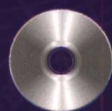


DS
CATIA

CATIA产品设计
系列丛书

达索系统公司首次授权出版
CATIA V5简体中文培训教程



CATIA V5

自由曲面造型

单岩 谢龙汉 编著



清华大学出版社

 CATIA 产品设计系列丛书

CATIA V5 自由曲面造型

浙江大学

单 岩 谢龙汉 编著

清华大学出版社

北 京

内 容 简 介

CATIA 是法国达索系统公司 (Dassault Systèmes) 的 CAD/CAE/CAM 一体化软件, 在世界 CAD/CAE/CAM 领域中处于领导地位, 被广泛应用于航空航天、汽车制造、造船、机械制造、电子、电器、消费品等行业, 它的集成解决方案覆盖所有的产品设计与制造领域, 适应于工业领域的各类大、中、小型企业。

本书重点介绍 CATIA V5 中自由曲面设计、汽车 A 级曲面和实时渲染 3 个功能模块。自由曲面设计模块可以高效创建任意的 3D 曲线和曲面, 通过实时交互更改功能, 可以在保证连续性规范的同时调整设计, 使之符合审美要求和质量要求; 汽车 A 级曲面模块使用真实造型的曲面造型技术创建具有美感和符合人机工程学要求的曲面形状, 提高 A 级曲面造型的模型质量; 实时渲染可以通过利用材质的技术规范来生成模型的逼真渲染显示。

本书适合具有中专以上文化程度的设计人员或在校学生, CAD/CAE/CAM 相关领域的开发人员和技术人员使用。

 是法国达索系统公司的 CATIA 标志, 达索公司授权 SUNNYTECH 浙大旭日科技编写 “CATIA 产品设计系列丛书”, 由清华大学出版社独家出版!

“CATIA®” 是法国达索系统公司的注册商标。

CATIA® is a registered trademark of Dassault Systèmes.”

版权所有, 翻印必究。举报电话: 010-62782989 13901104297 13801310933

本书封面贴有清华大学出版社防伪标签, 无标签者不得销售。

本书防伪标签采用清华大学核研院专有核径迹膜防伪技术, 用户可通过在图案表面涂抹清水, 图案消失, 水干后图案复现; 或将表面膜揭下, 放在白纸上用彩笔涂抹, 图案在白纸上再现的方法识别真伪。

图书在版编目 (CIP) 数据

CATIA V5 自由曲面造型/单岩, 谢龙汉编著. —北京: 清华大学出版社, 2004.10
(CATIA 产品设计系列丛书)

ISBN 7-302-09736-4

I. C… II. ①单… ②谢… III. 工业产品-造型设计-计算机辅助设计-应用软件, CATIA V5
IV. TB472-39

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2004) 第 108093 号

出 版 者: 清华大学出版社 地 址: 北京清华大学学研大厦
<http://www.tup.com.cn> 邮 编: 100084

社 总 机: 010-62770175 客 户 服 务: 010-62776969

组稿编辑: 许存权

文稿编辑: 李虎斌

封面设计: 秦 铭

版式设计: 崔俊利

印 刷 者: 北京季蜂印刷有限公司

装 订 者: 北京市密云县京文制本装订厂

发 行 者: 新华书店总店北京发行所

开 本: 185×260 印 张: 15.25 字 数: 344 千字

版 次: 2004 年 10 月第 1 版 2004 年 10 月第 1 次印刷

书 号: ISBN 7-302-09736-4/TH·151

印 数: 1~5000

定 价: 26.00 元(附光盘 1 张)

本书如存在文字不清、漏印以及缺页、倒页、脱页等印装质量问题, 请与清华大学出版社出版部联系调换。联系电话: (010)62770175-3103 或 (010)62795704

前 言

CATIA 是法国达索系统公司的 CAD/CAE/CAM 一体化软件, 在世界 CAD/CAE/CAM 领域中处于领导地位。CATIA 被广泛应用于航空航天、汽车制造、造船、机械制造、电子、电器、消费品等行业, 它的集成解决方案覆盖所有的产品设计与制造领域, 满足了工业领域中各类大、中、小型企业的需要。在汽车业, CATIA 已成为事实的工业标准。世界前 20 名的汽车企业中有 18 家采用 CATIA 作为其核心设计软件。世界上已有超过 13 000 个用户选择了 CATIA。这些用户包括波音、克莱斯勒、宝马、奔驰、本田、丰田等著名企业。其中波音飞机公司使用 CATIA 完成了整个波音 777 的零件设计和电子装配, 创造了业界的一个奇迹, 从而也确定了 CATIA 在 CAD/CAE/CAM 行业的领导地位。

本书共分 3 章, 重点介绍“自由曲面设计”、“汽车 A 级曲面”和“实时渲染”。

第 1 章 自由曲面设计。自由曲面设计功能模块给用户提供了方便的基于曲面的工具, 用以创建符合审美要求的外形。通过草图或数字化的数据, 设计人员可以高效地创建任意的 3D 曲线和曲面, 通过实时交互更改功能, 可以在保证连续性规范的同时调整设计, 使之符合审美要求和质量要求。本章主要介绍曲线创建、曲面创建、形状编辑、外形分析和设计实例等内容。

第 2 章 汽车 A 级曲面。汽车 A 级曲面造型模块使用真实造型、自由关联和捕获设计意图等多种创造性的曲面造型技术, 创建具有美感和符合人机工程学要求的曲面形状, 提高 A 级曲面造型的模型质量。因此大大提高了 A 级曲面设计流程的生产率, 并且在总开发流程中达到了更高层次的集成。本章主要介绍曲线、曲面、外形编辑、外形分析等内容。

第 3 章 实时渲染。实时渲染模块可以通过利用材质的技术规范来生成模型的逼真渲染显示。纹理可以通过草图创建, 也可以由导入的数字图像或选择库中的图案来修改。材质库和零件的指定材质之间具有关联性, 可以通过规范驱动方法或直接选择来指定材质。本章主要介绍应用材质、建立场景和动画等内容。

感谢达索系统公司袁美安高级专员对本书写作的指导与支持。

感谢杭州浙大旭日科技有限公司各位造型工程师对本书的帮助。

由于时间仓促, 书中难免有疏漏之处, 敬请读者不吝指正。读者可通过网站 <http://www.sunnytech.cn> 与我们交流。

作 者
2004 年 8 月
于浙江大学

“CATIA产品设计系列丛书”序

CATIA是法国达索系统公司的CAD/CAE/CAM一体化软件，在世界CAD/CAE/CAM领域中处于领导地位，销售额蝉联第一至今。CATIA被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的产品设计与制造领域，满足了工业领域各类大、中、小型企业的需要。世界前20名的汽车企业有18家采用CATIA作为其核心设计软件。世界上已有超过13 000个用户选择了CATIA，用户包括波音、克莱斯勒、宝马、奔驰、本田、丰田等著名企业。波音飞机公司使用CATIA完成了整个波音777的零件设计和电子装配，创造了业界的一个奇迹，从而也确定了CATIA在CAD/CAE/CAM行业的领先地位。

CATIA是一个庞大的软件系统，包括了机械设计、曲面造型、工程分析、电子设计、人机工程等一百多个模块。为了帮助读者扎实、高效率地学习和掌握CATIA的机械设计和曲面造型的设计方法，我们组织编写了这套“CATIA产品设计系列丛书”，丛书由6册组成，包括《CATIA V5零件设计》、《CATIA V5机械设计》、《CATIA V5机械设计应用实例》、《CATIA V5逆向造型设计》、《CATIA V5自由曲面造型》和《CATIA V5曲面造型应用实例》。

“CATIA产品设计系列丛书”由浅入深，采用功能讲解和实际应用相结合的方式进行写作。对于CATIA的每一个功能模块，首先系统、详细地讲述每个功能的应用方法和技巧，帮助用户掌握功能操作，然后通过综合的实例，将模块的各项功能综合应用，使得用户可以将所学的内容应用到实际工作中，做到学以致用。

“CATIA产品设计系列丛书”既可以作为CATIA用户的培训教程，也可以作为在校学生的CAD专业教材或机械类工程技术人员自学参考书。

编 者

2004年8月

目 录

第 1 章 自由曲面设计.....	1
1.1 曲线创建.....	2
1.1.1 空间曲线.....	2
1.1.2 表面上的曲线.....	9
1.1.3 投影曲线.....	12
1.1.4 桥接曲线.....	13
1.1.5 圆角造型.....	15
1.1.6 匹配曲线.....	18
1.2 曲面创建.....	20
1.2.1 建立面片.....	20
1.2.2 拉伸曲面.....	26
1.2.3 旋转曲面.....	27
1.2.4 偏置曲面.....	28
1.2.5 外插延伸.....	31
1.2.6 桥接曲面.....	33
1.2.7 圆角曲面.....	37
1.2.8 填补曲面.....	43
1.2.9 网格曲面.....	48
1.2.10 扫掠曲面.....	51
1.3 形状编辑.....	56
1.3.1 几何对称.....	56
1.3.2 控制点编辑.....	57
1.3.3 匹配曲面.....	71
1.3.4 外形拟合.....	79
1.3.5 整体变形.....	81
1.3.6 外形延伸.....	83
1.3.7 分割与恢复.....	84
1.3.8 连接.....	88
1.3.9 分段.....	91
1.3.10 转换.....	92
1.3.11 参数复制.....	95

1.3.12	连续性约束	96
1.4	外形分析	99
1.4.1	曲线连续性分析	99
1.4.2	曲面连续性检查	100
1.4.3	距离分析	102
1.4.4	曲率梳状图	108
1.4.5	截面分析	111
1.4.6	反射线	114
1.4.7	拐点曲线	116
1.4.8	高亮分析	117
1.4.9	面上曲率分析	119
1.4.10	拔模分析	121
1.4.11	环境映射	123
1.4.12	斑马线分析	125
1.4.13	A 级曲面高亮分析	127
1.5	设计实例	129
1.5.1	吹筒主体设计	130
1.5.2	吹筒手柄的设计	135
1.5.3	手柄与主体的连接	140
第 2 章	汽车 A 级曲面	144
2.1	曲线	144
2.1.1	空间曲线	145
2.1.2	面上曲线	149
2.1.3	等参数曲线	150
2.1.4	分析曲线	151
2.1.5	投影曲线	152
2.1.6	偏置曲线	154
2.1.7	桥接曲线	156
2.1.8	分割曲线	158
2.2	曲面	160
2.2.1	曲线面片	160
2.2.2	填补曲面	161
2.2.3	边线拉伸	163
2.2.4	带圆角的边线拉伸	166
2.2.5	扫掠曲面	168
2.2.6	桥接曲面	171

2.2.7	对称	173
2.2.8	曲面投影	174
2.3	外形编辑	175
2.3.1	控制点编辑	175
2.3.2	改变阶数	180
2.3.3	匹配	181
2.3.4	匹配延伸	185
2.3.5	移动	186
2.3.6	偏置曲面	187
2.3.7	光顺	188
2.3.8	外插延伸	190
2.3.9	截面造型	192
2.3.10	曲面分割	195
2.3.11	转换	197
2.4	外形分析	198
2.4.1	误差设定	199
2.4.2	拐点曲线	200
2.4.3	反射线	203
2.4.4	曲率分析	205
2.4.5	截面分析	207
2.4.6	曲面交线	208
第3章	实时渲染	209
3.1	应用材质	209
3.2	建立场景	217
3.2.1	环境	217
3.2.2	灯光	220
3.2.3	摄影机	225
3.3	动画	227
3.3.1	建立旋转轴	227
3.3.2	运动仿真	228
3.3.3	记录动画	229

第 1 章 自由曲面设计

自由曲面设计 (Free Style) 功能模块提供使用方便的基于曲面的工具, 用以创建符合审美要求的外形, 其界面如图 1-1 所示。通过草图或数字化的数据, 设计人员可以高效地创建任意的 3D 曲线和曲面, 通过实时交互更改功能, 可以在保证连续性规范的同时调整设计, 使之符合审美要求和质量要求。为保证质量, 该模块提供了大量的曲线和曲面诊断工具进行实时质量检查。该模块也提供了曲面修改的关联性, 曲面的修改会传送到所有相关的拓扑上, 如曲线和裁剪区域。

该模块提供强大的、使用方便的曲面工具, 帮助设计者创建风格化外形, 即使是临时用户也可以很容易地光滑和裁剪曲线和曲面。大量的面向企业的曲线和曲面诊断工具可以执行实时质量检查, 以保证设计质量。

自由曲面优化模块扩展了 CATIA 自由曲面造型设计的外形和曲面造型功能, 主要针对复杂的多曲面外形的变形设计。设计者可以像处理一个曲面片一样对多曲面进行整体更改, 而同时保持每个曲面先前规定的设计品质。系统能够使一个设计和其他的几何元素 (比如一个物理样机的扫描形状) 匹配。为检验曲面的设计质量, 用户可以实施一个虚拟展厅, 通过计算出的反射光线对曲面进行检查。

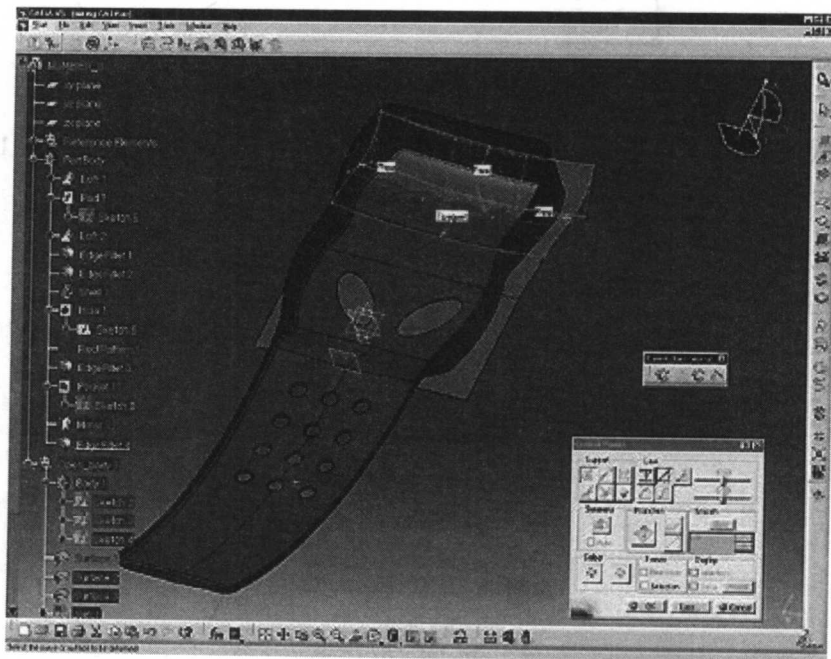


图 1-1

1.1 曲线创建

自由曲面设计模块提供了多种建立和编辑曲线的方法,如空间曲线^②、曲面上曲线^③、投影曲线^④、桥接曲线^⑤、圆角造型^⑥和匹配曲线^⑦等。

1.1.1 空间曲线

空间曲线(3D curve)功能^②,是在空间的一系列点上建立样条线,或者在指南针的XY平面上建立样条线。打开附带光盘中“第1章 自由曲面设计”目录下的文件3D Curve.CATPart,如图1-2所示。

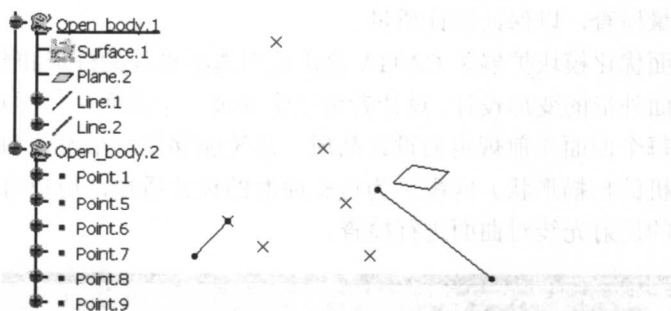


图 1-2

(1) 在 Curve Creation 工具栏中单击“空间曲线”功能按钮^②,弹出如图1-3所示的3D curve 对话框。

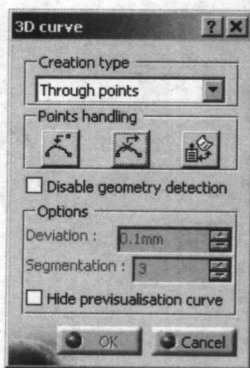


图 1-3

(2) 在对话框中的 Creation type 下拉列表框中选择一种建立曲线的方式。

❑ Through points 是选择一系列点,作为样条线上的点,如图1-4所示,建立的样条

线通过所选择的点。

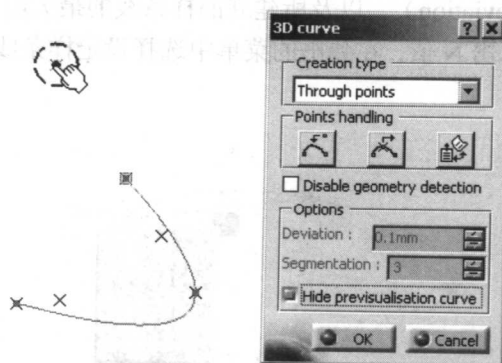


图 1-4

- **Control points** 是选择一系列点作为样条线的控制点，如图 1-5 所示，所选择的点构成了一个多边形，决定了样条线的形状。

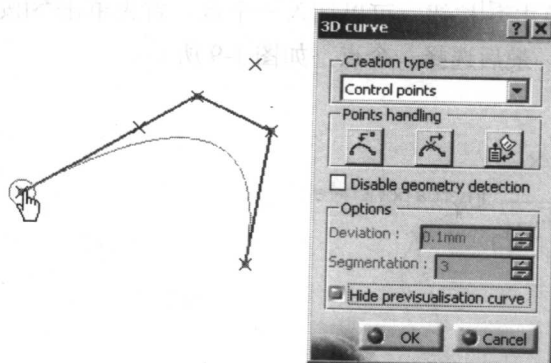


图 1-5

- **Near points** 是选择一系列点，在用户设定的误差范围内建立样条线，如图 1-6 所示。

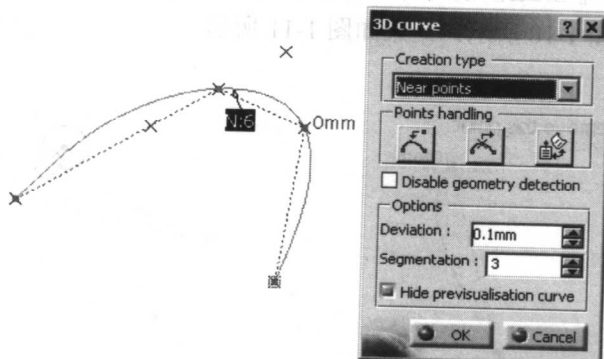


图 1-6

(3) 对于用 Near points 方式建立样条线, 可以在对话框中设定所选择点与生成的样条线之间的最大偏差值 (Deviation), 以及所建立的样条线的最大段数 (Segmentation)。可以在几何显示区中右键单击 N 值, 在弹出的菜单中选择设定样条线的阶数 (Order), 如图 1-7 所示。

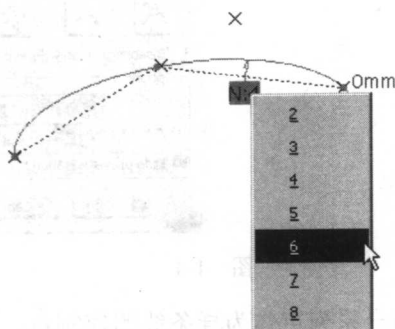


图 1-7

(4) 在对话框中单击  按钮, 可以插入一个点。首先单击  按钮, 再单击需要插入的位置, 如图 1-8 所示, 最后选择一个点, 如图 1-9 所示。

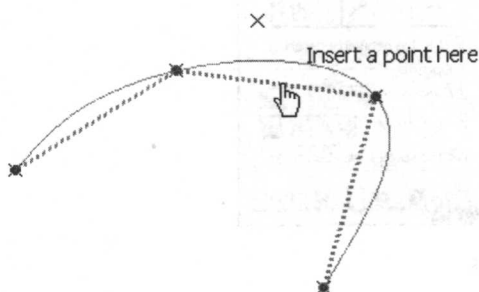


图 1-8

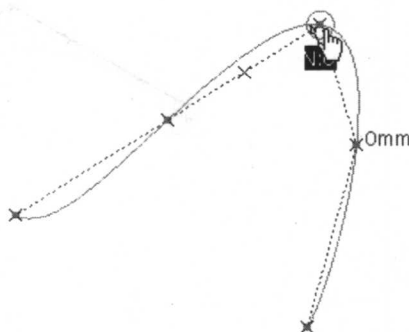


图 1-9

(5) 在对话框中单击  按钮, 可以将样条线中的某点删除。首先单击该按钮, 再选择需要删除的点, 如图 1-10 所示, 结果如图 1-11 所示。

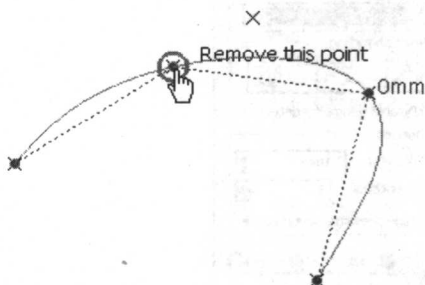


图 1-10

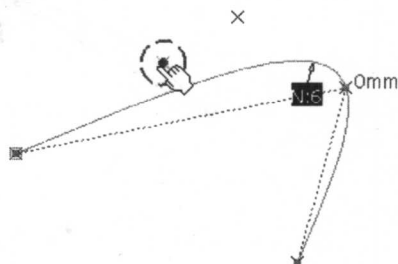


图 1-11

(6) 在对话框中单击按钮，可以对样条线上的点或者控制点进行约束或者取消约束。单击该按钮，选择一个需要改变约束方式的点，如果该点是某几何元素上的点，那么单击选择该点，在几何显示区出现“Free this point”字样，如图 1-12 所示；拖动该点的方向控制器，可以将该点移动到其他位置，如图 1-13 所示。如果该点没有被限制在某个几何元素上，将鼠标移动到该点上时，显示出“Constrain this point”字样，如图 1-14 所示；再选择一个几何点作为所选择点的新位置，如图 1-15 所示。

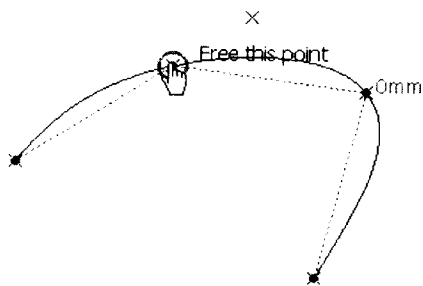


图 1-12

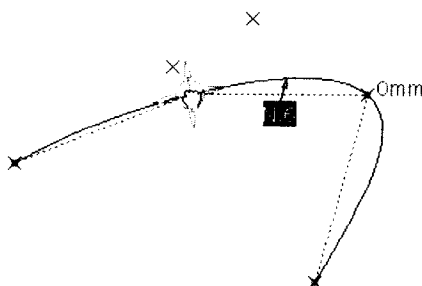


图 1-13

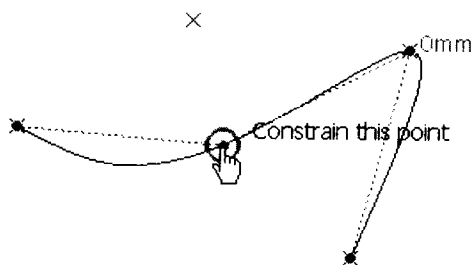


图 1-14

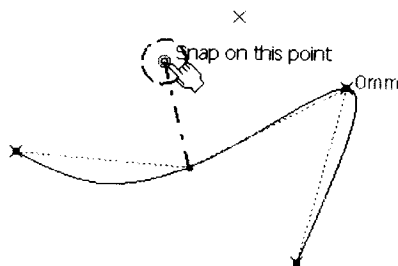


图 1-15

(7) 同样地，可以对样条线的控制点，应用增加控制点，首先确定增加控制点的位置，再选择需要增加的点，如图 1-16 所示；应用删除控制点，直接单击选择需要删除的点即可，如图 1-17 所示；应用约束控制点，如图 1-18 所示。

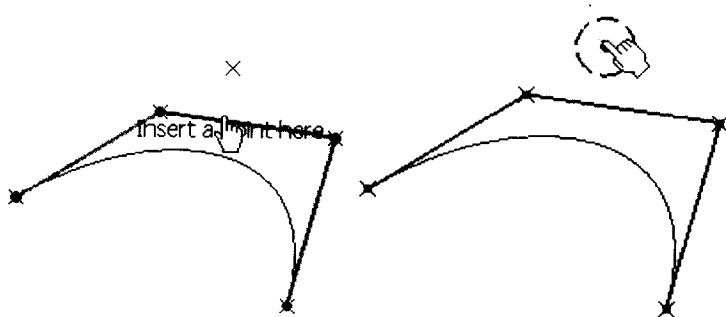


图 1-16

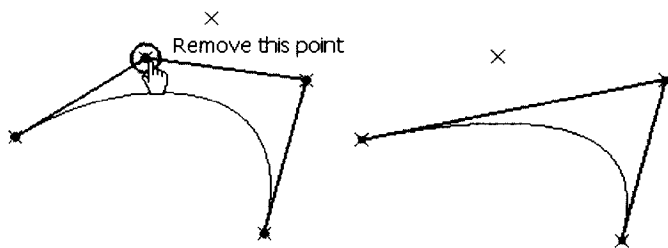


图 1-17

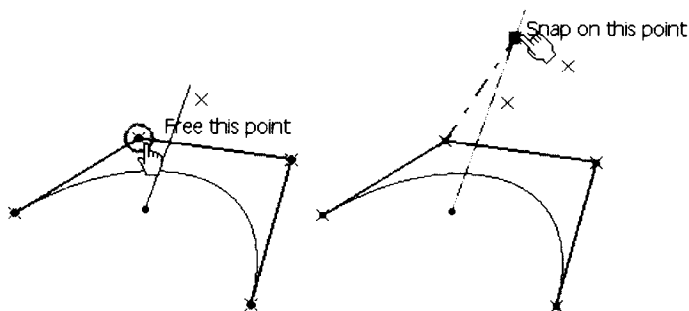


图 1-18

(8) 在选择一点插入样条线中时, 如果选择一个几何元素, 并且同时按住 **Ctrl** 键, 可以选择该几何元素上距离样条线最近的点, 如图 1-19 所示, 左图是没有按住 **Ctrl** 键的情况, 右图是按住 **Ctrl** 键的情况。

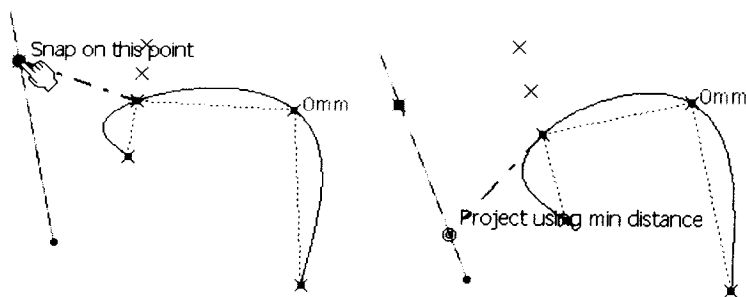


图 1-19

(9) 可以选择一个开放部件中的所有几何点建立样条线。首先单击“建立空间曲线”按钮, 接着在开放部件上单击鼠标右键, 在弹出的菜单中选择 **Select all points in the open body** 选项, 如图 1-20 所示。系统将自动按照开放部件中点的顺序建立样条线, 图 1-21 所示是用 **Through points** 方式建立样条线的情况。改变点的顺序, 建立样条线也相应发生变化, 图 1-22 所示是移动点 **Point.1** 位置的结果。

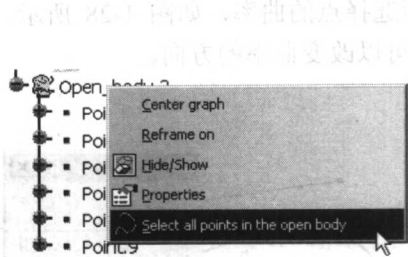


图 1-20

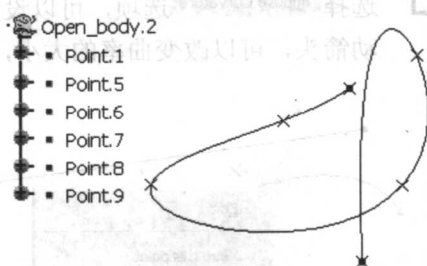


图 1-21

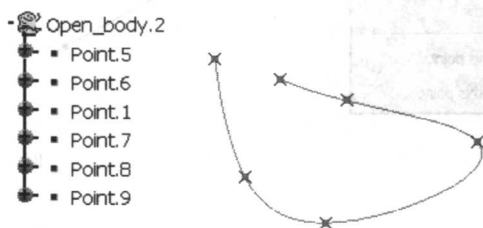


图 1-22

(10) 可以在指南针的 XY 平面上自由选择任意点建立样条线。首先将指南针移动到平面上,在几何显示区上单击选择适当的点作为样条线的点,如图 1-23 左图所示;从图 1-23 右图可见,形成的样条线是在指南针的 XY 平面上。

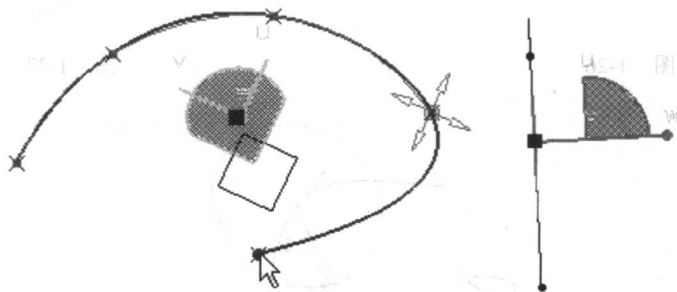


图 1-23

(11) 在样条线的控制点上单击鼠标右键,弹出如图 1-24 所示的菜单。

- ☐ 选择 **Edit** 选项,弹出 **Turner** 对话框,在对话框中可以微调该控制点的位置,如图 1-25 所示。
- ☐ 选择 **Keep this point** 选项,可以将所选择的控制点生成一个几何点。
- ☐ 选择 **Impose Tangency** 选项,可以选择一个方向作为该点的切向,几何显示区出现该点当前的切向,如图 1-26 所示。用鼠标拖动箭头,可以改变样条线在该点的张力大小,双击箭头,可以改变切线的方向。拖动两个圆,可以改变切向的方向。拖动切向到直线上,可以将直线作为样条线的切向,如图 1-27 所示。

- 选择 **Impose Curvature** 选项，可以设置样条线在所选择点的曲率，如图 1-28 所示。拖动箭头，可以改变曲率的大小，拖动圆弧，可以改变曲率的方向。

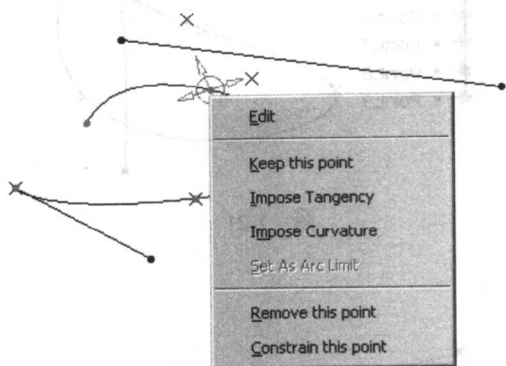


图 1-24

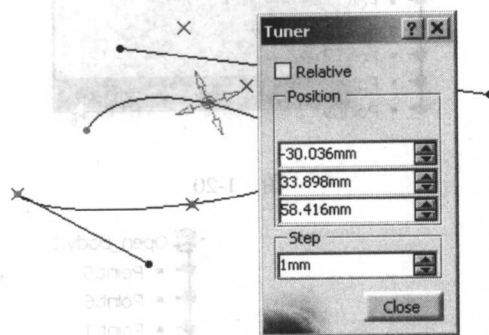


图 1-25

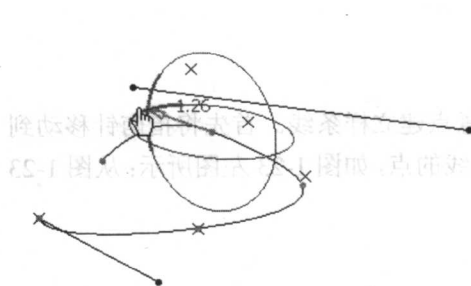


图 1-26

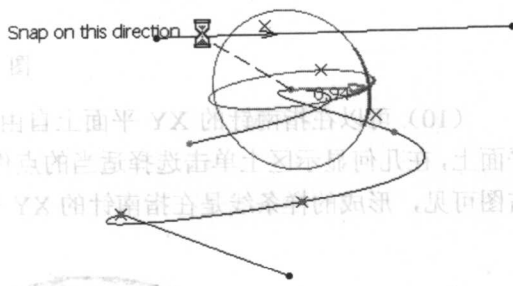


图 1-27

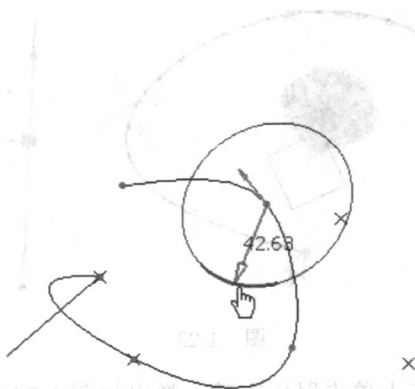


图 1-28

(12) 在 **Control points** 方式下，如果样条线的控制点在其他几何元素上，可以设置样条线与该几何元素的连续关系，如图 1-29 所示，图中的样条线与其他两条直线是点连续的关系。在“Point”字样上单击鼠标右键，在弹出的如图 1-30 所示的菜单中选择一种连续方式，设置样条线与该直线的连续方式。如图 1-31 所示，是将样条线与两条直线的连续方式改变为相切。

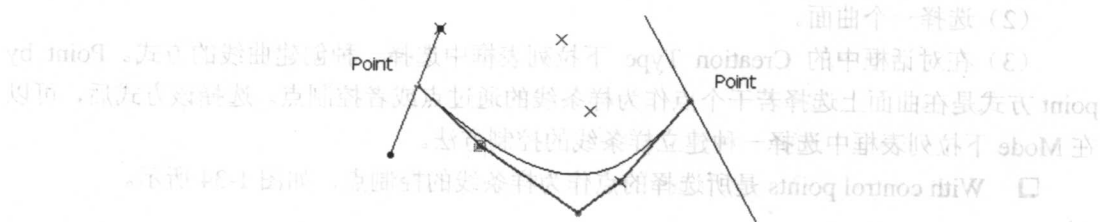


图 1-29

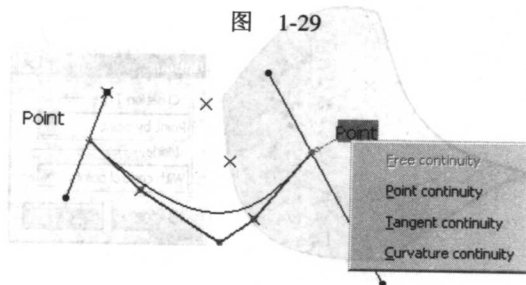


图 1-30

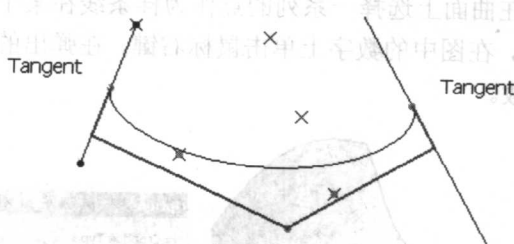


图 1-31

1.1.2 表面上的曲线

表面上的曲线 (Curve On Surface) 功能^①, 是在表面上建立等参数曲面或者任意的样条线。打开附带光盘中“第1章 自由曲面设计”目录下的文件 CurveOnSurface.CATPart, 如图 1-32 所示。

(1) 在 Curve Creation 工具栏中单击“表面上的曲线”功能按钮^②, 弹出如图 1-33 所示的 Options 对话框。

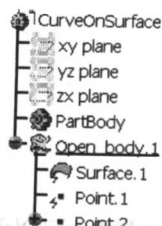


图 1-32

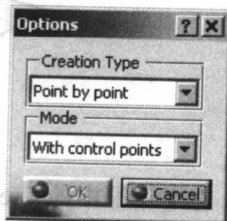


图 1-33