

21 世纪普通高校规划教材

机械制造工程训练

JIXIE ZHIZAO GONGCHENG
XUNLIAN

主 编 刘俊义
副主编 汪全友 鲜洁宇
主 审 戈晓岚

21 世纪普通高校规划教材

机械制造工程训练

主 编 刘俊义

副主编 汪全友 鲜洁宇

主 审 戈晓岚

东南大学出版社

· 南京 ·

图书在版编目(CIP)数据

机械制造工程训练 / 刘俊义主编. —南京: 东南大学出版社, 2013. 12

ISBN 978-7-5641-4652-8

I. ①机… II. ①刘… III. ①机械制造工艺—高等学校—教材 IV. ①TH16

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2013)第 274896 号

机械制造工程训练

出版发行: 东南大学出版社

社 址: 南京市四牌楼 2 号 邮编: 210096

出 版 人: 江建中

责任编辑: 史建农

网 址: <http://www.seupress.com>

电子邮箱: press@seupress.com

经 销: 全国各地新华书店

印 刷: 大丰市科星印刷有限责任公司

开 本: 787mm×1092mm 1/16

印 张: 22.25

字 数: 541 千字

版 次: 2013 年 12 月第 1 版

印 次: 2013 年 12 月第 1 次印刷

书 号: ISBN 978-7-5641-4652-8

印 数: 1—5 000 册

定 价: 49.00 元

本社图书若有印装质量问题, 请直接与营销部联系。电话: 025—83791830

序

技术是工程的基础,科学是技术的源泉力量,科学技术相互支持,但直接作用于生产实际的是技术。因此,教育开始求新求变,更具有前瞻性;大力推进以工程实践能力和创新能力培养为特征的素质教育已成为国内广大教育工作者的共识,培养大学生的创新精神和能力已成为高等教育改革的重要内容,工科类专业学生工程实践能力和创新能力的培养更显重要。

随着社会和科学技术的发展,工程范围不断扩大,工程手段日益丰富更新,但工程的强烈的实践性未变,工程必须综合以应变,创造出人工物以满足人的需要。工程的实践性、创造性、综合性,已得到广泛认同。工程教育也提出“工程教育工程化”,正在产生由“工程实践”“工程科学”向“工程综合”的演进。强化工程意识、工程背景、工程师素养,培养创新精神、创新人格和实践能力,强调知识创新、技术创新、管理创新和市场开拓型人才的培养。面向经济建设的工科本科人才培养模式中,开展技术创新教育,强化实践能力,培养综合素质,是面向 21 世纪工程教育体系中的重要探索。

另一方面,中国加入世界贸易组织后,对外开放进一步扩大,中国将更加深入地参与国际分工。世界各国的企业和跨国公司纷纷来华投资设厂,越来越多的产品将打上“中国制造”而运往世界各地。要提高“中国制造”的竞争力,培养“中国制造”的技术人才就成为事情的关键。

为此,南京工业大学现代装备制造大学生工程训练中心主任刘俊义高级工程师组织编写了《机械制造工程训练》一书。全书以机械产品制造过程为主线,以“学习工艺知识,增强工程实践能力,提高综合素质,培养创新意识和创新能力”为宗旨,既注意与相应的工程技术基础理论课程相结合,又注重发挥机械制造实习现场直观教学的优势;既注意优化传统基础内容,又强化现代制造技术;既注重操作能力的培养,更强调综合能力和创新能力的提高。

本书的编写适应我国制造业发展形势,在内容上注重实践性、启发性、科学性,做到基本概念清晰,重点突出,简明扼要,注重能力培养,并从当前工程技术人才的素质需求和实际出发,面向生产实际,突出职业性,深入浅出,通俗易懂。在强调应用、注重实际操作技能的同时,反映新技术、新工艺、新材料的应用和发展。

在本书付梓之际,我与编者的心情一样,希望读者能及时指出其中的问题与不足之处,以有助于本书不断改进,编者的水平不断提高。

谨以为序。

戈晓岚

2013 年 10 月

前 言

机械制造工程训练是一门多学科综合的工程实践课程,它贯穿了机械产品制造的全过程,其中包含机械产品设计、零部件的加工以及产品的装配等,在培养学生工程实践能力和创新能力等方面发挥着越来越重要的作用。

本教材是根据教育部工程材料及机械制造基础课程指导组制定的“工程训练教学基本要求”和教育部“高等教育面向 21 世纪教学内容和课程体系改革计划”的基本要求,结合本校《工程训练教学大纲》内容编写。本教材在编写过程中,以机械产品制造过程为主线,以“学习工艺知识,增强工程实践能力,提高综合素质,培养创新意识和创新能力”为宗旨,在各章节的内容编排上,不但能与相应的工程技术基础理论课程相结合,保持知识结构的完整性和系统性,而且能充分发挥机械制造实习现场直观教学的优势,通过项目实训,使学生能非常直观地由浅入深、由易到难、循序渐进地学习各种机械制造工艺知识,并通过适当的工程训练提高学生的各项综合能力。另外,在优化传统内容基础上适当地加大了现代制造技术的教学内容,以满足日益发展的现代制造技术业对具有较高综合素质和工程实践能力的创新型工程技术及工程管理人才的需求,并为后续的工程技术基础理论课程和专业课程的学习以及为将来踏入社会奠定良好的基础。

本教材的第 1~3 章由刘亚文编写,第 4~7 章由刘俊义编写,第 8 章由鲜洁宇编写,第 9 章由毛毛编写,第 10、12、15 章及第 14 章第 2 节由汪全友编写,第 11、13 章及 14 章的第 1 节由马旭编写。

本教材由华东高校工程训练教学学会理事、江苏省高校金属工艺教学研究会常务理事、南京工业大学现代装备制造大学生工程训练中心主任刘俊义高级工程师主编;由南京工业大学现代装备制造大学生工程训练中心汪全友和华东高校工程训练教学学会理事、南京农业大学机械工程综合训练中心实习中心主任鲜洁宇担任副主编;由华东高校金工研究会秘书长、江苏省高校金属工艺教学研究会秘书长戈晓岚教授担任主审。

本教材在编写过程中,得到了教育部高等学校教育机械基础课程教学指导分委员会成员、华东高校金工研究会理事长,江苏省高校金属工艺教学研究会理事长张远明教授的大力支持,给我们提出了很多宝贵建议,在此深表感谢!

由于编者的水平和经验有限,书中难免有错误和不妥之处,敬请广大读者批评指正。

编 者

2013 年 8 月

目 录

1 机械制造过程基础知识	1
1.1 项目实训	1
1.2 机械产品制造过程	2
1.3 机械产品质量	4
1.4 计量器具	8
1.5 机械加工工艺规程	14
复习思考题	21
2 工程材料及钢的热处理与项目实训	22
2.1 项目实训	22
2.2 工程材料分类及应用	22
2.3 钢的热处理技术	28
复习思考题	34
3 铸造技术与项目实训	35
3.1 铸造项目实训	35
3.2 砂型铸造	37
3.3 特种铸造	51
3.4 金属的熔炼、浇注及铸件的落砂、清理	55
3.5 铸件缺陷分析及铸件质量检验	59
复习思考题	61
4 锻压技术与项目实训	62
4.1 锻压项目实训	62
4.2 锻造技术	63
4.3 板料冲压技术	71
复习思考题	75
5 焊接技术与项目实训	76
5.1 焊接项目实训	76
5.2 焊条电弧焊	77
5.3 二氧化碳气体保护焊	85
5.4 氩弧焊	89
5.5 气焊与气割	90
5.6 其他焊接方法	95

5.7 焊接质量检验与焊接缺陷分析	98
复习思考题	99
6 车削加工技术与项目实训	101
6.1 车削加工项目实训	101
6.2 车床	102
6.3 车床附件及其应用	106
6.4 车刀及其应用	111
6.5 切削运动、切削用量三要素及其选择原则	116
6.6 车削加工基本方法	119
6.7 车削综合工艺分析	131
复习思考题	133
7 铣削、刨削、磨削、齿形加工技术及项目实训	134
7.1 项目实训	134
7.2 铣削加工技术	135
7.3 刨削加工技术	151
7.4 磨削加工技术	154
7.5 齿轮齿形加工技术	162
复习思考题	165
8 钳工技术及项目实训	166
8.1 钳工项目实训	166
8.2 钳工基本操作方法	167
8.3 装配	190
复习思考题	197
9 非金属材料成形技术简介	198
9.1 塑料成形与加工技术	198
9.2 橡胶成形与加工技术	202
9.3 陶瓷成形技术	204
9.4 复合材料成形技术	205
复习思考题	208
10 数控加工基础	209
10.1 机床数字控制的原理	209
10.2 数控系统的组成及工作过程	211
10.3 数控机床的分类	213
10.4 数控系统与数控机床技术发展趋势	215
复习思考题	217
11 数控车削加工与项目实训	218
11.1 数控车削加工项目实训	218
11.2 数控车床简介	219
11.3 数控车床编程	221

11.4 数控车床操作·····	233
11.5 典型零件的数控车削实例·····	240
复习思考题·····	243
12 数控铣、加工中心、数控雕铣技术与项目实训 ·····	244
12.1 数控铣削类加工项目实训·····	244
12.2 数控铣削加工·····	245
12.3 加工中心·····	273
12.4 数控雕铣·····	283
复习思考题·····	284
13 特种加工与项目实训 ·····	285
13.1 特种加工项目实训·····	285
13.2 特种加工·····	286
13.3 其他特种加工简介·····	305
复习思考题·····	307
14 计算机辅助设计与制造 ·····	308
14.1 MasterCAM ·····	308
14.2 ArtCAM ·····	318
复习思考题·····	327
15 快速成型技术与项目实训 ·····	328
15.1 快速成型制造项目实训·····	328
15.2 快速成型技术的重要特征·····	329
15.3 快速成型的基本原理·····	329
15.4 快速成型的工艺方法·····	331
15.5 快速成型技术的发展方向·····	334
15.6 熔融挤出成型实践·····	335
复习思考题·····	342
参考文献 ·····	343

1 机械制造过程基础知识

机械制造业是国民经济的支柱产业,担负着为国民经济建设的各行业提供生产装备及各种生产手段的重任,同时还是高科技产业的重要基础,为高科技产业的发展提供各种研究和生产设备等。机械制造业的主要任务是完成机械产品的决策、设计、制造、装配、售后服务及后续处理等,其中包括对半成品零件的加工技术、加工工艺的研究及其工艺装备的设计制造等。

1.1 项目实训

1.1.1 实训目的和要求

- (1) 了解机械产品制造过程。
- (2) 了解机械产品加工方法。
- (3) 了解零件设计及加工过程中尺寸公差、表面结构、几何公差的含义、符号及标注方法。
- (4) 能运用 CAD 绘图软件绘制零件图,要求图样各项标注合理、准确。
- (5) 掌握常用计量器具的特点和使用方法,在实训过程中能熟练使用所需的各种计量器具。
- (6) 初步了解机械加工工艺规程的作用、格式及内容。

1.1.2 实训安全守则

- (1) 在机房使用计算机绘图时应严格遵守机房管理制度。
- (2) 计量器具在使用前、后必须擦干净。
- (3) 不用精密量具测量毛坯。
- (4) 测量时不能用力过猛,不测量温度过高或运动中的工件。
- (5) 量具使用完毕应擦拭干净、涂油后放入专用量具盒内妥善保管。

1.1.3 项目实训内容

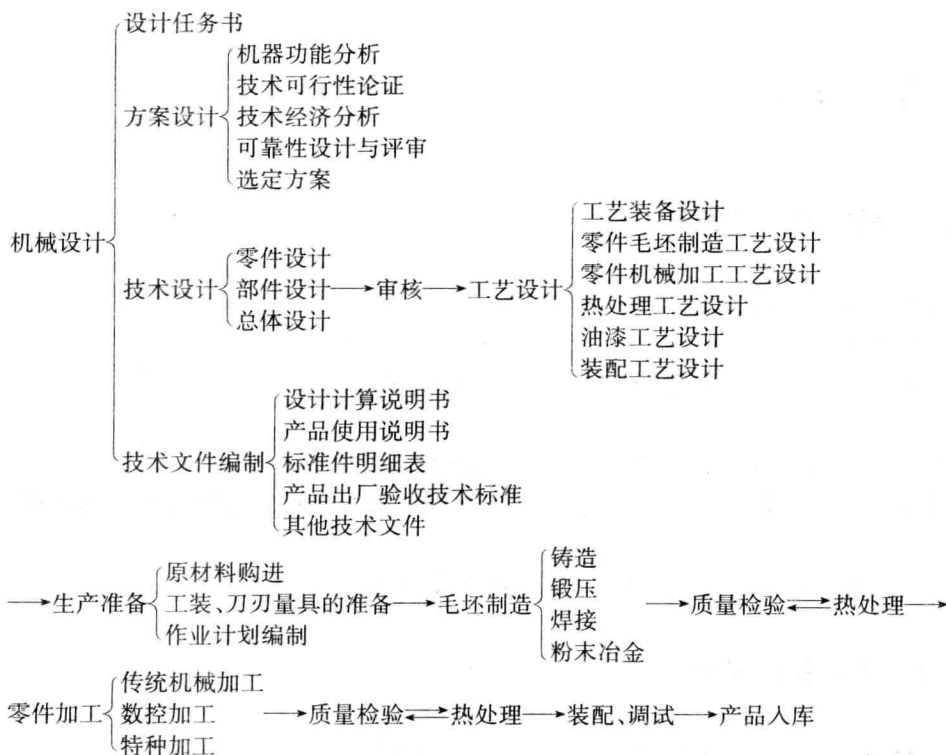
- (1) 根据待测零件的结构特点,选择合适的计量器具进行测量训练。要求量具选择合

理,测量数据准确。

(2) 根据给定的零件结构要素或自行设计,运用 CAD 绘图软件绘制零件图。要求零件结构合理,图样中尺寸公差、表面粗糙度、几何公差等标注准确。

1.2 机械产品制造过程

机械产品制造过程就是应用各种科学技术理论和生产手段,将原材料或半成品变成机械产品的全部劳动过程。就单一的机械制造过程来讲,它既包括产品的机械设计和工艺设计等技术劳动过程,又包括毛坯的制造、机械加工、热处理、装配、试车、油漆等主要劳动过程,同时还包括产品的包装、储存和运输等辅助劳动过程。具体过程大致如下:



1.2.1 机械产品设计

机械产品设计涉及技术、经济和艺术等许多领域,尤其随着现代制造技术及计算机科学与应用技术的迅速发展,使机械产品的设计方法和手段更加现代化,从总体来讲,现代机械产品设计应具有社会性、系统性、创造性、宜人性、最优化、数字化及绿色和环保化等。机械产品设计从设计和工艺角度,通常分为机械设计和工艺设计两部分

1) 机械设计

机械设计是机械产品生产的第一道工序,也是决定机械产品质量的关键工序,一部机器的质量基本上决定于其设计质量。机械设计是一种创造性工作,从狭义的设计过程来看,机械设计一般分为计划、方案设计、技术设计和编制技术文件四个阶段。

在计划阶段,首先应根据生产或生活的需要提出新机器的设计目标,然后对所设计机器的需求情况作充分的调查研究和分析,最后编写出设计任务书。设计任务书大体上包括机器的功能、经济性、环保性的估计、制造要求方面的大致估计、基本要求以及完成设计任务的预计期限等。

在方案设计阶段,应首先对设计任务书中提出的机器功能进行综合分析,并以此确定出机器的功能参数;功能参数确定后即可提出几套可能采用的设计方案。然后,对这几个可行的方案,从技术、经济、造型及环保等方面进行综合评价,同时还必须对机器的可靠性进行分析,并把可靠性作为一项评价的指标。通过方案评价后,最后选定设计方案,并制定出机器的原理图或机构运动简图。方案设计阶段对机器设计的成败起关键性的作用,要正确处理好借鉴与创新的关系。

在技术设计阶段,应首先设计出总装草图和部件装配草图,然后再根据草图设计确定各部件及其零件的外形及基本尺寸,包括各部件之间的联接零、部件的外形及基本尺寸,最后绘制出零件的工作图、部件装配图和总装图。

技术文件的种类很多,通常有机器的设计计算说明书、产品使用说明书、标准件明细表、外购件明细表、主要零件检验项目及产品验收技术标准等。

2) 工艺设计

机械设计完成后,工艺设计所要解决的基本问题,就是如何用最小的工艺成本,生产出一定数量的符合设计质量要求的产品。由于同一种产品或零件的生产,通常可以用几种不同的工艺方案来完成。而不同的工艺方案所取得的经济效益和消耗的成本是不同的,因此,工艺设计过程就是要从众多的工艺方案中选出既符合技术标准要求,又具有较好技术经济效果的最佳工艺方案。

为了获得最佳的工艺方案,工艺设计人员必须根据产品或零、部件的结构特点、技术要求、生产类型及企业生产技术条件等诸多因素,对所要采取的工艺方案逐一进行充分的技术、经济分析后,从中选择一种比较适合的工艺方案。然后,对组成机械产品的所有零、部件分别进行零件毛坯制造工艺设计、零件机械加工工艺设计、热处理工艺设计以及装配工艺设计和油漆工艺设计等,并最终制定出相应的工艺规程。工艺规程种类繁多,例如零件的毛坯制造工艺规程有铸造工艺规程、焊接工艺规程、锻造或冲压工艺规程等。装配工艺规程有套件装配工艺规程、组件装配工艺规程、部件装配工艺规程和产品总装工艺规程等。各种工艺规程一般都设计成表格形式的卡片。本章第5节中详细介绍了零件机械加工工艺规程的格式、内容及制定步骤等,其他工艺规程的格式、内容及制定方法将不再介绍,读者有需要可查阅其他参考资料。

工艺设计还包括必要的生产工艺装备的设计。工艺装备设计主要包括特殊的刀具、夹具、工装设计及机床设备的改装等。

1.2.2 机械产品加工方法

机械产品的加工过程一般分为毛坯加工、零件加工和产品装配、调试三个主要阶段,其中,在零件加工过程中,可根据需要穿插一些热处理工艺,以改变零件的物理、化学性能及工艺性能,满足零件的使用性能要求。

1) 毛坯加工方法

毛坯加工通常有利用各种型材直接下料和金属材料成形方法两大类,其中金属材料成形方法主要有铸造、焊接、锻压和粉末冶金等。

2) 零件的机械加工

零件的机械加工一般分为传统机械加工和现代制造技术加工两大类。其中传统机械加工主要有车削、铣削、刨削、磨削、镗削、钻削等;现代制造技术加工又可分为数控加工技术和特种加工技术两种。其中数控加工主要有数控车削、数控铣削、数控磨削、数控镗削及利用各种加工中心的加工技术等;特种加工主要有电火花加工、电火花线切割、激光加工、电解加工等。

3) 机械产品装配与调试

任何一台机器都是由若干零、部件组成的,将所有零、部件按装配工艺规程要求组装起来,并经过调整、试验等过程使之成为合格产品的全过程即为装配。

1.3 机械产品质量

1.3.1 产品质量的概念

按照 ISO 9000 标准的定义,产品的质量是顾客对产品和服务的满意程度。产品质量除了包含产品本身所具有的使用价值外,还涉及产品实用性、可维护性和满足用户某些需要等方面。产品质量体现在其所具备的适用性、可靠性和经济性中。

1) 适用性

指产品的规格、性能和用途等满足使用目的而具有的技术特征。如物理性能、化学性能、力学性能、运转性能、安全性及外观造型等。

2) 可靠性

指产品在规定的年限内和规定的工作条件下,安全正常工作的可能性,包括产品的使用寿命、精度保持性和故障率等。

3) 经济性

指产品整个生命周期所发生的总费用,包括开发成本、制造成本、运行成本和维修保养成本等。

影响产品质量的因素很多,其中设计质量是保证产品质量的前提,而制造质量是保证产品质量的关键。制造质量主要包括零件的加工质量和装配质量。

1.3.2 零件的加工质量

零件的加工质量包括零件机械加工精度和加工表面质量两方面。其中加工精度包含尺寸精度和几何精度两种。几何精度分形状精度和位置精度。加工表面质量用表面粗糙度值来衡量。

1) 表面粗糙度及其检测方法

(1) 表面粗糙度

零件表面经加工后,总会留有加工的痕迹,即使看起来很光滑的表面,经放大后就会发现其表面高低不平,零件表面的这种微观不平度,就叫表面粗糙度。国家标准 GB/T 3505—2009、GB/T 1031—2009、GB/T 131—2006 中详细规定了表面粗糙度的各种参数及其数值、所用代号及标注方法等。在机械零件设计中,常用轮廓算术平均偏差 R_a 值(μm)来标注表面粗糙度。一般情况下,零件尺寸精度越高,其表面粗糙度越低。

(2) 表面粗糙度检测方法

表面粗糙度的检测方法有样板比较法、显微镜比较法、电动轮廓仪测量法、光切显微镜测量法、干涉显微镜测量法、激光测微仪测量法等。在实际生产中,常用样板比较法。这是以表面粗糙度比较样块工作面上的粗糙度为标准,利用视觉或触觉与被检测表面进行比较,来判断被检测表面是否符合规定要求。

2) 尺寸精度

尺寸精度指零件的实际尺寸与设计理想尺寸的符合程度。尺寸精度用尺寸公差来控制。

在零件的加工过程中,要将零件的尺寸加工得绝对准确是不可能的,也是没有必要的,因此,在保证零件使用性能的前提下,设计零件时将零件尺寸规定在一个适当的变动范围内,即加工零件时,允许零件的实际尺寸在一定的范围内变动,尺寸公差就是允许尺寸的变动量。

零件的公差值与公差等级有关。国家标准 GB/T 1800.2—2009 规定了 20 个公差等级,即 IT01, IT0, IT1, IT2, ..., IT18。IT 表示标准公差,从 IT01 到 IT18 公差等级依次降低,而相应的公差值依次增大。一般零件通常只规定尺寸公差,对于要求较高的重要零件,除了尺寸公差外,还需要规定相应的形状公差和位置公差。

3) 几何精度

几何精度指零件加工时对零件表面的几何形状和相互位置提出必要的精度要求,其中形状精度指构成零件上的几何要素,如线、平面、圆柱面、曲面等的实际形状相对于理想形状的准确程度,形状精度用形状公差来控制。

位置精度指构成零件上的几何要素,如点、线、面的位置相对于理想位置(基准)的准确程度,位置精度用位置公差来控制。

国家标准 GB/T 1182—2008 规定了形状和位置公差的项目、符号及标注方法。其中形状公差有直线度、平面度、圆度、圆柱度、线轮廓度和面轮廓度等六项;位置公差有平行度、垂直度、倾斜度、同轴度、对称度、位置度、圆跳动和全跳动八项。

表 1-3-1 所列为几何公差项目及符号;表 1-3-2 和表 1-3-3 所列分别为常用形状和位

置公差标注及说明。

表 1-3-1 几何公差项目及符号

分类	项 目	符 号	分 类	项 目	符 号
形状公差	直线度		定向	平行度	
	平面度			垂直度	
	圆 度			倾斜度	
	圆柱度		定位	同轴度 (同心度)	
	线轮廓度			对称度	
	面轮廓度			位置度	
			跳动	圆跳动	
				全跳动	

表 1-3-2 常用形状公差的名称、符号、标注及其说明

序号	项目	图 形	说 明
1	直线度		直线度公差为 0.02 mm,任一实际素线必须位于轴向平面内距离为 0.02 mm 的两平行直线之间
2	平面度		平面度公差为 0.1 mm,实际平面必须位于距离为 0.1 mm 的两平行平面内
3	圆度		圆度公差为 0.005 mm,在任一横截面内,实际圆必须位于半径差为 0.005 mm 的两同心圆之间

续 表

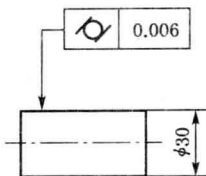
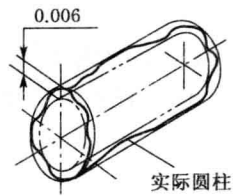
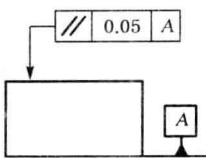
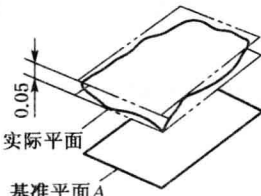
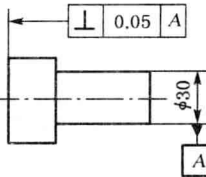
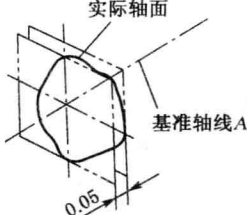
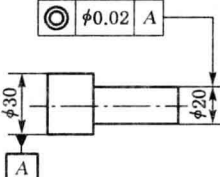
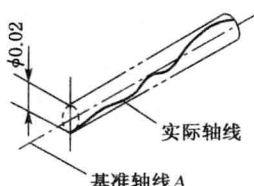
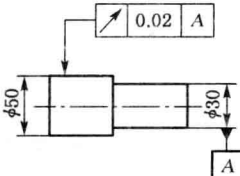
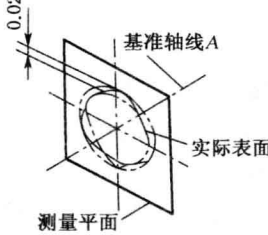
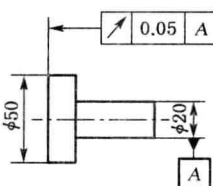
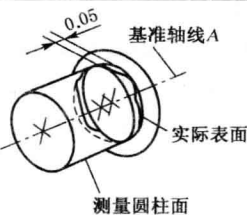
序号	项目	图 形	说 明
4	圆柱度		 圆柱度公差为 0.006 mm, 实际圆柱面必须位于半径差为 0.006 mm 的两同轴圆柱之间

表 1-3-3 常用位置公差名称、符号、标注及其说明

序号	项目	图 例	说 明
1	平行度		 平行度公差为 0.05 mm, 实际平面必须位于距离为 0.05 mm 且平行于基准平面 A 的两平行平面之间
2	垂直度		 垂直度公差为 0.05 mm, 实际端面必须位于距离为 0.05 mm 且垂直于基准轴线 A 的两平行平面之间
3	同轴度		 同轴度公差为 $\phi 0.02$ mm, $\phi 20$ 圆柱的实际轴线必须位于以 $\phi 30$ 圆柱基准线 A 为轴线的以 0.02 mm 为直径的圆柱面内
4	圆跳动		 径向圆跳动公差为 0.02 mm, $\phi 50$ 圆柱面绕 $\phi 30$ 圆柱基准轴线作无轴向移动回转时, 在任一测量平面内的径向跳动量均不得大于 0.02 mm
	圆跳动		 端面圆跳动公差为 0.05 mm, 当零件绕 $\phi 20$ 圆柱基准轴线作无轴向移动回转时, 在左端面上任一测量直径处的轴向跳动均不得大于 0.05 mm

1.3.3 装配质量

装配质量直接决定了产品的质量。合格的零件必须通过正确的装配和调试,才能获得良好的装配质量,以使设备正常地工作。装配质量指标主要由装配精度来衡量。装配精度包括以下三种:

1) 零、部件间的尺寸精度

包括配合精度和距离精度。配合精度是指配合面间达到规定的间隙或过盈的要求;距离精度指零部件间的轴向距离、轴线间的距离等。

2) 零、部件间的位置精度

零、部件间的位置精度包括零、部件间的平行度、垂直度、同轴度和各种跳动等。

3) 零、部件间相对运动精度

零、部件间的相对运动精度指具有相对运动的零、部件在运动位置上的精度要求等。

1.4 计量器具

在机械制造中,用来测量和检验零件加工质量的计量器具一般分量具和量仪两大类。其中量具是指那些能直接表示出长度的单位和界限的简单计量器具,如钢尺、游标卡尺、百分尺、千分尺、量块、塞规和卡规等。而量仪是指利用机械、光学、气动、电动等原理将长度放大或细分的测量器具,如百分表、千分表、扭簧测微仪、干涉仪、投影仪、水平仪等。

由于计量器具的种类、结构、用途和特点各有不同,因此选择计量器具时,通常根据零件的结构类型、待测几何量的种类(如尺寸、角度、表面粗糙度、形位公差等)及测量对象的特点(如精度、大小、轻重、材质、数量等)来综合确定所用的计量器具,以保证测量的精确度。

1.4.1 量具

1) 游标卡尺

游标卡尺是一种比较精密的量具,如图 1-4-1 所示。其具有结构简单、使用方便、测量尺寸范围较大等特点,可用来直接测量工件的内径、外径、长度、深度和孔距等。游标卡尺按测量尺寸范围有 0~125 mm、0~150 mm、0~200 mm、0~300 mm 等多种规格;按其测量精度可分为 0.1 mm、0.05 mm 和 0.02 mm 三种。具体使用时可根据零件大小和尺寸精度来选择。

(1) 游标卡尺刻线原理及读数方法

游标卡尺由主尺和副尺(游标)两部分组成,当固定卡爪与活动卡爪贴合时,主尺与副尺上的零刻度线正好对齐,主尺上的分度值为 1 mm,副尺上的分度值根据卡尺的测量精度,每小格分别为 0.9 mm(精度为 0.1 mm,共 10 格)、0.95 mm(精度为 0.05 mm,共 20 格)和 0.98 mm(精度为 0.02 mm,共 50 格)。

测量读数时,先从主尺上读出游标零线以左的最大整毫米数;然后从游标上读出零线到

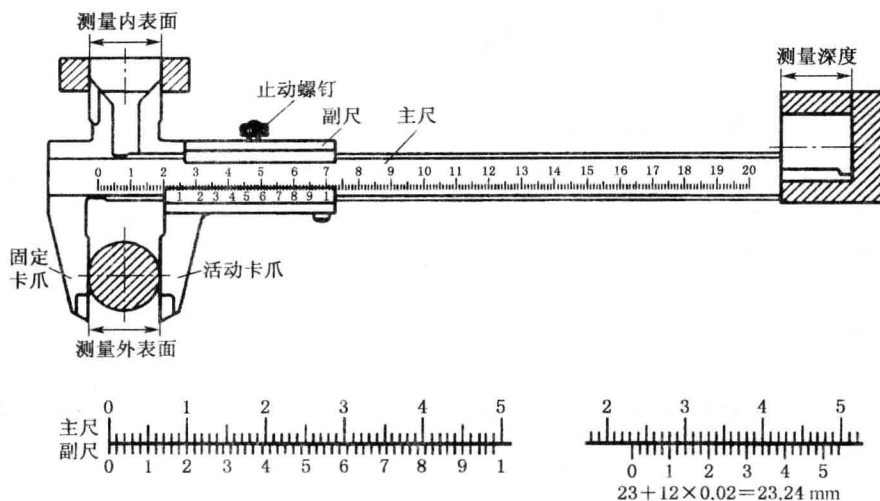


图 1-4-1 游标卡尺

与主尺上刻度线对齐的刻度线的格数,并将格数与卡尺测量精度相乘得到小数,最后将主尺上读出的整数与游标上得到的小数相加就得到实际测量的尺寸。

(2) 使用游标卡尺的注意事项

① 校对卡尺 使用前应先擦净卡尺,然后合拢卡爪,检查主尺与副尺的零线是否对齐,如不对齐,应送计量部门检修,以确保卡尺的测量精度。

② 测量操作 放正卡尺,卡爪与测量面接触时,用力不宜过大,以免卡爪变形或损坏;测量内、外圆时,卡尺应垂直于工件轴线,应使两卡爪处于工件直径位置,以保证测量的准确度。

③ 读取数据 未读出数据前,游标卡尺离开工件表面时,必须先将止动螺钉拧紧,防止活动卡爪移动;读取数据时视线要对准所读刻线并垂直尺面,否则读数不准。

④ 适用范围 游标卡尺属精密量具,不得用其测量毛坯表面和正在运动的工件。

2) 千分尺

千分尺是比游标卡尺更为精密的量具,其测量的准确度为 0.001 或 0.01 (又叫百分尺),可分为外径千分尺、内径千分尺、深度千分尺、公法线千分尺、螺杆千分尺和杠杆千分尺等。外径千分尺按测量范围有 0~25 mm、25~50 mm、50~75 mm、75~100 mm 等多种规格。图 1-4-2 所示为测量范围为 0~25 mm,测量精度为 0.01 mm 的外径千分尺。千分尺

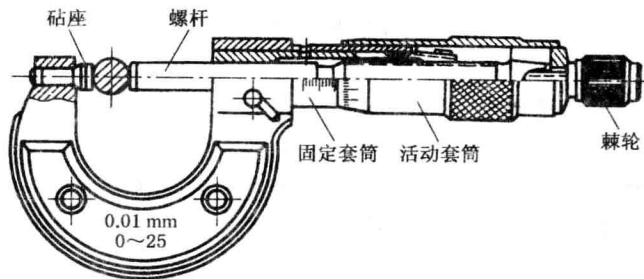


图 1-4-2 千分尺(百分尺)