

国家示范院校工学结合系列教材

GUOJIA SHIYAN YIAOXIAO GONGXUE JIEHE XILIE JIAOCAI

数控机床 编程与加工

SHUKONG JICHUANG Biancheng Yu Jiagong

闫巧枝 主编



中国矿业大学出版社

China University of Mining and Technology Press

工学结合系列教材

数控机床编程与加工

主编 闫巧枝

中国矿业大学出版社

内 容 提 要

本教材以实际工程零件为载体,将内容分成两大模块——数控车床编程与加工和数控铣床/加工中心编程与加工。模块一和模块二各包含9个训练项目,每个训练项目下均含工作任务,每一个任务均按照实际加工过程进行编制,即按照工程图—工艺文件—程序—操作加工—零件检测等步骤进行设计,有利于学生在任务驱动下,自主学习、自我实践,也有利于教师组织教学。

本教材内容涵盖了机床基本操作和轴类、套类、盘类、槽类、螺纹、轮廓类、平面槽类、孔系、曲面、型腔、配合件等零件的加工。本教材内容新颖,实践性强,覆盖了FANUC、华中、西门子系统等编程,有较强的适用性和广泛性。

本教材可供高等职业技术学院和高等专科学校相关专业教学使用,同时可作为相关行业岗位的培训教材及有关人员的自学用书。

图书在版编目(CIP)数据

数控机床编程与加工 / 闫巧枝主编. —徐州:中国矿业大学出版社, 2014. 7

ISBN 978 - 7 - 5646 - 2297 - 8

I. ①数… II. ①闫… III. ①数控机床—程序设计—职业教育—教材②数控机床—加工—职业教育—教材
IV. ①TG659

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2014)第067522号

书 名 数控机床编程与加工

主 编 闫巧枝

责任编辑 付继娟 章 毅 何晓明

出版发行 中国矿业大学出版社有限责任公司

(江苏省徐州市解放南路 邮编 221008)

营销热线 (0516)83885307 83884995

出版服务 (0516)83885767 83884920

网 址 <http://www.cumtp.com> E-mail: cumtpvip@cumtp.com

印 刷 中矿大印发科技有限公司

开 本 787×1092 1/16 印张 23.5 字数 585 千字

版次印次 2014年7月第1版 2014年7月第1次印刷

定 价 42.00 元

(图书出现印装质量问题,本社负责调换)

前言

本教材把提高学生的职业能力放在突出的位置,加强实践性教学环节,使学生成为企业生产服务一线迫切需要的高端技能型人才。模块所选训练项目来自生产一线,并将每个训练项目按照零件的特征进行分类,每一个任务均按照实际加工过程进行编制,即按照工程图—工艺文件—程序—操作加工—零件检测等步骤进行设计,有利于学生在任务驱动下,自主学习、自我实践,也有利于教师组织教学。

在教材的编写过程中,始终注重把握高职教育的特点,以工学结合为原则设计教学内容,力求贴近生产,使教材内容适应生产现状和发展的需要。

(1) 体现工学结合特色

真标准:教材的组织与编写思路依据国家的相关职业标准进行设计,教材中零件图均依据机械制图标准绘制。

真任务:教材内容所选零件均来自企业生产一线,所有工艺文件(过程卡、工序卡、刀具卡)均依照企业的标准进行编制。

真生产:每一个任务均按照实际生产加工过程进行编制,同时与职业岗位融合,使教学贴近生产,真正实现工学结合。

(2) 针对性强

本教材选取来自企业加工零件,针对数控车工、数控铣工的国家的相关职业标准要求,以就业为导向,以专业人才培养目标为标准,以数控车工、数控铣工职业综合能力为中心,以岗位(群)所必备的知识、能力、职业素质要求和国家的相关职业标准为依据,以岗位需求为目标,以工学结合为原则,以零件为载体,满足就业岗位对所需人才能力的要求,进行面向岗位的内容设计。充分体现教材内容来源于企业,又服务于企业的教学宗旨。

(3) 适用性强

教材内容在设计过程中依据数控车工、数控铣工的国家的相关职业标准,通过广泛的调研,经过企业工程技术专家、技术能手的多次论证,成系列按模块展开,设计训练项目,形成学习性工作任务的内容结构体系,同时充分考虑了相关工种职业资格取证的需要。因此不仅适用于高职高专数控技术、机械设计与制造、模具设计与制造等专业的教学,同时也可作为企业员工培训教材和相关行业岗位的培训教材及有关人员的自学用书。

(4) 两大教学模块相对独立,自成体系

在内容结构上,将数控编程、加工工艺基本知识和机床操作技能,按车、铣工种(岗位)进行了设计、组合,促进编程、工艺和操作技能的融合。形成了两大教学模块,两大教学模块相对独立,自成体系,便于选择学习。

本教材由平顶山工业职业技术学院闫巧枝任主编,平顶山工业职业技术学院张立娟、王乐、吕恒志任副主编。具体编写分工如下:闫巧枝负责编写模块二中训练一、训练二、训练三、训练四、训练五、训练六、训练七,模块一中训练四;张立娟负责编写模块一中训练一、训练二、训练三和附录;王乐负责编写模块二中训练八、训练九;吕恒志负责编写模块一中训练

八、训练九(任务一至任务三);汪强负责编写模块一中训练五、训练六、训练七;中电装备平高集团范文兵负责编写模块一中训练九(任务四至任务五)。全书由闫巧枝统稿。

本教材在编写过程中得到中电装备平高集团、平顶山煤矿机械设备厂等企业工程技术人员、技术骨干的大力支持,在此表示诚挚的谢意。同时在编写过程中参考和借鉴了许多文献资料,谨向这些文献资料的编著者和支持编写工作的单位表示衷心的感谢。

由于编者水平有限,书中不妥之处在所难免,请读者批评指正。

编 者

2012年12月

目 录

模块一 数控车床编程与加工	1
训练一 安全操作规程及日常维护	1
任务一 数控车床的安全操作规程	1
任务二 数控车床的日常维护	2
训练二 FANUC 数控车床的基本操作	5
任务一 数控车床操作面板	5
任务二 FANUC 数控车床的基本操作	10
任务三 程序的编辑与管理	13
任务四 FANUC 数控车床的对刀	29
训练三 轴类零件加工	52
任务一 螺纹阶梯轴加工	52
任务二 椎体加工	61
任务三 成型面零件加工	70
任务四 成型轴加工	80
训练四 套类零件加工	85
任务一 套筒零件加工	86
任务二 内台阶孔零件加工	88
任务三 螺钉孔零件加工	91
任务四 内锥接头零件的加工	93
任务五 内圆球零件加工	95
任务六 螺纹套零件加工	98
任务七 端盖内孔加工	101
训练五 法兰零件加工	104
任务一 法兰盘加工	104
任务二 密封法兰盘加工	109
训练六 槽类零件加工	115
任务一 车槽	115
任务二 车断	118
任务三 车多槽	120
任务四 车端面槽	122
训练七 螺纹零件加工	125
任务一 三角螺纹加工	126
任务二 梯形螺纹加工	133
任务三 矩形螺纹加工	137

训练八 用户宏程序	141
任务一 连接轴零件的加工	141
任务二 蜗杆零件的加工	158
训练九 典型零件加工	165
任务一 轴套配合件加工	165
任务二 胀套配合件加工	176
任务三 双配合零件加工	188
任务四 曲轴的加工	203
任务五 轴壳体加工	209
 模块二 数控铣床/加工中心编程与加工	 221
训练一 安全操作规程及日常维护	221
任务一 数控铣床/加工中心的安全操作规程	221
任务二 数控铣床/加工中心的日常维护	222
训练二 数控铣床/加工中心的操作	226
任务一 数控铣床/加工中心操作面板	226
任务二 数控铣床/加工中心常用刀具系统	233
任务三 数控铣床/加工中心常用夹具系统	242
任务四 数控铣床/加工中心对刀操作	247
训练三 轮廓加工	253
任务一 外轮廓加工	253
任务二 内轮廓加工	259
训练四 槽加工	263
任务一 四方槽加工	263
任务二 直沟槽加工	265
任务三 腔槽加工	270
训练五 孔系加工	276
任务一 孔的加工	276
任务二 密封盖孔的加工	279
任务三 密封法兰盘孔的加工	282
训练六 曲面加工	289
任务一 凹形曲面加工	289
任务二 凸台曲面加工	290
任务三 椭球曲面加工	294
训练七 型腔加工	298
任务一 内型腔加工	298
任务二 壳体内型腔加工	303
训练八 配合件加工	307
任务一 配合件加工 1	307

任务二 配合件加工 2	313
任务三 配合件加工 3	320
训练九 典型零件加工	342
任务一 典型零件加工 1	342
任务二 典型零件加工 2	345
任务三 典型零件加工 3	353
附录	363
参考文献	367

模块一 数控车床编程与加工

训练一 安全操作规程及日常维护

【训练目的】 学习遵守数控车床安全文明操作与日常维护规程;了解安全操作与日常维护对于操作人员及数控车床的重要意义;能根据说明书完成数控机床的定期和不定期保养。

任务一 数控车床的安全操作规程

数控车床的操作一定要做到规范操作,以避免发生人身、设备、刀具等的事故。基于此,数控车床的安全操作规程阐述如下。

一、操作前的安全操作

(1) 零件加工前,一定要先检查机床的正常运行情况,可以通过试车的办法来进行检查。

(2) 在操作机床前,请仔细检查输入的数据,以免引起误操作。

(3) 确保指定的进给速度与操作所要的进给速度相适应。

(4) 当使用刀具补偿时,请仔细检查补偿方向与补偿量。

(5) CNC 与 PMC 参数都是机床厂设置的,通常不需要修改,如果必须修改参数,在修改前请确保对参数有深入全面的了解。

(6) 机床通电后,CNC 装置尚未出现位置显示或报警画面时,请不要碰 MDI 面板上的任何键,MDI 上的有些键是专门用于维护及特殊操作的。在开机的同时按下这些键,可能使机床产生数据丢失等误操作。

二、机床操作过程中的安全操作

(1) 手动操作。当手动操作机床时,要确定刀具和工件的当前位置并保证正确指定了运动轴、方向和进给速度。

(2) 手动返回参考点。机床通电后,请务必先执行手动返回参考点。如果机床没有执行手动返回参考点操作,那么机床的运动不可预料。

(3) 手动脉冲发生器进给。在手摇脉冲发生器进给时,一定要选择正确的进给倍率,过大的进给倍率容易使刀具或机床损坏。

(4) 工作坐标系。手动干预、机床锁住或镜像操作都有可能移动工件坐标系,用程序控制机床前,请先确定工件坐标系。

(5) 空运行。通常情况下,使用机床空运行来确认机床运行的正确性。在空运行期间,机床以空运行的进给速度运行,这与程序输入的进给速度不一样,且空运行的进给速度要比

编程序用的进给速度快得多。

(6) 自动运行。机床在自动执行程序时,操作人员不得擅自离岗位,要密切注意机床、刀具的工作状况,根据实际加工情况调整加工参数。一旦发现情况,应立即停止机床动作。

三、与编程相关的安全操作

(1) 坐标系的设定。如果没有设置正确的坐标系,即使指令是正确的,也可能并不是按想象中的动作运动。

(2) 公/英制的转换。在编程过程中,一定要注意公/英制的转换,使用的单位制式一定要与机床当前使用的单位制式相同。

(3) 回转轴的功能。当编制极坐标插补或法线方向(垂直)控制时,请特别注意旋转轴的转速。回转轴转速不能过高,否则,如果工件安装不牢,会由于离心力过大而甩出工件引起事故。

(4) 刀具补偿功能。在补偿功能模式下,发出基于机床坐标系的运动命令或回参考点返回命令,补偿会暂时取消,这可能导致机床产生不可预想的运动。

四、关机时的注意事项

(1) 确认工件已加工完毕。

(2) 确认机床的全部运动已完成。

(3) 检查工作台面是否远离行程开关。

(4) 检查刀具是否已取下、主轴锥孔内是否已清洁并涂上油脂。

(5) 检查工作台面是否已清洁。

任务二 数控车床的日常维护

一、数控机床的使用要求

(一) 数控车床使用的环境要求

一般来说,数控车床可以跟普通车床一样放在生产车间里,但是要避开阳光的直接照射和其他辐射,要避开太潮湿或粉尘过多的场所。腐蚀性气体最容易使电子元件受到腐蚀变质或造成接触不良,或造成元件短路,影响机床的正常运行。要远离振动大的设备,如冲床锻压设备等,对于精密机床还要采取防振措施。

另外,根据一些数控机床的用户经验,在有空调的环境中使用,会明显减少机床的故障率,这是因为电子元件的技术性能受温度影响较大,当温度过高或过低时会使得电子元件的技术性能发生较大的变化,使机床工作不稳定或不可靠而增加故障的发生,对于精度高、价格贵的数控机床使其置于有空调的环境中使用是比较理想的。

(二) 数控车床使用的电源要求

数控车床对于电源没有什么特殊要求,一般允许波动 $\pm 10\%$,但是由于我国供电的特殊情况,不仅电源波动的幅度大,而且质量较差的交流电源上往往叠加有高频杂波信号,用示波器可以清楚地观察到,有时还出现波动很大的瞬间干扰信号,破坏进程内的程序或参数,影响机床的正常运行。对于有条件的企业对数据控机床采取专线供电或增设稳压装置,都可以减少供电质量的影响和减少信号干扰。

(三) 数控机床使用时对操作人员技能的要求

数控机床的操作人员必须有较强的责任心,善于合作,技术基础好且有一定的机加工实际经验,同时善于动脑,勤于学习,对数控技术有钻研精神。例如,编程人员能同时考虑加工工艺、零件装夹方案、刀具选择、切削用量等;数控机床的维修人员不仅要懂得机床的结构和工作原理,还应具有电气、液压、气动等更宽的专业知识,对问题有进行综合分析、判断的能力。

二、数控机床的定时检查

对数控机床进行预防性保养和定期检查可延长元器件的使用寿命,延长机械部件的磨损周期,防止意外恶性事故的发生,保证机床长时间稳定工作。因此,维护人员应严格按照维护说明书的使用要求对机床进行定期检查。数控机床的定期维护检查内容见表 1-1-1。

表 1-1-1 数控车床保养

序号	检查周期	检查部位	检查要求
1	每天	导轨润滑油箱	检查油量,及时添加润滑油,检查润滑油泵是否会及时启动打油或停止
2	每天	主轴润滑恒温油箱	检查工作是否正常,油量是否充足,温度范围是否合适
3	每天	机床液压系统	检查油箱泵有无异常噪声
4	每天	压缩空气气源压力	检查气动控制系统压力是否在正常的范围内
5	每天	X、Z 轴导轨面	检查清除切屑和脏物,检查导轨面有无划伤损坏,润滑油是否充足
6	每天	各防护装置	检查机床防护罩是否齐全有效
7	每天	电气柜各散热通风装置	检查各电气防护柜冷却风扇是否正常工作、风道过滤网有无阻塞,及时清洗过滤器
8	每周	各电气柜过滤网	清洗黏附上的尘土
9	不定期	冷却液箱	随时检查液面高度,及时添加冷却液,太脏则应当更换
10	不定期	排屑器	经常清理切屑,检查有无卡住现象
11	半年	检查主轴驱动传动带	按照说明书要求调整传动带松紧状态
12	半年	各导轨上镶条,压紧滚轮	按照说明书调整松紧状态
13	一年	检查和更换电动机炭刷	检查换向器表面,除去毛刺,吹净炭粉,磨损过多的炭刷应及时更换
14	一年	液压油路	清洗溢流阀、减压阀、滤油器、油箱,过滤液压油或更换
15	一年	主轴润滑恒温油箱	清洗过滤器油箱,更换润滑油
16	一年	冷却油泵过滤器	清洗冷却油池,更换过滤器
17	一年	滚珠丝杠	清洗丝杠上的旧油脂

三、数控车床故障诊断的常规方法

通常情况下,数控车床的故障诊断应按以下步骤进行。

(1) 事故现场。数控机床出现故障后,不要马上动手盲目处理,首先要查看故障记录,向操作人员询问故障出现的全过程。在确认通电对机床和系统无危险的情况下再通电观察,特别要确定以下信息:

① 故障发生时,报警信号和报警提示是什么? 哪盏指示灯或发光管发光? 提示报警内容是什么?

- ② 如无报警,系统处于何种工作状态?系统的工作方式诊断结果是什么?
- ③ 故障发生在哪个程序段?执行何种指令?故障发生前执行了何种操作?
- ④ 故障发生在何种速度下?轴处于什么位置?指令值的误差量是多大?
- ⑤ 以前是否发生过类似故障?现场是否有异常情况?故障是否重复发生?

功能联系,调查原因对结果的影响,即根据可能产生该种故障的原因分析,看其最后是否与故障现象相符来确定故障点。演绎法是指从发生的故障现象出发,对故障原因进行分割式的故障分析方法。即从故障现象开始,根据故障机理,对故障原因进行分割,列出多种可能产生该故障的原因,然后,对这些原因逐点进行分析,排除不正确的原因,最后确定故障点。

注:在故障诊断过程中,通常按照先外部后内部、先机械后电气、先静后动、先公用后专用、先简单后复杂、先一般后特殊的原则进行。

(2) 故障的排除。找到造成故障的确切原因后,就可以对“对症下药”进行修理,调整或更换有关部件。

四、数控车床常见故障分类

数控车床的故障种类繁多,有电气、机械、系统、液压、气动等部件的故障,产生的原因也比较复杂,但很大一部分故障是由于操作人员操作不当引起的。数控车床常见的操作故障有:

- (1) 防护门未关,机床不能运转。
- (2) 机床未回参考点。
- (3) 主轴转速 S 未超过最高转速限定值。
- (4) 程序内没有设置 F 或 S 值。
- (5) 进给修调 $F\%$ 或主轴修调 $S\%$ 开关设为空挡。
- (6) 回参考点时离零点太近或回参考点速度太快,引起超程。
- (7) 程序中 $G00$ 位置超过限定值。
- (8) 刀具补偿测量位置错误。
- (9) 刀具换刀位置不确定(换刀点离工件太近)。
- (10) $G40$ 撤销不当,引起刀具切入已加工表面。
- (11) 程序中使用了非法代码。
- (12) 刀具半径补偿方向错误。
- (13) 切入、切出方式不当。
- (14) 切削用量太大。
- (15) 刀具钝化。
- (16) 工件材质不均匀,引起振动。
- (17) 机床被锁定(工作台不动)。
- (18) 工件未夹紧。
- (19) 对刀位置不确定,工件坐标系设置错误。
- (20) 使用了不合理的 G 功能指令。
- (21) 机床处于报警状态。
- (22) 断电后或报过警的机床没有重新回参考点或复位。

训练二 FANUC 数控车床的基本操作

【训练目的】 认识数控车床的外形结构及各部分的名称和功用;能熟悉运用 FANUC 系统数控车床面板上各键的功能;认识 FANUC 数控车床系统的几种工作方式和人机界面的显示页面;能熟练进行程序的输入及编辑;熟悉进行 FANUC 系统数控车床的开关机顺序及机床回零过程;能进行数控机床坐标系零点的设置及对刀。

任务一 数控车床操作面板

FANUC 数控车床的操作面板由两部分组成:数控系统面板(包括 LCD 显示单元和 MDI 键盘)和数控机床控制面板,如图 1-2-1 所示。

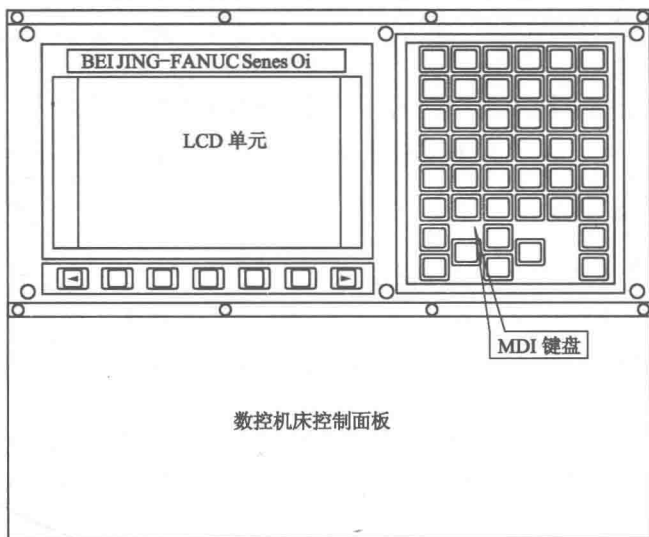


图 1-2-1 FANUC 数控车床操作面板的组成

一、FANUC 数控系统面板及功能

数控系统由系统生产厂家统一生产,对于同一品牌、同一型号的数控系统面板,其面板布置是相同的。FANUC 数控系统面板包括两部分。

(一) LCD 显示单元

如图 1-2-2 所示,显示单元是数控系统的信息输出窗口,系统内的程序、参数、状态、图形等均在显示单元上显示。LCD 显示单元下方有一排按键,键面上没有标志,称为软键(Soft key)。不同软键的功能也不同。其中,最左边向左的  称为左扩展键,最右边向右的  称为右扩展键。左右扩展键可以改变显示画面,是系统操作中常用的按键之一。

(二) MDI 键盘

MDI 键盘是数控系统信息输入及数控系统控制的主要渠道,FANUC 数控系统为了节省时间,一般使用小键盘(即不同于计算机标准键盘)。一个按键通常有两个标志,代表两种功能,可以相互转换。MDI 键盘如图 1-2-3 所示。



图 1-2-2 LCD 显示单元



图 1-2-3 MDI 键盘

(1) 数字/字母键用于输入数据到输入区域(如图 1-2-4 所示),系统自动判别取字母还是取数字。字母和数字通过“SHIFT”键切换输入,如:N—Q,9—C。

(2) 主功能键:

“POS”键:位置功能键,显示机床当前的位置。

“PROG”键:程序功能键,在 EDI 方式下,编辑、显示存储器里的程序;在 MDI 方式下,输入、显示 MDI 数据;在机床自动操作时,显示程序指令。

“OFFSET/ SETTING”键:刀具补偿功能键,设定加工参数,结合扩展功能软键可进入以下设置页面:刀具长度补偿、刀具半径补偿值设定页面,系统状态设定页面,系统显示的与系统运行方式有关的参数设定界面,工件坐标系设定页面。

“SYSTEM”键:系统参数设置功能键,用于参数的设定、显示及自诊断数据的显示。一般仅供维修人员使用,通常情况下禁止修改,以免出现设备故障。

“MESSAGE”键:报警信息显示功能键,用于显示报警信号。

“CUSTOM/GRAPH”键:图形功能键,用于刀具路径显示、坐标值显示以及刀具路径模拟有关参数设定。

(3) 程序编辑键。“ALTER”键用于程序更改,“INSRT”键用于程序插入,“DELET”键用于程序删除,“INPUT”为输入键,“CAN”为取消键。

(4) “PAGE”翻页键:“↑”键向前翻页,“↓”键向后翻页。

(5) “RESET”复位键:当机床自动运行时,按下此键,则机床所有操作都停下来。此状态下若恢复自动运行,刀架要返回参考点,程序从头执行。还可用于解除报警、复位等。

(6) “HELP”帮助键:提供对 MDI 键操作方法的帮助信息。



图 1-2-4 数字/字母键

二、FANUC 数控车床的控制面板

数控车床控制面板是用户对机床进行各种操作(主轴的启动、停止、程序的自动运行等)的平台。它主要是由各个机床厂家自己生产配备的,同一种型号的数控机床配备相同的数控系统,但是由不同机床生产厂家生产的,机床控制面板也不相同。但是无论控制面板上的按键怎样布置,各种不同车床控制面板的操作方式是基本类似的。有的控制面板是按键方式转换工作方式,并且带有中文说明,有的控制面板则是旋钮方式,以图形符号或英文简写表示不同的工作方式。在此以图 1-2-5 所示的控制面板作为讲解实例。



图 1-2-5 按键方式的控制面板

(一) 机床工作模式选择

车床的一切都是围绕着工作模式进行的。也就是说,数控车床的每一个动作都必须在这种工作模式确定的前提下才有意义。

1. 自动运行工作模式(AUTO)

编辑以后的程序可以在这方式下执行,同时在空运行状态下可以进行程序格式的正确性检验(注意不能检验其走刀轨迹是否正确)。

2. 程序编辑工作模式(EDIT)

程序的存储和编辑都必须在这个方式下执行。

3. 手动数据输入工作模式(MDI)

一般情况下,MDI 方式用于当场输入几段程序指令后,立即就可令其执行。例如 T0101;G00 X100.0,程序一旦执行完毕,就不在内存中驻留,可以把 MDI 程序段视为临时性程序,执行完会自动消失。它可以通过用户操作面板上的“开始(START)”按钮来执行程序。从本义上讲,它属于自动运行的范畴,但一般都习惯将它作为手动调整操作的手段。

4. 工作模式(DNC)

通过 RS232 电缆线连接个人计算机和数控机床,进行大容量的程序传输加工。

5. 回零工作模式(RED/ZRN)

数控车床开机后,只有回零(返回参考点),建立机床坐标系以后,车床才能运行程序,所以用户要养成开机就回零(返回参考点)的习惯。另外,在回零(返回参考点)方式下,X 轴、Z 轴只能朝正方向移动,只能按下“+X”或“+Z”方向键并保持,直至“X 零”或“Z 零”灯亮起,即表示机床已经回零(返回参考点)。如果未回零(返回参考点),车床不能进行 AUTO

方式操作,并在 LCD 显示屏上出现提示信息。

6. 手动进给工作模式(JOG)

在 JOG 方式下通过选择用户操作面板上的方向键“+X”、“-X”、“+Z”、“-Z”,车床刀具就朝所选择的方向连续进给。进给速度由进给倍率旋钮调整,从低倍率到高倍率,进给速度依次升高。在 LCD 显示屏上有进给速度显示。

在 JOG 方式下,快速进给键锁定后,按住方向键,车床并不以进给倍率旋钮的进给速度移动,而是快速移动(GOO 速度)。

7. 手摇工作模式(HANDLE)

在这个方式下,通过摇动手轮脉冲发生器来达到车床移动控制的目的。车床移动的快慢是通过选择手摇方式下的 $\times 1$ 、 $\times 10$ 、 $\times 100$ 三个倍率来进行控制的。车床 X 轴、Z 轴的移动是通过用户操作面板上的选择开关来进行控制的,而每个移动的方式对应于手轮上的“+”和“-”符号方向。

(二) 程序运行控制按钮

1. 程序运行开始按钮(START)

选择好零件加工程序后,按此键机床自动运行加工任务。模式选择旋钮在“AUTO”和“MDI”模式位置时按下此键有效,其余模式按下无效。

2. 程序运行暂停按钮(PAUSE/HOLD)

在程序运行过程中,按下此按钮暂停程序运行,进给运动停止,但主轴仍然继续旋转;若重新按下程序运行开始按钮,程序将继续运行。

3. 程序单段运行按钮(SBK)

这个按钮为自锁按钮。当按一下时,指示灯亮;再按一下时,指示灯熄灭。当单段运行按钮指示灯亮时,单段运行有效。

单段运行,即是每次只运行一段程序,它和 MDI 运行是不同的。MDI 运行是临时从键盘上输入一段程序,然后立即执行,一次可执行一段程序;而单段运行则是对由多个程序段组成的已预先编写好的整个程序采用逐步运行的方法,一次读入一个程序的内容,按“循环启动”键执行,执行完后即处于等待状态,直到再按“循环启动”后,才又读入下一段程序并运行,它也是一次只运行一段程序。从整个运行结果来看,单段运行和自动连续运行并没有什么不同,由于连续运行时程序的执行往往并不一定要等到前一段完全结束才开始运行下一段,这样,图纸上的尖角通常都实际加工成了圆弧过渡的效果;要想得到尖角,应该如前面提到的需要增加 G04 的暂停指令。而采用单段运行方式就可很好地保证尖角的形成,如果程序中没有使用 G04,而又希望得到尖角,可通过监控在需要的时候按下单段运行的开关至灯亮有效,不需要时可再按下单段运行开关至灯熄灭。

采用单段运行,还可根据需要暂停加工来进行中间加工结果的检测。和“进给保持”开关键功能相比,单段运行可确保在某段程序运行完成后才暂停,因此,不会像“进给保持”那样往往在加工中途的工件表面留下刀具接痕。还有很重要的一点就是采用单段方式可以很方便地观察到每一段程序的运行效果,因而既有助于更好地理解程序,也有助于检查出程序运行的错误所在。

4. 程序跳段运行按钮(BDT)

这个按钮也是自锁按钮。当 BDT 指示灯亮时,说明跳跃功能有效。例如:


```
N5 G90 G54 G00 X0 Y0 Z100;  
N10 M3 S800;  
/N15 G01 X100 F100;  
N20.....;  
N25.....M30;
```

当 BDT 按钮有效时,程序执行完 N10 后,跳过 N15 直接执行 N20;当 BDT 按钮无效时,程序执行顺序是:N5—N10—N15—N20……

程序的跳段运行主要用于个别不太确定的程序段中,这些程序段指令有时候会需要运行,有时候却又不需要运行。比如说,有些程序段是试车时或首次运行时需要用到的,而调试运行通过后就是不再需要的。跳段运行的处理是:在可能需要跳段运行的个别程序段前,加上一个“/”符号,程序执行时,数控系统在读到带“/”符号的程序段时,先去检测判断“跳段开关”是否接通有效,若有效,则跳过这一程序段而去执行下一段程序指令;若未接通,将无视这一符号,照常运行这段程序。因此,不需要运行时,可以运行到该程序段之前先按下跳段开关至灯亮为有效状态;需要运行这些程序时,应在运行前先按下跳段开关至灯灭,为断开无效状态。

5. 空运行按钮(DRN)

这个按钮也是自锁按钮。当 DRN 指示灯亮时,空运行有效。

空运行检查是正式加工前必须进行的操作之一。当程序编写完成以后,可先进行空运行检查,检查程序中是否有语法错误;检查走刀轨迹是否符合要求,有无超行程的可能;还可以检查工艺顺序是否安排的合理等。空运行时,系统将忽略程序中的进给速度指令的限制,直接以机床各轴能移动的最快速度移动,因此,应在未安装毛坯的情况下进行。

注意:切不可装工件空运行程序!

6. 机床锁定按钮

这个按钮也是自锁按钮。按下此键机床各轴被锁住,只能程序运行,机床不能动作。可以利用图形显示检查运动轨迹是否正确。但机床锁定运行程序后如果开始加工,一定要重新回零,否则得不到正确的零件或产生“撞车”。

7. 主轴倍率和进给倍率调整旋钮

主轴倍率调整旋钮用来调整主轴转速,如果程序指令 S600 M03,主轴转速应是 600 r/min,主轴倍率调整旋钮在 50%时,实际转速只有 300 r/min,并且主轴倍率可以在加工过程中随时调整。

进给倍率调整旋钮与之类似,不过它调节的是机床轴的进给速度,若程序指令 G97 G01 X30.0 F0.5,进给倍率调整旋钮在 50%时,实际进给速度是 0.25 mm/r。进给倍率也可以在加工过程中随时调整。

(三) 机床手动控制按钮

1. 手动移动机床轴按钮

在手动进给模式下,选择机床+X、-X、+Z、-Z 坐标轴按钮按下保持,机床被选定轴及方向以进给倍率选择按钮选定的速度移动,按钮松开,移动停止。

2. 机床主轴手动控制按钮

三个按钮依次是主轴正转、主轴停止、主轴反转,这三个按钮是互锁的,同时只能有一个