



看图解数控技术丛书

Technology
实用技术

数控铣床 操作与调试

王小荣 王朝琴 著

7 日通

- 入门数控的必备书籍
- 进阶数控的经典读物
- 数控大赛的不二选择
- 课堂学习的常伴之友



科学出版社

看图学数控技术丛书

数控铣床操作与调试 7日通

王小荣 王朝琴 著

科学出版社
北 京

内 容 简 介

本书以图文并茂的形式,由浅入深、生动地讲述了数控铣床编程、调试和加工过程中所涉及的相关操作,为初学者指出了从数控技术入门到进阶成长的学习之路。

本书共7章,主要包括:初识数控机床,数控加工常用工具和量具,数控机床的基本操作(开机/关机、手动操作、MDI操作、紧急停止操作、解除超程操作、刀具的装卸操作),数控机床的重要操作(平面找正、找圆心/孔心坐标、设置刀具半径/长度补偿值、设置G54工件坐标系等),数控加工程序格式及常用G代码,程序的创建、编辑和检查,程序调试综合实例。

本书实用性很强,可供从事数控加工的编程人员、操作人员、工程技术人员参考,也可供工科院校的广大师生使用。

图书在版编目(CIP)数据

数控铣床操作与调试7日通/王小荣,王朝琴著.—北京:科学出版社,2013.1

(看图学数控技术丛书)

ISBN 978-7-03-036108-0

I.数… II.①王… ②王… III.①数控机床-铣床-操作 ②数控机床-铣床-调试方法 IV.TG547

中国版本图书馆CIP数据核字(2012)第286057号

责任编辑:张莉莉 杨 凯 / 责任制作:董立颖 魏 谨

责任印制:赵德静 / 封面制作:刘素霞

北京东方科龙图文有限公司 制作

<http://www.okbook.com.cn>

科学出版社 出版

北京东黄城根北街16号

邮政编码:100717

<http://www.sciencep.com>

北京佳艺恒彩印刷有限公司 印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

*

2013年1月第 一 版 开本:A5(890×1240)

2013年1月第一次印刷 印张:8 1/2

印数:1—4 000

字数:270 000

定价:32.00元

(如有印装质量问题,我社负责调换)

7

前言



随着现代制造业的发展,数控机床这种现代化制造装备的利用率已经是衡量一个国家制造业水平的重要标准之一。数控机床可以说是我国发展现代制造业的基石,高水平的数控技能人才更是我国制造业发展的稀缺资源,培养高水平的数控技能人才是我国制造业当务之急。国际劳工组织的研究表明:劳动者的技能水平对经济发展具有决定性的作用。一线产业工人现有的技能水平和布局结构,已经在一定程度上制约了我国制造业做大做强的发展步伐。而每年全国职业院校毕业生的质量仍远不能满足企业的实际需求。

加入WTO后,中国的制造业正由跨国公司的加工组装基地向世界制造业基地转变。应用高新技术,特别是信息技术改造传统产业、促进产业结构优化升级,将成为今后一段时间制造业发展的主题之一。目前中国的高技能人才非常短缺,为了实现制造业信息化,提高“中国制造”的竞争力,需要大力推进职业教育的发展,实施国家高技能人才培训工程。

由人力资源和社会保障部、教育部、科学技术部、工业和信息化部、中华全国总工会和中国机械工业联合会等六部委联合举办的全国数控技能大赛是国家一级赛事,在全国范围内掀起了数控技术的学习和应用的热潮,掀起了尊重数控技能人才、争当数控技术应用能手的热潮,该赛事已经成为众多莘莘学子和厂矿企业工人、技术人员施展梦想的舞台。

鉴于我国目前的教育教学体制,数控技术的教学依然是重视理论而对实践重视不足,市场上有关数控原理和数控编程的参考书汗牛充

栋,但鲜见面向初学者的实用数控操作实践方面的书籍,而这些书籍,对于数控技术的初学者而言是急需的。数控技术是一门实践性很强的专业技能,如何将理论与实践结合起来,使数控技术初学者轻松入门操作数控机床,并在操作过程中体会数控理论知识,是摆在数控教育工作者面前的一道难题。

本书就是为解决这一难题著写而成的,它以图文并茂的方式详细阐述了数控机床操作所涉及的原理、操作步骤和方法,能够解决数控操作过程中所面临的大部分问题,帮助初学者轻松掌握各项基本操作,为进阶数控更高水平打下坚实的基础。

本书由王朝琴和王小荣共同创作,王朝琴撰写第1~4章的内容,王小荣撰写第5~7章的内容。由于时间有限,撰写仓促,书中难免有诸多失误,真诚希望各位读者批评指正。

本书在撰写过程中,得到了来自甘肃省总工会、甘肃省人力资源和社会保障厅、甘肃省教育厅、甘肃省科学技术厅、甘肃省工业和信息化委员会等单位的支持和鼓励,在此表示感谢。同时也向王天长、魏万红、靳国义等领导的帮助表示感谢。

警告和注意

● 警 告

1. 零件加工前，首先务必要检查机床是否正常运行。加工前，一定要通过试车保证机床正确工作，例如，在机床上不装夹工件和刀具时利用单段运行、进给倍率或机床锁住等检查机床的正确运行。如果未能确认机床动作的正确性，机床有可能发生误动作，从而引起工件或机床本身的损坏，甚至伤及用户。

2. 操作机床之前，请仔细地检查输入的数据。如果指定了不正确的数据操作机床，机床有可能发生误动作，从而引起工件或机床本身的损坏，甚至伤及用户。

3. 确保指定的进给速度与想要进行的机床操作相适应。通常，每一台机床都有最大许可进给速度。适合的进给速度根据不同的操作而变化。请参阅机床制造商提供的说明书来确定最大的进给速度。如果没有按正确的速度进行操作，机床有可能发生误动作，从而引起工件或机床本身的损坏，甚至伤及用户。

4. 当使用刀具补偿功能时，请仔细检查补偿方向和补偿量。

5. CNC 和PMC 的参数都是机床制造商设置的，通常不需要修改。当必须修改参数的时候，请确保改动参数之前对参数的功能有深入全面的了解。如果不能对参数进行正确的设置，机床有可能发生误动作，从而引起工件或机床本身的损坏，甚至伤及用户。

6. 在机床通电后，CNC 单元尚未出现位置显示或报警画面之前，请不要碰触MDI 面板上的任何键。MDI 面板上的有些键专门用于维护和特殊的操作。按下这其中的任何键，可能使CNC 装置处于非正常状态。在这种状态下启动机床，有可能引起机床的误动作。

7. 随CNC 单元提供的操作说明书和编程说明书对机床的功能进行了完整的叙述，包括各种选择功能。选择功能随机床而变化。因此，说明书叙述的某些功能，在一些特殊机床上实际并不适用。如有疑问，请

查阅机床说明书。

8. 有些功能是在机床制造商的要求下实现的，当使用这些功能时，请参阅由机床制造商提供的说明书，以了解功能的详细用法和一些相关的注意事项。

● 注 意

1. 程序、参数和宏变量存储在CNC 单元的非易失性存储器中。通常，即使在断电的情况下，这些信息仍被保留。然而这些数据有可能在无意中被删除，或在故障恢复时必须将这些数据从非易失性存储器中删除。

2. 为避免上述的偶然情况，或确保被删除数据能够快速恢复，应备份所有重要数据，并将备份的数据妥善保管。

7

目 录



第1天 初识数控机床

- 1.1 数控机床的组成2
- 1.2 数控机床加工过程4
- 1.3 数控机床的坐标系统6
 - 1.3.1 机床坐标系 7
 - 1.3.2 编程坐标系 10
 - 1.3.3 工件坐标系 12
- 1.4 FANUC 0i系统G代码和M代码 13
 - 1.4.1 FANUC 0i系统G代码 13
 - 1.4.2 FANUC 0i系统M代码 17
- 1.5 人机界面 19
 - 1.5.1 LCD显示屏 20
 - 1.5.2 MDI键盘 20
 - 1.5.3 画面各部分的含义 28
 - 1.5.4 操作面板 29



第2天 数控加工常用工具和量具

- 2.1 机用平口虎钳 38
- 2.2 杠杆百分表 39
- 2.3 游标卡尺 43
- 2.4 光电式寻边器 45
- 2.5 本书中使用的数控刀具和刀柄 48

2.6 Z轴对刀仪	50
-----------------	----



第3天 数控机床的基本操作

3.1 开机和关机	52
3.1.1 开机前的准备	52
3.1.2 开机操作	52
3.1.3 开机操作说明	52
3.1.4 关机操作	54
3.2 手动操作	55
3.2.1 手动返回机床参考点（手动回零）	55
3.2.2 手动连续进给(JOG)	60
3.2.3 手轮进给	63
3.3 MDI操作	67
3.3.1 使主轴旋转的MDI操作	69
3.3.2 结束MDI操作	72
3.3.3 重启MDI自动运行	72
3.3.4 MDI操作说明	72
3.4 紧急停止操作	74
3.4.1 紧急停止按钮	74
3.4.2 解除紧急停止操作	75
3.4.3 紧急停止操作说明	75
3.5 解除超程操作	76
3.5.1 超 程	76
3.5.2 解除超程操作说明	76
3.6 刀具的装卸操作	78



第4天 数控机床的重要操作

4.1 平面找正操作	84
4.1.1 XY平面找正	84
4.1.2 XZ平面找正	84
4.1.3 YZ平面找正	92

4.2 找圆心/孔心坐标操作	95
4.3 设置刀具半径补偿值	102
4.3.1 刀具半径补偿概念	102
4.3.2 刀具半径补偿值设置操作	104
4.4 设置刀具长度补偿值	107
4.4.1 刀具长度补偿概念	107
4.4.2 刀具长度补偿值的测量/设置	109
4.5 设置G54工件坐标系	114
4.5.1 对刀的任务	114
4.5.2 百分表对刀操作	116
4.5.3 光电式寻边器对刀	125
4.5.4 刀具对刀	136
4.5.5 圆柱体百分表对刀	138
4.6 冷却液操作	139



第5天 数控加工程序格式及常用G代码

5.1 程序格式	142
5.1.1 一个完整的零件加工主程序结构	142
5.1.2 主程序部分的构成	142
5.1.3 子程序及其调用	145
5.2 常用G代码功能	146
5.2.1 直线插补指令G01	146
5.2.2 圆弧插补G02/G03	148
5.2.3 返回参考点G28	154
5.2.4 刀具半径补偿指令G41/G42/G40	155
5.2.5 刀具长度补偿	159
5.3 编制零件加工程序	160
5.3.1 加工对象	160
5.3.2 加工前的准备	163
5.3.3 零件加工程序	165



第6天 程序的创建、编辑和检查

6.1 程序的创建、检索和删除	170
6.1.1 用MDI面板创建一个空白程序	170
6.1.2 查看已有程序列表	172
6.1.3 检索内存中已有程序	173
6.1.4 删除内存中一个已有程序	174
6.1.5 删除内存中所有程序	176
6.1.6 删除指定范围内的多个程序	177
6.2 程序的编辑1——字的插入、删除和替换	179
6.2.1 一个字一个字的输入	179
6.2.2 一次输入整行内容	182
6.2.3 SHIFT 键的使用	183
6.2.4 在某个字后插入一个字	184
6.2.5 使用取消键 CAN 删除字符	185
6.2.6 字的检索	185
6.2.7 检索一个地址	189
6.2.8 使光标跳到程序头	190
6.2.9 字的删除	193
6.2.10 字的替换	194
6.3 输入零件加工程序	196
6.4 顺序号检索	196
6.5 程序的编辑2——程序段的删除	197
6.5.1 删除一个程序段	197
6.5.2 一次删除多个程序段	198
6.6 扩展零件程序的编辑功能	200
6.6.1 拷贝一个完整的程序	200
6.6.2 拷贝程序的一部分	202
6.6.3 移动程序的一部分	205
6.6.4 合并程序	209
6.6.5 拷贝、移动和合并的补充说明	212

6.7 程序检查	213
6.7.1 图形显示	214
6.7.2 机床锁住和辅助功能锁住	218
6.7.3 进给倍率	220
6.7.4 快速移动倍率	221
6.7.5 空运行（试运行）	221
6.7.6 单段运行	223

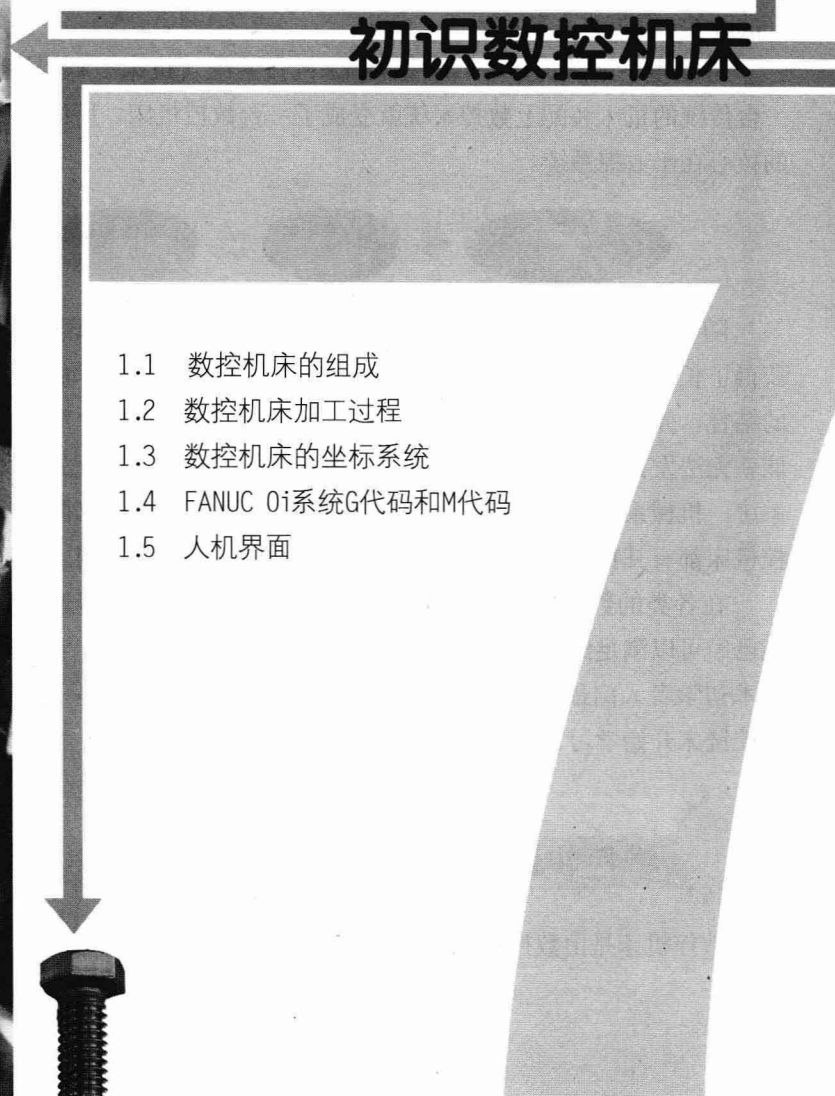


第7天 程序调试综合实例

7.1 程序调试	228
7.1.1 4圆弧外轮廓程序调试	228
7.1.2 4圆弧外轮廓精度和余量控制	232
7.1.3 四角余料的去除	233
7.1.4 工艺孔的加工	236
7.1.5 椭圆内轮廓调试	239
7.2 其他有用操作	241
7.2.1 背景编辑	241
7.2.2 参数的显示和设定	244
7.2.3 PC机与CNC的数据传输	248
7.2.4 DNC运行	253



第1天



初识数控机床

- 1.1 数控机床的组成
- 1.2 数控机床加工过程
- 1.3 数控机床的坐标系统
- 1.4 FANUC Oi系统G代码和M代码
- 1.5 人机界面

在第一天，我们首先要认识一台数控机床。数控机床的类型千差万别，多种多样，我们的学习旅程从一台3轴立式铣床开始，来学习数控机床的基本操作和程序调试。通过今天的学习，您将会掌握数控机床的机械结构、控制系统、坐标系统、键盘与操作界面。这些是学习数控技术最基础的内容，考虑到本书主要针对初学者，因此，书中略去专业性很强的理论知识，只从一个操作者和程序调试人员的角度阐述数控机床的各个功能和操作方法。这是我们学习旅程的第一步，俗话说，一个好的开始=成功的一半。

可以粗略地认为，一台数控机床=机械系统（机床）+数控系统，一台传统的机床装配上数控系统就变成了一台数控机床，所以数控机床的核心在于数控系统。



随着科学技术的进步，数控机床结构（机械系统）和数控系统都获得了长足的发展。目前新型数控机床，是机械和数控技术的高度完美的结合，先进的数控系统如果没有先进的机床结构，数控系统的先进功能就无法发挥出来，同样的，先进的机床结构，如果不装配先进的数控系统，机械系统良好的性能就无法得以体现。这也是目前国际上高档数控机床都有其特定性能的数控系统和特殊的机床结构的原因之一。

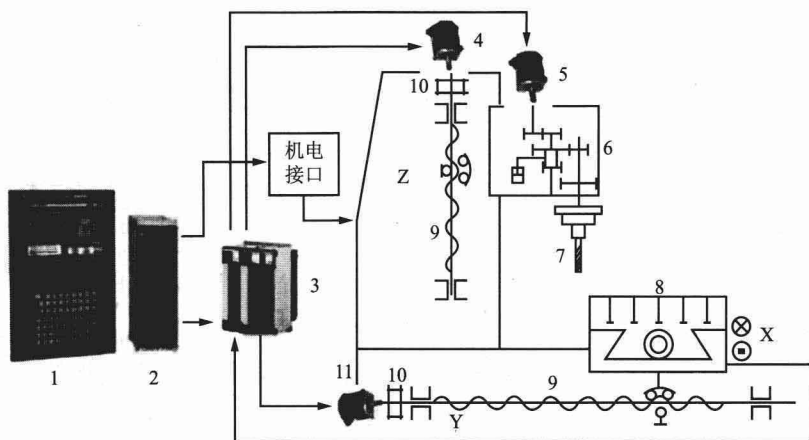
在各类的数控机床中，3轴立式数控铣床的应用较为普遍，它的性能已经可以满足绝大多数一般类零件和模具的加工。另外，它也是数控技术初学者入门最典型的一类机床。所以，我们就从认识一台3轴立式数控铣床开始学习。



1.1 数控机床的组成

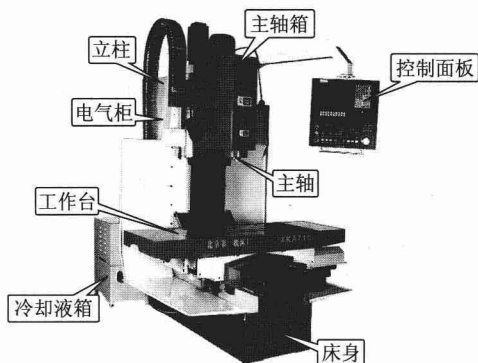
数控机床是由数控系统和机床本体（即机械系统）组成的。

数控机床的机械系统和数控系统的结合如图1.1 (a) 所示, 与之对应的实际机床如图1.1 (b) 所示。



1-操作面板 2-CNC装置 3-主轴驱动单元及进给伺服单元 4-Z轴伺服电机 5-主轴电机 6-主轴箱
7-刀具 8-工作台 9-滚珠丝杠 10-联轴器 11-Y轴伺服电机

(a) 数控机床的机械系统和数控系统



(b) 一台实际的3轴立式数控铣床

图1.1 数控机床和数控系统

数控机床的运动是控制系统和机械系统协调工作的结果, 在图1.1 (a) 中, 编程人员通过操作面板1将数控程序输入至CNC装置2, CNC装置2对程序进行必要的处理(如译码、插补运算等)后, 将处理结果以脉冲的形式传递给主轴驱动单元及进给伺服单元3, 主轴驱动单元及进

给伺服单元3对接收的脉冲进行变换和放大后控制主轴电机5及X轴伺服电机(图中未画出)、Y轴伺服电机11和Z轴伺服电机4。主轴驱动单元控制主轴电机5的旋转运动,通过齿轮传动链最终驱动刀具7做旋转运动。工作台的直线运动,以Y轴运动为例(X和Z轴的运动类似),伺服电机11在进给伺服单元的控制下,以设定的旋转方向旋转,其旋转运动通过联轴器10传递给Y轴滚轴丝杠9,滚轴丝杠9的转动会驱动与其配合的螺母的直线运动,螺母固定在工作台8上,从而驱动工作台做直线运动。

图1.1(a)中的很多部件在成品机床中是被封装起来的,从外部是看不见的,所看见的机床各组成部分如图1.1(b)所示,由床身、工作台、立柱、主轴箱、主轴、冷却液箱、电器柜和控制面板等部分组成。

床身是整个数控机床的基座,工作台上装夹被加工零件,立柱是主轴箱的依托部件,主轴箱是在立柱上做直线运动,主轴是机床的关键部件之一,刀具安装在主轴上,冷却液箱盛有冷却液,电气柜中安装了很多电器元器件,操作面板供操作者控制机床。

需要注意的是,图1.1(a)和1.1(b)的各部件是对应的,结合这两张图片,读者务必要很好的理解数控机床的运动原理。

数控系统是数控机床的灵魂,是数控机床最为关键的部分。数控机床的进步和先进性,一方面体现在其机床结构上,更重要的方面是体现在数控系统上。一台高档的数控机床,必然配置十分强悍的数控系统,其功能丰富而先进。



1.2 数控机床加工过程

图1.2所示为数控机床正在加工某零件。

一个零件从图纸转化成为一个实际的零件,需要经过以下流程(图1.3)。

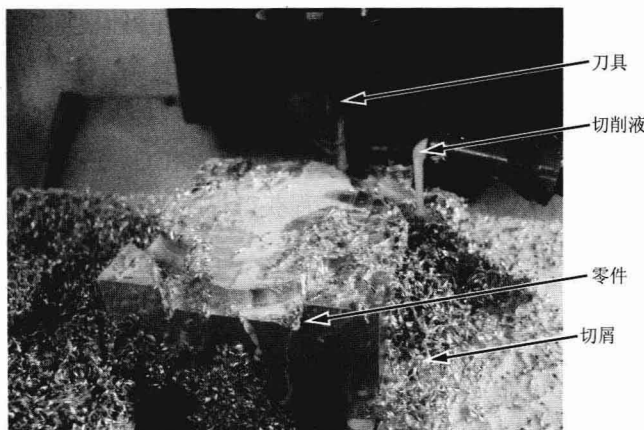


图1.2 数控机床正在加工某零件

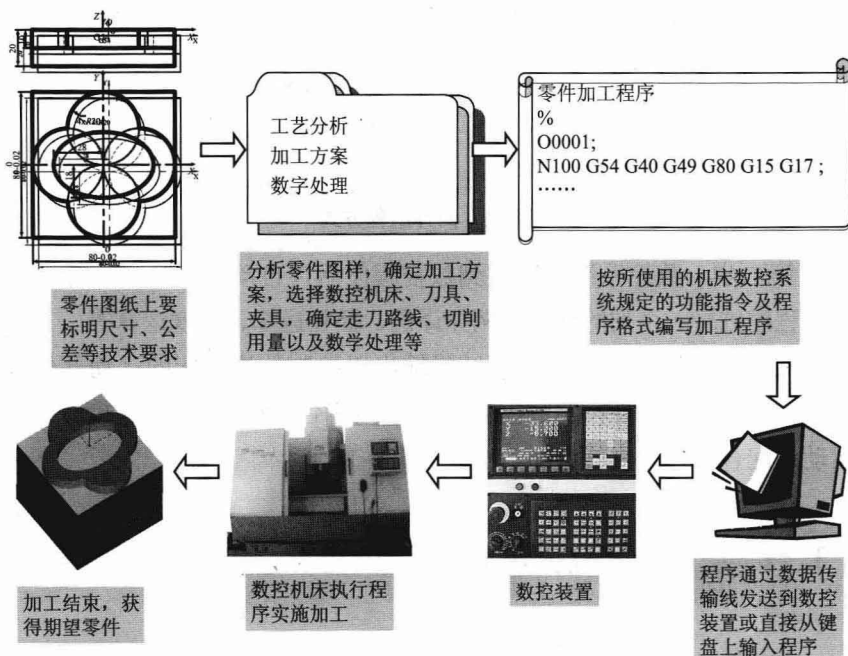


图1.3 数控机床加工过程

要让一台数控机床加工一个零件，第一步需要结合数控机床控制系统类型和刀具、夹具方案以及加工策略编写一个程序，这个程序叫做