

劳动预备制教材 职业培训教材

laodong yubeizhi jiaocai zhiye peixun jiaocai



101101010010100101010100101101010001001011100111001100101010010010
1010010110101000100101100110011001010100100101010101000101101010101010010101010010101

数控车床 操作与编程培训教程

SHUKONG CHECHUANG
CAOZUO YU BIANCHENG
PEIXUN JIAOCHENG

劳动预备制教材
职业培训教材

数控车床操作与编程培训教程

劳动和社会保障部教材办公室组织编写

中国劳动社会保障出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

数控车床操作与编程培训教程/周晓宏编. —北京: 中国劳动社会保障出版社, 2003

劳动预备制教材 职业培训教材

ISBN 7-5045-4175-3

I. 数… II. 周… III. ①数控机床: 车床-操作-技术培训-教材 ②数控机床: 车床-技术培训-教材 IV. TG519.1

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2003)第092257 号

中国劳动社会保障出版社出版发行

(北京市惠新东街1号 邮政编码: 100029)

出 版 人: 张梦欣

*

煤炭工业出版社印刷厂印刷装订 新华书店经销

787毫米×1092毫米 16开本 9印张 218千字

2004年3月第1版 2004年3月第1次印刷

印数: 3000册

定价: 15.00元

读者服务部电话: 010-64929211

发行部电话: 010-64911190

出版社网址: <http://www.class.com.cn>

版权专有 侵权必究

举报电话: 010-64911344

前 言

数控加工是机械制造业中的先进加工技术,在生产企业中,数控机床的使用越来越广泛。我国的机械制造行业正急需大批熟悉数控机床的编程、操作、故障诊断和维护等技术的应用型人才。本套数控技术劳动预备制、职业培训教材正是为适应这一形势的需要而编写的。

本套数控技术培训教材包括《数控加工技术基础》《数控车床操作与编程培训教程》《数控铣床操作与编程培训教程》《加工中心操作与编程培训教程》《线切割机床及数控冲床操作与编程培训教程》《数控机床维修技术培训教程》六本。这六本教材既相对独立,又保持了相互之间的连续性。

本套培训教材从培养职业技术型人才的目的出发,简述了数控机床的工作原理和结构,介绍了数控编程和数控加工工艺的基础知识,介绍了数控车床、铣床、加工中心、线切割机床及数控冲床的编程方法,详细地介绍了生产实际中常用的数控车床、铣床、加工中心、线切割机床及数控冲床的操作使用方法,涉及的数控系统主要有:日本 FANUC 系统、德国 SIEMENS 系统、西班牙 FAGOR 系统、国产 KENT-18T 系统、国产华中 I 型数控系统等。此外,还介绍了数控机床故障诊断及维修的实用方法。

我们编写本套教材的指导思想是:读者通过学习本套教材,能迅速掌握数控机床的相关技术知识和操作技能,能编制中等难度的数控加工程序,能进行数控机床的一般维护和故障诊断工作。本套教材的编写者多年从事数控加工、编程及数控机床维修方面的教学、科研工作,并具有丰富的生产实践经验。本套教材内容重点突出,图文并茂,浅显易懂,实用性强,可操作性强。书中举例丰富,各章都附有复习题,以便于读者参考。

本套教材由周晓宏编写;湖南工业职业技术学院院长金潇明教授担任主审,并对教材的编审工作给予了许多具体指导。

由于编写时间仓促,这套教材中难免会有一些疏漏之处,我们将在相关职业培训的过程中,积极听取各方面的意见,不断修订和完善。

劳动和社会保障部教材办公室

2003 年 8 月

内 容 简 介

本书共分四章：第一章讲述数控车床程序编制的基础知识及基本编程方法；第二章讲述国产 KENT-18T 车削系统的编程方法，介绍了 CJK6136 型数控车床的组成及操作方法；第三章讲述日本 FANUC-0TE 车削系统的编程方法，介绍了 MJ-50 数控车床的组成及操作方法；第四章讲述了德国 SIEMENS 系统中 SINUMERIK 802D 车削系统的编程方法，介绍了 CJK6240 型数控车床的组成及操作方法。

本书所介绍的数控系统和数控车床在生产实际中应用很广，书中内容举例丰富、通俗易懂、实用性强，各章都附有复习题，供读者参考、练习。

本书可作为数控技术职业技能培训的教材，可作为机电类本科、高职、中专、技校学生的教材或参考书，也可作为从事数控机床操作、编程、维修等相关工作的技术人员的培训教材或参考书。

本书由周晓宏编写，金潇明审稿。

目 录

第一章 数控车床的程序编制	(1)
§ 1—1 数控车床概述	(1)
§ 1—2 数控车床的编程基础	(6)
§ 1—3 数控车床的基本编程方法	(12)
§ 1—4 数控车削加工编程综合实例	(34)
复习题	(43)
第二章 国产 KENT—18T 系统数控车床的操作与编程	(45)
§ 2—1 CJK6136 型数控车床 (KENT—18T 系统) 操作面板介绍	(45)
§ 2—2 CJK6136 型数控车床的操作方法	(48)
§ 2—3 KENT—18T 系统的编程指令及编程要点	(50)
§ 2—4 KENT—18T 系统编程及加工实例	(54)
复习题	(59)
第三章 日本 FANUC 系统数控车床的操作与编程	(61)
§ 3—1 MJ—50 数控车床 (FANUC—0TE 系统) 的组成及操作	(61)
§ 3—2 FANUC—0TE 系统的编程指令及编程要点	(76)
§ 3—3 FANUC 系统编程及加工实例	(82)
复习题	(90)
第四章 德国 SIEMENS 系统数控车床的操作与编程	(92)
§ 4—1 CJK6240 型数控车床 (SINUMERIK 802S 系统) 的组成及操作	(92)
§ 4—2 SINUMERIK 802D 系统的编程指令及编程方法	(101)
§ 4—3 SIEMENS 系统编程及加工实例	(126)
复习题	(133)
参考文献	(135)

第一章 数控车床的程序编制

§ 1—1 数控车床概述

一、数控车床的用途、分类

1. 数控车床的用途 数控车床与卧式车床一样，也是用来加工轴类或盘类回转体零件的。但是由于数控车床是自动完成内外圆柱面、圆锥面、圆弧面、端面、螺纹等工序的切削加工，所以数控车床特别适合加工形状复杂的轴类或盘类零件。

数控车床具有加工灵活、通用性强、能适应产品品种和规格频繁变化的特点，能够满足新产品开发和多品种、小批量、生产自动化的要求，因此被广泛应用于机械制造业，例如，汽车制造厂、发动机制造厂等。数控车床约占数控机床总数的 25%。

2. 数控车床的分类

(1) 按加工零件的基本类型分类。

1) 卡盘式数控车床。这类车床未设置尾座，适于车削盘类零件。其夹紧方式多为电动或液压控制，卡盘结构多数具有卡爪。

2) 顶尖式数控车床。这类车床设置有普通尾座或数控尾座，适合车削较长的轴类零件及直径不太大的盘、套类零件。

(2) 按主轴的配置形式分类。

1) 卧式数控车床。其主轴轴线处于水平位置。它又可分为水平导轨卧式数控车床和倾斜导轨卧式数控车床（其倾斜导轨结构可以使车床具有更大的刚性，并易于排屑）。

2) 立式数控车床。其主轴轴线处于垂直位置，并有一个直径很大的圆形工作台供装夹工件用。这类机床主要用于加工径向尺寸大、轴向尺寸较小的大型复杂零件。

具有两根主轴的车床称为双轴卧式数控车床或双轴立式数控车床。

(3) 按数控系统的功能分类。

1) 经济型数控车床。它一般采用步进电动机驱动形成开环伺服系统，其控制部分采用单板机或单片机来实现。此类车床结构简单，价格低廉，无刀尖圆弧半径自动补偿和恒线速切削等功能。

2) 全功能数控车床。它一般采用闭环或半闭环控制系统，具有高刚度、高精度和高效率等特点。

3) 车削中心。它是以全功能型数控车床为主体，并配置刀库、换刀装置、分度装置、铣削动力头和机械手等，实现多工序的复合加工的机床。在工件一次装夹后，它可完成回转类零件的车、铣、钻、铰、攻螺纹等多种加工工序。其功能全面，但价格较高。

4) FMC 车床。它实际上是一个由数控车床、机器人等构成的柔性加工单元。它能实现工件搬运、装卸的自动化和加工调整准备的自动化。

二、数控车床的特点与发展

1. 高精度 数控车床控制系统的性能不断提高,机械结构不断完善,机床精度日益提高。
2. 高效率 随着新刀具材料的应用和机床结构的完善,数控车床的加工效率、主轴转速、传动功率不断提高,使得新型数控车床的空转动时间大为缩短。其加工效率比卧式车床高2~5倍。加工零件形状越复杂,越体现出数控车床的高效率加工特点。
3. 高柔性 数控车床具有高柔性,能适应70%以上多品种、小批量零件的自动加工。
4. 高可靠性 随着数控系统的性能提高,数控车床的无故障时间迅速提高。
5. 工艺能力强 数控车床既能用于粗加工又能用于精加工,可以在一次装夹中完成全部或大部分工序。
6. 模块化设计 数控车床的制造采用模块化原则进行设计。

现在数控车床技术还在不断地向前发展,数控车床发展趋势是:随着数控系统、机床结构和刀具材料等方面技术的发展,数控车床将向高速化发展,进一步提高主轴转速、转位换刀速度以及刀架移动速度,工艺和工序将更加复合化和集中化;数控车床将向多主轴、多刀架加工方向发展;为实现长时间无人化全自动操作,数控车床将向全自动化方向发展;机床的加工精度将向更高方向发展。同时,数控车床也将向简易型发展。

三、数控车床的组成及布局

机床的组成和布局对数控机床是十分重要的,直接影响机床的使用性能。数控车床的布局,大都采用机、电、液、气一体化布局,全封闭或半封闭防护。数控车床的组成也有许多不同于普通车床之处。

1. 数控车床的组成 图1-1所示为一种数控车床的外观图。数控车床一般由以下几个部分组成。

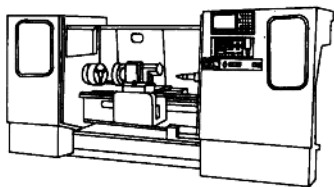


图1-1 数控车床

(1) 主机。它是数控车床的机械部件,包括床身、主轴箱、刀架尾座、进给机构等。

(2) 数控装置。它是数控车床的控制核心,其主体是控制数控系统运行的一台计算机(包括CPU、存储器、CRT等)。

(3) 伺服驱动系统。它是数控车床切削工作的动力部分,主要实现主运动和进给运动,由伺服驱动电路和伺服驱动装置组成。伺服驱动装置主要有主轴电动机和进给伺服驱动装置(步进电动机或交、直流伺服电动机等)。

(4) 辅助装置。辅助装置是指数控车床的一些配套部件,包括液压、气压装置及冷却系统、润滑系统和排屑装置等。

由于数控车床刀架的纵向(Z向)和横向(X向)运动分别采用两台伺服电动机驱动经滚珠丝杠传到滑板和刀架,不必使用挂轮、光杠等传动部件,所以它的传动链短。多功能数控车床是采用直流或交流主轴控制单元来驱动主轴的,它可以按控制指令作无级变速,与主轴之间无需再用多级齿轮副来进行变速,其床头箱内的结构也比普通车床简单得多,故数控车床的结构大为简化,其精度和刚度大大提高。

2. 数控车床的布局

(1) 床身和导轨的布局。

1) 图1-2a所示为平床身的布局。它的工艺性好,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。这种布局一般可用于大型数控车床或小型精密数控车床上。但是水平床身下部空间小，排屑困难。从结构尺寸上看，刀架水平放置使滑板横向尺寸较长，从而加大了机床宽度方向的结构尺寸。

2) 图 1—2b 所示为斜床身的布局。其导轨倾斜的角度分别为 30° 、 45° 、 60° 和 75° 等。当导轨倾斜的角度为 90° 时，则为立床身，如图 1—2d 所示。倾斜角度小，排屑不便；倾斜角度大，则导轨的导向性及受力情况就差。其倾斜角度的大小还直接影响机床外形尺寸高度与宽度的比例。综合考虑以上因素，中、小规格的数控车床，其床身的倾斜度以 60° 为宜。

3) 图 1—2c 所示为平床身斜滑板的布局。这种布局形式一方面具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要小，且排屑方便。

平床身斜滑板和斜床身的布局形式，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，热切屑不会堆积在导轨上，也便于安装自动排屑器；其操作方便，易于安装机械手，以实现单机自动化；机床占地面积小，外形美观，容易实现封闭式防护。

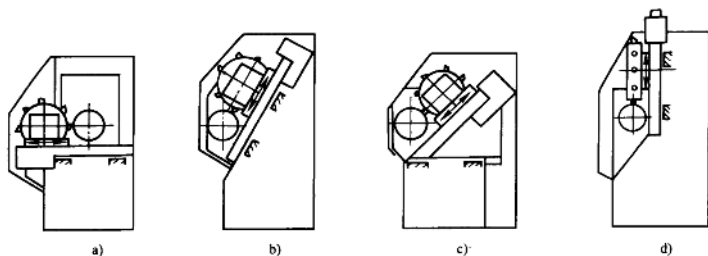


图 1—2 数控车床的布局形式

a) 平床身 b) 斜床身 c) 平床身斜滑板 d) 立床身

(2) 刀架的布局。刀架作为数控车床的重要部件，其布局形式对机床整体布局及工作性能影响很大。目前两坐标联动数控车床多采用 12 工位的回转刀架，也有采用 6 工位、8 工位、10 工位回转刀架的。回转刀架在机床上的布局有两种形式：一种是用于加工盘类零件的回转刀架，其回转轴垂直于主轴；另一种是用于加工轴类和盘类零件的回转刀架，其回转轴平行于主轴。

四坐标控制的数控车床，床身上安装有两个独立的滑板和回转刀架，故称为双刀架四坐标数控车床。其上每个刀架的切削进给量是分别控制的，因此两刀架可以同时切削同一工件的不同部位，既扩大了加工范围，又提高了加工效率。四坐标数控车床的结构复杂，且需要配置专门的数控系统以实现对两个独立刀架的控制。这种机床适合加工曲轴、飞机零件等形状复杂、批量较大的零件。

四、数控车床的典型结构

下面以济南第一机床厂生产的 MJ-50 数控车床为例，介绍数控车床的典型结构。

1. 主轴箱结构 MJ-50 数控车床主轴箱结构如图 1—3 所示。交流主轴电动机通过带轮 15 把运动传给主轴 7。主轴有前后两个支承。前支承由一个圆锥孔双列圆柱滚子轴承 11 和一对角接触球轴承 10 组成，轴承 11 用于承受径向载荷，两个角接触球轴承一个大口向外（朝向主轴前端），另一个大口向里（朝向主轴后端），用来承受双向的轴向载荷和径向载荷。

前支承轴承的间隙用螺母 8 来调整。螺钉 12 用于防止螺母 8 回松。主轴的后支承为圆锥孔双列圆柱滚子轴承 14，轴承间隙由螺母 1 和 6 来调整。螺钉 17 和 13 是防止螺母 1 和 6 回松的。主轴的支承形式为前端定位，主轴受热膨胀向后伸长。前后支承所用圆锥孔双列圆柱滚子轴承的支承刚性好，允许的极限转速高。前支承中的角接触球轴承能承受较大的轴向载荷，且允许的极限转速高。主轴所采用的支承结构适宜高速大载荷的需要。主轴的运动经过同步带轮 16 和 3 以及同步带 2 带动脉冲编码器 4，使其与主轴同速运转。脉冲编码器用螺钉 5 固定在主轴箱体 9 上。

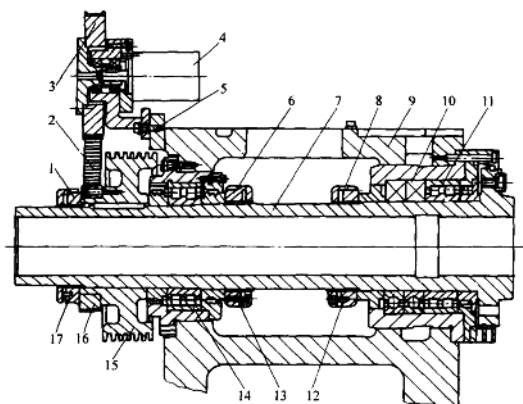


图 1—3 MJ—50 数控车床主轴箱结构简图

1、6、8—螺母 2—同步带 3、16—同步带轮 4—脉冲编码器 5—螺钉 7—主轴 9—主轴箱体
10—角接触球轴承 11、14—双列圆柱滚子轴承 12、13、17—螺钉 15—带轮

2. 传动系统

(1) 主传动系统。数控车床主运动要求速度在一定范围内可调，有足够的驱动功率，主轴回转轴心线的位置准确稳定，并有足够的刚性与抗振性。

全功能型数控车床的主轴变速是按照加工程序指令自动进行的。为确保机床主传动的精度，降低噪声，减少振动，主传动链要尽可能地缩短；为保证满足不同的加工工艺要求并能获得最低切削速度，主传动系统应能无级大范围变速；为提高端面加工的生产率和加工质量，还应能实现恒切削速度控制。此外，主轴应能配合其他构件实现工件的自动装夹。

图 1—4 所示为 MJ—50 数控车床的传动系统图，其中主运动传动系统由功率为 11/15 kW 的 AC 伺服电动机驱动，经一级 1:1 的带传动带动主轴旋转，使主轴在 35~3 500 r/min 的转速范围内实现无级调速，主轴箱内部省去了齿轮传动变速机构，因此减少了齿轮传动对主轴精度的影响，并且维修方便。另外，在主轴箱内还安装有脉冲编码器，主轴的运动通过同步带轮以及同步带 1:1 地传到脉冲编码器。当主轴旋转时，脉冲编码器便发出检测脉冲信号给数控系统，使主轴电动机的旋转与刀架的切削进给保持同步关系，即实现加工螺纹时主轴转一转，刀架 Z 向移动一个工件导程的运动关系。

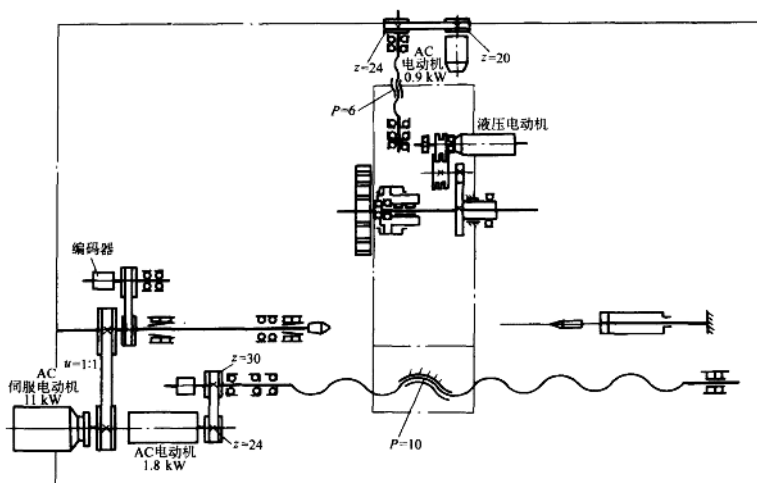


图 1—4 MJ-50 数控车床的传动系统

(2) 进给传动系统。数控车床进给传动系统是用数字控制 X 、 Z 坐标轴的直接对象，工件最后的尺寸精度和轮廓精度都直接受进给运动的传动精度、灵敏度和稳定性的影响。为此，数控车床的进给传动系统应充分注意减少摩擦力，提高传动精度和刚度，消除传动间隙以及减少运动件的惯量等。

为使全功能型数控车床进给传动系统满足高精度、快速响应、低速大转矩的要求，一般采用交、直流伺服进给驱动装置，通过滚珠丝杠螺母副带动刀架移动。刀架的快速移动和进给移动为同一条传动路线。

如图 1—4 所示，MJ-50 数控车床的进给传动系统分为 X 轴进给传动和 Z 轴进给传动。 X 轴进给由功率为 0.9 kW 的交流伺服电动机驱动，经 20/24 的同步带轮传动到滚珠丝杠，其螺母带动回转刀架移动，滚珠丝杠螺距为 6 mm。 Z 轴进给由功率为 1.8 kW 的交流伺服电动机驱动，经 24/30 的同步带轮传动到滚珠丝杠，其上螺母带动滑板移动。滚珠丝杠螺距为 10 mm。

滚珠丝杠螺母轴向间隙可通过预紧方法消除，预紧载荷以能有效地减少弹性变形所带来的轴向位移为度，过大的预紧力将增加摩擦阻力，降低传动效率，并使寿命大为缩短。所以，一般要经过几次仔细调整才能保证机床在最大轴向载荷下，既能消除间隙，又能灵活运转。目前，丝杠螺母副已由专业厂生产，其预紧力由制造厂调好后供用户使用。

3. 自动回转刀架 数控车床的刀架是机床的重要组成部分，其结构直接影响机床的切削性能和工作效率。回转式刀架上回转头各刀座用于安装或支持各种不同用途的刀具，通过回转头的旋转、分度和定位，实现机床的自动换刀。回转刀架分度准确，定位可靠，重复定位精度高，转位速度快，夹紧性好，可以保证数控车床的高精度和高效率。

按照回转刀架的回转轴相对于机床主轴的位置，可分为立式和卧式回转刀架。

(1) 立式回转刀架。立式回转刀架的回转轴垂直于机床主轴，有四方刀架和六方刀架等外形，多用于经济型数控车床上。

(2) 卧式回转刀架。卧式回转刀架的回转轴与机床主轴平行，可径向与轴向安装刀具，径向刀具多用作外圆柱面及端面加工，轴向刀具多用作内孔加工。回转刀架的工位最多可达到 20 个，常用的有 8、10、12、14 四种工位。刀架回转及松开夹紧的动力可采用全电动、全液压电动回转松开—碟形弹簧夹紧、电动回转—液压松开夹紧等。刀位计数采用光电编码器。由于回转刀架机械结构复杂，使用中故障率相对较高，因此在选用及使用维护中要给予足够的重视。

MJ-50 数控车床的自动回转刀架为卧式回转刀架的结构，其转位换刀过程为：当接收到数控系统的换刀指令后，刀盘松开一刀盘旋转到指令要求的刀位—刀盘夹紧并发出转位结束信号。在机床自动工作状态下，当指定换刀的刀号后，数控系统可以通过内部的运算判断，实现刀盘就近转位换刀，即刀盘可正转也可反转。但当手动操作机床时，从刀盘方向观察，只允许刀盘顺时针转动换刀。

§ 1—2 数控车床的编程基础

数控车床的编程是一项很严格的工作，首先必须明确一些基本知识，才能编出正确的程序，并顺利上机调试程序。

一、数控车床坐标系

1. 机床的坐标轴 数控车床是以机床主轴轴线方向为 Z 轴方向，刀具远离工件的方向为 Z 轴的正方向。 X 轴位于与工件安装面相平行的水平面内，垂直于工件旋转轴线的方向，且刀具远离主轴轴线的方向为 X 轴的正方向。

2. 机床原点、参考点及机床坐标系 机床原点为机床上的一个固定点。车床的机床原点定义为主轴旋转中心线与车头端面的交点，如图 1—5 所示， O 点即为机床原点。

参考点也是机床上的一固定点。该点与机床原点的相对位置如图 1—5 所示（点 O' 即为参考点）。其位置由 Z 向与 X 向的机械挡块来确定。当进行回参考点的操作时，安装在纵向和横向滑板上的行程开关碰到相应的挡块后，即由数控系统发出信号，由系统控制滑板停止运动，完成回参考点的操作。

当机床回参考点后，显示的 Z 与 X 的坐标值均为零。当完成回参考点的操作后，则马上显示此时的刀架中心（对刀参考点）在机床坐标系中的坐标值，就相当于数控系统内部建立了一个以机床原点为坐标原点的机床坐标系。

图 1—6 所示为常见的数控（NC）车床坐标系。主轴为 Z 轴，刀架平行于 Z 轴的运动方向（即纵向）为 Z 轴运动方向，刀架前后运动方向（即横向）为 X 轴运动方向。常见的数控车床的刀架（刀塔）是安装在靠近操作人员的一侧，其坐标系如图 1—7 所示， X 轴往前为负，往后为正；若刀塔是安装在远离操作人员的一侧时，则 X 轴往前为正，往后为负，如图 1—8 所示。这类车床常见的有带卧式刀架的数控车床。也有的厂家设定为 X 轴往前为负，往后为正。

3. 工件原点和工件坐标系 工件图样给出以后，首先应找出图样上的设计基准点。其主要尺寸均是以此点为基准进行标注的，该基准点称为工件原点。

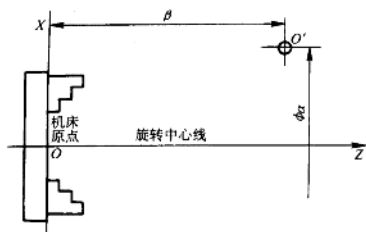


图 1—5 机床原点和参考点

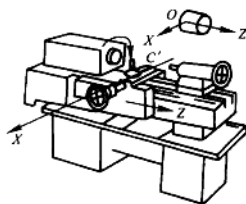


图 1—6 数控 (NC) 车床坐标系

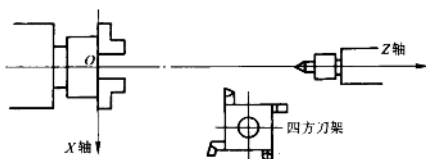


图 1—7 常见的数控车床的刀架坐标系

以工件原点为坐标原点建立的 Z 轴与 X 轴的直角坐标系，称为工件坐标系。

工件原点是人为设定的，设定的依据是既要符合图样尺寸的标注习惯，又要便于编程。通常工件原点选择在工件右端面、左端面或卡爪的前端面。工件坐标系的 Z 轴一般与主轴轴线重合， X 轴随工件原点位置的不同而不同。各轴正方向与机床坐标系相同。图 1—9 所示为以工件右端面为工件原点的工件坐标系。

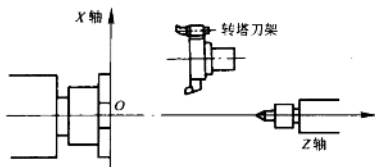


图 1—8 带卧式刀架的数控车床坐标系

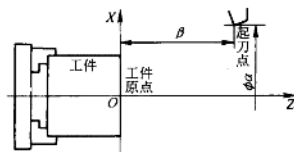


图 1—9 工件原点和工件坐标系

4. 绝对编程与增量编程 X 轴和 Z 轴移动量的指令方法有绝对指令和增量指令两种。绝对指令是用各轴移动到终点的坐标值进行编程的方法，称为绝对编程法。增量指令是用各轴的移动量直接编程的方法，称为增量编程法，也称相对值编程。

绝对编程时，用 X 、 Z 表示 X 轴与 Z 轴的坐标值；增量编程时，用 U 、 W 表示在 X 轴和 Z 轴上的移动量。如图 1—10 所示，用增量指令时终点 B 为 $U40.0$ ， $W-60.0$ ；用绝对指令时为 $X70.0$ ， $Z40.0$ 。绝对编程和增量编程可在同一程序中混合使用，这样可以免去编程时一些尺寸值的计算，如 $X70.0$ ， $W-60.0$ 。

5. 直径编程与半径编程 编制轴类工件的加工程序时，因其截面为圆形，所以尺寸有

直径指定和半径指定两种方法,采用哪种方法要由系统的参数决定。采用直径编程时,称为直径编程法;采用半径编程时,称为半径编程法。车床出厂时均设定为直径编程,所以在编程时与 X 轴有关的各项尺寸一定要用直径值编程;如果需用半径编程,则要改变系统中相关的几项参数,使系统处于半径编程状态。

6. 工件坐标系的设定 工件安装在卡盘上,机床坐标系与工件坐标系一般是不重合的。为便于编程,应建立一个工件坐标系,使刀具在此坐标系中进行加工。下面介绍两种常用的设定工件坐标系的方法。

(1) 用 G50 设定工件坐标系。工件坐标系用下列指令设定:

G50 X(α) Z(β);

上面指令中, α , β ——刀尖距工件坐标系原点的距离。

用 G50 X(α) Z(β)指令所建立的坐标系,是一个以工件原点为坐标系原点,确定刀具当前所在位置的工件坐标系。这个坐标系的特点是:

- 1) X 方向的坐标零点在主轴回转中心线上。
- 2) Z 方向的坐标零点可以根据图样技术要求设在右端面或左端面,也可以设在其他位置。

下面介绍图 1—11 所示的三种设定方法,见表 1—1。

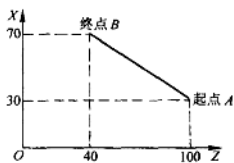


图 1—10 绝对编程与增量编程

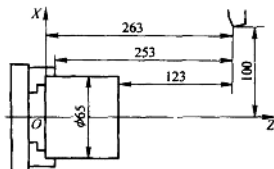


图 1—11 工件坐标系的设定

表 1—1 Z 坐标零点设置的三种方法

Z 坐标零点设置	设在工件左端面	设在工件右端面	设在卡盘端面
程 序	G50 X200.0 Z263.0	G50 X200.0 Z123.0	G50 X200.0 Z253.0
刀尖距原点距离	X=200.0 Z=263.0	X=200.0 Z=123.0	X=200.0 Z=253.0

需要说明的是,在有的数控系统中,是用 G92 指令来设定工件坐标系,而不是用 G50。

(2) 用 G54~G59 指令设定工件坐标系。除上面的方法外,在一些数控系统中,还可以用 G54~G59 六个指令来设定工件坐标系。用 G54~G59 设定工件坐标系时,首先必须测定这六个坐标系原点相对于机床坐标系原点的偏移量,然后通过“偏置页面”把偏移量设置在寄存器中。编程时再用程序指定。所以用 G54~G59 设定工件坐标系,也叫工件坐标系的偏置。

G50 (或 G92) 与 G54~G59 不能同时存在于一个程序中,否则 G50 (或 G92) 会被 G54~G59 取代。G54~G59 一经建立,后面的程序就在指定的坐标系中工作。用 G54~G59 编程,其格式如下:

N1 G54 ... ; 建立工件坐标系

... ;

... ;

Ni M30 ;

二、数控车床的对刀方法

在数控车床上加工时, 工件坐标系确定好后, 还需确定刀尖点在工件坐标系中的位置, 即对刀问题。常用的对刀方法有三种, 分别为试切对刀法、机械对刀仪法、光学对刀仪法, 如图 1—12 所示。

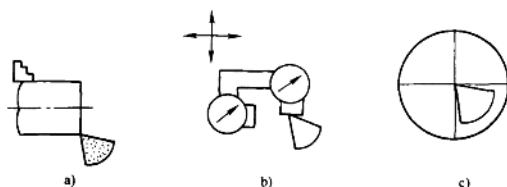


图 1—12 三种对刀法

a) 试切对刀法 b) 机械对刀仪法 c) 光学对刀仪法

1. 试切对刀 如图 1—13 所示, 试切对刀的具体方法是: 如图 1—13a 所示, 将工件安装好后, 先用手动方式 (进给量大时) 加步进方式 (进给量为脉冲当量的倍数时) 或 MDI 方式操作机床, 用已装好的刀具将工件端面车一刀, 然后保持刀具在 Z 向尺寸不变, 沿 X 向退刀。当取工件右端面 O 为工件原点时, 对刀输入为 Z0; 当取工件左端面 O' 为工件原点时, 停止主轴转动, 需要测量从内端面到加工面的长度尺寸 δ , 此时对刀输入为 Z δ 。如图 1—13b 所示, 用同样的方法, 再将工件外圆表面车一刀, 然后保持刀具在 X 向尺寸不变, 从 Z 向退刀, 停止主轴转动, 再量出工件车削后的直径值 $\phi\gamma$, 根据 δ 和 $\phi\gamma$ 值即可确定刀具在工件坐标系中的位置。其他各把刀都需进行以上操作, 以确定每把刀具在工件坐标系中的位置。

2. 机械检测对刀仪对刀 使每把刀的刀尖与百分表测头接触, 得到两个方向的刀偏量。有的机床具有刀具探测功能, 则通过刀具触及一个位置已知的固定触头, 可测量刀偏量或直径、长度, 并修正刀具偏移量。

3. 光学检测对刀仪对刀 使每把刀的刀尖对准刀镜的十字线中心, 以十字线中心为基准, 得到各把刀的刀偏量。

图 1—14 所示即为一种机外光学检测对刀仪。

三、数控车床的基本功能

数控车床的基本功能包括准备功能 (G 功能)、辅助功能 (M 功能) 和进给功能 (F 功能)、刀具功能 (T 功能) 及主轴功能 (S 功能)。

1. 准备功能 (G 功能) 数控 (CNC) 车床控制系统的准备功能 (G 功能) 与铣镗类控制系统的准备功能略有区别。表 1—2 为一台配置 FANUC—6T 系统的 CNC 车床的准备功能 G 代码表。

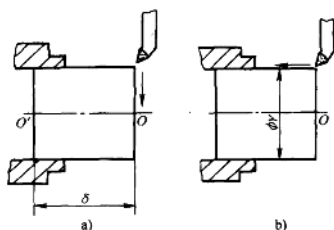


图 1—13 试切对刀
a) 车削端面 b) 车削外圆

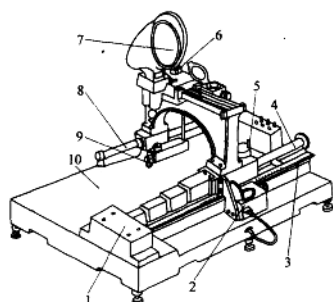


图 1—14 机外光学检测对刀仪
1—刀具台安装座 2—微型读数器 3—刻度尺
4—轨道 5—Z 向进给手柄 6—X 向进给手柄
7—投影放大镜 8—轨道 9—光源 10—底座

表 1—2

G 代码表

G 代码	功 能	组 别	分 类
G00	快速定位	01	B
G01	直线插补 (直线切削)	01	B
G02	圆弧插补 (圆弧切削), 顺时针方向	01	B
G03	圆弧插补 (圆弧切削), 逆时针方向	01	B
G04	暂停 (延时)	00	B
G10	补偿值设定	00	O
G20	英制输入单位	06	O
G21	公制输入单位	06	O
G22	存储型行程限位接通		O
G23	存储型行程限位断开		O
G27	自动返回参考点确认	00	O
G28	自动返回参考原点	00	O
G29	由参考点回到切削点	00	O
G32	螺纹切削	01	B
G36	自动切削补偿 X	01	O
G37	自动切削补偿 Z	01	O
G40	刀具圆弧半径 (尖端) R 补偿取消	07	O
G41	刀具圆弧半径 (尖端) R 补偿—左	07	O
G42	刀具圆弧半径 (尖端) R 补偿—右	07	O
G50	(1) 坐标系设定; (2) 主轴最高速度设定	00	B O
G70	精车固定循环	00	O
G71	粗车外径复合固定循环	00	O
G72	粗车端面复合固定循环	00	O
G73	固定形状粗加工复合固定循环 (闭环路切削循环)	00	O
G74	Z 向深孔钻削循环	00	O
G75	外径断续切削循环 (在 X 向切槽)	00	O
G76	螺纹切削循环	00	O

续表

G 代码	功 能	组 别	分 类
G90	切削循环 (A) (单一形状固定循环)	01	O
G92	螺纹切削循环	01	O
G94	切削循环 (B)	01	O
G96	恒速切削控制有效 (指定)	02	O
G97	恒速切削控制取消 (主轴转速直接指定)	02	B
G98	进给速度按每分钟指定 (mm/min)	05	B
G99	进给速度按 (主轴) 每转进给量指定 (mm/r)	05	B

注: (1) 分类栏中, B 为基本功能, O 为选择功能。

(2) 00 组为非模态 G 代码, 其他组均为模态指令。

2. 辅助功能 (M 功能) CNC 车床辅助功能是用来指令机床辅助动作的一种功能。它由地址 M 及其后的两位数字组成。辅助功能也称 M 功能和 M 代码。表 1—3 是一台配有 FANUC6T、0T 数控系统的 CNC 车床的 M 代码表。

表 1—3

辅助功能代码表

序号	代码	功 能	序号	代码	功 能
1	M00	程序停止	12	M24	取消 M23 指令
2	M01	选择停止	13	M30	纸带结束
3	M02	程序结束	14	M40	主轴空挡
4	M03	主轴正转	15	M41	主轴低速
5	M04	主轴反转	16	M42	主轴高速
6	M05	主轴停止	17	M68	夹头紧
7	M08	切削液开	18	M69	夹头松
8	M09	切削液关	19	M70	接手伸出
9	M19	主轴准停	20	M71	接手退回、自动送料
10	M20	机器人工作启动	21	M98	调用子程序
11	M23	车螺纹, 45°倒角退刀	22	M99	子程序结束并返回主程序

注: M68~M71 仅适用于配有自动送料装置的机床。

3. 进给功能 (F 功能)、刀具功能 (S 功能)、主轴功能 (T 功能)

(1) F 功能。该功能用来指定进给速度, 由地址 F 和其后面的数字组成。

在含有 G99 程序段后面, 再遇到 F 指令时, 则认为 F 所指定的进给速度单位为 mm/r。系统开机状态为 G99, 只有输入 G98 指令后, G99 才被取消。而 G98 为每分钟进给, 单位为 mm/min。

(2) S 功能。该功能用来指定主轴转速或速度, 用地址 S 和其后面的数字组成。

G96 是接通恒线速度控制的指令, 当 G96 执行后, S 后面的数值为切削速度。例如, G96 S100 表示切削速度为 100 m/min。

G97 是取消 G96 的指令。执行 G97 后, S 后面的数值表示主轴每分钟转数。例如, G97 S800 表示主轴转速为 800 r/min。系统开机状态为 G97 指令。

G50 除有坐标系设定功能外, 还有主轴最高转速设定功能。例如, G50 S2000 表示主轴