

CAD/CAM/CAE

工程应用丛书

CATIA系列

CATIA V5-6

R2015 | 入门与提高 三维设计

张忠将 主编



关注“机械工业出版社计算机分社”官方微信订阅号，即可获得本书配套资源，包含全部案例素材文件和操作教学视频。



机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS



CAD/CAM/CAE 工程应用丛书

CATIA V5-6 R2015 三维设计 入门与提高

张忠将 主编



机械工业出版社

本书结合 CATIA 的实际用途,由浅入深,从易到难,全面详尽地讲解了 CATIA V5-6 R2015 从入门到提高的各方面知识。

本书内容共 8 章,包括 CATIA V5-6 R2015 基础、草图绘制、基于草图的特征、修饰特征、参考/变换和布尔特征、曲线与曲面建模、装配和工程图等内容。

本书每部分都配有典型实例,让读者对该部分的内容有一个实践演练和操作的过程,以加深对书中知识点的掌握。本书附赠网盘资料中配有素材、素材操作结果、习题答案和演示视频等内容,帮助读者通过各种方式来学习书中介绍的知识。

本书内容全面、条理清晰、实例丰富,可作为大中专院校的相关课程教材,也可作为广大工程技术人员和在校生的自学参考书。

图书在版编目(CIP)数据

CATIA V5-6 R2015 三维设计入门与提高/张忠将主编. —北京:机械工业出版社, 2016.4

(CAD/CAM/CAE 工程应用丛书)

ISBN 978-7-111-53493-8

I. ①C… II. ①张… III. ①机械设计—计算机辅助分析—应用软件
IV. ①TH122

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2016)第 073284 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:张淑谦 责任编辑:张淑谦

责任校对:张艳霞 责任印制:李 洋

三河市宏达印刷有限公司印刷

2016 年 5 月第 1 版·第 1 次印刷

184mm×260mm·27.5 印张·683 千字

0001—3000 册

标准书号:ISBN 978-7-111-53493-8

定价:75.00 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) 88361066

机工官网:www.cmpbook.com

读者购书热线:(010) 68326294

机工官博:weibo.com/cmp1952

(010) 88379203

教育服务网:www.cmpedu.com

封面无防伪标均为盗版

金 书 网:www.golden-book.com

前言

CATIA 是强大的机械设计和制造软件，也是重要的三维建模软件，其模块众多，功能齐全，在曲面设计等方面功能显著，所以在飞机、汽车和船舶的设计和制造等领域应用广泛。

此外，除了常用的 CAD/CAE/CAM 功能外，CATIA 还具有人体工学设计、电子样机设计、生产线管理和规划设计、产品生命周期管理（PLM），以及数据共享（VPM）等功能。总之，熟练掌握 CATIA 这款功能强大的软件，对于提高公司研发水平和个人就业成功率都大有裨益。

为了让广大读者能够快速全面地掌握这款软件，本书语言精练、简明，内容由浅入深，叙述详尽，并充分结合实际操作，对一些 CATIA 中不易理解的功能进行了重点分析和讲解，绝对不留疑问。

本书力求实用，着力避免“眼高手低”的情况发生（如“讲座听得懂，看书看得懂，但却不会操作”），配有大量的精彩实例和练习，这些实例和练习既操作简单，又很有趣味性和挑战性，能够让读者“寄学习于娱乐中”，轻松、扎实地掌握软件功能，并应用于实践，真正全面地掌握 CATIA 的使用方法。

本书在内容安排上循序渐进，全书共 8 章，第 1 章介绍 CATIA 的基础知识，就像是介绍 Windows 的功能一样简单易懂；第 2 章介绍了构建三维模型的基础草图绘制的方法，除了各种线、多边形和文字等的绘制方法外，草图的修改，以及尺寸和几何约束的添加都是这部分的重点；第 3 章介绍了基于草图的特征（即基础实体特征）的创建方法，如常见的旋转体、孔、凸台（即“拉伸”）等特征的使用；第 4 章介绍了修饰特征（即“附加特征”）的创建方法，如圆角、倒角、拔模等特征；第 5 章介绍了参考、变换和布尔特征，即在创建实体特征时需要用到的一些辅助特征，如参考点和参考面的创建等；第 6 章介绍了曲线和曲面的建模方法，可以创建更加复杂的模型；第 7 章介绍了组件装配的过程，可将设计好的零件导入，然后使用约束等将零件装配起来，以检测产品设计的合理性等；第 8 章介绍了工程图的创建，包括工程图中各种视图的生成，视图中各种尺寸、注释的添加，以及工程图的正确打印输出方法等，工程图是工件加工过程中的重要参照。

本书附赠网盘资料中带有操作视频、全部素材、范例设计结果和练习题设计结果等内容。利用这些素材和多媒体文件，读者可以像观看电影一样轻松愉悦地学习 CATIA 的各项功能。

本书主要由张忠将编写，此外参加编写的还有李敏、陈方转、计素改、张小英、张兵兵、王崧、王靖凯、贾洪亮、张美芝、张人栋、徐春玲、张政、张雪艳、韩莉莉、张雷达、张翠玲、张中乐、张人大、张冬杰、张人明、张程霞、腾秀香、付冬玲和齐文娟，在此表示衷心感谢。

由于 CAD/CAM/CAE 技术发展迅速，加之编者知识水平有限，书中疏漏之处在所难免，敬请广大专家、读者批评指正或进行设计交流。

目 录

前言

第 1 章 CATIA V5-6 R2015 基础	1
1.1 CATIA 概述	1
1.1.1 CATIA、SolidWorks、Creo (Pro/E)、UG 和 AutoCAD 的比较	1
1.1.2 CATIA 的设计流程	2
1.1.3 CATIA 的特征建模方式	4
1.1.4 CATIA 特征间的关系	6
1.1.5 CATIA 的 Windows 功能	6
1.1.6 CATIA V5-6 R2015 的安装	6
1.1.7 CATIA V5-6 R2015 的功能模块	7
1.2 文件基本操作	10
1.2.1 新建文件和文件格式	10
1.2.2 打开和导入文件	12
1.2.3 保存、导出与关闭文件	13
1.2.4 文件间的切换	14
实例精讲——自定义尺寸标准	14
1.3 CATIA 工作界面	17
1.3.1 菜单栏和工具栏	18
1.3.2 模型树和罗盘	19
1.3.3 绘图工作区和状态栏	20
实例精讲——自定义视区背景、网格和工具栏	20
1.4 视图调整方法	22
1.4.1 利用鼠标和按键调整视图的方法	22
1.4.2 利用罗盘调整视图	25
1.4.3 利用工具按钮调整视图	26
1.4.4 利用“视图”菜单命令调整视图	31
实例精讲——视图调整练习	33
1.5 CATIA 对象操作和管理	34
1.5.1 创建对象	34
1.5.2 选择对象	35
1.5.3 删除对象	40
1.5.4 重命名对象	41
实例精讲——绘制工件	41
1.6 本章小结	45
1.7 思考与练习	45

第2章 草图绘制	48
2.1 草图基本操作	48
2.1.1 进入和退出“草图编辑器”空间模式	49
2.1.2 草图绘制工具栏	52
2.2 绘制草图轮廓	52
2.2.1 直线	52
2.2.2 轴	55
2.2.3 矩形	56
2.2.4 六边形	57
2.2.5 多边形	58
2.2.6 延长孔	58
2.2.7 钥匙孔轮廓	59
2.2.8 圆	60
2.2.9 圆弧	61
2.2.10 轮廓	62
2.2.11 椭圆	62
2.2.12 抛物线	63
2.2.13 双曲线	63
2.2.14 二次曲线	64
2.2.15 样条曲线	65
2.2.16 点	67
2.2.17 文字	69
2.2.18 构造元素	69
实例精讲——“多孔垫”草图绘制	70
2.3 修改草图	73
2.3.1 圆角	73
2.3.2 倒角	76
2.3.3 修剪与延伸	77
2.3.4 镜像	79
2.3.5 平移、复制和阵列	79
2.3.6 旋转、复制和阵列	81
2.3.7 缩放	81
2.3.8 偏移和阵列	82
2.3.9 投影	83
实例精讲——“扳手”草图绘制	86
2.4 标注约束	91
2.4.1 标注尺寸约束	91
2.4.2 标注几何约束	94
2.4.3 显示、隐藏与删除约束	98



2.4.4 固联和自动约束	98
2.4.5 对约束应用动画	100
2.4.6 编辑多重约束	100
2.4.7 草图求解状态	101
2.4.8 草图分析	103
实例精讲——“手柄”草图绘制	104
2.5 本章小结	108
2.6 思考与练习	108
第3章 基于草图的特征	110
3.1 “凸台”和“凹槽”特征	110
3.1.1 “凸台”的操作过程	111
3.1.2 “凸台”的参数设置	112
3.1.3 “拔模圆角凸台”特征	116
3.1.4 “多凸台”特征	117
3.1.5 “凹槽”特征	118
3.1.6 “拔模圆角凹槽”特征	119
3.1.7 “多凹槽”特征	119
实例精讲——“链轮”设计	119
3.2 “旋转体”和“旋转槽”特征	122
3.2.1 “旋转体”的操作过程	122
3.2.2 “旋转体”的参数设置	123
3.2.3 “旋转槽”特征	123
实例精讲——“活塞”设计	124
3.3 “孔”特征	127
3.3.1 “孔”的操作过程	127
3.3.2 “孔”的参数设置	128
实例精讲——设计“泵盖”	130
3.4 “肋”和“开槽”特征	133
3.4.1 “肋”特征的操作过程	134
3.4.2 “肋”特征的参数设置	135
3.4.3 “开槽”特征	136
实例精讲——创建“螺母”	136
3.5 “实体混合”和“筋”特征	139
3.5.1 “实体混合”特征	139
3.5.2 “筋”特征	139
实例精讲——给“螺母”创建补强筋	140
3.6 “多截面实体”特征	142
3.6.1 “多截面实体”特征的创建过程	142
3.6.2 “多截面实体”特征的参数设置	145

3.6.3 “已移除的多截面实体”特征	148
实例精讲——“挂钩”设计	148
3.7 本章小结	151
3.8 思考与练习	151
第4章 修饰特征	154
4.1 圆角	154
4.1.1 圆角	154
4.1.2 “圆角”的参数设置	155
4.1.3 可变半径圆角	158
4.1.4 弦圆角	161
4.1.5 面与面的圆角	161
4.1.6 三切线内圆角	162
4.2 倒角	162
实例精讲——绘制“烟灰缸”	163
4.3 拔模	167
4.3.1 拔模斜度	167
4.3.2 “拔模”的参数设置	168
4.3.3 拔模反射线	172
4.3.4 可变角度拔模	172
实例精讲——“传动轴”拔模	174
4.4 盒体(抽壳)	176
4.5 厚度(加厚)	177
4.6 移除面和替换面	178
4.6.1 移除面	178
4.6.2 替换面	179
实例精讲——创建“特殊盘体”	180
4.7 外螺纹/内螺纹	181
实例精讲——创建“六角盖形螺母”	182
4.8 基于曲面的特征	185
4.8.1 分割	185
4.8.2 厚曲面	186
4.8.3 封闭曲面	186
4.8.4 缝合曲面	187
实例精讲——绘制“电话机”	188
4.9 高级修饰特征	191
4.9.1 双侧拔模	192
4.9.2 高级拔模	193
4.9.3 自动圆角	194
4.9.4 自动拔模	195

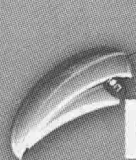
实例精讲——绘制“盘盖”	196
4.10 本章小结	198
4.11 思考与练习	198
第5章 参考、变换和布尔特征	201
5.1 参考几何体	201
5.1.1 点	201
5.1.2 直线（基准线）	205
5.1.3 基准面	207
5.1.4 轴系	208
5.2 变换特征	210
5.2.1 平移	210
5.2.2 旋转	212
5.2.3 对称	213
5.2.4 轴到轴	213
5.2.5 镜像	214
5.2.6 矩形阵列	214
5.2.7 圆形阵列	217
5.2.8 用户阵列	218
5.2.9 缩放	219
5.2.10 仿射	220
实例精讲——设计机罩	220
实例精讲——设计高尔夫杆	221
5.3 布尔操作	225
5.3.1 装配和添加	225
5.3.2 移除	227
5.3.3 相交	227
5.3.4 联合修剪	227
5.3.5 移除块	228
实例精讲——设计纸篓筐	228
5.4 形状分析特征	231
5.4.1 拔模分析	231
5.4.2 曲率分析	234
5.4.3 外螺纹/内螺纹分析	236
5.4.4 墙体厚度分析	237
实例精讲——手柄分析	239
5.5 本章小结	241
5.6 思考与练习	241
第6章 曲线与曲面建模	243
6.1 创建曲线	243

6.1.1 点面复制 (阵列点)	243
6.1.2 折线	245
6.1.3 面间复制 (阵列基准面)	246
6.1.4 投影	247
6.1.5 相交	248
6.1.6 圆 (3D 圆)	251
6.1.7 圆角 (3D 圆角)	252
6.1.8 连接曲线	254
6.1.9 样条线 (3D 样条曲线)	255
6.1.10 螺旋线	256
实例精讲——绘制“蛟龙”	257
6.2 创建曲面	260
6.2.1 拉伸、旋转曲面	261
6.2.2 球面	261
6.2.3 圆柱面	262
6.2.4 偏移	262
6.2.5 扫掠	263
6.2.6 填充	280
6.2.7 多截面曲面	281
6.2.8 桥接曲面	282
实例精讲——绘制塑料瓶	285
实例精讲——设计喷嘴	290
6.3 编辑曲面	295
6.3.1 接合	295
6.3.2 修复	298
6.3.3 取消修剪	301
6.3.4 拆解	302
6.3.5 分割	302
6.3.6 修剪	306
6.3.7 边界	307
6.3.8 提取	307
6.3.9 平移、旋转、对称、缩放、仿射、定位变换	308
6.3.10 反转方向	309
6.3.11 近/远	310
6.3.12 外插延伸	310
6.4 分析连接检查器	312
6.5 展开	317
6.5.1 创建展开曲面	317
6.5.2 转移元素	320



6.5.3 展开曲线和点	320
实例精讲——设计电吹风	323
6.6 本章小结	330
6.7 思考与练习	330
第7章 装配	333
7.1 导入和管理零部件	333
7.1.1 新建部件、产品和零件	334
7.1.2 导入“现有部件”	335
7.1.3 导入“具有定位的现有部件”	335
7.1.4 替换部件	337
7.1.5 图形树重新排序	338
7.1.6 生成编号	338
7.1.7 选择性加载	339
7.1.8 管理展示	340
7.1.9 快速多实例化	342
7.1.10 定义多实例化	342
7.2 移动零部件	343
7.2.1 操作	343
7.2.2 捕捉	343
7.2.3 智能移动	343
7.2.4 在装配设计中分解	344
7.2.5 碰撞时停止操作	345
实例精讲——装配“轴承座”	345
7.3 约束（装配）零部件	348
7.3.1 相合	348
7.3.2 接触	349
7.3.3 偏移	349
7.3.4 角度	350
7.3.5 固定（修复部件）	350
7.3.6 固联	351
7.3.7 快速约束	351
7.3.8 柔性/刚性子装配	351
7.3.9 更改约束	352
7.3.10 重复使用阵列（阵列操作）	353
实例精讲——装配“膜片弹簧离合器”	354
7.4 装配分析	358
7.4.1 显示“更新”状态	358
7.4.2 显示“约束”状态	358
7.4.3 分析产品“自由度”	359

7.4.4 分析“依赖项”	359
7.4.5 分析“机械结构”	360
7.4.6 计算碰撞	360
7.4.7 测量	362
7.4.8 测量惯量	364
7.4.9 剖切分析	365
7.4.10 距离和区域分析	368
实例精讲——装配并检查“汽车制动器”	369
7.5 装配特征	370
7.5.1 分割、孔、凹槽、添加和移除	371
7.5.2 对称	371
7.5.3 关联	372
7.5.4 添加到已关联的零件	372
实例精讲——关联设计“定滑轮”	373
7.6 本章小结	376
7.7 思考与练习	376
第8章 工程图	378
8.1 工程图概述	378
8.1.1 工程图的组成要素	378
8.1.2 新建工程图	380
8.1.3 新建图纸	380
8.1.4 新建详图	381
8.1.5 新建视图	381
8.1.6 实例化 2D 零件	382
8.2 建立视图	382
8.2.1 正视图	382
8.2.2 投影视图	384
8.2.3 辅助视图	384
8.2.4 等轴测视图	384
8.2.5 偏移剖视图（剖视图）	385
8.2.6 详细信息视图	386
8.2.7 裁剪视图	387
8.2.8 局部视图（断裂视图）	388
8.2.9 视图向导	390
实例精讲——绘制“三爪卡盘”工程图	390
8.3 编辑视图	394
8.3.1 移动视图	394
8.3.2 隐藏视图框架	394
8.3.3 旋转视图	395



8.3.4 对齐和定位视图	395
8.3.5 定位尺寸	396
实例精讲——绘制“泵盖”工程图	399
8.4 标注工程图	404
8.4.1 标注尺寸	404
8.4.2 尺寸公差	407
8.4.3 尺寸样式	407
8.4.4 基准特征和形位公差	408
8.4.5 标注文本、引出线和零件序号	409
8.4.6 标注粗糙度和焊接符号	410
8.4.7 标注修饰符号	412
8.4.8 插入表格	413
8.4.9 插入对象和图片	414
8.4.10 生成物料清单	414
8.4.11 尺寸编辑	415
实例精讲——标注“旋锁”工程图	416
8.5 设置和打印输出工程图	420
8.5.1 页面设置	420
8.5.2 创建工程图图框和标题栏	420
8.5.3 打印机设置	421
8.5.4 打印输出	421
实例精讲——设计和打印装配工程图	423
8.6 本章小结	427
8.7 思考与练习	427

第1章 CATIA V5-6 R2015 基础



本章要点

- 📖 CATIA 软件概述
- 📖 文件基本操作
- 📖 CATIA V5-6 R2015 工作界面
- 📖 视图调整方法
- 📖 CATIA 对象操作和管理



学习目标

本章主要讲述 CATIA 的基础知识，包括软件特点、软件安装、常用术语、产品设计过程、工作界面、鼠标的使用和操作环境的设置等内容。

1.1 CATIA 概述

CATIA 软件是一款优秀的三维设计软件，其全称为 Computer Aided Tri-dimensional Interface Application（计算机辅助三维接口应用），可帮助机械设计师、模具设计师、消费品设计师，以及其他专业人员更快、更准确、更有效地将创新思想转变为市场产品。

1.1.1 CATIA、SolidWorks、Creo (Pro/E)、UG 和 AutoCAD 的比较

CATIA、SolidWorks、Creo (Pro/E)、UG 和 AutoCAD 是目前应用最广的几款工程软件，它们每一个都各有特点，这里统一说明如下：

- CATIA 是功能强大的建模软件，模块多、功能全，除了可以实现三大模块的基本功能——计算机辅助设计（CAD）、计算机辅助工程（CAE）、计算机辅助制造（CAM）外，还可以进行人体设计、电子样机、生产线管理和规划设计、产品生命周期管理（PLM）以及数据共享（VPM）等功能；此外其在曲面设计方面功能非常强，因此在飞机、汽车和船舶等领域也应用广泛。但 CATIA 对计算机配置要求较高，模块众多、繁杂，初学者较难入手，此外其在加工和出工程图等方面较弱。CATIA 目前是业界功能最强大的软件之一，其主要竞争对手是 UG 和 Creo (Pro/E)。

- SolidWorks 与 CATIA 一样，都是达索公司名下的软件产品，目前主要面向中端 CAD 市场。SolidWorks 的软件特点是简单易学、界面友好，入门容易，出工程图方便。不过 SolidWorks 软件本身只具有 CAD 和 CAE 两方面功能（且这两方面功能均有不足之处），如果要实现其他功能（如 CAM），则需要借助其他软件（如 SolidCAM、MasterCAM）的帮助，例如要实现较强的钣金功能，往往会借助 Logopress3 钣金冲压模插件的帮助。此外，SolidWorks 的优点还有价格较便宜、用户群较多，所以目前在中小企业应用广泛。
- Creo (Pro/E) 在学习难度上属于中等，CAM 功能较强，但出图较麻烦，且复杂零件和装配等在前期的全参数造型中速度较慢，后期修改容易导致更新失败。
- UG 也较难学（作者认为，相对 CATIA 和 Creo (Pro/E)，入门要容易一些，其界面和操作习惯与 CATIA 较为类似），其曲面功能较强，在模具和加工方面的表现要胜过 CATIA 和 Creo (Pro/E)。UG 在汽车行业应用较多。
- AutoCAD 主要用于二维平面绘图，可以理解为计算机上绘制工程图的一个“画板”，三维功能不强。但是其所绘的计算机平面图样，出图清晰、图线调整方便，所以在各个领域（只要需要出工程图）都具有广泛的应用（其他 CAD 软件出的工程图，最后也多需要导入 AutoCAD 进行完善和修改）。

总之，对于 CAD 初学者，建议从 AutoCAD 学起，了解其基本概念后，再接触 CATIA 和 UG、Creo (Pro/E) 等软件，以便迅速掌握。当然直接学习 CATIA 也有其好处，如可形成一定的软件习惯等，不会因为由一款软件转到另外一款软件而出现鼠标和界面不适应的障碍。

1.1.2 CATIA 的设计流程

通常可通过如下流程来设计模型。

- (1) 创建草图：创建模型的草绘图形，此草绘图形可以是模型的一个截面或轨迹。
- (2) 创建特征：添加拉伸、旋转、扫描等特征，利用创建的草绘图形创建实体。



提示

“特征”是大多数机械设计软件都采用的用于设计图形的一种“工具”，便于操作者管理和修改，相当于零件的一种外形（如“拉伸”）。在软件中可以通过一种特征设计出相应的外形。

(3) 装配部件：如果模型为装配体，那么还需要将各个零部件按某种规则进行装配，以检验零部件间配合是否合理。

(4) 仿真和分析：为了验证设计的机械能否稳定运行，可以首先模拟机器运转动画，接下来还可使用有限元分析判断其内部的受力等情况，以确定所设计零件或机械的可靠性。

(5) 绘制工程图：二维工程图有利于工作人员按图样要求加工零件，使用绘制的三维实体得到二维的工程图，这比直接绘制二维图形要迅速。

具体设计过程如图 1-1 所示。

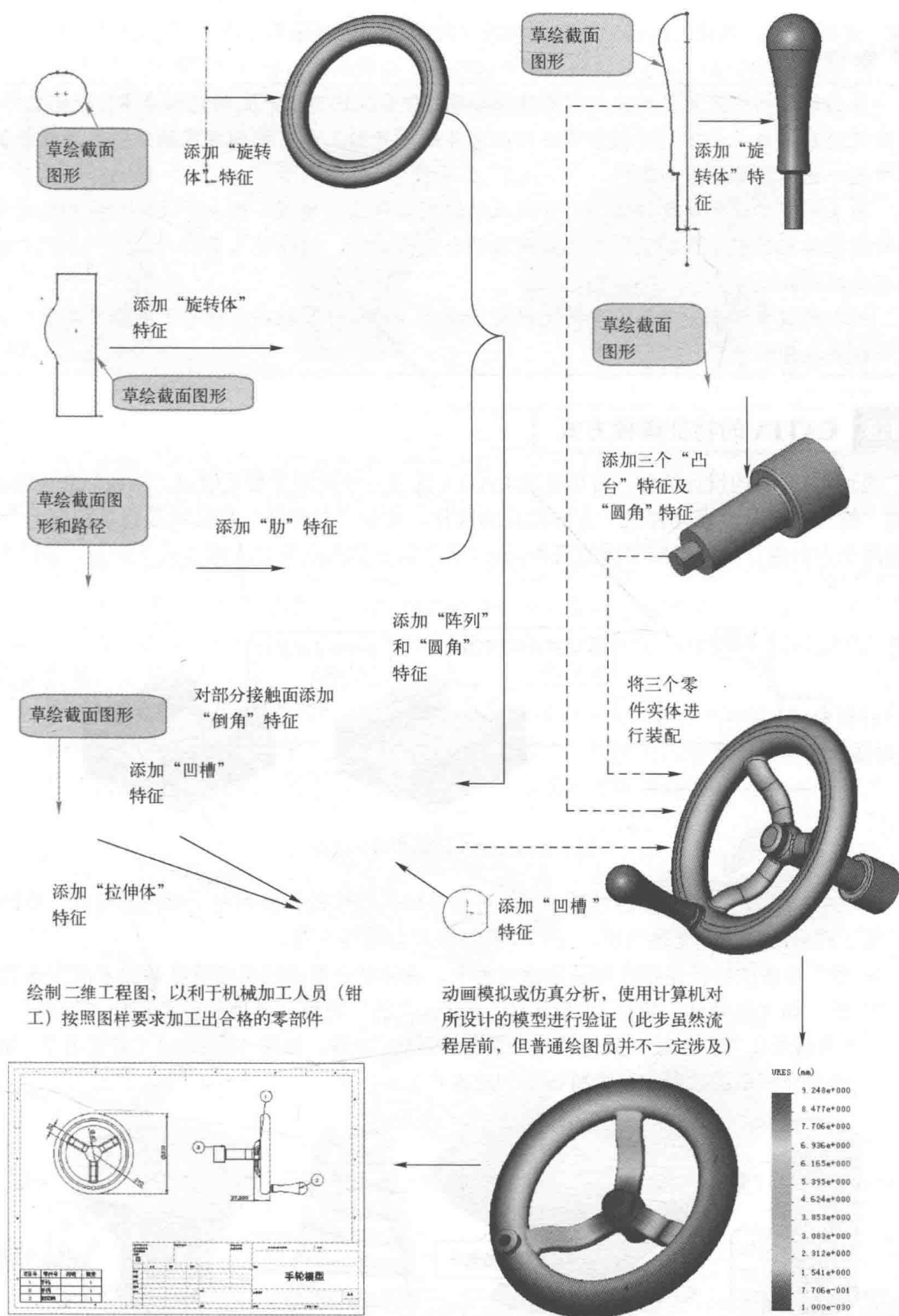


图 1-1 CATIA 的零件设计流程



知识

上面讲述的是最常见的三维模型建模步骤，即常见的自下而上的建模步骤。除此之外，有时还会采用自上而下的建模步骤，即从总体规划开始，如直接创建装配体，然后在装配体中逐一创建需要使用的零件。

自上而下的优点是总体掌控，可以及时避免各种设计错误，缺点是设计之前需要对要设计的整部机器有充分的了解，才能完成整个设计步骤，对设计人员的行业素质和软件技能都要求较高。

所以建议初学者先掌握自下而上的设计技能，对软件和机械原理有了充分了解后，再进行相关技能的学习。

1.1.3 CATIA 的特征建模方式

通过 1.1.2 节的设计流程，可以发现 CATIA 建立三维模型主要是通过“特征”来实现的。所谓“特征”就是代表元件某一方面特性的操作，比如“拉伸体”特征就是将草图向一个方向或两个方向进行拉伸形成实体的操作，而“孔”特征则是在实体上添加孔的操作，如图 1-2 所示。

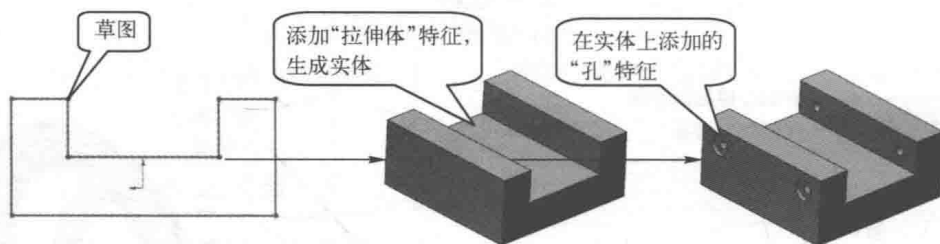


图 1-2 CATIA 的零件设计流程

在 CATIA 中，按照特征的性质不同，可将基础的建模特征分为基于草图的特征、修饰特征、基于曲面的特征、变换特征、布尔操作特征和分析特征等。

- 基于草图的特征是指在特征创建过程中，设计者必须通过草绘特征截面才能生成的特征，如“拉伸体”特征、“旋转体”特征、“肋”特征（其他软件多称作“扫描”）和“多截面实体”特征（其他软件多称作“放样”）等，如图 1-3 所示（本书第 2、第 3 章将介绍草图绘制和草绘特征的创建操作）。

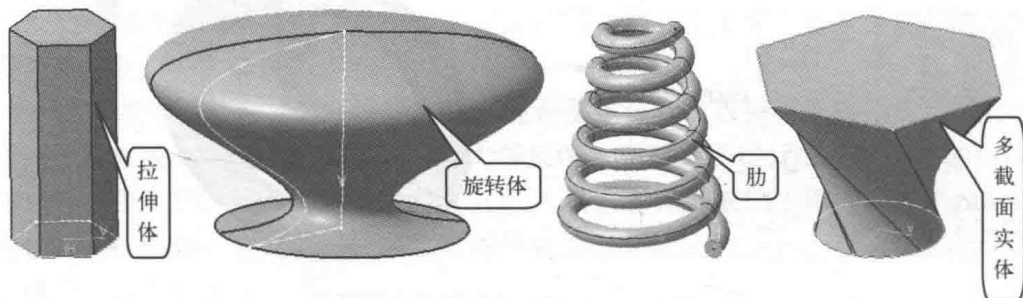


图 1-3 几个基于草图的特征