



中等职业教育机电类专业改革创新示范教材

Inventor 工业产品设计基础与实战训练

林将毅 主编

INVENTOR GONGYE CHANPIN SHEJI
JICHU YU SHIZHAN XUNLIAN



附赠光盘



机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS

中等职业教育机电类专业改革创新示范教材

Inventor 工业产品设计 基础与实战训练

主 编	林将毅				
副主编	卢 东	董启迪			
参 编	金国星	程可燕	徐立行	李远锋	
	梁 耀	殷丽娟	周东东	沈 懿	
	张 杰	崔海龙	应志浩	包磊明	
主 审	陈定定	童燕波			



机械工业出版社

本书根据国家改革发展示范校建设相关精神和实践,借鉴国内外先进的职业教育理念、模式和方法编写而成。本书主要内容包括绪论、零件造型设计、部件装配设计、表达视图及 Inventor Studio、工程图和实战训练,总计 6 章。前 5 章为基础功能介绍,第 6 章实战训练为产品设计的实际应用,内容安排上既注重知识体系又兼顾项目实训,适合学生的认知规律。

本书可作为中等职业学校相关专业 Inventor 课程的教材,也适用于从事 CAD 设计的工程人员使用和参考。

图书在版编目 (CIP) 数据

Inventor 工业产品设计基础与实战训练/林将毅主编. —北京:机械工业出版社, 2013. 6

中等职业教育机电类专业改革创新示范教材

ISBN 978-7-111-42960-9

I. ①I… II. ①林… III. ①工业产品—计算机辅助设计—应用软件—中等专业学校—教材 IV. ①TB472-39

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2013) 第 133277 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:汪光灿 责任编辑:汪光灿 王莉娜 版式设计:常天培

责任校对:张薇 封面设计:张静 责任印制:杨曦

保定市市中画美凯印刷有限公司印刷

2013 年 9 月第 1 版第 1 次印刷

184mm×260mm·14.75 印张·360 千字

0001—2000 册

标准书号:ISBN 978-7-111-42960-9

ISBN 978-7-89433-975-1 (光盘)

定价:33.00 元 (含 1CD)

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

社服务中心:(010) 88361066 教材网:<http://www.cmpedu.com>

销售一部:(010) 68326294 机工官网:<http://www.cmpbook.com>

销售二部:(010) 88379649 机工官博:<http://weibo.com/cmp1952>

读者购书热线:(010) 88379203 封面防伪标均为盗版

中等职业教育机电类专业改革创新示范教材 编写委员会

主 任 卢鹏程

副主任 陈定定 童燕波

编 委 (按姓氏笔画排序)

王爱国	毛宇东	尹 燕	卢 东	田文君
刘 军	刘国柱	沈 健	齐荣波	杜丙科
李建波	陈旭彬	陈海华	林将毅	胡蓉蓉
姚志刚	姚 迪	袁莹莹	顾伟明	徐 吴
徐 敏	曹克胜	商建方	董启迪	童燕波
谢宜路	翟建强			

序

数字化工厂作为新型制造技术与系统是制造业迎接未来挑战的有效手段。数字化工厂根据市场需求,通过数字化设计、数字化工艺系统与数字化制造装备、车间的数字化仿真与制造执行系统等的集成来实现整个工厂的数字化。数字化工厂将会成为越来越多制造企业的选择。

本套书是中等职业教育基于数字化工厂人才培养模式的工作过程系统化、行动导向课程教材。它以企业需求为基本依据,以就业为导向,以提高学生全面素质为基础,以能力为本位,并根据数字化生产职业的岗位能力要求,结合职业资格技能标准及学生职业生涯发展需要设置课程和教学环节。采用理论和实践一体化的编写模式,符合职业教育的发展趋势,具有先进性。本套书采用了新的课程标准,在内容上突出了课程体系的实用性和针对性,提高了课程设置上的科学性,充分反映了企业对技能型人才的需求。

本套书将传统的学校实训工场改造成虚拟企业生产车间,建立现代先进制造业需求的数字化教学和实训环境,充分实现课堂与实习地点的一体化,在数字化工厂工作过程系统化教学中,使学生首先对数字化制造的内容和工作环境等有感性的认识,获得与工作岗位和工作过程相关的知识,然后再开始学习专业知识。

宁波市鄞州职业教育中心学校是首批国家示范校建设单位,数控技术应用专业是其重点建设的专业之一。他们在专业建设与专业教学改革方面进行了有益探索和深入实践,取得了丰硕的成果,提出了基于数字化工厂的人才培养模式,按典型工作任务实践项目化教学;按照工作过程系统化的思路,围绕数字化制造的核心职业能力,提炼出若干典型工作任务,精心设计实训项目。从教学项目入手,把现代化的企业生产流程引入实训教学,真实模拟现代企业的生产经营场景。按照产品的真实生产过程组织教学流程,分析产品特点、进行三维造型、形成二维图样、编制生产工艺、生成加工代码、组织零件加工、实施产品组装,实现适应数字化生产需要的人才培养目标。

本套书共有六册,充分展现了数字化工厂的职业岗位,突出了课堂与实习地点的一体化,学习过程与工作过程的一致性。该套书的出版必定有益于中等职业教育的专业课程建设和技能培训。

浙江大学机械工程学系 教授
浙江大学工程训练中心 主任

傅建中

2012. 6. 18

前 言

本书使用的软件环境是 Autodesk Inventor Professional 2013 中文版。全书以丰富的实例，图文并茂地介绍了 Autodesk Inventor 软件的功能、特点、操作方法和使用技巧。本书根据国家中等职业教育改革发展示范校建设的相关精神，借鉴国内外先进教育理念、模式和方法，并结合职业教育现状编写而成。全书分为 6 章，其中前 5 章介绍 Inventor 2013 软件的基本功能，内容包括零件造型设计、部件装配设计、表达视图及 Inventor Studio 和工程图模块的主要功能与使用方法。第 6 章为实战训练，以 3 个工业产品的实例来综合讲解 Inventor 软件在工业产品设计中的应用。

本书中每一个实例都有详细的操作步骤，书中所有案例包括基础应用、综合应用、实战训练和拓展练习的相关数据文件均存于教学光盘内，方便读者学习和操作，并更好地掌握 Inventor 2013 软件的功能。本书内容简单明了，循序渐进，具有简洁性、易学性、新颖性等特点。

本书由宁波市鄞州职业教育中心学校林将毅担任主编并负责全书统稿工作，卢东、董启迪担任副主编，其中林将毅编写了第 1 章、第 2 章、第 4 章和第 6 章，卢东编写了第 3 章，董启迪编写了第 5 章。金国星、程可燕、徐立行、李远锋、梁耀、殷丽娟、周东东、沈懿、张杰、崔海龙、应志浩、包磊明老师也参与了部分章节内容的编写。

在本书的编写过程中，得到了有关领导的大力支持和帮助，在此对他们的辛勤付出表示感谢。

由于编者水平所限，书中难免出现错误和不妥之处，敬请广大师生和读者提出宝贵意见，欢迎发送邮件至 527768393@qq.com，以便编者不断修改完善。

编 者

目 录

序	3.7 综合应用	103
前言	3.8 拓展练习	110
第1章 绪论	第4章 表达视图及 Inventor Studio	112
1.1 Inventor 概述	4.1 表达视图的相关技术	112
1.2 工业产品三维实体设计的基本方法	4.2 Inventor Studio	120
1.3 Inventor 的基本使用环境	4.3 拓展练习	125
第2章 零件造型设计	第5章 工程图	126
2.1 草图技术	5.1 工程图的视图创建	126
2.2 零件造型技术	5.2 工程图的标注	136
2.3 拓展练习	5.3 工程图的设置	151
第3章 部件装配设计	5.4 拓展练习	155
3.1 零件自由度	第6章 实战训练	161
3.2 装载零部件	6.1 U 盘的设计	161
3.3 约束零部件	6.2 工作灯的设计	185
3.4 编辑零部件	6.3 鼠标的设计	219
3.5 表达零部件	参考文献	227
3.6 装调标准件和常用件		

第1章 绪论

1.1 Inventor 概述

Autodesk Inventor 是美国 Autodesk 公司推出的可视化三维实体设计软件。它是一款全面的设计工具，涵盖了产品的草图设计、零件设计、零件装配、分析计算、视图表达、模具设计和工程图设计等全过程，还包括了专业的运动仿真、结构性分析、应力分析、三维布线和三维布管等功能，用于帮助用户创建和验证完整的数字样机，以减少物理样机的投入。用户可在数字样机设计流程中获得极大的优势，并且能在更短的时间内生产出更好的产品，以更快的速度将更多的创新产品推向市场。

Inventor 是面向机械设计的三维设计软件。它融合了当前 CAD 所采用的最新技术，具有强大的造型功能；其独特的自适应技术使得以装配为中心的“自上而下”的设计思想成为可能；具有在微机上处理大型装配的能力；设计师的设计规则、设计经验可以作为“设计元素”进行存储和再利用；与 AutoCAD 有极好的兼容性，具有直观的用户界面、菜单以及智能纠错等优秀功能。

1.2 工业产品三维实体设计的基本方法

在基于特征的参数化三维实体设计系统中，设计工业产品的方法一般可分为下面三种。

1. 自上而下的设计方法

一个工业产品常常是由许多零件顺序组合装配在一起，构成一个装配体的。装配体中的零件和零件之间总是要有功能、大小或位置等方面的关联，常常要参照一个零件来定义、约束另一个零件，即在装配的环境下逐个设计零件。这里的装配环境就是“上”，每个零件就是“下”。这种在装配环境中“在位”设计零件的方法称为“自上而下”的设计方法。

“自上而下”的设计方法的特点是，新零件的设计依赖已有零件的特征形状和位置等信息，是一种以“装配”为中心的设

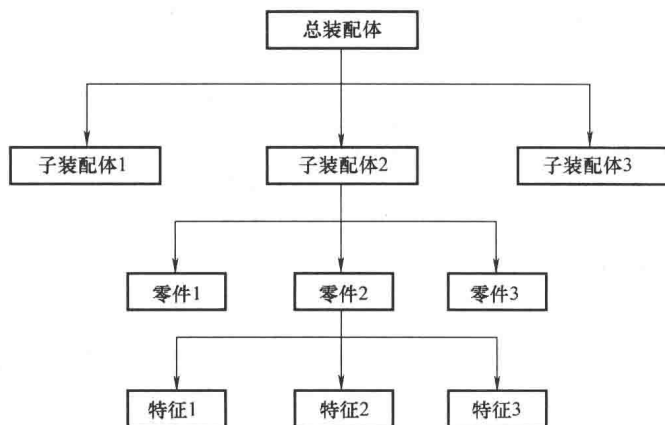


图 1-1 自上而下的设计方法

计思想,是现代三维 CAD 的核心,如图 1-1 所示。

2. 自下而上的设计方法

在装配体中零件间的关联关系已经确定的情况下,可以先设计好每一个零件的模型,然后在三维设计的环境下,按照装配约束关系逐个将零件有序地装配起来,这种设计方法称为“自下向上”的设计方法。在仿制或修改设计时常用这种方法。

3. 单体设计的方法

在特殊情况下,一个产品可能是由一个零件组成的,如瓶子、弹簧和水杯等,如图 1-2 所示。设计这类产品时,通常只考虑产品的功能和外观造型,这种设计方法称为单体设计方法。

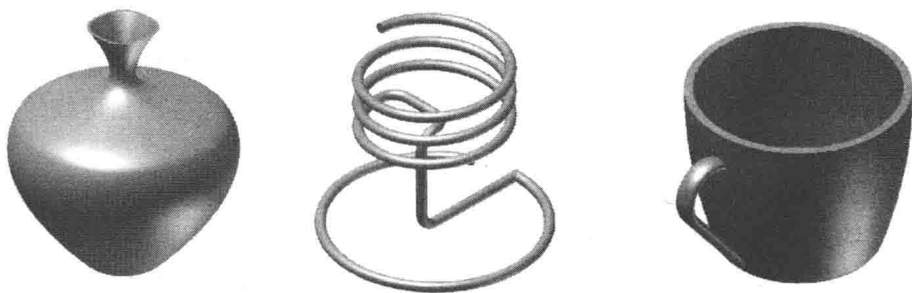


图 1-2 单体设计零件

1.3 Inventor 的基本使用环境

1.3.1 Inventor 界面介绍

Inventor 2013 版界面如图 1-3 所示,其各部分的作用如下:

- 工具面板:它是在设计过程中最常使用的区域。在这里,系统会根据你所选择的设计要求(零件设计环境、部件设计环境和工程图环境等)改变选项卡的位置和内容。在选项卡中,根据使用的频率和逻辑关系放置了大小不等、位置不同的功能图标。图 1-3 所示为部件环境下的工具面板。

- 快速访问工具栏:它可以自定义多种功能,如新建、保存、撤销和恢复等,以达到快速使用、提高效率的目的,在设计过程中经常被用到。

- 浏览器:它是零部件设计过程中不可或缺的一部分。从浏览器中可以清楚地了解零件的设计历史及特征、部件的组成与约束、工程图的视图与图框等重要信息。图 1-4 所示为零件环境下的浏览器。

- 右键快捷操作:如图 1-5 所示,它是从 Inventor 2012 版开始出现的,在 2013 版中得到完善。当在绘图区域单击鼠标右键时,系统会自动推测用户下一步的操作命令,并将这些命令以环形排列。用户可通过左击选取相应内容,当然也可以长按鼠标右键并向需要的命令的方向滑动来完成这个操作。当用户操作熟练后,这种操作方式可以极大地缩短来回单击鼠标所使用的时间,有效地提高设计效率。

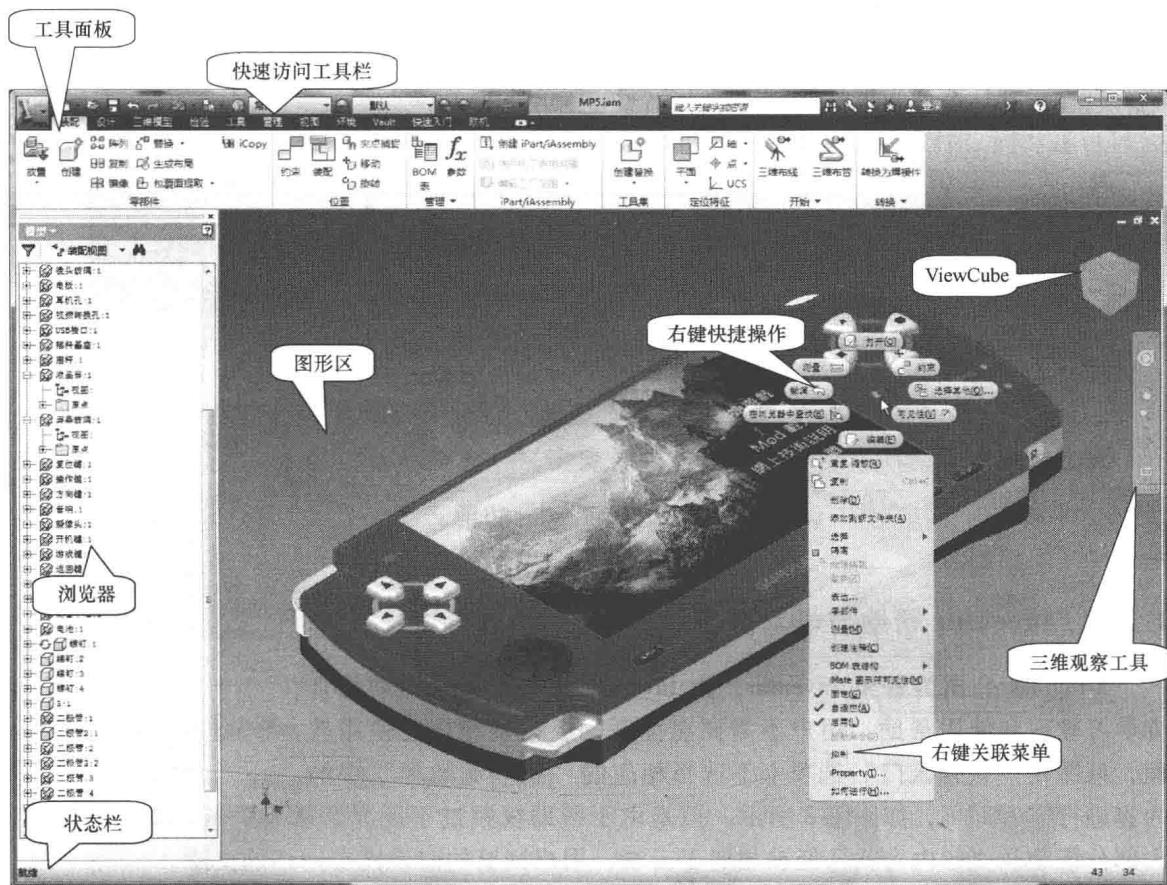


图 1-3 Inventor 2013 版界面

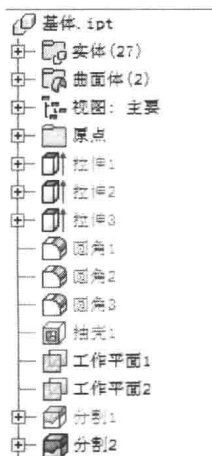


图 1-4 零件环境下的浏览器

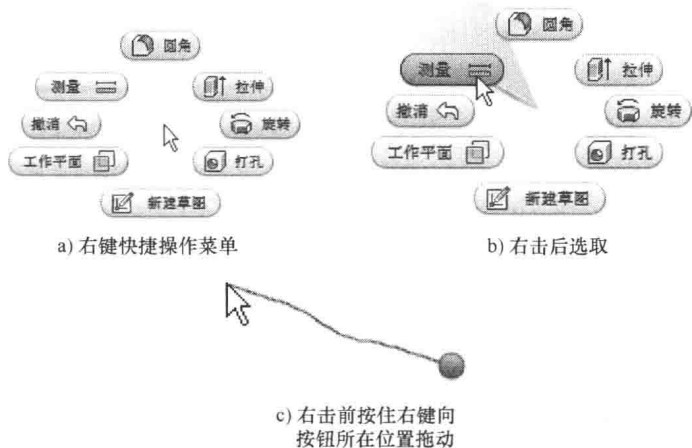


图 1-5 右键快捷操作

- 状态栏：这里能显示一些当前操作过程中的提示。
- ViewCube：它是一个非常实用的工具，其设计基于机械设计中的六视图。通过它，可以快速地选择我们想要的视角，当然也可以单击它的顶点和棱边，那么视图方向也会调整到

相应位置,如图 1-6a 所示。当视图的某一平面正对于用户时,右上角会出现旋转箭头,单击箭头可以实现模型的旋转,如图 1-6b 所示。在 ViewCube 控制块的顶点按住鼠标左键不放,可以实现任意视角的旋转,如图 1-6c 所示。

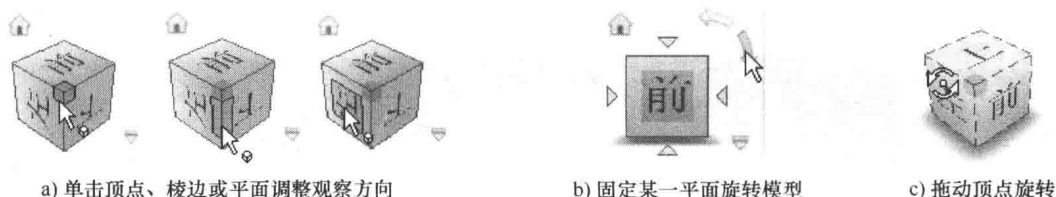


图 1-6 ViewCube 工具

• 三维观察工具:一般用于对零部件的观察,包含全导航控制盘、平移、缩放、旋转和观察方向等功能。图 1-7 所示为全导航控制盘。

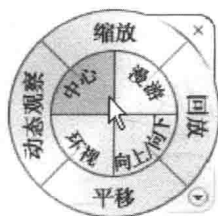


图 1-7 全导航控制盘

1.3.2 Inventor 帮助与学习资源

Autodesk 公司为普及 Inventor,为 Inventor 提供了大量详细的官方学习教程和使用帮助,用户不需要在互联网上搜索相应的使用教程,只需在“快速入门”选项卡下选择相应的“视频和教程”中的内容进行学习即可,如图 1-8 所示。但是由于帮助视频过于庞大,从 Inventor 2012 版开始,大部分帮助及视频内容就已经被放置于云端,用户浏览的时候需要网络的支持。



图 1-8 帮助视频与教程

用户将鼠标放在一个按钮上不动,就会弹出相应的帮助说明,每个弹出的对话框下都有相应的帮助主题,相当人性化,如图 1-9 所示。

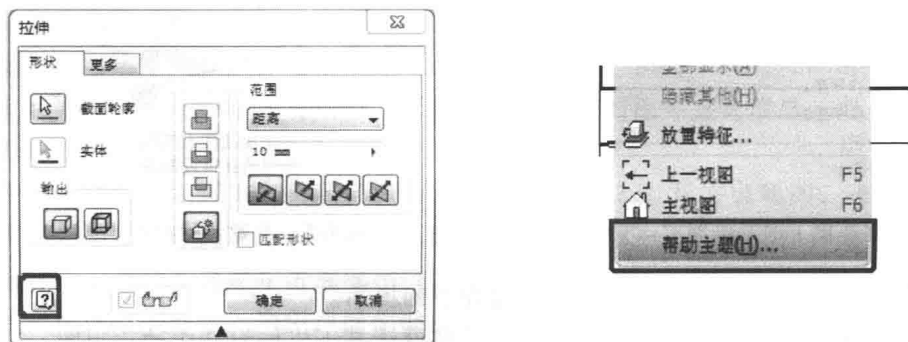
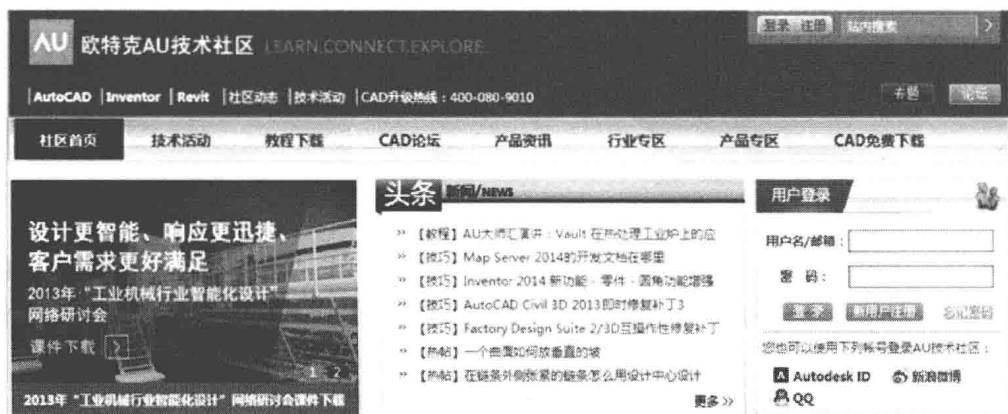


图 1-9 其他帮助

当然, Autodesk 还拥有一个庞大的电子交互社区, 包括欧特克 AU (Autodesk University) 技术社区 (<http://au.autodesk.com.cn/>)、欧特克学生设计联盟 (<http://students.autodesk.com.cn/>) 和欧特克三维设计网 (<http://3d.acaa.cn/index.html>), 如图 1-10 所示。

在这里只要注册一个用户, 就可以免费下载到学生版正版 Inventor 软件, 同时还可以和更多正在学习和使用 Inventor 软件的朋友进行交流和探索。



a) 欧特克AU技术社区



b) 欧特克学生设计联盟



c) 欧特克三维设计网

图 1-10 欧特克学习网站

第2章 零件造型设计

在三维 CAD 软件中,零件造型的基础是草图和特征。本章将对零件造型中的草图技术和几个常用的特征功能进行详细的介绍,内容包括草图绘制和编辑、草图的几何约束和尺寸约束、草图特征、放置特征和定位特征等相关技术。

2.1 草图技术

草图是零件模型创建的基础,分为二维草图和三维草图。经常用到的草图是二维草图,在设计空间管路等特殊结构时要用到三维草图。本节将介绍二维草图的绘制、约束及编辑的一般步骤及方法。

2.1.1 草图的基础知识

1. 草图的创建方式

草图的创建有以下三种方式。

1) 在原始坐标平面上创建草图,包括 XY 坐标面、YZ 坐标面或 XZ 坐标面,如图 2-1a 所示。

2) 在实体平面上创建草图,如图 2-1b 所示。

3) 在新建工作平面上创建草图,如图 2-1c 所示。

只有当草图环境被激活时,才可以进行草图的创建和编辑等工作。

2. 草图功能区

在草图功能区空白处单击鼠标右键,即可进行草图功能区的设置,可以进行功能区外观和显示面板设置等,如图 2-2 所示。

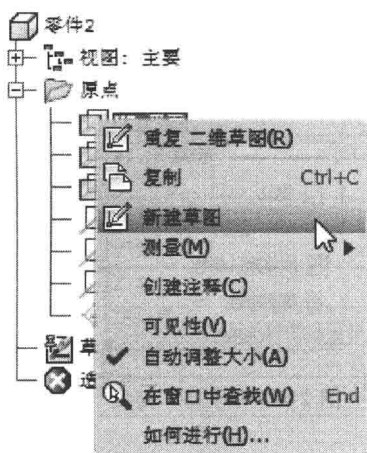
在草图功能区中,有的图标按钮之后有“▼”符号,则表示单击“▼”符号之后可以选择更多的同类型工具,如图 2-3 所示。

创建草图时,有时需要更改几何对象的形式,以体现设计意图或者符合设计习惯。这时就要用到草图功能区中的“格式”面板,如图 2-4 所示。

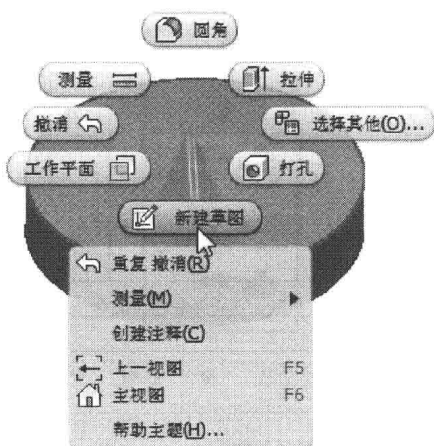
在“格式”面板中,可以设置草图几何图元的样式,如线型、颜色和线宽等。常用的图标按钮有以下两种。

1) 构造 : 可以选择草图对象并激活此命令,使原有的草图对象转换为构造几何图元或者激活该命令并创建新的构造几何图元。构造线的样式为“点线”,主要用于辅助定形或定位。

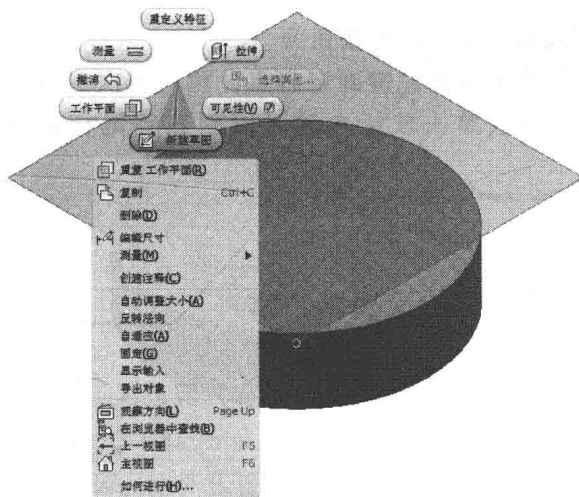
2) 中心线 : 将选定的草图线更改为构造中心线或者激活此命令后创建新的中心线草图几何图元。中心线的样式为“点画线”。将尺寸应用到草图几何图元和中心线中,可以在镜像的草图几何图元之间建立尺寸关系,或指定“旋转”特征的直径尺寸。



a) 在原始坐标平面上创建草图



b) 在实体平面上创建草图



c) 在新建工作平面上创建草图

图 2-1 草图的创建方式

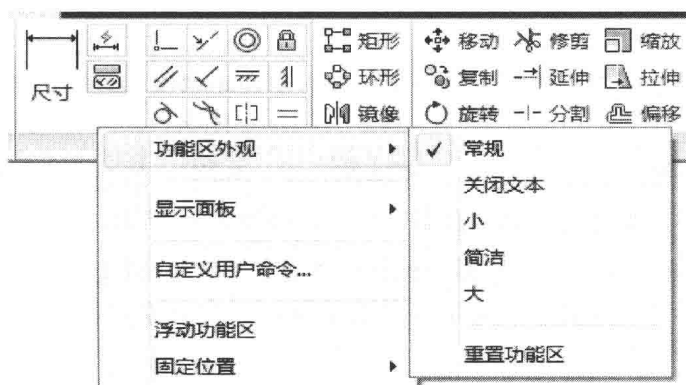


图 2-2 草图功能区的设置

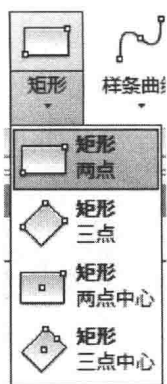


图 2-3 “▼”符号

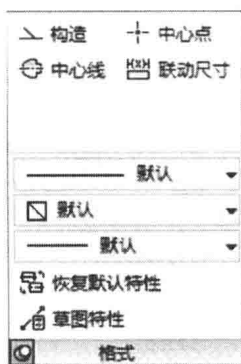


图 2-4 “格式”面板

2.1.2 草图的绘制

1. 直线

直线工具可以绘制直线或圆弧，图标按钮为“”。

1) 直线的绘制：首先单击鼠标左键确定起点，然后再次单击鼠标左键确定终点，这样可创建一条线段；连续多次单击鼠标左键可以创建首尾相接的多条线段，如图 2-5 所示。

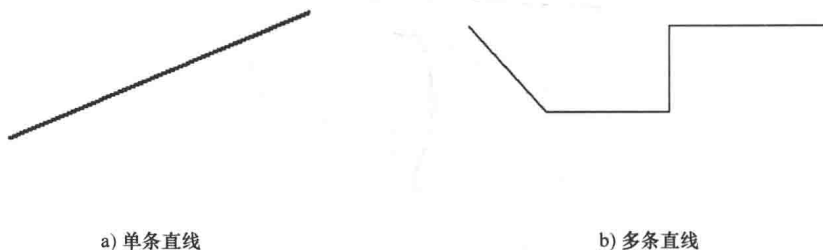


图 2-5 绘制直线

2) 圆弧的绘制：首先移动鼠标到直线的一个端点，然后按住鼠标左键，在要创建圆弧的方向上拖动鼠标，如图 2-6 所示。

2. 圆

圆工具的作用是绘制圆，绘制方式分别为圆心圆和相切圆，可通过单击工具菜单下的下拉箭头进行选择。

1) 如果要根据圆心与半径创建圆，选择圆心圆工具，首先单击鼠标左键指定圆的圆心，然后再单击鼠标左键使用光标动态指定直径，如图 2-7a 所示。

2) 如果要使用相切圆工具创建圆，选择相切圆工具，通过连续单击鼠标左键选择相切的对象。当所选择的对象能唯一确定一个相切圆时，即可完成相切圆的创建，如图 2-7b 所示。

3. 圆弧

圆弧工具的作用是绘制圆弧，绘制方式有三点圆弧、圆心圆弧和相切圆弧。

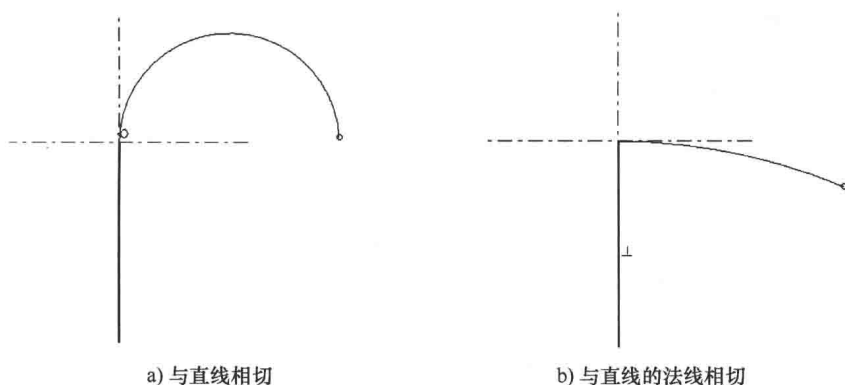


图 2-6 用直线工具绘制圆弧

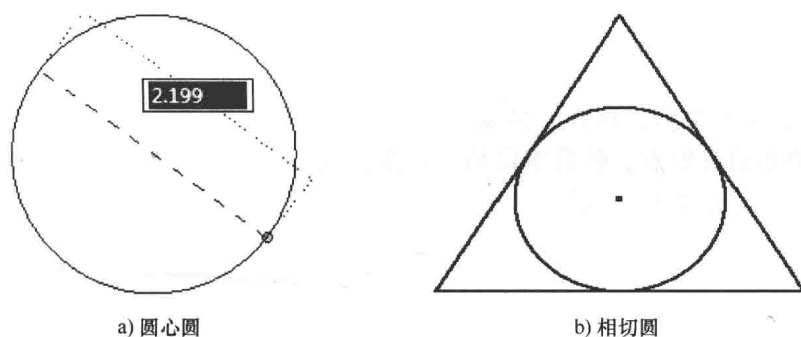


图 2-7 绘制圆

1) 创建三点圆弧：选择工具按钮“”，在图形区指定前两点作为圆弧的端点，指定第三个点确定圆弧的半径，如图 2-8a 所示。

2) 创建与其他实体相切的圆弧：选择工具按钮“”，首先用鼠标左键单击其他几何图元的端点开始绘制圆弧，圆弧在此点处与几何图元相切，然后再单击鼠标左键放置圆弧，如图 2-8b 所示。

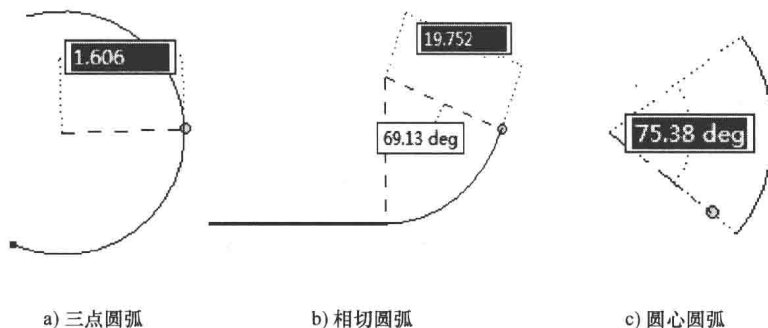


图 2-8 绘制圆弧

3) 创建圆心圆弧: 选择工具按钮 “”, 首先单击鼠标左键创建圆弧中心点, 然后移动鼠标以改变圆弧的起点和终点, 如图 2-8c 所示。

4. 矩形

矩形工具的作用是绘制矩形。绘制矩形的方式有两点矩形、三点矩形、两点中心矩形和三点中心矩形。

1) 创建两点矩形: 选择工具按钮 “”。使用该工具创建矩形, 需要单击左键两次分别确定矩形的两对角点, 从而完成矩形的创建, 如图 2-9a 所示。

2) 创建三点矩形: 选择工具按钮 “”。使用该工具创建矩形, 首先需要通过单击左键两次确定矩形一边的起点与终点, 然后再单击左键一次确定其对边的位置, 从而完成矩形的创建, 如图 2-9b 所示。

3) 创建两点中心矩形: 选择工具按钮 “”。使用该工具创建矩形, 首先应在图形区指定第一个点作为矩形的中点, 然后指定第二点作为矩形的对角点定义宽度和高度, 如图 2-9c 所示。

4) 创建三点中心矩形: 选择工具按钮 “”。使用该工具创建矩形, 首先在图形区指定第一个点作为矩形的中点, 然后指定第二点作为矩形的对角点定义宽度, 最后指定第三点作为矩形的高度, 如图 2-9d 所示。

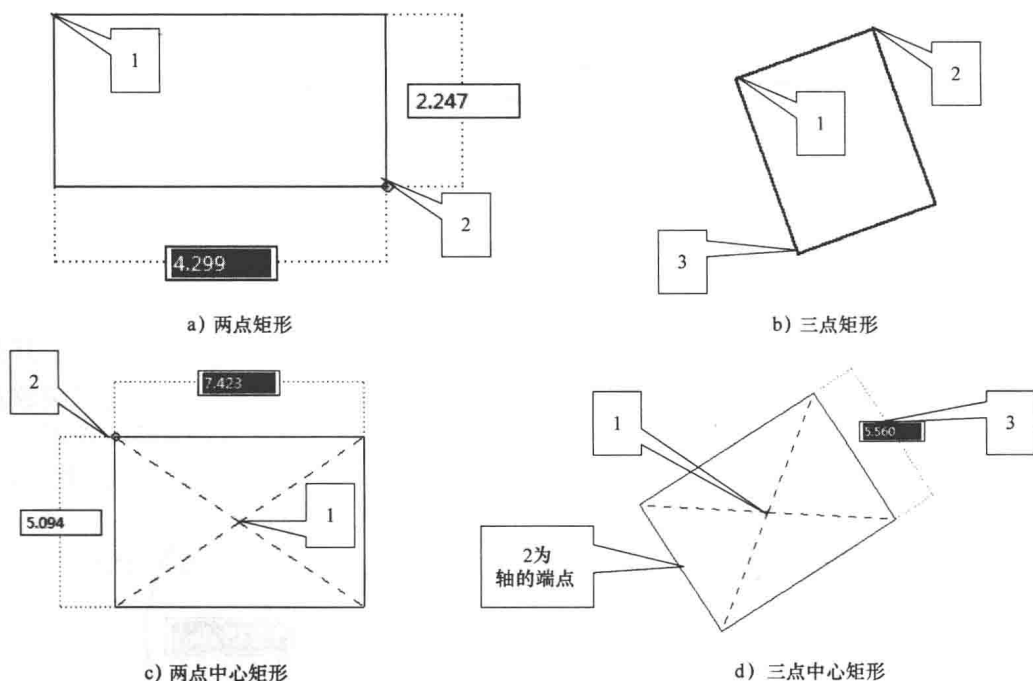


图 2-9 绘制矩形

5. 样条曲线

样条曲线工具的作用是绘制过几个给定点的样条曲线。

创建样条曲线时, 选择工具按钮 “”, 首先在图形区指定第一个点作为起始点, 然后