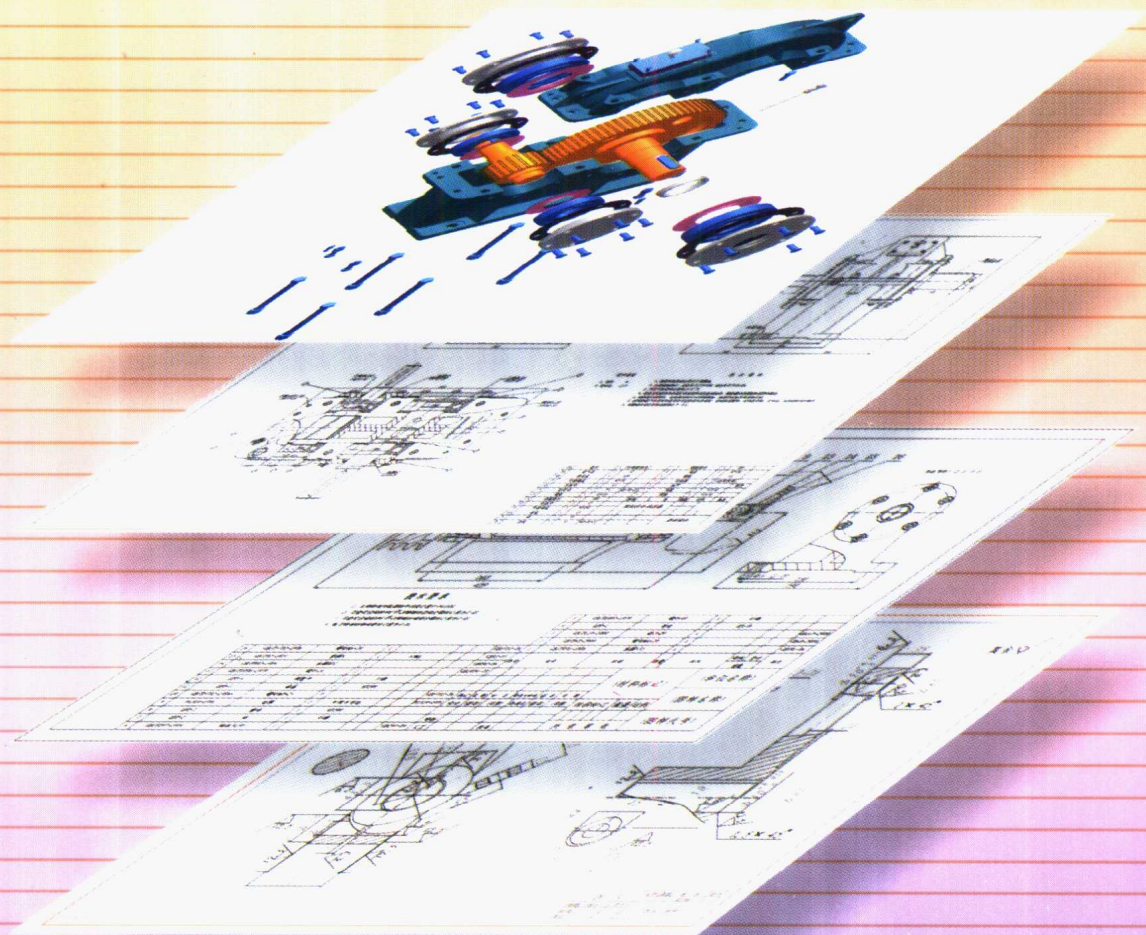



职业技术教育教学用书

三维 *CAD* ——工程制图与设计

主编 闫蔚



 高等教育出版社

职业技术教育教学用书

三维 CAD——工程制图与设计

主编 闫 蔚

高等教育出版社

内容简介

本书是结合 Solid2000 绘图软件与机械制图课程配套的教学用书, 主要内容有: Solid2000 软件的安装与基本操作、三维实体设计的基本知识、草图的绘制、特征的概念及创建方法、利用工程图表达机件的形状、产品设计基础、装配体的设计、曲线曲面造型设计及设计实例的应用等。

本书可作为各类职业学校机械类专业制图教学用书, 也可作为相关行业岗位培训用书。

图书在版编目(CIP)数据

三维 CAD: 工程制图与设计 / 闫蔚主编. —北京: 高等教育出版社, 2003.3

ISBN 7-04-012571-4

I. 三… II. 闫… III. 工程制图: 计算机制图—应用软件, AutoCAD—专业学校—教学参考资料 IV. TB237

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2003) 第 002269 号

出版发行 高等教育出版社

社 址 北京市东城区沙滩后街 55 号

邮政编码 100009

传 真 010-64014048

购书热线 010-64054588

免费咨询 800-810-0598

网 址 <http://www.hep.edu.cn>

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

经 销 新华书店北京发行所

印 刷 高等教育出版社印刷厂

开 本 787 × 1092 1/16

印 张 15

字 数 350 000

版 次 2003 年 3 月第 1 版

印 次 2003 年 3 月第 1 次印刷

定 价 26.00 元 (含光盘)

本书如有缺页、倒页、脱页等质量问题, 请到所购图书销售部门联系调换。

版权所有 侵权必究

前 言

改革开放以来，职业教育取得很大的成就。进入 21 世纪以后，随着市场经济体制的建立，科技进步和产业结构的调整以及劳动力市场的变化，进一步深化教育教学改革，提高教育质量和办学效益，已成为职业学校面临的紧迫任务。作为职业学校的课程教材，内容应直接反映培养目标的要求，是职业学校教育改革的突破口，是保证人才质量的核心。

本书是以 21 世纪的人才需求和现代机械工程专业的发展要求为依据，借鉴国内外相关院校的教改经验，为适应职业技术教育培养应用型人才的要求编写的。本教材将计算机三维实体造型的内容与机械制图、机械设计课程中的有关内容相结合，并注重对原有的课程内容的改革与实践，在培养了读者的创新精神和实践能力的同时，使读者掌握了先进的设计方法，从而建立适应现代化建设要求，以及适应市场经济挑战新的教学体系。本书在编写过程中重点从以下几方面考虑：

(1) 本书以我国自主知识产权、获科技部创新基金的 CAD 软件“新洲三维 (Solid2000)”为例，将计算机作为绘图与设计的工具，在相应章节中循序渐进地介绍利用计算机进行零件设计（三维实体造型）、装配设计和自动生成所需的工程图纸的方法和技巧。对于读者在学习过程中的重点和可能遇到的难点都作了浅显明了、图文并茂的讲解。使得读者对三维设计和 CAD 软件的功能有一个较全面的了解，在今后遇到其他 CAD 软件时，能够很快触类旁通，迅速掌握。

(2) 针对职业技术教育的特点，本书注重应用性，采取针对性、实用性极强的实例，以达到读者能够从实例中培养实体造型与以及利用计算机绘制生产性图纸能力的目的。

(3) 学习本书的读者应该具有机械设计和机械制图的基本知识，同时对计算机操作有一定的基础，会使用 Windows 系统。熟悉其他三维 CAD 软件（如 SolidWorks, Pro/E, UGII 等）的读者，可能会对本书的国标化工程图部分感兴趣，其他部分就可以略过了不学。

(4) 本书全部采用最新颁布的《技术制图》和《机械制图》国家标准。书中涉及的标准内容均符合相应现行标准规定。

本书突出了使用三维 CAD 软件的逻辑思考方式，为读者整体把握 CAD 软件提供了良好的条件。本书由 8 章构成。内容分别为软件的安装与基本操作、草图绘制方法、零件三维设计、工程图、装配图、曲线曲面造型和工程实例。

本书可作为各类职业学校、高等工程专科学校和以及各类成人院校机械类及近机械类专业教学用书，也可供有关工程技术人员参考。

本书由闫蔚主编，张云龙副主编，北京航空航天大学麦中凡教授主审。参与编写的有陈曼珏、张立明、许修行等。在编写过程中得到北京新洲协同软件技术有限公司的指导和帮助，在此表示诚挚的感谢。

由于时间仓促，作者的水平有限、经验不足，书中难免有错误、遗漏之处，请读者批评指正。

编者

2002.11.30

第 1 章 软件安装与基本操作	1	第 2 章 画图先从草图开始	27
1.1 安装	1	2.1 草图模块简介	27
1.1.1 对计算机系统的要求	1	2.1.1 草图工具栏介绍	27
1.1.2 安装方法	1	2.1.2 草图的创建步骤	28
1.1.3 启动	2	2.2 创建草图的基本图元	29
1.2 用户界面	3	2.2.1 绘制点	29
1.2.1 用户界面	3	2.2.2 绘制连续线/弧	29
1.2.2 下拉菜单	4	2.2.3 绘制圆	30
1.2.3 工具栏	4	2.2.4 绘制圆弧	31
1.2.4 多文档界面	4	2.2.5 绘制椭圆	32
1.2.5 多窗口显示	4	2.2.6 绘制样条曲线	32
1.2.6 零件绘图区	6	2.2.7 绘制正多边形和矩形	33
1.2.7 构造树	6	2.2.8 绘制公切线/公切圆	33
1.2.8 右键菜单	8	2.2.9 绘制轴线	35
1.2.9 键盘快捷键	9	2.2.10 文字造型	35
1.3 新洲三维 (Solid2000) 的基本 操作	9	2.2.11 将实体边映射成草图边	36
1.3.1 文件操作	9	2.3 草图的编辑	36
1.3.2 三维显示操作	11	2.3.1 草图圆角	37
1.3.3 三维窗	14	2.3.2 草图倒角	37
1.3.4 绘图环境设置	15	2.3.3 剪切	37
1.3.5 记录与回放	16	2.3.4 伸展	38
1.3.6 绘图中的提示功能	17	2.3.5 辅助线	39
1.4 通过简例了解三维实体设计的 方法	20	2.3.6 区域填充	39
1.4.1 三维实体设计的基本特性	20	2.3.7 等距	40
1.4.2 三维实体设计的步骤	23	2.3.8 图块	40
本章小结	26	2.3.9 草图的镜像	42
课后思考与练习	26	2.3.10 图的矩形阵列	43
		2.3.11 草图图元拆分	44
		2.3.12 草图图元的属性查询	45

2.3.13 对图元和其关键点的操作	45
2.4 草图中的约束	45
2.4.1 几何约束关系及其编辑方法	46
2.4.2 尺寸的标注与修改	49
2.5 草图合法性的检查	54
2.6 草图绘制综合实例	55
本章小结	57
课后思考与练习	58

3.8.1 基本概念	87
3.8.2 编辑特征	87
3.9 回退和压缩	88
3.9.1 回退	88
3.9.2 压缩	89
本章小结	90
课后思考与练习	90

第 3 章 创建特征

3.1 特征的概念及构建	60
3.1.1 什么是特征	60
3.1.2 构建特征	61
3.1.3 特征工具条简介	62
3.2 工作基准的定义	62
3.2.1 什么是基准面	62
3.2.2 创建基准面	63
3.2.3 创建基准轴	65
3.2.4 创建坐标系	68
3.3 利用凸台/拉伸和切除/拉伸 创建特征	68
3.3.1 基本概念	68
3.3.2 拉伸特征造型实例	69
3.4 利用凸台/旋转、切除/旋转 创建特征	73
3.4.1 基本概念	73
3.4.2 旋转特征造型实例	73
3.5 利用扫描功能创建特征	75
3.5.1 基本概念	75
3.5.2 扫描特征造型实例	76
3.6 利用放样功能创建特征	77
3.6.1 基本概念	77
3.6.2 放样特征造型	78
3.7 工具构建特征造型	81
3.7.1 工具构建特征	81
3.7.2 拷贝构建特征	85
3.8 特征的编辑方法	87

第 4 章 二维工程图表达机件形状

4.1 创建工程图图纸格式	93
4.1.1 应用标准工程图图纸	93
4.1.2 标题栏的设置	94
4.1.3 创建新的页面	94
4.2 创建工程图视图	95
4.2.1 创建工程视图工具栏介绍	95
4.2.2 建立基本视图	96
4.2.3 视图的编辑功能	99
4.2.4 建立辅助视图	101
4.2.5 建立局部放大视图	105
4.3 剖视图	106
4.3.1 简单剖	107
4.3.2 利用几个平行剖切平面 剖切机件	114
4.3.3 利用几个相交剖切平面 剖切机件	115
4.3.4 局部剖	116
4.3.5 利用几种剖切方法相结合 来剖切机件	118
4.3.6 剖面图	119
4.4 技术要求的标注	120
4.4.1 标注工具栏简介	120
4.4.2 尺寸标注及尺寸公差的标注	121
4.4.3 创建文本标注	123
4.4.4 表面粗糙度的标注	125
4.4.5 形状与位置公差标注	126
4.4.6 基准符号的标注	128
4.4.7 中心线的标注	130

4.4.8 螺纹线的标注	132
4.4.9 焊接符号的标注	133
4.4.10 齿轮符号的标注	135
4.4.11 自定义符号库	136
本章小结	138
课后思考与练习	138

第 5 章 常用机件的工程图 141

5.1 创建典型零件模型及其零件图的生成	141
5.1.1 轴类零件	141
5.1.2 盘盖类零件	145
5.1.3 叉架类零件	150
5.1.4 箱体类零件	153
5.2 常用件与标准件的表达方法	155
5.2.1 齿轮及齿轮啮合的画法	155
5.2.2 螺纹连接的画法	158
本章小结	159
课后思考与练习	160

第 6 章 零件装配与装配图 162

6.1 零件装配环境	162
6.1.1 零件的装配方法	162
6.1.2 装配工具栏	162
6.2 创建装配体	163
6.2.1 装入已有的零、部件	163
6.2.2 零、部件在装配中的定位	164
6.2.3 隐藏和显示子部件	165
6.2.4 零、部件的删除	166
6.3 装配体的约束关系	166
6.3.1 建立装配约束关系	169
6.3.2 编辑装配约束关系	170
6.3.3 删除装配约束关系	170
6.4 装配体的编辑功能	170
6.4.1 装配体零件的阵列	170
6.4.2 装配体零件的镜像	172

6.4.3 装配设计环境下零、部件的编辑	173
6.4.4 在装配体中设计零件	173
6.5 装配体设计综合应用实例	174
6.6 建立装配体的爆炸视图和剖切视图	183
6.6.1 装配体的爆炸视图	183
6.6.2 装配体的剖切视图	186
6.7 装配分析	189
6.7.1 干涉检查	189
6.7.2 测量	190
6.7.3 零件列表	192
6.7.4 装配统计	192
6.8 装配图的创建方法	192
6.8.1 创建装配图视图	193
6.8.2 标注及编辑尺寸	194
6.8.3 编写零件序号	195
6.8.4 编辑零件序号	196
6.8.5 插入明细栏	197
本章小结	200
课后思考与练习	200

第 7 章 曲线曲面造型 203

7.1 曲线曲面基本概念	203
7.1.1 基本概念	203
7.1.2 曲线曲面工具条简介	203
7.2 自由曲线曲面	204
7.2.1 基本概念	204
7.2.2 自由曲线曲面类型	204
7.3 组合曲线	206
7.4 面面交线	207
7.5 投影曲线	207
7.6 分模曲线	208
7.7 等距曲线	208
7.8 方程曲线	209
7.9 拉伸曲面	210
7.10 扫描曲面	211

7.11 放样曲面	212
7.11.1 基本概念	212
7.11.2 利用曲线造型生成的曲线 作为轮廓进行放样	212
7.12 面面圆角	213
7.13 平面片	213
7.14 曲面缝合	213
7.15 旋转曲面	213
7.16 等距曲面	214
7.17 曲面剪裁	215
7.18 方程曲面	216
7.19 曲面增厚	217
7.20 曲面缝围	218
7.21 曲面切割实体	218
本章小结	219

课后思考与练习	219
---------	-----

第 8 章 工程实例

8.1 选题说明	221
8.2 设计对象——带运输机用 斜齿圆柱齿轮减速器	221
8.2.1 圆柱齿轮减速器中主要零件 的设计	221
8.2.2 子部件装配设计	224
8.2.3 减速器总装配体设计	225
8.2.4 创建减速器中轴与齿轮的 零件图	226
8.2.5 创建减速器的装配图	227
本章小结	229

第 1 章

软件安装与基本操作

本章主要介绍了新洲三维 (Solid2000) 的安装、组成、屏幕界面、操作基础以及三维实体造型的基础知识。

1.1 安装

1.1.1 对计算机系统的要求

新洲三维 (Solid2000) 可运行于 Windows NT4.0、Windows98(OSR2)、Windows2000 和 WindowsXP 操作环境下。

为便于高效率的使用该软件, 建议采用如下硬件及操作环境配置:

- (1) Intel Pentium CPU 166 以上或相应档次兼容机。
- (2) 128MB 以上内存。
- (3) 300MB 以上可用硬盘空间。
- (4) Microsoft Windows NT 4.0 简体中文操作系统。

在 Windows NT 环境中, 建议在“开始” → “设置” → “控制面板” → “系统”下, 选择“性能”选项卡, 修改其中的“虚拟内存”选项的大小 (建议最小在 200MB 以上)。

1.1.2 安装方法

新洲三维 (Solid2000) 发行时使用 650MB 的光盘介质, 其正式版本和教育版本的安装方法完全一样。下面详细介绍新洲三维 (Solid2000) 的安装方法。

- (1) 启动简体中文 Microsoft Windows NT/2000/98/XP。
- (2) 为了安装程序的正常进行, 请将系统中杀毒程序中的实时监控功能关闭。然后将光盘插入光盘驱动器(CD-ROM)中。
- (3) 如果此时 Windows 不处于繁忙状态, 系统会自动启动光盘安装程序 (图 1-1)。
- (4) 如果 Windows 没有自动启动光盘安装程序, 可使用资源管理器列出光盘的文件列表, 从中选择“setup.exe”程序项; 启动该程序, 然后按屏幕提示进行软件的安装。
- (5) 在安装过程中, 屏幕上将逐页给出各种提示, 用来控制安装过程, 如果没有特殊的要求, 那么在每页的提示上用鼠标左键单击【下一个】或【是】按钮即可, 这样系统将按默认的方式安装。

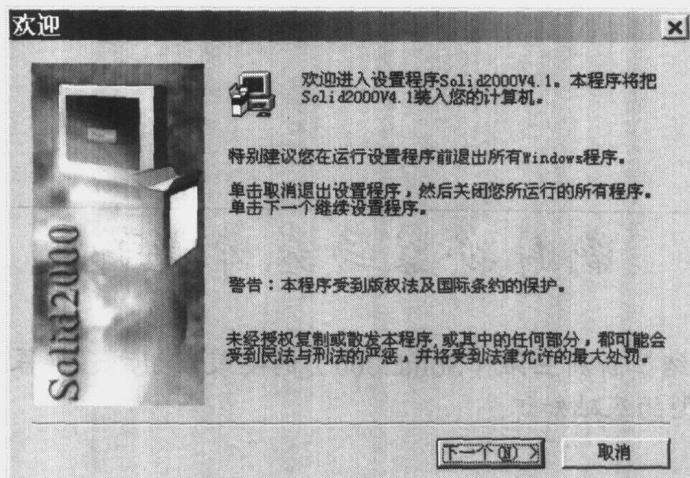


图 1-1 新洲三维 (Solid2000) 安装启动程序

(6) 在安装过程中的“选择目标位置”对话框中，程序将提示软件的安装目录。如果用户要设置专门的目录，那么可单击【浏览】按钮，在编辑框中键入完整的目录名，按【确认】按钮即可。如果用户不指定专门的目录，直接按【下一个】按钮即可（图 1-2）。

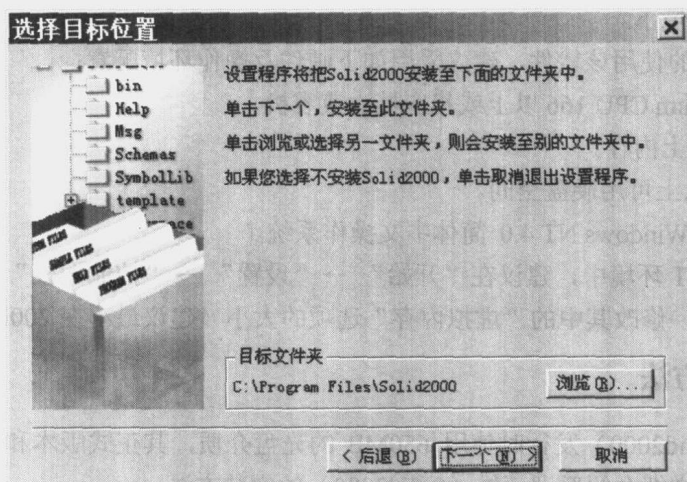


图 1-2 选择目标位置

(7) 当系统出现安装结束界面，表示软件安装完毕。

1.1.3 启动

启动本软件的方法有以下几种：

- (1) 在 Windows 桌面左下角“开始”菜单中，选择 Solid2000 5.0 即可（图 1-3）。
- (2) 在 Windows 桌面左下角“开始”菜单中，选择“程序”→“Solid2000 5.0”→“Solid2000 5.0”即可（图 1-4）。
- (3) 双击 Windows 桌面上 Solid2000 5.0 快捷图标，亦可启动新洲三维（Solid2000）系统。

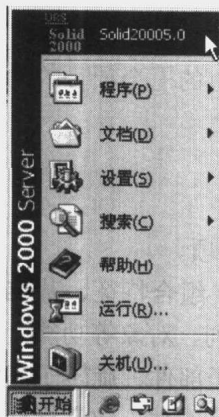


图 1-3 启动新洲三维 (Solid2000)



图 1-4 通过程序菜单启动

1.2 用户界面

1.2.1 用户界面

新洲三维 (Solid2000) 的主工作界面由菜单栏、“常用”工具栏、键盘对话区、状态栏提示区和中间的图形区组成。

图形区根据不同操作有三种不同的工作界面，分别是零件设计界面、零件装配界面和工程图绘制界面。其中，零件设计界面由零件特征构造树和零件绘图区构成；零件装配界面由装配构造树和装配工作区组成；工程图绘制界面由工程图结构树和工程图绘图区构成 (图 1-5)。

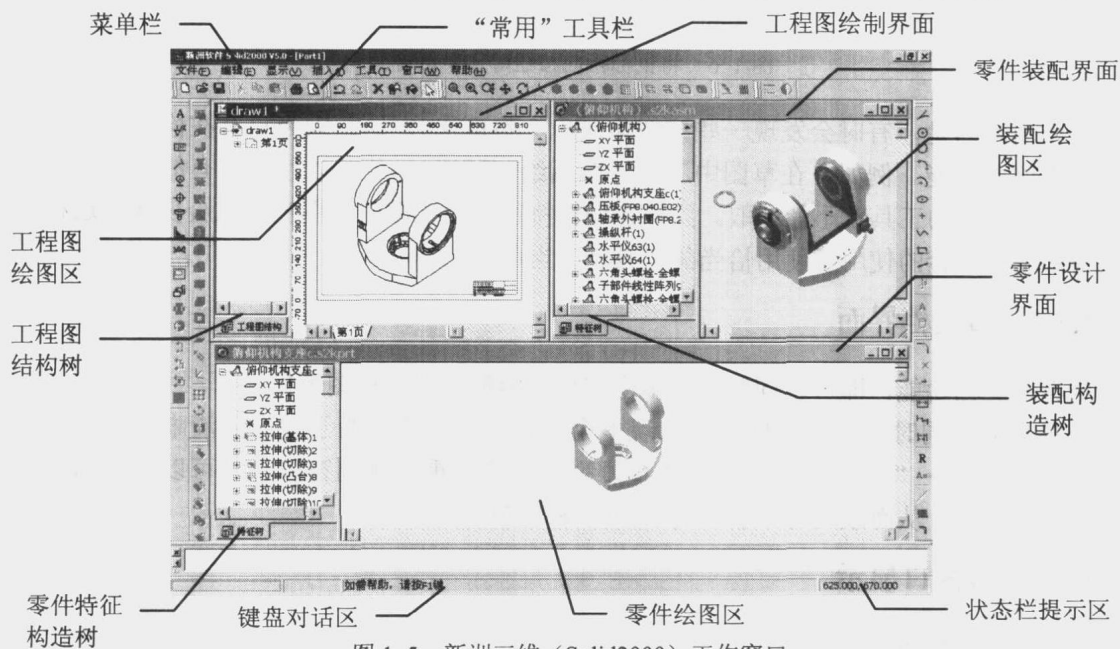


图 1-5 新洲三维 (Solid2000) 工作窗口

1.2.2 下拉菜单

新洲三维 (Solid2000) 系统采用典型的 Windows 风格, 其菜单栏上的七个项目的功能如下:

- (1) “文件” 菜单: 主要是一些与文件存取有关的功能选项。
- (2) “编辑” 菜单: 包括与零件的设计更改有关的选项。
- (3) “显示” 菜单: 与图形显示、图形变换和界面布局有关的功能选项。
- (4) “插入” 菜单: 包括凸台、切除、新建草图、特征、特征阵列、组合特征、基准、曲线、曲面、标注、子部件、装配约束、子部件线性阵列、子部件圆周阵列、对象等功能。
- (5) “工具” 菜单: 包括选择、物性分析、物性设置、测量、移动子部件、旋转子部件、子部件干涉检查、编辑爆炸视图、编辑剖切视图、装零部件统计、装入标准件、定义标准件、Dwg/Dxf 输入/输出配置、记录与回放、系统参数设置、符号库等功能。
- (6) “窗口” 菜单: 包括重叠、水平窗口、竖直窗口、切分、零件窗口选择等功能。
- (7) “帮助” 菜单: 包括帮助主题、快捷键表、新洲三维 (Solid2000) 软件信息。

1.2.3 工具栏

工具栏位于菜单栏的下方, 它由一系列按钮组成。把鼠标指向某个按钮的时候, 一个弹出式标签会显示该按钮的名称, 如图 1-6 所示。

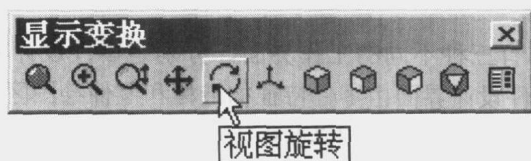


图 1-6 将鼠标指向按钮时显示的标签

需要注意的是, 有时会发现一些按钮为灰色 (不可选), 这是因为只有在恰当的环境中才可以使用这些功能。例如, 在草图中工作 (草图绘制环境), 就可以使用所有的草图工具。然而特征工具栏中的工具就不能选取。同样在编辑特征的模式下, 草图工具也会变灰。这种方式可以帮助没有经验的使用者使用恰当的工具完成当前的工作。

1.2.4 多文档界面

所谓多文档功能, 即可以同时打开多个零件、装配体和工程图窗口。

当多个文件同时打开的时候, 会出现多个窗口互相覆盖, 为了使图面清晰, 可以选择菜单栏中 “窗口” → “水平排列” 或 “竖直排列” 菜单项重新排列窗口, 也可以用鼠标按住窗口的边框并拖动, 从而改变每个窗口的大小 (图 1-7)。

1.2.5 多窗口显示

新洲三维 (Solid2000) 系统提供多窗口显示同一个零件的功能, 并可以在每一个窗口中

编辑修改零件。当零件较为复杂的时候，可以通过这个功能，从多个角度观察零件（图 1-8）。
具体操作方法为：

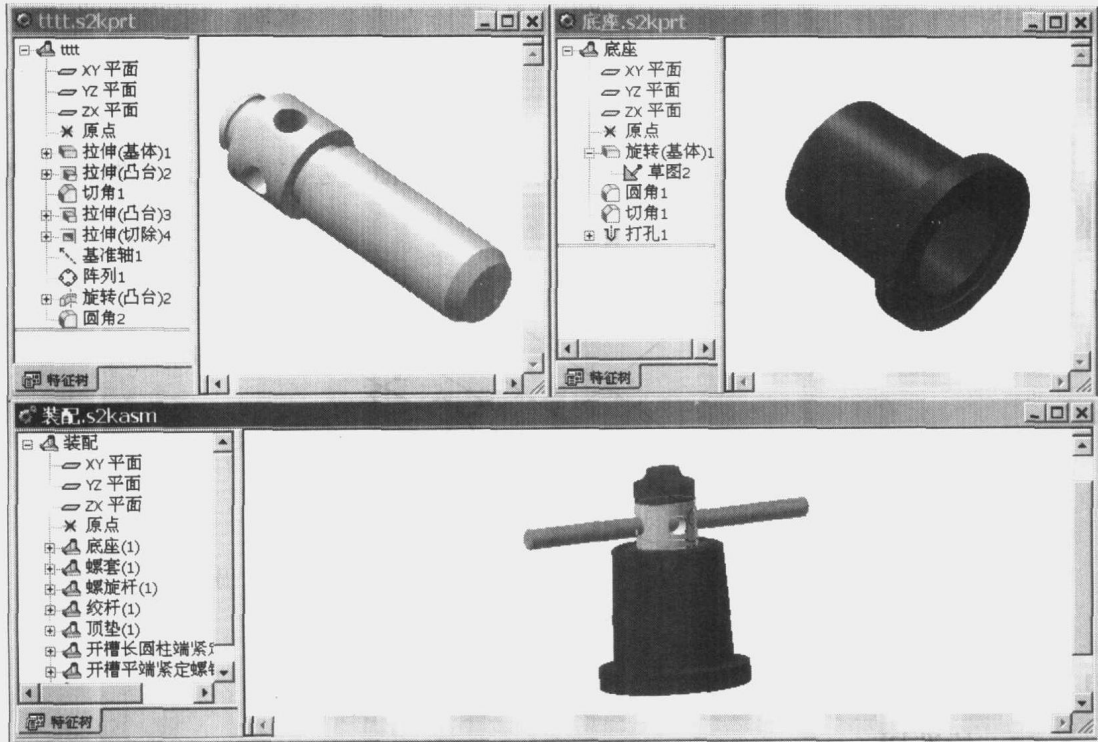


图 1-7 多文档界面



图 1-8 多窗口显示零件

选择菜单栏中“窗口”→“切分”项，此时光标在图形区变成十字箭头，用鼠标左键单击图形区，整个窗口被一分为四。用鼠标左键选取任何一个窗口，就可以对该窗口中的零件进行显示变换或编辑修改。如果要恢复原来的单个窗口状态，将光标移动到切分窗口的十字细条交叉点附近，双击鼠标左键即可。

1.2.6 零件绘图区

在零件绘图区中显示的元素有坐标系；实体中的体、面、边、顶点以及基准面；基准轴等（图 1-9）。

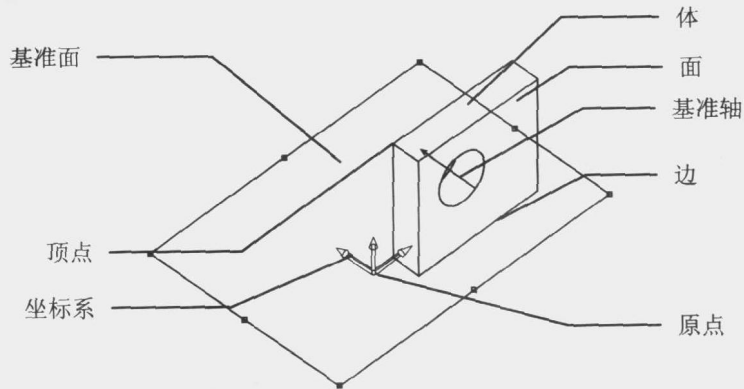


图 1-9 零件绘图区显示的元素

1.2.7 构造树

构造树位于图形窗口的左侧，它显示出了零件中所有特征创建的顺序、装配体中的所有零件装配的顺序及工程图的大纲视图创建的顺序，从而可以方便的查看零件或装配体的相关信息，或者查看工程图中的不同图纸和视图的信息（图 1-10）。

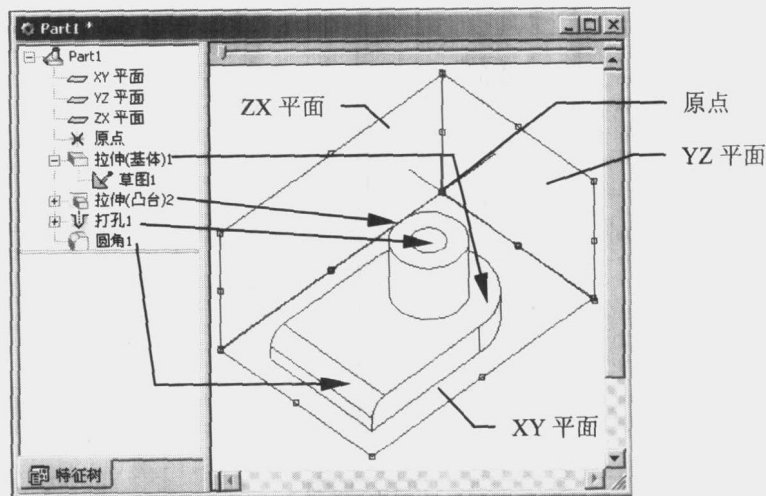


图 1-10 构造树

根据不同操作界面，构造树分为零件设计下的零件特征构造树、装配设计下的装配体构造树和工程图设计下的工程图结构树。

1. 零件特征构造树

在零件设计环境下，零件特征构造树（图 1-11）显示组成零件的所有特征的层次结构。零件的第一个特征是基础特征又称父特征，在它下面所有特征称为子特征。

在零件特征构造树上用一个叶节点表示一个特征，用鼠标单击树上的某一特征图标时，该特征的边界在右边的绘图区内以高亮显示；用鼠标双击特征图标，在绘图区将显示该特征的尺寸，这时可以对尺寸值进行选取和修改。

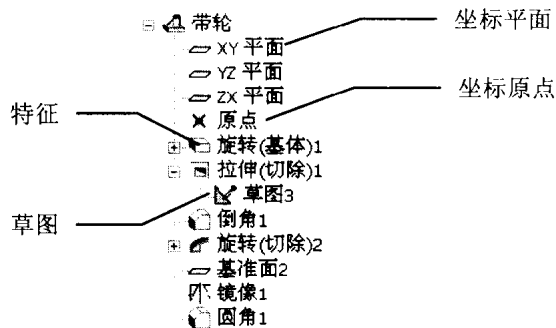


图 1-11 零件特征构造树

2. 装配体构造树

在装配设计环境下，装配体构造树（图 1-12）显示该装配体中所有零件、子部件及组成子部件零件的特征。

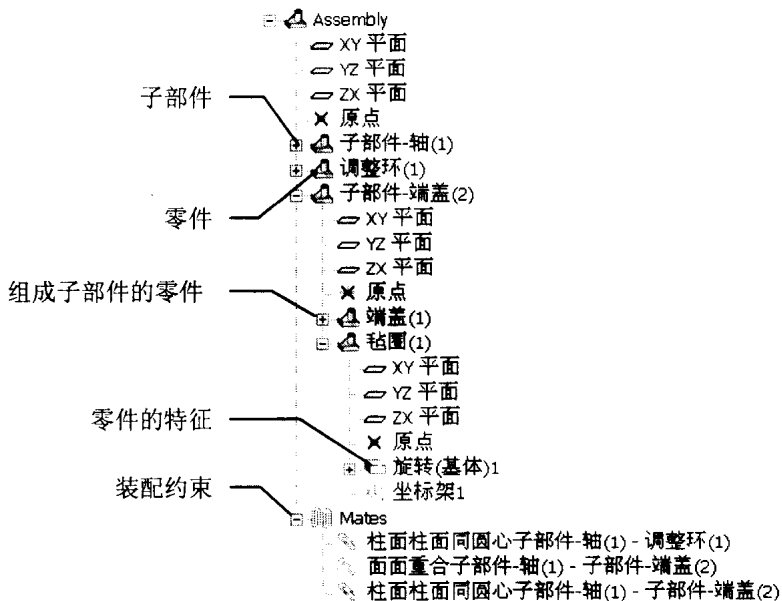


图 1-12 装配构造树

装配体构造树上的叶节点表示装配体中的零件或子部件，当用鼠标单击叶节点上的图标时，该节点所表示的零件或子部件在右边的绘图区高亮显示。

3. 工程图结构树

在工程图设计环境下，工程图结构树（图 1-13）显示该工程图中的所有页和所有视图。结构树上的一个叶节点表示一页，用鼠标单击叶节点上的图标，右边的绘图区中就显示相应的页。结构树上的一个子叶节点表示一个视图，用鼠标单击子叶节点上的图标，右边的绘图区中相应的视图边框显示高亮。

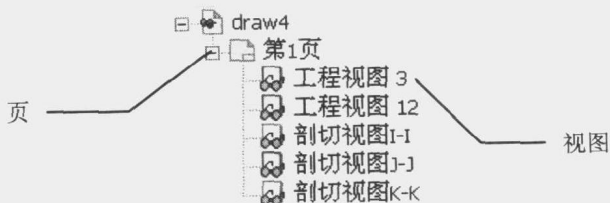


图 1-13 工程图结构树

1.2.8 右键菜单

在编辑草图、零件、装配体或工程图时，可以利用右键菜单中的各种命令来进行操作。

当用鼠标右键单击绘图区空白处、草图边线上、模型的几何体上或特征树中的图标时，即会弹出相应的右键菜单，选择其中的菜单项，就可以执行相应的命令（图 1-14）。

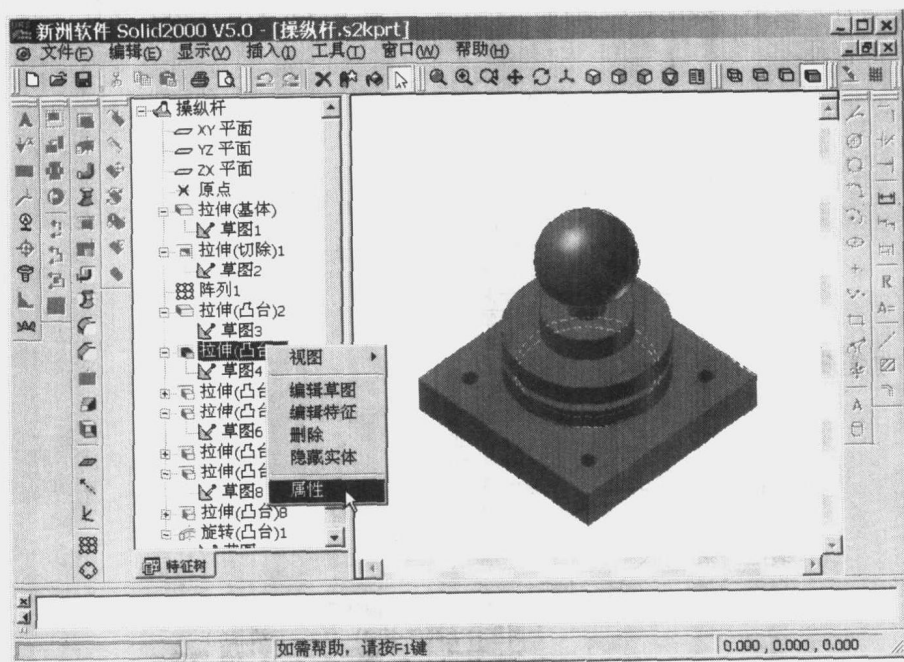


图 1-14 装配体构造树右键菜单