

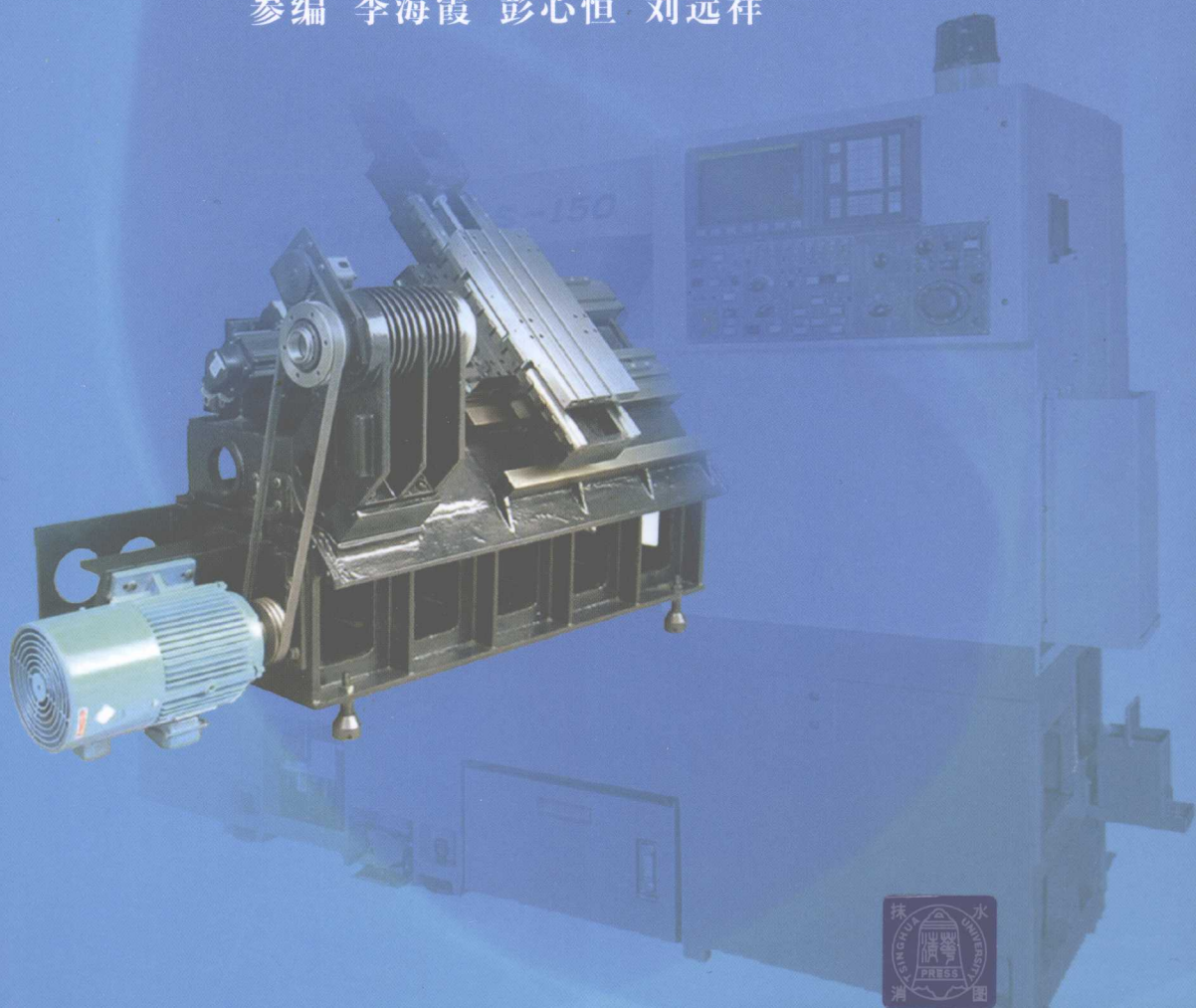
全国现代制造技术远程培训教材

数控工艺员考试指南

(数控车分册)

主编 袁宗杰 熊军权

参编 李海霞 彭心恒 刘远祥



清华大学出版社

全国现代制造技术远程培训教材

数控工艺员考试指南

(数控车分册)

主编 袁宗杰 熊军权

参编 李海霞 彭心恒 刘远祥

清华大学出版社

内 容 简 介

本书是一本考试指导用书,主要对劳动和社会保障部中国就业培训技术指导中心所举办的全国现代制造技术远程培训项目——“数控工艺员(数控车)课程培训”的考试形式和内容作了详细的阐述。本书紧贴考试内容,在绪论部分给出了复习大纲,使学员在学习时能有明确的目标。在理论部分,精选了以往考过的题目并进行了深入的分析、拓展,增加了学员的知识面;在CAM部分,选择了历届考题中具有代表性的例题,以CAXA数控车XP自动编程软件为平台,通过大量的图片,详细讲述了自动编程的方法和步骤;在实操部分,用FANUC、SIEMENS和华中3种数控系统进行编程,并用VNUC仿真系统进行仿真模拟。通过3种系统对比,更容易使学员掌握数控机床的操作。最后一部分汇编了已经考过的3~11期试题,并给出了标准答案,使学员的学习更有针对性。

本书可作为职业院校(高职、高专、中职及大学等)相关课程教材,也可供工程技术人员参考。

本书封面贴有清华大学出版社防伪标签,无标签者不得销售。

版权所有,侵权必究。侵权举报电话:010-62782989 13501256678 13801310933

图书在版编目(CIP)数据

数控工艺员考试指南. 数控车分册/袁宗杰,熊军权主编. —北京:清华大学出版社,2008.2
ISBN 978-7-302-16778-5

I. 数… II. ①袁… ②熊… III. ①数控机床—工程技术人员—资格考核—自学参考资料
②数控机床:车床—车削—工程技术人员—资格考核—自学参考资料 IV. TG659

中国版本图书馆CIP数据核字(2008)第004156号

责任编辑:庄红权

责任校对:刘玉霞

责任印制:何 芊

出版发行:清华大学出版社

<http://www.tup.com.cn>

c-service@tup.tsinghua.edu.cn

社总机:010-62770175

投稿咨询:010-62772015

地 址:北京清华大学学研大厦A座

邮 编:100084

邮购热线:010-62786544

客户服务:010-62776969

印装者:北京鑫海金澳胶印有限公司

经 销:全国新华书店

开 本:185×260 印 张:17.25

字 数:416千字

版 次:2008年2月第1版

印 次:2008年2月第1次印刷

印 数:1~4000

定 价:29.00元

本书如存在文字不清、漏印、缺页、倒页、脱页等印装质量问题,请与清华大学出版社出版部联系调换。

联系电话:010-62770177 转 3103 产品编号:026900-01



本书是一本数控工艺员考试指导教材,分理论知识、CAM 和实操(实际加工操作)3 部分对考试内容进行了详细说明。本书紧贴考试形式,注重从初学者的认识规律出发,强调实用性、可操作性。在理论知识部分,精选了大量的、有代表性的试题,进行了深入的分析,不但紧扣考试内容,而且在考试的基础上进行了拓展,增加了学员的知识面;在 CAM 部分,以具有中国自主知识产权的 CAXA 自动编程软件为平台,详细讲解了自动编程的方法和步骤;在实操部分,选择了历届考题中具有代表性的工件为例题,分别采用机械领域里最常用的 FANUC、SIEMENS 和华中系统为主要操作机床进行编程,并用全国数控大赛指定仿真软件——VNUC 仿真系统进行仿真模拟,不仅使学生学会了用 3 种系统进行编程,也使学生学会了仿真软件的应用。全书讲述深入浅出,是全国数控工艺员考试中指定的教学参考书。本书可作为大学、高职、高专院校相关课程教材,也可供工程技术人员参考。

本书由山东劳动职业技术学院袁宗杰(第 4 章)、北京市斐克科技有限责任公司熊军权(第 1 章)主编,参加本书编写的还有:北京市斐克科技有限责任公司李海霞(第 5 章),广州机电高级技工学校彭心恒(第 2 章),无锡商业职业技术学院机电工程系刘远祥(第 3 章)。全书由北京航空航天大学宋放之主审,在此一并表示感谢。

由于时间仓促,加上编者水平和经验有限,错误之处在所难免,恳请各位同行批评指正。

编 者

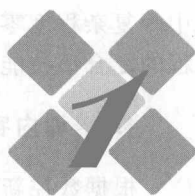
2008 年 2 月



1 绪论	1
1.1 关于数控工艺员培训	1
1.2 数控工艺员考核标准	2
1.2.1 考试模块	2
1.2.2 考核办法	2
1.2.3 考核内容	4
2 理论(数控车)考试试题分析	14
2.1 理论考试概述	14
2.1.1 考核范围	14
2.1.2 培养目标	20
2.2 试题分析	20
2.2.1 机械基础类试题	20
2.2.2 刀具与材料类试题	24
2.2.3 金属材料与热处理类试题	28
2.2.4 机械加工工艺类试题	29
2.2.5 公差与配合类试题	37
2.2.6 读图类试题	39
2.2.7 指令与编程类试题	40
3 CAM(数控车)考试试题分析	49
3.1 CAM 考试概述	49
3.2 实例分析	53
3.2.1 轴类零件的加工	53
3.2.2 孔类零件的加工	73
3.2.3 套类零件的加工	95
4 实操(数控车)考试试题分析	114
4.1 实操考试概述	114
4.2 实例分析	121
4.2.1 支座零件的加工实例	121

4.2.2 支撑钉零件的加工实例	137
4.2.3 手柄零件的加工实例	157
5 数控工艺员(数控车)考试试题汇编	174
5.1 第3~11期理论(数控车)考试试题汇编	174
5.2 第3~11期理论(数控车)考试试题答案汇编	232
5.3 CAM(数控车)考试试题汇编	241
5.4 实操(数控车)考试试题汇编	257
附录A CAM(数控车)考试评分标准	262
附录B 实操(数控车)考试评分标准	263
附录 FANUC、SIEMENS、华中世纪星数控铣床指令对照表	264
参考文献	269

绪 论



能力目标

- 了解数控工艺员培训的意义
- 了解培训课程和相关课程的关系
- 掌握数控工艺员的考核标准

1.1 关于数控工艺员培训

1. 培训性质

数控工艺员(数控车削)职业培训,是针对数控车削加工,以数控车削加工工艺、编程技术和操作技能为核心内容,以软件应用为特色的培训;是劳动和社会保障部中国就业培训技术指导中心关于现代制造技术培训的系列项目之一,也是中国新职业开发、新技术推广项目之一。通过数控工艺员培训和考核,取得的国家职业培训证书(CETTIC)可以作为就业的凭证。

培训课程分为基础理论知识、软件应用和机床操作 3 部分。基础理论知识以课堂教学为主;软件应用采取课堂教学与上机实训相结合方式;而机床操作采用现场教学方式,通过工件加工掌握数控机床的正确使用方法。因此可以说,本培训课程理论与实践紧密结合,既注重学生综合能力的培养,又突出实践环节,对培养高素质应用型人才有非常大的帮助。

2. 培训课程与其他相关课程的联系

本培训课程的理论知识以数控机床、数控加工工艺、编程技术为核心。由于学时数所限,数控加工所涉及的其他必不可少的相关知识内容无法在本培训中详细讲授。因此,在参加本培训之前,还应安排一些专业基础课程作为本课程的先修课程,其中包括机械制图、切削原理与刀具、机械制造基础、计算机文化基础等。对于数控类、机电类等专业的学生,专业的教学计划中已涵盖了该培训的相关课程,培训过程中学生可以和教师协调,根据教学需要对教学内容进行适当调整。

3. 培训目标

面向我国制造业信息化的应用和技术开发需求,数控工艺员(数控车削)培训作为全国现代制造技术的应用课程,其目的是培训出具备数控车削加工的基本理论和工艺知识、掌握

中等复杂程度零件的数控车削工艺过程、能够熟练使用 CAD/CAM 软件进行零件造型及编程的复合型技能人才。

4. 培训内容

根据数控新技术和新工艺的发展要求,培训课程的教学重点突出零件结构工艺的分析,合理选择机床和加工方法,优化加工轨迹;注重学员在材料、刀具和加工参数的选择等方面的培训学习,积累典型零件和异形零件的加工经验;强化学员手工编程和自动编程的能力。

5. 培训认证

学员可参加全国统一考试,考试合格者,由劳动和社会保障部中国就业培训技术指导中心颁发“数控工艺员职业培训合格证书”。

1.2 数控工艺员考核标准

1.2.1 考试模块

考试分为理论考试、CAM 考试和实际加工操作(简称实操)3 部分。其中理论考试占总分的 40%,CAM 占 30%,实操占 30%,总分为 100 分,3 部分的题目中,每部分均要求答对 60% 以上方能通过考核。具体考核内容结构见表 1-2-1 所示。

1.2.2 考核办法

1. 理论部分

- (1) 采用 VNUC 软件的远程考试系统模块进行理论考试,考试时间为 50 min。
- (2) 理论考试的成绩由考试系统自动评判。
- (3) 考试的类型:选择题和判断题。

2. CAM 部分

- (1) 采用正版的 CAM 软件(推荐使用 CAXA),按照试题要求进行操作(造型、生成加工轨迹、生成 G 代码),考试时间为 1.5 h。
- (2) 参考答案在考试结束 3 天后公布到网站(www.cmmtt.com)上。
- (3) 在规定时间内,完成两个典型零件的建模(CAD)、加工轨迹、加工代码和数据文件,保留加工模型和工艺数据的电子文档作为答卷递交。

3. 实操部分

机床加工操作时间为 2 h,各考点需提前一个半月左右从 www.cmmtt.com 网站上下载考题和评判标准,在理论考试前完成实际加工操作考核。

表 1-2-1 数控工艺员数控车考核内容结构

考试内容	知识结构	培训与考核知识		考核比例
理论	机械加工基础(8%)	读图绘图	20%	40%
		金属材料及热处理		
		数控机床		
		工艺知识		
		切削原理		
		夹具		
		测量与量具		
		公差与配合		
		尺寸链的基础知识		
	数控加工工艺(12%)	数控加工工艺基本要求	30%	
		数控加工的特点		
		制定加工工艺原则		
		影响加工精度的因素		
		与工艺有关的编程技巧		
	数控加工程序编制(12%)	程序编制的基本步骤和内容	30%	
		手工编程和自动编程		
		程序的结构与格式		
补偿功能				
各指令的使用				
子程序应用				
宏程序应用				
技能操作(6%)	工量具的使用	15%		
	机床的操作			
安全文明生产(2%)	安全操作、着装、操作规程、安全电压	5%		
CAM	CAM 应用	曲线的绘制与编辑	30%	
		曲线的几何变换		
		DAT 数据文件格式		
		刀具管理及参数设置		
		各种加工功能(粗车、精车、车槽、螺纹加工等)的参数设置、加工轨迹与代码生成		
		机床参数设置与加工程序后置处理		
实操	机床操作	数控车床控制面板与操作面板的功能	30%	
		程序的输入与编辑		
	零件加工	零件的装卡与定位		
		装刀、对刀及刀具参数设置		
		典型零件的加工		
		常用工、量具的使用及其加工零件尺寸的检验		
		安全操作常识		

1.2.3 考核内容

数控工艺员认证考试是劳动和社会保障部中国就业指导培训中心组织的全国统一考试。考试试题来源于数控工艺员认证考试试题库，试题库每年都在进行完善和丰富。目前许多学校提出“希望能够在考前集训时有一本针对性强的应试教参”，这样的愿望很难满足，由于数控加工技术的不断深入，数控加工工艺因材料、刀具、卡具、机床和系统功能的不断发展而在逐步优化，导致数控工艺员培训更具广泛性和专业性。所以编者认为，数控工艺员的培训应按照《数控工艺员培训和考核大纲》为依据组织教学，抓基本知识和基本技能，突出综合和灵活应用。编者根据对多年来数控工艺员考试试卷的分析，结合大纲的要求，初步归纳出数控工艺员理论考试常出现的考点，仅供大家参考。

机械加工 基础部分

1. 读图绘图

- (1) 识图的步骤：看标题栏、分析视图、分析尺寸、看技术要求。
- (2) 正投影法绘制视图。
- (3) 复杂零件的表达方法。
- (4) 简单零件图的画法。
- (5) 零件三视图、局部视图和剖视图的画法。
- (6) 装配图的画法。

2. 金属材料及热处理

- (1) 灰铸铁、可锻铸铁、球墨铸铁、碳素结构钢、优质碳素钢、合金钢、不锈钢等的硬度、抗拉强度、含碳量和适用场合等。
- (2) 调质处理、正火、回火、退火等的概念和适用条件。

3. 数控机床

- 1) 数控车床的组成及组成元件的功能
运动系统、进给运动系统、自动换刀机构、液压系统、气动系统、切削冷却系统等。
- 2) 数控车床的控制系统
输入输出设备、数控系统、伺服单元、驱动装置、可编程逻辑控制器、电气控制装置、检测反馈装置。
- 3) 主运动 and 主运动系统
主运动：直接切除工件上的切削层，使之转变为切屑，以形成工件新表面的运动。主运动的线速度为切削速度，用 V_c 来表示， $V_c = \pi dn/1000$ ，单位为 m/min 。
主运动系统：从主电动机到主运动执行部件之间的传动系统（机械的或液压的）。

4) 进给运动和进给运动系统

进给运动：不断地把切削层投入切削的运动。进给运动的线速度为进给速度，也称为进给量，用 V_f 表示，单位是 m/min 。进给量(进给速度)是单位时间(min)里，刀具在进给运动方向上相对工件的位移量。

进给运动系统：从进给轴伺服电动机到该轴执行部件之间的传动系统。

5) 切削运动

主运动和进给运动可以同时进行(如车削、铣削)，也可以交替进行(如刨削、插削)。在同时进行的情况下，刀具切削刃上某一点相对于工件的运动称为切削运动，可用合成速度向量 V_c 来表示。

以外圆车削为例，切削运动的合成速度向量 V_c 等于主运动速度 V_f 与进给速度 V_e 的矢量和，即

$$V_c = V_f + V_e$$

4. 工艺知识

1) 工艺系统

在切削过程中，由机床、刀具、工件和夹具组成的系统称为工艺系统。

2) 生产过程

将原材料转变为成品的全部过程，称为生产过程。

3) 工艺过程

工艺过程是生产过程的一部分，是毛坯制造、零件加工、成品装配和试验的全部过程的总和。

4) 工艺文件

工艺文件是在工艺过程中，指导工人操作和用于生产管理的各种技术文件的总和，包括工艺路线、工艺方案、工艺规程等。

5) 工序和工步

工序：在一台机床上连续完成的那一部分加工内容。

工步：在加工表面、切削工具、转速和进给量都不变的情况下，所连续完成的那一部分工序内容。

6) 基准

(1) 基准：用以确定某些点、线、面位置的点、线、面。

基准可分为两大类：设计基准和工艺基准，而工艺基准又包括：工序基准、定位基准、测量基准、装配基准、辅助基准。

(2) 定位基准的选择：定位基准按其表面状况可分为粗基准和精基准。

① 粗基准：用毛坯上未经加工过的表面作定位基准。对粗基准的要求：首先要保证所有待加工表面都有足够的加工余量；其次要保证各加工表面对加工表面具有一定的位置精度。

具体的选择原则如下所述：

(a) 用完全不需要加工的表面作为粗基准。

(b) 零件表面全部是加工表面时，要选用余量最小的表面作粗基准。

(c) 要选择平整、光洁、尺寸足够大的表面作粗基准。

(d) 粗基准不应重复使用,一般情况下,同一尺寸方向上的粗基准只使用一次(举例:法兰盘加工)。

② 精基准:用零件上已经加工过的表面作定位基准。精基准的选择原则如下所述:

(a) 尽可能用设计基准或装配基准作精基准,符合基准重合原则。

(b) 尽可能使零件工艺过程中各工序所用的基准统一化,符合基准统一的原则。

(c) 要选择面积大、装夹稳定可靠的表面作精基准。

(d) 自为基准:用被加工表面本身作为定位基准,可转到均匀的加工余量(如加工孔,由毛坯孔本身找正定位,四爪单动卡盘夹紧)。多用于铰孔、拉孔、无心磨、镗孔等加工方法中。

(e) 互为基准:同一零件的不同表面,在加工中可互为基准,以保证相互位置精度。如淬火后的齿轮,先以齿面作定位基准磨内孔,然后再以磨好的孔作为定位基准磨齿面。再如,车床、铣床主轴的轴颈和锥孔,也是互为基准反复加工而达到精度的。

5. 切削原理

1) 金属切削过程

切削时,在刀具切削刃的切割和前刀面的推挤作用下,使被切削的金属层产生变形、剪切滑移而变成切屑的过程。

2) 切削变形

在切削过程中,金属材料的变形可分为 3 个变形区域。

(1) 刀具挤压工件上的切削层,当材料内部的切应力达到材料屈服极限时,在切削层内出现晶格间的剪切滑移,是剪切变形区,称为第Ⅰ变形区,是主要变形区。

(2) 当切削层经剪切后形成的切屑,以 V_c 速度沿前刀面流出时,摩擦力又使切屑底层的金属剪切变形,是摩擦变形区,称为第Ⅱ变形区。

(3) 刀具后刀面和已加工表面挤压、摩擦产生变形,称为第Ⅲ变形区。

3) 切屑的基本形态

包括带状切屑、挤裂状切屑、单元状切屑、崩碎状切屑等。不同切屑的形成是由不同的原因所造成,和切削三要素有关。

4) 加工表面

待加工表面:即将被切削去金属层的表面。

加工表面:切削刃正在切削的表面。

已加工表面:已经切去多余金属而形成的新表面。

5) 切削用量三要素

切削用量三要素指的是:切削速度 V_c 、进给量 V_f 和切削深度。

6) 切削温度

(1) 切削热的产生:在切削过程中,切削变形(弹性变形和塑性变形)与摩擦(切屑与刀具前刀面的摩擦以及工件与刀具后刀面的摩擦)所消耗的功绝大部分转变为热能,产生切削热。切削功率与单位时间内产生的切削热成正比。

(2) 切削温度:切削温度的高低,取决于切削热产生的数量、散热条件以及受热区物质的质量与热容量的大小。

① 刀具的温度：刀具上的温度在刀尖附近最高。

② 切削温度：切削的最高温度略低于刀具的最高温度，切屑的平均温度高于刀具的平均温度。其中，高速钢刀具的切削最高温度达 500°C ，硬质合金刀具的切削最高温度达 $900\sim 1000^{\circ}\text{C}$ 。

③ 影响切削温度的因素：工件的材料、切削用量（切削速度、进给量、切削深度）、刀具的几何形状、刀具磨损和切削液。

7) 刀具材料

(1) 刀具材料应具备的性能：硬度和耐磨性高、有足够的强度和韧性、较高的耐热性和化学稳定性、有良好的工艺性能、导热性好。

(2) 常用的刀具材料：碳素工具钢、合金工具钢、高速钢、硬质合金、陶瓷、立方氮化硼、金刚石等。

(3) 各种刀具材料的硬度和耐热性。

(4) 常用的高速钢的牌号及用途。

(5) 常用的硬质合金牌号及用途，如钨钴类硬质合金(WC-Co)、钨钛钴类硬质合金(WC-TiC-Co)。

8) 刀具角度

刀面、切削刃、基本角度。重点掌握各刀面、角度、切削刃在加工过程中对切削起到的作用，掌握改变角度对加工产生的影响。

9) 刀具磨损与寿命

(1) 刀具磨损的原因：机械磨损、热磨损、黏结磨损、相变磨损。

(2) 刀具磨损部位。

(3) 刀具磨损的过程。

(4) 磨损限度(磨钝标准)。

(5) 刀具寿命。

6. 夹具

机床夹具是用以使工件定位和夹紧的机床附加装置，简称夹具。

1) 夹具的分类

一般可将夹具分为3大类，即通用夹具、专用夹具和组合夹具。

(1) 通用夹具：即已经标准化的夹具，通常作为机床的附件。如三爪自定心卡盘、四爪单动卡盘、顶尖、平口虎钳、分度头、回转工作台等。

(2) 专用夹具：专用夹具是指为第一工件的第一工序而设计制造的夹具。

(3) 组合夹具：组合夹具是由一套预先制造好的标准元件和部件，根据要求组装成的专用夹具。

2) 夹具的作用

机床夹具在机械加工中的主要作用：保证工件的加工质量，提高加工效率，降低加工成本，改善劳动条件，扩大机床的使用范围。

3) 夹具的组成

夹具是由各种不同作用的夹具元件组成的。所谓夹具元件，是指夹具上用来完成一定

作用的一个零件或一个简单的部件。

夹具元件分为下列几类,其中(1)、(2)、(4)、(7)是成为一个夹具所必需的元件。

(1) 定位元件及定位装置:用来确定工件在夹具中的位置的零件(或部件)。如支承钉、支承板、调节支承、自位支承等。

(2) 夹具装置:在夹具中起夹紧作用的一些元件或部件,用于紧固工件在定位后的位置。

(3) 对刀元件:对刀元件的作用是确定夹具相对刀具的位置。

(4) 夹具体:用来连接夹具上所有元件和装置使之成为一个整体的基础件。夹具体与机床连接,确定夹具相对于机床的位置。

(5) 自动定心装置:可同时起定位与夹紧作用的一些元件或部件。

(6) 分度装置:用于改变工件与刀具的相对位置,以获得多个工位的一种装置。

(7) 夹具与机床连接用的零件,确定夹具与机床位置的导向件。

(8) 靠模装置、动力装置等。

4) 六点定位

(1) 物体的自由度:任何一个物体在空间位置的变化可以归结为沿空间直角坐标系 3 个坐标轴 OX 、 OY 、 OZ 的移动和绕这 3 个坐标轴的转动,即物体在空间具有 6 个自由度。即 $\bar{X}$ 、 $\bar{Y}$ 、 $\bar{Z}$ 、 $\bar{X}$ 、 $\bar{Y}$ 、 $\bar{Z}$ 。

(2) 六点定位定则:用夹具上的适当设置的 6 个固定点(支承点)来限制工件的 6 个自由度,确定工件惟一的位置,就是工件的六点定位定则,简称六点定则。

(3) 完全定位:用合理分布的 6 个固定支点,将工件的 6 个自由度限制住,从而使工件在夹具内的位置完全确定。

(4) 不完全定位:限制工件自由度数不是 6 个,但能满足工件加工的需要。

(5) 欠定位:限制的自由度数少于需要限制的自由度数。欠定位是不允许的。

(6) 过定位:夹具内的固定点使零件的第一自由度受到重复限制。

7. 测量与量具

1) 测量

测量是将第一被测得物理量与另一个作为标准的物理量相比较的过程。

2) 测量器具

测量器具是测量仪器和测量工具的总称。

测量器具的分类:

(1) 标准量具:量块、角度量块、 90° 角尺等;

(2) 通用量具和量仪:游标卡尺、千分尺、百分表、千分表、气动量仪等;

(3) 极限量规:螺纹量规、键槽量规、光滑极限量规等;

(4) 计量装置:为确定被测量值所必需的计量器具和辅助设备的总体。

3) 测量器具的主要度量指标

(1) 刻度间距:刻度标尺上相邻两条刻线的距离。

(2) 刻度尺:刻度标尺上最小的一格所代表的被测尺寸的数值,也称分度值。

(3) 示值误差:测量时量具(或量仪)所指示的数值与被测尺寸真值之差。

4) 测量误差

测量误差是指所测得的量值与被测尺寸的真值之差。测量误差分为系统误差、随机误差和粗大误差3类。

8. 公差与配合

1) 常用的基本规定

(1) 标准公差的等级、代号及数值。

(2) 基本偏差代号。

(3) 公差代号。

(4) 基准制。

(5) 配合代号。

(6) 配合分类。

(7) 未注公差尺寸的极限偏差。

2) 基本计算

(1) 基本尺寸。

(2) 最大极限尺寸。

(3) 最小极限尺寸。

(4) 公差。

(5) 孔和轴。两个零件装在一起,它们互相接触的表面,叫做配合表面。其中,被包容的面,就是轴,包容面就是孔。

① 间隙配合: 间隙_{最大} = 孔_{最大} - 轴_{最小} = 孔的上偏差 - 轴的下偏差

间隙_{最小} = 孔_{最小} - 轴_{最大} = 孔的下偏差 - 轴的上偏差

间隙公差 = (孔_{最大} - 轴_{最小}) - (孔_{最小} - 轴_{最大})

= 孔公差 + 轴公差

② 过盈配合: 过盈_{最大} = 轴_{最大} - 孔_{最小} = 轴的上偏差 - 孔的下偏差

过盈_{最小} = 轴_{最小} - 孔_{最大} = 轴的下偏差 - 孔的上偏差

过盈公差 = 轴公差 + 孔公差

③ 过渡配合: 过盈_{最大} = 轴的上偏差 - 孔的下偏差

间隙_{最大} = 孔的上偏差 - 轴的下偏差

配合公差 = 过盈_{最大} + 间隙_{最大} = 孔公差 + 轴公差

9. 尺寸链的基础知识

(1) 尺寸链的定义。

(2) 尺寸链的组成: 封闭环、组成环(增环、减环)。

(3) 尺寸链的计算。

① 已知各组成环尺寸求封闭环尺寸,称为正计算。

② 已知封闭环尺寸求组成环中一个或多个尺寸,称为反计算。

正计算和反计算都叫解尺寸链。

(4) 解尺寸链的方法有两种: 极值法和概率法。

(5) 用极值法解尺寸链的公式如下所述。

封闭环的基本尺寸=各增环的基本尺寸之和-各减环基本尺寸之和

封闭环的最大极限尺寸=各增环最大极限尺寸之和-各减环最小极限尺寸之和

封闭环的最小极限尺寸=各增环最小极限尺寸之和-各减环最大极限尺寸之和

封闭环的上偏差=各增环上偏差之和-各减环下偏差之和

封闭环的下偏差=各增环的下偏差之和-各减环的上偏差之和

封闭环的公差=各增环公差之和+各减环公差之和

数控加工 工艺部分

1. 数控加工工艺基本要求

(1) 工艺: 将原材料或半成品加工成产品的过程、方法、技术等。

(2) 零件加工工艺系统: 机床-夹具-刀具-工件构成了工艺系统, 零件机械加工质量取决于工艺系统的精度。

(3) 零件加工质量有 3 个指标: 尺寸精度、位置精度、表面粗糙度。

(4) 车削加工的工艺原则和划分方法。

(5) 数控加工工艺文件。

(6) 刀具选择和走刀路线的确定: 选择刀具、确定切削用量、确定走刀路线。

(7) 零件基准和加工定位基准的选择。

(8) 工艺装备及夹具的设计和选择: 圆周定位夹具、中心孔定位夹具、其他车削工装夹具。

2. 数控加工的特点

(1) 数控加工的 5 个环节: 工件装夹, 建立坐标系, 选择刀具及参数, 编制程序, 操作机床。

(2) 掌握了解数控车的加工特点。

3. 制定加工工艺原则

制定加工工艺时要扬长避短, 充分顾及影响加工质量的方方面面, 制定出符合加工规律的、符合多快好省原则的加工工艺。其原则主要为以下几点。

1) 工艺流程合理

充分发挥数控机床多工序复合加工的优势, 合理安排工艺流程。

2) 毛坯准备充分

(1) 优化毛坯, 减少半精加工、精加工余量。其目的是减少占机时间, 减少热变形。要注意切削热是产生加工应力的重要因素之一。

(2) 提高定位面的加工精度。提高定位必然要讲工件在空间的 6 个自由度。要熟知什么样的夹具元件限制几个自由度。比如一个圆筒, 限制一个轴的几个自由度的问题。再比

如大型工件的定位问题。三点定位符合定位原理,但是加工稳定性差。

(3) 严格控制时效质量,尽可能消除应力。

3) 选择适当的批量

尽管数控加工具有速度快、质量高的优势,但是其准备时间相对普通机械加工要长很多。首件加工要包括刀具准备、程序编制、程序调试等在内,所以首件的加工时间通常是单件工时的 3~10 倍,因此安排在数控上的工件要有一定的批量,以抵消辅助工时占用的比例。

4) 重视夹具设计

要求定位准确、系统可靠、装夹快捷,尽可能缩短辅助时间。

5) 选择合理的加工路径

传统的加工很少有加工路线的选择这个问题,例如加工一个比较大的孔,有够大的刀具(镗刀),或者有合适的机床(车床),就可以了。

6) 选择合理的工艺路线

合理的工艺路线可以弥补刀具变形产生的影响。

4. 影响加工精度的因素

1) 装夹的影响

根据以往的加工经验,将近一半的加工失败都与装夹定位有关。镗孔时出现圆度极差往往也与此有关。因为这种误差产生的变形是肉眼观察不到的,操作者经验不够,往往归结为机床精度有问题。

2) 测量的影响

3) 温度的影响

4) 机床精度的影响

5) 工艺路径的影响

6) 原理误差

7) 刀具等其他因素的影响

5. 与工艺有关的编程技巧

(1) 单方向定位时要考虑两个方向(提高定位精度)。

(2) FANUC 系统循环语句中的参数。

数控加工程序 编制部分

1. 程序编制的基本步骤和内容

1) 数控编程的内容与方法

2) 坐标和运动方向命名原则