



unigraphics
应用指导系列丛书

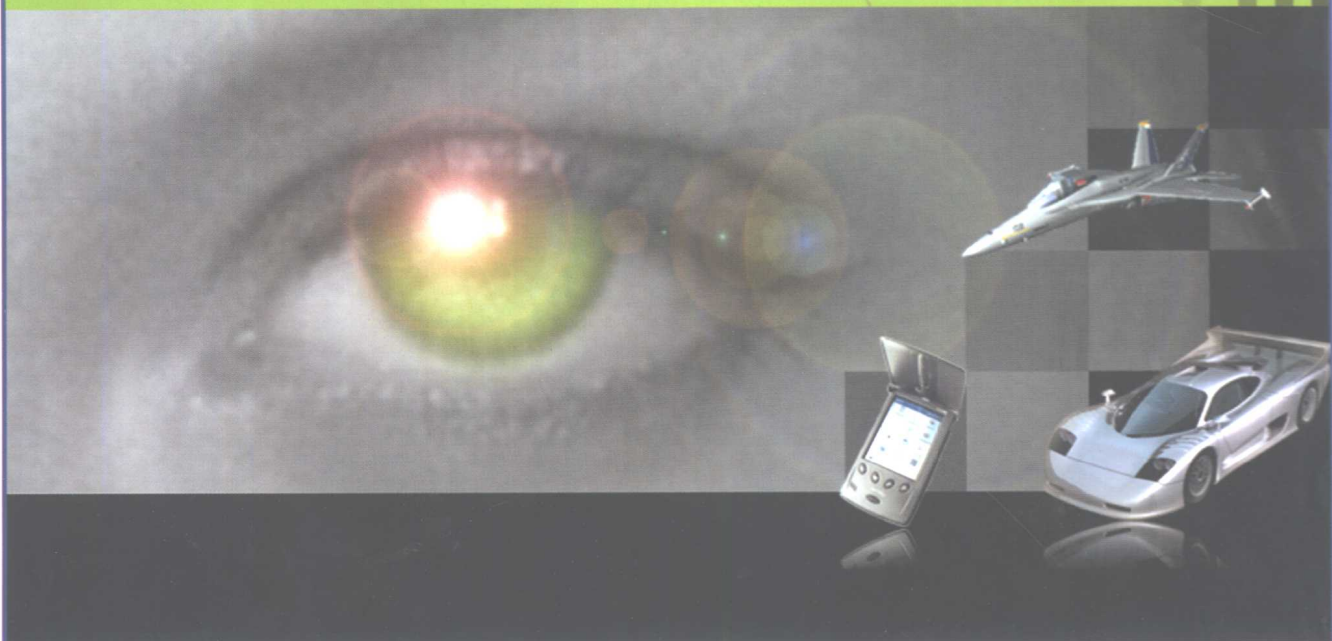


内附练习
光盘

UG 知识熔接技术培训教程

[美] Unigraphics Solutions Inc 著

王 刚 邹昱章 余国华 编译
梁志权 审校



清华大学出版社

Unigraphics 应用指导系列丛书

UG 知识熔接技术

培 训 教 程

[美] Unigraphics Solutions Inc 著

王 刚 邹昱章 余国华 编译

梁志权 审校

清 华 大 学 出 版 社

(京)新登字 158 号

内 容 简 介

知识熔接技术是介于 CAD 技术和知识工程 (KBE) 技术之间新出现的边缘技术, 它融合了传统的以计算机三维几何模型为核心的 CAD 技术和传统的知识工程 (KBE) 技术。产品设计企业可以使用知识熔接技术, 将其专有产品知识直接构建在产品模型中, 使产品的数字模型提高到一个新的水平。

本书是英文教材 UG Knowledge Fusion 的中文编译本, 主要内容包含知识熔接导航器及鼠标右键弹出菜单、工程规则控制产品设计、几何采用 (Adoption)、用户自定义特征 (UDF)、产品模型装配、工程优化计算等。

本书可作为 UG CAD 人员的高级培训教材, 也可供具有一定 UG 设计基础知识的设计人员自学使用。

版权声明

本系列丛书为优集系统 (中国) 有限公司独家授权的中文版培训教程与使用指导。本书的专有出版权属清华大学出版社所有。在没有得到本丛书原版出版者和本丛书出版者的书面许可, 任何单位和个人不得复制与翻印。

版权所有, 违者必究。

“Copyright 2000 by Unigraphics Solutions Inc.

Original English language Edition Copyright

2000 by Unigraphics Solutions Inc. All rights reserved”

版权所有, 翻印必究。

本书封面贴有清华大学出版社激光防伪标签, 无标签者不得销售。

书 名: UG 知识熔接技术培训教程

作 者: [美] Unigraphics Solutions Inc 著

出 版 者: 清华大学出版社 (北京清华大学学研大厦, 邮编 100084)

<http://www.tup.tsinghua.edu.cn>

编 译: 王 刚 邹昱章 余国华

审 校: 梁志权

责任编辑: 许存权

印 刷 者: 北京市清华园胶印厂

发 行 者: 新华书店总店北京发行所

开 本: 787×1092 1/16 印张: 8.5 字数: 189 千字

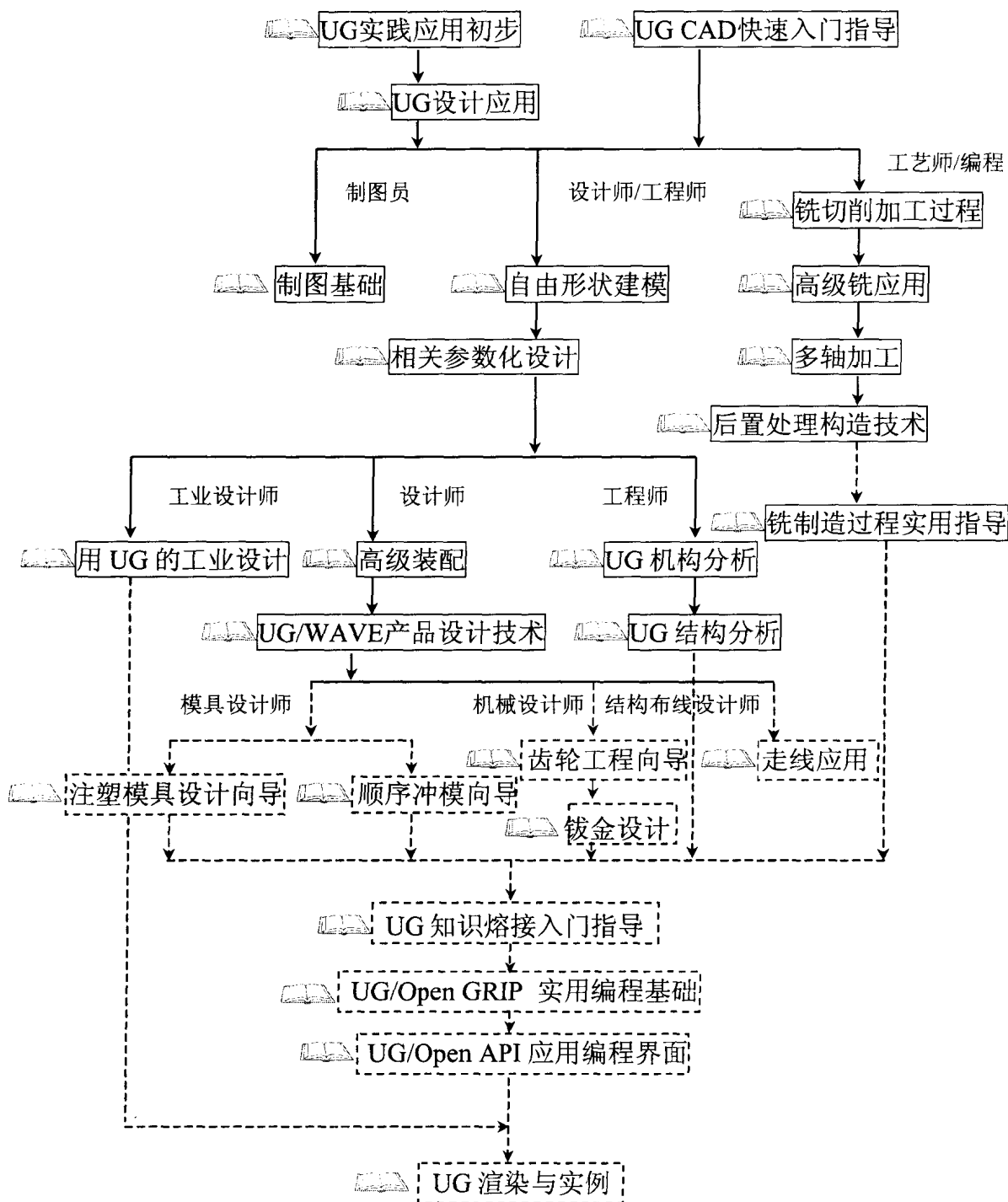
版 次: 2002 年 6 月第 1 版 2002 年 6 月第 1 次印刷

书 号: ISBN 7-900643-09-5

印 数: 0001~5000

定 价: 22.00 元 (附光盘)

学习 Unigraphics 流程图



注： ——— 必修
 - - - - - 选修

Unigraphics 应用指导系列丛书序

Unigraphics (简称 UG) 是当前世界上最先进和紧密集成的、面向制造行业的 CAID/CAD/CAE/CAM 高端软件。作为一个集成的全面产品工程解决方案,UG 软件家族使得用户能够数字化地创建和获取三维产品定义。UG 软件被当今许多世界领先的制造商用来从事概念设计、工业设计、详细的机械设计以及工程仿真和数字化的制造等各个领域。

Unigraphics 是知识驱动自动化技术领域中的领先者。它实现了设计优化技术与基于产品和过程的知识工程的组合,显著地改进了如汽车、航天、航空、机械、消费产品、医疗仪器和工具等工业的生产率。

Unigraphics 为各种规模的企业带来了显而易见的价值:更快地递交产品到市场;使复杂产品的设计简化;减少产品成本和增加企业的竞争实力。它已成为世界上最优秀公司广泛使用的系统,这些公司包括:通用汽车、波音飞机、通用电气、普惠发动机、爱立信、飞利浦、松下、精工和柯达,今天 Unigraphics 在全球已拥有 17000 多个客户。

Unigraphics 自 1990 年进入中国市场以来,发展迅速,已经成为中国航天航空、汽车、机械、计算机及外设、家用电器等行业首选软件。目前在上海、北京、广州、成都、深圳、香港设有分公司或办事处,在全国设有 13 个授权培训点。

计算机辅助技术发展与应用极为迅速,软件的技术含量和功能更新极快。为了帮助我们的客户正确、高效地把 Unigraphics 应用于产品开发过程中,满足广大用户了解和学习 Unigraphics 的需求,EDS 公司 PLM Solutions 事业部(中国)与清华大学出版社联合组织出版这套 Unigraphics 应用指导系列丛书。

系列丛书由两部分组成:

(1) UG CAD/CAE/CAM 培训教程

培训教程均采用全球通用的、最优秀的学员指导(UG Student Guide)教材为来源,组织国内优秀的 UG 培训教员与 UG 应用工程师编译。最后由 EDS 公司 PLM Solutions 事业部(中国)指定的专家审校。

(2) UG CAD/CAE/CAM 使用指导

使用指导汇集有关专家的使用经验,追求简洁清晰的风格形式,帮助广大用户快速掌握和正确应用相应的 UG 模块与功能。

系列丛书的读者对象为:

(1) 已购 UG 的广大用户

培训教程可作为离线培训与现场培训的教材,或自学参考书。

使用指导可作为快速入门或进一步自学提高的参考书。

(2) 选型中的 UG 潜在用户

培训教程可作为预培训的教材, 或深入了解 UG 模块与功能的参考书。

使用指导可作为快速入门或进一步自学提高的参考书。

(3) 在校机械、机电专业本科生与研究生

培训教程可作为 CAD 专业课教材, 研究生做课题中的自学参考书。

使用指导可作为快速入门或进一步自学提高的参考书。

(4) 机械类工程技术人员

培训教程可作为再教育的教材或自学参考书。

使用指导可作为快速入门或进一步自学提高的参考书。

系列丛书的编译、编著、审校工作得到优集系统(中国)有限公司与各 UG 培训中心的大力支持, 特别是得到 EDS 公司 PLM Solutions 事业部大中华区总裁陈杰先生与大中华区销售总监魏永强先生的指导与支持。在此表示衷心的感谢。

参与系列丛书的编译、编著、审校的全体工作人员认真细致地写稿、审稿、改稿, 正是他们付出的辛勤劳动, 才使系列丛书得以在短期内完成, 在此也表示衷心的感谢。

最后要感谢清华大学出版社北京清大金地科技有限公司, 在系列丛书的策划、出版过程中给予的特别关注、指导与支持。

UG 软件在继续发展与升版, 随着新版本、新模块与新功能的推出, UG 系列丛书也将定时更新和不断增册。

由于时间仓促, 书中不足之处, 敬请广大读者批评指正。

Unigraphics 应用指导系列丛书工作组

2002 年 3 月

前 言

UG 知识熔接 (Knowledge Fusion, KF) 技术为获得和操纵工程规则、设计意图提供了一套强有力的工具。知识熔接可以让用户开发应用系统、通过工程规则控制 UG 的对象、超越单纯的几何模型。通过知识熔接,工程师和设计师能够构造完全可重复使用的知识库。

知识熔接技术是 UG 系统继参数化特征造型技术、UG WAVE 技术之后,在产品设计与制造、计算机模型构建领域首先提出并实现的新技术;是介于 CAD 技术和知识工程 (KBE) 技术之间新出现的边缘技术。它融合了传统的以计算机三维几何模型为核心的 CAD 技术和传统的知识工程 (KBE) 技术。产品设计企业可以使用知识熔接技术将其专有产品知识直接构建在产品模型中,使产品的数字模型提高到一个新的水平。

本书是英文教材 UG Knowledge Fusion 的中文译本,包含以下内容:

- 知识熔接导航器及鼠标右键弹出菜单
- 通过工程规则控制产品的设计
- 几何采用 (Adoption)
- 用户自定义特征 (UDF)
- 产品模型装配
- 工程优化计算

知识熔接技术已被国内有关院校用于诸如齿轮传动系统设计等专业领域,今后在中国将得到很大的发展。

为方便读者,本书配有光盘,其中包括了本书中所有练习题所需的部件文件,供读者学习时使用。

本书可作为 UG CAD 人员的高级培训教材,也可供具有一定 UG 设计基础知识的设计人员自学参考使用。希望通过本书的学习,广大用户和读者能快速正确地应用 UG 知识熔接产品设计技术。

本书由 EDS PLM Solutions (中国) 公司资深专家梁志权先生、洪如瑾女士审校,他们对本书做了认真细致的校核与修改,在此表示衷心的感谢。

译 者
2002 年 4 月

课程综述

【课程描述】

UG 的知识熔接 (Knowledge Fusion, KF) 为产品设计者获得和操纵工程规则、设计意图提供了一套强有力的工具。知识熔接可以让用户开发应用系统, 通过工程规则控制 UG 的对象, 超越单纯的几何模型。通过知识熔接, 工程师和设计师能够构造完全可重复使用的知识库。

【目标学员】

- 设计师、工程师和 UG 知识熔接应用系统的最终用户
- 高级 UG 用户
- 现在和将来的 KBE 核心应用开发者

【学习本课程的先决条件】

通过 UG 实践应用初步基础培训或自学了 CAST 学习, 能够熟练应用 UG 系统。

【本课程目标】

在成功完成本课程学习后, 学员能够理解和使用 UG 知识熔接技术。

- 知识熔接导航器及鼠标右键弹出菜单
- 通过工程规则控制产品的设计
- 几何采用 (Adoption)
- 用户自定义特征 (UDF)
- 产品模型装配
- 工程优化计算

【怎样使用本课程手册】

建议按章节原有顺序使用本培训教程, 因为后续章节的内容是在假设您已经学习了本手册前面章节的概念和技术的基础上进行编排的。如果必要, 可以在本课程学习的任何阶段参考前面章节中的练习以巩固各种方法和技术。

在本课程中, 练习的格式保持一致。每一个练习步骤都做了标注, 说明在练习的这个步骤中能够完成什么。在每个步骤后紧跟着的是为完成本步骤需要的动作顺序。随着您 UG 知识的增长, 动作顺序会随着减少, 只在步骤标注中完成说明。下面给出一段示例。

【练习步骤示例】

创建一个新部件，进入建模应用。

- 选择 File→New；在文件名称文本框中输入***_boss（***代表您名字的缩写）。
- 选择 OK。
- 在图形区单击鼠标右键，在弹出菜单中选择 Replace View→TFR-TRI。
- 选择 View→Model Navigator。
- 选择 Application→Modeling。

【课堂教学系统信息】

为方便教学，教员要为学员提供以下信息：

学员上机登录名：用户名称 _____
 用户密码 _____

学员工作目录： _____

UG 部件文件目录： _____

授课教员： _____

课程日期： _____

【课程部件文件名称方案】

本课程采用下面的文件名称规则：

knf_XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX_x.prt

当学员要求将文件存储以备用时，学员用其名字的缩写代替“knf”，其他部分保持原样。

目 录

第 1 章 知识熔接介绍.....	1
1.1 关于 KBE	1
1.1.1 什么是知识工程 (KBE)	1
1.1.2 为什么要使用 KBE	2
1.1.3 KBE 和参数化设计的区别	2
1.1.4 一个 KBE 的例子	2
1.2 关于知识熔接技术	3
1.2.1 什么是知识熔接 (Knowledge Fusion) 技术	3
1.2.2 为什么使用知识熔接技术	4
1.2.3 谁将使用知识熔接技术	4
1.2.4 知识熔接的基本概念	5
1.2.5 知识熔接语言是声明性的、由求解需求驱动的语言	5
1.2.6 知识熔接语言是面向对象语言 (Object Oriented)	5
1.2.7 知识熔接语言是层次化的语言	5
1.2.8 几何构建	6
1.2.9 一些关键定义	6
1.2.10 知识熔接系统的工具条 (Toolbar)	7
1.2.11 知识熔接、参数化和 WAVE 技术	7
1.3 练习 1: 如何理解 KBE 技术	8
1.4 练习 2: 自行车框架设计项目	8
1.5 小结	14
第 2 章 知识熔接导航器	15
2.1 KF 导航器综述	15
2.2 鼠标右键菜单	16
2.3 练习 1: 知识熔接导航器游历	17
2.4 添加属性	19
2.5 练习 2: 在 KF 导航器中添加属性	20
2.6 添加子规则	22
2.7 练习 3: 在 KF 导航器中添加子规则	22
2.8 KF 类	26

2.9 练习 4: 创建用户定义类实例.....	26
2.10 练习 5: 对 UG 系统类创建实例.....	28
2.11 小结.....	31
第 3 章 设计控制.....	32
3.1 控制拓扑关系.....	32
3.2 练习 1: 控制门上的窗口.....	34
3.3 控制颜色、层、抑制状态.....	35
3.4 质量特性.....	35
3.5 练习 2: 检查门的质量特性.....	36
3.6 对用户的交互式编辑进行控制.....	37
3.7 练习 3: 控制用户对门的交互编辑.....	38
3.8 知识熔接和 UG 表达式工具.....	40
3.9 练习 4: 使用 UG 表达式控制块模型.....	40
3.10 小结.....	42
第 4 章 几何采用.....	43
4.1 几何采用的概念.....	43
4.2 采用已经存在的几何对象.....	44
4.3 几何采用的操作过程.....	45
4.4 练习 1: 采用已存的对象.....	45
4.5 练习 2: 采用并修改倒圆位置.....	49
4.6 小结.....	52
第 5 章 UG/KF 用户自定义特征.....	53
5.1 UDF 概述.....	53
5.1.1 UDF 中的 UG/KF 规则.....	53
5.1.2 UDF 的应用.....	54
5.2 定义和输出 UDF.....	54
5.3 练习 1: 创建一个内嵌知识规则的 UDF.....	54
5.4 UDF 的定位方式.....	56
5.4.1 参考坐标 (Reference Frame).....	56
5.4.2 参考几何体.....	57
5.5 练习 2: 通过参考坐标定位 UDF.....	57
5.6 练习 3: 通过参考几何定位 UDF.....	59
5.7 用户定制 UDF 对话框.....	62
5.7.1 通过 UDF 对话框的输入参数.....	63
5.7.2 通过 UDF 对话框的输出参数.....	63

5.8 练习 4: 定制 UDF 对话框	64
5.9 通过 KF 规则切换 UDF	68
5.10 练习 5: 通过 KF 规则切换用户定制特征	69
5.11 小结	71
第 6 章 UG/KF 装配	72
6.1 UG/KF 装配的概念	72
6.1.1 装配和知识熔接环境 (Knowledge Fusion World)	72
6.1.2 part 文件之间的规则评估 (Evaluating a rule in another part)	73
6.1.3 读取另一个 part 文件中的属性	73
6.2 练习: 创建一个简单的底盘装配	73
6.3 小结	79
第 7 章 UG/KF 优化	80
7.1 UG/KF 优化的概念	80
7.2 UG/KF 优化的过程	81
7.3 练习: 优化塑料瓶的体积	82
7.4 小结	86
第 8 章 UG/KF 电子表格访问	87
8.1 UG/KF 电子表格概念	87
8.2 ug_spreadsheet 类	88
8.3 练习: 运用电子表格控制正六面体的参数	89
8.4 小结	91
第 9 章 UG/KF 数据库访问	92
9.1 ODBC 界面	92
9.2 ug_odbc_database 类	92
9.3 ug_odbc_recordset 类	93
9.4 ODBC 驱动器	94
9.5 练习: 运用数据库控制门的特性	94
9.6 小结	100
附录 A UG/KF 语言与 UG CAD/CAM 系统	101
A.1 对象模型 (Object Model)	101
A.2 UG part 文件的内容	101
A.3 KF 语言描述的模型 (The KF Language View)	102
A.3.1 公式	102
A.3.2 UG 基本对象的实例	102

A.4	类的嵌套性	102
A.5	类的多重继承性	103
A.6	高级语言 (High Level Language)	103
A.7	解释性语言	103
A.8	“需求驱动” (Demand-Driven) 执行机制	104
A.9	内置于 part 文件的程序存储方式	104
A.10	KF 程序管理的规则	104
附录 B	UG/KF 语言的基本特点	105
B.1	对象名称和属性值	105
B.2	带有推理规则的系统框架结构	105
B.3	类和实例	105
B.4	多样的类的继承	106
B.5	普通的 part	106
B.6	引用链	106
附录 C	UG/KF 的编程使用	108
C.1	UG/KF 的编写规范	108
C.2	UG/KF 类 (Classes) 及其编写规范	108
C.3	UG/KF Attribute 属性的编写规范	109
C.4	规则和公式	110
附录 D	UG/KF 中的框架 Frame	114
D.1	框架 (Frame) 的生成	114
D.2	框架 (Frame) 的使用特性	114
附录 E	UG/KF 中的数据传递	117
附录 F	方法与函数	118
F.1	方法	118
F.2	函数	118

第 1 章 知识熔接介绍

【目的】

本章将介绍知识熔接的概念，并对 KBE 系统做一个简述。

【目标】

在完成本章学习后，你能够：

- 得到对知识工程 KBE 系统的初始理解。
- 得到对知识熔接系统的初始理解。
- 打开已经存在的知识熔接设计，并作一个知识熔接设计的实例。

【关于本章】

本章为产品设计师和产品工程师提供一个介绍、接触新一代的 CAD/CAM/CAE 工具——知识工程（KBE）。知识熔接是在 UG 内完全集成的 KBE 技术，它革新了求解和自动化重复的工程计算问题的方法，提供给工程师一个全新地组织和观察工程知识的途径。

【练习】

练习 1 如何理解 KBE 技术。

练习 2 自行车框架设计项目。

1.1 关于 KBE

1.1.1 什么是知识工程（KBE）

知识工程（Knowledge Based Engineering, KBE）的本质是“再利用”。它注重一个工业产品在其工程开发生命周期的每个阶段中，是否能够充分利用各种实践经验、专家知识以及其他有关的信息。

这些“知识库”可能以很多种形式存在，比如：

- 电子计算表格（Spreadsheets）
- 手册
- 工程计算公式

- 专用软件
- 设计人员的主观判断，如根据经验

使这些知识得以构成知识库，并在产品开发的工程过程中可以作为辅助工具使用，这就是知识工程。KBE 系统是能够回答传统 CAD 系统不能回答的工程问题的关键技术，这些工程问题可以是：

- 隐藏在这个设计之后的理由是什么？
- 在这个设计中是否有制约条件被违背了？
- 这个产品的造价可能是多少？
- 这个部件是否能被顺利制造出来？
- 这个部件是否达到设计性能要求？
- 这个设计是最优的？还有更好的设计来替换么？

1.1.2 为什么要使用 KBE

KBE 的意图是构建工程自动化系统。因为，在产品开发过程中很多重复进行的工程演算问题需要自动化。

当解决方案需要产品配置（Configuration：选择并将组件装到一起形成产品）、工程演算（Engineering：决定组件的功用和有效性的决策过程）、几何模型构建（Geometry：形成组件实际几何结构）三方面组合起来时，KBE 会是最有效的方案。

1.1.3 KBE 和参数化设计的区别

在 KBE 中，知识是驱动力，几何模型构建是由产品配置和工程演算规则驱动的。而在参数化设计方法中，几何和尺寸关系是驱动力。另一个不同的是：KBE 是非过程化的，参数化设计是过程化的。

1.1.4 一个 KBE 的例子

来看一个简单的 KBE 例子。如图 1-1 所示，有 3 种有效的联轴器类型：

- 法兰联轴节允许输入、输出轴可以是不同的直径。
- 有键夹紧联轴器，支持更高扭矩传动。
- 无键压紧联轴器，适用于低扭矩传动工况。

可以运用标准工程演算输入来建立一个联轴器的自动配置。控制选择联轴器类型的工程演算和配置规则如下：

扭矩：

$$(33000 * \text{horsepower}) / (2 * \text{rpm})$$

联轴器类型:

If (input_radius != output_radius) Then Flanged Face Coupling

Else if (torque < 100.0) Then Keyless Compression Coupling

Else Keyed Clamp Coupling

这个例子在 UG 知识熔接中的具体实现作为下一章的一个练习。

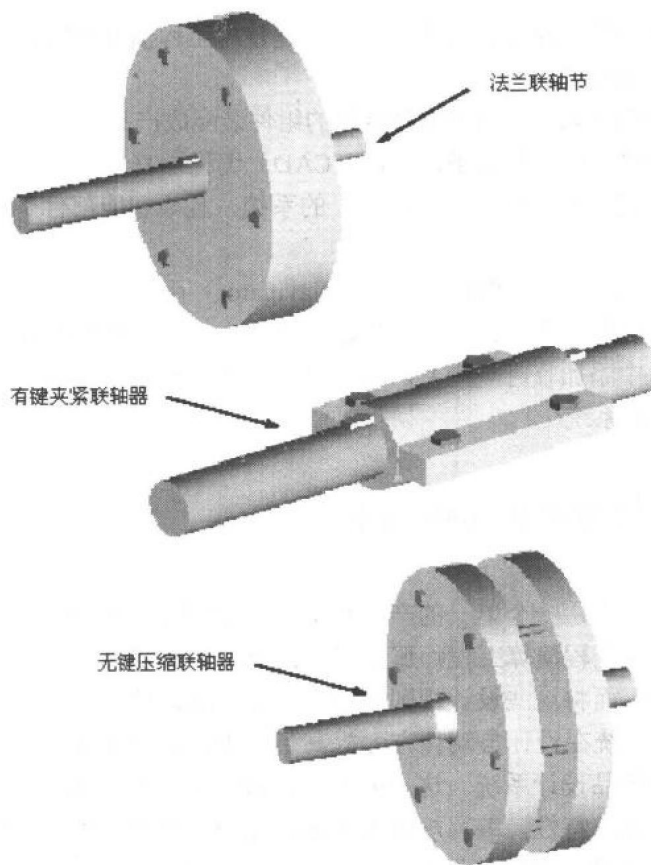


图 1-1 联轴器类型

1.2 关于知识熔接技术

1.2.1 什么是知识熔接 (Knowledge Fusion) 技术

通过集成 KBE 技术到 UG 系统, 知识熔接提供了一套高级技术, 让 UG 可以利用工程知识库和工程演算规则向用户提供强大的产品设计应用系统。通过这些应用系统和设计向导 (Wizards), UG 系统的最终用户甚至不需要察觉知识熔接技术 (KF) 的存在却在

设计中得到方便。

UG 知识熔接语言是一种面向对象（Object Oriented）的解释性（Interpreted）语言。用户可以方便地用知识熔接语言在产品模型中以规则（Rule）的形式增加工程知识。而规则（Rule）则是知识熔接语言的基本单元。另外，知识熔接语言有能力存取 UG 系统外的知识资源如数据库和电子计算表格，有能力联合其他分析和优化软件系统。

知识熔接技术也可以用以下方式描述：

- 是一个工程演算计算表，允许记录和重复使用工程演算公式，公式中还可以引用其他公式的计算结果。
- 是一个产品配置系统，用于选择合适的组件装配成产品。
- 是一种特别强大的计算机辅助设计（CAD）编程语言。
- 是一个可以定义和创建“智能部件”的系统，且“智能部件”配置和装配成产品无需预编程。

知识熔接语言，结合知识熔接导航器（Navigator）用户界面，可以让不同技能水平的用户使用知识熔接技术。可以让一个用户在一个 KBE 应用系统中做简单调整（通过修改参数或在 UG 部件中添加临时规则），也可以让一个设计小组创建复杂的装配产品模型，如某类型的汽车传动系统。

1.2.2 为什么使用知识熔接技术

通过知识熔接技术，一个单一的产品数据模型就能够用来管理设计参数和知识信息。知识熔接技术可以从工程演算工程师那里得到设计规则和要求，并通过在 UG 内进行实例创建（Instantiation）而将这些设计规则和要求浑然天成地传递到产品设计定义中。由于有这样的能力，UG 系统在设计自动化方面提高了一大步，正如我们所说，UG 是一个“可预知工程效果”的产品设计系统。这是因为，知识熔接技术能够在一个给定部件或装配中同时得到几何和非几何特性，编写规则描述创建这些特性的过程。这就从本质上让我们有能力在 CAD/CAM 部件文件中获得蕴涵在产品中的智能和 Know-how 信息。

1.2.3 谁将使用知识熔接技术

知识熔接技术一般会被 3 种工程设计人员使用：

- 产品设计师/最终用户，他们使用由软件开发者创建的规则定义对象（存储在“类文件”中）。他们通过使用知识熔接导航器或对话框用户界面在 UG 中创建实例。
- 高级产品设计工程师，他们也可以通过使用知识熔接导航器创建或编辑文件，然后在 UG 部件文件中创建实例。
- 软件开发者（KBE 专家），他们在知识熔接系统中编写类文件并做调试，创建不同的、复杂的自动化系统。开发者通常在称作“数据文件，ASCII 格式”（DFA）的文件中进行创建和更新。这些文件可以用任何文本编辑器编辑，带有 .dfa 文件后缀。