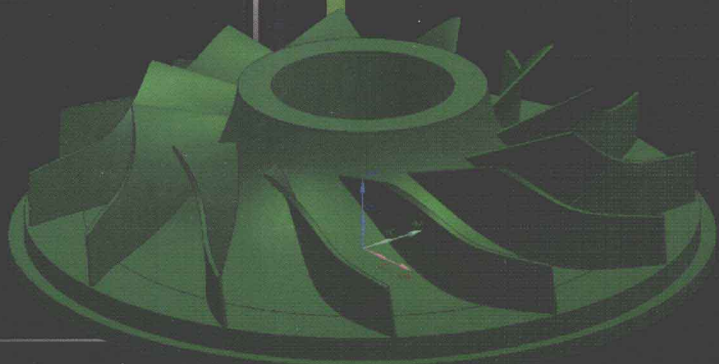
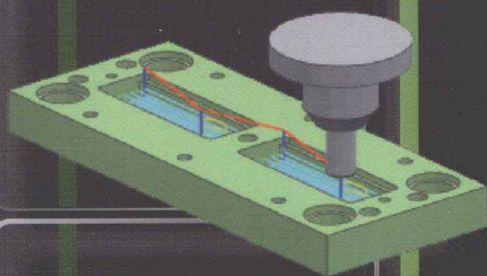


高级数控培训丛书

# UG五轴数控编程 实例详解

汤振宁 编著

UG WUZHOU SHUKONG  
BIANCHENG  
SHILI XIANGJIE



化学工业出版社

高级数控编程丛书

# UG五轴数控编程 实例详解

汤振宁 编著

UG WUZHOU SHUKONG  
BIANCHENG  
SHILI XIANGJIE



化学工业出版社

· 北京 ·

本书由浅入深地将 UG 数控五轴编程技术所使用的各项功能进行了比较全面的分析和阐述。本书共分七章, 主要内容包括椭球建模与编程、风罩建模与编程、壳体建模与编程、叶片建模与编程、叶盘建模与编程、叶轮建模与编程、多边形凹球面体建模与编程, 附录部分介绍了五轴后置处理。本书将数控加工工艺与 CAM/CAM 技术融合后, 以 UG 软件作为载体通过七个典型案例的建模与编程详尽地展现了不同类型零件的数控五轴加工程序编制全过程。全书各章既有联系, 又有一定的独立性。本书可供各职业院校机械类专业师生、机械工程技术人員、车间加工操作人员、继续学历教育者和再就业者参考使用。

### 图书在版编目 (CIP) 数据

UG 五轴数控编程实例详解 / 汤振宁编著. —北京:  
化学工业出版社, 2013.5  
(高级数控培训丛书)  
ISBN 978-7-122-16647-0

I. ①U… II. ①汤… III. ①数控机床—程序设计—  
技术培训—教材 IV. ①TG659

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2013) 第 042508 号

---

责任编辑: 王 焯  
责任校对: 宋 玮

文字编辑: 谢蓉蓉  
装帧设计: 王晓宇

---

出版发行: 化学工业出版社 (北京市东城区青年湖南街 13 号 邮政编码 100011)  
印 刷: 北京永鑫印刷有限责任公司  
装 订: 三河市万龙印装有限公司  
787mm×1092mm 1/16 印张 13¼ 字数 341 千字 2013 年 6 月北京第 1 版第 1 次印刷

---

购书咨询: 010-64518888 (传真: 010-64519686) 售后服务: 010-64518899

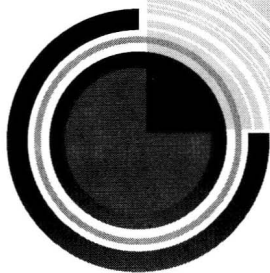
网 址: <http://www.cip.com.cn>

凡购买本书, 如有缺损质量问题, 本社销售中心负责调换。

---

定 价: 48.00 元

版权所有 违者必究



## “高级数控培训丛书”编委会

主 任：巨明庆

副 主 任：张文胜 赵 武 李 虎 张立新

委 员（以姓氏笔画为序）

王红珠 巨明庆 甘志文 石从继 史效忠 汤振宁 汤淋彬 李正泽

李 虎 李 锋 杨柠嘉 张文胜 张立新 张 瑛 周怀兵 郑 欣

赵 武 袁秋岐 郭 娜 韩庆华 韩 轶

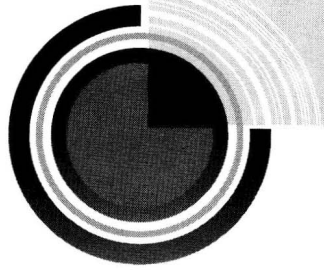
“高级数控培训丛书”各分册

《数控宏程序应用技术及实例精粹》

《UG 五轴数控编程实例详解》

《VERICUT 数控仿真培训教程》

总 策 划：李 锋



## FOREWORD 前言

自 1952 年世界上第一台数控机床问世以来,随着制造业的发展,其在国民经济发展和国防安全等方面起着越来越重要的作用。尤其是近几年五轴数控加工已经成为机械加工中较为常用的工艺方法。UG 作为当前被广泛使用的数控编程软件为五轴数控机床提供了全面的数控编程解决方案。

读者可通过对本书中五轴数控编程实例的学习和研究,开拓思路,掌握五轴数控加工工艺方案的选择、计算机建模方法的使用、刀具走刀路线的优化、机械加工产品质量控制和生产率提高等知识,使理论知识融会贯通于生产实践。

本书力求语言精炼、论述清晰、图文并茂,书中内容与企业接轨,以企业实际零件加工的工艺过程为导向,充分体现理论知识与实践技能的结合及应用。本书的编写人员均为“双师型”教师和企业生产设计工作者,他们在实际工作中积累了丰富的工程实践和教学经验,使得本书具有实用性与先进性并举的特点及紧扣生产实际的鲜明特色。

本书由沈阳职业技术学院汤振宁编著。在编写过程中得到沈阳航天新星机电有限责任公司甘志文,陕西航天职工大学李锋,中航工业沈阳黎明航空发动机(集团)有限责任公司韩庆华、郭娜、梅大禄,辽宁省机电工程学校贾鹏,大石桥市中等职业技术专业学校汤淋彬,沈阳大学科技工程学院杨柠嘉,辽宁轨道交通职业学院韩轶,华中科技大学武昌分校石从继,沈阳大学徐富业的大力支持和帮助,在此表示衷心的感谢!

因编者水平所限,书中难免存在错漏之处,敬请读者提出宝贵意见。

编著者  
2013 年 2 月

**第 1 章 椭球建模与编程**

本章要点 /1

本章案例——椭球零件 /1

零件图分析 /2

1.1 椭球零件建模 /2

1.1.1 建模工艺分析 /2

1.1.2 长方体底座建模 /2

1.1.3 半椭球体建模 /4

1.1.4 创建圆角 /6

1.2 椭球加工轨迹创建 /6

1.2.1 加工工艺分析 /6

1.2.2 坐标系设置 /7

1.2.3 毛坯设置 /8

1.2.4 创建刀具组 /10

1.2.5 创建粗加工刀具路径 /12

1.2.6 创建长方体上平面精加工刀具路径 /15

1.2.7 创建半椭球曲面精加工刀具路径 /17

1.3 刀具路径后处理 /21

**第 2 章 风罩建模与编程**

本章要点 /23

本章案例——风罩 /23

零件图分析 /24

2.1 风罩零件建模 /24

2.1.1 建模工艺分析 /24

2.1.2 六边形底座板建模 /25

2.1.3 创建孔系和倒角 /27

2.1.4 创建  $R52$  圆球体和  $R6$ 、 $R4$  圆角 /32

2.1.5 创建 12 个均布扇形槽 /36

2.2 风罩加工轨迹创建 /42



- 2.2.1 加工工艺分析 /42
- 2.2.2 坐标系设置 /42
- 2.2.3 毛坯设置 /44
- 2.2.4 创建刀具组 /45
- 2.2.5 创建方法组 /46
- 2.2.6 创建风罩加工刀具路径 /47
- 2.3 刀具路径后处理 /68

### 第3章 壳体建模与编程

本章要点 /69

本章案例——壳体 /69

零件图分析 /70

- 3.1 壳体建模 /70
  - 3.1.1 建模工艺分析 /70
  - 3.1.2 壳体基体建模 /71
  - 3.1.3 壳体锥面法兰建模 /73
  - 3.1.4 壳体锥面下陷建模 /75
  - 3.1.5 创建最终壳体 /77
- 3.2 壳体加工轨迹创建 /80
  - 3.2.1 加工工艺分析 /80
  - 3.2.2 坐标系设置 /80
  - 3.2.3 毛坯设置 /82
  - 3.2.4 创建刀具组 /83
  - 3.2.5 创建锥面处法兰刀具路径 /83
  - 3.2.6 创建锥面处下陷刀具路径 /89
- 3.3 程序后置处理及程序仿真 /92

### 第4章 叶片建模与编程

本章要点 /95

本章案例——叶片 /95

零件图分析 /96

- 4.1 叶片建模 /96
  - 4.1.1 建模工艺分析 /96
  - 4.1.2 叶片建模 /96
  - 4.1.3 底座建模 /99
- 4.2 叶片加工轨迹创建 /101
  - 4.2.1 加工工艺分析 /101
  - 4.2.2 坐标系设置 /102
  - 4.2.3 毛坯设置 /103

- 4.2.4 创建刀具组 /104
- 4.2.5 创建加工方法组 /105
- 4.2.6 创建叶片加工刀具路径 /106
- 4.2.7 创建底座加工刀具路径 /107
- 4.3 刀具路径后处理 /113

## 第5章 叶盘建模与编程

本章要点 /115

本章案例——叶盘 /115

零件图分析 /119

- 5.1 叶盘建模 /119
  - 5.1.1 建模工艺分析 /119
  - 5.1.2 叶盘基体建模 /120
  - 5.1.3 叶盘叶片建模 /123
- 5.2 叶盘加工轨迹创建 /126
  - 5.2.1 加工工艺分析 /126
  - 5.2.2 坐标系设置 /127
  - 5.2.3 毛坯设置 /128
  - 5.2.4 创建刀具组 /130
  - 5.2.5 创建叶片加工刀具路径 /130
  - 5.2.6 创建叶片底部刀具路径 /134
- 5.3 刀具路径后处理 /137

## 第6章 叶轮建模与编程

本章要点 /138

本章案例——叶轮 /138

零件图分析 /142

- 6.1 叶轮建模 /142
  - 6.1.1 建模工艺分析 /142
  - 6.1.2 叶轮基体建模 /143
  - 6.1.3 叶轮叶片建模 /144
- 6.2 叶轮加工轨迹创建 /148
  - 6.2.1 加工工艺分析 /148
  - 6.2.2 坐标系设置 /149
  - 6.2.3 毛坯设置 /150
  - 6.2.4 创建刀具组 /151
  - 6.2.5 创建粗加工刀具路径 /153
  - 6.2.6 创建基体精加工刀具路径 /156
  - 6.2.7 创建叶片精加工刀具路径 /159



### 6.3 刀具路径后处理 /163

## 第7章 多边形凹球面体建模与编程

本章要点 /165

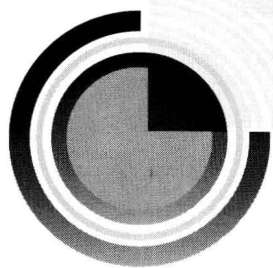
本章案例——多边形凹球面体零件 /165

零件图分析 /166

- 7.1 多边形凹球面体建模 /166
  - 7.1.1 建模工艺分析 /166
  - 7.1.2 创建半球 /166
  - 7.1.3 绘制半球纬线 /168
  - 7.1.4 修剪半球体 /169
  - 7.1.5 构建表面线段 /169
  - 7.1.6 创建凹弧面 /175
  - 7.1.7 绘制底座 /176
  - 7.1.8 边倒圆角 /178
- 7.2 多边形凹球面体加工轨迹创建 /178
  - 7.2.1 加工工艺分析 /178
  - 7.2.2 加工环境设置 /179
  - 7.2.3 模型粗加工 /181
  - 7.2.4 模型半精加工 /183
  - 7.2.5 模型精加工 /187
  - 7.2.6 铣削底座 /188
  - 7.2.7 平整模型顶部 /189
- 7.3 刀具路径后处理 /190

## 附录 UG NX 6.0 后处理

参考文献 /203



# 第1章

Chapter 01

## 椭球建模与编程

本章使用 UG NX 6.0 对椭球零件进行建模及编程操作。

### 本章要点 >>

椭球是椭圆在三维空间的推广，是一种二次曲面。椭球曲面由于顶部的曲率小，若采用三轴数控机床加工，球头刀的底部中心部分切削速度趋近于零，切削过程变成了挤压的过程，很难获得与大曲率部分一致的表面质量。五轴机床的主轴摆角功能可很好地解决这样的问题。UG 软件的五轴编程功能可编制出适合五轴机床的加工程序。

### 本章案例——椭球零件 >>

图 1.1 为椭球零件，本章将对其进行建模与加工。

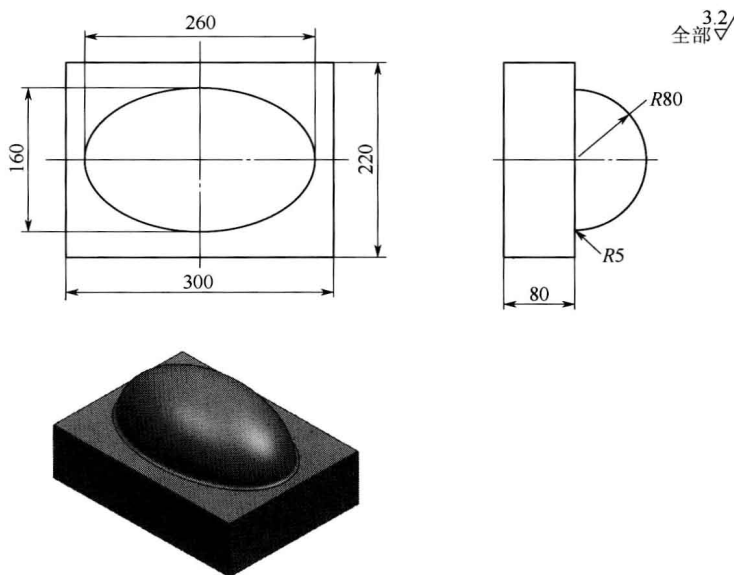


图 1.1 椭球零件图

## 零件图分析 >>

图 1.2 为椭球零件的立体图, 该零件主要包括长方体底座、半椭球体和圆角三个主要部分。

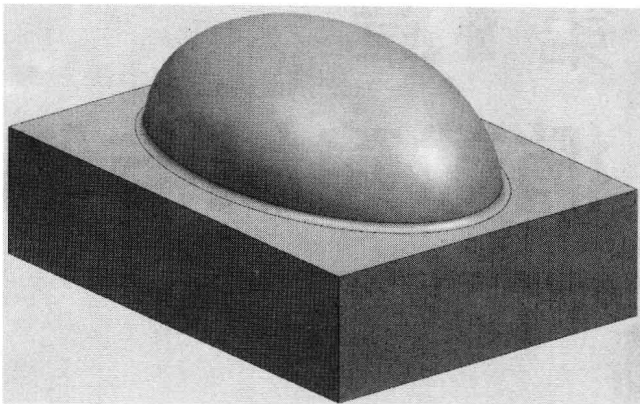


图 1.2 椭圆零件立体图

## 1.1 椭球零件建模

### 1.1.1 建模工艺分析

建模之前先需要明确创建模型的工艺路线, 椭球零件建模的工艺路线如图 1.3 所示。

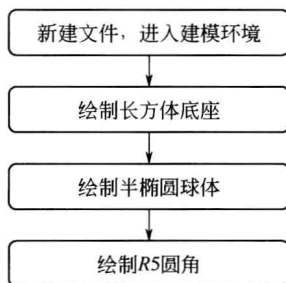




图 1.3 椭球建模工艺路线

### 1.1.2 长方体底座建模

#### (1) 新建文件

通过下拉菜单中的【文件】→【新建】菜单命令或选择【标准】工具条中的  按钮, 新建文件名为“tuoqiu”, 文件夹为“F:\JGLX\UG NX\”, 单击【确定】按钮, 进入 UG 建模主界面, 如图 1.4 所示。

#### (2) 创建长方体底座

① 选择下拉菜单【插入】→【草图】, 弹出创建草图对话框, 如图 1.5 所示。单击【确定】按钮, 进入草图。如图 1.6 所示, 选择【直接草图】工具条中的  按钮, 在绘图区中弹出如图 1.7 所示的【矩形】对话框。选择矩形方法为从中心, 输入模式为坐标模式。在坐标跟踪栏中输入数值, 创建中心为坐标系中心、宽为 300mm、高为 220mm 的长方体。选择

【直接草图】工具条中的完成草图按钮，退出草图。



图 1.4 新建文件对话框

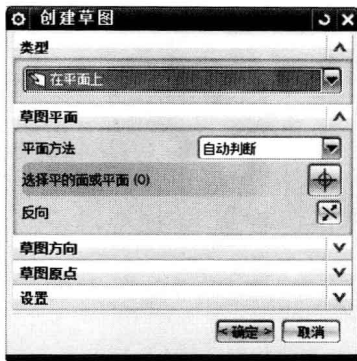


图 1.5 创建草图对话框



图 1.6 直接草图工具条



图 1.7 矩形对话框

② 选择下拉菜单【插入】→【设计特征】→【拉伸】，弹出如图 1.8 所示的【拉伸】对话框，选择矩形，在结束距离文本框中输入 80mm，单击【确定】按钮，完成长方体底座的创建，如图 1.9 所示。



图 1.8 拉伸对话框

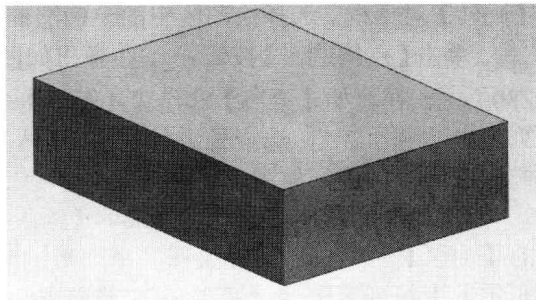


图 1.9 长方体底座

### 1.1.3 半椭球体建模

① 椭圆曲线的画法。选择下拉菜单【插入】→【曲线】→【椭圆】命令，弹出如图 1.10 所示的【点】对话框，在坐标 ZC 文本框中输入 80mm，单击【确定】按钮，弹出【椭圆】对话框，如图 1.11 所示。输入对话框中的数字，单击【确定】按钮，绘制出如图 1.12 所示的半椭圆曲线。



图 1.10 点对话框



图 1.11 椭圆对话框

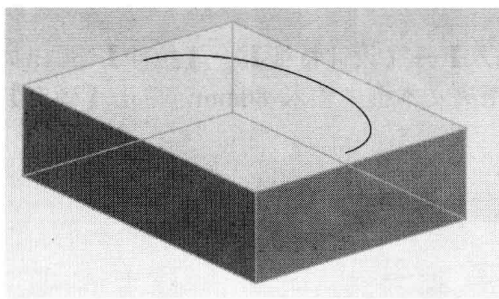




图 1.12 半椭圆曲线

② 建立椭圆曲面。选择下拉菜单【插入】→【设计特征】→【回转】，弹出如图 1.13 所示的【回转】对话框。选择绘图区中的半椭圆曲线，并在【指定矢量】下拉列表中单击“XC”按钮。单击【点构造器】按钮，在弹出如图 1.14 所示的【点】对话框中确定基点在 (X0, Y0, Z80) 上。在开始【距离】和结束【距离】文本框中分别输入“0”和“180”。在【布尔】下拉列表中选择“无”，选择长方体底座。【体类型】选择“实体”，单击【确定】按钮，完成半椭球曲面的创建，如图 1.15 所示。

③ 创建加厚椭圆体。选择下拉菜单【插入】→【偏置/缩放】→【加厚】，弹出如图 1.16 所示的【加厚】对话框。选择绘图区中的半椭圆曲面，并在【偏置 1】文本框中输入“30”。在【布尔】下拉列表中选择“求和”，选择长方体底座。单击【确定】按钮，完成半椭球实体的创建，如图 1.17 所示。



图 1.13 回转对话框

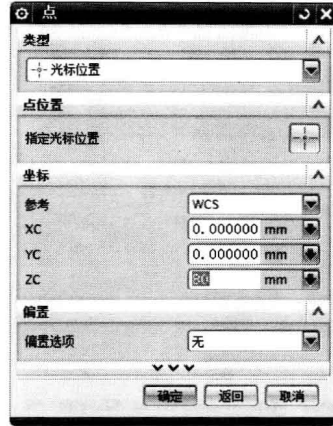


图 1.14 点对话框

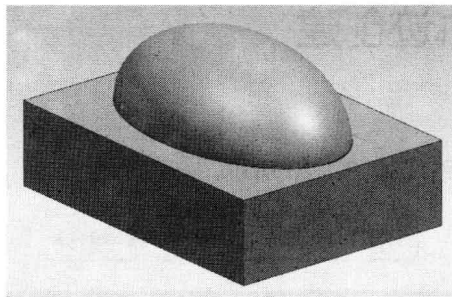


图 1.15 半椭圆曲面



图 1.16 加厚对话框

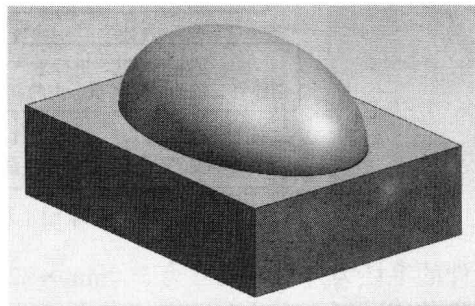


图 1.17 半椭球体



## 1.1.4 创建圆角

选择下拉菜单【插入】→【细节特征】→【边倒圆】，弹出如图 1.18 所示的【边倒圆】对话框。在【半径 1】中输入 5mm，选择倒圆角的边，单击【确定】按钮，完成 R5 圆角的创建，如图 1.19 所示，保存模型。



图 1.18 边倒圆对话框

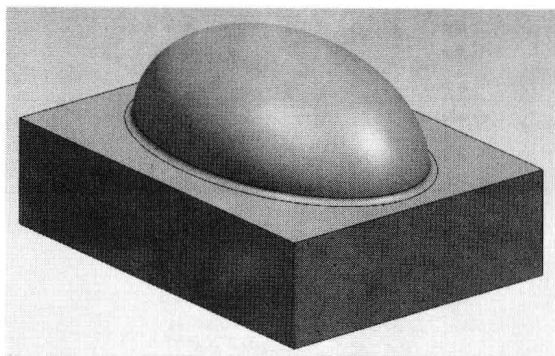


图 1.19 倒 R5 圆角

## 1.2 椭球加工轨迹创建

### 1.2.1 加工工艺分析

椭球加工程序编制工艺路线如图 1.20 所示。

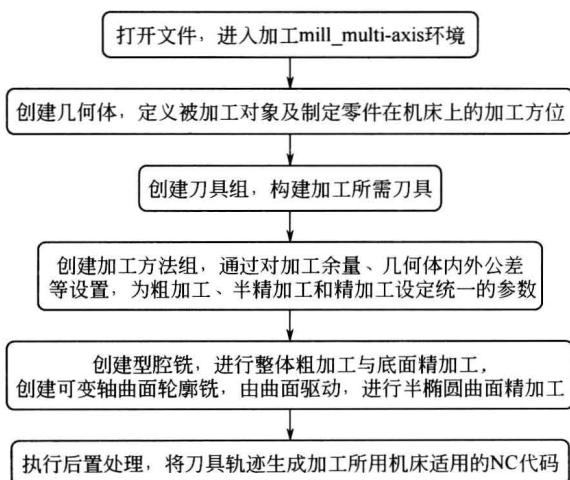


图 1.20 椭球加工程序编制工艺路线

此工件的毛坯为方料，尺寸为 300mm×220mm×160mm，材料牌号为 45 钢。采用普通平口虎钳将其底面固定安装在机床 C 轴上。本例中将完成半椭球的精加工。

- ① 加工设备：五轴联动数控机床。
- ② 加工坐标原点的设置：工件零点取在毛坯底面中心。
- ③ 刀具选择：XD20 立铣刀，XD20R5 立铣刀，XD10R5 球头铣刀（或选用锥度球头铣刀）。

## 1.2.2 坐标系设置

① 打开模型文件，如图 1.21 所示。

② 选取下拉菜单【开始】→【加工】命令，弹出【加工环境】对话框，如图 1.22 所示。选择合适的加工配置模板，单击【确定】按钮。

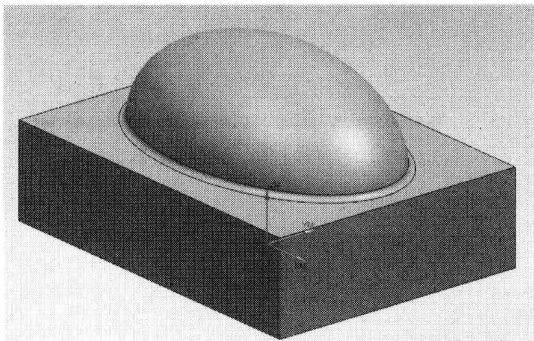


图 1.21 半椭球模型



图 1.22 加工环境对话框

③ 单击【导航器】工具条（图 1.23）中的【几何视图】按钮，工作界面左侧工具栏显示为【操作导航器-几何】。双击“MCS”，弹出【MCS】对话框，更改安全距离数值，如图 1.24 所示。单击【确定】按钮退出对话框。



图 1.23 导航器工具条



图 1.24 MCS 对话框



④ 在【MCS】对话框中单击“CSYS 对话框”按钮, 弹出如图 1.25 所示的【CSYS】对话框, 单击“点对话框”按钮, 弹出如图 1.26 所示的【点】对话框, 单击【确定】按钮返回上一级。再次单击【确定】按钮返回【MCS】对话框后按【确定】按钮建立加工坐标系, 如图 1.27 所示。



图 1.25 CSYS 对话框

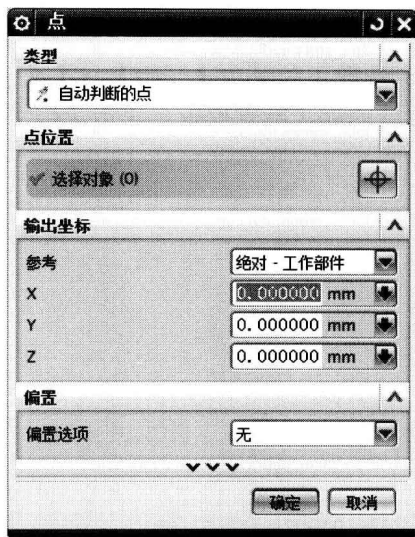


图 1.26 点对话框

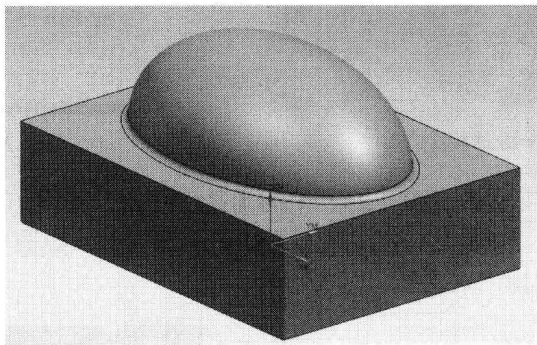




图 1.27 加工坐标系

### 1.2.3 毛坯设置

① 在【操作导航器-几何体】中双击“WORKPIECE”，弹出如图 1.28 所示的【工件】对话框。

② 在【工件】对话框中单击选择或编辑部件几何体按钮, 弹出如图 1.29 所示的【部件几何体】对话框, 选择半椭球零件, 如图 1.30 所示。然后单击【确定】按钮退出对话框。

③ 在【工件】对话框中单击选择或编辑毛坯几何体按钮, 弹出如图 1.31 所示的【毛坯几何体】对话框, 选择“包容块”, 半椭球零件毛坯如图 1.32 所示。然后单击【确定】按钮退出对话框。

在【工件】对话框中单击【确定】按钮退出对话框, 完成毛坯设置。