



国家职业技能培训系列教材

“双证制”教学改革用书



附赠光盘

加工中心 培训教程

Jiagong Zhongxin Peixun Jiaocheng

王荣兴 主编



ISBN 978-7-111-19007-3

策划: 汪光灿 / 封面设计: 张静

国家职业教育技能培训系列教程

- | | | |
|---------------------|----------|----|
| 1 全国数控大赛试题精选(含 1CD) | 袁 锋 | 主编 |
| 2 数控车床培训教程(含 1CD) | 袁 锋 | 主编 |
| 3 加工中心培训教程(含 1CD) | 王荣兴 | 主编 |
| 4 数控铣床培训教程(含 1CD) | 吴明友 | 主编 |
| 5 数控铣床、加工中心培训教程 | 朱鹏超 王荣兴 | 主编 |
| 6 特种加工培训教程 | 鲍海龙 | 主编 |
| 7 数控机床故障诊断与维修培训教程 | 刘 江 | 主编 |
| 8 机床数控改造 | 陈继振 赵志成 | 主编 |
| 9 模具制造实训教程 | 甄瑞麟 | 主编 |
| 10 注塑机操作与维护技术 | 梁锦雄 欧阳渺安 | 主编 |

ISBN 978-7-111-19007-3



9 787111 190073 >

定价: 48.00 元(含 1CD)

地址: 北京市百万庄大街22号
电话服务
社服务中心: (010)88361066
销售一部: (010)68326294
销售二部: (010)88379649
读者服务部: (010)68993821

邮政编码: 100037
网络服务
门户网: <http://www.cmpbook.com>
教材网: <http://www.cmpedu.com>
封面无防伪标均为盗版

国家职业教育技能培训系列教材
“双证制”教学改革用书

加工中心培训教程

主 编 王荣兴
副主编 倪贵华
参 编 陈朝阳 袁 飞
主 审 袁 锋



机械工业出版社

本书选用了技术先进、占市场份额最大的 FANUC (法那科)、SIEMENS (西门子) 系统和具有我国自主知识产权的华中系统作为典型数控系统进行剖析。通过典型数控机床和数控系统将各部分教学内容有机联系、渗透和互相贯通,在课程结构上打破原有课程体系,以国家职业技能鉴定为标准,突出了实践操作和编程技能,突出了学生对所学知识的应用能力和综合能力。全书以加工中心国家职业技能鉴定中高级、技师考工的应知应会内容为主线、重点,设置了加工中心中级、高级及技师题库。许多理论和操作试卷就来自国家及各省市技能鉴定题库和数控技能竞赛试题,书中有详细的工艺分析、刀具选择、节点基点数值计算和完整的程序及说明。在本书中还详细介绍了宏程序及各种工件倒圆、倒角的编制。

本书特别适应中等和高等职业技术学校数控、模具、机电类专业学生参加国家职业技能鉴定等级考工培训使用,也可作为加工中心技术工人的培训教材。

图书在版编目 (CIP) 数据

加工中心培训教程/王荣兴主编. —北京:机械工业出版社, 2006.5 (2011.1 重印)
(国家职业教育技能培训系列教材)
“双证制”教学改革用书
ISBN 978-7-111-19007-3

I. 加… II. 王… III. 加工中心-操作-技术培训-教材 IV. TG659

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2006) 第 037594 号

机械工业出版社 (北京市百万庄大街 22 号 邮政编码 100037)

责任编辑:汪光灿 版式设计:冉晓华 责任校对:程俊巧
姚培新

封面设计:张静 责任印制:杨曦

北京京丰印刷厂印刷

2011 年 1 月第 1 版·第 5 次印刷

184mm×260mm·32 印张·794 千字

标准书号:ISBN 978-7-111-19007-3

ISBN 7-89492-800-3 (光盘)

定价:48.00 元 (含 1CD)

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页,由本社发行部调换

电话服务

网络服务

社服务中心:(010) 88361066

门户网:<http://www.cmpbook.com>

销售一部:(010) 68326294

教材网:<http://www.cmpedu.com>

销售二部:(010) 88379649

读者服务部:(010) 68993821

封面无防伪标均为盗版

前 言

本书是国家职业技能鉴定等级考工培训系列教材之一,是根据教育部数控技能型紧缺人才的培养培训方案的指导思想和加工中心国家职业技能鉴定标准编写的。

数控制造技术是集机械制造技术、计算机技术、微电子技术、现代控制技术、网络信息技术、机电一体化技术于一身的多学科高新制造技术,数控技术水平的高低、数控机床的拥有量已经成为衡量一个国家工业现代化的重要标志。目前,数控技术已广泛应用于制造业。企业急需大批能熟练掌握数控机床编程、操作、维修的工程技术人员。为此,国家制定了数控技能型紧缺人才的培养培训方案。技能型紧缺人才的培养要把提高学生的职业能力放在突出的位置,加强生产实习、实训等实践性教学环节,使学生成为企业生产服务一线所需要的高素质技术人员。

本书选用了技术先进、占市场份额最大的 FANUC (法那科)、SIEMENS (西门子) 系统和具有我国自主知识产权的华中系统作为典型数控系统进行剖析,通过典型数控机床和数控系统将各部分教学内容有机联系、渗透和互相贯通,在课程结构上打破原有课程体系,以国家职业技能鉴定为标准,突出了实践操作和编程技能,突出了学生对所学知识的应用能力和综合能力。

全书以加工中心国家职业技能鉴定中高级、技师考工的应知应会内容为主线、重点,设置了加工中心中级、高级及技师题库。许多理论和操作试卷就来自国家及各省市技能鉴定题库和数控技能竞赛试题,书中有详细的工艺分析、刀具选择、节点基点数值计算和完整的程序及说明。在本书中还详细介绍了宏程序及各种工件倒圆、倒角的编制。

本书特别适应中等和高等职业技术学校数控、模具、机电类专业学生参加国家职业技能鉴定等级考工培训使用,也可作为加工中心技术工人的培训教材。

本书由常州轻工职业技术学院国家级数控职业技术教育实训基地(国家高职高专数控技术师资培训基地、国家数控系统工程技术研究中心——常州培训分中心、江苏省职业技能鉴定基地、江苏省职工数控技术培训基地)王荣兴副教授、高级考评员主编并统稿,倪贵华高级技师、高级考评员为副主编。参加编写的有常州轻工职业技术学院王荣兴(第一、二、三、七章)、陈朝阳(第四章)、倪贵华(第五章)、袁飞(第六章)。顾青、顾伟东负责加工中心高级工技能鉴定程序的编写及数控仿真演示的操作、录制。袁锋副教授、高级工程师、高级考评员主审全书。书中精选了大量典型实例,是上述编者多年实践和教学经验的结晶,是常州轻工职业技术学院老师的集体智慧和成果。

本书在编写过程中得到了常州轻工职业技术学院领导和国家级数控实训基地的大力支持,在此表示衷心感谢。由于编者水平有限,谬误及欠妥之处,恳请读者批评指正。

编 者

2006 年 1 月

目 录

前言

第一章 加工中心概述与职业

技能鉴定标准 1

第一节 加工中心概述 1

第二节 加工中心操作工国家职业技能鉴定标准 5

思考题 12

第二章 加工中心基础知识 13

第一节 加工中心坐标系统 13

第二节 工件的装夹与校正用具 15

第三节 加工中心的刀柄、刀具及其他辅具 20

第四节 加工中心的切削知识 25

第五节 加工中心安全操作规程和质量管理知识 34

第六节 加工中心的日常维护与保养 44

第七节 程序传输格式和 DNC 传输软件 46

思考题 53

第三章 FANUC Oi-MB 系统加工中心

实训操作 54

第一节 FANUC Oi-MB 系统介绍 54

第二节 FANUC Oi-MB 系统加工中心编程指令 63

第三节 典型零件编程与加工实例 119

第四节 FANUC Oi-MB 系统加工中心操作面板 133

第五节 FANUC Oi-MB 系统加工中心的基本操作 139

思考题 155

第四章 SINUMERIK 802D 系统加工

中心实训操作 161

第一节 SINUMERIK 802D 系统功能 161

第二节 SINUMERIK 802D 系统

基本编程指令 166

第三节 SINUMERIK 802D 系统循环指令 192

第四节 典型零件编程与加工实例 226

第五节 SINUMERIK 802D 系统加工中心面板 253

第六节 SINUMERIK 802D 系统加工中心基本操作 259

思考题 276

第五章 华中 (HNC—21/22M) 系统加工

中心实训操作 278

第一节 华中 (HNC—21/22M) 系统加工中心介绍 278

第二节 华中 (HNC—21/22M) 系统基本编程指令 283

第三节 典型零件编程与加工实例 323

第四节 华中 (HNC—21/22M) 系统加工中心操作台及软件操作界面 359

第五节 华中 (HNC—21/22M) 系统加工中心操作口 365

思考题 388

第六章 数控铣床自动编程软件

实训操作 390

第一节 数控铣床 CAD/CAM 自动编程软件介绍 390

第二节 Mastercam Mill v9.1 的图形绘制与修整 393

第三节 Mastercam Mill v9.1 的刀具路径基本操作 398

第四节 后处理程序 422

思考题 425

第七章 加工中心职业技能

鉴定试题 428

第一节 加工中心中级工职业

技能鉴定试题.....	428	技能鉴定试题.....	479
第二节 加工中心高级工职业		参考文献	506
技能鉴定试题.....	457		
第三节 加工中心技师职业			

第一章 加工中心概述与职业技能鉴定标准

第一节 加工中心概述

一、加工中心简介

加工中心是一种功能较全的数控加工机床,它把铣削、镗削、钻削、攻螺纹和切削螺纹等功能集中在一台设备上,使其具有多种工艺手段。加工中心设置有刀库,刀库中存放着不同数量的各种刀具或检件,在加工过程中由程序自动选用和更换。这是加工中心与数控铣床、数控镗床的主要区别。

加工中心与同类数控机床相比结构较复杂,控制系统功能较多。加工中心最少有三个运动坐标系,多的达十几个。其控制功能最少可实现两轴联动控制,实现刀具运动直线插补和圆弧插补;多的可实现五轴联动、六轴联动,从而保证刀具进行复杂加工。加工中心还具有不同的辅助机能,如各种加工固定循环、刀具半径自动补偿、刀具长度自动补偿、刀具破损报警、刀具寿命管理、过载超程自动保护、丝杠螺距误差补偿、丝杠间隙补偿、故障自动诊断、工件与加工过程图形显示、人机对话、工件在线检测和加工自动补偿、离线编程等,这些机能提高了加工中心的加工效率,保证了产品的加工精度和质量。

二、加工中心的分类

1. 按主轴在空间所处的状态分类

加工中心的主轴在空间处于垂直状态的称为立式加工中心(见图 1-1);主轴在空间处于水平状态的称为卧式加工中心。主轴可作垂直和水平转换的,称为立卧式加工中心或五面加工中心,也称复合加工中心。

2. 按加工中心立柱的数量分类

加工中心有单柱式和双柱式(龙门式)。

3. 按加工中心运动坐标数和同时控制的坐标数分类

加工中心有三轴二联动、三轴三联动、四轴三联动、五轴四联动、六轴五联动等等。三轴、四轴……是指加工中心具有的运动坐标数,联动是指控制系统可以同时控制运动的坐标数,从而实现刀具相对工件的位置和速度控制。

4. 按工作台的数量和功能特征分类

加工中心有单工作台加工中心、双工作台加工中心和多工作台加工中心;复合、镗铣和钻削加工中心。

5. 按加工精度分类

加工中心有普通加工中心和高精度加工中心。普通加工中心的分辨率为 $1\mu\text{m}$,最大进给速度为 $15\sim 25\text{m}/\text{min}$,定位精度 $10\mu\text{m}$ 左右。高精度加工中心的分辨率为 $0.1\mu\text{m}$,最大进给速度为 $15\sim 100\text{m}/\text{min}$,保证定位精度为 $2\mu\text{m}$ 左右。定位精度介于 $2\sim 10\mu\text{m}$ 之间的,以 $\pm 5\mu\text{m}$ 较多,可称为精密级。

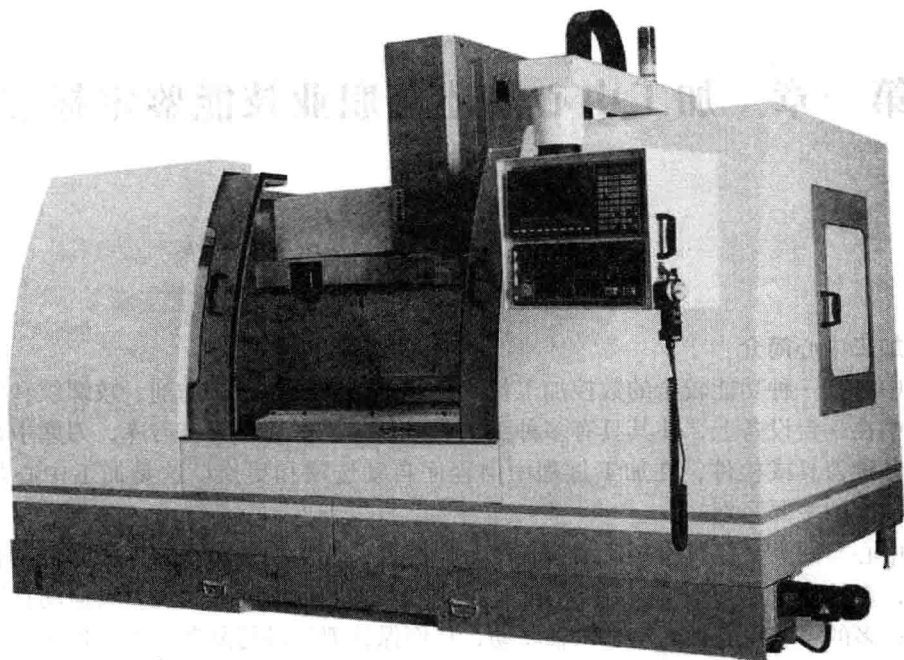


图 1-1 立式加工中心

三、加工中心的结构

加工中心本身的结构分为两大部分：一是主机部分；二是控制部分。

主机部分主要是机械结构部分，包括床身、主轴箱、工作台、底座、立柱、横梁、进给机构、刀库、换刀机构、辅助系统（气液、润滑、冷却）等。

控制部分包括硬件部分和软件部分。硬件部分包括计算机数字控制装置（CNC）、可编程程序控制器（PLC）、输出输入设备、主轴驱动装置、显示装置；软件部分包括系统程序和控制程序。

加工中心的结构特点如下：

- 1) 机床的刚度 high、抗振性好。
- 2) 机床的传动系统结构简单，传递精度高，速度快。加工中心传动装置主要有三种，即滚珠丝杠副、静压蜗杆-蜗母条、预加载荷双齿轮-齿条。它们由伺服电动机直接驱动，省去齿轮传动机构，传递精度高，传递速度快。一般速度可达 15m/min，最高可达 100m/min。
- 3) 主轴系统结构简单，无齿轮箱变速系统（特殊的也只保留 1~2 级齿轮传动）。主轴功率大，调速范围宽，并可无级调速。目前，加工中心 95% 以上的主轴传动都采用交流主轴伺服系统，速度可从 10~20000r/min，无级变速。
- 4) 加工中心的导轨都采用了耐磨损材料和新结构，能长期的保持导轨的精度，在高速重载切削下，又保证运动部件不振动，低速进给时不爬行及运动中的高灵敏度。导轨采用钢导轨，淬火硬度 $\geq 57\text{HRC}$ ，与导轨配合面用聚四氟乙烯贴层。这样处理的优点是：①摩擦系数小；②耐磨性好；③减振消声；④工艺性好。
- 5) 设置有刀库和换刀机构。这是加工中心与数控铣床和数控镗床的主要区别，使加工

中心的功能和自动化加工的能力更强了。

6) 控制系统功能较全。它不但可对刀具的自动加工进行控制,还可对刀库进行控制和管理,实现刀具自动交换。有的加工中心具有多个工作台,工作台可自动交换,不但能对一个工件进行自动加工,而且可对一批工件进行自动加工。这种多工作台加工中心称为柔性加工单元。

四、加工中心的功能

(一) 立式加工中心

立式加工中心能完成铣削、镗削、钻削、攻螺纹和用刀切削螺纹等工序,立式加工中心最少是三轴二联动,一般可实现三轴三联动,有的可进行五轴、六轴控制,工艺人员可根据其同时控制的轴数确定该加工中心的加工范围。

立式加工中心立柱高度是有限的,确定 Z 轴的运动范围时要考虑以下因素:

1) 工件的高度。

2) 工装夹具的高度。

3) 刀具的长度。

4) 机械手换刀占用的空间。

在考虑上述四种情况之后,立式加工中心对箱体类工件加工范围要减少,这是立式加工中心的弱点。但立式加工中心有下列优点:

1) 工件易装夹,可用通用的夹具如平口钳、压板、分度头、回转工作台等装夹工件,工件的装夹定位方便。

2) 刀具运动轨迹易观察,调试程序检查测量方便,可及时发现问题,进行停机处理或修改。

3) 冷却条件易建立,切削液能直接到达刀具和加工表面。

4) 坐标系即 X、Y、Z 三个坐标轴与笛卡儿坐标系吻合,感觉直观与图样视角一致。

5) 切屑易排除和掉落,避免切屑划伤加工过的表面。

6) 结构一般采用单柱式,它与相应的卧式加工中心相比,结构简单,占地面积小,价格较低。

立式加工中心最适合加工 Z 轴方向尺寸相对较小的工件,一般的情况下除底面不能加工外,其余五个面都可用不同的刀具进行轮廓和表面加工。

(二) 卧式加工中心

一般的卧式加工中心有三个到五个坐标轴,常配有一个回转轴(或回转工件台),主轴转速在 $10 \sim 10000 \text{r/min}$ 之内,最小分辨率一般为 $1\mu\text{m}$,定位精度为 $10 \sim 20\mu\text{m}$ 。卧式加工中心刀库容量一般较大,有的刀库可存放几百把刀具。卧式加工中心的结构较立式加工中心复杂,体积和占地面积较大,价格也较高。卧式加工中心较适于加工箱体之类的零件。只要一次装夹在回转工作台上,即可对箱体(除顶面和底面之外)的四个面进行铣、镗、钻、攻螺纹等加工。特别是对箱体类零件上的一些孔和形腔有位置公差要求的(如孔系之间的平行度、孔与端面的垂直度、端面与底面的垂直度等),以及孔和形腔与基准面(底面)有严格尺寸精度要求的,在卧式加工中心上通过一次装夹加工,容易得到保证,适合于批量工件的加工。卧式加工中心程序调试时,不如立式加工中心直观、容易观察,对工件检查和测量也感不便,且对复杂零件的加工程序调试时间是正常加工的几倍,所以加工的工件数量越多,平均每件占用机床的时间越

少,因此用卧式加工中心进行批量加工才合算。但它可实现普通设备难以达到的精度和质量要求,因此一些精度要求高,其他设备无法达到其精度要求的工件,特别是一些空间曲面和形状复杂的工件,即使是单件生产,也可考虑在卧式加工中心上加工。

卧式加工中心的坐标系与立式加工中心坐标系即 X 、 Y 、 Z 三轴在空间上是不同的。而且卧式加工中心冷却条件不如立式的好,特别是对深孔的镗、铣、钻等,切削液难以到达切削深处。因此,必须降低机床的转速和进给量,从而降低了生产效率。与立式加工中心相比,卧式加工中心的功能多,在立式加工中心上加工不了的工件,在卧式加工中心上一般的都能加工。此外,卧式加工中心的回转工作台有的是数控的,有的是分度的,工件一次装夹可实现多个工位的加工。

(三) 多工作台加工中心

多工作台加工中心有时称为柔性加工单元(FMC)。它有两个以上可更换的工作台,通过运送轨道可把加工完的工件连同工作台(托盘)一起移出加工部位,然后把装有待加工工件的工作台(托盘)送上加工部位,这种可交换的工作台可设置多个,实现多工作台加工。其优点是可实现在线装夹,即在进行加工的同时,下边的工作台进行装、卸工件;另外可在其他工作台上都装上待加工的工件,开动机床后,能完成对这一批工件的自动加工。工作台上的工件可以是相同的,也可以是不同的,这都可由程序进行处理。多工作台加工中心有立式的,也有卧式的。无论立式还是卧式,其结构都较复杂,刀库容量较大,机床占地面积大,控制系统功能较全。

(四) 复合加工中心

复合加工中心也称多工面加工中心,是指工件一次装夹后,能完成多个面的加工的设备。现有的五面加工中心,它在工件一次装夹后,能完成除安装底面外的五个面的加工。这种加工中心兼有立式和卧式加工中心的功能,在加工过程中可保证工件的位置公差。常见的五面加工中心有两种形式,一种是主轴作 90° 或相应角度旋转,可成为立式加工中心或卧式加工中心;另一种是工作台带着工件作 90° 旋转,主轴不改变方向而实现五面加工。图 1-2 为五坐标加工中心。

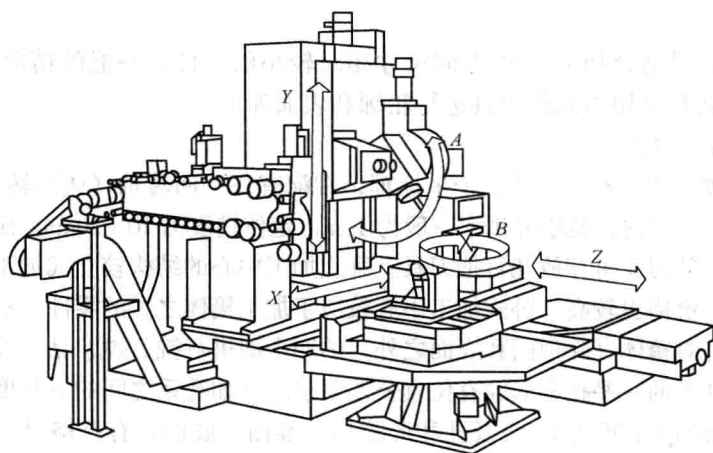


图 1-2 五坐标加工中心

五、加工中心的主要加工对象

加工中心适宜于加工复杂、工序多、要求较高、需用多种类型的普通机床和众多的刀具夹具，且经多次装夹和调整才能完成加工的零件。其加工的主要对象有下列五类：

- 1) 箱体类零件。
- 2) 复杂曲面。
- 3) 异形件。
- 4) 盘、套、板类零件。
- 5) 特殊加工。

第二节 加工中心操作工国家职业技能鉴定标准

一、职业概况

(一) 职业名称

加工中心操作工。

(二) 职业定义

操作加工中心机床，进行工件多工序组合切削加工的人员。

(三) 职业等级

本职业共设四个等级，分别为中级（国家职业资格四级）、高级（国家职业资格三级）、技师（国家职业资格二级）、高级技师（国家职业资格一级）。

(四) 职业环境

室内、常温。

(五) 职业能力特征

具有较强的计算能力和空间感、形体知觉及色觉，手指、手臂灵活，动作协调。

(六) 基本文化程度

高中毕业（含同等学历）。

(七) 培训要求

1. 培训期限

全日制职业学校教育，根据其培养目标和教学计划确定。晋级培训期限：中级不少于 400 标准学时；高级不少于 400 标准学时；技师不少于 350 标准学时；高级技师不少于 350 标准学时。

2. 培训教师

基础理论课教师应具备本科及本科以上学历，具有一定的教学经验；培训中级人员的教师必须具备本职业高级以上的职业资格证书；培训高级或技师人员的教师必须具备相关专业讲师以上教师资格或本职业高级技师职业资格证书；培训高级技师的教师必须具备相关专业高级讲师（副教授）以上资格或其他相应的职业资格证书。

3. 培训场地设备

满足教学需要的标准教室；加工中心机床及完成加工所需的工件、刀具、夹具、量具和机床辅助设备等。

(八) 鉴定要求

1. 适用对象

从事和准备从事本职业的人员。

2. 申报条件

(1) 中级 (具备以下条件之一者)

1) 取得相关职业 (工种) 初级职业资格证书后, 连续从事相关职业 3 年以上, 经本职业正规培训达规定的标准学时, 并取得毕 (结) 业证书。

2) 取得相关职业 (工种) 中级职业资格证书后, 且连续从事相关职业 1 年以上, 经本职业中级正规培训达规定的标准学时数, 并取得毕 (结) 业证书。

3) 取得中等职业学校数控机床专业或大专以上 (含大专) 相关专业毕业证书。

(2) 高级 (具备以下条件之一者)

1) 取得本职业中级职业资格证书后, 连续从事本职业 4 年以上, 经本职业高级正规培训达规定的标准学时数, 并取得毕 (结) 业证书。

2) 取得本职业中级职业资格证书后, 连续从事本职业工作 7 年以上。

3) 取得高级技工学校或经劳动保障行政部门审核认定, 以高级技能为培养目标的高等职业学校本专业毕业证书。

4) 具有相关专业大专以上学历, 并取得本职业中级职业资格证书后, 连续从事本职业工作 2 年以上。

(3) 技师 (具备以下条件之一者)

1) 取得本职业高级职业资格证书后, 连续从事本职业工作 5 年以上, 经本职业技师正规培训达规定的标准学时数, 并取得毕 (结) 业证书。

2) 取得本职业高级职业资格证书后, 连续从事本职业工作 8 年以上。

3) 大学本科相关专业或高级技工学校本专业毕业且具有本职业高级职业资格证书, 连续从事本职业工作 2 年以上。

(4) 高级技师 (具备以下条件之一者)

1) 取得本职业技师职业资格证书后, 连续从事本职业工作 3 年以上, 经本职业高级技师正规培训达规定标准学时数, 并取得毕 (结) 业证书。

2) 取得本职业技师职业资格证书后, 连续从事本职业工作 5 年以上。

注: 相关职业 (工种) 指车工、铣工、镗工等。

3. 鉴定方式

分为理论知识考试和技能操作考核两部分。理论知识考试采用笔试, 技能操作考核采用现场实际操作方式。两项考试均采用百分制, 皆达到 60 分以上者为合格; 技师和高级技师鉴定还须进行综合评审。

4. 考评员和考生的配备

理论知识考核每标准考场配备两名监考员; 技能考试每台设备配备两名监考人员; 每次鉴定组成 3~5 人的考评小组。

5. 鉴定时间

各等级理论知识考试时间为 120min; 各等级技能操作考核时间: 中级不少于 300min、高级不少于 360min、技师不少于 420min。

6. 鉴定场所、设备

理论知识考试在标准教室进行；鉴定设备为加工中心机床、工件、夹具、量具、刀具及机床附件等必备仪器设备。

二、基本要求

(一) 职业道德

1. 职业道德基本知识

2. 职业守则

- 1) 爱岗敬业，忠于职守。
- 2) 努力钻研业务，刻苦学习，勤于思考，善于观察。
- 3) 工作认真负责，严于律己，吃苦耐劳。
- 4) 遵守操作规程，坚持安全生产。
- 5) 团结同志，互相帮助，主动配合。
- 6) 着装整洁，爱护设备，保持工作环境的清洁有序，做到文明生产。

(二) 基础知识

1. 数控应用技术基础

- 1) 数控机床工作原理（组成结构、插补原理、控制原理、伺服系统）。
- 2) 编程方法（常用指令代码、程序格式、子程序、固定循环）。

2. 安全卫生、文明生产

- 1) 安全操作规程。
- 2) 事故防范、应变措施及记录。
- 3) 环境保护（车间粉尘、噪声、强光、有害气体的防范）。

三、工作要求

本标准对中级、高级、技师、高级技师的技能要求依次递进，高级别包括低级别的要求。

中级标准见表 1-1；高级标准见表 1-2；技师标准见表 1-3；高级技师标准暂无。理论知识及技能操作的比重见表 1-4 和表 1-5。

表 1-1 中级加工中心操作工国家职业技能鉴定标准

职业功能	工作内容	技能要求	相关知识
一、工艺准备	(一)读图	1. 能够读懂机械制图中的各种线型和标注尺寸 2. 能够读懂标准件和常用件的表示法 3. 能够读懂一般零件的三视图、局部视图和剖视图 4. 能够读懂零件的材料、加工部位、尺寸公差及技术要求	1. 机械制图国家标准 2. 标准件和常用件的规定画法 3. 零件三视图、局部视图和剖视图的表达方法 4. 公差配合的基本概念 5. 形状、位置公差与表面粗糙度的基本概念 6. 金属材料的性质
	(二)编制简单加工工艺	1. 能够制定简单的加工工艺 2. 能够合理选择切削用量	1. 加工工艺的基本概念 2. 钻、铣、扩、铰、镗、攻螺纹等工艺特点 3. 切削用量的选择原则 4. 加工余量的选择方法

(续)

职业功能	工作内容	技能要求	相关知识
一、工艺准备	(三)工件的定位和装夹	1. 能够正确使用台钳、压板等通用夹具 2. 能够正确选择工件的定位基准 3. 能够用量表找正工件 4. 能够正确夹紧工件	1. 定位夹紧原理 2. 台钳、压板等通用夹具的调整及使用方法 3. 量表的使用方法
	(四)刀具准备	1. 能够依据加工工艺卡选取刀具 2. 能够在主轴或刀库上正确装卸刀具 3. 能够用刀具预调仪或在机内测量刀具的半径及长度 4. 能够准确输入刀具有关参数	1. 刀具的种类及用途 2. 刀具系统的种类及结构 3. 刀具预调仪的使用方法 4. 自动换刀装置及刀库的使用方法 5. 刀具长度补偿值、半径补偿值及刀号等参数的输入方法
二、编制程序	(一)编制孔类加工程序	1. 能够手工编制钻、扩、铰(镗)等孔类加工程序 2. 能够使用固定循环及子程序	1. 常用数控指令(G代码、M代码)的含义 2. S指令、T指令和F指令的含义 3. 数控指令的结构与格式 4. 固定循环指令的含义 5. 子程序的嵌套
	(二)编制二维轮廓程序	1. 能够手工编制平面铣削程序 2. 能够手工编制含直线插补、圆弧插补二维轮廓的加工程序	1. 几何图形中直线与直线、直线与圆弧、圆弧与圆弧交点的计算方法 2. 刀具半径补偿的作用
三、基本操作及日常维护	(一)日常维护	1. 能够进行加工前电、气、液、开关等的常规检查 2. 能够在加工完毕后,清理机床及周围环境	1. 加工中心操作规程 2. 日常保养的内容
	(二)基本操作	1. 能够按照操作规程启动及停止机床 2. 正确使用操作面板上的各种功能键 3. 能够通过操作面板手动输入加工程序及有关参数 4. 能够通过纸带阅读机、磁带机及计算机等输入加工程序 5. 能够进行程序的编辑、修改 6. 能够设定工件坐标系 7. 能够正确调入调出所选刀具 8. 能够正确进行机内对刀 9. 能够进行程序单步运行、空运行 10. 能够进行加工程序试切削并做出正确判断 11. 能够正确使用交换工作台	1. 加工中心机床操作手册 2. 操作面板的使用方法 3. 各种输入装置的使用方法 4. 机床坐标系与工件坐标系的含义及其关系 5. 相对坐标系、绝对坐标的含义 6. 找正器(寻边器)的使用方法 7. 机内对刀方法 8. 程序试运行的操作方法

(续)

职业功能	工作内容	技能要求	相关知识
四、工件加工	(一)孔加工	能够对单孔进行钻、扩、铰切削加工	麻花钻、扩孔钻及铰刀的功用
	(二)平面铣削	能够铣削平面、垂直面、斜面、阶梯面等,尺寸公差等级达 IT9,表面粗糙度值达 $R_a6.3\mu\text{m}$	1. 铣刀的种类及功用 2. 加工精度的影响因素 3. 常用金属材料的切削性能
	(三)平面内、外轮廓铣削	能够铣削二维直线、圆弧轮廓的工件,且尺寸公差等级达 IT9,表面粗糙度值达 $R_a6.3\mu\text{m}$	
	(四)运行给定程序	能够检查及运行给定的三维加工程序	1. 三维坐标的概念 2. 程序检查方法
五、精度检验	(一)内、外径检验	1. 能够使用游标卡尺测量工件内、外径 2. 能够使用内径百(千)分表测量工件内径 3. 能够使用外径千分尺测量工件外径	1. 游标卡尺的使用方法 2. 内径百(千)分表的使用方法 3. 外径千分尺的使用方法
	(二)长度检验	1. 能够使用游标卡尺测量工件长度 2. 能够使用外径千分尺测量工件长度	
	(三)深(高)度检验	能够使用游标卡尺或深(高)度尺测量深(高)度	1. 深度尺的使用方法 2. 高度尺的使用方法
	(四)角度检验	能够使用角度尺检验工件角度	角度尺的使用方法
	(五)机内检测	能够利用机床的位置显示功能自检工件的有关尺寸	机床坐标的位置显示功能

表 1-2 高级加工中心操作工国家职业技能鉴定标准

职业功能	工作内容	技能要求	相关知识
一、工艺准备	(一)读图及绘图	1. 能够读懂装配图 2. 能够绘制零件图、轴侧图及草图 3. 能够读懂零件的展开图、局部视图、旋转视图	1. 装配图的画法 2. 零件图、轴侧图的画法 3. 零件展开图、局部视图等视图的画法
	(二)加工工艺制定	1. 能够制定加工中心的加工工艺 2. 能够填写加工中心程序卡	1. 加工中心工艺的制定方法 2. 影响机械加工精度的有关因素 3. 加工余量的确定
	(三)工件的定位和装夹	1. 能够合理选择组合夹具和专用夹具 2. 能够正确安装调整夹具	1. 组合夹具、专用夹具的特点及应用 2. 夹具在交换台工作上的正确安装
	(四)选择刀具	能够依据加工需要选用适当种类、形状、材料的刀具	各种刀具的几何角度、功用及刀具材料的切削性能
二、编制程序	(一)编制二维半程序	1. 能够编制较复杂的二维轮廓铣削程序 2. 能够根据加工要求手工编制二维半铣削程序	1. 较复杂二维节点的计算 2. 球、锥、台等几何体外轮廓节点计算
	(二)使用用户宏程序	能够利用已有宏程序编制加工程序	用户宏程序的使用方法

(续)

职业功能	工作内容	技能要求	相关知识
三、机床维护	(一)常规维护	能够根据说明书内容完成机床定期及不定期维护保养	1. 机床维护知识 2. 液压油、润滑油的使用知识 3. 液压、气动元件的结构及其工作原理
	(二)故障排除	能够阅读各类报警信息,排除编程错误、超程、欠压、缺油、急停等一般故障	各类报警号提示内容及其解除方法
四、工件加工	(一)孔系加工	能够对孔系进行钻、扩、镗、铰等切削加工,尺寸精度公差达 IT8,表面粗糙度值达 $R_a3.2\mu\text{m}$	1. 镗刀种类及其应用 2. 切削液的合理使用
	(二)攻丝加工	能够用丝锥加工螺纹孔	丝锥夹头的构造及使用
	(三)平面及轮廓铣削	1. 能够有效利用刀具补偿进行铣削加工 2. 能够铣削较复杂的平面轮廓,尺寸公差等级达 IT8,表面粗糙度值达 $R_a3.2\mu\text{m}$	影响加工精度的因素及提高加工精度的措施
	(四)运行给定程序	能够读懂、检查并运行给定三维以上加工程序	三维以上坐标的概念
五、精度检验	精度检验及分析	1. 能够根据测量结果分析产生加工误差的原因 2. 能够通过修正刀具补偿值和修正程序来减少加工误差	1. 工件精度检验项目及测量方法 2. 产生加工误差的各种因素
六、培训指导	指导工作	1. 能够指导加工中心中级操作工工作 2. 能够协助培训加工中心中级操作工	

表 1-3 技师加工中心操作工国家职业技能鉴定标准

职业功能	工作内容	技能要求	相关知识
一、工艺准备	(一)读图及绘图	1. 能够根据复杂装配图拆画零件图 2. 能够绘制工装草图 3. 能够测绘零件 4. 能够用计算机绘图	1. 零件的测绘方法 2. 计算机辅助绘图方法
	(二)制定加工工艺	1. 能够对零件的加工工艺方案进行合理分析 2. 能够制定零件加工工艺规程	1. 机械制造工艺知识 2. 典型零件加工方法
	(三)夹具设计	1. 能够设计专用夹具 2. 能够制作简单夹具	夹具设计原理
	(四)刀具准备	1. 能够依据切削条件估算刀具使用寿命 2. 能够合理选用新型刀具 3. 根据刀具寿命设置有关参数	1. 刀具使用寿命的影响因素 2. 刀具使用寿命参数的设定方法 3. 刀具新材料、新技术知识