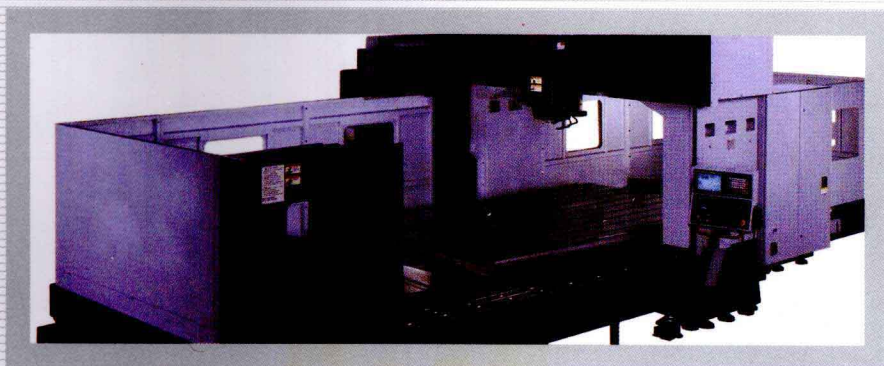


高等职业教育机电类专业“十二五”规划教材
中国高等职业技术教育研究会推荐
高等职业教育精品课程

模具数控加工技术

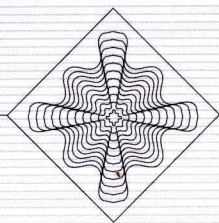
赵萍 张宇 主编
赵文珍 主审



国防工业出版社

National Defense Industry Press

责任编辑：江洪湖
文字编辑：孙汝忠
责任校对：钱辉玲
封面设计：彭建华



► 上架建议：模具技术 ◀

<http://www.ndip.cn>

ISBN 978-7-118-08007-0

9 787118 080070 >

定价：32.00 元

高等职业教育机电类专业“十二五”规划教材
中国高等职业技术教育研究会推荐
高等职业教育精品课程

模具数控加工技术

赵萍 张宇 主编
赵文珍 主审

国防工业出版社

· 北京 ·

内 容 简 介

本书是国家示范性建设院校项目的成果教材,是依据高职高专模具设计与制造专业人才培养目标的要求而编写的。本书体现了行动导向、能力本位的课程开发理念,依据模具数控加工手段分为5个学习情境,即模具零件数控车削、模具零件数控铣削、模具零件加工中心加工、模具零件数控线切割和模具零件数控电火花成型加工。每个学习情境选取若干个典型模具零件作为加工项目,每个项目都体现了职业活动的整体性,将工艺分析、数控编程、数控机床操作、零件质量检验与分析作为一个整体模块进行编排。其实质体现了职业教育教学活动的过程,可作为使用者进行教学设计和教学方法改革的参考。

本书可作为高职高专、成人高校模具设计与制造、数控技术应用、机电一体化等专业的教材,也可作为从事模具数控加工技术人员和操作人员的培训教材。

图书在版编目(CIP)数据

模具数控加工技术/赵萍,张宇主编. —北京:国防工业出版社,2012.7

高等职业教育机电类专业“十二五”规划教材

ISBN 978-7-118-08007-0

I. ①模... II. ①赵... ②张... III. ①模具—数控机床—加工—高等教育—教材 IV. ①TG76

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2012)第 091876 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 15 字数 340 千字

2012 年 7 月第 1 版第 1 次印刷 印数 1—4000 册 定价 32.00 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

高等职业教育制造类专业“十二五”规划教材 编审专家委员会名单

- 主任委员** 方 新(北京联合大学教授)
刘跃南(深圳职业技术学院教授)
- 委 员** (按姓氏笔画排列)
白冰如(西安航空职业技术学院副教授)
刘克旺(青岛职业技术学院副教授)
刘建超(成都航空职业技术学院教授)
闫大建(北京科技职业学院副教授)
米国际(西安航空技术高等专科学校副教授)
孙 红(辽宁省交通高等专科学校教授)
段文洁(陕西工业职业技术学院副教授)
徐时彬(四川工商职业技术学院副教授)
郭紫贵(张家界航空工业职业技术学院副教授)
黄 海(深圳职业技术学院副教授)
蒋敦斌(天津职业大学教授)
韩玉勇(枣庄科技职业学院副教授)
颜培钦(广东交通职业技术学院副教授)
- 总 策 划** 江洪湖

《模具数控加工技术》

编 委 会

主 编 赵 萍 张 宇

副主编 高 明 万晓航 于晓琳

参 编 马 钢 王东升 韩迷慧 丁 韧

高 杉 高洪波

主 审 赵文珍

总 序

在我国高等教育从精英教育走向大众化教育的过程中,作为高等教育重要组成部分的高等职业教育快速发展,已进入提高质量的时期。在高等职业教育的发展过程中,各院校在专业设置、实训基地建设、双师型师资的培养、专业培养方案的制定等方面不断进行教学改革。高等职业教育的人才培养还有一个重点就是课程建设,包括课程体系的科学合理设置、理论课程与实践课程的开发、课件的编制、教材的编写等。这些工作需要每一位高职教师付出大量的心血,高职教材就是这些心血的结晶。

高等职业教育制造类专业赶上了我国现代制造业崛起的时代,中国的制造业要从制造大国走向制造强国,需要一大批高素质的、工作在生产一线的技能型人才,这就要求我们高等职业教育制造类专业的教师们担负起这个重任。

高等职业教育制造类专业的教材一要反映制造业的最新技术,因为高职学生毕业后马上要去现代制造业企业的生产一线顶岗,我国现代制造业企业使用的技术更新很快;二要反映某项技术的方方面面,使高职学生能对该项技术有全面的了解;三要深入某项需要高职学生具体掌握的技术,便于教师组织教学时切实使学生掌握该项技术或技能;四要适合高职学生的学习特点,便于教师组织教学时因材施教。要编写出高质量的高职教材,还需要我们高职教师的艰苦工作。

国防工业出版社组织一批具有丰富教学经验的高职教师所编写的机械设计制造类专业、自动化类专业、机电设备类专业、汽车类专业的教材反映了这些专业的教学成果,相信这些专业的成功经验又必将随着本系列教材这个载体进一步推动其他院校的教学改革。

方新

前 言

本书是国家示范性建设院校项目的成果教材,是依据高职高专模具设计与制造专业人才培养目标的要求编写的。

本书充分体现以工作任务为中心设计、组织教材内容和课程教学。全书贯穿以项目(加工任务)带动知识点的学习模式,通过完成既定的项目掌握模具数控加工的知识 and 技能。全书依据模具数控加工手段分为 5 个学习情境,即模具零件数控车削、模具零件数控铣削、模具零件加工中心加工、模具零件数控线切割和模具零件数控电火花成型加工,每个学习情境选取若干个典型模具零件作为加工任务,对每个加工任务完成工艺设计、编程、加工、质量检验四个环节的工作任务。每个情境的知识点和技能点的选择依据模具制造岗位(群)职业需求设定,知识点和技能点的描述言简意赅、图文并茂,便于学生自主学习。

本书编写成员具有多年的生产实践经验,本书中的任务描述、任务实施是结合编者在模具制造工艺和数控加工方面的教学经验及生产中的工作经验编写的;每个知识点和技能点的描述后设有经验之谈、实战训练等栏目,这样将使理论知识与实践经验紧密结合,充分体现了高职教材的“职业性”和“高等性”的统一。

本书学习情境 1 由辽宁省交通高等专科学校张宇编写,学习情境 2 由辽宁省交通高等专科学校赵萍编写,学习情境 3 由河北工业职业技术学院万晓航编写,学习情境 4 由沈阳模具中心高明编写,学习情境 5 由沈阳理工大学于晓琳编写。辽宁省交通高等专科学校的马钢、王东升、韩迷慧、丁韧、高杉、高洪波参与了本书的编写,全书由赵萍、张宇担任主编,赵萍统稿。本书由辽宁科技学院的赵文珍教授主审,并提出了许多宝贵的意见和建议,在此表示衷心感谢。

由于编者水平有限,书中难免存在一些不妥之处,恳请读者批评指正。

编 者

目 录

学习情境 1 模具零件数控车削	1
学习单元 1 认识数控车床	1
一、数控车床的结构与特点	1
二、数控车床的类型	3
三、数控车床的选用原则	4
学习单元 2 数控车床的操作	4
一、华中世纪星数控系统的面板与按键	4
二、数控车床的基本操作	8
三、使用数控车床加工的步骤	13
学习单元 3 轴类零件的车削	14
一、任务描述	14
二、工作路线	14
三、知识准备	15
四、任务实施	43
五、拓展练习	47
学习单元 4 轴套类零件的车削	47
一、任务描述	47
二、工作路线	48
三、知识准备	48
四、任务实施	57
五、拓展练习	61
学习情境 2 模具零件数控铣削	63
学习单元 1 认识数控铣床	63
一、数控铣床的结构与特点	63
二、数控铣床的类型	64
三、数控铣床的工艺装备	66
四、数控铣床的主要性能指标	68
五、数控铣床的选用原则	69

学习单元 2 数控铣床的操作	69
一、FANUC-0i 数控系统的面板与按键	69
二、数控铣床的基本操作	72
三、使用数控铣床加工的步骤	81
学习单元 3 平面轮廓的铣削	81
一、任务描述	81
二、工作路线	82
三、知识准备	82
四、任务实施	105
五、拓展练习	108
学习单元 4 平面型腔的铣削	109
一、任务描述	109
二、工作路线	110
三、知识准备	110
四、任务实施	114
五、拓展练习	118
学习单元 5 孔及孔系的加工	119
一、任务描述	119
二、工作路线	119
三、知识准备	119
四、任务实施	135
五、拓展练习	139
 学习情境 3 模具零件加工中心加工	 141
学习单元 1 认识加工中心	141
一、加工中心的类型及基本组成	141
二、加工中心的自动换刀方式	143
三、加工中心的应用	149
学习单元 2 加工中心的操作	150
一、FANUC-0i 立式加工中心的基本操作	150
二、使用加工中心加工的步骤	154
学习单元 3 含有多加工元素零件的加工	155
一、任务描述	155
二、工作路线	155
三、知识准备	155
四、任务实施	163
五、拓展练习	167

学习情境 4 模具零件数控线切割	169
学习单元 1 认识数控线切割加工	169
一、线切割加工的原理	169
二、数控线切割机床	170
三、数控线切割的应用	172
学习单元 2 数控线切割机床的操作	173
一、数控线切割机床的操作面板	173
二、手持器的使用	173
三、数控线切割机床的基本操作	174
四、使用数控线切割机床加工的步骤	176
学习单元 3 直壁轮廓的线切割	177
一、任务描述	177
二、工作路线	178
三、知识准备	178
四、任务实施	194
五、拓展训练	196
学习情境 5 模具零件数控电火花成型加工	199
学习单元 1 认识电火花成型加工	199
一、电火花成型加工的原理	199
二、数控电火花成型机床	200
三、电火花成型加工的应用	202
学习单元 2 数控电火花成型机床的操作	202
一、数控电火花成型机床的操作面板	202
二、手控盒的使用	203
三、数控电火花成型机床的基本操作	203
四、使用数控电火花成型机床加工的步骤	206
学习单元 3 型腔的电火花成型加工	206
一、任务描述	206
二、工作路线	207
三、知识准备	207
四、任务实施	227
五、拓展训练	228
参考文献	230



学习目标

- ◇ 能制定较为合理的数控车削工艺文件；
- ◇ 能准确使用数控车削的基本指令编写程序；
- ◇ 能规范操作数控车床；
- ◇ 能熟练装卸与刃磨车刀；
- ◇ 能熟练使用常用车床夹具装夹零件；
- ◇ 能检测回转类零件的质量，并进行分析，提出改进措施；
- ◇ 能对数控车床进行日常维护。

学习单元1 认识数控车床

一、数控车床的结构与特点

数控车床一般由车床主体、数控装置、伺服系统和辅助装置组成。总体说来，除部分专门设计的全功能数控车床外，数控车床的主体大多数虽经改进，但仍基本保持了普通车床的布局结构，即由床身、主轴箱、进给传动系统、刀架、液压系统、冷却系统及润滑系统等部分组成。全功能数控机床大都采用机、电、液、气一体化设计和布局，采用全封闭或半封闭防护。图 1-1 为 TND360（国内编号为 CK6136）数控车床的外形与

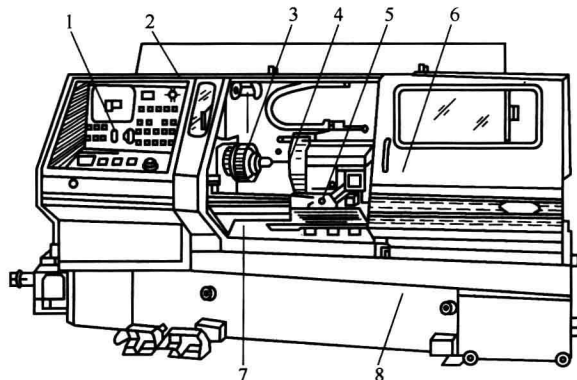


图 1-1 TND360 数控车床的外形与组成部件

1—操作面板；2—床头箱；3—卡盘；4—转塔刀架；5—刀架滑板；6—防护罩；7—导轨；8—床身。

组成部件。

1. 数控车床的组成

数控车床主要由以下部件组成：

(1) 主轴箱（床头箱）。主轴箱固定在床身的最左边，在数控操作面板之后。主轴箱中的主轴上通过卡盘等夹具装夹工件。主轴箱的功能是支撑主轴并把电机的运动传递给主轴，使主轴带动工件按照规定的转速旋转，以实现机床的主运动。

(2) 机械式转塔刀架：机械式转塔刀架安装在机床的刀架滑板上，在它上面可安装8把刀具，加工时可实现自动换刀。刀架的作用是装夹车刀、孔加工刀具及螺纹刀具，并在加工时能准确、迅速选择刀具。

(3) 刀架滑板：刀架滑板由纵向（Z向）滑板和横向（X向）滑板组成。纵向滑板安装在床身导轨上，沿床身实现纵向运动；横向滑板安装在纵向滑板上，沿纵向滑板上的导轨实现横向运动。刀架滑板的作用是实现在其上的刀具在加工中实现纵向进给和横向进给运动。

(4) 尾座：尾座安装在床身导轨上，并沿导轨可进行纵向移动调整位置。尾座的作用是安装顶尖支撑工件，在加工中起辅助支撑作用。

(5) 床身：床身固定在机床底座上，是机床的基本支承件，在床身上安装着车床的各主要部件。床身的作用是支撑各主要部件并使它们在工作时保持准确的相对位置。

(6) 底座：底座是车床的基础，用于支承机床的各部件，连接电气柜，支撑防护罩和安装排屑装置。

(7) 防护罩：防护罩安装在机床底座上，用于加工时保护操作者的安全和保护环境的清洁。

(8) 机床的液压传动系统：机床液压传动系统实现机床上的一些辅助运动，主要是实现机床主轴的变速、尾座套筒的移动及工件自动夹紧机构的动作。

(9) 机床润滑系统：机床润滑系统为机床运动部件间提供润滑和冷却。

(10) 机床切削液系统：机床切削液系统为机床在加工中提供充足的切削液，满足切削加工的要求。

(11) 机床的电气控制系统：机床的电气控制系统主要由数控系统（包括数控装置、伺服系统及可编程控制器）、机床的强电气控制系统组成。机床电气控制系统完成对机床的自动控制。

2. 数控车床的结构特点

与普通车床相比，数控车床的结构有以下特点：

(1) 进给传动系统传动链短。普通车床由主轴运动经过交换齿轮架、进给箱、溜板箱传到刀架实现纵向和横向进给运动。而数控车床采用伺服电动机直接与丝杠连接来带动刀架运动，或者伺服电动机经同步齿形带或齿轮副带动丝杠旋转来控制刀架运动。

(2) 主传动系统采用无级调速的形式。主传动采用交流调速电动机或直流调速电动机驱动，这样能方便地实现无级变速，且传动链短，电动机与主轴之间不必用多级齿轮副来进行变速。为扩大变速范围，现在一般还要通过二级齿轮副，以实现分段无级调速，即使这样，床头箱内的结构已比传统车床简单得多。

(3) 进给传动轻拖动。数控机床的刀架移动一般采用滚珠丝杠副，以减少磨擦，提

高传动效率。

(4) 导轨耐磨性好。数控车床一般采用镶钢导轨，这样机床精度保持的时间就比较长，其使用寿命也可延长许多。

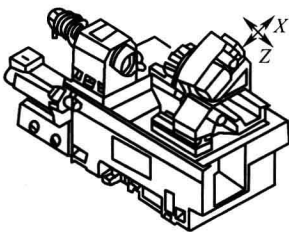
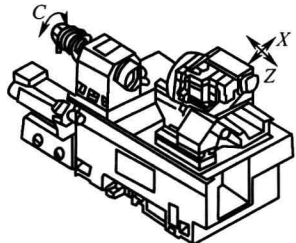
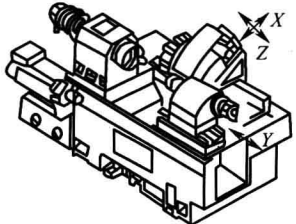
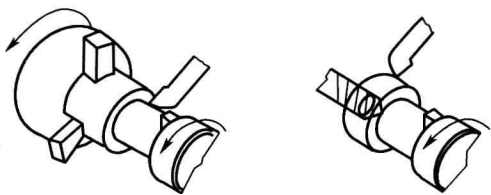
(5) 安装有防护罩。数控车床一般都安装防护罩，加工时一般都处于全封闭或半封闭状态。

(6) 数控车床一般还配有自动排屑装置。

二、数控车床的类型

随着数控车床制造技术的发展，形成了产品繁多、规格不一的局面。按主轴配置形式可分为卧式和立式两类，按刀架数量分为单刀架和双刀架两种，按数控车床控制系统和机械结构的档次可分为经济型数控车床、全功能数控车床和车削中心。选用车床主要是根据零件的加工工艺分析，一般简单的回转类零件用经济型数控车床就足够了。大型零件若卧式车床无法加工，就采用立式数控车床。精度要求高的零件则采用全功能数控车床。对于精度要求高且需要 C 轴功能的，则必须采用车削中心。数控车床的配制与加工能力见表 1-1。

表 1-1 数控车床的配制与加工能力

机 型 配 置	加 工 能 力
 标准 2 轴	
 C 轴 + 动力刀架	
 副主轴	

三、数控车床的选用原则

(1) 根据零件的结构尺寸、加工范围和精度要求来选择数控车床。根据精度要求,即工件的尺寸精度、定位精度和表面粗糙度的要求来选择数控车床的控制精度。

(2) 根据可靠性来选择数控车床。数控机床的可靠性是指机床在规定条件下执行其功能时,长时间稳定运行而不出现故障。可靠性好的数控车床即使出了故障,也能在短时间内恢复,重新投入使用。

(3) 考虑刀具和附件的配套性。机床随机附件、备件及其供应能力、刀具, 对已投产数控车床、车削中心来说十分重要。

(4) 注重控制系统的同一性。生产厂家一般选择同一厂商的产品, 至少应选购同一厂商的控制系统, 这给维修工作带来极大的便利。教学单位由于需要学生见多识广, 选用不同的系统, 但要配备仿真软件。

学习单元2 数控车床的操作

一、华中世纪星数控系统的面板与按键

CAK6136 卧式车床使用的数控系统是华中世纪星数控系统, 其操作面板如图 1-2 所示。

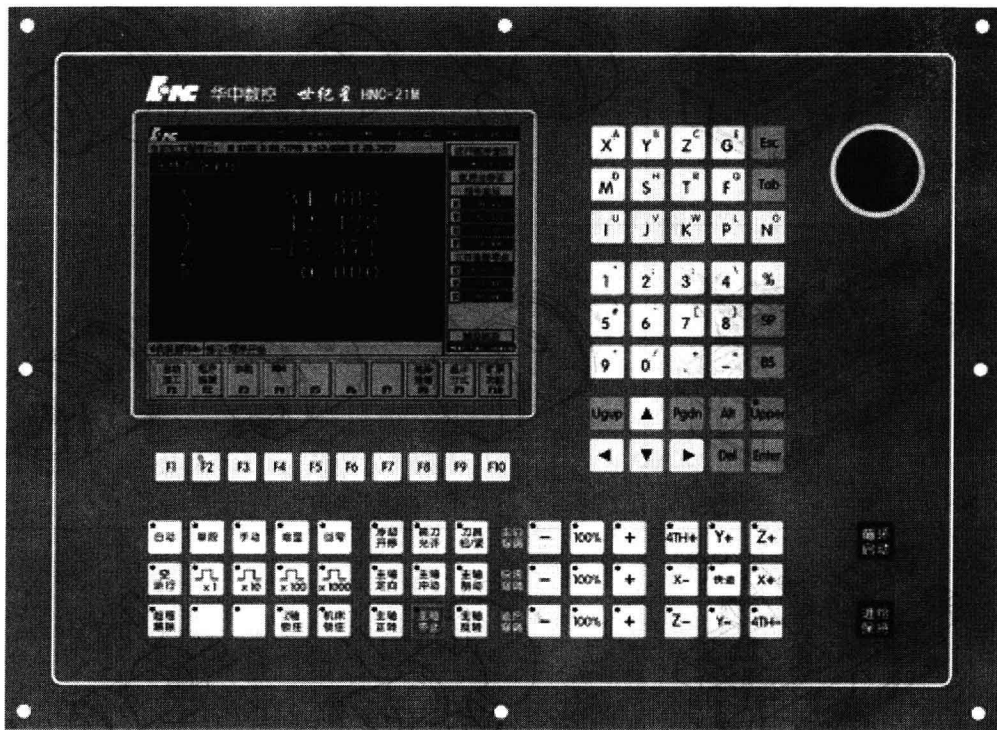


图 1-2 华中世纪星数控车床的面板

1. 菜单命令条

华中世纪星数控系统操作界面中最重要的一块是菜单命令条。系统功能的操作主要通过菜单命令对应的软键 F1~F10 来完成。由于每个功能包括不同的操作，菜单采用层次结构，即在主菜单下选择一个菜单项后，数控装置会显示该功能下的子菜单，操作者可根据子菜单的内容选择所需操作。按“返回”软键 F10 就会回到主菜单。

主菜单与子“程序编辑”子菜单之间的关系如图 1-3 所示。

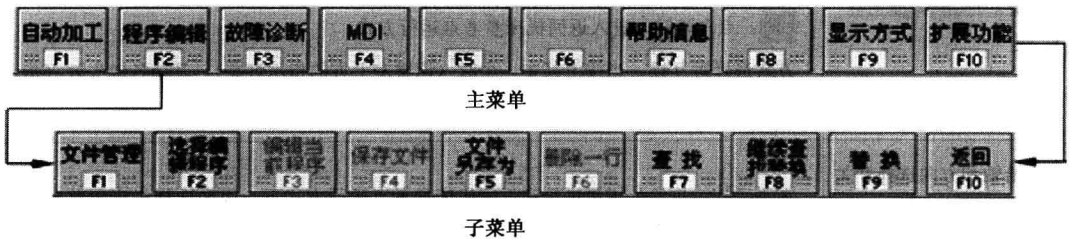


图 1-3 菜单层次

2. 软键

软键的作用是执行菜单命令条的功能。在菜单命令条及扩展子菜单中，每一个功能项的按键上都标注了 F1、F2 等字样，表明要执行该项操作可以通过按下相应的软键来执行。

3. 按键

华中世纪星数控系统的操作面板上的各按键主要用于实现机床的基本操作功能，使用说明见表 1-2。

表 1-2 机床操作键说明

名 称	功 能 说 明
急停键 	用于锁住机床。按下急停键时，机床立即停止运动。 工作时要旋开急停按钮，如图（a）所示；发生故障或碰撞时要及时按下急停按钮，如图（b）所示  (a)(b)
循环启动 	“自动”、“单段”模式下有效，在自动和 MDI 运行方式下，按下该键可进行自动加工或程序校验，注意自动加工前应对刀正确
进给保持 	在自动和 MDI 运行方式下，按下该键后，机床上刀具相对工件的进给运动停止，但主运动不停止，再按下“循环启动”键后，继续运行下面的进给运动
方式选择键 	用来选择系统的运行方式。  ：点击该键，机床进入自动运行方式。可自动连续加工工件、程序校验、在 MDI 模式下运行指令。  ：点击该键，机床进入单段运行方式。  ：点击该键，机床进入手动连续进给运行方式。可手动换刀、手动移动机床各轴、手动松紧卡爪、伸缩尾座、主轴正/反转