



中等职业教育新编规划教材

中等职业教育新编规划教材专家指导委员会审定

数控铣床（加工中心） 编程及实训

SHUKONG XICHUANG(JIAGONG ZHONGXIN)
BIANCHENG JI SHIXUN

主编 ◎ 刘雪莲

主审 ◎ 宋树恢



合肥工业大学出版社

中等职业教育新编规划教材

中等职业教育新编规划教材专家指导委员会审定

数控铣床(加工中心) 编程及实训

主 编 刘雪莲

副主编 王 星

主 审 宋树恢

合肥工业大学出版社

图书在版编目(CIP)数据

数控铣床(加工中心)编程及实训/刘雪莲主编. —合肥:合肥工业大学出版社,2007. 12

ISBN 978-7-81093-589-0

I. 数… II. 刘… III. ①数控机床:铣床—程序设计—专业学校—教材 ②数控机床加工中心—程序设计—专业学校—教材 ③数控机床:铣床—操作—专业学校—教材 ④数控机床加工中心—操作—专业学校—教材 IV. TG547. TG659

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2007)第 165945 号

数控铣床(加工中心)编程及实训

主编 刘雪莲

责任编辑 汤礼广

出 版	合肥工业大学出版社	版 次	2008 年 1 月第 1 版
地 址	合肥市屯溪路 193 号	印 次	2008 年 1 月第 1 次印刷
邮 编	230009	开 本	787×1092 1/16
电 话	总编室:0551-2903038	印 张	14.5
	发行部:0551-2903198	字 数	350 千字
网 址	www.hfutpress.com.cn	印 刷	合肥现代印务有限公司
E-mail	press@hfutpress.com.cn	发 行	全国新华书店

ISBN 978-7-81093-589-0

定价:25.00 元

如果有影响阅读的印装质量问题,请与出版社发行部联系调换。

《中等职业教育新编规划教材》

专家指导委员会

荣誉主任 朱家诚 孔 辉

主任委员 (以姓氏笔画为序)

丁士中	马国锋	王 军	王亚平	田高粱
刘淑芬	许建新	李建军	任祖民	阮五洲
孙玉林	陈爱娥	吴丁良	吴建潮	杜 明
张厚林	郑红梅	宫元秀	武传陆	姚志浩
徐 震	常立康	黄庭曙	程 钢	詹镜青
翟 敏	薛 杰			

《中等职业教育新编规划教材》

编 委 会

主 任 王 诚

副主任 刘尚华 姚卫宁 胡晓红 吴晓东

编 委 (以姓氏笔画为序)

马继成	马长阅	开 俊	王志宏	尤晓英
刘 言	刘纯根	刘 媛	邢良言	吕新国
陈 娟	李 华	李慧兰	李禹德	陆思忠
沈国骏	凌 新	徐大山	徐 海	徐 黎
曹东田	游 平	程 亮	程幸春	储国斌
储立群	彭海涛	鲍秀斌	樊国朝	魏 敏

《中等职业教育新编规划教材》出版说明

我们正处于一个变革的时代，一个创新与超越的时代。在这场前所未有的变革中，职业教育正在从社会边缘走向社会中心，成为影响我国经济和社会发展的重要因素之一。职业教育的改变和发展从来没有像今天这样备受瞩目，职业教育也从来没有像今天这样承载着如此沉重的历史使命和面临着如此多的挑战，职业教育呼唤着新的理念和新的课程，职业教育需要从本质上转变传统的教学观和课程观。基于这一背景，根据教育部制定的技能型紧缺人才培养工程专业教改方案，在参考劳动与社会保障部制定的《国家职业标准》中相关工种等级考核标准和借鉴国外先进的职业教育理念、模式和方法的基础上，结合目前我国中等职业教育的实际情况，我们组织编写了这套《中等职业教育新编规划教材》。

课程是学校教育的核心。在课程开发过程中所做出的决策，不管是有意还是无意的，都极大地影响着教师教什么、怎么教，学生学什么、怎么学。随着时间的推移，新的知识又在实践中不断发生着变化，这些变化对课程又有着深刻的影响。因此，课程开发是一个持续不断的过程。

那么，采用什么标准来决定哪些知识应该纳入课程呢？技能是单独来教还是在解决真实问题时教？理论和实践应该怎样联系起来才能改进教学？教学过程中采用哪些方法更有利于提高教学效果？

过去在解决上述这些问题时，我们曾获得了许多有益的经验。借鉴这些宝贵经验，我们编写本套教材时力图体现以下特色：

(1) “导、学、做合一”的职业教育思想。结合中等职业学校的培养目标，在教材内容选择上，力求降低专业理论的重心，突出与操作技能相关的必备专业知识；在教学思想贯彻上，注重充分发挥教师引导、学生在任务引领下构建知识和技能的现代职业教育理念的作用；在结构和内容安排上，保证理论实践一体化等教学方法的实施。

(2) 改变传统的单科独进式的专业课程体系，实现课程综合化和模块化。将专业基础理论知识与实训项目综合在一起，配套设置成实践性教学训练教材，以贴近学生生活实例和工作任务为基础，激发学生学习兴趣，体现生本教育思想。

(3) 紧扣中等职业教育的培养目标，坚持削繁就简和实用的原则。如本套教材中将《机械制图》改为《机械识图》，目的是着重提高中等职业学校学生的读图能力；在《机械基础》中删除了有关机械原理的论述和复杂计算；把机械制造工艺知识及测量技术与实训项目结合起来，以提高教学效率，同时培养学生理论联系实际的优良学风，等等。

尽管本套教材的编写人员大多来自中等职业学校教学第一线，有着丰富的教学经验和强烈的教改意识，但由于时间仓促，教改水平也有限，因此不当之处恳请读者批评指正。

《中等职业教育新编规划教材》编委会

2008年1月



前 言

本书是根据教育部颁发的《中等职业学校数控专业教学大纲》的基本要求,并以国家职业技能鉴定和中级技术工人等级考核标准,结合作者多年从事中等职业学校数控类课程教学的实践经验以及多年在企业工作的经验编写而成的。

本书以职业活动为导向,以职业技能为核心,以实践能力为重点,在结构上打破一般同类教材体系,采用模块化形式,强化知识性和实践性的统一,实现教学理论和实践一体化。

本书共分六章:第一章介绍 FANUC 0i—MC 系统数控铣床的操作;第二章介绍数控铣床(加工中心)常用指令编程与加工;第三章介绍数控铣床(加工中心)简化编程与加工;第四章介绍宏程序与自动编程加工;第五章为数控铣床(加工中心)综合训练;第六章介绍数控铣床(加工中心)维护与保养。其中前四章为数控铣床(加工中心)的基本操作和编程;第五章综合训练部分是按照初级工、中级工相应等级的鉴定标准和要求编写的,是对数控铣床(加工中心)典型加工类型的综合训练,目的是使学生的应用能力和综合能力得以提高。

本书以数控铣床(加工中心)加工过程中所需要的基础知识与基本操作技能为主线,以实训为始终,按照先易后难,前后内容紧密联系,将课程内容分为若干个模块,同时每个模块又是相对独立地介绍一个知识点或技能点。每个模块均包括[知识点击]→[示范案例]→[知识窗]→[示范性操作]→[任务性操作]→[知识链接]等栏目,有的栏目还安排有“想一想”、“议一议”、“做一做”这样的复习题和练习题,以便教学过程逐层展开,环环相扣。因每个模块都需实际操作,因此在每个模块中还安排了 2~3 个加工图例。[知识点击]是各章节中要求学生掌握的理论知识和操作技能;[示范案例]是教师的教学案例;[知识窗]是围绕着[示范案例]对所涉及知识的内容进行详细讲解;[示范性操作]是教师针对[示范案例]中的零件图纸,进行零件的工艺分析、程序的分析和编制以及加工分析,并且在“注意”事项中阐述了编程技巧和加工技巧;[任务性操作]是学生对知识点的理解和巩固,图例是对[示范性操作]的补充与拓展,是学生在掌握和理解基本知识点基础上的延伸,目的是让学生学以致用。

本书由浅入深,图文并茂,图例形式多样(有二维平面图和三维立体图);围绕技能鉴定标准,每个模块中的加工程序都是经过实际加工后优化的参考程序,全部为原创性。第四章宏程序与自动加工部分包括简单宏程序与自动编程加工两个模块,介绍宏程序与 CAM 加工等有关内容,以便学生对编程方法有一个全面的了解。

在内容组织上,本书选用了技术先进和占市场保有量大的 FANUC 系统;考虑到有些



中等职业学校采用的是国产华中系统,限于篇幅,我们只在[知识链接]的同一指令(G)代码中,以华中系统与 FANUC 系统不同编程格式的比较形式来介绍(例如 FANUC 系统镜像采用(G51.1,G50.1),而华中系统采用(G24,G25)),方便教师和学生掌握同一个示范案例中的华中系统的编程方法,以扩大本教材的适用范围。

本书以国家职业技能鉴定为标准,融入企业实际岗位需求,使职业标准和实际就业紧密联系,突出了实践操作技能,重点培养学生灵活应用基础知识的能力和综合能力。

本书可安排 138 节课时(不包括选学 42 课时),方案建议如下表(仅供参考):

序号	课 程 内 容		课时
第一章	FANUC 0i—MC 系统数控铣床的操作		12
第二章	数控铣床(加工中心)常用指令编程与加工		42
第三章	数控铣床(加工中心)简化编程与加工		30
第四章	宏程序与自动编程和加工		18(选学)
第五章	数控 铣床 (加工 中心) 综合 训练	第一节 数控铣床初级工综合训练	42
		第二节 数控铣床中级工综合训练(1)	
		第三节 加工中心中级工综合训练(1)	
		第四节 数控铣床中级工综合训练(2)	
		第五节 加工中心中级工综合训练(2)	
		第六节 加工中心中级工配合件训练	24(选学)
		第七节 “CAXA 制造工程师 2004”自动编程综合训练	
第六章	数控铣床(加工中心)的使用、维护与保养		12
总 计			138

本书由刘雪莲任主编、王星任副主编。参加编写的主要有刘雪莲(合肥市职业教育中心)、王星(安徽叉车集团)、陈传厚(合肥市职业教育中心)、胡必成(安徽省肥西县金桥职业高中)、胡学平(合肥市职业教育中心)。另外参编的还有陈洪杨(福建省长汀职业中专学校)、凌达峰(江西省上饶职业技术学院)、刘安全(安徽省霍山县高级职业中学)、周智勇(江西省鹰潭应用工程学院)、丁美龙(安徽省泾县职业高中)、张良华(浙江信息工程学校)。全书由刘雪莲负责统稿,由合肥工业大学工业培训中心高级工程师宋树恢审稿。

由于编者水平有限,本书难免有不足之处,望读者和各位同仁提出宝贵意见。

编 者

2008 年 1 月

目 录

第一章 FANUC 0i—MC 系统数控铣床的操作	(1)
第一节 数控铣床(FANUC 0i—MC 系统)控制面板的简介	(1)
第二节 数控铣床(FANUC 0i—MC 系统)六项主要操作步骤	(6)
第二章 数控铣床(加工中心)常用指令编程与加工	(17)
第一节 沟槽形零件的加工	(17)
第二节 圆弧槽形零件的加工	(26)
第三节 外轮廓零件的加工	(35)
第四节 内轮廓零件的加工	(44)
第五节 钻孔零件的加工	(51)
第六节 攻螺纹零件的加工	(62)
第七节 铰孔镗孔零件的加工	(68)
第三章 数控铣床(加工中心)简化编程与加工	(75)
第一节 用局部坐标系与极坐标系功能编程和加工	(75)
第二节 用镜像功能编程和加工	(81)
第三节 用坐标系旋转功能编程和加工	(86)
第四节 用比例缩放功能编程和加工	(92)
第五节 用多坐标系功能编程和加工	(99)
第四章 宏程序与自动编程和加工	(104)
第一节 用宏程序进行椭圆编程和加工	(104)
第二节 “CAXA 制造工程师 2004”自动编程入门	(111)
第五章 数控铣床(加工中心)综合训练	(120)
第一节 数控铣床初级工综合训练	(120)
第二节 数控铣床中级工综合训练(1)	(129)



第三节	加工中心中级工综合训练(1)	(139)
第四节	数控铣床中级工综合训练(2)	(145)
第五节	加工中心中级工综合训练(2)	(155)
第六节	加工中心中级工配合件训练	(165)
第七节	“CAXA 制造工程师 2004”自动编程综合训练	(178)
第六章	数控铣床(加工中心)的使用、维护与保养	(190)
第一节	数控铣床(加工中心)的使用与维护	(190)
第二节	数控铣床(加工中心)的故障与排除	(198)
附 录		(207)
参考文献		(221)



第一章 FANUC Oi—MC

系统数控铣床的操作

本章主要学习 FANUC Oi—MC 系统的控制面板分区、功能键名称及用途;数控铣床开机、关机的顺序及步骤;数控铣床六项主要操作步骤。

说明:加工中心是在数控铣床的基础上增加了刀库和换刀装置等。对于操作来说,加工中心的刀库可以同时装载多把刀具,通过换刀装置实现自动换刀,而数控铣床只能手动换刀;对于编程来说,加工中心可以在程序中编制自动换刀指令 M06。其他操作、编程基本相同。

第一节 数控铣床(FANUC Oi—MC 系统)

控制面板的简介

知识点击

(1)控制面板分区、功能键名称及用途;(2)操作面板的工作方式设定键说明;(3)操作面板的基本键说明。

示范案例

案例:在实训车间(或仿真机房)认识 FANUC Oi—MC 系统数控铣床控制面板。

知识窗

1. FANUC Oi—MC 系统数控铣床控制面板分区简介(见图 1-1)

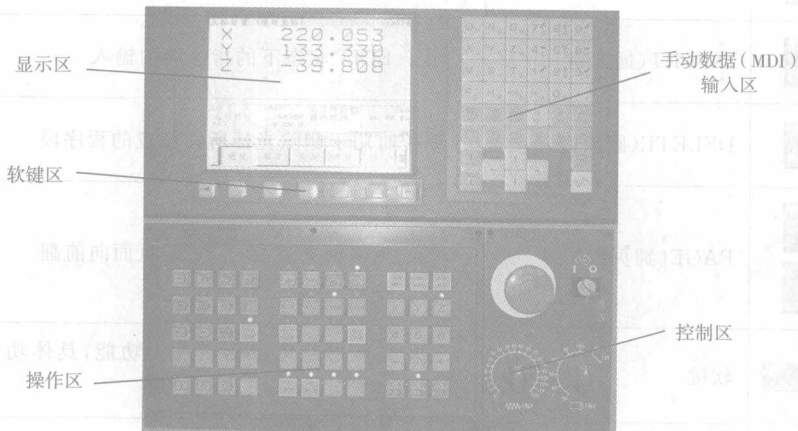


图 1-1 FANUC Oi—MC 数控铣床操作面板分区



2. 显示器(CRT)MDI 操作面板主要功能键及其用途(见表 1-1)

表 1-1 CRT/MDI 操作面板主要功能键

序号	键图	功能键	用 途
1		POS(位置显示)	显示当前位置的各种坐标
2		PROG(程序)	显示程序的内容
3		OFFSET / SETTING(偏置量设定)	显示或者输入刀具偏置量和磨损值
4		SYSTEM(系统参数)	显示对系统参数的设置选项
5		MESSAGE(信息)	显示报警信息和用户提示信息
6		CUSTOM / GRAPH(图形显示)	显示或输入设定,选择图形模拟方式

3. 显示器(CRT)MDI 操作面板其他键及其用途(见表 1-2)

表 1-2 CRT/MDI 操作面板其他键

序号	键图	功能键	用 途
1		RESET(复位键)	用于解除报警,CNC 复位
2		CAN(取消键)	消除键入缓冲区的文字或符号
3		INPUT(输入键)	用于非 EDIT 状态下的指令段及数据的输入
4		ALTER(修改替换键)	修改替换程序段中错误内容
5		INSERT(插入键)	用于 EDIT 状态下的指令段的输入
6		DELETE(删除键)	编程时用于删除光标所在位置的程序段
7	 	PAGE(翻页键)	 使页面向后翻;  使页面向前翻
8		软键	软键按照用途可以给出种种功能,具体功能可在 CRT 画面的最下方显示
9		符号键	用于每个程序段的结束符号



(续表)

序号	键图	功能键	用 途
10	 	地址/数字键	字母、数字等文字的输入
11		上档键	同一个按键的上下档字母或数字、符号输入时的切换键

4. 机床操作面板上的键及用途(见表 1-3 和表 1-4)

表 1-3 操作面板的工作方式设定键说明

序号	键图	用 途
1		自动方式选择键
2		编辑方式选择键
3		手动数据输入方式选择键
4		DNC 方式选择键(在线加工)
5		机床回参考点方式选择键
6		手动方式选择键
7		增量方式选择键
8		手轮操作方式选择键
9		辅助功能锁住选择键
10		Z 轴锁住选择键
11		手持单元选择键
12		限位解除选择键



表 1-4 操作面板的基本键说明

序号	键(按钮)图	键名称	用途
1		单段选择键	按下此键,灯亮,执行一个程序段
2		段跳跃选择键	按下此键,灯亮,当程序执行时,跳过标号前带有“/”符的程序段
3		选择停键	按下此键,灯亮,程序运行遇到 M01 指令时,机床处于进给保持状态
4		程序再启动键	按下此键,灯亮,程序再开始运行
5		程序测试功能键	按下此键,灯亮,实现程序测试功能;再一次按下该键,指示灯灭,取消该功能
6		空运行键	按下此键,灯亮,加快程序执行速度。主要用于模拟时进给锁定状态
7		循环启动键	按下此键,灯亮,程序运行
8		进给保持键	按下此键,灯亮,程序暂停
9		程序停止键	在遇到 M00 时程序停止,灯亮
10		冷却控制键	按下此键,灯亮,可实现 M08 功能,再按一次该键,指示灯灭,取消该功能
11		灯检查控制键	按下此键不松手,面板指示灯全亮,松手后灯部分灭
12		手轮进给控制键	按下此键,灯亮,可以进行手轮进给操作示教
13		步距(倍率)选择键 ×1 档	在简装式手轮使用时,选择手轮进给倍率。每格移动 1μm
14		步距(倍率)选择键 ×10 档	在简装式手轮使用时,选择手轮进给倍率。每格移动 10μm
15		步距(倍率)选择键 ×100 档	在简装式手轮使用时,选择手轮进给倍率。每格移动 100μm
16		步距(倍率)选择键 ×1000 档	在简装式手轮使用时,选择手轮进给倍率。每格移动 1000μm 即 1mm
17		X 轴选择键	选 X 轴,X 轴指示灯亮



(续表)

序号	键(按钮)图	键名称	用 途
18		Y 轴选择键	选 Y 轴, Y 轴指示灯亮
19		Z 轴选择键	选 Z 轴, Z 轴指示灯亮
20		负方向键	在 JOG 方式下, 按下此键, 灯亮, 相应轴朝负方向进行运动; 松开此键, 灯灭, 相应轴停止运动。
21		正方向键	在手动(JOG)方式下, 按下此键, 灯亮, 相应轴朝正方向进行运动; 松开此键, 灯灭, 相应轴停止运动。在“回零”方式下, 按正向键, 相应轴作回零运动, 到位后灯亮。
22		快速移动键	当各轴归零后, 在 JOG 方式下, 按坐标轴键的同时按下此键, 灯亮, 相应轴将以快进速度运动; 松开该键, 将以手动速度运动
23		主轴正转键	在 JOG 方式下, 按下此键主轴正转
24		主轴反转键	在 JOG 方式下, 按下此键主轴反转
25		主轴停止键	在 JOG 方式下, 按下此键主轴停止。
26		润滑控制键	此键控制机床润滑是否正常, 不正常时指示灯快闪报警
27		急停按钮	按下此键, 机床紧急停止, 断开伺服驱动器电源
28		程序编辑控制钮	当钥匙拧向“O”时当前的程序可以编辑, 而当钥匙拧向“I”时当前的程序不可编辑, 从而起到对重要程序的保护作用
29		进给速度倍率旋钮	在手动及程序执行状态时, 适时调节进给速度倍率的大小
30		主轴转速倍率旋钮	在手动及程序执行状态时, 适时调节主轴转速倍率的大小
31		选择轴功能旋钮	旋钮拧到哪一个轴, 就对该轴进行操作



任务性操作

任务:在实训车间(或仿真机房)熟习 FANUC 0i—MC 系统数控铣床控制面板上的各种功能键。

第二节 数控铣床(FANUC 0i—MC 系统) 六项主要操作步骤

知识点击

- (1) 掌握数控铣床开机、关机的顺序及步骤;
- (2) 掌握数控铣(FANUC 0i—MC 系统)六项主要操作步骤。

示范案例

案例:在数控铣床上加工如图 1-2 所示零件,坯料为 80mm×80mm×20mm 的尼龙块,刀具尺寸为 $\phi 10$ 键槽铣刀,沟槽深度 3mm。

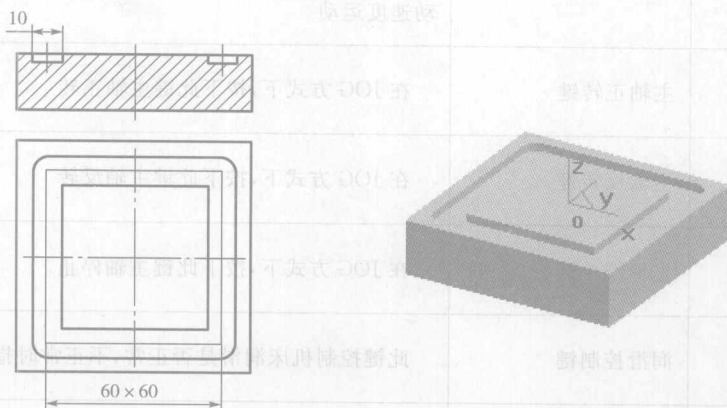


图 1-2 示范案例图

知识窗

一、开机(关机)

进行开机前各项检查,确定没有问题后,方可开机送电。

开机六个步骤:

1. 总电源上电

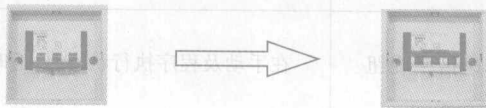


图 1-3 三相开关

状态描述:如图 1-3 所示,将电气控制推后面或侧面的三相开关由“OFF”拨至“ON”,机床电源的上桩头就带上了电。



2. 机床上电

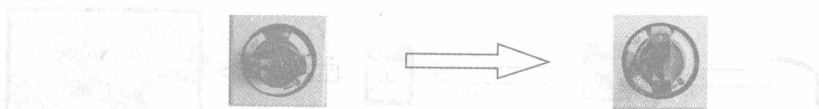


图 1-4 机床旋钮开关

状态描述:如图 1-4 所示,机床开关由“OFF”至“ON”,相关的指示灯被点亮,数控柜的微型风扇便转动起来。

3. 系统上电



图 1-5 系统上电

状态描述:如图 1-5 所示,系统开关由“OFF”至“ON”,操作面板上所有的指示灯都慢闪。正常启动后,指示灯慢闪结束,显示屏上出现“ALM”“EMG”,双报警信号闪烁。

4. 松开 (急停按钮)

状态描述:按按钮所示的方向旋开弹出,显示屏上的“ALM”报警信号消失。

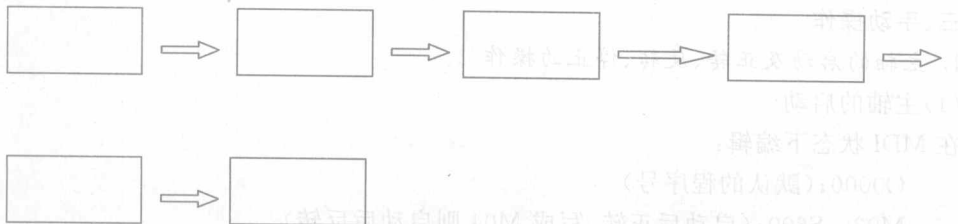
5. 按 (RESET) 键(复位键)

状态描述:用手按 RESET 键,显示屏上的“EMG”报警信号消失(不按 RESET 键,时间长了“EMG”报警信号也会消失)。

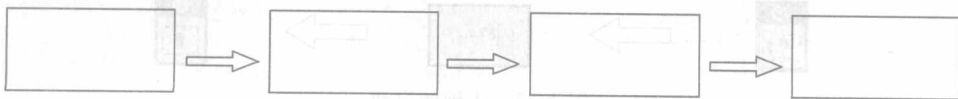
6. 按 (POS 键)(位置显示)

状态描述:用手按 POS 键,显示屏上显示与坐标相关的信息,“相对”、“绝对”、“综合”三种显示状态可由按 POS 键切换,按一次换一次,也可由显示屏下方的软键对应切换。一般放在“综合”显示状态,为下一步的机床回零做准备。

开机六个步骤用框图表示为:(请同学们自己填写)



关机四个步骤用框图表示为:(请同学们自己填写)



结论:顺序开机,逆序关机



二、手动回零(参考点)

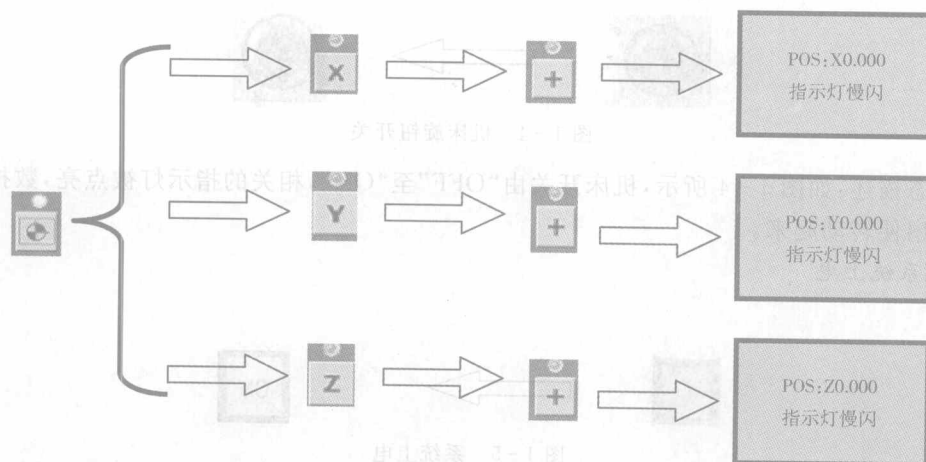
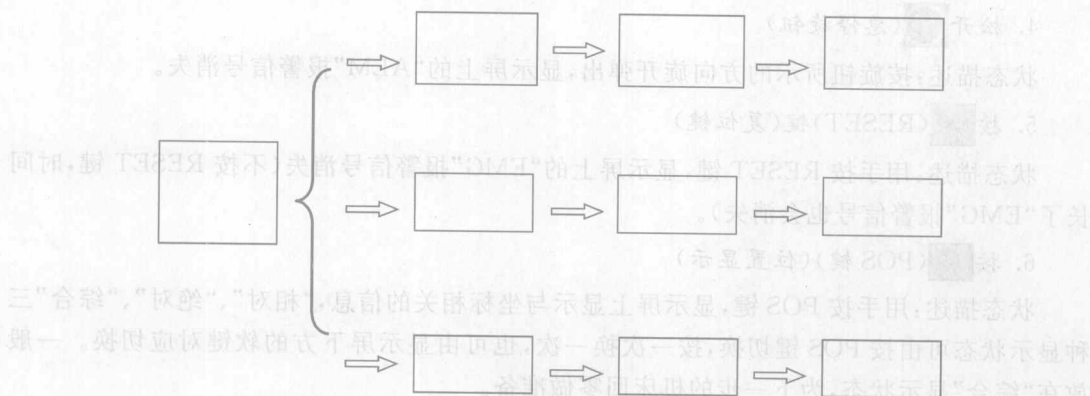


图 1-6 手动回零

用框图表示为:(请同学们自己填写)



注意:(1)先回 Z 轴,再回 X、Y 轴;(2)等 X、Y、Z 向的指示灯都慢闪后,此步骤才算结束。

三、手动操作

1. 主轴的启动及正转、反转、停止的操作

(1) 主轴的启动

在 MDI 状态下编辑:

O0000;(默认的程序号)

M03 S600;(启动后正转,写成 M04 则启动后反转)

再按循环启动键自动运行,如图 1-7 所示。

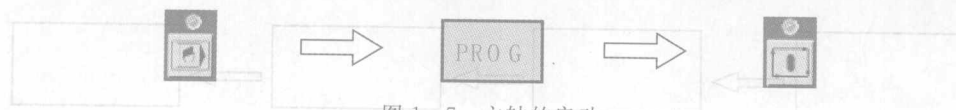


图 1-7 主轴的启动