

普通高等教育“十三五”规划教材

CATIA 第2版

机械零件参数化设计

北华大学 张学文 主编



 机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS

普通

材

CATIA 机械零件 参数化设计

第2版

主 编 张学文
副主编 王立才 周德坤
参 编 贾双林 王 月 夏德强
主 审 王向东



机械工业出版社

CATIA 是一种功能强大的 CAD/CAM 软件,已经广泛应用于汽车、航空航天、建筑等诸多领域,大大节省了设计用时,让用户尽情发挥。本书在草图设计、曲面设计、零件设计等模块的基础上介绍了机械零件参数化设计的基本原理和方法。

本书是基于 CATIA V5 R20 编写的,通过设计中常用的典型零件由浅入深地介绍了典型机械零件参数化设计的流程、方法与技巧等内容,每章均以用户熟悉的零件为案例。

本书层次清晰,实例经典,讲述具体,命令采用中英文对照,不仅适合初级用户由浅入深、循序渐进地全面掌握和应用 CATIA 软件,也适合高级用户学习参数化设计的方法和技巧。

本书配套有全程授课视频及全书案例的程序文件模型,读者可到 www.cmpedu.com 网站,搜索本书,获取相关链接。

图书在版编目 (CIP) 数据

CATIA 机械零件参数化设计/张学文主编. —2 版. —北京:
机械工业出版社, 2017. 6
普通高等教育“十三五”规划教材
ISBN 978-7-111-56885-8

I. ①C… II. ①张… III. ①机械元件 - 计算机辅助设计 -
应用软件 - 高等学校 - 教材 IV. ①TH13-39

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2017) 第 108661 号

机械工业出版社 (北京市百万庄大街 22 号 邮政编码 100037)

策划编辑: 余 晖 责任编辑: 余 晖 任正一 张丹丹

责任校对: 肖 琳 封面设计: 张 静

责任印制: 孙 炜

北京中兴印刷有限公司印刷

2017 年 8 月第 2 版第 1 次印刷

184mm × 260mm · 24 印张 · 585 千字

标准书号: ISBN 978-7-111-56885-8

定价: 59.80 元

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页,由本社发行部调换

电话服务

网络服务

服务咨询热线: 010-88379833 机工官网: www.cmpbook.com

读者购书热线: 010-88379649 机工官博: weibo.com/cmp1952

教育服务网: www.cmpedu.com

封面防伪标均为盗版

金书网: www.golden-book.com

前 言

CATIA (Computer Aided Tri-dimension Integrated Analysis) 软件是航空航天、汽车领域中市场占有率最高的 CAD/CAM 软件之一, 在造船、建筑等领域也得到了广泛的应用。它提高了设计效率, 缩短了设计周期, 一旦用户掌握其参数化设计方法, 建立自己的常用零件库, 将进一步提高设计效率。

本书介绍了草图设计、零件设计、创成式曲面设计等单元的参数化设计方法, 从典型的真实零件入手, 使用户能够在学习中得到实际训练。实际设计工作中经常要用到一些标准件和同构零件, 掌握了标准件和同构零件三维参数化设计方法后, 可以在实际工作中大大节约设计时间, 减少不必要的重复劳动, 同时可以规避在使用标准零件库时遇到的版权问题。

本书第 1 章结合简单草图绘制介绍了垫圈、销和键等简单标准件的参数化设计, 使用户初步认识 CATIA 参数化设计; 第 2 章结合压缩弹簧的设计, 使用户初步掌握线架与曲面模块; 第 3 章通过常用的紧固件设计, 使用户初步掌握参数化约束的基本方法; 第 4 章通过两种常用的滚动轴承设计, 使用户熟悉常用的草图和实体设计中的工具应用和参数设置; 第 5 章通过 V 带轮参数化设计, 使用户掌握参数类型的设置与应用; 第 6 章和第 7 章通过齿条和齿轮参数化设计, 使用户达到逐步向高级参数化设计过渡; 第 8 章通过蜗轮蜗杆参数化设计, 使用户掌握复杂零件几何建模和函数式; 第 9 章通过直齿锥齿轮参数化设计, 使用户通过几何图形空间变换进入到参数化高级设计阶段; 第 10 章通过滚子链轮参数化设计, 使用户掌握设计表的应用和参数的关联。

本书由张学文任主编, 王立才、周德坤任副主编, 贾双林、王月、夏德强为参编, 王向东主审。同时感谢北华大学机械工程学院制造技术与机床研究室大学生科研助理曹建、申莹、苟金保等同学。

本书配套有全程授课视频及全书案例程序文件模型, 读者可到 www.cmpedu.com 网站搜索本书, 获取相关链接。

编 者

目 录

前言

第1章 简单标准件参数化设计	1
1.1 垫圈参数化设计	1
1.1.1 拉伸挖切法	1
1.1.2 拉伸法	8
1.1.3 旋转法	11
1.2 定位销参数化设计	15
1.2.1 圆柱销参数化设计	15
1.2.2 圆锥销参数化设计	19
1.3 普通平键参数化设计	24
1.3.1 B型平键参数化设计	24
1.3.2 A型平键参数化设计	27
1.3.3 C型平键参数化设计	31
第2章 弹簧参数化设计	35
2.1 压缩弹簧参数设置	35
2.2 用法则创建螺旋线	36
2.3 扫掠成形	46
2.4 修剪端面	47
第3章 常用紧固件参数化设计	50
3.1 六角头螺栓参数化设计	50
3.2 六角螺母参数化设计	62
第4章 常用滚动轴承参数化设计	68
4.1 深沟球轴承设计	68
4.1.1 深沟球轴承参数设置	68
4.1.2 外圈设计	68
4.1.3 内圈设计	74
4.1.4 钢球设计	80
4.1.5 保持架设计	85

4.2 推力球轴承设计	95
4.2.1 推力球轴承参数设置	95
4.2.2 推力球滚动体设计	96
4.2.3 轴圈设计	97
4.2.4 座圈设计	99
第5章 V带轮参数化设计	103
5.1 带轮参数设置	103
5.1.1 带轮带型设置	103
5.1.2 Y型带槽型设置	105
5.2 带轮草图与实体设计	107
5.2.1 Y型带轮草图设计	107
5.2.2 Y型带轮实体设计	110
5.3 其他带轮槽型参数设置	111
5.4 修改参数设置及设计验证	116
第6章 齿条参数化设计	117
6.1 齿条参数设置	118
6.2 齿条草图设计	125
6.3 齿条实体设计	135
第7章 直齿圆柱齿轮参数化设计	140
7.1 直齿圆柱齿轮简化画法	140
7.1.1 简易画法直齿圆柱齿轮参数设置	140
7.1.2 直齿圆柱齿轮草图设计	144
7.1.3 直齿圆柱齿轮实体设计	155
7.2 渐开线齿廓直齿圆柱齿轮	161
7.2.1 渐开线直齿圆柱齿轮参数设置	161
7.2.2 渐开线直齿圆柱齿轮齿廓渐开线方程设置	165
7.2.3 渐开线直齿圆柱齿轮草图	168
7.2.4 渐开线直齿圆柱齿轮实体设计	186
第8章 蜗轮蜗杆参数化设计	191
8.1 蜗轮设计	191
8.1.1 蜗轮参数设置	191
8.1.2 蜗轮曲面设计	201
8.1.3 蜗轮实体设计	228
8.2 蜗杆设计	231
8.2.1 蜗杆参数设置	231
8.2.2 蜗杆草图与实体设计	237

第9章 直齿锥齿轮参数化设计	257
9.1 参数设置	257
9.1.1 直齿锥齿轮参数设置	257
9.1.2 直齿锥齿轮当量齿廓参数设置	264
9.2 直齿锥齿轮曲面设计	265
9.2.1 直齿锥齿轮当量齿廓设计	265
9.2.2 直齿锥齿轮齿廓线架空间变换	281
9.2.3 直齿锥齿轮齿廓曲面设计	304
9.3 直齿锥齿轮实体设计	314
第10章 滚子链轮参数化设计	326
10.1 滚子链轮参数设置	326
10.2 录入滚子链轮设计表	339
10.3 滚子链轮草图设计	343
10.4 滚子链轮曲面设计	359
10.5 单排滚子链轮实体设计	370
10.6 多排滚子链轮实体设计	373

第1章

简单标准件参数化设计

1.1 垫圈参数化设计

在螺纹紧固件中螺栓、螺钉和螺母不可能做得很大，所以，为了减小承压面的压应力，保护被连接件的表面而采用了垫圈。本章主要介绍平垫圈的参数化设计，简单的平垫圈如图 1-1 所示。

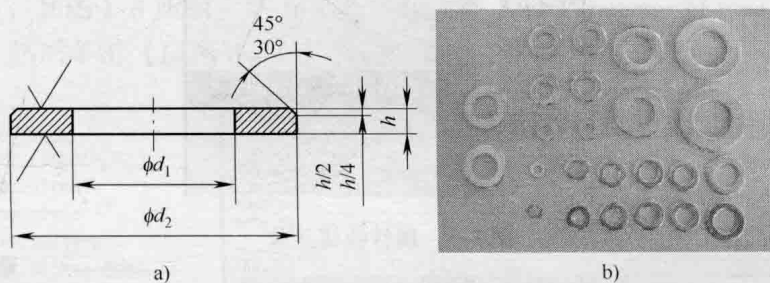


图 1-1 平垫圈

1.1.1 拉伸挖切法

首先打开 CATIA 应用软件，选择【文件 File】→【新建... New...】打开一个新建对话框，如图 1-2 和图 1-3 所示，在【类型列表 List of Types】列表框中选择“Part”（零件），然后单击【确定 OK】按钮，新建零件的树状目录如图 1-4 所示，若无【几何图形集 Geometrical Set】，用户可自行从【插入 Insert】菜单中插入一个几何图形集。

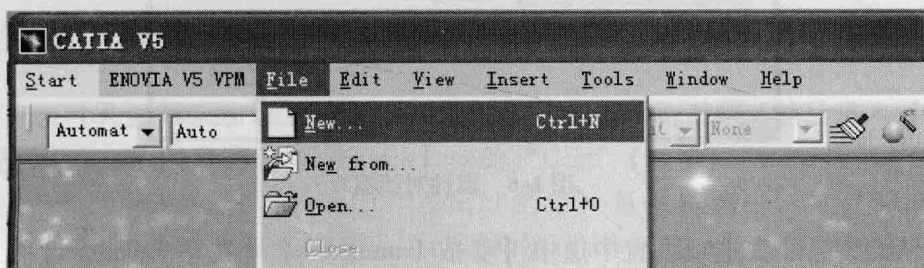


图 1-2 新建零件

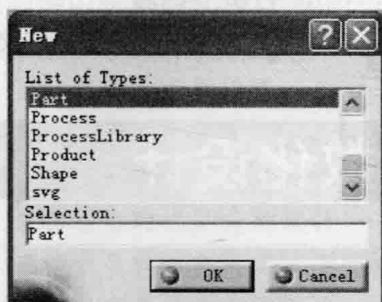


图 1-3 新建对话框

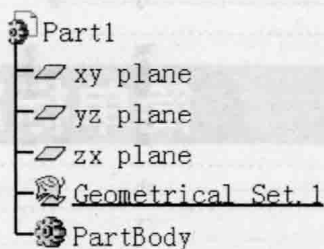


图 1-4 新建树状目录

1) 在树状目录上的【零件 1 Part1】上单击右键，在弹出的快捷菜单中单击“Properties”（属性），如图 1-5 所示。系统自动弹出属性对话框，进入【产品 Product】选项卡，在“Product”选项区中，将【零件号 Part Number】修改为“washer”（垫圈），如图 1-6 所示。单击【应用 Apply】按钮，然后单击【确定 OK】按钮，树状目录上的“Part1”改为“washer”。

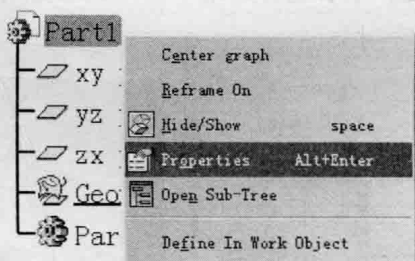


图 1-5 属性快捷菜单

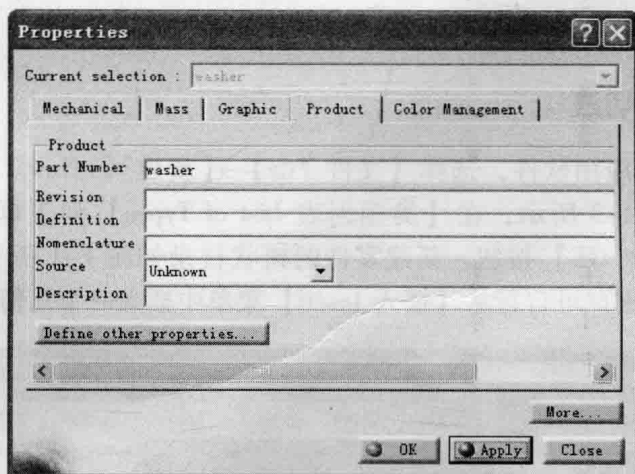


图 1-6 属性对话框

2) 确认此刻已经在选项设置中选中【参数 Parameters】【关系 Relations】【带值 With Value】和【带公式 With Formula】复选框，然后即可进行参数化设置，本例为螺栓公称直径 M20。

3) 首先在【工具 Tools】下拉菜单中选中“Formula”（公式）选项，或单击工具条中的公式按钮，如图 1-7 所示。

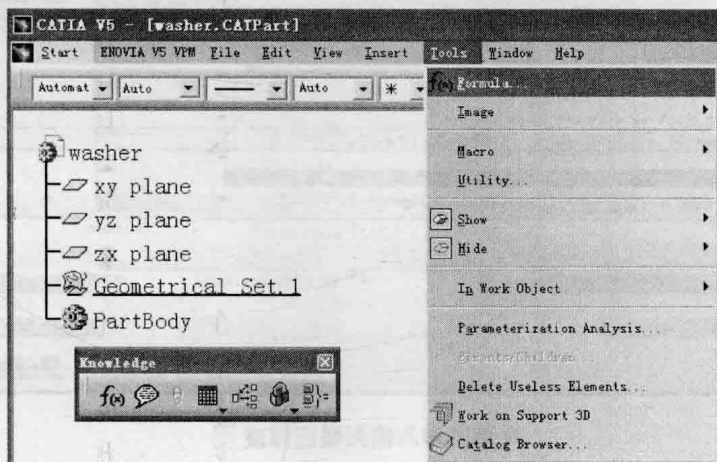


图 1-7 进入公式编辑

4) 系统自动弹出公式编辑对话框，将【新参数类型 New Parameter of type】更改为“Angle”（角度），如图 1-8 所示。单击【新参数类型 New Parameter of type】按钮，输入垫圈倒角 $\alpha = 45^\circ$ ，然后单击【应用 Apply】按钮。

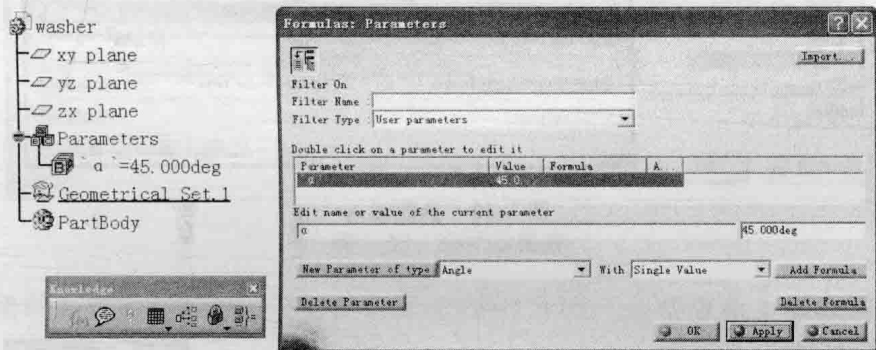


图 1-8 输入垫圈倒角

5) 继续输入参数，在【新参数类型 New Parameter of type】下拉列表框设为“Length”（长度），然后按照上一步的步骤输入垫圈厚度 $h = 3\text{mm}$ ，如图 1-9 所示。用类似方法输入垫圈的内径 $d_1 = 22\text{mm}$ 和外径 $d_2 = 37\text{mm}$ ，输入过程中和输入后树状目录上的参数如图 1-10 所示。

6) 首先将【几何图形集.1 Geometrical Set.1】定义为工作对象，然后进入【yz 平面 yz plane】绘制草图，将【(草图工具) Sketch】中的“Grid”（栅格) “Geometrical Constraints”（几何约束) 和“Dimensional Constraints”（尺寸约束) 复选框选中，将“Snap to Point”（捕捉点) 和“Construction/Standard Element”（构造/标准元素) 复选框取消选中，以坐标原点为中心绘制一个整圆，标注圆的半径值，如图 1-11 所示。

7) 双击所标注的半径尺寸，系统自动弹出【约束定义 Constraint Definition】对话框。如

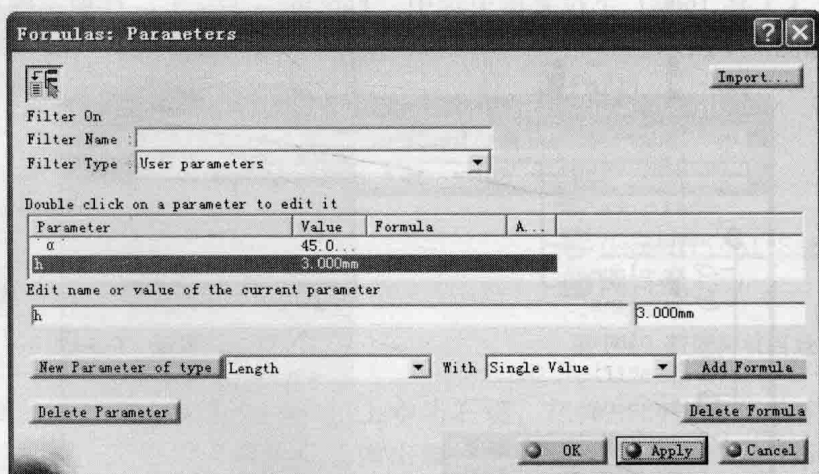


图 1-9 输入垫圈厚度

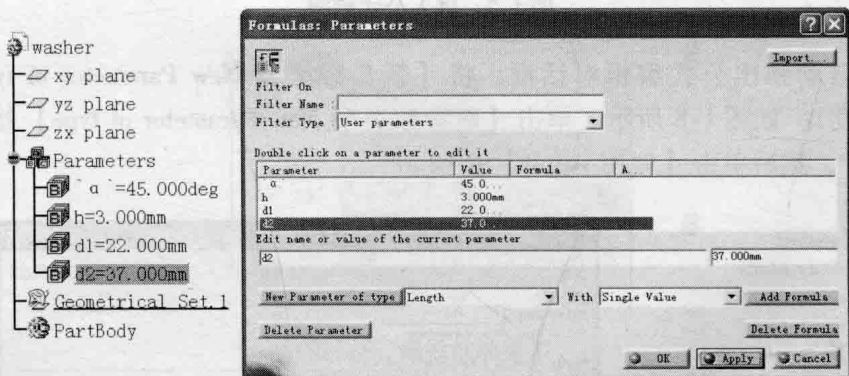


图 1-10 参数输入

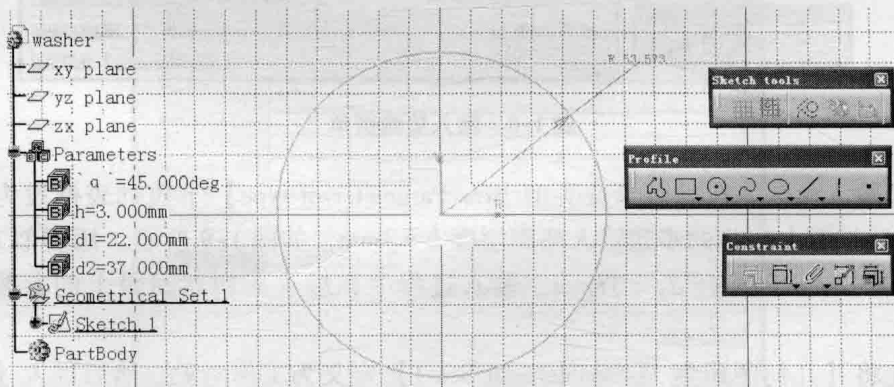


图 1-11 绘制圆并标注半径

果标注的是【直径 Diameter】，用户可以在这里将【尺寸 Dimension】修改成【半径 Radius】，然后在半径数值上单击右键，在弹出的快捷菜单上单击“Edit formula...”（编辑公式...），如图 1-12 所示，在【公式编辑器 Formula Editor】对话框中的【Radius】文本框中输入垫圈

外径 $d_2/2$ ，如图 1-13 所示。

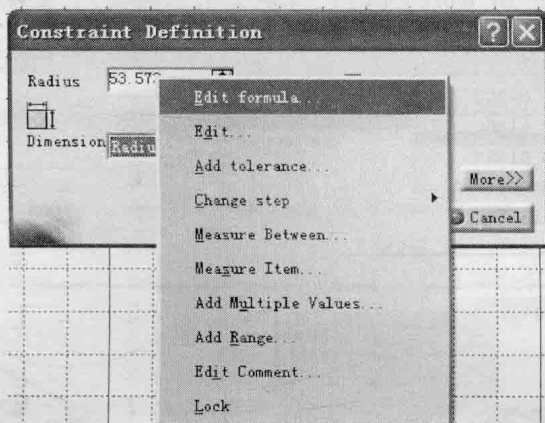


图 1-12 编辑公式快捷菜单

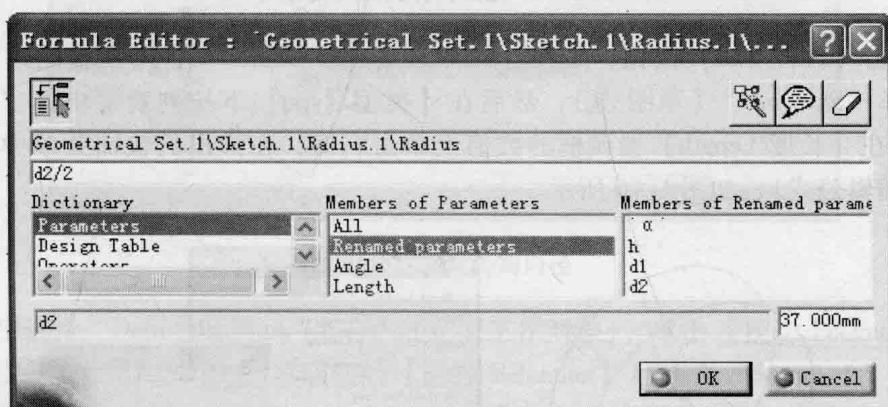


图 1-13 公式编辑器

8) 连续单击【确定 OK】按钮，草图中圆的半径已经参数化，树状目录上增加了“Relations”（关系）项，如图 1-14 所示。

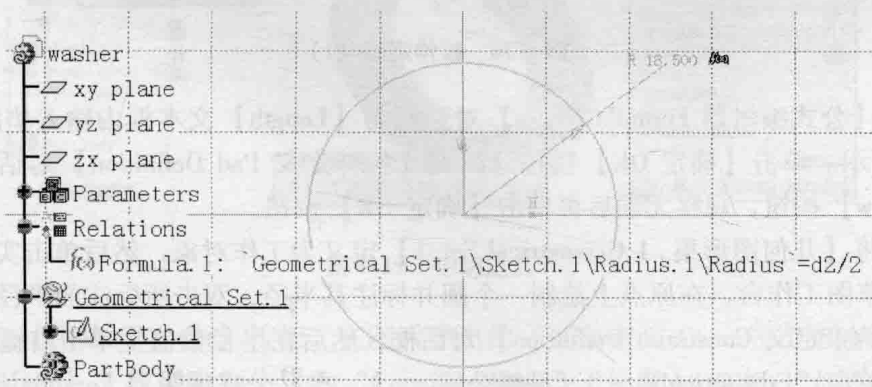


图 1-14 参数关系

9) 退出草图工作台, 进入零件设计工作台, 在【零件几何体 PartBody】上单击右键, 在快捷菜单中单击“Define In Work Object”(定义工作对象), 如图 1-15 所示。

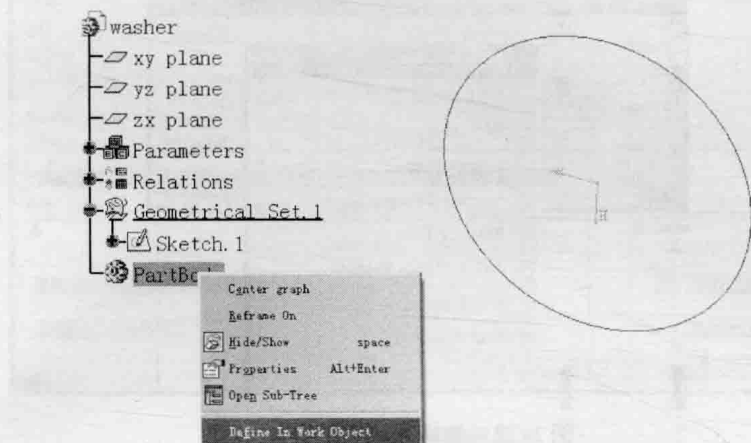


图 1-15 定义实体为工作对象

10) 单击【拉伸 Pad】按钮, 先在【拉伸定义 Pad Definition】对话框的【选择 Selection】中选择“Sketch.1”(草图.1), 然后在【类型 Type】下拉列表框中选“Dimension”(尺寸), 再在【长度 Length】微调框的数值上单击右键, 在弹出的快捷菜单中选择“Edit formula”(编辑公式), 如图 1-16 所示。

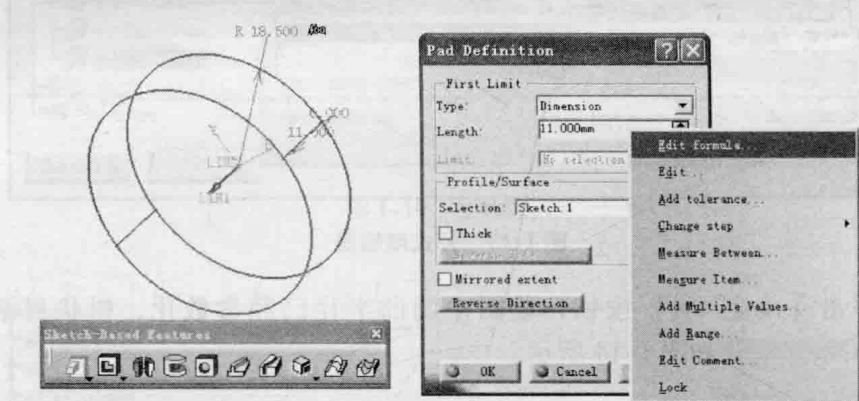


图 1-16 拉伸定义 (1)

11) 在【公式编辑器 Formula Editor】对话框的【Length】文本框内输入垫圈的厚度 h , 如图 1-17 所示。单击【确定 OK】按钮返回到【拉伸定义 Pad Definition】对话框, 再单击【预览 Preview】按钮, 观察无误后再单击【确定 OK】按钮。

12) 再将【几何图形集.1 Geometrical Set.1】定义为工作对象, 然后单击实体上的一个平面进入到草图工作台, 在原点上绘制一个圆并标注其半径, 双击所标注的半径尺寸, 系统自动弹出【约束定义 Constraint Definition】对话框, 然后在半径数值上单击右键, 在弹出的快捷菜单中单击“Edit formula...”(编辑公式...), 在【公式编辑器 Formula Editor】对话框的【Radius】文本框中输入垫圈内径 $d_1/2$, 如图 1-18 所示。

13) 退出草图工作台, 进入零件设计工作台, 在【零件几何体 PartBody】上单击右键,

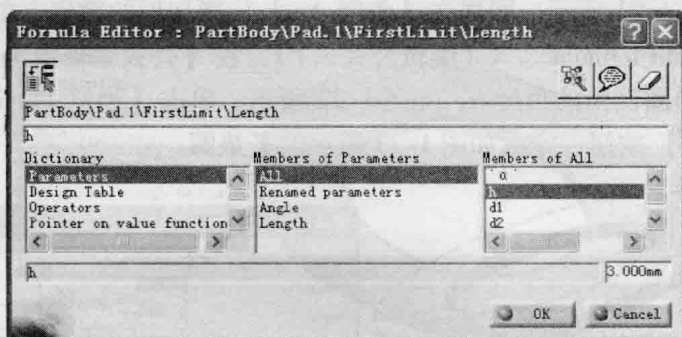


图 1-17 编辑厚度

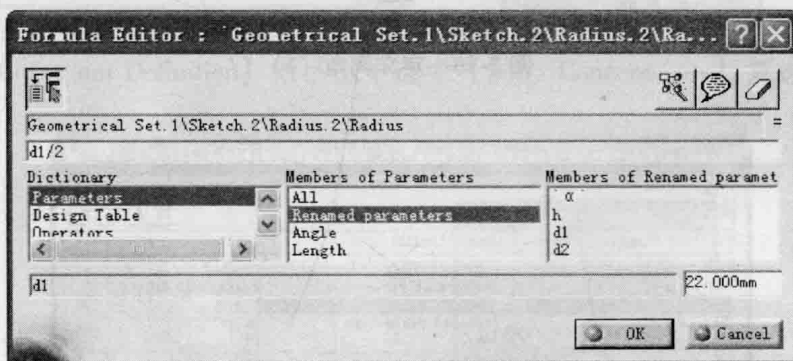


图 1-18 定义垫圈内径

在快捷菜单中选择“Define In Work Object”（定义工作对象），单击【挖切 Pocket】按钮，先在【挖切定义 Pocket Definition】对话框的【选择 Selection】后选择“Sketch.2”（草图.2），然后在【类型 Type】下拉列表框中选“Up to last”（直到最后），单击【预览 Preview】按钮，如图 1-19 所示，观察无误后单击【确定 OK】按钮。

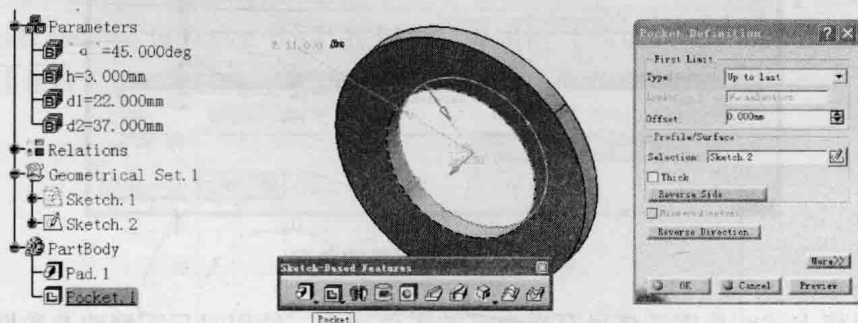


图 1-19 挖切定义

14) 单击【倒角 Chamfer】按钮，在随后弹出的【倒角定义 Chamfer Definition】对话框中将【模式 Mode】下拉列表框中设为“Length1/Angle”（长度 1/角度），如图 1-20 所示。在【长度 1 Length1】微调框的数值上单击右键，在弹出的快捷菜单中选择“Edit formula...”（编辑公式...），在【公式编辑器 Formula Editor】对话框的文本框中输入垫圈

倒角公式 $h/4$ ，如图 1-21 所示。同样在【角度 Angle】微调框的数值上单击右键，在弹出的快捷菜单中选择“Edit formula...”（编辑公式...），在【公式编辑器 Formula Editor】对话框的文本框中输入垫圈倒角的角度 α ，如图 1-22 所示。单击【预览 Preview】按钮，观察无误后单击【确定 OK】按钮，完成如图 1-23 所示的平垫圈。

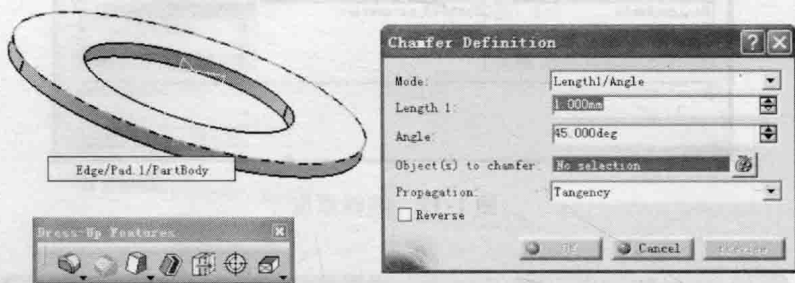


图 1-20 定义倒角 (1)

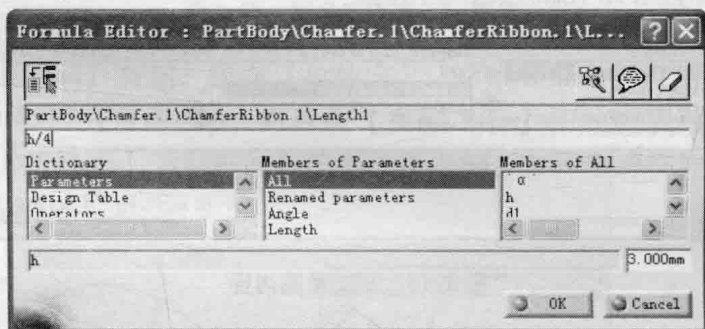


图 1-21 编辑倒角的长度

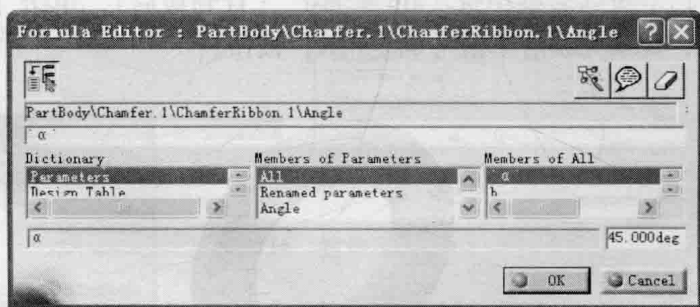


图 1-22 编辑倒角的角度

用户可以将上述的垫圈零件另存在自己的零件库内，使用时只需修改参数即可，这即为最简单的参数化设计实例。

1.1.2 拉伸法

打开 CATIA 应用软件，按照 1.1.1 节中的 1)~5) 各步骤操作，为避免文件名相同，将文件中的“washer”改为“washer1”，然后用另一方法创建一个垫圈。

1) 进入【yz 平面 yz Plane】绘制两个圆，然后选中这两个圆，再单击【约束 Con-

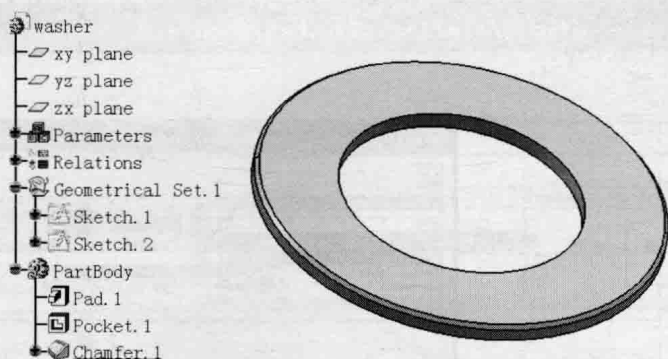


图 1-23 平垫圈完成图

straint】工具栏上的【在对话框中定义约束 Constraints Defined in Dialog Box】按钮，在弹出的【约束定义 Constraint Definition】对话框中选中【同心 Concentricity】复选框，如图 1-24 所示。

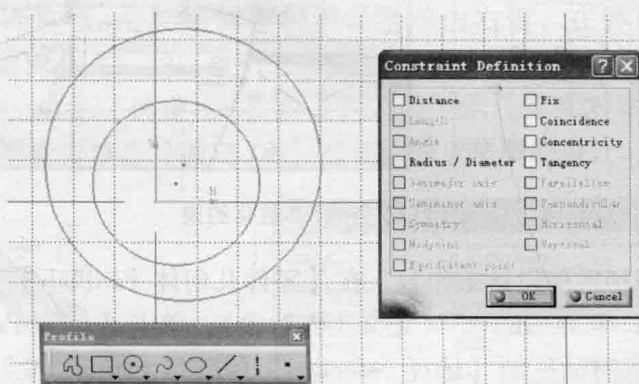


图 1-24 同心约束

2) 同时选中圆心和坐标原点，单击【约束 Constraint】工具栏上的【在对话框中定义约束 Constraints Defined in Dialog Box】按钮，在弹出的【约束定义 Constraint Definition】对话框中选中【相合 Coincidence】复选框，如图 1-25 所示。

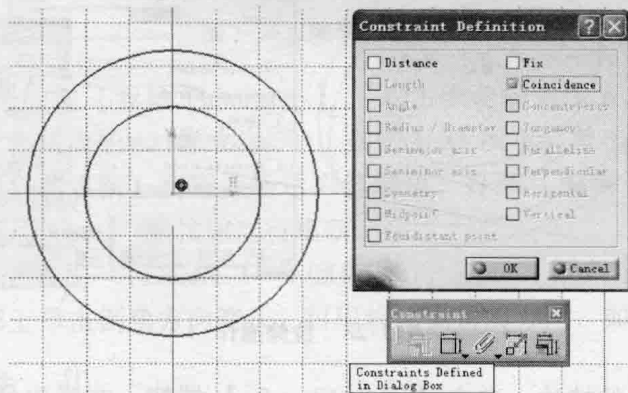


图 1-25 相合约束 (1)

3) 标注两个圆的半径, 然后分别对内外半径进行编辑公式, 如图 1-26 和图 1-27 所示, 具体步骤与上例 1.1.1 节相同。

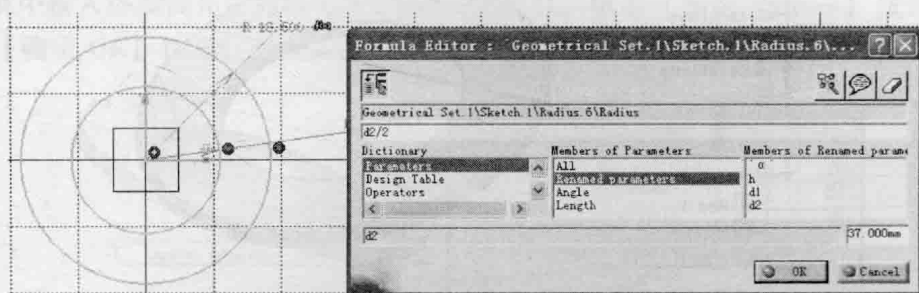


图 1-26 编辑公式 (1)

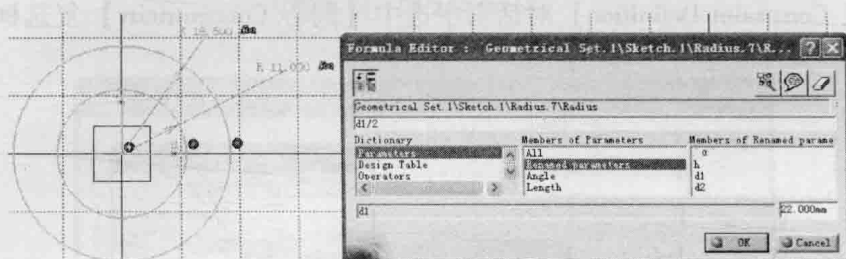


图 1-27 半径参数化约束

4) 退出草图, 回到零件设计工作台, 在【零件几何体 PartBody】上单击右键, 在快捷菜单上单击“Define In Work Object” (定义工作对象), 单击【拉伸 Pad】按钮, 先在【拉伸定义 Pad Definition】对话框的【选择 Selection】后选择“Sketch.1” (草图.1) (注意: 此例中的草图包含了两个圆), 【类型 Type】下拉列表框中是上次操作的默认项“Dimension” (尺寸), 【长度 Length】微调框为上次操作的 3mm, 如图 1-28 所示, 同上例 1.1.1 节编辑长度, 如图 1-29 所示。

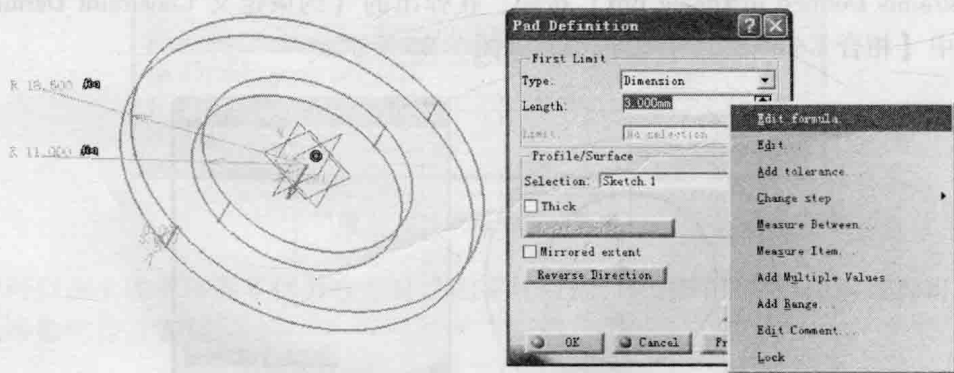


图 1-28 拉伸操作

5) 先选中要倒角的棱边, 单击【倒角 Chamfer】按钮, 在弹出的【倒角定义 Chamfer Definition】对话框中使用默认的【模式 Mode】“Length/Angle” (长度 1/角度), 在【长度 1