

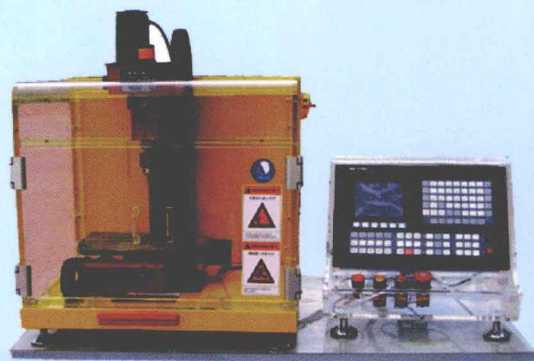
XIAOXING SHUKONG XICHUANG
BIANCHENG YU JIAGONG



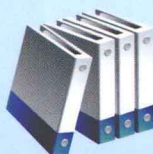
国家职业教育技能实训系列教材(项目式教学)

小型数控铣床 编程与加工

苑士学 张迎 主编



赠送免费电子教案



机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS

国家职业教育技能实训系列教材（项目式教学）

小型数控铣床编程与加工

主 编	苑士学	张 迎	
副主编	苏 斌	朱德君	
参 编	闫金龙	马升跃	周顺汲 齐玉石
主 审	吴联兴	何其行	



机械工业出版社

本书内容包括小型（教学型）数控铣床的操作与编程、外轮廓零件加工、内轮廓零件加工、数控铣床简化编程指令应用、孔系加工、宏指令编程和综合铣削、自动编程与仿真加工七部分，涵盖了国家职业标准数控铣中、高级工的相关内容。本书所选择的教学课件全部来源于一线教师的教案和学生在实训及参加数控技能大赛中发挥自主创新精神所取得的实践经验总结。因此，本书具有内容丰富、新颖的特点，对教师教学和学生实训都极具指导性和实用性。

本书适合做按任务引领型课程体系授课的数控应用技术专业中、高级工教材，也适合做再就业工程的数控机床操作工岗位培训教材。

图书在版编目（CIP）数据

小型数控铣床编程与加工/苑士学，张迎主编. —北京：机械工业出版社，2013.8

国家职业教育技能实训系列教材（项目式教学）

ISBN 978-7-111-43652-2

I. ①小… II. ①苑…②张… III. ①数控机床—铣床—程序设计—职业教育—教材②数控机床—铣床—加工工艺—职业教育—教材 IV. ①TG547

中国版本图书馆 CIP 数据核字（2013）第 186098 号

机械工业出版社（北京市百万庄大街 22 号 邮政编码 100037）

策划编辑：齐志刚 责任编辑：齐志刚 王海霞

版式设计：霍永明 责任校对：张 媛

责任印制：乔 宇

北京机工印刷厂印刷（三河市南杨庄国丰装订厂装订）

2013 年 9 月第 1 版第 1 次印刷

184mm×260mm·12.5 印张·307 千字

0 001—3 000 册

标准书号：ISBN 978-7-111-43652-2

定价：29.00 元

凡购本书，如有缺页、倒页、脱页，由本社发行部调换

电话服务

网络服务

社服务中心：(010)88361066 教材网：<http://www.cmpedu.com>

销售一部：(010)68326294 机工官网：<http://www.cmpbook.com>

销售二部：(010)88379649 机工官博：<http://weibo.com/cmp1952>

读者购书热线：(010)88379203 封面无防伪标均为盗版

前言

数控技术是综合应用计算机、自动控制、自动检测及精密机械等高新技术的产物。目前,随着国内数控机床用量的剧增,急需培养一大批能够熟练掌握现代数控机床编程、操作和维护技能的应用型技术人才。为适应我国职业教育的发展,实现职业教育课程模式和培养模式的根本性转变,根据人力资源和社会保障部国家职业标准,在广泛调研和实践的基础上,组织一线教师和行业专家共同编写了本书,其较一般教材有更强的实用性和针对性。

我国职业教育数控专业教学大多以大型生产型数控机床作为实训设备。经过十余年的教学实践,一方面证明了大型设备在职业教育中的重要作用,另一方面也带来了投资大、占地多、后续消耗大、实训工位不足、师资力量占用多、人机安全事故频发等问题,影响了学生的实训课时和实训效果。近年来,许多院校调整了装备结构,开始补充“教学实训”这一环节,将小型数控教学机床作为数控实训装备,大大增加了学生的实训课时和动手机会,为进入以大型数控机床为主要实训设备的“生产实训”环节打下了基础。实践证明,这样的教学实训链是科学合理的,学生的学习兴趣高、进入状态快,从根本上改变了学生被动学习的局面,收到了极好的教学效果。针对越来越多的院校装备小型数控实训室形势的需要,编写了《小型数控铣床编程与加工》,以满足数控专业教学所需。

本书以天津三英新技术发展股份有限公司开发的SV和SF系列数控教学铣床及其所采用的华中世纪星和三英双子星数控系统为实训设备,同时也兼顾了通用数控铣床编程、加工、维护、刀夹具等方面的知识,涵盖了国家职业标准数控铣中、高级工的相关内容,以满足不同小型数控铣床设备的教学需求。

本书按照任务引领型课程特征编写,体现以下特色:

- 1) 任务引领。以工作任务引领知识、技能和态度,让学生在完成工作任务的过程中学习相关知识,发展学生的综合职业能力。
- 2) 结果驱动。将关注焦点放在通过完成工作任务所获得的成果上,以激发学生的积极性。通过完成典型产品或服务,来获得某工作任务所需要的综合职业能力。
- 3) 突出能力。课程定位与目标、课程内容与要求、教学过程与评价等都要突出职业能力的培养,体现职业教育课程的本质特征。
- 4) 内容实用。紧紧围绕工作任务的需要来选择课程内容,不强调知识的系统性,而注重内容的实用性和针对性。
- 5) 学做合一。打破长期以来理论与实践分离的局面,以工作任务为中心,实现理论与实践的一体化教学。

本书由苑士学、张迎任主编,苏斌、朱德君任副主编,闫金龙、马升跃、周顺汲、齐玉石参加了编写。其中,单元一由朱德君、张迎编写;单元二由闫金龙编写;单元三由苑士学、马升跃编写;单元四由周顺汲编写,单元五和单元七由苑士学、苏斌编写;单元六由齐玉石编写;由苑士学进行统稿。本书由天津冶金职业技术学院吴联兴和天津市三英新技术发展股份有限公司何其行担任主审。

本书在编写过程中参考了一些相关书稿和资料，在此向书稿作者表示感谢。

由于编者的水平所限，书中难免有疏漏和不妥之处，恳请广大读者和专家批评指正。

编 者

目 录

前言

单元一 小型数控铣床的操作与编程	1
任务一 数控铣床的安全操作及维护	1
任务二 小型数控铣床及其操作面板	6
任务三 小型数控铣床的手动操作	14
任务四 小型数控铣床程序的输入与编辑	22
任务五 小型数控铣床常用刀具	29
任务六 小型数控铣床常用对刀方法	38
单元二 外轮廓零件加工	49
任务一 平面加工	49
任务二 外轮廓加工	56
单元三 内轮廓零件加工	64
任务一 槽加工	64
任务二 型腔加工	69
单元四 数控铣床简化编程指令应用	75

任务一 子程序编程	75
任务二 镜像加工	80
任务三 极坐标加工	86
任务四 旋转加工	91
任务五 缩放加工	96
单元五 孔系加工	101
任务一 钻孔、扩孔、铰孔及攻螺纹	101
任务二 镗孔	124
单元六 宏指令编程和综合铣削	140
任务一 宏指令编程	140
任务二 综合铣削	148
单元七 自动编程与仿真加工	154
任务一 CAXA 自动编程	154
任务二 仿真加工	174
参考文献	194

单元一 小型数控铣床的操作与编程

任务一 数控铣床的安全操作及维护

一、学习目标

- 1) 掌握数控铣床的安全操作规程。
- 2) 掌握数控铣床日常操作的安全注意事项。
- 3) 了解数控铣削加工的常用方法和注意事项。
- 4) 了解数控铣床的安全装置及其作用。
- 5) 能够对数控铣床进行维护与保养。
- 6) 能够对数控铣床可能出现的故障进行分析与排除。

二、任务分析

本课程主要介绍数控铣床工作过程中，操作者需要注意的安全操作规程及铣床的维护保养知识，以保障数控加工过程中操作者及设备的安全，避免事故的发生。

三、相关理论

数控铣床是一种自动化程度高、结构复杂、价格较高的加工设备，与普通铣床相比，它具有加工精度高、加工灵活、通用性强、生产率高、质量稳定等优点，特别适合加工多品种、小批量、形状复杂的零件，在企业生产中占有重要的地位。

数控铣床操作者除了应掌握数控铣床的性能外，还要管好、用好和维护好数控铣床，养成文明生产的工作习惯和严谨的工作作风，具有良好的职业素质和责任心，重视数控铣床操作的注意事项，严格遵守数控铣床安全操作规程，做到安全生产、文明生产。

1. 数控铣床安全操作规程

1) 数控系统的编程、操作和维修人员必须经过专门的技术培训，熟悉所用数控铣床的使用环境、条件和工作参数等，严格按机床和系统使用说明书的要求正确、合理地操作机床。

2) 数控铣床的使用环境要避免光的直接照射和其他热辐射，避免在过于潮湿或粉尘过多的场所中使用，特别要避免在有腐蚀性气体的场所中使用。

3) 为避免因电压不稳定给电子元件造成损坏，数控铣床应采用专线供电或增设稳压装置。

4) 数控铣床的开机和关机一定要按照机床说明书的规定操作。

5) 主轴起动开始切削之前一定要关好防护罩门，程序正常运行中严禁开启防护罩门。

6) 每次电源接通后，必须先完成各轴的返回参考点操作，然后进入其他运行方式，以确保各轴坐标的正确性。

- 7) 机床正常运行时, 不允许打开电气柜门。
- 8) 加工程序必须经过严格检验方可进行操作运行。
- 9) 加工过程中, 如出现异常和危急情况可按下急停按钮, 以确保人身和设备的安全。
- 10) 机床发生事故时, 操作者要注意保留现场, 并向维修人员如实说明事故发生前后的情况, 以利于分析问题, 查找事故原因。
- 11) 数控铣床的使用一定要有专人负责, 严禁其他人员随意使用数控设备。
- 12) 要认真填写数控机床的工作日志, 做好交接工作, 消除事故隐患。
- 13) 不得随意更改数控系统内部由制造厂设定的参数, 并及时做好备份。
- 14) 要经常润滑机床导轨, 以防止导轨生锈, 并做好机床的清洁保养工作。
- 15) 操作人员如有喝过酒精类饮料或精神状态不佳的, 应禁止操作机床。

2. 数控铣床日常操作的安全注意事项

尽管数控铣床上设计有多种安全装置, 用以防止意外事故可能造成的对铣床操作者及铣床本身的危害, 操作者仍应注意下列事项, 切不可过分依赖安全装置。

(1) 操作前的注意事项

- 1) 机床通电前, 必须检查刀具夹头和刀具是否锁紧。
- 2) 检查机床的运动部件是否有足够的润滑油。
- 3) 检查主轴速度旋钮是否在恰当的位置。
- 4) 检查夹具上的工件坯料是否夹持紧固。
- 5) 检查机床周围的杂物是否清理干净。

(2) 数控铣床的预热 数控铣床正式工作前应进行预热, 如数控铣床长时间未使用, 可先用手动方式通过油泵向各润滑点供油。

- 1) 运转时间为 10 ~ 20min, 冬季可适当延长。
- 2) 主轴转速为 500 ~ 1200r/min。
- 3) 主轴、工作台等运动部件都应工作, 尽可能以较大速度运动, 但不要使用 100% G00 速度。

(3) 操作中的注意事项

- 1) 禁止戴手套或领带操作机床, 以免造成人身伤害。
- 2) 只有在机床停转或暂停的情况下, 才可以更换刀具和装夹工件。
- 3) 为避免机床发生不正常振动, 应随时注意下列情况:
 - ① 正确选择和安装刀具, 特别要注意刀具、刀柄的长度不能过长。
 - ② 正确选择主轴速度和 X、Y、Z 轴的进给量。
 - ③ 编程尺寸不能超过机床的设计范围。
 - ④ 正确使用夹具, 经常检查被夹工件是否夹紧。

(4) 操作结束后的注意事项

- 1) 完成工作后应切断电源。
- 2) 做好机床和环境的清洁工作。
- 3) 对机床外露部分加注机械油, 以免机床表面生锈, 影响下一次使用。
- 4) 如果发现机床在当日的操作中有问题, 应及时向带班教师报告。

3. 数控铣削加工的常用方法和注意事项

(1) 钻削和铣削加工

- 1) 根据所要加工的工件选择合适的刀具, 将其安装到主轴卡头上并装夹牢固。
- 2) 用压板和夹具将工件安装到铣床工作台上并装夹牢固。
- 3) 用 CNC 功能中的手动方式将主轴头和工作台移到 XYZ 坐标系里的适当位置。
- 4) 选择适当的主轴转速。一般情况下, 为了使主轴转速与编成转速相对应, 生产厂已将主轴转速调到 H 挡——高速挡上; 只有在有特殊要求的场合中, 才选择 L 挡——低速挡。注意: 主轴旋转时, 不要使用高、低速度变换挡。

5) 机床开始加工后, 注意观察加工过程, 如果发现有异常噪声或撞刀等情况, 应立即按下急停按钮以避免事故发生, 检查出现问题的原因并加以排除, 然后开动机床继续加工。

6) 除了需要更换刀具或清扫过多的切屑, 如无特殊情况, 加工过程中不要打开防护罩门。

7) 加工结束后, 方可将夹具松开并取出加工完的工件。

8) 加工实习全部结束后, 关掉机床总电源, 将机床清扫干净。

(2) 平面铣削加工 平面铣削加工的注意事项与钻削和铣削加工的要求基本相同, 其区别有以下几点:

- 1) 由于所用数控铣床属于小型设备, 因此所选择平面铣刀的刀体直径不应超过 20mm。
- 2) 可以采用主轴转速高而进给速度低的方法进行加工。
- 3) 背吃刀量要小。

(3) 主轴速度的选择 操作机床之前, 不论是手动操作还是编制程序, 都要预先选择合适的主轴转速 (100 ~ 2000r/min)。对大多数零件加工来讲, 要考虑工件加工面的尺寸和坯料的材质: 对软一些材质的铣削或小孔径的钻削, 一般选用高一些的转速; 对硬质材料的铣削及较大孔径的钻削, 一般选用低一些的转速。对于表面粗糙度值要求较小的工件, 可以选用高一些的转速。

注意: 根据实际经验, 加工木质材料时, 钻孔时则不能采用高转速, 因为高转速可能引起木质材料的燃烧, 因此, 转速一般不要超过 1500r/min。

(4) 行程轴进给速度的选择 由于 SV-08M 属于小型机床, 行程轴的行程很短, 建议所用进给速度不要超过 800mm/min。

一般来说, 铣削加工时 G01 的进给速度可以根据工件材质、切削深度和切槽宽度等在 10 ~ 200mm/min 之间选择; 对于 G02、G03 和拐角加工, 可以在 10 ~ 100mm/min 之间选择。

注意: 进给速度的选择是一个专业性和经验性都很强的工作, 只有在加工中不断总结经验, 才能加工出合格的工件成品。

4. 数控铣床的安全装置

(1) 防护罩门 防止切屑、切削液及工件等飞出, 保护操作者的安全。在自动运转状态下, 不要打开此门。

(2) 急停按钮 安装在机床操作面板上, 用于在紧急情况下迅速中断机床工作。

(3) 报警灯 安装在机床操作面板上, 当由于过滤器堵塞, 润滑系统供油压力变低时, 报警灯亮。

(4) X、Y、Z 轴行程极限开关 安装在滑板上, 防止 X、Y、Z 轴滑板超程。

(5) X、Y、Z 轴行程保护 (NC 软件) 其参数设定在 NC 系统内, 用以防止滑板超

程。

5. 数控铣床的维护与保养

(1) 日常维护与保养

- 1) 注意检查机床上的每个运转部分，确保润滑条件良好。
- 2) 注意检查机床上的每个固定组件，确保没有异常情况。
- 3) 注意清洁和去除机器上以及周围的障碍物和切屑，以防止其损坏机床和影响机床安全运转。

4) 每日用完机床后，应保持机床清洁，对运动部件加注润滑油以防止生锈。

5) 如果有异常状况发生，应立即停止机床操作并及时进行维修。

(2) 季节性或季度性维护与保养

- 1) 使用干净的棉纱清洁机床上的各个部件。
- 2) 检查机床主轴运转是否平稳、摆动是否过大。
- 3) 检查固定部件是否松动。
- 4) 检查每一个螺栓和螺母是否松动。
- 5) 检查总体电路（连接导线、插头、开关等），确保其处于正常状态。
- 6) 履行维护保养的各项要求，并做好维护保养记录。
- 7) 为避免危险发生，每次保养或更换零部件前都要关掉机床电源。
- 8) 维护和修理要按规则进行，有异常情况发生时，应立即关闭机床并及时维修。
- 9) 如果异常情况超出了定期维修保养的范围，应与厂家联系，以避免机床的进一步损坏和危害人身安全。

(3) 数控铣床机械的保养润滑 为了保证加工精度，避免机械磨损，机械摩擦表面必须经常注油。结束当天的加工任务后，应用油壶对机械摩擦表面和工作台丝杠加注少许润滑油，如图 1-1 所示（图中“Q”表示注油部位）。

(4) 刀具的维护与保养

1) 用布片包着刀具进行装刀或卸刀操作，以防止刀具滑落或刀片断裂伤及手指。

2) 刀具不使用时要放到木头盒或塑料盒里；为保持切削刃锋利，刀具最好隔开存放。

3) 对刀具加工时的旋转方向应予以特别注意，错误的旋转方向可能造成刀具钝化、断裂并加速刀具的老化。如果在高速旋转的情况下很难辨别旋转的方向，可将机床关掉，在减速或低速的情况下辨别旋转方向。

4) 开动机床进行加工之前，用手动或 MDI 功能将刀具和工件（或夹具）置于合适的位置，以缩短刀具加工路径或避免加工超程。

5) 保持刀具的锋利，不锋利的刀具不仅很难达到加工效果，而且容易损坏。

6. 数控铣床故障的分析与排除

数控铣床在工作一段时间后，有可能出现某方面的故障，操作者应能够对故障进行合理分析及处理，以保证正常生产。SV-08M 数控铣床在使用一段时间后可能出现的故障及排除

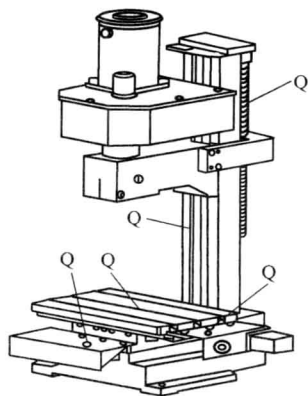


图 1-1 小型数控铣床注油部位

办法见表 1-1。

表 1-1 SV-08M 数控铣床故障分析与排除方法

故障现象	可能原因	排除方法
上电后电动机不工作	电源未接通 电压低 电动机断路或连接部分松动 电动机电刷损坏	检查电源是否接通 检查电源电压是否正确 检查电动机的所有接头是否松开或断开 更换电动机电刷
熔丝或断路器断开	电线或插头短路 线路板短路 电源的熔丝或断路器不正确	检查电线和插头是否有绝缘部分损坏或缺失的情况，并用延长线代替 检查电动机的所有连接点是否松动或存在虚焊或绝缘情况，并及时更换 安装正确的熔丝或断路器
电动机过热	电动机超负荷 电动机的空气循环受限制	降低电动机的负荷 清理电动机，保证空气循环的畅通
在没有切削的情况下，工作台移动不灵活	工作台面下塞铁调节得不合适 X 或 Y 轴轨道上有切屑 X 或 Y 轴轨道上缺少润滑油	调节工作台面下的塞铁 清理 X 或 Y 轴轨道 给 X 或 Y 轴轨道上润滑油
机器持续发出噪声	某个齿轮副没有啮合好 齿轮或轴承损坏 机械转动部分缺油	调整齿轮，使其啮合良好 更换损坏的齿轮或轴承 对相应部位加注润滑油
操作时机床突然停下来	钻、铣过深 钻、铣操作时使用了错误的转速或进给速度 铣刀损坏 电动机或电动机电刷损坏 齿轮损坏	减少钻、铣深度 参考说明书的要求，选用正确的速度 更换铣刀 更换电刷或电动机 更换齿轮
加工表面质量差	转速或进给速度不合适 铣刀损坏了或选错 夹具或夹头松动	选择正确的转速或进给速度 更换铣刀 拧紧夹具或夹头
铣头部分在导轨上移动困难	导轨或 Z 轴丝杠干燥，缺润滑油 Z 轴导轨塞铁过紧 导轨上有碎屑	上润滑油 调整塞铁调节螺钉 清理导轨
主轴夹不紧铣刀	铣刀选错 主轴连接面有损伤	更换铣刀 检查主轴连接面并进行修复
T 形螺母难以固定	T 形螺母不合适 工作台面的 T 形槽内有切屑	更换 T 形螺母 清理工作面 T 形槽

注意：任何手动维修操作都必须在电源关闭、电动机停止转动以后进行。

四、综合练习

1. 简述数控铣床安全操作规程。
2. 简述数控铣床日常安全操作注意事项。
3. 简述数控铣床日常维护与保养内容。
4. 数控铣床在加工过程中突然停了下来, 试进行故障分析并提出解决措施。

任务二 小型数控铣床及其操作面板

一、学习目标

- 1) 明确小型数控铣床的基本结构。
- 2) 明确小型数控铣床的常用数控系统。
- 3) 掌握小型数控铣床操作面板上各按钮及按键的含义与用途。

二、任务分析

掌握 SV-08M 小型数控铣床操作面板上各按钮和软键的功能。

三、相关理论

1. 小型数控铣床的分类

本书主要介绍由天津三英新技术发展股份有限公司开发的 S 系列小型数控铣床。该系列数控铣床按所配置控制终端的不同共分为三大类。

- (1) SV-08M 数控铣床 采用华中世纪星 HNC-18xpM/19xpM 数控装置, 如图 1-2 所示。
- (2) SF-M 数控铣床 采用三英双子星数控系统, 如图 1-3 所示。

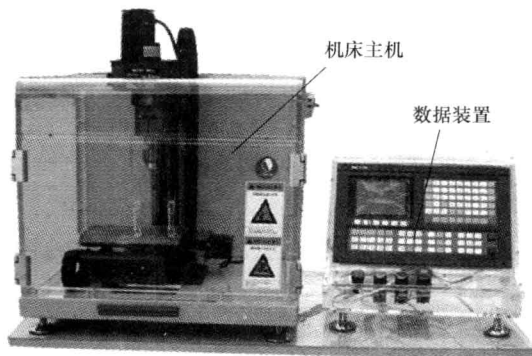


图 1-2 SV-08M 数控铣床

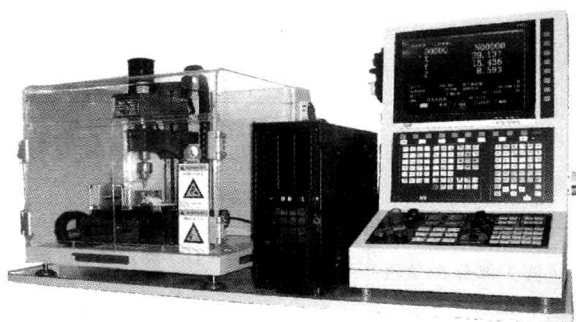


图 1-3 SF-M 数控铣床

- (3) SA-08M 控制系统 具有 FANUC/ SIEMENS/FAGOR 编程与模拟操作仿真面板, 如图 1-4 所示。

2. SV-08M 小型数控铣床的结构

SV-08M 小型数控铣床由机床主机和数控装置两部分组成, 如图 1-2 所示。

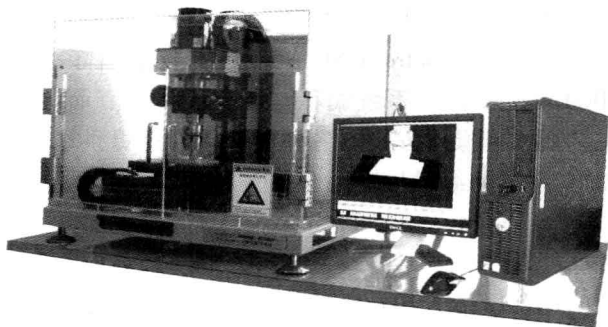


图 1-4 SA-08M 数控铣床

SV-08M 小型数控铣床的基本结构如图 1-5 所示。

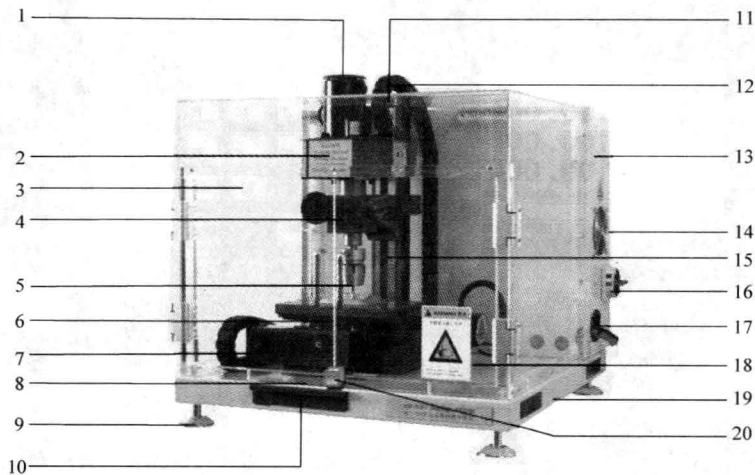


图 1-5 SV-08M 小型数控铣床的基本结构

- 1—主轴电动机 2—主轴齿轮箱 3—高透明度罩壳 4—主轴头 5—钻铣夹头 6—工作台单元
7—Y 轴电动机单元 8—漏屑孔 9—底盘支脚 10—接屑盘 11—Z 轴电动机单元 12—线缆拖链
13—电气柜 14—排风扇 15—铣床立柱单元 16—主电源开关 17—过线孔
18—X 轴电动机单元 19—金属底盘 20—安全门开关

3. 小型数控铣床的控制系统

(1) SV-08M 数控铣床控制系统 华中世纪星 HNC-18xpM/19xpM 是武汉华中数控股份有限公司针对我国国情自主开发的新一代高性能经济型数控装置，它通过工业 PC 硬件平台 + 软件完成全部 NC 功能，控制电路采用高速微处理器，超大规模集成电路芯片显示器采用高分辨率液晶屏，内置式 PLC，具有开放性好、结构紧凑、集成度高、操作和维护方便等特点。

(2) SF-M 数控铣床控制系统 三英双子星数控系统是天津三英新技术发展股份有限公司针对我国国情自主开发的新一代高性能经济型数控装置，它采用工控机 PC 硬件平台 + 工业方式的控制面板，采用高速微处理器的控制电路和超大规模集成电路芯片，显示器采用高分辨率液晶屏，具有集成度高、结构紧凑、操作和维护方便等特点。

(3) SA-08M 数控铣床控制系统 SA-08M 计算机直控台式数控教学铣床是三英公司和

西班牙 ALECOPI 公司两大教学设备技术合作项目产品之一。

控制 SA-08M 数控铣床的 WinControl-CNC 软件具有目前国际上知名的西班牙 FAGOR、日本 FANUC 和德国 SIEMENS 的 CNC 系统编程与模拟操作仿真面板，使学生得以学习这三大系统的编程特点、工艺要求和操作方式。另外，该软件还提供了 SANYING 教学模拟仿真软件，使学生对国产 CNC 系统的编程与操作也有所了解和学习。

四、操作实践

本操作实践以华中 HNC-18xpM/19xpM 数控系统为主介绍其操作面板上的按键及其功能，如图 1-6 所示。



图 1-6 华中 HNC-18xpM/19xpM 数控系统操作面板

HNC-18xpM/19xpM 操作面板可分为机床操作面板（MCP 面板）、NCP 键盘、主菜单功能键（七个）、子菜单功能键（F1 ~ F6）和 LCD 显示器五部分。

1. MCP 面板

华中世纪星 HNC-18xpM/19xpM 的机床操作面板如图 1-7 所示。

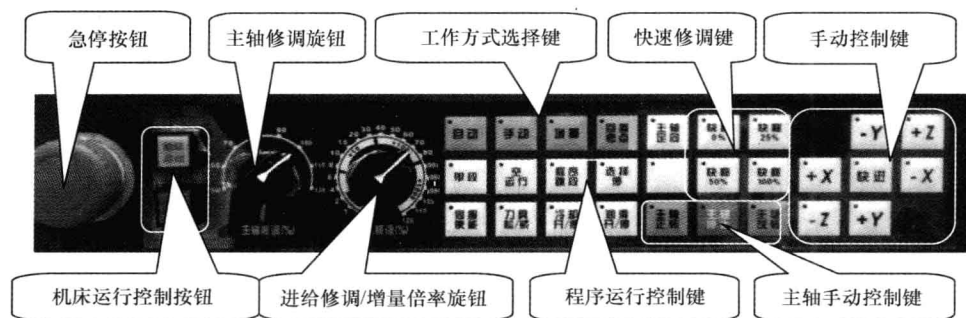


图 1-7 机床操作面板

(1) 工作方式选择键 数控系统通过工作方式选择键,对操作机床的动作进行控制,在选定的工作方式下,只能进行相应的操作。例如,在手动工作方式下,只能做手动移动机床各轴、手动换刀等动作,不能做连续自动加工等动作。

1) 自动。连续自动加工工件,模拟校验加工程序,在 MDI 模式下运行指令。

2) 手动。手动换刀、移动机床各轴,手动松紧卡爪,手动控制主轴正、反转等。

3) 增量。可用于步进和手摇,默认为步进方式,再次按下此键,工作方式置为手摇。可用于定量移动机床坐标轴,移动距离由倍率调整。例如,当倍率为“ $\times 1$ ”时,定量移动距离为 $1\mu\text{m}$ 。此功能可控制机床精确定位,但不连续。

4) 单段。按下循环启动按钮,程序走一个程序段就停下来,再按下循环启动按钮,可控制程序再走一个程序段。

5) 回参考点。可手动返回参考点,建立机床坐标系(机床开机后应首先进行回参考点操作)。

(2) 机床操作键

1) 循环启动按钮。在自动和单段工作方式下有效。按下该按钮后,机床可进行自动加工或模拟加工(注意:自动加工前应正确对刀)。

2) 进给保持按钮。加工过程中按下该按钮后,刀具相对于工件的进给运动停止;再次按下循环启动按钮后,继续运行下面的进给运动。

3) 主轴正转键。手动/手摇/单步方式下按下此键,主轴电动机以机床参数设定的速度正向转动;在反转过程中该键无效。

4) 主轴反转键。手动/手摇/单步方式下按下此键,主轴电动机以机床参数设定的速度反向转动;在正转过程中该键无效。

5) 主轴停止键。手动/手摇/单步方式下按下此键,主轴停止转动;机床正在作进给运动时该键无效。

6) 程序跳段键。如程序中使用了跳段符号“/”,按下该键后,程序跳过跳段符号标定的程序段,即不执行该段程序;解除该键,则跳段功能无效。

7) 刀具松/紧键。用于控制刀具装夹状态。

8) 伺服使能键。用于控制伺服系统是否有效。

9) 选择停键。如果程序中使用了 M01 辅助指令,按下该键后,程序运行到该指令处即停止,再按下循环启动按钮,程序继续运行;解除该键,则 M01 功能无效。

10) 空运行键。在自动方式下按下该键后,机床以系统最大快移速度运行程序。

11) 冷却开/停键。手动/手摇/单步方式下按下此键,打开冷却开关,同带自锁的按钮,进行开→关→开切换(默认为关)。

12) 润滑开/停键。手动/手摇/单步方式下按下此键,打开润滑开关,进行开→关→开切换键(默认为关)。

13) +X、+Y、+Z、-X、-Y、-Z 键。手动、增量和回参考点工作方式下有效,用于确定机床移动的轴和方向。通过该键可手动控制刀具或工作台移动,移动速度由系统最大加工速度和快速修调键确定。

14) 快进键。同时按下轴方向键和快进键时,以系统设定的最大移动速度移动。

2. NCP 键盘

NCP 键盘上有 45 个键, 包括标准化的字母、数字键、编辑操作键和亮度调节键, 如图 1-8 所示。其中大部分键具有上挡键功能, 当 < Upper > 键有效时 (指示灯亮), 有效的是上挡键功能。NCP 键盘用于零件程序的编制、参数输入、MDI 及系统管理操作等, 键盘上部分键的功能见表 1-2。

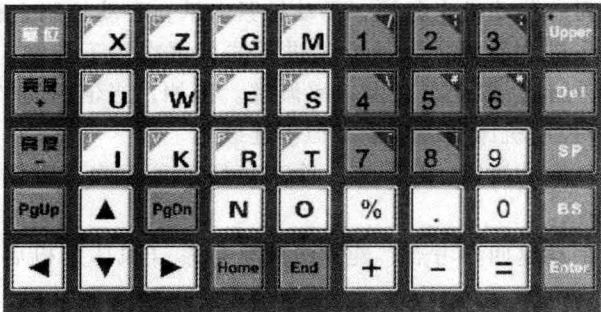


图 1-8 NCP 键盘

表 1-2 NCP 键盘上部分键的功能

序号	图 标	功 能
1		使所有轴停止运动, 所有辅助功能输出无效, 机床停止运动, 系统呈初始上电状态, 清除系统报警信息, 加工程序复位
2		调解显示屏亮度
3		上挡键有效
4		删除当前字符
5		光标向后移并空一格
6		光标向前移并删除前面的字符
7		向后翻页或向前翻页
8		移动光标
9		确认当前操作

3. 主菜单功能键

主菜单功能键主要用于选择主功能的操作，如图 1-9 所示。



图 1-9 主菜单功能键

这里主要介绍 MDI 功能键。

(1) 输入 MDI 指令 将工作方式设为自动或单段，按  键→输入程序段，如 G91

G01 X-21 Z-34 F400→按  键→按  按钮。

MDI 输入的最小单位是一个有效指令字。因此，输入一个 MDI 运行指令段有两种方法：

- 1) 一次输入，即一次输入多个指令字。
- 2) 多次输入，即每次输入一个指令字。

输入命令时，可在命令行看见所输入的内容，按 ENTER 键之前若发现输入错误，可用 Del、BS 键进行编辑。

例如，要输入“G00 X50 Z100”MDI 运行指令段，可以选用以下两种输入方法中的一种：

1) 直接输入“G00 X50 Z100”并按 ENTER 键，屏幕上 G、X、Z 的值将分别变为 00、50、100。

2) 先输入“G00”，按 <ENTER> 键确认，屏幕将显示大字符“G00”；再输入“X50”并按 <ENTER> 键确认，然后输入“Z100”并按 <ENTER> 键确认，屏幕依次显示大字符“X50”和“Z100”。

(2) 运行 MDI 指令段 输入完一个 MDI 指令段后，按一下操作面板上的循环启动按钮，系统即开始运行所输入的 MDI 指令。如果输入的 MDI 指令信息不完整或存在语法错误，系统会提示相应的错误信息，此时不能运行 MDI 指令。

(3) 修改某一字段值 运行 MDI 指令段前，如果要修改输入的某一指令字，可直接在命令行上输入相应的指令字符及数值。例如，在输入“X100”并按 ENTER 键后，希望将 X 值变为 109，可在命令行上输入“X109”并按 ENTER 键。

(4) 清除当前输入的所有尺寸字数据 输入 MDI 数据后，按 F2 键可清除当前输入的所有尺寸字数据（其他指令字依然有效），显示窗口内 X、Z、I、K、R 等字符后面的数据将全部消失。此时，可重新输入新的数据。

(5) 停止当前正在运行的 MDI 指令 当系统正在运行 MDI 指令时，按 F1 键可停止 MDI 指令段的运行。

4. 子菜单功能键

子菜单功能键位于液晶显示屏的下方，如图 1-10 所示。用户通过子菜单功能键



图 1-10 子菜单功能键

<F1> ~ <F6>，来选择系统相应主菜单下的子功能。系统菜单采用层次结构，按下一个主菜单键后，数控装置会显示该功能下的子操作界面，通过按下子菜单键来执行所显示的操