



教育部职业教育与成人教育司推荐教材
中等职业学校数控技术应用专业教学用书

技能型紧缺人才培养培训系列教材

数控铣床和加工中心 操作与编程技能训练

北京市职教成教教材建设领导小组办公室 组编

宋 昀 主编



高等教育出版社
HIGHER EDUCATION PRESS

教育部职业教育与成人教育司推荐教材
中等职业学校数控技术应用专业教学用书

技能型紧缺人才培养培训系列教材

数控铣床和加工中心 操作与编程技能训练

北京市职教成教教材建设领导小组办公室 组编

宋 昀 主编

任玉田 吴联兴 主审

高等教育出版社

内容简介

本书是教育部推荐的中等职业学校数控技术应用专业领域技能型紧缺人才培养培训系列教材之一,是根据教育部办公厅、国防科工委办公厅、中国机械工业联合会颁发的《中等职业学校数控技术应用专业领域技能型紧缺人才培养培训指导方案》中核心教学与训练项目的基本要求,并参照相关的国家职业标准和行业的职业技能鉴定规范及中级技术工人等级考核标准编写的。

本书采用分项目、按任务驱动的方式组织教学内容,分为简单零件加工和综合零件加工两大项目。简单零件加工包括简单沟槽的加工、圆弧沟槽零件的加工、轮廓与型腔的加工、多孔零件的加工、旋转及镜像类结构零件的加工等内容,加工练习以仿真软件应用为主。综合零件加工以中等复杂零件的加工为例,结合典型数控铣床的操作,从零件工艺方案分析制定、数控铣削程序编制、仿真加工到实操训练进行全程指导。

本书可作为中等职业学校数控技术应用及相关专业的教学用书,也可作为有关行业的岗位培训教材。

图书在版编目(CIP)数据

数控铣床和加工中心操作与编程技能训练/北京市职教成教教材建设领导小组办公室组编;宋昀主编. —北京:高等教育出版社,2005.7(2006重印)

ISBN 7-04-017448-0

I. 数... II. ①北... ②宋... III. ①数控机床:铣床-程序设计-技术培训-教材②数控机床加工中心-程序设计-技术培训-教材③数控机床:铣床-操作-技术培训-教材④数控机床加工中心-操作-技术培训-教材 IV. ①TG547②TG659

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2005)第 077012 号

策划编辑	王瑞丽	责任编辑	张春英	封面设计	于涛	责任绘图	朱静
版式设计	王艳红	责任校对	王超	责任印制	孔源		

出版发行 高等教育出版社
社 址 北京市西城区德外大街 4 号
邮政编码 100011
总 机 010-58581000

经 销 蓝色畅想图书发行有限公司
排 版 高等教育出版社照排中心
印 刷 北京市南方印刷厂

购书热线 010-58581118
免费咨询 800-810-0598
网 址 <http://www.hep.edu.cn>
<http://www.hep.com.cn>
网上订购 <http://www.landaco.com>
<http://www.landaco.com.cn>
畅想教育 www.widedu.com

开 本 787×1092 1/16
印 张 8
字 数 190 000

版 次 2005 年 7 月第 1 版
印 次 2006 年 1 月第 2 次印刷
定 价 10.40 元

本书如有缺页、倒页、脱页等质量问题,请到所购图书销售部门联系调换。

版权所有 侵权必究

物料号 17448-00

北京市中等职业学校数控应用技术专业 系列教材编写委员会

主 任:吴晓川

副主任:荣燕宁、姜丽萍

委 员:(按姓氏拼音排序)

陈薇、高玉培、关亮、姜春梅、李树魁、刘鹏飞、柳燕君、马千里、
牛荣华、潘茂椿、苏永昌、么居标、叶克、禹治斌、袁晓、张蓉

出版说明

2003年12月教育部、劳动和社会保障部、国防科工委、信息产业部、交通部、卫生部联合印发了《教育部等六部门关于实施职业院校制造业和现代服务业技能型紧缺人才培养培训工程的通知》。为了配合该项工程的实施,高等教育出版社开发编写了数控技术应用专业领域技能型紧缺人才培养培训系列教材。该系列教材已纳入教育部职业教育与成人教育司发布实施的《2004—2007年职业教育教材开发编写计划》,并经全国中等职业教育教材审定委员会审定,作为教育部推荐教材出版。

高等教育出版社出版的教育部推荐数控技术应用专业领域技能型紧缺人才培养培训系列教材(以下简称推荐系列教材),是根据教育部办公厅、国防科工委办公厅、中国机械工业联合会最新颁布的《中等职业学校数控技术应用专业领域技能型紧缺人才培养培训指导方案》编写的。推荐系列教材力图体现:以培养综合素质为基础,以能力为本位,把提高学生的职业能力放在突出的位置,加强实践性教学环节,使学生成为企业生产服务一线迫切需要的高素质劳动者;职业教育以企业需求为基本依据,办成以就业为导向的教育,既增强针对性,又兼顾适应性;课程设置和教学内容适应企业技术发展,突出数控技术应用专业领域的新知识、新技术、新工艺和新方法,具有一定的先进性和前瞻性;教学组织以学生为主体,提供选择和创新的空間,构建开放的课程体系,适应学生个性化发展的需要。推荐系列教材在理论体系、组织结构和阐述方法等方面均作了一些新尝试。主要特色有:

1. 以就业为导向,定位准确,全程设计,整体优化。
2. 借鉴国内外职业教育先进教学模式,突出项目教学,顺应现代职业教育教学制度的改革趋势,适应学分制。
3. 理论基础知识教材,以职业技能所依托的理论知识为主线,综合了多门传统的专业基础课程的理论知识。知识点以必需、够用为度。
4. 理论实践一体化教材,缩短了理论与实践教学之间的距离,内在联系有效,衔接与呼应合理,强化了知识性和实践性的统一。
5. 操作训练和实训指导教材,参照国家职业资格认证标准,成系列按课题展开,考评标准具体明确,直观、实用,可操作性强。

推荐系列教材既注重了内在的相互衔接,又强化了相互支持,并将根据教学需求不断完善和提高。

查阅推荐系列教材的相关信息,请登录高等教育出版社“中等职业教育教学资源网”(网址:<http://sv.hep.com.cn>)。

高等教育出版社

2004年12月

编写说明

北京市职教成教教材建设领导小组办公室为落实教育部职业教育与成人教育司制定的《2004—2007年职业教育教材开发编写计划》，本着以就业为导向、以能力为本位、以学生为主体的职业教育理念，在“北京市中等职业学校专业课教材开发、评价的理论与实践研究”课题研究的基础上，组织编写了中等职业学校数控技术应用专业的《钳工技能训练》、《车工技能训练》、《铣工技能训练》、《电工技能训练》、《电子技能训练》、《气压与液压传动控制技能训练》、《PLC编程技能训练》、《传感器应用技能训练》、《数控车床操作与编程技能训练》、《数控铣床和加工中心操作与编程技能训练》、《电加工技能训练》及《CAD/CAM建模与操作技能训练》等12门课程的系列实训教材。

本系列教材在内容组织和体例编排上都做了较大的改革和尝试，具体特点如下：

1. 内容理论实践无界化

打破了传统的学科体系，紧紧围绕实训项目的教学目标，阐述了必需够用的理论知识，简化了计算推导，用实训目标结果阐明理论上的结论，使理论与实训有机综合，实现理论与实训无界化。

2. 任务驱动编写模式

以典型机械零件的数控加工过程所涉及的基本基础知识与操作技能为主线，分解课程内容，先易后难设计教学训练项目。各教学项目采用任务驱动编写模式，按单元—任务—活动逐层展开，各环节均有明确的目标、内容及考核与评价标准。

3. 企业参与把关，融入工程环境

聘请企业的工程技术人员参与教材的编写审订。精选企业生产中实际加工的工件及其加工工艺路线作为教学内容，使教学与企业工程环境相融合。

4. 衔接就业，融入职业标准

坚持以就业为导向，以能力为本位，面向市场，面向企业，为就业和再就业服务。根据专业教学指导方案，依据职业岗位资格标准，参照企业生产实际岗位要求，编写相关内容。

5. 编写体例新颖、活泼

采用项目任务教学法，编写风格图文并茂，以图示为主，文字叙述简洁，通俗易懂。

本系列教材由苏永昌策划、组织并主持编写工作，在编写过程中得到了北京市机械工业学校、北京市汽车工业学校、北京市二轻工业学校、北京市建筑材料工业学校、北京市仪器仪表工业学校、北京市化工学校、北京市八一农业机械化学校、北京市自动化工程学校等单位和老师的大力支持。得到了北京齿轮总厂、北京煤矿机械厂、北京电加工研究所、凯纳盟矿山机械设备有限公司及Autodesk公司的几位工程师的帮助。在此一并表示感谢。

限于各方面原因，加之编者水平有限，疏漏、错失之处难免，恳请全国各职业学校（院）的广大教师、专家批评指正，以便今后修改和完善。

北京市职教成教教材建设领导小组办公室

2005年5月

前 言

本书是由北京市职教成教教材建设领导小组办公室组编的教育部推荐的中等职业学校数控技术应用专业领域技能型紧缺人才培养培训系列教材之一,是根据《中等职业学校数控技术应用专业领域技能型紧缺人才培养培训指导方案》中核心教学与训练项目的基本要求,并参照相关的国家职业标准和行业的职业技能鉴定规范及中级技术工人等级考核标准编写的。

本书采用分项目、按任务驱动的方式组织教学内容,分为简单零件加工和综合零件加工两大项目。简单零件加工包括简单沟槽的加工、圆弧沟槽的加工、轮廓与型腔的加工、多孔零件的加工、旋转及镜像类结构零件的加工等内容,加工练习以仿真软件应用为主。综合零件加工以中等复杂零件的加工为例,结合典型数控铣床的操作,从零件工艺方案分析制定、数控铣削程序编制、仿真加工到实操训练进行全程指导。

本教材的主要特点如下:

1. 以学生为本。本书着重培养学生的动手能力,以讲、练结合的方式,使学生在实践中逐步加深对理论的认识。对于不同专业、不同水平的学生要求不同,力求达到因材施教、分层教学的目的。

2. 以掌握技能为主,理论知识的理解为辅。本书打破了传统教科书的编写方式,以项目、单元和任务的模式组织教材的编写。全书以实训为主线,内容由易到难,力求适合不同水平学生的要求,使他们对技能和知识的理解循序渐进,最终掌握一定的技能。

3. 以就业为导向。本教材在内容上与劳动和社会保障部颁布的相关技能鉴定规范相衔接,并在传授知识的同时引入安全意识,对学生毕业后顺利走上工作岗位具有一定的指导意义。

本教材的参考教学时数为 80 学时。

本书由北京市机械工业学校宋昀任主编,刘岩任副主编,参加本书编写工作的有北京市机械工业学校的靳宇、闫永亮、郝继红、贾军良,以及北京市建材工业学校的关亮、张向京等。

教育部聘请北京理工大学任玉田和天津冶金职业技术学院吴联兴审阅了本书,提出了很多宝贵意见,在此表示衷心感谢。

由于编者水平所限,书中错误和缺点在所难免,恳请读者提出宝贵意见,以便修改。

编 者

2005 年 2 月

目 录

项目一 简单零件加工	1	项目二 综合零件的加工	42
单元一 简单沟槽的加工	1	单元六 KXK7240 机床加工实例	42
任务一 菱形沟槽的加工	1	任务一 KXK7240 机床操作	42
任务二 程序编制练习	5	任务二 凸轮零件加工	49
任务三 六边形槽的加工	7	任务三 表壳的加工	60
单元二 圆弧沟槽的加工	10	单元七 XK5032 机床加工实例	61
任务一 简单圆弧沟槽件的加工	10	任务一 XK5032 机床操作	61
任务二 组合圆弧沟槽的编程练习	13	任务二 内、外圆弧型腔的加工	64
任务三 直线圆弧组合沟槽的编程与加工 练习	15	任务三 组合沟槽的加工	70
单元三 轮廓与型腔的加工	18	单元八 FV-800A 加工中心加工实例	77
任务一 五边形型腔的加工	18	任务一 FV-800A 加工中心机床 操作	77
任务二 台阶板轮廓的加工	23	任务二 组合模板的加工	82
任务三 太极图形板的加工	26	任务三 凹模零件的加工	87
单元四 多孔零件的加工	26	附录一 数控铣削基础知识	95
任务一 四孔零件的加工	26	附录二 FANUC 0 常用指令代 码及其含义	98
任务二 阵列通孔板零件的加工练习	32	附录三 数控铣床仿真软件使用 指导说明	103
任务三 组合孔零件的加工练习	35	参考文献	119
单元五 旋转、镜像类结构零件的加工	35		
任务一 对称凸模板的加工	35		
任务二 桃形槽板的加工	39		
任务三 叶子图形槽板的加工	41		

项目一

简单零件加工

单元一 简单沟槽的加工

学习目标:

- (1) 了解数控铣削加工特点:初步认识数控铣床,认识操作面板。
- (2) 正确应用数控铣削编程知识进行程序编制。
- (3) 正确应用基本直线铣削指令进行编程加工。
- (4) 应用数控铣削仿真软件进行仿真加工练习。

任务一 菱形沟槽的加工

需加工菱形沟槽的零件示意图如图 1-1 所示,零件材料为蜡模毛坯六面已加工。

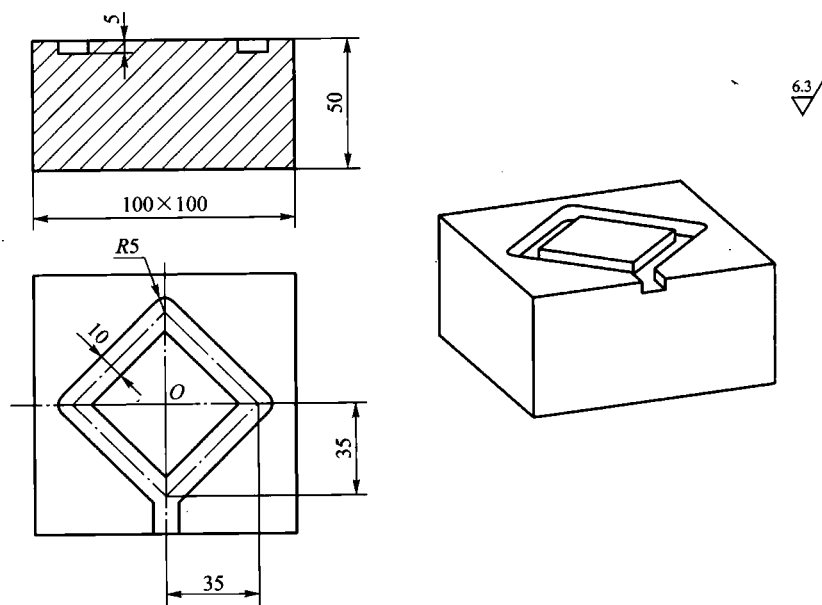


图 1-1

活动一 分组讨论零件的普通铣削加工方案

讨论要点:

(1) 根据普通铣削加工经验,分析在立式铣床上加工图 1-1 所示菱形沟槽工件需要什么方法进行装夹(台虎钳、压板或其他)。

(2) 分析用普通铣削方法完成全部沟槽的加工需要几次装夹或调整,怎么加工。

活动二 观察零件的数控铣削加工过程

特点:只需用调整台虎钳进行一次装夹就可以将全部沟槽加工完成。

小结

数控铣削加工的特点是:

- (1) 简化工艺工装设计工作。
- (2) 减少加工准备时间,减轻操作的劳动强度。
- (3) 坐标联动加工自动化程度高,生产效率高。
- (4) 可以加工复杂形状型面等。

活动三 确定数控铣削加工工艺及工装方案

1. 零件结构及技术要求分析

(1) 零件的菱形沟槽中心线由 $49.5 \text{ mm} \times 49.5 \text{ mm}$ 的直线组成;菱形沟槽宽 10 mm ,深 5 mm 。

(2) 零件有一个与菱形沟槽相通的宽 10 mm 的沟槽。

2. 数控切削工艺工装分析

(1) 定位基准和装夹工具的选择:本工序采用台虎钳装夹,五点定位。

(2) 加工方案的选择:在一次装夹中一次走刀完成全部加工内容。(本工件是蜡模轮廓加工练习,加工精度要求不高,所以不用分粗、精加工。)

(3) 刀具选择:采用 $\phi 10 \text{ mm}$ 键槽铣刀加工。

3. 确定加工顺序、走刀路线(参见图 1-2)

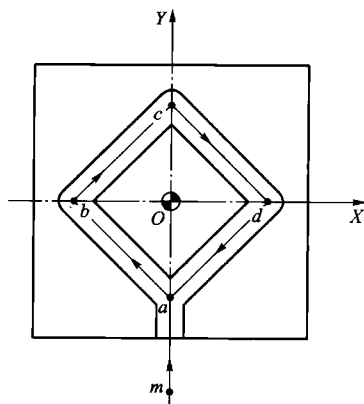


图 1-2

相关知识链接附录一。

(1) 建立工件坐标系原点。详细内容可参见附录一。

(2) 确定起刀点:起刀点设在正方形上表面对称中心 O 点上方 50 mm。

(3) 确定走刀方案:平面进给走刀方案为 $O \rightarrow m \rightarrow a \rightarrow b \rightarrow c \rightarrow d \rightarrow a$,如图 1-2 所示;深度进给走刀方案为槽的深度 5 mm,一次加工完成。

4. 选定切削用量

主轴转速 $n = 900 \text{ r/min}$,进给量 $f = 100 \text{ mm/min}$ 。

5. 填写数控加工工序卡片

数控加工工序卡片				工序号		工序内容		
				1		铣菱形沟槽		
				零件名称	材料	夹具名称	使用设备	
					蜡模	台虎钳		
工步号	程序号	工步内容	刀具号	刀具规格 /mm	主轴转速 /(r/min)	进给量 /(mm/min)	背吃刀量 /mm	备注 (检测说明等)
1	00001	铣沟槽	1	$\phi 10$ 键槽铣刀	900	100	5	
编制			审核			第 页	共 页	

活动四 学习编制数控加工程序基本知识

1. 程序整体结构组成

例:% 开始符

O1001; 程序名

N10 G00 G54 X50 Y30 M03 S900;

N20 G01 X88.1 Y30.2 F100 T01 M08;

N30 X90;

N40

N50

.....

N300 M30;结束指令

}程序主体

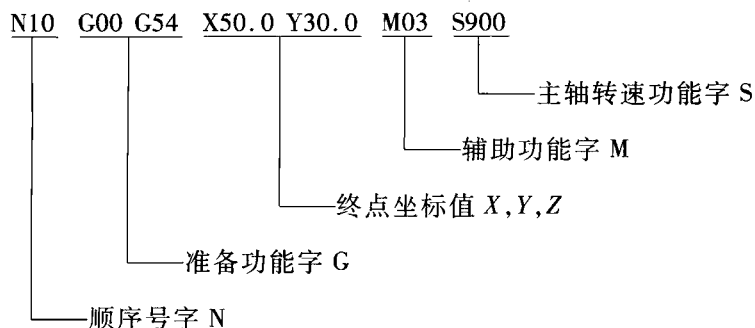
程序开始符、结束符是同一个字符,在 ISO 代码中是%,EIA 代码中是 EP,书写时要单列一段(此处使用的是 FANUC 系统,有些系统可以省略)。

程序名有两种形式:一种由英文字母 O 和 1~4 位正整数组成;另一种为英文字母开头,由字母、数字混合组成。程序名一般要求单列一段。

程序主体由若干个程序段(语句)组成。每个程序段一般占一行。

程序结束指令可以用 M02 或 M30,一般要求单列一段。

2. 程序段组成与格式



常用文字码知识链接参看附录二。

活动五 编制数控加工程序

1. 计算刀位点坐标

m 点坐标： $X=0, Y=-70.0$ 。

a 点坐标： $X=0, Y=-35.0$ 。

b 点坐标： $X=-35.0, Y=0$ 。

c 点坐标： $X=0, Y=35.0$ 。

d 点坐标： $X=35, Y=0$ 。

2. 编制加工程序(G 指令、M 代码应用知识链接见附录二)

程 序	注 解
O1002;	程序名
N10 G90 G92 X0 Y0 Z50.0 M08;	让机床数控系统确认工件坐标系原点 O 的位置,用绝对坐标编程,冷却液开启
N20 G00 X0 Y-70.0 M03 S900;	刀具快速移动至 m 点,主轴开始正转;
N30 G01 Z-5.0 F100;	刀具以 F100 Z 向切削进给至 -5.0 mm 深
N40 Y-35.0;	直线进给切削至 a 点
N50 X-35.0 Y0;	直线进给切削至 b 点
N60 X0 Y35.0;	直线进给切削至 c 点
N70 X35.0 Y0;	直线进给切削至 d 点
N80 X0 Y-35.0;	直线进给切削至 a 点
N90 Y-70.0;	直线进给切削至 m 点
N100 G00 Z50.0;	快速抬刀至 Z50.0
N110 X0 Y0 M09;	返回工件原点,冷却液关闭
N120 M05;	主轴停转
N130 M30;	程序结束

活动六 应用软件进行仿真加工

练习应用计算机模拟加工、调试程序,仿真软件使用知识链接见附录三。

思考与练习

(1) 写出下面这些指令的格式,并解释含义。

G92——

G00——

G01——

M03——

M05——

M30——

S——

T——

F——

(2) 编程使用(1)中的指令时应注意哪些容易出现的问题?

任务二 程序编制练习

活动一 根据程序在图 1-3 中画出刀具中心线切削轨迹图

O1003;	N110 X40.0 Y40.0;
N10 G90 G92 X0 Y0 Z50.0;	N120 G01 Z-3.0;
N20 M03 S500;	N130 X50.0 Y25.0;
N30 G00 X10.0 Y10.0 Z5.0;	N140 X60.0 Y40.0;
N40 G01 Z-3.0 F100;	N150 G00 Z5.0;
N50 X30.0 Y40.0;	N160 X50.0 Y25.0;
N60 G00 Z5.0;	N170 G01 Z-3.0;
N70 X10.0;	N180 Y10.0;
N80 G01 Z-3.0;	N190 G00 Z5.0;
N90 X30.0 Y10.0;	N200 M05;
N100 G00 Z5.0;	N210 M30;

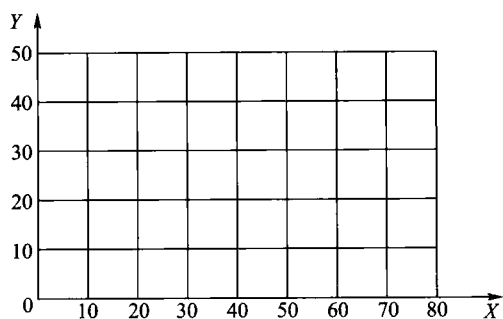


图 1-3

活动二 编制字母数控铣削加工程序

分析字母图形(图 1-4),编制数控铣削加工程序。铣刀直径为 $\phi 4$ mm 加工深度 $t=2$ mm。

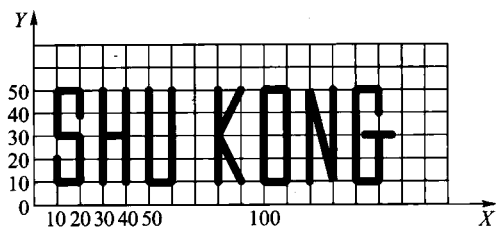


图 1-4

O1004;	N210
N10	N220
N20	N230
N30	N240
N40	N250
N50	N260
N60	N270
N70	N280
N80	N290
N90	N300
N100	N310
N110	N320
N120	N330
N130	N340
N140	N350
N150	N360
N160	N370
N170	N380
N180	N390
N190	N400
N200	

任务三 六边形槽的加工

需加工六边形槽的零件示意图如图 1-5 所示,零件材料为铝合金,毛坯六面已加工。

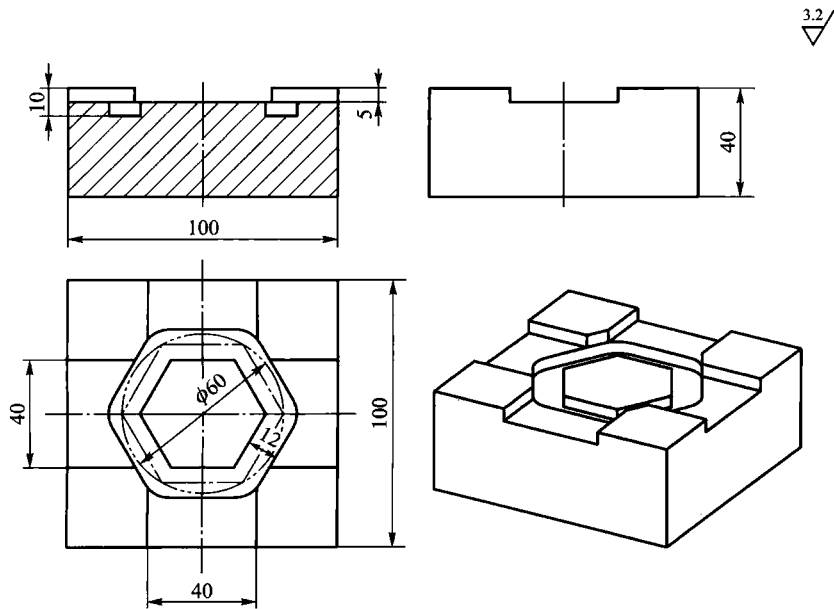


图 1-5

活动一 确定数控铣削加工工艺及工装方案

1. 零件结构及技术要求分析

2. 数控切削工艺工装分析

- (1) 定位基准和装夹工具的选择:_____。
- (2) 加工方法的选择:_____。
- (3) 刀具选择:_____。

3. 确定加工顺序、走刀路线

- (1) 建立工件坐标系原点:_____。
- (2) 确定起刀点:_____。
- (3) 确定走刀方案:_____。

4. 确定切削用量

主轴转速 $n =$ _____。

进给量 $f =$ _____。

5. 填写数控加工工序卡片

数控加工工序卡片				工序号		工序内容		
				零件名称	材料	夹具名称		使用设备
					铝合金	台虎钳		
工步号	程序号	工步内容	刀具号	刀具规格 /mm	主轴转速 /(r/min)	进给量 /(mm/min)	背吃刀量 /mm	备注 (检测说明等)
编制			审核			第 页		共 页

活动二 编制数控加工程序

1. 计算刀位点坐标

2. 编制加工程序

程序	注解
O1005	
N10	
N20	
N30	
N40	
N50	
N60	
N70	
N80	
N90	
N100	
N110	
N120	
N130	

续表

程序	注解
N140	
N150	
N160	
N170	
N180	
N190	
N200	
N210	
N220	
N230	
N240	
N250	
N260	
N270	
N280	
N290	
N300	

活动三 仿真加工

相关内容链接附录三。

活动四 项目评价及总结

项目评价及总结见表 1-1。

表 1-1 项目评价表(100 分满分)

项目内容	占分比重	自评得分	总结	
工装方案	10 分			
刀具选择	10 分			
程序编写	40 分			
仿真加工	20 分			
教师评价	20 分		总分	

思考与练习

(1) 数控铣床的机床原点在什么位置?