

国家制造业信息化
三维CAD认证规划教材

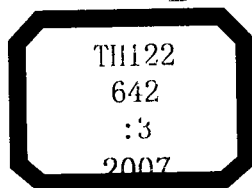
3D 动力

无师自通 CATIA V5 之 曲面设计

北航 **CAXA** 教育培训中心 组 编
国家制造业信息化三维CAD认证 审 定
培训管理办公室
王 锦 彭岳林 朱 宇 等编著



国家制造业信息化
三维 CAD 认证规划教材



3D动力

无师自通 CATIA V5 之曲面设计

北航 **CAXA** 教育培训中心 组 编
国家制造业信息化三维 CAD 认证 审 定
培训管理办公室
王 锦 彭岳林 朱 宇 等编著

北京航空航天大学出版社

内容简介

本书主要介绍 CATIA V5 的“线架构与曲面设计”以及“创成式曲面设计”两个模块基本功能及其用法,其中“线架构与曲面设计”为最基本的曲面设计工作台,它包含了高级曲面设计工作台大部分命令。通过的点、线、面的创建到基本曲面的生成、编辑的详细介绍,加上最后一章的综合实例来强化两个模块的学习。

本书是“CATIA V5 实践应用系列丛书”之一,可作为各类本专科院校机械设计制造专业的辅助教材、设计人员以及三维 CAD 爱好者的自学教材。

图书在版编目(CIP)数据

无师自通 CATIA V5 之曲面设计/王锦等编著.

北京:北京航空航天大学出版社,2007.1

ISBN 978-7-81077-951-7

I. 无… II. 王… III. 曲面—机械设计:计算机
辅助设计—应用软件, CATIA V5 IV. TH122

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2006)第 151495 号

无师自通 CATIA V5 之曲面设计

北航 **CAXA** 教育培训中心 组 编

国家制造业信息化三维 CAD 认证 审 定

培训管理办公室

王 锦 彭岳林 朱 宇 等编著

责任编辑 李文轶

*

北京航空航天大学出版社出版发行

北京市海淀区学院路 37 号(100083) 发行部电话:010-82317024 传真:010-82328026

<http://www.buaapress.com.cn> E-mail: bhpres@263.net

涿州市新华印刷有限公司印装 各地书店经销

*

开本:787×1092 1/16 印张:18.75 字数:480 千字

2007 年 1 月第 1 版 2007 年 1 月第 1 次印刷 印数:4 000 册

ISBN 978-7-81077-951-7 定价:29.00 元

“三维数字化设计师”系列培训教材 编写委员会

顾问 (按姓氏笔画排序):

王君英 清华大学教授、CAD 中心主任
乔少杰 北京航空航天大学出版社社长
刘占山 教育部职业教育与成人教育司副司长
孙林夫 四川省制造业信息化工程专家组组长
朱心雄 北京航空航天大学教授
祁国宁 浙江大学教授,科技部 863/CIMS 主题专家
杨海成 国家制造业信息化工程重大专项专家组组长
陈 宇 中国就业培训技术指导中心主任
陈李翔 劳动和社会保障部中国就业培训技术指导中心副主任
林宗楷 中国计算机学会 CAD 专业委员会主任、中科院计算所研究员
唐晓青 北京航空航天大学副校长、科技部 863/CIMS 主题专家
唐荣锡 中国图学学会名誉理事长、北京航空航天大学教授
席 平 北京工程图学学会理事长,北京航空航天大学教授、CAD 中心主任
黄永友 《CAD/CAM 与制造业信息化》杂志总编
游 钧 劳动和社会保障部劳动科学研究所所长
韩新民 机械科学院系统分析研究所所长
雷 毅 CAXA 总裁
廖文和 江苏省数字化设计制造工程中心主任

主任委员:

鲁君尚 赵延永 杨伟群

编委 (按姓氏笔画排序):

邢 蕾 吴隆江 王芬娥 陈 杰 梁风云 李绍鹏
李培远 史新民 王周锋 蔡薇波 叶 刚 虞耀君
黄向荣 周运金 王 锦 任 霞 张安鹏 佟亚男

本书作者:

王 锦 彭岳林 朱 宇 等

前言

CATIA 是法国达索公司 Dassault System 的 CAD/CAE/CAM 一体化软件, 在 CAD/CAE/CAM 领域居世界的领导地位, 广泛应用于航空航天、汽车制造、造船、机械制造、电子\电器、消费品行业, 它的集成解决方案覆盖所有产品的设计与制造领域, 其特有的 DMU 电子样机模块功能及混合建模技术有效的促进企业竞争力和生产力的提高。CATIA 提供的方便解决方案, 适应所有工业领域的大、中、小型企业需要, 从大型的波音 747 飞机、火箭发动机到化妆品的包装盒, 几乎涵盖了所有的制造业产品。因此在世界上有超过 13 000 的用户选择了 CATIA。CATIA 源于航空航天业, 但其强大的功能已得到各行业的认可, 例如, 波音飞机公司使用 CATIA 建立起了一整套无纸飞机生产系统, 完成了整个波音 777 的电子装配, 创造了业界的一个奇迹, 从而也确定了 CATIA 在 CAD/CAE/CAM 行业内的领先地位。

现在达索公司推出了 CATIA V5 版本, 该版本能够运行于多种平台, 特别是微机平台。这不仅使用户能够节省大量的硬件成本, 而且其友好的用户界面, 使用户使用。其具有的特色如下:

- 基于 Windows NT 平台开发的系统, 易于使用;
- 知识驱动的 CAD/CAM 系统;
- 先进的电子样机技术;
- 先进的混合建模(hybrid modeling)技术;
- 支持并行工程(concurrent Engineering);
- 实现资源共享, 构造数码企业;
- 易于发展电子商务;
- 优良的可扩展性, 保护用户投资。

“工欲善其事, 必先利其器”, 相信 CATIA 将在“中国创造”的进程中给予我们积极有效的帮助。为此特组织准备编写关于 CATIA 实践应用系列丛书。

本套丛书具有如下特色:

- 针对在 Windows 上运行的 CATIA V5 版本, 范围涵盖所有的模块;
- 将所有模块都从功能展示、实例练习、工程实例练习 3 个方面进行全方位的展示;

- 有志于学习、应用 CATIA 软件的工程人员可以很快地从这里面找到自己需要的部分,从而迅速入门;

- 全方位介绍 CATIA, 无论是否应用此软件的人员都可以了解三维 CAD, PLM 的全部流程和范围,从而有针对性地进行相关方面的学习;

- 为中国打造一批熟悉 PLM 的工程师,并且可以真正地从理论认识上升到实践认知。

“3D 动力”是由国家制造业信息化三维 CAD 认证培训管理办公室主办,全国数百家 3D-CAD 教育培训与技术服务机构共同组建的以“普及 3D-CAD、提升产品创新能力”为使命,以“传播科技文化、启迪创新智慧”为愿景的全国 3D-CAD 技术推广和教育培训联盟,其目标“为中国打造百万 3D-CAD 应用工程师”。

本书由王锦、张安鹏、赵云波、姬涛、张清、朱宇、秦雁、张俊、彭岳林等人编著,笔者通过近六年从事的 CATIA 教学与应用,积累下相当的实践及理论基础。于是通过此套书的编写,希望与各位 CATIA 爱好者们共同切磋、钻研,共同成长。

同时,大量的作品与教程可登录网站 www.3ddl.org 进行观摩学习,还可通过 tech@3ddl.org 联系方式进行相互学习。最后,不足之处还请各位批评并指正。

3D 动力联盟 CATIA 教研中心
国家制造业信息化三维 CAD 认证培训管理办公室

目 录

第 1 章 曲面设计	1
1.1 工作台简介	1
1.2 工作台术语	4
1.3 一般过程	5
1.4 入门实例	5
第 2 章 线架构	15
2.1 点	15
2.2 直 线	21
2.3 平 面	29
2.4 曲 线	35
2.5 极 值	61
第 3 章 曲 面	64
3.1 拉 伸	64
3.2 旋 转	65
3.3 球 面	66
3.4 柱 面	67
3.5 偏 移	68
3.6 扫 描	69
3.7 填 充	85
3.8 层 叠	86
3.9 混 合	91
3.10 自适应扫描曲面	94
第 4 章 操 作	96
4.1 曲面修补	96
4.2 分割与修剪	102
4.3 边线与实体表面的提取	106
4.4 转 换	109
4.5 外 推	114
4.6 曲线平滑	115
4.7 多边提取	116
4.8 倒角填补	117
4.9 改变方向	126
4.10 最 近	127

4.11	规则	128
第5章	线架构与曲面的编辑	130
5.1	编辑定义	130
5.2	过滤	130
5.3	替换	132
5.4	从外部文件创建	133
5.5	选择隐藏元素	134
5.6	控制方向	135
5.7	移动	136
5.8	复制和粘贴	137
5.9	删除	137
5.10	停用	138
5.11	隔离	139
5.12	编辑参数	140
第6章	高级任务	141
6.1	超级拷贝管理	141
6.2	生长外形	147
第7章	高级曲面	155
7.1	凸起曲面	155
7.2	约束曲线	157
7.3	约束曲面	163
7.4	外形变换	164
第8章	白车身模板	169
8.1	连接	169
8.2	空心座椅	173
8.3	打孔	174
8.4	搭接	177
8.5	筋	183
第9章	包容体	185
9.1	拉伸	185
9.2	旋转	186
9.3	多截面	187
9.4	扫描	188
9.5	加厚曲面	191
9.6	封闭曲面	192
9.7	拔模	193
9.8	壳体	197
9.9	缝合曲面	198

9.10	多包容体操作.....	199
第 10 章	曲面设计分析	204
10.1	曲面连接分析.....	204
10.2	曲线连接检测.....	209
10.3	特征草图分析.....	211
10.4	曲面曲率分析.....	218
10.5	集合元素的距离分析.....	224
10.6	曲线曲率分析.....	230
第 11 章	综合实例	235
11.1	安全帽造型设计.....	235
11.2	摩托车后备箱造型设计.....	247
11.3	摄像头造型设计.....	267
附录	曲面设计命令	287

第 1 章 曲面设计

曲面设计模块是 CATIA 中功能强大、比较灵活、而又难于掌握的部分。复杂曲面设计的例子很多,如汽车、飞机等。现在很多 CAD 软件的一个公共弱点就是曲面设计功能较差,而 CATIA 在这方面却显示其特点。CATIA 的曲面设计工作环境允许设计者快速生成具有特定风格的外形及曲面,交互式地编辑曲线及曲面;并借助于各种曲线曲面诊断工具,可以实时地检查曲线曲面的质量。本书将介绍 Wireframe and Surface Design(线架构与曲面设计)和 Generative Shape Design(创成式曲面设计)基本曲面设计模块。

1.1 工作台简介

基本曲面设计工作台包括 Wireframe and Surface Design(线架构与曲面设计)和 Generative Sheetmetal Design(创成式曲面设计)工作台。其中 Wireframe and Surface Design 为最基本的曲面设计工作台,其余较高级的曲面设计工作台都包含了该工作台中的大部分曲面命令,如 Generative Shape Design。

本节将介绍以上两个工作台的显示界面。通过选择 Start(开始)|Mechanical Design(机械设计)|Wireframe and Surface Design(线架构与曲面设计),可进入该工作台。

Wireframe and Surface Design 显示界面如图 1-1 所示。该工作台包括线 Wireframe(线架构)、Surfaces(曲面)、Sketch(草图)、Select(选择)、Operations(操作)、Replication(复制)、Developed Shapes(展开外形)等工具栏,如图 1-2~图 1-6 所示。

通过利用工具栏中的各种命令,可以完成一些基本线架构及基本曲面的设计工作。Wireframe(线架构)工具栏提供了一些建立空间点、空间曲线以及平面的命令;Sketch 工具栏为用户提供创建草图的命令;Select 工具栏方便用户选取图形对象;Surfaces 工具栏提供了建立一些基本曲面的命令;Operations 工具栏提供了一些修改及编辑曲面的命令;Replication 工具栏提供了 Power Copy(强力拷贝)等命令;Developed Shape(展开外形)工具栏提供了曲面的变形命令。

通过选择 Start(开始)|Shape(形状)|Generative Shape Design(创成式曲面设计),可进入该工作台,其显示界面如图 1-7 所示。

在该工作台中,除了包括了其下的一些基本线架构及曲面造型功能之外,还增加了一些高级的曲面设计功能,其工具栏也比“线架构与曲面设计”工作台中的多,其基本工具栏如图 1-8~图 1-12 所示。

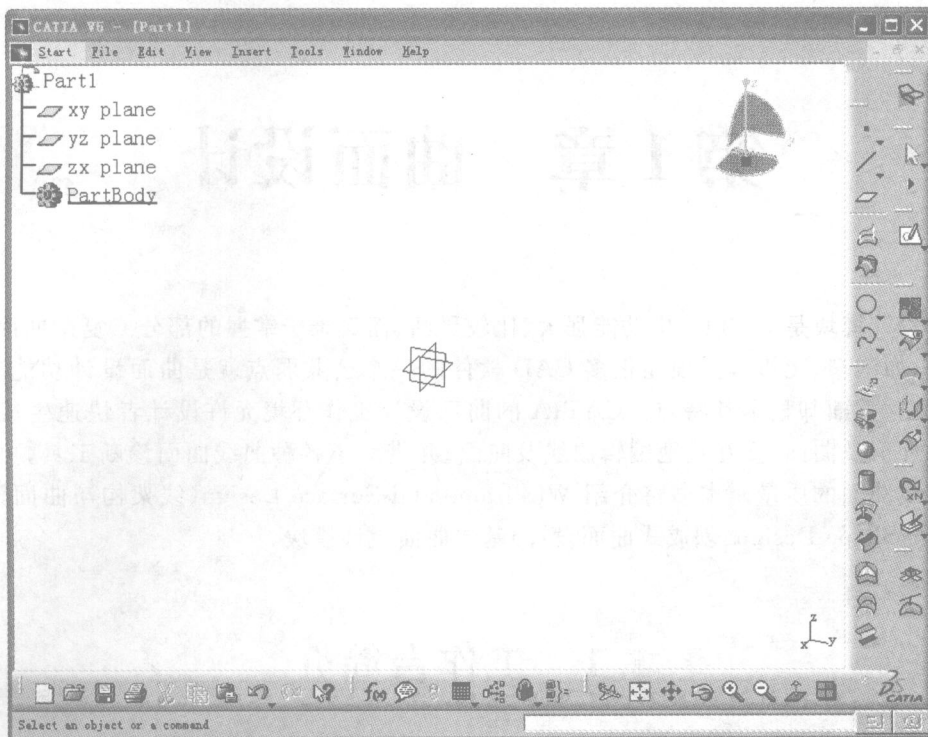


图 1-1 线架构与曲面设计窗口

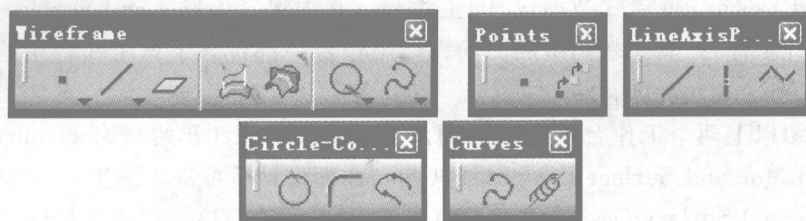


图 1-2 Wireframe 工具栏及其展开图



图 1-3 Surfaces 工具栏



图 1-4 Operations 工具栏及其展开图

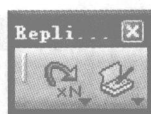


图 1-5 Replication 工具栏



图 1-6 Developed Shapes 工具栏

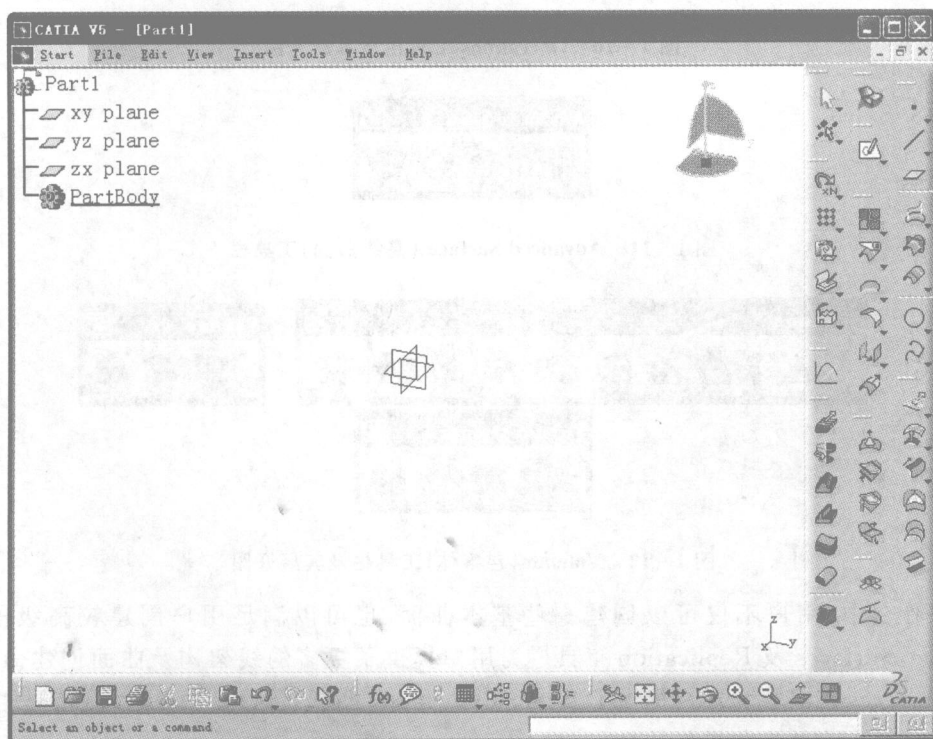


图 1-7 Generative Sheetmetal Design 工作台

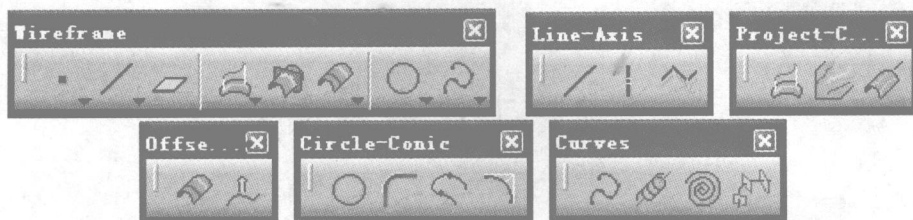


图 1-8 Wireframe 工具栏及其展开图

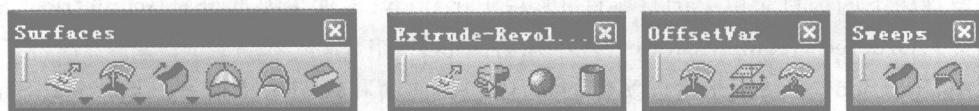


图 1-9 Surfaces 工具栏及其展开图



图 1-10 Operations 工具栏及其展开图



图 1-11 Advanced Surfaces(高级曲面)工具栏



图 1-12 Volumes(包容体)工具栏及其展开图

该工作台中,用户不仅可以创建一些基本曲面,也可以满足用户创建较高级的曲面。Wireframe, Surfaces 及 Replication 工具栏为用户提供了更多的线架构及曲面创建命令;Advanced Surfaces 工具栏为用户提供了 Bumped Surfaces(凸起)等命令;Volumes 工具栏提供了创建包容体及包容体布尔操作的命令。

通过 Wireframe and Surface Design 与 Generative Shape Design 工作台,用户可以创建一些基本的及较高级的线架构及曲面外形,并可对曲面进行编辑及修改。

1.2 工作台术语

在进行曲面设计之前,需要了解曲面设计工作台下的一些术语,以便更好地进行设计与几何图形的管理。一般的曲面设计工作台下的设计树如图 1-13 所示。

该设计树下的根目录由 Part1(零件 1),由 PartBody(零件主要部分)、Geometrical Set(几何图形集)、Ordered Geometrical Set(有序几何图形集)组成。

其中,PartBody 容纳用于生成实体的特征、包括曲面和线架构特征;Geometrical Set 容纳用于生成曲面元素的特征,包括线架元素、草图和曲面等;Ordered Geometrical Set 容纳曲面和线架,可以生成有序的几何图形集。

在“创成式曲面设计工作台”中,默认生成元素放在 PartBody 中和 Geometric Set 中,而

Ordered Geometric Set 需要设置以后才可加入。

在曲面设计工作台中插入 Geometrical Set 和 Ordered Geometrical Set 的步骤为:选择 Insert(插入)|Geometrical Set 或 Ordered Geometrical Set,如图 1-14 所示。

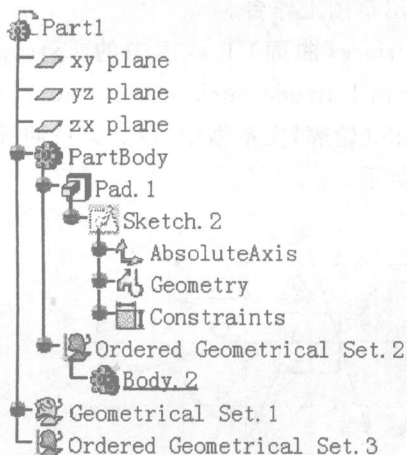


图 1-13 曲面设计工作台设计树

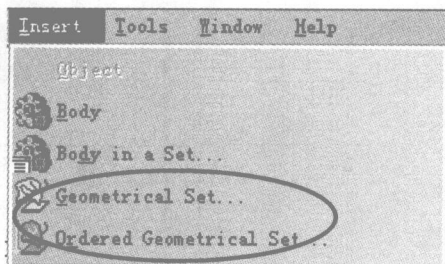


图 1-14 Insert 菜单

1.3 一般过程

三维实体的表示方法有线架构、曲面模型与实体模型等多种;用户进行曲面零件设计时,先设计出零件的线架构模型,然后使用曲面命令将这些线架构模型变成曲面模型,最后生成实体零件模型。其一般过程为:

- ① 设计曲面轮廓的线架构模型;
- ② 将线架构模型生成曲面;
- ③ 修剪联合曲面;
- ④ 利用曲面生成几何零件体;
- ⑤ 修改零件体,得到最后的零件。

1.4 入门实例

本节将利用一个实例来介绍曲面零件设计的一般过程,其效果如图 1-15 所示。其操作步骤如下:

- ① 运行 CATIA V5R14,选择 Start|Mechanical Design(机械设计)|Wireframe and Surface Design,可进入 Wireframe and Surface Design 工作台。



图 1-15 勺子效果图

② 选取 ZX 平面,单击 Sketcher(草图)按钮,可进入 Sketcher 工作台,在该工作台中建立草图,如图 1-16所示。完成后单击 Exit workbench(退出工作台)按钮可退出草图工作台。

③ 单击 Surface(曲面)工具栏中的 Extrude(拉伸)按钮,则弹出 Extrude Surface Definition(拉伸曲面定义)对话框,选取 Sketch. 1 作为拉伸轮廓填入 Profile(轮廓)文本框中,设定其拉伸长度为 50 mm。单击 Preview(预览)按钮,其结果如图 1-17 所示。

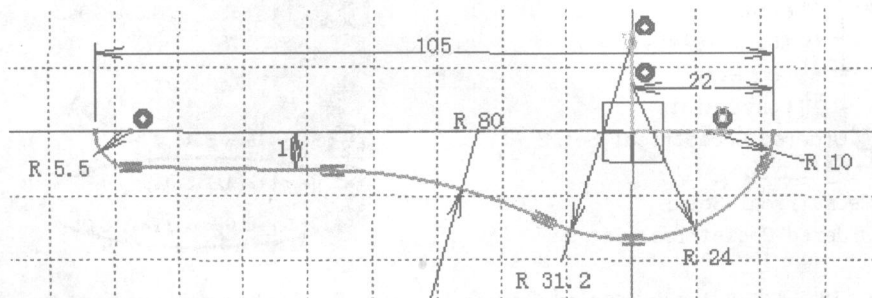


图 1-16 建立 Sketch. 1(草图 1)

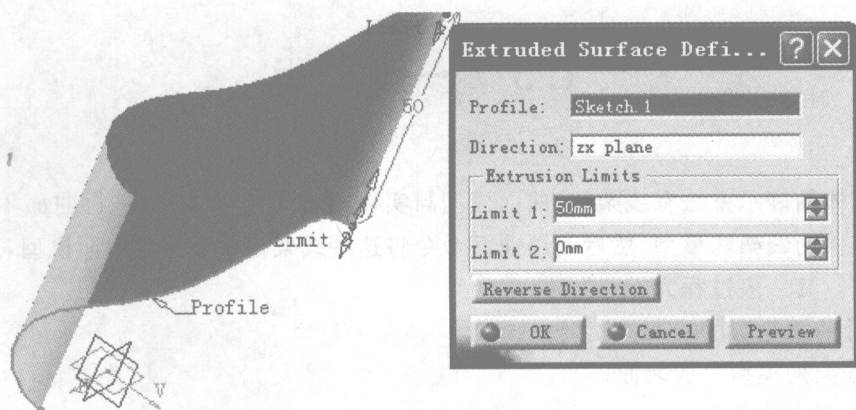


图 1-17 创建 Extrude. 1(拉伸曲面 1)

④ 选取 XY 平面,单击 Sketcher 按钮,可进入 Sketcher 工作台,在该工作台中建立草图,如图 1-18 所示。完成后单击 Exit workbench 按钮可退出草图工作台。

⑤ 单击 Wireframe 工具栏中的 Projection(投影)按钮,则弹出 Projection Definition(投影定义)对话框,在其中的 Projection type(投影类型)下拉列表框中选择 Along a direction(沿一个方向),选取 Sketch. 2 作为投影对象填入 Projected(投影)文本中,选取 Extrude. 1 作为支撑曲面填入 Support(支撑)文本框中,选取 XY 平面作为投影方向填入 Di-

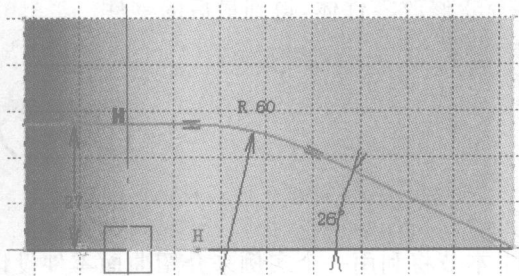


图 1-18 创建 Sketch. 2(草图 2)

rection direction(沿一个方向),选取 Sketch. 2 作为投影对象填入 Projected(投影)文本中,选取 Extrude. 1 作为支撑曲面填入 Support(支撑)文本框中,选取 XY 平面作为投影方向填入 Di-

rection(方向)文本框中。单击 Preview 按钮查看结果,如图 1-19 所示。

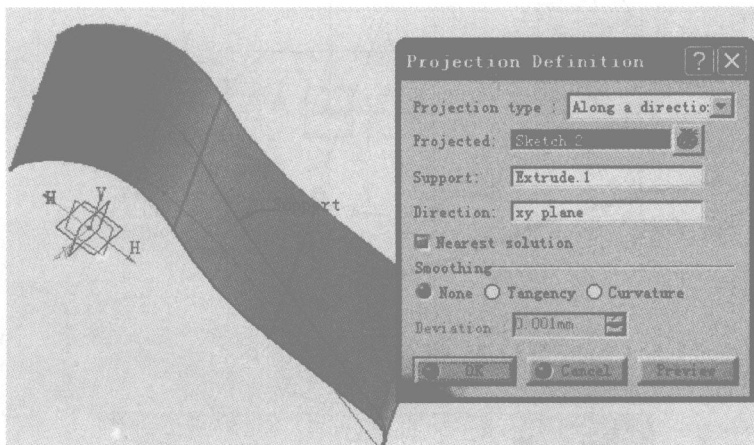


图 1-19 建立 Projection.1(投影线 1)

⑥ 单击 Wireframe 工具栏中的 Plane(平面)按钮 , 则弹出 Plane Definition(平面定义)对话框,在 Plane type(平面类型)下拉列表框中选择 Offset from plane,选取 ZX 平面作为参考平面填入 Reference(参考)文本框中,在 Offset(偏移)文本框中输入偏移距离为 35 mm。单击 Preview 按钮可查看结果,如图 1-20 所示。

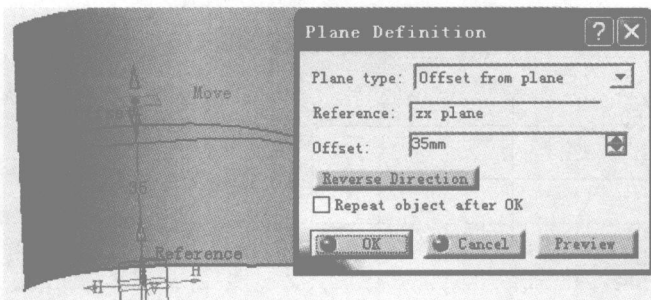


图 1-20 建立 Plane.1(平面 1)

⑦ 选取 Plane.1,单击 Sketcher 按钮 ,可进入 Sketcher 工作台,在该草图工作台中建立草图,如图 1-21 所示。完成后单击 Exit workbench 按钮 可退出“草图”工作台。

⑧ 选取 XY 平面,单击 Sketcher 按钮 ,可进入 Sketcher 工作台,在该工作台中建立草图,如图 1-22 所示。在草图中半径为 300 mm 圆弧上创建一点,如图 1-22 所示。完成后可单击 Exit workbench 按钮 可退出草图工作台。然后可将 Sketch.1,Sketch.2 及 Extrude.1 隐藏^①。

⑨ 选取 XY 平面,单击 Sketcher 按钮 ,可进入 Sketcher 工作台,在该工作台中建立草图,如图 1-23 所示。完成后单击 Exit workbench 按钮 可退出“草图”工作台。

⑩ 选取 YZ 平面,单击 Sketcher 按钮 ,可进入 Sketcher 工作台,在该工作台中建立草图,如图 1-24 所示。完成后单击 Exit workbench 按钮 可退出“草图”工作台。

① 在该工作窗口中选择设计树中的 Extrude.2 与 Extrude.3 并右击后在弹出的快捷菜单中选择“隐藏”。

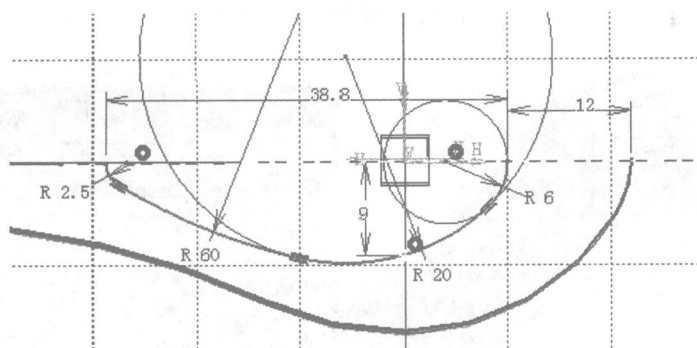


图 1-21 建立 Sketch.3(草图 3)

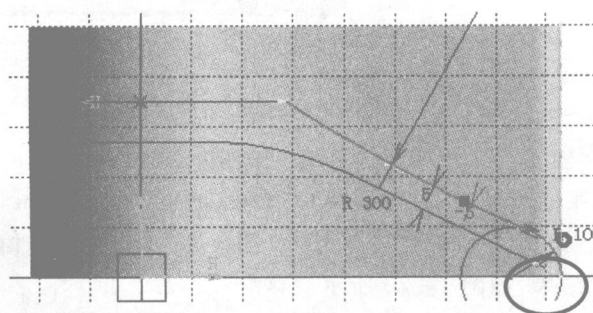


图 1-22 建立 Sketch.4(草图 4)

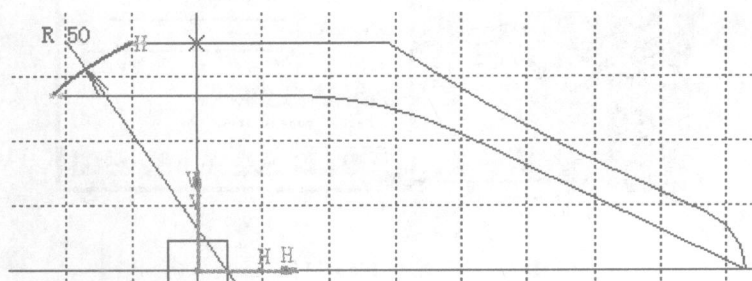


图 1-23 建立 Sketch.5(草图 5)

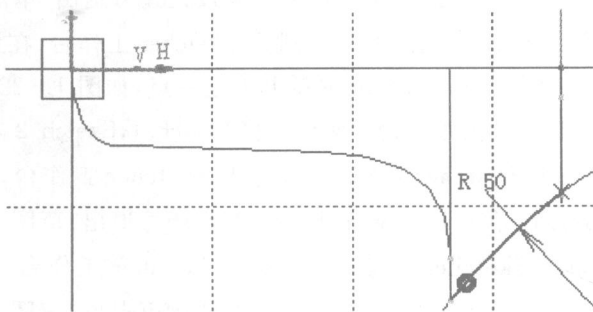


图 1-24 建立 Sketch.6(草图 6)