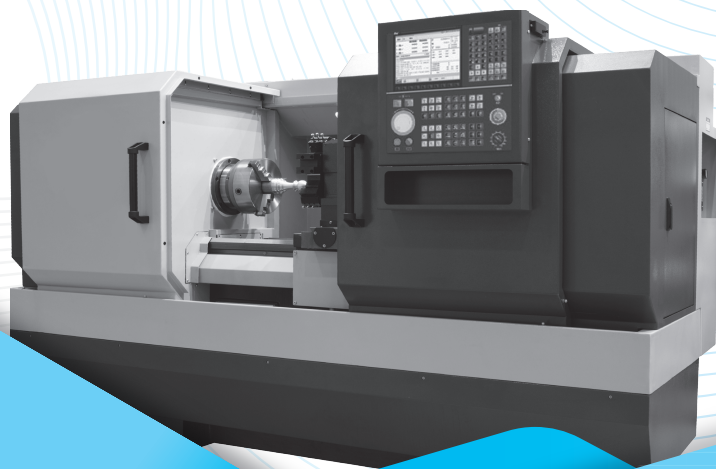


高等职业教育机电系列精品教材

数控车削编程与加工

主 编 李光梅
副主编 孙 涛 彭广耀
主 审 耿国卿



上海交通大学出版社
SHANGHAI JIAO TONG UNIVERSITY PRESS

内容提要

本书共 5 个项目,主要包括数控车削基础、轴类零件的编程与加工、套类零件的编程与加工、CAXA 数控车 2022 编程与加工,以及组合零件的编程与加工。

本书可作为高职高专院校制造类专业学生教材,也可作为相关技术人员参考用书。

图书在版编目(CIP)数据

数控车削编程与加工 / 李光梅主编. — 上海 : 上海交通大学出版社, 2023. 12

ISBN 978-7-313-29898-0

I. ①数… II. ①李… III. ①数控机床—车床—车削—程序设计②数控机床—车床—加工 IV. ①TG519.1

中国国家版本馆 CIP 数据核字(2024)第 001271 号

数控车削编程与加工

SHUKONG CHEXIAO BIANCHENG YU JIAGONG

主 编:李光梅

出版发行:上海交通大学出版社

邮政编码:200030

印 制:大厂回族自治县聚鑫印刷有限责任公司

开 本:787 mm×1 092 mm 1/16

字 数:341 千字

版 次:2023 年 12 月第 1 版

书 号:ISBN 978-7-313-29898-0

定 价:53.00 元

地 址:上海市番禺路 951 号

电 话:021-64071208

经 销:全国新华书店

印 张:16.5

插 页:1

印 次:2023 年 12 月第 1 次印刷

版权所有 侵权必究

告读者:如发现本书有印装质量问题请与印刷厂质量科联系

联系电话:0316-8836866

制造业是国家经济的命脉,是立国之本、强国之基。习近平总书记在党的二十大报告中指出,坚持把发展经济的着力点放在实体经济上,推进新型工业化,加快建设制造强国、质量强国、航天强国、交通强国、网络强国、数字中国。实施产业基础再造工程和重大技术装备攻关工程,支持专精特新企业发展,推动制造业高端化、智能化、绿色化发展。

《数控车削编程与加工》课程是制造类专业的核心专业课,是培养机械制造、智能制造技术技能人才的必修课。本书根据职业教育新形态教材的开发要求,依据相关国家职业标准,以培养学生职业素养和能力为目标,采用新型教材形式编写。本书可作为高职高专院校制造类专业的一体化教材,也可作为相关技术人员参考用书。

通过本课程的学习,学生在知识方面,能看懂图纸要求,会分析加工工艺,能编制加工程序;技能方面,能正确装夹车刀和工件,操作车床完成零件加工,对加工完成的零件进行质量检测;职业素养方面,具备安全操作、文明生产的意识,自主学习的能力和团队协作的意识,同时养成良好的工、量具定置管理的习惯和精益求精的工作态度。

本书在内容编排上采用由易到难的原则,层层推进,除手工编程外,还引入了 CAXA 数控车 2022 软件的应用,使学生对自动编程有一定的了解。每个任务中,首先通过工作任务卡给出任务要求,提出问题引导学生学习任务实施所需的相关知识,然后通过实施任务锻炼学生的实践能力,力求做到理论与实践相结合,注重能力培养,强化实践教学。本书具有以下特点:

(1)编写模式新颖,每个任务中都有工作任务卡,以具体任务引领学生开展知识学习与技能训练,以达到数控职业岗位所需的知识、技能及职业素养要求。

(2)在任务的选取上注重实用性和代表性,由易到难,循序渐进。便于学生掌握和理解任务实施所需的核心知识点,较好地应用于实践,增强学生理论联系实际意识,逐步提高操作技能和职业素养。

(3)书中配套微课视频及仿真、动画等数字资源,可帮助学生加深对知识的理解和掌握。

本书由泰山职业技术学院李光梅任主编,泰山职业技术学院孙涛、彭广耀和山东交通职业学院刘果玲任副主编,参加编写的还有泰山职业技术学院于翔、冯晓霞、赵春娥、张群英、牛化武、舒敏和泰安市岱岳区农业农村局王娜。具体编写分工如下:项目一由刘果玲、牛化武、舒敏、王娜编写,项目二及项目五由李光梅、彭广耀编写,项目三由于翔、冯晓霞、张群英编写,项目四由孙涛、赵春娥编写。本书由耿国卿主审,编者对其提出的宝贵意见和建议表示衷心的感谢。

由于编者水平有限,书中难免有疏漏和不妥之处,请广大读者批评指正。

目录

项目一	数控车削基础	1
任务一	认识数控车床	2
任务二	数控车床基本操作	11
任务三	数控车床常用刀具及工件的装夹	24
任务四	数控车床对刀操作	36
任务五	数控程序的输入与编辑	46
项目二	轴类零件的编程与加工	56
任务一	台阶轴的编程与加工	57
任务二	圆锥轴的编程与加工	73
任务三	圆弧轴的编程与加工	91
任务四	外沟槽零件的编程与加工	110
任务五	螺纹轴的编程与加工	128
项目三	套类零件的编程与加工	153
任务一	台阶孔零件的编程与加工	154
任务二	内圆锥零件的编程与加工	166
任务三	内沟槽零件的编程与加工	172
任务四	内螺纹零件的编程与加工	180
项目四	CAXA 数控车 2022 编程与加工	188
任务一	CAXA 数控车 2022 基本操作	189
任务二	CAXA 数控车 2022 平面图形绘制	196
任务三	CAXA 数控车简单外轮廓粗、精车编程与加工	201
任务四	CAXA 数控车复杂外轮廓粗、精车编程与加工	215
任务五	CAXA 数控车外沟槽编程与加工	227
任务六	CAXA 数控车外圆柱螺纹编程与加工	235

项目五	组合零件的编程与加工	245
------------	-------------------------	-----

任务	轴套配合件的编程与加工	246
-----------	--------------------------	-----

参考文献	259
-------------------	-----



项目一 数控车削基础



学思园地

不畏艰险勇攀登 苦战过关数控成

——记 1958 年我国第一代数字程序控制机床的诞生

制造业是国家的支柱产业,没有发达的制造业就不会有强大的国家,而制造业的基础装备就是机床。

1958 年 9 月 30 日,我国第一代三坐标数控立式铣床样机研制成功,数控机床按照给定程序指令切出了预期的字形和工件。这一成功不仅打破了国外对我国的技术封锁,更重要的是开我国制造现代化之先河,作为先进制造技术核心的数字化制造技术的开发和应用在我国从此启动。

如今,我国数控机床的发展越来越迅速,各项核心技术陆续获得突破性发展。然而,我们永远不能忘记,为了第一台数控机床的研发而付出过心血和汗水的前辈们,他们的精神和态度永远值得我们去学习!

习近平总书记在党的二十大报告中指出,加快建设国家战略人才力量,努力培养造就更多大师、战略科学家、一流科技领军人才和创新团队、青年科技人才、卓越工程师、大国工匠、高技能人才。我们要以此为契机,继承前辈们不畏艰辛、刻苦钻研的精神,努力学习专业知识,争取成为数控技术领域的高技能人才,为国家数控机床行业的发展做出一份贡献!



项目目标

- (1) 了解数控车床的分类及结构。
- (2) 掌握数控车床的基本操作。
- (3) 能够正确装夹工件及数控车床常用刀具。
- (4) 掌握数控车床的对刀操作。
- (5) 能够正确输入数控程序,会对其进行编辑。
- (6) 了解中国机床发展史,树立专业自信、文化自信。

任务一 认识数控车床

工作任务卡

任务编号	1-1	任务名称	认识数控车床
实训地点	数控实训车间	参考课时	2
职业素养	培养学生具备以下职业素养和技能： 1. 遵纪守法、吃苦耐劳、爱岗敬业，具有良好的职业道德。 2. 牢记车间安全注意事项，爱护设备，提高个人安全意识。 3. 积极接受新事物，树立专业自信。 4. 养成良好的工、量、刀具及材料的定置管理习惯。 5. 服从安排，加强团队协作。		
任务介绍	1. 观察所用数控车床的型号，能够分辨出该数控车床属于哪种分类。 2. 观察数控车床的结构，能够说出每个部分结构的功能。 3. 认识数控车床能够加工哪些类型的零件。 4. 了解与普通车床相比，数控车床加工有哪些优点。		
任务准备	1. 技术资料：工作任务卡、教材、FANUC 数控系统操作说明书。 2. 实训场地：安全、整洁。 3. 工具及设备：CAK6140 型数控车床。		

问题引导

1. 数控车床有哪些分类方式？
2. 数控车床由哪些部分组成？各部分有什么功能？
3. 数控车床能够加工哪些类型的零件？

知识链接

数控机床是指采用了数字控制技术的机床，它通过数字化的信息对机床的运动及其加工过程进行控制，实现要求的机械动作，自动完成加工任务。数控车床是使用较为广泛的数控机床之一。

一、数控车床的分类

1. 按数控车床的结构分类

数控车床按主轴的位置结构可分为卧式数控车床和立式数控车床。

1) 卧式数控车床

主轴轴线为水平位置的数控车床为卧式数控车床。卧式数控车床又分为水平式床身数

控车床和倾斜式床身数控车床。

如图 1-1 所示为水平式床身数控车床,目前国内大部分经济型数控车床都采用这种形式,它与传统的普通车床床身形式接近。水平式床身数控车床在刀架配置方面大部分为前置式四工位自动转位刀架。



图 1-1 水平式床身数控车床



图 1-2 倾斜式床身数控车床

如图 1-2 所示为倾斜式床身数控车床,一般为全功能型。其床身一般有倾斜 45° 和 60° 两种。其倾斜床身结构可以使车床具有更大的刚性,并易于排除切屑。全功能数控车床具有高精度、高效率、高柔性化等综合特点,适合中小批量形状复杂零件的多品种、多规格生产。倾斜式床身数控车床刀架一般为后置式多工位转塔式自动转位刀架。

2) 立式数控车床

立式数控车床主轴轴线垂直于水平面,有一个直径很大的圆形工作台,用来装夹工件。它有单立柱和双立柱两种。这类机床主要用于加工径向尺寸大、轴向尺寸相对较小的大型盘类零件,如图 1-3 所示。



图 1-3 立式数控车床

2. 按数控车床的功能分类

数控车床按其功能可分为经济型数控车床、全功能型数控车床、车削加工中心及车铣复合加工中心。

1) 经济型数控车床

经济型数控车床是对普通车床进行改造后形成的简易型数控车床,成本较低,但自动化程度和功能都比较差,车削加工精度也不高,适用于要求不高的回转类零件的车削加工。

2) 全功能型数控车床

全功能型数控车床又称标准型数控车床,是根据车削加工要求在结构上进行专门设计并配备通用数控系统而形成的数控车床,其数控系统功能强,自动化程度和加工精度也比较高,适用于一般回转类零件的车削加工。

3) 车削加工中心

车削加工中心是在全功能型数控车床基础上发展起来的一种复合加工机床,如图 1-4 所示。一般来说,车削加工中心具有以下三个特征:其一是采用动力刀架;其二是具有 C 轴功能;其三是刀架容量大,更高级的机床还带有刀库。除了具有一般两轴联动数控车床的各种车削功能外,车削中心的转塔刀架上还有能使刀具旋转的动力刀座,主轴具有按轮廓成形要求连续(不等速回转)运动和进行连续精确分度的 C 轴功能,可以三轴三联动。控制轴除 X、Z、C 轴之外,还可具有 Y 轴。由于增加了 C 轴和铣削动力头,这种数控车床的加工功能大大增强,除可以进行一般车削外,还可以进行径向和轴向铣削、曲面铣削、中心线不在零件回转中心的孔和径向孔的钻削等加工。



图 1-4 车削加工中心

4) 车铣复合加工中心

车铣复合加工中心是一种在车削加工中心基础上发展起来的、控制轴数更多、复合加工功能更强大的先进的复合加工机床,其中典型的如五轴车铣复合加工中心。

五轴车铣复合加工中心以车削功能为主,并集成了铣削和镗削等功能,至少具有三个直线进给轴和两个圆周进给轴,且配有自动换刀系统。这种车铣复合加工中心是在三轴车削中心基础上发展起来的,相当于一台车削加工中心和一台铣削加工中心的复合。因此,可以在一台车铣复合加工中心上经过一次装夹,完成全部车、铣、钻、镗、攻螺纹等加工,通过多轴

联动可以加工复杂形状的异形零件,如叶轮等。通过增加特殊功能模块,实现更多工序集成,如将齿轮加工、内外磨削加工、深孔加工、型腔加工、激光淬火、在线测量等功能集成到车铣复合加工中心上,真正做到所有复杂零件的完整加工。车铣复合加工中心因其工艺范围广和能力强,已成为当今复合加工机床的佼佼者,是世界范围内最先进的机械加工设备之一,如图 1-5 所示。

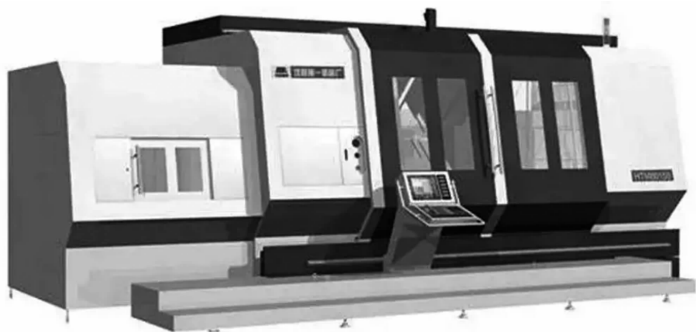


图 1-5 车铣复合加工中心

3. 按伺服系统的控制方式分类

数控车床按伺服系统的控制方式可分为开环控制数控车床、半闭环控制数控车床和闭环控制数控车床。下面分别介绍这三种数控车床的伺服控制系统。

1) 开环伺服控制系统

开环伺服控制系统是指不带位置检测反馈装置的控制系统,由步进电机驱动线路和步进电机组成。数控装置经过控制运算发出脉冲信号,每个脉冲信号使步进电机转动一定的角度,通过滚珠丝杠推动工作台移动一定的距离。信号流是单向的(数控装置—进给系统),故系统稳定性好,如图 1-6 所示。该控制系统不能检测移动部件的位置并进行误差校正,因此仅适用于加工精度要求不太高的中、小型数控机床。

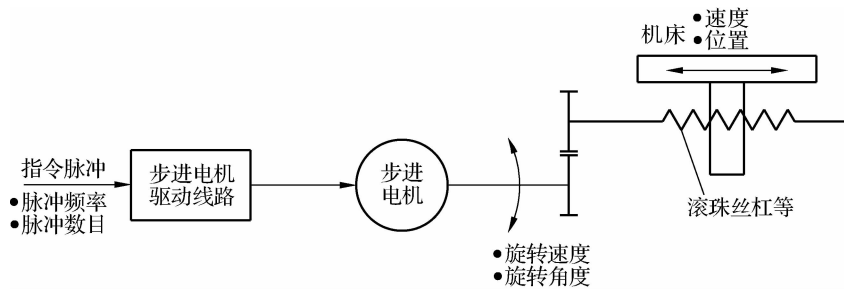


图 1-6 开环伺服控制系统

2) 闭环伺服控制系统

闭环伺服控制系统是在机床移动部件位置上装有直线位置检测装置,将检测到的实际位移反馈到数控装置的比较器中,与输入的原指令位移值进行比较,用比较后的差值控制移动部件进行补充位移,直到差值消除为止,达到精确定位的控制系统,其能得到更高的速度、精度和驱动功率,如图 1-7 所示。

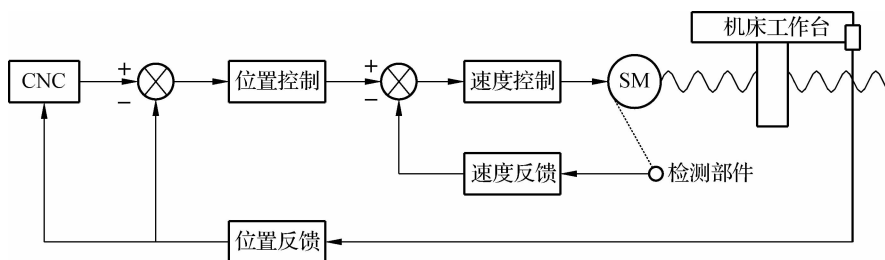


图 1-7 闭环伺服控制系统

闭环伺服控制系统的定位精度比半闭环伺服控制系统的高，但结构比较复杂，调试维修的难度较大，常用于高精度和大型数控机床。

3) 半闭环伺服控制系统

半闭环伺服控制系统是在伺服机构中装有角位移检测装置，通过检测伺服机构的滚珠丝杠转角间接检测移动部件的位移，然后反馈到数控装置的比较器中，与输入原指令位移值进行比较，用比较后的差值进行控制，使移动部件补充位移，直到差值消除为止的控制系统。系统的位置采样点是从伺服电机或丝杠的端部引出的，对旋转角度进行采样检测，而不是直接检测最终运动部件的实际位置，如图 1-8 所示。

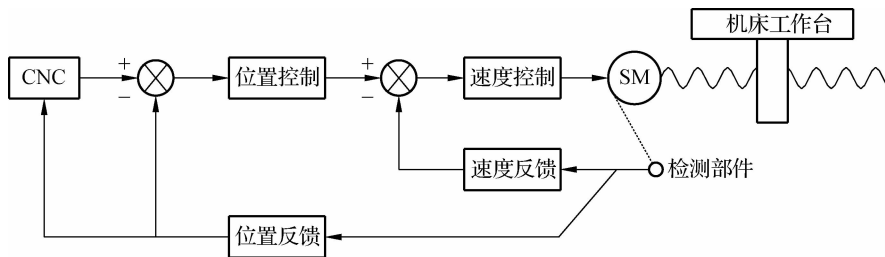


图 1-8 半闭环伺服控制系统

半闭环环路内不包括或只包括少量机械传动环节，因此可获得稳定的控制性能，其系统的稳定性虽不如开环系统，但比闭环系统要好，其精度较闭环系统的差，较开环系统的好，但可对这类误差进行补偿，因而仍可获得满意的精度。半闭环伺服控制系统结构简单、调试方便、精度较高，因而在现代 CNC 机床中得到了广泛应用。

4. 按数控系统分类

目前常用的数控系统有 FANUC(法那科)数控系统、SIEMENS(西门子)数控系统、三菱数控系统、华中数控系统、广州数控系统等。每种数控系统又有多种型号，每种数控系统使用的指令各不相同，即使是同一系统但型号不同，其数控指令也会有所差异，因此，使用数控车床时应以对应型号的数控系统说明书为准。

除以上分类方法外，数控车床的分类方法还有很多，如按特殊或专门工艺性能可分为螺纹数控车床、活塞数控车床、曲轴数控车床等，在此不再赘述。

二、数控车床的结构及组成

数控车床主要由机床本体和数控系统组成。

机床本体是数控车床的基础部件,它由床身、主轴、进给装置、导轨、刀架、液压与气动装置、冷却与润滑装置、排屑装置等组成,如图 1-9 所示。

数控系统由程序载体、输入/输出装置、数控装置(CNC 单元)、伺服系统、位置反馈系统等组成。数控装置(CNC 单元)是数控机床的核心,它由信息的输入、处理和输出三个部分组成。数控装置接收数字化信息,经过数控装置的控制软件和逻辑电路进行译码、插补、逻辑处理后,将各种指令信息输出给伺服系统,伺服系统驱动执行部件做进给运动。

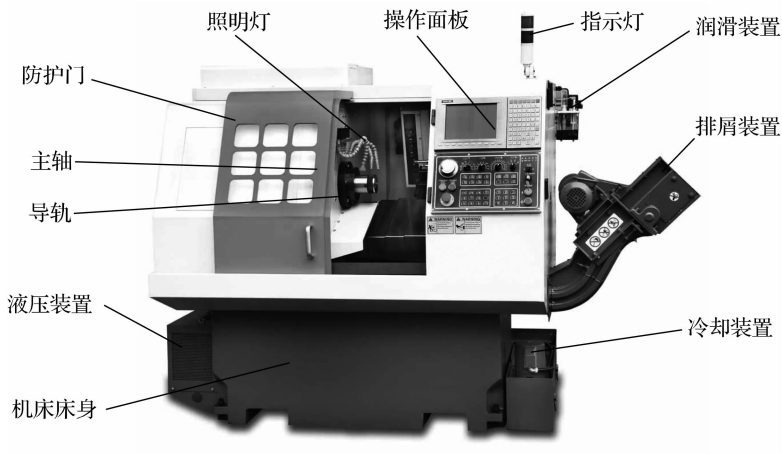


图 1-9 数控车床的结构及组成

三、数控车床的加工范围及特点

数控车床主要用于轴类、盘套类零件的内(外)圆柱面、圆锥面、圆弧面、螺纹等的加工,还可用于切槽及钻、扩、铰孔等,能完成复杂形状的回转体零件的加工。具有以下特点:

1. 适应性强,具有高柔性

只需编写新的数控加工程序即可实现对新零件的加工,不需要改变机械及控制部分的硬件。因此,适用于多品种、小批量零件的生产及新产品的试制。

2. 能加工复杂型面

数控车床能实现两坐标轴联动,几乎可以实现任何形状的空间曲面的加工,如容易实现普通车床难以加工的螺旋桨、汽轮机叶片等空间曲面的加工。

3. 加工精度高、产品质量稳定

数控车床按照预定的加工程序对零件进行自动加工,加工过程中消除了操作者人为的操作误差,能保证零件加工质量的一致性。此外,利用反馈系统进行校正及加工误差补偿,可以获得比机床自身精度还要高的加工精度及重复精度,提高了同一批零件的尺寸一致性,加工质量稳定。

4. 自动化程度高、工人劳动强度低

用数控车床加工零件,操作者除了输入程序、装卸工件及刀具、对刀以及关键工序的中间检测等,不需要进行其他复杂的手工操作,这就大大降低了工人的劳动强度。此外,机床上一般都具有较好的安全防护、自动排屑、自动冷却等装置,这也大大改善了操作者的劳动条件。

5. 生产效率高

数控车床结构刚性好,主轴转速高,可以进行大切削用量的强力切削。此外,机床移动部件的空行程运动速度高,加工时所需的切削时间和辅助时间均比普通机床少,生产率比普通机床高 2~3 倍。加工形状复杂的零件时,生产率可比普通机床高十几倍到几十倍。

6. 经济效益好

在单件、小批量生产情况下,使用数控车床可以减少划线、调整、检验时间,节省工艺装备,减少生产费用,从而可以获得良好的经济效益。加工精度稳定,废品率低,大批量生产经济效益也很高。此外,数控机床还可以实现一机多用,节省厂房,节省建厂投资等。

7. 便于实现生产管理的现代化

用数控车床加工零件,能准确地计算出零件的加工工时,有效地简化了检验和工夹具、半成品的管理工作。加工及操作均使用数字信息与标准代码输入,为计算机辅助设计、制造及管理一体化奠定了基础。



任务实施

一、任务分析

本任务主要包括认识数控实训车间的数控车床型号、类型归属、结构组成及各部分功能,了解数控车床的加工范围及数控机床的特点。

二、实施过程

- (1) 认真接受车间上课安全教育,熟记安全注意事项。
- (2) 观察所用数控车床的型号,分辨该数控车床属于哪种分类。
- (3) 观察数控车床的主要结构,说出每个部分结构的功能。
 - ① 认识主轴箱。
 - ② 认识刀架。
 - ③ 认识尾座。
 - ④ 认识操作面板。
 - ⑤ 认识辅助装置。
- (4) 观察数控车床加工的零件,总结其属于什么类型的零件。
- (5) 通过了解数控车床的结构,分析数控车床的加工特点。



任务考核

主要从职业素养和数控车床的认识两大方面进行考核,具体项目及标准详见表 1-1。

表 1-1 认识数控车床任务评分表

考评项目		考评内容	配 分	学 生 自 评	教 师 评 测	得 分
职业素养	安全生产	按规程操作。违反一项扣 1 分	10			
	定置管理	按要求摆放工、量、刀具及材料等。违反一项扣 1 分	10			
	卫生打扫	清理机床及周边卫生。违反一项扣 1 分	10			
数控车床的认识	分类	数控车床分类,错一项扣 1 分	10			
		分辨所用数控车床属于哪一类,错一项扣 1 分	5			
	结构及功能	主轴箱,错一项扣 1 分	10			
		刀架,错一项扣 1 分	10			
		尾座,错一项扣 1 分	10			
		操作面板,错一项扣 1 分	10			
		辅助装置,错一项扣 1 分	10			
	特点	加工零件的特点,错一项扣 1 分	5			
合计			100			

任务反馈

分析在实施任务过程中遇到的问题及问题产生的原因,找出解决办法,并将其填入表 1-2 中,在以后实施任务时多加注意。若有不能解决的问题,可寻求指导教师的帮助,教师最后总结点评。

表 1-2 认识数控车床任务实施情况反馈表

反 馈 项 目	存 在 的 问 题	解 决 办 法
数控车床的分类		
数控车床的主要结构及功能		
数控车床的加工特点		

拓展知识

一、数控机床的发展阶段

数控机床从 20 世纪 50 年代问世以来,随着数控技术的发展,发展迅速,品种日益增多,性能越来越强。数控机床发展至今按其特征可分为如下四个阶段。

1. 机电一体化(20 世纪 60~70 年代)

数控机床在经历了由 20 世纪 50 年代至 60 年代初的数字控制(NC)阶段后,进入 20 世纪 60 年代中期,由于计算机元件的集成度大幅提高以及美国、联邦德国对刀具自动控制程序系统软件(APT)研制成功,出现了具有高度灵活性的以嵌入式微处理器为基础的计算机数控系统(CNC)。在 20 世纪 60~70 年代,数控机床进入了机电一体化(Machatronics)的技术发展阶段,其主要特征包括两个方面:一是产品的机械、动力、控制等功能充分应用电子技术和计算机技术;二是产品的机、电硬件与软件协同集成为一体。

2. 信息集成自动化(20 世纪 70~90 年代)

该阶段的产物是以适应中小批量多品种生产为目标的柔性加工系统,它通过管理平台的信息集成,优化调度,适时安排技术准备,使数控机床的利用率由通常的 80%以下提高到 95%左右。

常见的信息集成自动化的柔性加工系统有柔性制造系统(FMS)、柔性制造单元(FMC)以及在制造执行系统(MES)管理下无自动化物流输送的分布式数控机床单元(DNC)等。

3. 高效柔性化(20 世纪 90 年代~21 世纪初)

该阶段主要解决汽车制造等行业在变品种、大批量生产条件下高生产率的问题。通过提高机床运行速度和加速度、缩短刀具换刀时间、改善机床抗振能力、应用误差补偿和高速切削等技术,使由数控机床组成的柔性生产线(FML)达到可与组合机床比拟的高生产率和更稳定的加工精度。

4. 复合可重构化(21 世纪初期起)

复合机床可进一步发挥数控机床加工工艺集中的优点,它可以在一台机床上完成或几乎完成零件的全部加工,大大减少了制品在机床间传送停留的时间,并可减少工件安装的误差。尤其是对于工序多、型面复杂的零件,采用复合机床是提高效率和精度的有效措施。但是复合机床也存在着成本较高的问题。为此,需要发展具有机电一体化功能的模块,根据加工对象合理重构,用于避免复合机床出现功能冗余和成本过高的问题。

二、数控机床未来发展趋势

1. 更高性能

未来数控机床将通过进一步优化的整机结构、先进的控制系统和高效的数学算法等,实现复杂曲线曲面的高速高精直接插补和高动态响应的伺服控制;通过数字化虚拟仿真、优化的静动态刚度设计、热稳定性控制、在线动态补偿等技术大幅度提高可靠性和精度保持性。

2. 更多功能

从不同切削加工工艺复合(如车铣、铣磨)向不同成形方法的组合(如增材制造、减材制造和等材制造等成形方法的组合或混合)、数控机床与机器人“机-机”融合与协同等方向发展;从“CAD—CAM—CNC”的传统串行工艺链向基于 3D 实体模型的“CAD+CAM+CNC 集成”一步式加工方向发展;从“机-机”互联的网络化,向“人-机-物”互联、边缘/云计算支持的加工大数据处理方向发展。

3. 定制化

根据用户需求,在机床结构、系统配置、专业编程、切削刀具、在机测量等方面提供定制化开发,在加工工艺、切削参数、故障诊断、运行维护等方面提供定制化服务。

4. 智能化

通过传感器和标准通信接口,感知和获取机床状态和加工过程的信号及数据,通过变换处理、建模分析和数据挖掘对加工过程进行学习,形成支持最优决策的信息和指令,实现对机床及加工过程的监测、预报和控制,满足优质、高效、柔性和自适应加工的要求。

5. 绿色化

技术面向未来可持续发展的需求,具有生态友好的设计、轻量化的结构、节能环保的制造、最优化能效管理、清洁切削技术、宜人化人机接口和产品全生命周期绿色化服务等。



任务二 数控车床基本操作



工作任务卡

任务编号	1-2	任务名称	数控车床基本操作
实训地点	数控实训车间	参考课时	2
职业素养	培养学生具备以下职业素养和技能: 1. 遵纪守法、吃苦耐劳、爱岗敬业,具有良好的职业道德。 2. 熟悉数控车床安全操作知识,严格执行安全操作规程,提高个人安全意识。 3. 实训现场着装符合劳动防护要求。 4. 养成良好的工、量、刀具及材料的定置管理习惯。 5. 服从安排,加强团队协作。		
任务介绍	1. 熟悉数控车床操作面板各部分功能。 2. 正确完成数控车床的开机、超程解除、回零、关机等操作。 3. 分别用手动、手摇方式完成分别沿+X、-X、+Z、-Z向的移动刀架操作。 4. 分别用MDI方式及手动方式完成主轴旋转操作。 5. 熟悉数控车床的日常维护及保养知识。		
任务准备	1. 技术资料:工作任务卡、教材、FANUC数控系统操作说明书。 2. 实训场地:安全、整洁。 3. 工具及设备:除CAK6140型数控车床外,准备任务所需的其他相关工具及设备(见下表)。 4. 工作防护:正确使用和佩戴劳动防护用品。		
工具及设备	类别	名称	数量
	工具	卡盘扳手	1把
		刀架扳手	1把
		加力杆	1把



问题引导

1. 如何确定数控车床的坐标系?
2. 数控车床怎样开机和关机?
3. 数控车床如何进行回参考点操作? 所有数控车床都需要回参考点吗?
4. 数控车床的基本操作有哪些? 如何完成?



知识链接

一、数控车床的安全操作与文明生产

1. 安全操作注意事项

(1) 工作时穿好工作服、安全鞋,戴好工作帽及防护镜。不允许戴手套操作机床,不得戴领带操作机床。长发者需戴工作帽,并将长发缩入帽内。

(2) 学生必须在教师的指导下操作机床。如需要多人共同完成,应注意相互间的协调一致,防止误操作对他人或自己造成伤害。

(3) 电气柜内部及操作台内部有中、高压终端,不得用手及其他导电物触摸,也不得随意打开电气柜及操作台。不得用湿手、油手触摸电控元件、开关、按钮。

(4) 不要在机床周围放置障碍物,工作空间应足够大。水和油落在地面上会滑,并带来危险,所以工作场地应保持整洁,过道通畅,毛坯和零件堆放整齐。

(5) 不允许采用压缩空气清洗机床、电气柜及 CNC 单元。

(6) 更换保险丝时一定要切断电源,并且要用相同规格的保险丝更换。

(7) 不要敲击、拍打电气柜及操作台,因为里面装有电气系统及控制元件,否则可能引起错误的报警和事故的发生。

(8) 不要随意改变机床参数及电气元件的设定值。

(9) 不要在机床旁边打闹、拥挤,防止发生事故。

(10) 机床开动时要关好防护门,防止切屑及工件飞出伤人。

2. 工作前的准备工作

(1) 检查机床电源及安全状态。把所有的防护门都关好,以防止外界物质如灰尘、铁屑等进入机床电气柜及操作台内部。

(2) 在机床电源接通后,每次应检查润滑泵工作是否正常,各部分冷却风扇是否正常工作。如有问题,及时维修。

(3) 机床发生故障时,一般操作顺序为:按下急停按钮,关闭系统电源开关,关闭总电源开关。此操作顺序也适用正常情况下的停机操作。当机床发生紧急情况时按下急停按钮。

3. 工作过程中的安全注意事项

(1) 机床启动前,一定要将工件夹紧,特别注意开机时扳手不能留在卡盘或夹头上。机床导轨及运动部件上禁止放置工件及工、量具等其他物品。工、量、刀具应放在附近的安全位置,做到整齐有序,所需物品随手可以拿到。

(2) 机床加工过程中,不能接触运动的主轴和工件,不得将头、手伸向运动的部件,否则



视频

数控车床的安全操作与文明生产

可能引起严重事故。

(3) 禁止用手接触刀尖和铁屑或用嘴吹切屑,切屑必须用铁钩或毛刷来清理。

(4) 机床开动前,必须关好机床防护门。时刻牢记急停按钮的位置及电源总开关位置,并时刻准备操作它,以防发生重大事故。

(5) 严禁使用无柄锉刀打光工件。用砂布打光工件,要用手持夹子等工具,以防绞伤。

(6) 设置卡盘运转时,应让卡盘装夹工件,负载运转。禁止卡爪张开过大或空载运行。

(7) 车床运转中,操作者不得离开岗位,发现机床异常现象应立即停车。完成一项加工任务,暂时离开机床时,应关闭系统及机床电源。

(8) 机床出现故障时,应立即停车和关闭机床电源,并立即报告指导教师或维修人员,切勿带故障操作和擅自处理。

4. 工作完成后的注意事项

(1) 完成操作后,要使机床停止工作时,先按下急停按钮,然后关闭系统电源开关,最后关闭机床电源开关。

(2) 严禁使用化学试剂擦拭机床操作面板及 CNC 操作面板,以防止发生化学反应。特别是显示屏,不得用任何化学试剂擦拭。

(3) 完成工作、关闭机床后,应清洁和擦拭机床,打扫环境卫生,整理工件。

(4) 如果长时间不工作,应保持 7 天给机床通一次电,使电气元件及数控系统得电运行 2~3 h,以驱赶电气柜及操作台内部的潮气,以及为电池充电。

5. 文明生产

(1) 精神文明。遵纪守法,爱护公共财产,同学间相互尊重,加强团队协作。

(2) 物品定置管理。不用的物品不摆放在现场,做到所需物品随手可以拿到。

(3) 环境文明。保持实训现场整洁。

(4) 操作文明。严格遵守安全操作规程,执行安全操作程序,不盲目操作,不盲目指挥。

二、数控机床坐标系及工件坐标系

1. 机床坐标系

在数控机床上,机床的动作是由数控装置控制的,为了确定机床的成形运动和辅助运动,必须先确定机床上运动的方向和运动的距离,这就需要一个坐标系才能实现,这个坐标系就称为机床坐标系。

机床坐标系采用右手笛卡儿直角坐标系,X、Y、Z 轴的关系如图 1-10 所示。用右手拇指、食指和中指分别代表 X、Y、Z 轴,三个手指互相垂直,所指方向分别为 X、Y、Z 的正方向。围绕 X、Y、Z 轴的回转运动分别用 A、B、C 表示,其正方向用右手螺旋定则确定。

1) 运动方向的确定

机床的某一运动部件的运动正方向规定为增大工件与刀具之间距离的方向。即刀具远离工件的方向为正方向,反之为负方向。

数控机床的进给运动,有的是由主轴带动刀具运动来实现的(如立式数控铣床 Z 轴),有的是由工作台带动工件运动来实现的(如立式数控铣床 X、Y 轴)。数控车床由主轴带动工件旋转,刀架带动车刀做进给运动。因此,规定假定工件不动,刀具相对静止的工件而运动。这一原则使编程人员在编写程序时不必考虑是刀具移向工件还是工件移向刀具,而永远假

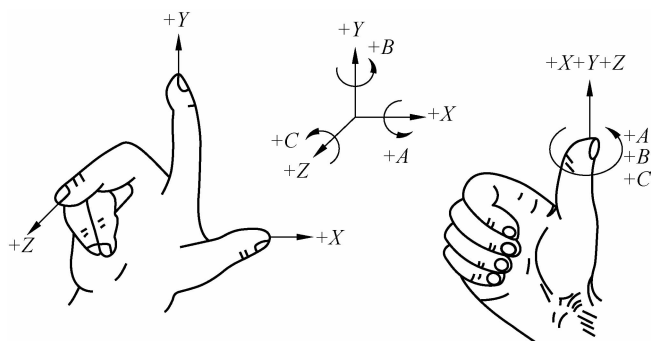


图 1-10 右手笛卡儿直角坐标系与右手螺旋定则

定工件是静止的,刀具相对静止的工件而运动。

确定机床坐标轴时,一般是先确定 Z 轴,再确定 X 轴,最后确定 Y 轴。

(1) Z 轴运动方向的确定。一般取产生切削力的轴线即主轴轴线为 Z 轴。主轴带动工件旋转的机床有车床等。主轴带动刀具旋转的机床有铣床等。当机床有几个主轴时,选择一个垂直于工件装夹面的主轴为 Z 轴,如龙门轮廓铣床。当机床无主轴时,选择与装夹工件的工作台面相垂直的直线为 Z 轴。 Z 轴的正方向是增大刀具和工件之间距离的方向。

(2) X 轴运动方向的确定。 X 轴一般位于平行于工件装夹面的水平面内,是刀具或工件定位平面内运动的主要坐标。在没有主轴的机床上(如刨床), X 轴坐标平行于主要切削方向,以该方向为正方向。对于工件做回转切削运动的机床(如车床),在水平面内取垂直于工件回转轴线(Z 轴)的方向为 X 轴,刀具远离工件的方向为正方向。

(3) Y 轴运动方向的确定。 Y 轴正方向是根据 X 、 Z 轴的运动,按照右手笛卡儿直角坐标系来确定的。水平床身数控车床和倾斜床身数控车床的坐标轴及其方向如图 1-11 所示。

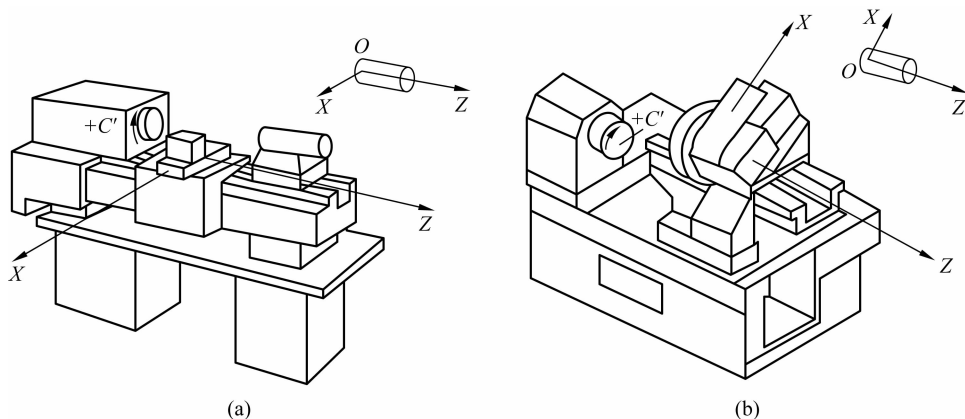


图 1-11 数控车床坐标轴及其方向

(a) 水平床身数控车床(前置刀架); (b) 倾斜床身数控车床(后置刀架)

2) 机床原点

机床坐标系的原点称为机床原点(也称机械零点)。机床坐标系是机床固有的,对于具体机床来说,在经过设计制造调整后,这个原点便被确定下来,它是机床上的固定点。数控机床的机床原点各厂家不一致,一般是设在卡盘端面与主轴的中心线的交点上,也有的设在

X、Z 轴的极限位置处。按右手笛卡儿直角坐标系规定,以刀尖远离零件的方向为正方向,如图 1-12 所示。

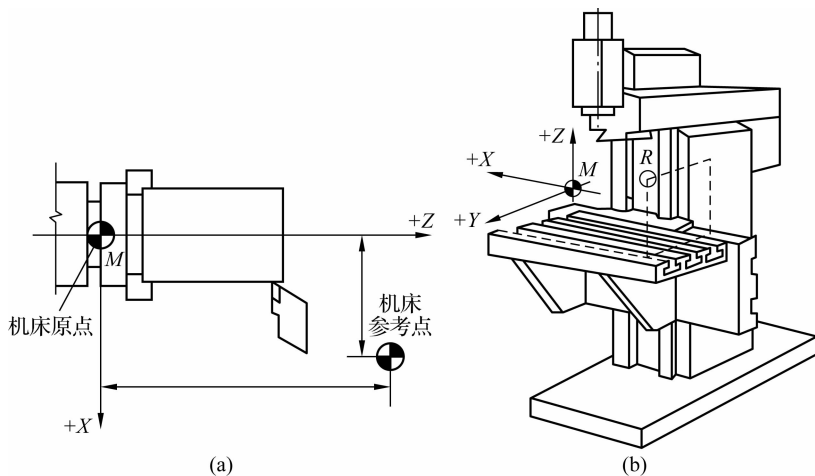


图 1-12 数控机床的机床原点与机床参考点

(a)数控车床(前置刀架);(b)数控铣床

3) 机床参考点

为了正确建立机床坐标系,通常设置一个参考点作为测量起点,该点就是机床的参考点。机床参考点是由机床制造厂在机床装配、调试时确定的一个固定不变的点。机床参考点是硬件点,其位置是由机床制造厂家在每个进给轴行程的正极限位置处用限位开关精确调整好的,一般通过减速行程开关粗定位而由零位脉冲精确定位找到机床参考点。机床参考点可以和机床原点重合,如图 1-13 (a)所示;也可以不重合,如图 1-13(b)所示。当机床参考点和机床原点重合时,回参考点的操作也称回零。

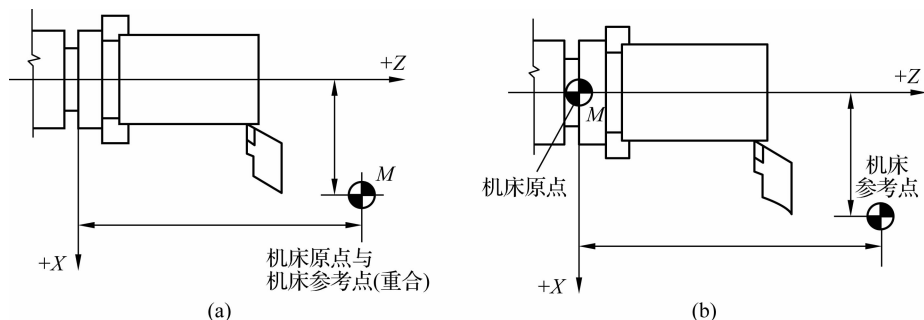


图 1-13 数控车床的机床原点与机床参考点(前置刀架)

(a)机床原点与机床参考点重合;(b)机床原点与机床参考点不重合

当机床开机后,应首先回参考点(或称回零)以便建立机床坐标系。目前,大多数数控机床均采用增量式编码器来作位置反馈元件,由于不是绝对式,在机床处于断电状态时 CNC 系统会失去对机械坐标系值的记忆。因此,每次开机必须重新回参考点,如果没有回参考点操作,机床会产生意想不到的运动而发生危险。回参考点后,刀具就在机床坐标系中有了一个确定的坐标位置。对于 FANUC 系统的机床,除每次开机手动回参考点外,在机床工作过程中只要出现按下紧急停止按钮或超程等操作,都必须重新进行回参考点操作。

对于使用伺服电机带有记忆功能绝对编码器的数控机床,其编码器的码盘上有绝对零点,可以该点作为脉冲的计数基准。其计数值既可以反映位移量,也可以实时反映机床的实际位置。当电源关断时也能记忆机械位置,当系统上电后,机械坐标系自动建立,因此不需要回参考点。

2. 工件坐标系

在数控编程的过程中,编程人员选择工件上的某一已知点作为工件坐标系原点,建立一个新的坐标系,通常称为编程坐标系或工件坐标系。工件坐标系坐标轴的名称和方向应与所选用机床的坐标系坐标轴的名称和方向一致,工件坐标系的原点由编程人员根据工件的结构特点来选定。

为了方便,数控车床工件坐标系原点一般设在工件右端面的中心上,它通过对刀来确立。工件直径方向为 X 轴,工件轴线方向为 Z 轴,刀具远离工件的方向为正方向,建立的工件坐标系如图1-14所示。

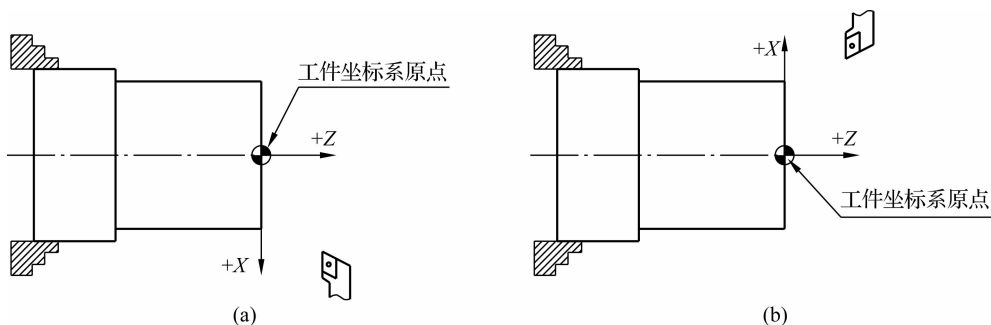


图 1-14 数控车床工件坐标系

(a)前置刀架; (b)后置刀架

三、数控车床操作面板

FANUC Oi Mate-TC 系统数控车床操作面板由显示屏、MDI 键盘及机床控制面板等组成,如图1-15所示。控制板上各功能键功用见表1-3、表1-4。

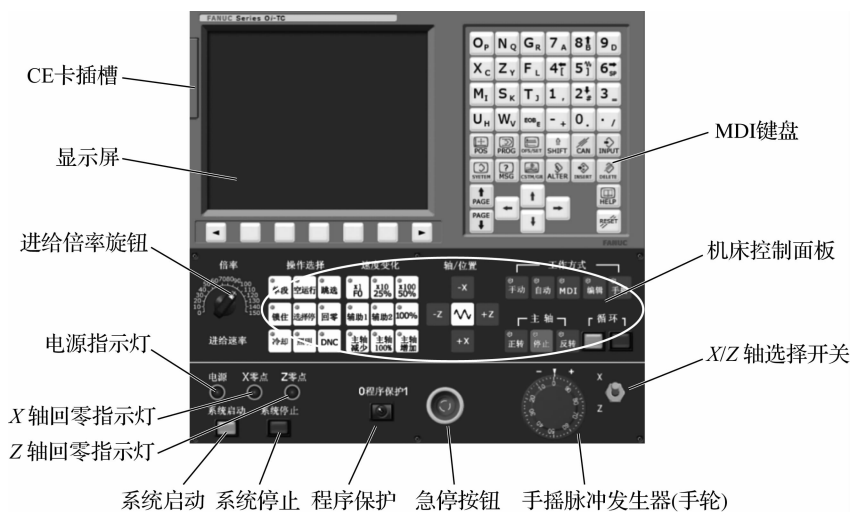


图 1-15 数控车床操作面板



视频
数控车床操作
面板

表 1-3 MDI 键盘功能键的主要作用

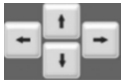
按 键	名 称	功 能 说 明
RESET	复位键	在自动方式下中止当前加工程序或取消报警
HELP	帮助键	显示系统帮助页面
SHIFT	切换键	用于上下字母的切换
INPUT	输入键	用于编辑程序和修改参数等操作
ALTER	修改键	用于消除输入域内的数据
INPUT	替换键	用输入的数据替代已有的数据
INSERT	插入键	输入程序和把输入域之中的数据插入当前光标之后的位置
DELETE	删除键	删除光标所在的数据;删除一个数控程序或者删除全部数控程序
POS	位置显示键	显示坐标位置页面
PROG	程序键	显示程序页面
OFS/SET	参数输入页面	显示刀偏或设定页面
SYSTEM	系统参数键	显示系统参数页面
MESSAGE	报警信息键	显示报警信息
CUSTOM	图形模拟键	显示零件的轨迹图形及图形参数
	光标移动键	向上、下、左、右移动光标
PAGE↑	翻页键	向上翻页
PAGE↓	翻页键	向下翻页
EOB	换行键	分号“;”,用于程序段的结束或换行
	数字/字母键	输入数字或字母,上下符号用 SHIFT 键切换

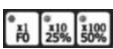
表 1-4 机床控制面板上各功能键的功用

功 能 键		名 称	功 能 说 明
方式选择键		编辑方式	可以编辑、修改、删除或传输程序
		自动方式	选择好加工程序,按自动方式键,按下循环启动按钮后机床自动运行
		MDI 方式	也称手动输入方式,具有输入一个程序段并执行程序段的功能。输入的程序不能存储
		手动方式	通过 X、Z 的移动按钮,可以实现各自的连续移动。速度可以通过进给倍率开关选择
		手轮方式	通过轴选开关选择 X、Z 向,同时选择好手轮倍率,摇动手轮可实现沿某一轴(X/Z)的连续或单步移动

(续表)

功 能 键	名 称	功 能 说 明
操作 选择键		单段方式
		回参考点
主轴 旋转键		主轴正转
		主轴停止
		主轴反转
系统 启停键		循环启动键
		循环停止键
主轴转速 比调整键		主轴降速键
		主轴正常转速
		主轴升速键
超程 解除键		超程解除
进给轴 和方向 选择键		手动进给键
进给倍 率旋钮		进给倍率旋钮
程序保 护开关		程序保护开关
指示灯		电源/回零 指示灯
急停 按钮		急停按钮

(续表)

功 能 键	名 称	功 能 说 明
手轮进给倍率键 	手轮进给倍率键	用于选择手轮移动倍率,手轮每转一格,机床分别移动0.001 mm、0.010 mm和0.100 mm
手轮 	手摇脉冲发生器(手轮)	手轮顺时针转,机床往正方向移动;手轮逆时针转,机床往负方向移动
轴选开关 	手轮进给 X、Z 轴选择开关	用于手摇进给时 X、Z 轴的选择
系统电源开关 	系统启动/停止	用来开启和关闭数控系统

四、数控车床的基本操作

1. 开机与关机

数控车床的开机操作步骤如下:

- (1)打开机床电源开关(一般在数控机床后面或侧面),接通机床电源。
- (2)按下机床面板上的系统启动键,系统上电,显示屏上显示初始页面。系统进行自检査。
- (3)旋转释放急停按钮,按 **RESET** 键复位解除报警。系统进入待机状态,可以进行机床操作。
- (4)关机时,首先按下急停按钮,然后按下机床面板上的 **系统停止** 键,使系统断电,最后关闭机床电源开关。

注意:若开机后机床报警,检查急停按钮是否打开或超程。如果超程,则一直按下 **超程解除** 键,同时用手摇方式向超程相反的方向移动刀架,并离开参考点一定距离,直至报警解除。

2. 回参考点

机床开机后,必须首先进行回参考点操作(具有断电记忆功能绝对编码器的机床不用进行回参考点操作)。回参考点操作步骤如下:

- (1)按下 **回零** 键或 **回参考点** 键,然后按 **+X** 键,刀架向 X 轴正方向移动,显示屏上坐标参数显示变化。待 X 轴回零指示灯亮了,表明 X 轴已回到参考点。
- (2)待 X 轴回零指示灯亮后,方可按下 **+Z** 键,刀架向 Z 轴正方向移动,显示屏上坐标参数显示变化。待 Z 轴回零指示灯亮了,表明 Z 轴已回到参考点。

注意:

- (1)除有断电记忆功能绝对编码器的机床外,若不回参考点,机床会产生意想不到的运动,发生碰撞及伤害事故。机床开机后必须进行回参考点操作。当进行机床锁住、图形演示、机床空运行以及急停操作后,也必须重新进行回参考点操作。



视频
数控车床基本操作

(2)为保证安全,回参考点时必须先回+X,再回+Z;如果先回+Z则可能导致刀架电机与尾座发生碰撞的事故。

(3)在进行回参考点操作前,应使刀架位于减速开关和负限位开关之间。数控机床参考点就在行程正极限位置内侧附近。在回参考点时,如果刀架已经在参考点附近,则必须先手动移动刀架远离参考点,再进行回参考点操作,否则会引发超程报警。

3. 手动、手摇操作

1) 手动操作

在手动方式(JOG)中,可以使刀架连续或点动运行。

按[手动]键,进入手动运行方式。分别按[-X]、[+X]、[-Z]、[+Z]键,可以使刀架按相应的方向移动。

如果按住快进开关[▽]的同时,分别按下[-X]、[+X]、[-Z]、[+Z]键,则刀架向相应的方向快速移动。

刀架移动速度可以通过[进给倍率]旋钮来调节,倍率值可从0到150%进行调节。

注意:在手动方式下使刀架运动时,要时刻注意刀架的运动位置,防止与工件或尾座发生碰撞。

2) 手摇操作

刀架的移动可以通过转动手轮来实现。一般在微动、对刀等操作中使用此功能移动刀架。通过[轴选开关]选择X轴或Z轴方向,同时选择好手轮倍率来调节刀架移动速度。

按下[手摇]键,用[轴选开关]选择X轴或Z轴方向,选择合适的手轮倍率,转动手轮则刀架移动。

刀架移动速度可以用手轮倍率旋钮来调节,倍率值为[×1]、[×10]、[×100]。

注意:用手摇操作时动作要轻柔,并注意观察刀架的运动位置。当需要微动时,不要转动手柄,应该通过转动手轮外圈控制移动速度。

4. 主轴旋转操作

主轴旋转操作可以通过MDI方式或手动方式操作。

1) MDI 方式

按下[MDI]方式键,按[PROG]键,显示屏上显示可编辑程序页面。按下面步骤操作:输入M03S300—按[EOB]键—按[INSERT]键,在显示屏上出现程序段“M03S300;”字样,然后按下[循环启动]按钮,机床主轴旋转。此时主轴正转,转速为300 r/min。

按下红色[主轴停止]键,或者按下复位键[RESET],主轴停止转动。

2) 手动方式

机床开机后,通过MDI方式已经使主轴旋转后,可以使用手动方式操作主轴旋转。

按下[手动]方式键,按[主轴正转]键,主轴转动。主轴转速可以通过显示屏显示具体的数值。按[主轴增加]或[主轴减少]键可以使转速上升或下降,升降范围最大150%,最小60%。

按[主轴设定]键,转速变为设定值的 100%。

按下红色[主轴停止]键,或者按下复位键[RESET],主轴停止转动。

注意:在主轴旋转操作前,一定要检查工件已经可靠夹紧,将扳手拿离三爪卡盘,活动部件以及防护门上不要放工、量具及其他物品,关好防护门,才可按[循环启动]按钮使主轴转动。

在机床操作和运行中要习惯用[RESET]复位键,按下此键,则机床主轴、进给、程序运行以及其他动作都会停止,系统处于复位状态。

5. 换刀操作

换刀操作也可以通过 MDI 方式或手动方式操作。

1)MDI 方式

按下[MDI]方式键,按[PROG]键,显示屏上显示可编辑程序页面。按下面步骤操作:输入 T0101—按[EOB]键—按[INSERT]键,显示屏上将出现程序段“T0101;”字样,然后按下[循环启动]按钮,刀架转动到 1 号刀位。2 号刀位为“T0202”,3 号刀位为“T0303”,以此类推。

T0101 指令中前两位数字是刀位号,后两位数字是刀补号。

2)手动方式

按下[手动]方式键,按[手动选刀]键,刀架转动。每按一次,刀架转动一个位置,继续按此键,直到选择的刀具转到合适位置。

注意:在换刀操作前,一定要确保刀具处于安全位置,防止刀具与工件以及尾座、顶尖等发生碰撞。

五、数控车床的日常维护及保养

数控车床是一种自动化程度高、结构复杂且价格昂贵的先进加工设备,为保证其使用寿命和效率,必须做好定期的维护和保养。常见的数控车床日常维护和保养内容如下:

(1)确保合适的使用环境。周围环境对数控机床影响较大,潮湿的空气、粉尘及腐蚀性气体等,不仅会使机床导轨面产生磨损和腐蚀,还会影响电气元件的寿命。

(2)外观保养。及时清理主要部件,对数控车床外露主要部位(如工作台、导轨、数控面板等)每班打扫一次,对车床内部主要部件每周清扫一次,包括空气过滤器、电气柜等。

(3)定期检查数控车床部件。发现问题,应及时解决。常见检查内容及要求见表 1-5。

表 1-5 数控车床检查内容及要求

序 号	检 查 周 期	检 查 部 位	检 查 要 求
1	每天	导轨润滑油箱	润滑油泵油量充足,能定时启动供油及停止
2	每天	主轴润滑恒温油箱	工作正常,油量充足,温度范围合适
3	每天	机床液压系统	油泵无异常噪声,工作油面高度合适,压力表指示正常,管路及各接头无泄漏
4	每天	压缩空气源压力	气动控制系统压力在正常范围

(续表)

序 号	检 查 周 期	检 查 部 位	检 查 要 求
5	每天	X、Z 轴导轨面	有无毛刺及切屑等脏物
6	每天	防护装置	机床防护罩齐全,无松动、漏水现象
7	每天	电气柜散热通风装置	各电气柜中冷却风扇工作正常,风道过滤网无堵塞
8	不定期	切削液箱	切削液充足,若太脏应及时更换
9	每季度	主轴及各定位螺钉	无松动现象
10	每季度	刀架	运动准确可靠
11	每半年	主轴驱动带	按说明书要求调整松紧
12	每半年	各轴导轨上的镶条和 压紧滚轮	按说明书要求调整松紧
13	每半年	滚珠丝杠	清洗丝杠上旧的润滑脂,涂上新油脂
14	每年	润滑油泵过滤器	清理润滑油池底,及时更换滤油器

(4)及时更换易损件。传动带、轴承等配件出现损坏后,应及时更换,防止造成设备和人身事故。

(5)定期更换存储器电池。一般数控系统都装有电池,当电池电压不足时会报警,应及时更换,防止断电期间系统数据丢失。

(6)长期不用的数控车床应定期通电运行。防止空气潮湿影响电气元件的性能。



任务实施

一、任务分析

本任务是学生初次操作数控车床,要求学生先熟悉安全操作规程,然后进行数控车床的基本操作。要按步骤进行开关机操作;在移动刀架操作前要明确数控车床坐标轴及其正方向,然后通过控制面板操作来移动刀架;在进行主轴旋转操作时,要先在卡盘上装夹工件;换刀操作时要确保刀架在安全位置。

二、实施过程

(1)数控车床开机操作。先开机床电源开关,然后按下 **系统启动** 键,再旋转释放急停按钮,按 **RESET** 键解除报警,完成开机。

(2)回参考点操作。注意先回 X 轴,再回 Z 轴。

(3)手动控制主轴正、反转。通过 **主轴升速** 或 **主轴降速** 键调整主轴转速,观察转速变化。

(4)手动移动刀架。在手动方式下分别向 +X、-X、+Z、-Z 向移动刀架,通过进给倍率旋钮调节刀架移动速度。

(5)手动快速移动刀架。在手动方式下,通过使用快进按键实现刀架快速移动,通过进给倍率旋钮调节刀架移动速度。

(6)手摇移动刀架。在手摇方式下,通过[轴选开关]选择移动轴,通过选择手摇倍率调节刀架移动速度。

(7)移动刀架过程中遇到超程报警情况,尝试解除报警信号。

(8)换刀操作。分别在手动方式和 MDI 方式下尝试换刀操作。

(9)MDI 方式启动主轴。使主轴正转,设定转速为 300 r/min。

(10)机床关机。先按下[急停]按钮,然后按下[系统停止]键,最后关闭机床电源开关。

任务考核

主要从职业素养和数控车床操作内容两大方面进行考核,具体项目及标准详见表 1-6。

表 1-6 数控车床基本操作任务评分表

考评项目		考评内容	配 分	学生自评	教师评测	得 分
职业素养	安全操作	按规程操作。违反一项扣 1 分	10			
	定置管理	按要求摆放物品。违反一项扣 1 分	5			
	卫生打扫	清理机床及周边卫生。违反一项扣 1 分	10			
	设备保养	做好设备的日常检查与保养。违反一项扣 1 分	5			
操作内容	开机	按正确顺序操作。顺序错误不得分	10			
	回参考点	按正确顺序操作。顺序错误不得分	10			
	手动方式	实现主轴和刀架动作,并能调节速度。错一处扣 2 分	15			
	手摇方式	移动刀架操作。包括轴向选择和进给倍率调节。错一处扣 2 分	15			
	MDI 方式	实现主轴在指定转速下转动。错一处扣 2 分	10			
	关机	按正确顺序操作。顺序错误不得分	10			
合计			100			
备注:出现撞机床或工伤记 0 分						

任务反馈

分析在实施任务过程中遇到的问题及问题产生的原因,找出解决办法,并将其填入表 1-7 中,在以后实施任务时多加注意。若有不能解决的问题,可寻求指导教师的帮助,教师最后

总结点评。

表 1-7 数控车床基本操作任务实施情况反馈表

反 馈 项 目	存 在 的 问 题	解 决 办 法
数控车床坐标系		
数控车床操作		
安全文明操作		



任务三 数控车床常用刀具及工件的装夹



工作任务卡

任 务 编 号	1-3	任 务 名 称	数控车床常用刀具及工件的装夹
实 训 地 点	数控实训车间	参 考 课 时	2
职 业 素 养	培养学生具备以下职业素养和技能： 1. 遵纪守法、吃苦耐劳、爱岗敬业，具有良好的职业道德。 2. 牢记车间安全注意事项，爱护设备，提高个人安全意识。 3. 积极接受新事物，树立专业自信。 4. 养成良好的工、量、刀具及材料的定置管理习惯。 5. 服从安排，加强团队协作。		
任 务 介 绍	1. 正确安装外圆车刀。 2. 正确装夹工件。 3. 用 $\phi 40\text{mm} \times 80\text{mm}$ 棒料进行试切削。		
任 务 准 备	1. 技术资料：工作任务卡、教材、FANUC 数控系统操作说明书。 2. 实训场地：安全、整洁。 3. 工具及设备：除 CAK6140 型数控车床外，准备任务所需的其他相关工具及设备（见下表）。 4. 工作防护：正确使用和佩戴劳动防护用品。		
工 具 及 设 备	类 别	名 称	数 量
	工 具	卡盘扳手	1 把
		刀架扳手	1 把
		加力杆	1 把
		内六角扳手	1 套
		铁钩	1 把
	刀 具	90°外圆车刀	1 把



问题引导

1. 常用的数控车床车刀有哪些类型?
2. 如何调整车刀刀尖,使其与工件回转中心等高?
3. 工件的装夹方式有哪些?
4. 进行试切削时如何选择手轮倍率?



知识链接

一、刀具的基本知识

数控车床所用刀具要求精度高,刚性好,装夹调整方便,切削性能强,耐用度高。合理选用刀具既能提高加工效率又能提高产品质量。

1. 车刀的组成部分

车刀由刀头和刀体(也称刀杆)组成。刀头用来切削,又称切削部分,刀体用来将刀夹固在刀架或刀座上,如图 1-16 所示。

车刀的切削部分一般由三面两刃一尖组成。

- (1)前刀面:切削时刚形成的切屑沿其流出的表面。
- (2)主后刀面:和工件加工表面相对的表面。
- (3)副后刀面:和工件已加工表面相对的表面。
- (4)主切削刃:前刀面和主后刀面的交线,它承担着主要的切削任务。

- (5)副切削刃:前刀面和副后刀面的交线,它承担少量的切削任务,起一定的修光作用。

- (6)刀尖:主切削刃和副切削刃的交点,它通常是一小段过渡圆弧。

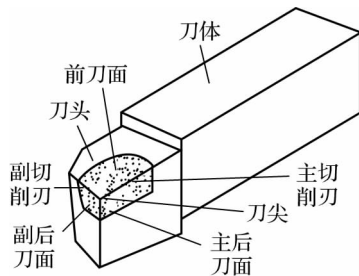


图 1-16 车刀的结构

2. 车刀的切削角度及其作用

车刀的基本角度如图 1-17 所示。

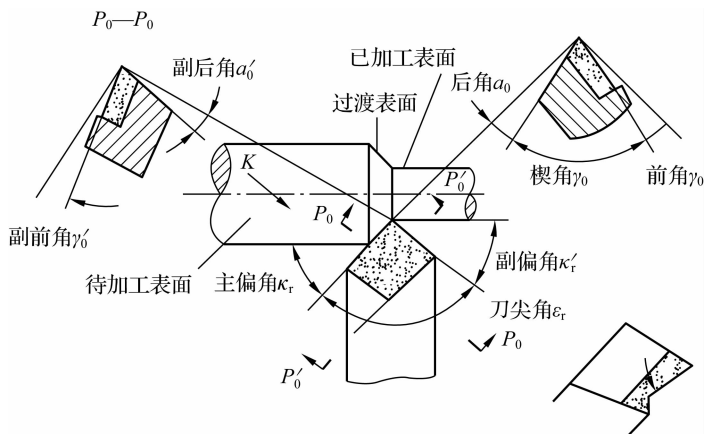


图 1-17 车刀的基本角度

1) 前角 γ_0

前角 γ_0 是水平面与前刀面之间的夹角。其主要作用是使刀刃锋利,便于切削。车刀的前角不能太大,否则会削弱刀刃的强度,使刀刃容易磨损甚至崩坏。

加工塑性材料时,屑片多呈带状,切削力集中在离刀刃较远的部位上,刀刃不容易崩坏,因此前角可选大些。用硬质合金车刀加工钢件时,一般选取 $\gamma_0=10^\circ\sim 20^\circ$;精加工时,车刀的前角应比粗加工大,这样刀刃锋利,可降低工件的表面粗糙度。

加工铸铁等脆性材料时,屑片呈崩碎状,使刀刃附近集中一个冲击力,容易使刀刃崩坏,因此前角 γ_0 一般要选小些。用硬质合金车刀加工脆性材料时,一般选取 $\gamma_0=5^\circ\sim 15^\circ$ 。

2) 后角 α_0

后角 α_0 是包含主切削刃的铅垂面与主后刀面之间的夹角。其作用是减小车削时主后刀面与工件的摩擦。后角一般为 $3^\circ\sim 12^\circ$ 。粗加工时选较小值,精加工时选较大值。

3) 主偏角 κ_r

主偏角 κ_r 是进给方向与主切削刃之间的夹角。其作用如下:

(1)改善切削条件和提高刀具寿命。在相同的进给量和切深的条件下工作,减小主偏角可增加主切削刃参与切削的长度,增大了散热面积,从而改善了切削条件,使刀具寿命提高。

(2)主偏角的大小直接影响车削时径向力的大小。在切削力同样大小的情况下,主偏角太小时,工件的径向力显著增大。所以车削细长轴时,为减小径向力,常用 $\kappa_r=75^\circ$ 或 $\kappa_r=90^\circ$ 的车刀。车刀常用的主偏角有 45° 、 60° 、 75° 、 90° 等。

4) 副偏角 κ'_r

副偏角 κ'_r 是进给运动的反方向与副切削刃之间的夹角。其主要作用是减小副切削刃与已加工表面之间的摩擦,以改善加工表面质量。在同样吃刀深度和进给量的情况下,减小副偏角,可以减小车削后的残留面积的高度,使表面粗糙度降低,表面质量提高。一般选取 $\kappa'_r=5^\circ\sim 15^\circ$ 。

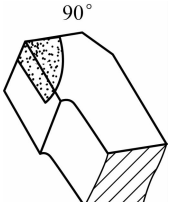
5) 在切削平面中测量的角度——刃倾角 λ_s

刃倾角 λ_s 是主切削刃与基面的夹角,其作用主要是控制切屑的流出方向,如图 1-17 所示。主切削刃与基面平行, $\lambda_s=0^\circ$;若刀尖处于主切削刃的最低点, λ_s 为负值,刀尖强度增大,切屑流向已加工表面,用于粗加工;若刀尖处于主切削刃的最高点, λ_s 为正值,刀尖强度削弱,切屑流向待加工表面,用于精加工。一般选取车刀刃倾角 $\lambda_s=-4^\circ\sim 4^\circ$ 。

二、常用车刀的分类及用途

根据加工表面特征不同,车刀可分为外圆车刀、切断(槽)刀、螺纹车刀、内孔车刀、成形车刀等。常用车刀形状及用途如表 1-8 所示。

表 1-8 常用车刀形状及用途

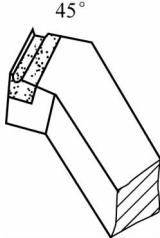
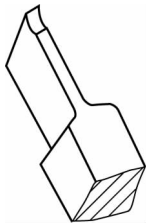
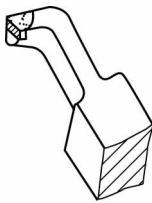
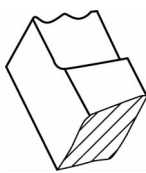
车 刀 种 类	车 刀 形 状	车 刀 用 途
外圆车刀	 90°	用来车削工件的外圆、台阶和端面



视频

常用车刀的分类及用途

(续表)

车 刀 种 类	车 刀 形 状	车 刀 用 途
外圆车刀		用来车削工件的外圆、端面和 45°倒角
切断(槽)刀		用来切断工件或在工件上切槽
螺纹车刀		用来车削螺纹。内螺纹则用内螺纹车刀车削
内孔车刀		用来车削内孔。车削前要先在工件上钻孔
成形车刀		用来车削回转体成形表面。其刃形是根据工件廓形设计的,可以做成不同形状的成形车刀

根据结构不同,车刀可分为整体式车刀、焊接式车刀和机夹式车刀。其形状及应用场合如表 1-9 所示。

表 1-9 常用车刀形状及应用场合

车 刀 种 类	车 刀 形 状	特点及应用场合
整体式车刀		刀具由一个坯料制成,切削部分靠刃磨得到,易磨成锋利切削刃,多用高速钢材料制成。一般用于小型机床的低速切削和加工有色金属

(续表)

车 刀 种 类	车 刀 形 状	特 点 及 应 用 场 合
焊接式车刀		将硬质合金刀片焊接在刀头部位,不同种类的车刀可使用不同形状的刀片,结构紧凑,制造方便,使用灵活。可用于高速切削
机夹式车刀		分为机夹不转位车刀和机夹可转位车刀。机夹不转位车刀是采用普通刀片,用机械夹固的方法将刀片夹持在刀杆上使用的车刀,刀片用钝后可更换新刃磨好的刀片。机夹可转位车刀是使用可转位刀片的机夹车刀。刀具寿命高,生产效率高,更换刀片方便迅速,其应用日益广泛。用于数控车床及大、中型数控车床的加工

三、外圆车刀的选择及车刀的安装

1. 外圆车刀的选择

轴类零件数控车削一般分粗车和精车。粗车阶段,工件毛坯加工余量大且不均匀,对粗加工阶段的要求是尽可能在短时间内切除掉工件上的大部分余量,保证生产率,因此,粗车加工有切削深度大、进给量大、切削热大和排屑量大的特点,应选用强度大、排屑好的车刀。一般选主偏角为 90° 、 93° 、 95° ,副偏角较小,前角和后角较小,刃倾角较小的车刀。

精车阶段零件加工余量小且均匀,对精加工阶段的要求是保证零件的尺寸精度和表面粗糙度,应选用刀刃锋利、带修光刃的车刀,并且排屑槽排屑不能排向工件已加工表面,一般选主偏角为 90° 、副偏角较小、前角和后角较大、刃倾角较大的车刀。

2. 车刀的安装

车削外圆、台阶、端面及内孔时,各种类型车刀的安装要求都相同。车刀安装得是否正确,将直接影响到切削能否顺利进行和工件加工质量。安装时应注意以下几点:

- (1) 车刀的刀杆应与主轴轴线方向垂直,以保证主偏角和副偏角不变。
- (2) 为避免加工中产生振动,车刀伸出刀架部分的长度应尽量短,以增强其刚性,一般为刀柄厚度的 $1 \sim 1.5$ 倍;内孔车刀刀杆伸出长度以被加工孔的长度为准,且大于被加工孔的长度。
- (3) 焊接式车刀可以使用垫片来调整车刀刀尖高度。垫片一般用长 $150 \sim 200$ mm、宽略小于刀槽厚 $2 \sim 3$ mm 的钢片。垫片要结实,垫片的数量应尽量少,一般不要超过 3 块。
- (4) 车刀至少要用两个螺钉压紧,并要轮流拧紧螺钉,如图 1-18 所示。



视频
常用车刀的
安装

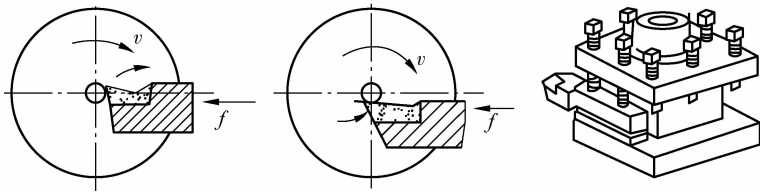


图 1-18 车刀的安装

(5)车刀刀尖应与工件回转中心等高。若外圆车刀刀尖高于工件的轴线,则车刀的实际后角减小,车刀后刀面与工件之间的摩擦力变大;若刀尖低于工件的轴线,则车刀的实际前角减小,切削阻力增大。另外,如果车刀刀尖与工件回转中心不等高,在车削圆锥表面时会产生双曲线误差。如果车刀刀尖与工件回转中心不等高,还会在车削端面至中心时留下凸台。使用硬质合金刀具时,若忽视此点,车削至工件中心处会使刀尖崩碎。因此,一定要调整刀尖高度,使其对准工件回转中心,常用方法有:

①在尾座上安装顶尖,调整车刀高度,使刀尖与顶尖的尖部等高。

②将车刀靠近工件端面,用目测法估计车刀的高低,然后夹紧车刀,试车端面,再根据所车削端面的回转中心调整到合适高度。

四、工件的装夹

数控车床主要用于加工回转类零件,下面就以轴类零件的装夹为例进行说明。

轴类零件按其长径比可分为短轴、长轴和细长轴。常用以下几种装夹方法。

1. 用三爪自定心卡盘装夹

短轴通常安装在三爪自定心卡盘上,如图 1-19 所示。

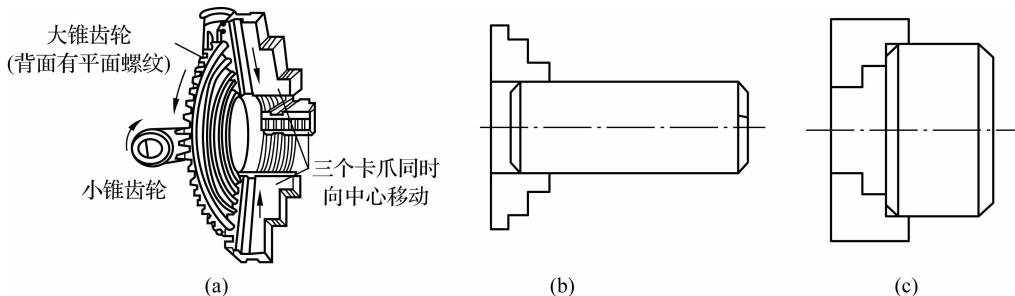


图 1-19 三爪自定心卡盘的结构和工件安装

(a)三爪自定心卡盘;(b)正爪装夹;(c)反爪装夹

三爪卡盘是车床上应用最广的通用夹具,适合于安装短圆棒料或盘类工件(直径较大的盘状工件,可用反三爪夹持)。当转动小锥齿轮时,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,以夹紧不同直径的工件。三爪卡盘装夹方便,能自动定心,但其定心准确度不高。夹紧力没有单动卡盘大,一般只适宜于装夹重量较轻的中、小型零件。

工件上同轴度要求较高的表面应在一次装夹中车出。当装夹较长的工件或工件加工部位的精度要求较高时需要进行找正。三爪卡盘装夹工件找正时,可以用百分表测被夹持部分伸出端的圆周跳动量。粗加工时可用划针接近被测表面,转动卡盘看划针与工件表面的间隙来判断其跳动量。若跳动较大不满足精度要求,调整的办法一是检查卡盘本身与机床主轴的同轴度并重装卡盘或校正卡爪,二是采取在卡爪与工件之间垫铜皮的办法把工件表面的跳动量减小到工艺允许范围。

二次装夹常常采用软爪。软爪是硬度较低的卡爪,在使用前根据被加工工件尺寸制造而成,一般用未经淬火的 45 钢制造。



视频

工件的装夹与
找正

2. 用一夹一顶方式装夹

对一般较长的轴类工件,或形位精度要求较高的工件,可采用一端用三爪卡盘装夹,另一端用顶尖顶住的装夹方法。这种装夹方法能承受较大的轴向切削力,且刚性大大提高,同时可增大切削用量。

用这种方法夹紧台阶轴时,可利用轴件本身的台阶去限定安装位置,如图 1-20 所示。

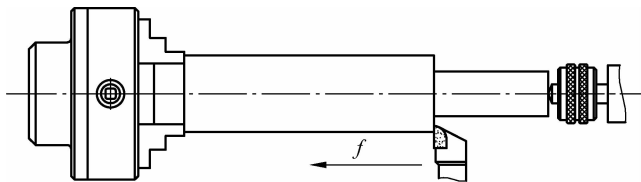


图 1-20 一夹一顶装夹工件

夹持光轴时要防止车刀进给过程中,由于切削力的作用,而迫使轴件向主轴方向慢慢移动位置,这样,轻则影响轴的尺寸精度,重则有使轴件另一端脱离尾座后顶尖而发生事故的危险。为防止这种情况发生,可使用限位装置,如图 1-21 所示。

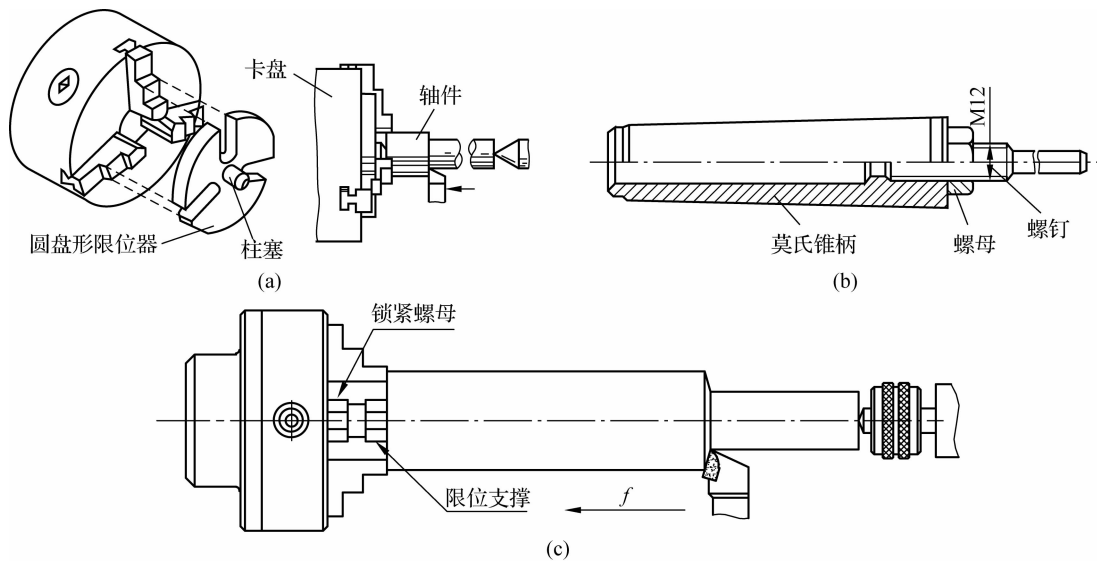


图 1-21 夹持光轴使用的限位装置

(a)圆盘形限位器; (b)轴式限位器; (c)螺纹式限位器

常用顶尖有固定顶尖和活顶尖两种,如图 1-22 所示。

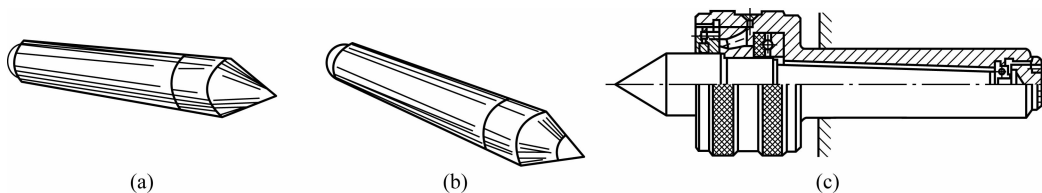


图 1-22 顶尖的种类

(a)普通固定顶尖; (b)硬质合金固定顶尖; (c)回转顶尖

固定顶尖刚性好,定心准确,但与工件中心孔之间因产生滑动摩擦而发热过多,容易将中心孔或顶尖“烧坏”。因此这种固定顶尖适用于低速、加工精度要求较高的工件。

活顶尖将顶尖与工件中心孔之间的滑动摩擦改成顶尖内部轴承的滚动摩擦,能在很高的转速下正常工作,但活顶尖存在一定的装配积累误差,而且当滚动轴承磨损后,会使顶尖产生径向摆动,从而降低加工精度,故一般用于轴的粗车或半精车。

3. 用双顶法装夹

双顶法就是在主轴顶尖(前顶尖)和尾座顶尖(后顶尖)之间安装工件,主轴转动时,通过拨盘推动夹头而带动轴件转动进行车削,如图 1-23 所示。

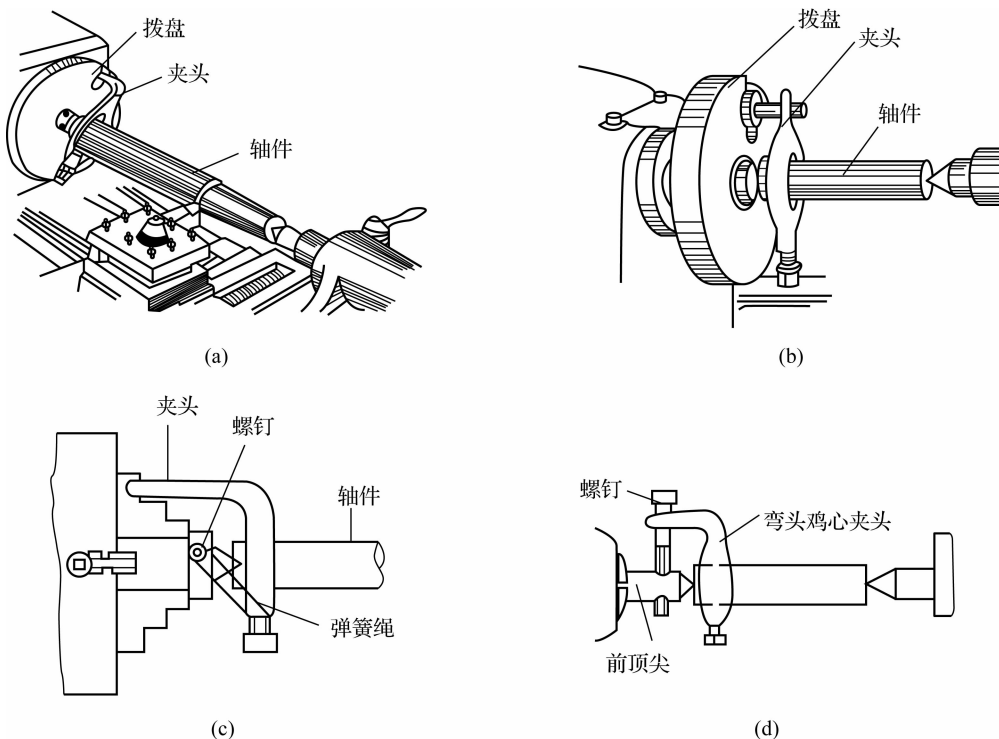


图 1-23 双顶法装夹轴类工件

(a)使用带长槽拨盘;(b)使用带拨杆拨盘;(c)用三爪卡盘拨动轴件;(d)使用顶尖拨动拨盘

前顶尖有两种安装方式,一种是将顶尖插入主轴锥孔内,另一种是夹在卡盘上。夹头形式普遍采用鸡心夹头。双顶法装夹工件的优点是定位精度高,可重复安装。

双顶法装夹工件时应先在工件端面钻出中心孔,并保证前、后顶尖与机床主轴同轴,可采用试切法进行校验。

4. 用四爪单动卡盘装夹

四爪单动卡盘用四个丝杠分别带动四爪,每个卡爪独立运动,没有自动定心的作用。用四爪单动卡盘装夹工件时,必须将加工部分的旋转中心找正到与车床主轴旋转中心重合后才可进行加工。四爪单动卡盘夹紧力大,可以通过调整四爪位置,装夹各种矩形或不规则的工件,如图 1-24 所示。可装成正爪和反爪两种形式,反爪用于装夹直径较大的工件。



图 1-24 四爪单动卡盘

5. 用辅助支承车削细长轴

细长轴一般采用一夹一顶方式装夹。但在数控车床上车削细长轴时,工件易受径向切削力的作用而产生弯曲变形,因此常用中心架或跟刀架作为辅助支承,以增加工件刚性。



任务实施

一、任务分析

本任务是车刀及工件的装夹,要求学生根据外圆车刀的安装要求顺利完成外圆车刀的安装,用三爪卡盘装夹给定的棒料,装夹完成后分别进行端面和外圆试切削。

二、实施过程

1. 装夹工件

用三爪自定心卡盘夹紧工件,工件伸出长度约 50 mm。

2. 装夹外圆车刀

将 90°外圆车刀按要求安装到 1 号刀位,确保刀尖与工件回转中心等高,刀杆与主轴轴线方向垂直,刀头伸出 20~30 mm。

3. 工件端面试切削

1) 启动主轴

在 MDI 方式下,按 **PROG** 键,输入“M03 S500;”,然后按下循环启动按钮,机床主轴正转,转速为 500 r/min。

2) 使刀具接近工件

手动方式快速移动刀具,使其接近工件,然后用手摇方式微调刀具与工件之间的距离。此时,刀具在端面右侧、外圆+X 方向(大于工件直径)的安全位置处。

3) 车削端面

调小手轮倍率,用手摇方式使刀具沿-Z 方向移动,使其有一定的切深(以不超过 1 mm 为宜)。手摇使刀具沿-X 方向进给,切削至工件中心。然后退刀,按 **RESET** 键使主轴停止。

4. 工件外圆试切削

在手动方式下分别向+X、-X、+Z、-Z 向移动刀架,通过手动进给倍率旋钮调节手动

移动速度。

1) 启动主轴

在手动方式下,按[主轴正转]键启动主轴。

2) 使刀具接近工件

手动方式快速移动刀具,使其接近工件,然后用手摇方式微调刀具与工件之间的距离。此时,刀具在端面右侧、外圆+X方向(大于工件直径)的安全位置处。

3) 车削外圆

调小手轮倍率,用手摇方式使刀具沿-X方向移动,使其有一定的切深(约2 mm)。手摇使刀具沿-Z方向进给,切削一定长度。然后退刀,按[RESET]键使主轴停止。



任务考核

主要从职业素养和操作内容两大方面进行考核,具体项目及标准详见表 1-10。

表 1-10 数控车床常用刀具及工件的装夹任务评分表

考评项目		考评内容	配 分	学 生 自 评	教 师 评 测	得 分
职业素养	安全操作	按规程操作。违反一项扣 1 分	10			
	定置管理	按要求摆放物品。违反一项扣 1 分	5			
	卫生打扫	清理机床及周边卫生。违反一项扣 1 分	10			
	设备保养	做好设备的日常检查与保养。违反一项扣 1 分	5			
操作内容	外圆车刀的装夹	按要求操作。违反一项扣 5 分	30			
	工件的装夹	按要求操作。装夹不牢固不得分	20			
	工件试切削	试切端面和外圆,调整合适的切深,选择合适的手轮倍率。违反一项扣 5 分	20			
合计			100			
备注:出现撞机床或工伤记 0 分						



任务反馈

分析在实施任务过程中遇到的问题及问题产生的原因,找出解决办法,并将其填入表 1-11 中,在以后实施任务时多加注意。若有不能解决的问题,可寻求指导教师的帮助,教师最后总结点评。

表 1-11 数控车床常用刀具及工件的装夹任务实施情况反馈表

反 馈 项 目	存 在 的 问 题	解 决 办 法
车刀的装夹		
工件的装夹		
工件试切削		

拓展知识

一、刀具材料

刀具材料一般是指刀具切削部分的材料。它的性能是影响表面加工质量、切削效果、刀具寿命和加工成本的重要因素。

1. 刀具材料应具备的性能

在金属切削过程中,刀具切削部分承受很大的切削力和剧烈摩擦,并产生很高的切削温度。在断续切削工作时,刀具将受到冲击和产生振动,引起切削温度的波动。因此,刀具材料应具备高的硬度和耐磨性、高的强度和韧性、高的热硬性、较好的工艺性与经济性。

2. 常用刀具材料

常用刀具材料包括工具钢(包括碳素工具钢、合金工具钢、高速钢)、硬质合金、超硬刀具材料(包括陶瓷、金刚石及立方氮化硼等)。

1) 高速钢

高速钢特别适用于制造结构复杂的成形刀具、孔加工刀具,如各类铣刀、拉刀、齿轮刀具、螺纹刀具等;高速钢硬度、耐磨性、耐热性不及硬质合金,但它刃磨方便,容易磨得锋利,所以用来制造低速精加工车刀,如宽刃大进给车刀、梯形螺纹精车刀及成形车刀。

2) 硬质合金

硬质合金是用具有高耐磨性和耐热性的碳化钨、碳化钛和钴的粉末,在高压下成形,并经 1500 ℃ 的高温烧结而成的。

硬质合金的硬度为 74~82 HRC,有较好的耐磨性和热硬性,在 800~1 000 ℃ 时仍能保持良好的热硬性,对高速切削十分有利。缺点是韧性差,较脆,怕冲击,但可通过切削角度的合理刃磨加以弥补。

常用硬质合金有金钨钴合金和钨钛钴合金两类。

钨钴类硬质合金由 WC 和 Co 烧结而成,代号为 YG,其韧性较好,一般适用于加工铸铁和有色金属等脆性材料或冲击性较大的工件。但由于它的热硬性差,一般不用于加工碳钢等塑性材料。

钨钴类硬质合金按含钴量不同又分为 YG3、YG6、YG8 等多种牌号。牌号中的数字是含钴的百分数,含钴量越高,其承受冲击的性能越好。因此,YG8 常用于制造粗加工刀具,

YG6 和 YG3 常用于制造半精加工和精加工刀具。

钨钛钴类硬质合金是以 WC 为基体,添加 TiC,用 Co 做黏结剂烧结而成的。加入 TiC 可以增加合金的耐热性,可以提高硬度和减少刀具磨损,但韧性差,更脆。其代号为 YT。这类硬质合金的热硬性较好,在高温下比钨钴类硬质合金耐磨,所以常用来制造加工钢类和其他韧性较好的塑性材料的刀具。但由于它性脆,不耐冲击,因此不宜用于制造加工铸铁等脆性材料的刀具。

钨钛钴类硬质合金按 TiC 的含量不同又分为 YT5、YT15 和 YT30 等多种牌号。牌号中的数字是 TiC 含量的百分数。TiC 的含量越高,热硬性越好,但钴的含量相应越低,韧性也越差,越不耐冲击。因此,YT5 刀具常用于粗加工,YT15 刀具和 YT30 刀具常用于半精加工和精加工。

添加钼(钨)类硬质合金是在以上两种硬质合金中添加少量其他碳化物(如 TaC 或 NbC)而派生出的一类硬质合金,代号为 YW,其制成的刀具既适用于加工脆性材料,又适用于加工塑性材料。常用牌号为 YW1、YW2。

3) 超硬刀具材料

(1)陶瓷材料是以氧化铝(Al_2O_3)或以氮化硅(Si_3N_4)为基体,再添加少量金属,在高温下烧结而成的一种刀具材料,一般适用于高速下精细加工硬材料。一些新型复合陶瓷刀具也可用于半精加工或粗加工难加工的材料或间断切削。陶瓷材料被认为是提高生产率的最有希望的刀具材料之一。

(2)人造金刚石材料是碳的同素异形体,是目前最硬的刀具材料,显微硬度达 10 000 HV。它有极高的硬度和耐磨性,与金属摩擦因数很小,切削刃极锋利,能切下极薄的切屑,有很好的导热性、较低的热膨胀系数,但它的耐热温度较低,在 $700\sim 800\text{ }^\circ\text{C}$ 时易脱碳,失去硬度,抗弯强度低,对振动敏感,与铁有很强的化学亲和力,不宜加工钢材,主要用于有色金属及非金属的精加工、超精加工以及作磨具、磨料用。

(3)立方氮化硼材料是由六方氮化硼(白石墨)在高温高压下转化而成的,其硬度仅次于金刚石,耐热温度可达 $1\,400\text{ }^\circ\text{C}$,有很高的化学稳定性、较好的耐磨性,抗弯强度与韧性略低于硬质合金。立方氮化硼刀具一般用于高硬度、难加工材料的半精加工和精加工。

4) 涂层刀具材料

硬质合金或高速钢刀具通过化学或物理方法在其上表面涂覆一层耐磨性好的难熔金属化合物,既能提高刀具材料的耐磨性,又不降低其韧性。

对刀具表面涂覆的方法有两种:化学气相沉积法(CVD法),适用于硬质合金刀具;物理气相沉积法(PVD法),适用于高速钢刀具。

涂层可分为 TiC 涂层、TiN 涂层、TiC 与 TiN 涂层、 Al_2O_3 涂层等。

二、可转位车刀刀片的选择

可转位车刀是将可转位的硬质合金刀片用机械方法夹持在刀杆上形成的。刀片具有供切削时选用的几何参数(不需磨)和三个以上供转位用的切削刃。当一个切削刃磨损后,松开夹紧机构,将刀片转位到另一切削刃后再夹紧,即可进行切削,当所有切削刃磨损后,则可取下并更换新的刀片。在选择可转位车刀刀片时可考虑以下因素。

1. 刀片形状

可转位车刀刀片的形状有三角形、正方形、菱形、五边形、六边形和圆形等。刀片形状主要依据被加工工件的表面形状、切削方法、刀具寿命和刀片的转位次数等因素选择。

2. 刀片厚度与刀片法后角

其选用原则是使刀片有足够的强度来承受切削力,通常是根据背吃量与进给量来选用的,如有些陶瓷刀片就要选用较厚的刀片。刀片法后角常用的是 0° (代号 N)、 5° (代号 B)、 7° (代号 C)、 11° (代号 P), 0° 一般用于粗车、半精车, 5° 、 7° 、 11° 一般用于半精车、精车、仿形及内孔加工。

3. 刀片的几何槽形

在数控车床上一般使用直接压制出断屑槽形的刀片,它能使切屑横向产生收缩变形,切削轻快,断屑可靠,切削热产生得少,使用寿命长,但价格略高。

4. 切削刃长度

切削刃长度应根据背吃刀量进行选择,一般通槽形的刀片选切削刃长度 ≥ 1.5 倍的背吃刀量,封闭槽形的刀片选切削刃长度 ≥ 2 倍的背吃刀量。

5. 刀尖圆弧半径

常用压制成形的刀尖圆弧半径有 0.2 mm、0.4 mm、0.5 mm、0.8 mm、1.2 mm、2.0 mm、2.4 mm 等。

(1) 选择刀尖半径时要考虑粗加工时的强度及精加工时的表面纹理。

(2) 粗加工时,应尽量选用大刀尖圆弧半径,以获得坚固的切削刃。选择大刀尖圆弧半径时允许使用较大的进给量,但不能超过最大推荐进给量。如果有振动倾向,则选择小的刀尖圆弧半径。

对于粗加工,常用的刀尖圆弧半径 R 为 1.2~1.6 mm,经验公式为 $f_{\text{粗}} = 0.5 \times \text{刀尖圆弧半径}$, $f_{\text{粗}}$ 为粗加工时的进给量。

任务四 数控车床对刀操作



工作任务卡

任 务 编 号	1-4	任 务 名 称	数控车床对刀操作
实 训 地 点	数控实训车间	参 考 课 时	4
职 业 素 养	培养学生具备以下职业素养和技能: 1. 遵纪守法、吃苦耐劳、爱岗敬业,具有良好的职业道德。 2. 牢记车间安全注意事项,爱护设备,提高个人安全意识。 3. 积极接受新事物,树立专业自信。 4. 养成良好的工、量、刀具及材料的定置管理习惯。 5. 服从安排,加强团队协作。		