

中等职业学校数控技术应用专业改革发展创新系列教材

数控铣床编程与操作

吴晓东 郭世俊 戴璨伟 鲍秀斌 主编

SHUXIAO DONG GUO SHI JUN DAI CAN WEI BAO XIU BIN ZHUBIAN

中国铁道出版社
CHINA RAILWAY PUBLISHING HOUSE

中等职业学校数控技术应用专业改革发展创新系列教材

数控铣床编程与操作

吴晓东 郭世俊 主 编
戴璐伟 鲍秀斌

许 莉 郑宗春 副主编

ISBN: 955-035 : 戴璐秀新

文 湖 : 戴 璐

宝中李 : 戴璐秀新

戴文强 : 戴璐秀新

戴 文 : 戴璐秀新

挂 李 : 戴璐秀新

中国铁道出版社 (北京) 100044

网 址 : <http://www.163.com>

中国铁道出版社 北京 100044

2012年9月第1版

787mm × 1092mm 1/16

1-3000册

ISBN 978-7-113-14817-8

16.00元

中国铁道出版社
CHINA RAILWAY PUBLISHING HOUSE

内 容 简 介

本书为中等职业学校数控技术应用专业改革发展创新系列教材,根据教育部制订的技能型紧缺人才培养培训工程中数控技术应用专业的教改意见,同时也参照了人力资源和社会保障部制订的《数控铣工——国家职业标准》中有关数控操作工等级考核标准编写的。

全书分14个项目,共37个任务,主要包括:认知数控铣床及安全教育维护保养、常用量具的正确使用、数控铣削加工工艺基础、数控铣削加工刀具的选择、数控仿真软件的简介(宇龙)、数控铣床面板简介与操作、数控铣床的基本指令、零件的轮廓加工、零件的挖槽加工、零件的孔系加工、数控加工的综合编程、*宏程序的应用、中级工考核例题讲解、*高级工考核例题讲解等(其中加*号的为提高部分)。

本书适合作为中等职业学校数控技术应用专业的教材,也可作为相关技术人员的参考用书。

图书在版编目(CIP)数据

数控铣床编程与操作 / 吴晓东等主编. —北京:

中国铁道出版社, 2012.9

中等职业学校数控技术应用专业改革发展创新系列教材

ISBN 978-7-113-14847-8

I. ①数… II. ①吴… III. ①数控机床-铣床-程序设计-中等专业学校-教材②数控机床-铣床-操作-中等专业学校-教材 IV. ①TG547

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2012) 第 192533 号

书 名: 数控铣床编程与操作

作 者: 吴晓东 郭世俊 戴璨伟 鲍秀斌 主编

策 划: 陈 文

读者热线: 400-668-0820

责任编辑: 李中宝

编辑助理: 赵文婕

封面设计: 刘 颖

责任印制: 李 佳

出版发行: 中国铁道出版社 (100054, 北京市西城区右安门西街8号)

网 址: <http://www.51eds.com>

印 刷: 河北新华第二印刷有限责任公司

版 次: 2012年9月第1版 2012年9月第1次印刷

开 本: 787mm×1092mm 1/16 印张: 7.5 字数: 178千

印 数: 1~3 000册

书 号: ISBN 978-7-113-14847-8

定 价: 16.00元

版权所有 侵权必究

凡购买铁道版图书,如有印制质量问题,请与本社教材图书营销部联系调换。电话:(010)63550836

打击盗版举报电话:(010)63549504

前言

本书是根据教育部制订的技能型紧缺人才培养培训工程中数控技术应用专业的教改意见,同时参照人力资源和社会保障部制订的《数控铣工——国家职业标准》中有关数控操作工等级考核标准编写的。在具体编写过程中,编者结合自己的实践和教学经验,从数控车床的基础知识和基本操作讲起,系统介绍了数控车床编程基础知识和加工工艺安排知识。本书例题的加工编程,均采用 FANUC 系统进行讲解。

本书的主要特点如下:

- 体现“教、学、做”一体的职业技术教育思想。本着“够用为度、实用为本”的原则,充分体现项目引领、任务驱动的教学理念,以典型的技术项目为载体,搭建课程的理论教学和实践教学平台,把实施技术项目作为目标任务来引领课程教学,在完成典型技术项目过程中实现课程目标。
- 结合大量编程实例,逐步增加编程所用代码以及加工零件难度,对加工工艺的安排也是按照由浅入深的原则进行。对于职业资格标准中高级工部分本书加*表示。
- 以就业为导向,以企业用人标准为依据。本书参照《数控铣工——国家职业标准》,力求使学生在掌握技能的同时熟知相关国家职业标准,时刻注意提升自己的技能水平。

全书根据教学需求分为 14 个项目,共 37 个任务,其中包含 12 个模拟题。本书参考学时为 154 学时,其中 26 学时为高级工部分,具体分配如下:

项 目	内 容	参考学时
项目一 认知数控铣床及安全 教育维护保养	任务一 认知数控铣床结构与加工的工作流程	2
	任务二 认知铣床安全操作规程	4
项目二 常用量具的正确使用	任务一 游标卡尺的正确使用	2
	任务二 千分尺的正确使用	2
	任务三 百分表的正确使用	2
	任务四 寻边器、设定器的正确使用	2
项目三 数控铣削加工工艺 基础	任务一 数控铣削加工工艺方法及加工路线的确定	4
	任务二 加工工艺参数的确定	4
	任务三 定位与装夹	4
项目四 数控铣削加工的刀具 选择	任务一 认知数控铣削加工刀具	2
	任务二 数控铣床和加工中心常用刀具的选用	4
	任务三 掌握数控铣加工常用的对刀方法	4
项目五 数控仿真软件(宇龙) 的简介	任务一 认知数控仿真系统的软件界面与操作流程	4
	任务二 认知宇龙数控仿真软件界面	4

续表

项 目	内 容	参考学时
项目六 数控铣床面板介绍与操作	任务一 认知 FANUC Oi mate MC 面板简介	4
	任务二 认知数控铣床的操作步骤	6
	任务三 数控铣床的日常维护和保养	2
项目七 数控铣床的基本指令	任务一 认知程序代码	4
	任务二 认知程序结构	4
项目八 零件的轮廓加工	任务 凸台零件的外轮廓铣削	6
项目九 零件的挖槽加工	任务 铣削带方槽的四型腔零件	6
项目十 零件的孔系加工	任务 孔系加工实例	6
项目十一 数控加工的综合编程	任务 综合编程实例	6
项目十二 * 宏程序的应用	任务一 认知宏程序基本知识	4
	任务二 宏程序的运用实例	4
项目十三 中级工考核例题讲解	任务一 中级工实操模拟试题一	6
	任务二 中级工实操模拟试题二	6
	任务三 中级工实操模拟试题三	6
	任务四 中级工实操模拟试题四	6
	任务五 中级工实操模拟试题五	4
	任务六 中级工实操模拟试题六	4
项目十四 * 高级工考核例题讲解	任务一 数控铣工高级工模拟题一	4
	任务二 数控铣工高级工模拟题二	4
	任务三 数控铣工高级工模拟题三	4
	任务四 数控铣工高级工模拟题四	4
	任务五 数控铣工高级工模拟题五	4
	任务六 数控铣工高级工模拟题六	6

本书由吴晓东、郭世俊、戴璚伟、鲍秀斌任主编，许莉、郑宗春任副主编。具体写作分工如下：项目一、二、三由吴晓东、许莉编写；项目四、五、六、七由鲍秀斌、戴璚伟编写；项目八、九、十、十一、十二、十三、十四由郭世俊、郑宗春编写。

由于编者的水平有限，书中难免有不妥之处，敬请读者批评指正。

编 者

2012 年 3 月

目 录

项目一 认知数控铣床及安全教育维护保养	1
任务一 认知数控铣床结构与加工的工作流程	1
思考与练习	4
任务二 认知铣床安全操作规程	4
思考与练习	6
项目二 常用量具的正确使用	7
任务一 游标卡尺的正确使用	7
思考与练习	9
任务二 千分尺的正确使用	9
思考与练习	12
任务三 百分表的正确使用	13
思考与练习	17
任务四 寻边器、设定器的正确使用	17
思考与练习	18
项目三 数控铣削加工工艺基础	19
任务一 数控铣削加工工艺方法及加工路线的确定	19
思考与练习	24
任务二 加工工艺参数的确定	24
思考与练习	29
任务三 定位与装夹	29
思考与练习	31
项目四 数控铣削加工的刀具选择	32
任务一 认知数控铣削加工刀具	32
思考与练习	33
任务二 数控铣床和加工中心常用刀具的选用	34
思考与练习	37
任务三 掌握数控铣加工常用的对刀方法	37
思考与练习	41
项目五 数控仿真软件(宇龙)的简介	42
任务一 认知数控仿真系统的软件界面与操作流程	42
思考与练习	43
任务二 认知宇龙数控仿真软件界面	44
思考与练习	48
项目六 数控铣床面板介绍与操作	49
任务一 认知 FANUC Oi mate MC 面板简介	49

思考与练习	54
任务二 认知数控铣床的操作步骤	54
思考与练习	57
任务三 数控铣床的日常维护和保养	58
思考与练习	59
项目七 数控铣床的基本指令	60
任务一 认知程序代码	60
思考与练习	60
任务二 认知程序结构	60
思考与练习	77
项目八 零件的轮廓加工	79
任务 凸台零件的外轮廓铣削	79
思考与练习	81
项目九 零件的挖槽加工	83
任务 铣削带方槽的四型腔零件	84
思考与练习	86
项目十 零件的孔系加工	87
任务 孔系加工实例	89
思考与练习	91
项目十一 数控加工的综合编程	93
任务 综合编程实例	93
思考与练习	95
项目十二 * 宏程序的应用	97
任务一 认知宏程序基本知识	97
任务二 宏程序的运用实例	99
项目十三 中级工考核例题讲解	102
任务一 中级工实操模拟试题一	102
任务二 中级工实操模拟试题二	103
任务三 中级工实操模拟试题三	104
任务四 中级工实操模拟试题四	105
任务五 中级工实操模拟试题五	106
任务六 中级工实操模拟试题六	107
项目十四 * 高级工考核例题讲解	109
任务一 数控铣工高级工模拟题一	109
任务二 数控铣工高级工模拟题二	110
任务三 数控铣工高级工模拟题三	111
任务四 数控铣工高级工模拟题四	112
任务五 数控铣工高级工模拟题五	113
任务六 数控铣工高级工模拟题六	114

项目一 认知数控铣床及安全教育维护保养

• 项目引言

随着机电一体化技术的高速发展,产品的更新速度越来越快,产品生产批量较小,因此其加工精度要求较高。为满足要求,在现代制造行业中,数控加工技术的应用越来越广泛。数控铣床和加工中心是功能较齐全的数控加工机床。它将铣削、镗削、钻削、螺纹加工等功能集中在一台设备上。

• 能力目标

- (1) 了解数控铣床的分类组成。
- (2) 了解数控铣床的基本结构及工作流程。
- (3) 树立安全文明生产的意识,杜绝安全事故的发生。

任务一 认知数控铣床结构与加工的工作流程



任务描述

数控铣床和加工中心是功能较齐全的数控加工机床。它将铣削、镗削、钻削、螺纹加工等功能集中在一台设备上。那么数控铣床的分类有哪些?数控铣床的组成又有哪几部分?

一、数控铣床概述

数控铣床是一种功能较强的机床,其加工范围广、工艺复杂、涉及的技术问题较多,是数控加工领域中具有代表性的一种机床。与普通铣床相比,数控铣床具有加工精度高、精度稳定性好、适应性强,特别适应于图 1-1 和图 1-2 所示的板类、盘类、壳具类、模具类等辅助性的零件或对精度保持性要求较高的中、小批量零件的加工。



图 1-1 零件实物 1

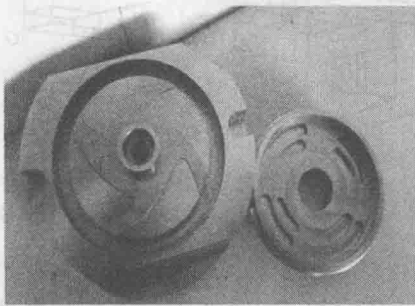


图 1-2 零件实物 2

1. 数控铣床的分类

数控铣床可根据主轴位置及坐标轴数量的不同进行分类。

(1) 按主轴位置的不同进行分类。

按数控铣床主轴位置的不同可将其分为以下三类:

① 立式数控铣床。立式数控铣床的主轴垂直于水平面,如图 1-3(a)所示。小型数控铣床一般都采用工作台移动、升降及主轴不动方式,与普通立式升降台铣床结构相似;中型数控铣床一般采用纵向和横向工作台移动方式,且主轴沿垂直溜板上下运动;大型数控铣床因要考虑到扩大行程、缩小占地面积及刚性等技术问题,往往采用龙门架移动方式,其主轴可以在龙门架的纵向与垂直溜板上运动,而龙门架则沿床身作纵向移动,这类结构的铣床又称为龙门式数控铣床,如图 1-3(b)所示。

② 卧式数控铣床。卧式数控铣床的主轴平行于水平面,如图 1-3(c)、(d)所示。为了扩大加工范围和扩充功能,卧式数控铣床通常采用增加数控转盘或万能数控转盘来实现 4~5 个坐标,进行“四面加工”。

③ 立、卧两用数控铣床。立、卧两用数控铣床的主轴方向可以更换(有手动与自动两种),既可以进行立式加工,又可以进行卧式加工,其使用范围更广、功能更全。当采用数控万能主轴头时,其主轴头可以任意转换方向,加工出与水平面呈各种不同角度的工件表面。当增加数控转盘后,就可以实现对工件的“五面加工”。

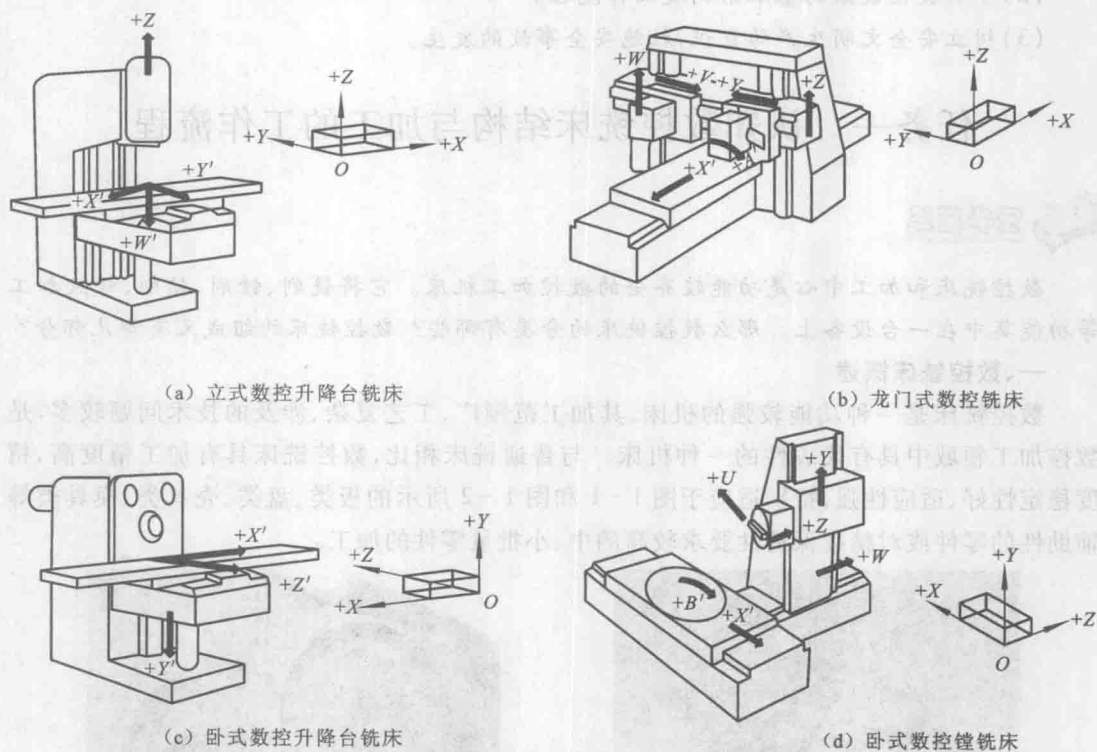


图 1-3 各类数控铣床示意图

(2) 按系统控制的坐标轴数量进行分类。

数控机床按其系统控制的坐标轴数量可分为以下四种:

- ① 2.5 坐标联动数控铣床(只能进行 X 、 Y 、 Z 三个坐标轴中的任意两个坐标轴联动加工)。
- ② 3 坐标联动数控铣床。
- ③ 4 坐标联动数控铣床。
- ④ 5 坐标联动数控铣床。

图 1-4 所示为 XK5040A 型数控铣床的布局图。

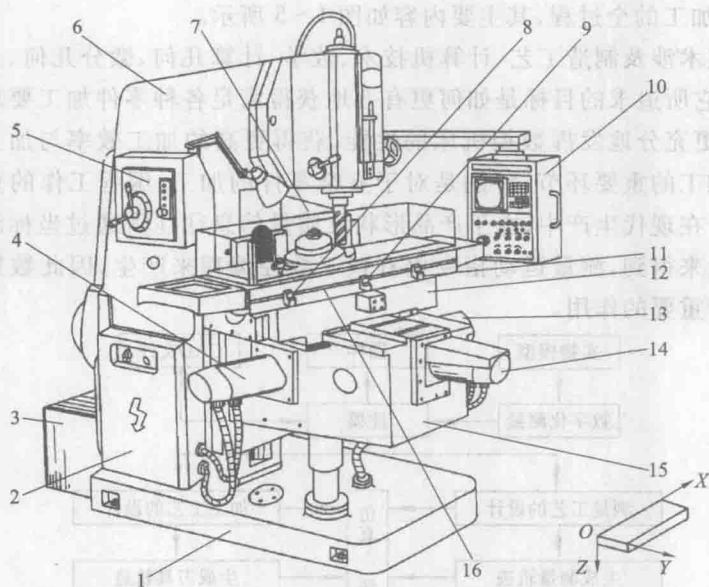


图 1-4 XK5040A 型数控铣床的布局图

- 1—底座;2—强电柜;3—主轴电动机;4—垂直升降进给伺服电动机;5—主轴变速手柄和按钮板;
6—床身;7—数控柜;8—保护开关;9—挡铁;10—操纵台;11—保护开关;12—横向溜板;
13—纵向进给伺服电动机;14—横向进给伺服电动机;15—升降台;16—纵向工作台

2. 数控铣床的组成

数控铣床一般是由数控系统、主传动系统、进给伺服系统、冷却润滑系统等几大部分组成。

(1) 主轴箱。主轴箱包括主轴箱体和主轴传动系统,用于装夹刀具和带动刀具旋转,主轴转速范围和主轴扭矩对加工有直接影响。

(2) 进给伺服系统。进给伺服系统由进给电动机和进给执行机构组成,按照程序设定的进给速度实现刀具和工件之间的相对运动,包括直线进给运动和旋转运动。

(3) 控制系统。数控铣床运动控制的中心,执行数控加工程序控制机床进行加工。

(4) 控制中心。数控铣床运动的控制中心是执行数控加工程序来控制机床进行加工的。

(5) 辅助装置。辅助装置通常是指液压、气动、润滑、冷却系统和排屑、防护装置等。

(6) 机床基础件。机床基础件通常是指底座、立柱、横梁等,它是构成整个机床的基础和框架。

二、工作流程

数控机床是一种按照输入的数字程序信息进行自动加工的机床。数控加工泛指在数控机床上进行零件加工的工艺过程。数控加工技术是指高效、优质地实现产品零件特别是复杂形状零件加工的有关理论、方法与实现的技术,它是自动化、柔性化、敏捷化和数字化制造加工的基础与关键技术。该技术集传统机械制造、计算机、现代控制、传感检测、信息处理、光电技术于一体,是现代机械制造技术的基础。它的广泛应用,给机械制造业的生产方式及产品结构带来了深刻的变化。数控技术的水平和普及程度,已经成为衡量一个国家综合国力和工业现代化水平的重要标志。一般来说,数控加工涉及数控编程技术和数控加工工艺两大方面。数控加工过程包括根据给定的零件加工要求(零件图样、CAD 数据或

实物模型)进行加工的全过程,其主要内容如图 1-5 所示。

数控编程技术涉及制造工艺、计算机技术、数学、计算几何、微分几何、人工智能等众多学科领域知识,它所追求的目标是如何更有效地获得满足各种零件加工要求的高质量数控加工程序,以便更充分地发挥数控机床的性能,获得更高的加工效率与加工质量。数控编程是实现数控加工的重要环节,特别是对于复杂零件的加工,编程工作的重要性甚至超过数控机床本身。在现代生产中,由于产品形状及质量信息往往需通过坐标测量机或直接在数控机床上测量来得到,测量运动指令也有赖于数控编程来产生,因此数控编程对于产品质量控制也有着重要的作用。

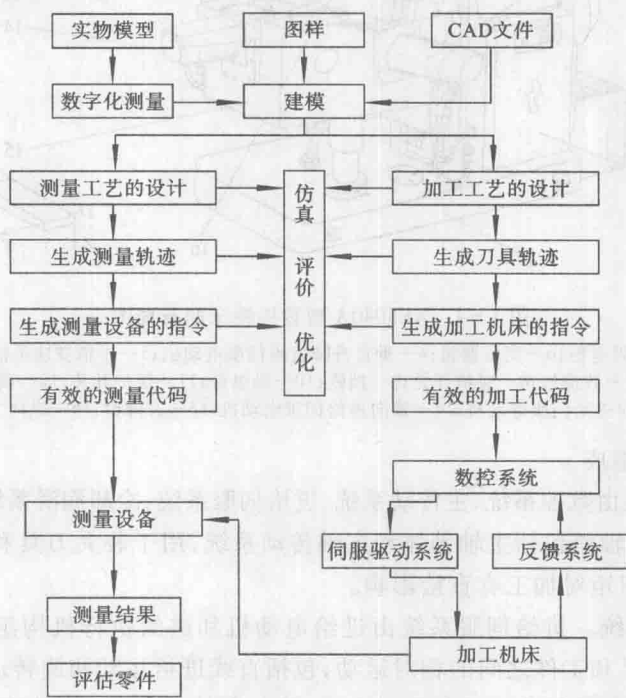


图 1-5 数控加工过程及主要内容

思考与练习

简述数控铣床的基本结构及工作流程。

任务二 认知铣床安全操作规程

任务描述

为了正确、安全、合理地使用数控铣床,保证机床的正常运转,必须制定比较完整的数控铣床操作规程。

要养成安全文明生产的良好习惯,应注意以下四个方面的要求:

一、安全操作基本注意事项

(1)工作时请穿好工作服、安全鞋,戴好工作帽,不允许戴手套操作机床。

(2) 不要移动或损坏安装在机床上的警告标牌。

(3) 不要在机床周围放置障碍物,应保证有足够大的工作空间。

(4) 某一项工作如果需要两人或多人共同完成时,应注意相互操作的协调一致。

(5) 不允许使用压缩空气清洗机床、电气柜及 NC 单元,也不允许吹去碎屑。

二、工作前的准备工作

(1) 遵守一般机床中的操作规程。

(2) 开机前,检查机床各部位状况是否正常,其操作如图 1-6 所示。检查一切正常,按下“急停”按钮后,机床方可通电。通电后,检查指示灯和风扇运转情况,如果正常,可进行复位。



图 1-6 开机前的检查

(3) 机床通电后,检查各开关和按键是否正常、灵活,机床有无异常现象。机床通电后,CNC 装置尚未出现位置显示或报警画面前,请不要触碰 MDI 面板上任何按键,MDI 面板上的有些按键专门用于维护和特殊操作,在开机的同时按下这些按键,可能使机床产生数据丢失等误操作。

(4) 对照图样,检查工件是否符合加工要求。工件合格,方可上床加工。工件的装夹要牢固,选点要正确。

(5) 按加工工艺要求准备工具、量具和刀具。

(6) 机床在开机后运转 15 min 以上,使机床达到热平衡状态后再进行工件的加工。

(7) 工具、量具及其他物品不准放在机床台面上,也不能放在影响机床运行的地方。

(8) 按图样确定加工工艺,根据加工工艺仔细编程,根据工件的状态选择合适的参考点。

(9) 选择合格的刀具。装夹刀具前,注意压缩空气的压力,正常使用的压力为 0.5~0.7 MPa,当压力低于 0.5 MPa 时,刀具会装夹不牢,非常危险。

(10) 检查各刀头的安装方向及各刀具旋转方向是否符合程序要求。

三、工作过程中的安全注意事项

(1) 进行加工时,注意机床的润滑和冷却,任何人都不能进入其运动范围内,操作人员也不要直接或间接地接触机床的运动部位。不要用湿手或湿物接触按钮和开关。

- (2)单端试切时,应使倍率开关置于低挡。
- (3)按照图样检验工件加工情况,对质量要求高的部位要进行单独检验。对批量加工的工件,要进行全检。
- (4)程序修改后,对修改部分一定要仔细计算和认真核对。
- (5)在机床运行中一旦发现异常情况,应立即按下红色“急停”按钮,终止机床的所用运动和操作。待故障排除后,方可重新操作机床和执行程序。如果出现机床报警信息,应根据报警号查明原因并及时排除故障。

四、工作完成后的注意事项

- (1)工件加工完毕,通知检验人员检验,合格后转入下一道工序或入成品库。
- (2)卸下夹具。对某些夹具应记录安装位置和方位,并做记录和存档。
- (3)整理现场,清扫机床。严禁用高压空气吹扫机床。整理好工具、量具、刀具,摆放好工件,清扫机床周围地面。
- (4)关闭电源,做好记录。

思考与练习

- 1.简述数控铣床基本结构和分类。
- 2.数控铣床加工特点有哪些?
- 3.简述数控铣床的加工过程与操作过程。
- 4.数控铣床安全操作注意事项有哪些?

• 完成项目(任务学习完成后填写项目评价表)

项目评价表

课程_____日期_____组别_____组员_____

项目内容					
掌握情况	数控铣床安全操作规程	数控铣床基本结构	数控机床的特点	数控机床的分类	数控机床加工过程
分析原因及对策					
填表人		检测人		审核人	

项目二 常用量具的正确使用

• 项目引言

质量是企业的生命,为切实加强产品质量、不断提高产品质量,必须实行专职检查与工人自检的密切配合,对每道工序进行质量检验。

常用的测量器具包括以下几类:

- (1) 基准量具,是测量中用作标准量的量具,如基准米尺、量块、角度量块、90°角尺和线纹尺。
- (2) 极限量规,是一种没有刻度的、用以检验零件尺寸或形状及相互位置的专用检验工具。它只能判断零件是否合格,而不能得到具体尺寸。
- (3) 检验夹具,也是一种专用的检验工具,配合各种比较仪使用可用来检验更多和更复杂的数据。
- (4) 通用测量器具,是指有刻度并能量出具体数值的测量器具。它包括以下几种类型:
 - ① 游标量具:包括游标卡尺、游标高度尺及游标量角器等。
 - ② 微动螺旋量具:包括内(外)径千分尺、深度千分尺等。
 - ③ 机械量具:包括杠杆齿轮比较仪、扭簧比较仪等。
 - ④ 光学量仪:包括比较仪、测长仪、投影仪、干涉仪。
 - ⑤ 气动量仪:包括压力表式气动量仪、浮标式气动量仪等。
 - ⑥ 电动量仪:包括电感式比较仪、电动轮廓仪等。
 - ⑦ 其他常用的测量工具。

• 能力目标

- (1) 了解并掌握基准量具的原理及使用方法。
- (2) 掌握游标量具和千分尺的使用方法。
- (3) 掌握百分表和寻边器、对刀仪的使用方法。

任务一 游标卡尺的正确使用



应用游标读数原理制成的量具有游标卡尺、游标高度尺、游标深度尺、万能角度尺和齿厚游标卡尺等,用以测量零件的外径、内径、长度、宽度、厚度、高度、深度、角度以及齿轮的齿厚等,其应用范围非常广泛。下面介绍几种常用的游标卡尺的使用方法。

一、游标卡尺的结构形式

游标卡尺是一种常用的量具,具有结构简单、使用方便、精度中等和测量的尺寸范围大等特点,可以用来测量零件的外径、内径、长度、宽度、厚度、深度和孔距等,应用范围很广。

游标卡尺有以下三种结构形式:

- (1) 测量范围为 0 ~ 125 mm 的游标卡尺,制成带有刀口形的上、下量爪和带有深度尺的形式,如图 2-1 所示。

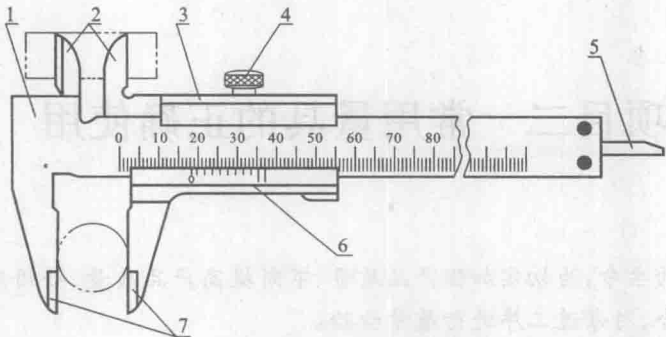


图 2-1 游标卡尺的结构形式之一

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

(2)测量范围为 0 ~ 200 mm 和 0 ~ 300 mm 的游标卡尺,可制成带有内、外测量面的下量爪和带有刀口形的上量爪的形式,如图 2-2 所示。

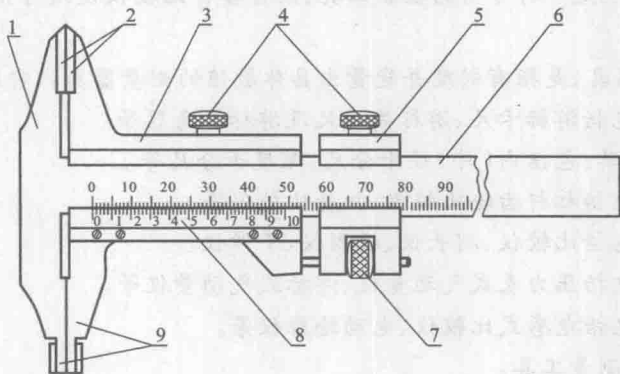


图 2-2 游标卡尺的结构形式之二

1—尺身;2—上量爪;3—尺框;4—紧固螺钉;5—微动装置;
6—主尺;7—微动螺母;8—游标;9—下量爪

(3)测量范围为 0 ~ 200 mm 和 0 ~ 300 mm 的游标卡尺,也可制成只带有内、外测量面的下量爪的形式,如图 2-3 所示。而测量范围大于 300 mm 的游标卡尺,只制成仅带有下量爪的形式。

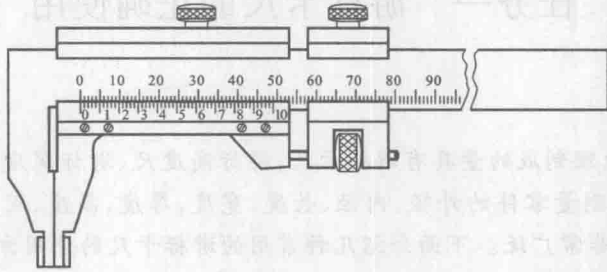


图 2-3 游标卡尺的结构形式之三

二、游标卡尺的读数原理和读数方法

游标卡尺的读数机构,是由主尺和游标两部分组成的,如图 2-2 所示的 6 和 8。当活动量爪与固定量爪贴合时,游标上的“0”刻线(简称游标零线)对准主尺上的“0”刻线,此时量爪间的距离为“0”,如图 2-2 所示。当尺框向右移动到某一位置时,固定量爪与活动量

爪之间的距离,就是零件的测量尺寸,如图 2-1 所示。此时零件尺寸的整数部分,可在游标零线左边的尺身刻线上读出来,而小于 1 mm 的小数部分,可借助游标读数机构来读出,现以规格为 0.02 mm 的游标卡尺为例介绍其读数原理和读数方法。

图 2-4 所示为规格是 0.02 mm 的游标卡尺的游标尺寸,尺身每小格 1 mm,当两爪合并时,游标上的 50 格刚好等于主尺上的 49 mm,则游标每格间距 = $(49 \div 50)$ mm = 0.98 mm;尺身每格间距与游标每格间距相差 = $(1 - 0.98)$ mm = 0.02 mm,0.02 mm 即为此种游标卡尺的最小读数值。

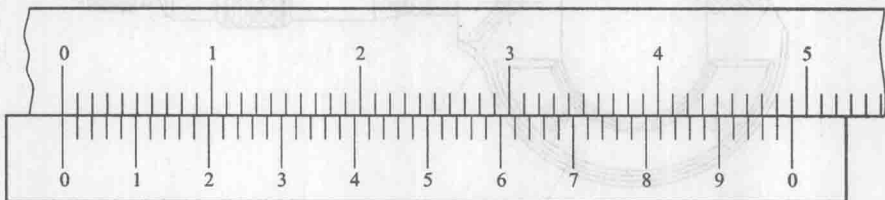


图 2-4 游标读数值为 0.02 mm 的游标尺寸

在图 2-5 所示的游标卡尺的读数中,游标零线在 123 ~ 124 mm,游标上的 11 格刻线与尺身刻线对齐。所以,被测尺寸的整数部分为 123 mm,小数部分为 (11×0.02) mm = 0.22 mm,被测尺寸为 $(123 + 0.22)$ mm = 123.22 mm。

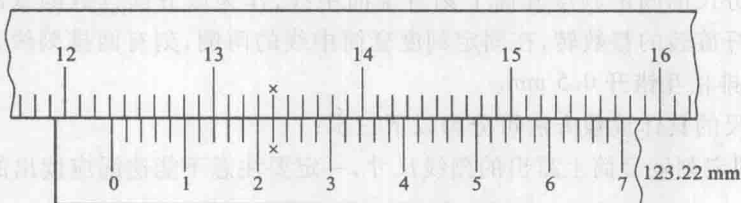


图 2-5 游标卡尺的读数

思考与练习

简述游标卡尺测量原理及卡尺结构。

任务二 千分尺的正确使用



任务描述

千分尺是一种测量精度比游标卡尺更高的精密量具,目前常用的千分尺的测量精度为 0.01 mm。

千分尺的种类很多,包括外径千分尺、内径千分尺、深度千分尺、公法线千分尺、壁厚千分尺等,主要根据其使用场合而划分的,如外径千分尺主要测量工件的外形尺寸。

一、外径千分尺

1. 外径千分尺的结构

千分尺的结构大都类似,常用的外径千分尺是用以测量或检验零件的外径、凸肩厚度

以及板厚或壁厚等(测量孔壁厚度的千分尺,其量面呈球弧形)。外径千分尺由尺架、测微头、测力装置和制动器等组成。图 2-6 所示为测量范围为 0~25 mm 的外径千分尺。尺架 1 的一端装着固定测砧 2,另一端装着测微头(图中未注出)。固定测砧 2 和测微螺杆 3 的测量面上都镶有硬质合金,以提高测量面的使用寿命。尺架 1 的两侧面覆盖着绝热板 12。使用外径千分尺时,应手持绝热板,以防止人体的热量影响外径千分尺的测量精度。

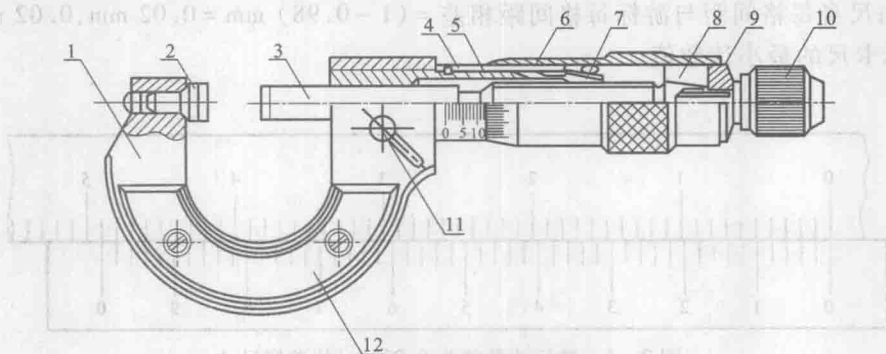


图 2-6 测量范围为 0~25 mm 的外径千分尺

1—尺架;2—固定测砧;3—测微螺杆;4—螺纹轴套;5—固定刻度套筒;6—微分筒;
7—调节螺母;8—接头;9—垫片;10—测力装置;11—锁紧螺钉;12—绝热板

2. 外径千分尺的读数方法

在外径千分尺的固定刻度套筒上刻有轴向中线,作为微分筒读数的基准线。另外,为了计算测微螺杆旋转的整数转,在固定刻度套筒中线的两侧,刻有两排刻线,刻线间距均为 1 mm,上、下两排相互错开 0.5 mm。

外径千分尺的具体读数方法可分为以下三步:

(1) 读出固定刻度套筒上露出的刻线尺寸,一定要注意不能遗漏应读出的 0.5 mm 的刻线值。

(2) 读出微分筒上的尺寸,要看清微分筒圆周上哪一格与固定套筒的中线基准对齐,用格数乘 0.01 mm 即得微分筒上的尺寸。

(3) 将上面两个数相加,即为外径千分尺上测得的零件尺寸。

在图 2-7(a) 所示的外径千分尺的读数中,固定刻度套筒上读出的尺寸为 8 mm,微分筒上读出的尺寸为 27(格) $\times 0.01$ mm = 0.27 mm,以上两数相加即得被测零件的尺寸为 8.27 mm;在图 2-7(b) 所示的外径千分尺的读数中,固定刻度套筒上读出的尺寸为 8.5 mm,微分筒上读出的尺寸为 27(格) $\times 0.01$ mm = 0.27 mm,以上两数相加即得被测零件的尺寸为 8.77 mm。

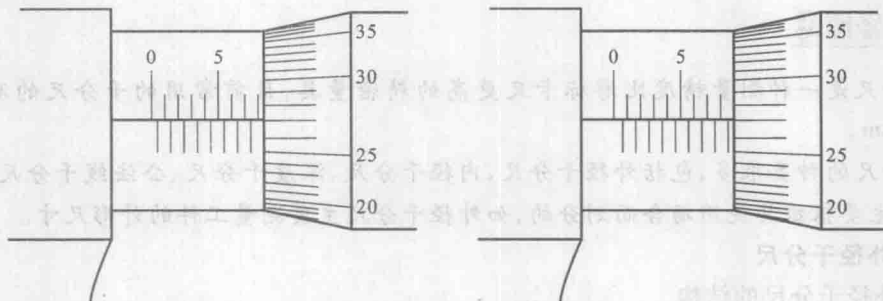


图 2-7 外径千分尺的读数