

安徽省高等学校省级质量工程项目

省级规划教材——工程训练实训系列教程

现代制造技术工程 实训教程

主 编 张春雨 李大胜
副主编 乔印虎 孙业荣
主 审 陈杰平

XIANDAI ZHIZAO JISHU GONGCHENG SHIXUN JIAOCHENG



重庆大学出版社
<http://www.cqup.com.cn>

现代制造技术工程 实训教程

主 编 张春雨 李大胜
副主编 乔印虎 孙业荣
参 编 陈洪军 范新波 翁新宇
主 审 陈杰平



重庆大学出版社

内容提要

本套教材是根据本科院校机械类应用型人才培养的要求,结合编者多年现代制造技术实训的经验编写而成。在内容选择上,以当前国内外流行的数控系统为主线,详细地介绍了安全生产、程序编程和机床操作,兼顾理论与实际操作,重点突出实训操作,列举了大量的实训操作实例;通过实例的训练,可以掌握各种数控系统的编程、机床加工参数的选用,提高操作者的实际动手能力,强调了内容的实用性、实践性和先进性。在编写方式上,力求通俗易懂、图文并茂,使学习者容易理解和记忆。全书共分5章:安全生产和管理常识,数控车削实训,数控铣床实训,线切割实训和多轴加工机床实训。

本书可以作为应用型本科机械和机电类各专业“数控实训”课程教材,也可以作为大中专机械工程类各专业的“数控技术实训”课程教材或教学参考书,同时可供从事机械工程相关的技术人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

现代制造技术工程实训教程/张春雨,李大胜主编.

—重庆:重庆大学出版社,2016.8

ISBN 978-7-5624-9936-7

I. ①现… II. ①张… ②李… III. ①机械制造工艺

—高等学校—教材 IV. ①TH16

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2016)第 151070 号

现代制造技术工程实训教程

主 编 张春雨 李大胜

副主编 乔印虎 孙业荣

策划编辑:杨粮菊

责任编辑:文 鹏 姜 凤 版式设计:杨粮菊

责任校对:邹 忌 责任印制:赵 晟

*

重庆大学出版社出版发行

出版人:易树平

社址:重庆市沙坪坝区大学城西路 21 号

邮编:401331

电话:(023) 88617190 88617185(中小学)

传真:(023) 88617186 88617166

网址:<http://www.cqup.com.cn>

邮箱:fxk@cqup.com.cn (营销中心)

全国新华书店经销

重庆华林天美印务有限公司印刷

*

开本:787mm×1092mm 1/16 印张:14.5 字数:335 千

2016 年 8 月第 1 版 2016 年 8 月第 1 次印刷

印数:1—2 000

ISBN 978-7-5624-9936-7 定价:34.00 元

本书如有印刷、装订等质量问题,本社负责调换

版权所有,请勿擅自翻印和用本书

制作各类出版物及配套用书,违者必究

安徽省高等学校省级质量工程项目
省级规划教材——工程训练实训系列教程
(项目编号:2013ghjc238)

编 审 委 员 会

主 任 郭 亮(安徽科技学院 教务处)
陶庭先(安徽工程大学 教务处)
董 毅(蚌埠学院 教务处)
李庆红(滁州学院 教务处)
冯武堂(奇瑞汽车股份有限公司)

委 员 陈杰平(安徽科技学院 机械工程学院)
许德章(安徽工程大学 机械与汽车工程学院)
倪寿春(滁州学院 机械与汽车工程学院)
吕思斌(蚌埠学院 机械与车辆工程系)
邓景泉(滁州学院 机械与汽车工程学院)
张春雨(安徽科技学院 机械工程学院)
李长宁(安瑞科(蚌埠)压缩机有限公司)
吴长宁(蚌埠神州机械有限公司)

序

应用型本科高校对于促进地方经济社会的全面发展、区域经济的合理布局、人才培养多元化结构等都有着强有力的推动作用。安徽省应用型高校依托行知联盟推动分类指导、特色发展、共建共享优质教育资源建设,正在构建高校与用人单位、行业企业共同制订人才培养标准、共同研制培养方案、共同完善课程体系、共同开发教材、共同建设教学团队、共同建设实践实习基地、共同实施培养过程、共同评价培养质量的产教融合、校企合作、协同育人新机制。

教材建设是专业建设和课程建设的重要内容,是提升教育教学质量的重要保证,是高校内涵建设的重要抓手。而教材管理也是应用型本科高校人才培养过程中需要深入探索的重要课题,目前的问题是:教材选用定位不准确,过分强调知识的系统性和学术性;选用制度不完善,合作共享机制不健全;管理信息不畅通,教材监管不到位;教材内容和培养规格目标吻合度不够等。因此,应用型本科高校各个专业教材编写,尤其是核心课程和实践教学环节实训教材更应该从专业定位和特色、教材选用制度、教材质量评价跟踪和信息反馈机制、教材立体化系列化建设等方面加强改进,逐步完善教材建设与管理模式。同时,学校应积极探索一校一策、一校一尺、一校一色,分类管理评价教材的新机制和新办法。

本实训教程吸取了安徽省内部分高等院校多年推行高水平应用性大学建设、进行人才培养模式改革的成果,得到了安徽省高等学校省级质量工程项目立项支持,由安徽科技学院、安徽工程大学、蚌埠学院、滁州学院等院校联合有关合作企业共同编写。该系列教材具有工程性、实践性、系统性、通用性和先进性的特点,能够较好地满足机电类应用型人才培养实训教学的需要,有利于各兄弟院校在教学改革方面的交流与合作,我们相信这套系列实训教程的出版和发行对于我省应用型高校教材的建设与管理起到很好的示范和推动作用。

当然,由于编者学术水平有限,对应用型人才培养的探索不足,其内容组织和体系都不够完善,需要在改革实践中不断修改、锤炼和完善,诚望同行专家及读者不吝赐教,多提宝贵意见。

安徽科技学院 郭 亮

2016 年 1 月

前言

先进制造技术是在传统制造技术基础上不断吸收机械、电子、计算机、信息、材料和管理等学科的高新技术成果而发展并日益成熟的,已经成为 21 世纪增强制造业竞争力、提高制造企业综合效益的关键技术。为适应科技进步和社会发展需求,开阔专业视野,掌握先进制造技术的运用技能,促进其研究、应用和发展,国内外多数高校在工程技术实践教学中开设了“先进制造技术实训”内容或课程。本书是编者在 2011 年出版的《数控编程与加工实习教程》的基础上,结合近年来教学改革实践,增加了线切割、多轴数控加工等内容编写而成的。

本书编写基本思想主要考虑以下 3 个方面:

1. 项目驱动,以工程实践需要为基石。
2. 符合先进制造技术发展方向,体现新技术和新设备的应用。
3. 针对性强,能够在实验中心、工程训练中心完成。

本书共分 5 章,介绍了先进制造技术的主要内容,包括安全生产和管理常识、数控车削实训、数控铣床实训、线切割实训以及多轴加工机床实训。书中内容丰富、图文并茂,可作为机械设计制造及自动化、机械电子工程、数控技术及应用、模具设计与制造、工业工程、材料工程及其他工科类专业先进制造技术实训教材。

全书由张春雨、李大胜任主编,乔印虎、孙业荣任副主编,参编人员有陈洪军、范新波、翁新宇等,全书由陈杰平担任主审。

本书得到安徽省规划教材项目(2013ghjc238)——工程训练实训系列教程、安徽科技学院优质实践课程(Xj201454)——金工实习资助。

由于编者水平有限,书中存在疏漏和不妥之处在所难免,敬请广大读者予以指正。

编 者
2016 年 4 月

目 录

第1章 安全生产和管理常识	1
1.1 安全技术和文明生产共同守则	1
1.2 数控车床加工安全技术和文明生产	2
1.3 数控铣床(加工中心)加工安全技术和文明生产 ...	2
1.4 线切割加工安全技术和文明生产	3
1.5 6S 现场管理	3
第2章 数控车削实训	6
2.1 认识数控车床操作系统控制面板	6
2.2 数控车床操作	17
2.3 数控系统常用指令介绍	26
2.4 工件的制作	30
第3章 数控铣床实训	43
3.1 数控铣床的基本操作	43
3.2 数控铣削加工复合题	127
3.3 数控铣削加工实训	133
3.4 数控铣床编程练习	148
第4章 线切割实训	162
4.1 快走丝电火花线切割机床的结构组成及其主要 技术参数	162
4.2 快走丝电火花线切割机床的基本操作	164
4.3 快走丝电火花线切割的 3B 代码编程	168
4.4 HF 线切割编控一体化系统	172
4.5 工件的线切割加工	182
第5章 多轴加工机床实训	187
5.1 认识多轴加工机床结构和控制面板	187
5.2 机床的操作	195
5.3 机床常用指令介绍	203
5.4 工件的制作	206
参考文献	219

第 **I** 章

安全生产和管理常识

1.1 安全技术和文明生产共同守则

①在开始工作前,必须穿戴好劳防用品,如扣紧衣服、扎紧袖口,必须戴工作帽,不准穿裙子、短裤、汗背心、拖鞋、凉鞋、高跟鞋以及围围巾、戴手套工作,以免被卷入机床的旋转部分,造成事故。

②未了解机床的性能和未得到实习指导老师的许可前,不得擅自进行工作。

③开车前必须检查下列事项:

- a. 机床各转动部分的润滑情况是否良好;
- b. 主轴、刀架、工作台在运转时是否会受到阻碍;
- c. 防护装置是否已经盖好;
- d. 机床上及其周围是否堆放有碍安全物件。

④装夹刀具及工作时必须停车,必须装夹得牢固可靠。

⑤不许把刀具、工件及其他物件或用具放置在机床导轨和工作台面上。

⑥刀具和工件接触时,必须缓慢小心,以免损伤刀具和发生事故。

⑦开车后应注意下列事项:

- a. 不要用手接触工作中的刀具、工件或其他运转部分,也不要将身体依靠在机床上。
- b. 如遇到刀具或工件破裂,应立即停车并向实习指导老师报告。
- c. 进行操作切断工作时,不要用手抓住将要切断的工件。
- d. 禁止用手去清除切屑,应用特备的钩子或刷子。
- e. 禁止在机床运行时测量工件的尺寸或试探机床、润滑油等现象。
- f. 如遇到电动机发热,噪声增大等不正常现象,或发生机床上有“麻电”现象时,应立即停车并向实习指导老师报告。

⑧两人以上同时操作一台机床时,需要密切配合,开车时应打招呼,以免发生事故。

- ⑨离开机床或因故停电时,应随手关闭机床的电源。
- ⑩工作完毕后,必须整理工具并做好机床的清理工作。

1.2 数控车床加工安全技术和文明生产

- ①卡盘上的扳手夹紧工作后不要忘记取下来,以免开车时飞出伤人。
- ②车刀的刀尖应调节到和工件轴心同一水平线上,刀尖不应伸出刀架太长(应尽量缩短)。
- ③切削中途欲停车时不准用开倒车来代替刹车也不能用手掌去压在卡盘上,车螺纹开倒车时须等完全停止转动后才能改变方向。
- ④切削时勿将头部靠近工件及刀具,人站立位置应偏离切屑飞出方向,以免切屑伤人。
- ⑤停车时禁止用手刹住卡盘。
- ⑥清除切屑时必须退刀停车后进行,用专用铁屑钩清除,严禁用嘴吹、用手拉。
- ⑦不能用手摸正在进行的工件。装夹工件时小心工件上的毛刺。
- ⑧调换刀具时必须停车、刀架远离卡盘后进行,以免碰伤手指。
- ⑨工件和刀具必须夹紧后才能加工。
- ⑩换刀时,刀架与工件要有足够的转位距离以防止发生碰撞。
- ⑪开机前,应仔细检查车刀夹持情况。如有崩刀,应及时更换刀片或刀垫。
- ⑫刀架回参考点时,一定要先+X方向,然后+Z方向,防止刀架与尾座发生碰撞。
- ⑬主轴旋转之前,车刀不得与工件接触,车刀远离工件后,主轴方可停转。
- ⑭手动对刀时,应注意选择合适的进给速度。
- ⑮操作者不得随意提高机床转速,不得随意选用超出规定的附件工具。
- ⑯割断工件时,不得用手去摸。
- ⑰机床导轨上不许放工件、夹具、量具、刀具等;量具放在工作台上层,工具放在工作台下层。
- ⑱变换转速时必须停车进行,以免打坏齿轮。
- ⑲注意材料或工件的装夹长度和伸出长度,以免飞出伤人。
- ⑳装夹工件时,转速必须打在空挡上,夹紧工件后必须立即取下三爪卡盘扳手。

1.3 数控铣床(加工中心)加工安全技术和文明生产

- ①数控铣床(加工中心)机构比较复杂,操作者必须熟悉机床的结构、性能及传动系统、润滑部分等,要求熟练掌握数控铣床(加工中心)操作调整方法。
- ②数控铣床运转时不得调整速度,如需调整铣削速度,必须先停车。
- ③注意铣刀转向及工作台运动方向,学生一般只准用逆铣法。
- ④按工艺规定进行加工,不准任意加大进刀量和切削速度。不准超规范、超负荷、超重使

用机床。

⑤首件加工时要进行动作检查和防止刀具干涉的检查,按“高速模拟运行”“空运转”“单程序断切削”“连续运转”的顺序进行。

⑥每次开机后,必须首先进行回机床参考点的操作。

⑦操作者在工作中不许离开工作岗位,如需离开时无论时间长短,都应停车,以免发生事故。

⑧机床开动前必须关好机床防护门,机床开动时不得随意打开防护门。

⑨使用快速进给时,应注意工作台面情况,以免发生事故。

⑩装夹或测量工件时必须摇出工件,并停机后进行。

⑪严禁用榔头或工件敲击机床的任何部位,不得把垫铁当榔头用。

⑫夹紧工件时不得用榔头敲紧扳手,以免损坏平口钳的丝杆和螺母。夹紧工件后随手取下扳手。

⑬加工工作完成后,将机床工作台处于初始位置。

⑭停止机床运转,按正常顺序关闭电源、气源。

⑮清除铁屑,清扫工作现场,认真擦净机床。导轨面、转动及滑动面、定位基准面、工作台面等处加油保养。严禁使用带有铁屑的脏棉纱擦拭机床,以免拉伤机床导轨面。

1.4 线切割加工安全技术和文明生产

①开机前应充分了解机床性能、结构、正确的操作步骤。

②每次新安装完钼丝后或钼丝过松,在加工前都要紧丝。

③操作储丝筒后,应及时将手摇柄取出,防止储丝筒转动时手摇柄甩出伤人。

④工作前,应检查各连接部分插接件是否一一对应连接。

⑤工作前,必须严格按照润滑规定进行注油润滑,以保持机床精度。

⑥工作台架范围内有下臂启动,绝对不允许在此范围内放置杂物,以防损坏下臂或电机。

⑦在加工过程中请勿打开运丝系统上下门罩,否则开门断电保护功能将中断加工。

⑧当Z轴大行程运行时,张丝机构的贮丝量不足以补偿走丝回路中丝的变化量,只是需先抽去丝,待Z轴移至适当位置后再重新穿丝、紧丝,方可进行放电加工。

⑨加工中工作液有一部分会以水雾形式散发掉,故应经常检查液箱中工作液面的高度,及时补充工作液。

⑩加工过程中,如发生故障,应立即切断电源并要求专业人员检修。

1.5 6S 现场管理

1) 概念

6S 管理是 5S 的升级,6S 即整理(SEIRI)、整顿(SEITON)、清扫(SEISO)、清洁(SEIKET-

SU)、素养(SHITSUKE)、安全(SEcurity),6S和5S管理一样兴起于日本企业。因前内容的日文罗马标注发音的英文单词都以“S”开头,所以简称6S现场管理。

2) 内容

(1) 整理(SEIRI)

将工作场所的任何物品区分为有必要和没有必要的,除了有必要的留下来,其他的都消除掉。目的:腾出空间,空间活用,防止误用,塑造清爽的工作场所。

(2) 整顿(SEITON)

把留下来的物品依规定位置摆放,并放置整齐加以标识。目的:工作场所一目了然,消除寻找物品的时间;整整齐齐的工作环境,消除过多的积压物品。

(3) 清扫(SEISO)

将工作场所内看得见与看不见的地方清扫干净,保持工作场所干净、亮丽。目的:稳定品质,减少工业伤害。

(4) 清洁(SEIKETSU)

将整理、整顿、清扫进行到底,并且制度化,经常保持环境处在美观的状态。目的:创造明朗现场,维持上面3S成果。

(5) 素养(SHITSUKE)

每位成员养成良好的习惯,并遵守规则做事,培养积极主动的精神(也称习惯性)。目的:培养良好习惯、遵守规则的员工,塑造团队精神。

(6) 安全(SEcurity)

重视成员安全教育,每时每刻都有安全第一观念,防患于未然。

3) 目的

建立起安全生产的环境,所有的工作应建立在安全的前提下。

4) 关系

“6S”之间彼此关联,整理、整顿、清扫是具体内容;清洁是指将上面的3S实施的做法制度化、规范化,并贯彻执行及维持结果;素养是指培养每位员工养成良好的习惯,并遵守规则做事,开展6S容易,但长时间的维持必须靠素养的提升;安全是基础,要尊重生命,杜绝违章。

5) 6S管理原则

(1) “三现”原则

6S活动是以现场为中心而推行的一项基础管理活动,只有不断地深入现场、发现问题、解决问题,创造亮点,才能使它深入持久地坚持下去。

(2) “问题眼光”原则

这是6S开展的一个非常重要的前提条件。只有带着专业的角度,用心去直觉现场,把问题当问题发现出来,而且把问题当问题来对待,才能有效地去改善现场,提高我们的现场管理水平,从而通过问题眼光的培养,使我们的员工建立正确的问题意识,而且大家真正参与进来,发现问题、解决问题,所以问题眼光是我们活动的一个基础原则,必须要去正视问题,不能回避。当然这就存在一个具体的要求,怎么样去培养员工发现问题的能力,所以要具备问题眼光。

(3)“自主”原则

“自主原则”也就是把要我改善变为我要改善,提高员工改善的自主性,因此要以现场改善为中心不只是简单地去进行宣传、说教、检查评比,发现问题后,关键是通过改善来推进。

6)6S管理模式

实行领导负责制,成立由公司领导及下属各部门负责人组成的6S管理推行委员会负责决策,6S管理办公室则负责具体的组织、抽查、督促和考评工作。

7)6S管理标准

根据公司管理情况,分别制定生产现场6S管理标准及办公现场6S管理标准。生产现场管理标准主要针对车间范围内定置区划线及通道线、物品摆放、地面墙面及门窗玻璃、设备及管线、工作台、消防器材、清扫用具、工具箱、管理看板及台账记录10项制定了五级管理标准,规定了相应的得分标准,被考核部门为生产车间。办公现场管理标准主要针对办公设施布局、桌面状态、资料柜状态、抽屉状态、文件架状态及办公素养6项制定了管理规范,被考核单位为各管理职能部门。

8)6S管理工作程序

各职能部门、各生产厂、车间的6S管理采取被考核单位自检、自查、自控,6S管理推行办公室联合进行定期或不定期检查、考核、评定的管理模式。每月由6S管理推行办公室负责组织6S管理推行委员会成员对被考核单位进行现场管理联合检查和综合考评,以得分多少为依据进行考评结果的排序,并将结果公开。

9)6S管理被考核单位及职责

被考核单位为下属各职能部门、各生产车间。被考核单位要认真贯彻落实6S管理的有关规定,完善现场管理工作的规章制度,积极开展自主管理、自主建设,保证本单位6S管理体系的正常运转;积极配合6S管理推行委员会及推行办公室的检查、考评工作,认真整改存在的问题,使本单位现场管理工作处于良好的受控状态。

10)6S现场管理的实施原则

(1)效率化

物料定置的位置是提高工作效率的先决条件。

(2)持久性

人性化,长久遵守与保持。

(3)美观

作产品—作文化—征服客户群。管理理念适应现场场景,展示让人舒服、感动。

数控车削实训

2.1 认识数控车床操作系统控制面板

配备数控系统的数控车床的控制面板分为两部分,分别为数控系统操作面板和机床操作面板,其中数控系统操作面板均由专业厂家直接提供,而机床操作面板属于选配件,可选择购买专业厂家直接提供的标准面板,也可自行定制,可节省部分成本。如图 2.1 所示为华中世纪星 HNC-21T 车床数控操作系统。

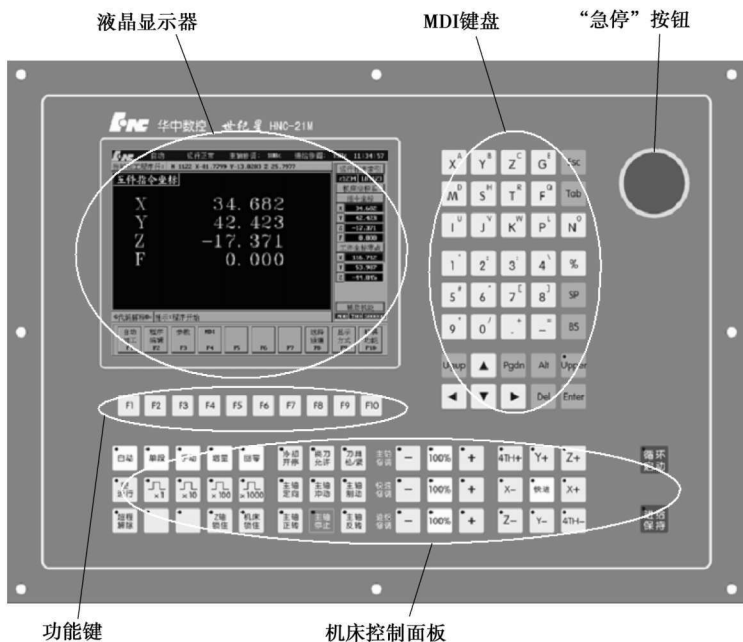


图 2.1 华中世纪星 HNC-21T 车床数控操作系统

2.1.1 HNC-21T 数控车床机床操作面板

机床手动操作主要由手持单元和机床控制面板共同完成,机床控制面板如图 2.2 所示。

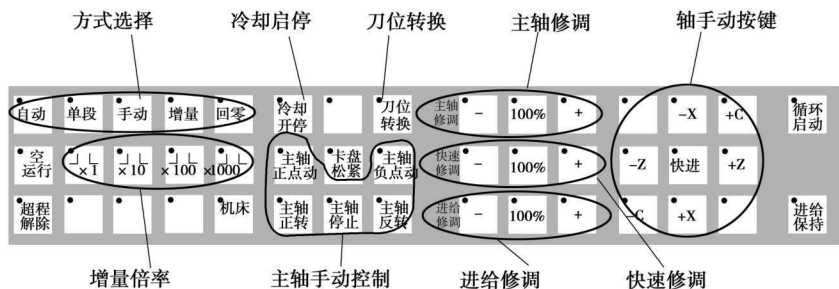


图 2.2 华中世纪星 HNC-21T 车床机床控制面板

1) 急停

“急停”按钮 $\odot$ ：机床运行过程中,在危险或紧急情况下,按下“急停”按钮,CNC 即进入急停状态,伺服进给及主轴运转立即停止工作(控制柜内的进给驱动电源被切断);松开“急停”按钮(左旋此按钮,按钮将自动跳起),CNC 进入复位状态。

解除紧急停止前,先确认故障原因是否排除,且紧急停止解除后应重新执行回参考点操作,以确保坐标位置的正确性。



注意

在启动和退出系统之前应按下“急停”按钮以保障人身、财产安全。

2) 方式选择

机床的工作方式由手持单元和控制面板上的方式选择类按键共同决定。

方式选择类按键及其对应的机床工作方式如下：

(1) 自动

自动运行方式。

(2) 单段

单程序段执行方式。

(3) 手动

手动连续进给方式。

(4) 增量

增量/手摇脉冲发生器进给方式。

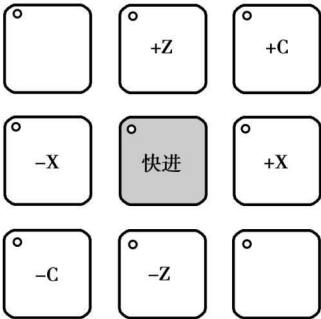
(5)回零

返回机床参考点方式。

其中,按下“增量”按键时,视手持单元的坐标轴选择波段开关位置对应两种机床工作方式:

- ①波段开关置于“OFF”挡:增量进给方式。
- ②波段开关置于“OFF”挡之外:手摇脉冲发生器进给方式。

3)轴手动按键



“+X”“+Z”“-X”“-Z”按键用于在手动连续进给、增量进给和返回机床参考点方式下,选择进给坐标轴和进给方向。“+C”“-C”只在车削中心上有效。用于手动进给C轴。

4)速率修调



(1)进给修调

在自动方式或MDI运行方式下,当F代码编程的进给速度偏高或偏低时,可用进给修调右侧的“100%”和“+”“-”按键修调程序中编制的进给速度。

按压“100%”按键(指示灯亮),进给修调倍率被置为100%,按一下“+”按键,进给修调倍率递增5%;按一下“-”按键,进给修调倍率递减5%。

在手动连续进给方式下,这些按键可调节手动进给速率。

(2)快速修调

在自动方式或MDI运行方式下,可用快速修调右侧的“100%”和“+”“-”按键,修调G00快速移动时系统参数“最高快移速度”设置的速度。

按压“100%”按键(指示灯亮),快速修调倍率被置为100%,按一下“+”按键,快速修调倍率递增5%;按一下“-”按键,快速修调倍率递减5%。

在手动连续进给方式下,这些按键可调节手动快移速度。

(3)主轴修调

在自动方式或MDI运行方式下,当S代码编程的主轴速度偏高或偏低时,可用主轴修调右侧的“100%”和“+”“-”按键,修调程序中编制的主轴速度。

按压“100%”按键(指示灯亮),主轴修调倍率被置为100%,按一下“+”按键,主轴修调

倍率递增5%;按一下“-”按键,主轴修调倍率递减5%。

在手动方式时,这些按键可调节手动时的主轴速度。

5)回参考点

控制机床运动的前提是建立机床坐标系,为此,系统接通电源,复位后首先应进行机床各轴回参考点操作,方法如下:

①如果系统显示的当前工作方式不是回零方式,按一下控制面板上面的“回零”按键,确保系统处于“回零”方式。

②根据 X 轴机床参数“回参考点方向”按一下“+X”(“回参考点方向”为“+”)或“-X”(“回参考点方向”为“-”),X 轴回到参考点后,“+X”或“-X”按键内的指示灯亮。

③用同样的方法使用“+Z”“-Z”按键,使 Z 轴回到参考点。

所有轴回参考点后,即建立了机床坐标系。

6)手动进给

(1)手动进给

按下“手动”按键(指示灯),系统处于手动运行方式,可手动移动机床坐标轴。

(2)手动快速移动

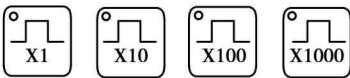
在手动连续进给时,若同时按压“快进”按键,则产生相应轴的正向或负向快速运动。

7)增量进给

(1)增量进给

当手持单元的坐标轴选择波段开关置于“OFF”挡时,按下控制面板上的“增量”按键(指示灯亮),系统处于增量进给方式,可增量移动机床坐标轴。

(2)增量值选择



增量进给的增量值由“X1”“X10”“X100”“X1000”4 个增量倍率按键控制,增量倍率按键和增量值的对应关系见表 2.1。

表 2.1 增量倍率按键和增量值的对应关系

增量倍率按键	X1	X10	X100	X1000
增量值/mm	0.001	0.01	0.1	1

8)手摇进给

MPG 手持单元由手摇脉冲发生器、坐标轴选择开关组成(见图 2.3),用于手摇方式增量进给坐标轴。

(1)手摇进给

当手持单元的坐标轴选择波段开关置于“X”“Z”挡时,按下控制面板上的“增量”按键(指示灯亮),系统处于手摇进给方式,可手摇进给机床坐标轴。

(2)增量值选择

手摇进给的增量值(手摇脉冲发生器每转一格的移动量)由手持单元的增量倍率波段开