

中等职业学校特色教材

Comprehensive Training Guide to CNC Technology Application

数控技术应用综合实训指导

赵立军 主编



山东科学技术出版社
www.lkj.com.cn

中等职业学校特色教材

Comprehensive Training Guide to
CNC Technology Application

数控技术应用综合实训指导

赵立军 主编

图书在版编目 (CIP) 数据

数控技术应用综合实训指导/赵立军主编. —济南:
山东科学技术出版社, 2014
中等职业学校特色教材
ISBN 978-7-5331-7271-8

I. ①数… II. ①赵… III. ①数控机床—中等专业
学校—教材 IV. ①TG659

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2014)第 047440 号

中等职业学校特色教材
数控技术应用综合实训指导
主编 赵立军

出版者: 山东科学技术出版社
地址: 济南市玉函路 16 号
邮编: 250002 电话: (0531) 82098088
网址: www.lkj.com.cn
电子邮件: sdkj@sdpress.com.cn
发行者: 山东科学技术出版社
地址: 济南市玉函路 16 号
邮编: 250002 电话: (0531) 82098071
印刷者: 山东新华印刷厂潍坊厂
地址: 潍坊市潍州路 753 号
邮编: 261031 电话: (0536) 2116806

开本: 787mm×1092mm 1/16
印张: 11.75
版次: 2014 年 4 月第 1 版第 1 次印刷

ISBN 978-7-5331-7271-8
定价: 25.00 元

主 编 赵立军

副主编 杜湖亭 王志平 王 刚 田 欣

编 者 王 振 辛立胜 袁志生 高光海

杨 晨 申云波

序 言

党和政府历来高度重视职业教育。近年来,党和国家领导人多次对职业教育作出重要批示,要求在整个教育结构和教育布局中,把职业教育摆到更加突出和重要的位置。十八届三中全会又明确要求加快发展现代职业教育,把职业教育作为整个教育事业改革发展的战略重点和提升全民族素质的重要途径。

近几年,我们虽然在职业教育课程结构模块化、课程内容综合化和现代化等方面做了有益的探索,也取得了较为显著的成绩,但传统学科型课程模式仍没有根本改变,课程内容与职业实践相脱节的现象依然存在。如今,农业产业化、新型工业化和现代服务业的发展,以及以提升自主创新能力为核心的科技进步,加快了职业的分化和综合,对人才培养的规格、质量和人的终身学习提出了新的要求,为此迫切需要大力推进职业教育精品专业、精品课程和教材建设,改变人才培养模式,带动教师专业发展,加速培养适应我国经济社会发展需要的技术型、技能型人才。其中,课程改革是职业教育改革的重点、难点和突破口,是职业教育改革的核心。开发校本课程,可弥补国家和地方课程注重共同性而忽视差异性和层次性的不足,突出以学生为本的理念,加强学生的生产实习和社会实践,以就业为导向,更新教学内容,强化职业训练,有益于克服重理论轻实践、重讲解轻动手、重教室轻场地的传统观念,与国家和地方课程相比更有时效性和针对性。

目前,已有不少中职学校结合社会经济发展的实际需要,加强了校本课程的开发,做了大量卓有成效的工作,形成了一系列颇具实效的校本课程开发模式,为中职校本课程的开发提供了有益的借鉴。校本课程开发已成为中职教学改革和创新的一个支撑点和亮点。作为第二批全国中等职业教育改革发展示范学校建设单位之一的山东省滨州市高级技工学校正是这方面的一个典型代表。



滨州市高级技工学校结合地方和学校实际,开发具有鲜明特色的职业教育校本教材,创建品牌学校,培养适应市场需求的技能型人才,取得了显著成效。该丛书是该校一线教师教学实践经验的总结,突出了学校特色和专业特色,形成了以能力为本位、以职业实践为主线、以项目课程为主体的模块化专业课程体系。教材内容贴近学生的实际,贴近学生专业学习的需要,贴近学生未来发展和个性需求,做到了理论与实践相结合,由浅入深,层次清晰,体系完整。编写中依据职业岗位标准组织课程内容,以实际生产场景及流程组织教学过程,充分体现了一体化教学、分组教学、案例教学、场景教学、模拟教学和岗位教学模式的特点。

这套丛书体现了滨州地方经济发展特色和学校专业教育特色,吸收了行业发展的最新成果和先进理念;结构合理,内容实用,可操作性强;语言平实,简明扼要,通俗易懂;呈现方式灵活多样,条理清晰,层次分明;活动设计增加了自主探究性内容,符合学生身心发展的要求,注重实践性、实用性和实效性。可以说,这是一套不可多得的中等职业教育特色校本教材,值得大家借鉴学习。我们相信这套丛书的出版一定会受到广大师生的欢迎,也会对中职课程改革和校本课程开发,以及对中职强化办学特色和提高办学效益乃至可持续发展,起到重要的推动作用。

高硢

教育部职业技术教育中心研究所副所长

2014年3月17日

前 言

本书根据理论与实训一体化的教学模式组织编写,本着“实用与够用”的原则,以学生为主体,以能力为本位,以素质为基础,根据企业数控加工技术职业岗位的实际需求,进行教材内容的选取,采用项目教学,突出培养应用型人才解决实际问题的能力。

本书分为数控车床实训和数控铣床实训两部分。主要包括数控机床的安全操作与维护保养,数控机床的加工操作与数控加工职业岗位工作过程,数控加工工艺设计,数控机床编程与典型零件的数控加工等内容。本书内容编排遵循学生认知规律,做到理论与实践相结合,由浅入深,层次清晰、体系完整,适用于教学、培训与自学。

本书以相应课程标准为基本依据,符合当前中职学生的特点,生动、活泼、具有启发性和趣味性。配合学生多样化需要,从基础到贴近实际生产,实现文字与插图、实验与练习相互配合,拓展学生的思维和知识面,更加强调自主学习与动手能力的培养。本书符合数控专业学生的实际需求,使学生能理解相关专业的内容,掌握其中的操作技能,达到中级技能水平,最终使学生能从事本专业的工作和达到相应工种的操作工技能水平,为学生适应职业岗位的变化和学习新的技能、技术打下基础。

本书教学建议采用多媒体、数控机床仿真加工实训与数控机床加工实训相结合进行。参考学时为 360 学时,教师在组织教学时,可根据实际情况、教学计划和软、硬件条件酌情增减学时。

本书在编写过程中参阅了有关院校和科研单位的教材、资料与文献,在此向其编者表示感谢!

由于编者水平有限,书中可能存在不妥或错误之处,恳请读者提出批评、指正。

目 录

第一部分 数控车床实训

模块一 数控车床文明安全生产操作与日常维护保养	(3)
项目一 文明生产与安全操作技术	(3)
项目二 机床的日常维护保养	(5)
模块二 数控车床基本操作	(11)
项目一 机床操作面板介绍	(11)
项目二 数控车床的对刀	(18)
模块三 简单轴类工件的加工	(22)
项目一 台阶轴的加工	(22)
项目二 锥类零件加工	(30)
项目三 圆弧零件加工	(35)
项目四 槽类工件的加工	(41)
项目五 螺纹类零件加工	(49)
项目六 内孔加工	(56)

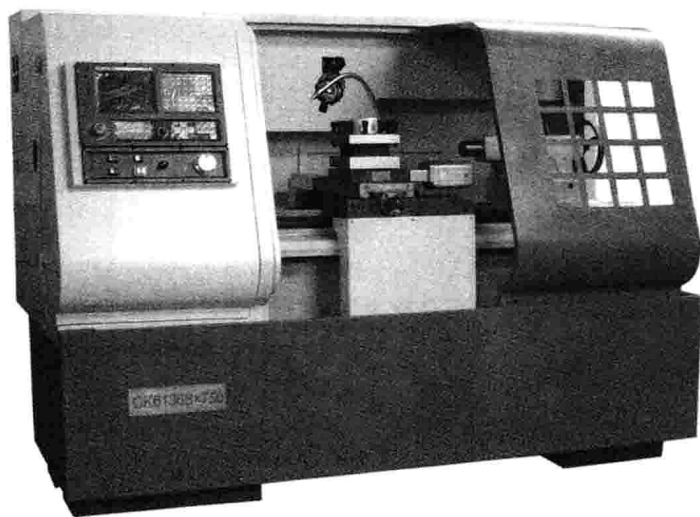
第二部分 数控铣床实训

项目一 安全文明生产	(67)
项目二 装夹工件	(78)
项目三 机床操作	(84)
项目四 基本形状加工	(91)
任务一 平面加工	(91)
任务二 轮廓加工	(96)
任务三 槽类加工	(102)
任务四 孔类加工	(108)



项目五 组合零件加工	(118)
任务一 平面、轮廓、槽加工	(118)
任务二 平面、槽、孔类加工	(126)
任务三 镜像组合零件加工	(132)
任务四 旋转组合零件加工	(138)
项目六 综合零件加工	(145)
任务一 综合零件加工(一)	(145)
任务二 综合零件加工(二)	(153)
任务三 综合零件加工(三)	(160)
项目七 数控五轴加工案例	(169)

第一部分 数控车床实训





模块一

数控车床文明安全生产操作与日常维护保养

项目一 文明生产与安全操作技术

□ 项目要求（建议学时 4）

1. 掌握文明生产和安全操作技术。
2. 掌握数控车床操作规程。

□ 项目内容

了解数控车床的安全操作技术和操作规程。

□ 项目实施

一、文明生产和安全操作技术

1. 文明生产

文明生产是工厂管理的一项十分重要的内容，它直接影响产品质量的好坏，影响设备和工、量、夹具的使用寿命，影响操作工人技能的发挥。数控机床自动化程度较高，如何充分发挥机床的优越性是现代企业管理的一项十分重要的内容。数控加工是一种先进的加工方法，它与普通机床加工相比，能大大提高生产率，管好、用好、修好数控机床，显得尤为重要。操作者除了掌握数控机床的性能，精心操作以外，还必须养成文明生产的良好工作习惯和严谨工作作风，具有较好的职业素质、责任心和良好的合作精神，严格遵守数控车床的安全操作规程。

操作时应做到以下几点：

- (1) 严格遵守数控机床的安全操作规程，熟悉数控机床的操作顺序。
- (2) 保持数控机床周围的环境整洁。
- (3) 操作人员应穿戴好工作服、工作鞋，不得穿、戴有危险性的服饰品。

2. 安全操作技术

(1) 机床启动前的注意事项：

①数控机床启动前，要熟悉数控机床的性能、结构、传动原理、操作顺序及紧急停车方法；

②检查润滑油和齿轮箱内的油量情况；

③检查紧固螺钉，不得松动；



- ④清扫机床周围环境，机床和控制部分经常保持清洁，不得取下罩盖而开动机床；
- ⑤校正刀具，并达到使用要求。

(2) 调整程序时的注意事项：

- ①使用正确的刀具，严格检查机床原点、刀具参数是否正常；
- ②确认运转程序和加工顺序是否一致；
- ③不得承担超出机床加工能力的作业；
- ④在机床停机时进行刀具调整，确认刀具在换刀过程中不和其他部位发生碰撞；
- ⑤确认工件的夹具是否有足够的强度；
- ⑥程序调整后，要再次检查，确认无误后，方可开始加工。

(3) 机床运转中的注意事项：

- ①机床启动后，在机床自动连续运转前，必须监视其运转状态；
- ②确认冷却液输出通畅，流量充足；
- ③机床运转时，应关闭防护罩，不得调整刀具和测量工件尺寸，手不得靠近旋转的刀具和工件；
- ④停机时除去工件或刀具上的切屑。

(4) 加工完毕时的注意事项：

- ①清扫机床；
- ②用防锈油润滑机床；
- ③关闭系统，关闭电源。

二、数控车床的操作规程

为了正确合理地使用数控车床，保证车床正常运转，必须制定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 15 min 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、小数点及语法的核对。
- 7. 按工艺规程安装、找正夹具。
- 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、正负号和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拉紧。
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: (1) 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; (2) 工作寄存器和缓冲寄存器显示, 可看出正在执行的程序段各状态指令和下一个程序段的内容; (3) 主程序和子程序, 可了解正在执行的程序段的具体内容。
21. 试切进刀时, 在刀具运行至工件表面 30~50 mm 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。
22. 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。
23. 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。
24. 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。
25. 程序修改后, 对修改部分一定要仔细计算和认真核对。
26. 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, 然后再进行操作。
27. 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。
28. 从刀台上卸下刀具, 按调整卡或程序清理编号入库。
29. 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。
30. 清扫机床。
31. 将各坐标轴停在参考点位置。

项目二 机床的日常维护保养

□项目要求 (建议学时 8)

1. 掌握设备的日常维护保养方法。
2. 掌握数控系统的日常维护方法。



□ 项目内容

了解数控机床的维护意义和要求，并掌握各种维护和保养的方法及措施。

□ 项目实施

一、维护保养的有关知识

1. 维护保养的意义

数控机床使用寿命的长短和故障的高低，不仅取决于机床的精度和性能，很大程度上也取决于它的正确使用和维护。正确的使用能防止设备非正常磨损，避免突发故障，精心的维护可使设备保持良好的技术状态，延缓劣化进程，及时发现和消除隐患于未然，从而保障安全运行，保证企业的经济效益，实现企业的经营目标。因此，机床的正确使用与精心维护是贯彻设备管理以防为主的重要环节。

2. 维护保养必备的基本知识

数控机床集机、电、液于一体，具有技术密集和知识密集的特点。因此，数控机床的维护人员不仅要有机械加工工艺及液压、气动方面的知识，也要具备电子计算机、自动控制、驱动及测量技术等知识，这样才能全面了解、掌握数控机床以及做好机床的维护保养工作。维护人员在维修前应详细阅读数控机床有关说明书，对数控机床有一个详细的了解，包括机床的结构特点、数控的工作原理及框图，以及它们的电缆连接。

二、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. 注意检查电器柜中冷却风扇是否工作正常，风道过滤网有无堵塞，清洗黏附的尘土；
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，工作油面高度是否合适，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，擦净导轨部位的冷却液，防止导轨生锈。



三、数控系统的日常维护

数控系统使用一段时间之后,某些元器件或机械部件总要损坏。为了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,必须对数控系统进行认真的日常维护。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。总的来说,要注意以下几个方面:

1. 制定数控系统日常维护的规章制度

根据各种部件的特点,确定各自的保养要求。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,甚至是金属粉末。一旦它们落在数控装置内的印刷线路板或电子器件上,容易引起元器件间绝缘电阻下降,并导致元器件及印刷线路的损坏。因此,除非进行必要的调整和维修,否则,不允许随便开启柜门,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 $55\sim 60^{\circ}\text{C}$),致使数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。检查周期随机床的使用频率而异,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。对于电网质量比较恶劣的地区,应及时配置数控系统专用的交流稳压电源装置。

6. 存储器用的电池需要定期检查和更换

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,以维持 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



器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. 备用印刷线路板的维护

印刷线路板长期不用容易出故障。因此,对于已购置的备用印刷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。

四、数控机床的日常保养与一般操作步骤 (表 1-1-1、1-1-2)

表 1-1-1

数控机床的日常保养

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	压缩空气气源压力	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,更换或过滤液压力油
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动机碳刷	检查换向器表面,吹净碳粉,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