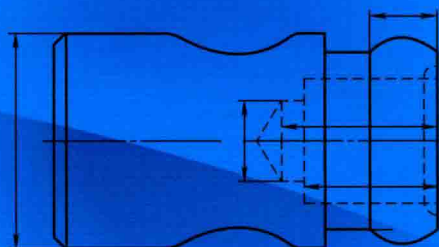


普通高等教育“十三五”规划教材

数控技术实践

SHUKONG JISHU SHIJIAN

● 吴明友 主 编



化学工业出版社

普通高等教育“十三五”规划教材

数控技术实践

吴明友 主 编

保金凤 卢桂萍 副主编



化学工业出版社

· 北 京 ·

全书分为6章,主要介绍了数控车床(车削中心)操作、数控铣床(铣削中心)操作、数控车床(车削中心)零件加工实例、数控铣床(铣削中心)零件加工实例、数控车削自动编程实例、数控铣削自动编程实例等内容。

本书可作为本科机械设计与制造及其自动化、机械工程、机械电子工程、数控技术等专业的数控技术实践教材,也可作为高职高专、技校职高相关专业的参考教材。

数控技术实践

主 编 吴明友

副主编 蔡静贞 冯会彩

图书在版编目(CIP)数据

数控技术实践/吴明友主编. —北京:化学工业出版社, 2016.12

普通高等教育“十三五”规划教材

ISBN 978-7-122-28581-2

I. ①数… II. ①吴… III. ①数控技术-高等学校-教材 IV. ①TP273

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2016) 第 287007 号

责任编辑:高 钰

文字编辑:陈 喆

责任校对:王素芹

装帧设计:刘丽华

出版发行:化学工业出版社(北京市东城区青年湖南街13号 邮政编码100011)

印 装:高教社(天津)印务有限公司

787mm×1092mm 1/16 印张13 $\frac{3}{4}$ 字数342千字 2017年2月北京第1版第1次印刷

购书咨询:010-64518888(传真:010-64519686) 售后服务:010-64518899

网 址: <http://www.cip.com.cn>

凡购买本书,如有缺损质量问题,本社销售中心负责调换。

定 价:32.00 元

版权所有 违者必究

前 言

本书是应用型本科机电类专业数控技术实践教学用书。在编写时，我们从应用型技术人才的工程实践教育实际出发，以应用为目的，以必需、够用为度，以讲清概念、强化应用为重点，加强针对性和实用性作为编写本教材的指导思想。

全书分为6章，主要介绍了数控车床（车削中心）操作、数控铣床（铣削中心）操作、数控车床（车削中心）零件加工实例、数控铣床（铣削中心）零件加工实例、数控车削自动编程实例、数控铣削自动编程实例等内容。

本书的内容已制作成用于多媒体教学的PPT课件，并将免费提供给采用本书作为教材的院校使用。如有需要，请发电子邮件至 cipedu@163.com 获取，或登录 www.cipedu.com.cn 免费下载。

本书可作为本科机械设计与制造及其自动化、机械工程、机械电子工程、数控技术等专业的数控技术实践教材，也可以作为高职高专、技教职高相关专业的参考教材。

本书由吴明友主编，保金凤、卢桂萍任副主编，刘耀、林盛、高绍锦参编，保金凤编写第1、3章，吴明友编写第2、5、6章，刘耀、卢桂萍编写第4章，高绍锦校核了第1、3章内容，林盛校核了第2、4章内容。

本书在编写过程中，参考了文献中的部分资料，在此一并表示诚挚的感谢。

本书虽经反复推敲、校对，但因编者水平所限，书中难免存在不足之处，敬请广大读者和同行原谅，并提出宝贵意见。编者联系方式：wumy20090101@163.com。

编 者

2016年8月

目 录

第 1 章 数控车床（车削中心）操作	1
1.1 数控车床（车削中心）的日常维护	1
1.1.1 数控车床（车削中心）的操作 规程	1
1.1.2 数控车床（车削中心）的日常 维护	2
1.2 数控车床的功能特点	4
1.2.1 数控车床的结构和主要技术参数	4
1.2.2 数控车削加工的特点及应用	7
1.2.3 数控车削加工的步骤	8
1.3 数控车床的操作面板及控制面板	8
1.3.1 数控系统操作面板	9
1.3.2 数控车床的操作面板及其上按钮 功能	10
1.4 数控车床的基本操作	15
1.4.1 电源接通前后的检查	15
1.4.2 数控车床的启动和停止	15
1.4.3 机床回参考点	16
1.4.4 主轴的操作	16
1.4.5 刀架转位的操作	17
1.4.6 手摇轮进给操作	17
1.4.7 机床急停操作	17
1.4.8 程序的编辑和管理	17
1.5 对刀、参数设定及自动加工	18
1.5.1 工件的安装与找正	18
1.5.2 数控车削刀具的安装	20
1.5.3 对刀操作及其参数设置	21
1.6 数控车床的运转操作	24
习题	26
第 2 章 数控铣床（铣削中心）操作	28
2.1 数控铣床的日常维护	28
2.1.1 数控铣床的操作规程	28
2.1.2 数控铣床的日常维护	29
2.1.3 数控铣床常见故障诊断	31
2.2 数控铣床的功能特点	34
2.2.1 数控铣床的结构和主要技术 参数	34
2.2.2 数控铣削加工的特点及应用	37
2.2.3 数控铣削加工的步骤	38
2.3 数控铣床的 LCD/MDI 单元及控制 面板	38
2.3.1 数控铣床的 LCD/MDI 单元及 控制面板总览	38
2.3.2 数控铣床的 LCD/MDI 单元	38
2.3.3 数控铣床的控制面板	41
2.4 数控铣床的安全操作	44
2.5 数控铣床的基本操作	46
2.5.1 数控铣床的启动和停止	46
2.5.2 机床回参考点	47
2.5.3 手动操作	47
2.5.4 MDI 操作	48
2.5.5 程序的编辑和管理	50
2.6 对刀、参数设定及自动加工	62
2.6.1 工件的安装与找正	62
2.6.2 数控铣削刀具的安装	62
2.6.3 对刀操作	62
2.6.4 自动加工	67
2.6.5 数控铣床的操作步骤	74
习题	75
第 3 章 数控车床（车削中心）零件加工实例	77
3.1 车削加工实例一	77
3.1.1 零件图分析	77
3.1.2 加工工艺分析	77
3.1.3 手工编程	78
3.2 车削加工实例二	79
3.2.1 零件图分析	79

3.2.2 加工工艺分析	79	3.3.2 加工工艺分析	83
3.2.3 手工编程	81	3.3.3 手工编程	84
3.3 车削加工实例三	83	习题	85
3.3.1 零件图分析	83		
第4章 数控铣床(铣削中心)零件加工实例	87		
4.1 铣削加工实例一	87	4.2.3 手工编程	98
4.1.1 零件图分析	87	4.3 铣削加工实例三	104
4.1.2 加工工艺分析	88	4.3.1 零件图分析	104
4.1.3 手工编程	88	4.3.2 加工工艺分析	105
4.2 铣削加工实例二	97	4.3.3 手工编程	105
4.2.1 零件图分析	97	习题	113
4.2.2 加工工艺分析	98		
第5章 数控车削自动编程实例	114		
5.1 零件图分析	114	5.3.5 外圆面切槽加工	136
5.2 数控车削加工工艺分析	114	5.3.6 外螺纹加工	142
5.3 自动编程操作步骤	115	5.3.7 端面切槽加工	145
5.3.1 公共项目设置	115	5.3.8 钻中心孔加工	147
5.3.2 端面加工	124	5.3.9 钻孔加工	149
5.3.3 外圆粗加工	129	习题	152
5.3.4 外圆精加工	133		
第6章 数控铣削自动编程实例	156		
6.1 平面铣削实例	156	6.2.3 自动编程操作步骤	178
6.1.1 零件概述	156	6.3 曲面加工实例	193
6.1.2 加工工艺分析	156	6.3.1 零件概述	193
6.1.3 自动编程操作步骤	157	6.3.2 加工工艺分析	194
6.2 型腔铣削实例	177	6.3.3 自动编程操作步骤	194
6.2.1 零件概述	177	习题	212
6.2.2 加工工艺分析	177		
参考文献	214		

第 1 章 数控车床（车削中心）操作

本章以 CAK3665DI 型数控车床为例，介绍数控车床的基本操作。该机床配备 FANUC Series 0i Mate-TD 数控系统。

1.1 数控车床（车削中心）的日常维护

1.1.1 数控车床（车削中心）的操作规程

为了正确合理地使用数控车床，保证机床正常运转，必须制订比较完整的数控车床操作规程，通常应当做到：

- ① 机床通电后，检查各开关、按钮和按键是否正常、灵活，机床有无异常现象。
- ② 检查电压、气压、油压是否正常，有手动润滑的部位先要进行手动润滑。
- ③ 各坐标轴手动回零（机床参考点），若某轴在回零前已在零位，必须先将该轴移动离零点有效距离后，再进行手动回零点。
- ④ 在进行零件加工时，工作台上不能有工具或任何异物。
- ⑤ 机床空运转达 15min 以上，使机床达到热平衡状态。
- ⑥ 程序输入后，应认真核对，保证无误，其中包括对代码、指令、地址、数值、正负号、小数点及语法的查对。
- ⑦ 按工艺规程安装找正工件。
- ⑧ 正确测量和计算工件坐标系，并对所得结果进行验证和验算。
- ⑨ 将工件坐标系输入到偏置页面，并对坐标、坐标值、正负号、小数点进行认真核对。
- ⑩ 未装工件以前，空运行一次程序，看程序能否顺利执行，刀具长度选取和夹具安装是否合理，有无超程现象。
- ⑪ 刀具补偿值（刀长，半径）输入偏置页面后，要对刀补号、补偿值、正负号、小数点进行认真核对。
- ⑫ 装夹工件，注意卡盘是否妨碍刀具运动，检查零件毛坯和尺寸超常现象。
- ⑬ 检查各刀头的安装方向是否合乎程序要求。
- ⑭ 查看各杆前后部位的形状和尺寸是否合乎加工工艺要求，能否碰撞工件与夹具。
- ⑮ 镗刀头尾部露出刀杆直径部分，必须小于刀尖露出刀杆直径部分。
- ⑯ 检查每把刀柄在主轴孔中是否都能夹紧。
- ⑰ 无论是首次加工的零件，还是周期性重复加工的零件，首件都必须对照图样工艺、程序和刀具调整卡，进行逐段程序的试切。
- ⑱ 单段试切时，快速倍率开关必须打到最低挡。
- ⑲ 每把刀首次使用时，必须先验证它的实际长度与所给刀补值是否相符。
- ⑳ 在程序运行中，要重点观察数控系统上的几种显示：a. 坐标显示，可了解目前刀具

运动点在机床坐标及工件坐标系中的位置,了解程序段落的位移量,还剩余多少位移量等;
b. 工作寄存器和缓冲寄存器显示,可看出正在执行程序段各状态指令和下一个程序段的内容;
c. 主程序和子程序,可了解正在执行程序段的具体内容。

② 试切进刀时,在刀具运行至工件表面 30~50mm 处,必须在进给保持下,验证 Z 轴剩余坐标值和 X、Y 轴坐标值与图样是否一致。

③ 对一些有试刀要求的刀具,采用“渐近”的方法,如镗孔,可先试镗一小段长度,检测合格后,再镗到整个长度。使用刀具半径补偿功能的刀具数据,可由小到大,边试切边修改。

④ 试切和加工中,刃磨刀具和更换刀具后,一定要重新对刀并修改好刀补值和刀补号。

⑤ 程序检索时应注意光标所指位置是否合理、准确,并观察刀具与机床运动方向坐标是否正确。

⑥ 程序修改后,对修改部分一定要仔细计算和认真核对。

⑦ 手摇进给和手动连续进给操作时,必须检查各种开关所选择的位置是否正确,弄清正负方向,认准按键,然后进行操作。

⑧ 整批零件加工完成后,应核对刀具号、刀补值,使程序、偏置页面、调整卡及工艺中的刀具号、刀补值完全一致。

⑨ 从刀台上卸下刀具,按调整卡或程序清理编号入库。

⑩ 卸下夹具,某些夹具应记录安装位置及方位,并做出记录、存档。

⑪ 清扫机床。

⑫ 将各坐标轴停在参考点位置。

1.1.2 数控车床(车削中心)的日常维护

(1) 设备的日常维护

对数控机床进行日常维护、保养的目的是延长元器件的使用寿命;延长机械部件的变换周期,防止发生意外的恶性事故,使机床始终保持良好的状态,并保持长时间的稳定工作。不同型号的数控机床的日常保养内容和要求不完全一样,机床说明书中已有明确的规定,但总的来说主要包括以下几个方面:

① 每天做好各导轨面的清洁润滑,有自动润滑系统的机床要定期检查、清洗自动润滑系统,检查油量,及时添加润滑油,检查油泵是否定时启动打油及停止。

② 每天检查主轴箱自动润滑系统工作是否正常,定期更换主轴箱润滑油。

③ 注意检查电气柜中冷却风扇是否工作正常,风道过滤网有无堵塞,清洗沾附的尘土。

④ 注意检查冷却系统,检查液面高度,及时添加油或水,油、水脏时要更换清洗。

⑤ 注意检查主轴驱动皮带,调整松紧程度。

⑥ 注意检查导轨镶条松紧程度,调节间隙。

⑦ 注意检查机床液压系统油箱油泵有无异常噪声,工作幅面高度是否合适,压力表指示是否正常,管路及各接头有无泄漏。

⑧ 注意检查导轨、机床防护罩是否齐全有效。

⑨ 注意检查各运动部件的机械精度,减少形状和位置偏差。

⑩ 每天下班前做好机床清扫卫生,清扫铁屑,擦干净导轨部位的冷却液,防止导轨生锈。

(2) 数控系统的日常维护

数控系统使用一定时间之后，某些元器件或机械部件总要损坏。延长元器件的寿命和零部件的磨损周期，防止各种故障特别是恶性事故的发生，延长整台数控系统的使用寿命，是数控系统进行日常维护的目的。具体的日常维护保养的要求，在数控系统的使用、维修说明书中一般都有明确的规定。如表 1-1 所示。总的来说，要注意以下几个方面：

表 1-1 数控机床日常保养一览表

序号	检查周期	检查部位	检查要求
1	每天	导轨润滑油箱	检查油标、油量，及时添加润滑油，润滑泵能定时启动打油及停止
2	每天	X、Z 轴向导轨面	清除切屑及脏物，检查润滑油是否充分，导轨面有无划伤损坏
3	每天	压缩空气气源力	检查气动控制系统压力，应在正常范围
4	每天	气源自动分水滤气器	及时清理分水器中滤出的水分，保证自动工作正常
5	每天	气液转换器和增压器油面	发现油面不够时及时补足油
6	每天	主轴润滑恒温油箱	工作正常，油量充足并调节温度范围
7	每天	机床液压系统	油箱，液压泵无异常噪声，压力指示正常，管路及各接头无泄漏，工作油面高度正常
8	每天	液压平衡系统	平衡压力指示正常，快速移动时平衡阀工作正常
9	每天	CNC 的输入/输出单元	光电阅读机清洁，机械结构润滑良好
10	每天	各种电气柜散热通风装置	各电气柜冷却风扇工作正常，风道过滤网无堵塞
11	每天	各种防护装置	导轨、机床防护罩等应无松动、漏水
12	每半年	滚珠丝杠	清洗丝杠上旧的润滑脂，涂上新油脂
13	每半年	液压油路	清洗溢流阀、减压阀、滤油器，清洗油箱底，更换或过滤液压油
14	每半年	主轴润滑恒温油箱	清洗过滤器，更换润滑脂
15	每年	检查并更换直流伺服电机电刷	检查换向器表面，吹净炭粉，去除毛刺，更换长度过短的电刷，并应跑合后才能使用
16	每年	润滑液压泵，滤油器清洗	清理润滑油池底，更换滤油器
17	不定期	检查各轴导轨上镶条、压滚轮松紧状态	按机床说明书调整
18	不定期	冷却水箱	检查液面高度，冷却液太脏时需要更换并清理水箱底部，经常清洗过滤器
19	不定期	排屑器	经常清理切屑，检查有无卡住等
20	不定期	清理废油池	及时清除滤油池中废油，以免外溢
21	不定期	调整主轴驱动带松紧	按机床说明书调整

① 制订数控系统日常维护的规章制度。根据各种部件的特点，确定各自保养条例。如明文规定哪些地方需要天天清理，哪些部件要定时加油或定期更换等。

② 应尽量少开数控柜和强电柜的门。机加工车间空气中一般都含有油雾、飘浮的灰尘甚至金属粉末。一旦它们落在数控装置内的印制线路板或电子器件上，容易引起元器件间绝缘电阻下降，并导致元器件及印制线路板的损坏。因此，除非进行必要的调整和维修，否则不允许随时开启柜门，更不允许加工时敞开柜门。

③ 定时清理数控装置的散热通风系统。应每天检查数控装置上各个冷却风扇工作是否正常。视工作环境的状况，每半年或每季度检查一次风道过滤器是否有堵塞现象。如过滤网

上灰尘积聚过多,需及时清理,否则将会引起数控装置内温度过高(一般不允许超过 $55\sim 60^{\circ}\text{C}$),致使效控系统不能可靠地工作,甚至发生过热报警现象。

④ 定期检查和更换直流电机电刷。虽然在现代数控机床上有用交流伺服电机和交流主轴电机取代直流伺服电机和直流主轴电机的倾向,但广大用户所用的,大多还是直流电机。而电机电刷的过度磨损将会影响电机的性能,甚至造成电机损坏。为此,应对电机电刷进行定期检查和更换。检查周期随机床使用频繁度而异,一般为每半年或一年检查一次。

⑤ 经常监视数控装置用的电网电压。数控装置通常允许电网电压在额定值的 $+10\%\sim 15\%$ 的范围内波动。如果超出此范围就会造成系统不能正常工作,甚至会引起数控系统内的电子部件损坏。为此,需要经常监视数控装置用的电网电压。

⑥ 存储器用电池的需要定期更换。存储器如采用 CMOS RAM 器件,为了在数控系统不通电期间能保持存储的内容,设有可充电电池维持电路。在正常电源供电时,由 $+5\text{V}$ 电源经一个二极管向 CMOS RAM 供电,同时对可充电电池进行充电,当电源停电时,则改由电池供电维持 CMOS RAM 的信息。在一般情况下,即使电池尚未失效,也应每年更换一次,以便确保系统能正常地工作。电池的更换应在 CNC 装置通电状态下进行。

⑦ 数控系统长期不用时的维护。为提高系统的利用率和减少系统的故障率,数控机床长期闲置不用是不可取的。若数控系统处在长期闲置的情况下,需注意以下两点:一是要经常给系统通电,特别是在环境温度较高的多雨季节更是如此。在机床锁住不动的情况下,让系统空运行。利用电气元件本身的发热来驱散数控装置内的潮气,保证电子部件性能的稳定可靠。实践表明,在空气湿度较大的地区,经常通电是降低故障率的一个有效措施。二是如果数控机床的进给轴和主轴采用直流电机来驱动,应将电刷从直流电机中取出,以免由于化学腐蚀作用,使换向器表面腐蚀,造成换向性能变坏,使整台电机损坏。

⑧ 备用印制线路板的维护。印制线路板长期不用是容易出故障的。因此,对于已购置的备用印制线路板应定期装到数控装置上通电,运行一段时间,以防损坏。

1.2 数控车床的功能特点

1.2.1 数控车床的结构和主要技术参数

(1) CAK3665DI 数控机床的用途及布局

CAK3665DI 机床可以实现轴类、盘类的内外表面、锥面、圆弧、螺纹、镗孔、铰孔加工,也可以实现非圆曲线加工。其结构示意图如图 1-1 所示,主轴采用单主轴结构,转速高,CAK3665DI 可达到 $2000\text{r}/\text{min}$,稳定切削可达 $2000\text{r}/\text{min}$ 。变频电机配变频器,通过改变频率使主轴无级调速,可进行恒速切削。主轴前支撑采用三联角接触轴承,可承受较大的轴向和径向刚性。主轴传动采用强力窄 V 带,传动平稳,噪声低,热变形小,精度稳定。

(2) CAK3665DI 数控机床主要技术参数

CAK3665DI 数控机床主要技术参数如表 1-2 所示。

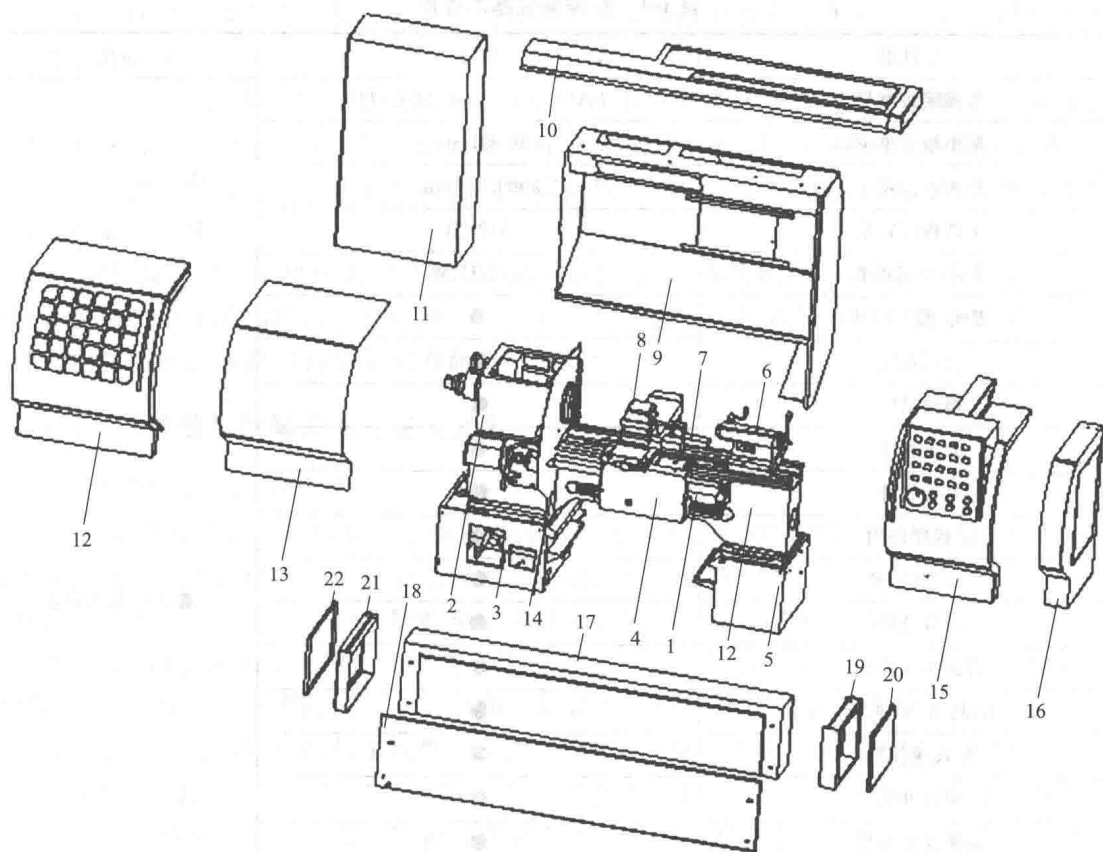


图 1-1 CAK3665DI 型数控车床结构示意图

- 1—床身；2—床头；3—前床腿；4—溜板箱；5—后床腿；6—尾台；7—床鞍；
8—刀架；9—后防护；10—顶盖；11—电箱；12—左拉门；13—皮带罩；
14—挡板；15—右拉门；16—尾座防护罩；17—前围板；18—前盖板；
19—右围板；20—右盖板；21—左围板；22—左盖板

表 1-2 CAK3665DI 数控机床主要技术参数

项目	技术参数	项目	技术参数
加工尺寸范围/mm	$\phi 360 \times 650$	Z 轴快移/(m/min)	10
滑板最大车削直径/mm	180	X 轴行程/mm	220
主轴头型号	A28/A26	Z 轴行程/mm	650
主轴孔径/mm	80/50	尾台套筒行程/mm	140
主轴转速范围/(r/min)	30~2000(手动最高 2000)	尾台套筒锥孔	莫氏 4 号
主电机功率/kW	7.5/5.5	尾座套筒直径/mm	60
X 轴伺服电机转矩/N·m	4	刀架形式	四工位
Z 轴伺服电机转矩/N·m	6	刀方尺寸/mm	20×20
X 轴快移速度/(m/min)	6	机床包箱尺寸/mm	3020×1660×2050

注：本书中未特殊说明参数，为机床标准配置时参数。

(3) FANUC Series 0i Mate-TD 数控系统基本性能

FANUC Series 0i Mate-TD 数控系统基本性能如表 1-3 所示。

表 1-3 数控系统基本性能

主要性能	指标	备注
数控装置型号	FANUC Series 0i Mate-TD	●表示基本功能
最小指令单位	0.001mm	
最大编程尺寸	9999.999mm	
工件程序容量	512KB	
绝对/增量编程	X,Z/U,W	
直线/圆弧插补	●	
公制螺纹	●	
螺纹退尾	●	
固定循环	●	
复合循环	●	
子程序调用	●	
公英制转换	●	
刀具补偿	●	
刀尖半径补偿	●	
转进给/分进给	●	
恒线速控制	●	
间隙补偿	●	
螺距误差补偿	●	
工件坐标平移	●	
返参考点	●	
软超程保护	●	
RS-232C 通信	●	
显示装置	LCD	
进给驱动装置	FANUC 伺服单元	

(4) CAK3665DI 数控机床结构特点

- ① 床身。CAK36 系列数控车床采用水平床身，床身导轨采用山形-平面组合导轨形式并超音频淬火，淬硬层达 2mm，硬度达 52HRC。
- ② 主传动系统。CAK36 系列采用单主轴结构，主轴轴承都选用高精密主轴轴承，主轴箱设计时考虑到最小热变形，采用散热措施及相应的减少主轴热变形的措施，经精心装配，主轴具有温升低、热变形小、精度高的特点，使主轴长期工作时能保持主轴轴线的相对稳定。
- ③ 卡盘。CAK36 系列机床标准配置为手动卡盘 K11200。
- ④ 进给系统。CAK36 系列的横向进给、纵向进给是采用伺服电机通过一个弹性联轴器与滚珠丝杠连接。滚珠丝杠支承形式采用一端固定一端支承的形式，这种支承方式可使得丝杠在工作过程中由于温度升高而引起丝杠伸长，能自由延伸而不致产生纵向弯曲。
- ⑤ 刀架。CAK36 系列标准配置刀架为 SLD-90 立式四工位刀架，该刀架采用编码器控

制,具有刚性好、重复定位精度高、转位时间短、重切削时变形小等特点。同时可以根据用户的需求选配卧式六工位刀架。

⑥ 尾座。CAK36 系列标准配置为手动尾座。手动尾座即与普通车床相同,依据偏心原理锁紧在床身上,用手摇手轮使丝杆带动尾座主轴前进、后退。尾座体移动是手动进行的,首先将尾座体卡紧装置松开,将尾座移至所需位置,然后锁紧尾座体。同时可以根据用户的需求选配液压尾座。

⑦ 防护及冷却。本机床采用全封闭防护形式,适合不同的加工环境,操作安全,排屑方便、流畅。冷却采用的冷却泵流量大,扬程高,工件和刀具都能够得到充分的冷却,保证工件的加工精度,提高刀具的使用寿命。

1.2.2 数控车削加工的特点及应用

(1) 数控车削加工的特点

① 自动化程度高,可以减轻操作者的体力劳动强度。CNC 数控车床加工过程是按输入的程序自动完成的,操作者只需起始对刀、装卸工件、更换刀具,在加工过程中,主要是观察和监督车床运行。但是,由于数控车床的技术含量高,操作者的脑力劳动相应提高。

② CNC 数控车床加工零件精度高、质量稳定。数控车床的定位精度和重复定位精度都很高,较容易保证一批零件尺寸的一致性,只要工艺设计和程序正确合理,加之精心操作,就可以保证零件获得较高的加工精度,也便于对 CNC 数控车床加工过程实行质量控制。

③ CNC 数控车床加工生产效率高。CNC 数控车床加工是能再一次装夹中加工多个加工表面,一般只检测首件,所以可以省去普通车床加工时的不少中间工序,如画线、尺寸检测等,减少了辅助时间,而且由于 CNC 数控车床加工出的零件质量稳定,为后续工序带来方便,其综合效率明显提高。

④ CNC 数控车床加工便于新产品研制和改型。CNC 数控车床加工一般不需要很多复杂的工艺装备,通过编制加工程序就可把形状复杂和精度要求较高的零件加工出来,当产品改型,更改设计时,只要改变程序,而不需要重新设计工装。所以,CNC 数控车床加工能大大缩短产品研制周期,为新产品的研制开发、产品的改进、改型提供了捷径。

⑤ CNC 数控车床加工可向更高级的制造系统发展。CNC 数控车床加工及其加工技术是计算机辅助制造的基础。

⑥ CNC 数控车床加工初始投资较大。这是由于 CNC 数控车床加工设备费用高,首次加工准备周期较长,维修成本高等因素造成。

⑦ CNC 数控车床加工维修要求高。数控车床是技术密集型的机电一体化的典型 CNC 数控车床加工产品,需要维修人员既懂机械,又要懂微电子维修方面的知识,同时还要配备较好的维修装备。

(2) 数控车削主要加工的零件

① CNC 数控车床加工最适合多品种中小批量零件。随着 CNC 数控车床加工制造成本的逐步下降,现在不管是国内还是国外,加工大批量零件的情况也已经出现。加工很小批量和单件生产时,如能缩短程序的调试时间和工装的准备时间也是可以选用的。

② 精度要求高的 CNC 数控车床加工零件。有于 CNC 数控车床加工的刚性好,制造精度高,对刀精确,能方便地进行尺寸补偿,所以能加工尺寸精度要求高的零件。

③ CNC 数控车床加工表面粗糙度值小的零件。在工件和刀具的材料、精加工余量及刀

具角度一定的情况下，表面粗糙度取决于切削速度和进给速度。普通车床是恒定转速，直径不同切削速度就不同，像 CNC 数控车床加工具有恒线速切削功能，车端面、不同直径外圆时可以用相同的线速度，保证表面粗糙度值既小且一致。在加工表面粗糙度不同的表面时，粗糙度小的表面选用小的进给速度，粗糙度大的表面选用大些的进给速度，可变性很好，这点在普通车床很难做到。

④ 轮廓形状复杂的零件。任意平面曲线都可以用直线或圆弧来逼近，CNC 数控车床加工具有圆弧插补功能，可以加工各种复杂轮廓的零件。

1.2.3 数控车削加工的步骤

数控车削加工的基本步骤如表 1-4 所示。

表 1-4 数控车削加工的基本步骤

序号	操作步骤	简要说明
1	书写或编程	加工前应首先编制工件的加工程序,如果工件的加工程序较长且比较复杂,最好不在机床上编程,而采用编程机编程或手动编程,这样可以避免占用机时,对于短程序,也应该写在程序单上
2	开机	一般是先开机床,再开系统。有的设计二者是互锁,机床不通电就不能在 CRT 上显示信息
3	回参考点	对于增量控制系统的机床,必须首先执行这一步,以建立机床各坐标的移动标准
4	程序的编辑输入	输入的程序若需要修改,则要进行编辑操作。此时,将方式选择开关置于 EDIT 位置,利用编辑键进行增加、删除、更改
5	机床锁住,运行程序	此步骤是对程序进行检查,若有错误,则重新编辑
6	上工件、找正、对刀	采用手动增量移动,连续移动或采用手拨盘移动车床。将对刀点对到程序的起始点,并对好刀具的基准
7	启动坐标进给,进行连续加工	一般是采用存储器中程序加工,这种方式比采用纸带上程序加工故障率低。加工中的进给速度可采用进给倍率开关调节。加工中可以按进给保持按钮 FEED HOLD,暂停进给运动,观察加工情况或进行手工测量。再按 CYCLE START 按钮,即可恢复加工,为确保程序正确无误,加工前应再复查一遍。在车削加工时,对于平面曲线工件,可采用铅笔代替刀具在纸上画工件轮廓,这样比较直观,若系统具有刀具轨迹模拟功能则可用其检查程序的正确性
8	操作显示	利用 CRT 的各个画面显示工作台或刀具的位置、程序和机床的状态,以使操作工人监视加工情况
9	程序输出	程序结束后,若程序有保存的必要,可以留在 CNC 的内存中,若程序太长,可以把内存中的程序输给外部设备保存
10	零件检测、拆除	在工件尚处于卡盘装夹的情况下,进行工件尺寸检测。工件尺寸不合格的要求适当进行刀具补偿,重新加工,尺寸合格时拆除工件
11	关机	一般应先关机床,再关系统

1.3 数控车床的操作面板及控制面板

数控车床的类型和数控系统的种类很多，以及各生产厂家设计的操作面板也不尽相同，但操作面板中各种旋钮、按钮和键盘上键的基本功能与使用方法基本相同。本节以选用 FANUC Series Oi Mate-TD 系统为例，介绍数控车床的操作。

CAK3665DI 数控机床的操作面板由上下两部分组成，上半部分为数控系统操作面板，下半部分为机床操作面板。

1.3.1 数控系统操作面板

如图 1-2 所示是弱电操作面板，直接与数控系统连接与通信，称其为“CRT/MDI 面板”。

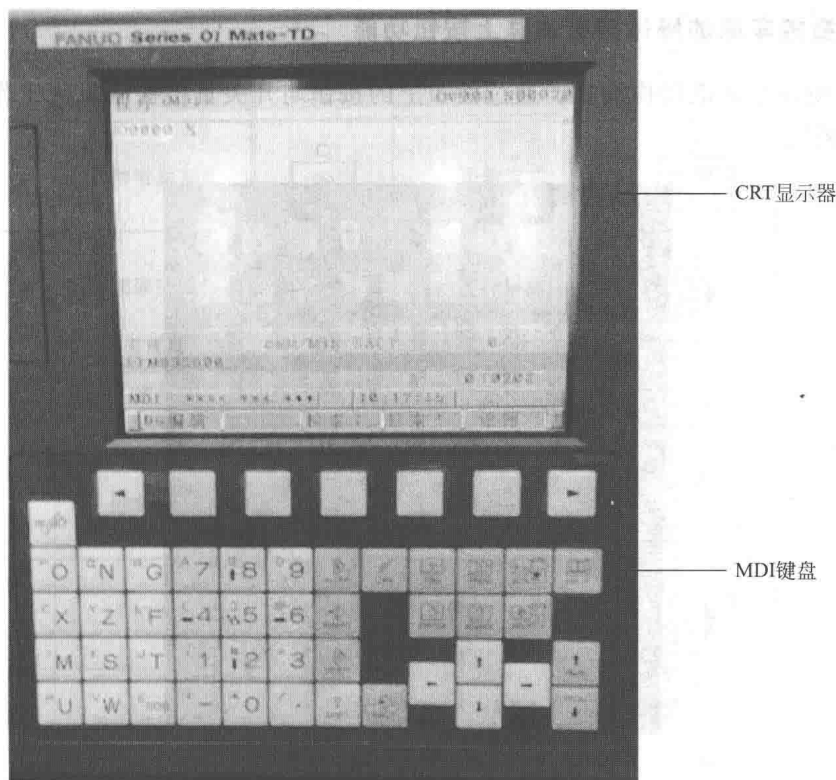


图 1-2 FANUC Series 0i Mate-TD 数控系统操作面板

(1) CRT 显示器

CRT 显示器可以显示机床的各种参数和状态。如显示机床参考点坐标、刀具起始点坐标、输入数控系统的指令数据、刀具补偿量的数值、报警信号、自诊断结果、滑板快速移动速度，以及间隙补偿值等。

(2) MDI 键盘

地址/数字键：按这些键可输入字母、数字以及其他字符。

POS：按此键显示位置画面。

PROG：按此键显示程序画面。

OFFSET/SETTING：按此键显示偏置/设置画面。

SYSTEM：按此键显示系统画面。

MESSAGE：按此键显示信息画面。

GRAPH：按此键显示图形画面。

CUSTOM：按此键显示用户宏画面。

翻页键（PAGEUP/DOWN）：用于将屏幕显示内容朝前或朝后翻一页。

换挡键（SHIFT）：当要输入地址/数字键中右下角字符时用此键。

取消键（CAN）：按此键可删除已输入到键的输入缓冲器的最后一个字符。

输入键 (INPUT): 当要把键入到输入缓冲器中的数据拷贝到寄存器时, 按此键。

编辑键: 用于程序编辑。ALTER: 替换; INSERT: 插入; DELETE: 删除。

帮助键 (HELP): 按此键用来显示如何操作机床的信息画面。

复位键 (RESET): 按此键可使 CNC 复位, 消除报警等。

1.3.2 数控车床的操作面板及其上按钮功能

如图 1-3 所示是强电操作面板, 通过面板上的按钮与开关直接控制机床工作, 又称其为“机械操作面板”。

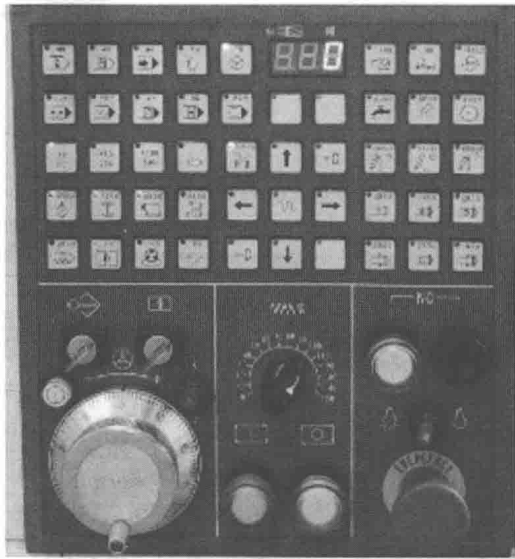


图 1-3 CAK3665DI 数控车床操作面板

操作面板主要用于控制机床的运动和选择机床运行状态, 由模式选择旋钮、数控程序运行控制开关等多个部分组成, 每一部分的详细说明如表 1-5 所示。

(1) 方式选择开关



上面 5 个键是操作方式选择键, 用于选择机床的 5 种操作方式。任何情况下, 仅能选择一种操作方式, 被选择的操作方式的指示灯亮。任何情况下, 只能一个指示灯亮, 其他都是不正常状态。

1) 编辑方式

编辑方式是输入、修改、删除、查询、检索工件加工程序的操作方式。在输入、修改、删除工件加工程序操作前, 要将软开关程序保护打到 ON 位置。在这种方式下, 工件程序不能运行。

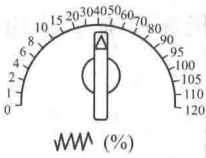
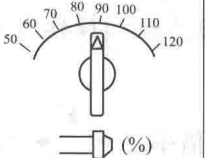
2) 手动数据输入 (MDI) 方式

在这种方式下, 可以通过数控系统 (CNC) 键盘输入一段程序, 然后通过按循环启动按钮予以执行。通常这种方式用于简单的测试操作。

操作步骤:

- ① 按键, 键指示灯亮, 进入 MDI 操作方式。

表 1-5 CAK3665DI 操作面板的按键功能

按键	功能	按键	功能	按键	功能
	自动运行方式		程序编辑方式		MDI 方式
	DNC 运行方式		手动回参考点		手动运行方式
	手动增量方式		手轮方式		手动绝对输入
	机床辅助功能锁住		程序单段		跳选程序段
	M01 选择停止		手轮示教方式		倍率 0.001
	倍率 0.01		倍率 0.1		倍率 1
	X 轴		Z 轴		程序再启动
	进给锁住运行		空运行		手轮方式选择
	冷却液电机开关		超程解除		润滑油面低报警指示
	坐标轴负向		快速进给		坐标轴正向
	循环启动		进给保持		M00 程序停止
	维修灯检查		主轴正转		主轴停
	主轴反转		机床急停		程序写保护
	进给修调			主轴转速修调	