



# 数控铣 / 加工中心 编程与操作技能鉴定

吴光明 编著



国防工业出版社

National Defense Industry Press

# 数控铣/加工中心 编程与操作技能鉴定

吴光明 编著

国防工业出版社

·北京·

## 内 容 简 介

本书根据中华人民共和国劳动和社会保障部最新制定的有关国家职业技能数控铣/加工中心操作工中的知识要求和技能要求,突出了实践操作和编程技能,并结合现代制造业工厂的实际情况,按照岗位培训的需要编写的。

本书共分为三部分,第一部分介绍了数控铣/加工中心安全操作规程与职业技能鉴定标准,第二部分为技能鉴定的理论及实操试题库,第三部分为应用 MasterCAM 软件进行具体编程加工的详细过程。

本书的实操题由浅入深,列举了 16 个实例(初级工 4 个,中级工 8 个,高级工 4 个),详细地讲述了使用 MasterCAM 软件进行零件数控编程加工的方法和一些在实际生产中常用数控编程方法和技巧。通过学习本书和实践,读者可轻松达到数控铣/加工中心操作工的中高级水平。

本书可作为中等和高职学校数控、模具、机电类专业学生参加国家职业技能鉴定考试的参考教材,本书适合对 MasterCAM 软件基础知识有一定了解,但对数控加工工艺还不熟悉,水平还需提高的在校学生及工厂的数控铣/加工中心操作工、编程人员阅读。

### 图书在版编目(CIP)数据

数控铣/加工中心编程与操作技能鉴定/吴光明等著.

北京:国防工业出版社,2008.1

ISBN 978-7-118-05443-9

I. 数... II. 吴... III. ①数控机床:铣床-程序设计②数控机床加工中心-程序设计③数控机床:铣床-操作④数控机床加工中心-操作 IV. TG547 TG659

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2007)第 174075 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 100044)

涿中印刷厂印刷

新华书店经售

\*

开本 787×1092 1/16 印张 19 字数 480 千字

2008 年 1 月第 1 版第 1 次印刷 印数 1—5000 册 定价 34.00 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

数控技术是提高产品质量、提高劳动生产率必不可少的重要手段,是关系我国制造业发展和综合国力提高的关键技术。目前,在机械加工、模具设计与制造等行业已非常普及,只有加快数控技术的发展,进一步提高产品的设计制造水平,才能促进我国先进生产力的发展。随着国内数控机床使用量的剧增,急需培养一大批能熟练掌握数控铣/加工中心编程和操作的应用型技术人才。

本书根据中华人民共和国劳动和社会保障部最新制定的有关国家职业标准数控铣/加工中心操作工中的知识要求和技能要求,突出了实践操作和编程技能,并结合现代制造业的实际情况,按照岗位培训的需要编写的。

本书共分为三部分。第一部分介绍了数控铣/加工中心安全操作规程与职业技能鉴定标准。第二部分为技能鉴定的理论及实操试题库。第三部分为应用 MasterCAM 软件进行具体编程加工的详细过程。

MasterCAM 是美国 CNC Software 公司研制与开发的一套计算机辅助设计和制造的 CAD/CAM 一体化软件,它是目前在机械加工行业使用普及率最高的软件之一,主要应用于数控铣床、数控车床、加工中心、线切割机床等。它对运行环境要求较低,便于应用,所以深受工程技术人员的喜爱。MasterCAM 软件集二维绘图、三维曲面设计、数控编程、刀具路径模拟及加工真实感模拟等功能于一身,把计算机辅助设计(CAD)和辅助制造(CAM)有机地结合在一起,从设计绘制图形到编制刀具路径,再通过后处理器转换为数控机床系统能识别的 NC 程式,并能模拟刀具路径验证 NC 程式,然后通过计算机传输到数控铣床、数控车床或加工中心上,选用适合工件的刀具即可完成工件的加工。

本书的实操题由浅入深,列举了 16 个实例(初级工 4 个,中级工 8 个,高级工 4 个),详细地讲述了使用 MasterCAM 软件进行零件数控编程加工的方法和一些在实际生产中常用数控编程方法和技巧,包括数控加工工艺的编制,工序的安排,以及各种加工方法的参数设置等。各部分内容都结合典型实例进行讲解,并对实例的每一步操作目的和参数设置进行了详细的分析,读者只要按照本书的实例操作加工,就能掌握数控加工工艺及各种常用的刀路程序的技巧。通过学习本书和实践,读者可轻松达到数控铣/加工中心操作工的中高级水平。

本书将数控理论与技能有机结合起来,针对性、实用性强。既有数控铣/加工中心安全操作规程与职业技能鉴定标准,又有考核鉴定的理论和技能题库及答案,并将重点放在了技能考核题的讲解上。

本书由吴光明主编,陈巨、李柏枝参编。其中吴光明编写了第 1 章、第 5 章、第 6 章;陈巨编写了第 2 章、第 3 章;李柏枝编写了第 4 章。全书由吴光明统稿。叶麟发副教授提出了很多修改意见。在编写过程中,东莞市职业技能鉴定中心给予了大力支持,在此一并表示衷心地感谢。

限于作者的水平,书中难免有错误和不妥之处,恳请广大读者批评指正,作者的电子邮箱为 wgm2170@21CN.com。

编者

2007.6



# 目 录

<b>第 1 章 数控铣/加工中心安全操作规程与职业技能鉴定标准</b> .....	1
1.1 数控铣/加工中心安全操作规程 .....	1
1.2 数控铣/加工中心日常维护与保养 .....	3
1.3 数控铣/加工中心职业技能鉴定标准 .....	5
<b>第 2 章 数控铣/加工中心理论(应知)试题库</b> .....	15
2.1 填空题 .....	15
2.2 判断题 .....	19
2.3 选择题 .....	26
2.4 多项选择题 .....	41
2.5 问答题 .....	44
2.6 综合题 .....	48
<b>第 3 章 数控铣/加工中心理论(应知)模拟样卷</b> .....	55
3.1 数控铣/加工中心初级工理论(应知)样卷.....	55
3.2 数控铣/加工中心中级工理论(应知)样卷.....	57
3.3 数控铣/加工中心高级工理论(应知)样卷.....	60
<b>第 4 章 数控铣/加工中心技能(应会)试题库</b> .....	65
4.1 数控铣/加工中心初级工技能(应会)样卷.....	65
4.2 数控铣/加工中心中级工技能(应会)样卷.....	70
4.3 数控铣/加工中心高级工技能(应会)样卷.....	82
<b>第 5 章 自动编程 CAM 概述及加工公用设置</b> .....	89
5.1 自动编程 CAM 概述 .....	89
5.2 Mastercam 9 系统的相关性及其应用.....	90
5.3 刀具路径的选择 .....	99
<b>第 6 章 数控铣/加工中心操作工技能(应会)试题的编程加工</b> .....	102
6.1 数控铣/加工中心初级工技能(应会)试题的编程加工 .....	102
6.2 数控铣/加工中心中级工技能(应会)试题的编程加工 .....	150
6.3 数控铣/加工中心高级工技能(应会)试题的编程加工 .....	239

# 第1章 数控铣/加工中心安全操作规程 与职业技能鉴定标准

## 1.1 数控铣/加工中心安全操作规程

操作数控机床一定要做到规范操作,以避免发生安全事故。

### 1. 开机前的检查

- (1) 液压油、润滑油、切削液的油液量是否充足,空气压力是否正常。
- (2) 确认机器及系统周围无任何妨碍物。
- (3) 电控箱门、操作箱门均关好,各控制开关均在良好操作条件下。
- (4) 无其他人员在机床侧,后方。
- (5) 确认各滑动面、主轴头、工作台表面清洁。
- (6) 当使用刀具补偿时,要仔细检查补偿方向与补偿量。
- (7) CNC 与 PMC 参数通常都是机床厂设置的,不需要修改。如果必须修改参数,在修改前必须确信对参数有深入全面地了解。

### 2. 操作机床过程中的要求

- (1) 在开机前,先开稳压电源,检查确认三相电压值在规定范围并无跳动后,才可以开启机床通电。
- (2) 通电后,有关显示正确无误后,才可松开紧急停机按钮。
- (3) 检查各轴功能,主轴旋转、停止,变速,各坐标轴快、慢速及归零位,之后才可开始零件加工。
- (4) 机床通电后,务必先执行手动返回参考原点。若没有执行手动返回参考原点的操作,机床的运动不可预料。
- (5) 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、方向和进给速度。
- (6) 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产生刀具或机床的损坏。
- (7) 坐标系的设置一定要正确,否则,尽管指令正确,但机床可能并不按照想象的动作运动。
- (8) 编程过程中,一定要注意米制和英制单位转换,使用的单位制式一定要与机床当前使用的单位制式相同。
- (9) 每一班首个零件的加工应认真注意主轴及各坐标轴位置。加工程序及刀具是否正确无误,试运行程序。
- (10) 切削速度、切削量应遵守各机床使用规格规定,不可超规格使用,切削时不应造成主轴头严重振动。

(11) 运行过程中,要密切注意机床、刀具的工作状况,根据实际加工情况调整加工参数。出现异常情况下,应就近按下紧急停机按钮,再迅速扳下电源闸刀。

(12) 机床运转中,操作人员不得离岗,如暂时离岗者,须交待机床由其他人员代管,否则人离岗时应停机、关电。

### 3. 关机步骤

(1) 确认工件已加工完毕。

(2) 确认机床的全部运动均已完成。

(3) 检查工作台面是否远离行程开关。

(4) 将各轴移至适应位置。

(5) 检查工作台面是否已清洁干净。

(6) 主轴上有刀具时,最好将刀具拿下。清洁主轴锥孔并涂上油脂。

(7) 关机时,要求先关系统电源,再关机床电源,最后关气。

### 4. 工作人员安全操作守则

(1) 操作人员必须穿着符合安全规定的服装及鞋,应配有口罩、眼罩及手套。

(2) 开机前,能够熟练操作机床,有处理突发事件的能力。

(3) 确认所有刀具是在锐利的条件下,绝对禁用不正确的刀具。

(4) 绝不在加工当中清除铁屑,夹取物件,调整装夹。

(5) 保持设备周围干净,避免地下滑湿,移去各类碎片、障碍物,擦除油污,零件集中归类堆放。

(6) 绝对禁止在设备操作当中进行保养、维护工作。在保养时,机床禁止切削运行。

(7) 在工作中绝对不可用手触摸旋转中的刀具,在主轴旋转起来以后,禁止戴手套做与工作台、主轴相关的作业。

(8) 加工过程中零件的搬动不应磕碰到设备。

(9) 处理任何液压油切削液的泄露需小处理,以免造成滑湿地面。

(10) 切削前应确认刀具。禁止在机床运转中调整刀具,禁止用手或代用品使机器停止或变慢。

(11) 禁止用破布或其他材料在旋转的刀具上擦拭。

(12) 切削前应确认工件已被正确夹紧。

(13) 主轴在切削运转中尽量不进行切削液量或气阀调整。

(14) 工作中进行工件测量时,一定要使机器停下来。

(15) 当进行自动换刀时,切勿试图从刀库中取出或放入刀具。

(16) 切勿用湿手去触摸或清洁控制器。

(17) 进行设备清洁、打扫时应关掉设备电源。

(18) 除擦洗床座、工作台外,禁止用水清洗机床。

(19) 周围有铸铁件在加工的,应配戴眼罩,近距加工粉尘大的工件,应戴口罩。

(20) 切勿自己维修电气故障,如更换保险等。

(21) 自动车床当主轴带工件旋转时,应尽量拉上前门,若须开工作门时,应避开机床加工正面。

(22) 下班前,应关掉机床电源,检查配电箱,关闭周围的风扇及照明灯。

## 1.2 数控铣/加工中心日常维护与保养

数控设备是一种自动化程度较高，结构较复杂的先进加工设备，是企业的重点、关键设备。要发挥数控设备的高效益，就必须正确的操作和精心的维护，才能保证设备的利用率。正确的操作使用能够防止机床非正常磨损，避免突发故障。做好日常维护保养，可使设备保持良好的技术状态，延缓劣化进程，及时发现和消灭故障隐患，从而保证安全运行。

### 1. 数控设备使用中应注意的问题

#### 1) 数控设备的使用环境

为提高数控设备的使用寿命，一般要求要避免阳光的直接照射和其他热辐射，要避免太潮湿、粉尘过多或有腐蚀气体的场所。腐蚀性气体易使电子元件受到腐蚀变质，造成接触不良或元件间短路，影响设备的正常运行。精密数控设备要远离振动大的设备，如冲床、锻压设备等。在有空调的环境中使用，会明显地减少机床的故障率。

#### 2) 电源要求

为了避免电源波动幅度大（大于 $\pm 10\%$ ）和可能的瞬间干扰信号等影响，数控设备一般采用专线供电（如从低压配电室分一路单独供数控机床使用）或增设稳压装置等，都可减少供电质量的影响和电气干扰。

#### 3) 操作规程

操作规程是保证数控机床安全运行的重要措施之一，操作者一定要按操作规程操作。机床发生故障时，操作者要注意保留现场，并向维修人员如实说明出现故障前后的情况，以利于分析、诊断出故障的原因，及时排除。

另外，数控机床不宜长期封存不用，购买数控机床以后要充分利用，尤其是投入使用的第一年，使其容易出故障的薄弱环节尽早暴露，得以在保修期内得以排除。在没有加工任务时，数控机床也要定期通电，最好是每周通电一两次，每次空运行 1 小时左右，以利用机床本身的发热量来降低机内的湿度，使电子元件不致受潮，同时也能及时发现有无电池报警发生，以防止系统软件、参数的丢失。

### 2. 数控机床的维护保养

数控机床种类多，各类数控机床因其功能，结构及系统的不同，各具不同的特性。其维护保养的内容和规则也各有其特色，具体应根据其机床种类、型号及实际使用情况，并参照机床使用说明书要求，制订和建立必要的定期、定级保养制度。下面是一些通用的日常维护保养要点。

#### 1) 数控系统的维护

(1) 严格遵守操作规程和日常维护制度 数控设备操作人员要严格遵守操作规程和日常维护制度，操作人员的技术业务素质的优劣是影响故障发生频率的重要因素。当机床发生故障时，操作者要注意保留现场，并向维修人员如实说明出现故障前后的情况，以利于分析、诊断出故障的原因，及时排除。

(2) 应尽量少开数控柜和强电柜的门 在机加工车间的空气中一般都会有油雾、灰尘甚至金属粉末，一旦它们落在数控系统内的电路板或电子器件上，容易引起元器件间绝缘电



阻下降,甚至导致元器件及电路板损坏。有的用户在夏天为了使数控系统能超负荷长期工作,采取打开数控柜的门来散热,这是一种极不可取的方法,其最终将导致数控系统的加速损坏。

(3) 定时清扫数控柜的散热通风系统 应该检查数控柜上的各个冷却风扇工作是否正常。每半年或每季度检查一次风道过滤器是否有堵塞现象,若过滤网上灰尘积聚过多,不及时清理,会引起数控柜内温度过高。

(4) 数控系统的输入/输出装置的定期维护 20世纪80年代以前生产的数控机床,大多带有光电式纸带阅读机,如果读带部分被污染,将导致读入信息出错。为此,必须按规定对光电阅读机进行维护。

(5) 直流电动机电刷的定期检查和更换 直流电动机电刷的过度磨损,会影响电动机的性能,甚至造成电动机损坏。为此,应对电动机电刷进行定期检查和更换。数控车床、数控铣床、加工中心等,应每年检查一次。

(6) 定期更换存储用电池 一般数控系统内对 CMOS RAM 存储器件设有可充电电池维护电路,以保证系统不通电期间能保持其存储器的内容。在一般情况下,即使尚未失效,也应每年更换一次,以确保系统正常工作。电池的更换应在数控系统供电状态下进行,以防更换时 RAM 内信息丢失。

(7) 备用电路板的维护 备用的印制电路板长期不用时,应定期装到数控系统中通电运行一段时间,以防损坏。

## 2) 机械部件的维护

(1) 主传动链的维护 定期调整主轴驱动带的松紧程度,防止因带打滑造成的丢转现象;检查主轴润滑的恒温油箱、调节温度范围,及时补充油量,并清洗过滤器;主轴中刀具夹紧装置长时间使用后会产生间隙,影响刀具的夹紧,需及时调整液压缸活塞的位移量。

(2) 滚珠丝杠螺纹副的维护 定期检查、调整丝杠螺纹副的轴向间隙,保证反向传动精度和轴向刚度;定期检查丝杠与床身的连接是否有松动;丝杠防护装置有损坏要及时更换,以防灰尘或切屑进入。

(3) 刀库及换刀机械手的维护 严禁把超重、超长的刀具装入刀库,以避免机械手换刀时掉刀或刀具与工件、夹具发生碰撞;经常检查刀库的回零位置是否正确,检查机床主轴换刀点位置是否到位,并及时调整;开机时,应使刀库和机械手空运行,检查各部分工作是否正常,特别是各行程开关和电磁阀能否正常动作;检查刀具在机械手上锁紧是否可靠,发现不正常应及时处理。

## 3) 液压、气压系统维护

定期对各润滑、液压、气压系统的过滤器或分滤网进行清洗或更换;定期对液压系统进行油质化验检查和更换液压油;定期对气压系统分水滤气器放水。

## 4) 机床精度的维护

定期进行机床水平和机械精度检查并校正。机械精度的校正方法有软硬两种。其软方法主要是通过系统参数补偿,如丝杠反向间隙补偿、各坐标定位精度定点补偿、机床回参考点位置校正等;硬方法一般要在机床大修时进行,如进行导轨修刮、滚珠丝杠螺母副预紧调整反向间隙等。

表 1-1 为某加工中心日常保养维护一览表,以供制订有关保养制度时参考。

表 1-1 数控铣/加工中心日常保养一览表

序号	检查周期	检查部位	检查要求(内容)
1	每天	导轨润滑油箱	检查油标、油量, 及时添加润滑油, 润滑油泵是否定时启动打油及停止
2	每天	主轴润滑恒温油箱	工作是否正常、油量充足, 温度范围是否合适
3	每天	机床液压系统	油箱液压泵有无异常噪声, 工作油面高度是否合适, 压力表指示是否正常, 管路及各接头有无泄漏
4	每天	压缩空气气源压力	气动控制系统压力是否在正常范围之内
5	每天	气源自动分水滤气器, 自动空气干燥器	及时清理分水器中滤出的水分, 保证自动空气干燥器工作正常
6	每天	气液转换器和增压油面	油量不够时要及时补充足
7	每天	X、Y、Z轴及各回转轴的导轨	清除切屑和脏物, 检查导轨面有无划伤损坏, 润滑油是否充足
8	每天	CNC 输入/输出单元	如光电阅读机的清洁, 机械润滑是否良好
9	每天	各防护装置	导轨、机床防护罩等是否安全有效
10	每天	电气柜各散热通风装置	各电气柜中冷却风扇是否工作正常, 风道过滤网有无堵塞; 及时清除过滤器
11	每周	各电气柜过滤网	清除粘附的尘土
12	不定期	冷却油箱、水箱	随时检查液面高度, 即时添加油(或水), 太脏时要更换。清洗油箱(水箱)和过滤器
13	不定期	清理油池	及时取走积存在废油池中的废油, 以免溢出
14	不定期	排屑器	经常清理切屑, 检查有无卡住等现象
15	半年	检查主轴驱动皮带	按机床说明书要求调整皮带的松紧程度
16	半年	各轴导轨上镶条、压紧滚轮	按机床说明书要求调整松紧程度
17	一年	检查或更换电动机炭刷	检查换向器表面, 去除毛刺, 吹净炭粉, 磨损过短的炭刷及时更换
18	一年	液压油路	清洗溢流阀、减压阀、油箱; 过滤液压油或更换
19	一年	主轴润滑恒温油箱	清洗过滤器、油箱, 更换润滑油
20	一年	润滑油泵, 过滤器	清洗润滑油池, 更换过滤器
21	一年	滚珠丝杆螺母副	清洗丝杆上旧的润滑脂, 涂上新油脂

### 1.3 数控铣/加工中心职业技能鉴定标准

#### 1. 职业概况

##### 1) 职业名称

数控铣/加工中心操作工。

##### 2) 职业定义

从事编制数控加工程序并操作数控铣/加工中心的加工人员。

##### 3) 职业等级

本职业共设五个等级: 初级(国家职业资格五级)、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)。

#### 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，动作协调性强。

#### 6) 基本文化程度

高中毕业（或同等学历）。

#### 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：初级不少于 500 标准学时；中级不少于 400 标准学时；高级不少于 300 标准学时；技师不少于 300 标准学时；高级技师不少于 300 标准学时。

(2) 培训教师 培训初、中、高级数控铣工的教师应具有本职业技师以上职业资格证书或本专业中级以上专业技术职务任职资格；培训技师的教师应具有本职业高级技师职业资格证书或本专业高级专业技术职务任职资格；培训高级技师的教师应具有本职业高级技师职业资格证书 2 年以上或本专业高级专业技术职务任职资格。

(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、数控机床及必要的刀具、夹具、量具和铣床辅助设备。

#### 8) 鉴定要求

(1) 适用对象 从事或准备从事本职业的人员。

(2) 申报条件。

初级（具备以下条件之一者）：

① 经本职业初级正规培训规定标准学时数，并取得毕（结）业证书。

② 在本职业连续见习工作 2 年以上。

③ 本职业学徒期满。

中级（具备以下条件之一者）：

① 取得本职业初级职业资格证书后，连续从事本职业工作 3 年以上，经本职业中级正规培训达规定标准学时数，并取得毕（结）业证书。

② 取得本职业初级职业资格证书后，连续从事本职业工作 5 年以上。

③ 连续从事本职业工作 7 年以上。

④ 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（专业）毕业证书。

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，连续从事本职业工作 2 年以上，经本职业高级正规培训达规定标准学时数，并取得毕（结）业证书。

② 取得本职业中级职业资格证书后，连续从事本职业工作 4 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的、以高级技能为培养目标的高等职业学校本职业（专业）毕业证书。

④ 取得本职业中级职业资格证书的大专以上本专业或相关专业毕业生，连续从事本职业工作 2 年以上。

(3) 鉴定方式 分为理论知识考试和技能操作考核。理论知识考试采用闭卷笔试方式，技能操作考核采用现场实际操作方式。理论知识考试和技能操作考核均实行百分制，成绩皆达

60分以上者为合格。技师、高级技师鉴定还须进行综合评审。

(4) 考评人员与考生配比 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 名相应级别的考评人员; 技能操作考核考评员与考生配比为 1:5, 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 理论知识考试时间不少于 120min。技能操作考核中实操时间为: 初级不少于 240min, 中级不少于 300min, 高级不少于 360min, 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进行; 技能操作考核在配备必要的数控机床、工具、夹具、刀具和量具、量仪及铣床附件的场所进行。

## 2. 基本要求

### 1) 职业道德

#### (1) 职业道德基本知识

(2) 职业守则 ①遵守法律、法规和有关规定。②爱岗敬业, 具有高度的责任心。③严格执行工作程序、工作规范、工艺文件和安全操作规程。④工作认真负责, 团结合作。⑤爱护设备及工具、夹具、刀具、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机械传动知识。②机械加工常用设备知识(分类、用途)。③金属切削常用刀具知识。④典型零件(主轴、箱体、齿轮等)的加工工艺。⑤设备润滑及切削液的使用知识。⑥气动及液压知识。⑦工具、夹具、量具使用与维护知识。

(3) 钳工基础知识 ①画线知识。②钳工操作知识(錾、锉、锯、钻、绞孔、攻螺纹、套螺纹)。

(4) 电工知识 ①通用设备常用电器的种类及用途。②电力拖动及控制原理基础知识。③安全用电知识。

(5) 安全文明生产与环境保护知识 ①现场文明生产要求。②安全操作与劳动保护知识。③环境保护知识。

(6) 质量管理知识 ①企业的质量方针。②岗位的质量要求。③岗位的质量保证措施与责任。

(7) 相关法律、法规知识 ①劳动法相关知识。②合同法相关知识。③知识产权保护法的相关知识。

## 3. 数控专业要求

### 1) 知识要求

(1) 常用数控机床的名称、型号、规格、性能、结构、传动系统和数控系统的基本工作原理。

(2) 数控机床的使用规则, 维护保养方法。

(3) 常用设备附件的使用规则和维护保养方法。

(4) 常用工具、夹具、量具(仪器)的名称、规格、用途、使用和维护保养方法。

(5) 常用刀具的种类、牌号、规格、性能和维护保养方法, 刀具几何形状对切削性能的



影响。

- (6) 常用数控加工的计算知识。
- (7) 切削用量的选择原则和计算方法。
- (8) 机械制图基本知识。铣削与车削加工的基本知识。
- (9) 铣削与车削加工的基本知识。
- (10) 常用数控机床面板或屏幕上的外文词汇的含义及操作功能。
- (11) 编制工艺规程的基本知识、编制程序的步骤和方法。
- (12) 数控机床精度的一般检验方法及机床精度对工件精度的影响。
- (13) 数控机床坐标系和工件坐标系的确定方法。
- (14) 刀具补偿的知识。
- (15) 各种警报的内容和处理方法。
- (16) 微机应用的基本知识。
- (17) 生产技术管理和全面质量管理知识。

## 2) 技能要求

- (1) 正确执行安全技术操作规程。
- (2) 做到岗位责任制和文明生产的各项要求。
- (3) 正确使用常用量具和测量仪器。
- (4) 看懂中等复杂部件装配图。
- (5) 在通用和专用夹具上正确装夹工件。
- (6) 根据加工要求合理选择切削刀具，修磨常用的切削刀具。
- (7) 正确安装和拆卸刀具。
- (8) 合理选择切削用量。
- (9) 掌握自用数控机床各种功能的操作方法。
- (10) 正确确定机床、工件与刀具坐标系的关系。
- (11) 编制中等复杂零件的数控加工程序，正确输入数控机床并加工零件。
- (12) 按零件加工要求，合理调整刀具补偿量。
- (13) 理解数控机床各种警报内容，正确采取对应措施。
- (14) 分析产生废品的原因，采取预防措施。
- (15) 做好数控机床的维护保养工作。

中级数控铣工职业标准和高级铣工职业标准如表 1-2、表 1-3 所列。

表 1-2 中级数控铣工职业标准

职业功能	工作内容	技能要求	相关知识
加工准备	读图与绘图	<ol style="list-style-type: none"><li>1. 能读懂中等复杂程度（如凸轮、壳体、板状、支架）的零件图</li><li>2. 能绘制有沟槽、台阶、斜面、曲面的简单零件图</li><li>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</li></ol>	<ol style="list-style-type: none"><li>1. 复杂零件的表达方法</li><li>2. 简单零件图的画法</li><li>3. 零件三视图、局部视图和剖视图的画法</li></ol>

(续)

职业功能	工作内容	技能要求	相关知识
加工准备	制定加工工艺	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 能读懂复杂零件的铣削加工工艺文件</li> <li>2. 能编制由直线、圆弧等构成的二维轮廓零件的铣削加工工艺文件</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 数控加工工艺知识</li> <li>2. 铣削加工工艺文件的制定方法</li> </ol>
	零件定位与装夹	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 能使用铣削加工常用夹具(如压板、台虎钳、平口钳等)装夹零件</li> <li>2. 能够选择定位基准,并找正零件</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 常用夹具的使用方法</li> <li>2. 定位与夹紧的原理和方法</li> <li>3. 零件找正的方法</li> </ol>
	刀具准备	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 能根据铣削加工工艺文件选择、安装和调整数控铣床常用刀具</li> <li>2. 能根据数控铣床特性、零件材料、加工精度、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</li> <li>3. 能利用数控铣床的功能,借助通用量具或对刀仪测量刀具的半径及长度</li> <li>4. 能选择、安装和使用刀柄</li> <li>5. 能刃磨常用刀具</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 金属切削与刀具磨损知识</li> <li>2. 数控铣床常用刀具的种类、结构、材料和特点</li> <li>3. 数控铣床、零件材料、加工精度和工作效率对刀具的要求</li> <li>4. 刀具长度补偿、半径补偿等刀具参数的设置知识</li> <li>5. 刀柄的分类和使用方法</li> <li>6. 刀具刃磨的方法</li> </ol>
数控编程	手工编程	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 能编制由直线、圆弧组成的二维轮廓数控加工程序</li> <li>2. 能够运用固定循环、子程序进行零件的加工程序编制</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 数控编程知识</li> <li>2. 直线插补和圆弧插补的原理</li> <li>3. 节点的计算方法</li> </ol>
	计算机辅助编程	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 能使用 CAD/CAM 软件绘制简单零件图</li> <li>2. 能利用 CAD/CAM 软件完成简单平面轮廓的铣削程序</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. CAD/CAM 软件的使用方法</li> <li>2. 平面轮廓的绘图与加工代码生成方法</li> </ol>
数控铣床操作	操作面板	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 能按照操作规程启动及停止机床</li> <li>2. 能使用操作面板上的常用功能键(如回零、手动、MDI、修调等)</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 数控铣床操作说明书</li> <li>2. 数控铣床操作面板的使用方法</li> </ol>
	程序输入与编辑	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 能通过各种途径(如 DNC、网络)输入加工程序</li> <li>2. 能通过操作面板输入和编辑加工程序</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 数控加工程序的输入方法</li> <li>2. 数控加工程序的编辑方法</li> </ol>
	对刀	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 能进行对刀并确定相关坐标系</li> <li>2. 能设置刀具参数</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 对刀的方法</li> <li>2. 坐标系的知识</li> <li>3. 建立刀具参数表或文件的方法</li> </ol>
	程序调试与运行	能进行程序检验、单步执行、空运行并完成零件试切	程序调试的方法
	参数设置	能通过操作面板输入有关参数	数控系统中相关参数的输入方法
零件加工	平面加工	<p>能运用数控加工程序进行平面、垂直面、斜面、阶梯面等的铣削加工,并达到如下要求:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 尺寸公差等级达 IT7 级</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 平面铣削的基本知识</li> <li>2. 刀具端刃的切削特点</li> </ol>

(续)

职业功能	工作内容	技能要求	相关知识
零件加工	平面加工	2. 形位公差等级达 IT8 级 3. 表面粗糙度达 $Ra3.2\mu m$	
	轮廓加工	能运用数控加工程序进行由直线、圆弧组成的平面轮廓铣削加工,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 $Ra3.2\mu m$	1. 平面轮廓铣削的基本知识 2. 刀具侧削特点
	曲面加工	能运用数控加工程序进行圆锥面、圆柱面等简单曲面的铣削加工,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 $Ra3.2\mu m$	1. 曲面铣削的基本知识 2. 球头刀具的切削特点
	孔类加工	能运用数控加工程序进行孔加工,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 $Ra3.2\mu m$	麻花钻、扩孔钻、丝锥、镗刀及铰刀工方法
	槽类加工	能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
	精度检验	能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
数控铣床维护和故障诊断	数控铣床日常维护	能根据说明书完成数控铣床的定期及不定期维护保养,包括:机械、电、气、液压、冷却、数控系统等	1. 数控铣床说明书 2. 数控铣床日常保养方法 3. 数控铣床操作规程 4. 数控系统(进口、国产数控系统)说明书
	数控铣床故障诊断	1. 能读懂数控系统的报警信息 2. 能发现并排除由数控程序引进的一般故障	1. 使用数控系统的报警信息表的方法 2. 数控铣床的编程和操作故障诊断方法
	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

表 1-3 高级数控铣工职业标准

职业功能	工作内容	技能要求	相关知识
加工准备	读图与绘图	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 能够读懂复杂零件的三视图、局部视图、剖视图展开图、局部视图、旋转视图</li> <li>2. 能够读懂零件的材料、加工部位、尺寸公差及技术要求</li> <li>3. 能够读懂装配图</li> <li>4. 能够根据复杂装配图拆画满足数控加工要求的零件图</li> <li>5. 能够掌握标准件和常用件的表示法</li> <li>6. 能够绘制适合数控加工的工装简图</li> <li>7. 能够测绘零件并绘制零件图</li> <li>8. 能够用计算机绘图</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 机械制图国家标准</li> <li>2. 标准件和常用件的规定画法</li> <li>3. 零件三视图、局部视图和剖视图的表达方法</li> <li>4. 装配图的画法</li> <li>5. 零件图、轴侧图的画法</li> <li>6. 零件展开图、局部视图等视图的画法</li> <li>7. 公差配合的基本概念</li> <li>8. 形状、位置公差与表面粗糙度的基本概念</li> <li>9. 金属材料的基本知识</li> <li>10. 零件的测绘方法</li> <li>11. 计算机辅助绘图方法</li> </ol>
	数控加工工艺的制定	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 能够制定数控铣床和加工中心的加工工艺</li> <li>2. 能够合理选择切削用量</li> <li>3. 能够填写数控铣床和加工中心的工艺卡</li> <li>4. 能够对零件的加工工艺方案进行合理分析</li> <li>5. 能够制定零件数控加工工艺规程</li> <li>6. 能够熟练进行零件加工节点计算</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 机械制造工艺知识</li> <li>2. 数控加工工艺的基本概念</li> <li>3. 数控机床工艺的制定方法</li> <li>4. 钻、铣、扩、铰、镗、攻丝等工艺特点</li> <li>5. 切削用量的选择原则</li> <li>6. 加工余量的选择方法</li> <li>7. 典型零件加工方法</li> <li>8. 影响机械加工精度的有关因素</li> </ol>
	工件的定位和装夹	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 能够正确使用台钳、压板、夹钳等通用夹具</li> <li>2. 能够正确安装调整夹具</li> <li>3. 能够正确选择工件的定位基准</li> <li>4. 能够用量表找正工件</li> <li>5. 能够正确夹紧工件</li> <li>6. 能够合理选择组合夹具和专用夹具</li> <li>7. 能够设计并制作简单专用夹具</li> <li>8. 能够正确使用气动、液压等专用夹具，并掌握其原理</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 定位夹紧原理</li> <li>2. 台钳、压板等通用夹具的调整及使用方法</li> <li>3. 量表的使用方法</li> <li>4. 夹具在交换工作台上的正确安装</li> <li>5. 组合夹具、专用夹具的特点及应用</li> <li>6. 夹具设计原理</li> </ol>
	刀具使用	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 能够依据加工工艺卡或依据加工需要选用刀具</li> <li>2. 能够依据切削条件估算刀具使用寿命</li> <li>3. 能够在主轴或刀库上正确装卸刀具</li> <li>4. 能够用刀具预调仪或在机内测量刀具的半径及长度</li> <li>5. 能够准确输入刀具有关参数</li> <li>6. 能够合理选用新型刀具</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 刀具的种类及用途</li> <li>2. 刀具的几何角度、功用及刀具材料的切削性能</li> <li>3. 刀具系统的种类及结构</li> <li>4. 刀具预调仪的使用方法</li> <li>5. 自动换刀装置及刀库的使用方法</li> <li>6. 刀具长度补偿值及刀号等参数的输入方法</li> </ol>



(续)

职业功能	工作内容	技能要求	相关知识
加工准备	刀具使用	7. 根据刀具寿命设置有关参数 8. 根据不同的被加工材料合理选择刀具切削加工参数	7. 刀具使用寿命的影响因素 8. 刀具使用寿命参数的设定方法 9. 刀具新材料、新技术知识 10. 目前数控加工的新技术,如:高速加工、干切法、硬面切削和细微切削
	手工编程	孔类加工: 1. 能够手工编制钻、扩、铰、镗、攻丝等孔类加工程序 2. 能够使用固定循环及子程序	1. 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、结构与格式 5. 子程序的嵌套
		面加工: 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. 刀具半径补偿和长度补偿的作用
		轮廓加工: 1. 能够手工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简单曲面的铣削程序	较复杂二维节点的计算,球、锥、台等几何体外轮廓节点计算
编制程序		宏程序的应用: 能够利用已有宏程序指令编制加工程序	用户宏程序的使用方法和编制方法
	计算机辅助编程	1. 能够利用计算机高级语言编制特殊曲线轮廓的铣削程序 2. 能够利用计算机CAD/CAM软件对复杂零件进行实体或曲线曲面造型 3. 能够生成平面轮廓、平面区域、三维曲面、曲面轮廓、曲面区域、曲线的刀具轨迹并生成加工程序 4. 各种加工参数的设置 5. CAD/CAM软件中刀具参数的设定 6. 刀具的各种切入切出轨迹的选择 7. 能够根据不同的数控系统设置后置处理程序,生成G代码并能够对轨迹进行修正和编辑 8. 会利用数控系统验证数控程序	1. 计算机基础知识 2. CAD/CAM软件的使用方法 3. 实体造型的方法 4. 曲面造型的方法 5. 刀具参数的设置方法 6. 刀具轨迹生成的方法 7. 各种材料切削用量的数据 8. 有关刀具切入切出的方法对加工质量影响的知识 9. 后置处理程序的设置和使用方法