



数控铣床操作与加工

SHUKONG XICHUANG CAOZUO YU JIAGONG

主 编 周燕峰 甘耀良
副主编 张锦辉 谈昌顺 刘双喜



重庆大学出版社

<http://www.cqup.com.cn>

数控铣床操作与加工

主 任 彭小鹏

副主任 王世豪 肖红春 肖清平

委 员 孙自扬 闫建军 周燕峰 邱炜聪

戴国娟 张 勇 陈 咏

主 编 周燕峰 甘耀良

副主编 张锦辉 谈昌顺 刘双喜

参 编 黄竞雄 万建辉 侯勇华

重庆大学出版社

内容提要

本书内容主要有:数控铣床的基本操作、常用工量具及刀具的使用、轮廓类零件加工、型腔类零件加工、曲面零件、配合零件加工与企业产品加工实例。通过提出目标、给出知识、引导学习、自主思考、独立完成的任务实施过程,力求做到理解基本原理,突出操作技能,提高动手能力,注重学习者在安全操作、规范操作、质量管理等职业素质的培养目标。

本教材适用于中职学校数控技术应用专业、模具专业的实训指导教学,也适用于数控技术初学者的自学。

图书在版编目(CIP)数据

数控铣床操作与加工/周燕峰,甘耀良主编. —重庆:重庆大学出版社,2015.10
ISBN 978-7-5624-9121-7

I.①数… II.①周…②甘… III.①数控机床—铣床—操作—教材②数控机床—铣床—加工—教材 IV.①TG547

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2015)第 120953 号

数控铣床操作与加工

主 编 周燕峰 甘耀良

副主编 张锦辉 谈昌顺 刘双喜

策划编辑:周 立

责任编辑:周 立 版式设计:周 立

责任校对:关德强 责任印制:赵 晟

*

重庆大学出版社出版发行

出版人:易树平

社址:重庆市沙坪坝区大学城西路 21 号

邮编:401331

电话:(023) 88617190 88617185(中小学)

传真:(023) 88617186 88617166

网址:<http://www.cqup.com.cn>

邮箱:fxk@cqup.com.cn(营销中心)

全国新华书店经销

重庆学林建达印务有限公司印刷

*

开本:787mm×1092mm 1/16 印张:16 字数:399千

2016 年 8 月第 1 版 2016 年 8 月第 1 次印刷

印数:1—1 000

ISBN 978-7-5624-9121-7 定价:39.50 元

本书如有印刷、装订等质量问题,本社负责调换

版权所有,请勿擅自翻印和用本书

制作各类出版物及配套用书,违者必究

前言

本教材根据教育部制定的中等职业学校数控加工技术应用专业教学大纲和人社部制定的数控铣床中级工技能的考核要求,采用项目任务式一体化教学模式编写,以华中数控系统为平台,展现数控铣床基本操作技能的全过程。本书内容主要有:数控铣床的基本操作、常用工、量具及刀具的使用、轮廓类零件加工、型腔类零件加工、曲面零件、配合零件加工与企业产品加工实例。通过提出目标、给出知识、引导学习、独立思考、独立完成任务实施过程,力求做到理解基本原理,突出操作技能,提高动手能力,注重学习者在安全操作、规范操作、质量管理等职业素质的培养。项目的编排考虑了知识结构由浅到深,项目训练由易到难,循序渐进,理论与实践紧密结合,以期学生通过这些项目的训练,掌握数控铣床的基本操作技能,达到国家职业资格中级工的水平,同时适应现代企业对数控技术技能人才的要求。

本教材适用于中职学校数控技术应用专业、模具专业的学生实训指导教学,也适用于数控技术初学者自学。

本教材由深圳市龙岗职业技术学校周燕峰、甘耀良担任主编,张锦辉、谈昌顺、刘双喜担任副主编。周燕峰编写项目一,甘耀良编写项目五,谈昌顺编写项目二,刘双喜编写项目三,张锦辉编写项目四,参加编写的还有深圳市龙岗职业技术学校黄竞雄,万建辉,侯勇华,全书由周燕峰统稿。在编写本书过程中,参阅了国内外同行的有关资料,得到了深圳市伟业兴科技有限公司、群达模具(深圳)有限公司、深圳市华亚数控机床有限公司、深圳亿和模具制造有限公司、深圳市爱得利机电有限公司、深圳市机械行业协会等专业技术人员的支持和指导,在此表示衷心的感谢!

限于编写时间和编者的水平,在编写过程中难免存在疏漏或不足之处,敬请读者及专业人士提出宝贵意见与建议。

编者

2016年1月

目 录

项目一	数控铣床操作系统的认识	1
任务一	华中数控系统的认识	2
任务二	数控铣床的对刀与工件坐标系设定	27
项目二	轮廓类零件加工	39
任务一	方形零件的加工	40
任务二	弧形零件加工	63
项目三	型腔类零件加工	74
任务一	槽类零件加工	75
任务二	薄壁零件加工	88
项目四	曲面零件与企业产品加工	102
任务一	曲面零件加工(一)	103
任务二	曲面零件加工(二)	120
任务三	企业产品加工	136
项目五	配合零件加工	155
任务一	配合零件加工(一)	156
任务二	配合零件加工(二)	192
附录		210
附录一	数控铣床安全操作规程	210
附录二	数控铣床日常维护与保养	210
附录三	数控铣床操作中工考核大纲	212
附录四	常用 G 代码和 M 代码	224
附录五	数控机床常用英语词汇	227
附录六	常见数控铣床参数英语词汇	230
附录七	五级保养明细表	233
参考文献		247

项目 ——

数控铣床操作系统的认识



知识目标

- 1.了解机床的基本结构,认识数控铣床
- 2.认识数控铣床的控制系统
- 3.认识数控铣床加工的基本工量刀具



过程与方法目标

- 1.课前收集资料,预习机床操作基本知识
- 2.课中观摩、分组合作、掌握操作要领
- 3.课后实践操作,进行刀具安装、工件坐标设定



能力目标

- 1.理解及掌握数控铣控制系统的界面功能及操作方法
- 2.工件坐标系设定的方法
- 3.刀具的安装方法
- 4.常用工、量具的使用方法
- 5.阅读本任务涉及的相关资料及查阅工具书的能力



情感态度价值观目标

- 1.感受学习机床操控的乐趣,在训练中培养自信

- 2.养成严谨认真、细心操作和安全文明生产的好习惯
- 3.培养学生的团队意识,养成互相帮助、团队协作的工作习惯
- 4.在实践操作中养成认真记录、规范操作的 7S 职业素养

任务一 华中数控系统的认识



任务描述

了解数控铣床实训车间的管理要求,掌握车间 7S 基本操作方法;认识 HNC-21M 华中数控系统面板各功能区域的主要作用,掌握面板常用功能的操作方法。



知识获取

一、认识普通三轴数控铣床

1) 数控铣床的组成

数控铣床一般由数控系统、主传动系统、进给伺服系统、辅助系统等几大部分组成,如图 1-1-1 所示:

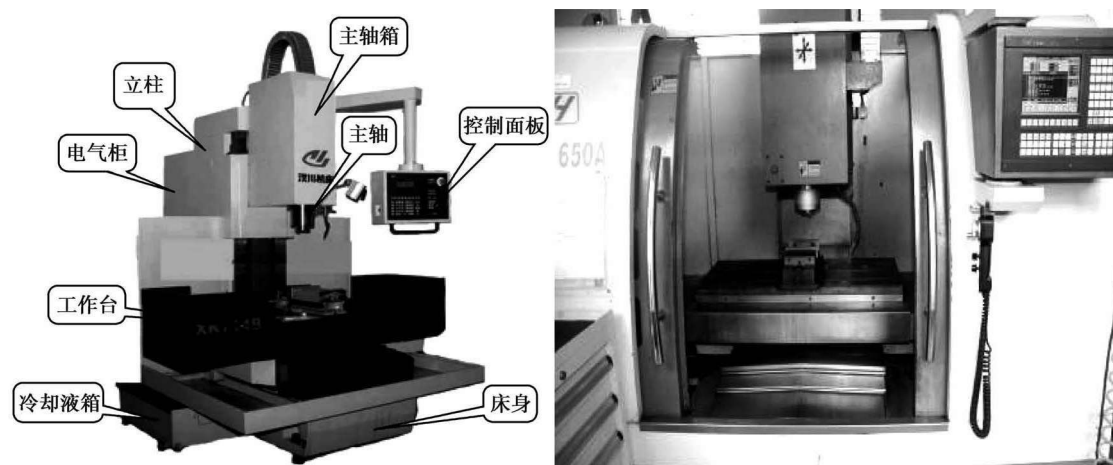


图 1-1-1 数控铣组成图

①主轴箱 包括主轴箱体和主轴传动系统,用于装夹刀具并带动刀具旋转,主轴转速范围和输出扭矩对加工有直接的影响。

②进给伺服系统 由进给电机和进给执行机构组成,按照程序设定的进给速度实现刀具

和工件之间的相对运动,包括直线进给运动和旋转运动。

- ③控制系统 数控铣床运动控制的中心,执行数控加工程序控制机床进行加工。
- ④辅助装置 如液压、气动、润滑、冷却系统和排屑、防护等装置。
- ⑤机床基础件 通常是指底座、立柱、横梁等,它是整个机床的基础和框架。

2) 数控铣床的主要技术参数

数控铣床布局为立式主轴、十字型床鞍工作台,结构紧凑、加工范围广泛,一次装夹后可完成铣、镗、钻、铰、攻丝等多种工序的加工。主轴采用交流主轴电机同步齿形带传动,噪声低。主要应用于中小型机械零件和模具加工。

机型(以华亚数控 650A 为例)		型号 YHM(C)650A
X 轴行程	mm	650
Y 轴行程	mm	400
Z 轴行程	mm	480
主轴中心至立柱	mm	480
最小设定单位	mm	0.001
进给速度	mm/min	0~15 000
定位精度	mm	0.01
重复定位精度	mm	0.005
工作台尺寸	mm	800×420
工作台最大承重	kg	600
T 型槽宽	mm	18
T 型槽间距	mm	135
主轴转速	r/min	8 000
刀柄型式		BT40
主电机功率	kw	5.5
机床外形尺寸	mm	2 300×2 300×2 400
机床重量	kg	4 500/4 700

3) 数控铣床的分类

按结构分类可以分:

(1) 工作台升降式数控铣床

这类数控铣床选用工作台移动、升降,而主轴不动的办法。经济型数控铣床一般选用此种结构。

(2) 主轴头升降式数控铣床

这类数控铣床选用工作台纵向和横向移动,数控铣床且主轴沿垂向溜板上下运动。主轴头升降式数控铣床在精度坚持、承载分量、系统构成等方面具有许多长处,已成为数控铣床的主流。

(3) 龙门式数控铣床

这类数控铣床主轴能够在龙门架的横向与垂向溜板上运动,而龙门架则沿床身作纵向运动。大型数控铣床,因要考虑到扩展行程,减小占地面积及刚性等技术上的疑问,往往选用龙门架移动式。

二、实训车间的管理要求

(一) 学生安全管理守则

(1) 学生在实训车间参加实训,严格遵守实训车间各项规章制度。

(2) 禁止穿拖鞋、背心进入实训车间,不得在实训车间内嬉戏打闹。

(3) 禁止在实训车间内抽烟、吃东西。

(4) 爱护实训车间设备及公共设施,随时保持实训车间的清洁卫生,严格执行每班一小扫,每周一大扫的清洁制度。

(5) 实训期间注意节约用水用电及各种实训耗材。

(6) 不得随意移动实训车间内的物品,如有需要必须得到管理人员的批准。

(7) 提高职业素质,注意安全生产,严格遵守操作规程,时刻警惕安全事故的出现,如发生意外情况,应立即切断电源,并且及时报告指导教师及实训车间管理人员。

(8) 实训结束,值日同学做好实训车间的清洁卫生,关好实训车间内的一切水、气、电和门窗。

(二) 机床安全操作要求

(1) 工作时应穿工作服,女同学戴工作帽并将头发全部塞进帽子,禁止戴手套操作机床。

(2) 不要移动或损坏安装在机床上的警告牌示。

(3) 通电时保证工件、刀具卡紧到位,工作台上无其他物品。

(4) 其他人员处于工作台活动范围之外。

(5) 先开机床的总电源开关,再开数控系统上电源开关。

(6) 机床报警时查明原因,并排除报警。

(7) 机床一定按先 Z 轴,后 X、Y 轴回参考点,防止刀具与工件碰撞。

(8) 加工时注意刀具的冷却,并检查各部分的润滑情况。

(9) 加工过程中及加工结束后,保持机床清洁。

(10) 确保程序运行完毕,再将各轴移到中间位置后才可断开机床电源。

(11) 按先断开系统电源再断开机床总电源停机。

(12) 定期保养,防止机床带病运行。

(三) 数控铣 7S 要求

(1) 整理(sort):区分要用与不要用的物资,把不要的清理掉,机床和工作要清扫,如图 1-1-2 所示。

(2) 整顿(straighten):要用的物资依规定定位、定量摆放整齐、标明识别,如图 1-1-3 所示。

(3) 清扫(sweep):清除现场内的脏污、垃圾、杂物,并防止污染的发生,如图 1-1-4 所示。



图 1-1-2



图 1-1-3



图 1-1-4

(4) 清洁 (sanitary): 将前 3S 实施的做法制度化、规范化, 执行并维持良好成果, 如图 1-1-5 所示。

(5) 素养 (sentiment): 人人依规定行事、养成好习惯, 如图 1-1-6 所示。

(6) 安全 (safety): 人人都以为自身的一言一行负责的态度, 杜绝一切不良隐患, 安全开关复位, 如图 1-1-7 所示。

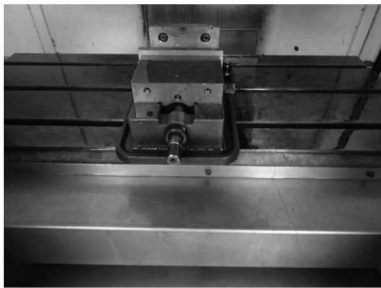


图 1-1-5



图 1-1-6



图 1-1-7

(7) 节约(save):对时间、空间、原料等方面合理利用,以企业主人的心态发挥它们的最大效能。

三、华中数控系统的基本操作

1) 操作面板介绍如图 1-1-8 所示

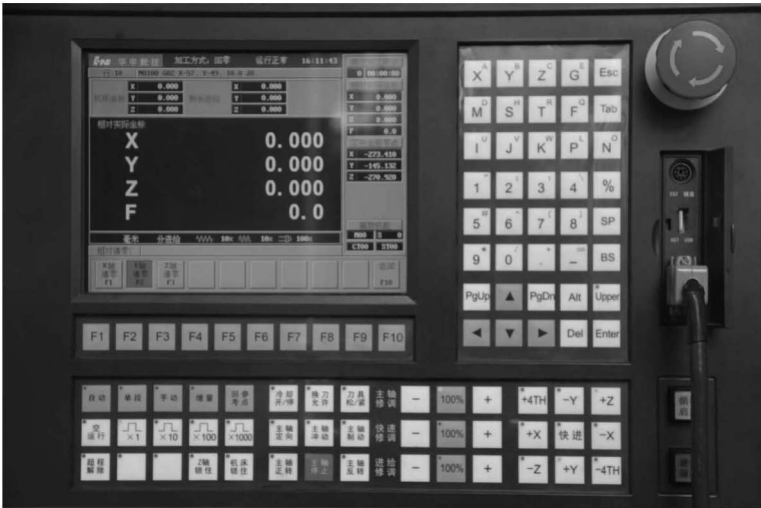


图 1-1-8 华中世纪星铣床数控装置操作台

(1) 操作台结构

HNC-21M 世纪星铣床数控装置操作台为标准固定结构如图 1-1-8, 其结构美观, 体积小, 外形尺寸为 420 mm×310 mm×110 mm。

(2) 显示器

操作台的左上部为 7.5 in 彩色液晶显示器(分辨率为 640×480), 用于汉字菜单系统状态、故障报警的显示和加工轨迹的图形仿真。

(3) NC 键盘

NC 键盘包括精简型 MDI 键盘和 F1~F10 十个功能键。

标准化的字母数字式 MDI 键盘介于显示器和“急停”按钮之间, 其中的大部分键具有上档键功能, 当“Upper”键有效时“指示灯亮”输入的是上档键; F1~F10 十个功能键位于

显示器的正下方;NC 键盘用于零件程序的编制,参数输入 MDI 及系统管理操作等。

(4) 机床控制面板 MCP

标准机床控制面板的大部分按键(除“急停”按钮外)位于操作台的下部。

“急停”按钮位于操作台的右上角。

机床控制面板用于直接控制机床的动作或加工过程,控制面板的操作请参考附录 1。

(5) MPG 手持单元

MPG 手持单元由手摇脉冲发生器坐标轴选择开关组成,如图 1-1-9 所示,用于手摇方式增量进给坐标轴。

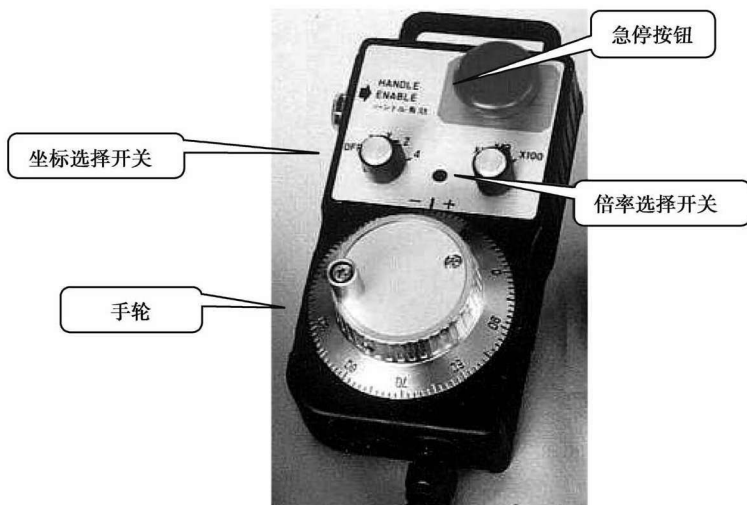


图 1-1-9 MPG 手持单元结构

MPG 手持单元由手摇脉冲发生器、坐标轴选择开关、倍率选择开关以及急停按钮组成,用于手摇方式增量进给坐标轴,常用于对刀操作。

2) 软件操作界面

HNC-21M 的软件操作界面如图 1-1-10 所示,其界面由如下几个部分组成。

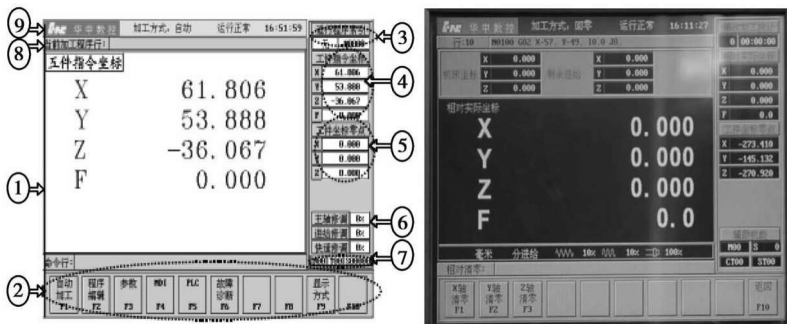


图 1-1-10 HNC-21M 的软件操作界面

(1) 图形显示窗口:可以根据需要,用功能键 F9 设置窗口的显示内容。

(2) 菜单命令条:通过菜单命令条中的功能键 F1~F10 来完成系统功能的操作。

(3) 运行程序索引:自动加工中的程序名和当前程序段行号。

(4) 选定坐标系下的坐标值:坐标系可在机床坐标系/工件坐标系/相对坐标系之间切换
显示值可在指令位置/实际位置/剩余进给/跟踪误差/负载电流/补偿值之间切换。

(5) 工件坐标零点:工件坐标系零点在机床坐标系下的坐标。

(6) 倍率修调:主轴修调当前主轴修调倍率、进给修调当前进给修调倍率、快速修调当前快速修调倍率。

(7) 辅助机能:自动加工中的 MST 代码。

(8) 当前加工程序行:当前正在或将要加工的程序段。

(9) 当前加工方式、系统运行状态及当前时间。

工作方式 系统工作方式根据机床控制面板上相应按键的状态可在自动、单段、手动、增量、回零、急停、复位等之间切换;

运行状态 系统工作状态在运行正常和出错间切换;

系统时钟 当前系统时间。

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条中的功能键 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,用户可根据该子菜单的内容选择所需的操作,如图 1-1-11 所示。当要返回主菜单时,按子菜单下的 F10 键即可。

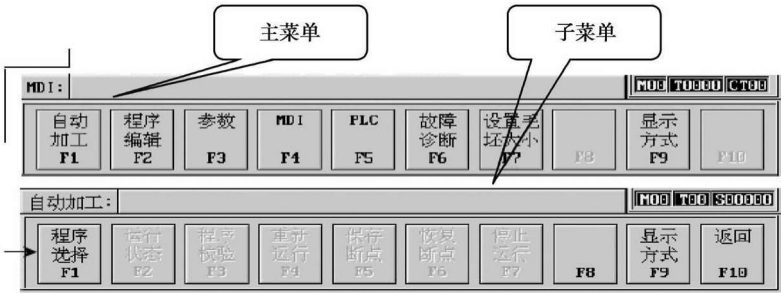


图 1-1-11 菜单层次

HNC-21M 的菜单结构如图 1-1-12 所示。

3) 机床上电、关机、急停操作,超程解除

(1) 上电

- ①检查机床状态是否正常;
- ②检查电源电压是否符合要求,接线是否正确;
- ③按下“急停”按钮;
- ④机床上电;
- ⑤数控上电;
- ⑥检查风扇电机运转是否正常;
- ⑦检查面板上的指示灯是否正常;
- ⑧接通数控装置电源后,HNC-21M 自动运行系统软件。

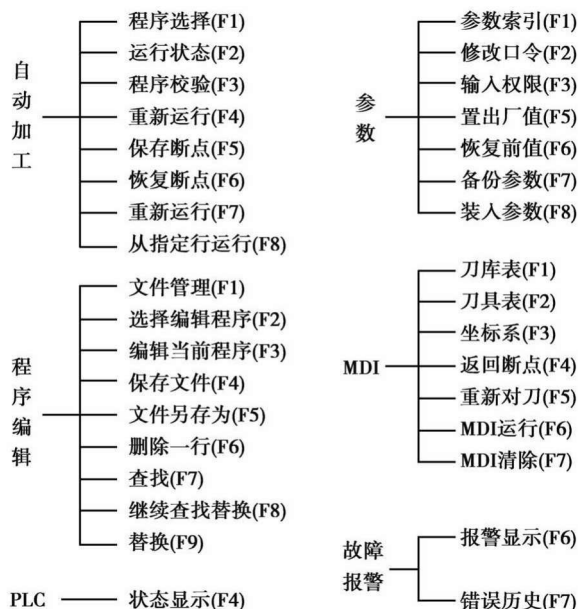


图 1-1-12 HNC-21M 的功能菜单结构

(2) 复位

系统上电进入软件操作界面时,系统初始模式显示为“急停”,为使控制系统运行,需顺时针旋转操作面板右上角的“急停”按钮使系统复位,并接通伺服电源。系统默认进入“手动”方式,软件操作界面的工作方式变为“手动”。

(3) 返回机床参考点

控制机床运动的前提是建立机床坐标系,为此,系统接通电源、复位后首先应进行机床各轴回参考点操作,方法如下。

①如果系统显示的当前工作方式不是回零方式,按一下控制面板上面的“回零”按键,确保系统处于“回零”方式;

②根据 X 轴机床参数“回参考点方向”,按一下“+X”(“回参考点方向”为“+”)或“-X”(“回参考点方向”为“-”)按键, X 轴回到参考点后,“+X”或“-X”按键内的指示灯亮;

③用同样的方法使用“+Y”、“-Y”、“+Z”、“-Z”按键,可以使 Y 轴、Z 轴回参考点。所有轴回参考点后,即建立了机床坐标系。

注意:

①回参考点时应确保安全,在机床运行方向上不会发生碰撞,一般应选择 Z 轴先回参考点,将刀具抬起;

②在每次电源接通后,必须先完成各轴的返回参考点操作,然后再进入其他运行方式,以确保各轴坐标的正确性;同时使用多个相容(“+X”与“-X”不相容,其余类同)的轴向选择按键,每次能使多个坐标轴返回参考点;

③在回参考点前,应确保回零轴位于参考点的“回参考点方向”相反侧(如 X 轴的回参考点方向为负,则回参考点前,应保证 X 轴当前位置在参考点的正向侧);否则应手动移动该轴

直到满足此条件;

④在回参考点过程中,若出现超程,请按住控制面板上的“超程解除”按键,向相反方向手动移动该轴使其退出超程状态。

4) 急停操作

机床运行过程中,在危险或紧急情况下,按下“急停”按钮,CNC 即进入急停状态,伺服进给及主轴运转立即停止工作(控制柜内的进给驱动电源被切断);松开“急停”按钮(左旋此按钮,自动跳起),CNC 进入复位状态。

解除紧急停止前,先确认故障原因是否排除,且紧急停止解除后应重新执行回参考点操作,以确保坐标位置的正确性。

注意:

在上电和关机之前应按下“急停”按钮以减少设备电冲击。

5) 超程解除

在伺服轴行程的两端各有一个极限开关,作用是防止伺服机构碰撞而损坏。每当伺服机构碰到行程极限开关时,就会出现超程。当某轴出现超程(“超程解除”按键内指示灯亮)时,系统视其状况为紧急停止。

解除方法:

- (1) 必须松开“急停”按钮,置工作方式为“手动”或“手摇”方式;
- (2) 一直按压着“超程解除”按键(控制器会暂时忽略超程的紧急情况);
- (3) 在手动(手摇)方式下,使该轴向相反方向退出超程状态;
- (4) 松开“超程解除”按键。

若显示屏上运行状态栏“运行正常”取代了“出错”,表示恢复正常,可以继续操作。

注意:

在操作机床退出超程状态时请务必注意移动方向及移动速率,以免发生撞机。

6) 关机

- (1) 按下控制面板上的“急停”按钮,断开伺服电源。
- (2) 断开数控电源;
- (3) 断开机床电源。

四、机床手动操作

手动操作,主要包括以下内容:

- ①手动移动机床坐标轴(点动、增量、手摇);
- ②手动控制主轴(制动、启停、冲动、定向);
- ③机床锁住、Z 轴锁住;
- ④刀具松紧、冷却液启停;
- ⑤手动数据输入(MDI)运行。

机床手动操作主要由手持单元和机床控制面板共同完成,机床控制面板如图 1-1-13 所示。

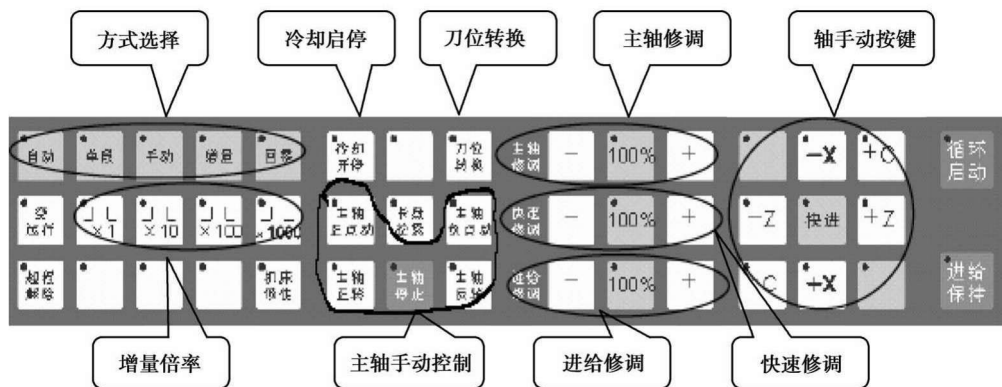


图 1-1-13

1) 坐标轴移动

手动移动机床坐标轴的操作由手持单元和机床控制面板上的方式选择、轴手动、增量倍率、进给修调、快速修调等按键共同完成。

(1) 手动进给

按一下“手动”按键(指示灯亮),系统处于手动运行方式,可点动移动机床坐标轴(下面以点动移动 X 轴为例说明):

- ① 按压“+X”或“-X”按键(指示灯亮),X 轴将产生正向或负向连续移动;
- ② 松开“+X”或“-X”按键(指示灯灭),X 轴即减速停止。
- ③ 用同样的操作方式使用“+Y”、“-Y”、“+Z”、“-Z”按键,可以使 Y 轴、Z 轴产生正向或负向连续移动。同时按压多个方向的轴按键,每次能连续移动多个坐标轴。

(2) 手动快速移动

在手动进给时,若同时按压“快进”按键,则产生相应轴的正向或负向快速运动。

(3) 手动进给速度选择

在手动进给时,进给速率为系统参数“最高快移速度”的 $\frac{1}{3}$ 乘以进给修调选择的进给倍率。点动快速移动的速率为系统参数“最高快移速度”乘以快速修调选择的快移倍率。

按压进给修调或快速修调右侧的“100%”键(指示灯亮),进给或快速修调倍率被置为 100%,按一下“+”按键,修调倍率递增 2%,按一下“-”按键,修调倍率递减 2%。

(4) 增量进给

当手持单元的坐标轴选择波段开关置于“OFF”挡时,按一下控制面板上的“增量”按键(指示灯亮),系统处于增量进给方式,可增量移动机床坐标轴(下面以增量进给 X 轴为例说明):

- ① 按一下“+X”或“-X”按键(指示灯亮),X 轴将向正向或负向移动一个增量值;
- ② 再按一下“+X”或“-X”按键,X 轴将向正向或负向继续移动一个增量值。

用同样的操作方式使用“+Y”、“-Y”、“+Z”、“-Z”、“+4TH”、“-4TH”按键,可以使 Y 轴、Z 轴、4TH 轴向正向或负向移动一个增量值。同时按一下多个方向的轴手动按键,每次能增量进给多个坐标轴。

(5)增量值选择

增量进给的增量值由“×1”，“×10”，“×100”，“×1 000”四个增量倍率按键控制。增量倍率按键和增量值的对应关系如下表所示：

增量倍率按键	×1	×10	×100	×1 000
增量值(mm)	0.001	0.01	0.1	1

注意：

这几个按键互锁，即按一下其中一个(指示灯亮)，其余几个会失效(指示灯灭)。

(6)手摇进给

当手持单元的坐标轴选择波段开关置于“X”、“Y”、“Z”、“4TH”挡时，按一下控制面板上的“增量”按键(指示灯亮)，系统处于手摇进给方式，可手摇进给机床坐标轴(下面以手摇进给 X 轴为例说明)：手持单元的坐标轴选择波段开关置于“X”挡；旋转手摇脉冲发生器，可控制 X 轴正、负向运动；顺时针/逆时针旋转手摇脉冲发生器一格，X 轴将向正向或负向移动一个增量值。用同样的操作方法使用手持单元，可以使 Y 轴、Z 轴、4TH 轴向正向或负向移动一个增量值。手摇进给方式每次只能增量进给 1 个坐标轴。

(7)手摇倍率选择

手摇进给的增量值(手摇脉冲发生器每转一格的移动量)由手持单元的增量倍率波段开关“×1”，“×10”，“×100”控制。增量倍率波段开关的位置和增量值的对应关系如下表：

位置	×1	×10	×100
增量值(mm)	0.001	0.01	0.1

2)主轴控制

主轴控制由机床控制面板上的主轴控制按键完成。

(1)主轴制动

在手动方式下，主轴处于停止状态时，按一下“主轴制动”按键(指示灯亮)，主轴电机被锁定在当前位置。

(2)主轴正反转及停止

在手动方式下，当“主轴制动”无效时(指示灯灭)；

- ①按一下“主轴正转”按键(指示灯亮)，主轴电机以机床参数设定的转速正转；
- ②按一下“主轴反转”按键(指示灯亮)，主轴电机以机床参数设定的转速反转；
- ③按一下“主轴停止”按键(指示灯亮)，主轴电机停止运转。

注意：

这几个按键互锁，即按一下其中一个(指示灯亮)，其余几个会失效(指示灯灭)。

(3)主轴速度修调

主轴正转及反转的速度可通过主轴修调调节：