

职业技术学院机电类技能训练教材

■ 何平 主编

加工中心仿真 实训教程

JIAGONG ZHONGXIN FANGZHEN
SHIXUN JIAOCHENG



國防工業出版社
National Defense Industry Press

加工中心仿真实训教程

何 平 主 编

国防工业出版社

· 北京 ·

内 容 简 介

本书介绍了加工中心仿真实训的相关内容,包括加工中心仿真实训涉及的软件和硬件的安装、FANUC 系统编程指令、虚拟机床的操作、典型二维零件的手工编程与仿真练习、宏程序编程、典型曲面零件的自动编程和四轴零件的自动编程,以及相关的仿真加工训练。以典型零件的工艺分析和编程为重点,既强调了零件的编程训练,又具有很强的数控实训的可操作性。

本书适合加工中心操作方面的职业培训;既可作为大学、高职和职业中专的机械类专业数控机床操作与编程的实训教程,也可供从事数控机床相关工作的科研、工程技术人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

加工中心仿真实训教程/何平主编. —北京:国防工业出版社,2015.8

ISBN 978-7-118-10222-2

I. ①加... II. ①何... III. ①加工中心—教材
IV. ①TG659

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2015)第 219344 号

※

国防工业出版社 出版发行

(北京市海淀区紫竹院南路 23 号 邮政编码 100048)

北京奥鑫印刷厂印刷

新华书店经售

*

开本 787×1092 1/16 印张 20 $\frac{3}{4}$ 字数 472 千字

2015 年 8 月第 1 版第 1 次印刷 印数 1—5000 册 定价 48.00 元

(本书如有印装错误,我社负责调换)

国防书店:(010)88540777

发行邮购:(010)88540776

发行传真:(010)88540755

发行业务:(010)88540717

前 言

随着我国装备制造业的迅速发展,数控机床已经成为机械工业设备更新和技术改造的首选。数控机床的技术发展与普及应用,需要大批高素质的数控机床编程与操作人员,为此全国许多院校设立了数控专业,但缺乏实用性和可操作性强的实训教材。

本书是天津职业技术师范大学实训中心多年加工中心教学和实训的经验总结,在这套实训教学体系中,引入了仿真实训的理念,在加工中心实训中增加了仿真实训环节,通过多年的加工中心教学和实训的验证,仿真实训环节可显著提高实训效果,同时降低实训成本。其教学成果“本科+技师”培养高等技术应用人才的创新培养模式,于2004年获天津市教学成果一等奖,2005年获国家教学成果一等奖。

本书由天津职业技术师范大学的教师、上海宇龙软件工程有限公司的专家和天津领智科技有限公司的专家合作编写。全书由何平组织和统稿,参加编写的有刘晖、周彧(第1章),吴立国(第2章),缪亮(第3章),何平、刘俊峰(第4章),王燕玲(第5章),何平、王力强(第6章),郭建峰(第7章),何平、王林建(第8章),李杰(第9章),何欣(第10章)。编者从事数控加工技术实践与教学多年,其操作技能等级为技师或高级技师,绝大多数编者参加过全国技能大赛并取得过优异成绩,多名教师荣获“全国技术能手”称号,多次为国家级数控大赛担任裁判,实践经验丰富。

天津职业技术师范大学阎兵教授认真审阅了全书,并提出了许多宝贵意见和建议,在此谨致谢意。

本书在编写过程中,上海宇龙软件工程有限公司和天津领智科技有限公司提供了大力支持和帮助,在此特向他们表示感谢。

本书在编写过程中,还得到了天津职业技术师范大学的张永丹教授、蔡玉俊教授、戚厚军教授、杨慧教授的关心、支持和帮助,在此特向他们表示感谢。

由于编者的水平有限,书中难免存在一些疏漏和不足之处,恳请读者批评指正。

编 者

2015年7月

目 录

第1章 加工中心仿真实训教学环境的构建	1
1.1 概述	1
1.2 数控仿真模拟器软件部分的安装	2
1.2.1 系统要求	2
1.2.2 网络要求	2
1.2.3 数控仿真软件的安装	2
1.2.4 程序的卸载	6
1.3 数控仿真模拟器硬面板的安装和使用	7
1.4 数控仿真模拟器的使用	7
1.4.1 启动加密锁管理程序	8
1.4.2 运行宇龙机械加工仿真软件	8
1.5 工作界面	9
1.5.1 状态显示区	9
1.5.2 工具栏	9
1.5.3 下拉菜单栏	9
1.5.4 操作面板区	10
第2章 宇龙机械加工仿真软件的操作	11
2.1 概述	11
2.2 文件菜单	11
2.2.1 新建项目文件	12
2.2.2 打开项目文件	12
2.2.3 保存项目文件	13
2.2.4 导出零件模型	13
2.2.5 导入零件模型	14
2.3 视图与窗口	14
2.3.1 视图视角	14
2.3.2 视图选项	15
2.4 机床管理	16
2.4.1 选择数控机床	16
2.4.2 选择刀具	16

2.4.3	基准/拆除工具	18
2.4.4	程序传输	19
2.5	机床夹具管理	19
2.5.1	安装/拆除夹具	20
2.5.2	安装/拆除压板	20
2.5.3	调整压板	21
2.5.4	安装/拆除支撑	22
2.5.5	安装分度头	22
2.6	零件管理	23
2.6.1	定义毛坯	23
2.6.2	放置零件	23
2.6.3	移动零件	24
2.6.4	拆除零件	25
2.7	测量工具	25
2.7.1	塞尺检查	25
2.7.2	测量工具	25
2.8	操作记录	29
2.8.1	记录	29
2.8.2	查看记录	29
2.9	系统设置	30
2.9.1	公共属性	30
2.9.2	FANUC 属性	31
2.9.3	SIEMENS 属性	31
2.9.4	零件加工精度(铣床、加工中心)	32
2.9.5	数控系统默认的参数	33
2.9.6	PA 系统机床的行程范围	33
2.9.7	广州数控属性	33
2.9.8	工艺参数	33
2.9.9	MITSUBISHI 属性	34
2.9.10	大森属性	34
2.9.11	多轴加工中心属性	35
第3章	FANUC 0i 系统常用的编程指令	36
3.1	数控编程	36
3.1.1	概述	36
3.1.2	数控编程的内容	36
3.1.3	数控编程的方法	37
3.2	编程的基本概念	37

3.2.1	程序代码	37
3.2.2	数控机床坐标轴和运动方向	38
3.2.3	程序结构	40
3.3	FANUC 系统常用编程指令	42
3.3.1	编程指令综述	42
3.3.2	常用 G 代码指令	45
3.3.3	进给功能	48
3.3.4	参考点	48
3.3.5	坐标系	49
3.3.6	比例缩放	52
3.3.7	镜像指令	53
3.3.8	坐标旋转	54
3.3.9	极坐标编程	55
3.3.10	常用 M 代码指令	56
3.3.11	FANUC 系统的程序结构	57
3.3.12	刀具补偿功能	61
3.3.13	固定循环指令	62
练习		71
第 4 章	典型加工中心机床操作面板	72
4.1	概述	72
4.2	MDI 面板	73
4.3	功能键和软键	75
4.4	机床控制面板	86
4.5	数控仿真模拟器的操作流程	91
4.5.1	机床准备	91
4.5.2	机床回参考点	92
4.5.3	对刀	92
4.5.4	选择并安装刀具	96
4.5.5	刀具参数的登录	97
4.5.6	录入程序	101
4.5.7	程序试运行(调试程序)	103
4.5.8	自动加工	103
4.6	实例操作	104
4.6.1	入门实例	104
4.6.2	刀具参数	104
4.6.3	工艺分析	104
4.6.4	工艺安排	105

4.6.5 手工编程	105
4.6.6 零件加工	109
练习	114
第5章 加工中心二维零件手工编程与仿真练习	115
5.1 加工中心配合件编程	115
5.1.1 配合件一	115
5.1.2 配合件二	124
5.2 加工中心编程实例一	132
5.3 加工中心编程实例二	137
5.4 加工中心编程实例三	142
5.5 加工中心简化编程实例	148
5.5.1 镜像编程实例	148
5.5.2 缩放及极坐标编程实例	151
5.5.3 旋转编程实例	154
练习	157
第6章 宏程序编程	161
6.1 宏程序编程概述	161
6.2 宏程序基础 (FANUC Oi 系统)	162
6.2.1 变量	162
6.2.2 系统变量	164
6.2.3 算术和逻辑运算	167
6.2.4 赋值与变量	171
6.2.5 转移和循环	171
6.3 宏程序的调用	174
6.3.1 宏程序非模态调用 (G65)	175
6.3.2 宏程序模态调用与取消 (G66、G67)	177
6.3.3 用 G 代码调用宏程序 (G < g >)	178
6.3.4 用 M 代码调用宏程序 (M < m >)	178
6.3.5 用 M 代码调用子程序	179
6.3.6 用 T 代码调用子程序	180
6.3.7 宏程序语句和 NC 语句	180
6.3.8 用户宏程序的使用限制	181
6.4 常用的宏程序实例	182
6.4.1 铣平面的宏程序	182
6.4.2 单孔的铣削加工宏程序 (圆孔直径 D 与刀具直径比值 $D/\phi > 1.5$)	184
6.4.3 圆孔型腔的铣削加工宏程序	185

6.4.4	矩形型腔的铣削加工宏程序	186
6.4.5	曲线类零件的铣削加工宏程序	188
6.4.6	平底立铣刀加工 45° 外倒角	190
6.4.7	球头铣刀加工 45° 外倒角	193
6.4.8	球头铣刀加工 R 倒圆角	195
6.4.9	综合实例	197
练习		200
第 7 章	二维零件的自动编程	201
7.1	数控自动编程简介	201
7.2	二维零件加工综合实例	203
7.2.1	工艺分析	203
7.2.2	编程操作过程	204
7.2.3	使用仿真器模拟加工并验证 NC 程序	233
7.2.4	分析总结	234
第 8 章	三维曲面零件的自动编程	236
8.1	曲面加工概述	236
8.2	三维曲面加工综合实例	237
8.2.1	工艺规划	237
8.2.2	加工造型(CAD)	238
8.2.3	选择合适的加工策略,生成刀具轨迹(CAM)	245
8.2.4	将刀具路径转换成加工代码	261
8.3	三维曲面加工综合实例的加工程序在数控加工仿真中验证	263
8.4	自动编程的误差控制	264
练习		266
第 9 章	典型四轴零件圆柱凸轮的加工	268
9.1	四轴加工概念	268
9.2	圆柱凸轮的相关知识	269
9.3	圆柱凸轮的数控编程	270
9.3.1	研究分析零件图	270
9.3.2	圆柱凸轮螺旋槽加工轨迹的造型	273
9.3.3	圆柱凸轮螺旋槽的加工	274
9.4	圆柱凸轮在数控仿真模拟器上的加工仿真	283
9.4.1	选择机床	283
9.4.2	机床操作初始化	283
9.4.3	机床回零	283

9.4.4	确定零件毛坯尺寸,完成零件装夹	284
9.4.5	确定工作原点,建立用户坐标系(G54)	284
9.4.6	选择并安装刀具	289
9.4.7	刀具参数的登录	290
9.4.8	录入程序	293
9.4.9	自动加工	295
9.4.10	保存项目文件	296
练习		296
第10章 典型四轴零件异形轴的加工		298
10.1	异形轴加工图纸	298
10.2	研究分析零件图,确定加工工艺	298
10.3	Mastercam 自动编程的操作过程	299
10.3.1	CAD 造型	299
10.3.2	CAM 自动编程	303
10.4	异形轴在数控仿真器上的加工仿真	314
10.4.1	选择四轴加工机床	314
10.4.2	定义毛坯和安装毛坯	314
10.4.3	安装毛坯	314
10.4.4	选择并安装刀具	315
10.4.5	找正零件并设置用户坐标系	315
10.4.6	测量刀具长度,设置刀具长度补偿值	315
10.4.7	加工程序传输	316
10.4.8	执行加工程序,观察加工过程	317
10.4.9	四轴加工仿真小结	317
练习		317
参考文献		319

第1章 加工中心仿真实训教学环境的构建

要点:

- 掌握数控仿真模拟器配套软件的安装和硬面板仿真器的硬件连接

1.1 概 述

在教高[2006]16号文件《教育部关于全面提高高等职业教育教学质量的若干意见》第六条中指出,加强实训、实习基地建设是提高教学质量的重点。充分利用现代信息技术,开发虚拟工厂、虚拟车间、虚拟工艺、虚拟实验的指导思想,按照国家对中高职示范校建设中提出的培养模式和教学模式改革等要求,参照国外工业培训标准,天津职业技术师范大学在实训教学中,根据加工中心职业技能教学、实训的实际教学需求,以校企合作的模式,研发了数控仿真模拟器的教学设备并将该设备用于加工中心实训教学中。

数控仿真模拟器拥有与真实机床一样的数控硬面板,硬面板与真实机床的操作面板练习效果完全相同。通过硬面板的学习,可以解决实际教学中数控机床数量严重不足的问题。

数控仿真模拟器的使用情况如图1-1所示。

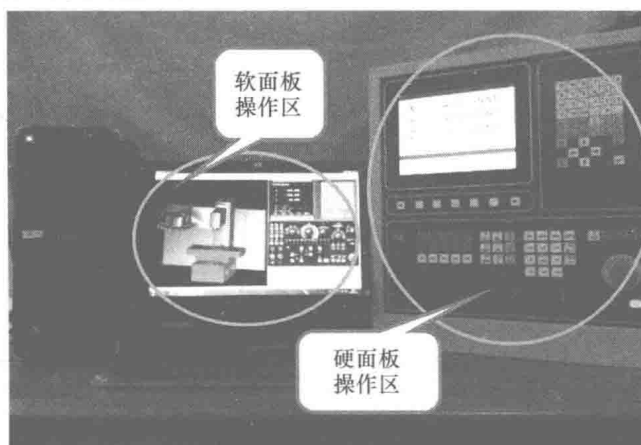


图1-1 数控仿真模拟器

数控仿真模拟器集成的数控加工仿真系统实现了对数控铣床和加工中心加工全过程的仿真,其中包括毛坯的定义,夹具的选用,加工刀具的定义与选用,用户坐标系的测量和设置,加工程序的输入、编辑和调试,加工过程的实时仿真、加工后的零件测量以及各种加工错误的检测等功能。

利用数控仿真模拟器将手工编制的 NC 程序或由 NX、PowerMILL、MasterCAM 自动编程软件生成的 NC 程序输入到数控仿真模拟器中执行,可在计算机上看到与真实机床加

工零件的教学效果完全一致的三维切削的实时效果。让学生达到“学中做,做中学”的目的,教学过程中理论与实践交替进行,在学生快速提升数控机床操作技能的同时,还减少了数控机床、刀具和零件材料的损耗。

数控仿真模拟器符合当前国家示范校建设当中提出的理论实践一体化要求,实践“项目化”和“任务化”教学理念,具有仿真效果好、针对性强、宜于普及等特点。

1.2 数控仿真模拟器软件部分的安装

1.2.1 系统要求

硬件配置:

Intel(R) Core(TM) i3 CPU 2.0GHz 或以上;内存 2.0GB 或以上。

操作系统:

Windows XP 或 WIN7;必须安装有 TCP/IP 网络协议。

1.2.2 网络要求

局域网内部必须畅通,即局域网内部计算机之间可以互相访问。

1.2.3 数控仿真软件的安装

数控仿真模拟器软件部分集成了上海宇龙机械加工仿真软件,软件安装的步骤如下:

第 1 步,打开“宇龙机械加工仿真软件 V1.0”的安装包,如图 1-2 所示。



图 1-2 软件部分的安装程序

第 2 步,双击  setup.exe 程序进行安装,此时系统弹出图 1-3 所示的“Installshield Wizard(一)”对话框,单击“下一步”按钮。

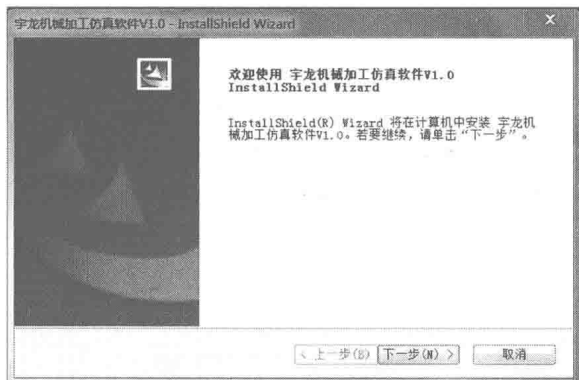


图 1-3 “Installshield Wizard(一)”对话框

第3步,系统弹出如图1-4所示的“Installshield Wizard(二)”对话框,选择“教师机”或者“学生机”,单击“下一步”按钮。

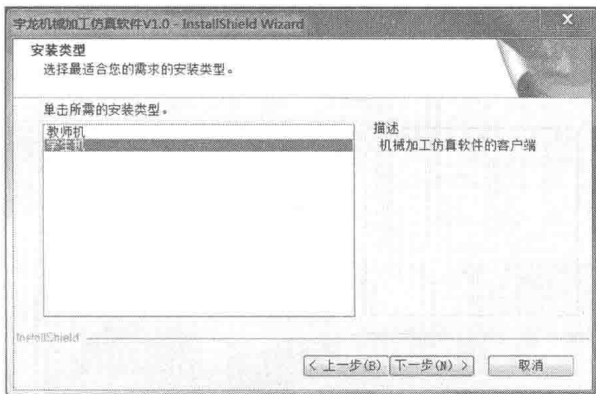


图 1-4 “Installshield Wizard(二)”对话框

注:此处选择“教师机”,则包含安装软件加密锁驱动程序和管理程序,适用于教师使用的计算机,一般使用选择“学生机”即可。

第4步,系统弹出如图1-5所示的“Installshield Wizard(三)”对话框,选择“我接受许可证协议中的条款(A)”,单击“下一步”按钮。

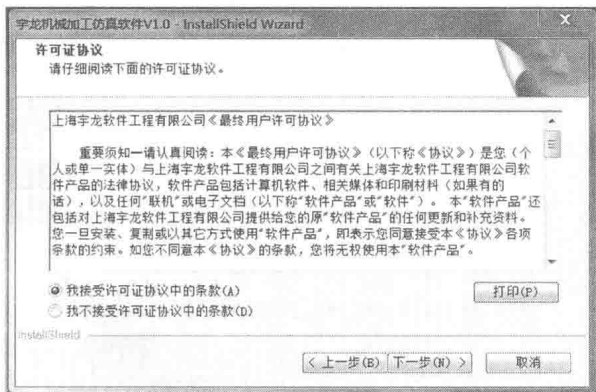


图 1-5 “Installshield Wizard(三)”对话框

第5步,系统弹出如图1-6所示的“Installshield Wizard(四)”对话框,单击“浏览”按钮可以选择软件的安装路径,此处默认C盘,单击“下一步”按钮。

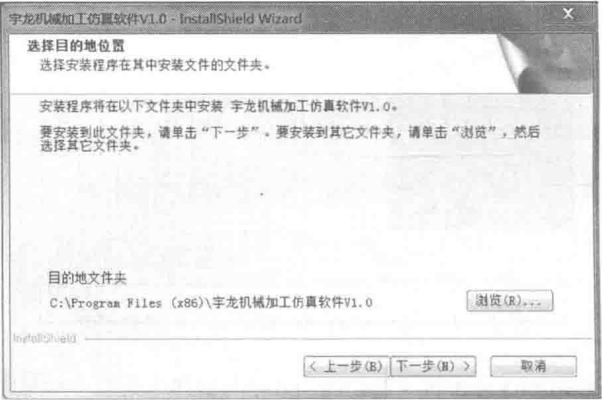


图1-6 “Installshield Wizard(四)”对话框

第6步,系统弹出如图1-7所示的“Installshield Wizard(五)”对话框,单击“安装”按钮,进行下一步的安装。

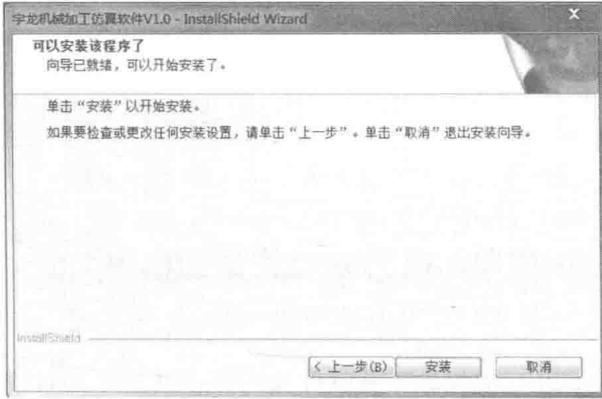


图1-7 “Installshield Wizard(五)”对话框

第7步,系统弹出如图1-8所示的“Installshield Wizard(六)”对话框,等待“安装”进度完成。

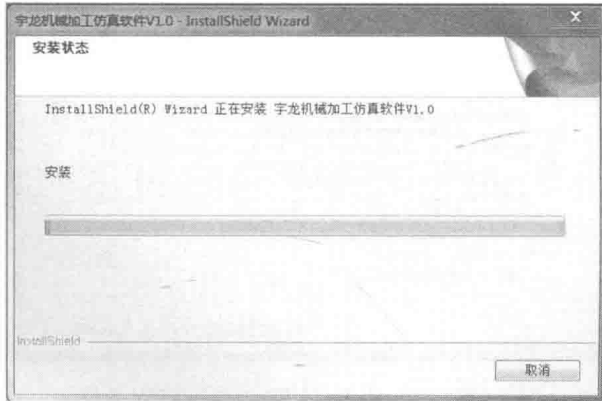


图1-8 “Installshield Wizard(六)”对话框

第 8 步,系统弹出如图 1-9 所示的“驱动安装向导(一)”对话框,单击“下一步”按钮。

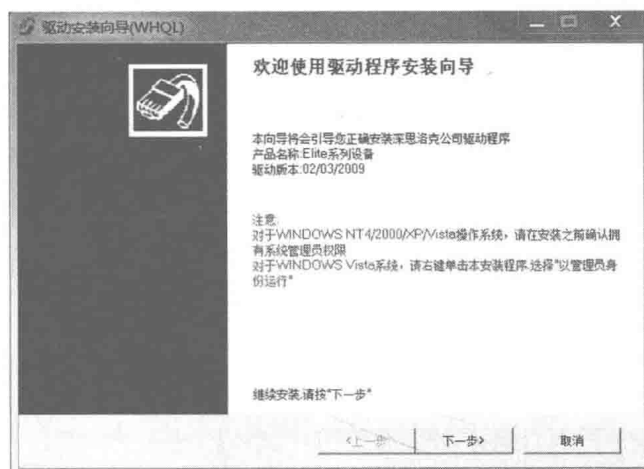


图 1-9 “驱动安装向导(一)”对话框

第 9 步,系统弹出如图 1-10 所示的“驱动安装向导(二)”对话框,此时单击 ... 按钮可以选择驱动的安装路径,选择“驱动安装程序”,单击“下一步”按钮(此处单击“高级设置”按钮可以安装虚拟读卡器)。

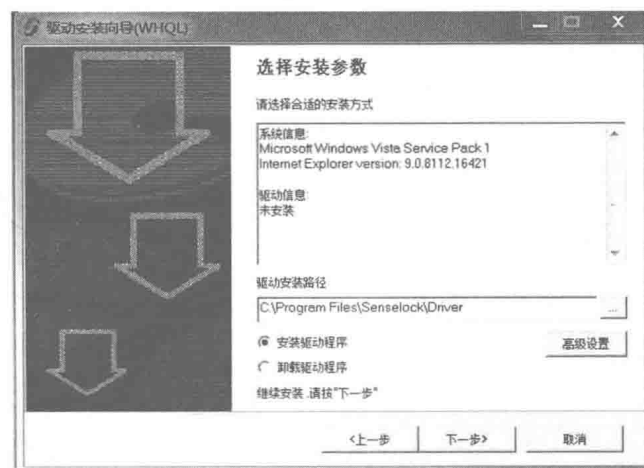


图 1-10 “驱动安装向导(二)”对话框

注意:若第 3 步选择学生机,则此处省略第 8 步和第 9 步。

第 10 步,系统弹出如图 1-11 所示的“驱动安装向导(三)”对话框。稍等片刻,当“进度”完成后,单击“完成”按钮。

第 11 步,系统会弹出如图 1-12 所示的“问题”对话框,提示用户是否在桌面上创建快捷方式,单击“是”按钮,进行下一步。

第 12 步,系统弹出如图 1-13 所示的“Installshield Wizard(七)”对话框,单击“完成”按钮,完成安装。



图 1-11 “驱动安装向导(三)”对话框

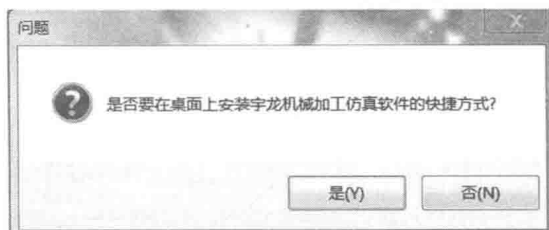


图 1-12 “驱动安装向导(四)”对话框



图 1-13 “Installshield Wizard(七)”对话框

1.2.4 程序的卸载

如果需要卸载加工仿真系统,单击桌面菜单“开始”→“设置”→“控制面板”的“添加/删除程序”;选中程序列表中的“数控加工仿真系统”,单击“添加/删除(R)…”即可删除本程序。

1.3 数控仿真模拟器硬面板的安装和使用

第1步,在关闭电源开关的情况下,参照图1-14所示方法将该系统的硬件操作面板与计算机连接。

第2步,打开硬件操作面板上的开关,此时该硬面板内置的操作系统自动启动,显示屏处显示计算机桌面如图1-15所示,使用硬面板上接的鼠标双击 **M** 图标,打开硬面板上硬件控制程序。

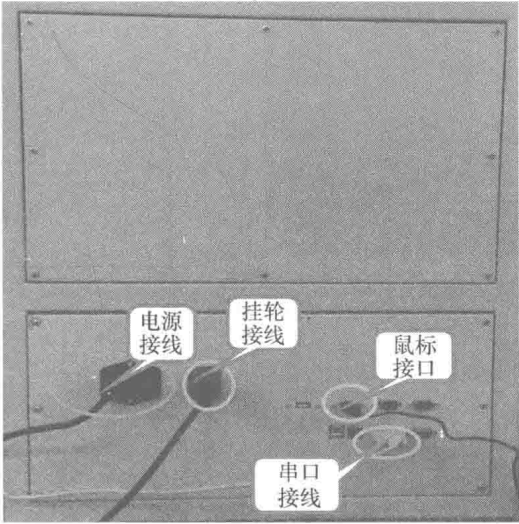


图 1-14 硬件操作面板接线图

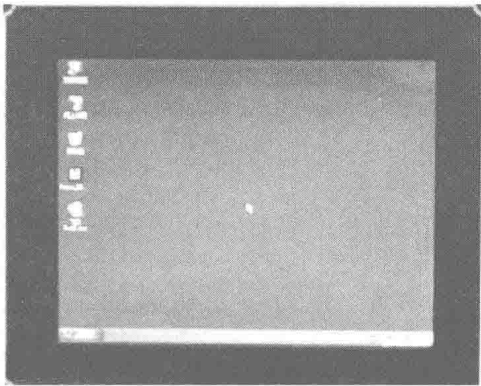


图 1-15 硬件操作面板桌面

第3步,先在计算机上打开宇龙机械加工仿真软件,选择与硬面板对应的机床类型后,打开硬面板仿真器连接软件 `NCControlYL.exe` ,系统弹出如图1-16所示的对话框,在“串口”下拉菜单中选择“COM1”,再单击“打开串口”。宇龙机械加工仿真软件就和硬面板内置的硬件控制程序完成了交互链接,数控仿真模拟器就可以使用了。



图 1-16 “Form1”对话框

1.4 数控仿真模拟器的使用

启动数控加工仿真系统,需要有软件授权才能使用。在教师机的数控加工仿真系统上装有加密锁管理程序,用来管理加密锁、控制仿真系统运行状态。只有加密锁管理程序