



国家职业技能鉴定考试指导丛书

数控铣床/

加工中心操作工

(中级)

鹿昆 主编

紧扣国家职业技能鉴定标准

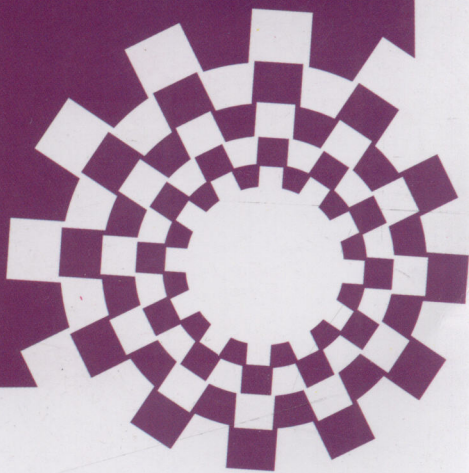
数控大赛获奖选手参与编写

参加职业鉴定人员的必备书



国防工业出版社

National Defense Industry Press



国家职业技能鉴定考试指导丛书

数控铣床/加工 中心操作工

(中级)

鹿 昆 主编

曲亚冰 潘 强 副主编

张 伟 杨智慧 王玲 参编

杨智慧 主审

国防工业出版社

· 北京 ·

中国职业技能鉴定考试指导丛书

图书在版编目(CIP)数据

数控铣床/加工中心操作工:中级/鹿昆主编. —北京:
国防工业出版社, 2010. 1

(国家职业技能鉴定考试指导丛书)

ISBN 978-7-118-06554-1

I. ①数... II. ①鹿... III. ①数控机床:铣床—操作—
职业技能鉴定—自学参考资料②数控机床加工中心—操
作—职业技能鉴定—自学参考资料 IV. ①TG547②TG659

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2009)第 178251 号

※

国防工业出版社出版发行

(北京市海淀区紫竹院南路 23 号 邮政编码 100048)

天利华印刷装订有限公司印刷

新华书店经售

*

开本 880×1230 1/32 印张 12 $\frac{3}{4}$ 字数 368 千字

2010 年 1 月第 1 版第 1 次印刷 印数 1—5 000 册 定价 26.00 元

(本书如有印装错误,我社负责调换)

国防书店:(010)68428422

发行邮购:(010)68414474

发行传真:(010)68411535

发行业务:(010)68472764

前 言

随着机械制造业的发展,数控机床应用日趋普及。现在社会急需大批熟练掌握数控机床编程、操作、维修的技能型人才。为此国家教育部制定了数控技能型紧缺人才培养培训方案;劳动和社会保障部也在职业院校和企业推广实施职业资格技能鉴定考试。本书遵循国家教育部数控技能型紧缺人才培养培训方案的指导思想,依照数控铣床/加工中心国家职业技能鉴定标准编写。

目前有很多技术工人和院校学生对技能鉴定的考试内容和知识点了解得不够透彻,缺少相关的理论知识和练习课题。为了使技术工人和在校学生能顺利通过技能鉴定考试,掌握相关的理论知识和操作技能,国防工业出版社特组织编写了《国家职业技能鉴定考试指导丛书》。本书有多位在全国数控技能大赛获奖的老师参与编写,在内容上紧扣技能鉴定标准,并兼顾实际应用,力求通俗易懂、讲解详细,并有大量的程序、实例和图片说明,有较高的实用价值,为便于读者练习,本书还加入了数控仿真方面的内容。本书适于技术工人和参加数控铣床/加工中心操作工考试者自学;也可作为技工学校、职业学校或企业岗前培训的教材。

本书由鹿昆主编,由杨智慧主审。其中模块一、七由鹿昆、杨智慧编写;模块二由鹿昆、王玲编写;模块三、四由曲亚冰、潘强、鹿昆编写;模块五由曲亚冰编写;模块六由张伟编写。由鹿昆统稿。由于编者学识及水平所限,错误和不当之处在所难免,恳请各位读者予以批评指正。

编 者

2009 年 3 月

目 录

模块一 数控铣床/加工中心操作工职业技能鉴定标准	1
第一单元 数控铣床/加工中心操作工职业标准	1
一、职业概况	1
二、职业基本要求	3
第二单元 数控铣床/加工中心基础知识	9
一、概述	9
二、数控机床的特点和分类	13
三、数控铣床、加工中心简介	16
第三单元 常用测量器具	22
一、测量器具种类	22
二、常用的测量工具	23
模块二 数控加工准备	34
第一单元 加工设备选择	34
一、适合在数控铣床上加工的零件	34
二、适合在加工中心上加工的零件	35
第二单元 工件的工艺分析	37
一、工件的结构工艺性分析	38
二、工件的设计基准与工艺基准分析	40
三、工件的工序划分	42
四、加工路线的制定	43
第三单元 工件的定位	49
一、工件定位的基本原理	49
二、工件定位基准的选择	52
第四单元 工件的装夹	55

一、数控铣床/加工中心夹具选择	55
二、常见定位方式及定位元件	60
三、常用装夹与找正方法	65
第五单元 数控铣床/加工中心刀具系统	70
一、刀具的分类	70
二、常用数控刀具刀柄	73
三、数控铣床/加工中心常用刀具种类	83
四、数控机床对刀具的要求	87
五、加工中刀具损坏现象及原因	88
六、切削用量的选择	89
七、切削液的选择	92
第六单元 工件的加工精度及表面质量	94
一、工件的加工精度	95
二、工件的表面粗糙度	97
模块三 数控编程基础	98
第一单元 程序基础知识	98
一、数控编程概述	98
二、数控编程规则	101
三、数控机床常用系统功能	104
四、数控加工程序的结构	106
五、主程序与子程序	109
六、数控铣削类机床的有关点	112
七、刀具补偿功能	118
第二单元 手工编程中的数学处理	126
一、数学处理的内容	126
二、基础数学知识	127
三、基点的计算	136
模块四 数控铣床/加工中心操作技能	143
第一单元 FANUC Oi 系统的基本操作	143
一、FANUC Oi 系统操作面板	143
二、数控铣床/加工中心的基本工作方式及常用画面	149

188	三、数控铣床/加工中心的基本操作	154
188	四、数控铣床/加工中心的对刀	164
188	第二单元 FANUC Oi 系统的基本指令	174
188	一、FANUC Oi 系统功能	174
188	二、FANUC Oi 系统基本指令简介	177
188	三、图形变换功能指令	182
188	四、固定循环指令	188
188	五、手工编程实例	198
188	第三单元 SIEMENS 802D 系统的基本操作	209
188	一、系统面板	210
188	二、基本操作	213
188	三、程序编辑	214
188	四、数据设置	216
188	五、自动运行操作	218
188	第四单元 SIEMENS 802D 编程指令	219
188	一、编程的结构及格式	219
188	二、系统基本指令	221
188	三、基本准备功能介绍	223
188	四、其他功能介绍	234
188	五、螺旋线加工指令介绍	236
188	六、固定循环指令介绍	238
188	第五单元 数控加工仿真	257
188	一、仿真系统基本功能	257
188	二、机床台面操作	264
188	三、仿真系统的对刀	268
188	四、数控程序的处理	274
188	五、参数设置	275
188	六、仿真加工	277
188	模块五 实操内容分析	280
188	第一单元 技能鉴定样题一	280
188	一、零件图	280

二、评分表	281
三、考核目标及操作提示	282
四、工、量、刀具清单	283
五、参考程序(FANUC Oi)	284
第二单元 技能鉴定样题二	286
一、零件图	286
二、评分表	287
三、考核目标及操作提示	288
四、工、量、刀具清单	290
五、参考程序(FANUC Oi)	291
第三单元 技能鉴定样题三	294
一、零件图	294
二、评分表	295
三、考核目标及操作提示	296
四、工、量、刀具清单	298
五、参考程序(FANUC Oi)	299
第四单元 技能鉴定样题四	301
一、零件图	302
二、评分表	303
三、考核目标及操作提示	304
四、工、量、刀具清单	305
五、参考程序(FANUC Oi)	306
第五单元 技能鉴定样题五	308
一、零件图	308
二、评分表	309
三、考核目标及操作提示	311
四、工、量、刀具清单	313
五、参考程序(FANUC Oi)	313
第六单元 技能鉴定样题六	318
一、零件图	318
二、评分表	319

三、考核目标及操作提示	320
四、工、量、刀具清单	321
五、参考程序(FANUC 0i)	321
第七单元 技能鉴定样题七	323
一、零件图	323
二、评分表	324
三、考核目标及操作提示	325
四、工、量、刀具清单	326
五、参考程序(FANUC 0i)	327
模块六 数控机床的维护与精度分析	331
第一单元 数控机床的日常维护	331
一、数控机床操作维护规程	331
二、数控机床的维护	333
三、数控机床运行使用中的注意事项	335
第二单元 数控机床的故障诊断与排除	337
一、数控机床故障诊断的特点	337
二、数控机床故障诊断的流程	338
三、数控机床故障诊断的方法	340
四、数控机床常见故障的分类	342
五、数控系统故障的诊断和排除	345
第三单元 数控机床精度的选择与检验	354
一、数控机床精度的选择	354
二、数控机床精度的检验	355
模块七 职业技能鉴定模拟试题(中级)	359
第一单元 应知部分	359
第二单元 应会部分	386
第三单元 应知部分答案	393
参考文献	395

模块一 数控铣床/加工中心操作

工职业技能鉴定标准

本模块主要介绍数控铣床和加工中心的职业标准及其基础知识,以及常见量具的使用方法。要求读者能够了解数控铣床和加工中心中级工的考试范围;掌握数控机床的分类及有关概念;并能熟练使用常见量具。

第一单元 数控铣床/加工中心操作工职业标准

能力目标:

- ★ 熟悉数控铣床和加工中心中级操作工的职业概况和基本要求。
- ★ 了解数控铣床和加工中心职业标准中级的考试范围。

相关知识:

- ★ 职业技能鉴定国家标准。

一、职业概况

1. 职业名称

数控铣床操作工/加工中心操作工。

2. 职业定义

操作数控铣床,进行工件铣削加工的人员。操作加工中心机床,进行工件多工序组合切削加工的人员。

3. 职业等级

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

高级技师(相当于国家职业资格一级)。

4. 职业环境

室内,常温。

5. 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。

6. 基本文化程度

高中毕业(含同等学力)。

7. 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。

(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应具备本职业高级以上职业资格证书或本专业中级以上专业技术职务。

(3) 培训场地设备:满足教学需要的标准教室、计算机机房及配套的软件;数控铣床/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。

8. 鉴定要求

1) 适用对象

从事和准备从事本职业的人员。

2) 中级申报条件(具备以下条件之一者)

(1) 经本职业中级正规培训达规定标准学时数,并取得结业证书。

(2) 连续从事本职业工作 5 年以上。

(3) 取得经劳动保障行政部门审核认定的,以中级技能为培养目标的中等以上职业学校本职业(或相关专业)毕业证书。

(4) 取得相关职业中级《职业资格证书》后,连续从事本职业 2 年以上。

3) 鉴定方式

分为理论知识考试和技能操作考核两部分。理论知识考试采用闭卷笔试方式,技能操作(含软件应用)考核采用现场实际操作和计算机软件操作方式。两项考试均采用百分制,皆达到 60 分以上者为合格。

4) 考评员和考生的配比

理论知识考试考评人员与考生配比为 1 : 15, 每个标准教室不少于 2 名相应级别的考评员; 技能操作(含软件应用)考核考评员与考生配比为 1 : 2, 且不少于 3 名相应级别的考评员; 综合评审委员不少于 5 人。

5) 鉴定时间

理论知识考试为 120min, 技能操作考核中实操时间为: 中级、高级不少于 240min, 技能操作考核中软件应用考试时间为不超过 120min。

6) 鉴定场所设备

理论知识考试在标准教室里进行, 软件应用考试在计算机机房进行, 技能操作考核在配备必要的数控铣床/加工中心及必要的刀具、夹具、量具和辅助设备的场所进行。

二、职业基本要求

1. 职业道德

1) 职业道德基本知识

2) 职业守则

(1) 遵守国家法律、法规和有关规定。

(2) 具有高度的责任心、爱岗敬业、团结合作。

(3) 严格执行相关标准、工作程序与规范、工艺文件和安全操作规程。

(4) 学习新知识新技能、勇于开拓和创新。

(5) 爱护设备、系统及工具、夹具、量具。

(6) 着装整洁, 符合规定; 保持工作环境清洁有序, 文明生产。

2. 基础知识

1) 基础理论知识

(1) 机械制图。

(2) 工程材料及金属热处理知识。

(3) 机电控制知识。

(4) 计算机基础知识。

(5) 专业英语基础。

2) 机械加工基础知识

(1) 机械原理。

(2) 常用设备知识(分类、用途、基本结构及维护保养方法)。

(3) 常用金属切削刀具知识。

(4) 典型零件加工工艺。

(5) 设备润滑和冷却液的使用方法。

(6) 工具、夹具、量具的使用与维护知识。

(7) 铣工、镗工基本操作知识。

3) 安全文明生产与环境保护知识

(1) 安全操作与劳动保护知识。

(2) 文明生产知识。

(3) 环境保护知识。

4) 质量管理知识

(1) 企业的质量方针。

(2) 岗位质量要求。

(3) 岗位质量保证措施与责任。

5) 相关法律、法规知识

(1) 劳动法的相关知识。

(2) 环境保护法的相关知识。

(3) 知识产权保护法的相关知识。

3. 工作要求

数控铣床和加工中心中级工作要求基本相同,现以加工中心的工作要求为例说明,见表 1-1。

表 1-1 加工中心中级工作要求

职业功能	工作内容	技能要求	相关知识
一、加工准备	(一) 读图与绘图	1. 能读懂中等复杂程度(如凸轮、箱体、多面体)的零件图 2. 能绘制有沟槽、台阶、斜面的简单零件图 3. 能读懂分度头尾架、弹簧夹头套筒、可转位铣刀结构等简单机构装配图	1. 复杂零件的表达方法 2. 简单零件图的画法 3. 零件三视图、局部视图和剖视图的画法

(续)

职业功能	工作内容	技能要求	相关知识
一、加工准备	(二) 制定加工工艺	1. 能读懂复杂零件的数控加工工艺文件 2. 能编制直线、圆弧面、孔系等简单零件的数控加工工艺文件	1. 数控加工工艺文件的制定方法 2. 数控加工工艺知识
	(三) 零件定位与装夹	1. 能使用加工中心常用夹具(如压板、虎钳、平口钳等)装夹零件 2. 能够选择定位基准,并找正零件	1. 加工中心常用夹具的使用方法 2. 定位、装夹的原理和方法 3. 零件找正的方法
	(四) 刀具准备	1. 能够根据数控加工工艺卡选择、安装和调整加工中心常用刀具 2. 能根据加工中心特性、零件材料、加工精度和工作效率等选择刀具和刀具几何参数,并确定数控加工需要的切削参数和切削用量 3. 能够使用刀具预调仪或者在机内测量工具的半径及长度 4. 能够选择、安装、使用刀柄 5. 能够刃磨常用刀具	1. 金属切削与刀具磨损知识 2. 加工中心常用刀具的种类、结构和特点 3. 加工中心、零件材料、加工精度和工作效率对刀具的要求 4. 刀具预调仪的使用方法 5. 刀具长度补偿、半径补偿与刀具参数的设置知识 6. 刀柄的分类和使用方法 7. 刀具刃磨的方法
	(一) 手工编程	1. 能够编制钻、扩、铰、镗等孔类加工程序 2. 能够编制平面铣削程序 3. 能够编制含直线插补、圆弧插补二维轮廓的加工程序	1. 数控编程知识 2. 直线插补和圆弧插补的原理 3. 坐标点的计算方法 4. 刀具补偿的作用和计算方法
二、数控编程	(二) 计算机辅助编程	能够利用 CAD/CAM 软件完成简单平面轮廓的铣削程序	1. CAD/CAM 软件的使用方法 2. 平面轮廓的绘图与加工代码生成方法
三、加工中心操作	(一) 操作面板	1. 能够按照操作规程启动及停止机床 2. 能使用操作面板上的常用功能键(如回零、手动、MDI、修调等)	1. 加工中心操作说明书 2. 加工中心操作面板的使用方法

职业功能	工作内容	技能要求	相关知识
加工中心操作	(二) 程序输入与编辑	1. 能够通过各种途径(如 DNC、网络)输入加工程序 2. 能够通过操作面板输入和编辑加工程序	1. 数控加工程序的输入方法 2. 数控加工程序的编辑方法
	(三) 对刀	1. 能进行对刀并确定相关坐标系 2. 能设置刀具参数	1. 对刀的方法 2. 坐标系的知识 3. 建立刀具参数表或文件的方法
	(四) 程序调试与运行	1. 能够进行程序检验、单步执行、空运行并完成零件试切 2. 能够使用交换工作台	1. 程序调试的方法 2. 工作台交换的方法
	(五) 刀具管理	1. 能够使用自动换刀装置 2. 能够在刀库中设置和选择刀具 3. 能够通过操作面板输入有关参数	1. 刀库的知识 2. 刀库的使用方法 3. 刀具信息的设置方法与刀具选择 4. 数控系统中加工参数的输入方法
	(一) 平面加工	能够运用数控加工程序进行平面、垂直面、斜面、阶梯面等铣削加工,并达到如下要求: (1) 尺寸公差等级达 IT7 级 (2) 形位公差等级达 IT8 级 (3) 表面粗糙度达 $Ra3.2\mu m$	1. 平面铣削的基本知识 2. 刀具端刃的切削特点
四、零件加工	(二) 型腔加工	1. 能够运用数控加工程序进行直线、圆弧组成的平面轮廓零件铣削加工,并达到如下要求: (1) 尺寸公差等级达 IT8 级 (2) 形位公差等级达 IT8 级 (3) 表面粗糙度达 $Ra3.2\mu m$ 2. 能够运用数控加工程序进行复杂零件的型腔加工,并达到如下要求: (1) 尺寸公差等级达 IT8 级 (2) 形位公差等级达 IT8 级 (3) 表面粗糙度达 $Ra3.2\mu m$	1. 平面轮廓铣削的基本知识 2. 刀具侧刃的切削特点

(续)

职业功能	工作内容	技能要求	相关知识
四、零件加工	(三) 曲面加工	能够运用数控加工程序铣削圆锥面、圆柱面等简单曲面,并达到如下要求: (1)尺寸公差等级达 IT8 级 (2)形位公差等级达 IT8 级 (3)表面粗糙度达 $Ra3.2\mu m$	1. 曲面铣削的基本知识 2. 球头刀具的切削特点
	(四) 孔系加工	能够运用数控加工程序进行孔系加工,并达到如下要求: (1)尺寸公差等级达 IT7 级 (2)形位公差等级达 IT8 级 (3)表面粗糙度达 $Ra3.2\mu m$	麻花钻、扩孔钻、丝锥、铰刀及铰刀的加工方法
	(五) 槽类加工	能够运用数控加工程序进行槽、键槽的加工,并达到如下要求: (1)尺寸公差等级达 IT8 级 (2)形位公差等级达 IT8 级 (3)表面粗糙度达 $Ra3.2\mu m$	槽、键槽的加工方法
	(六) 精度检验	能够使用常用量具进行零件的精度检验	1. 常用量具的使用方法 2. 零件精度检验及测量方法
五、维护与故障诊断	(一) 加工中心日常维护	能够根据说明书完成加工中心的定期及不定期维护保养,包括:机械、电、气、液压、数控系统检查和日常保养等	1. 加工中心说明书 2. 加工中心日常保养方法 3. 加工中心操作规程 4. 数控系统说明书
	(二) 加工中心故障诊断	1. 能读懂数控系统的报警信息 2. 能发现加工中心的一般故障	1. 数控系统的报警信息 2. 机床的故障诊断方法
	(三) 机床精度检查	能进行机床水平的检查	1. 水平仪的使用方法 2. 机床垫铁的调整方法

4. 比重表

1)理论知识(表 1-2)

表 1-2 数控铣床/加工中心操作工国家职业
技能鉴定标准理论知识比重表

项 目		中级/%	高级/%	技师/%	高级技师/%
基本要求	职业道德	5	5	5	5
	基础知识	20	20	15	15
相关知识	加工准备	15	15	25	—
	数控编程	20	20	10	—
	数控铣床操作	5	5	5	—
	零件加工	30	30	20	15
	数控铣床维护与精度检验	5	5	10	10
	培训与管理	—	—	10	15
	工艺分析与设计	—	—	—	40
合 计		100	100	100	100

2)技能操作(表 1-3)

表 1-3 数控铣床/加工中心操作工国家职业
技能鉴定标准技能操作比重表

项 目		中级/%	高级/%	技师/%	高级技师/%
技能要求	加工准备	10	10	10	—
	数控编程	30	30	30	—
	数控铣床操作	5	5	5	—
	零件加工	50	50	45	45
	数控铣床维护与精度检验	5	5	5	10
	培训与管理	—	—	5	10
	工艺分析与设计	—	—	—	35
合 计		100	100	100	100