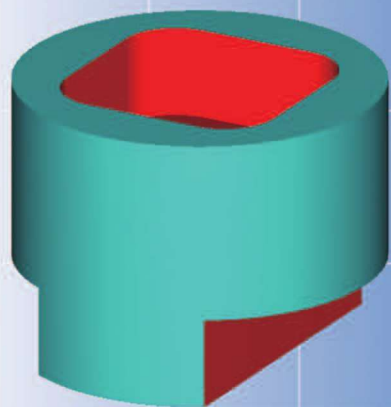
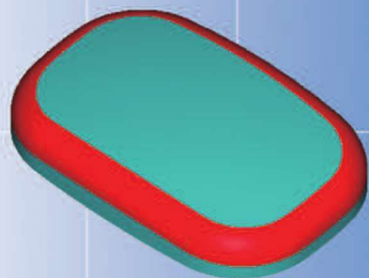


中等职业学校学习领域课程改革系列教材

数控铣削

编程与加工

钟建明 编著

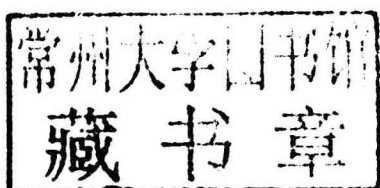


上海交通大学出版社
SHANGHAI JIAO TONG UNIVERSITY PRESS

中等职业学校学习领域课程改革系列教材

数控铣削编程与加工

钟建明 编著



上海交通大学出版社
SHANGHAI JIAO TONG UNIVERSITY PRESS

内容提要

本书由 5 个学习情境组成,即数控铣床操作、平面类零件加工、方形配合零件的加工、回转体配合零件的加工、曲面类零件的加工,学生在学材的引导下,学习新的知识和技能,制订工作计划,完成任务,并对获得的工作成果和经历的工作进程进行总结和反思。该学材的运用将会带来教学环境、教学方法、教师角色、学生角色等方面的变化,即应该以接近真实工作情境的数控加工车间为教学环境,采用行动导向的教学方法,实现理论教学与实践教学统一;教师是学生学习过程的组织者和专业对话伙伴,学生是主动学习的主体,学生在经历结构完整的工作过程中获得工作过程知识、操作技能、工作经验,促进综合职业能力的形成

本书适合作为中等职业教育数控专业的教材使用。

图书在版编目(CIP)数据

数控铣削编程与加工 / 钟建明编著. — 上海:上海交通大学出版社, 2014

ISBN 978-7-313-11893-6

I. ①数… II. ①钟… III. ①数控机床—铣床—程序设计—高等学校—教材
②数控机床—铣床—金属切削—加工—高等学校—教材 IV. ①TG547

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2014) 第 183046 号

数控铣削编程与加工

编 著: 钟建明

出版发行: 上海交通大学出版社

邮政编码: 200030

出 版 人: 韩建民

印 制: 莱州市电光印刷有限公司

开 本: 787mm×1092mm 1/16

字 数: 162 千字

版 次: 2014 年 9 月第 1 版

书 号: ISBN 978-7-313-11893-6 / TG

定 价: 26.00 元

地 址: 上海市番禺路 951 号

电 话: 021-64071208

经 销: 全国新华书店

印 张: 7

印 次: 2014 年 9 月第 1 次印刷

版权所有 侵权必究

告读者: 如发现本书有印装质量问题请与印刷厂质量科联系

联系电话: 0535-2297275

编委会成员

主 任	高仕忠					
副主任	杨晓民	李常斌				
主 编	钟建明					
副主编	李啟权	许庆庆	陈学军			
主 审	钟建明					
编 委	林宽仁	钟建明	贺 梁	陈浩锋	汤桂海	刘文龙
	周志行	谢 瑜	梁伟华	赖小敏	陈诗敏	杨芝建
	许庆庆	李啟权	赵振瀛	陈学军		

鸣谢

番禺职业技术学院	张 钟	高级工程师
清远职业技术学院	方少强	高级工程师
东莞高技能公共实训中心	吴光明	高级工程师
清远伟皓机械有限公司	郭家星	
清远伟皓机械有限公司	黄振天	
璇瑰塑胶（深圳）有限公司		
东莞豪力机械有限公司		

前 言

本书是从学生学习的角度来指导、帮助学生完成学习任务的学材，有别于传统的教科书，它由5个学习情境组成，即数控铣床操作、平面类零件加工、方形配合零件的加工、回转体配合零件的加工、曲面类零件的加工，学生在学材的引导下，学习新的知识和技能，制订工作计划，完成任务，并对获得的工作成果和经历的工作进程进行总结和反思。该学材的运用将会带来教学环境、教学方法、教师角色、学生角色等方面的变化，即应该以接近真实工作情境的数控加工车间为教学环境，采用行动导向的教学方法，实现理论教学与实践教学统一；教师是学生学习过程的组织者和专业对话伙伴，学生是主动学习的主体，学生在经历结构完整的工作过程中获得工作过程知识、操作技能、工作经验，促进综合职业能力的形成和发展。

本书在编写过程中力图体现如下特色：

(1) 突显综合职业能力的培养。本书以任务为载体，让学生在结构完整的工作过程中，经历明确任务、制订计划、确定方案、加工实施、质量检测和评价反馈整个工作过程，帮助学生获得工作过程的知识（包括理论与实践知识）。

(2) 体现行动导向的教学方法。本书内容体现了“做中学，学中教”的职教理念，整个教学过程采用行动导向的教学方法，解决了理论教学与实践教学的二元分离。

(3) 把学习领域的内容情境化和任务化、学习情境与工作情境、教学内容与工作内容、教学活动和工作流程结合起来，符合新时期教学改革的方向，有利于促进学生社会能力、方法能力的同步改善。

本书建议108学时，在教学过程可采用小组合作方式学习，各小组分别设置工艺员、编程员和操作员3个岗位，共同完成零件加工任务，每组的组员学习完毕再轮换岗位角色，也可以采取自主学习的方式。

本书由清远工贸职业技术学校钟建明主编，许庆庆、李啟权、陈学军参与编写，钟建明主审。其中，第一个学习情境由许庆庆编写，第二、三两个学习情境由李啟权编写，第四学习情景由陈学军编写，第五学习情境由钟建明编写，番禺职业技术学院张钟高级工程师、清远职业技术学院方少强高级工程师和东莞高技能公共实训中心吴光明高级工程师给予了审阅，并提出了宝贵意见。本书在编写过程中，得到了璇瑰塑胶（深圳）有限公司、清远伟皓机械有限公司、肯发科技（深圳）有限公司的大力支持，在此一并表示感谢。

本书可以作为中等职业学校数控等相关机械专业教材，也可作为企业人员在职培训使用。由于编者水平有限，书中存在的错误之处，恳请读者批评指正。

编 者

2014年6月

目 录

学习情境一 数控铣床操作	1
任务一 数控铣床概论（资讯）	2
任务二 数控铣床操作（计划）	9
任务三 数控铣床操作（实施）	12
任务四 数控系统操作及对刀考核（检查）	14
学习情境二 平面类零件加工	17
任务一 平面类零件加工基本知识（资讯）	18
任务二 平面类零件数控铣削工艺分析（计划）	29
任务三 平面类零件数控铣削加工准备（决策）	31
任务四 平面类零件加工（实施）	32
任务五 质量检测（检查）	33
任务六 评价反馈（评估）	34
学习情境三 方形配合零件的加工	37
任务一 方形零件及配合的工艺特点（资讯）	39
任务二 方形零件的装夹与程序的编制（决策）	42
任务三 回转体类零件数控铣削加工准备（计划）	47
任务四 零件数控铣削加工（实施）	50
任务五 质量检测（检查与评估）	51
学习情境四 回转体配合零件的加工	55
任务一 回转体类零件及配合的工艺特点（资讯）	57
任务二 回转体类零件的装夹与零件程序的编制（计划）	61
任务三 回转体类零件数控铣削加工准备（决策）	66
任务四 回转体类零件数控铣削加工（实施）	69
任务五 回转体类零件与配合质量检验与评估（检查与评估）	70
学习情境五 曲面类零件的加工	75
任务一 模具基础知识（资讯）	77
任务二 模具 CAD 建模、CAM 编程（计划）	80
任务三 模具数控铣削加工准备（决策）	85
任务四 模具数控铣削加工（实施）	87
任务五 模具检验与质量评估（检查与评估）	88
附录	93

学习情境一 数控铣床操作

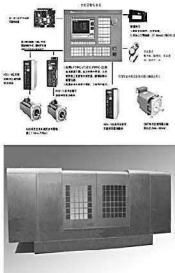
专 业		数 控 专 业	教学 时间	学时：12
项目目标		1. 认识刀具牌号和机床的型号 2. 掌握数控铣床的基本操作 3. 掌握毛坯的装夹 4. 掌握刀具和刀柄的装夹 5. 掌握分中对刀操作 6. 掌握数控铣床的维护保养 7. 掌握数控铣床安全操作及 8S 管理知识		
教学任务		数控铣床主要部件与结构、三菱系统面板、三菱数控铣削系统基本操作、工件及刀具的装夹、对刀操作、数控铣床保养维护		
教学条件		1. 教学设备：数控铣床 8 台，计算机 8 台 2. 学习材料：数控铣编程与加工学材 3. 教学场地：数控铣工实训区 4. 教师安排：1 名教师		
教学方法 组织形式		1. 全班分为两大组，每个大组再分为 8 个小组，每个小组 3 ~ 4 人 2. 以小组学习为主，个人独立学习为辅 3. 教师指导始终贯穿教学全过程		
教学流程与活动		1. 教师设置学习任务，讲述完成本任务所需准备的知识 2. 学生小组合作，在工作页的引导下完成课业内容 3. 学生小组讨论并陈述所学内容，教师予以评价和总结		
步骤	工作 过程	教 学 内 容	教学方法建议	学时
1	资讯	了解数控铣削机床的构成、功能及用途；掌握数控铣削机床型号和主要参数；懂得数控铣床的运动类型	讲授法 多媒体教学法	1
2	计划	掌握数控铣床的操作，如工件装夹、刀具装夹、回零、手动、增量移动工作台等	讲授法 演示法	3
3	实施	掌握三菱数控铣削系统基本操作，包括数控铣床操作（回零、手动、增量、MDI、单段和自动操作）、对刀操作	小组讨论法 提问引导法 演示法	4
4	检查	对学生的数控系统操作及对刀操作进行考核，分析存在的问题，重点指导不及格项目	讨论法	3
5	评估	分析超差原因，提出改进措施等；完成个人任务报告；组内举行成果报告会		1

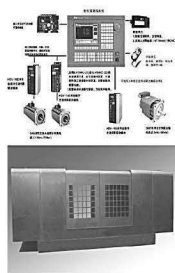


任务一 数控铣床概论（资讯）

一、数控铣床的类型

1. 数控铣床的发展

立式普通铣床 ➡ 立式数控铣床		
立式普通铣床	增加的装置	立式数控铣床
		
立式数控铣床——主轴是垂直于_____；在普通铣床的基础上增加了1套_____（如华中、法那克、三菱、西门子）再加装1套_____。		

卧式普通铣床 ➡ 卧式数控铣床		
卧式普通铣床	增加的装置	卧式数控铣床
		
卧式数控铣床——与立式数控铣床类似，不同的是它的主轴是_____。		



2. 加工中心切削机床

数控铣床 ➡ 加工中心		
数控铣床	增加的装置	加工中心
		
加工中心——在数控铣床的基础上，增加了不同数量（如：16、24、32 把）刀具的刀库，加工过程减少了装刀、拆刀次数，效率提高了很多。		

二、数控铣床由哪些部分组成及各部分有什么作用？（见表 1-1 及图 1-1）

表 1-1 数控铣床的组成部分及作用

系统	组成部分	构成部件名称	作 用
		床身、底座、立柱、滑座、工作台	连接各主要部件，并保证各部件之间正确的相对位置，承受静载荷及在加工时产生的切削载荷
		主轴伺服电动机、主轴箱	实现数控铣床的主轴转动
		伺服电动机、内齿带轮、滚珠丝杠副	使工作台获得 X 轴、Y 轴、Z 轴方向移动
		润滑、冷却、排屑、防护、液压、气动、检测系统	对加工效率、加工精度和可靠性起保障作用
		高电压控制主轴、冷却水泵、润滑	为各电气元件提供电源
		数控装置、可编程控制器	编辑及发出控制机床动作和运动方向的指令

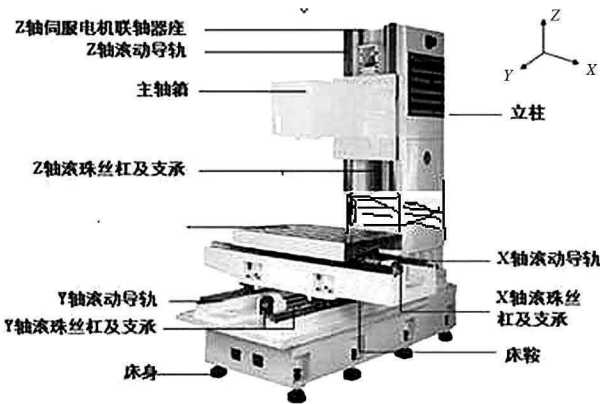




图 1-1 数控铣床的组成部分

三、我们使用的数控铣削机床型号是什么？

加工中心、数控铣床因生产厂家的不同，其型号、规格亦各不相同，但其功能有许多相同之处，我们使用的数控铣削机床为深圳华亚机床有限公司_____数控铣床（见图 1-2）。



图 1-2 数控铣削机床型号

四、数控铣床的操作装置包括哪几部分？

数控铣床的操作装置包括_____、_____、_____、_____、_____等部分（见图 1-3）。

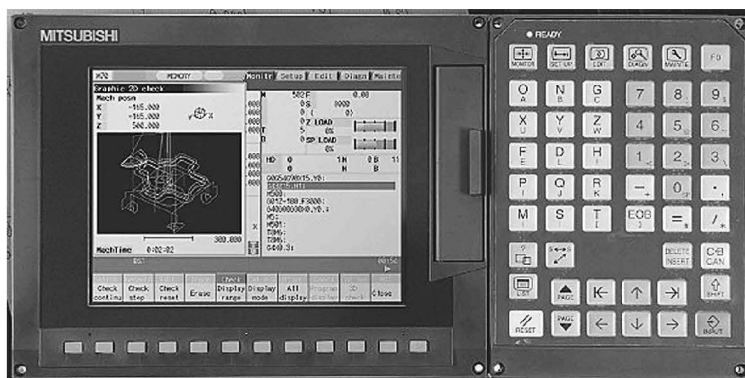




图 1-3 数控铣床的操作装置

五、如何起动数控铣床？又如何关闭数控铣床？

- (1) 启动数控铣床步骤：_____。
- (2) 关闭数控铣床步骤：_____。

六、为什么开机后要回机床原点（参考点）？

(1) 机床原点——机床坐标系是机床固有的坐标系，机床坐标系的原点也称或机床零点，在机床经过设计制造和调整后这个原点便被确定下来，是数控机床进行加工运动的基准参考点。

(2) 数控铣床开机以后，要做的第一件事就是让数控铣床返回_____的位置，如果没有返回机床原点，数控铣床仍然可以使用，但是不能建立正确的机床坐标系，即无法建立正确的_____工件坐标系，故应当进行返回机床原点的操作。

(3) 用手动方式返回数控铣床的机床原点步骤：

- ①_____
- ②_____
- ③_____

(4) 用手动方式返回数控铣床的机床原点注意事项：

- ①回零操作前，先把_____轴移至行程中部位置。
- ②回零操作时，必须先移动_____轴，再分别移动_____轴、_____轴。
- ③当 X、Y、Z 3 个坐标轴参考点指示灯亮时，说明_____分别回到了机床参考点。

七、如何确定数控铣床坐标系？

(1) 数控铣床坐标轴：规定直线进给坐标轴用_____、_____、_____表示，称为基本的坐标轴。

(2) 假设工件静止，刀具相对运动原则：坐标轴的方向均为假定工件不动时刀具相对于工件作进给运动的方向。

(3) 笛卡儿坐标系：右手大拇指的指向为_____轴正方向，食指的指向为_____轴正方向，中指的指向为_____轴正方向。

(4) 右手螺旋定则：围绕_____、_____、_____轴旋转的圆周进给坐标轴分别用_____、_____、_____表示，根据右手螺旋定则，以大拇指分别指导向 +X, +Y, +Z 方向，则食指、中指等的指向分别是圆周进给运动的_____、_____、_____（见图 1-4）。

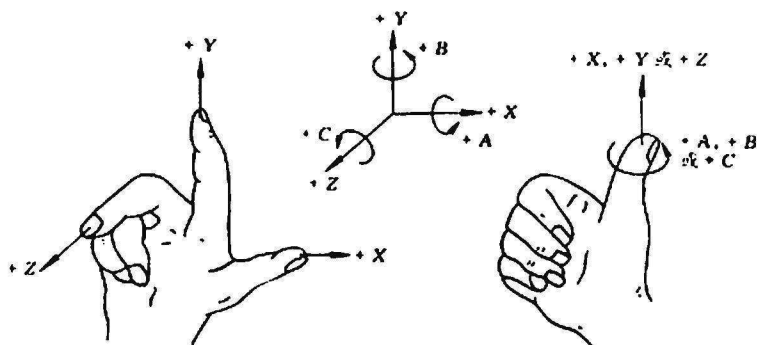


图 1-4 右手螺旋定则

Z 轴：一般与主轴的轴线平行，刀具远离工件的方向为_____方向。

X 轴：一般为水平方向，垂直于 Z 轴并平行于工件的装夹平面，面对主轴时，向右为 X 坐标轴的_____方向。

Y 轴：X、Z 轴的正方向确定后，可以用笛卡尔儿坐标系来确定 Y 轴的方向，即右手食指指向为 Y 轴的_____方向。

八、什么是工件坐标系？

工件坐标系是编程人员在编程时使用的，选择工件上的某一已知点为原点称为_____原点或_____原点，由此而建立的坐标系就是_____坐标系。工件坐标系一旦建立便一直有效，直到被新的工件坐标系所取代。

九、如何选择刀具？

数控刀具的选取应该根据_____、_____、_____、_____、_____等因素综合考虑。常用的数控铣削加工刀具如表 1-2 所示。

表 1-2 常用的数控铣削加工刀具

铣刀种类	图 示	用 途



十、数控铣床安全操作规程

1. 开机前，应当遵守以下操作规程

- (1) 穿戴好_____，不要戴_____操作机床。
- (2) 详细阅读机床的使用说明书，在未熟悉机床操作前，切勿随意动机床，以免发生安全事故。
- (3) 操作前必须熟知每个按钮的作用以及操作注意事项。
- (4) 注意机床各个部位_____上所警示的内容。
- (5) 按照机床说明书要求加装_____、_____、_____，接通外接气源。
- (6) 机床周围的工具要摆放整齐，要便于拿放。
- (7) 加工前必须关上机床的_____。
- (8) 检查程序与工件或毛坯是否一致。
- (9) 检查工件坐标系与程序坐标系是否相符。
- (10) 检查刀具表内刀具是否与程序内刀具信息一致；检查_____的完好程度。
- (11) 检查_____是否正确、_____的选择是否合理。
- (12) 确定机床状态及各开关位置（进给倍率开关应为0）。
- (13) 必须在确认工件夹紧后才能启动机床。

2. 在加工操作中，应当遵守以下操作规程

- (1) 关闭防护门，启动机床；各坐标轴手动或自动_____（机械原点）。
- (2) 对刀，确定工件坐标系_____的位置。
- (3) 运行程序，观察机床动作及_____与程序是否相符。
- (4) 当工件坐标、刀具位置、剩余量三者相符后，逐渐加大_____开关。
- (5) 当正常加工时，需要暂停程序前，应先将倍率开关缓慢关至_____位。
- (6) 中断程序后恢复加工时，应缓慢进给至原加工位置，再逐渐恢复到正常_____。
- (7) 文明生产，精力集中，禁止打闹、闲谈、睡觉和任意离开岗位。
- (8) 机床在通电状态时，操作者千万不要打开和接触机床上示有_____符号的、装有_____装置的部位，以防被电击伤。
- (9) 注意检查工件和刀具是否装夹正确、可靠；在刀具装夹完毕后，应当采用_____方式进行试切。
- (10) 机床运转过程中，不要清除切屑，要避免用_____接触机床运动部件。
- (11) 清除切屑时，要使用一定的工具，应当注意不要被切屑划破手脚。
- (12) 要测量工件时，必须在机床_____状态下进行。
- (13) 在打雷时，不要开机床。因为雷击时的瞬时高电压和大电流易冲击机床，造成烧坏模块或丢失改变数据，造成不必要的损失。



3. 工作结束后，应当遵守以下操作规程

- (1) 登记本次使用机床情况，如实填写好交接班记录，发现问题要及时反映。
- (2) 要打扫干净工作场地，擦拭干净机床，应注意保持机床及控制设备的清洁。
- (3) 切断系统电源，关好门窗后才能离开。

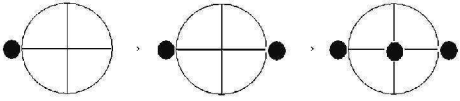
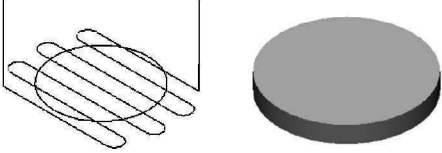
任何不规范的操作，如不合理的切削用量和走刀路径，都可能造成事故的发生，轻者损坏工件、刀具、夹具、机床，重者造成人身伤害事故，因此在数控铣床操作中应引进“8S”管理方法，8S就是_____（SEIRI）、_____（SEITON）、_____（SEISO）、_____（SEIKETSU）、_____（SHITSUKE）、安全（SAFETY）、节约（SAVE）、学习（STUDY）8个项目。



任务二 数控铣床操作（计划）

一、数控铣床操作（三菱数控系统，见表 1-3）

表 1-3 数控铣床操作过程

实训内容	操 作 过 程	注 意 事 项
开机	合上_____→转动机床的电源开关至“_____”→按下_____即开机	关机时顺序相反
铣床回零	操作方式（回零）→按下“_____”→按下“_____”→Z轴回零	（X、Y轴用相同方法操作即可）
装夹工件	装夹工件时，要保持工件与平口钳的钳口_____	装夹前要清扫干净钳口
装、拆刀具	教师示范操作	1. 保持刀柄部分干净 2. 装刀时刀柄与主轴的缺口要对准
对刀	1. 目测对刀：用眼观察铣刀大致在工件的中心位置即可，铣刀Z方向要与工件接触 2. 分中对刀（以对X轴为例，如下图所示）：  （1）先把铣刀移到工件左边→按“_____”，按“_____”，X清零 （2）再把铣刀移到工件右边→显示数值除以_____ （3）把铣刀移动到除以_____值的那个位置，即为X轴的_____ （对Y轴方法同，对Z轴铣刀Z方向要与工件接触。）	对完刀后，接着就是抄数： 按“TOOL →“菜单”→“工件”#PARAM” （54）（ ）（ ）（ ） （在上面的3个括号内输入X、Y、Z的坐标值即可）→最后还要按“INPUT”钮确认
编写铣平面程序		每人一段 $\Phi 40 \times 30$ 圆铝毛坯
加工工件	操作方式（DNC）→进给倍率（0）→按“运行启动” →点击  →打开要加工的程序→加工（此种加工称为“边传输边加工”）	发送程序前要按下“运行启动”按钮，否则会发送失败



二、数控铣床的其他操作

1. 传程序方法

按“_____”——按2次“_____”——按“_____”——输入“#(1)”——在后面的括号中输入_____（任意数字都行）——转换开关一定要转到“_____”——按“_____”确定——打开电脑中的传输软件发送程序即可。

2. 删除程序方法

按“_____”——按2次“_____”——按“_____”——输入“#(1)”——在后面的括号中输入_____——按“_____”确定

3. 调入程序加工（呼叫程序）

按“_____”——按“_____”——在括号中输入存在里面的_____——按“_____”。

此步骤操作注意事项：

- (1) 倍率先一定转到“_____”位置，否则会出事故。
- (2) 操作方式的转换开关转到“_____”——按_____，即可以加工了。
- (3) 如中途需要暂停——按“_____”键。
- (4) 如需停止加工的——按“_____”键。

4. DNC 传输程序（边传输边加工——适用于工件程序长的情况）

先把转换开关转到“_____”——倍率设到“_____”位置——需先按“运行启动”——打开电脑中的程序传输软件——找到要传的程序——再调_____即可边传边加工。

5. 按键解释



——删除一个字



——整行删除



——分号，

输入程序时，可以把程序输在一行用分号隔开，最后按“INPUT”全部可以分开。

6. 手工编程输入方法

转换开关打到“MDI”——按



——按“编辑”——按“程序”——给程序

名0（_____）——按“INPUT”确定——即可手工输入程序。

7. 分中检查

用“MDI”输入检查——如“G54 G00 X0 Y0 Z20”——按“INPUT”——屏幕显示MDI设定完成——按“启动”，即可检查。



8. 对刀

(1) 对 X 轴：铣刀碰_____轴的一边——按面板“X”键清 0——按“INPUT”——把铣刀移到另一边——记下 X 数值并除以_____——移动铣刀到 X 中间值位置——再按面板“X”键——按“INPUT”，即找到 X 轴的中点。

(2) 对 Y 轴：原理同上。

(3) 抄数方法：

按“TOOL”——按“菜单”——按“工件”——#(54…59)——

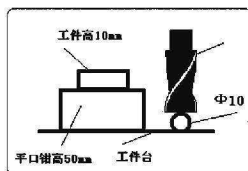
①手工输数：先把光标移到(X)、(Y)——手工输入机械坐标值——按“INPUT”。

②自动输数：先把光标移到第 1 个括号(X)——按“SHIFT”——按“INPUT”——再把光标移到第 2 个括号(Y)——按“SHIFT”——按“INPUT”——再按一次“INPUT”——即可抄入 X、Y 轴的中点坐标值。

(4) 对 Z 轴：

①对工件顶面——刀具碰到工件——抄数即可。

②对工件底面为 0——



——要用 #60 EXT (60) ——在后面的

括号内输入要把铣刀抬高的距离——如上图即要输入(50)——前面的 Z 轴抄数同前面所述，是一样的输入方法。