

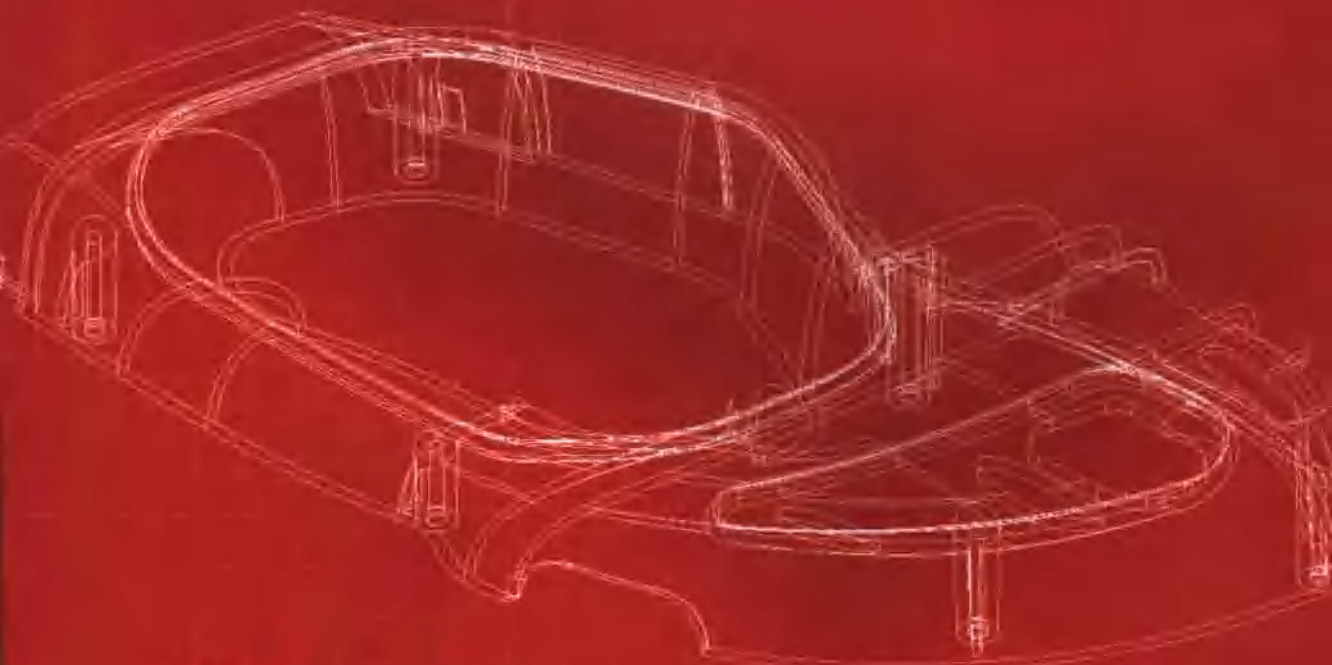


随书光盘含
书中范例源文件
和精彩作品赏析

游立明 等编著

CATIA V5

曲面设计从入门到精通



电子工业出版社

PUBLISHING HOUSE OF ELECTRONICS INDUSTRY

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



CATIA
V5曲面设计从入门到精通

游立明 等编著

電子工業出版社

Publishing House of Electronics Industry

北京·BEIJING

内 容 简 介

CATIA V5 软件是集设计、分析、制造为一体的计算机辅助绘图软件,广泛应用于机械、汽车、造船、飞机等行业。

作者根据自己多年的一线设计工作经验,从工程实用的角度出发,详细介绍了 CATIA V5 曲面设计的流程、方法与技巧。全书共包括 10 章,分为 CATIA 线架构与常规曲面、高级曲面设计、综合实例三篇,主要内容包括:CATIA 入门基础、常规曲面设计与操作、曲线与曲面分析、自由曲面设计、数字曲面设计、曲面优化设计、实时渲染,以及 3 个产品曲面设计实例。

本书语言通俗、层次清晰、基础知识与应用实例相结合,边讲边练。实例安排丰富实用,全部来自工程实践,具有很强的实用性、指导性和良好的可操作性。随书所附光盘内容包括书中所有范例源文件和练习题答案。

本书适合 CATIA 初中级读者使用,同时也可作为大中专院校相关专业学生,以及社会相关培训班学员的教材。

未经许可,不得以任何方式复制或抄袭本书之部分或全部内容。
版权所有,侵权必究。

图书在版编目(CIP)数据

CATIA V5 曲面设计从入门到精通 / 游立明等编著. —北京:电子工业出版社, 2006.7
ISBN 7-121-02933-2

I .C... II.游... 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 083475 号

责任编辑:何 从

印 刷:北京天竺颖华印刷厂

出版发行:电子工业出版社

北京市海淀区万寿路 173 信箱 邮编 100036

经 销:各地新华书店

开 本:787×1092 1/16 印张:29.25 字数:672 千字

印 次:2006 年 7 月第 1 次印刷

印 数:5000 册 定价:55.00 元(含光盘 1 张)

凡购买电子工业出版社的图书,如有缺损问题,请向购买书店调换。若书店售缺,请与本社发行部联系。联系电话:(010) 68279077。质量投诉请发邮件至 zltz@phei.com.cn, 盗版侵权举报请发邮件至 dbqq@phei.com.cn。

前 言

CATIA V5 软件是法国 Dassault System (达索系统) 公司推出的, 集设计、分析、制造为一体的功能强大的计算机辅助绘图软件。凭借其独有的特点以及其稳定性, 现在广泛应用于机械、汽车、造船、飞机等行业。目前在全球拥有了 24 000 多个客户。

CATIA V4 软件原先只能在 UNIX 平台上运行, 经过软件升级和功能改善, 现在 CATIA V5 版本已经可以在个人计算机上运行。CATIA V5 经过多次的版本更新和性能完善, 如今已经发展到 CATIA V5 R16 版本。熟练掌握 CATIA V5 软件, 逐渐成为机械、汽车、快速消费品等行业工程师的必备技能。

本书是一线工程技术人员的工作经验力作。作者根据自己多年在 CAD 领域工作设计的经验, 从全面、系统、实用的角度出发, 以基础知识与大量实例相结合的方式, 详细介绍了 CATIA V5 版本的各种基本操作、技巧、常用功能以及应用实例。全书共分三篇 11 章, 具体内容如下。

第一篇为 CATIA 常规曲面设计部分, 包括 3 章内容, 介绍了 CATIA V5 的入门基础, 常规曲线、曲面的设计和分析。

第二篇为高级曲面设计部分, 包括 4 章内容, 介绍了 CATIA V5 中自由曲面的设计、数字曲面的设计和曲面优化设计、实时渲染等。

第三篇为综合实例部分, 安排了 3 章内容, 介绍了电话机曲面设计、洗碗机手柄曲面设计、砂光机 A 级曲面设计等 3 个不同类型的实例设计过程。

本书语言通俗, 讲解由浅入深、循序渐进, 符合读者学习进程, 基础知识与应用实例紧密结合, 边讲边练。内容安排全面、系统, 实例典型实用, 针对性、可操作性和指导性强, 利于读者学习后举一反三。全书安排了大量的思考练习题, 附录中收录了 CATIA V5 的操作快捷键, 可有效地帮助读者解决实际问题, 巩固所学的知识。随书所附光盘内容翔实丰富, 包括书中全部范例源文件。本书适合广大 CATIA V5 曲面设计的初级读者使用, 也可作为大中专院校、高职机械类专业学生, 以及社会相关培训班学员的教材, 是 CATIA V5 曲面初学者必备的学习手册。

本书由游立明等编著。另外, 廖日坤、金镇、李宁宇、黄小惠、廖济林、庞丽梅、邱远彬、黄桂群、刘伟捷、黄乘传、李彦超、付军鹏、张广安、张洪波、贾素龙、李焱冰、王艳波、张剑等在资料收集、整理和技术支持方面做了大量的工作, 在此一并向他们表示感谢!

由于编者水平有限, 书中难免有不足之处, 欢迎同行和读者批评指正。

我们的联系方式是: batee_he@126.com

作 者

2006 年 5 月

目 录

第一第 CATIA 线架构与常规曲面

| | | |
|-------|-------------------------|----|
| 第 1 章 | CATIA 入门基础 | 3 |
| 1.1 | CATIA V5 的特点介绍 | 3 |
| 1.2 | CATIA V5 对电脑配置的要求 | 4 |
| 1.3 | CATIA V5 的启动与组成界面 | 4 |
| 1.4 | 本章小结 | 6 |
| 第 2 章 | 常规曲面设计与操作 | 7 |
| 2.1 | 线架构几何构建 | 7 |
| 2.1.1 | 创建基本元素 | 8 |
| 2.1.2 | 创建曲线 | 36 |
| 2.2 | 曲面的创建 | 64 |
| 2.2.1 | 创建拉伸曲面 | 64 |
| 2.2.2 | 创建旋转曲面 | 66 |
| 2.2.3 | 创建球形曲面 | 67 |
| 2.2.4 | 创建柱面曲面 | 68 |
| 2.2.5 | 创建偏置曲面 | 69 |
| 2.2.6 | 创建扫掠曲面 | 70 |
| 2.2.7 | 创建填充曲面 | 87 |
| 2.2.8 | 创建放样曲面 | 89 |
| 2.2.9 | 创建桥接曲面 | 92 |
| 2.3 | 曲面和曲线的编辑 | 94 |

| | | |
|--------------|-------------------------------------|------------|
| 2.3.1 | 合并 | 94 |
| 2.3.2 | 缝补 | 96 |
| 2.3.3 | 分解 | 98 |
| 2.3.4 | 曲线光滑 | 99 |
| 2.3.5 | 裁剪 | 100 |
| 2.3.6 | 恢复裁剪 | 103 |
| 2.3.7 | 提取元素 | 104 |
| 2.3.8 | 曲面圆角 | 106 |
| 2.3.9 | 几何变换 | 112 |
| 2.3.10 | 外插延伸 | 118 |
| 2.3.11 | 创建规则 | 119 |
| 2.4 | 训练实例 1——弹簧螺旋线操作实例 | 121 |
| 2.5 | 训练实例 2——曲面创建（拉伸，旋转，偏移）操作实例 | 126 |
| 2.6 | 训练实例 3——曲面创建（扫掠、放样）操作实例 | 128 |
| 2.7 | 训练实例 4——曲面编辑（剪切、合并、倒角、变换）操作实例 | 129 |
| 2.8 | 本章小结 | 133 |
| 2.9 | 思考练习题 | 134 |
| 第 3 章 | 曲线与曲面分析 | 135 |
| 3.1 | 曲线连续性分析 | 135 |
| 3.2 | 曲面连续性分析 | 137 |
| 3.3 | 拔模角分析 | 138 |
| 3.4 | 曲面曲率分析 | 140 |
| 3.5 | 曲线曲率梳分析 | 141 |
| 3.6 | 曲面网格显示 | 145 |
| 3.7 | 显示几何信息 | 145 |
| 3.8 | 训练实例 1——连接曲面分析操作实例 | 146 |
| 3.9 | 训练实例 2——曲线曲率分析操作实例 | 148 |
| 3.10 | 训练实例 3——拔模角分析操作实例 | 149 |
| 3.11 | 训练实例 4——饮料瓶曲面质量分析 | 150 |
| 3.12 | 本章小结 | 152 |
| 3.13 | 思考练习题 | 152 |

第二篇 高级曲面设计

| | |
|---------------------------|-----|
| 第4章 自由曲面设计 | 155 |
| 4.1 CATIA 的自由造型单元简介 | 155 |
| 4.2 创建曲线 | 156 |
| 4.2.1 空间曲线 | 156 |
| 4.2.2 表面上的曲线 | 158 |
| 4.2.3 曲线投影 | 160 |
| 4.2.4 曲线桥接 | 162 |
| 4.2.5 圆角造型 | 163 |
| 4.2.6 曲线匹配 | 165 |
| 4.3 创建曲面 | 168 |
| 4.3.1 缀面创建 | 168 |
| 4.3.2 拉伸曲面 | 172 |
| 4.3.3 旋转曲面 | 173 |
| 4.3.4 偏移曲面 | 173 |
| 4.3.5 外插造型 | 175 |
| 4.3.6 桥接曲面 | 177 |
| 4.3.7 圆角曲面 | 179 |
| 4.3.8 填充曲面 | 183 |
| 4.3.9 网状曲面 | 186 |
| 4.3.10 扫掠曲面 | 188 |
| 4.4 曲线和曲面的编辑操作 | 193 |
| 4.4.1 对称 | 193 |
| 4.4.2 控制点调整 | 194 |
| 4.4.3 匹配曲面 | 201 |
| 4.4.4 外形拟和 | 206 |
| 4.4.5 整体变形 | 208 |
| 4.4.6 外形延伸 | 210 |
| 4.4.7 分割 | 211 |
| 4.4.8 恢复剪切 | 213 |
| 4.4.9 连接 | 214 |

| | | |
|--------------|----------------------------|------------|
| 4.4.10 | 分段 | 216 |
| 4.4.11 | 分解 | 217 |
| 4.4.12 | 转换 | 217 |
| 4.4.13 | 参数复制 | 219 |
| 4.5 | 外形分析 | 220 |
| 4.5.1 | 曲线连续性分析 | 221 |
| 4.5.2 | 曲面连续性分析 | 221 |
| 4.5.3 | 距离分析 | 221 |
| 4.5.4 | 曲线曲率分析 | 221 |
| 4.5.5 | 截面曲率分析 | 221 |
| 4.5.6 | 反射线分析 | 225 |
| 4.5.7 | 拐点曲线分析 | 227 |
| 4.5.8 | 高亮分析 | 227 |
| 4.5.9 | 曲面曲率分析 | 229 |
| 4.5.10 | 拔模角分析 | 229 |
| 4.5.11 | 环境映射 | 229 |
| 4.5.12 | 斑马线分析 | 230 |
| 4.5.13 | A 级曲面高亮分析 | 232 |
| 4.6 | 训练实例 1——曲面的创建与编辑操作实例 | 235 |
| 4.7 | 训练实例 2——曲面分析操作实例 | 238 |
| 4.8 | 训练实例 3——电话听筒曲面设计实例 | 240 |
| 4.9 | 本章小结 | 246 |
| 4.10 | 思考练习题 | 246 |
| 第 5 章 | 数字曲面设计 | 247 |
| 5.1 | 数字曲面编辑器简介 | 247 |
| 5.2 | 数据文件的加载和输出 | 248 |
| 5.2.1 | 数据文件的加载 | 248 |
| 5.2.2 | 数据文件的输出 | 250 |
| 5.3 | 点云处理 | 251 |
| 5.3.1 | 删除点云 | 251 |
| 5.3.2 | 过滤点云 | 253 |
| 5.3.3 | 激活局部点云 | 254 |

| | | |
|-------|-----------------------------|-----|
| 5.3.4 | 点云合并 | 255 |
| 5.4 | 点云网格化 | 256 |
| 5.4.1 | 建立网格面 | 256 |
| 5.4.2 | 偏置网格面 | 258 |
| 5.4.3 | 平顺网格面 | 259 |
| 5.4.4 | 修补网格面 | 261 |
| 5.4.5 | 降低网格密度 | 263 |
| 5.4.6 | 合并网格面 | 264 |
| 5.4.7 | 分割网格面 | 265 |
| 5.4.8 | 翻转边线 | 265 |
| 5.5 | 绘制交线 | 266 |
| 5.5.1 | 曲线投影 | 267 |
| 5.5.2 | 平面交线 | 269 |
| 5.5.3 | 点云交线 | 271 |
| 5.5.4 | 网格面边线 | 271 |
| 5.6 | 绘制曲线 | 272 |
| 5.6.1 | 空间曲线 | 272 |
| 5.6.2 | 交线曲线 | 275 |
| 5.7 | 重置点云 | 276 |
| 5.7.1 | 用指南针对齐 | 277 |
| 5.7.2 | 约束对齐 | 278 |
| 5.7.3 | 用对准球对齐 | 279 |
| 5.7.4 | 点云区域对齐 | 280 |
| 5.7.5 | 曲面对齐 | 282 |
| 5.7.6 | 点对齐 | 283 |
| 5.7.7 | 使用上一步对齐操作对齐 | 285 |
| 5.8 | 点云分析 | 285 |
| 5.8.1 | 点云信息分析 | 285 |
| 5.8.2 | 距离分析 | 286 |
| 5.9 | 训练实例 1——导入点云、编辑点云操作实例 | 289 |
| 5.10 | 训练实例 2——绘制交线、绘制曲线操作实例 | 291 |
| 5.11 | 本章小结 | 294 |
| 5.12 | 思考练习题 | 294 |

| | |
|----------------------------------|------------|
| 第 6 章 曲面优化设计 | 295 |
| 6.1 连接曲面 | 295 |
| 6.2 拔模凹面 | 297 |
| 6.3 中心凸起 | 298 |
| 6.4 基于曲线的曲面变形 | 300 |
| 6.5 基于曲面的曲面变形 | 302 |
| 6.6 形状变化曲面 | 303 |
| 6.7 开发曲面 | 305 |
| 6.8 展开曲面 | 308 |
| 6.9 训练实例 1——连接曲面操作实例 | 309 |
| 6.10 训练实例 2——基于曲面的曲面变形操作实例 | 310 |
| 6.11 训练实例 3——形状变化曲面操作实例 | 311 |
| 6.12 本章小结 | 314 |
| 6.13 思考练习题 | 314 |
| 第 7 章 实时渲染 | 315 |
| 7.1 应用材质 | 316 |
| 7.2 场景编辑器 | 319 |
| 7.2.1 建立环境 | 319 |
| 7.2.2 建立灯光 | 323 |
| 7.2.3 建立摄影机 | 329 |
| 7.3 动画 | 332 |
| 7.3.1 建立旋转轴 | 332 |
| 7.3.2 运动仿真 | 333 |
| 7.3.3 视频生成 | 334 |
| 7.4 训练实例——自行车渲染实例 | 335 |
| 7.5 本章小结 | 339 |
| 7.6 思考练习题 | 340 |

第三篇 综合实例

| | |
|----------------------------------|------------|
| 第 8 章 综合实例——电话机曲面设计 | 343 |
| 8.1 实例分析 | 343 |

| | | |
|-------------|------------------------------|------------|
| 8.2 | 主要知识点 | 343 |
| 8.3 | 设计流程 | 344 |
| 8.4 | 具体设计步骤 | 344 |
| 8.4.1 | 新建零件 | 344 |
| 8.4.2 | 电话机上曲面设计 | 345 |
| 8.4.3 | 电话机下曲面设计 | 359 |
| 8.4.4 | 电话机曲面质量分析 | 369 |
| 8.5 | 实例总结 | 370 |
| 第9章 | 综合实例——洗碗机手柄逆向设计 | 371 |
| 9.1 | 实例分析 | 371 |
| 9.2 | 主要知识点 | 372 |
| 9.3 | 设计流程 | 372 |
| 9.4 | 具体设计步骤 | 372 |
| 9.4.1 | 输入手柄曲面点云 | 372 |
| 9.4.2 | 编辑点云 | 373 |
| 9.4.3 | 创建点云坐标系 | 375 |
| 9.4.4 | 创建手柄上曲面 | 378 |
| 9.4.5 | 创建手柄下曲面 | 381 |
| 9.4.6 | 创建连接曲面 | 394 |
| 9.4.7 | 创建按钮部分曲面 | 400 |
| 9.4.8 | 曲面编辑 | 406 |
| 9.4.9 | 曲面质量分析 | 410 |
| 9.5 | 实例总结 | 412 |
| 第10章 | 综合实例——砂光机A级曲面设计 | 413 |
| 10.1 | 实例分析 | 413 |
| 10.2 | 主要知识点 | 413 |
| 10.3 | 设计流程 | 414 |
| 10.4 | 具体设计步骤 | 414 |
| 10.4.1 | 输入砂光机曲面点云 | 414 |
| 10.4.2 | 变换点云坐标系 | 415 |
| 10.4.3 | 点云编辑处理 | 421 |
| 10.4.4 | 创建点云交线 | 422 |

| | | |
|-------------|--------------------------------|------------|
| 10.4.5 | 创建常规曲面 | 427 |
| 10.4.6 | 拟和曲面 | 434 |
| 10.4.7 | 曲面降阶、调整和匹配..... | 437 |
| 10.4.8 | 创建桥接曲面和填充曲面..... | 439 |
| 10.4.9 | 曲面编辑处理 | 449 |
| 10.4.10 | 曲面质量分析 | 451 |
| 10.5 | 实例总结 | 452 |
| 附录 A | CATIA V5 常用快捷键对照表 | 453 |
| 附录 B | 全书填空题答案..... | 455 |
| 第 2 章 | 常规曲面设计与操作 | 455 |
| 第 3 章 | 曲线与曲面分析 | 455 |
| 第 4 章 | 自由曲面设计 | 455 |
| 第 5 章 | 数字曲面设计 | 456 |
| 第 6 章 | 曲面优化设计 | 456 |
| 第 7 章 | 实时渲染 | 456 |



第一篇

CATIA 线架构与常规曲面

第 1 章 CATIA 入门基础

作为本书的第一章，将简单介绍 CATIA V5 的入门基础知识，包括 CATIA V5 的特点、CATIA V5 对电脑配置的要求，以及 CATIA V5 的启动与操作界面。

本章学习要点：

- ★ CATIA V5 的特点介绍
- ★ CATIA V5 对电脑配置的要求
- ★ CATIA V5 的启动
- ★ CATIA V5 的组成界面

1.1 CATIA V5 的特点介绍

CATIA 是法国 Dassault System（达索系统）公司的产品。目前广泛应用于飞机、汽车、造船和其他电子机械产品行业。它是一款集计算机辅助设计、制造、分析于一体的功能强大的软件。CATIA 凭借其独有的特点以及其稳定性，目前在全球拥有了众多的客户。

CATIA V5 功能更加强大，相比以前版本，界面更加人性化，最重要的是 CATIA V5 可以在个人计算机上运行，运行环境可以是：Windows NT、Windows 2000、Windows XP 等操作系统，同时还支持 UNIX 操作系统。目前，CATIA V5 已经成为一款主流的工业设计软件。

根据不同产品、过程的复杂程度或技术需求的不同，针对这些特定任务或过程需求的功能层次也相应有所不同。为了实现这一目标，CATIA V5 的产品按以下三个层次进行组织。

CATIA V5 P1 平台是一个低价位的 3D PLM 解决方案，并具有能随企业未来的业务增长进行扩充的能力。CATIA V5 P1 解决方案中的产品关联设计工程、产品知识重用、端到端的关联性、产品的验证，以及协同设计变更管理等功能，具有较高的性价比，特别适合中小型企业等低端客户使用。

CATIA V5 P2 平台通过知识集成、流程加速器以及客户化工具，可实现设计到制造的自动化，并进一步对 PLM 流程优化。CATIA V5 P2 采用“针对目标的设计 (design-to-target)”的优化技术，可让用户轻松地捕捉并重用知识，同时也激发更多的协同创新。

CATIA V5 P3 平台使用专用性解决方案，最大程度地提高特殊的、复杂流程的效率。这些独有的和高度专业化的应用将产品和流程的专业知识结合起来，支持专家系统和产品创新。

1.2 CATIA V5 对电脑配置的要求

CATIA V5 对电脑的配置要求相对较高，这里将以 Windows 操作系统作为系统环境，提出一些建议配置，供用户参考。

对于学习型用户来说，由于不涉及大型产品的设计和组装，所以当前市场上主流配置已经可以满足其要求了。

- CPU：市场主流的配置已经能满足要求，如 Intel Pentium 4 1.4 G 以上。
- 内存：256 MB（内存小，运行速度会很慢），推荐 512 MB 以上内存。
- 显卡：能支持 OpenGL 的专业显卡，如 ELSA 公司的 Gloria 系列；如果采用非专业显卡，也可以采用市场上常见的显卡；如 ATI8500 和 Nvidia Geforce3 以上版本。
- 硬盘：7200 转 IDE 硬盘或 10000 转 SCSI 硬盘或其他更高转速硬盘。
- 鼠标：三键鼠标在使用 CATIA 时是比较方便的，如采用两键鼠标会很不方便，降低工作效率。
- 显示器：CRT，17 英寸以上显示器。


对于公司客户或有更高要求的用户，为保证工作效率需要更高配置。

- CPU：Intel Pentium 4 2.2 G 以上 CPU，对于设计更复杂产品的用户，最好采用 Intel XEON 处理器（双 CPU）。总之速度越快，工作效率越高。
- 内存：1 G 以上内存。
- 显卡：能支持 OpenGL 的专业显卡，如 ELSA 公司的 GloriaIII 系列等。
- 硬盘：10000 转 SCSI 硬盘或其他更高转速硬盘。
- 鼠标：三键鼠标。
- 显示器：CRT，19 英寸以上显示器。

1.3 CATIA V5 的启动与组成界面

本书将以 CATIA V5 R12 版本作为操作环境，讲解 CATIA V5 的曲面设计等内容。

CATIA V5 的启动很简单，与启动其他程序类似，通过如下方法可以启动程序。

(1) 在桌面单击“开始”命令，在程序中选择 CATIA V5 P3，单击其后的 ，启动 CATIA。

(2) 桌面弹出 CATIA 启动等待图像，如图 1-1 所示。等待片刻后，即进入 CATIA V5 R12 操作环境，CATIA V5 的组成界面如图 1-2 所示。

(3) 双击桌面上的 CATIA V5 快捷方式，同样可以启动 CATIA V5。

CATIA V5 的组成界面如下。

中间是 CATIA V5 的图形显示区域，上部是 CATIA V5 的菜单，下部的文本框中，可以手动输入命令和参数（与 CATIA V4 类似）。下面讲述各个菜单包含的一些基本功能。



图 1-1 CATIA 启动等待图标



图 1-2 CATIA V5 启动后的界面

- “开始”菜单中列出了 CATIA 中包含的各个模块，上部是定制的模块，中间部分是所有的模块分类，下部是最近打开过的文件。单击“开始”菜单，选择相应模块的图标，进入相应的模块。
- “文件”菜单中，提供文件新建、打开、保存、打印等功能。
- “编辑”菜单中，提供撤销操作、复制、粘贴、删除、搜索等功能。
- “查看”菜单中，提供缩放、旋转、平移，以及工具栏的显示与隐藏，图形的显示模式等功能。
- “插入”菜单中，提供插入新几何图形集、新几何体和其他工具栏中所有的命令。