

 国家高技能人才培训基地系列教材

加工中心三轴 及多轴加工

JIAGONG ZHONGXIN SANZHOU
JI DUOZHOU JIAGONG

主 编  汤伟文

副主编  冯一锋 梁桂全



暨南大学出版社
JINAN UNIVERSITY PRESS



国家高技能人才培养

加工中心三轴 及多轴加工

JIAGONG ZHONGXIN SANZHOU
JI DUOZHOU JIAGONG

主 编 ○ 汤伟文

副主编 ○ 冯一锋 梁桂全

参 编 ○ 廖志财 任馨苏

常州大学图书馆
藏书章



暨南大学出版社
JINAN UNIVERSITY PRESS

中国·广州

图书在版编目 (CIP) 数据

加工中心三轴及多轴加工/汤伟文主编;冯一锋,梁桂全副主编. —广州:暨南大学出版社, 2017. 3

(国家高技能人才培养基地系列教材)

ISBN 978 - 7 - 5668 - 1999 - 4

I. ①加… II. ①汤…②冯…③梁… III. ①数控机床加工中心—高等职业教育—教材
IV. ①TG659

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2016) 第 281287 号

加工中心三轴及多轴加工

JIAGONG ZHONGXIN SANZHOU JI DUOZHOU JIAGONG

主编: 汤伟文 副主编: 冯一锋 梁桂全

出 版 人: 徐义雄

责任编辑: 李倬吟 林冬丽

责任校对: 刘雨婷

责任印制: 汤慧君 周一丹

出版发行: 暨南大学出版社 (510630)

电 话: 总编室 (8620) 85221601

营销部 (8620) 85225284 85228291 85228292 (邮购)

传 真: (8620) 85221583 (办公室) 85223774 (营销部)

网 址: <http://www.jnupress.com> <http://press.jnu.edu.cn>

排 版: 广州尚文数码科技有限公司

印 刷: 深圳市新联美术印刷有限公司

开 本: 787mm × 1092mm 1/16

印 张: 14.25

字 数: 332 千

版 次: 2017 年 3 月第 1 版

印 次: 2017 年 3 月第 1 次

定 价: 38.00 元

(暨大版图书如有印装质量问题, 请与出版社总编室联系调换)

国家高技能人才培养基地系列教材

编 委 会

主 编：叶军峰

编 委：郑红辉 黄丹凤 苏国辉

唐保良 李娉婷 梁宇滔

汤伟文 吴丽锋 蒋 婷

总 序

国家高技能人才培养基地项目，是适应国家、省、市产业升级和结构调整的社会经济转型需要，抓住现代制造业、现代服务业升级和繁荣文化艺术的历史机遇，积极开展社会职业培训和技术服务的一项国家级重点培养技能型人才项目。2014 年，广州市轻工技师学院正式启动国家高技能人才培养基地建设项目，此项目以机电一体化、数控技术应用、旅游与酒店管理、美术设计与制作 4 个重点建设专业为载体，构建完善的高技能人才培养体系，形成规模化培训示范效应，提炼培训基地建设工作经验。

教材的编写是高技能人才培养体系建设及开展培训的重点建设内容，本系列教材共 14 本，分别如下：

机电类：《电工电子技术》《可编程序控制系统设计师》《可编程序控制器及应用》《传感器、触摸屏与变频器应用》。

制造类：《加工中心三轴及多轴加工》《数控车床及车铣复合车削中心加工》《Solid-Works 2014 基础实例教程》《注射模具设计与制造》《机床维护与保养》。

商贸类：《初级调酒师》《插花技艺》《客房服务员（中级）》《餐厅服务员（高级）》。

艺术类：《广彩瓷工艺技法》。

本系列教材由广州市轻工技师学院一批专业水平高、社会培训经验丰富、课程研发能力强的骨干教师负责编写，并邀请企业、行业资深培训专家，院校专家进行专业评审。本系列教材的编写秉承学院“独具匠心”的校训精神、“崇匠务实，立心求真”的办学理念，依托校企合作平台，引入企业先进培训理念，组织骨干教师深入企业实地考察、访谈和调研，多次召开研讨会，对行业高技能人才培养模式、培养目标、职业能力和课程设置进行清晰定位，根据工作任务和工作过程设计学习情境，进行教材内容的编写，实现了培训内容与企业工作任务的对接，满足高技能人才培养、培训的需求。

本系列教材编写过程中，得到了企业、行业、院校专家的支持和指导，在此，表示衷心的感谢！教材中如有错漏之处，恳请读者指正，以便有机会修订时能进一步完善。

广州市轻工技师学院

国家高技能人才培养基地系列教材编委会

2016 年 10 月

前 言

数控机床是一种用电子计算机或专用电子计算装置控制的高效自动化机床，它综合应用了自动控制、计算技术、精密测量和机床结构等方面的最新成就。由于它的出现，机床自动化进入了一个新的阶段。

随着科学技术的发展，机械产品的形状和结构不断改进，对零件加工质量的要求越来越高。由于产品变化频繁，目前在一般机械加工中，单件、小批生产的产品占 70% ~ 80%。为了保证产品的质量、提高生产率和降低成本，机床不仅应具有较好的通用性和灵活性，还要求加工过程能实现自动化。在汽车、拖拉机等大量生产的工业部门中，大都采用自动机床、组合机床和自动生产线。但这种设备的第一次投资费用大，生产准备时间长，这与改型频繁、精度要求高、零件形状复杂的舰船、宇航、深潜以及其他国防工业的要求不相适应。如果采用仿形机床，首先要制造靠模，不仅生产周期长，精度亦受到限制。数控机床就是在这种条件下发展起来的一种适用于精度高、零件形状复杂的单件、小批量生产的自动化机床。

自从美国帕森斯公司和麻省理工学院合作于 1952 年研制出三坐标数控铣床以来，随着电子元件的发展，数控装置经历过使用电子管、分立元件、集成电路的过程。特别是使用小型计算机和微处理机以来，数控机床的价格逐渐下降，可靠性日益提高。在工业发达的国家中，无论国防工业还是民用工业，数控机床的应用已相当普遍。它由开始阶段为解决单件、小批量的形状复杂的零件加工，发展到为减轻劳动强度、保证质量、降低成本等，在中批量甚至大批量生产中也得到应用。现在认为，即使是批量生产 500 ~ 5 000 件的不复杂的零件用数控机床也是经济的。随着我国经济的发展和科学技术的进步，数控机床在我国企业中的应用越来越广泛，特别在沿海经济发达地区的大部分企业里，数控机床已成为机械加工的主力军，正在为沿海地区经济的再次腾飞起着关键性的作用。

数控铣床、加工中心是功能较全的数控加工机床，它集铣削、镗削、钻削、螺纹加工等功能于一身，具有多种工艺手段。加工中心设有刀库，刀库中存放着各种不同数量的刀具或检具，在加工过程中由程序自动选用和更换。这是它与数控铣床、数控镗床的主要区别。加工中心是一种综合加工能力较强的设备，采用加工中心加工产品，可以省去工装和专机。这会为新产品的研制和改型换代节省大量的时间和费用，从而使企业具有较强的竞争能力。可以说，拥有加工中心是判断企业技术能力和工艺水平的一个标志。

数控机床是一种先进的加工设备,随着我国数控机床用户的不断增加、应用范围的不断扩大,普及与提高数控加工技术,培养现代高级技工人才,已成为我国职业教育中不可缺少的重要组成部分。

《加工中心三轴及多轴加工》是一本针对职业院校和培训机构的加工中心中高级工实训教学、考证辅导以及多轴加工教学的教材,分为三大模块,共7个任务,主要讲述目前国内较流行的日本FANUC-0i-MD数控系统的操作方法和编程指令、德马吉五轴加工中心DMU 60基本操作、PowerMILL软件应用、3+2定向加工和五轴联动多轴加工,还介绍了加工中心中级工、高级工实操课题和理论考试的相关知识。

数控加工涉及的内容很广,也比较复杂。掌握数控机床编程与操作,不但要结合车、铣、钻、镗等普通加工工艺方面的知识,还要了解数控加工工艺的特点。在学习中,必须边学理论边训练,勤于思考,不断培养分析和解决问题的能力,才能收到比较满意的学习效果。

本书深入浅出,内容丰富,针对性强,对经济型及先进的数控机床都进行了介绍,是一本实用性强、适用面广的教材。

本书既可供职业技术学校数控机床加工专业以及相关专业的学生使用,也可用于中、高级数控技术人员的培训,或作为从事数控机床工作的工程技术人员的参考书。

本书由汤伟文、冯一锋、梁桂全、廖志财、任馨苏编写,主编汤伟文,副主编冯一锋、梁桂全。

本书的编写参考了有关资料及文献,在此向其作者表示衷心的感谢!

由于编者水平有限,编写的时间仓促,书中难免有疏漏和不足之处,恳请读者批评指正。

编 者
2016年10月

目录

CONTENTS

总 序	1
前 言	1
模块 1 加工中心基本操作及编程指令	1
任务 1 加工中心机床基本操作	1
一、面板操作	1
二、平口钳的找正	20
三、铣刀的安裝及拆卸	23
四、工件坐标系的设置	25
五、刀具长度补偿值的测量与设置	32
六、设置传输软件波特率	35
七、外部程序的传输与运行	36
八、相关知识	38
任务 2 加工中心编程指令	51
一、坐标系	51
二、编程初步	51
三、程序结构	56
四、编程实例	58
模块 2 加工中心三轴加工	62
任务 1 项目加工（一）	62
一、工艺方案制订	62

二、CAD	63
三、CAM	67
四、零件加工	76
五、相关知识	76
任务2 项目加工(二)	83
一、二维造型	83
二、二维刀路轨迹	85
三、相关知识	88
模块3 加工中心多轴加工	96
任务1 多轴加工中心机床基本操作	96
一、机床简介	96
二、运行方式	98
三、机床操作	104
四、切削刀具的选择	124
任务2 定向加工项目	127
一、多面体零件加工	127
二、加工操作流程	127
三、编程分析	128
四、相关知识	153
任务3 多轴加工项目	159
一、程序编写过程	159
二、PowerMILL 系统应用于多轴加工的特色功能	172
三、相关知识	176
附录1 中级加工中心操作工理论样题	187
附录2 高级加工中心操作工理论样题	203
附录3 铣镗类加工中心常用刀具	220

模块 1

加工中心基本操作及编程指令

任务 1 加工中心机床基本操作

学习目标

- (1) 掌握 FANUC -0i-MD 操作面板常用按键的用途。
- (2) 掌握开机、关机和回参考点的操作。
- (3) 掌握手动连续、增量及手轮控制机床。
- (4) 掌握手动数据输入 MDI 方式控制机床。
- (5) 掌握对刀操作及刀具偏置（补偿）设定操作。
- (6) 掌握程序编辑、存储器自动运行、DNC 自动运行。
- (7) 掌握平口钳的找正。
- (8) 掌握铣刀的安裝及拆卸。

学习内容

一、面板操作

（一）面板简介

机床控制面板如图 1-1 所示，主要由 MDI 操作面板、显示屏、机床操作面板三部分组成。

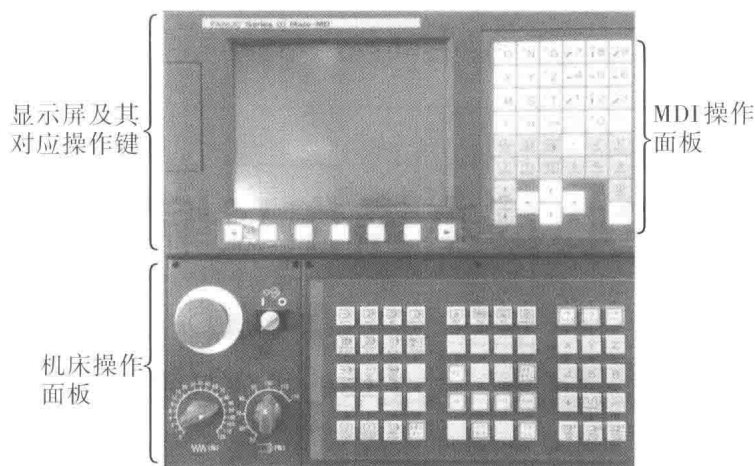
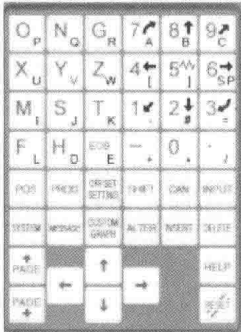
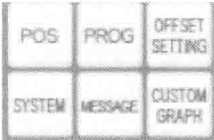
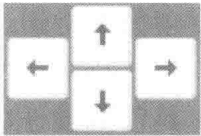


图 1-1 控制面板及各功能区划分

1. MDI 操作面板

MDI 操作面板各种按键的用途如表 1-1 所示。

表 1-1 MDI 操作面板介绍

所在功能区	按键符号	按键名称	按键用途
MDI 键盘 		功能键	6 个按键切换屏幕的 6 个主要功能界面： POS：坐标位置界面 PROG：程序编辑、传输及 MDI 指令输入界面 OFFSET SETTING：坐标系及长度补偿等与加工相关的参数设置 SYSTEM：机床参数，通常由厂家设置 MESSAGE：报警及机床信息显示界面 CUSTOM GRAPH：同步显示刀路轨迹
		复位键	RESET：按下此按键能恢复至机床初始状态、解除报警、取消正在运行的程序、主轴停转
		输入键	INPUT：参数、程序输入后的确认按键
		光标移动键	↑↓←→：控制光标在屏幕上、下、左、右 4 个方向的移动

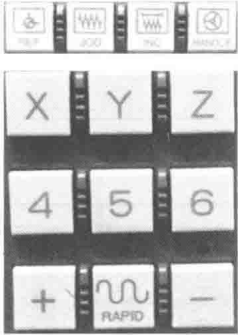
(续上表)

所在功能区	按键符号	按键名称	按键用途
MDI 键盘 		取消键	CAN：取消缓冲区的数据。如输入参数时，输入数字在按 INPUT 输入前可以按下 CAN 取消
		程序分号	EOB：程序段的分隔符，屏幕上显示为分号
		删除键	DELETE：删除程序中的指令和字符
		上挡键	SHIFT：当一个按键有两个字符时，先按上挡键后选择该按键就会选择第二个字符
		指令输入 键盘	用于输入数字、指令代码

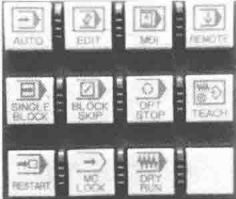
2. 机床操作面板

机床操作面板各种按键的用途如表 1-2 所示。

表 1-2 机床操作面板介绍

所在功能区	按键符号	按键名称	按键用途
手动操作区 		回参考点	在该操作方式下，分别选择三个轴的正方向进行返回机械参考点
		手动移动 方式	配合各轴移动键，进行各轴的手动移动
		各坐标轴 移动键	在手动操作方式下选择相应坐标轴进行手动移动
		快速键	同时按下快速键及各轴移动键，机床将以 GO 快速移动的速度进行移动
		手轮移动 方式	配合手轮进行各轴的手动移动

(续上表)

所在功能区	按键符号	按键名称	按键用途
自动操作区 		MDI 录入方式	单个指令程序段的输入、运行。如 M3 S1000; (开主轴)
		DNC 连线加工方式	连接计算机进行边传输边加工，是最为常用的加工方式
		AUTO 自动加工方式	运行机床内存储器中的程序
		EDIT 程序编辑方式	对机床内存储器中的程序进行编辑、新建、删除等操作
		单段执行	程序单段运行，在 AUTO、MDI、DNC 等自动运行方式下都有效
		程序预演	按下此按键后，机床以高速空运行的速度移动。一般不建议使用
		辅助锁定	机床各轴移动锁定。按下此按键后各轴均停止动作，但程序仍继续运行。使用该按键后各轴需要重新回机械参考点
程序执行 		循环启动	启动自动运行或 MDI 的程序
		进给暂停	程序运行中，可暂停机床进给运动。按循环启动键后，程序继续运行
主轴转动 		主轴反转	手动方式下使主轴反转
		主轴停止	在手动方式下停止主轴
		主轴正转	手动方式下使主轴正转

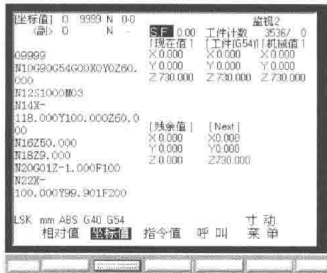
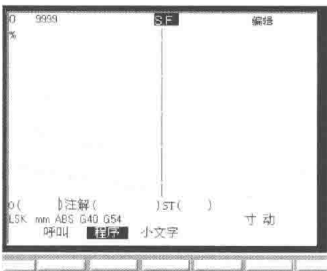
(续上表)

所在功能区	按键符号	按键名称	按键用途
切削液		程序开冷却液	程序中 M08/M09（冷却液开/关）指令起作用
		关冷却液	手动停止冷却液
		手动开冷却液	手动打开冷却液
其他重要功能键		快速进给调整旋钮	按百分比调整快速进给的速度
		进给速度调整旋钮	控制手动移动和加工进给的速度
		启动控制电源键	启动控制面板的电源
		关闭控制电源键	关闭控制面板的电源
		急停按钮	紧急情况快速停止。往下按时，起作用。顺时针扭转，解除急停

3. 显示屏幕功能

显示屏幕功能各种按键的用途如表 1-3 所示。

表 1-3 显示屏幕功能介绍

屏幕内容	实现功能	操作步骤	显示屏幕
机床相对坐标	手动设置转速。 显示对刀时辅助用的相对坐标	①按下功能键 ②按屏幕软件“相对值”	
机床绝对坐标，显示加工的程序、转速、进给速度	加工控制界面，可以同时监控程序、转速、进给速度	①按下功能键 ②按屏幕软件“绝对”	
设置工件坐标界面	设置工件坐标， 设置 G60 增量坐标	①按下功能键 ②按屏幕软件“菜单” ③按屏幕软件“工件”	
显示设置长度补偿界面	设置长度补偿	①按下功能键 ②按屏幕软件“菜单” ③按屏幕软件“补正”	
程序编辑界面	编辑程序	①按下功能键 ②按屏幕软件“程序”	

(二) 开机操作

操作步骤如下：

(1) 接通外部电源。把总闸和分闸都打到“ON”的状态，如图 1-2 所示。

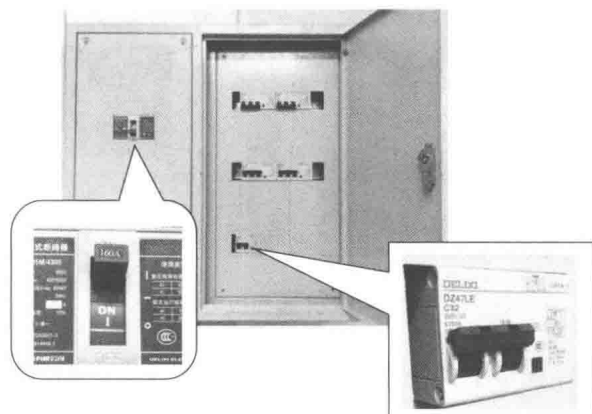


图 1-2 接通外部电源

(2) 接通压缩空气。把位于机床后面的气阀打到开启状态，如图 1-3 所示。



图 1-3 开通气阀

(3) 打开机床后方的电源开关，使其置于“ON”的状态，如图 1-4 所示。

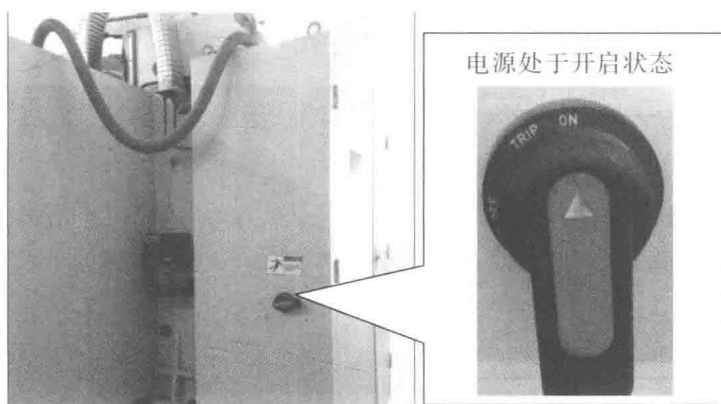


图 1-4 开通机床电源

(4) 开通控制面板电源，如图 1-5 所示。

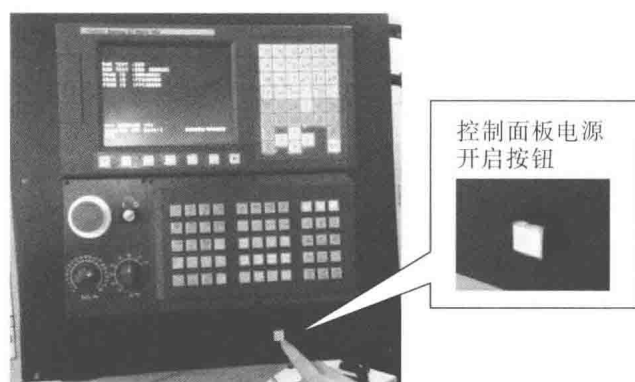


图 1-5 开通面板电源

(5) 顺时针旋转控制面板上的急停按钮，解除急停状态，如图 1-6 所示。



图 1-6 急停解除

(6) 机床开启完成。

(三) 关机操作

操作步骤如下：

(1) 按下控制面板上的急停按钮，如图 1-7 所示。



图 1-7 按下急停按钮