



数控机床维修高级应用人才培养规划教材

数控机床装调 维修实训技术

SHUKONG JICHUANG ZHUANGTIAO
WEIXIU SHIXUN JISHU

邓三鹏 祁宇明 石秀敏 等编著



国防工业出版社

National Defense Industry Press

数控机床维修高级应用人才培养规划教材

数控机床装调维修实训技术

邓三鹏 祁宇明 石秀敏 等编著

国防工业出版社

· 北京 ·

内 容 简 介

本书从数控机床故障诊断与维修综合仿真、机械部件的结构与维修、数控机床强电回路故障诊断与维修、华中数控系统的连接与调试、FANUC 数控系统的连接与调试、西门子数控系统的连接与调试、数控车床组装与调试、数控铣床组装与调试八个项目来讲述,按照“项目导入、任务驱动”的理念精选教学内容,内容全面、综合、深入浅出、实操性强,每个项目均含有典型的实施案例讲解,兼顾数控机床应用的实际情况和发展趋势,涵盖了目前国内应用的大部分数控系统。编写中力求做到“理论先进,内容实用,操作性强”,突出实践能力和创新素质的培养,是一本从理论到实践,再从实践到理论全面介绍数控机床装调维修技能的书。

本书适用于高等工科院校机械、自动化专业,职业院校数控、机电、自动化专业教学和技能培训,也可作为从事数控机床编程、操作、设计与维修的工程技术人员参考书。

图书在版编目(CIP)数据

数控机床装调维修实训技术 / 邓三鹏等编著. —北京:国防工业出版社,2014. 8
数控机床维修高级应用人才培养规划教材
ISBN 978-7-118-09574-6

I. ①数... II. ①邓... III. ①数控机床-安装-教材
②数控机床-调试-教材③数控机床-维修-教材 IV.
①TG659

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2014)第 211992 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 25¼ 字数 624 千字
2014 年 8 月第 1 版第 1 次印刷 印数 1—3000 册 定价 54.00 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

数控机床维修高级应用人才培养规划教材

编审委员会

主任委员 王先逵(清华大学教授 博导)
徐小力(全国设备监测与诊断技术委员会主任)

副主任委员 阎 兵 王金敏 章青 邓三鹏

委 员	方 沂	天津职业技术师范大学
	蒋 丽	天津职业技术师范大学
	刘朝华	天津职业技术师范大学
	石秀敏	天津职业技术师范大学
	祁宇明	天津职业技术师范大学
	蒋永翔	天津职业技术师范大学
	张兴会	天津中德职业技术学院
	许宝杰	北京信息科技大学
	龙威林	天津现代职业技术学院
	宋春林	天津机电工艺学院
	卜学军	天津机电工艺学院
	廉正光	天津职业大学
	刘 江	常州机电职业技术学院
	熊越东	苏州工业职业技术学院
	马进中	厦门城市职业学院
	范进桢	宁波职业技术学院
	孟 凯	宁波市鄞州职业教育中心

序

2008年,我国连续第七年成为世界机床第一消费国、第一进口国、第三生产国,机床出口跃居世界第六。我国已成为机床消费和制造大国,机床行业产品门类齐全,为国民经济建设和国防建设提供了大量基础工艺装备,为我国企业装备现代化做出了重要贡献。在国民经济平稳快速增长的大背景下,我国机床行业将持续快速发展。

数控机床在制造领域的应用越来越普遍,数量也越来越多,已是机械制造业的主流装备。但是,由于数控系统的多样性、数控机床结构和机械加工工艺的复杂性,以及当前从事数控机床故障诊断与维修的技术人员非常短缺,数控机床一旦发生故障,维修难的问题就变得尤为突出,导致数控机床因得不到及时维修而开机率不足。要改变这种现状,一方面,要在引进国外数控系统的同时注意消化与吸收,在自主开发的基础上注重提高数控系统的稳定性与可靠性;另一方面,要加大力度培养从事数控机床故障诊断与维修的专业技术人员。

参编人员在数控机床故障诊断与维修高级应用人才的培养上进行了有益的探索,天津职业技术师范大学于2003年在国内首先建立“机械维修与检测技术教育(2013年更名为机电技术教育)”本科专业,并确定其培养方向为数控机床故障诊断与维修,秉承学校“动手动脑,全面发展”的办学理念,坚持机电融合,进行了多项教学改革,建成机电装备检测与维修市级实验教学示范中心以及多功能实验实训基地,并开展了对外培训和数控机床装调维修工的鉴定工作。该专业是国家级高等学校特色专业、天津市品牌专业和卓越工程师培养专业,其教学成果“创建机械维修与检测技术教育专业,培养高层次数控机床故障诊断与维修人才”获2009年天津市教学成果二等奖。

这套规划教材的特色是结合数控机床故障诊断与维修专业特点,坚持“理论先进,注重实践、操作性强,学以致用”的原则精选内容,依据在数控机床管理、维修、改造、培训和大赛方面的丰富经验,贯彻国家数控机床装调维修工职业资格标准编写而成。规划教材中有些书已经出版,具有较高的质量,如《数控机床结构与维修》是普通高等教育“十一五”国家级规划教材,《数控机床编程与操作》已经发行6万余册,未出版的讲义在教学和培训中经过多轮的使用和修改,亦收到了很好的效果。

我们深信,这套规划教材的出版发行和广泛使用,不仅有利于加强各兄弟院校在教学

改革方面的交流与合作,而且对数控机床故障诊断与维修专业人才培养质量的提高也会起到积极的促进作用。

当然,由于数控机床现代技术发展非常迅速,编者编纂时间和掌握材料所限,还需要在今后的改革实践中进一步检验、修改、锤炼和完善,殷切期望同行专家及读者们不吝赐教,多加指正和建议。

中国机械工程学会设备与维修工程分会副主任

全国设备监测与诊断技术学术委员会主任

中国设备管理协会安全生产技术委员会副主任

现代测控技术教育部重点实验室主任

北京信息科技大学教授

北京理工大学博导

2009年5月25日

徐小力

前 言

20 世纪 90 年代以来,我国数控机床产量以年均 18% 的速度迅速增长,从 2002 年至今我国已连续 12 年成为世界第一机床消费大国,现已成为机械制造业的主流装备,如何才能充分发挥数控机床的加工优势,达到数控机床的技术性能,确保数控机床能够正常工作是摆在众多用户面前的现实问题。数控机床是集机、电、液、气、光于一体的现代机电设备,具有技术密集和知识密集的特点,及时准确地进行诊断与维修是一件复杂的工作。

本书参编人员多年从事数控机床装调维修专业的教学、科研和数控机床装调维修工的鉴定和竞赛工作。教学成果《创建机械维修与检测技术教育专业,培养高层次数控机床故障诊断与维修人才》获 2009 年天津市教学成果二等奖,依据其在数控机床管理、维修、改造和培训竞赛方面的丰富经验,全面贯彻数控机床装调维修工职业资格国家标准,坚持“少而精”,通俗易懂、循序渐进的原则,力求做到“理论先进,内容实用,操作性强”,突出实践能力和创新素质的培养。

本书从数控机床故障诊断与维修综合仿真、机械部件的结构与维修、数控机床强电回路故障诊断与维修、华中数控系统的连接与调试、FANUC 数控系统的连接与调试、西门子数控系统的连接与调试、数控车床组装与调试、数控铣床组装与调试八个项目来讲述,按照“项目导入、任务驱动”的理念精选教学内容,内容全面、综合、深入浅出、实操性强,每个项目均含有典型的实施案例讲解,兼顾数控机床应用的实际情况和发展趋势,涵盖了目前国内应用的大部分数控系统。建议实训学时 12 周。

本书由邓三鹏、祁宇明、石秀敏等编著。参与编写工作的有天津职业技术师范大学的蒋永翔(项目 1),邓三鹏(项目 2、8),祁宇明(项目 2、7),李彬、张晓光(项目 3),孙宏昌、宋培培(项目 4),石秀敏、张瑜(项目 5、7),刘朝华、高洋(项目 6),蒋丽、田南平(项目 8)。

本书得到了教育部财政部职教师资本科专业培养标准、培养方案、核心课程和特色教材开发项目(VTNE016)以及天津职业技术师范大学特色教材建设项目的资助。在编写过程中得到了天津职业技术师范大学的机电工程系、工程实训中心(国家级实验教学示范中心)和天津市高速切削与精密加工重点实验室的大力支持和帮助,在此深表谢意。本书承蒙清华大学王先逵教授细心审阅,提出许多宝贵意见,在此表示衷心的感谢。

由于编者学术水平所限,改革探索经验不足,书中难免存在不妥之处,恳请同行专家和读者们不吝赐教,多加批评和指正。

(需要电子课件的读者,可通过 sanpeng@yeah.net 与编者取得联系)。

邓三鹏

2014 年 5 月

目 录

项目 1	数控机床故障诊断与维修综合仿真	1
模块 1	机械装调仿真实训	1
	一、加工中心整体结构拆装	2
	二、加工中心十字工作台拆装	3
	三、主轴自动夹紧机构拆装	4
	四、斗笠式刀库拆装	4
	五、车床整体结构拆装	5
	六、四工位刀架拆装	5
	七、机械装调仿真实训功能模块	5
模块 2	电气装调仿真实训	6
	一、教学模式实训	7
	二、实训模式	16
	三、数控机床电气实训(加工中心、数控车床)	17
	四、电气装调仿真实训功能模块	18
模块 3	机电联调仿真实训	18
	一、电缆连接	18
	二、参数调试	19
	三、数据备份	20
	四、PMC 状态显示	20
	五、MDI 状态下换刀和主轴启动	21
	六、机电联调功能模块	21
模块 4	故障诊断排查	21
项目 2	机械部件的结构与维修	23
模块 1	数控机床精度检测与调整	23
	一、数控机床精度检测工具	23
	二、数控车床几何精度检测与调整	24
	三、数控铣床几何精度检测与调整	27
	四、项目实践及数据记录	31
模块 2	数控机床主传动系统的故障维修	32
	一、主轴变速方式	33
	二、主轴准停	34

三、数控车床主轴部件的结构与调整	35
四、数控铣床主轴部件的结构与调整	37
五、主传动链的维护	38
六、主传动链故障及诊断方法	39
模块 3 数控机床进给传动系统的故障维修	40
一、滚珠丝杠螺母副	41
二、导轨滑块副	44
三、数控车床进给传动部件的结构与调整	48
四、数控铣床进给传动部件的结构与调整	48
五、进给传动系统常见故障诊断及维修	51
模块 4 自动换刀装置的维修与调整	52
一、经济型数控车床刀架的结构与调整	53
二、数控加工中心刀库的结构与调整	55
三、自动换刀装置故障诊断与维修实例	56
模块 5 数控机床辅助机构的维修与调整	58
一、数控机床液压回路常见故障及维修	58
二、数控机床气压回路常见故障及维修	62
三、数控车床尾座的结构与调整	63
四、拉刀缸的结构与调整	64
五、回转工作台的结构与调整	65
模块 6 斜床身数控车床的拆装	68
一、斜床身数控车床用途	68
二、斜床身数控车床 X-Z 轴拆卸顺序	69
三、斜床身数控车床尾座拆卸顺序	69
项目 3 数控机床强电回路故障诊断与维修	72
模块 1 数控机床启动停止控制线路故障诊断与维修	72
一、全压启动控制线路	72
二、降压启动控制线路	75
模块 2 数控机床电动机正反转线路故障诊断与维修	78
一、正反转控制线路	78
二、带电气互锁正反转控制线路	79
三、机械互锁正反转控制线路	79
四、双重互锁正反转控制线路	80
模块 3 数控机床制动控制线路故障诊断与维修	81
一、机械制动控制线路	82
二、反接制动控制线路	82
三、能耗制动控制线路	83
模块 4 数控机床刀库电动机线路故障诊断与维修	87
一、刀库控制线路	88

二、换刀装置常见故障及维修	88
项目 4 华中数控系统的连接与调试	89
模块 1 华中数控系统的连接与调试	89
一、HED-21S 数控系统硬件组成	89
二、华中数控系统实验台的基本连接	93
三、华中数控系统实验台调试	98
模块 2 华中数控系统参数设置与调整	100
一、华中数控 HED-21S 系统参数介绍	100
二、华中数控 HED-21S 系统参数调试说明	104
三、华中数控 HED-21S 主轴类参数调试	107
四、华中数控 HED-21S 系统步进电动机参数调试	108
五、华中数控 HED-21S 系统伺服驱动参数调试	109
六、华中数控系统参数调试实践	111
模块 3 可编程控制器与调试	115
一、华中数控系统 PLC 基本原理介绍	115
二、华中数控标准 PLC 系统	119
三、配置参数详细说明	122
四、PLC 参数配置方法	123
五、PLC 调试实践	126
模块 4 华中数控系统位置测量装置连接与应用	129
一、数控系统位置测量方法介绍	129
二、主轴编码器与华中数控系统的连接与调试	131
三、光栅尺与华中数控系统的连接与调试	134
四、光栅位置检测系统连接调试实践	137
五、半闭环控制误差测量及补偿实践	139
模块 5 步进电动机驱动系统的构成、调试及使用	142
一、步进电动机的工作原理	142
二、步进系统与华中数控连接调试	144
模块 6 交流伺服系统的构成、调整及使用	145
一、交流伺服系统介绍	146
二、华中数控系统交流伺服调试	148
三、交流伺服系统动态特性调试	149
四、伺服系统脉冲匹配实践	150
模块 7 变频调速系统的构成、调整及使用	151
一、感应电动机工作原理简介	151
二、华中数控系统与变频系统连接	152
三、变频系统性能测试实践	156

项目 5 FANUC 数控系统的连接与调试	158
模块 1 FANUC 数控系统基本操作	158
一、数控机床操作面板介绍	158
二、手动连续进给的操作	162
三、手轮进给的操作	162
四、MDI 运行的操作	162
五、回参考点操作	164
六、超程报警的排除方法	164
七、报警信息的查看方法	164
模块 2 FANUC 数控系统连接	166
一、基本硬件	166
二、FANUC 数控系统基本连接	170
模块 3 FANUC 数控系统参数备份与恢复	174
一、数据存储基础知识	174
二、CF 存储卡基本操作	175
三、用引导系统的数据输入/输出操作	178
四、I/O 方式的数据输入/输出操作	179
五、使用外接计算机进行数据的备份与恢复	184
模块 4 模拟主轴连接与调试	188
一、通用变频器工作原理及端子功能	188
二、CNC 系统与变频器接线	192
三、变频器功能参数设定	194
模块 5 进给伺服系统连接与伺服调整	198
一、进给伺服硬件连接	198
二、FSSB 设定	199
三、伺服参数初始化设置	201
四、伺服参数调整	203
五、程序画面	215
模块 6 FANUC 数控系统基本参数设定	221
一、启动准备	221
二、基本参数设定概述	222
三、伺服参数设定步骤	224
模块 7 FANUC PMC 基本操作	224
一、PMC 屏幕画面结构	224
二、PMC 屏幕画面	227
项目 6 西门子数控系统的连接与调试	229
模块 1 数控系统硬件构成	229
一、SINUMERIK 810D/840D 数控单元	229

二、SINUMERIK 810D/840D 数字驱动系统	233
三、OP 单元和 MMC	242
四、PLC 模块	246
模块 2 西门子数控系统参数备份与恢复	248
一、WINPCIN 软件的安装和使用	249
二、系列数据备份	250
三、分区备份	252
四、数据的清除与恢复	252
模块 3 西门子数控系统参数设定与应用	253
一、数控系统机床数据的设置与调整方法	253
二、数控系统常用机床数据	256
模块 4 810D/840D 数控系统的 PLC 调试	277
一、STEP 7 软件安装	277
二、SIMATIC Manager 开发环境	281
三、STEP 7 项目创建	286
四、810D/840D 数控系统 PLC 特点	289
五、PLC 与编程设备的通信	290
六、810D/840D PLC 程序的块结构	294
模块 5 西门子数控系统调试	297
一、机床轴的基本配置	297
二、数控系统调试	299
三、利用 IBN - TOOL 软件进行驱动数据的配置	300
模块 6 误差补偿技术	311
一、反向间隙补偿	311
二、螺距误差补偿	313
三、垂度误差补偿	316
项目 7 数控车床组装与调试	319
模块 1 低压电气元器件选择	319
一、低压断路器	319
二、接触器	320
三、继电器	321
四、变压器	323
五、直流稳压电源	325
六、熔断器	325
七、开关电器	325
模块 2 机床电气柜配置	326
一、电气柜及其部件的安装要求	326
二、电气安装图	327
三、常用电气元件的安装	327

模块 3	选线、配线技术	332
	一、导线标志	332
	二、电气配线的基本要求	333
	三、常用配线工具及仪表	333
	四、电气配线工艺	333
	五、电气柜中的布线要求	335
	六、电气柜中各部件的保护接地	337
模块 4	主轴系统安装及电气连接	337
	一、变频器的选择	337
	二、主轴脉冲编码器选择	339
模块 5	进给系统安装及电气连接	341
	一、进给传动机构	341
	二、举例	342
模块 6	机床电气控制部分的设计连接	351
	一、数控机床电气控制系统的特点	351
	二、电气原理图设计	351
模块 7	数控机床整机安装与调试	356
	一、数控机床整机安装调试的一般方法	356
	二、组装数控车床整机安装调试	359
	三、试车样件	360
项目 8	数控铣床组装与调试	361
模块 1	概述	361
	一、实训目标	361
	二、实训设备技术性能指标	361
	三、实训设备结构和组成	362
	四、项目主要进行的实训任务	363
模块 2	数控系统电气连接	364
	一、数控铣床控制结构	364
	二、FANUC Oi Mate - MD 数控系统接口	365
模块 3	数控铣床传动系统的安装及电气连接	366
	一、数控铣床传动系统构成	366
	二、TH - XK3020 型实物小铣床装配工艺流程	366
	三、变频器的连接	371
	四、伺服驱动系统的连接	373
模块 4	机床电气控制部分的设计连接	374
	一、急停开关、限位开关、参考点的设计连接	374
	二、电气电路设计	374
模块 5	数控铣床功能调试	374
	一、轴参数设定说明	374

二、伺服参数设定说明	375
三、参数设定操作	375
四、输入/输出信号定义	378
五、PMC 程序	382
六、变频器参数设置	382
七、数控铣床功能调试	383
模块 6 数控铣床的操作使用及样件加工	385
一、安全指南	385
二、机床的用途和特征	386
三、TH - XK3020 型实物小铣床技术参数	386
四、样件编程加工	386
五、加工对刀前需进行回参考点操作	388
附录 磁粉制动器与扭矩对应曲线	389
参考文献	390

项目1 数控机床故障诊断与维修综合仿真

“数控机床装调维修仿真实训系统软件(VNC-MS)”是为配合教育部开设的“数控设备应用与维护”专业以及人力资源社会保障部颁布的“数控机床装调维修工”工种教学培训,而专门研发的以培养优秀的数控设备维护维修人才为目标的仿真教学软件。软件以C/S架构为主,采用目前最先进的三维可视化编程技术开发;主要服务于“数控设备应用与维护”专业中“数控机床电气控制系统安装与调试”“数控机床机械部件装配与调整”“数控机床PLC控制与调试”“数控系统连接与调试”“数控机床故障诊断与维修”等五门核心课程、相关专业技能实训,以及“数控机床装调维修工”各级别相关专业技能要求和技能培训之用。软件最大特点是按照工作过程为导向的任务驱动式教学法的思路,最大限度地模拟企业真实工作环境与流程,采用典型数控机床与数控系统,将上述教学内容逐一分解成单项技能实训,使学生从单一技能学习起步,逐渐深入,逐渐综合,最终经历一个完整的数控设备装配、调试及维修的生产性训练过程。软件生动直观,学生使用该软件反复练习后,即可将全部流程以及其中的所有技能细节强化记忆,在脑海中形成牢固图示,为其今后进入相关职业岗位奠定坚实的技能基础。

数控机床装调维修仿真实训系统软件(VNC-MS)分为服务端与客户端。服务端主要用于该软件的管理和通信。客户端主要应用于专业实训,分六大功能模块,客户端界面如图1-1所示。

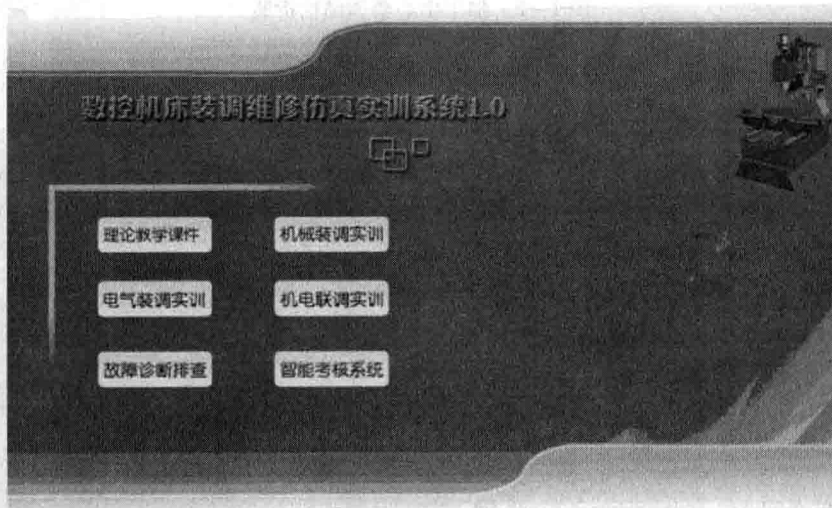


图1-1 数控机床装调维修仿真实训系统软件客户端

模块1 机械装调仿真实训

采用典型机械结构机床如三轴立式加工中心、平床身车床、斜床身车床。训练学生掌握数控机床的机械结构,熟练拆卸与安装。配合“数控机床机械部件装配与调整”以及“数控机床

装调维修工”中级工、高级工的数控机床机械装调的相关技能要求,分为教学模式和实训模式,教学模式有操作提示,实训模式无操作提示。

一、加工中心整体结构拆装

可对加工中心结构进行浏览、拆卸、安装,如图 1-2 所示。

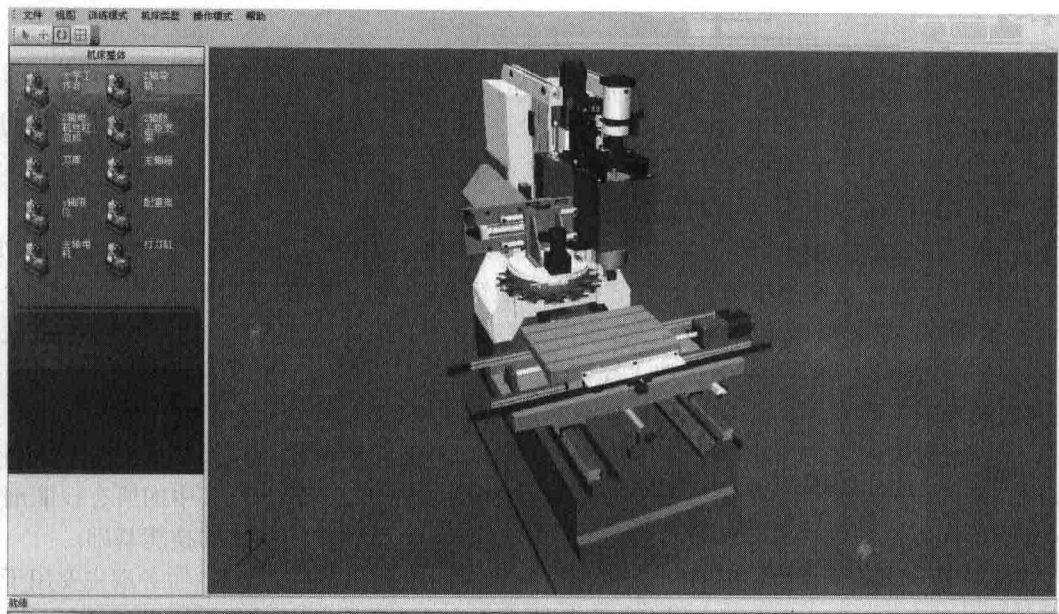


图 1-2 加工中心整体结构拆装

可对加工中心结构进行爆炸图浏览,如图 1-3 所示。

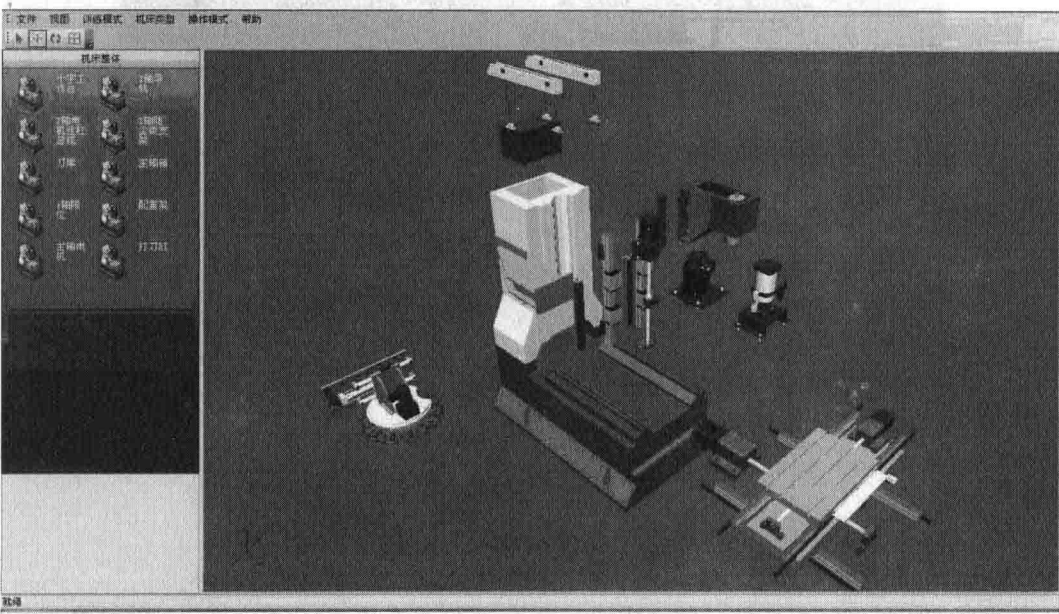


图 1-3 加工中心结构爆炸图

二、加工中心十字工作台拆装

加工中心十字工作台整体结构显示如图 1-4 所示。

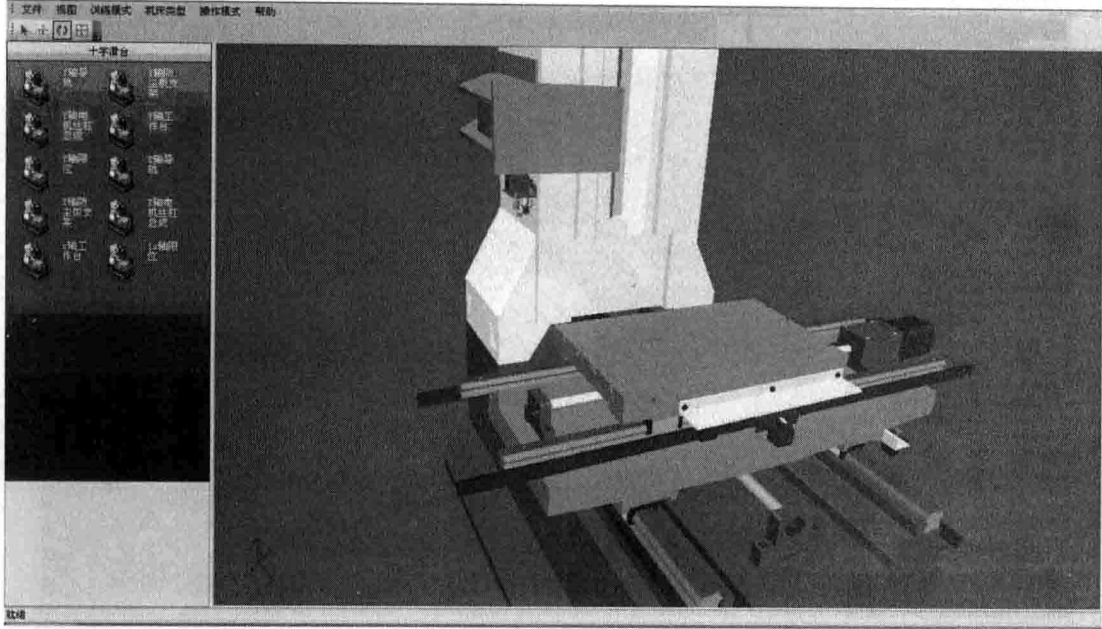


图 1-4 加工中心十字工作台

丝杠与工作台连接显示如图 1-5 所示。

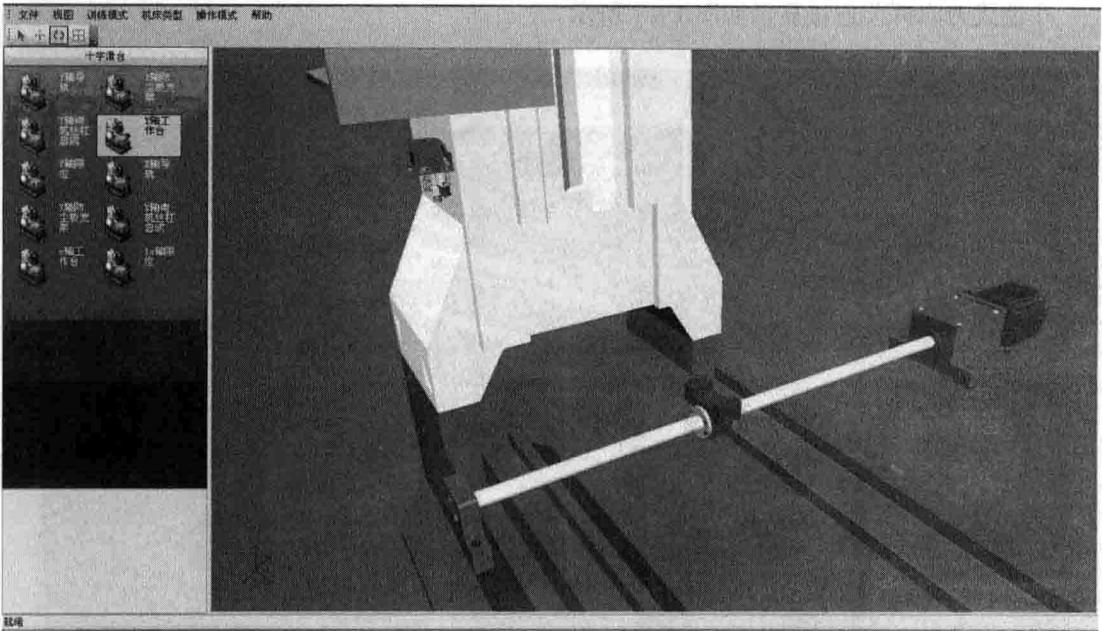


图 1-5 丝杠与工作台连接图