



工程软件机械设计实例丛书

I-DEAS

机械设计

崔凤奎 等编著



机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS

工程软件机械设计实例丛书

I-DEAS 机械设计

崔凤奎 张丰收 董宏献 杜发荣
李春梅 刘万强 武瑞芝 曹雪梅 编著



机械工业出版社

I-DEAS 软件是 EDS 公司的一个集成化的产品开发解决方案, 是世界上最著名的 CAD/CAM/CAE/CAT 一体化的机械设计自动化软件。目前在国内外机械设计行业获得了广泛的应用。

本书结合减速器的零件设计, 讲解使用 I-DEAS 进行产品设计的过程, 涵盖了 I-DEAS 中 CAD 模块的大多数常用功能。全书共 11 章。第 1~3 章对 I-DEAS 的基础知识作了简要介绍; 第 4~8 章, 按零件结构特点将减速器零件分为轴类、盘类、齿轮类、箱体类零件, 结合典型结构零件的设计过程, 系统介绍了 I-DEAS 的功能和命令使用, 第 9 章介绍了数据的管理; 第 10、11 章介绍了减速器整体装配建模的过程和工程图的生成。

本书力图使读者提高对该软件的实际操作能力和设计水平, 避免了空泛地对命令功能的讲述。读者可以跟随实例的操作, 边学边用。本书适合自学, 面向使用 I-DEAS 软件的广大工程设计人员, 也可以作为高校相关专业师生学习该软件的培训教材。

图书在版编目 (CIP) 数据

I-DEAS 机械设计 / 崔凤奎等编著. —北京: 机械工业出版社, 2004.1

(工程软件机械设计实例丛书)

ISBN 7-111-13698-5

I. I… II. 崔… III. 机械设计: 计算机辅助制造—应用软件, I-DEAS IV. TH122

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2003) 第 120256 号

机械工业出版社 (北京市百万庄大街 22 号 邮政编码 100037)

责任编辑: 张秀恩 (E-mail: xiuen@sina.com)

白 刚

封面设计: 陈 沛 责任印制: 李 妍

北京机工印刷厂印刷 · 新华书店北京发行所发行

2004 年 3 月第 1 版第 1 次印刷

1000mm×1400mm B5·7.5 印张·287 千字

0001—4000 册

定价: 22.00 元

凡购本书, 如有缺页、倒页、脱页, 由本社发行部调换

本社购书热线电话 (010) 68993821、88379646

[Http://www.machineinfo.gov.cn/book/](http://www.machineinfo.gov.cn/book/)

封面无防伪标均为盗版

前 言

I-DEAS 软件是 EDS 公司的一个集成化的产品开发解决方案，是世界上最著名的 CAD/CAM/CAE/CAT 一体化的机械设计自动化软件。它具有独特的基于数字化主模型功能，基于数字化主模型的特性使得模型的变化与 CAD\CAM\CAE 的结果保持高度的一致性。在产品开发的整个过程中可以随时对产品进行评估和加工设计，并能使整个开发团队协同地进行并行工作。

I-DEAS 作为一个高端软件，具有许多独特的功能：它采用了业界领先的变量化建模技术生成线框、曲面与实体造型；变量化的技术允许用户在造型中既可使用全几何约束的参数化设计，也可使用部分约束或无约束的自由化设计；独特的 VGX 技术，可以动态拖动截面来生成三维特征；动态引导器可自动捕捉图形要素逻辑位置的功能，使得造型更加容易；装配功能支持对大装配件的创建、控制和管理，可以快捷地创建出大数量且多层次的装配件，并可对之进行灵活的删除、增加、替换、搜索及生成 BOM 表与爆炸图等功能操作。I-DEAS 软件是当今世界应用最广的产品开发解决方案之一，在军事、航空、航天、机械电子、汽车、船舶等工业设计领域获得了广泛的应用。

对于 I-DEAS 的使用者来说，如何能掌握 I-DEAS 的功能并熟练地运用它？对于 I-DEAS 的初学者，选择什么样的一本 I-DEAS 书籍，帮助其快速地掌握 I-DEAS 的使用？这对读者来说是非常难的事情。这是由于现在的 I-DEAS 书籍大多都是单纯介绍 I-DEAS 的命令功能和操作，而结合实例尤其是工程实例的相当少。这就使得读者读完一本 I-DEAS 书，只了解 I-DEAS 命令的功能和操作方法而不能使用 I-DEAS，更不能运用 I-DEAS 进行工程设计。其结果是事倍功半，收效甚小。

本书以设计单级减速器为主线，一边详细介绍 CAD 的概念，一边详细介绍 I-DEAS 的命令和功能，一边详细介绍利用 I-DEAS 进行减速器零件设计的思路、方法和步骤。使读者在学习中不但掌握了 CAD 的概念、I-DEAS 的命令和功能，而且还掌握了利用 I-DEAS 进行工程设计的方法和步骤。使读者处于在学习 I-DEAS 中掌握其应用，在应用中加速掌握 I-DEAS 能力和功能的境界，从而达到事半功倍的效果。

在本书的编著中，打破以往此类书籍编写的体系和框架，根据单级减速器各个零件的形状和功能按机械设计进行类型的划分，在此基础上对 I-DEAS 的命令和功能也进行相同的划分，将 I-DEAS 中基础的、简单的、使用频度高的命令

和功能集中；采用先介绍 CAD 概念、I-DEAS 基础、草图绘制、基准、特征树、层等，再按照零件类型详细介绍该类型零件设计过程中所使用到的命令及功能，进而详细讲解利用这些命令和功能进行该类型零件设计的方法和步骤，直至单级减速器的装配和单级减速器工程图的生成。

在本书的编著中，始终坚持由浅入深、循序渐进、边学边用的原则。以便读者把学习命令融会到具体的设计中去，更有效地激发读者的学习兴趣，提高学习效果和运用 I-DEAS 进行工程设计的进程，加速 I-DEAS 在我国的推广和应用。

参加本书编著的有崔凤奎、张丰收、董宏献、杜发荣、李春梅、刘万强、武瑞芝、曹雪梅。河南科技大学崔凤奎教授对全书进行了统稿和审定。

由于 I-DEAS 的功能非常强大和编著者的水平有限及篇幅的局限性，书中难免有不完善的地方和错误，敬请读者不吝赐教，批评指正。

编著者

2003 年 8 月

目 录

前 言

第1章 概 述	1
1.1 CAD 技术的发展及 I-DEAS 工程软件简介	1
1.1.1 CAD 技术的产生与发展	1
1.1.2 I-DEAS 工程软件简介	2
1.1.3 I-DEAS 工程软件的特点	3
1.2 I-DEAS 软件入门	4
1.2.1 如何进入 I-DEAS	4
1.2.2 I-DEAS 软件用户界面	6
1.2.3 I-DEAS 鼠标操作	9
1.2.4 I-DEAS 弹出式菜单	9
1.3 I-DEAS 造型过程	10
1.3.1 特征造型的概念	10
1.3.2 零件造型的基本过程	11
1.4 草图的绘制	12
1.4.1 草图的作用	12
1.4.2 草图绘制	12
1.4.3 草图的几何约束	14
1.4.4 草图的尺寸约束	16
1.5 屏幕显示设置	17
1.5.1 重绘命令	17
1.5.2 显示模式命令	18
第2章 零件特征建模命令的介绍	22
2.1 常用特征建模命令	22
2.1.1 拉伸和旋转	22
2.1.2 扫掠	25
2.1.3 倒圆角和倒角	25
2.1.4 抽壳	27
2.1.5 实体布尔运算	27
2.2 零件的修改	28

2.2.1	零件尺寸的修改	28
2.2.2	零件特征的修改	30
第 3 章	参考几何和历程树	31
3.1	参考几何的建立	31
3.1.1	参考平面的建立	31
3.1.2	参考线的建立	33
3.1.3	参考点的建立	34
3.1.4	坐标系的建立	35
3.1.5	参考曲线的建立	37
3.2	历程树	39
3.2.1	定义历程树	39
3.2.2	历程树中的节点	41
3.2.3	利用历程树了解零件的创建过程	41
3.2.4	利用历程树修改特征	45
第 4 章	盘类零件设计	51
4.1	盘类零件分析	51
4.1.1	盘类零件的特点	51
4.1.2	盘类零件的造型方法	51
4.2	零件设计命令介绍	52
4.2.1	打孔特征	52
4.2.2	特征的阵列	55
4.3	盘类零件的创建过程	59
4.3.1	轴承端盖的设计	59
4.3.2	观察孔盖的设计	67
第 5 章	轴类零件设计	70
5.1	轴类零件分析	70
5.1.1	轴类零件的特点	70
5.1.2	轴类零件的造型方法	70
5.2	零件设计命令介绍	71
5.2.1	去材料特征	71
5.2.2	特征的复制	73
5.3	轴类零件的设计过程	75
5.3.1	阶梯轴的设计	76
5.3.2	齿轮轴的设计	79
5.3.3	花键轴的设计	81

第 6 章 齿轮类零件设计	85
6.1 齿轮零件分析	85
6.1.1 齿轮零件的特点	85
6.1.2 齿轮零件的造型方法	86
6.2 零件设计命令介绍	86
6.2.1 关系式	86
6.2.2 曲面特征的创建	90
6.2.3 螺旋扫掠特征	92
6.2.4 绘制样条曲线函数	95
6.3 齿轮类零件的设计过程	97
6.3.1 直齿轮零件的设计	97
6.3.2 齿轮轴零件的创建	111
6.3.3 弧齿锥齿轮的创建	112
第 7 章 箱体零件设计	120
7.1 箱体零件分析	120
7.1.1 箱体零件的特点	120
7.1.2 箱体零件的造型方法	121
7.2 零件设计命令介绍	122
7.2.1 拔模特征的建立	122
7.2.2 抽壳特征的建立	124
7.3 机体模型的建立	125
7.3.1 机座的设计	125
7.3.2 机盖模型的建立	139
第 8 章 标准件设计	151
8.1 标准件的分类	151
8.2 常用标准件的设计	153
8.2.1 螺母、螺栓的设计	153
8.2.2 轴承的设计	157
8.2.3 键的设计	160
8.2.4 弹性挡圈的设计	161
8.2.5 弹簧垫片的设计	162
第 9 章 数据管理	164
9.1 团队数据管理系统简介	164
9.2 抽屉管理	164
9.2.1 零件的命名	165

9.2.2	零件的放入	166
9.2.3	零件的提取	166
9.2.4	抽屉管理	167
9.3	模型库管理	169
9.3.1	建立、更名和删除模型库	170
9.3.2	零件的检入	173
9.3.3	零件的提取	175
9.3.4	版本管理	177
9.3.5	零件的更新	179
9.4	目录管理	179
9.4.1	创建、更名和删除目录	180
9.4.2	零件的提取	181
9.4.3	零件的参数化	182
9.4.4	零件的修改	183
9.5	项目管理	183
9.5.1	创建、更名和删除项目	183
9.5.2	锁定和解锁项目	185
9.6	数据共享	186
9.6.1	导出模型库数据	186
9.6.2	导入模型库数据	188
9.7	数据转换	189
9.7.1	I-DEAS 数据转换接口	189
9.7.2	导入/导出文档文件	191
第 10 章	减速器装配	192
10.1	减速器的装配规范	192
10.2	组合装配模块命令简介	192
10.2.1	什么是虚拟件	192
10.2.2	装配体系	193
10.2.3	装配定位与约束	195
10.2.4	装配步骤	196
10.3	减速器装配的过程	196
第 11 章	工程制图	203
11.1	Drafting 速成	203
11.1.1	Drafting 界面介绍	203
11.1.2	Drafting 环境下的鼠标	206

11.1.3 工程制图的步骤	206
11.2 绘制不相关工程图	207
11.3 绘制相关工程图	216
11.4 工程制图实例	218
11.4.1 盘类零件工程制图	218
11.4.2 轴类零件工程制图	220
11.4.3 齿轮零件工程制图	222
11.4.4 箱体零件工程制图	223
11.4.5 箱盖零件工程制图	226

第 1 章 概 述

1.1 CAD 技术的发展及 I-DEAS 工程软件简介

CAD (Computer Aided Design) 就是设计者利用以计算机为主的一整套系统在产品的全生命周期内帮助设计者进行产品的概念设计、方案设计、结构设计、工程分析、模拟仿真、工程绘图、文档整理等方面的工作。CAD 是一门多学科交叉学科, 它涉及计算机学科、数学学科、信息学科、工程技术等; CAD 也是一项高新技术, 它对企业产品质量的提高、产品设计及制造周期的缩短、提高企业对动态多变市场的响应能力及企业竞争能力都具有重要的作用。因而, CAD 技术在各行各业都得到了广泛的推广应用。本节就 CAD 技术的发展及 I-DEAS 软件予以简介。

1.1.1 CAD 技术的产生与发展

CAD 指使用计算机系统进行设计的全过程, 包括资料检索、方案构思、零件造型、工程分析、工程制图、文档编制、模拟仿真等。在设计各个阶段设计者充分发挥计算机的辅助作用, 充分发挥“人机协同效应”。因此 CAD 概念一提出, 就引起了工程界的关注和支持。随着 CAD 技术应用的不断深入、计算机硬件技术和计算机软件技术的快速发展, CAD 概念发生了较大的变化和拓宽, CAD 的内涵也得到了充实, CAD 系统得到了迅速地发展和完善。

20 世纪 60 年代初, 美国麻省理工学院 (MIT) 开发了名为 Sketchpad 的计算机交互处理系统, 并描述了人机对话设计和制造的全过程, 这就是 CAD/CAM 的雏形, 形成了最初的 CAD 概念: 科学计算、绘图。计算机在设计过程中的应用, 形成了 CAD 系统。

从 20 世纪 60 年代初到 70 年代中期, CAD 从封闭的专用系统走向开放式的商品化软件系统, 主要技术特点是二维、三维线框造型, 其软件系统只能表达基本的几何信息, 不能有效表达几何数据间的拓扑关系; 且系统需配备大型计算机系统, 价格昂贵。此时期有代表性的产品是: 美国通用汽车公司的 DAC-1 和洛克希德公司的 CADAM 系统。在此时期 CAD 开始进入应用阶段。

20 世纪 70 年代后期, CAD 系统进入发展时期。一方面 CAD 系统硬件价格下降; 同时, 飞机和汽车工业正值蓬勃发展时期, 飞机和汽车制造中遇到了大量

的自由曲面问题,法国达索飞机制造公司率先开发出以表面模型为特点的曲面建模方法,推出了三维曲面造型系统 CATIA,该系统采用多截面视图、特征纬线的方式来近似表达自由曲面。该阶段的主要技术特点是自由曲面造型。曲面造型系统为人类带来了第一次 CAD 技术革命。此后一些军用工业相继开发了 CAD 软件,如美国洛克希德公司的 CADAM、美国通用电气公司的 CALAM、美国波音公司的 CV、美国国家航空及宇航局(NASA)支持开发的 I-DEAS、美国麦道公司开发的 UG 等。

20 世纪 80 年代初,由于计算机技术的大跨步前进,CAE、CAM 技术也开始有了较大的发展,由于表面模型技术只能表达形体的表面信息,难以准确地表达零件的质量、质心、惯性矩等属性,不利于 CAE 的应用。基于对 CAD/CAE 一体化技术发展的探索,SDRC 公司第一个开发了基于实体造型技术的 CAD/CAE 软件 I-DEAS。由于实体造型技术能够精确的表达零件的全部属性,在理论上有助于统一 CAD、CAE、CAM 的模型表达,因此称之为 CAD 发展史上的第二次革命。

20 世纪 80 年代中期,CV 公司提出了参数化造型方法,其特点是:基于特征、全尺寸约束、全数据相关、尺寸驱动设计修改等。策划参数化技术的这些人成立了一个参数公司(Parametric Technology Corp, PTC),开始研制 Pro/ENGINEER 的参数化软件。进入 20 世纪 90 年代,PTC 在 CAD 市场份额中名列前茅。可以认为,参数化技术的应用主导了 CAD 发展史上的第三次技术革命。

20 世纪 90 年代初,SDRC 公司在摸索了几年参数化技术后,开发者提出了一种比参数化技术更为先进的实体造型技术——变量化技术,并经历 3 年时间,投资一亿多美元,推出了全新体系的 I-DEAS Master Serise 软件。变量化技术成就驱动了 CAD 技术发展的第四次技术革命。

目前,CAD 技术日益完善,许多发达国家相继推出成熟的 CAD/CAE/CAM 集成化的商品软件,在设计理论、设计方法、设计环境、设计工具等各方面出现许多成熟的现代 CAD 技术。当今 CAD 技术是计算机在工程中最有影响的应用技术,它作为现代工程制造技术的重要组成部分,是促进科研成果的开发和转化,促进传统产业和学科的更新与改造,实现设计自动化,增强企业及其产品在市场上的竞争力,加强国民经济发展的一项关键性高新技术。

1.1.2 I-DEAS 工程软件简介

I-DEAS 是 Integrated Design Engineering Analysis Software 的首字母缩写,是世界著名的 CAD/CAE/CAM 一体化软件,它集成了三维实体造型设计、工程分析、仿真、试验、制造和工程管理等各种功能。其强大的功能足以让用户设计、

仿真和加工任意复杂的产品，一路畅通地完成从设计到制造全过程。

I-DEAS 软件可运行于 Windows NT/2000 和 UNIX 平台上，它有 6 大主模块。

1. Design（工程设计）模块

工程设计模块主要用于对产品进行设计，它包括 Master Modeler（实体建模）、Master Assembly（装配）、Master Drafting（工程绘图）、Mechanism Design（机构设计）、Harness Design、Product Modeling 等模块。

2. Simulation（仿真）模块

仿真模块可以在设计阶段分析零件在特定工况下内部的受力状态、变形状态。利用该功能可以充分优化零件的设计。

3. Manufacturing（制造）模块

制造模块主要用于生成加工所指定零件的数控程序。在该模块中可进行 Master Modeler、Generative Machining、Assemble setup 等任务。

4. Test（测试）模块

I-DEAS 的测试数据分析模块可以在计算机上对产品性能进行测试仿真，找出造成产品各种故障的原因，帮助用户排除产品故障，改进产品设计。

5. Data Management（数据管理）模块

I-DEAS 的数据管理模块简称 IDM，它管理 I-DEAS 的每一个任务模块，并自动跟踪用户在 I-DEAS 中创建的数据，包括用户存储在模型文件或库中的零件数据。IDM 并跟踪数据之间的关系；它通过一定的机制，保证了所有数据的安全及存取方便。

6. Open Data/PCB（电路板设计）模块

I-DEAS 提供了一套集成的 PCB（电路板）设计环境。利用该环境，设计者可以在 ECAD 和 MCAD 之间共享相关的 PCB 设计数据。

1.1.3 I-DEAS 工程软件的特点

I-DEAS 支持基于互联网的协同产品开发设计，使开发过程中的任何个人和团队之间进行设计数据交流变得更加容易，通过 Web 浏览器便可随时随地获取设计信息。

- 基于最先进的变量化造型系统，性能优于参数化造型系统。
- 适用于任意机型和多种操作系统，如 UNIX、Windows/NT 等。
- 功能模块任意配置、用户许可证数目随时增减，同时支持高、中、低端 CAD 系统。
- 优良的设计组织管理能力。
- 支持 CLASS 1 高级曲面造型。
- 内置的团队级产品数据管理。

- 超大装配管理。
- VGX 模具设计。
- 独特的工程分析应用，如：电子系统冷却分析、耐用性分析、注塑分析等。
- 超一流的加工能力，支持 7 轴定位、5 轴联动数控加工。

1.2 I-DEAS 软件入门

1.2.1 如何进入 I-DEAS

进入 Windows 平台后，单击【开始】、【程序】、【I-DEAS9】、【I-DEAS OpenGL】，启动 I-DEAS，如图 1-1 所示。

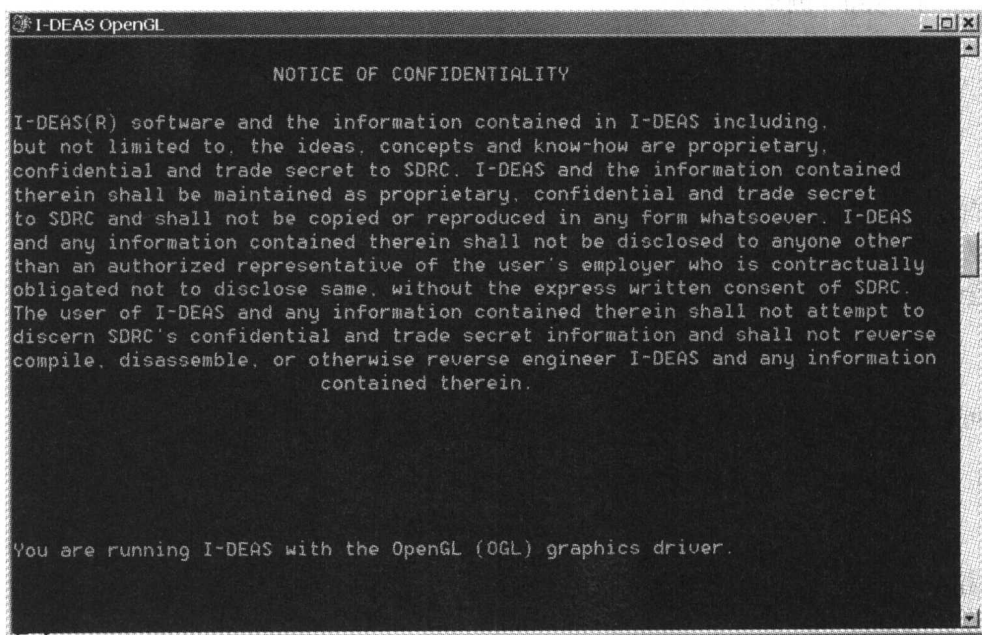


图 1-1 启动 I-DEAS

启动 I-DEAS 后，首先出现 I-DEAS Start 对话框，如图 1-2 所示。用户应选择相应的工作选项，如：Project（项目名称）、Model File Name（模型文件名称）、Application（应用程序）和 Task（任务）。

用户可以在 Project 列表框中选择已有的项目，也可以在列表框下面的文本框中输入新的项目名称，但系统会出现 I-DEAS Warning 对话框，要求用户确认

是否建立新的项目。

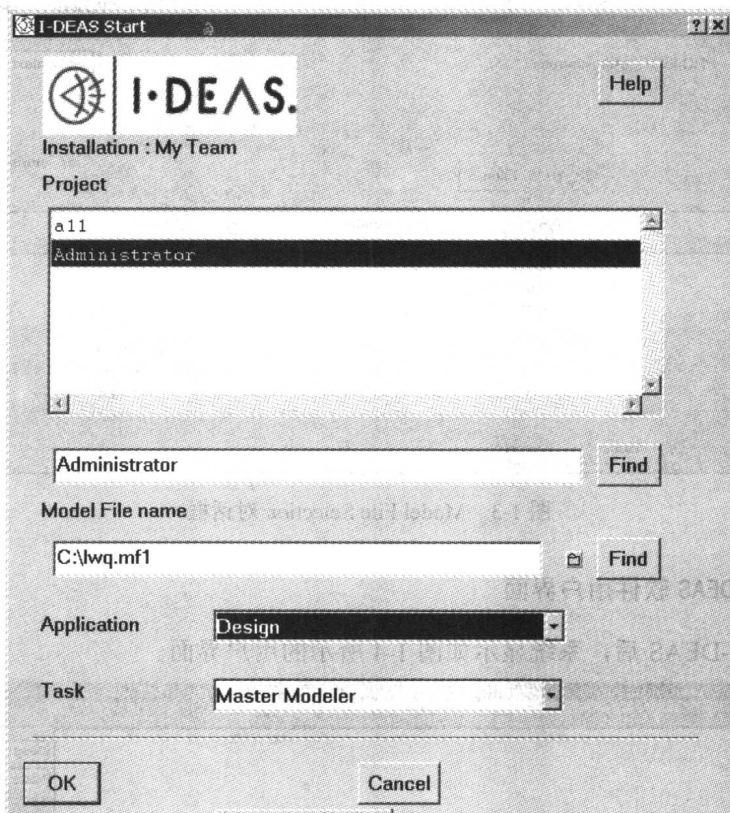


图 1-2 I-DEAS Start 对话框

用户可以在 Model File Name 文本框中选择已有的模型文件名称，打开已有的模型文件；也可以在 Model File Name 文本框中输入新的模型文件名，但系统会出现 I-DEAS Warning 对话框，要求用户确认是否建立新的模型文件；用户也可以按选择按钮寻找已有的模型文件，这时系统会出现如图 1-3 所示的 Model File Selection 对话框，要求用户从中选择已有的模型文件。

用户在 Application 下拉列表框中选择 I-DEAS 启动后进入的 Application（应用程序），包括 Design、Drafting、Simulation、Test、Manufacturing、Management 和 Open Data/PCB 程序。默认的应用程序是 Design。

用户在 Task 下拉列表框中选择 I-DEAS 启动后进入的任务。任务随应用程序的不同而不同；在 Design 应用程序下可选择 Master Modeler、Master Assembly 任务。

上述四项都已选择或输入完后，单击 OK 按钮确认，即可进入 I-DEAS。

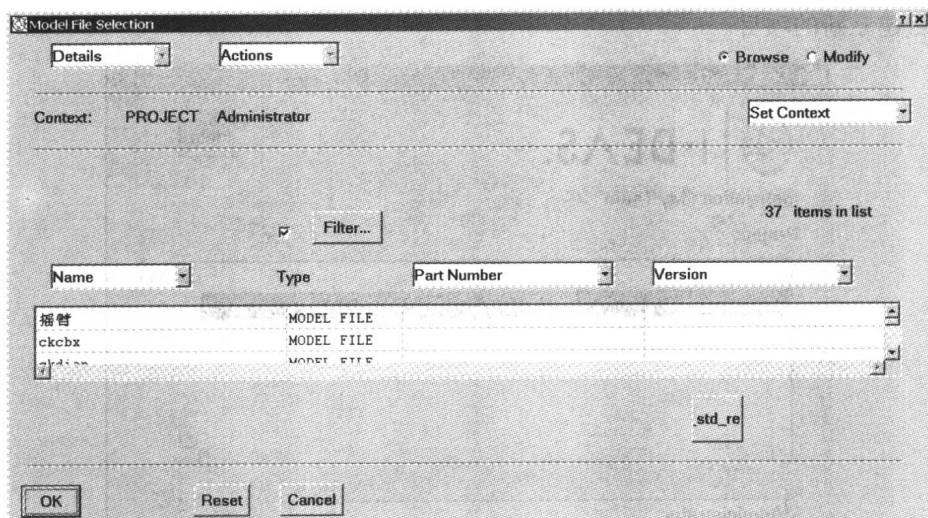


图 1-3 Model File Selection 对话框

1.2.2 I-DEAS 软件用户界面

启动 I-DEAS 后，系统显示如图 1-4 所示的用户界面。

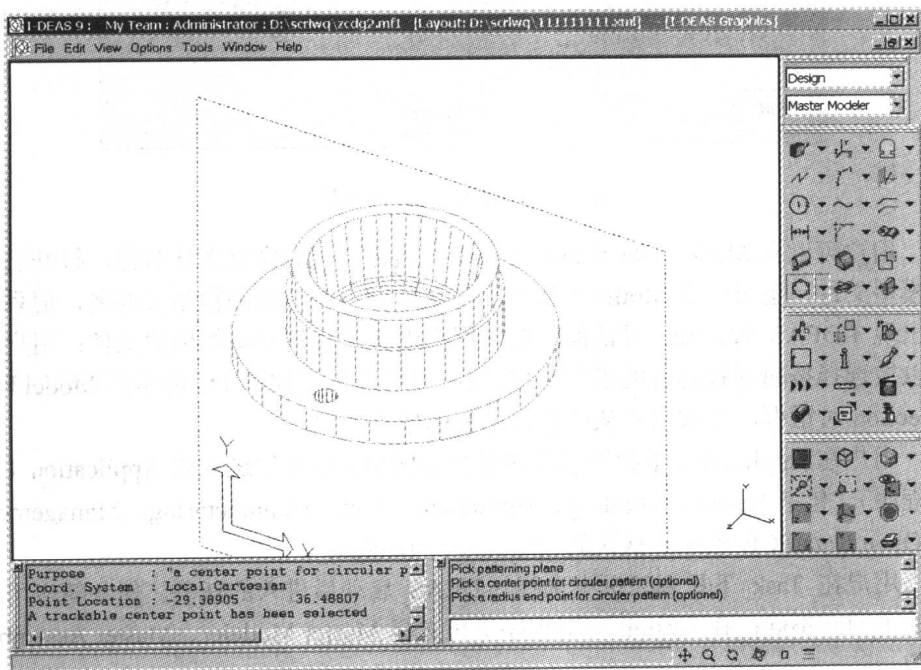


图 1-4 I-DEAS 的用户界面

I-DEAS 的用户界面分为 6 个区域，现依次说明各区域的功能。

1. 主菜单区域

I-DEAS 的主菜单区域显示 I-DEAS 的主菜单，如图 1-5 所示。



图 1-5 I-DEAS 的主菜单

2. 图形窗口

图形窗口是用户创建和选择图形实体的地方。图形区域的虚线框是 Workplan（工作平面）。

3. 图标面板

Icon Panel（图标面板）有 4 个区域：下拉列表框区、任务命令区、应用程序命令区和通用命令区，集中了 I-DEAS 的所有命令。除了下拉列表框区外，其他命令均采用图标形式表示。

（1）下拉列表框区分为 3 部分 第一部分包括 File（文件）、Options（选项）和 Help（帮助）菜单；第二部分是应用程序列表框，用户可以在不同的应用程序之间切换；第三部分是任务列表框，用户可以在不同的任务之间切换，任务列表与当前的应用程序是相对应的，如图 1-6 所示。

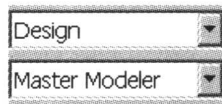


图 1-6 应用程序列表框和任务列表框

（2）任务命令区 任务命令区的各命令用图标表示。在该区中根据各命令的功能来分类，同类的图标重叠在一起，不同类的图标则分别按位置依次排列。命令重叠时，图标的右方有一个定点向下的小三角形，表示还有其他命令。若选择重叠命令中的一个，用鼠标左键按住表层命令不放，即可弹出所有命令的列表，将鼠标指针移动到相应命令上再释放鼠标即可选择该命令，如图 1-7 所示。

（3）应用程序命令区 应用程序命令区的命令也采用图标表示。同样在该区中也根据各命令的功能来分类，同类的图标重叠在一起。命令重叠时，图标的右方有一个定点向下的小三角形，表示还有其他命令。其命令的选择方法与任务命令的选择方法一样。

（4）通用命令区 通用命令区的命令也采用图标表示。图标的排列方式同上。

注意：本书中，图标选取描述方式以在此图标工具栏的位置确定。将图标工具栏分为三个区，任务命令区为 1 区，应用程序命令区为 2 区，通用命令区为 3 区。例如，点取 1-2-1，含意为点取 1 区（任务命令区）第二行的第一个图标。

4. 提示窗口

Prompt（提示）窗口在屏幕的右下方，如图 1-8 所示。它指示用户如何完成