



高等职业教育机电类专业“十二五”规划教材

数控铣削 项目实训教程

张棉好 徐绍娟 主 编
盛 捷 刘智强 副主编





高等职业教育机电类专业“十二五”规划教材

数控铣削项目实训教程

主 编 张棉好 徐绍娟
副主编 盛 捷 刘智强
参 编 傅仕红 王建强

中国铁道出版社
CHINA RAILWAY PUBLISHING HOUSE

内 容 简 介

本书是根据高等职业技术学院教学计划和教学大纲,以数控铣削加工工艺、编程与操作为核心内容编写的。全书包括七个项目:数控铣床编程与操作基础、基本指令、固定循环指令、简化编程指令、宏程序、中级数控铣工技能训练、高级数控铣工技能训练及相关编程指令的应用技巧。每个项目分多个任务,每个任务均包含理论知识、工艺分析、数控编程及加工操作等内容。本书的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。

本书适合作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。

图书在版编目(CIP)数据

数控铣削项目实训教程/张棉好、徐绍娟主编。—北京:中国铁道出版社,2012.8

高等职业教育机电类专业“十二五”规划教材

ISBN 978-7-113-15111-9

I. ①数… II. ①张…②徐… III. ①数控机床—铣削—高等职业教育—教材 IV. ①TG547

中国版本图书馆CIP数据核字(2012)第169551号

书 名:数控铣削项目实训教程

作 者:张棉好 徐绍娟 主编

策划编辑:祁云 何红艳

读者热线:400-668-0820

责任编辑:徐学锋

封面设计:付巍

封面制作:刘颖

责任印制:李佳

出版发行:中国铁道出版社(100054,北京市西城区右安门西街8号)

网 址: <http://www.51eds.com>

印 刷:北京鑫正大印刷有限公司

版 次:2012年8月第1版 2012年8月第1次印刷

开 本:787mm×1092mm 1/16 印张:16.5 字数:401千

印 数:1~3000册

书 号:ISBN 978-7-113-15111-9

定 价:32.00元

版权所有 侵权必究

凡购买铁道版图书,如有印制质量问题,请与本社教材图书营销部联系调换。电话:(010) 63550836

打击盗版举报电话:(010) 63549504

前 言

数控技术是根据产品加工要求,采用专用的电子数字计算机或称数控装置,以数码的形式对机械加工过程进行信息处理与控制,从而实现生产过程自动化的一门综合性技术。用数控技术控制机械加工过程的机床,称为数控机床。随着计算机技术、控制技术的迅猛发展以及产品更新换代的加快,数控机床不仅应用范围更加广泛,而且其在机械加工中的应用也日益普遍,在国民经济的发展中起着越来越重要的作用。实际生产中,数控车床和数控铣床是两类应用最多的机床,华中世纪星是我国自主研发的数控系统,具有一定的代表性,也是本书的主要组成部分。

从数控机床的应用方面来看,数控技能型人才既要掌握数控编程技术,又要具有熟练操作数控机床的能力,同时还要学会分析加工工艺、切削用量的选择等,这些都是本书所要讲述的重点内容。

本书编写坚持“工学结合”的理念,紧密联系生产实际,架构设置围绕工作过程的具体环节展开,包括工件分析、相关理论知识、编程与操作以及注意事项等内容。其目的是将理论知识与实践技能进行有机地整合,一方面激发学生的学习兴趣,另一方面使学习更有针对性。如果将学习与实训有机地整合在一起,进行一体化教学,则学习效果就会更加明显,从而实现学习与就业的“无缝衔接”。

本书由张棉好、徐绍娟任主编,盛捷、刘智强任副主编,傅仕红、王建强参编。全书分为7个项目,共26个任务,其中项目一由王建强编写,项目二由徐绍娟编写,项目三由盛捷编写,项目四由刘智强编写,项目五由傅仕红编写,项目六和项目七由张棉好编写。本书的编者既是教师,又是数控加工技师或考评员,同时又是多次全国数控技能大赛的导师或直接参与者,既有丰富的教学经验,又有熟练的加工操作技能。因此本书的特色是从理论到实践,循序渐进、步步深入;图表结合、简明扼要,符合规范。在编写和出版过程中,盛捷、傅仕红、封宝金等老师对本书提出了许多宝贵的意见和建议,同时参阅了有关教材、资料和文献,中国铁道出版社也给予了热情的帮助和支持,在此一并表示衷心感谢。

由于编者水平有限,书中错误与不当之处在所难免,敬请读者批评指正。

编 者
2012年4月

目 录

项目一 数控铣床编程与操作基础	1
任务一 手动操作数控铣床	1
任务二 输入数控程序	8
任务三 数控铣床的对刀操作	18
项目二 基本指令的应用	28
任务一 平面的铣削编程与加工	28
任务二 英文字母的铣削编程与加工	38
任务三 平面轮廓的铣削编程与加工	48
任务四 台阶的铣削编程与加工	54
任务五 组合件的铣削编程与加工	66
项目三 固定循环指令的应用	74
任务一 钻、铰削的编程与加工	74
任务二 深孔螺纹的编程与加工	88
任务三 镗孔编程与加工	100
项目四 中级数控铣工技能训练题	112
任务一 中级数控铣工技能训练实例一	112
任务二 中级数控铣工技能训练实例二	119
任务三 中级数控铣工技能训练实例三	127
任务四 中级数控铣工技能训练实例四	137
任务五 中级数控铣工技能训练实例五	145
项目五 简化编程指令的应用	152
任务一 对称件及相似件的编程与加工	152
任务二 斜方凸台的编程与加工	159
项目六 宏程序编程及应用	165
任务一 斜方圆凸台的编程与加工	165
任务二 椭圆球的编程与加工	171
任务三 孔口倒角的编程与加工	177
项目七 高级数控铣工技能训练题	188
任务一 高级数控铣工技能训练实例一	188
任务二 高级数控铣工技能训练实例二	198
任务三 高级数控铣工技能训练实例三	209
任务四 高级数控铣工技能训练实例四	219
任务五 高级数控铣工技能训练实例五	236

项目一 数控铣床编程与操作基础

任务一 手动操作数控铣床

学习目标

- 了解数控铣床组成与分类。
- 掌握数控铣床坐标系。
- 操作面板上各功能按钮含义与用途。
- 会正确操作数控铣床操作面板各功能按钮。
- 会进行数控铣床开机、关机、手动回参考点等操作。

任务描述

认识数控铣床，对 HNC-21/22M 华中数控系统（以下简称 HNC-21/22M 系统）数控铣床进行启动、开机，同时完成机床控制面板的手动操作。

任务分析

该任务是对 HNC-21/22M 系统数控铣床进行基本操作。首先，启动数控铣床，然后通过机床控制面板的按钮操纵铣床。因此，需要了解数控铣床与操作相关的各个组成部分，熟悉 HNC-21/22M 系统数控铣床操作面板，掌握控制面板上各键的作用与功能，从而掌握 HNC-21/22M 系统数控铣床的手动操作。

知识链接

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，国外系统以西门子、发那科等系统为代表，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。本教材以华中数控系统（HNC-21/22M）控制的数控铣床为数控铣削加工设备，阐述其操作内容。

一、数控铣床的分类及组成

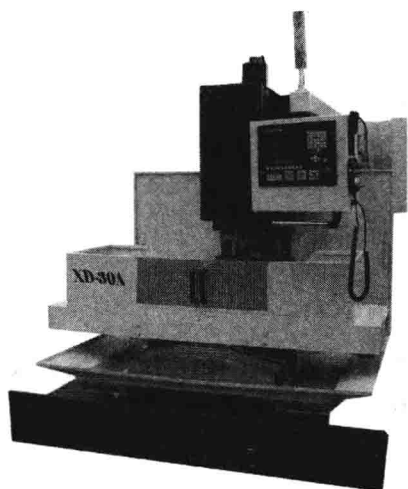
1. 分类

数控铣床是一种用途广泛的数控机床，可以按照不同的方法进行分类：

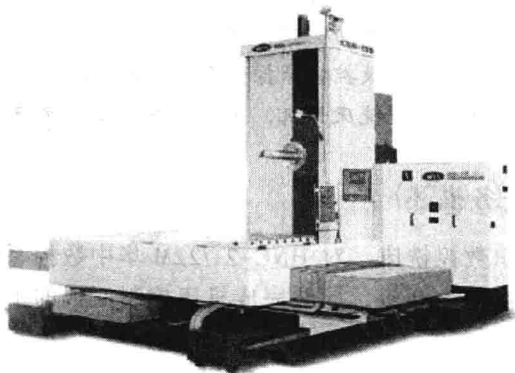
- (1) 按主轴轴线位置分，可分为立式数控铣床、卧式数控铣床。
- (2) 按加工功能分，可分为数控铣床、数控仿形铣床、数控齿轮铣床等。
- (3) 按控制坐标轴数分，可分为两坐标数控铣床、两坐标半数控铣床、三坐标数控铣床等。
- (4) 按伺服系统分类，可分为闭环、开环、半闭环数控铣床等。

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。



(a) 立式数控铣床



(b) 卧式数控铣床

图 1-1 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。

主传动系统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形运动。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、带传动以及电动机直接传动等方式。数控铣床的主轴中通常只能装备一把刀，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。
- (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。
- (5) 辅助装置：如液压和气动装置、排屑装置。
- (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、尺寸也多种多样。刀具系统一般分为整体式结构和模块式结构两大类。

由于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。

①7:24 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（德国标准）、ISO7388/1（国际标准）、MASBT（日本标准）以及 ANSI/ASME（美国标准）。

②1:10 的真空刀柄。HSK 真空刀柄的德国标准是 DIN69873，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）。

二、数控铣床坐标系的确定

1. 机床坐标轴的命名

为了简化编制程序，保证记录数据的互换性，国际上对数控机床坐标和运动方向的命名制定了统一标准，我国也制定了国家标准《工业自动化系统与集成 机床数值控制坐标系和运动命名》（GB/T 19660—2005）。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确定，如图 1-2 所示，图中大拇指的指向为 X 轴正方向，食指指向为 Y 轴正方向，中指指向为 Z 轴正方向。

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，以大拇指指向为 $+X$ 、 $+Y$ 、 $+Z$ 方向，则其余四指的指向就是圆周进给运动 $+A$ 、 $+B$ 、 $+C$ 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。

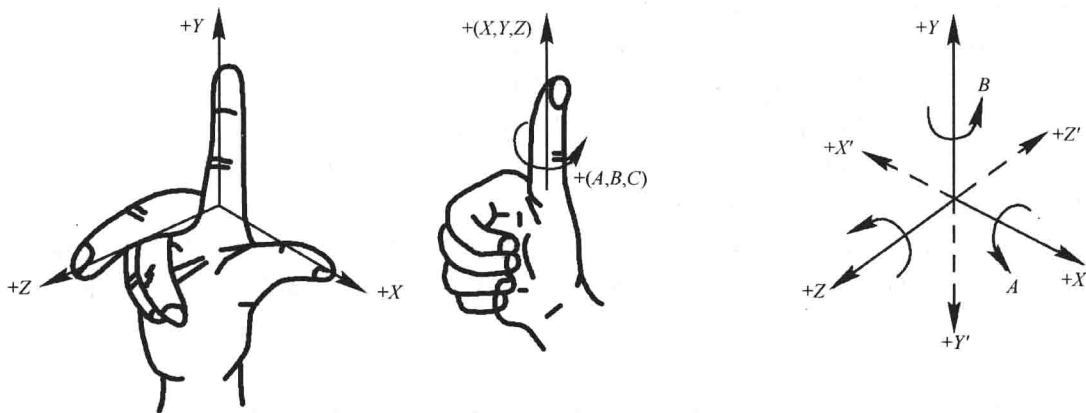


图 1-2 机床坐标系

2. 常用概念

(1) 轴 (axis): 机床部件可以沿其做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。该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 (workpiece coordinate origin): 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，称为工件坐标系。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: 在分析图样的基础上，制定加工方案后进行编程，为方便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。编程坐标系是程序员时使用的坐标系。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，将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。

三、数控机床安全操作规程

数控机床的操作，一定要做到规范，以避免发生人身、设备、刀具等安全事故。

1. 操作前的安全准备

(1) 零件加工前，一定要先检查机床是否运行正常。这可以通过试车的办法来进行检查。

(2) 在操作机床前，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求的进给速度相适应。

(4) 当使用刀具补偿时，仔细检查补偿方向与补偿量。

(5) CNC 参数和 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前，不要碰编程面板上的任何键，MDI 面板上的有些键专门用于维护和特殊操作。在开机的同时按下这些键，可能使机床产生数据丢失等。

2. 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及方向和进给速度。

(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操作。如果机床没有执行手动返回参考点操作，机床的运动将不可预料。

(3) 手轮进给。在手轮进给时，一定要选择正确的手轮进给倍率，过大的手轮进给倍率容易造成刀具或机床的损坏。

(4) 工件坐标系。手动干预、机床锁住或镜像操作都可能移动工件坐标系，用程序控制机床前，要先确认工件坐标系的位置。

(5) 空运行。通常应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，但空运行的进给速度要比编程用的进给速度快得多。

3. 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，尽管指令是正确的，但机床可能不会按照预想的动作运动。

(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在法线方向（垂直）控制程序时，要特别注意旋转轴的转速不能过高。如果工件装夹不牢，就会由于离心力过大而导致工件甩出，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参考点返回命令，补偿就会暂时取消，这可能会导致机床产生意想不到的运动。

任务实施

一、启动、急停、超程解除、关机

1. 启动数控铣床

(1) 接通电源。

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，按下控制面板上的【急停】按钮，此时方可进行下一步加工操作。

(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，机床电路中继电器吸合，伺服电源接通。

(3) 返回参考点。按下【回零】按键。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+”，则相应的轴回到参考点，同时按键内的指示灯亮。

找到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。

注意：

(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操作，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。

(3) 为保证设备安全，回零之前应检查行程开关和行程挡铁之间的距离，应确保这两者之间的距离大于 100 mm。

2. 急停

数控铣床运行过程中，遇到危险或紧急情况时，按下【急停】按钮，数控系统随即进入急停状态，伺服系统及主轴运转立即停止工作；松开【急停】按钮（左旋此按钮，自动跳起），数控系统进入复位状态。

注意：在通电和关机之前，应按下【急停】按钮，以减少对数控系统的电冲击。

3. 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行程挡铁碰到极限开关时，就会出现“超程”报警，机床不能动作，必须解除超程警报，数控铣床才能正常工作。

超程解除的操作为：

- (1) 设置工作方式为“手动”或“手摇”方式。
- (2) 一直按压着【超程解除】按钮。
- (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】按钮。

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。

4. 关机操作

- (1) 加工结束后，按下控制面板上的【急停】按钮。
- (2) 断开数控系统电源。
- (3) 断开机床强电电源。

二、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 1-3 和图 1-4 所示。

1. 手动连续进给

- (1) 按下【手动】按键。
- (2) 通过进给轴和方向选择开关，选择刀具将要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【进给修调】按键进行调整。

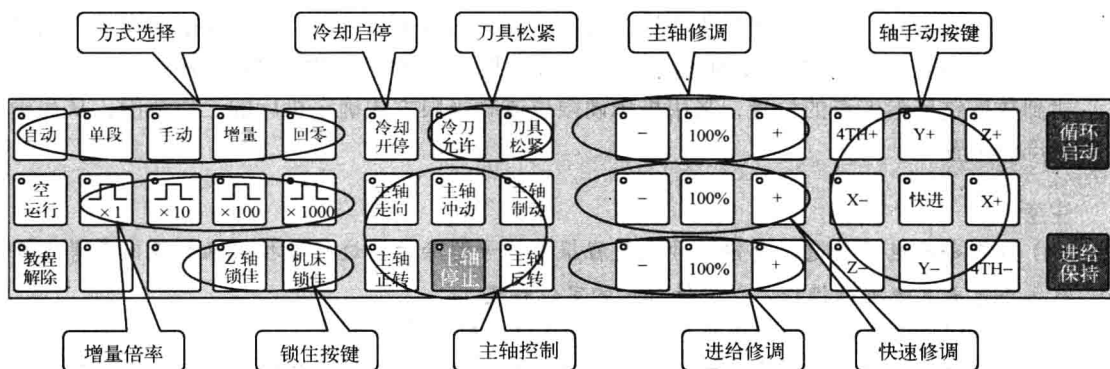


图 1-3 机床控制面板

(4) 在按下进给轴和方向选择开关的同时，按下【快进】开关，刀具会快速移动。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 1-5 所示。



图 1-4 手持单元

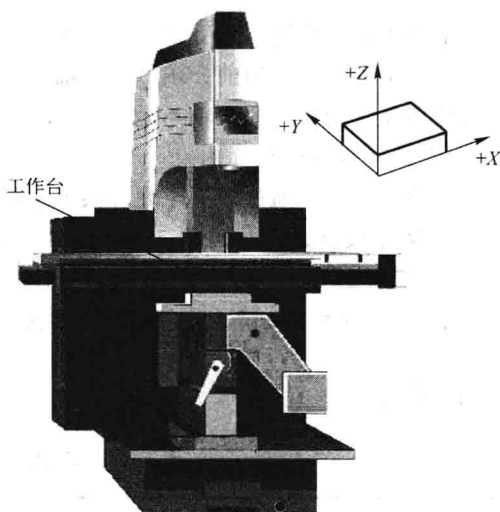


图 1-5 数控铣床坐标系系统图

2. 增量进给

- (1) 按下【增量】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【×1】、【×10】、【×100】、【×1000】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	×1	×10	×100	×1000
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。

(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【增量】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. 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【主轴停转】按键，主电动机停止运转。

5. 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，此时进行手动操作，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，此时手动移动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。

6. 刀具夹紧与松开

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

7. 冷却启动与停止

按【冷却开/停】按键，冷却液开，再按一下该键为冷却液关，如此循环。

任务评价

表 1-2 手动操作数控铣床配分权重表

工件编号		技术要求	配分	总得分		
项目与权重	序号			评分标准	检测记录	得分
加工操作 (40%)	1	熟悉数控机床	10	教师提问		
	2	标注机床面板功能	30	不正确每处扣3分		
程序与工艺	3	暂无				
机床操作	4	暂无				
文明生产 (60%)	5	机床维护与保养	30	机床保养		
	6	安全操作	20	教师提问		
	7	工作场所整理	10	现场清理		

任务二 输入数控程序

学习目标

- 掌握 HNC-21/22M 系统的操作面板。
- 掌握华中数控系统的数控铣床的软件界面及菜单操作要点。
- 会手工输入与编辑数控加工程序。
- 会校验数控加工程序。
- 会进行数控铣床的图形显示操作。

任务描述

通过学习本任务，完成以下程序的手动输入和编辑，并进行校验。

(1) 在 HNC-21/22M 系统中，输入以下程序，并进行保存、选用、删除等操作。

程序段序号	程序内容	程序段序号	程序内容
	%0001		%0001
N10	G54G90G40G49G80;	N90	Y-50;
N20	M03S800;	N100	X50;
N30	G00X0Y0;	N110	Y0;
N40	Z10;	N120	X0;
N50	G01Z-5F100;	N130	G00Z100;
N60	X50F200;	N140	M05;
N70	Y50;	N150	M30;
N80	X-50;		

(2) 用手动数据输入 (MDI), 完成以下指定程序段的运行。

G91G01X-100F200

任务分析

为完成程序的输入与校验, 首先应正确地逐段输入程序段, 然后对输入的程序进行保存、调用; 并在“自动”或“单段”工作方式下对程序进行校验。为了完成本任务, 应了解键盘的功能和 10 个功能键的作用, 掌握程序输入和修改方法, 掌握程序的保存、选择、调用、删除等操作方法及程序校验的操作要点。

知识链接

一、HNC-21/22M 系统的性能与特点

华中世纪星数控系统是在华中高性能数控系统的基础上, 为满足用户对低价格、高性能、简单、可靠的要求而开发的数控系统, 适用于对各种车、铣床加工中心等机床的控制, 采用国际标准 G 代码编程, 与各种流行的 CAD/CAM 自动编程系统兼容, 该系统可以利用操作面板手动或计算机输入输出设备采用通信方式, 向内部 PLC 和数控装置发出相应指令, 控制主轴、进给伺服单元等驱动数控铣床的主轴运动、进给运动及配备的辅助运动机构运动。其计算机数控系统原理如图 1-6 所示。

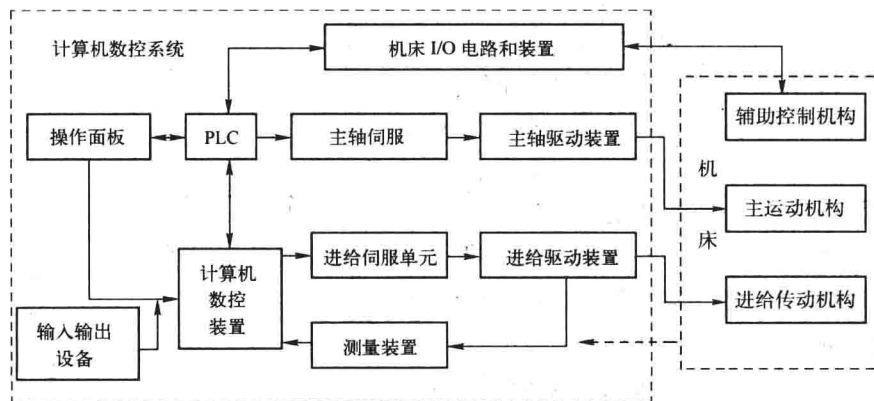


图 1-6 计算机数控系统原理图

HNC-21/22M 系统是基于嵌入式工业的开放式数控系统，包括：

- (1) 控制轴数为 4 个进给轴和 1 个主轴；
- (2) 最大联动轴数 4 轴，可自由选配各种数字式、模拟式交流伺服或步进电动机驱动单元；
- (3) 采用国际标准 G 代码编程；
- (4) 采用彩色液晶显示器、全汉字操作界面、多种三维图形显示方式；
- (5) 8MBRAM 加工内存缓冲区，6MBFlashROM 程序断电存储区；
- (6) 先进的小线段连续加工功能，特别适合复杂模具加工；
- (7) 加工断点保存恢复功能，反向间隙和双向螺距误差补偿功能；
- (8) 支持以太网（NT、Novell）和 DNC 功能。

二、HNC-21/22M 系统操作面板及软件界面简介

1. HNC-21/22M 系统的软件操作界面

HNC-21/22M 系统的软件操作界面如图 1-7 所示，由以下几个部分组成。

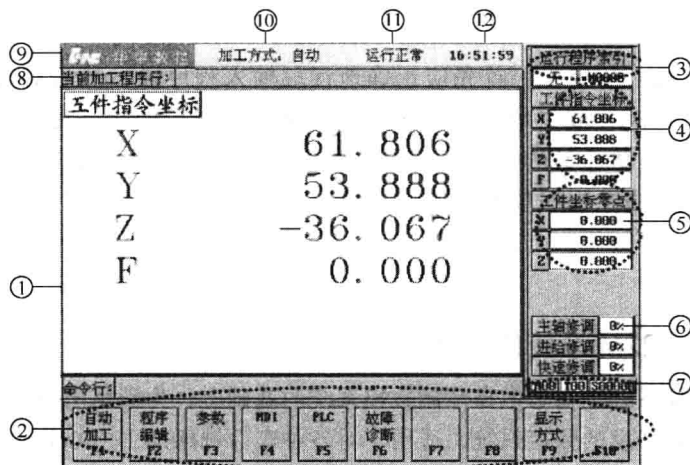


图 1-7 HNC-21/22M 的软件操作界面

- 1—图形显示窗口；2—菜单命令条；3—运行程序索引；4—选定坐标系下的坐标值；5—工件坐标零点；
6—倍率修调显示；7—辅助机能；8—当前加工程序行；9—状态显示栏

- (1) 图形显示窗口：可以根据需要按【F9】键设置窗口的显示内容。
- (2) 菜单命令条：通过按菜单命令条中的【F10】键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) 倍率修调显示：主轴修调、进给修调、快速修调。
- (7) 辅助机能：自动加工中的 M、S、T 代码。
- (8) 当前加工程序行：当前正在或将要加工的程序段。
- (9) 状态显示栏：显示当前加工方式、系统运行状态及当前时间。

- (10) 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。
- (11) 运行状态：系统工作状态在运行正常和出错之间切换。
- (12) 系统时钟：当前系统时间。

操作界面中最重要的部分是菜单命令条。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。由于采用层次结构，每个功能有不同的操作菜单，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内容选择所需的操作，如图 1-8 所示。系统功能的操作主要通过菜单命令条中功能键【F1】~【F10】完成。

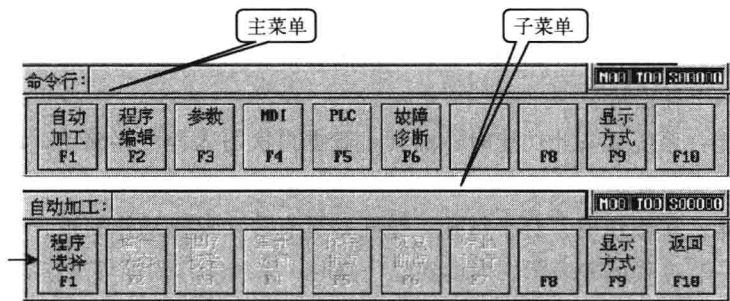


图 1-8 HNC-21/22M 菜单

要返回主菜单时，按子菜单下的【F10】键即可。

2. HNC-21/22M 系统的功能菜单结构

HNC-21/22M 系统功能菜单结构如图 1-9 所示。

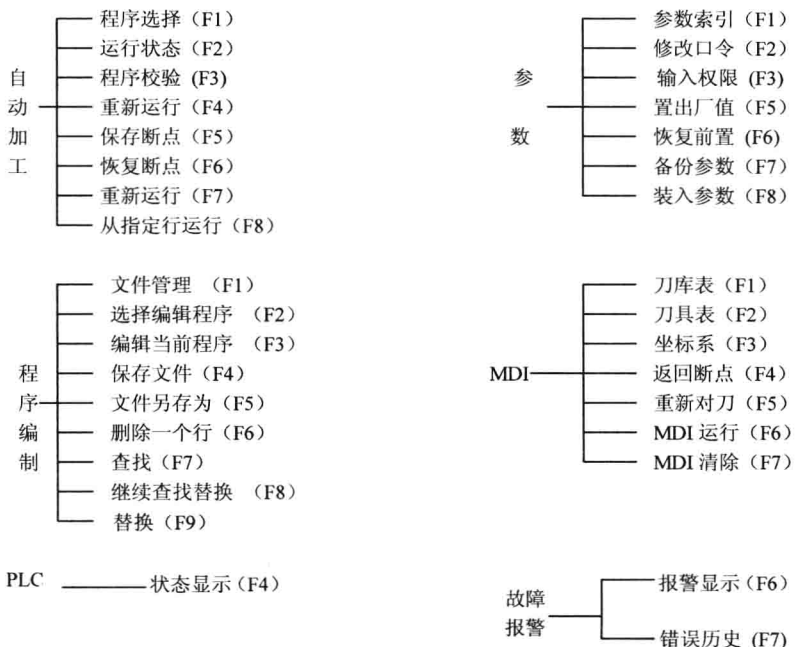


图 1-9 HNC-21/22M 的功能菜单结构

三、HNC-21/22M 系统主要功能与参数

数控设备的核心是数控系统，就是用一台控制计算机来进行运算、指挥数控设备进行自动控制。要掌握数控系统的操作，首先要了解与其直接相关的基本概念。

最小设定单位：数控系统内一个脉冲当量的规定值。

最小移动单位：一个与指令对应的输出脉冲的移动当量，由输出电路和测量元件所决定。它决定了机床的定位精度。

程序段格式：又称数控纸带的格式，是指数控系统对输入给它的程序的文字和地址数据排列格式。常用的两种标准代码为 ISO 代码及 EIA 代码，适用于以二进制来表示的控制系统。ISO 代码为国际标准，EIA 代码是美国电子工业协会规定使用的代码。

工具位置偏移：工具在与控制轴平行的方向进行位移运动，其位移量是在原有位置的基础上，加上或减去一个补偿量。

程序保护功能：系统具备此功能时，能禁止数据再次写入程序存储器，以防止误操作而破坏存储器中的程序或参数。






固定循环功能：在操作中，对于钻孔、镗孔等具有多次反复动作的过程，可以编制一连串的顺序程序，用一个 G 代码来表示，当读到此代码时，系统能自动循环工作，称之为固定循环。






纸带存储和编辑功能：数控输入纸带上的程序可以通过输入机全部送到纸带存储器中存储备用，断电后不会被破坏，再次通电后可再次调用。可以用手动操作键盘，调出、修改、删除或增加在纸带存储器中的原程序。可以用 MDI 方式重新编写入新的程序。

任务实施



1. 认识 HNC-21/22M 系统的操作面板按键



(1) 机床控制面板按键。选择数控铣床工作状态，按一下某按键后，该按键左上角灯亮，在状态提示栏上显示其工作状态。

：自动运行方式；：单程序段执行方式；：手动连接进给方式；：增量方式；：回零方式，即返回机床参考点方式。

：X 轴点动；：Y 轴点动；：Z 轴点动；：第四轴点动；：快速运行。


：主轴电动机正向转动；：主轴电动机反向转动；：主轴电动机被锁定在当前位置；





：禁止机床坐标轴动作；：Z 轴坐标信息变化，但 Z 轴不运动。




：主轴准确停止在某一固定位置；：主轴电动机停止转动。

：主轴电动机以机床参数设定的转速和时间转动一定的角度。

：控制冷却液打开/停止；：是否允许刀具松/紧操作；：使刀具松开或夹紧。

：速率修调，分别控制主轴速度、快速移动、进给速度。

增量方式下，    表示增量倍率：按一下对应倍率按键，其灯亮，增量倍率有效。

：自动运行启动；：自动运行暂停；：坐标轴以最大速度移动。