

数控加工实用技巧丛书

数控车削加工

葛文军 主编

MENU

X -416.026

Y -209.442

Z -38.865

POS

GRM

OFFSET



机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS

数控加工实用技巧丛书

数控车削加工

葛文军 主编



机械工业出版社

本书是编著者结合多年的企业和教学实践经验以及在辅导学生参加全国数控大赛过程中所总结的一些实践经验和技巧,经提炼并整理后编著而成的。全书从数控车工应具备的基本知识和技能入手,总结了数控加工的工艺、编程、操作和机床维护等各个方面的技巧,并且通过各种生产实例加以体现。内容简明扼要、图文并茂、通俗易懂,对广大数控车工,尤其是中、高级数控车工具有较强的借鉴和指导作用。

本书内容涉及数控车床简介、数控车削手动编程、数控车削自动编程、数控加工工艺、典型零件数控车削加工工艺分析及编程操作技巧。通过编程实例来介绍数控车床中、高级技能考工实训,运用日本 FANUC 数控系统、德国 SIEMENS 数控系统来编制实例程序。

本书适合操作人员丰富数控车床知识,提高数控车削技术;也能作为大中专院校、职业技术学院机械类专业学生提高技能的良好读物。

图书在版编目(CIP)数据

数控车削加工/葛文军主编. —北京:机械工业出版社,
2012. 2

(数控加工实用技巧丛书)

ISBN 978 - 7 - 111 - 36697 - 3

I. ①数… II. ①葛… III. ①数控机床: 车床—车削—加工工艺
IV. ①TG519. 1

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2011) 第 257471 号

机械工业出版社 (北京市百万庄大街 22 号 邮政编码 100037)

策划编辑: 周国萍 责任编辑: 周国萍 郑 钹

版式设计: 张世琴 责任校对: 刘怡丹

封面设计: 姚 毅 责任印制: 乔 宇

三河市国英印务有限公司印刷

2012 年 4 月第 1 版第 1 次印刷

169mm×239mm·22.5 印张·437 千字

0001—3000 册

标准书号: ISBN 978 - 7 - 111 - 36697 - 3

定价: 48.00 元

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页,由本社发行部调换

电话服务

策划编辑: (010) 88379733

社服务中心: (010) 88361066

网络服务

销售一部: (010) 68326294

门户网: <http://www.cmpbook.com>

销售二部: (010) 88379649

教材网: <http://www.cmpedu.com>

读者购书热线: (010) 88379203

封面无防伪标均为盗版

前 言

随着制造业的快速发展,数控机床的精确度、柔性、可靠性、集成性和宜人性等各方面的性能越来越完善,在自动化加工领域的占有率也越来越高。数控机床的应用已渗透到机械制造业的各个领域。数控加工越来越普及,企业对数控加工高技能人才的需求也越来越大。许多工科院校、技师学院、高职院校都开设了数控编程与操作方面的课程,市场上也出现了很多涉及数控编程与操作方面的书籍,但传统的数控加工入门书籍已不能完全满足发展需要。针对这样的现状,我们把多年数控教学实践和工程实践经验结合起来,并参阅大量资料,把实际加工中的经验和遇到的一些问题,进行总结、归纳后编写成本书。

本书主要介绍数控车削手动编程、数控车削自动编程、数控加工工艺、典型零件数控车削加工工艺分析及编程操作技巧,运用当今普遍应用的日本 FANUC 数控系统、德国 SIEMENS 数控系统来编制实例程序。

书中融合了典型零件的加工方法和高效率的车削加工、机床的扩大使用等技术技巧;以典型零件的操作要点、技术关键、工艺窍门与加工经验以及改革创新为主线,理论结合实践。其编写的目的在于使读者能尽快掌握车削加工的技术技能,进一步提高操作水平,并能促进读者的创新改革。

本书的内容按中、高级数控车床操作工应会的要求进行编写;读者通过本书的学习可以掌握数控编程与操作技巧,提高数控编程和操作水平,获得数控中、高级技能证书。

本书由扬州大学葛文军主编。邗江中等专业学校车晓红编写了第3章。葛文军在扬州大学机械工程学院担任数控车实习老师期间,多年研究机械制造工艺及金属切削参数的选用,特别是军品有色金属及模具钢切削参数的选用;随着新技术的发展,把它与数控有机的结合起来,在本领域改革创新,获得了多项发明专利;具有较强的实践操作能力、丰富的实习培训经验和较强的敬业精神;多次参加江苏省工科院校先进制造技术实践教学与创新制作大赛和数控技术研讨会。

数控加工中会遇到各种情况,本书旨在抛砖引玉,使读者在数控加工中遇到问题时有一定的启发,使数控加工水平更上一层楼。

由于编著者水平有限,书中难免有不妥甚至错误之处,敬请读者指正。

编 者

目 录

前言

绪论 1

第1章 数控车床的操作技巧 4

1.1 数控车床概述 4

1.1.1 概述 4

1.1.2 操作数控车床的方法与 技巧概述 5

1.1.3 数控车床的分类 9

1.1.4 FANUC 数控系统和 SIEMENS 数控系统简介 11

1.2 操作及编程技巧 17

1.2.1 基本操作知识 17

1.2.2 SINUMERIK 802S 数控车床 操作技巧 44

1.2.3 数控车床程序编制技巧 47

1.2.4 编程常用技巧 54

1.2.5 G158 指令在零件加工程序中 的应用技巧实例 56

1.2.6 数控车削中的工艺分析及 编程实用技巧 58

1.2.7 数控车床刀是选择及刀架上 安装钻头、中心钻辅助夹具 的实用技巧 64

1.2.8 卧式水平导轨数控车床运行 过程中避免发生相互干涉、 碰撞的技巧 66

1.2.9 加工零件过程中避免产生 误差的技巧 71

1.2.10 数控车床刀具安装顺序、 零件定位、刀具起刀点的 使用技巧 75

1.2.11 数控车床刀具半径补偿的

使用技巧 77

1.2.12 数控车削加工圆弧的 技巧 83

1.2.13 试切时的对刀技巧 86

1.3 数控车床的维护保养 技巧 90

1.3.1 CK6136 数控车床步进电动机 与滚珠丝杠之间连接轴套 维修的技巧 90

1.3.2 数控车床刀具结合程序与操作 合理有效保护车床的调试 技巧 91

1.3.3 数控车床开箱调试与验收的 技巧 92

1.3.4 SINUMERIK 802S 数控系统 参数及其调试 94

1.3.5 数控系统的保养操作 96

1.3.6 数控车床运行过程中的 常见故障及排除 99

第2章 数控车削加工一般程序的 手动编程技巧 121

2.1 数控车削程序编制概述 ... 121

2.2 加工编程技巧 122

2.2.1 盘类零件灵活应用恒线速 编程技巧 122

2.2.2 盘类大直径圆弧加工编程 优选路径方案 129

2.2.3 倒角编程技巧 132

2.2.4 数控车削时精确定位的 技巧 134

2.2.5 数控车床编程指令运用

的技巧	137	3.1.1 螺纹	239
2.3 循环程序	146	3.1.2 数控车床加工普通螺纹 技术	241
2.3.1 运用简单车削循环指令的 技巧	146	3.2 螺纹循环编程指令及编程 技巧	242
2.3.2 运用复合固定循环指令的 技巧	150	3.2.1 FANUC 系统螺纹编程 指令	242
2.3.3 FANUC 系统外圆复合循环 指令编程时混合使用的 技巧	165	3.2.2 SINUMERIK 802S 螺纹固定 循环编程的技巧	254
2.3.4 SIEMENS 系统数控车床外 圆固定循环编程的技巧	167	3.2.3 数控车床上变速车削加工 梯形螺纹	257
2.3.5 调用子程序指令简化编程 的技巧	185	3.2.4 变螺距螺纹的加工技巧	260
2.3.6 数控车削中的粗加工编程 技巧	190	3.2.5 切削液的功用及螺纹车削 加工质量的控制	263
2.4 宏程序编程技巧	192	3.3 螺纹加工编程实例	264
2.4.1 宏程序编程概述	192	3.3.1 数控车削加工带有螺纹特 形轴的工艺设计及编程 举例	264
2.4.2 宏程序概念	194	3.3.2 切削无退刀槽螺纹的编程 实例	270
2.4.3 FANUC 系统宏程序指令 编程	199	3.3.3 车削内螺纹的编程实例	272
2.4.4 SIEMENS 系统宏程序编程 的技巧与实例	203	3.3.4 车削内、外螺纹的编程 实例	275
2.4.5 一般零件宏程序编程 实例	211		
2.4.6 数控车削椭圆类零件宏 程序实例	215	第4章 数控车削自动编程技巧 实例	280
2.4.7 双曲线过渡类零件的宏程序 和 R 参数编程	220	4.1 自动编程	280
2.4.8 抛物线类零件的宏程序 编程	225	4.1.1 自动编程概述	280
2.4.9 数控车削正弦函数曲线 零件的宏程序实例	228	4.1.2 自动编程软件	284
2.4.10 车削加工综合性零件应用 宏程序编程的实例	230	4.2 Mastercam 软件	286
2.4.11 华中数控宏指令编程	233	4.2.1 Mastercam 软件简介	286
第3章 螺纹加工编程技巧	239	4.2.2 Mastercam 9.0 的基本操作 方法	289
3.1 螺纹编程概述	239	4.2.3 Mastercam 二维图形 构建	292
		4.2.4 Mastercam 三维曲面 造型	296
		4.2.5 实体造型	300

4.2.6	Mastercam 数控加工	304	5.1.1	数控加工工艺安排的技巧	320
4.3	Mastercam 软件应用实例	306	5.1.2	数控车削加工切削用量的选择	323
4.3.1	数控车床运用 Mastercam 软件自动编程的技巧	306	5.1.3	活塞加工编程技巧	326
4.3.2	Mastercam 10.0 在数控车削中的运用	307	5.1.4	活塞减重孔加工的技巧 ...	336
4.3.3	单旋变距双向循环移动螺杆的加工	312	5.2	特殊形状零件加工的技巧	337
4.3.4	SINUMERIK 802S 数控系统的通信、传输格式和参数选用	317	5.2.1	定位陀螺外壳车削加工装夹与刀具选用的技巧	337
			5.2.2	椭圆过渡类零件的车削加工实例	340
			5.2.3	破甲弹连接套加工实例 ...	344
			5.2.4	破甲弹弹头加工实例	349
第5章 典型零件加工技术技巧			参考文献		
5.1	数控车削加工一般零件的技巧	320	参考文献		
			参考文献		

绪 论

数控技术的发展已有 50 年历史，它是在多种技术交叉的基础上发展起来的。1947 年美国贝尔实验室诞生了晶体管，1958 年美国德克萨斯仪器公司发明了集成电路，从此微电子技术突飞猛进。微处理器的性能（按芯片上的晶体管数量定义）每 18 个月翻一番；不断缩小尺寸，以增加芯片上晶体管的数量，从而也提高了电路的处理速度。20 世纪 60 年代，每块晶片（ 10cm^2 ）有 10 个晶体管；20 世纪 70 年代后，每 10 年增加 1000 倍。集成电路发明后的 40 年，晶体管的尺寸缩小到最初尺寸的百万分之一。

20 世纪 50 年代初，世界第一台数控机床的进给驱动采用液压驱动。当时很多 NC 系统的进给伺服为液压系统。这种液压系统与传统的伺服电动机相比，响应时间短，驱动部件的外形尺寸小。

20 世纪 70 年代，开环系统逐渐由闭环系统取代；液压的伺服系统逐渐由电气伺服系统取代。美国盖梯茨公司首先研制成功了大惯量直流伺服电动机，即通常所指的宽调速直流伺服电动机。

20 世纪 80 年代初期，由美国通用电气公司研制成功了采用笼型异步交流伺服电动机的交流伺服系统。

1986 年之后出现了数字伺服系统的数控机床。数字伺服系统的出现，促进了高精度数控机床的发展。CNC 机床的发展建立在 NC 技术、机械构造技术和制造技术的基础上。这三种技术的进步和发展也互相推动。NC 本身的发展也是建立在机械发展的基础上。

1) 机械加工速度和精度的提高，要求 NC 系统的功能不断扩大、改进和完善。

2) 机械结构简化与改进及新加工功能的完善，要求 NC 的软件功能越来越复杂，元、部件性能越来越高。

3) 机械加工的连续、协调运行，要求不断提高 NC 系统的可靠性，加工和系统信息不但可以控制、管理，而且可以通过网络共享。这样就使 NC 发展到可以进网、联网。

我国数控系统在技术上已趋于成熟，在重大关键技术上（包括核心技术），已达到国外先进水平。目前，已新开发出数控系统 80 种。自“七五”以来，国家一直把数控系统的发展作为重中之重来支持，现已开发出具有中国版权的数控系统，掌握了国外一直对我国封锁的一些关键技术。例如：曾长期困扰我国、并

2 数控车削加工

受到西方国家封锁的多坐标联动技术，对于我们已不再是难题； $0.1\mu\text{m}$ 当量的超精密数控系统、数控仿形系统、非圆齿轮加工系统、高速进给数控系统、实时多任务操作系统都已研制成功。尤其是基于 PC 的开放式智能化数控系统，可实施多轴控制，具备联网进线等功能，既可作为独立产品，又是一代开放式的开发平台，为机床厂及软件开发商二次开发创造了条件。

为了满足制造技术不断发展的需要，数控 NC 技术将朝着智能化、高精度、网络化、集成化、超微精密化的方向发展。

1. 智能化

近年来，许多厂商开发出高速度、高加速度的加工中心，为了更有效地发挥加工中的作用，对智能加工系统进行了研究和开发。

智能系统主要包括两部分：

- 1) 决策相应的加工条件和控制参数的数据库。
- 2) 与加工操作相应的控制系统。

2. 网络化

网络的任务主要是进行通信，共享信息。NC 作为车间基本设备，它的通信范围是：

- 1) NC 内部 CNC 装置与数字伺服间的通信。
- 2) 与上级主计算机的通信（一般通过以太网）。
- 3) 与车间现场设备及 I/O 装置的通信（主要通过现场总线进行通信）。
- 4) 通过因特网与服务中心通信，传递维修数据。
- 5) 通过因特网与另一个工厂交换制造数据。

随着网络技术的发展，NC 通信功能将越来越重要。在计算机的世界里，可以产生各种各样的信息把物理过程虚拟化；DNC 还可以对 CAD/CAM/CAPP 以及 CNC 的程序进行传送和分级管理。DNC 技术使 CNC 与通信网络联系在一起可以传递维修数据，使用户与 NC 生产厂直接通信；进而把制造厂家联系起来，构成虚拟制造网络。现在的挑战是如何把这些信息从计算机“下载”到生产线，在生产的过程中利用这些信息控制机械，使它生产出产品，这个全过程就是“数字制造”。

3. 集成化

1) 使用更新的 IC 器件，NC 系统进行高密度立体安装，以减少占用空间和提高可靠性。

2) 使用光缆传递信号，减少铜缆。

3) 无缆连接。为了进一步减少 NC 系统内连接电缆的数目，目前有人在研究利用无缆展宽频谱通信的方法进行通信；传送的信号（数据）由所谓伪随机信号调制；所调制的信号产生一个很宽的，像噪声一样的频谱；当收到信号时，

它由同样的伪随机信号解调。这种传输方法无缆，保密性好。

4. 微机电控制系统

在当前，微机电系统应用非常广泛。它可以在通信、空间、生物医学、仪器仪表、化学化工和光学等方面发挥重要作用。微机电系统的加工，除了采用硅体微加工、硅表面微加工等技术外，还需要微机械加工及控制系统；其分辨率一般要求 $0.01\mu\text{m}$ 及 $0.0001\mu\text{m}$ ；系统有温度补偿及各种误差补偿。

就当前国内许多刚刚从事数控机床操作人员的分类来说，有很大一部分操作者是从事过一般手动机床或者半自动机床操作的技术工人，他们对机械加工非常熟悉，但对于数控机床的编程比较陌生；也有刚从机械专科学校毕业的学生，他们对机械加工知识、数控加工和编程的理论比较熟悉，但是缺少实际的机械加工经验；也有很多操作者是从来没有接触过机械加工和编程的，他们学习数控机床操作的困难是非常大的。对于这些初学数控机床的人员，掌握一定的数控机床操作技巧是非常重要的。一方面他们可以避免发生机床碰撞事故，导致机床损坏；二是可以在较短的时间内，提高操作者的数控机床操作技能，胜任本职工作。本书针对以上接触数控机床的操作人员，介绍了一些数控机床操作技巧的理论知识，希望对他们有一些借鉴的意义。

第 1 章 数控车床的操作技巧

1.1 数控车床概述

1.1.1 概述

数控车床与普通车床一样，是用来加工零件旋转表面的。数控车床常常采用液压、气动和电动卡盘装夹工件，能够自动完成圆柱面、圆锥面、球形面以及螺纹的车削加工，还能加工一些复杂轨迹的回转体表面，如双曲线、椭圆、二次函数曲线等。

数控车床的外形与普通车床相似，即由床身、主轴箱、刀架、进给系统、冷却和润滑系统等部分组成。数控车床的进给系统与普通车床本质的区别是，普通车床有进给箱和实现变速的齿轮箱，而数控车床是直接用电机通过滚珠丝杠驱动溜板和刀架实现进给运动，因而进给系统和变速系统的结构大为简化。图 1-1 所示为 MJ460 数控车床的外观图。

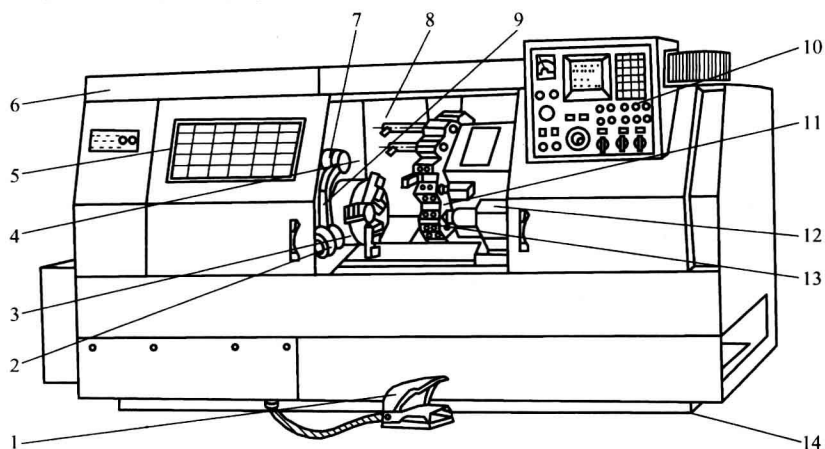


图 1-1 MJ460 数控车床的外观图

- 1—主轴卡盘夹紧与松开的脚踏开关 2—对刀仪 3—主轴卡盘
4—主轴箱 5—机床防护门 6—数控装置 7—对刀仪防护罩
8—刀具 9—对刀仪的转臂 10—操作面板 11—回转刀架
12—底座 13—切削液喷头 14—床身

数控车床具有以下特点:

- 1) 加工精度高、通用性好。
- 2) 加工能力强, 适用于多品种、小批量零件的加工(柔性)。
- 3) 高速、高精度, 适合于复杂的立体型面的模具加工。
- 4) 具有较高的生产率和较低的加工成本。
- 5) 有多种特殊曲线的插补功能, 例如渐开线、抛物线、指数函数曲线、圆弧螺线、多头螺线、变螺距螺线、锥螺线、柱面体型槽及坐标插补等。
- 6) 易于建立计算机通信网络, 有多种编程方式, 例如菜单编程、图形会话编程(Snpercap)、符号图形编程(Symbolicap)以及示教编程。

1.1.2 操作数控车床的方法与技巧概述

掌握数控车床的操作技巧是一个循序渐进的过程, 并不能一蹴而就。它是建立在掌握了车床基本操作、机械加工基础知识和编程基础知识之上的。数控机床操作技巧也不是一成不变的。它需要操作者充分发挥想象力和动手能力。操作者要学会操作数控车床, 除了需要认真学习之外, 还必须掌握一定的方法和技巧。

1. 全面了解所操作的数控车床

- 1) 了解车床的机械结构。
- 2) 要掌握车床的轴系分布, 更要牢牢地掌握车床各个数控轴的正负方向; 要掌握车床各部件的功能和使用, 譬如简单的气动系统原理和功能、简单的液压系统工作原理和功能。
- 3) 要掌握车床各辅助单元的工作原理和功能, 譬如刀库、冷却单元、电压稳压器、电器柜冷却器等单元的工作原理、功能和使用方法, 以及车床各个安全门锁的工作原理、功能和使用方法。
- 4) 牢牢地掌握车床的各操作按钮功能: 知道怎么执行程序; 怎么暂停程序检查工件加工状态, 恢复暂停状态继续执行程序; 怎么停止程序; 怎么更改程序后再执行程序。
- 5) 了解所操作的操作系统; 简单了解数控系统的控制原理和工作方法; 加工使用的软件及其使用的语言。如果操作者对该语言不了解或者对该语言的专业词汇不了解, 就需要接受专业的培训, 在培训时需要认真地做好笔记。车床软件中的每个词汇代表什么中文意思, 必须死记硬背, 以后才能在工作中正确使用车床。另外, 操作者也需要在培训时学习一般的操作报警语句, 知道其中文是代表什么意思, 怎么解决问题, 怎么消除错误报警。对于操作者来说, 如果有精力和能力允许的话, 可以学习该类语言, 这对以后提高车床操作技巧有很大帮助。

2. 循序渐进地熟练操作数控机床

1) 熟练掌握控制数控车床的手动或者自动操作。

2) 熟练掌握控制车床的各数控轴的移动。操作者必须达到熟能生巧的境界,这样才能在任何情况下都能做到收放自如;才会在遇到碰撞或者故障的情况下,正确而及时地处理问题。

3) 非常熟悉数控车床的加工程序;当车床执行程序时,才能在第一时间知道车床动作是否正确,是否需要采取制动措施。每个初学操作者在操作车床的初期或多或少有一些恐惧心理,害怕车床发生撞刀、撞机。那么只有操作者在熟练掌握了数控车床的操作之后,才能克服类似的恐惧心理,才能在此基础之上学习掌握更高的数控车床操作技巧。

3. 熟练掌握程序编辑

1) 经过培训掌握所要操作数控车床的编程语言、编程方法和各参数补偿方法(各个工序的参数补偿和刀具或者砂轮的直径和长度的补偿方法)。现在大多数先进的数控车床都配有编程或仿真的PC工作站。初学者可以在工作站上先进行软件编辑和车床切削的仿真学习。在学习编程过程中,不要只注重模拟结果,更重要的是要学习模拟加工的过程,要明白工件的加工需要使用什么样的刀具或者砂轮,车床数控轴通过怎样的运动轨迹完成了切削加工。

2) 车床在执行具体某个工序加工时,注意车床内各相关部件移动的位置和方向;注意在执行加工时各个轴的运动方向和切入方向,包括怎样进刀,怎样退刀;注意在车床加工时各个工步的快进速度和位移,各个工步的工进的速度和位移。

3) 通过仿真软件进行加工时,注意在模拟过程中所有参数都必须正确输入;不要因为是模拟就随意输入,马虎了事。这样可能出现仿真加工的结果不正确;或者造成以后实际加工时的碰撞事故,或者零件报废。如果仿真软件有防碰撞测试的功能,那么就要使用该功能,检查编程的正确性。另外,操作者需要特别注意:仿真加工只是理论上的一个结果,并不代表车床在实际切削加工过程中就不会发生碰撞,也不代表就能加工出合格的产品。仿真模拟的目的是为了节省编程时间,提高车床实际利用率,减少加工工件时的调试时间,并不是实际的零件加工。完成完美的工件加工是和数控车床操作者的智慧和汗水密不可分的。

4. 实际加工过程中的加工技巧

1) 认真做好准备工作:先将图样读懂,确认要加工工件的位置,确认要加工工件部位的公差等级,然后编辑加工程序;将加工中需要的工件、刀具、检测仪器、辅助工装和夹具都准备齐全。

2) 加工第一件工件时,车床应该使用单步工作状态进行试切削;当车床程

序调用一个新的刀具或者砂轮时,应该先进行对刀,检查程序动作是否正确。

3) 工件加工时尽量采取一次装夹,完成工件加工;如果需要进行测量或者有其他原因需要工件的二次装夹,就必须保证第二次装夹与第一次装夹的定位和加工基准的统一。

4) 如果采取车床的自动定位装置,就需要保持自动测量系统测量速度的一致性。在对工件的加工精度进行检测时,最好能够在车床上完成,这样可以减少二次装夹的定位误差。另外,车床在加工工件的某些部位,其尺寸公差要求较高时,操作者在每次加工完成后,都需要进行精度检查,检查合格后再去加工工件的下一个位置。

5) 如果工件上某个部位的形状是由两个或者多个方向加工合成的,那么每个方向的加工都会影响该部位的几何公差,加工时应先加工对工件精度影响较小的一个方向,然后再加工工件精度要求较高的方向,最后反复加工,逼近所要求的精度;如果在车床上使用标准的测量仪器不能对工件进行测量,同时又不能把工件从车床上取下进行测量,否则影响工件的加工精度,那么可以使用特殊的卡规、塞规、量规等手段来检测;如果车床本身软件带有测量功能,那么可以使用车床本身来测量工件,在完成整个工件的加工后,再对工件进行全面的检测。

6) 对于成批量工件的加工。当初次程序调试完成后,需要优化加工程序。优化的基本原则如下:在保证加工质量的前提下,优化切削参数,譬如进给速度、刀具或砂轮转速、横向进给量,加工深度等。优化加工步骤、优化加工基准、提高加工效率、使用高寿命刀具或砂轮、减少换刀次数、建立加工程序的数学模型、编辑有效可靠的程序、合理设置粗精加工的余量和次数,对于提高效率,保证加工质量具有较为显著的效果。

7) 对于保证被加工工件的加工质量应该注意以下几方面:加工时要先使车床热机一段时间,保持车床各机械轴在工作期间的热平衡,尽量保持车床加工过程的被加工工件温度稳定,并且尽量保持工作头、车床主轴、丝杠导轨、光栅尺、刀具夹头或者砂轮接杆的冷热平衡。如果车床使用切削液,要通过车床的冷却系统来保证切削液的恒定温度。切削液的温度是影响工件加工精度的重要因素之一。

8) 一般工厂晚上都需要关机,第二天需要再开车床,所以每天车床工作前都需要进行热机。为了提高车床的利用率,现有两种方法可以实现车床加工。一是开机后对原始程序稍许修改,在所有的加工工序中做一个远离工件的补偿量,加工过程中,车床根据测量结果更改修正值,当车床处于热平衡状态后,修正值就可以不需要再更改;另外一种方法是,在开机后的一段时间先加工工件公差较大的部位,然后经过一段时间,等到车床达到热平衡后,再来加工工件上某些精

8 数控车削加工

度要求较高的位置，或者先用车床进行粗加工，等车床工作达到热平衡后，再进行工件的精加工。

9) 对于一个具有多基准，有多处精度要求较高的尺寸的工件，应先加工工件上有一个基准仅定义一个或两个尺寸，但尺寸精度要求较高的位置；而对同一基准有多个尺寸的部位，应先加工精度最高的部位，然后再加工精度较低的位置。因为车床在加工高精度的部位时工件容易产生废品，一旦产生废品，工件其余的部位就无法加工。

10) 加工中应避免振动的发生。造成振动发生的原因很多，可能是负载过大，可能是车床和工件的共振，或者可能是车床的刚性不足，也可能是刀具或砂轮钝化后造成的。可以通过下述方法来减小振动：减小横向进给量和加工深度，检查工件装夹是否牢靠，改变主轴转速，更换新的刀具。

11) 避免碰撞。对于数控车床操作的初学者，操作车床时经常发生碰撞。常听别人说，不碰车床，就学不会车床操作，这是一种非常错误和有害的认识。车床碰撞对车床的精度是很大的损害，对于不同类型车床影响也不一样。一般来说，对于刚性不强的车床影响较大；对于刚性较强的车床，在同等的撞击力下影响较小。对于高精度数控车床来说，要绝对杜绝碰撞。只要操作者细心并掌握一定的防碰撞的方法，碰撞是完全可以预防和避免的。以下几点心得或许对数控车床初学者预防碰撞有所帮助。

碰撞发生的最主要的原因：

1) 刀具的直径和长度输入错误。

2) 工件的尺寸和其他相关的几何尺寸输入错误以及工件的初始位置定位错误。

3) 车床的工件坐标系设置错误，或者车床零点在加工过程中被重置，而产生变化。车床碰撞大多发生在车床快速移动过程中，这时发生的碰撞的危害也最大，应绝对避免。

4) 操作者要特别注意车床在执行程序的初始阶段和车床在更换刀具时，此时一旦程序编辑错误、刀具直径和长度输入错误，就很容易发生碰撞。在程序结束阶段，各数控轴的退刀动作顺序错误，也可能发生碰撞。为了避免上述碰撞，在第一次使用刀具时，要仔细进行对刀。为了避免碰撞，操作者在操作车床时，要充分观察车床有无异常动作，有无噪声和异常响动，有无振动。发现异常情况应立即停止程序，待问题解决后，车床才能继续工作。

5) 在操作之前，操作者应该接受车床操作的安全培训，每类车床都应有安全操作规程，操作人员应经过系统的操作和安全培训，持有培训合格的上岗证后才能上车床工作。

1.1.3 数控车床的分类

数控车床品种繁多，规格不一，可按如下方法进行分类。

1. 按车床主轴位置分类

数控车床按主轴位置可分为卧式和立式两大类。

(1) 立式数控车床 简称为数控立车，其车床主轴垂直于水平面，有一个直径很大的圆形工作台，用来装夹工件。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复杂零件。

(2) 卧式数控车床 又分为数控水平导轨卧式车床和数控倾斜导轨卧式车床。其倾斜导轨结构可以使车床具有更大的刚性，并易于排除切屑。档次较高的数控卧车一般都采用倾斜导轨。

数控车床床身导轨与水平面的相对位置有四种布局形式，如图1-2所示。

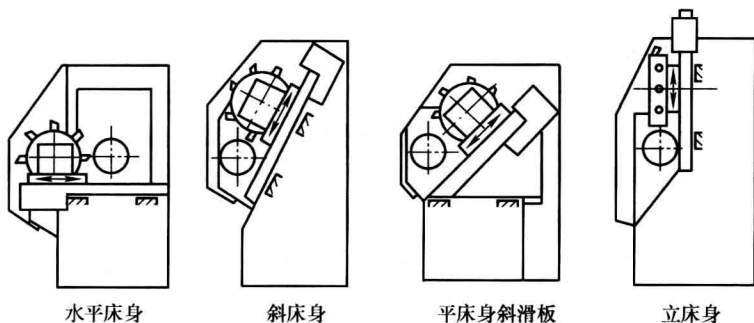


图1-2 数控车床的布局形式

水平床身的工艺性好，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，一般可用于大型数控车床或小型精密数控车床的布局。但由于其下部空间小，故排屑困难。从结构尺寸上看，刀架水平放置使得滑板横向尺寸较长，从而加大了机床宽度方向的结构尺寸。

水平床身配上倾斜放置的滑板，并配置倾斜式导轨防护罩，这种布局形式一方面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。

水平床身配上倾斜放置的滑板和斜床身配置斜滑板的布局形式，被中、小型数控车床所普遍采用。这是由于：这两种布局形式排屑容易，热铁屑不会堆积在导轨上，也便于安装自动排屑器；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，外形简洁、美观，容易实现封闭式防护。

斜床身其导轨倾斜的角度分别为 30° 、 45° 、 60° 、 75° 和 90° （称为立式床身）。倾斜角度小，排屑不便；倾斜角度大，导轨的导向性差，受力情况也差。

导轨倾斜角度的大小还会直接影响机床外形尺寸高度与宽度的比例。综合考虑上面的诸多因素，中小规格的数控车床，其床身的倾斜度以 60° 为宜。

2. 按加工零件的基本类型分类

(1) 卡盘式数控车床 这类车床没有尾座，适合车削盘类（含短轴类）零件。夹紧方式多为电动或液动控制，卡盘结构多具有可调卡爪或不淬火卡爪（即软卡爪）。

(2) 顶尖式数控车床 这类车床配有普通尾座或数控尾座，适合车削较长的零件及直径不太大的盘类零件。

3. 按刀架数量分类

(1) 单刀架数控车床 数控车床一般都配置有各种形式的单刀架，如四工位卧动转位刀架或多工位转塔式自动转位刀架。

(2) 双刀架数控车床 这类车床的双刀架配置平行分布，也可以是相互垂直分布。

单刀架数控车床是两坐标控制，双刀架数控车床是四坐标控制。双刀架卧式数控车床多数采用倾斜导轨。

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 4 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，又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。

4. 按功能分类

(1) 经济型数控车床 采用步进电动机和单片机对普通车床的进给系统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) 普通数控车床 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，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。这种数控车床可同时控制两个坐标轴，即 X 轴和 Z 轴。

(3) 车削加工中心 在普通数控车床的基础上，增加了 C 轴和动力头，更