

新编21世纪高等职业教育电子信息类规划教材

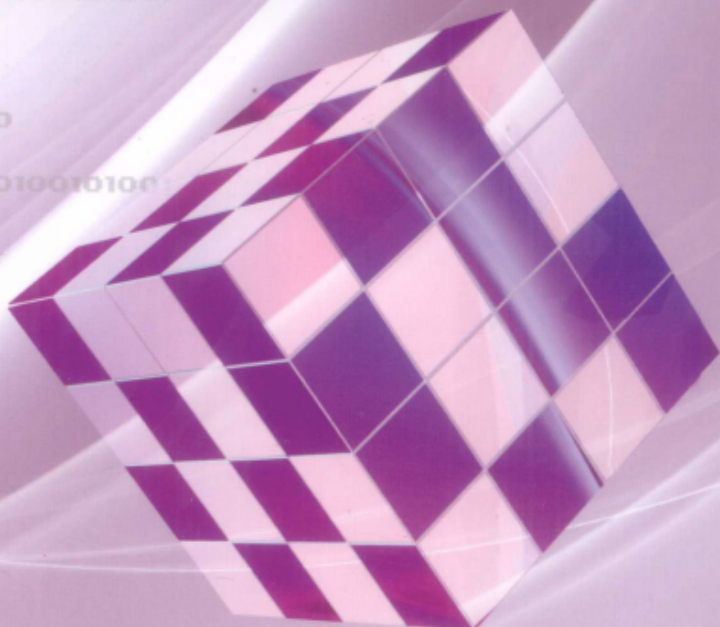


模具设计与制造专业

MasterCAM造型与 仿真加工项目范例

薛茂权 编 著
王兰萍 主 审

010101001
010101001010010101010010100101010
01010100101001010101
010101001010010101001010010100101001
01010100101
010101001010010101010010100
0101010010100101010010100101010
01010100101001010101
010101001010010101001010010100101001
01010100101
010101001010010101010010100
010101001
010101001010010101010010100101010
01010100101001010101
01010100101001010100101001010100101001
01010100101
010101001010010101010010100
010101001
010101001010010101010010100101010
01010100101001010101
0101010010100101010010100101010010100
01010100101
010101001010010101010010100
010101001

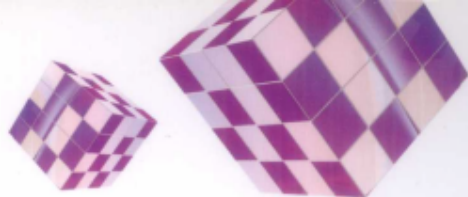


电子工业出版社
PUBLISHING HOUSE OF ELECTRONICS INDUSTRY

<http://www.phei.com.cn>



欢迎登录 **免费** 获取优质教学资源
http://www.hxedu.com.cn



新编21世纪高等职业教育电子信息类规划教材

应用电子技术专业/ 通信技术专业

电子技术(2版)(汪红)
低频电子线路(2版)(刘树林)
电子测量技术(2版)(陆锦荣)
高频电子线路(3版)(林春方)
VCD/DVD机技术(2版)(袁锡明)
电工技能与实训(王荣海)
电子技能与实训(2版)(张大彪)
单片机应用技术(3版)(刘华东)
电子技术专业英语(3版)(朱一纯)
数字电子技术(徐丽香)
数字电路(徐新艳)
数字逻辑电路(2版)(梅开乡)
音响设备技术(2版)(童建华)
电热电动机具原理与维修(2版)(张永生)
电子产品制作工艺与实训(3版)(廖芳)
EDA技术及应用(2版)(朱运利)
模拟电子技术(徐丽香)
电子技术项目教程(谢兰清)
电子CAD技术(2版)(关健)
电子CAD技能与实训——Protel 99 SE(胡继胜)
数字电子技术项目教程(谢兰清 黎艺华)
电子装配工技能实训与考核指导(中、高级工)(杜江淮)
信号与系统(2版)(刘俊)
通信网基础(2版)(谢华)
现代通信原理(3版)(陶亚雄)
电路分析基础(2版)(田丽洁)
现代通信技术(2版)(朱月秀)
数字通信原理与技术(陶亚雄)
通信技术专业英语(陶亚雄)
计算机网络与通信(3版)(廉飞宇)
程控交换技术与设备(2版)(劳文薇)
移动通信与终端(2版)(孙龙杰)
通信工程施工与监理(丁龙刚)
单片机原理与接口技术(3版)(曹天汉)

机电一体化技术专业/ 电气自动化技术专业

电子CAD技术(2版)(关健)
金工实训(2版)(项目导向式)(邵刚)
电力电子技术(2版)(张涛)
MCS-51单片机原理与接口技术(2版)(汪德彪)
单片机C语言编程与实践(丁向荣)
电气控制与PLC原理及应用(西门子机型)(2版)(李道霖)
电气控制与PLC原理及应用(欧姆龙机型)(3版)(程周)
工厂供配电技术(3版)(张莹)
检测技术及应用(2版)(柳桂国)
变频调速技术及应用(2版)(李良仁)
电子CAD技能与实训——Protel 99 SE(胡继胜)
计算机监控系统的设计与调试——组态控制技术(2版)(袁秀英)
电子技术(2版)(汪红)
电机与电气控制(2版)(刘子林)
传感器与检测技术(2版)(谢志萍)
工程力学与机械设计基础(2版)(吴建蓉)
机械设计基础(2版)(邵刚)
机械制图基础(2版)(祁红志)
AutoCAD 2008 工程绘图及实训(桂树国)
电动机与变压器应用技术(3版)(李明)
电机与电气控制技术(程周)
电工电子技术基础(张虹)
电机与电力拖动(2版)(李明)
单片机技能与实训(宋国富)
Pro/Engineer Wildfire 4.0 中文版零件设计(魏加兴)

数控技术应用专业/ 模具设计与制造专业

金工实训(2版)(项目导向式)(邵刚)
数控技术专业英语(2版)(汤彩萍)
数控机床(2版)(李雪梅)
数控加工编程与操作(2版)(黄志辉)
CAD/CAM应用技术之一——Pro/Engineer
造型篇(余蔚荔)
数控机床加工工艺及设备(2版)(田萍)
数控机床故障诊断与维修(2版)(蒋建强)
数控机床与数控编程技术(2版)(陈志雄)
数控技术应用教程——数控车床(上海宇龙公司)
数控技术应用教程——数控铣床和加工中心(上海宇龙公司)
CAXA制造工程师2006实用教程(陈志祥)
数控机床仿真实训(2版)(徐伟)
数控车床中、高级工技能考工实训(蒋建强)
加工中心中级工、高级工实训教程(汤伟文)
数控系统安装与调试——基于工作过程工学结合课程实施整体解决方案(汤彩萍)
模具设计与制造基础(黄志辉)
模具数控加工技术(蒋建强)
UGNX 4注塑模具设计(王树勋)
UGNX 4三维造型(李开林)
NX 5数控编程精解与实例(李维)
MasterCAM X2实用教程(汪平华)
冷冲压工艺与模具设计(王树勋)
UG NX 5工业设计精解与实例(李开林)
MasterCAM 造型与仿真加工项目范例(薛茂权)

公共课

就业指导与创业教育(2版)(徐振轩)
新编计算机应用基础教程(3版)(刘勇)
微型计算机原理及应用(3版)(朱定华)



策划: 陈晓明
责任编辑: 赵云峰
责任美编: 王 嵩



本书贴有激光防伪标志, 凡没有防伪标志者, 属盗版图书。

ISBN 978-7-121-10772-6



9 787121 107726 >

定价: 28.00 元

新编 21 世纪高等职业教育电子信息类规划教材·模具设计与制造专业

MasterCAM 造型与仿真加工 项目范例

薛茂权 编著

王兰萍 主审

電子工業出版社

Publishing House of Electronics Industry

北京·BEIJING

前 言

MasterCAM 是美国 CNCsoftware 公司推出的基于 PC 平台的 CAD / CAM 一体化软件, 由于其卓越的设计及加工功能, 成为国内外制造业广泛使用的 CAD/CAM 软件, 在世界上拥有众多的忠实用户, 被广泛应用于机械、电子、航空、汽车等领域, 特别在模具制造业中应用最广。目前, 在我国制造业及教育业界, MasterCAM 由于其出色的表现, 有着极为广阔的应用前景, 作为一款 CAD / CAM 集成软件, MasterCAM 系统包括设计 (CAD) 和加工 (CAM) 两大部分。

本书采用由浅入深的讲述方法, 循序渐进地介绍了 MasterCAM 的 CAD 和 CAM 功能的使用方法与技巧。全书共分 5 章, 通过棘轮二维线框、挂轮架二维线框、三通管线框曲面造型、吹风机线框曲面造型、连杆实体造型、活塞实体造型、模板二维加工、摩擦圆盘压铸模腔实体建模与 CAD/CAM 仿真加工以及摩擦楔块锻模实体建模与仿真加工等 19 个项目范例, 分别介绍了 MasterCAM 二维绘图、三维线框曲面造型、实体造型、二维加工和曲面加工。本教材在编写形式上具有以下特点。

1. 基于“建构主义”理论的“项目任务驱动”教学模式

以专业建设与人才培养方案为依据, 以满足技能型人才培养的需要为出发点, 正确把握教学内容和课程体系的改革方向, 针对模具 CAD/CAM 这一最能体现技能与实际操作能力的内容, 突出应用性。通过大量的项目任务驱动, 不仅使学生在完成任务的过程中完成知识的建构, 以典型项目引路, 举一反三, 深化学生对理论知识的理解, 而且使教学内容鲜活而生动, 促使学生有效掌握。

2. 体现系统性

本教材不仅体现课程内知识点之间的内在联系, 而且注重课程与《金属切削》、《机械制图》以及《数控编程》等课程的交叉与渗透, 有利于学生专业知识体系的整体建构。

3. 突出创新性

创新能力和素质的培养不仅要求获得掌握知识的能力, 而且要求获得发展知识的素质。本教材突破传统的“注入式知识讲解”教学方法, 转变为适应高职人才培养要求的“探究式任务驱动”模式; 教学形式由“单一的教师讲授”转变为“多形式的互动交流”。

有了这本教材, 将改变过去课堂教学光听理解不深, 课外实践受时间、主题无法控制等诸多的客观因素制约的局面。

本教材结构安排合理, 内容翔实, 实例丰富, 讲解详细, 通俗易懂。同时, 书中包含了大量的习题, 使读者在学习完内容后能够及时检查对所学内容的掌握情况。

本教材适合于 MasterCAM 的初、中级用户, 可作为大专院校及技工学校机械设计与制造、数控技术、机电一体化、模具设计与制造等专业 CAD/CAM 课程的教材, 也可作

为自学者以及从事数控编程、CNC 机床操作的初、中级人员的教材或解决问题思路的学习用书。

本教材由常州轻工职业技术学院薛茂权编著，顾亚桃编写了第 5 章项目 19，常州轻工职业技术学院王兰萍对全书进行了审阅，王乾、杨力、韩莲参与了部分编写工作，在此表示衷心的感谢。在本书的编写过程中，我们力求精益求精，但不足之处仍在所难免，欢迎广大读者批评指正。

作者

2010 年 1 月

参加“新编 21 世纪高等职业教育电子信息类规划教材”

编写的院校名单（排名不分先后）

桂林工学院南宁分院

江西信息应用职业技术学院

江西蓝天职业技术学院

吉林电子信息职业技术学院

保定职业技术学院

安徽职业技术学院

杭州中策职业学校

黄石高等专科学校

天津职业技术师范学院

福建工程学院

湖北汽车工业学院

广州铁路职业技术学院

台州职业技术学院

重庆科技学院

济宁职业技术学院

四川工商职业技术学院

吉林交通职业技术学院

连云港职业技术学院

天津滨海职业技术学院

杭州职业技术学院

重庆电子工程职业学院

重庆工业职业技术学院

重庆工程职业技术学院

广州大学科技贸易技术学院

湖北孝感职业技术学院

江西工业工程职业技术学院

四川工程职业技术学院

广东轻工职业技术学院

广东师范职业技术学院

西安理工大学

辽宁大学高职学院

天津职业大学

天津大学机械电子学院

九江职业技术学院

包头职业技术学院

北京轻工职业技术学院

黄冈职业技术学院

郑州工业高等专科学校

泉州黎明职业大学

浙江财经学院信息学院

南京理工大学高等职业技术学院

南京金陵科技学院

无锡职业技术学院

西安科技学院

西安电子科技大学

河北化工医药职业技术学院

石家庄信息工程职业学院

三峡大学职业技术学院

桂林电子工业学院高职学院

桂林工学院

南京化工职业技术学院

湛江海洋大学海滨学院

江西工业职业技术学院

江西渝州科技职业学院

柳州职业技术学院

邢台职业技术学院

漯河职业技术学院

太原电力高等专科学校

苏州经贸职业技术学院

金华职业技术学院

河南职业技术师范学院

新乡师范高等专科学校

绵阳职业技术学院

成都电子机械高等专科学校

河北师范大学职业技术学院

常州轻工职业技术学院

常州机电职业技术学院

无锡商业职业技术学院

河北工业职业技术学院

天津中德职业技术学院

安徽电子信息职业技术学院

合肥通用职业技术学院

安徽职业技术学院

浙江工商职业技术学院

河南机电高等专科学校

深圳信息职业技术学院

湖南信息职业技术学院

江西交通职业技术学院

沈阳电力高等专科学校

温州职业技术学院

温州大学

广东肇庆学院

湖南铁道职业技术学院

宁波高等专科学校

南京工业职业技术学院

浙江水利水电专科学校

成都航空职业技术学院

吉林工业职业技术学院

上海新侨职业技术学院

天津渤海职业技术学院

驻马店师范专科学校

郑州华信职业技术学院

浙江交通职业技术学院

江门职业技术学院

广西工业职业技术学院

广州今明科技公司

无锡工艺职业技术学院

江阴职业技术学院

南通航运职业技术学院

山东电子职业技术学院

潍坊学院

广州轻工高级技工学校

江苏工业学院

长春职业技术学院

目 录

第 1 章 二维线框绘图	(1)
1.1 项目 1 垫片二维线框	(1)
1.1.1 绘制中心线	(2)
1.1.2 绘制轮廓线	(2)
1.1.3 尺寸标注	(3)
1.1.4 保存图形	(3)
1.2 项目 2 棘轮二维线框	(4)
1.2.1 绘制辅助线	(5)
1.2.2 绘制轮廓线	(6)
1.2.3 绘制五边形和键槽	(7)
1.2.4 保存图形	(8)
1.3 项目 3 挂轮板二维线框	(8)
1.3.1 绘制辅助线	(9)
1.3.2 绘制轮廓线	(10)
1.3.3 图形的修整	(11)
练习 1 二维绘图项目练习	(11)
第 2 章 三维线框曲面造型	(18)
2.1 项目 4 六面体线框曲面造型	(18)
2.1.1 三维线框的绘制	(19)
2.1.2 绘制曲面	(21)
2.1.3 保存图形	(23)
2.2 项目 5 三通管线框曲面造型	(23)
2.2.1 绘制 R30 的圆弧线框	(24)
2.2.2 绘制 R20 的圆弧线框	(24)
2.2.3 绘制曲面	(27)
2.2.4 保存图形	(27)
2.3 项目 6 吹风机线框曲面造型	(27)
2.3.1 吹风机线框造型	(28)
2.3.2 吹风机曲面造型	(30)
2.3.3 保存图形	(32)
2.4 项目 7 电吹风线框曲面造型	(32)
2.4.1 电吹风线框造型	(33)
2.4.2 电吹风曲面造型	(36)
2.4.3 保存图形	(38)

2.5 项目 8 壳形、伞形线框曲面造型	(38)
2.5.1 壳形线框造型	(39)
2.5.2 绘制壳形曲面	(40)
2.5.3 绘制伞形线框	(40)
2.5.4 绘制伞形曲面	(41)
练习 2 三维线框曲面项目练习	(42)
第 3 章 实体造型	(45)
3.1 项目 9 支架三维实体造型	(45)
3.1.1 绘制支架三维线框	(46)
3.1.2 实体拉伸	(47)
3.1.3 绘制支架实体的三视图	(48)
3.1.4 转换格式存档	(49)
3.2 项目 10 连杆实体造型	(50)
3.2.1 绘制连杆俯视图二维线框	(51)
3.2.2 连杆实体挤出	(52)
3.2.3 绘制圆球实体	(52)
3.2.4 修整实体	(53)
3.2.5 保存连杆图形	(54)
3.3 项目 11 旋钮三维实体造型	(54)
3.3.1 绘制俯视图线框	(55)
3.3.2 绘制前视图线框	(56)
3.3.3 创建旋钮实体	(56)
3.3.4 实体导圆角	(58)
3.3.5 保存图形	(58)
3.4 项目 12 活塞实体造型	(58)
3.4.1 绘制圆柱实体	(59)
3.4.2 绘制线框	(59)
3.4.3 创建活塞实体	(60)
3.4.4 实体导圆角	(62)
3.4.5 切割活塞环槽	(62)
练习 3 实体造型项目练习	(63)
第 4 章 二维加工	(75)
4.1 项目 13 模板二维加工	(75)
4.1.1 绘制二维线框外形轮廓	(76)
4.1.2 绘制二维线框型腔轮廓	(77)
4.1.3 绘制月牙型腔和旋转型腔	(77)
4.1.4 设定工件毛坯	(79)
4.1.5 面铣上平面	(80)
4.1.6 外形铣削	(82)
4.1.7 挖槽加工	(84)

4.1.8 挖槽旋转的型腔及月牙型腔, $2 \times \phi 10$ 孔	(87)
4.1.9 钻中心孔	(88)
4.1.10 钻孔	(90)
4.1.11 铰孔	(91)
4.1.12 程序后处理	(93)
4.2 项目 14 排孔模板二维加工	(94)
4.2.1 绘制二维线框外形轮廓	(95)
4.2.2 外形铣削	(98)
4.2.3 挖槽加工	(99)
4.2.4 钻孔加工	(101)
4.2.5 加工圆角毛刺	(103)
4.2.6 程序后处理	(104)
练习 4 二维加工项目练习	(105)
第 5 章 曲面加工	(111)
5.1 项目 15 五角星曲面建模与仿真加工	(111)
5.1.1 构建三维线框造型	(112)
5.1.2 绘制五角星曲面	(112)
5.1.3 构建刀具路径	(113)
5.2 项目 16 摩擦圆盘压铸模腔实体建模与仿真加工	(117)
5.2.1 绘制摩擦圆盘压铸模腔实体	(118)
5.2.2 主球底型腔和个凸台曲面数控加工仿真	(123)
5.2.3 NC 代码及传输程序	(127)
5.3 项目 17 鼠标的曲面建模与仿真加工	(129)
5.3.1 鼠标 CAD 三维线框造型	(130)
5.3.2 绘制鼠标曲面	(131)
5.3.3 鼠标 CAM 数控加工仿真	(136)
5.4 项目 18 摩擦楔块锻模实体建模与仿真加工	(144)
5.4.1 绘制实体	(145)
5.4.2 摩擦楔块锻模曲面数控加工仿真	(155)
5.4.3 NC 代码及传输程序	(159)
5.5 项目 19 电话筒曲面造型与上、下盖凸、凹模仿真加工	(160)
5.5.1 电话筒整体造型	(161)
5.5.2 电话筒上盖凸模仿真加工	(173)
5.5.3 电话筒上盖凹模仿真加工	(190)
5.5.4 电话筒下盖凸模仿真加工	(208)
5.5.5 电话筒下盖凹模仿真加工	(228)
练习 5 曲面加工项目练习	(248)
参考文献	(257)

第1章 二维线框绘图

本章要点

- 垫片二维线框。
- 棘轮二维线框。
- 挂轮板二维线框。

本章介绍图形的二维线框构图，主要通过垫片、棘轮和挂轮板二维线框的绘制，重点介绍直线、圆弧和多边形等的绘制方法。同时对图形的编辑方法、标注、图形的保存作了简单的介绍。

1.1 项目1 垫片二维线框

1. 项目任务分析

根据图 1.1 要求，独立完成简单二维图形的绘制和标注。该图形由一个直径 20mm 和一个由直线和圆弧连成的外形构成，外形由 4 段直线和一半径为 44mm 的圆弧组成，主要完成圆、圆弧和直线的绘制以及它们之间的修剪，完成相应尺寸的标注。

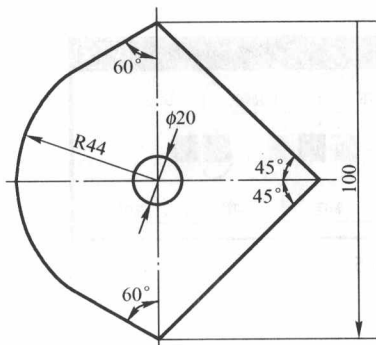


图 1.1

2. 教学目标

(1) 能力目标：掌握二维图形的绘制步骤及方法；熟悉运用 MasterCAM 进行二维线框造型、修剪编辑以及尺寸标注。

(2) 知识目标：掌握圆和直线的不同绘制方法，绘图、编辑命令工具条使用；了解并熟悉图素属性的设置和修改，掌握不同尺寸的标注方法。

(3) 素质目标：激发学习兴趣，培养勤于思考的习惯，分享举一反三、触类旁通的学习经验。

下面对项目实施做详细介绍。

1.1.1 绘制中心线

(1) 单击 **C 绘图** → **L 直线** → **H 水平线**，输入 **【-60, 0】**，回车，再输入 **【60, 0】**，回车，输入 Y 坐标为 **【0】**。单击 **回上层功能** → **V 垂直线**，输入 **【0, -60】**，回车，再输入 **【0, 60】** 回车，输入 X 坐标为 **【0】**。此时两线交点为原点，如图 1.2 所示。



图 1.2

(2) 单击 **回主功能表** → **S 萤幕** → **A 改变属性**，出现 **【属性】** 对话框，如图 1.3 所示，在 **颜色** 下的小框打上小勾，如图 1.4 所示，然后单击 ，出现 **【颜色】** 对话框，如图 1.5 所示，选择红色，单击 **确定**，接着在 **线型** 下的小框打上小勾，在 **线型** 下拉框中选择 **——— 中心线**，最后单击 **确定**，在界面左下角出现 **请选择欲作改变之图素**，选择图 1.2 中所示的两条直线，得到图 1.6 所示的结果。

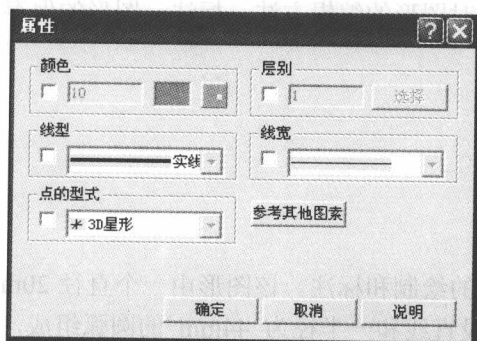


图 1.3



图 1.4

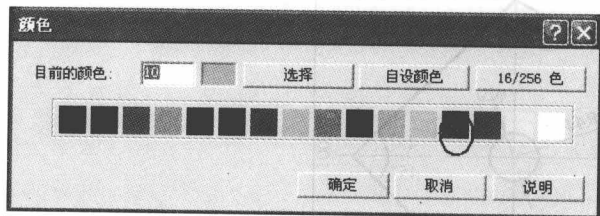


图 1.5

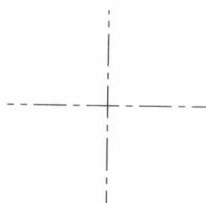


图 1.6

1.1.2 绘制轮廓线

(1) 单击 **回主功能表** → **C 绘图** → **A 圆弧** → **D 点直径圆**，输入直径 **【20】**，回车，单击 **Q 原点(0,0)**， $\phi 20$ 的圆 1 绘制完成。

(2) 单击 **回上层功能** → **R 点半径圆**，输入半径 **【44】**，回车，单击 **Q 原点(0,0)**，R44 的圆 2 绘制完成。

(3) 单击 **回主功能表** → **C 绘图** → **L 直线** → **E 两点画线**，输入第一端点坐标 **【50, 0】**，回车，输入第二端点坐标 **【0, 50】**，回车，完成直线 3；继续输入第一端点坐标 **【50, 0】** 回车，输入第二端点坐标 **【0, -50】**，回车，完成直线 4。

(4) 单击 **回上层功能** → **P 极坐标线**，捕捉点 5，输入角度 **【210】**，回车，输入线长 **【30】**，回车（这边线长可取一个任意值），完成直线 6，捕捉点 7，输入角度 **【150】**，回车，

输入线长【30】，回车（这边线长可取一个任意值），完成直线 8，如图 1.7 所示。

(5) 单击 **回主功能表** → **M 修整** → **I 修剪延伸** → **3 三个物体**，按顺序选择直线 6，直线 8，圆 2 左半部分，图形修整为最终图形，如图 1.8 所示。

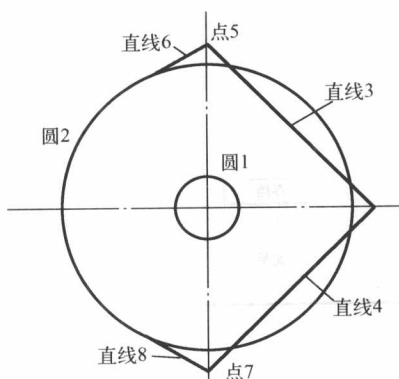


图 1.7

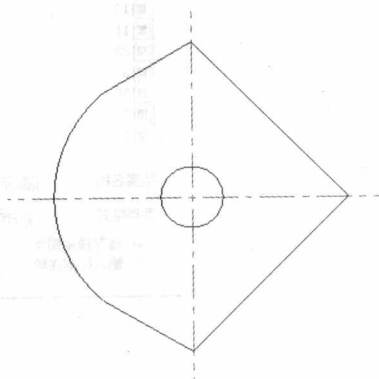


图 1.8

1.1.3 尺寸标注

(1) 单击 **回主功能表** → **C 绘图** → **D 尺寸标注** → **G 整体设定**，出现尺寸标注整体设定对话框，如图 1.9 所示，可以对标注的尺寸进行相应的设定，完成设定后单击 **确定**，**D 标示尺寸** → **L 平行标示**，點選图 1.7 中所示的点 5、点 7，移动光标到合适位置单击，完成垂直距离 100 的标注；单击 **回主功能表** → **C 圆弧标示**，移动光标到圆 2 位置，单击完成 R44 的标注；单击 **回上层功能** → **C 圆弧标示**，移动光标到圆 1 位置，单击完成 $\phi 20$ 的标注；单击 **回上层功能** → **A 角度标示**，选取直线 6 和垂直中心线，完成 60° 的角度标注，同样方法完成剩余角度标注，结果如图 1.10 所示。

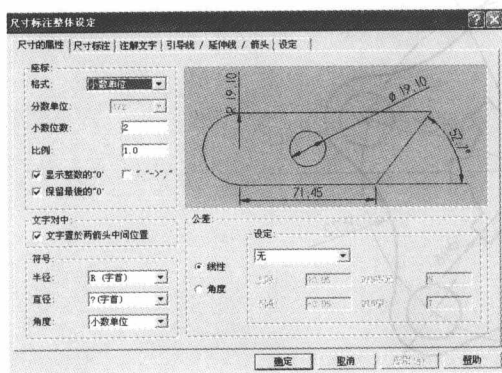


图 1.9

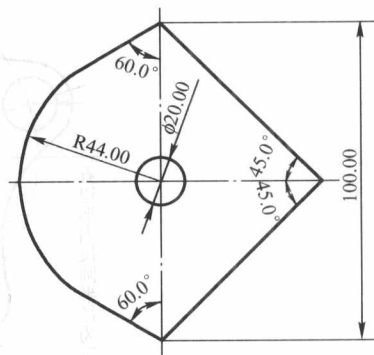


图 1.10

1.1.4 保存图形

单击 **回主功能表** → **E 档案** → **S 存档**，出现如图 1.11 所示对话框，选择保存的路径，确定档案名称后，单击【存档】，完成图形的保存。

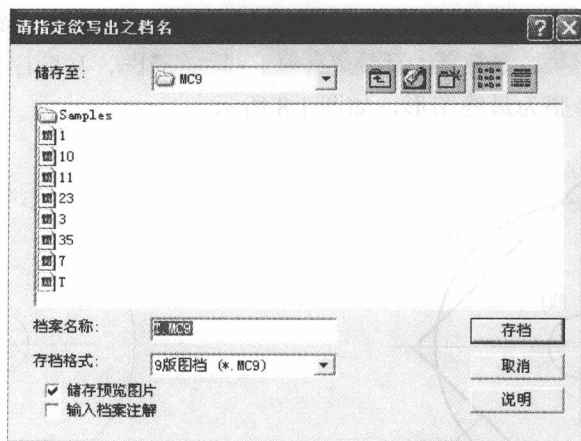


图 1.11

1.2 项目 2 棘轮二维线框

1. 项目任务分析

根据图 1.12 所示要求，独立完成简单二维图形的绘制。图形为由 R72mm 和 R24mm 的圆弧连成的外形，中心由一五边形和齿轮形图案构成。该图形主要特点为特征图形的圆周分布，主要完成外形圆、圆弧的绘制和圆周分布以及它们之间的修剪，完成五边形、齿轮形图案的直线和圆弧的绘制及编辑。

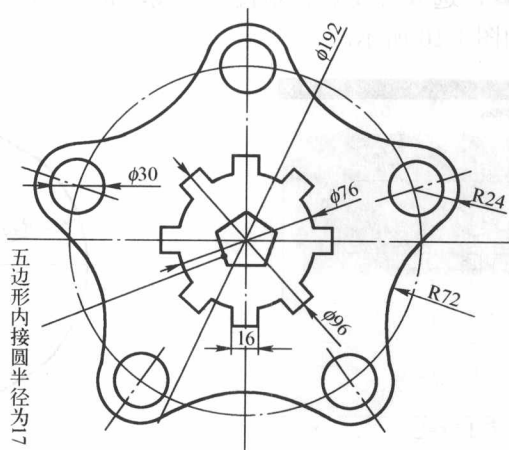


图 1.12

2. 教学目标

- (1) 能力目标：掌握二维图形的绘制步骤及方法；熟悉运用 MasterCAM 进行二维线框造型、修剪编辑。
- (2) 知识目标：掌握圆弧、直线和五边形的绘制方法，绘图、编辑命令工具条的使

用；了解并熟悉图素属性的设置和修改，掌握图形转换复制功能的使用；掌握表达方法的综合运用。

(3) 素质目标：激发学习兴趣，培养勤于思考的习惯，分享举一反三、触类旁通的学习经验。

下面对项目实施做详细介绍。

1.2.1 绘制辅助线

1. 定义辅助线属性

(1) 单击 **图素属性**，出现属性对话框，如图 1.13 所示

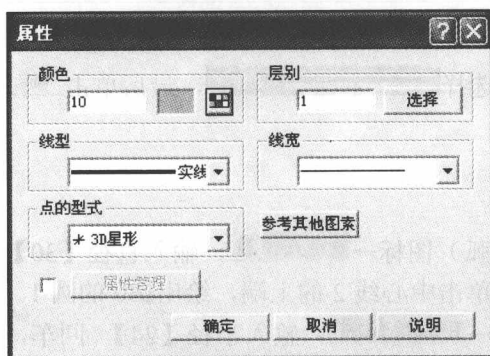


图 1.13

(2) 单击 , 出现【颜色】对话框，如图 1.14 所示，选择红色，单击 **确定**，在 **线型** 下拉框中选择  **中心线**，最后单击 **确定**，完成定义辅助线颜色和线型的定义。

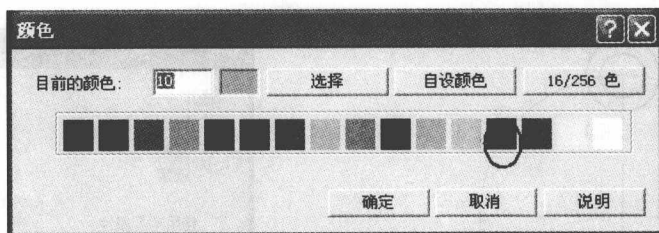


图 1.14

2. 绘制辅助线

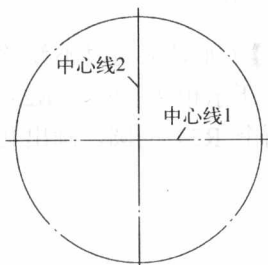


图 1.15

(1) 单击工具栏上的  (绘制直线) → **E 两点画线**，输入第一个端点 **[-100, 0]**，回车，再输入第二个端点 **[100, 0]**，回车，完成中心线 1，接着输入 **[0, -100]**，回车，再输入 **[0, 100]**，回车，完成中心线 2，此时两线交点为原点。

(2) 单击  (绘制圆弧) 图标 → **D 点直径圆**，输入直径 **[192]**，回车，单击 **O 原点(0,0)**， $\phi 192$ 的辅助圆绘制完成，最终辅助线如图 1.15 所示。

1.2.2 绘制轮廓线

1. 定义轮廓线属性

(1) 单击 **图案属性**，出现属性对话框，如图 1.13 所示。

(2) 单击 **颜色**，出现【颜色】对话框，如图 1.16 所示，选择绿色，单击 **确定**。

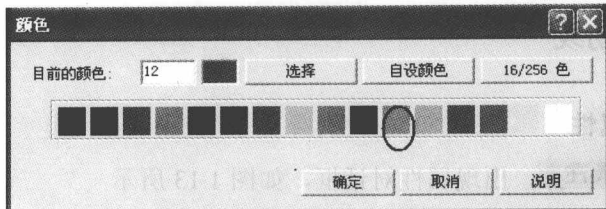


图 1.16

(3) 在 **线型** 下拉框中选择 **实线**，最后单击 **确定**，完成定义轮廓线颜色和线型的定义。

2. 绘制轮廓线

(1) 单击 **绘制圆弧** 图标 → **D 点直径圆**，输入直径 **30**，回车，单击 **I 交点**，单击图 1.15 中所示的圆弧，再单击中心线 2 的上端，画出 $\phi 30$ 的圆 1。

(2) 单击 **回上层功能** → **R 点半径圆**，输入半径 **24**，回车，单击 **C 圆心点**，单击刚绘制的 $\phi 30$ 的圆 1，完成 R24 圆 2 的绘制，如图 1.17 所示。

(3) 单击 **回主功能表** → **X 转换** → **R 旋转**，选择刚作出的圆 1，圆 2，单击 **D 执行** → **O 原点(0,0)**，在出现的对话框中选择复制，次数为 **4**，旋转角度 **360/5**，如图 1.18 所示。最后单击 **确定**，结果如图 1.19 所示。

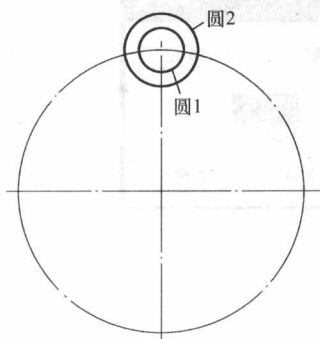


图 1.17

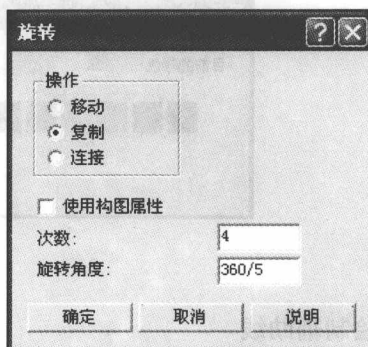


图 1.18

(4) 单击 **导圆角** 图标 → **I 修整方式**，把 **Y** 改成 **N**（即导圆角时不修整边界线），再单击 **R 圆角半径**，输入 **72**，回车。分别选择图 1.19 中所示相邻的两个 R24 的圆 2 和圆 3，选择图 1.20 中所示的弧 1 保留；继续选择相邻的两个 R24 的圆，画出其他 R72 的圆弧，结果如图 1.21 所示。

3. 图形的修整

对于绘制好的图形，必须作进一步的修整才能符合我们的需求。

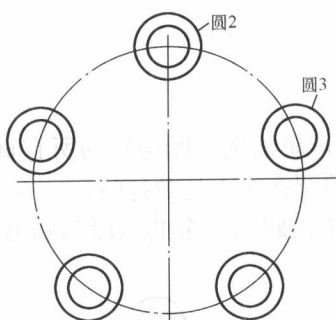


图 1.19

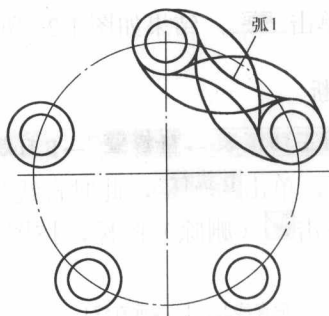


图 1.20

(1) 单击 **回主功能表** → **M 修整** → **I 修剪延伸** → **3 三个物体**，选择图 1.21 中所示弧 1、弧 2，再选弧 3，完成弧 3 的修剪；用同样的方法完成剩余 R24 圆弧的修剪，结果如图 1.22 所示。

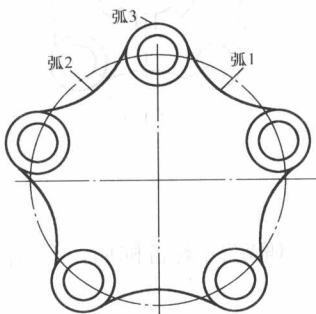


图 1.21

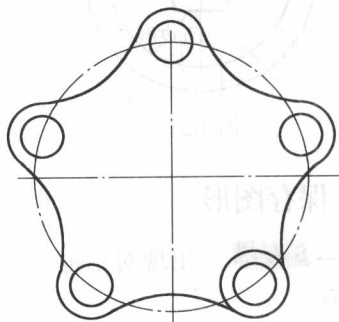


图 1.22

1.2.3 绘制五边形和键槽

(1) 单击 **回主功能表** → **C 绘图** → **N 下一页** → **P 多边形**，出现绘制多边形对话框，按图 1.23 所示设置，单击 **确定**，单击 **Q 原点(0,0)**，完成绘制五边形。

(2) 单击 **绘制圆弧** 图标 → **D 点直径圆**，输入直径 **【76】**，回车，单击 **Q 原点(0,0)**， $\phi 76$ 的圆绘制完成；单击 **回上层功能** → **D 点直径圆**，输入直径 **【95】**，回车，单击 **Q 原点(0,0)**， $\phi 95$ 的圆绘制完成；单击 **垂直线** 图标 → **V 垂直线**，在刚绘制的 $\phi 76$ 和 $\phi 95$ 的圆附近，任意单击确定第一个端点，然后在下方单击，输入 X 坐标 **【8】**，用同样方法输入 X 坐标 **【-8】**，结果如图 1.24 所示。

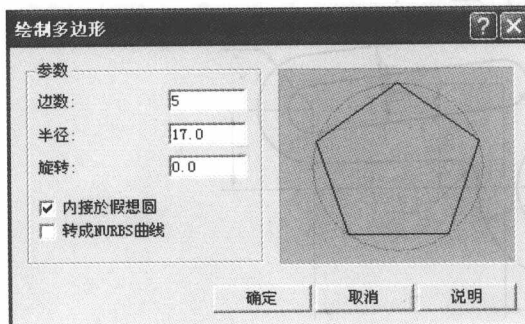


图 1.23

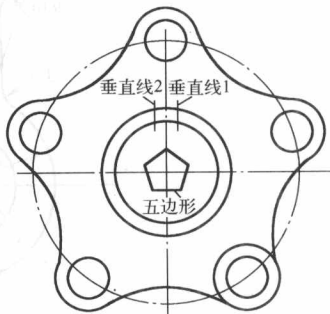


图 1.24

(3) 单击 **回主功能表** → **X 转换** → **R 旋转**，选择刚作出的垂直线 1，垂直线 2，单击 **D 执行** → **Q 原点(0,0)**，在出现图 1.18 所示的对话框中选择复制，次数为 **【7】** 次，旋转角度