



UGS PLM 应用指导系列丛书

The PLM Company

UG NX 汽车自动化设计



郎代兵 编著
刘晓泉 审校



清华大学出版社

UGS PLM 应用指导系列丛书

UG NX 汽车自动化设计

郎代兵 编著

刘晓泉 审校

清华大学出版社

北 京

内 容 简 介

本书主要介绍 NX 软件中汽车自动化设计的内容,运用领先的知识驱动(KDA)技术,融合汽车设计知识和标准,使汽车自动化设计成为现实。NX 汽车自动化设计由一系列设计工具组成,通过设计向导的方式简化了原本复杂的设计过程,使汽车设计的正确性和效率大大提高。内容包括车身设计和总体设计。车身设计涵盖了汽车车身设计中的设计难点,如车门设计、B 柱设计、铰链布置、玻璃升降器等内容;总体设计主要解决人机工程、发动机跳动包络、轮胎跳动包络等问题。附录中介绍了部分与本书设计过程相关的汽车术语。

本书采取实例的方式进行编写,按照设计的主线进行各模块功能介绍,通过较为灵活的方式帮助广大读者掌握该模块。

本书适合汽车设计人员和相关的研究人员,包括总布置工程师、车身设计工程师和底盘设计工程师,并可作为高等院校汽车工程专业教材。

版 权 声 明

本系列丛书为 UGS PLM Solutions(中国)公司(原名: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 UGS PLM Solutions(中国)公司和本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。举报电话:010-62782989 13501256678 13801310933

本书封面贴有清华大学出版社防伪标签,无标签者不得销售。

本书防伪标签采用特殊防伪技术,用户可通过在图案表面涂抹清水,图案消失,水干后图案复现;或将表面膜揭下,放在白纸上用彩笔涂抹,图案在白纸上再现的方法识别真伪。

图书在版编目(CIP)数据

UG NX 汽车自动化设计/郎代兵编著. —北京:清华大学出版社,2006.6

(UGS PLM 应用指导系列丛书)

ISBN 7-302-12870-7

I. U… II. 郎… III. 汽车-计算机辅助设计-应用软件, UG NX IV. U462-39

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2006)第 035636 号

出 版 者:清华大学出版社

地 址:北京清华大学学研大厦

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

邮 编:100084

社 总 机:010-62770175

客户服务:010-62776969

组稿编辑:许存权

文稿编辑:闫志朝

封面设计:范华明

版式设计:俞小红

印 刷 者:三河市春园印刷有限公司

装 订 者:三河市新茂装订有限公司

发 行 者:新华书店总店北京发行所

开 本:185×260 印张:13 字数:274 千字

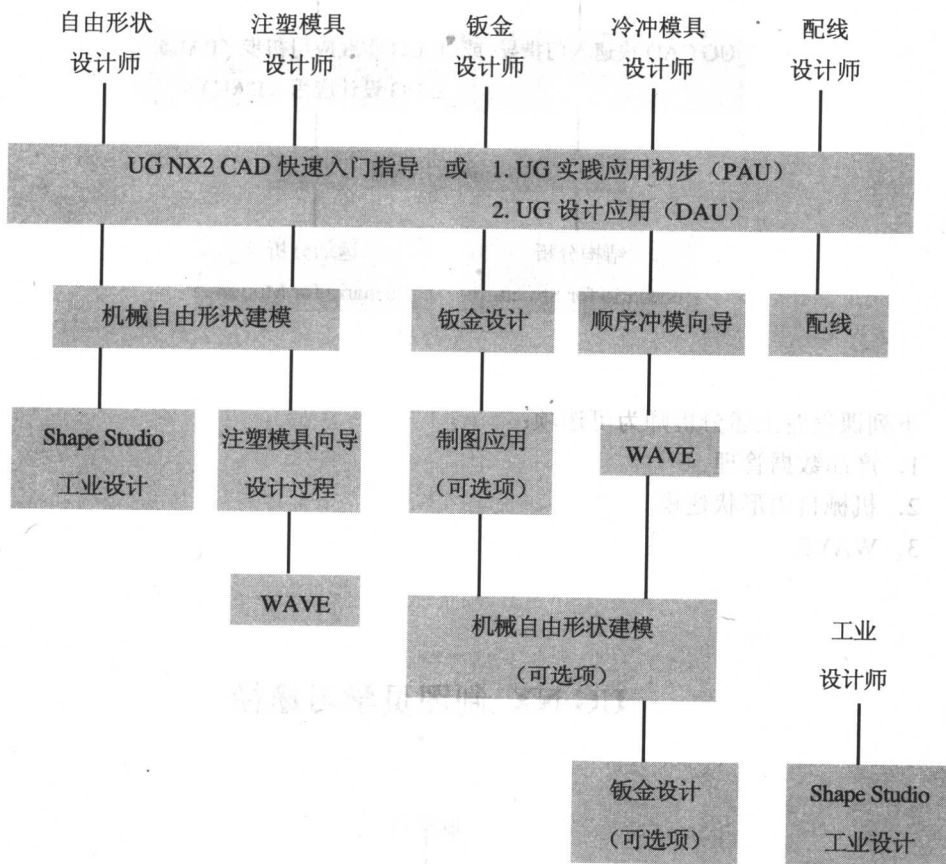
版 次:2006 年 6 月第 1 版 2006 年 6 月第 1 次印刷

书 号:ISBN 7-302-12870-7/U·24

印 数:1~5000

定 价:24.00 元(附光盘 1 张)

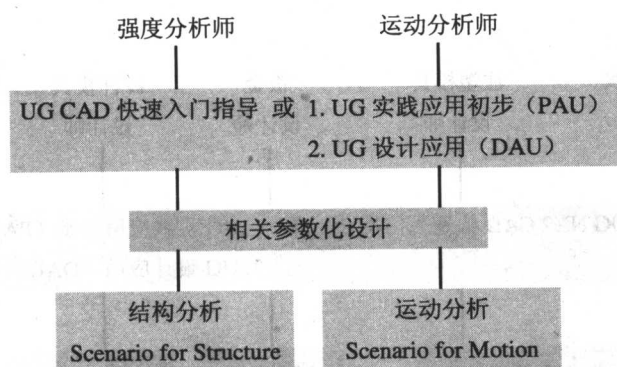
UG NX 设计师学习途径



下列课程对上述设计师为可选项:

1. 产品数据管理
2. 相关参数化设计

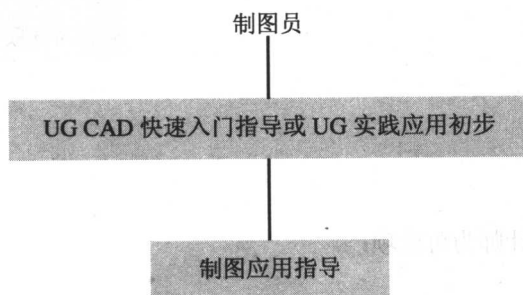
UG NX 分析师学习途径



下列课程对上述分析师为可选项:

1. 产品数据管理
2. 机械自由形状建模
3. WAVE

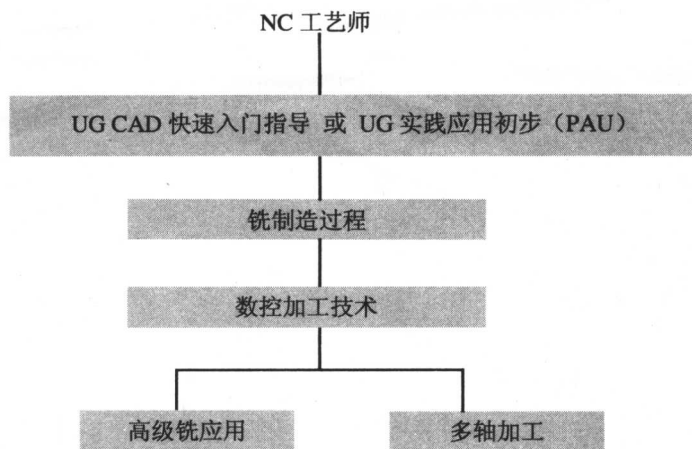
UG NX 制图员学习途径



下列课程为可选项课程:

产品数据管理

UG NX NC 加工学习途径



下列课程为可选项课程:

1. 产品数据管理
2. 车削过程
3. 后置处理器构建技术

UGS PLM 应用指导系列丛书序

UGS 公司是产品生命周期管理 (PLM) 软件及相关服务领域的市场领先者, 拥有 46000 家客户, 全球装机量超过 400 万套。公司倡导软件的开发性与标准化, 并与客户密切协作, 提供产品数据管理、工程协同和产品设计、分析与加工的完整解决方案, 帮助客户实现管理流程的改革与创新, 以期真正获得 PLM 所带来的价值。

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 UGS 的客户正确与高效地应用 MCAD/CAE/CAM 技术于产品开发过程和满足广大 UG 爱好者了解和学习的要求, 优集系统 (中国) 有限公司与清华大学出版社北京清大金地科技有限公司从 2000 年起, 联合组织出版了中文版 Unigraphics 应用指导系列丛书。该系列丛书的出版深受广大用户与读者的欢迎。为了帮助 UGS 客户正确与高效地应用 UGS PLM 产品生命周期管理解决方案于产品开发过程和满足广大读者进一步学习的要求, 双方决定将原有的中文版 Unigraphics 应用指导系列丛书扩展为中文版 UGS PLM 应用指导系列丛书。

新扩展的系列丛书由两部分组成:

- (1) NX MCAD/CAE/CAM 实用教程与应用指导
- (2) Teamcenter 实用教程与应用指导

实用教程均以全球通用的、最优秀的学员指导 (UG Student Guide) 教材为基础, 组织国内优秀的 UG 培训教员与 UG 应用工程师编译。最后由 UGS 公司 (中国) 指定的专家们审校。

应用指导汇集有关专家的使用经验, 以简洁清晰的形式写成, 帮助广大用户快速掌握和正确应用相应的 UGS PLM 产品模块功能与技巧。

系列丛书的读者对象为:

- (1) 已购 UGS PLM Solutions 软件的广大用户

实用教程可作为 CAD、CAE、CAM 与 PDM 离线培训与现场培训的教材, 或自学参考书。

应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 UGS 的潜在用户

实用教程可作为预培训的教材, 或深入了解 UGS PLM Solutions 软件产品、模块与功能的参考书。

应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

实用教程可作为 CAD、CAE、CAM 与 PDM 专业课教材, 研究生做课题中的自学参考书。

(4) 机械类工程技术人员

实用教程可作为再教育的教材或自学参考书。

应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)有限公司与各授权 UG 培训中心的大力支持,特别是得到 UGS 公司中国区总裁袁超明先生、技术总监宣志华先生的直接指导与支持,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,系列丛书才得以在短时间内完成,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。

UGS PLM 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,PLM 系列丛书也将定时更新和不断增册。

由于时间仓促,书中难免有疏漏与出错之处,敬请广大读者批评指正。

UGS PLM 应用指导系列丛书工作组

2006 年 3 月

前 言

UGS 公司的 NX 软件为汽车行业提供了一整套解决方案,包括汽车自动化设计、汽车自动化制造等内容。本书主要介绍自动化设计这部分内容。NX 运用领先的知识驱动 (KDA) 技术,融合汽车设计知识和标准,使汽车自动化设计成为现实。NX 汽车自动化设计由一系列设计工具组成,通过设计向导的方式简化了原本复杂的设计过程,使汽车设计的正确性和效率大大提高。NX 中的汽车自动化设计主要包括车身设计 (Body Design) 和总体设计 (General Packaging)。车身设计涵盖了汽车车身设计中的设计难点,如车门设计、B 柱设计、铰链布置、玻璃升降器等内容;总体设计则主要解决人机工程、发动机跳动包络、轮胎跳动包络等问题。同时,将通用的设计过程提炼为向导,指导设计人员一步一步地完成设计的全过程,并且将 SAE、ECE 等设计标准融合在设计过程中,指导设计者进行参数选择、位置定义、过程校核和结果验证,从而实现“一次就做对”的设计目标。

NX 汽车设计自动化向导提供了帮助设计者进行车身零部件设计和总体布置设计的工具。封装了设计知识和流程,可以帮助设计者 Step by Step 进行关键零件和关键检测项目的设计、分析和验证,从而全面提升设计的正确性和效率。

NX 汽车设计自动化已在国外知名的汽车企业(如 GM)全面应用,并取得成功。本书的编写和出版将帮助国内汽车设计人员快速掌握这一先进的设计工具,对于提升国内汽车设计的水平具有重要意义。国内目前尚无介绍汽车设计自动化的相关书籍,该书的出版将填补这一空白,并可广泛用于汽车企业、研究所、大专院校的设计和培训

由于专业性较强,本书采取实例的方式进行编写,按照设计的主线介绍各模块的功能,希望能够通过较为灵活的方式帮助广大读者熟悉掌握各模块。作为补充,附录中介绍了部分与本书设计过程相关的汽车术语。相信通过本书的介绍,能够帮助国内从事汽车设计相关工作和研究的读者了解 NX 先进的汽车设计方法和设计工具,从而对实际的工作提供有益的帮助和指导。

本书在编写过程中得到了洪如瑾老师、王焱工程师以及清华大学出版社的大力帮助,在此表示衷心的感谢!特别感谢 UGS 刘晓泉的仔细审校!

由于时间仓促,加之作者的水平限制,书中的错误和不足之处,恳请读者批评指正。

编 者

目 录

第 1 章 汽车设计自动化概述.....	1
1.1 汽车开发过程概述.....	1
1.2 KBE 技术的发展.....	2
1.3 UG NX 的知识驱动自动化 (KDA)	4
第 2 章 UG 汽车车身设计	6
2.1 B 柱设计	6
2.1.1 概述.....	6
2.1.2 实例: B 柱设计	7
2.2 玻璃升降.....	17
2.2.1 概述.....	17
2.2.2 实例: 玻璃升降设计.....	18
2.3 铰链 (折页) 位置.....	32
2.3.1 概述.....	32
2.3.2 实例: 铰链位置.....	33
2.4 石头撞击 (Stone impingement)	43
2.4.1 概述.....	43
2.4.2 实例: 石头撞击.....	44
2.5 截面可成型性 (Sectional Formability)	49
2.5.1 概述.....	49
2.5.2 实例: 截面可成型性分析.....	50
第 3 章 UG 汽车总体设计	57
3.1 H 点设计工具.....	57
3.1.1 概述.....	57
3.1.2 实例: H 点设计.....	58
3.2 2D 人体模型.....	67
3.2.1 概述.....	67
3.2.2 实例: 2D 人体模型.....	68
3.3 座椅线.....	74
3.3.1 概述.....	74
3.3.2 实例: 座椅线设计.....	75

3.4 安全带固定点	78
3.4.1 概述	78
3.4.2 实例: 安全带固定点设计	79
3.5 手伸范围	85
3.5.1 概述	85
3.5.2 实例: 手伸范围	86
3.6 眼椭球	91
3.6.1 概述	91
3.6.2 实例: 眼椭球设计	92
3.7 仪表板可见度	99
3.7.1 概述	99
3.7.2 实例: 仪表板可见度	100
3.8 挡风玻璃视野区域	106
3.8.1 概述	106
3.8.2 实例: 挡风玻璃视野区域检测	106
3.9 直接视野	114
3.9.1 概述	114
3.9.2 实例: 直接视野区域设计	115
3.10 A 柱视线遮挡区域	122
3.10.1 概述	122
3.10.2 实例: A 柱视野遮挡区域	123
3.11 镜像认证	129
3.11.1 概述	129
3.11.2 实例: 镜像认证	129
3.12 反射数据	153
3.12.1 概述	153
3.12.2 实例: 反射数据	154
3.13 发动机跳动	158
3.13.1 概述	158
3.13.2 实例: 发动机跳动	159
3.14 轮胎包络	168
3.14.1 概述	168
3.14.2 实例: 轮胎包络	169
附录 A 人机工程学术语	181
附录 B 尺寸术语	184
B.1 车辆坐标系 (Three-dimensional Reference System)	184

B.2 车辆分类 (Type of Motor Vehicles)	184
B.3 车辆重量 (Vehicle Weights)	185
B.4 车辆尺寸 (Vehicle Dimension)	185
B.4.1 尺寸类型	185
B.4.2 长度尺寸	186
B.4.3 宽度尺寸	187
B.4.4 高度尺寸	187
B.4.5 其他尺寸	188

第 1 章 汽车设计自动化概述

1.1 汽车开发过程概述

汽车开发的技术复杂、周期长、成本高,从概念到实物的整个过程包括需求分析、效果图、造型设计、总体布置、详细设计、强度校核、运动仿真、加工制造、小批试制、批量上市等各个阶段。现代汽车的设计以数字化设计为主,综合应用先进的计算机辅助技术如 CAD、CAE、CAM 提高设计质量,缩短设计周期,降低设计成本。一个完整的汽车数字化设计过程如图 1-1 所示。

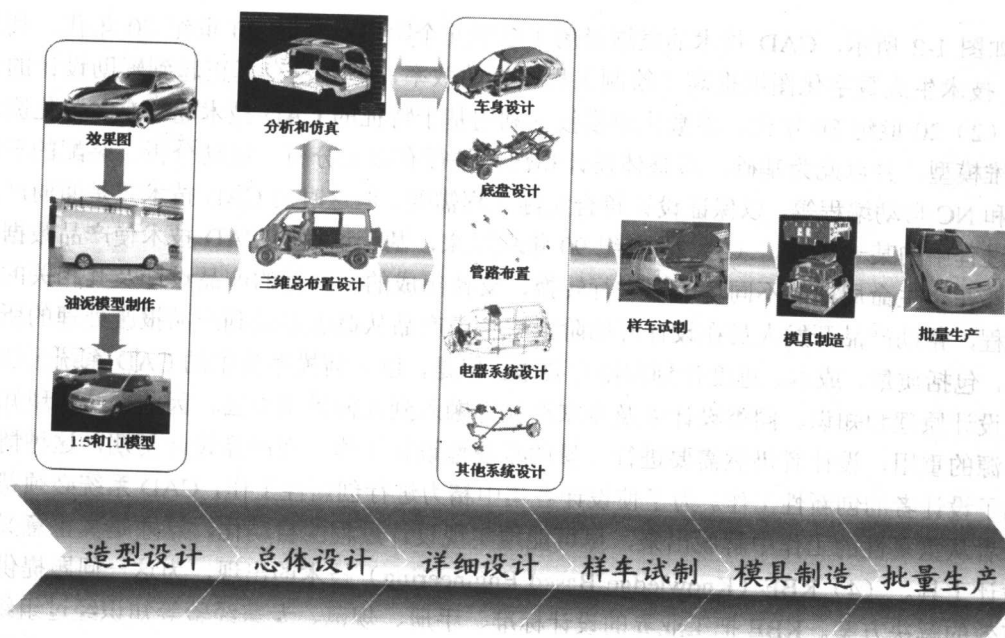


图 1-1 汽车产品数字化开发流程

汽车产品的数字化开发建立在计算机辅助技术的基础之上, CAD 技术的发展使三维设计和虚拟装配成为现实; 逆向工程技术 (RE) 极大地缩短了从造型到产品的转换周期; CAE 技术使结构分析和运动校核可以在设计阶段完成, 避免了反复试验和试制; CAM 技术使设计数据直接用于加工, 大大缩短了产品的制造周期。这些技术的广泛采用使汽车产品开发发生了根本性的变革, 使汽车产品也可以按照不断变化的客户需求进行及时响应, 开发一个全新车型的周期已经从 4~5 年缩短到 18 个月左右。

然而传统的设计工具始终是以几何造型为核心,对工程设计考虑较少,设计流程的优化、设计意图的捕捉、经验参数的重用都缺乏相应的解决方案。而汽车开发是建立在大量的已有产品开发经验和工程制造经验基础之上的,因此对于汽车产品开发而言,没有哪种技术能够比知识工程技术(Knowledge Based Engineering, KBE)更具应用价值。汽车产品的设计周期长,技术含量高,对设计影响最大的往往是一些局部设计难点(如车身设计、总布置设计、悬架设计等)。这些设计难点技术含量高,要求设计者具有很高的专业技术素养和丰富的实际设计经验,培养一个专家级的设计人员需要很长的周期,并且一旦人员流动,相应的经验也被带走。通过 KBE 技术,可以将设计知识和经验固化下来:如设计流程、经验数据、工艺参数、加工方法等,使每个设计者都可以共享。可以毫不夸张地说, KBE 技术使知识和流程重用成为现实,为产品开发带来了新的革命性变革。

1.2 KBE 技术的发展

如图 1-2 所示, CAD 技术的发展经历了以下几个阶段: (1) 20 世纪 70 年代,利用 CAD 技术生成数字化图纸提高了绘制工程图纸的效率,但并没有真正起到辅助设计的作用。(2) 20 世纪 80 年代,参数化建模技术利用基于特征的 CAD 技术建立全参数化驱动的三维模型,并以此为基础,对整体设计和部件进行有限元分析、运动分析、装配的干涉检查和 NC 自动编程等,以保证设计符合实际工程需要。但这时的 CAD 技术只是面向产品开发过程中的某一环节。(3) 20 世纪 90 年代以来,基于过程的 CAD 技术使产品数据模型能够在全生命周期的不同环节间进行转换,支持集成的、并行的产品设计及其相关的各种过程,帮助产品开发人员在设计开始阶段就考虑产品从概念形成到产品报废处理的所有因素,包括质量、成本、进度计划和用户要求。但是,以几何模型为主的 CAD 系统无法将领域设计原理和知识、同类设计以及专家经验等融入到几何模型中去,因此无法实现知识型资源的重用,设计者仍然需要进行大量的重复性设计工作。在产品设计初期,这种情况影响了设计者的创新性工作。为了使设计者集中精力进行创新性工作, CAD 系统必须帮助设计者从重复性的工作中解脱出来,尽可能地实现设计过程的自动化,这才是真正意义上的设计工具。(4) KBE (Knowledge Based Engineering) 技术的出现,为这一问题提供了最有效的解决方案。KBE 把工业界的设计标准、手册、规范、专家经验等知识经过组织、归纳和提炼与 CAD/CAM/CAE/PDM 系统有机地集成为一体,从而真正实现了工程设计这个目标。

KBE 技术为解决传统 CAD 系统存在的问题提出了方案,如设计原理的体现、约束是否冲突、如何在设计阶段进行产品估价、设计制造是否可行以及设计的最终产品是否符合外观要求等,同时提供优化方案。KBE 系统所要达到的目的是使产品信息在整个生命周期中都可得到应用,从而获得最优化方案。

KBE 是通过知识的驱动和繁衍,对工程问题和任务提供最佳解决方案的计算机集成处

理技术。英国 Coventry 大学的 KBE 中心认为 KBE 系统是一种存储并处理与产品模型有关的知识，是基于产品模型的计算机系统；美国 Washington 大学认为 KBE 是一种设计方法学，将与下一代 CAD 技术紧密结合。它使用启发式的设计规则，将涵盖构件、装配和系统的开发。KBE 系统存储产品模型包含几何、非几何信息以及描述产品如何设计、分析和制造的工程准则。

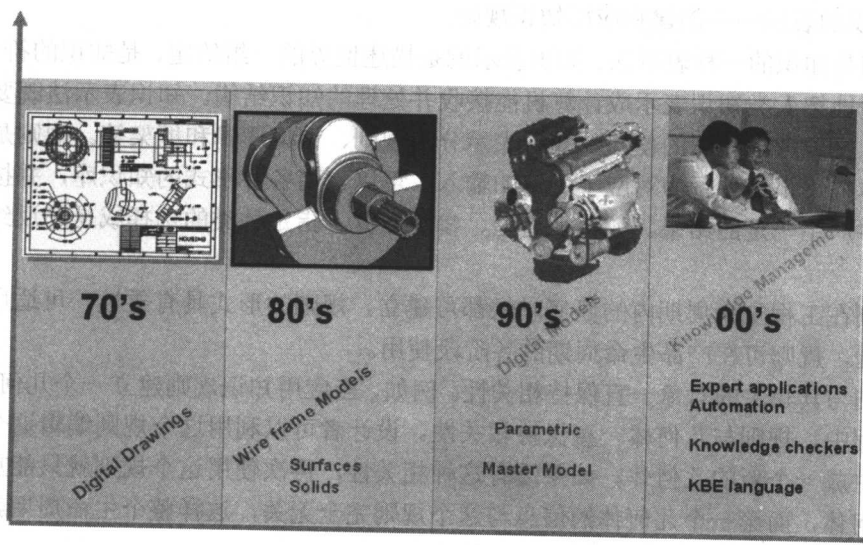


图 1-2 CAD 技术的发展历程

如图 1-3 所示，KBE 的内涵可以概括为：KBE 是领域专家知识的继承、集成、创新和管理，是 CAX 技术与 AI（人工智能）技术的集成。要使 KBE 系统成为工程过程的中心，必须使之适用于产品各个阶段的相关设计原则。要想从设计分析到制造都有效地利用 KBE 系统，就要求 KBE 系统具有柔性、开放性、可重用性并可用户化。

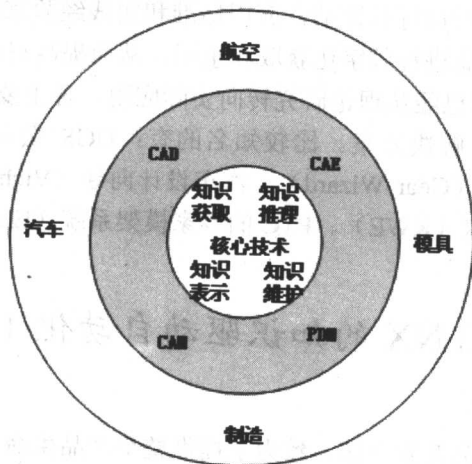


图 1-3 KBE 技术的结构层次

KBE 系统是深层内嵌于 CAX 系统之中的,而不是简单地添加到一个已存在的系统中,因此, KBE 系统应具有下面的基本功能:

(1) 知识的利用——方便地访问知识数据库

知识数据库以多种形式存在,可以是持续性存在的数据库或电子表格。KBE 系统能够方便地访问这些知识数据库,因此, KBE 系统的开放性非常重要。

(2) 知识的表示——创建和应用知识规则

知识规则是知识的一种表示法。知识表示就是描述世界的一组约定,是知识的符号化,这种方法方便地把人类知识表示成计算机能接收并处理的知识结构。知识表示法既要考虑知识的存储,又要考虑知识的使用。知识表示分为规则、谓词逻辑和框架等。规则是指一种行为的文本描述,这种行为对应于一定的输入,可以引用各种形式的知识库,并按照对应的逻辑条件产生一定的结果,如特征造型、参数计算、指定种类的选择或是违反约束时产生警告等。

知识规则在工程生命周期内的任何时候都可建立。规则的形式具有柔性,可适用于多种学科。因此,规则可在产品生命周期的各阶段使用。

知识规则与其相关的对象一直保持相关性。例如,当应用知识规则建立一个几何体后,在其存在过程中,规则与几何体一直保持相关性。设计者可以利用这个规则编辑这个几何体,也可再生成一个新的几何体。如果没有这种相关性,再次使用这个规则就只能重新生成另一个几何体,而第一个几何体的信息与这个规则完全无关,这样整个生命周期就成为了一个严格串行的过程,不可能实现并行工程。

(3) 知识的获取——具有知识的繁衍机制

KBE 系统具有“自我生成”的知识繁衍机制。KBE 系统提供了繁衍知识的手段,拓宽了获取知识的途径,允许用户利用 KBE 提供的工具添加自己的独特知识,从而对系统进行扩展。KBE 系统将重复的设计和工程任务自动化,缩短了产品开发时间,将设计、分析、制造集成起来实现并行工作。使用 KBE 建立模型可以将几何造型与分析等结合起来,实现多学科优化,并确切地进行可行性评估,应用标准和实践经验来提高产品的质量,对设计实践、过程经验等知识信息进行数字化获取和重用,从而提高自动化过程的效率。

近几年来, KBE 技术已经从理论研究转向实际应用。各主要的 CAD 厂商相继推出了不同制造业领域的 KBE 解决方案。比较知名的有:UGS 公司的模具工程向导 (Mold Wizard)、齿轮工程向导 (Gear Wizard)、汽车设计向导 (Vichicle Wizard)、Dassult 公司的 CATIA 知识工程专家 (KWE)、PTC 的专家模架系统 (EMX) 等。

1.3 UG NX 的知识驱动自动化 (KDA)

UG NX 作为一个产品开发系统,致力于提供整个产品生命周期的解决方案。UG NX 提供了知识驱动自动化 (Knowledge Driven Automation, KDA) 解决方案,将 KBE 系统与

CAX 软件系统完全集成。KDA 是一个能够记录、重复使用工程知识并用来驱动、建立、选择和装配相应的几何模型的系统。通过将工程过程中可重复的片断自动化,帮助那些缺乏经验的工程师解决复杂的问题,KDA 缩短了产品运行的周期。在汽车设计领域,这套解决方案包括一系列过程向导(Wizard),这正是本书介绍的主要内容。

UG NX KDA 的系统架构如图 1-4 所示。

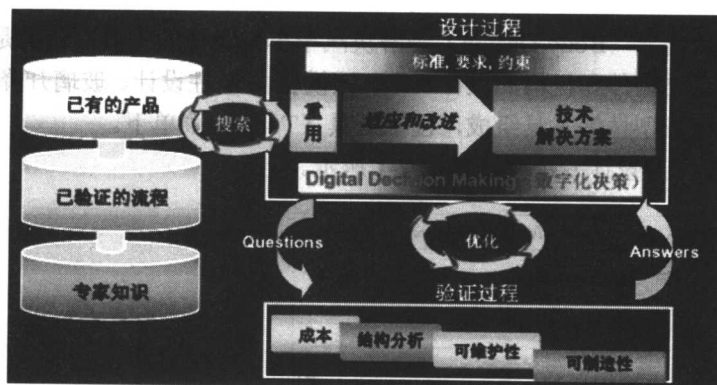


图 1-4 UG NX KDA 的系统架构