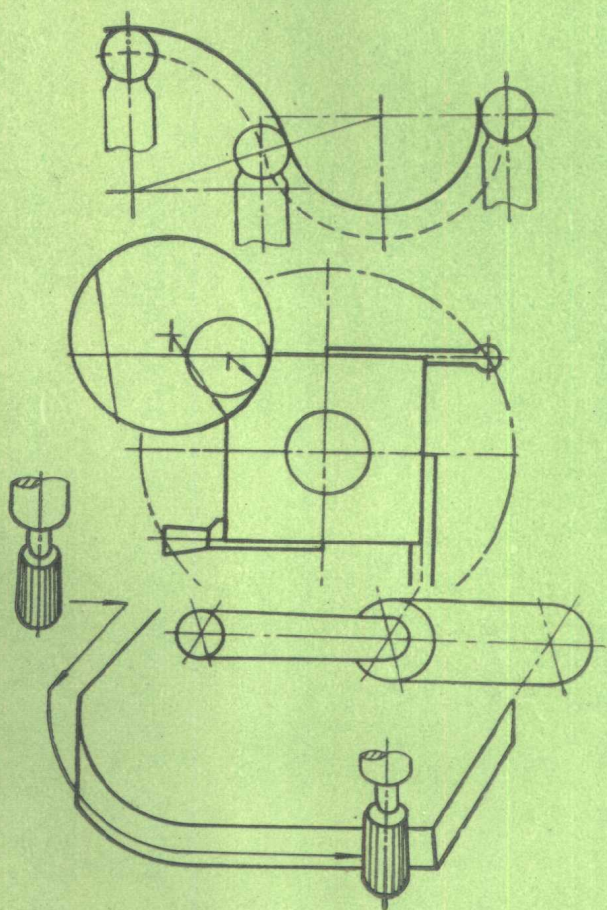


全国技工学校机械类
通用教材

车床数字控制



中国劳动出版社

全国技工学校机械类通用教材

车 床 数 字 控 制

劳动部培训司组织编写

中国劳动出版社

(京)新登字114号

本书根据《车床数字控制教学大纲》编写,是供技工学校数控车工专业的学生使用的试用教材,也可做车工专业学生的选学教材,或做青工培训教材和职工自学用书。

本书在《数学》、《电工学》、《机械制图》、《车工工艺学》等先修课程的基础上,以经济型数控车床为典型,着重叙述中级数控车工应掌握的数控基础理论知识,内容包括数控与数控车床概念、数制基础、车床数控系统、数控车床的程序编制和加工控制等。

本书由唐应谦编写,丁福泉、张济生、吴炳仁、陈远龄审稿,丁福泉主审。

车床数字控制

劳动部培训司组织编写

责任编辑:金 龄

中国劳动出版社出版

(北京市惠新东街1号)

北京隆昌印刷厂印刷

新华书店总店北京发行所发行

787×1092毫米 16开本 9.5印张 232千字

1991年10月北京第1版 1994年4月北京第4次印刷

印数: 4100 册

ISBN 7-5045-0910-8/TG·084(课) 定价: 4.00 元

前 言

为了适应工厂自动化生产的需要,尽快为我国加速实现四个现代化 建设而培养造就一大批合格的数控生产专门人才, 我司委托国营江陵机器厂技工学校编写了适合招收初中毕业生使用的数控车工专业技工学校试用教材。

本教材按照党的教育方针, 本着改革的精神, 力求在课程内容上做到理论与实际相结合, 突出技工学校以生产实习教学为主导的特点, 密切联系 我国数控技术的发展和数控生产的实际, 由浅入深, 循序渐进, 使培养出来的 学生既具有一定的数控基础知识, 又能掌握比较系统的专业技术理论和具有较扎实的操作技能, 毕业后能上岗独立操作。

本教材的编写工作, 是在深化改革技工教育工作中所作的一次尝试。由于时间紧促, 编著水平有限, 必定有不少的缺点和错误, 希望使用本教材 的同志提出批评和改进意见, 以便再版时修订。

劳动部培训司
一九九一年五月

目 录

第一章 绪论	1
§ 1—1 引言	1
§ 1—2 本课程的性质和任务	1
§ 1—3 数控机床概述	2
§ 1—4 数控车床概念	7
第二章 数制基础	14
§ 2—1 进位计数制	14
§ 2—2 二进制数	15
§ 2—3 十六进制数	18
§ 2—4 原码、反码及补码	21
第三章 车床数控系统	28
§ 3—1 脉冲电路常识	28
§ 3—2 数控车床用计算机简介	32
§ 3—3 指令信息	34
§ 3—4 输入装置	37
§ 3—5 数控装置	40
§ 3—6 伺服系统	44
第四章 数控车床的程序编制	52
§ 4—1 程序编制概述	52
§ 4—2 程序编制中的工艺处理	53
§ 4—3 手工编程中的数学处理	67
§ 4—4 填写加工程序单	90
§ 4—5 程序编制实例	103
§ 4—6 程序校验	112
§ 4—7 自动编程简介	115
第五章 加工控制	120
§ 5—1 程序输入加工的过程	120
§ 5—2 加工操作实例	124
§ 5—3 加工控制	140

第一章 绪 论

§ 1—1 引 言

机床是人类进行生产劳动的重要工具，也是社会生产力发展水平的重要标志。普通机床已经历了将近两百年的历史。随着电子技术、计算机技术及自动化、精密机械与测量等技术的发展与综合应用，产生了机电一体化的新型机床——数控机床。数控机床一经使用就显示出了它独特的优越性和强大的生命力，使原来不能解决的若干问题，找到了科学解决的途径。

科技在发展，社会在进步，世界在变革。人们从来不满足于旧的或已成习惯的加工方式的束缚，总是在不断探索新的、先进的生产模式，以适应高速度发展的社会生产的需要。自从1952年世界上出现了第一台数控机床以来，目前世界各国已有约五十万台数控机床投入运行。在我国机械制造行业中，数控机床的应用也越来越广泛。

劳动部在《关于技工学校深化改革的意见》中指出：要有计划地发展生产急需的缺口、短线工种的学校，或在现有学校中增设这些工种（专业）……。为了加速社会主义建设的步伐，促进各生产企业实现机械化、自动化，担负着为祖国建设培养生力军的技工学校，开设数控机床加工专业及有关课程，具有十分重要的意义。

因为《车床数字控制》课程是数控车工工种必需的专业课，所以是否学好这门课程关系到能否成为合格的中级技术工人，能否解决生产实际问题并为国民经济建设作出较大贡献。

§ 1—2 本课程的性质和任务

一、本课程的性质和任务

本课程理论性和实践性较强，它以数控技术基本理论为基础，并能直接用于生产实际的专业课程。

本课程的主要任务是：

1. 普及数控知识；
2. 介绍数控技术的基本理论；
3. 紧密结合实习教学，培养学生独立操作数控车床进行加工的能力。

二、本课程的学习方法

本课程的特点是以若干先修课所学知识为基础，加入一些新的专业知识，构成一个较完整的知识结构，并能科学地指导实践。根据这一特点，在学习方法上应当注意以下几点：

1. 结合本课程的教学，及时复习有关先修课知识。一名合格的数控车工，应该首先

是一名合格的普通车工。因此,必须首先具有普通车工工艺学知识,然后才能从掌握人工控制转移到学习数字控制方面来。若没有学好有关数学、电工学、公差与配合及机械制图等课程的内容,要学好数控原理和程序编制等,会感到十分困难。

2. 本课程中有较多的新概念、新理论、新工艺等,重点难点较多。因此,学习新的内容时,首先要充分调动起学习的积极性,变被动吸收为主动需求,然后再抓住重点,在理解的基础上及时巩固,承上启下,注意衔接;针对难点,集中突破;善于思考,勤于实践。这样,新的知识才能学得好、记得牢、用得上。

3. 熟悉零件的工艺要求,正确进行工艺问题处理。由于数控机床加工的特殊性,要求数控机床加工工人既是操作者,又是程序员,同时还应具备初级技术人员的某些素质。因此,操作者必须熟悉被加工零件的各项工艺(技术)要求,如加工路线、刀具及其几何参数的选用和确定、切削用量、尺寸及形状位置公差。这一系列的要求处理得如何都将直接或间接地影响到产品质量的优劣。也只有熟悉了各项工艺要求,并对出现的问题正确进行处理后,才能减少工作的盲目性,保证整个加工工作的圆满实施。

4. 注意培养综合运用所学知识的能力。本课程是一门综合性课程,它涉及到机械、光学、电学及计算机技术等各个学科。学习本课程的过程就是综合运用所学知识的过程,而综合运用所学知识,又是衡量是否具备解决生产实际问题能力的重要标志。所以在学习本课程时,应当注意培养综合运用所学知识的能力,并在实习教学中经受检验。

5. 加强理论与实践的结合,培养独立加工的能力。本课程通过学好理论知识去指导实践(包括课堂演示实验及生产实习等)。同时,还要通过实践对所学理论知识进行验证或修正。例如,本课程中有关的各种装置、程序编制及输入操作、加工控制等内容,都与实习教学紧密相连、不可分割,它们的区别又仅是各自的侧重点不同而已。因此,凡是有实践的机会都要抓紧,主动地争取多进行一些实践活动,不断丰富所学知识,以便为今后独立上岗操作铺平道路。

§ 1—3 数控机床概述

数控技术及数控机床的应用,成功地解决了某些形状复杂、一致性要求较高的中、小批零件加工自动化问题。这不仅大大提高了生产效率和加工精度,还减轻了工人的劳动强度,缩短了生产准备周期,并推动了航空、航天、船舶、国防、机电及民用等工业的发展。目前,数控技术已逐步普及,数控机床在各个工业部门得到了广泛应用,已成为机床自动化的一个重要发展方向。

一、数控与数控机床

1. 什么叫数控

数控(NC)是指数字控制(Numerical Control),它是数字程序控制的简称。

“数控”一词是伴随着机床自动控制而出现的,由此产生的数控技术也主要是为推进机床数控化而发展起来的一门崭新技术。

本课程中所讲述的机床数控,其实质是通过数字量去控制机械装置的动作,它与通过模拟量进行的程序控制在性质上是不同的。由此可知,机床数控的概念是:以数字的形式实现自动控制的一门技术,其控制指令以数字和文字编码的方式记录在控制介质上,经过

计算机进行计算和处理后，以对机床各种动作的顺序、位移量及速度等实现自动控制。

2. 数控机床的概念

世界上第一台数控机床，是为适应航空工业制造复杂精密的“检查直升机叶片轮廓用样板”时，由美国帕森斯公司（Parsons Co.）与麻省理工学院（MIT）合作研制成功的。他们于1952年公开发表了这台样机——电子管式采用直线插补连续控制的三坐标数控铣床。随后，又经过三年的改进与自动程序编制的研究，于1955年正式进入实用阶段，并投产了一百台类似产品。

我国早已在1958年就开始进行数控及数控机床的研究工作，但由于历史的原因，迟迟未能在实用阶段上有所突破。直到70年代初期，数控机床才开始在我国机械制造（主要是模具加工）和造船（主要是船板切割）等行业陆续出现。现已有钻、镗、车、铣及磨削等类金属切削数控机床，以及自动绘图机、元件插装机等数控机械。目前，数控技术和数控机床正在向冶金、石油及化工等行业扩展，它必将为促进生产过程的自动化、推动科学技术的发展和加速我国社会主义现代化建设做出巨大的贡献。

数控机床是数字程序控制机床的简称。它是一种由专用电子计算装置或通用电子计算机，对预先编好程序的零件加工过程进行自动控制的高效能自动化机床。具有代表性的数控机床有数控车床及数控铣床等。

数控机床是通过数字指令的形式实现自动控制的，所以它不仅能进行坐标控制，还能进行程序控制和辅助功能控制。

数控机床的基本构成如图1—1所示。有关组成的具体内容，将在§1—4中讲述。

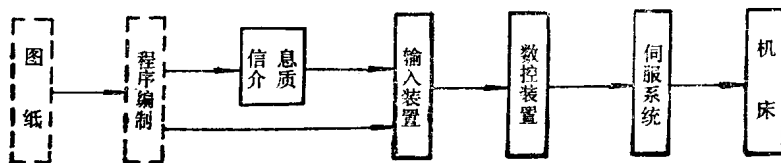


图 1—1 数控机床的基本构成

二、数控机床的分类

数控机床经过近四十年的发展，种类繁多，目前主要类型的一般通用机床都有经数控化改型的机床出现，同时也有经改型后的其它机械出现。故从不同的角度出发，可对数控机床进行不同的分类。目前，数控机床一般按以下几种方法进行分类。

1. 按工艺用途分类

（1）普通数控机床 普通数控机床与普通机床的工艺可能性相似，所不同的主要是增添了数控这一自动功能。现在，这类机床中除了有各种切削加工的机床外，还有数控冲床、数控压力机、数控电火花机床、数控线切割机床等机械加工或电加工机床，以及数控测量机、数控绘图机、数控元件插装机等。

（2）特殊数控机床 这类机床主要是通过数控系统自动进行特殊的加工，其特殊性主要指零件被加工部位特殊或工艺性能、加工方法特殊等。因此，它一般具有多工序、多工步、多刀加工性能。其中，具有代表性的是数控加工中心机床，见图1—2。

数控加工中心机床又称多工序自动换刀数控机床或数控加工复合机床，能对经一次装

夹后,需进行钻、铰、车、镗、铣等多工序加工的零件实现自动加工。这类机床具有多台通用数控机床加工的能力,明显地减少了对零件装夹及调整的次数;避免了重复定位及其误差,提高了零件的加工精度,大量节省了时间。这类机床的刀库容量也极大,一般配有

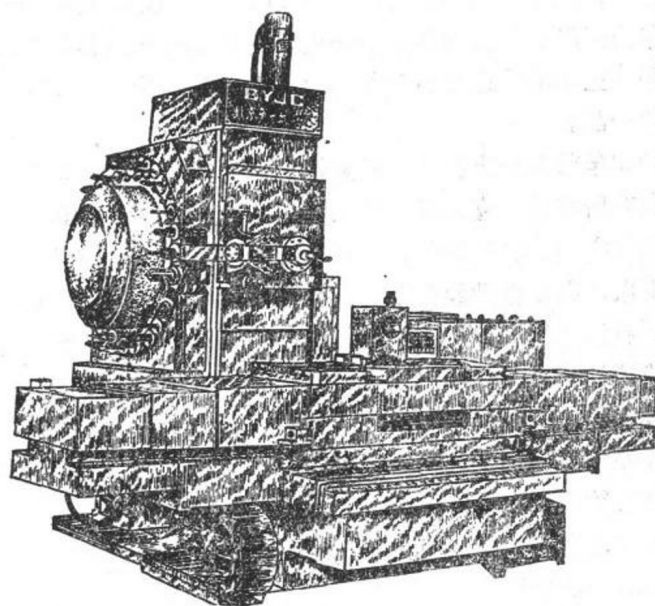


图 1—2 数控加工中心(卧式镗铣)机床

16~96把各种刀具的刀库(图1—2中所示刀库的容量为30把),选刀方式任意,故可节省大量的专用工装,缩短了生产准备周期,进一步提高了生产效率。这类机床还因缩短了加工的工艺流程,减少了操作、辅助人员,并大大减少了原需若干单机的占地面积,故对加工一定批量的特殊精密、复杂零件,是十分需要的。

2. 按加工方式分类

加工方式主要指控制加工工具在加工过程中的运动轨迹。

(1) 点位控制数控机床 点位控制数控机床仅控制工具相对于工作台(或零件)的准确终点坐标位置,而对其控制点在定位过程中的运动轨迹并无严格要求。该类切削加工机床的刀具在移动定位的过程中,是不接触零件(不切削)的,如图1—3所示。数控钻床、数控镗床、数控冲床及数控元件插装机等都属于这一类。

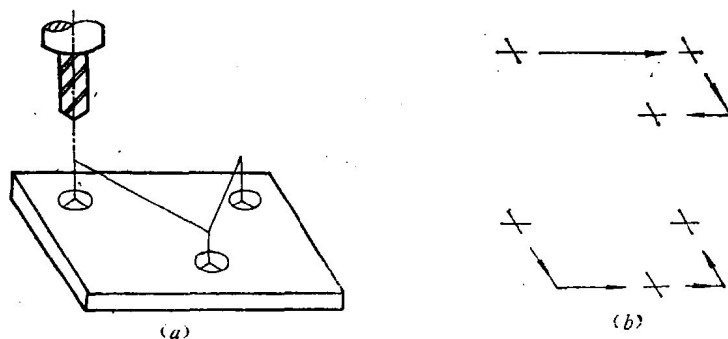


图 1—3 点位控制示意图

(2) 直线控制数控机床 直线控制数控机床除了要控制工具相对于工作台(或零件)起点与终点的准确坐标外,还要控制相邻两个坐标点间的位移以一定的速度作平行于某一坐标轴方向的直线运动,如图1—4所示。属于这类机床的有数控磨床等。早期曾有数控车床及数控铣床,但采用直线控制的数控车、铣床,现在已经逐步被采用连续控制的数控机床取代了。

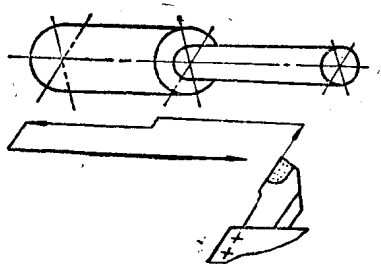


图 1—4 直线控制示意图

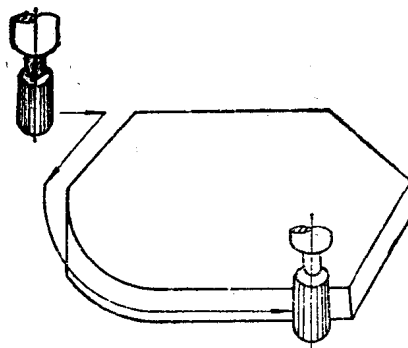


图 1—5 连续控制示意图

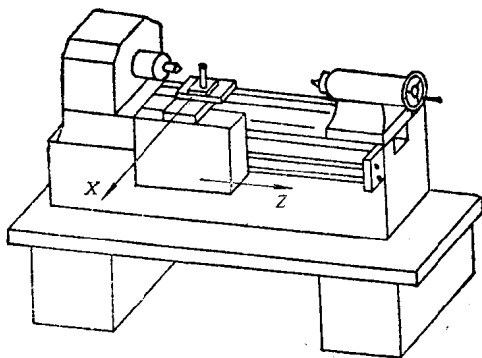
(3) 连续控制数控机床 连续控制数控机床又称为轮廓控制机床,它能够同时对两个或两个以上坐标方向的各种轨迹运动,按一定的规律和速度进行准确的连续控制,使其运动轨迹成为所需要的直线(含斜线)、曲线或曲面,如图1—5所示。属于这类机床的有数控线切割机床、数控齿轮加工机床、数控铣床、数控凸轮磨床、经济型及全功能数控车床和数控加工中心机床等。

3. 按控制的坐标轴数分类

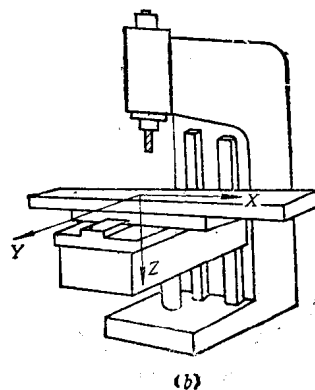
因为数控机床在加工零件时,常常要控制两个或两个以上方向的运动,所以在一台机床中,可以对几个方向的运动进行数字控制时,称为“几”坐标数控机床。

我国有关的数控标准对数控机床的坐标系作了具体规定。这些规定是参照有关国际标准(ISO)的原则而制定的,并与普通(非数控)金属切削机床所规定坐标系一致(均统一规定与机床主轴轴线一致的方向为 Z 向等),如图1—6所示。

(1) 二坐标数控机床 二坐标数控机床是指对两个方向运动进行数控的机床,如数控线切割机床控制的是 X 、 Y 这两个可联动的坐标轴;数控车床控制的则是 Z 、 X 这两个可联动的坐标轴,如图1—6 a所示。



(a)



(b)

图 1—6 普通数控机床的坐标系

(2) 三坐标数控机床 三坐标数控机床指可对三个方向运动进行数控的机床。这类机床因其数控系统不同, 又有任两个坐标轴可联动或三个坐标轴均可联动这两种, 所以其中仅有两个坐标轴可联动的机床, 在习惯上称为 $2\frac{1}{2}$ 坐标数控机床。

三坐标数控机床可用于加工不太复杂的空间曲面。生产中广泛使用的数控铣床(如XK5040数控铣床等)多属这一类。这类机床的坐标系见图1-6b。

(3) 多坐标数控机床 对三个以上方向运动进行数控的机床, 统称为多坐标数控机床。目前, 除四坐标数控机床(图1-7a)、五坐标数控机床(图1-7b)外, 国外还有七

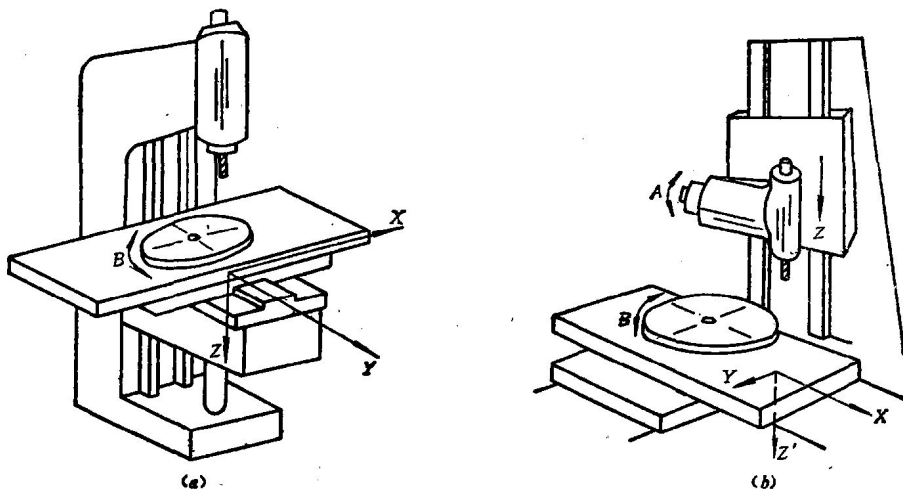


图 1-7 多坐标数控机床的坐标系

坐标、甚至更多坐标的数控机床问世。

多坐标数控机床主要用以加工某些特殊的零件(如图1-8所示涡轮芯)。这类特殊零件往往是在三坐标数控机床上加工不了的。

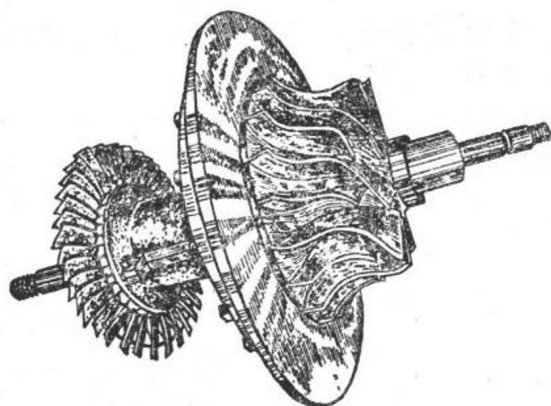


图 1-8 特殊涡轮芯

由于这类机床需控制的坐标轴数较多, 机床结构及数控装置等部分都相当复杂, 定型生产的不多。特别是这类机床的价格十分昂贵, 使应用受到一定限制。

4. 按整机功能分类

随着数控技术的迅速发展, 数控机床的整机功能也在不断提高。按整机功能一般分为以下两类。

(1) 全功能数控机床 全功能数控机床的各种装置齐备, 功能较齐全, 对机

床的所有动作(包括各种辅助动作)几乎都能加以控制。另外, 相当多的这类机床还具有自动编程、操作监视及停机保险等功能。

这类机床应用极为方便, 控制准确, 但调试和维修却很麻烦, 而且价格昂贵, 普及应用这类机床还需要相当长的一段时间。

(2) 经济型数控机床 经济型数控机床又称简易数控机床。这类机床主要采用性能较佳而价廉的单板、单片微型计算机数控系统进行控制,一般的机械加工车间都有条件装备。应用经济型数控机床不仅特别适合我国的国情,就是在国外相当一部分机械加部门,也广泛使用这类机床。无论是从数控机床的台数或者普及数控技术的速度等方面看,经济型数控机床都占有绝对的优势。

其它还有按控制伺服系统的方法及插补功能等方面进行分类的,这里不再一一赘述。

三、数控机床的发展

目前,数控机床的发展除正在出现的“机电一体化”趋势外,还有自适应型数控机床、计算机群控生产线及功能更扩大的经济型数控机床等。

机电一体化数控机床的特点是,通过微电子计算机的发展和应用,使数控装置的体积大为缩小,以至能与机床主体方便地结合为一体。

自适应型(AC)数控机床的特点是,能对切削过程中某些代表加工状态的参数进行测量并及时进行修正,以使该过程达到并保持在最佳状态。

计算机群控(DNC)生产线的特点是,采用一台主计算机直接统一管理与控制一群(包括多台计算机组成)数控机床,即通过计算机群控系统实现机床群体在加工过程中的信息传递自动化。

功能增强的经济型数控机床是机床数控的发展趋势。经济型数控系统在美国率先使用,德国、日本、加拿大、印度也有许多公司先后采用这种系统改进旧机床,并获得极大成功。

目前,采用大规模集成电路的TP-801系列单板微处理机及MCS-51系列单片微处理机作数控装置的数控机床,在我国已得到广泛应用,使经济型数控机床在机械行业中迅速普及。这类机床省掉了某些能通过简单的人工操作而实现的自动功能(如主轴启、停及冷却液系统的开、关等),但保留了自动进行加工的各种基本功能,同时还具有价廉、可靠、操作及维修都较简便等优点,从而适应了技术革新与技术改造工作中量大、面广、急迫的要求。随着科学技术的进步,经济型数控机床正向着经济、多功能型的方向发展(例如带屏幕显示装置及增加主轴部分自动调速功能等)。根据我国国情,这类数控机床具有十分广阔的发展前景。

§ 1—4 数控车床概念

数字程序控制车床简称为数控车床,是在数控机床中所占比例最大的一种。数控车床是利用数字计算、处理的装置,根据预先编制好的程序,去自动控制车床的各种动作,使车床按规定要求自动地完成车削加工的自动化机床。图1—9所示为具有国际水平的TND(CNK)360型数控万能车床。

一、我国数控车床的发展简况

我们知道,研制普通机械基本上都是从简单的开始,逐步向复杂化发展。数控车床也经历了从改制简单数控车床,向研制功能日臻完善的数控车床方向发展这样一个过程。

我国数控车床的雏形,是在定型较早、运行稳定的SCX型(或复旦型)数控线切割机床的基础上,采用其原控制系统改造而成的,具有控制纵、横两个坐标轴按输入程序运动

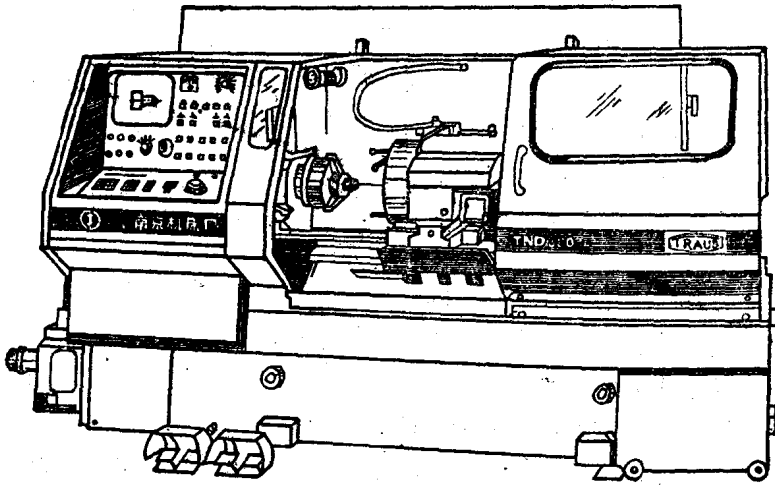


图 1—9 数控车床外貌

的功能。这种车床称为简单数控车床，其功能较少，例如为了简化数控技术改造而省去了主轴脉冲发生器和相应的控制程序部分及快速走刀系统，而不能自动进行螺纹加工等。

随着电子技术及计算机技术的飞跃发展，我国目前十分普及的经济型数控车床，除大多数是在普通车床的基础上，加上配套的步进电机数控系统(国内已有若干厂家定型生产)等改造而成组合式经济型数控车床外，已有机电一体化的整体式经济型数控车床投入批量生产。这些经济型数控车床能方便地实现自动车削加工的各种基本功能。

二、数控车床的组成及工作原理

1. 数控车床的组成

数控车床一般由车床主体、伺服系统和数控装置三大部分组成。图 1—10 是数控车床的基本组成方框图。

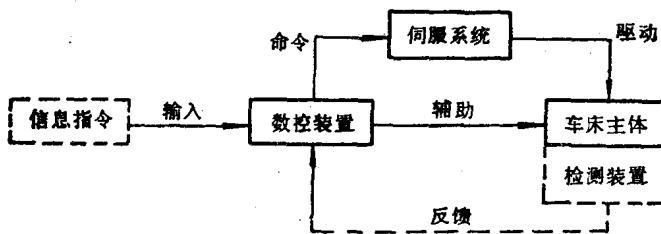


图 1—10 数控车床的组成方框图

(1) 车床主体 车床主体除部分专门设计的全功能数控车床外，大多指虽经必要改进，但仍基本保持了原传统布局形式的普通车床，如老型号的 C 616、C 618、C 620、新型号的 C 6140 等。

① 走刀箱部分 走刀箱中不再设置传动机构，即大拖板、中拖板在纵、横两个方向的位移不再由主轴的主运动经轮系传动后得到，而由直接装在两(拖板)丝杠上的步进电机驱动。由于走刀箱中的传动机构与原走刀变速箱中的变速及变向机构脱开，拖板位移时，步进电机的负荷可以减轻。

② 刀架部分 经济型数控车床基本上都配置有四刀位自动回转刀架,如图1—11所示。这类刀架具有动作灵活、重复定位精度高 ($\leq 0.005\text{mm}$)、夹持力强 ($\sim 0.4\text{t}$) 等优点。使用这种机电一体化刀架,可减少手动换刀的麻烦,减轻操作者的劳动强度,进一步压缩非切削时间,提高劳动生产率,并能起到保证零件加工一致性的作用。

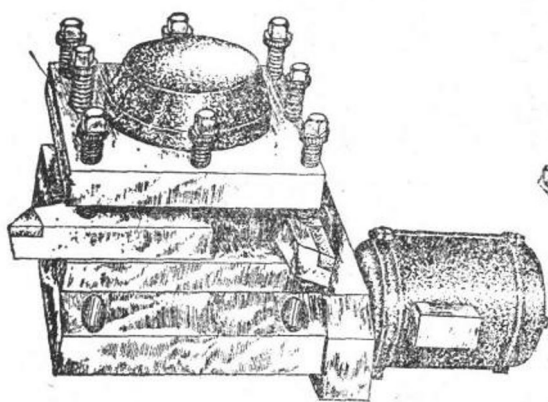


图 1—11 自动回转刀架

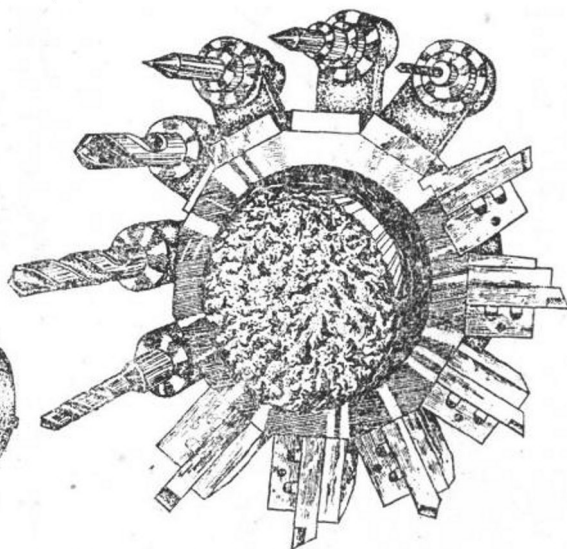


图 1—12 转塔刀架

在全功能数控车床上,大多装有多刀位转塔刀架(图1—12),有的数控车床还在倾斜床身上装有多刀位双刀架(图1—13)。

③ 对刀装置 在数控车床上,为了方便对刀,还可配置光学对刀仪(图1—14)。在刀架上装夹刀具时,为了尽量使各刀尖与预先确定的对刀点位置重合(或一致),可通过

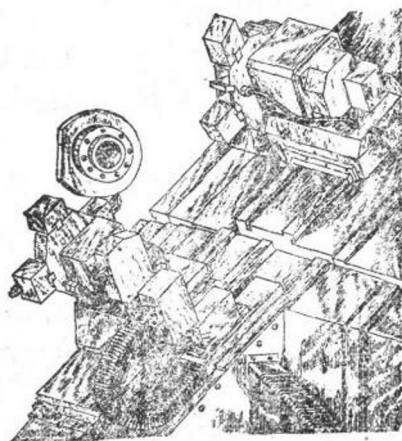


图 1—13 多刀位双刀架

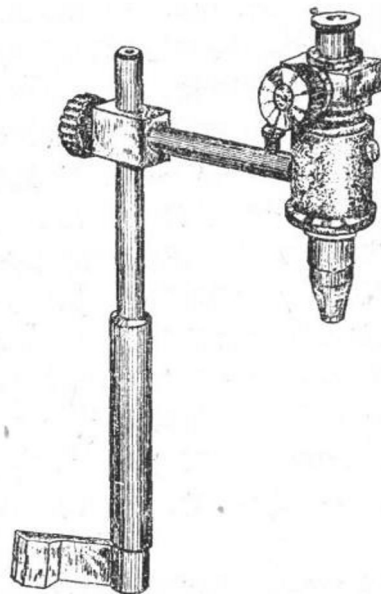


图 1—14 光学对刀仪

对刀仪调整各刀尖与对刀显微镜上所刻十字线的交点(图1—15)相重合, 达到对刀的目的。

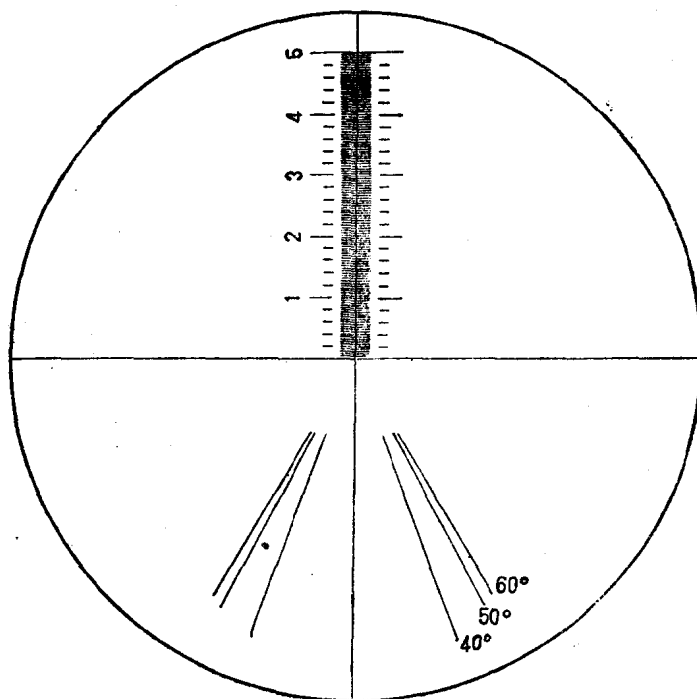


图 1—15 显微镜刻线

光学对刀仪的分格读数有0.04mm、0.02mm、0.01mm等多种规格(图中所示最小分格读数为0.04mm), 但因受到人眼分辨能力的影响, 调整的精度不会太高。

某些全功能数控车床, 还具有自动刀位计算功能, 即机内对刀功能。这种装置是将各把刀的刀位点与对刀显微镜中的十字刻线交点, 通过计算机联系在一起, 并在计算后, 能对刀位偏差自动进行补偿。因此, 操作者在原则上可以随意装夹刀具, 不需人工调整刀尖的安装位置。但由于存在显微刻线自身的误差等原因, 这种自动对刀装置能保证的对刀精度仍不是太高。例如在CNK360型数控车床中, 通过与TX—8K型数控系统相应配置的自动对刀装置, 可获得直径方向的尺寸精度为0.02mm。

④ 主轴部分 在经济型数控车床中, 除少量采用双速电机或四速电机外, 实现主轴的开、停、变向及变速等工作, 多由人工控制。而在全功能数控车床中, 这些辅助性功能都可以通过相应的辅助指令而实现自动控制。

我们知道, 一般的车床在加工螺纹时, 主轴的旋转与其受主轴联动的长丝杠间, 是通过齿轮传动等机构, 使之保持一定的传动比(主轴旋转一周, 车刀在纵向移动一个螺距或一个导程)。但数控车床的长丝杠不受主轴至丝杠间机械传动比的直接支配, 而由装在Z向丝杠上的步进电机驱动。要使主轴与长丝杠的纵向位移同步进行, 就必须配置主轴脉冲发生器。

主轴脉冲发生器的作用, 是通过车床主轴的转动, 使该装置随之产生一定数量的脉冲电信号, 供给数控装置作控制信号, 使步进电机能按照与主轴转速成一定比例的频率运

行，以加工出符合螺距（或导程）要求的螺纹。

⑤ 检测装置 在全功能数控车床中，都配置有检测反馈装置，以便将刀架精确的实际直线位移或伺服系统输出端（丝杠或齿轮轴等）精确的实际角位移反馈到数控装置中去，便于重新发出控制命令，以修正或调整原来不够准确的位移量，直到符合要求为止。

（2）伺服系统和数控装置 数控车床中的伺服系统和数控装置是本课程中要讲述的重要内容，将在第三章中分别介绍。作为数控车床的组成部分，这里仅作提要性说明。

① 伺服系统 它是在车床中起“伺候服务”作用的专门装置。伺服系统的输出端是车床刀架运动部分的驱动元件，如步进电机等。该系统将准确地执行数控装置发出的命令。

② 数控装置 它相当于人的大脑或指挥中心，它控制车床中各种指令信息的接收、处理及调配，并对伺服系统发出执行的命令。

由包括输入装置在内的数控装置，与伺服装置一起组成一个完整的数控系统。该系统和车床主体同属数控车床的“硬件”部分。

2. 数控车床的工作原理

数控车床的工作原理可通过其工作过程（图1—16）来说明。

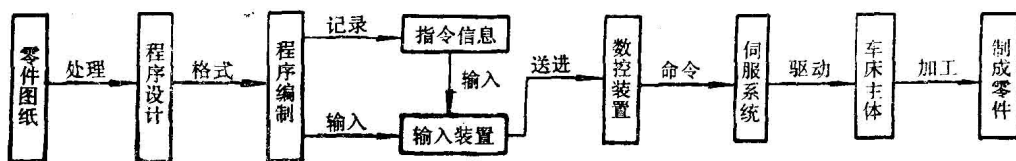


图 1—16 数控车床的工作过程

（1）首先根据零件图所给出的形状、尺寸、材料及技术要求或工艺文件等内容，进行各项准备工作（包括程序设计、数值计算及工艺处理等）。

（2）将上述程序和数据按数控装置所规定的程序格式编制出加工程序单。

（3）将加工程序单的内容以代码形式完整记录在信息介质（如穿孔带或磁带）上。

（4）通过阅读机，把信息介质上的代码转变为电信号，并输送给数控装置。如人工输入，则通过微机键盘，将加工程序单上的内容直接输送给数控装置。

（5）数控装置将所接受的信号进行一系列处理后，再将处理结果以脉冲信号形式向伺服系统发出执行的命令。

（6）伺服系统接到执行的信息指令后，立即驱动车床进给机构严格按照指令的要求进行位移，从而使车床自动完成相应零件的加工。

当我们知道了数控车床的工作过程后，不难归纳出数控车床的工作原理：把反映零件图形和工艺要求的数字信息指令，输入到数控装置中进行运算等处理后，命令伺服系统按照控制意图去驱动车床主体自动完成车削工作。

三、数控车床的特点及应用

1. 数控车床的特点

（1）通用性强，灵活性大。数控车床多属连续控制，因此不论任何形状复杂的车削零件都可以方便地进行加工，有时还可以代替多台专用车床（分序车床）的加工。由于数控车床是按照控制信息所表达出的要求来加工零件的，当被加工零件改变时，只要相应地

改变其控制信息，就可以自动加工出改变后的零件。

(2) 具有较高的加工精度和稳定的加工质量。因数控车床的车削过程是自动完成的，只要信息指令正确，车床精度又能够保证，整机工作（运行）正常，就能避免人为误差或失误，而加工出不受零件复杂程度影响的、精度又较高的零件。又因为数控车床在加工同一批零件时，各项加工条件（如主轴转速、进给速度、吃刀深度及使用的刀具、刀位等）均相对保持基本不变，加上数控车床本身的重复精度较高，所以当操作人员调换后，也能保证加工的一致性和稳定的质量。

(3) 能大大提高生产效率。数控车床的结构刚性好、精度较高，可以合理地选择较大的切削用量，有效地缩短机动车削时间。数控车床一般都具有自动换刀、快速空行程以及不需大量专用工装（样板、靠模）并有循环加工等功能，可使辅助加工时间大为缩短。数控车床加工零件时，一般只需对首件完工零件进行仔细检测，随后通过车床的重复加工精度就能基本保证产品质量（加工过程中不可忽视对产品进行抽检），所以又使频繁的停机、检测所需的辅助时间大大减少，生产效率一般可达普通车床的2~6倍。

(4) 既减轻了操作者的劳动强度，又改善了劳动条件。数控车床的开车、停车、变速、变向、刀架换刀以及进刀、退刀等可不需工人直接手动操作，使操作过程得到简化，操作者工作时的紧张及疲劳程度大大减轻。由于生产环境更加整洁文明，增加了操作时的安全感，劳动条件得到了改善。

(5) 能降低加工成本，节省投资。因上述若干特点，对于大型、复杂及较精密的零件，加工成本显著降低。应用数控车床，可相应地减少普通车床的类型及台数，大大节省了设备投资，有利于工厂更好地发展再生产。

(6) 能摆脱技术上的束缚，有利于培养新工人。在普通车床上加工形状特别复杂或精度较高的零件时，往往是依靠老工人丰富的经验和熟练的技巧进行人工控制后加工完成的，对新工人来说，这些技能都不具备。而使用数控车床进行加工，则能摆脱技术上的束缚，有利于培养新工人，使之尽快掌握数控车削加工技术。

(7) 有利于生产管理水平的提高。由于数控车削加工中的各种数据已定量化，以及加工时间的一致及固定，使得生产管理过程简单。又因微型计算机逐步应用于生产管理，而数控车削加工又为生产管理水平的提高，提供了科学、准确的依据，从而使车削加工的生产管理（如定额管理）能够实现科学化、标准化。

(8) 数控车床的优点还有很多，在整个机床体系中的地位将越来越突出。但同时还存在车床（数控部分）维修技术要求高，功能较齐全的车床价格较贵，设备首次投资较大等不足。

2. 数控车床的应用

数控车床在生产中的应用，原则上不受什么限制，但要考虑经济效益，合理地按下述情况决定选择应用，仍然是十分必要的。

(1) 单件或中、小批量生产的重要零件或分期进行轮番生产的零件。

(2) 普通车床难以加工的、形状复杂的零件，或普通车床虽可加工，但需要复杂或高成本的工装，及需要较高技能的操作者加工的零件。

(3) 要求精度高、大型或贵重的零件。

(4) 要求的复杂程度及精度虽然不很高，但同批零件的一致性却要求较高的零件。