



国产数控系统应用技术丛书



数控车床 编程与操作

SHUKONG CHECHUANG
BIANCHENG YU CAOZUO

主 编 许志才
主 审 何敏佳



华中科技大学出版社
<http://www.hustp.com>

国产

数控车床编程与操作

主 编 许志才
副主编 梁楚亮 陈华龙
主 审 何敏佳

华中科技大学出版社
中国·武汉



内 容 简 介

全书分为五章,主要包括数控车床概述、数控车床加工流程、数控车床编程基础、数控车床零件加工案例、GSK980TD 数控系统的操作等内容,重点对轴、盘类零件内孔和螺纹的加工质量和常见问题进行了分析。本书注重将专业知识与培养目标紧密联系,并注重促进学生掌握核心技能,以帮助达到国家职业技能鉴定标准的要求和就业能力要求。在结构安排和表达方式上,强调由浅入深、循序渐进,并通过案例和图文的表现形式,化繁为简。按照本专业的教学规律和学生的认识规律,结合数控加工仿真系统软件在教学过程中进行教学,使理论与实践融为一体。

图书在版编目(CIP)数据

数控车床编程与操作/许志才主编. —武汉:华中科技大学出版社,2016.12

(国产数控系统应用技术丛书)

ISBN 978-7-5680-2449-5

I. ①数… II. ①许… III. ①数控机床-车床-程序设计-高等学校-教材 ②数控机床-车床-操作-高等学校-教材 IV. ①TG519.1

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2016)第 303590 号

数控车床编程与操作

许志才 主编

Shukong Chechuang Biancheng yu Caozuo

策划编辑:俞道凯

责任编辑:张少奇

封面设计:原色设计

责任校对:李 琴

责任监印:周治超

出版发行:华中科技大学出版社(中国·武汉)

电话:(027)81321913

武汉市东湖新技术开发区华工科技园

邮编:430223

录 排:武汉三月禾文化传播有限公司

印 刷:武汉科源印刷设计有限公司

开 本:710mm×1000mm 1/16

印 张:7.75

字 数:163千字

版 次:2016年12月第1版第1次印刷

定 价:20.00元



华中出版

本书若有印装质量问题,请向出版社营销中心调换
全国免费服务热线:400-6679-118 竭诚为您服务
版权所有 侵权必究

前 言

本书是在广州数控企业专家和广数职业培训学院课程开发专家的精心指导下,结合企业实际生产岗位技能需求和工作需要开发的。

全书分为五章,主要包括数控车床概述、数控车床加工流程、数控车床编程基础、数控车床零件加工案例、GSK980TD 数控系统的操作等内容,重点对轴、盘类零件内孔和螺纹的加工质量和常见问题进行了分析。在本书编写过程中,注重将专业知识与培养目标紧密联系,并注重促进学生掌握核心技能,以帮助学生达到国家职业技能鉴定标准的要求和就业能力要求。在结构安排和表达方式上,强调由浅入深、循序渐进,并通过案例和图文的表现形式,化繁为简。按照本专业的教学规律和学生的认识规律,结合数控加工仿真系统软件在教学过程中进行教学,使理论与实践融为一体。

本书由广州数控设备有限公司何敏佳董事长担任主审,广州市广数职业培训学院许志才主任担任主编,梁楚亮、陈华龙担任副主编。在本书编写过程中,得到了广州数控设备有限公司、广州市广数职业培训学院的全力支持,林松、黄钊、练一鸣等同志参与了本书部分章节的校对,在此一并致以诚挚的谢意。

限于编者水平,本书难免存在错误之处,恳切希望专家、同行及广大读者批评指正,提出宝贵的意见和建议,以便修订时补充更正,使本书更加充实和完善。

编 者

2016 年 5 月 12 日

目 录

第 1 章 数控车床概述	(1)
1.1 数控车床组成	(1)
1.2 数控车床的结构与分类	(2)
1.3 数控车床主要的技术参数	(4)
1.4 影响数控车床加工精度的因素	(5)
1.5 数控车床坐标系	(6)
第 2 章 数控车床加工流程	(8)
2.1 数控车床加工概述	(8)
2.2 图样分析	(9)
2.3 加工路线的选择与优化	(11)
2.4 编程坐标系与数值计算	(16)
2.5 刀具选用与工件装夹	(20)
2.6 加工工艺文件的编制	(26)
第 3 章 数控车床编程基础	(29)
3.1 编程坐标	(29)
3.2 程序结构	(30)
3.3 辅助功能 M 代码	(31)
3.4 主轴功能 S 代码	(31)
3.5 刀具功能 T 代码	(32)
3.6 进给功能 F 代码	(32)
3.7 G 代码	(32)
第 4 章 数控车床零件加工案例	(70)
4.1 轴类零件	(70)
4.2 盘套类零件	(77)
4.3 外形轮廓综合加工	(85)
4.4 内套、内腔编程与加工	(92)

第 5 章 GSK980TD 数控系统的操作	(105)
5.1 GSK980TD 操作面板介绍	(105)
5.2 显示菜单	(107)
5.3 程序编辑	(107)
5.4 常用手动操作	(109)
5.5 录入操作	(110)
5.6 对刀	(112)
5.7 常用操作	(114)
参考文献	(117)

第 1 章 数控车床概述

1.1 数控车床组成

数控车床主要由程序输入装置、数控装置、伺服系统、位置检测反馈装置和机床本体组成,如图 1-1 所示。

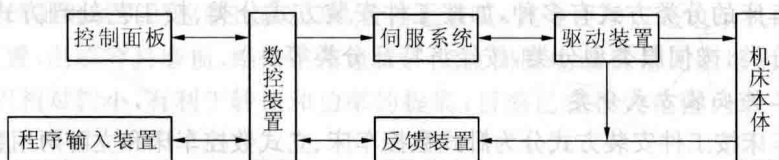


图 1-1 数控车床的组成

1. 程序输入装置

数控程序编制后需要存储在一定的控制介质上,控制介质就是穿孔带、磁盘等存储数控程序的介质。目前的控制介质大致分为纸介质和电磁介质,不同的介质相应地通过不同方法将数控程序输入到数控装置。

纸带输入方法,即在专用的纸带上穿孔,根据不同孔的位置形成数控代码,再通过纸带阅读机将代表不同含义的信息读入。穿孔纸带使用 ISO 和 EIA 两种标准信息代码,数控装置能自动识别。

手动输入是将数控程序通过数控机床上的键盘输入,程序内容将存储在数控装置的存储器内,可以随时调用。数控程序一般用自动编程软件或手动编写生成加工程序。采用机床与计算机通信方式来将数控程序传输到数控装置中。数控装置的通信方式有 U 盘传输和数据线传输。通信接口一般有 RS-232C 串行口、RS-485 口、RJ45 口等。

2. 数控装置

数控装置是数控机床的中枢,一般由输入装置、控制器、运算器和输出装置组成。数控装置将接收到的数控程序,通过编译、数学运算和逻辑处理,转换成各种信号,输出到输出接口上。

3. 伺服系统

伺服系统的作用是把来自于数控装置的脉冲信号转换成机床运动部件的运动。亦即伺服系统可接收数控装置输出的各种信号,并对其进行分配、放大、转换等操作,

以驱动各运动部件,完成零件的切削加工。

4. 反馈装置

位置检测反馈装置可根据系统要求不断测定运动部件的位置或速度,将所测变量的值转换成电信号传输到数控装置中,数控装置将接收的信号与目标信号进行比较,并进行运算,对驱动系统不断进行补偿控制,从而保证运动部件的运动精度。

5. 机床本体

机床本体主要由床身和运动部件组成。运动部件由伺服电动机驱动,以实现工件与刀具之间的相对运动。

1.2 数控车床的结构与分类

数控车床的分类方式有多种,如按工件安装方式分类、按工艺处理方式分类、按结构特点分类、按伺服类型分类,按经济特征分类等。

1. 按工件安装方式分类

数控车床按工件安装方式分为卧式数控车床、立式数控车床和立卧两用数控车床。

立式数控车床卡盘轴线垂直于水平面,以加工盘类零件为主,如针对汽车及零配件行业加工制动鼓、制动盘、轮体、轮箍、调速箱、传动齿轮、卡环、滑轮等盘类零件,如图 1-2(a)所示。

卧式数控车床卡盘轴线与水平面平行,主要加工较长的轴类零件,用途较为广泛,如图 1-2(b)所示。

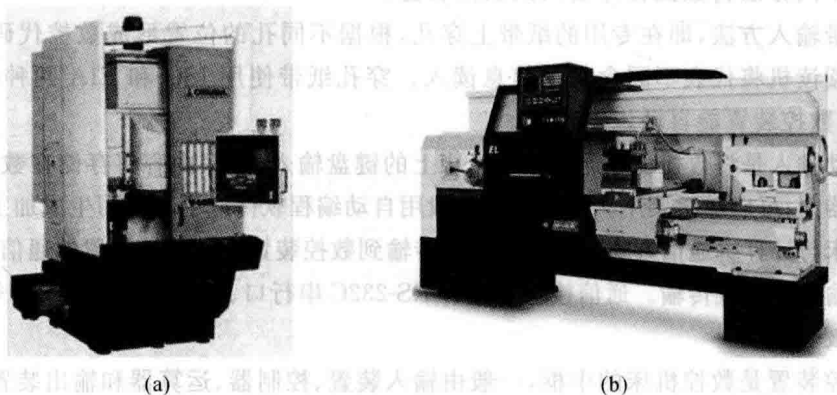


图 1-2 数控车床

(a) 立式数控车床 (b) 卧式数控车床

2. 按系统伺服方式分类

数控车床按系统伺服方式可分为采用开环控制系统、闭环控制系统和半闭环控制系统的三种数控车床。

开环控制系统采用步进电动机作为驱动部件,没有位置和速度反馈器件,控制简单,价格低廉,但它们的负载能力小,位置控制精度较差,进给速度较低,主要用于经济型数控车床。

半闭环和闭环控制系统采用直流或交流伺服电动机作为驱动部件。采用装在电动机内的脉冲编码器和旋转变压器作为位置、速度检测器件,可构成半闭环控制系统;采用直接安装在工作台的光栅或感应同步器作为位置检测器件,可构成高精度的全闭环位置控制系统。

由于螺距误差的存在,半闭环控制系统位置检测器反馈的丝杠旋转角度变化量不能精确地反映进给轴的直线运动位置,但经过数控装置对螺距误差的补偿后,半闭环控制系统也能达到相当高的位置控制精度。与全闭环控制系统相比,半闭环控制系统的价格较低,安装在电动机内部的位置反馈器件的密封性好,工作更加稳定可靠,几乎不需维修,所以广泛地应用于各种类型的数控机床。

直流伺服电动机的控制比较简单,价格也较低,其主要缺点是电动机内部具有机械换向装置,电刷容易磨损,维修工作量大。交流伺服电动机是无刷结构,几乎不需维修,体积相对较小,有利于转速和功率的提高,目前已在很大范围内取代了直流伺服电动机。

3. 按车床结构特点分类

(1) 按主轴速度控制方式分为变频主轴、分段控制主轴和伺服主轴的数控车床等。采用变频主轴的数控车床,其主轴速度是可无级调节的,但主轴转矩小,为解决这个问题,一般在主轴箱内设置几个变速挡,以保证各种转矩需求。

(2) 按卡盘夹紧形式分为采用手动卡盘的数控车床、采用电动卡盘的数控车床、采用液压卡盘的数控车床等。

(3) 按床身结构形式分为平床身数控车床、斜床身数控车床。

(4) 按尾座结构分为普通尾座数控车床、液压尾座数控车床、可编程尾座数控车床等。

(5) 按刀架位置形式分为刀架前置式数控车床和刀架后置式数控车床。前置式刀架安装在工件与操作者之间;后置式刀架安装在工件和操作者之外,一般采用较为特殊的机架底座,如斜床身车床即采用了后置式刀架。按刀架工位数目分为四工位、六工位数控车床等,按刀架运动形式可分为转塔式、排刀式数控车床等。图 1-3 所示分别为四方刀架、转塔式刀架和排刀架。

4. 按车床的综合性能分类

数控车床按其综合性能分为经济型、普及型和高档数控车床(如全功能数控车床、车削中心等)。不同综合性能的数控车床结构不同,价格也不同。经济型数控车床的性能、数控装置、伺服系统等配置都是比较低的,价格便宜;而高档的数控车床控制要求高,加工精度高,如配置 FANUC 16i、SIEMENS 840D 以上数控装置、闭环伺服系统等车削中心,刀架配置动力头,有自动对刀装置、可编程尾座等,能完成车、

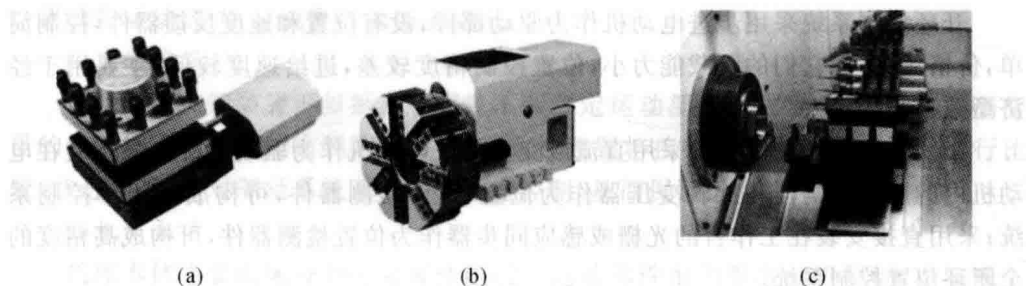


图 1-3 刀架

(a) 四方刀架 (b) 转塔式刀架 (c) 排刀架

铣、钻、铰等功能,自动化程度高,但价格较昂贵,如图 1-4 所示。

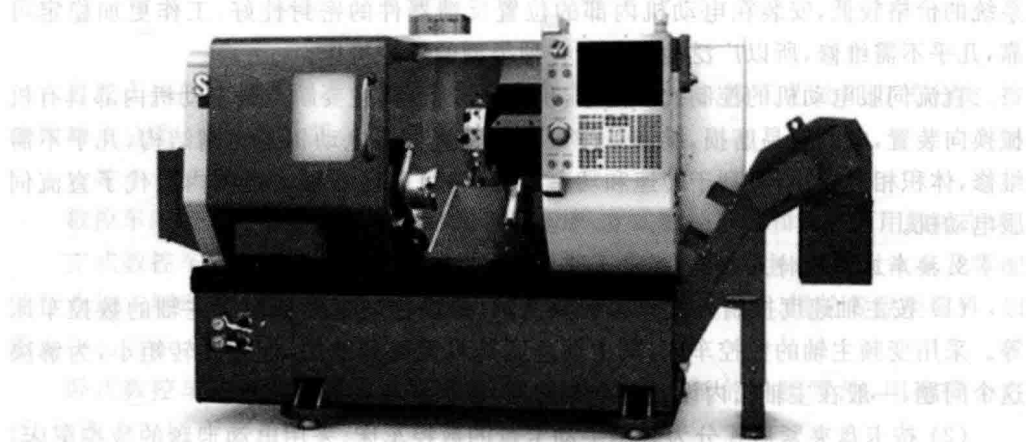


图 1-4 车削中心

1.3 数控车床主要的技术参数

- (1) 床身上最大工件回转直径(mm):允许工件的最大直径。
- (2) 滑板上最大工件回转直径(mm):可加工的工件直径。
- (3) 最大工件长度(mm):允许加工工件的长度,如 750 mm、1000 mm。
- (4) 最大加工长度(mm):可加工的长度,如 500 mm(750 规格)、810 mm(1000 规格)。
- (5) 横向最大行程(mm):X 向刀架移动的范围。
- (6) 纵向最大行程(mm):Z 向刀架移动的范围。
- (7) 主轴转速范围(r/min):允许主轴转速,如 50~4000 r/min。
- (8) 主轴通孔直径(mm):允许通过主轴孔的工件的最大直径。
- (9) 主电动机功率(kW):主轴电动机额定功率。

(10) 刀位数、换刀时间。

(11) 刀架最大回转直径:如 CK 6140 数控车床的四工位刀架回转直径为 160 mm。

(12) 尾座套筒最大行程(mm)、锥孔锥度、套筒直径(mm)。

(13) 最小控制精度(或脉冲当量):如 X 轴最小控制精度为 0.005 mm, Z 轴最小控制精度为 0.01 mm。

(14) 定位精度、重复定位精度(mm):定位精度是指刀具实际位置与理想位置的一致性,如 Z 方向定位精度 $\leq 0.01/300$ mm、X 方向定位精度 $\leq 0.01/300$ mm。重复定位精度是指在同一台车床上用相同程序加工一批零件得到的连续结果的一致性,如 Z 方向重复定位精度 $\leq \pm 0.005$ mm、X 方向重复定位精度 $\leq \pm 0.005$ mm。

(15) 快进速度(mm/min):如 10000 mm/min。

(16) 数控装置:如广数 980TDB、西门子 802D、法拉克 0i-TD、新代、华中 21T、安川 J50L 等满足用户要求的数控装置。

(17) 车床外形尺寸(长、宽、高)(mm)。

(18) 车床净重(kg)。

1.4 影响数控车床加工精度的因素

加工精度是指零件加工后,其实际几何参数(尺寸、形状和位置)与理想几何参数相符合的程度。数控车床是用车削刀具在工件上加工回转表面的车床,加工范围较广,主要有车外圆、车端面、车槽、钻孔、镗孔、车锥面、车螺纹、车成形面、钻中心孔及滚花等。一般车床的加工精度可达 IT10~IT7,表面粗糙度 R_a 值可达 $1.6 \mu\text{m}$ 。

尺寸精度是指零件表面本身的尺寸精度和表面间相互距离尺寸的精度。尺寸公差是允许尺寸的变动量,它等于最大极限尺寸减去最小极限尺寸之差,或上偏差减去下偏差之差。

数控车床精度检验分为几何精度的检验和工作精度的检验。几何精度是指机床在不运转时,部件之间相互位置精度和主要零件的形状精度、位置精度。对于通用机床,国家已规定其检验标准。工作精度是机床在动态条件下,对工件进行加工时所反映出来的精度。影响车床工作精度的主要因素为车床的变形和振动。

金属切削机床试验是为检验机床的制造质量、加工性质和生产能力而进行的试验,主要包括空转试验和负荷试验。

(1) 车床的空转试验是在无载荷状态下运转车床,检验各机构的运转状态、温度变化、功率消耗以及操纵机构动作的灵活性、平稳性、可靠性和安全性。

(2) 车床的负荷试验用以检验车床最大承载能力。

1.5 数控车床坐标系

1. 车床坐标系

数控车床生产厂家按照笛卡儿原则,在数控车床上建立一个包括 Z 轴与 X 轴的直角坐标系,称为车床坐标系。车床坐标系的零点称为机床原点,是机床上的一个固定点,一般定义在主轴旋转中心线与车头端面的交点或参考点上。

数控系统上电时并不知道车床坐标系的零点在什么位置,为了正确地在车床工作时建立车床坐标系,通常在每个坐标轴的移动范围内设置一个机床参考点,数控车床启动后进行机动或手动回参考点(称为“回零”),以建立车床坐标系。

参考点为机床上一固定点,由机床制造商根据 X 向与 Z 向的行程开关设置或系统参数确定的位置来定义,一般设定在 X 、 Z 轴正向最大位置。当进行回参考点的操作时,装在纵向和横向滑板上的行程开关碰到挡块后,向数控装置发出信号,数控装置控制滑板停止运动,完成回参考点的操作,由此建立了数控车床 X 、 Z 轴向的直角坐标系。参考点与机床原点的相对位置是固定的,机床参考点与机床原点可以重合,也可以不重合,可通过参数设置指定机床参考点到机床原点的距离。

机床坐标系不能直接用来供用户编程,它是帮助机床生产厂家确定机床参考点(零点)的。机床参考点由厂家设定后,用户不得随意改变,否则会影响机床的精度。

2. 编程坐标系

编程坐标系是由编程人员通过分析而设定的坐标系,编程坐标系既要符合图样尺寸,又要便于计算和编程。编程人员一般先找出图样上加工基准的要求,在满足工艺和精度要求的前提下,选择工件图样上的某一已知点为原点(也称程序原点)来建立一个新的坐标系,即工件编程坐标系。如图 1-5 所示。

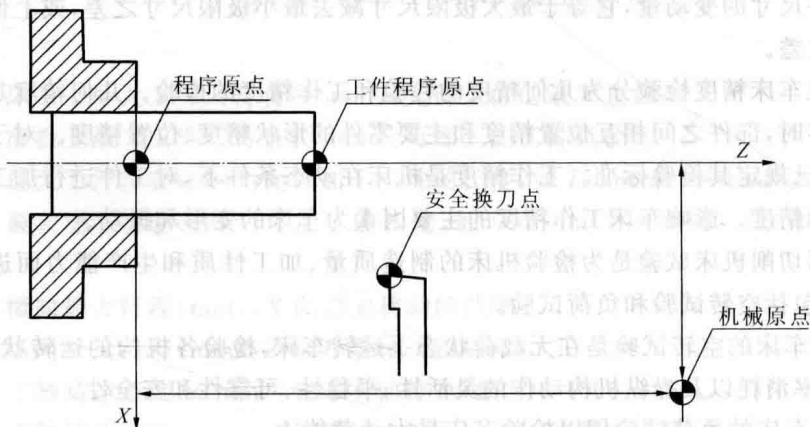


图 1-5 数控车床坐标系中的各原点

3. 工件坐标系

编程坐标系只是在图样上建立的,车床数控装置并不认识编程者设定的坐标系,因此需要操作者通过对刀等方式将编程坐标系的原点复制到数控装置上,此时在数控车床上建立的坐标系称为工件坐标系,其原点一般选择在轴线与工件右端面、左端面或其他位置的交点上,工件坐标系的Z轴一般与主轴轴线重合。工件坐标系一旦建立便一直有效,直到被新的工件坐标系所取代。

对刀的目的是确定程序原点在机床坐标系中的位置,将编程坐标系原点转换成机床坐标系的已知点并作为工件坐标系的原点,这个点就称为对刀点。对刀点可与程序原点重合,也可在任何便于对刀之处。

对刀时,可以用G50指令或用G54~G59指令等建立工件坐标系。

起刀点是零件程序加工的起始点,其位置的设定通常以换刀时刀架不受干涉和最接近工件为依据。

在零件车削过程中需要自动换刀,为此必须设置一个换刀点,该点至工件应有一定距离,以防止刀架回转换刀时刀具与工件发生碰撞。换刀点通常分为两种类型,即固定换刀点和自定义换刀点。

选择起刀点、换刀点的位置时通常要注意以下几点。

- (1) 方便数学计算和简化编程。
- (2) 容易找正对刀。
- (3) 便于加工检查。
- (4) 引起的加工误差小。
- (5) 不要与机床、工件发生碰撞。
- (6) 方便拆卸工件。
- (7) 空行程不要太长。

第2章 数控车床加工流程

2.1 数控车床加工概述

数控机床是按照事先编制好的数控程序自动地对工件进行加工的高效自动化设备。理想的数控程序不仅应该保证能加工出符合图样要求的合格工件,还应该使数控机床的功能得到合理的应用与充分的发挥,以使数控机床能安全、可靠、高效地工作。

在程序编制以前,编程人员应了解所用机床的规格、性能,数控装置所具备的功能及编程格式等。编制程序时,需要先对零件图样规定的技术特性、几何形状、尺寸及工艺要求进行分析,确定加工方法和加工路线,再进行数值计算,获得刀具中心运动轨迹的位置数据。然后,按数控机床规定采用的代码和程序格式,将工件的尺寸、刀具运动中心轨迹、位移量、切削参数(主轴转速、进给量、背吃刀量等)及辅助功能(换刀、主轴的正转与反转、切削液的开关等功能)编制成数控加工程序。在大部分情况下,要将加工程序记录在加工程序控制介质上。常见的控制介质有磁盘、磁带、穿孔带等。通过控制介质将零件加工程序输入数控系统,由数控系统控制机床自动地进行加工。

因此,数控机床的程序编制主要包括分析零件图样、工艺处理、数学处理、编写程序单、制作控制介质及程序校验等。

2.1.1 数控车床加工过程

(1) 分析零件图样和工艺处理。根据图样对零件的几何形状尺寸、技术要求进行分析,确定加工的内容及要求,决定加工方案,确定加工顺序,设计夹具,选择刀具,确定合理的加工路线,以及选择合理的切削用量等。同时还应发挥数控系统的功能和数控机床本身的能力,正确选择对刀点、切入方式,尽量减少换刀、转位时间等辅助时间。

(2) 数学处理编程前,根据零件的几何特征,先建立一个工件坐标系,根据零件图样的要求,确定加工路线,在建立的工件坐标系上,首先计算出刀具的运动轨迹。对于形状比较简单的零件(如轮廓曲线直线和圆弧组成的零件),只需计算出几何元素的起点、终点、圆弧的圆心、两几何元素的交点或切点的坐标值。

(3) 编写零件程序清单。加工路线和工艺参数确定以后,根据数控装置规定的指定代码及程序段格式,编写零件程序清单。

(4) 程序输入。即将编制好的格式文件输入数控装置。

(5) 程序校验与首件试切。在数控车床上对程序进行验证,检查程序是否能在系统中通过,并在机床上进行试切加工,完成工艺方面的调整。

2.1.2 车床数控编程方法

根据编程难度的不同,车床数控编程可采取手工编程或自动编程方式。

手工编程是指零件图样分析、工艺处理、数值计算、加工方案制订、程序编制和程序检验等都是由人工来完成,它要求编程人员不仅要熟悉数控机床的性能、数控指令及编程规则,而且要具备数控车床加工工艺和计算能力。目前,手工编程是一种普遍的编程方法,也是学习数控编程人员需掌握的一项基本技能,它广泛用于零件轮廓不太复杂、编程工作量不是很大的场合。

自动编程是借助于计算机或数控系统提供的编程软件辅助程序完成数控程序编制的一种编程方法。编程人员只需借助软件提供的各种功能对加工零件的几何参数、工艺参数和加工过程进行描述,由计算机自动完成程序编制。自动编程解决了手工编程难以解决的复杂零件的编程问题,减轻了编程人员的劳动强度,又提高了编程效率和准确性,在数控加工中应用得日益广泛。自动编程辅助软件包括 MasterCAM、UG、Pro/E、CAXA 等,利用这些软件对零件进行造型后,再设置各项参数,然后即可通过软件后置处理模块生成数控加工程序,将数控加工程序传输到数控装置后就可加工零件了。

2.2 图样分析

确定了加工内容以后,要对数控车床加工部分的零件图进行仔细分析,除了要分析零件的结构工艺性、分析零件精度和技术要求以外,还必须对零件的尺寸进行处理,将零件图上的设计尺寸转换成编程尺寸。

1. 零件尺寸与编程尺寸

所谓零件尺寸是指零件图上局部分散标注的设计尺寸,它反映的是零件的使用特性要求。编程尺寸是指适合于编程计算的集中引注或坐标式标注的尺寸,它反映的是零件的加工特性要求。

设计人员往往在尺寸标注中较多地考虑使用特性要求,采取局部分散的标注方法,给工序安排与数控加工带来很多不便。但数控车床加工精度及重复定位精度都较高,不会因产生较大的积累误差而破坏使用特性,因而改变局部的分散标注法为集中引注或坐标式尺寸标注是完全可行的。

机械加工不可避免地有加工误差。理论上零件的尺寸分布应呈正态分布状态,但由于不同的机床有不同的系统误差,这种误差只能通过试加工后,根据测量结果进行修正,消除常值系统误差。

2. 确定编程尺寸

图样上提供的尺寸信息是根据加工零件的技术要求来确定的,必须对其进行合理处理,将其控制在技术要求的范围之内,以便于编程加工,得到合格的零件。若图样上的尺寸基准与编程所需要的尺寸基准不一致,应先将图样上的各个基准尺寸换算为编程坐标中的尺寸,再进行下一步数学处理工作。

1) 直接换算

若图样尺寸标为 $59.94_{-0.12}^{+0.12}$, 分别取两极限尺寸 59.94 mm 和 59.82 mm。求得平均值 59.88 mm, 此即中值尺寸, 也是编程尺寸。取中值尺寸时, 如果遇到比机床所规定的最小编程单位还小一位的数值, 应将该尺寸尽量向最大实体尺寸靠拢并圆整。

2) 间接换算

图样中未直接标出的尺寸, 需要通过尺寸基准、尺寸链的解算得到, 如图 2-1 所示。

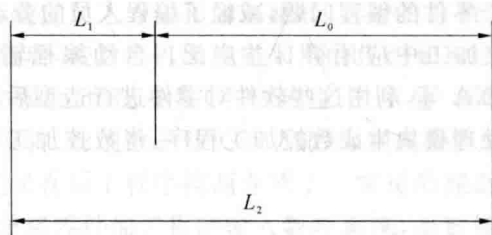


图 2-1 尺寸链简图

尺寸链主要由线性尺寸链和角度尺寸链组成。

相关计算公式如下:

封闭环的基本尺寸 L_0 = 所有增环基本尺寸 (L_2) 之和 - 所有减环基本尺寸 (L_1) 之和

封闭环的最大极限尺寸 = 所有增环最大尺寸之和 - 所有减环最小尺寸之和

封闭环的最小极限尺寸 = 所有增环最小尺寸之和 - 所有减环最大尺寸之和

【实例 2-1】 已知条件如图 2-2 所示, 求编制程序时的 L 尺寸 (加工中需要控制 L 尺寸的变化范围)。

$$L_{0\max} = \sum L_{n\max} - \sum L_{n\min} = 80 \text{ mm} - 49.95 \text{ mm} = 30.05 \text{ mm}$$

$$L_{0\min} = \sum L_{n\min} - \sum L_{n\max} = 79.7 \text{ mm} - 50.05 \text{ mm} = 29.65 \text{ mm}$$

求中值尺寸作为编程尺寸:

$$L = (30.05 \text{ mm} + 29.65 \text{ mm}) / 2 = 29.85 \text{ mm}$$

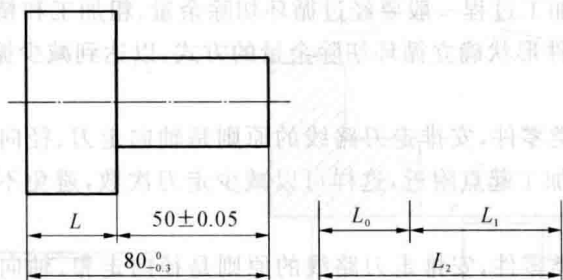


图 2-2 尺寸链计算实例

3. 尺寸与优化

如上所述,确定编程尺寸时,不仅要把尺寸定在该尺寸的误差分散中心,还必须保证零件轮廓的几何要素之间的几何关系不变(如直线与直线之间的夹角、直线与圆弧的相切关系等)。具体来说,确定编程尺寸的步骤如下。

- (1) 对精度高的尺寸的处理。将基本尺寸换算成平均尺寸。
- (2) 几何关系的处理。保持原重要的几何关系,如角度、相切等不变。
- (3) 精度低的尺寸的调整。通过修改一般尺寸保持零件原有几何关系,使之协调。
- (4) 节点坐标尺寸的计算。按调整后的尺寸计算有关未知节点的坐标尺寸。
- (5) 编程尺寸的修正。按调整后的尺寸编程并加工一组工件,测量关键尺寸的实际分散中心并求出常值系统误差,再按此误差对程序尺寸进行调整并修改程序。

2.3 加工路线的选择与优化

加工路线是指数控车床加工过程中刀具相对零件的运动轨迹和方向。在确定加工路线时最好画一张工序简图,将已拟定的加工路线画上去,作为下一步编程时的依据。选择加工路线的主要任务是确定粗加工及空行程的走刀路线,因为精加工一般是沿零件的轮廓走刀的。

2.3.1 加工路线选择的原则

- (1) 首先按已定工步顺序确定各表面加工路线的顺序。
- (2) 寻求最短加工路线(包括空行程走刀路线和切削加工路线),减少空刀时间,以提高加工效率。
- (3) 选择加工路线时应考虑使工件加工时变形最小,对横截面积小的细长零件或薄壁零件应采用分几次走刀或按对称去余量法安排进给路线。