

第3章 数控加工工艺设计

教学要求：

掌握数控加工工艺设计的一般规律；

掌握数控车床的工艺设计要点；

掌握数控铣床的工艺设计要点；

掌握数控加工中心的工艺设计要点。

从起源上看,数控加工工艺是普通机床机械加工工艺的延续与演变,数控加工工艺继承了传统加工工艺的大量内容。由于数控加工设备的新特点,数控加工工艺与普通机床机械加工工艺在工艺审查、加工过程设计、工序设计等方面也有着明显的不同,数控加工工艺在工序工步划分、刀具选择、工件装夹、夹具设计、加工方式、走刀路线、加工柔性等诸多工艺设计细节上有新特点。

与普通机床机械加工相比,数控加工具有如下特点:

(1) 自动化程度高 用数控机床加工工件时,切削加工过程在数控系统控制下全自动完成。若数控机床配备了自动化程度高的机床夹具,那么除了手工装卸工件外,工件加工的全部过程都由机床自动完成。

(2) 加工精度高,加工质量稳定 数控加工的尺寸精度通常在 $0.005\sim 0.01\text{mm}$ 之间。数控机床往往采用尺寸稳定性更高的刀具。数控加工在数控程序下完成,数控加工精度不受零件复杂程度的影响,因而数控加工具有更高的形状精度。数控机床上总是在工件一次装夹后尽可能完成更多表面的加工,因而这些表面之间具有更高的位置精度。

数控加工过程中大幅度减少了人为误差,因而同批工件具有更好的一致性。

(3) 对加工对象的适应性强 数控加工体现了更强的制造柔性。决定表面加工质量的主要因素是数控系统的程序,加工不同的表面或加工不同形状的工件只需要调整加工程序。数控加工具有更大的柔性。

(4) 生产效率高 数控系统具有很高的自动化程度,一次装夹工件,各个表面加工在数控系统控制下依次完成,可节约时间定额,具有很高的生产率。而且一些数控机床还采用了高速切削技术。

本章首先讲述数控加工工艺设计的一般性规律。然后,以数控车削加工、数控铣削加工和数控加工中心的加工为例,讲述这三类机床数控加工工艺设计的要点。

3.1 数控加工工艺设计总述

数控加工是使用数控机床作为加工手段进行的零件加工。采用数控加工方式加工零件的工作、方法、技术和经验等的总和称为数控加工工艺。数控加工工艺过程是利用数控加工手段,直接改变加工对象的形状、尺寸、表面位置、表面形状等使其成为成品或半成品的

过程。

在机械加工工艺基本理论方面,数控机床加工工艺与普通机床加工工艺是相同的。由于数控加工的全过程是机床在数控加工程序控制下自动完成的,因而数控加工工艺有其特殊性。特殊性突出表现在如下三个方面。

(1) 工序划分高度集中 数控加工设备是自动化程度较高的加工设备,具有一定的加工柔性,非常适合采用工序集中原则编排加工工序。例如,加工中心采用机械手换刀,可以在一台设备上完成铣削、镗削、车削、攻螺纹等多种加工。而普通机床功能相对较为单一,更适合采用较为分散的工序安排。

(2) 数控工序内容复杂 与普通机床相比,数控机床价格贵、精度高,使用费也高,故常安排其进行复杂工序加工或普通机床无法完成的加工。

(3) 数控加工工步安排详尽 数控机床完全按照加工程序工作,因此工艺设计需要详细安排工步内容,确定对刀点、换刀点及走刀路线等,并将其编入数控加工程序。而普通机械加工工序内的工步内容往往允许操作者灵活处置。

下面对比普通机床机械加工工艺设计,简明概括数控加工工艺设计。

3.1.1 数控加工工艺设计步骤及文件

数控加工工艺设计与普通机床机械加工工艺设计并没有本质区别,而有很多相同之处。一个机械零件往往可以全部采用数控加工完成,也可以部分采用数控加工完成,只是采用数控加工完成几道工序。

1. 数控加工工艺设计步骤

数控加工工艺设计大体分为如下几步:

- (1) 原始资料准备;
- (2) 数控加工工艺分析;
- (3) 数控工艺方案确定;
- (4) 数控机床、刀具及夹具选择;
- (5) 确定加工参数及走刀路线;
- (6) 数控加工程序编制;
- (7) 数控程序调试、加工模拟及修正;
- (8) 编写技术文件。

2. 数控加工工艺设计原始资料

除了具有设计普通机床机械加工工艺所需的原始资料之外,数控工艺设计还应具备针对现有数控设备的数控机床说明书、数控机床编程手册、切削用量表、标准工具、夹具手册等资料。

3. 数控加工工艺文件

数控加工程序编制完成后,填写工序卡(见表3.1),绘制工序简图。在工序简图中除了标注加工表面、定位基准、夹紧点以及工序尺寸外,还需用图示表示走刀路线,以方便操作人员检查核对数控加工程序。

数控加工程序连同工艺卡一起作为数控加工的工艺文件。

依据数控加工过程中所用刀具情况,填写数控刀具卡,见表3.2。

	(工厂)		数控加工工序卡								产品名称			产品图号			第 页				
											零件名称			零件图号			共 页				
	(工序简图、走刀路线图)										车间		工序名称		工 序 号						
											设备名称		设备型号		设备编号						
											夹具名称		夹具编号		工作液						
											材料牌号										
													加工程序编号								
	工步号		工步内容				加工面号		刀具号		刀补量		主轴转速 /(r/min)		进给量 /(mm/r)		背吃刀量 /mm		备注		
	描图																				
	描校																				
底图号											设计 (日期)		校对 (日期)		审核 (日期)		批准 (日期)		会签 (日期)		
装订号																					
		标记	处数	更改文件号	签字	日期	标记	处数	更改文件号	签字	日期										

	(工厂)		数控刀具卡								产品名称		产品图号		第 页	
											零件名称		零件图号		共 页	
											设备名称		设备编号			
	序号	刀具号	刀具名称		刀具型号		刀片		刀尖半径/mm		备注					
型号		牌号														
描图																
描校																
底图号										设计	校对	审核	批准	会签		
										(日期)	(日期)	(日期)	(日期)	(日期)		
装订号																
	标记	处数	更改文件号	签字	日期	标记	处数	更改文件号	签字	日期						

4. 数控加工作业指导书

数控加工普遍采用自动专用夹具,安装工件和卸下工件都较为方便。数控加工程序启动运行后,数控加工过程在数控系统控制下自动完成,工件加工过程不需要人干预。因此数控加工作业指导书较普通机械加工作业指导书简单,这里不再赘述。

3.1.2 数控加工零件工艺分析

数控加工零件工艺分析的首要问题是分析判断被加工对象是否可以在一台数控机床上完成全部加工工作。如若不能,则需要确定数控加工内容和数控加工使用的数控机床,即确定数控加工工序。其后可以针对数控加工设备开展工件的数控加工工艺分析。

数控加工工艺性审查涉及面很广,但从数控加工的可行性和方便性两方面来看,数控加工工艺审查有如下要求。

1. 零件图样标注应便于数控编程

(1) 零件图上尺寸标注应符合数控加工的特点。

在数控加工零件图上,应以同一基准标注尺寸。在不得已情况下,可将局部的分散标注法改为同一基准标注尺寸或直接给出坐标尺寸。这种尺寸标注方法容易使设计基准、工艺基准、检测基准与编程原点设置等具有一致性,也方便编制加工程序。

(2) 构成零件轮廓的几何要素应充分。

人工编程往往需要计算基点或节点坐标。自动编程则要对构成零件轮廓的所有几何要素进行定义。因此在分析零件图工艺性时,要分析几何要素是否充分。

2. 零件结构设计应符合数控加工的特点

(1) 零件的内腔和外形最好采用统一的几何类型和尺寸,以便减少刀具规格和换刀次数,方便编程,有益于提高生产效益。

(2) 内槽圆角的大小决定着刀具直径的大小,因而内槽圆角半径不应过小。零件工艺性的好坏与被加工轮廓的高低、转接圆弧半径的大小等都有关系。

(3) 零件铣削底平面时,槽底圆角半径不应过大。

(4) 零件结构设计应便于采用统一的定位基准,确保两次装夹加工后其相对位置的准确性。

3.1.3 数控加工工艺过程设计

下面对比普通机床机械加工,阐述一般数控加工工艺过程设计的特殊性。

1. 数控加工定位安装

数控加工普遍使用专用夹具装夹工件,数控加工的定位安装应遵循如下基本原则:

- (1) 力求设计、工艺与编程计算的基准统一;
- (2) 尽量减少装夹次数,尽可能在一次定位装夹后,加工出全部待加工表面;
- (3) 避免采用人工调整式定位安装方案。

2. 数控机床的选用

选用数控机床的目标首先是要保证零件加工精度要求,加工出合格的产品;其次是有利于提高生产率,还要尽可能降低生产成本。

数控机床选用主要是实现机床与加工任务的匹配。实现机床合理选用,除了考虑机床

技术参数和功能外,还需要考虑加工对象的材料和类型、零件轮廓形状复杂程度、尺寸大小、加工精度、零件数量、热处理情况等因素。

3. 数控加工方法的选择

数控加工方法的选择主要依据数控设备加工能力、加工表面的加工精度和表面粗糙度的要求进行,兼顾加工过程的生产率和经济性指标,也要考虑工厂的设备及工作量分配情况。

4. 数控加工工序划分

与普通机械加工相比,数控加工在工件一次装夹中能够完成更多的表面加工,具有工序集中的特点,因而带有数控加工工序的机械加工过程往往有较少的工序。但是由于工件加工表面数量和质量要求并未改变,而且数控加工过程需要编程实现,因而数控加工工序往往需要划分工步。数控加工的工序和工步的内容设计均需要更为详尽。

除了可以与普通机械加工一样以粗、精加工划分工序外,根据加工的特点,数控加工工序的划分还可按下列方法进行。

(1) 以一次工件安装作为一道工序 这种工序划分适合于加工内容较少的工件,每道工序加工完后就能达到待检状态。

(2) 以一把刀具可以完成的加工内容作为一道工序 有些工件虽然能在一次安装中加工出很多待加工表面,但考虑到程序太长,会受到某些限制,如控制系统的限制(主要是内存容量)、机床连续工作时间的限制(如一道工序在一个工作班内不能结束)等。此外,程序太长会增加出错率,造成检索困难。因此程序不能太长,一道工序的内容不能太多。

(3) 以加工部位划分工序 对于加工内容很多的工件,可按其结构特点将加工部位分成几个部分,如内腔、外形、曲面或平面,并将每一部分的加工作为一道工序。

5. 数控加工工步划分

数控加工工序设计较普通机械加工工序设计更为详细,数控工序内往往划分工步,工步的划分主要从加工的精度和效率两方面考虑。下面以加工中心为例来说明工步划分的原则。

(1) 同一表面按粗加工、半精加工、精加工依次完成,或将全部加工表面按先粗后精加工分开进行。

(2) 对于既有铣面又有镗孔的零件,可先铣面后镗孔。按此方法划分工步,可以提高孔的精度。因为铣削时切削力较大,工件易发生变形。先铣面后镗孔,可以使其有一段时间进行形变恢复,减少由变形引起的对孔的精度影响。

(3) 按刀具划分工步。某些机床工作台回转时间比换刀时间短,可采用按刀具划分工步,以减少换刀次数,提高加工效率。

总之,工序与工步的划分要根据具体零件的结构特点、技术要求等情况综合考虑。

6. 数控加工顺序设计

普通机械加工顺序的设计原则(如先粗后精、先主后次、基准先行、先面后孔、内外交替、废品先行等)对数控加工同样适用,只是数控加工过程往往不是在人脑智能控制和人目检测下进行,而是在预先设计的数控程序下自动完成,因而数控加工顺序需要详细设计,进而设计进给路线和走刀路线,开展数控程序编写。

数控加工顺序设计应根据零件的结构和毛坯状况,以及定位安装与夹紧的需要来考虑。

一般遵循如下原则:

- (1) 前面工序的加工不能影响后面工序的定位与夹紧;
- (2) 先进行内腔加工(可能只是一道工序就完成内腔加工),后进行外形加工;
- (3) 以相同定位、夹紧方式或用同一把刀具的加工,最好连续进行,以减少重复定位次数、换刀次数与挪动压板次数。

7. 数控加工工艺与普通工序的衔接

现阶段,数控加工往往不是指从毛坯到成品的整个工艺过程,而仅是穿插于零件加工整个工艺过程中的几道数控加工工序,因而要注意数控加工工艺与普通加工工艺衔接问题,使各工序相互满足加工需要,且质量目标及技术要求明确,交接验收有依据。

8. 数控机床夹具的设计要求

由于数控加工的特点,对数控机床夹具提出以下一些基本要求:

- (1) 要使夹具的坐标方向与机床的坐标方向相对固定;
- (2) 要便于确定零件和机床坐标系的尺寸关系;
- (3) 夹具上各零部件应不妨碍机床对零件各表面的加工,即夹具要开敞,其定位与夹紧机构元件不能影响加工中的走刀(如产生碰撞等);
- (4) 零件的装卸要快速、方便、可靠,以缩短机床的停顿时间。

3.1.4 数控加工工序设计

在普通机床上加工零件的工序设计内容实际上只是一个工序卡,机床加工的切削用量、走刀路线、工步的具体安排往往允许操作工人现场自行确定。

数控加工是按照数控加工程序进行的加工。在数控加工工序设计中,每一道工序的具体内容,如切削用量、工艺装备、定位夹紧装置及刀具运动轨迹等都是编制数控加工程序的工艺基础。因此,数控加工中的所有工序、工步的切削用量、走刀路线、加工余量,以及所用刀具的尺寸、类型等都要预先确定好,并编写入数控加工程序。因此,一名合格的数控加工编程人员首先应该是一名很好的工艺设计人员,应该对数控机床的性能特点和应用、切削规范和标准刀具系统等非常熟悉。否则就无法做到周详、恰当地设计零件加工的全过程,无法正确、合理地编制零件加工程序。

下面对比普通机械加工,概述一般数控加工工序设计的几个重要问题。

1. 刀具的选择

刀具的选择是数控加工工艺中的重要内容之一,它不仅影响机床的加工效率,而且直接影响加工质量。数控编程时,刀具选择通常要考虑机床的加工能力、工序内容、工件材料等因素。

与普通机床机械加工方法相比,数控加工对刀具的要求更高。不仅要求刀具精度高、刚度好、耐用度高,而且要求刀具尺寸稳定、安装调整方便。数控加工刀具普遍采用新型优质材料制造,并优选刀具参数。附录 E、F、G 列举了数控加工的常用刀具。

选取刀具时,要使刀具与被加工工件的表面尺寸和形状相适应。生产中,平面零件周边轮廓的加工,常采用立铣刀;铣削平面时,应选硬质合金刀片铣刀;加工凸台、凹槽时,选高速钢立铣刀;加工毛坯表面或粗加工孔时,可选镶硬质合金的玉米铣刀。曲面加工常采用球头铣刀,但加工曲面上较平坦的部位时,刀具以球头顶端刃切削,切削条件较差,因而应采

用环形刀。在单件或小批量生产中,常采用鼓形刀或锥形刀来加工一些变斜角零件,避免使用多坐标联动机床。镶齿盘铣刀适用于在五坐标联动的数控机床上加工一些球面,其效率比用球头铣刀高近十倍,并可获得好的加工精度。

此外,编程人员还应了解数控机床上所用刀杆的结构尺寸以及调整方法、调整范围,以便在编程时确定刀具的径向和轴向尺寸。刀杆是连接普通刀具的接杆,以便在加工中心上可以采用普通标准刀具进行钻、镗、扩、铰、铣削等加工时。

2. 对刀点与换刀点的确定

编制数控程序时,应正确地确定对刀点和换刀点的位置。

对刀点就是在数控机床上加工零件时,刀具相对于工件运动的起点。加工结束时刀具要回到对刀点。对刀点既是程序的起点,也是程序的终点,因此在成批生产中要考虑对刀点的重复精度。

对刀点的选择原则如下:

- (1) 便于用数值计算和简化程序编制;
- (2) 应使在机床上找正容易;
- (3) 应便于在加工过程中检查;
- (4) 引起的加工误差小。

对刀点可选在工件上,也可选在工件外面(如选在夹具上或机床上),但必须与零件的定位基准有一定的尺寸关系。为了提高加工精度,对刀点应尽量选在零件的设计基准或工艺基准处。

加工过程中需要换刀时,应规定换刀点。换刀点是佰刀架转位换刀时的位置。该点可以是某一固定点(如数控加工中心,其换刀机械手的位置是固定的),也可以是任意的一点(如数控车床)。换刀点应设在工件或夹具的外部,以刀架转位时不与工件及其他部件干涉为准。其设定值可用实际测量或计算方法确定。

3. 走刀路线的设计

在数控加工中,为了实现刀具对工件的加工,刀具刀位点从对刀点(或机床原点)出发至返回的运动轨迹称为走刀路线,也称加工路线(加工路径)或刀具运动轨迹。走刀路线包括切削进给路线和空行程路线(刀具切入前和切出后的没有切削加工的运动轨迹)两部分。

与普通机床机械加工工艺相比,走刀路线设计是数控加工工艺设计非常有特色的部分。普通机床机械加工是在人的操作下进行,数控加工则是按照预先设计的走刀路线走刀,完成数控加工。

与普通机床机械加工类似,按照加工过程完成任务不同,数控加工过程也可以分为粗加工和精加工。粗加工的任务也是为了尽快去除多余材料;精加工任务则是获取一定的加工质量(加工精度与表面质量)。精加工的走刀路线与工件的加工表面形状一致,是连续走刀过程。走刀路线设计相对比较固定,可变性小。粗加工的走刀路线则可以有较多的变化,有很大的灵活性。

走刀路线不但包括了工步的内容,也反映出工序的顺序。走刀路线也是编程的主要依据之一。因此,在设计走刀路线时往往要画一张工序简图,将已经拟订出的走刀路线画上去(包括进、退刀路线),这样可方便编程,也方便操作人员核对数控加工程序。

走刀路线设计主要遵循如下原则:

- (1) 走刀路线首先应保证工件的加工精度和表面粗糙度值符合要求;
- (2) 应使走刀路线最短,这样既可减少程序段,又可减少空刀时间,加工效率较高;
- (3) 使几何要素的数值计算简单,以减少编程工作量。

工步的划分与安排一般可随走刀路线来进行,在确定走刀路线时,主要注意以下几点;

(1) 对点位加工的数控机床如钻床,铣床,要考虑尽可能缩短走刀路线,以减少空程时间,提高加工效率。

(2) 为了保证工件轮廓表面加工后的粗糙度值要求,最终轮廓应由最后一次走刀连续加工而成。

(3) 刀具的进退刀路线必须认真考虑,要尽量避免在轮廓处停刀或垂直切入、切出工件,以免留下刀痕(切削力发生突然变化而造成弹性变形)。

(4) 铣削轮廓的走刀路线要合理设计。在铣削封闭的凹轮廓时,刀具的切入或切出不允许外延,最好选在两面的交界处,否则会产生刀痕。

(5) 旋转类型零件一般采用数控车床或数控磨床加工,由于车削零件的毛坯多为棒料或锻件,加工余量大且不均匀,因此,合理设计粗加工时的走刀路线,对编程至关重要。

精加工的走刀路线基本上都是沿其零件轮廓顺序进行的,因此设计走刀路线的工作重点是确定粗加工及空行程的进给路线。

4. 切削用量的确定

数控加工切削用量的确定方法、原则与普通机床机械加工相同。通常,对数控机床应根据机床说明书、切削用量手册,并结合刀具情况、工件材料、加工类型、加工要求及加工条件等具体加工因素,依据粗、精加工要求及条件,查看刀具或刀片手册得到切削用量的推荐值。

与普通机床机械加工工艺不同,数控加工的切削用量应编入数控加工程序内。

3.1.5 数控加工程序

数控加工程序就是数控机床自动加工零件的工作指令序列。

数控编程就是用数控加工指令语言记录和描述零件的工艺过程、工艺参数、机床的运动以及刀具位移量等信息,形成代码序列,并完成对其进行校核的全过程。

目前,数控机床生产商可以选用不同的数控系统。数控机床的编程语言与其采用的数控系统关系密切。

目前多种数控系统应用较广泛,不同数控系统使用的数控程序的语言规则和格式也不尽相同。即便使用相同语言针对不同设备编写的加工程序也不可以交换使用,否则有可能导致严重事故。编制加工程序必须严格按照机床配备的编程手册进行。

编制加工程序过程中,编程人员应对图样规定的技术要求、零件的几何形状、尺寸精度要求等内容进行分析,确定加工方法和走刀路线;进行数学计算,获得刀具轨迹数据;然后针对某种特定数控机床规定的代码和程序格式,将被加工工件的尺寸、刀具运动中心轨迹、切削参数以及辅助功能(如换刀、主轴正反转、切削液开关等)信息编制成加工程序,并输入数控系统,由数控系统控制机床自动地进行加工。理想的数控程序不仅应该保证能加工出符合图纸要求的合格工件,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。

数控加工程序编制方法主要分为人工编程与自动编程两种。

1. 人工编程

人工编程亦称手工编程,是指从零件图纸分析、工艺处理、数值计算、编写程序单,直到程序校核等数控编程各步骤工作均由人工完成的全过程。人工编程适合于编写进行点位加工或几何形状不太复杂的零件的加工程序,以及程序坐标计算较为简单、程序段不多、程序编制易于实现的场合。人工编程较为简单,容易掌握,且适应性较强。人工编程方法是数控加工编程的基础,也是机床现场加工调试的主要方法,对机床操作人员来讲是必须掌握的基本技能,其重要性是不容忽视的。

2. 自动编程

自动编程是指在计算机及相应的软件工具的支持下,自动生成数控加工程序的过程。自动编程充分发挥了计算机快速运算和存储的功能,使用计算机代替编程人员完成了烦琐的数值计算工作,并省去了书写程序单等工作量,因而可提高编程效率几十倍乃至上百倍。自动编程的大致过程是采用友好的高级语言对加工对象的几何形状、加工工艺、切削参数及辅助信息等内容按规则进行描述,再由计算机自动地进行数值计算、刀具中心运动轨迹计算,最终产生出零件加工程序单,并完成对加工过程的仿真模拟。采用自动编程方法编写形状复杂,具有非圆曲线轮廓、三维曲面等零件的数控加工程序,明显较人工编程效率高,可靠性高。在自动编程过程中,程序编制人员可及时检查程序是否正确,需要时可及时修改。

3.2 数控车床工艺设计

数控车床是最为常见的数控设备,具有价格低和加工精度高的特点。用数控车床取代普通车床进行机械加工,数控车削工艺设计具有显著的特点。

3.2.1 适合加工表面

与普通车床相比,数控车床的进给机构都采用数字控制,具有更高的自动化程度,因而数控车床的加工范围较普通车床有所扩大。如果工件能够在数控车床上恰当装夹,适合数控车削加工的表面主要有如下几类。

1. 精度要求高的回转表面,特别是加工误差一致性要求高

由于数控车床的车削加工是在数字控制系统的控制下完成的,在工件一次装夹后,数控车床可以完成更多和更复杂的车削加工,因此零件的加工表面精度较高,各个加工表面之间的位置关系更为准确,加工表面的形状精度也较高。正是数控车床的加工过程由数控系统完成,较大程度排除了人的参与,数控车床普遍采用较好的刀具,因而一次调整后数控车床加工的一批零件具有很好的一致性。

2. 表面加工质量高的回转表面

在工件材质、加工余量和刀具已经确定的条件下,工件加工表面质量取决于进给量和切削速度。数控车床往往具备恒速切削功能。在加工锥面时,可以依据锥面直径变化自动调整主轴转速实现恒速切削,因而可以获得较好的加工表面质量。在加工复杂回转表面时也可以获得相同的表面粗糙度值。

在数控系统控制下,数控车床可以很方便地改变加工表面质量。例如,同一圆柱表面分段车削出不同表面粗糙度。

3. 形状复杂的回转表面

数控车床的车削加工由数控系统控制实现,车床的进给轴可以实现数控联动,因而数控车床可以方便地加工各种能够用数学函数描述的回转表面。

4. 特殊螺纹表面

由于数控系统的进给动作由数字控制实现,并能实现与主轴的联动,因而数控车床配合专用硬质合金成型刀具,可以方便地加工各种螺纹,并获得较高的加工质量。相比较,普通车床能够加工的螺纹数量只有有限的几种。

3.2.2 定位基准与工件装夹

数控车床主要进行回转表面加工,数控车床加工的工件大多数是回转体零件。因此,在多数情况下数控车床的工件定位采用回转轴线、回转体外圆或内孔。

以回转轴线为定位基准时,数控车床的工件装夹多采用双顶尖。

用回转体外圆作为定位基准时,数控车床多采用动力卡盘装夹工件。动力卡盘是采用液压、气压等动力方式夹紧工件的三爪卡盘,便于快速装卸工件,提高数控机床的利用率和生产率。为了适应高速切削,一些数控车床上安装了高速卡盘。在低端数控车床上也有的采用普通三爪自定心卡盘等装夹工件。

用回转体内圆作为定位基准时,数控车床多采用心轴装夹工件,特别是液压等动力驱动夹紧的自定心心轴。

若加工工件为非回转体,不便于采用上述夹具安装工件。当生产批量较大时,数控车床多配备专用车床夹具,以减少工件装卸时间,提高生产率。单件小批量生产也可以采用单动四爪卡盘或花盘找正安装工件。

3.2.3 刀具

数控车床刀具对许多工艺参数都有直接影响,比如切削用量等。

与传统车床相比,数控车削对刀具提出了更高的要求,不仅要求刀具精度高、刚度大、寿命长,而且要求刀具尺寸稳定,刀具安装调整方便。因而,数控车床用车刀无论是刀具材质,还是刀具的尺寸精度都明显优于普通车床刀具。

数控车床的刀具也是种类繁多。按照刀片与刀体的连接方式不同,数控车床刀具主要分为焊接式和机夹可转位式两类。

(1) 焊接式车刀 焊接式车刀是将刀片采用钎焊方式焊接在刀体上,具有结构简单、制造方便、刀具刚性大的优点。但是,焊接式车刀磨损后,刀片和刀体不便回收利用。

(2) 机夹可转位车刀 机夹可转位车刀用可拆机械连接方式将刀片固定在刀体上。它往往由刀杆、刀片、垫片、夹紧元件等构成。当切削刃磨损后,卸下刀片更换切削刃。机夹可转位刀片参见附录 E,机夹可转位车刀参见附录 F。

数控车床配备电动或液压回转刀架、电动方刀架、排式刀架等。

3.2.4 工序划分

数控车削加工主要按照下面两种方式划分工序。