



国家级职业教育规划教材  
劳动保障部培训就业司推荐

高等职业院校数控技术 / 模具设计与制造专业

# 数控铣床

## 华中系统编程与操作实训

# GH

Shukong Jishu / Muju Sheji Yu Zhizao Zhuanye

劳动和社会保障部教材办公室组织编写

Gaodengzhiye Jishuyuanxiao



中国劳动社会保障出版社



国家级职业教育培训规划教材  
劳动保障部培训就业司推荐

高等职业技术院校数控技术 / 模具设计与制造专业

# 数控铣床

## 华中系统编程与操作实训

# GH

Gaodengzhiye Jishuyuanxiao

Shukong Jishu / Muju Sheji Yu Zhizao Zhuanye

任国兴 主编



中国劳动社会保障出版社

**图书在版编目(CIP)数据**

数控铣床华中系统编程与操作实训/任国兴主编. —北京:中国劳动社会保障出版社, 2007  
高等职业技术学院数控技术/模具设计与制造专业

ISBN 978-7-5045-6388-0

I. 数… II. 任… III. 数控机床: 铣床—高等学校: 技术学校—教材 IV. TG547

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2007)第 092044 号

**中国劳动社会保障出版社出版发行**

(北京市惠新东街 1 号 邮政编码: 100029)

出 版 人: 张梦欣

\*

新华书店经销

中国印刷总公司北京新华印刷厂印刷 北京密云青云装订厂装订

787 毫米×1092 毫米 16 开本 15 印张 339 千字

2007 年 7 月第 1 版 2007 年 7 月第 1 次印刷

定价: 30.00 元

读者服务部电话: 010-64929211

发行部电话: 010-64927085

出版社网址: <http://www.class.com.cn>

版权专有 侵权必究

举报电话: 010-64954652

# 前 言

为了落实全国高技能人才工作会议精神，切实解决目前机械设计制造类专业（包括数控技术、模具设计与制造）教材不能满足高等职业技术学院教学改革和培养高等技术应用型人才需要的问题，劳动和社会保障部教材办公室组织一批学术水平高、教学经验丰富、实践能力强的教师与行业、企业一线专家，在充分调研的基础上，共同研究、制订机械设计制造类专业培养计划和教学大纲，并编写了相关课程的教材，共 40 种。

在教材的编写过程中，我们贯彻了以下编写原则：

一是充分汲取高等职业技术学院在探索培养高等技术应用型人才方面取得的成功经验和教学成果，从职业（岗位）分析入手，构建培养计划，确定相关课程的教学目标；二是以国家职业标准为依据，使内容分别涵盖数控车工、数控铣工、加工中心操作工、车工、工具钳工、制图员等国家职业标准的相关要求；三是贯彻先进的教学理念，以技能训练为主线、相关知识为支撑，较好地处理了理论教学与技能训练的关系，切实落实“管用、够用、适用”的教学指导思想；四是突出教材的先进性，较多地编入新技术、新设备、新材料、新工艺的内容，以期缩短学校教育与企业需要的距离，更好地满足企业用人的需要；五是以实际案例为切入点，并尽量采用以图代文的编写形式，降低学习难度，提高学生的学习兴趣。

在上述教材的编写过程中，得到有关省市教育部门、劳动和社会保障部门以及一些高等职业技术学院的大力支持，教材的诸位主编、参编、主审等做了大量的工作，在此我们表示衷心的感谢！同时，恳切希望广大读者对教材提出宝贵的意见和建议，以便修订时加以完善。

**劳动和社会保障部教材办公室**

2005 年 6 月

## 内 容 提 要

本书为国家级职业教育规划教材。

本书根据高等职业技术学院教学计划和教学大纲，由劳动和社会保障部教材办公室组织编写。教材以数控铣床加工工艺、编程与操作为核心内容，内容包括：数控铣床编程与操作基础、轮廓铣削、钻削、镗削、曲面铣削、中级数控铣工技能训练、高级数控铣工技能训练、数控铣床维护保养与故障诊断。教材编写强调学生应用实践技能的培养和综合知识的运用，与国家职业标准紧密联系，是一本较为实用的技能实训教材。

本书为高等职业技术学院数控技术、模具设计与制造专业教材，也可作为成人高校、本科院校举办的二级职业技术学院和民办高校的数控技术专业教材，或作为自学用书。同时，还可供从事数控设备操作工作的有关人员参考。

本书由任国兴主编，崔广军、王东斌、卢培文参编，由黄美英主审。

# 目 录

《国家级职业教育规划教材》

## CONTENTS

|                         |            |
|-------------------------|------------|
| <b>模块一 数控铣床编程与操作基础</b>  | <b>1</b>   |
| 课题 1 数控铣床知识基础           | 1          |
| 课题 2 使用 HNC-21/22M 系统   | 10         |
| 课题 3 加工工艺文件的填写          | 21         |
| 课题 4 HNC-21/22M 系统的编程指令 | 31         |
| 课题 5 对刀操作               | 38         |
| <b>模块二 轮廓铣削</b>         | <b>49</b>  |
| 课题 1 平面铣削               | 49         |
| 课题 2 台阶铣削               | 58         |
| 课题 3 斜面铣削               | 70         |
| 课题 4 圆弧铣削               | 76         |
| 课题 5 内腔铣削               | 87         |
| <b>模块三 钻削</b>           | <b>98</b>  |
| 课题 1 孔钻削                | 98         |
| 课题 2 深孔钻削               | 105        |
| 课题 3 扩孔、铰孔、攻螺纹          | 109        |
| <b>模块四 镗削</b>           | <b>114</b> |
| 课题 1 粗镗加工               | 114        |
| 课题 2 精镗加工               | 121        |
| <b>模块五 曲面铣削</b>         | <b>128</b> |
| 课题 1 三维曲面手工编程加工         | 128        |
| 课题 2 自动编程与曲面加工          | 138        |

|                          |     |
|--------------------------|-----|
| <b>模块六 中级数控铣工技能训练实例</b>  | 151 |
| 课题1 中级数控铣工技能训练实例一        | 151 |
| 课题2 中级数控铣工技能训练实例二        | 160 |
| 课题3 中级数控铣工技能训练实例三        | 169 |
| <b>模块七 高级数控铣工技能训练实例</b>  | 179 |
| 课题1 高级数控铣工技能训练实例一        | 179 |
| 课题2 高级数控铣工技能训练实例二        | 201 |
| <b>模块八 数控铣床维护保养与故障诊断</b> | 225 |
| 课题1 数控铣床日常维护保养           | 225 |
| 课题2 数控铣床操作规程及注意事项        | 227 |
| 课题3 常见故障与解决方法            | 229 |

# 模块一

## 数控铣床编程与操作基础

### 课题 1 数控铣床知识基础

#### 知识点

- ✧ 数控铣床的作用、种类及组成。
- ✧ 机床坐标系、机床原点和机床参考点的概念。
- ✧ 数控铣床的基本操作。

#### 技能点

- ✧ 确定各种数控机床坐标轴的方法。
- ✧ 建立机床坐标系的方法。(回参考点操作)
- ✧ 数控铣床的手动操作。
- ✧ 工件装夹、换刀操作。

#### 1.1.1 任务描述

利用数控铣床进行编程和加工的工作，就是根据一张图样中零件加工的要求，首先选择一台数控铣床；然后编制工艺、制定加工方案，编制数控程序；再将程序输入到数控铣床进行加工。那么，要进行数控加工，就离不开数控铣床这个加工设备。应该如何正确地操作数控铣床完成加工任务，并能保证其正常运行呢？

#### 1.1.2 任务分析

要利用数控铣床进行加工，首先要认识数控铣床的种类、组成与作用，才能了解数控铣床的基本结构；了解数控铣床的主要技术参数，才能够知道哪类参数的数控铣床能满足工件的加工要求；掌握数控铣床坐标系及坐标系的转换，能够控制铣床刀具、工作台各个方向的移动，确立刀具与工件的相对位置，为编程中距离和坐标的确定奠定基础。同时，为了完成数控铣床的操作，需要掌握操作台面板上按钮的正确使用，掌握数控铣床的开机、关机以及机床工作轴的移动方法等。

### 1.1.3 相关知识

#### 一、数控铣床基础

数控铣床能够完成直线、斜线、曲线轮廓等铣削加工；可以组成各种往复循环和框式循环；还可以加工具有复杂型面的工件，如凸轮、样板、模具、叶片、螺旋槽等。数控铣床由数控系统控制机床运动部件动作完成零件的加工，目前数控系统大致分为国内和国外两大类系统，国外系统在国内应用以西门子、法那克等系统为代表，而国内系统近几年发展很快，以华中数控系统为代表的数控系统在我国工业生产中得到了广泛的应用。本教材以数控华中系统（HNC-21/22M）控制的数控铣床为数控铣削加工的设备阐述教材内容。

#### 1. 分类

数控铣床是一种用途广泛的数控机床，可以按照不同方法分类：

- (1) 按主轴轴线位置方向分类，分为立式数控铣床、卧式数控铣床。
- (2) 按加工功能分类，分为数控铣床、数控仿形铣床、数控齿轮铣床等。
- (3) 按控制坐标轴数分类，分为两坐标数控铣床、两坐标半数控铣床、三坐标数控铣床等。
- (4) 按伺服系统分类，分为闭环、开环、半闭环数控铣床等。

#### 2. 主要组成部分

数控铣床由主运动部件、进给运动部件（工作台、拖板以及相应的传动机构）、支撑件（立柱、床身等）以及特殊装置（刀具自动交换系统、工件自动交换系统）和辅助装置（如排屑装置等）组成。数控铣床的外形结构以立式、卧式数控铣床为例，如图 1—1 所示。

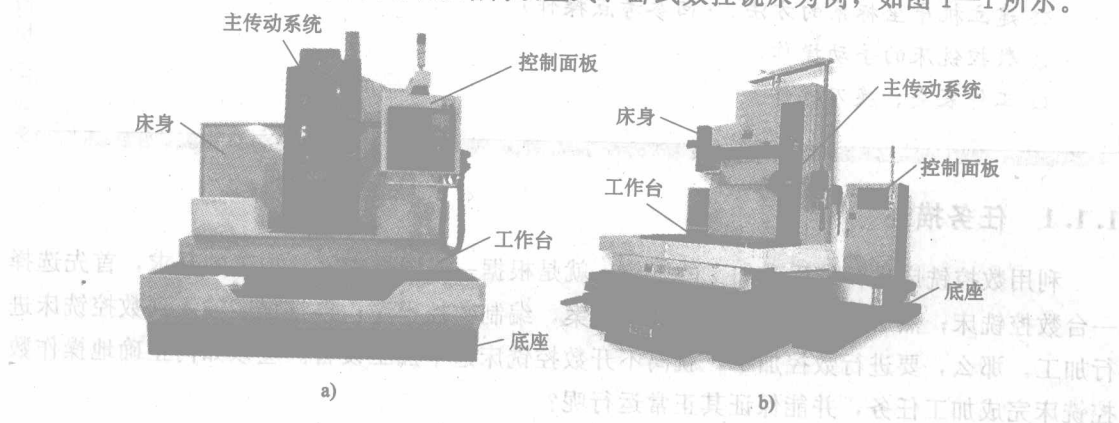


图 1—1 数控铣床

a) 立式数控铣床 b) 卧式数控铣床

(1) 机床基础件，如床身，底座等。

(2) 主传动系统，包括主轴电动机及传动部分。

主传动部分是数控机床的重要组成部分，主轴夹持刀具旋转，直接参加工件表面成型运动。主轴部件的刚度、精度、抗振性和热变形对工件加工质量影响较大。主轴转速高低及范围、传递功率大小和动力特性，决定了工件的切削加工效率和加工工艺能力。

大多数主轴都采用无级变速运动，调速范围大，一般有齿轮传动方式、带传动方式以及

电动机直接传动方式等。主轴组件一般由轴承、支撑、传动件和刀具夹紧等装置组成, 主轴轴承的类型、结构、配置和精度直接影响组件的工作性能。一般数控铣床的主轴中只能装备一把刀, 只能靠配备的主轴机构进行手动换刀。

(3) 进给系统, 由联轴节、滚珠丝杠、导轨等组成。

进给系统承担了数控机床各直线坐标轴、回转轴的定位和切削进给运动。进给系统的传动精度、灵敏度和稳定性直接影响被加工工件的轮廓和加工精度。进给系统的导轨摩擦系数要小, 耐磨能力强。常用导轨有高频淬火导轨、贴塑导轨等, 其中, 要求精度较高的导轨有滚动导轨、直线导轨、液压导轨等。

(4) 实现工件回转、定位的装置和附件, 主要包括回转工作台、分度工作台。

为了扩大数控机床范围, 提高生产效率, 机床除了沿 X、Y、Z 三个坐标方向直线进给运动外, 有的还配备有绕 X、Y、Z 轴的圆周进给运动。通常采用回转工作台和分度工作台实现回转运动。分度工作台只是将工件分度转位, 实现分别加工工件的各个表面的目的; 而回转工作台除了分度和转位的功能外, 还能实现圆周进给运动。

(5) 辅助装置, 如液压和气动装置、排屑装置。

数控机床配备液压和气动装置来完成自动运行功能, 其结构紧凑, 工作可靠, 易于控制和调节, 液压传动装置使用工作压力高的油性介质, 动作平稳, 噪声较小; 气动装置的气源容易获得, 结构简单, 动作频率高, 适合频繁启动的辅助工作。例如, 主轴刀具的松开和夹紧等工作就是利用液压和气动等装置传动与控制的。

排屑装置的主要作用是将混着切屑的切削液从加工区域排出, 然后将切屑从切削液中分离出来送入切屑小车。

(6) 刀具系统, 包括刀柄、对刀器、卸刀器等。

因为数控铣床广泛用于加工各种工件, 所以刀具装夹部分的结构、尺寸也是各种各样。刀具系统一般分为整体式结构和模块式结构两大类。整体式刀具系统基本上由整体柄部和整体刃部(整体式刀具)两者组成。传统的钻头、铣刀、铰刀等就属于整体式刀具。模块式刀具系统是把整体式刀具系统按功能进行分割, 做成系列化的标准模块(如刀柄、刀杆、接长杆、接长套、刀夹、刀体、刀头、刀刃等), 如图 1-2 所示。

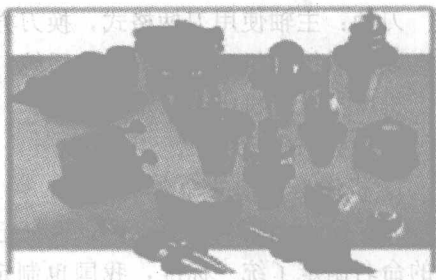


图 1-2 刀柄、对刀器、卸刀器等附件

因为数控铣床主轴锥孔通常分为两大类, 即锥度为 7:24 的通用系统和 1:10 的 HSK 真空系统。因此, 对应主轴锥孔的刀柄也有如下两种:

① 7:24 锥度的通用刀柄

锥度为 7:24 的通用刀柄通常有五种标准和规格, 即 NT (传统型)、DIN 69871 (德国标准)、ISO 7388/1 (国际标准)、MAS BT (日本标准) 以及 ANSI/ASME (美国标准)。

NT 型刀柄的德国标准为 DIN 2080, 是在传统型机床上通过拉杆将刀柄拉紧, 国内也称为 ST; 其他四种刀柄均是在主轴装置上通过刀柄尾部的拉钉将刀柄拉紧。

目前国内使用最多的是 DIN 69871 型 (即 JT) 和 MAS BT 型两种刀柄。DIN 69871 型

的刀柄可以安装在 DIN 69871 型和 ANSI/ASME 主轴锥孔的机床上, ISO 7388/1 型的刀柄可以安装在 DIN 69871 型、ISO 7388/1 和 ANSI/ASME 主轴锥孔的机床上, 所以就通用性而言, ISO 7388/1 型的刀柄是最好的。

## ②1:10 的 HSK 真空刀柄

HSK 真空刀柄的德国标准是 DIN 69873, 有六种标准和规格, 即 HSK-A、HSK-B、HSK-C、HSK-D、HSK-E 和 HSK-F。常用的有三种: HSK-A (带内冷自动换刀)、HSK-C (带内冷手动换刀) 和 HSK-E (带内冷自动换刀, 高速型)。

工具系统是与数控镗、铣类数控机床, 特别是与加工中心配套的辅具, 包括多种接长杆, 连接刀柄, 镗、铣刀柄, 莫氏锥孔刀柄, 钻夹头刀柄, 攻螺纹夹头刀柄, 钻孔、扩孔、铰孔等类刀柄和接长杆, 以及镗刀头等少量的刀具。用这些配套, 数控铣床就可以完成铣、钻、镗、扩、铰、攻螺纹等加工工艺。

## 3. 主要技术参数

工作台尺寸 (长×宽): 工作台面大小, 表示能容纳多大尺寸的工件;

行程 (X×Y×Z): 表示各轴向方向最大位移、刀具最大的移动范围;

主电动机功率: 表示主轴电动机的额定功率, 如 7.5/11 kW, 正常工作可以维持在 7.5 kW, 短时间负载功率可达 11 kW;

主轴转速范围 (无级调速): 主轴转速的调整范围, 且最大主轴转速取决于主轴结构, 如变频调速的主轴一般达到 3 000 r/min 左右, 而电动机主轴转速可达  $1 \times 10^4$  r/min 以上。

定位精度、重复定位精度: 各轴定位的精确性, 决定了该机床加工的精度;

进给速度: 表示各进给轴快进速度, 刀具切削的极限速度;

工作台承重: 工作台可以承受的最大重量;

刀柄: 主轴使用刀柄格式, 换刀方式以及换刀时间, 刀柄承重和回转直径等;

数控系统: 机床使用的数控系统;

机床重量: 机床总重量。

## 二、机床坐标系

### 1. 机床坐标轴的命名

为了简化编制程序的方法, 保证记录数据的互换性, 国际上对数控机床的坐标和运动方向的命名制定了统一标准, 我国也制定了《数控机床坐标和运动方向的命名》标准 (JB/T 3051—1999)。标准规定, 采用右手直角笛卡儿坐标系对机床的坐标系进行命名。用 X、Y、Z 表示直线进给坐标轴, X、Y、Z 坐标轴的相互关系由右手法则决定, 如图 1—3 所示, 图中大拇指的指向为 X 轴的正方向, 食指指向为 Y 轴的正方向, 中指指向为 Z 轴的正方向。

围绕 X、Y、Z 轴旋转的圆周进给坐标轴分别用 A、B、C 表示, 根据右手螺旋定则, 以大拇指指向 +X、+Y、+Z 方向, 则其余四指的指向就是圆周进给运动的 +A、+B、+C 方向。

数控机床的进给运动是由主轴带动刀具、工作台带动工件形成相对运动来实现的。上述坐标轴的正方向, 是假定工件不动, 刀具相对于工件做进给运动的方向。如果是工件移动而刀具位置不动, 则用加 “'” 的字母表示, 如 +X'、+Y'、+Z', 按相对运动的关系, 工件运动的正方向恰好与刀具运动的正方向相反。

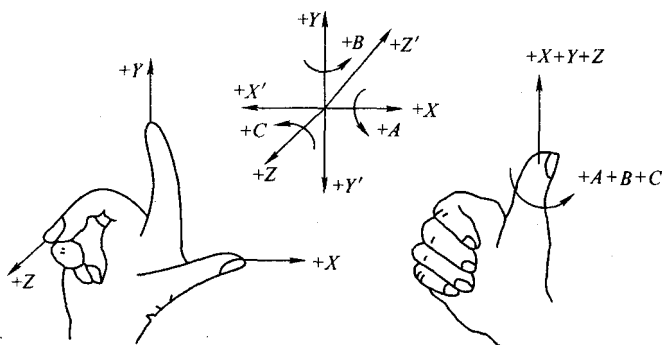


图 1—3 机床坐标轴

## 2. 常用概念

(1) 轴 (Axis): 机床的部件可以沿其作直线移动或回转运动的基准方向。

(2) 机床坐标系 (Machine Coordinate System): 固定于机床上, 以机床零点为基准的笛卡儿坐标系。

(3) 机床零点 (Machine zero): 由机床制造商规定的机床原点。

(4) 机床坐标原点 (Machine Coordinate Origin): 机床坐标系的原点。位置由机床生产厂家确定, 在机床经过设计、制造和调整, 这个原点便被确定下来, 它是机床上固定的点。通常在每个坐标轴设置一个机床参考点, 机床参考点可以与机床零点重合, 也可以不重合, 通过参数来指定机床参考点到机床零点的距离。机床各坐标轴回到了参考点位置, 也就找到了机床零点位置。

(5) 工件坐标系 (Workpiece Coordinate System): 固定于工件上的笛卡儿坐标系。

(6) 工件坐标原点 (Work-piece Coordinate Origin): 即工件坐标系原点。为了方便编程, 通常选择工件上的某一已知点为工件原点, 再建立一个新的坐标系, 称工件坐标系。工件原点是人为设置的, 一般选在设计基准或定位基准上, 如工件的对称中心等。

(7) 编程坐标系: 是在分析图样的基础上, 制定加工方案后进行编程, 为选择计算而设定的坐标系, 应满足编程简单、尺寸换算少、引起的加工误差小等要求。编程坐标系是编程时使用的坐标系。工件坐标系是机床进行加工时使用的坐标系, 应该与编程坐标系一致。能否让编程坐标系与工件坐标系一致, 是操作数控铣床的关键, 通常程序传输到数控机床对工件进行加工时, 通过对刀等方式, 编程坐标系转换成工件坐标系。

数控铣床有三个坐标系即机床坐标系、编程坐标系和工件坐标系。机床坐标系的原点是生产厂家在制造机床时的固定坐标系原点。它是在机床装配、调试时已经确定下来的, 是机床加工的基准点。在使用中机床坐标系是由参考点来确定的, 机床系统启动后, 进行返回参考点操作, 机床坐标系就建立了。坐标系一经建立, 只要不切断电源, 坐标系就不会变化。

### 1.1.4 任务实施

#### 一、基本操作

##### 1. 开、关机操作

##### (1) 开机操作

- 1) 检查数控铣床机械状态（如油位、气压等）是否正常。
- 2) 如果数控铣床状态正常，按下急停按钮。
- 3) 打开强电开关，系统通电。
- 4) 系统启动后，打开数控铣床急停开关。此时进行下一步加工操作。

## (2) 关机操作

- 1) 加工结束后，按下控制面板上的急停按钮。
- 2) 接着，断开数控系统电源，再断开机床强电电源。

## 2. 复位操作

数控系统通电后，进入软件操作界面。此时，数控系统的工作方式为“急停”。为控制系统运行，需左旋操作面板右上角的“急停”按钮，使系统复位。此时，机床电路中继继电器吸合，伺服电源接通。

## 3. 返回参考点

### (1) 基本操作

按下■按钮。

按下轴和方向的选择开关，选择要返回参考点的轴和方向，如“X+”、“Y+”、“Z+”，相应的轴回到参考点，同时按键内的指示灯亮。

找出数控铣床参考点的位置，采用机床硬限位或软极限方式确定机床的工作范围，从而确定参考点的位置。

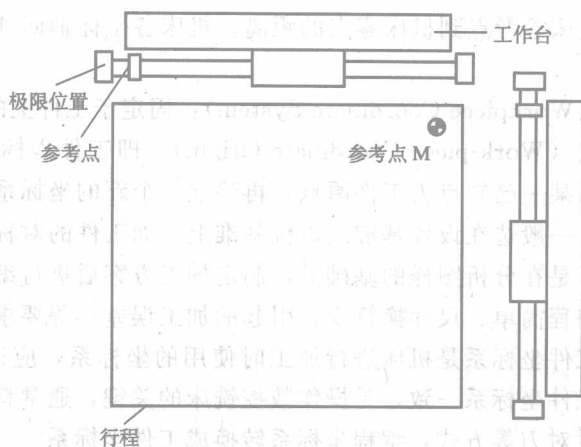


图 1-4 机床坐标系硬件形成图

### (2) 测定行程

在进行返回参考点的操作基础上，操作者可以完成额定工作行程、有效工作行程的测定操作：

1) 额定工作行程的测定 “回零”后记下坐标值。“手动”状态下，使铣床各轴沿各自的坐标负向移动到数控机床发生“超行程”报警。此时，再次记下坐标值，并计算 X、Y、Z 轴向的最大移动距离，即得到数控机床的额定工作行程。

2) 有效工作行程测定 在工作台上装一个工件，已知工件的各轴向的最大尺寸。因此有效工作行程为数控铣床各轴向额定工作行程减去各对应轴向的工件尺寸和刀具的长度或

直径。

### 注意事项

- 1) 应在每次电源接通、急停信号或超程报警信号解除后, 进行数控铣床的返回参考点操作, 然后再完成其他运行方式, 以确保机床的定位精度。
- 2) 在返回参考点前, 应确保机床坐标点在参考点轴向的相反侧。

### 4. 数控铣床的手动操作

机床手动操作主要由机床控制面板和手持单元共同完成, 如图 1—5、图 1—6 所示。

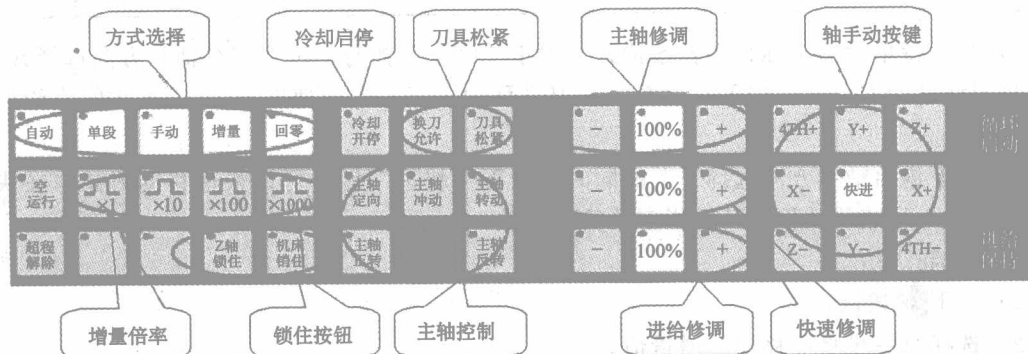


图 1—5 机床控制面板

#### (1) 手动连续进给

- 1) 按下  按键。
- 2) 通过进给轴和方向选择开关, 选择将要使刀具沿其移动的轴及其方向。按下该开关时, 刀具以指定的速度移动; 释放开关, 移动停止。
- 3) 手动进给速度可以通过“快速修调”的按键进行调整。
- 4) 按下进给轴和方向选择开关的同时, 按下快速移动开关, 刀具会以快速移动。在快速移动过程中, 快速移动倍率开关有效。
- 5) 找出 X、Y、Z 各轴及各轴的正方向, 如图 1—7 所示。



图 1—6 手持单元

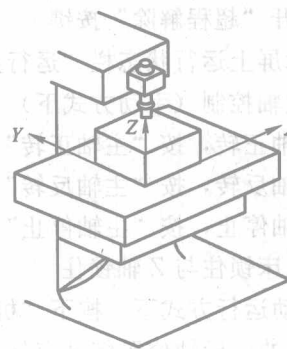


图 1—7 数控铣床坐标系统图

## (2) 增量进给

1) 按下  按键。

2) 选择每一步将要移动的增量值。

增量进给的增量值由  $\times 1$ ,  $\times 10$ ,  $\times 100$ ,  $\times 1\,000$  四个增量倍率按键控制增量倍率和增量值的对应关系见表 1—1。

表 1—1

增量与增量倍率对应关系

| 增量倍率按键   | $\times 1$ | $\times 10$ | $\times 100$ | $\times 1\,000$ |
|----------|------------|-------------|--------------|-----------------|
| 增量值 (mm) | 0.001      | 0.01        | 0.1          | 1               |

3) 当手持单元的坐标轴选择波段开关置于“OFF”挡时,按下进给轴和方向选择开关,选择将要移动的方向,每按下一次开关,刀具移动一步。进给速度与 JOG 方式的进给速度一样。

4) 按下进给轴和方向选择开关的同时,按下“快进”键,可以快速移动刀具。在快速移动过程中,快速移动倍率开关指定的倍率有效。

## (3) 手轮进给

1) 按下  按键。

2) 选择每一步将要移动的增量值。

3) 当手持单元的坐标轴选择波段开关置于“ON”挡时,按下手轮进给轴选择开关,选择刀具要移动的轴。

4) 顺时针(或逆时针)旋转手摇脉冲发生器一格,相应的轴将正向或负向移动一个增量值。

## (4) 超程解除

在各坐标轴位置两端各有一个极限开关,限定各个方向的工作范围。超出工作范围或工件台上触点碰到极限开关时,就会出现“超程”报警,机床不能动作,必须使超程警报解除,数控铣床才能正常工作。超程解除的操作为:

1) 设置工作方式“手动”或“手摇”方式。

2) 一直按压着  按键。

3) 在手动(手摇)方式下,使该轴往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”,即表示恢复正常,可以继续操作。

## (5) 主轴控制(手动方式下)

1) 主轴正转,按“主轴正转”按键,主电动机以机床参数设定的转速正转。

2) 主轴反转,按“主轴反转”按键,主电动机以机床参数设定的转速反转。

3) 主轴停止,按“主轴停止”按键,主电动机停止运转。

## (6) 机床锁住与 Z 轴锁住

1) 手动运行方式下,按下“机床锁住”按键。然后进行手动操作,系统继续执行,虽然显示屏上的坐标轴位置信息变化,但机床停止不动。

2) 在手动运行开始前,按下“Z 轴锁住”按键。然后手动移动 Z 轴,虽然显示屏上的

Z 轴坐标位置显示变化, 但 Z 轴不运动。

#### (7) 刀具夹紧与松开

在手动方式下, 通过按压“允许换刀”按键使得“允许刀具松/紧”操作有效。按一次“刀具松/紧”按键, 松开刀具, 再按一次该键为夹紧刀具, 如此循环。

#### (8) 冷却启动与停止

按“冷却开/停”按键, 切削液开, 再按一下该键为切削液关, 如此循环。

### 二、工件装夹与换刀

#### 1. 换刀操作

接通气源, 气压表上指示数不得低于 0.6 MPa, 主轴停转。

##### (1) 安装刀具操作

1) 确认刀具和刀柄的重量不超过机床规定的许用最大重量。

2) 清洁刀柄锥面和主轴锥孔。

3) 左手手持刀柄下部, 将刀柄侧的豁口对准主轴口上的定位块, 垂直伸入到主轴内, 不可倾斜。

4) 右手按下换刀按钮, 此时压缩空气从主轴内吹出以清洁主轴和刀柄, 并松开主轴拉紧刀柄拉钉机构, 按住此按钮, 直到刀柄锥面与主轴锥孔完全贴合后, 松开按钮, 刀柄即被自动夹紧, 确认夹紧后方可松手。

5) 刀柄装上后, 用手转动主轴检查刀柄是否正确装夹。

##### (2) 卸刀具操作

卸刀柄时, 先用左手握住刀柄, 再用右手按换刀按钮, 此时压缩空气的压力使主轴拉紧刀柄拉钉的机构松开, 取下刀柄。

#### 注意事项

(1) 主轴必须停止转动!

(2) 卸刀柄时工作顺序不能错, 且必须在卸前用手接刀具。否则, 主轴松开后, 无接托状态的带刀具的刀柄会落下砸伤工作台, 甚至损坏刀具或工件。

(3) 操作者应注意机床换刀方法, 有的数控机床主轴面板上有换刀按钮, 有的机床没有按钮, 只能使用系统面板上“松开主轴”键。

#### 2. 工件装夹

圆形料的装夹可用压板或三卡自定心卡盘来夹持, 如图 1—8 所示。用压板压紧时, 将压板螺杆的矩形一端装在工件台的 T 形槽中, 压板稍薄的一端放在工件上, 另一端根据高度放在阶梯形的垫铁的一个台阶上, 用螺栓紧固。一个工件需要几组压板时, 要保证切削时工件不产生窜动即可。用三卡自定心卡盘装夹时, 卡盘用压板固定在工作台上。调整卡盘的锁紧机构, 使卡盘夹紧工件。

方形料的装夹可用压板或平口钳, 通常使用平口钳较为方便。在工作台面上装好平口钳, 调整好方向并找正, 松开钳口, 放进工件毛坯, 找正调平, 紧固即可。

#### 3. 找正

把百分表或百分表固定在机床床身某个位置, 表针压在工件或夹具的定位基准面上, 然

后使机床工作台沿垂直于表针的方向移动，调整工件或夹具的位置，如指针基本保持不动，则说明工件的定位基准面与机床该方向的导轨平行，如图 1—9 所示。

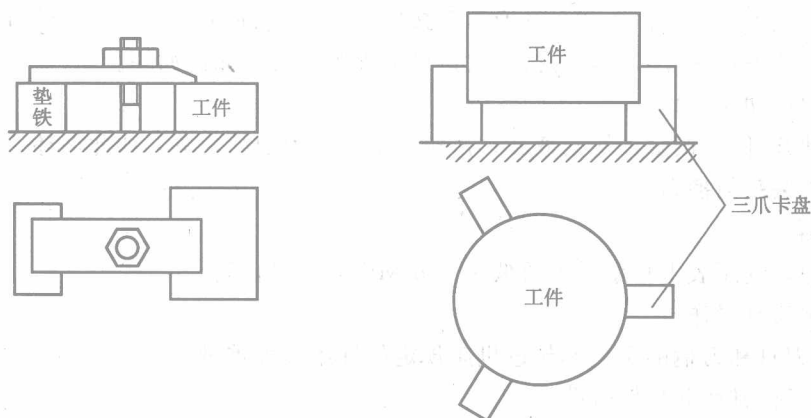


图 1—8 工件装夹示意图

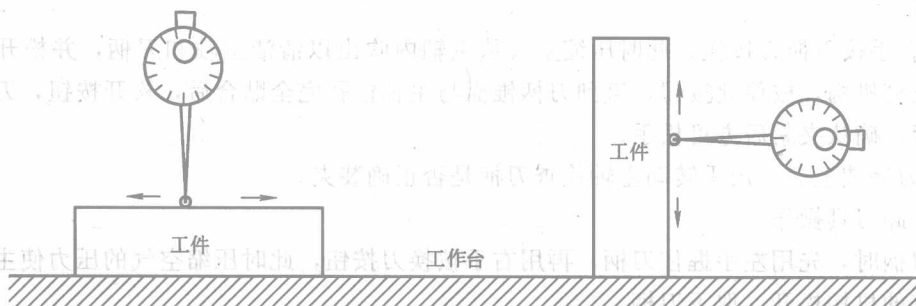


图 1—9 找正示意图

### 1.1.5 思考与训练

1. 数控铣床的结构特点是什么？
2. 简述“回零”的概念。为什么要回零？
3. 简要说明机床坐标系、工件坐标系、编程坐标系之间的关系，它们的原点是不是在同一点？什么场合下才能为同一点？
4. 数控机床主传动系统相对于普通机床有哪些特点？

## 课题 2 使用 HNC—21/22M 系统

### 知识点

- ✧ 熟悉 HNC—21/22M 系统的面板与基本操作。
- ✧ 熟练运用 HNC—21/22M 系统进行数控加工的各种操作。

### 技能点

掌握操作华中数控系统的方法和数控机床加工的过程。