

高等职业技术教育教材

数控加工

◎ 实训教程

航空工业高等职业技术教育教材编委会 编



學苑出版社

高等职业技术教育教材

数控加工实训教程

航空工业高等职业技术教育教材编委会编

學苑出版社

图书在版编目(CIP)数据

数控加工实训教程/航空工业高等职业技术教育教材编委会编.

—修订本. —北京:学苑出版社,2007.12

(高职高专实训丛书/马业祥主编)

ISBN 978-7-5077-2462-2

I. 数… II. 航… III. 数控机床—加工—高等学校:技术学校—教材 IV. TG659

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2007)第 192483 号

责任编辑:韩继忠

出版发行:学苑出版社

社 址:北京市丰台区南方庄2号院1号楼

邮政编码:100079

网 址:www.book001.com

电子信箱:xueyuan@public.bta.net.cn

销售电话:010-67675512、67602949、67678944

经 销:全国新华书店经销

印 刷 厂:永清县金鑫印刷有限公司

开 本:880×1230 1/16

印 张:14.375

字 数:300千字

版 次:2008年1月北京第2版

印 次:2008年1月北京第1次印刷

印 数:3001—5000册

定 价:30.00元

航空工业高等职业技术教育教材编委会

主任编委:许柏林

副主任编委:贾东林

编委:马业祥 孙伟 王阳辉 郑兆创

董亚雄 杨振洪 郑国平 席尚信

柴艳彪 王大华 杨化杰 吴杰

陶颖 雷勇 袁光敏 王永骞

高庆收 时永辉 赵文英 冉文

丛书主编:马业祥

丛书主审:韦彦成

编著者:郭萍 汤振宁 孙翀翔 李家峰 张学君

前 言

本书是为高等职业技术教育和中等职业技术教育的机械制造专业、机电一体化专业学习数控技术编写的实训试用教材。

目前,机械制造专业发展的一个明显动向是越来越广泛地应用数控技术,普通机械逐渐被高效率、高精度的数控机械所代替。专家们预言:21世纪机械制造业的竞争,在某种程度上是数控技术的竞争。随着制造设备的大规模数控化,企业急需一批数控设备操作员和维修人员。然而,数控人才的奇缺,严重制约着数控设备的使用,影响了制造业的发展。因此,加快数控操作人才的培养,成为当务之急。

数控加工技术是实用性很强的一门技术,数控操作人才一方面要具备综合的基础知识,另一方面要有解决实际问题的能力。因此,操作技术的培养成为培养数控人才的重要环节。

本教材力求在课程内容上做到理论与实际相结合,突出以生产实习教学为主导的特点,密切联系我国数控技术的发展和生产的实际,由浅入深,循序渐进,使培养出来的学生既具有一定的数控基础知识,又能掌握比较系统的专业技术理论和具有较扎实的操作技能,毕业后才能上岗独立操作。

参加本书编写的单位有:沈阳航空职业技术学院、江西航空职业技术学院、西安航空职工大学、西航工学院、南方航空技术学院、西安飞机工业(集团)公司职工工学院、兰州航空工业职工大学、贵州航空工业职工大学、陕西宝成工学院、哈尔滨航空职工大学、成都飞机工业(集团)公司职工工学院、陕西庆安工学院、西安阎良区试飞院工学院、陕飞工学院、陕西航空职业技术学院。

在此,我们谨向所有为本书提供大力支持的有关学校和领导,以及在组织、撰写、研讨、修改、审定、打印、校对等工作中做出奉献的同志表示由衷的感谢。

本教材的编写工作,由于时间紧促,水平有限,一定存在不足之处,我们恳切期望使用本教材的同志提出批评和修改意见。

航空工业高等职业技术教育教材编委会

2007年12月

目 录

第一章 数控仿真加工	(1)
课题一 华中世纪星数控加工仿真系统	(1)
课题二 FANUC 0I 数控加工仿真系统	(37)
课题三 SIEMENS 802S 数控加工仿真系统	(66)
第二章 数控车床加工	(109)
(中 级)	(109)
课题一 编程车削简单外轮廓零件	(109)
课题二 编程车削圆柱孔和内沟槽	(121)
课题三 编程车削螺纹类零件	(128)
课题四 编程车削简单综合件	(135)
(高 级)	(144)
课题一 高级工车削零件 1	(144)
课题二 高级工车削零件 2	(148)
课题三 高级工车削零件 3	(152)
(技 师)	(156)
课题一 技师车削零件 1	(156)
课题二 技师车削零件 2	(160)
课题三 技师车削零件 3	(164)
第三章 数控铣床加工	(169)
(中 级)	(169)
课题一 数控铣削加工平面外轮廓	(169)
课题二 数控铣削加工平面内轮廓	(174)
课题三 数控加工孔	(178)
课题四 数控铣削简单曲面工件	(183)
(高 级)	(188)
课题一 高级工铣削零件 1	(188)
课题二 高级工铣削零件 2	(192)
课题三 高级工铣削零件 3	(195)
(技 师)	(200)
课题一 技师铣削零件 1	(200)
课题二 技师铣削零件 2	(204)
课题三 技师铣削零件 3	(210)
习题集	(215)
数控车床加工练习题	(215)
数控铣床加工练习题	(219)

第一章 数控仿真加工

课题一 华中世纪星数控加工仿真系统

一、实训目的

让学生熟练掌握华中世纪星数控加工仿真系统的使用。

二、实训要点

1. 掌握仿真软件的基本操作。
2. 掌握华中世纪星数控车、铣、加工中心机床台面操作。
3. 掌握华中世纪星数控车、铣、加工中心机床面板操作。
4. 掌握华中世纪星数控车、铣、加工中心机床的对刀过程。

三、实训步骤

(一) 基本操作

1. 对项目文件的操作

1) 新建项目文件

打开菜单“文件\新建项目”;选择新建项目后,就相当于回到重新选择后机床的状态。

2) 打开项目文件

打开选中的项目文件夹,在文件夹中选中并打开后缀名为“.MAC”的文件。

3) 保存项目文件

打开菜单“文件\保存项目”或“另存项目”;选择需要保存的内容,按下“确认”按钮。如果保存一个新的项目或者需要以新的项目名保存,选择“另存项目”,当内容选择完毕,还需要输入项目名。

保存项目时,系统自动以用户给予的文件名建立一个文件夹,内容都放在该文件夹之中,默认保存在用户工作目录相应的机床系统文件夹内。

2. 零件模型

如果只想对加工的零件进行操作,可以选择“导入\导出零件模型”,零件模型的文件以“.PRT”为后缀。

3. 视图变换的选择

在工具栏中选          之一,它们分别对应于菜单“视图”下拉菜单的“复位”、“局部放大”、“动态缩放”、“动态平移”、“动态旋转”、“侧视图”、“俯视图”、“前视图”。或者可以将光标置于机床显示区域内,点击鼠标右键,弹出浮动菜单进行相应选择。将鼠标移至机床显示区,拖动鼠标,进行相应操作。

4. 控制面板切换

在“视图”菜单或浮动菜单中选择“控制面板切换”，或在工具条中点击“”，即完成控制面板切换。

未选择“控制面板切换”时，面板状态如图 1-1 所示，此时 FANUC 系统可完成机床回零、手动控制等基本操作。

选择“控制面板切换”后，面板状态如图 1-2 所示，此时 FANUC 系统可完成各参数的输入及编辑程序等操作。

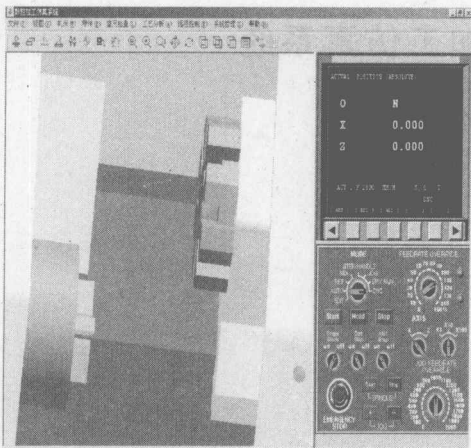


图 1-1 切换前面板状态

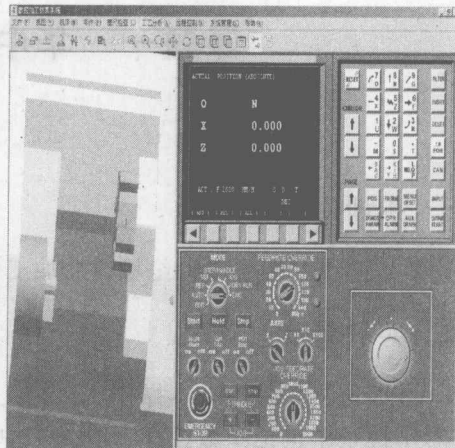


图 1-2 切换后面板状态

5. “选项”对话框

在“视图”菜单或浮动菜单中选择“选项”或在工具条中选择“”，在对话框中进行设置。如图 1-3 所示。其中透明显示方式可方便观察内部加工状态。

“速度设置”中的速度值是用以调节仿真速度，有效数值范围从 1 到 100。

如果选中“对话框显示出错信息”，出错信息提示将出现在对话框中。否则，出错信息将出现在屏幕的右下角。

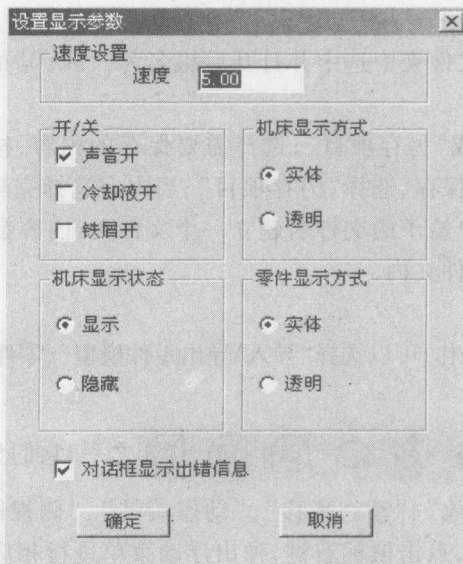


图 1-3 “选项”对话框

6. 车床零件测量

数控加工仿真系统提供了卡尺以完成对零件的测量。如果当前机床上有零件且零件不处于正在被加工的状态,菜单选择“测量\坐标测量…”弹出对话框如图 1-4。

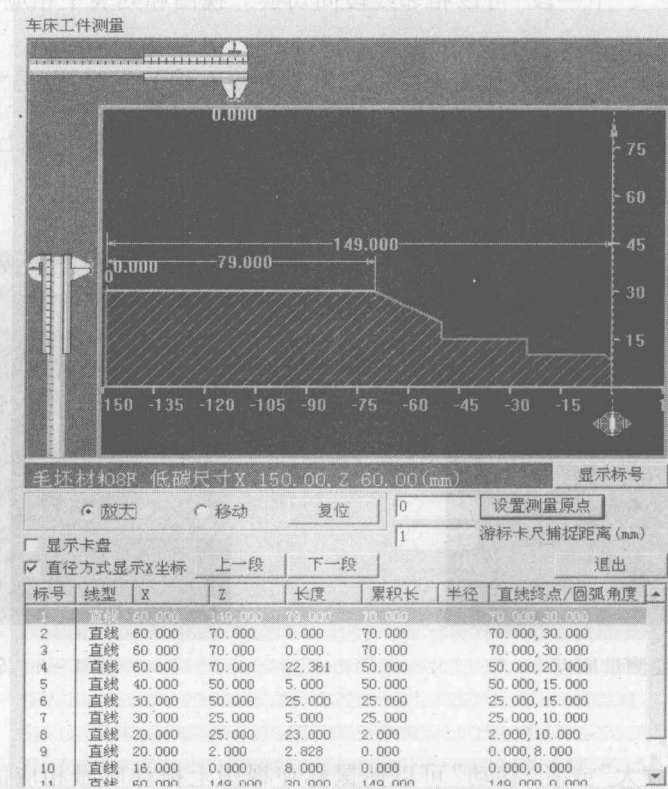


图 1-4 车床工件测量界面

对话框上半部分的视图显示了当前机床上零件的剖面图。坐标系水平方向上以零件轴心为 Z 轴,向右为正方向,默认零件最右端中心记为原点,拖动  可以改变 Z 轴的原点位置。垂直方向上为 X 轴,显示零件的半径刻度。 Z 方向、 X 方向各有一把卡尺用来测量两个方向上的投影距离。

下半部分的列表中显示了组成视图中零件剖面图的各条线段,每条线段包含以下数据:

标号:每条线段的编号,点击“显示标号”按钮,视图中将用黄色标注出每一条线段在此列表中对应的标号。

线型:包括直线和圆弧,螺纹将用小段的直线组成。

X :显示此线段自左向右的起点 X 值,即直径/半径值。选中“直径方式显示 X 坐标”,列表中“ X ”列显示直径,否则显示半径。

Z :显示此线段自左向右的起点距零件最右端的距离。

长度:线型若为直线,显示直线的长度;若为圆弧,显示圆弧的弧长。

累积长:从零件的最右端开始到线段的终点在 Z 方向上的投影距离。

半径:线型若为直线,不做任何显示;若为圆弧,显示圆弧的半径。

终点/圆弧角度:线型若为直线,显示直线终点坐标;若为圆弧,显示圆弧的角度。

选择一条线段:

方法一:在列表中点击选择一条线段,当前行变蓝,视图中将用黄色标记出此线段在零件剖面图上的

详细位置,如图 1-4。

方法二:在视图中点击一条线段,线段变为黄色,且标注出线段的尺寸。对应列表中的一条线段显示变蓝。

方法三:点击“上一段”、“下一段”可以相邻线段间切换。视图和列表中相应变为选中状态。

设置测量原点:

方法一:在按钮前的编辑框中填入所需坐标原点距零件最右端的位置,点击“设置测量原点”按钮。

方法二:拖动,改变测量原点。拖动时在虚线上有一黄色圆圈在 Z 轴上滑动,遇到线段端点时,跳到线段端点处,如图 1-5。

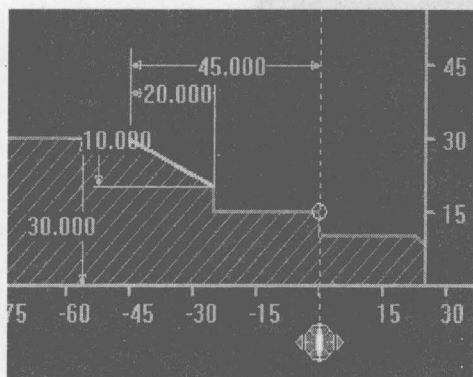


图 1-5 改变测量原点

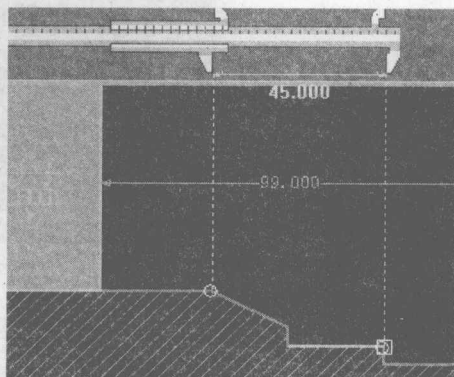


图 1-6 显示卡盘

视图操作:

鼠标选择对话框中“放大”或者“移动”可以使鼠标在视图上拖动时做相应的操作,完成放大或者移动视图。点击“复位”按钮视图恢复到初始状态。

选中“显示卡盘”,视图中用红色显示卡盘位置,如图 1-6;

卡尺测量:

在视图的 X、Z 方向各有一把卡尺,可以拖动卡尺的两个卡爪测量任意两位置间的水平距离和垂直距离。如图 1-6,移动卡爪时,延长线与零件焦点由变为时,卡尺位置为线段的一个端点,用同样的方法使另一个卡爪处于端点位置,就测出两端点间的投影距离,此时卡尺读数为 45.000。通过设置“游标卡尺捕捉距离”,可以改变卡尺移动端查找线段端点的范围。

点击“退出”按钮,即可退出此对话框。

7. 铣床零件测量

如果用铣床或加工中心加工零件,可以有两种测量方法。

坐标点测量:已知 X、Y 坐标,测量零件上表面 Z 坐标。

剖面图测量:通过选择零件上某一平面,利用卡尺测量该平面上的尺寸。

1) 坐标点测量

点击菜单“测量\剖面图测量”弹出对话框,如图 1-7。

确定坐标原点:

所测量的坐标值默认以工件左下角为原点,如图 1-7。可以通过“确定坐标原点”来改变原点,有以下几种方法:

选择定点:0~9 号位置如图 1-7,在“选择定点”下拉列表中选择其一,如 9 号位置,9 号位置相对于当前坐标原点的位置将自动填入上半部分 X、Y、Z 坐标位置,点击“确定原点”,新的原点将生效。

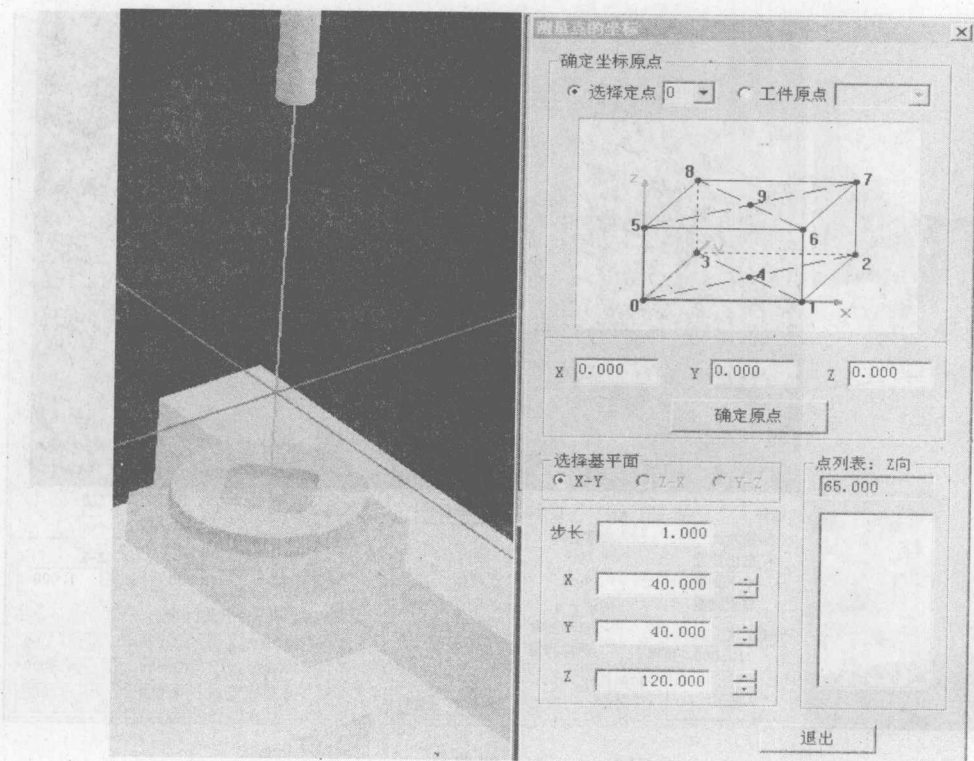


图 1-7 坐标点测量

工件原点:在“工件原点”下拉列表选择一项,如 G54,G54 所设置的位置项对于当前原点的位置将自动填入上半部分 X、Y、Z 坐标位置,点击“确定原点”,新的原点将生效。

你可以直接填入上半部分 X、Y、Z 坐标即新坐标原点向对于当前坐标原点的位置,点击“确定原点”,新的原点将生效。

新的原点生效后,对话框上方视图中彩色坐标轴将移到相应位置。

测量:

在上述坐标系下,输入所需测量的位置 X、Y,或者可以通过点击编辑框后的上下键调节测量位置,每次点击移动的步长可以在“步长”编辑框中修改,即得到“点列表,Z 向”处的测量出的坐标值。如图 1-7,在 $X=40$, $Y=40$ 处,零件上表面 Z 坐标为 65.000。在机床视图处两条红色线分别平行于 X、Y 轴,绿色线平行于 Z 轴,三条线的交点为输入点的位置(40.000,40.000,120.000)。

2) 剖面图测量

点击菜单“测量\剖面图测量”弹出对话框,如图 1-8。

测量时首先选择一个平面,在左侧的机床显示视图中,绿色透明面表示所选的测量平面。在右侧本测量对话框上部,显示的是零件的截面形状,如图 1-8。

图 1-9 中的标尺模拟了现实测量中的卡尺,当箭头由卡尺外侧指向卡尺中心时,为外卡测量,通常用于测量外径,测量时卡尺内收直到与零件接触;当箭头由卡尺中心指向卡尺外侧时,为内卡测量,通常用于测量内径,测量时卡尺外张直到与零件接触。对话框“读数”处显示的是两个卡爪的距离,相当于卡尺读数。

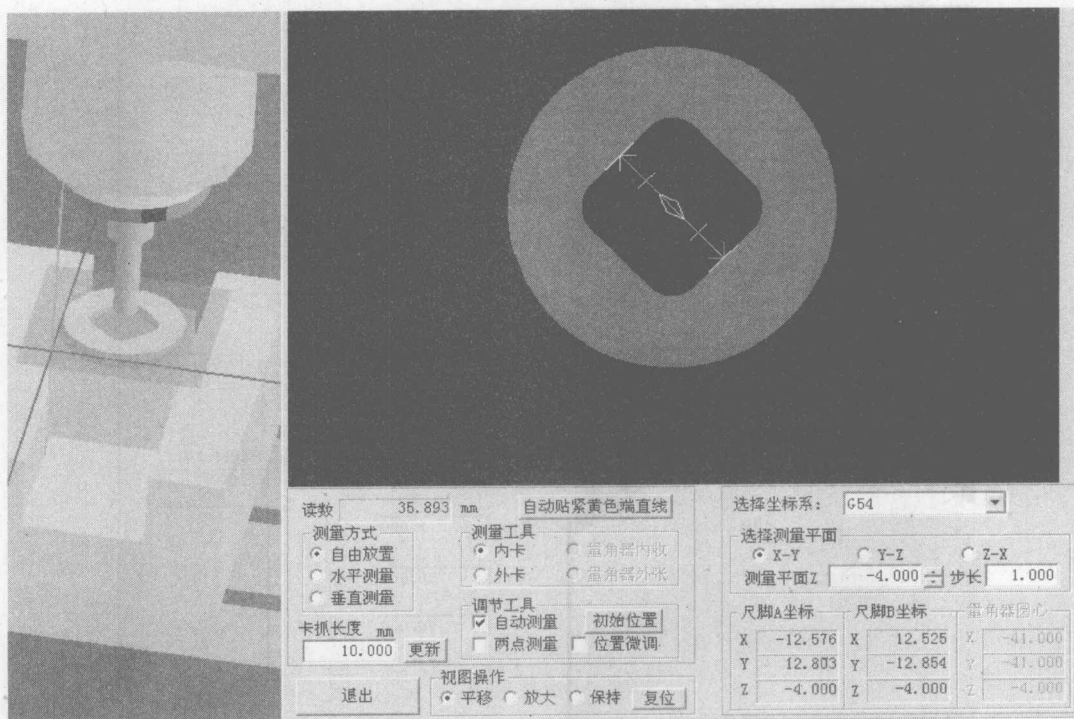


图 1-8 剖面图测量

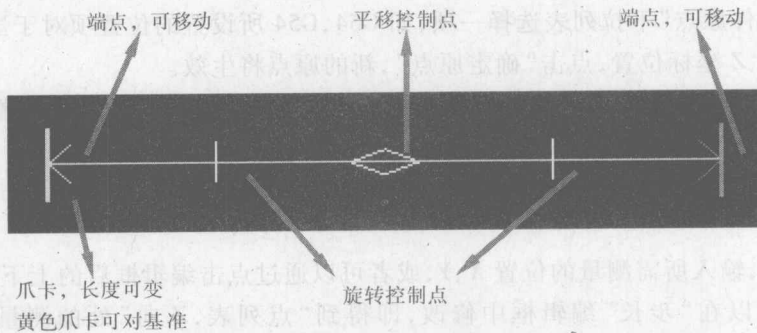


图 1-9 测量标尺

对卡尺的操作:

两端的黄线和蓝线表示卡爪。

将光标停在某个端点的箭头附近, 鼠标变为 , 此时可移动该端点。

将光标停在旋转控制点附近, 此时鼠标变为 , 这时可以绕中心旋转卡尺。

将鼠标停在中心控制点附近, 鼠标变为 , 拖动鼠标, 保持尺身方向, 移动卡尺中心。

对话框右下角“尺脚 A 坐标”显示卡尺黄色端坐标; “尺脚 B 坐标”显示卡尺蓝色端坐标。

视图操作:

选择一种“视图操作”方式, 用鼠标拖动, 可以对零件及卡尺进行平移、放大的视图操作。选择“保

持”时,鼠标拖放不起作用。点击“复位”,恢复为对话框初始进入时的视图。

测量过程:

选择坐标系:通过“选择坐标系”,可以选择机床坐标、G54~G59、当前工件坐标、工件坐标系(毛坯的左下角)几种不同的坐标系显示坐标值。

选择测量平面:首先选择平面方向(XY/YZ/XZ),再填入测量平面的具体位置,或者按旁边的上下按钮移动测量平面,移动的步长可以通过右边的输入框输入。如图1-8中,需要选择G54坐标系下, $Z = -4.000$ 这个平面,首先选择X-Y平面,输入“测量平面Z”-4.000,机床视图中的绿色透明平面和对话框视图中截面形状随之更新。

选择卡尺类型:测量内径选用内卡,测量外径选用外卡。

选择测量方式:水平测量是指尺子在当前的测量平面内保持水平放置;垂直测量是指尺子在当前的测量平面内保持垂直放置;自由放置可以由用户随意拖动放置角度。

确定卡爪长度:非点测时,可以修改卡爪长度,点击“更新”时生效。

使用调节工具调节卡尺位置,获取卡尺读数。

自动测量:选中该选项后外卡卡爪自动内收,内卡卡爪自动外张直到与零件边界接触。此时平移或旋转卡尺,卡爪将始终与实体区域边界保持接触,读数自动刷新。

两点测量:选中该选项后,卡爪长度为零。

位置微调:选中该选项后,鼠标拖动时移动卡尺的速度放慢。

初始位置:按下该按钮,卡尺的位置恢复到初始状态。

自动贴紧黄色端直线:

在卡尺自由放置且非两点测量时,为了调节卡尺使之与零件相切,提供了“自动贴紧黄色端直线”的功能。按下按钮“自动贴紧黄色端直线”,卡尺的黄色端卡爪自动沿尺身方向移动直到碰到零件,然后尺身旋转使卡爪与零件相切,这时再选择自动测量,就能得到工件轮廓线间的精确距离,防止自由放置卡尺时产生的角度误差导致测量误差。

(二) 机床台面操作

1. 选择机床类型

打开菜单“机床/选择机床...”,如图1-10所示,或者点击工具条上的小图标,在“选择机床”对话框中,机床类型选择相应的机床,厂家及型号在下拉框中选择相应的型号,按确定按钮,此时界面如图1-10所示。

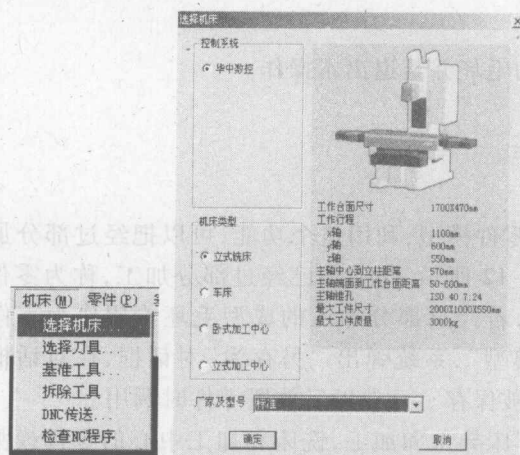
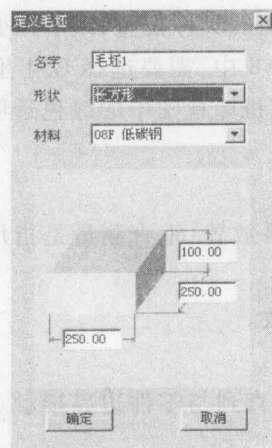


图1-10 华中数控系统

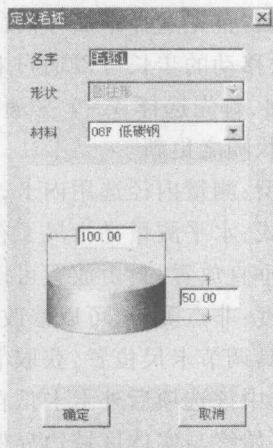
2. 工件的使用

1) 定义毛坯

打开菜单“零件/定义毛坯”或在工具条上选择“”，系统打开图 1-11 对话框。



长方形毛坯定义



圆形毛坯定义

图 1-11

(1) 名字输入

在毛坯名字输入框内输入毛坯名,也可以使用缺省值。

(2) 选择毛坯形状

铣床、加工中心有两种形状的毛坯供选择,长方形毛坯和圆柱形毛坯。可以在“形状”下拉列表中选择毛坯形状。

车床仅提供圆柱形毛坯。

(3) 选择毛坯材料

毛坯材料列表框中提供了多种供加工的毛坯材料,可根据需要在“材料”下拉列表中选择毛坯材料。

(4) 参数输入

尺寸输入框用于输入尺寸。

圆柱形毛坯直径的范围为 10mm 至 160mm,高的范围为 10mm 至 280mm。

长方形毛坯长和宽的范围为 10mm 至 1000mm,高的范围为 10mm 至 200mm。

(5) 保存退出

按“确定”按钮,保存定义的毛坯并且退出本操作。

(6) 取消退出

按“取消”按钮,退出本操作。

2) 导出零件模型

导出零件模型相当于保存零件模型,利用这个功能,可以把经过部分加工的零件作为成型毛坯予以存放。如图 1-12 所示,此毛坯已经过部分加工,称为零件模型。可通过导出零件模型功能予以保存,若经过部分加工的成型毛坯希望作为零件模型予以保存,打开菜单“文件/导出零件模型”,系统弹出“另存为”对话框,在对话框中输入文件名,按保存按钮,此零件模型即被保存。可在以后放置零件时调用。



图 1-12 零件模型

注:车床零件模型只能供车床导入和加工,铣床和加工中心的零件模型只能供铣床和加工中心导入和加工。为了保证导入零件模型的可加工性,在导出零件模型时,最好

在起文件名时合理标识机床类型。

3) 导入零件模型

机床在加工零件时,除了可以使用完整的毛坯,还可以对经过部分加工的毛坯进行再加工。经过部分加工的毛坯称为零件模型,可以通过导入零件模型的功能调用零件模型。

打开菜单“文件/导入零件模型”,系统将弹出“打开”对话框,在此对话框中选择并且打开所需的后缀名为“PRT”的零件文件,则选中的零件模型被放置在工作台面上。此类文件为已通过“文件/导出零件模型”所保存的成型毛坯。

注:车床零件模型只能供车床导入和加工,铣床和加工中心的零件模型只能供铣床和加工中心导入和加工。

4) 使用夹具

打开菜单“零件/安装夹具”命令或者在工具条上选择图标,系统将弹出“选择夹具”对话框。只有铣床和加工中心可以安装夹具。

在“选择零件”列表框中选择毛坯。在“选择夹具”列表框中选夹具。

长方形零件可以使用工艺板或者平口钳,分别如图 1-13 和 1-14 所示。

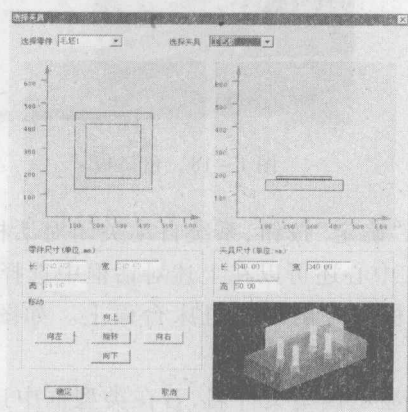


图 1-13 工艺板

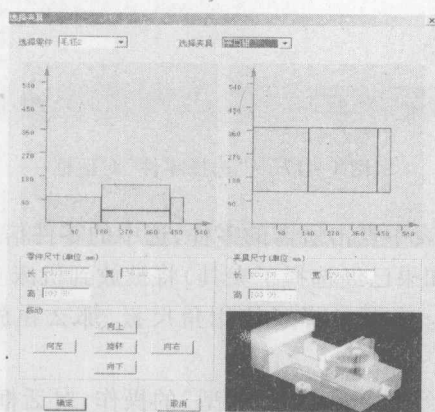


图 1-14 平口钳

圆柱形零件可以选择工艺板或者卡盘,如图 1-15 和 1-16 所示。

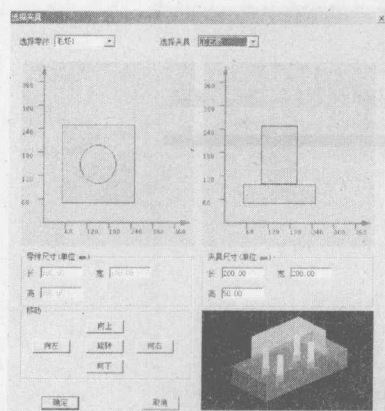


图 1-15 工艺板

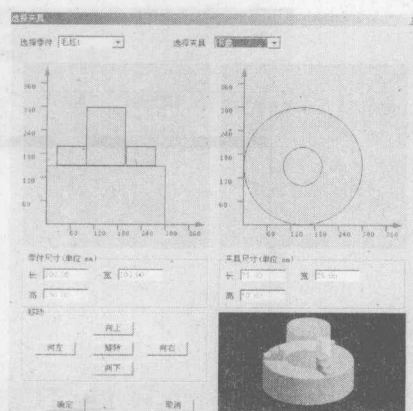


图 1-16 卡盘

“夹具尺寸”成组控件内的文本框仅供用户修改工艺板的尺寸。平口钳和卡盘的尺寸由系统根据毛坯尺寸给出定值;工艺板长和宽的范围为 50mm 至 1000mm,高的范围为 10mm 至 100mm。

“移动”成组控件内的按钮供调整毛坯在夹具上的位置。

车床没有这一步操作,铣床和加工中心可以不使用夹具。

5) 放置零件

打开菜单“零件/放置零件”命令或者在工具条上选择图标系统弹出操作对话框,如图 1-17 所示:

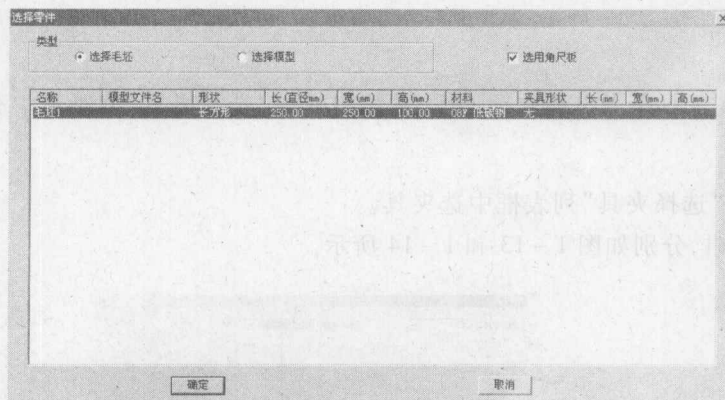


图 1-17 “选择零件”对话框

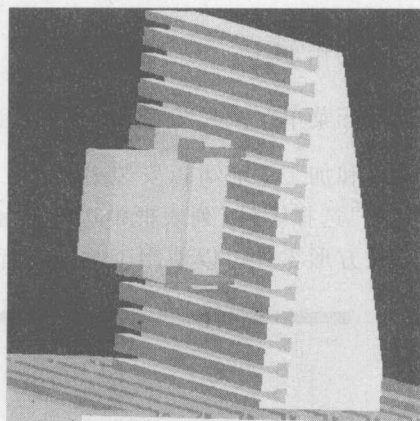


图 1-18 角尺板

在列表中点击所需的零件,选中的零件信息加亮显示,按下“确定”按钮,系统自动关闭对话框,零件和夹具(如果已经选择了夹具)将被放到机床上。对于卧式加工中心还可以在上述对话框中选择是否使用角尺板。如果选择了使用角尺板,那么在放置零件时,角尺板同时出现在机床台面上。如图 1-18 所示。

如果经过“导入零件模型”的操作,对话框的零件列表中会显示模型文件名,若在类型框中选择“选择模型”,则可以选择导入的零件模型文件,如图 1-19。选择后,零件模型即经过部分加工的成型毛坯被放置在机床台面上。如图 1-20 所示;若在类型框中选择“选择毛坯”,即使选择了导入的零件模型文件,放置在工作台面上的仍然是未经加工的原毛坯,如图 1-21 所示。

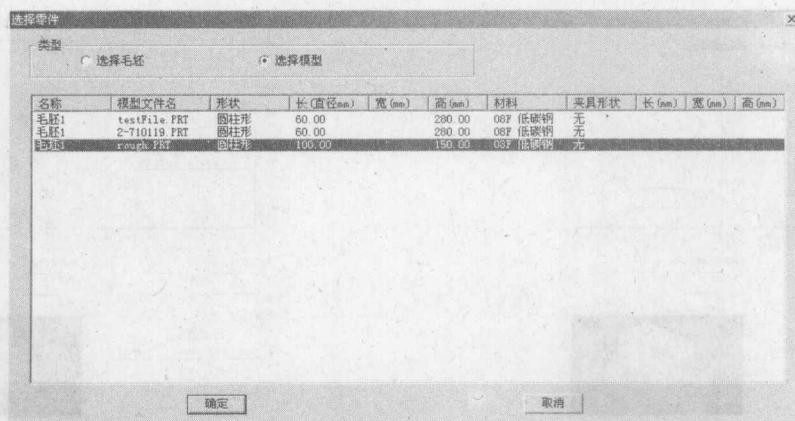


图 1-19 选择零件对话框

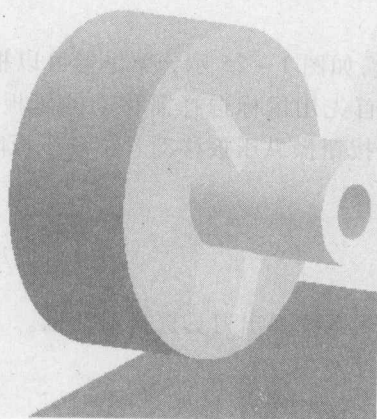


图 1-20 “选择模型”界面

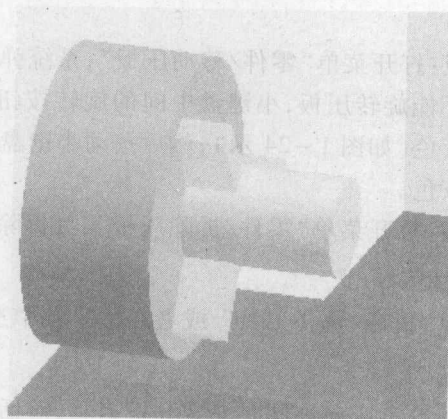


图 1-21 “选择毛坯”界面

6) 调整零件位置

零件放置好后可以在工作台面上移动。毛坯放上工作台后,系统将自动弹出一个快捷键,如图 1-22,通过按动快捷键上的方向按钮,实现零件的平移和旋转。快捷键上的“退出”按钮用于关闭快捷键。选择菜单“零件/移动零件”也可以打开快捷键。

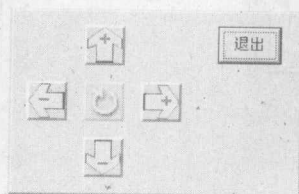


图 1-22 小键盘

7) 使用压板

铣床和加工中心在使用工艺板或者不使用夹具时,可以使用压板。

安装压板:打开菜单“零件/安装压板”,系统打开“选择压板”对话框,如图 1-23 示。

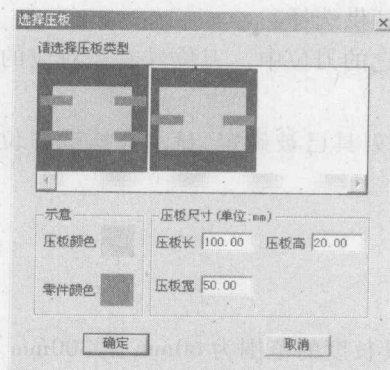


图 1-23 “选择压板”对话框

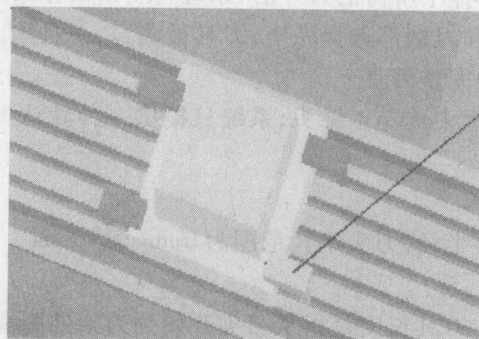


图 1-24 “移动压板”界面

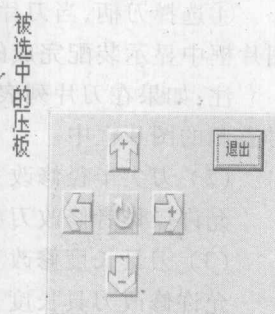


图 1-25 小键盘

根据放置零件的尺寸,对话框中列出支持该零件的各种安装方案,拉动滚动条,可以浏览全部可能方案。默认选择的为第一种方案。选择所需要的安装方案,按下“确定”以后,压板将出现在台面上。