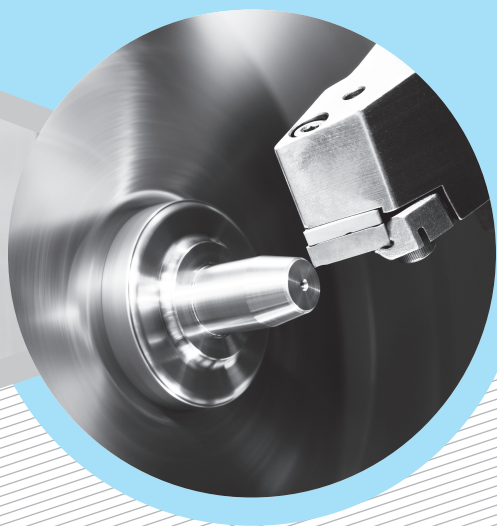


中等职业学校机械系列教材
中等职业教育新形态一体化教材

数控车床

加工与编程（华中）

主 编 张晨昱 李文超
副主编 张佳虹 黄立鑫
编 者 张丽娜 陶立环 蒋丽丽 侯雪丽



西北工业大学出版社

西安

【内容简介】 本书选用国产数控系统华中世纪星 HNC-818A 作为加工平台,系统介绍了数控车床的加工知识和操作技能。全书主要包括安全文明生产和数控机床日常维护、数控车削加工及编程基础、华中世纪星 HNC-818A 数控系统的操作、华中世纪星 HNC-818A 数控系统常用编程指令、运用宏程序加工非圆曲线、数控车床中级工试题等 6 章内容。

本书既可作为中等职业技术学校数控技术应用等专业的工学一体化教材,也可作为数控加工企业员工的培训用书,还可供相关专业技术人员自学或参考使用。

图书在版编目(CIP)数据

数控车床加工与编程:华中 / 张晨昱, 李文超主编
—西安:西北工业大学出版社, 2023. 6
ISBN 978 - 7 - 5612 - 8721 - 7

I. ①数… II. ①张… ②李… III. ①数控机床-车
床-加工工艺-中等专业学校-教材 ②数控机床-车床-
程序设计-中等专业学校-教材 IV. ①TG519.1

中国国家版本馆 CIP 数据核字(2023)第 080312 号

SHUKONG CHECHUANG JIAGONG YU BIANCHENG (HUAZHONG)

数 控 车 床 加 工 与 编 程 (华 中)

张晨昱 李文超 主编

责任编辑:李阿盟 刘敏 装帧设计:张瑞阳

责任校对:刘敏

出版发行:西北工业大学出版社

通信地址:西安市友谊西路 127 号 邮编:710072

电 话:(029)88491757, 88493844

网 址:www.nwpu.com

印 刷 者:大厂回族自治县聚鑫印刷有限责任公司

开 本:787 mm×1 092 mm 1/16

印 张:11.75

字 数:199 千字

版 次:2023 年 6 月第 1 版 2023 年 6 月第 1 次印刷

书 号:ISBN 978 - 7 - 5612 - 8721 - 7

定 价:36.00 元

如有印装问题请与出版社联系调换



数控机床作为一种精密、高效的加工设备,已成为许多装备制造企业的首选设备。数控机床的广泛应用对装备制造业的产业结构、产品种类和档次及生产方式的根本性变革产生了重要影响,同时也影响着一个国家的经济发展和综合国力,关系到一个国家的战略地位。装备制造业的竞争,在某种程度上就是数控技术的竞争。随着装备制造的大规模数控化,企业急需一大批掌握数控机床应用的技术人员。高技能数控技术人才的缺乏,严重制约了装备制造类企业的发展,甚至影响了制造业的发展。因此,加快数控技术人才的培养,已成为我国各级院校的当务之急。

本书以国产数控系统华中世纪星 HNC-818A 为加工平台,系统介绍了数控车床的加工知识和操作技能,突出了以能力为本位、以学生为主体的要求,在内容的选取上以“必需”“够用”为原则,体现了针对性和实践性;注重理论知识与技能训练相结合、教学实训和生产实际相结合,指导学生生产出合格的产品;将数控车床中级工等级考核标准引入教学实训,旨在帮助学生独立完成零件的编程与加工工作,为上岗前培训及就业打下良好的基础。

“产教融合、校企合作”的办学模式,是中等职业学校开辟的一条新的发展之路。在编写本书时,笔者深入企业,真正参与加工过程,结合企业的实际情况删除无实用价值的陈旧内容和繁冗计算,并甄选行业新知识、新技术、新工艺、新方法,突出与操作技能相关的必备专业知识的教学,强化对学生的专业技能的培训。

本书由河北省玉田县职业技术教育中心张晨昱、李文超任主编,张佳虹、黄立鑫任副主编,张丽娜、陶立环、蒋丽丽、侯雪丽参与了本书的编写,参编教师全部为双师型教师。笔者多次参加国家及省、市级师资培训,有 15 年以上指导数控

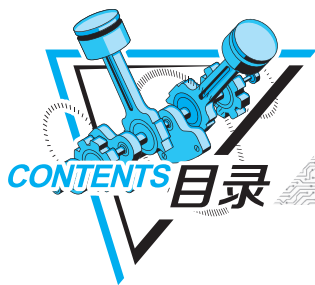
实习实训的教学经验,并多次指导学生在省、市级数控技能大赛中取得一等奖。

在编写本书的过程中参阅了华中世纪星 HNC-818A 说明书以及大量相关资料,在此对相关作者和公司表示诚挚的感谢!

由于水平有限,书中难免存在不足之处,敬请读者批评指正。

编 者

2023 年 2 月



	第一章 安全文明生产和数控机床日常维护	1
	第一节 安全文明生产	1
	第二节 数控机床日常维护	6
	思考与练习	10
	第二章 数控车削加工及编程基础	11
	第一节 认识数控车床	11
	第二节 数控车削加工工艺	13
	第三节 数控车削编程的基本知识	19
	思考与练习	36
	第三章 华中世纪星 HNC-818A 数控系统的操作	37
	第一节 面板功能	37
	第二节 机床操作要领	42
	思考与练习	60
	第四章 华中世纪星 HNC-818A 数控系统常用编程指令	61
	第一节 快速点定位指令 G00、直线插补指令 G01	61
	第二节 圆弧插补指令 G02、G03	68
	第三节 单一固定循环指令 G80、G81	72
	第四节 复合循环加工指令 G71、G72、G73	77
	第五节 螺纹切削指令 G32、G82、G76	85
	第六节 刀具补偿指令 G40、G41、G42	97
	思考与练习	101





	第五章 运用宏程序加工非圆曲线	102
	第一节 宏程序编程的基本知识	102
	第二节 运用宏程序加工椭圆类工件	105
	第三节 运用宏程序加工抛物线类工件	107
	思考与练习	110
	第六章 数控车床中级工试题	112
	第一节 数控车床中级工理论试题	112
	第二节 数控车床中级工操作试题	136
	附录 数控车床中级工试题答案	153
	参考文献	182

第一章

安全文明生产和数控机床日常维护



第一节 安全文明生产

安全文明生产是企业管理中的一项十分重要的内容,它直接影响产品质量,影响设备和工、夹、量具的使用效果及寿命,还会影响操作工人技能的发挥。职业学校的学生是工厂的后备工人,从开始学习“数控车床加工与编程”课程时,就要重视培养其安全文明生产的良好习惯。

一、文明生产的要求

在机械加工中,数控机床与普通机床在文明生产中遵循的原则基本一致,使用方法上也大致相同。但数控机床自动化程度较高,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。与普通机床加工相比,数控机床加工是一种先进的加工方法,提高生产效率,管好、用好、修好数控机床显得尤为重要。操作者除了要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的工作作风,培养良好的职业素质、责任心和良好的合作精神。

操作数控机床时应做到以下几点:

- (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装、饰品。





二、安全操作的要求

1. 数控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,螺钉不得松动。

(4) 清扫机床周围环境,保持机床和控制部分清洁,不得取下罩盖而开动机床。

(5) 找正刀具,使其达到使用要求。

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机床的其他部位发生碰撞。

(5) 确认工件的夹具有足够的强度。

(6) 程序调整后,要再次检查,确认无误后方可开始加工。

3. 数控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) 当机床运转时,应关闭防护罩,不得调整刀具和测量工件的尺寸,手不得靠近旋转的刀具和工件。

(4) 停机时应除去工件或刀具上的切屑。

4. 加工完毕后的注意事项

(1) 清扫机床。

(2) 用防锈油润滑机床。

(3) 关闭系统,关闭电源。

三、实习场(室)规则

(1) 学生必须经安全教育培训合格后才能入场实习。



(2) 实习前要认真预习,理解有关内容,明确实习目的,掌握实习方法和操作注意事项。

(3) 实习前 10 min 到达指定地点集合,穿戴好防护用品准备进入实习场(室),经实习指导教师允许后才能排队入场实习。

(4) 实习中对于分配给自己或本组人员的设备、工具、量具、刀具等物品有保管的责任和义务,操作前要认真检查,如发现问题应及时报告给实习指导教师,否则后果自负。

(5) 实习时必须按安全操作规程操作,设备、工具、量具、刀具等物品损坏或丢失后按《实习学生损坏丢失公物赔偿条例》及时赔偿。

(6) 实习时自觉遵守纪律,不随意走动、说笑,更不准打闹,要保持实习场(室)的清洁。

(7) 实习课下课前 15~20 min 停止操作,进行整理,请实习指导教师检查。

(8) 实习结束后,搞好卫生,保养好自己的设备、工具、量具、刀具,关灯、关电、关电扇、关窗后,经实习指导教师批准方可离开实习场地。

四、数控机床操作规程

为了正确、合理地使用数控机床,保证数控机床正常运转,必须制定比较完整的数控机床操作规程。操作者通常应当做到以下几点:

(1) 进入实训场地后,应服从实习指导教师的安排,不得擅自启动数控机床或操作数控系统。

(2) 按规定穿戴好劳动保护用品。

(3) 不能穿高跟鞋、拖鞋上岗,不允许戴手套和围巾进行操作。

(4) 操作者必须仔细阅读机床使用说明书和熟悉机床的一般性能、结构,严禁超性能使用。

(5) 开数控机床前,应该仔细检查数控机床各部分机构是否完好,各传动手柄、变速手柄的位置是否正确,还应按要求认真对数控机床进行润滑保养。

(6) 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。

(7) 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。

(8) 按润滑图表的规定加油,检查油标、油量、油质及油路是否正常,保持润滑系统清洁,不得打开油箱。





(9)各坐标轴手动回零(机床参考点)。若某轴在回零前已在零位,必须先将该轴移动至离零点有效距离后,再进行手动回零。

(10)开机后,执行回零操作时,先执行 X 轴回零,再执行 Z 轴回零。

(11)操作数控系统面板时,对各按键及开关的操作不得用力过猛,更不允许用扳手或其他工具进行操作。

(12)当进行零件加工时,工作台上不能有任何工具或异物。

(13)机床空运转达 15 min 以上,使机床达到热平衡状态。

(14)正确选择夹具,避免刀具与夹具干涉。

(15)按工艺规程安装、找正夹具。

(16)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。

(17)将工件坐标系输入偏置页面,并对坐标、坐标值、正负号、小数点进行认真核对。

(18)输入程序后,应认真核对,保证准确无误。核对的内容包括代码、指令、地址、数值、正负号、小数点及语法。

(19)运行程序前,应认真检查程序、刀补号和刀补值是否正确,加工时要确保工件和刀具装夹稳固可靠。

(20)完成对刀后,要做模拟换刀试验,以防止正式操作时发生撞坏刀具、工件或设备等事故。

(21)在数控车削过程中,因观察加工过程的时间多于操作时间,所以一定要选择好操作者的观察位置,不允许随意离开实训岗位,以确保安全。

(22)严禁擅自更改机床参数或多人同时操作机床。

(23)当机床出现故障或不正常现象时,应立即停车,保留现场并立即请实训指导教师处理。

(24)机床运行期间,严禁操作者离开机床或随意操作动力开关。

(25)机床开机上电后方可松开“急停”按钮,每次关机前先按下“急停”按钮,每次松开“急停”按钮后必须执行回零操作。

(26)操作者离开机床、变换主轴转速、更换刀具、测量尺寸、调整工件时,都应先停止主轴运转。

(27)机床工作时,严禁清洁、测量工件和触摸机床的旋转部分。

(28)严禁敲打机床的刀架、顶尖、导轨等部件。



(29)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。

(30)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是否出现超程现象。

(31)检查各刀头的安装方向是否合乎程序要求。

(32)查看各刀杆前后部位的形状和尺寸是否合乎加工工艺要求,不能碰撞工件与夹具。

(33)镗刀头尾部露出的刀杆直径部分必须小于刀尖露出的刀杆直径部分。

(34)无论是首次加工的零件还是周期性重复加工的零件,首次加工的零件都必须对照图样、工艺文件、程序和刀具调整卡,进行逐段程序的试切。

(35)单段试切时,快速倍率开关必须调到最低挡。

(36)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。

(37)在程序运行中,要重点观察数控系统上的几种显示:一是坐标显示,可了解目前刀具运动点在机床坐标系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;二是工作寄存器和缓冲寄存器显示,可看出正在执行程序段的各状态指令和下一个程序段的内容;三是主程序和子程序显示,可了解正在执行程序段的具体内容。

(38)试切进刀时,在刀具运行至距离工件表面 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。

(39)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。

(40)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。

(41)程序检索中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的方向、坐标是否正确。

(42)程序修改后,对修改部分一定要仔细计算和认真核对。

(43)手摇进给和手动连续进给操作中,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。

(44)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。

(45)卸下刀具,按调整卡或程序清理并编号入库。

(46)卸下夹具,某些夹具应记录安装位置及方位,并存档。

(47)将各坐标轴停在参考点位置。

(48)操作结束后,要做好机床清洁工作,认真办好交接班手续,填好交接班记录。

(49)下班时,搞好卫生,保养好自己的设备、工具、量具、刃具,关灯、关电、关窗后方可离开场地。



第二节 数控机床日常维护

一、维护保养的意义

数控机床使用寿命的长短和故障率的高低,不仅取决于机床的精度和性能,还取决于对它的正确使用和精心维护情况。正确使用能防止机床非正常磨损,避免突发故障,精心维护可使机床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。

二、维护保养必备的基本知识

数控机床具有集机、电、液于一体,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、液压及气动方面的知识,也要具备电子计算机、自动控制、驱动及测量技术等方面的知识,这样才能全面了解数控机床,掌握数控机床的操作以及做好数控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、数控系统的工作原理及框图,以及它们的电缆连接情况。

三、设备的日常维护要点

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



部件的更换周期,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)每天检查主轴的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,清洗过滤网上黏附的尘土。

(4)注意检查冷却系统,检查液面高度,及时添加油或水,油、水脏时要及时更换。

(5)注意检查主轴驱动皮带,调整松紧程度。

(6)注意检查导轨镶条的松紧程度,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,工作液面高度是否合适,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,减小形状和位置偏差。

(10)每天下班前做好机床的卫生清扫,清扫铁屑,擦净导轨部位的冷却液,防止导轨生锈。

四、数控系统(数控装置)的日常维护要点

数控系统在使用一定时间之后,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,是对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。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,确定各自的保养条例。如明文规定哪些地方需要每天清理,哪些部件需要定时加油或定期更换等。

2. 尽量少开数控柜和强电柜的柜门

数控加工车间的空气中一般含有油雾、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电路板或电子器件上,容易引起元器件间绝缘电阻下降,并导致元器件及印制电路板的损坏。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,每半年或每季度还应检查一次风道过滤网是否有堵塞现象。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(一般不允许超过 55°C) 过高,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趋势,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的频繁度而异,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超出额定值的 $10\%\sim 15\%$ 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. 定期更换存储器用的电池

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,以确保系统能正常工作。电池的更换应在数控装置通电状态下进行。

7. 数控系统长期不用时的维护

为提高数控系统的利用率和减少数控系统的故障率,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:

(1) 要经常给系统通电,特别是在环境温度较高的多雨季节。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,经常通电是降低系统故障率的一个有效措施。

(2)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,导致换向器表面被腐蚀,造成换向性能被破坏,使整台电机损坏。

8. 备用印制电路板的维护

印制电路板长期不用容易出故障。因此,对于已购置的备用印制电路板应定期装到数控装置上通电运行一段时间,以防损坏。

具体的数控机床日常维护的内容见表 1-1。

表 1-1 数控机床日常维护一览表

检查周期	检查部位	检查要求
每天	导轨润滑油箱	检查油标、油量,及时添加润滑油,检查润滑泵是否能定时启动打油及停止
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
每天	压缩空气气源	检查气动控制系统压力,压力应在正常范围内
每天	气源自动分水 滤气器	及时清理分水滤气器中滤出的水分,保证其自动工作正常
每天	气液转换器和 增压器油面	发现油不够时及时补足
每天	主轴润滑恒温油箱	工作正常,保证油量充足并调节合适的温度范围
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,工作液面高度正常
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
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
每天	各电气柜散热 通风装置	各电气柜冷却风扇工作正常,风道过滤网无堵塞
每天	各种防护装置	导轨、机床防护罩等应无松动或漏水
每半年	滚珠丝杠	清洗丝杠上的旧润滑脂,涂上新润滑脂



续表

检查周期	检查部位	检查要求
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
每半年	主轴润滑恒温油箱	清洗过滤器,更换润滑脂
每年	直流伺服电动机 电刷	检查换向器表面,吹净碳粉,去除毛刺,更换长度过短的电刷,并应跑合后再使用
每年	润滑液压泵、 滤油器	清理润滑油池底,更换滤油器
不定期	各轴导轨上 镶条、压滚轮	检查各轴导轨上镶条、压滚轮松紧状态,按机床说明书加以调整
不定期	冷却水箱	检查水箱液面高度,冷却液太脏时需要更换并清理水箱底部,经常清洗过滤器
不定期	排屑器	经常清理切屑,检查有无卡住等现象
不定期	滤油池	及时清除滤油池中的废油,以免外溢
不定期	主轴驱动带	按机床说明书调整松紧

思考与练习

- 1-1 简述数控机床的安全操作规程。
- 1-2 数控机床日常维护有哪些内容?