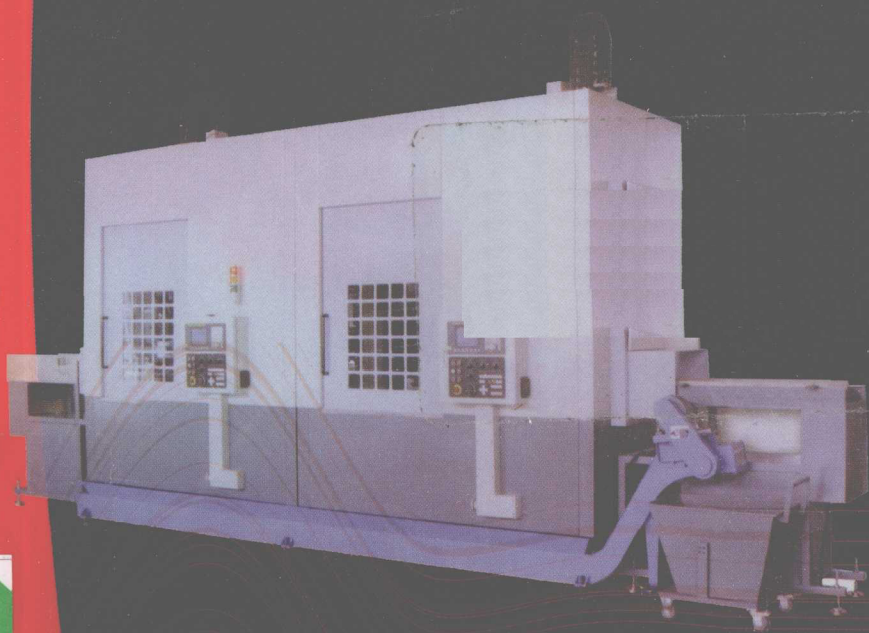


数控车床

零件制作

叶 靛 主 编



哈尔滨工程大学出版社

数控车床零件制作

叶 靛 主编

哈尔滨工程大学出版社

内容提要

本书以《数控岗位职业标准》所确定的该门课程所承担地典型工作任务为依托,基于工厂“典型零件”的数控加工过程为导向,结合企业生产实际中“零件数控加工”的工作流程,把数控加工工艺、数控编程和产品质量检测方面的知识通过选取典型零件为载体,由从事多年教学和生产具有丰富经验的教师和技术人员编写而成的。旨在按照任务驱动、项目导向,以职业能力培养为重点,将真实生产过程和产品加工融会贯通,以培养和提高读者的实际应用能力和举一反三的能力。

本书构思新颖,图文并茂。特别是将零件加工所需知识点和零件的实际加工有机地结合在一起,使枯燥的理论学习在丰富多彩的实例中,显得更加形象,易于接受。

图书在版编目(CIP)数据

数控车床零件制作 / 叶靓主编. — 哈尔滨: 哈尔滨工程大学出版社, 2010.2

ISBN 978-7-81133-651-1

I. ①数… II. ①叶… III. ①机械元件-数控机床-生产工艺 IV. ①TH13②TG659

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2010)第 018544 号

出版发行: 哈尔滨工程大学出版社

社 址: 哈尔滨市南岗区东大直街 124 号

邮政编码: 150001

发行电话: 0451-82519328

传 真: 0451-82519699

经 销: 新华书店

印 刷: 北京市世界知识印刷厂

开 本: 787×1092 1/16

字 数: 297 千字

印 张: 13

版 次: 2010 年 3 月第 1 版

印 次: 2010 年 3 月第 1 次印刷

印 数: 1-3000 册

定 价: 20 元

<http://press.hrbeu.edu.cn>

E-mail: heupress@..hrbeueducn

前 言

《数控车床零件制作》一书是国家数控技术示范专业的一门主干实践课程,也是国家级数控技术示范专业教改系列规划教材。本书是由从事多年数控教学工作和生产一线负责技术、工艺及编程、具有丰富的教学和生产经验的人员参加编写的。

本书选取企业中真实的零件为任务,给出零件的图纸、零件的三维造型图和零件的毛坯形状。分析加工该零件所必须的理论知识、工艺工装和刀具,然后围绕这一主题讲解一些数控理论知识;包括数控车床的基本指令、数控车床程序编写格式、数控加工工艺分析、数控车床的基本操作以及刀具和切削参数的选择。使读者具备了加工该零件所具备的必备知识后,再从零件的识图着手,分析该零件的具体的数控加工工艺、机床的选择、刀具的选择、切削参数的选择、加工程序的编制,以及零件加工过程中质量的保证,加工中所用量具的选择、使用。选取的零件从简单到复杂、所用知识由浅入深,从单件加工到组合件加工,这样循序渐进的学习方式易于初学者学习和掌握。

本书通俗易懂,内容丰富,条理清楚,实用性强。选取的零件完全来自于企业生产中,具有较强的示范性和代表性,有利于培养读者的应用能力和举一反三的能力。本书可作为高等职业技术学院、中等职业技术学校、社会培训机构及广大的数控加工爱好者的培训教材。也可以作为从事数控车削加工的操作人员和技术人员的参考用书。

全书共分七章。第三、四、五章(第一节)由四川工程职业技术学院从事多年数控车床实践教学和数控加工工艺的张启国老师编写;第三、四、五章(第二节),第七章由四川工程职业技术学院从事多年数控车床实践教学和数控加工操作的韩俊峰老师编写;第一、二章,第三、四、五章(其余章节),第六章和附录部分由四川工程职业技术学院青年骨干教师、具有多年实践教学经验的叶靓老师编写。全书由叶靓担任主编,由四川工程职业技术学院副教授、四川省教学名师陈洪涛副教授担任主审,并提出了许多宝贵意见和建议。

由于编者水平有限,书中难免存在一些缺点和错误,恳请读者批评指正。

目 录

第一章 数控车床的安全使用常识	(1)
第一节 文明生产与安全操作规程	(1)
一、文明生产	(1)
二、安全操作规程	(1)
第二节 数控机床的维护保养	(3)
第二章 定向轴零件的制作	(5)
第一节 相关知识介绍	(6)
一、认识数控车床	(6)
二、数控车床坐标系	(11)
三、数控车床面板及基本操作	(14)
四、数控车床常用刀具	(19)
五、数控车削加工工艺规程制定	(29)
第二节 数控车床程序的编制	(36)
一、数控车床常用基本指令介绍	(36)
二、数控车床程序的编写	(48)
第三节 零件的制作过程	(50)
一、零件加工信息分析与加工方案确定	(50)
二、零件数控车削加工程序的编制	(54)
三、零件数控车削加工过程控制	(58)
第四节 零件质量的检测和评估	(63)
一、零件加工所需量具的选择和使用	(63)
二、零件的检测及质量评价	(69)

第三章 复杂轴类零件的制作	(71)
第一节 数控车床循环指令介绍	(72)
一、单一循环指令	(72)
二、复合循环指令	(79)
第二节 零件的制作过程	(90)
一、零件加工信息分析与加工方案确定	(90)
二、零件数控车削加工程序的编制	(94)
三、零件数控车削加工过程控制	(101)
第三节 零件质量的检测	(102)
第四章 套类零件的制作	(108)
第一节 零件加工信息分析与加工方案确定	(109)
一、读图并分析图样	(109)
二、零件工艺分析	(109)
三、加工方案确定	(109)
四、制定加工零件的工序卡及刀具清单	(112)
第二节 零件数控车削加工程序的编制	(113)
一、零件数控车削加工走刀路线的确定	(113)
二、零件加工程序的编写	(114)
第三节 零件加工所需量具的选择和使用	(119)
一、内径量表的结构	(119)
二、内径量表的组装	(120)
三、百分表的调整	(120)
四、内径量表的使用方法	(121)
五、使用内径量表时的注意事项	(122)
第五章 盘类零件的制作	(123)
第一节 零件加工信息分析与加工方案确定	(124)
一、读图并分析图样	(124)
二、加工方案确定	(124)

三、制定加工零件的工序卡及刀具清单	(126)
第二节 零件数控车削加工程序的编制	(128)
一、零件数控车削加工走刀路线的确定	(128)
二、零件加工程序的编写装夹 1 程序	(129)
第六章 装配件制作	(135)
第一节 零件的信息分析和加工方案确定	(137)
一、零件的工艺分析及加工方案确定	(138)
二、制定加工零件的工序卡及刀具清单	(142)
第二节 零件数控车削加工程序的编制	(147)
一、零件走刀路线的确定	(147)
二、零件加工程序的编制	(147)
第三节 其他组合加工方案探讨	(161)
一、组合加工方案一	(161)
二、组合加工方案二	(161)
第七章 车削中心制作零件简介	(165)
第一节 车削中心相关知识介绍	(166)
一、认识车削中心	(166)
二、车削中心的指令介绍	(168)
第二节 零件的制作过程	(168)
一、零件加工信息分析与加工方案确定	(168)
二、零件数控车削加工程序的编制	(170)
附录	(175)
附录 1 数控车工国家职业标准	(175)
附录 2 普通螺纹的基本尺寸	(185)
附录 3 螺纹刀片进刀量推荐值	(186)
附录 4 FANUC OI 系列常用准备功能指令汇总表	(193)
附录 5 FANUC OI-TA 系统常用辅助功能指令汇总表	(194)
附录 6 FANUC OI-TA 系统常见报警信息表	(195)
附录 7 FANUC OI 系列报警表	(196)

第一章 数控车床的安全使用常识

第一节 文明生产与安全操作规程

一、文明生产

数控机床是一种自动化程度较高,结构较复杂的先进加工设备,为了充分发挥机床的优越性,提高生产效率,管好、用好、修好数控机床,技术人员的素质及文明生产显得尤为重要。操作人员除了要熟悉掌握数控机床的性能,做到熟练操作以外,还必须养成文明生产的良好工作习惯和严谨的工作作风,具有良好的的职业素质、责任心和合作精神。操作时应做到以下几点:

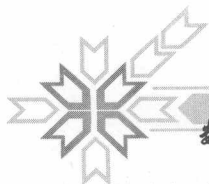
- (1) 严格遵守数控机床的安全操作规程,未经专业培训不得擅自操作机床。
- (2) 严格遵守上下班、交接班制度。
- (3) 做到用好、管好机床,具有较强的工作责任心。
- (4) 保持数控机床周围的环境整洁。
- (5) 操作人员应穿戴好工作服、工作鞋,不得穿、戴有危险性的服饰品。

二、安全操作规程

为了正确合理地使用数控机床,减少其故障的发生率,操作时须经机床管理人员同意方可操作机床。

1. 开机前的注意事项

- (1) 操作人员必须熟悉该数控机床的性能,操作方法。
- (2) 机床通电前,先检查电压、气压、油压是否符合工作要求。
- (3) 检查机床可动部分是否处于可正常工作状态。
- (4) 检查工作台是否有越位,超极限状态。
- (5) 检查电气元件是否牢固,是否有接线脱落。



(6) 检查机床接地线是否和车间地线可靠连接(初次开机特别重要)。

(7) 已完成开机前的准备工作后方可合上电源总开关。

2. 开机过程注意事项

(1) 严格按机床说明书中的开机顺序进行操作。

(2) 一般情况下,开机过程中必须先进行回机床参考点操作,建立机床坐标系。

(3) 开机后让机床空运转 15 min 以上,使机床达到平衡状态。

(4) 关机以后必须等待 5 min 以上才可以进行再次开机,没有特殊情况不得随意频繁进行开机或关机操作。

3. 调试过程注意事项

(1) 编辑、修改、调试好程序。若是首件试切必须进行空运行,确保程序正确无误。

(2) 按工艺要求安装、调试好夹具,并清除各定位面的铁屑和杂物。

(3) 按定位要求装夹好工件,确保定位正确可靠。不得在加工过程中发生工件有松动现象。

(4) 安装好所要用的刀具,若是加工中心,则必须使刀具在刀库上的刀位号与程序中的刀号严格一致。

(5) 按工件上的编程原点进行对刀,建立工件坐标系。若用多把刀具,则其余各把刀具分别进行长度补偿或刀尖位置补偿。

(6) 设置好刀具半径补偿。

(7) 确认冷却液输出通畅,流量充足。

(8) 再次检查所建立的工件坐标系是否正确。

(9) 以上各点准备好后方可加工工件。

4. 加工过程注意事项

(1) 加工过程中,不得调整刀具和测量工件尺寸。

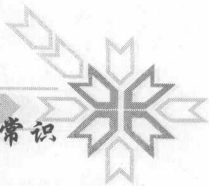
(2) 自动加工中,自始至终监视运转状态,严禁离开机床,遇到问题及时解决,防止发生不必要的事故。

(3) 定时对工件进行检验。确定刀具是否磨损等情况。

(4) 关机或交接班时,对加工情况,重要数据等作好记录。

(5) 机床各轴在关机时远离其参考点,或停在中间位置,使工作台重心稳定。

(6) 清理机床,必要时涂防锈漆。



第二节 数控机床的维护保养

数控机床的使用寿命和效率高低,不仅取决于机床本身的精度和性能,在很大程度上也取决于它的正确使用和维修。正确地使用能防止设备非正常磨损,避免突发故障;精心的维护可使设备保持良好的技术状态,延迟老化进程,及时发现和消灭故障防患于未然,防止恶性事故的发生,从而保障安全运行。也就是说,机床的正确操作与精心维护,是贯彻设备管理以预防为主的重要环节。

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,其维护保养的内容也各有特色。具体来说,应根据其机床种类、型号及实际使用情况,并参照该机床说明书的要求,制定和建立必要的定期、定级保养制度。这里列举一些常见、通用的日常维护保养要点说明:

1. 使机床保持良好的润滑状态

定期检查清洗自动润滑系统,添加或更换油脂、油液,使丝杠、导轨等各运动部位始终保持良好的润滑状态,降低机械磨损速度。

2. 定期检查液压、气压系统

对液压系统定期进行油质化检,检查和更换液压油,并定期对各润滑、液压、气压系统的过滤器或过滤网进行清洗或更换,对气压系统还要注意经常放水。

3. 定期检查电动机系统

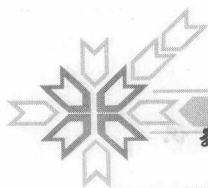
对直流电动机定期进行电刷和换向器检查、清洗和更换,若换向器表面脏,应用白布沾酒精予以清洗;若表面粗糙,用细金相砂纸予以修整;若电刷长度为 10mm 以下时,予以更换。

4. 适时对各坐标系轴进行超限位试验

由于切削液等原因使硬件限位开关产生锈蚀,平时又主要靠软件限位起保护作用。因此要防止限位开关锈蚀后不起作用,防止工作台发生碰撞,严重时损坏滚珠丝杠,影响其机械精度。试验时只要按一下限位开关确认一下是否出现超程报警,或检查相应的 I/O 接口信号是否变化。

5. 定期检查电器元件

检查各插头、插座、电缆、各继电器的触点是否接触良好,检查各印刷电路板是否干净。检查主变电器、各电机的绝缘电阻应在 $1\text{ M}\Omega$ 以上。平时尽量少开电气柜门,以保持电气柜内的清洁,定期对电器柜和有关电器的冷却风扇进行卫生清洁,更换其空气过滤网等。电路板上太脏或受湿,可能发生短路现象,因此,必要时对各个电路板、电气元件采用吸尘法进行卫生清扫等。



6. 机床长期不用时的维护

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起来,尽量提高机床的利用率,尤其是投入的第一年,更要充分的利用,使其容易出现故障的薄弱环节尽早的暴露出来,使故障的隐患尽可能在保修期内得以排除。数控机床不用,反而会因受潮等原因加快电子元件的变质或损坏。如数控机床长期不用时,要长期通电,并进行机床功能试验程序的完整运行。要求每 1~3 周通电试运行 1 次,尤其是在环境湿度较大的梅雨季节,应增加通电次数,每次空运行 1 小时左右,以利用机床本身的发热来降低机内湿度,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,以防系统软件、参数丢失等。

7. 更换存储器电池

一般数控系统内对 COMOS-RAM 存储器器件设有可充电电池维持电路,以保证系统不通电期间保持其存储器存储的内容。在一般的情况下,即使电池尚未失效,也应每年更换一次,以确保系统能正常工作。电池的更换应在数控装置通电状态下进行,以防更换时 RAM 内信息丢失。

8. 印刷电路板的维护

印刷电路板长期不用是很容易出故障的。因此,对于已购置的备用印刷电路板应定期装到数控装置上运行一段时间,以防损坏。

9. 监视数控装置用的电网电压

数控装置通常允许电网电压在额定值的+10%~-15%的范围内波动,如果超出此范围就会造成系统不能正常工作,甚至会引起数控系统内电子元件的损坏。为此,需要经常监视数控装置用的电网电压。

10. 定期进行机床水平和机械精度检查

机械精度的校正方法有软和硬两种。其软方法主要是通过系统参数补偿,如丝杠反向间隙补偿、各坐标系定位精度定点补偿、机床回参考点位置校正等;其硬方法一般要在机床大修时进行,如进行导轨修刮、滚珠丝杠螺母预紧、调整反向间隙等。

11. 经常打扫卫生

如果机床周围环境太脏、粉尘太多,均可以影响机床的正常运行;电路板太脏,可能产生短路现象;油水过滤网、安全过滤网等太脏,会发生压力不够、散热不好,造成故障。所以必须定期进行卫生清扫。

第二章 定向轴零件的制作

定向轴零件的制作，其任务是某企业需要在数控车床上加工如图 2-1 所示的定向轴，毛坯为 $\phi 45 \times 100$ mm 的棒料，材料为 40Cr，小批量生产。毛坯和加工后成品的三维图如图 2-2 所示。

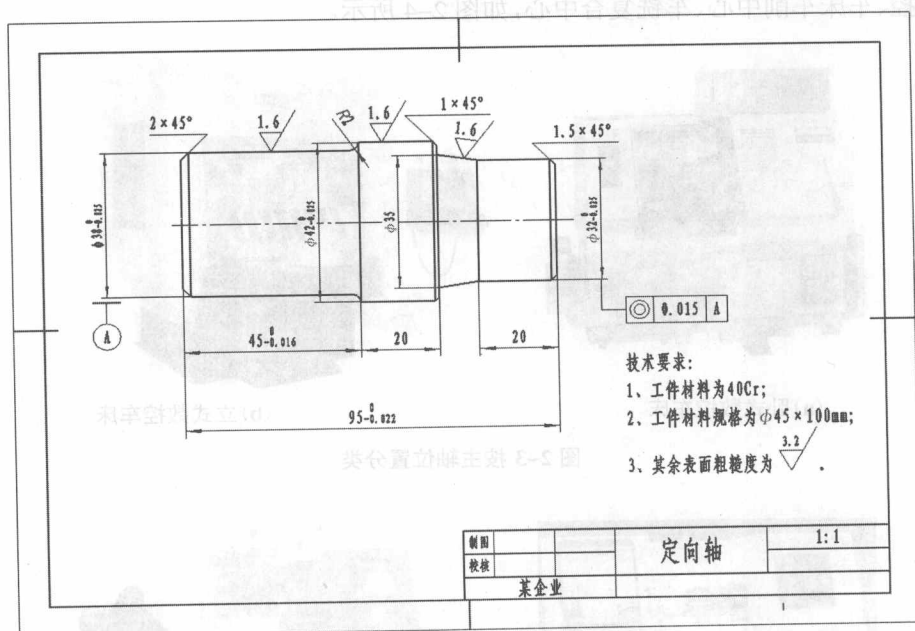


图 2-1 定向轴零件图

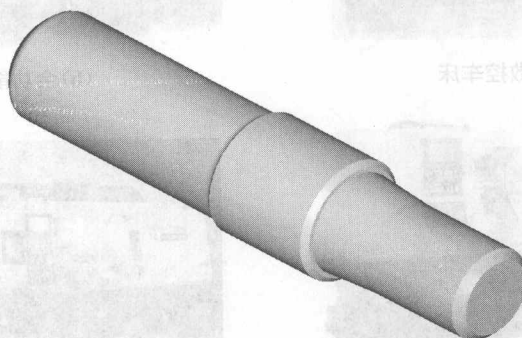
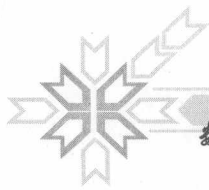


图 2-2 定向轴三维图



第一节 相关知识介绍

一、认识数控车床

1. 数控车床的主要类型

数控车床的类型,按主轴位置分类主要有卧式数控车床、立式数控车床,如图 2-3 所示。按可控轴数分类,有两轴、四轴(普通数控车床、车削中心)。按系统功能分类,有经济型数控车床、全功能数控、车床车削中心、车铣复合中心,如图 2-4 所示。

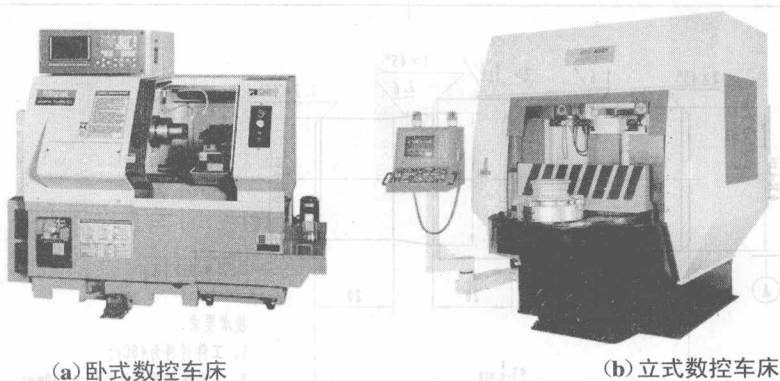
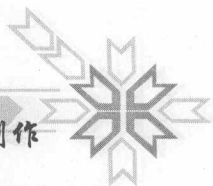


图 2-3 按主轴位置分类



图 2-4 按系统功能分类



2. 数控车床的结构布局

(1) 数控车床的床身结构和导轨的布局

主要有水平床身、倾斜床身、水平床身斜滑板及立床身等,其布局形式如图 2-5 所示。

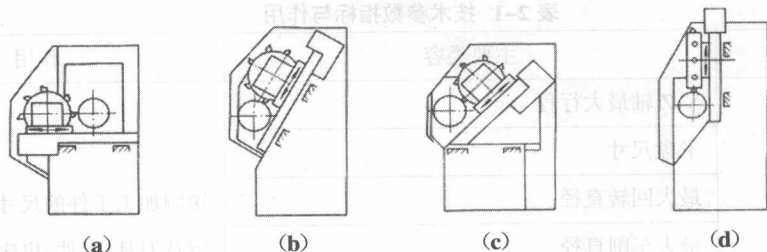


图 2-5 数控车床床身结构和导轨布局

水平床身的工艺性好,便于导轨面的加工。水平床身配上水平放置的刀架可提高刀架的运动精度,一般可用于大型数控车床或小型精密数控车床的布局。但是水平床身由于下部空间小,故排屑困难。从结构尺寸上看,刀架水平放置使得滑板横向尺寸较长,从而加大了机床宽度方向的结构尺寸。

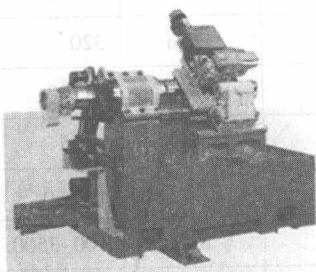
水平床身配上倾斜放置的滑板,并配置倾斜式导轨防护罩,这种布局形式一方面有水平床身工艺性好的特点,另一方面机床宽度方向的尺寸较水平配置滑板的小,且排屑方便。

水平床身配上倾斜放置的滑板和斜床身配置斜滑板的布局形式,被中、小型数控车床所普遍采用。这是由于此两种布局形式排屑容易,热铁屑不会堆积在导轨上,也便于安装自动排屑器;操作方便,易于安装机械手,以实现单机自动化;机床占地面积小,外形简洁、美观,容易实现封闭式防护。

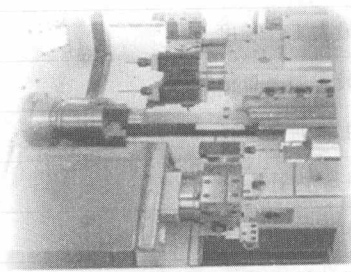
倾斜床身多采用 30° 、 45° 、 60° 、 75° 和 90° (称为立式床身) 角,常用的有 45° 、 60° 和 75° 。

(2) 主轴及刀架的布局

主轴一般有单主轴和双主轴两种,刀架一般有单刀架和双刀架两种,如图 2-6 所示。



(a) 单主轴单刀架



(b) 双主轴双刀架

图 2-6 主轴及刀架的布局



3. 数控车床的主要技术参数

数控车床的主要技术参数,包括最大回转直径、最大车削长度、各坐标轴行程、主轴转速范围、切削进给速度范围、定位精度、刀架定位精度等。主要技术参数指标与作用如表 2-1 所示。

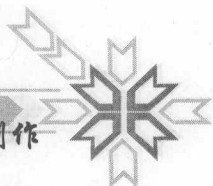
表 2-1 技术参数指标与作用

类别	主要类容	作用
尺寸参数	X、Z 轴最大行程	影响加工工件的尺寸范围, 编程范围及刀具、工件、机床间的干涉
	卡盘尺寸	
	最大回转直径	
	最大车削直径	
	尾座套筒移动距离	
	最大车削长度	
接口参数	刀位数、刀具装夹尺寸	影响工件及刀具安装
	主轴头型式	
	主轴孔及尾座孔锥度、直径	
运动参数	主轴转速范围	影响加工性能及编程参数
	刀架快进速度、切削进给速度范围	
动力参数	主轴电机功率	影响切削负荷
	伺服电机额定转矩	
精度参数	定位精度、重复定位精度	影响加工精度及其一致性
	刀架定位精度、重复定位精度	
其他参数	外型尺寸(长×宽×高)、重量	影响使用环境

以重庆第二机床厂生产的 CK3050 车床为例,主要技术参数如表 2-2 所示。

表 2-2 CK3050 车床主要技术参数

序号	项目	单位	参数
1	最大回转直径	mm	φ 370
2	最大工件长度	mm	320
3	最大加工直径	mm	φ 200
4	主轴通孔直径	mm	φ 55
5	主轴内孔锥度		模式 6 号
6	主轴转速范围	r/min	100~3500
7	进给轴快速移动速度	mm/min	X: 10,Z: 18



(续表)

序号	项目	单位	参数
8	工作精度	圆度	0.005
		圆柱度	$\phi 0.012/160$
		平面度	0.015/150
9	进给轴驱动电机功率	kW	1.5
10	进给轴最小设定单位	mm	0.001
11	刀架回转重复定位精度	mm	0.01
12	进给轴重复定位精度	mm	X:0.007; Z:0.01
13	表面粗糙度 Ra 值	μm	0.4~0.8
14	电动刀架容量数	把	8
15	尾座套筒内控锥度		模式 4 号
16	主电机功率	kW	5.5
17	机床系统		FANUC Oi Mate
18	外型尺寸(长×宽×高)	mm	2120×1650×1750

4. 数控车床上的常用夹具

数控车床上使用的夹具和普通机床上一样,通常采用三爪卡盘、四爪卡盘和专用夹具等。

(1) 三爪卡盘

三爪卡盘是由一个大锥齿轮,三个小锥齿轮,三个卡爪组成。用卡盘扳手旋转锥齿轮,锥齿轮带动平面矩形螺纹,然后带动三爪向心运动,因为平面矩形螺纹的螺距相等,所以三爪运动距离相等,有自动定心的作用。三个小锥齿轮和大锥齿轮啮合,大锥齿轮的背面有平面螺纹结构,三个卡爪等分安装在平面螺纹上。当用扳手扳动小锥齿轮时,大锥齿轮便转动,它背面的平面螺纹就使三个卡爪同时向中心靠近或退出。

(2) 四爪卡盘

是用四个丝杠分别带动四爪,因此常见的四爪卡盘没有自动定心的作用。但可以通过调整四爪位置,装夹各种矩形的、不规则的工件。三爪和四爪卡盘如图 2-7 所示。

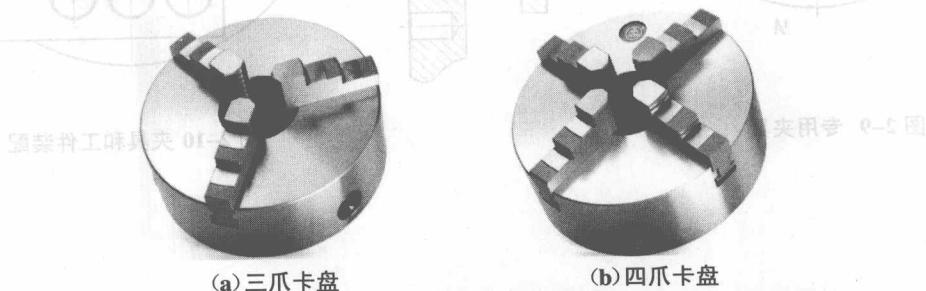
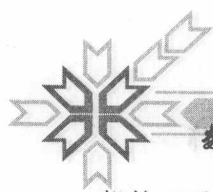
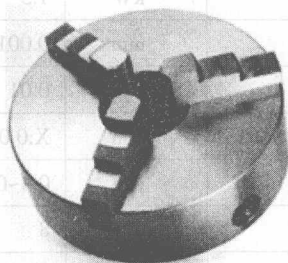


图 2-7 三爪卡盘和四爪卡盘

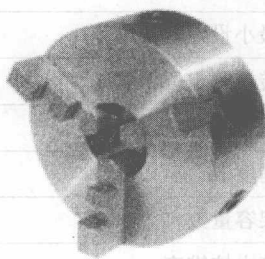


一般的三爪卡盘和四爪卡盘都采用法兰盘(过度盘)连接后,再将卡盘通过子口定位后,用螺钉和车床主轴连接。

三爪和四爪卡盘的卡爪又分为正爪和反爪,正爪用来装夹外圆类工件,反爪用来装夹较大的工件或盘类零件;还可以利用废弃的正爪或反爪通过焊接较软的材料后,加工出精度要求较高的软爪,满足加工高精度零件的要求。正爪如图 2-8(a)所示,反爪如图 2-8(b)所示。



(a) 正爪



(b) 反爪

图 2-8

(3) 专用夹具

根据零件的形状和精度要求设计专用夹具。如图 2-9 所示就是一个加工一组合夹具的专用工装,图 2-10 为工件和夹具组合后的图形。

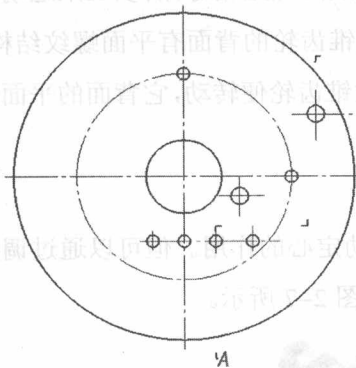


图 2-9 专用夹具

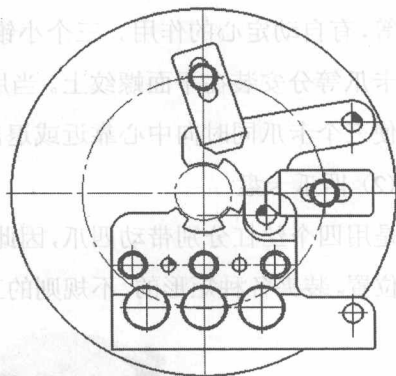


图 2-10 夹具和工件装配