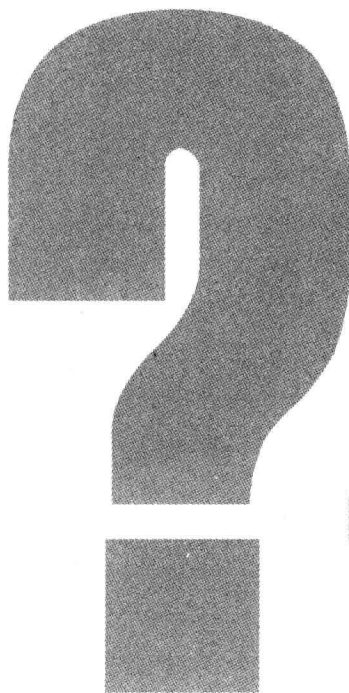


SHUKONGCHECHUANG  
CAOZUOYUBIANCHENG  
YINANWENDA

# 数控车床 操作与编程 疑难问答

曹亚军 编 著

 辽宁科学技术出版社



# 数控车床 操作与编程疑难 问答

曹亚军 编著

辽宁科学技术出版社  
沈阳

## 图书在版编目 (CIP) 数据

数控车床操作与编程疑难问答 / 曹亚军编著. —沈阳: 辽宁科学技术出版社, 2012. 4

ISBN 978-7-5381-7230-0

I. ①数… II. ①曹… III. ①数控机床: 车床—操作—问题解答 ②数控机床: 车床—程序设计—问题解答 IV. ①TG519.1

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2011)第 238732 号

---

出版发行: 辽宁科学技术出版社

(地址: 沈阳市和平区十一纬路 29 号 邮编: 110003)

印刷者: 沈阳百江印刷有限公司

经销者: 各地新华书店

幅面尺寸: 184mm × 260mm

印 张: 17

字 数: 380 千字

印 数: 1~4000

出版时间: 2012 年 4 月第 1 版

印刷时间: 2012 年 4 月第 1 次印刷

责任编辑: 高 鹏

封面设计: 魔杰设计

版式设计: 于 浪

责任校对: 栗 勇

---

书 号: ISBN 978-7-5381-7230-0

定 价: 34.00 元

联系电话: 024-23284372

邮购热线: 024-23284502

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

本书网址: [www.lnkj.cn/uri.sh/7230](http://www.lnkj.cn/uri.sh/7230)

# 前 言

数控车床目前已经相当普及，简易的数控车床价格在十万元以下，不少民间机械加工作坊都配备了数控车床，所以有相当多的技工投入到了数控加工的行列之中。但是由于许多数控操作者是通过师傅传徒弟的方式学会使用数控车床的，因此只熟悉一种型号或一种系统的数控机床，如遇到另一种型号的数控机床，则需要经过一个熟悉设备性能的过程才能上岗操作。编写本书的目的之一，就是想让操作者在遇到各种情况时能够快速上手，缩短熟悉新工作环境的时间。

本书主要分机床操作、刀具、工艺编程和机床通信四部分，涉及有关数控车床操作与编程工作中最基本的内容。本书的重点是数控车床的操作与编程，在编写过程中力求把实用性放在第一位。书中所列的各种问题基本上立足于实践，其答案具有很强的实践指导性，能够帮助操作者解决一些实际问题。书中采用大量的图片和实例来解答各种问题，避免用空洞的理论进行说教，力求使读者通过各种实例能够快速理解枯燥的理论知识。

在本书编写过程中沈阳航空职业技术学院的张杰和克钦给予了大力帮助和支持。本书在编写过程中参考了大量的专著，另外，本书还参考了大量的网络资料，采用了一些网络图片，由于原作者佚名，在此一并向原著者表示诚挚的谢意。

由于编者水平有限，书中肯定存在不足和错误之处，恳请读者批评指正。

编 者

# 目 录

## 一、机床操作

1. 数控车床有何特点? ..... 2
2. 怎样维护保养数控车床? ..... 3
3. 如何避免因操作与编程原因而造成事故? ..... 6
4. 什么是机床坐标系与工件坐标系? ..... 11
5. 怎样进行数控车床回参考点操作? ..... 14
6. 前置刀架与后置刀架有何区别? ..... 18
7. 怎样确定编程原点? ..... 22
8. 对刀时要注意什么问题? ..... 30
9. 怎样进行刀具几何补偿? ..... 35
10. 怎样进行刀具的半径补偿? ..... 38
11. 怎样正确使用液压卡盘? ..... 43
12. 数控车床操作面板上的按钮开关如何操作? ..... 49
13. 操作面板上的各种倍率切换开关如何使用? ..... 56
14. 怎样手动中断程序的运行? ..... 58
15. 怎样使用手动数据输入功能? ..... 59

## 二、刀具

16. 数控可转位刀片的型号代码有何含义? ..... 68
17. 数控车刀刀柄的型号代码有何含义? ..... 72
18. 螺纹刀具与切断、切槽刀具的型号代码怎样表示? ..... 76
19. 内、外螺纹刀片与刀杆有何区别? ..... 80
20. 怎样合理选择刀具? ..... 82

## 三、工艺、编程

21. 数控车床编程时的 G 代码有哪些? ..... 86
22. 辅助功能 M 代码有什么用途? ..... 92
23. 什么是主轴功能 S、进给功能 F 和刀具功能 T? ..... 95
24. 编程时如何选择合理的切削用量? ..... 99
25. 数控加工程序的格式如何写? ..... 102
26. 如何使用绝对值编程与增量值编程? ..... 106
27. 暂停指令 G04 有何用途? ..... 109

|                                      |     |
|--------------------------------------|-----|
| 28. 什么是宏程序? .....                    | 112 |
| 29. 如何使用子程序编程? .....                 | 122 |
| 30. 怎样编制倒角程序? .....                  | 126 |
| 31. 怎样直接用角度值编程? .....                | 133 |
| 32. 如何使用单一循环指令编程? .....              | 136 |
| 33. 多重循环指令有何功能? .....                | 144 |
| 34. 如何使用多重循环指令编程? .....              | 151 |
| 35. 西门子系统中如何使用钻孔循环? .....            | 158 |
| 36. 西门子系统中如何使用切槽循环? .....            | 164 |
| 37. 西门子系统中如何使用毛坯切削循环? .....          | 172 |
| 38. 加工螺纹时怎样确定各种编程数据? .....           | 177 |
| 39. 螺纹加工时有何注意事项? .....               | 181 |
| 40. 怎样使用单一型螺纹切削循环功能? .....           | 183 |
| 41. 怎样使用螺纹切削复合循环功能? .....            | 188 |
| 42. 西门子系统如何加工螺纹? .....               | 191 |
| 43. 怎样切削右旋螺纹和左旋螺纹? .....             | 194 |
| 44. 怎样加工多头螺纹? .....                  | 201 |
| 45. 怎样加工梯形螺纹? .....                  | 202 |
| 46. 怎样加工英制锥管螺纹? .....                | 209 |
| 47. 怎样加工美制管螺纹? .....                 | 214 |
| 48. 怎样确定 CAXA 数控车编程软件的编程步骤? .....    | 221 |
| 49. 使用 CAXA 数控车加工凹轮廓时怎样设置刀具参数? ..... | 223 |

#### 四、机床通信

|   |     |
|---|-----|
| 50. 数控车床怎样与计算机建立通信? .....                 | 228 |
| 51. 怎样使用 Windows XP 中的“超级终端”进行数据传输? ..... | 236 |
| 52. FANUC 系统怎样进行数据传输? .....               | 240 |
| 53. 广州数控系统怎样进行数据传输? .....                 | 249 |
| 54. 华中数控系统怎样进行数据传输? .....                 | 256 |
| 55. 西门子数控系统怎样进行数据传输? .....                | 260 |

|                   |     |
|-------------------|-----|
| <b>参考文献</b> ..... | 266 |
|-------------------|-----|

# 一、机床操作

# 1 数控车床有何特点?

数控车床是在普通车床的基础上发展起来的,可以这样简单地理解数控车床,即在普通车床上加装一套专用的电脑控制系统,由电脑控制车床进行切削加工,就是数控车床。数控车床比普通车床有更广的适用范围,适用于数控加工的零件有:批量小而又多次重复生产的零件;几何形状复杂的零件;贵重零件加工;需要全部检验的零件;试制件。

与普通车床相比,数控车床还有如下特点:

(1) 加工精度高,具有稳定的加工质量。

普通车床是所有机床的始祖,切削进给时用分度轮进行手动切削,对加工精度的控制全靠手感,手感好的工人能保证到 0.01mm 的精度,但是很难保证工件尺寸的一致性。而自动化的数控车床能够很轻松地达到 0.005mm 的加工精度,在刀具没有磨损的情况下,始终保持尺寸数值不变,甚至在有些场合可以以车代磨,这是普通车床无法做到的。

(2) 可进行多坐标的联动,能加工形状复杂的零件。

普通车床虽然也能加工形状复杂的零件,如斜面、圆弧、球体、锥度螺纹等,但是对车床的精度、刚性以及工人的技术水平要求很高,并且加工工艺复杂,加工质量难以保证,加工效率极低。由于数控车床具有直线和圆弧插补功能,有的数控车床还具有非圆曲线插补功能,所以可以车削形状复杂的回转体零件和尺寸难以控制的零件。

(3) 自动化程度高,可以减轻操作工人的劳动强度。

数控车床大都采用了液压卡盘,夹紧力调整方便可靠,装夹工件省时省力,同时数控车床都采用了自动回转刀架,在加工过程中可自动换刀,连续完成多道工序的加工。由于数控车床的自动化程度高,操作者只需装卸工件、按按钮,便可完成工件的切削加工,大大降低了操作工人的劳动强度。

(4) 对操作者的水平要求较高。

目前,人们对数控车床的认识分成两个极端,没有接触过数控车床的人认为它很神秘,高不可攀,而接触过数控车床的人则认为它操作非常简单,任何人都能去操作。数控车床的操作确实非常简单,操作者只要熟悉了操作面板,便能操作数控车床。然而没有机械加工基础的人虽然能操作数控车床,但是他充其量只是个装卸工,他是不能独立操作数控车床的。一个合格的数控车床操作人员,在工作中遇到问题时应该能够分析并解决问题,还要尽量避免出现失误。所以,从事数控加工的人员需要具备较强的专业技能,包括读图绘图、制定加工工艺、选用刀具、熟悉各种量具、编制合理的加工程序等,必要时能用软件编程。

数控车床的特点还有很多,以上 4 点是数控车床操作者应该了解的。

数控车床有许多优点,但若使用不当,优点也可能演变成缺点。目前,很多人对数



控车床抱有这样的看法：数控车床加工出的产品是完美无缺的，但是事实并非如此。再先进的设备也是由人来操作的，人的失误会导致设备的失误，例如操作者出现测量失误，或编程时出现坐标数值的错误等等，由于数控车床能够保证工件尺寸的一致性和稳定性，因此人为的失误将会造成成批废品的出现。

数控车床的生产效率高，一般为普通机床的 3~5 倍，对某些复杂零件的加工，生产效率可以提高十几倍甚至几十倍，但是由于数控车床的整个加工过程采用程序控制，数控加工的前期准备工作较为复杂，这些工作包括工艺的确定、程序编制、选用刀具辅具、制作调整工装等。另外，数控车床的使用费用、维修费用大大高于普通车床，所以，在使用数控车床时，要根据数控车床的特点，想方设法降低生产成本，杜绝浪费，避免误操作。

## 2 怎样维护保养数控车床？

数控车床虽然加工精度高、生产效率高、产品质量稳定，但是如果操作者在生产使用过程中做不好日常的维护保养工作，将会缩短机械部件的磨损周期以及电气元件的使用寿命，并且在生产过程中可能会故障频发，极大地增加生产成本。所以对数控车床的正确使用和精心维护，是保障数控车床正常、安全运转的主要环节。数控车床的维护与保养是一项常抓不懈的工作。在进行数控车床维护保养工作时，要做到“三好四会五项原则”。

(1) “三好”：管好、用好和修好。

1) 管好。

①使用设备应实行定人定机制，自己所用的设备未经批准严禁别人任意操作。

②每日做好交接班。

③设备的附件，工、量具妥善保管，保持完整齐全，加工件要摆放合理。

2) 用好。

①严格遵守操作规程，禁止超负荷使用设备，不带病运转。

②精加工设备如数控车床不做粗活。

③机床导轨面上禁止摆放工具、工件等物。

3) 修好。

①在维修工人帮助下，逐步掌握一般修理技术，能独立排除设备的小故障。

②参加设备的二级保养及大修总装和试车验收工作。

(2) “四会”：会使用、会保养、会检查和会排除故障。

1) 会使用。

①开动设备前或接班时，先进行检查，发现问题及时排除。

②熟悉加工工艺，使用合理的工装刀具。

③师傅要经常热心、耐心、细心教导徒工操作技术知识，做到带好思想、带好作风、

教会技术。

④徒工要积极热情，虚心向师傅学习，努力培养自己的动手能力。

2) 会保养。

①按规定加油、换油，保持油路畅通、油标醒目、油毡油线清洁完整。

②设备基本无四漏现象，即不漏油、不漏水、不漏气、不漏电。

③按规定对机床内外进行彻底清扫，保持设备原色，设备周围整齐清洁。

3) 会检查。

①对自己使用的设备熟悉结构、懂得性能、及时发现隐患。

②了解设备各项精度标准和检查项目，熟悉检量具的使用和计算。

③按要求进行日常点检。

4) 会排除故障。

①做到能鉴别设备的正常和异常现象，并能判出异常现象的部位和原因，并及时处理。

②熟悉所用设备的特点，懂得零部件拆装的程序，会做一般的调整和简单的故障排除。

③设备出现故障及时采取措施，自己不能解决的通知有关人员。

(3) “五项原则”。

①必须凭操作证使用设备，严格遵守安全技术操作规程和工艺文件。

②经常保持设备清洁，按润滑图表规定加油，做到不搞好润滑工作不开车，不搞好清洁工作不下班。

③认真执行交接班制度，填好交接班及运转台时记录。

④管好工具和附件，做到不遗失、易取用。

⑤不在设备运行时离开岗位，发现故障立即停车，自己不能处理的，应及时通知维修工人检修。

(4) 日常工作中应注意的事项。

数控车床的日常维护保养在遵照上述原则执行外，还应具体做到以下几点。

①开机前应先清理好工作场地，开机时按照数控车床开机顺序逐步操作，开机后应先低速运转三五分钟，认真检查液压系统、润滑系统、冷却系统、气压系统以及防护装置是否正常。

②如有接班，上班的操作者在交接班工作完毕后才能下班，交班时要向接班者交代清楚机床的运转使用情况。

③工件必须夹紧，以免松动甩出造成事故，已夹紧的工件，不得再进行敲打校正，以免影响主轴精度。

④维修或调整数控车床时，要正确地使用拆卸工具，严禁乱敲乱拆。拆卸零部件时要认真仔细，记清零部件的拆卸顺序，以免安装时颠三倒四，造成事故隐患。

⑤装卸卡盘或较重的工件、夹具时，在导轨面上应垫上木板。在用天车装卸重型工件、夹具时，绝不能磕碰到数控车床的任何部位。

⑥导轨上如果使用润滑油，将会研坏导轨面，数控车床的导轨润滑一般都采用自润滑系统，所以严禁使用数控车床加工铸铁工件。

⑦电器柜、空气过滤器、印刷电路板等在数控车床工作一段时间以后，会积累许多灰尘，所以要根据数控车床的使用环境定期清扫，一般使用吸尘器和压缩空气进行清理。使用压缩空气时压力应在 0.2~0.3MPa，气枪嘴要与元器件保持一定距离。

⑧数控车床基本采用湿式切削，由于切削液带有油性，所以铁屑、铁末等杂质会被切削液粘在一些不易清理的死角处。如果长期不清理，会黏结成硬块，既不易清理又会腐蚀机床表面，所以最少一星期要对数控车床内外进行一次彻底的清理。

⑨刀柄、刀座、刀架之间的配合面以及卡爪与卡盘之间的配合面精度非常高，如果这些部位的清洁工作做不到位，极易造成这些部位精度的丧失。在这里，清洁看似小问题但却会造成非常严重的后果。

⑩数控系统的参数存储器采用 CMOS 元件，其存储内容在断电时靠电池供电保持，一般应一年更换一次电池，更换电池时要在系统通电状态下进行，并且注意电池的正负极不能搞错，否则电池有爆炸的危险。

⑪数控车床维护保养工作中最常进行的一项内容就是机床导轨的维护与保养，是每个班次都必须做的工作。机床导轨的维护与保养主要是导轨的润滑和导轨的防护。

导轨的润滑。导轨润滑的目的是减少摩擦阻力和摩擦磨损，数控车床常用的润滑油的牌号有：32 号、42 号以及 68 号。由于数控车床的导轨润滑一般采用自润滑系统，所以每天必须检查润滑油箱油量以及润滑油泵是否能够定时启动和停止，并且要注意检查定时启动时是否能够提供润滑油。另外还要经常检查自润滑系统中分流阀、止回阀是否堵塞，以免因油路不通而导致导轨出现“干磨”现象。

导轨的防护。每班工作结束后，要认真细致地清理导轨上的铁屑、切削液以及油污，并把导轨擦拭干净。对于带防护罩的导轨，要经常拆开防护罩，对导轨进行清洁。

#### ⑫液压系统的维护与保养。

每日数控车床开机后检查液压系统压力是否正常，是否有噪声、振动。

按机床说明书规定的时间定期更换液压油，更换液压油时要清洗油箱。

经常检查液压系统是否有泄漏，并定期清洗各种液压阀。

#### ⑬数控系统的维护与保养。

数控车床每天开机后，要检查数控装置中的各个散热风扇否正常运转，对出现故障的风扇及时更换，定期清理空气过滤器中的灰尘。

严禁在数控车床运行当中打开电器柜门和数控系统面板门，以免触发安全事故。

数控系统一旦发生故障，操作人员应采取急停措施，停止系统运行，保护好现场，并且协助维修人员做好维修前期的准备工作。

⑭数控车床长期闲置时，应经常通电并运转机床。在空气湿度较大的地区，要天天通电，利用电气元件本身发热驱散数控柜内的潮气，以保证电气元件的性能稳定可靠。

### 3 如何避免因操作与编程原因而造成事故?

在数控车床生产过程中,由于操作者误操作、工艺错误、编程错误、机床故障等原因造成的事故屡见不鲜,轻则刀具损坏、工件报废,重则机床损毁甚至造成操作者人身伤亡。所以通过对数控车床操作与编程时容易出现的一些安全问题进行分析和总结,可对生产中容易发生的事故起到预防作用。

在生产过程中绝大多数事故的发生是因为操作不熟练、不认真、不规范等原因而造成的。所以说操作者的安全操作是避免事故发生的关键。

#### (1) 在操作中怎样避免发生事故?

有一句交通俗语叫做“一看二慢三通过”,如果在操作数控机床时也能做到“一看二慢三通过”,可以肯定地说,在机床操作过程中绝对不会发生误操作。

所谓“看”,就是在动手操作前,要把与当前操作相关的按钮、手柄、面板设置等都要检查一遍,观察各种按钮是否各就各位,如 $X$ 、 $Z$ 轴是否切换正确,“+”、“-”方向有没有搞错,进给倍率是否合适等等。另外还要检查程序是否与要加工的零件相符,程序是否正确,刀具的实际刀位与编程刀位是否相符,刀具是否存在干涉,所有项目确认无误后才能执行操作。

所谓“慢”,就是在使用 $G00$ 快速进给时,快速进给的速率要设置到最慢,这样可以有充足的时间来观察刀具的移动位置是否正确,以便在出现状况时能够有时间把机床停下来,即使发生碰撞,由于速度较慢,碰撞的冲击力较小,可以减小损失。另外手动操作时不要使用快速移动按钮而应尽量使用手轮来控制刀架的移动,并且尽量把手轮倍率调低。避免手动控制刀架移动时因移动速度快慢不匀而发生意外。

所谓“通过”,在前两项工作做到位后,就可以开始执行操作了。但是在执行操作以后,仍然不能掉以轻心,要严密关注数控车床的运行状态,只有这样才能及时处理突发的状况。不论新手还是老手,都应遵循“一看二慢三通过”这条警示语,才能做到万无一失。

在装卸工件和更换刀具时,要把数控车床调到程序编辑(EDIT)状态,以防止意外按下启动按钮,使机床突然起动造成危险。另外,操作者在数控车床内部进行装卸工件或更换刀具等操作时,数控车床前尤其是机床操作面板附近不能有其他人员在场,以免其误触启动按钮而发生危险,这一点必须引起高度重视。

不能在机床运行的情况下擅离工作岗位。一名合格的数控车床操作者,不仅要掌握熟练的操作技能,还要有随时处理机床运行中各种状况的能力,保证刀具、夹具处于正常工作状态。由于数控车床在运行过程中要关闭安全门,有的安全门还有自锁功能(即关上安全门程序才能运行),而且在切削过程中还有切削液的参与,所以操作者不易直接观察到车床内部的切削状态,这就更需要操作者时刻保持高度的警惕心,做到随时准备采取措施控制机床的运行。如果在操作者擅离岗位时数控车床在运行当中突发异常状况,

后果将不堪设想。

进行对刀操作时，除了要防止出现误操作外，在输入或设置刀具参数时一定要谨慎细心，刀具参数设置完毕后要反复检查直至确认无误。

建立工件坐标系时，必须先认真研究加工程序，要根据程序的要求设置工件坐标系的原点，务必使操作者实际建立的工件坐标系，与编程人员在程序中使用的工件坐标系重合，避免因两者各自建立的工件坐标系不重合而发生撞车事故。

刀架上如果装有钻头等长度较长的刀具时，为避免在加工或换刀时与卡爪、工件、尾座等部位发生碰撞，必须在开始加工前进行干涉测试，如果存在干涉，就需要改变刀具的安装位置，改变位置后重新进行干涉测试，直到不发生干涉为止，然后才能运行加工程序。

有时程序中指令的刀具号与刀架上现有的刀具号不符，这时需要在程序中修改相应的刀具号，使程序中的刀具号与刀架上对应刀具的刀具号相一致，才能开始切削加工。所以在开始加工前，必须检查一下程序中指令的刀具号与刀架上相应的刀具是否相符，避免因此原因而造成事故。

数控车床上如果装有液压卡盘，要根据工件的特性合理调整夹持压力。切削薄壁零件时，为了避免工件变形，夹持压力一般调得很小，重切削时为了防止工件飞出，夹持压力一般调得较大，但不能超出机床说明书规定的压力值。要避免因忘记调整卡盘夹持压力而飞出工件的事故。

操作者在没有完全了解机床参数含义的情况下，尽量不要贸然修改机床参数，错误的参数设置可能导致机床出现意想不到的状况。

另外，在操作时还应遵循以下几点。

①在接通机床电源时，应当先接通机床主电源，再接通 CNC 电源，切断电源时应按相反顺序操作。

②操作前应检查一遍程序，确认加工程序正确无误。同一台数控车床可能由几位操作者分班操作，上一班的操作者如果对程序有所变动而没有通知下一班的操作者，极有可能出现失误。所以操作前检查程序很有必要。

③操作前要严格检查刀具参数是否正常。怎样才能知道刀具参数是否正常，方法很简单，刀具对好以后，把刀具坐标用笔记录下来，只要刀具没有被拆卸过，每次操作前，花一两分钟核对一下刀具参数，真正做到有备无患。

④在进行刀具调试或更换时，注意不要和其他部位发生碰撞，即刀具是否存在干涉。一般钻头或长刀杆最容易发生干涉。避免刀具发生干涉的方法是，把钻头或长刀杆上下相邻的两把刀手动靠近工件，看看钻头或长刀杆与工件或夹具是否发生碰撞，如果不发生碰撞，则继续靠近工件，直到距工件端面 1~3mm 时停止，X 轴方向则停在这把刀具最终要加工的直径的位置。然后用手慢慢转动卡盘，观察卡爪与钻头或长刀杆是否发生碰撞，如果发生碰撞，就需要改变刀具的安装位置，改变位置后重新执行上面的步骤，直到不发生碰撞为止。

⑤新程序调整好后，要再次检查确认无误后，方可开始加工，首件加工时，要逐步

运行、检查程序，以免发生意外。有的系统对程序中的小数点要求极严，所以检查程序时要格外留意小数点是否漏掉，一个小数点的漏输入可能造成数控车床发生严重的碰撞。而有的系统则不要求编程时输入小数点，即使如此，编程时也要输入小数点，以此来养成习惯，因为一名操作工不可能一直使用同一台数控车床，若遇到不同系统的机床，不会因为一个小数点而产生错误。

⑥为了避免产生成批废品，开始加工产品时要进行首件检验，首件检验合格后才能进行批量加工，加工途中要进行自检和互检。曾经有操作者加工完首件零件后，在加工第二件零件的过程中检测首件零件，假如首件零件是不合格的，则第二件零件也将不合格，这种做法是不容许的。由于数控车床加工产品的质量稳定，容易使操作者产生麻痹思想，首件产品合格后就不再进行零件的测量了。在加工过程中，有许多不确定的因素存在，如零件毛坯有砂眼气孔等缺陷、刀具自然磨损、系统故障、刀架故障等都会影响产品质量，所以避免产生成批废品，加工途中一定要进行自检和互检。

⑦工件、刀具处于加工状态时，严禁用手触摸、用棉丝擦拭、用量具测量等，这些工作必须在停车后进行，上述操作可能造成人身伤害。

#### (2) 如何避免因编程原因而造成事故？

编程人员不能只凭图纸尺寸编程，应对工件毛坯进行全面的测量，在编程时根据毛坯余量合理设置切削参数，避免事故发生。

大多数国产系统及欧美的一些系统允许编程时省略小数点，在省略小数点时，最小输出单位为 mm，而有一些系统如 FANUC Oi-TA、大森 R2J50L 等不允许编程时省略小数点，当省略小数点时，最小输出单位为  $\mu\text{m}$ ，当疏漏了小数点时，系统输出的值将缩小成千分之一毫米，此时，系统输出的值接近于零，工厂中因漏输一个小数点而撞毁数控车床的重大事故举不胜举。所以当操作者同时遇到两种系统时，不论系统是否允许省略小数点，编程时都要输入小数点，虽然对于允许编程时省略小数点的系统是多余的，但养成习惯后，就不会因为小数点而出现问题。

编程时刀具号与补偿号最好相同，例如：T11 或 T0101，这样做的好处除了便于记忆外，还便于在刀具偏置寄存器中进行刀具参数的设置和核对，以减小出错概率。

编程时还可能因为 G00 与 G01 搞错而发生撞车事故，如本应该是“G01 X30 F0.1”，结果写成“G00 X30 F0.1”，其后果是刀具直接撞向工件，所以为了便于检查程序，编程时可把“G00”写成“G0”，把“G01”写成“G1”，比较直观。

进给功能 F 代码有两种表示方法，即每分钟进给 (mm/min) 和每转进给 (mm/r)，如果数控系统默认设置的是每分钟进给，编程时 F 代码后面的数值不带小数点，如 F100、F20，若数控系统默认设置的是每转进给，编程时 F 代码的值要带小数点，如 F0.5、F0.2。当操作者同时遇到两种不同的系统时，编程时千万要注意不能搞混了，在每分钟进给的系统中把 F 代码用每转进给表示，刀具的进给速度将会很慢，还不至于发生事故。但是如果在每转进给的系统中把 F 代码用每分钟进给表示，将会出现两种情况，一是机床不动，伺服系统报警；二是刀具移动速度非常快，发生撞刀事故。

数控加工时，每把刀具的长度、形状、用途等不尽相同，编程时要充分考虑这些因

素,进退刀时要尽量避免刀具与车床内部的其他部位(卡爪、尾座、工件等)发生碰撞,因此 $X$ 轴与 $Z$ 轴不能同时移动,具体先移动哪个轴要视实际情况决定。换刀点的位置要以卡盘上夹持的工件的长度、刀架上刀具的纵向长度和横向长度为依据来确定,既做到换刀时不与工件、尾座等部位发生碰撞,又要做到刀具能以最快的速度返回(即刀具与工件的距离不能太远)。

切槽加工时,刀具要以垂直于槽的方向退离工件。螺纹加工以及运用循环指令的时候,起刀点一定不要设置在工件上,即起刀点的 $X$ 值要大于(切削工件外径时)或小于(切削工件内径时)工件的直径值,起刀点在 $Z$ 方向要距工件有一定的距离。这样做的好处是避免退刀时刀具碰到工件。

在编程时要充分了解各种指令中各项参数的含义,有时相同的参数在不同的指令中其含义是不同的(如FANUC系统中,粗车循环G71中参数 $R$ 的含义是“退刀量”,型车复循环G73中参数 $R$ 的含义是“加工次数”),所以,合理设置各种参数是保证程序能够安全运行、不发生意外的前提。

数控车床运行中发生的各种事故,尤其是撞车事故,绝大多数都是能够避免的。要想做到安全生产零事故,首先,操作人员必须在思想上引起重视,在工作中要谨慎细心,并且每时每刻都要保持警惕,严密关注机床的运行状态。其次,操作人员要努力提高自己的专业技能,熟悉机床的各种操作,掌握系统的各种功能,把误操作与编程错误降到最低。再次,要不断总结经验,出现了失误并不一定都是坏事,从失误中可以吸取教训,总结经验,增加自己的阅历。另外,严格遵循操作规程操作机床,既能保证操作人员的人身安全,又能保证机床安全运行。

### 附:数控车床安全操作规程

(1)上班要穿工作服,女工要戴工作帽,不准围围巾,穿凉鞋、拖鞋、高跟鞋及裙子上岗。操作时不准戴手套,不准吸烟,不准与他人闲谈,精神要集中。

(2)操作数控车床前,必须熟知其性能结构、传动原理、操作顺序及其紧急停车方法等,数控车床的开机、关机顺序要按机床说明书的规定进行操作。

(3)数控车床操作顺序:

- ①打开电源。
- ②打开机床电源。
- ③旋起“急停”按钮。
- ④打开数控系统电源。
- ⑤返回机床参考点。
- ⑥按工艺要求准备刀具,并装入刀架。
- ⑦装夹工件毛坯。
- ⑧输入刀具数据(对刀)。
- ⑨确定工件坐标系。
- ⑩调出或输入加工程序。

- ⑪程序试运行（校验）。
- ⑫单件试切削（测量尺寸、调证刀补）。
- ⑬批量加工。
- ⑭加工结束刀架、尾座返回原始位置。
- ⑮清扫车床。
- ⑯按下“急停”按钮。
- ⑰关闭数控系统电源。
- ⑱关闭机床电源。
- ⑲关闭电源。

(4) 开机后低速运行机床，检查机床液压系统压力表指示是否正常，管路及接头有无泄漏，检查润滑油油箱油量，及时添加润滑油，并检查润滑油泵是否定时启动及停止。

(5) 要使用正确的刀具，严格检查机床原点、刀具参数是否正常，不得承担超出机床加工能力的作业。

(6) 在进行刀具调试或更换时，注意不要和其他部位发生碰撞，压刀时禁止用套管紧固。

(7) 装卸工件或刀具时，要退回刀架、退回尾座，并把机床调到“程序编辑”（ED-IT）状态，以免因误操作启动机床而发生事故。

(8) 新的程序编好后，必须要经过检查和空运行无误后，方可开始加工，首件加工时，要逐步运行、逐行检查程序，以免发生意外。

(9) 运行旧程序时，确认加工程序与加工的产品一致后，才能开始加工。

(10) 开始加工产品时要进行首件检验，首件检验合格后才能进行批量加工，加工途中要进行自检和互检。

(11) 加工长的工件时，如有伸出主轴后端即工件伸出机床之外时，必须采取防护措施和设明显标志。

(12) 工件、刀具处于加工状态时，严禁用手触摸、用棉丝擦拭、用量具测量等，工件运转中，不准更换刀具，这些工作必须在停车后进行。

(13) 车床滑动导轨面上，不准放置工具、夹具、量具和工件等物，卡盘扳手不准随便放在卡盘上，刀头和工件不准放在机床上，以免掉下伤人。

(14) 车床工作时，不准用手、卡尺清除铁屑，须用铁钩子，并注意断屑作业，如出现长铁屑时，应及时处理。

(15) 装卸较重的工件或夹具时，必须在导轨上垫好木板垫，避免撞碰床面。

(16) 数控车床主轴启动后，在切削之前一定要关好防护门，程序正常运行当中严禁开启防护门。数控机床正常运行时，严禁打开电器柜，禁止按下“急停”“复位”按钮。

(17) 车床运行当中，如有异音、异状或传动系统有故障时，应立即急停，并先将车刀退出，及时向领导报告。

(18) 车床启动状态下不得离开工作岗位，必须离开时，要退出程序，并停车，若长时间离开，要切断机床电源。



(19) 在工作场地，工件应码放整齐，保持通道畅通，工件不能码放过高，以免倒塌伤人。

(20) 加工结束后，应做好机床卫生和保养工作，将工、量具清点保养并保管好，尾座要放在床身尾部，刀架应停放在距机械参考点三分之一处，并填写交接班记录。

(21) 数控车床发生故障时，操作者必须保护好现场，并向维修人员如实反映故障发生前后的情况，以利于分析问题，查找原因。

(22) 数控车床的使用一定要有专人负责，严禁其他人员随意动用数控设备。非专业维修人员不得更改数控系统内制造厂家设定的技术参数。

## 4 什么是机床坐标系与工件坐标系？

数控机床的编程操作加工等都是在坐标系中进行的，数控车床的坐标系包括机床坐标系和工件坐标系。

### (1) 机床坐标系。

机床坐标系又称为机械坐标系，根据 ISO841 标准，数控机床坐标系用右手笛卡儿坐标系作为标准坐标系，见图 4-1。在数控车床中，平行于主轴轴线的坐标轴为  $Z$  轴，垂直于主轴轴线的坐标轴为  $X$  轴，并规定刀具远离工件的方向为正向，数控车床中没有  $Y$  轴。见图 4-2。

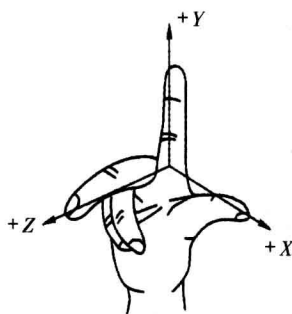


图 4-1 右手笛卡儿坐标系

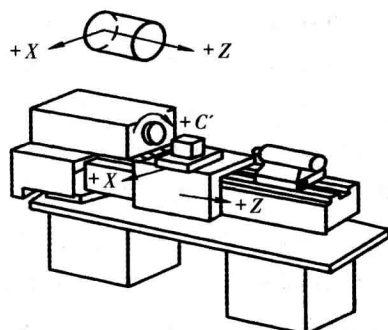


图 4-2 数控车床机床坐标系