) 基准件误差 刻线尺制造过程中的划线误差、量块使用过程中磨损产生的误差等;

(2) 原理误差 用近似机构代替理论要求的机构所产生的误差;



(3)制造误差 量具本身的制造误差;

(4)测量力引起的误差 测量力引起计量器具和被测工件的变形。

2)测量方法误差 指测量时选用的测量方法不完善(包括工件安装不合理、测量方法不当、计算公式不准确等)或对被测对象认识不全引起的误差。

3)环境误差 指测量时的环境条件不符合标准所引起的误差,包括温度、湿度、气压、振动、灰尘等因素。

4)人为误差 指测量人员的主观因素(技术熟练程度、疲劳程度、测量习惯等)引起的误差。

总之,产生误差的因素很多,分析时应找出主要因素,采取相应措施,设法消除、减小其影响,以保证测量结果的精确。

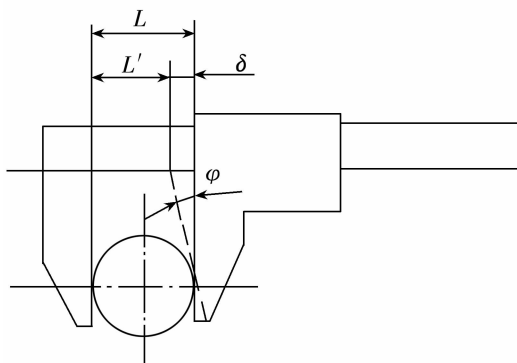


图 2-1 计量器具误差

3. 测量误差的分类及数据处理

根据误差性质和出现规律分为:

1)系统误差 又叫做规律误差。它是在一定的测量条件下,对同一个被测尺寸进行多次重复测量时,误差值的大小和符号(正值或负值)保持不变;或者在条件变化时,按一定规律变化的误差。系统误差分为定值系统误差和变值系统误差两种。

(1)定值系统误差 在全部测量过程中,它的数值和符号均不变的误差。

特点:使随机误差曲线产生平移。

(2)变值系统误差 在相同测量条件下,多次测量同一量值时,其大小和方向按一定规律变化的误差。

特点:使随机误差曲线改变形状,不具备抵偿性。

2)粗大误差 在一定的测量条件下,超出规定条件下预期的误差称为粗大误差。一般地,给定一个显著性的水平,按一定条件分布确定一个临界值,凡是超出临界值范围的值,就是粗大误差,它又叫做粗误差或寄生误差。产生粗大误差的主要原因如下:

(1)由于测量不正确等原因引起的明显歪曲测量结果的误差;

(2)大大超出规定条件下预期的误差。

正确的测量,不应包含粗大误差。进行误差分析时,要将其剔除,主要分析随机误差和系统误差。

3)随机误差特征及其评定

随机误差也称为偶然误差和不定误差,是由于在测定过程中一系列有关因素微小的随机波动而形成的具有相互抵偿性的误差。随机误差不能用修正或采取某种技术措施的办法来消除。

(1)随机误差的分布及其特征

在同一条件下,对同一被测值进行多次重复测量时,绝对值和符号以不可预定方式变化的误差。

每一单次测量所产生的误差绝对值和符号不能预料,但以足够多的次数重复测量,随机误



差的总体服从一定的统计规律。

知识点 随机误差的基本特性：

- ①单峰性 绝对值小的随机误差比绝对值大的出现的概率大。
- ②离散性 随机误差的绝对值有大有小,呈离散分布。
- ③对称性 绝对值相等的正负随机误差出现的概率相同。
- ④有界性 一定测量条件下,随机误差的绝对值不会超过一定的界限。

(2)正态分布的随机误差

根据概率论,正态分布曲线数学表达式

$$y = \frac{1}{\sigma \sqrt{2\pi}} e^{-\frac{\delta^2}{2\sigma^2}}$$

式中 y ——概率密度;

σ ——标准偏差;

δ ——随机误差;

e ——自然对数的底。

概率密度 y 与随机误差 δ 及标准偏差 σ 有关,当 $\delta=0$ 时,概率密度最大,且有

$$y_{max} = \frac{1}{\sigma \sqrt{2\pi}}$$

标准偏差 σ 是各随机误差 δ 平方和的平均值的正平方根。

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n \delta_i^2}{n}}$$

由此我们可以绘制出如图 2-2 的正态分布曲线。

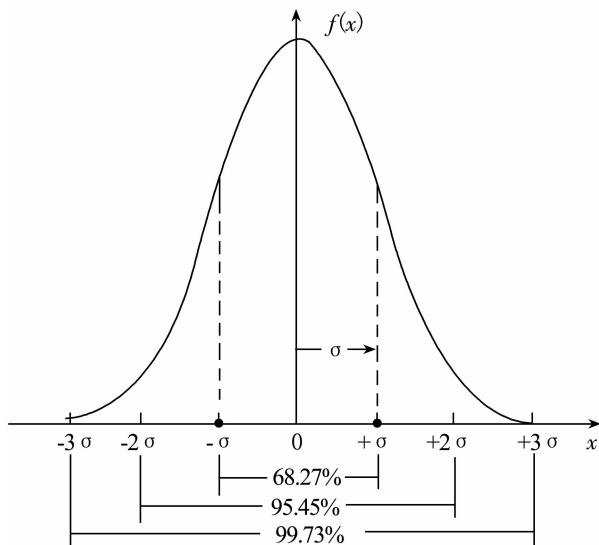


图 2-2 标准正态分布曲线



知识点 由图 2-2 得标准正态分布曲线的特性:

①平均值 $\bar{x}$ 是表征分布曲线位置参数,即表示了尺寸分散中心的位置。 $\bar{x}$ 不同,分布线沿 X 轴平移而不改变其形状。

②标准差 σ 是表征分布曲线形状的参数,不影响曲线的位置,它表示了尺寸分散范围的大小。

③大量数据计算表明,工件落在 $\bar{x} \pm 3\sigma$ 间的概率为 99.73%,而落在该范围外的概率仅为 0.27%,可忽略不计。这就是工程上所谓的 $\pm 3\sigma$ 原则。

④正态分布曲线下所包含的面积为 1,代表工件的总体(全部样本),即 100% 零件的实际尺寸都在这一分布范围内。

图 2-3 是不同标准偏差 σ 的正态分布曲线。

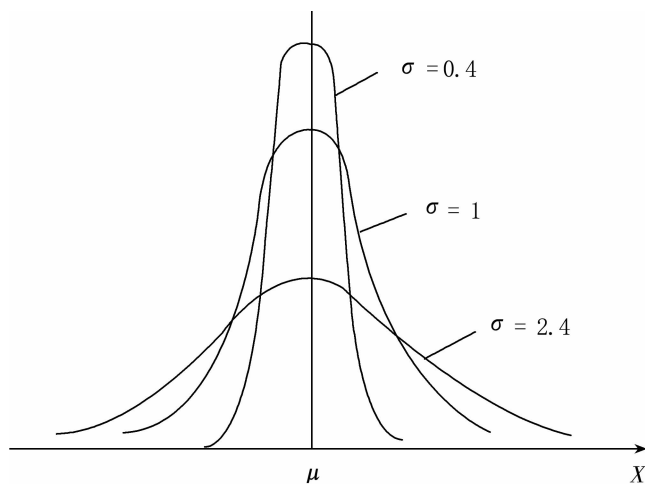


图 2-3 不同标准偏差的正态分布曲线

知识点 由图 2-3 得:标准偏差 σ 表示了随机误差的离散程度, σ 越小, $y_{\max}$ 越大,分布曲线越陡峭,测得值越集中,测量精度越高。反之, σ 越大, $y_{\max}$ 越小,分布曲线越平坦,测得值越分散,测量精度越低。



课题 2 钢直尺、卡钳和塞尺



学习目标

1. 了解钢直尺的测量范围；
2. 了解卡钳的分类和使用；
3. 了解塞尺的规格和使用。



重点与难点

内外卡钳的正确使用。

同学们在以往的学习中,测量长度经常用到何种工具?

一、钢直尺

钢直尺是最简单的长度测量工具,它的长度有 150、300、500 和 1000 mm 4 种规格。图 2—4 所示是常用的 150 mm 钢直尺。



图 2—4 150 mm 钢直尺

钢直尺用于测量零件的长度尺寸,如图 2—5 所示,它的测量结果不太准确。这是由于钢直尺的刻线间距为 1mm,而刻线本身的宽度就有 0.1~0.2 mm,所以测量时读数误差比较大,只能读出毫米数,即它的最小读数值为 1mm,比 1mm 小的数值,只能估计而得。

如果用钢直尺直接去测量零件的直径尺寸(轴径或孔径),则测量精度更差。其原因是:除了钢直尺本身的读数误差比较大以外,还由于钢直尺无法正好放在零件直径的正确位置。因此,零件直径尺寸的测量,需要利用钢直尺和内外卡钳配合使用。

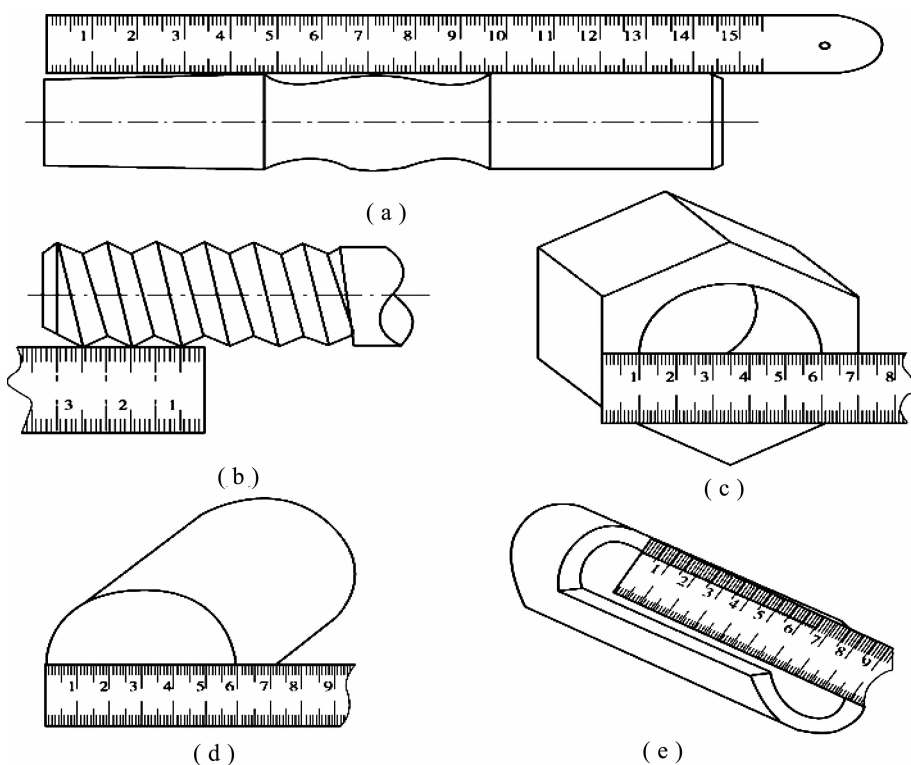


图 2-5 钢直尺的使用方法

二、卡钳

图 2-6 所示是常见的两种卡钳。卡钳是最简单的比较测量工具。卡钳本身都不能直接读出测量结果,而是把测量得到的长度尺寸(直径也属于长度尺寸),在钢直尺上进行读数,或在钢直尺上先取下所需尺寸,再去检验零件的直径是否符合要求。

知识点 外卡钳是用来测量零件的外径和平面的,内卡钳是用来测量零件的内径和凹槽的。

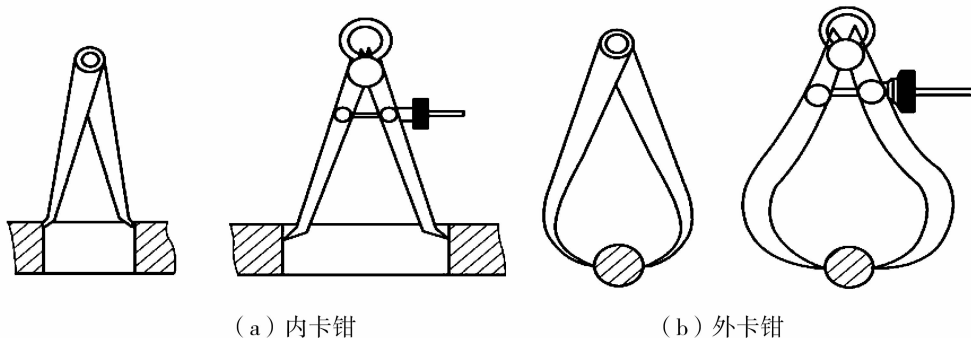


图 2-6 卡钳



1. 卡钳开度的调节

首先检查钳口的形状,钳口形状对测量精确度影响很大,应注意经常修整钳口的形状,图 2—7 所示为卡钳钳口形状好与坏的对比。调节卡钳的开度时,应轻轻敲击卡钳脚的两侧面。先用两手把卡钳调整到和工件尺寸相近的开口,然后轻敲卡钳的外侧来减小卡钳的开口,敲击卡钳内侧来增大卡钳的开口,如图 2—8(a)所示。但不能直接敲击钳口,图 2—8(b)所示,这会因卡钳的钳口损伤量测面而引起测量误差,更不能在机床的导轨上敲击卡钳,如图 2—8(c)所示。

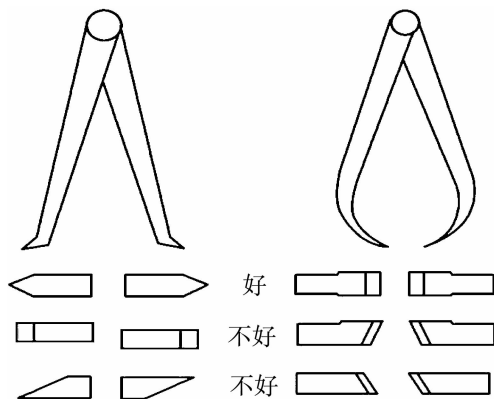


图 2—7 卡钳钳口形状好与坏的对比

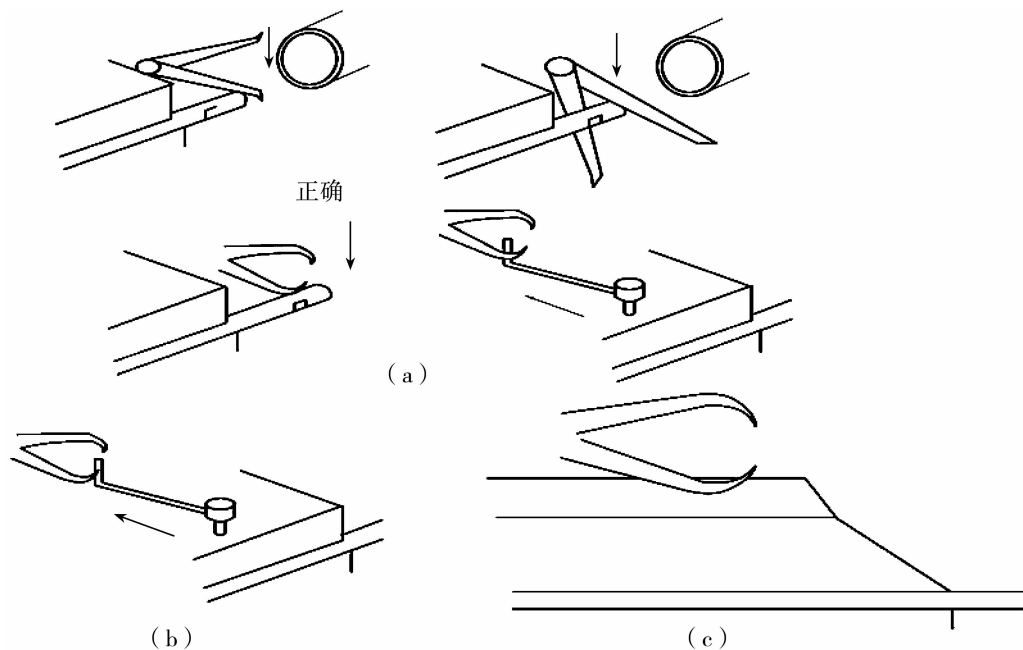


图 2—8 卡钳开度的调节

2. 外卡钳的使用

外卡钳在钢直尺上取下尺寸时,如图 2—9(a)所示,一个钳脚的测量面靠在钢直尺的端面



上,另一个钳脚的测量面对准所需尺寸刻线的中间,且两个测量面的连线应与钢直尺平行,人的视线要垂直于钢直尺。

用已在钢直尺上取好尺寸的外卡钳去测量外径时,要使两个测量面的连线垂直零件的轴线,靠外卡钳的自重滑过零件外圆时,我们手中的感觉应该是外卡钳与零件外圆正好是点接触,此时外卡钳两个测量面之间的距离,就是被测零件的外径。

知识点 用外卡钳测量外径,就是比较外卡钳与零件外圆接触的松紧程度,以卡钳的自重能刚好滑下为合适。

如图 2-9(b)所示。如当卡钳滑过外圆时,我们手中没有接触感觉,就说明外卡钳比零件外径尺寸大,如靠外卡钳的自重不能滑过零件外圆,就说明外卡钳比零件外径尺寸小。切不可将卡钳歪斜地放上工件测量,这样有误差,图 2-9(c)所示。由于卡钳有弹性,把外卡钳用力压过外圆是错误的,更不能把卡钳横着卡上去,图 2-9(d)所示。对于大尺寸的外卡钳,靠它自重滑过零件外圆的测量压力已经太大了,此时应托住卡钳进行测量。

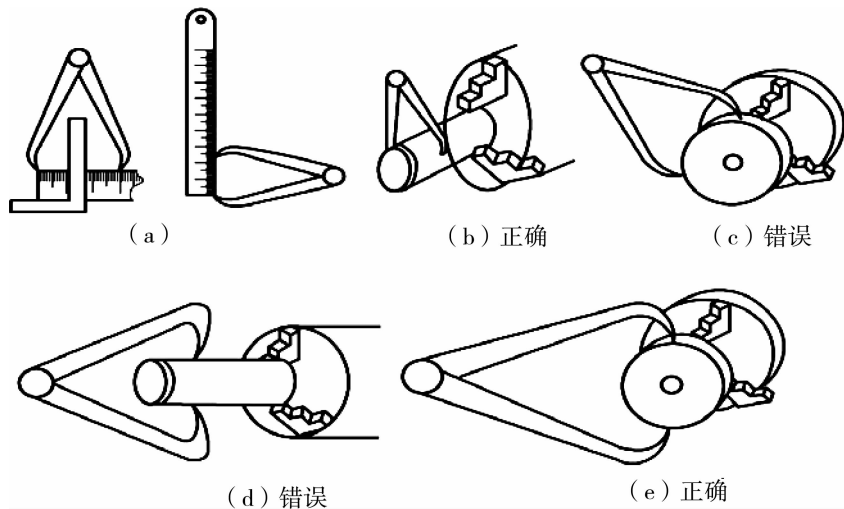


图 2-9 外卡钳在钢直尺上取尺寸和测量方法

3. 内卡钳的使用

用内卡钳测量内径时,应使两个钳脚的测量面的连线正好垂直相交于内孔的轴线,即钳脚的两个测量面应是内孔直径的两端点。因此,测量时应将下面钳脚的测量面停在孔壁上作为支点,如图 2-10(a)所示,上面的钳脚由孔口略往里面一些逐渐向外试探,并沿孔壁圆周方向摆动,当沿孔壁圆周方向能摆动的距离为最小时,则表示内卡钳脚的两个测量面已处于内孔直径的两端点了。再将卡钳由外至里慢慢移动,可检验孔的圆度公差,如图 2-10(b)所示。

用已在钢直尺上或在外卡钳上取好尺寸的内卡钳去测量内径,如图 2-11(a)所示,就是比较内卡钳在零件孔内的松紧程度。如内卡钳在孔内有较大的自由摆动时,就表示卡钳尺寸比孔径小了;如内卡钳放不进去,或放进孔内后紧得不能自由摆动,就表示内卡钳尺寸比孔径大了;如内卡钳放入孔内,按照上述的测量方法能有 1~2 mm 的自由摆动距离,这时孔径与内卡钳尺



寸正好相等。测量时不要用手抓住卡钳测量,如图 2-11(b)所示,这样手感就没有了,难以比较内卡钳在零件孔内的松紧程度,并使卡钳变形而产生测量误差。

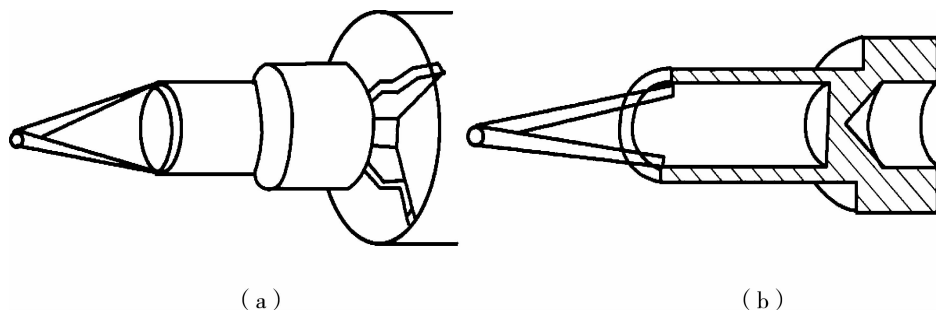
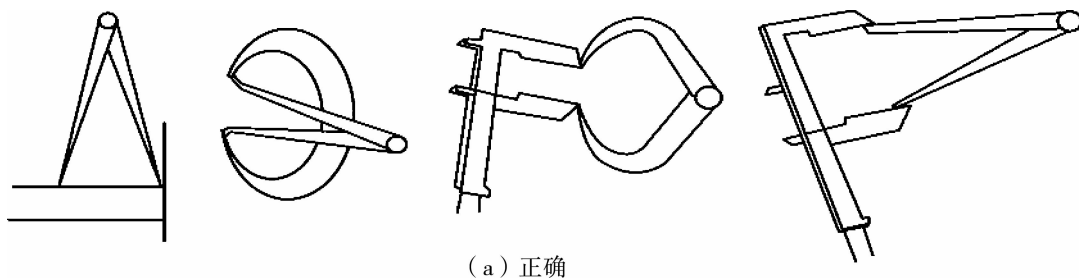


图 2-10 内卡钳测量方法



(a) 正确

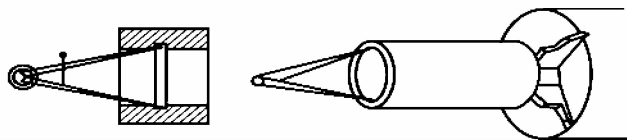


图 2-11 卡钳取尺寸和测量方法

4. 卡钳的适用范围

卡钳是一种简单的测量工具,由于它具有结构简单、制造方便、价格低廉、维护和使用方便等特点,广泛应用于要求不高的零件尺寸的测量和检验方面,尤其是对锻铸件毛坯尺寸的测量和检验,卡钳是最合适的测量工具。

卡钳虽然是简单测量工具,只要掌握得好,也可获得较高的测量精度。例如用外卡钳比较两根轴的直径大小时,就是轴径相差只有 0.01 mm ,有经验的技术工人也能分辨得出。又如用内卡钳与外径百分尺联合测量内孔尺寸时,有经验的技术工人完全有把握用这种方法测量高精度的内孔。

“内卡搭百分尺”是利用内卡钳在外径百分尺上读取准确的尺寸,再去测量零件的内径;或内卡在孔内调整好后与孔接触的松紧程度,再在外径百分尺上读出具体的尺寸。这种测量方法,不仅在缺少精密的内径测量工具时,是测量内径的好办法,而且对于某零件的内径,如图 2-12 所示的零件,由于它的孔内有轴,即使使用精密的内径测量工具测量也有困难,则应用内卡钳搭外



径百分尺测量内径方法,就能较好地解决问题。

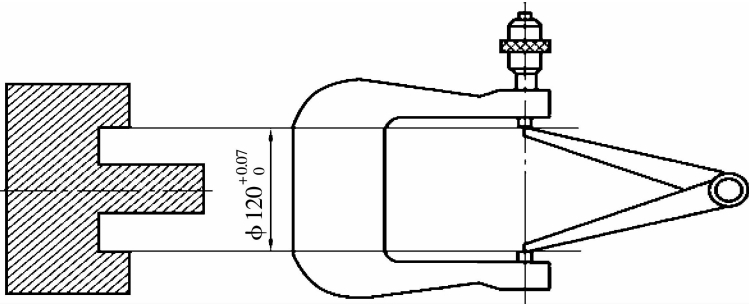


图 2—12 内卡搭外径百分尺测量内径

三、塞尺

塞尺又称厚薄规或间隙片,主要用来检验机床特别紧固面和紧固面、活塞与气缸、活塞环槽和活塞环、十字头滑板和导板、进排气阀顶端和摇臂、齿轮啮合间隙等两个结合面之间的间隙大小。塞尺是由许多层厚薄不一的薄钢片组成,如图 2—13 所示。表 2—1 是塞尺的规格。

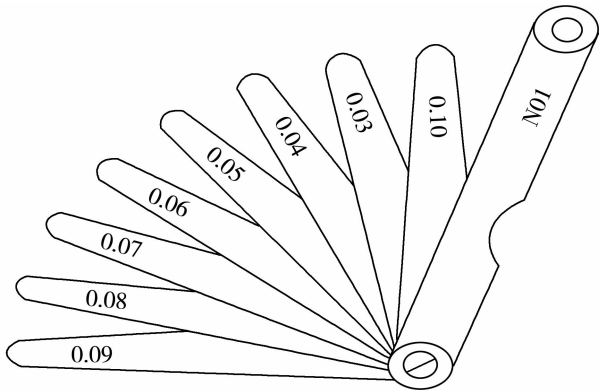


图 2—13 塞尺

表 2—1 塞尺的规格(GB/T 22523—2008)

A 型	B 型	塞尺片长度/mm	片数	塞尺的厚度及组装顺序
组别标记				
75A13	75B13	75	13	0.02;0.02;0.03;0.03;0.04; 0.04;0.05;0.05;0.06;0.07; 0.08;0.09;0.10
100A13	100B13	100		
150A13	150B13	150		
200A13	200B13	200		
300A13	300B13	300		



A 型	B 型	塞尺片长度/mm	片数	塞尺的厚度及组装顺序
组别标记				
75A14	75B14	75	14	1.00;0.05;0.06;0.07;0.08; 0.09;0.19;0.15;0.20;0.25; 0.30;0.40;0.50;0.75
100A14	100B14	100		
150A14	150B14	150		
200A14	200B14	200		
300A14	300B14	300		
75A17	75B17	75	17	0.50;0.02;0.03;0.04;0.05; 0.06;0.07;0.08;0.09;0.10; 0.15;0.20;0.25;0.30;0.35; 0.40;0.45
100A17	100B17	100		
150A17	150B17	150		
200A17	200B17	200		
300A17	300B17	300		

使用塞尺时必须注意下列几点：

- 1) 根据结合面的间隙情况选用塞尺片数, 但片数愈少愈好;
- 2) 测量时不能用力太大, 以免塞尺遭受弯曲和折断;
- 3) 不能测量温度较高的工件。



课题 3 游标类测量器具



学习目标

1. 了解游标类量具的用途及使用场合；
2. 了解游标类量具的结构形状；
3. 掌握游标类量具的刻线原理；
4. 掌握游标类量具的读数方法。



重点与难点

游标类量具的读数方法和使用方法。

游标类测量工具是根据游标读数原理制成的一种常用测量工具,主要在机械加工中用于测量工件的内外尺寸、宽度、高度、厚度、深度、孔距等数据。它具有结构简单、使用方便、测量范围大等特点,故被广泛使用。

一、游标类测量工具的分类

游标类测量工具主要用于长度测量。常用的有:游标卡尺(如图 2-14 所示)、深度游标卡尺(如图 2-15 所示)、高度游标卡尺(如图 2-16 所示)。

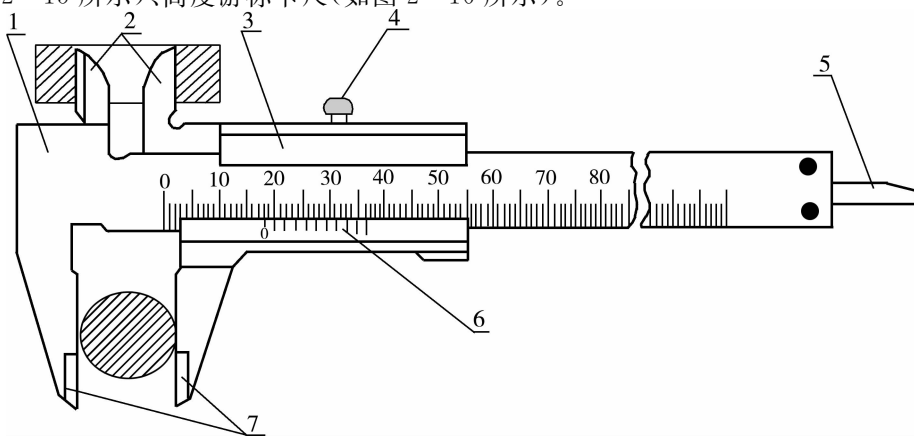


图 2-14 游标卡尺

1—尺身;2—上量爪;3—尺框;4—紧固螺钉;5—深度尺;6—游标;7—下量爪

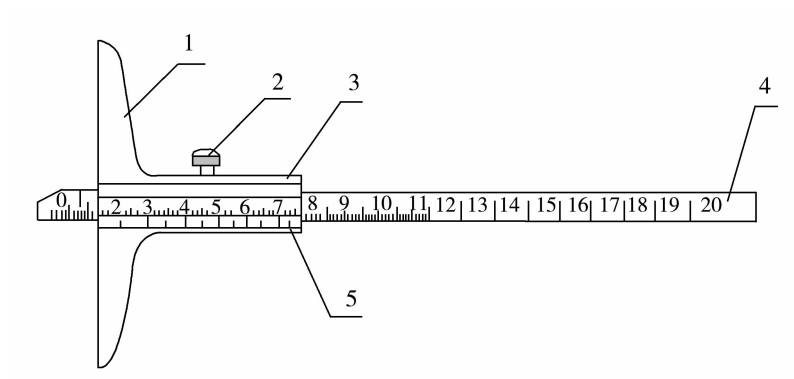


图 2-15 深度游标卡尺

1—基座;2—紧固螺钉;3—尺框;4—尺身;5—游标

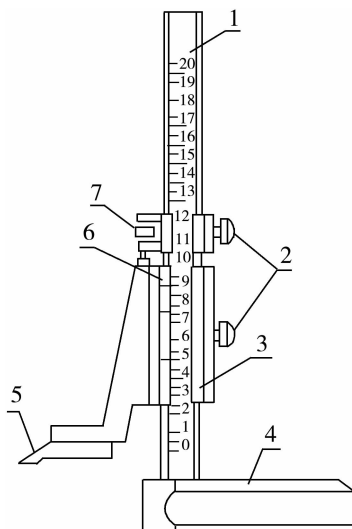


图 2-16 高度游标卡尺

1—主尺;2—紧固螺钉;3—尺框;4—基座;5—量爪;6—游标;7—微动装置

二、游标类测量工具的结构特点

游标类测量工具在结构上的共同特征是都有主尺、游标尺以及测量基准面,另外,还有便于使用而设的微动机构和锁紧机构等。主尺上有毫米刻度,游标尺上的分度值有 0.1、0.05、0.02 mm 3 种。游标卡尺的主尺是一个有刻度的尺身,刻度单位 mm,其上有固定的量爪。有刻度的部分称为尺身,沿着尺身可以滑动的部分称为尺框。尺框上有活动爪,装配了滑动游标和紧固螺钉。滑动尺框通过滑动可以调节两量爪之间的距离,从而达到测量不同尺寸的目的。游标卡尺通常用来测量内外直径、孔距、壁厚、沟槽宽与深等尺寸。