

# DELMIA 人机工程 从入门到精通

钮建伟 刘 静 主 编  
冉令华 副主编

## ◆ 内容全面

基础知识&基本操作，通盘认知、打稳基础

## ◆ 案例丰富

训练实例&综合案例，高效自检、加深理解

## ◆ 编排合理

图文并茂&视频教学，轻松学习、简单掌握



# DELMIA 人机工程从入门到精通

钮建伟 刘 静 主编

冉令华 副主编

電子工業出版社

Publishing House of Electronics Industry

北京 · BEIJING

## 内 容 简 介

本书通过功能详解和案例教学相结合的方式,采用图文并茂、视频教程的形式,对达索公司数字化制造解决方案 DELMIA 中的人因工程设计和分析(Ergonomics Design & Analysis)模块进行了详细解读。本书不仅对人因工程学基础知识和软件基本操作进行了解释,而且重点阐述了软件中人因工程设计和分析模块的各项功能。读者学习后,可掌握 DELMIA 中面向人因的设计、仿真与分析方法,便于从事相关的科学研究与具体工作。

本书可作为从事汽车、航空、航天、船舶、军工、机器人乃至办公室工作、金融服务业、文化产业等设计领域专业人士的参考书,也可作为高校工业工程、机器人工程、工业设计、车辆工程、机械工程、人因工程、安全工程、建筑工程等相关专业的教材,以及学习 DELMIA 软件的培训教材。

未经许可,不得以任何方式复制或抄袭本书之部分或全部内容。

版权所有,侵权必究。

## 图书在版编目(CIP)数据

DELMIA 人机工程从入门到精通 / 钮建伟, 刘静主编. —北京: 电子工业出版社, 2018.12

ISBN 978-7-121-35676-6

I. ①D… II. ①钮… ②刘… III. ①人-机系统 IV. ①TB18

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2018)第 271138 号

策划编辑: 许存权

责任编辑: 许存权 文字编辑: 宁浩洛

印 刷: 三河市鑫金马印装有限公司

装 订: 三河市鑫金马印装有限公司

出版发行: 电子工业出版社

北京市海淀区万寿路 173 信箱 邮编 100036

开 本: 787×1 092 1/16 印张: 17 字数: 435 千字

版 次: 2018 年 12 月第 1 版

印 次: 2018 年 12 月第 1 次印刷

定 价: 59.00 元

凡所购买电子工业出版社图书有缺损问题, 请向购买书店调换。若书店售缺, 请与本社发行部联系, 联系及邮购电话: (010) 88254888, 88258888。

质量投诉请发邮件至 zlts@phei.com.cn, 盗版侵权举报请发邮件至 dbqq@phei.com.cn。

本书咨询联系方式: (010) 88254484, xucq@phei.com.cn。

DELMIA (Digital Enterprise Lean Manufacturing Interaction Application)是法国达索公司开发的一套具有强大模拟仿真功能的数字化制造解决方案,其应用涵盖了航空、航天、汽车和船舶等几乎所有高端产品的数字化制造。借助达索公司特有的 3DEXPERIENCE 平台,DELMIA 可帮助企业重新构想其工程、运营和制造规划。卓越的运营需要设计、生产、分销、人员和流程之间和谐运作,DELMIA 可以在模拟的生产环境下进行设计和测试,从而帮助企业高效地计划、生产并管理从员工、生产到客户交付等流程中所获取的所有资源。DELMIA 提供了当今业界最全面、集成和协同的数字制造解决方案,通过前端 CAD 系统的设计数据结合制造现场的资源,采用 3D 图形仿真引擎对整个制造和维护过程进行仿真、分析和优化,以得到可视性、可达性、可维护性、可制造性、最佳效能等多方面的优化数据结果。DELMIA 作为达索 Product Lifecycle Management (PLM) 的子系统,是一个结构庞大、面向部门的系列解决方案集合,包括面向制造过程设计的 DPE、面向物流过程分析的 QUEST、面向装配过程分析的 DPM、面向人机分析的 Ergonomics、面向机器人仿真的 Robotics 和面向虚拟数控加工仿真的 VNC。

DELMIA 用于人机仿真分析的 Ergonomics (Ergonomics Design & Analysis) 模块是一个面向对象的仿真系统,将人因工程与工程设计、机械设计等模块相结合,使产品设计过程更加完善。DELMIA 把人体测量学中的各种知识和理论直接嵌入程序内部,提供了工业界一个和设计环境完全集成的商业人体工程模型。利用人因工程设计与分析模块,用户可以在虚拟环境中快速建模和分析,从而对人体行为因素进行评估,实现人一机一环境的整体优化。随着近些年 Digital Twins 概念的普及,辅以动作捕捉 (Motion Capture)、VR (Virtual Reality)、AR (Augmented Reality) 等 IT 技术的发展,DELMIA 的人因仿真与分析功能越来越受到企业高管和技术人员的重视。

人因工程分析不仅对于军工、航天等重大、昂贵设备等非常必要,而且对于普通的工业产品、工业流程乃至服务行业的设施规划、流程设计也非常重要,越来越受到各行各业的重视。DELMIA 可以在虚拟环境中快速建立三维人体模型,并且可以实现安装、操作、维修、拆卸工作的模拟,提供可达性分析、三维人体测量分析、姿态分析、活动分析等工具。用户通过在数字三维环境中对产品或者流程的模型进行仿真分析,可以减少成本,缩短工期,提高效率。

作为一款强大的人因工效仿真分析软件,DELMIA 却较少在国内运用,原因之一在于缺少该软件对应的中文版教材。尽管网上可以搜索到零散的讲义、教程,但往往疏于条理,对人因工程的理论强调不够。因此,为服务于广大渴求掌握人因仿真与工效分析软件操作技能的读者朋友,经过与人因领域专家、行业用户的多次沟通,本书应运而生。书中以 DELMIA 人体模型

作为教学基础，还添加了编者多年的科研体会、教学心得和实操经验。读者可一边学习人因的理论知识，一边参照本书熟悉 DELMIA 具体的操作过程。对于软件的工作界面介绍、常用操作、各项功能的综合应用均附有视频供读者学习。通过视频教程和书籍内容，读者可更直观快速地掌握该软件的应用。

本书以 DELMIA V5-6R2017 为基础，首先对人因工程学基础知识、软件基本设置与常用操作进行介绍；然后详细解读人因工程设计和分析 (Ergonomics Design & Analysis) 模块的各项功能，包括人体建模 (Human Builder)、人体测量编辑 (Human Measurements Editor)、人体任务仿真 (Human Task Simulation)、人体姿态分析 (Human Posture Analysis) 和人体活动分析 (Human Activity Analysis)；最后展示了数个 DELMIA 人因建模、仿真分析的综合案例。同时，本书提供一定篇幅的人因工程分析方面的知识，可帮助读者开阔思路，加深理解。即使是对人因工程和 DELMIA 软件不熟悉的读者，通过本书的学习，也可进行人因工程领域的具体应用与分析。

参加本书编写工作的人员有钮建伟、刘静、冉令华、张人杰、王小东、曾林、熊潇和陈至诚，具体分工如下：钮建伟、刘静担任本书主编，冉令华担任本书副主编；曾林负责第 1 章，熊潇负责第 2 章，张人杰负责第 3 章，陈至诚负责第 4 章，王小东负责第 5 章，刘静负责第 6、7、8 章、附录一和附录二。在此，特别感谢达索系统大中华区教育行业经理秦洪现老师为本书的顺利出版给予的极大的热情和无私支持；感谢清华大学的马靓博士、北京大学的陈立洋博士、中国航天员科研训练中心的张宜静博士、北京航空航天大学周栋博士和曾亮老师、北京理工大学的闻敬谦博士、北京亿特克科技有限公司的李大龙工程师、北京天极力达技术开发有限责任公司的杨伍成工程师的宝贵意见；同时感谢我的家人、同事、学生，正是他们的帮助和鼓励，才使笔者能够在教学科研之余完成此书；感谢常年在人因领域和数字化仿真领域进行研究的专家学者和默默耕耘的从业人员，以及其他众多支持我们的朋友，他们为本书提出了宝贵的意见和建议。本书的出版受到国家重点研发计划 (2017YFF0206602)、国家自然科学基金 (51005016)、中国标准化研究院院长基金 (522016Y-4680)、国家质量检验检疫总局课题 (201510042) 资助，在此一并感谢！

由于时间仓促，知识水平有限，书中错误之处在所难免；部分案例参照了国内外同行的学术成果，文献出处已尽力列出，在此向各位同行致以真诚的感谢和崇高的敬意。不当之处敬请各位专家、同行、读者不吝批评指正，并希望就 DELMIA 软件的学习和广大读者进行深入探讨。

编者  
于北京科技大学

第 1 章 绪论	(1)	3.1.3 建立标准人体前臂/手的模型	(46)
1.1 人因工程学基本思想	(1)	3.2 人体模型的属性	(46)
1.1.1 人因工程学定义	(1)	3.2.1 人体模型的显示属性	(46)
1.1.2 人因工程学发展	(2)	3.2.2 人体模型的属性组织	(50)
1.2 DELMIA 软件的基本介绍	(3)	3.2.3 人体模型的属性编辑	(51)
1.2.1 背景介绍	(3)	3.3 人体模型姿态	(54)
1.2.2 软件特点	(4)	3.3.1 设置人体模型姿态	(54)
1.2.3 体系结构	(5)	3.3.2 四肢及头部的摆(转)动	(58)
1.3 DELMIA 软件的安装	(10)	3.3.3 逆向运动	(62)
第 2 章 DELMIA V5 工作界面与基本设置	(16)	3.3.4 肢体的精确定位	(64)
2.1 DELMIA V5 工作界面	(16)	3.3.5 放置功能	(66)
2.1.1 菜单栏	(16)	3.3.6 标准姿态	(68)
2.1.2 工具栏	(21)	3.4 人体模型编辑	(74)
2.1.3 PPR 模型树	(22)	3.4.1 插入负荷参数	(74)
2.1.4 命令提示栏	(22)	3.4.2 插入新偏移量	(75)
2.2 工作环境设置	(24)	3.4.3 逆向运动选项	(76)
2.2.1 常规设置	(24)	3.4.4 视野功能	(78)
2.2.2 工作环境设置的存储和复位	(35)	3.4.5 上肢伸展域	(84)
2.2.3 自定义设置	(36)	3.4.6 绑定与解除	(86)
2.3 常用基本操作	(39)	3.5 人体模型约束	(87)
2.3.1 鼠标操作	(39)	3.5.1 常规选项	(88)
2.3.2 指南针操作	(40)	3.5.2 接触约束	(88)
第 3 章 人体建模	(42)	3.5.3 重合约束	(90)
3.1 创建标准人体模型	(42)	3.5.4 固定约束	(91)
3.1.1 进入人体模型设计界面	(42)	3.5.5 固定约束于	(92)
3.1.2 建立标准人体模型	(42)	第 4 章 人体测量编辑	(93)
		4.1 基础工作环境	(93)

4.1.1	人体测量编辑功能简介	(93)	6.2.1	进入姿势编辑器	(147)
4.1.2	人体测量编辑工作界面	(94)	6.2.2	姿势编辑对话框	(148)
4.2	人体测量编辑 (Anthropometry Editor)	(95)	6.3	自由度的选择与编辑	(152)
4.2.1	Switches gender (更改性别) 命令简介	(96)	6.3.1	自由度的选择	(152)
4.2.2	Population (人群) 命令简介	(96)	6.3.2	自由度的锁定与解锁	(154)
4.2.3	Postures (姿势) 命令简介	(96)	6.3.3	人体模型各部位自由度运动形式	(155)
4.2.4	Displays the variable list (显示变量列表) 命令简介	(97)	6.4	角度界限与首选角度的编辑	(159)
4.2.5	Filter (过滤器) 命令简介	(105)	6.4.1	角度界限的编辑	(159)
4.2.6	Interpolation (修改) 命令简介	(106)	6.4.2	首选角度的编辑	(161)
4.2.7	Display (展示) 命令简介	(106)	6.5	姿态评估与优化	(163)
4.2.8	Descriptions (描述) 命令简介	(106)	6.5.1	姿态评估	(163)
4.2.9	Reset (重置) 命令简介	(107)	6.5.2	姿态优化	(168)
4.3	人体数据文件	(108)	第7章	人体活动分析	(172)
第5章	人体任务仿真	(111)	7.1	基础工作环境	(172)
5.1	基础工作环境	(111)	7.1.1	人体活动分析功能简介	(172)
5.1.1	人体任务仿真功能简介	(111)	7.1.2	人体活动分析工作界面	(173)
5.1.2	人体任务仿真工作界面	(111)	7.2	人体模型仿真	(175)
5.2	人体任务仿真具体功能	(113)	7.2.1	Shuttle (飞梭) 命令简介	(175)
5.2.1	行走动作仿真	(113)	7.2.2	Simulation (仿真) 命令简介	(177)
5.2.2	拾取与放置动作仿真	(122)	7.2.3	Generate Replay (生成重放) 命令简介	(179)
5.2.3	登台阶动作仿真	(127)	7.2.4	Generate Radio (生成录像) 命令简介	(180)
5.2.4	爬梯子动作仿真	(131)	7.2.5	Track (轨迹) 命令简介	(181)
5.2.5	轨迹跟踪动作仿真	(133)	7.2.6	冲突和冲突检测	(182)
5.2.6	线性跟踪动作仿真	(138)	7.3	RULA 分析	(186)
第6章	人体姿态分析	(143)	7.3.1	RULA 方法简介	(186)
6.1	基础工作环境	(143)	7.3.2	RULA 工具简介	(187)
6.1.1	人体姿态分析功能简介	(143)	7.4	抬举/放下分析	(192)
6.1.2	人体姿态分析工作界面	(143)	7.4.1	抬举/放下分析方法简介	(192)
6.2	姿态编辑	(147)	7.4.2	抬举/放下分析工具简介	(192)
			7.5	推/拉分析	(197)
			7.5.1	推/拉分析方法简介	(197)
			7.5.2	推/拉分析工具简介	(197)
			7.6	搬运分析	(198)

7.6.1	搬运分析方法简介	(198)	8.2.1	虚拟维修	(232)
7.6.2	搬运分析工具简介	(199)	8.2.2	基于 DELMIA 的飞机 虚拟维修	(232)
7.7	生物力学单一动作分析	(200)	8.3	健身器材中的人因分析	(237)
7.7.1	生物力学单一动作分析 方法简介	(200)	8.3.1	康复器设计方法的选择	(237)
7.7.2	生物力学单一动作分析 工具简介	(200)	8.3.2	旧型康复器的计算机仿真 评估	(238)
7.8	人体模型工作空间分析	(206)	8.3.3	新型康复器的设计与仿真 评估	(241)
7.8.1	距离与范围分析	(206)	8.4	虚拟搬运技术中的人因分析	(246)
7.8.2	由三点测量圆弧	(216)	8.4.1	场景布置与任务创建	(246)
7.8.3	间距测量	(217)	8.4.2	人体任务仿真的人因分析	(249)
第 8 章	人因工效实例分析	(221)	附录 A	CatalogDocument (目录文件) 的 建立与使用	(253)
8.1	赛车中的人因分析	(221)	附录 B		(260)
8.1.1	场景建立与模型编辑	(221)	参考文献		(261)
8.1.2	视野分析与舒适度评估	(226)			
8.2	飞机虚拟维修中的人因分析	(231)			



# 第1章

## 绪论

在本章中，读者可以学习到人因工程学的基础知识，了解人因工程软件 DELMIA。本章分为三个部分，第一部分主要介绍人因工程学的基本思想及其发展；第二部分将详细介绍 DELMIA 软件；第三部分则简要介绍教学软件的安装。

无论读者是刚进入人因工程研究领域，还是对 DELMIA 软件有些了解，相信通过本章的学习，都能对人因工程和 DELMIA 有更全面的认识和理解。

### 1.1 人因工程学基本思想

要想熟练掌握 DELMIA，首先需要了解人因工程学的基本思想。人因工程学是一门新兴的正在迅速发展的交叉学科，是管理科学与技术中工业工程（Industrial Engineering, IE）的一个分支，涉及的学科有生理学、解剖学、工程学、心理学等，主要是研究人一机一环境系统中人与系统其他要素之间交互关系，并根据其关系进行规划设计，应用领域十分广泛。

其主要思想就是以人为核心，从总体上来使人一机一环境系统得到整体优化。即通过分析某行业的工作人员执行某项工作时对产品的使用过程，运用人因工程学的相关知识，对工作过程和产品设计进行改进，减弱或消除工作过程和产品操作过程中对工作人员的身体机能带来的负面影响并提高人的工作效率，降低人的失误率，取得整体的优化效果。

本节对人因工程进行较为详细的介绍，旨在让读者了解 DELMIA 软件基于人因学的使用目的。希望通过向读者展示人因工程学在国内外的发展现状与前景，吸引更多的读者加入到人因工程学科的建设当中。

#### 1.1.1 人因工程学定义

人因工程学（Human Factors Engineering, HFE）又称工效学、人机工程学、人类工效学、人体工学、人因学等，是一门重要的工程技术学科。它是研究人和机器、环境的相互作用及其合理结合，使设计的机器和环境系统适合人的生理、心理等特点，达到在生产中提高效率、安全、健康和舒适等目的的一门科学。其中侧重于研究人对环境的精神认知的称为认知人因学（Cognitive Ergonomics 或 Human Factors），而侧重于研究环境施加给人的物理影响的称为生理人因学（Biomechanics 或 Physical Ergonomics）。DELMIA 就是着重研究生理人因学的人因工程软件。

在本学科的形成和发展过程中，逐步打破了各学科之间的界限，并有机地融合了各相关



学科的理论,不断地完善自身的基本概念、理论体系、研究方法,以及技术标准和规范,从而形成了一门研究和应用范围都极为广泛的综合性边缘学科。因此,在世界范围内,其命名并不统一,各学科、各领域、各国家的学者从不同角度给该学科定名称、下定义,反映不同的研究重点和应用范围,至今仍未统一。

其中对于名称,“人类工效学”(Ergonomics)在国际上用得最多,世界各国把它翻译或音译为本国文字,中国国家一级学会的正式名称也是“中国人类工效学学会”。而“人因工程学”(Human Factors Engineering)在美国和一些西方国家用得最多,常在一般生活领域或生活用品设计中使用,中国也常用此名称。

定义方面,在我国朱祖祥教授主编的《人类工效学》一书中定义为“它是一门以心理学、生理学、解剖学、人体测量学等学科为基础,研究如何使人—机—环境系统的设计符合人的身体结构和生理心理特点,以实现人、机、环境之间的最佳匹配,使处于不同条件下的人能有效地、安全地、健康和舒适地进行工作和生活的科学。因此,人类工效学主要研究人的工作优化问题。”

各国大多数学者所认同的国际人类工效学学会(International Ergonomics Association)定义为:“人因工程学是研究人在某种工作环境中的解剖学、生理学和心理学等方面的各种因素;研究任何机器及环境的相互作用;研究在工作中、家庭生活中和休假中怎样统一考虑工作效率、人的健康、安全和舒适等问题的学科。”

因此,人因工程学的核心是以人为本,着眼于提高人的工作绩效,防止人的失误,在尽可能使系统中人员安全、舒适的条件下,统一考虑人—机—环境系统总体性能的优化。

## 1.1.2 人因工程学发展

### 1. 经验人因工程学

这一阶段是从美国学者泰勒(Frederick.W.Taylor, 1856—1915)的科学管理方法的提出一直到第二次世界大战爆发之前。工业革命之后,各种生产机器开始出现,机器式生产逐步取代了手工式生产,而且大批量、大规模和流水线式的生产也开始出现,此时,工作的关键就成了对机器的操纵。泰勒发现了当时生产中的许多弊端,他致力于找到一种提高效率的工作方法。经过系统的研究,泰勒提出了他的科学管理方法和理论,这些方法和理论成为人因工程学的理论基础。H·芒斯特伯格(H. Munsterberg, 1863—1916)也为人因工程学的产生和发展作出了巨大的贡献。H·芒斯特伯格是美国哈佛大学的一名心理学教授,著有《心理学与工业效率》一书,他的最杰出的贡献应该是把心理学的思想应用到提高工作效率中来。在这一阶段,以往的让人去适应机器的观念开始转变为让机器来适应人的观念,设计机械和机器时也开始考虑操作的舒适性。随着时间的推移,在第二次世界大战之前,工作劳动相比于原来已经有了很大的不同,工作量变大,工作内容变复杂,就迫切需要一系列合理的方法对这一现象进行改善,这也就促使着人因工程学的发展进入一个新的阶段。

### 2. 科学人因工程学

这一阶段正好是在第二次世界大战时期。许多高新科技成果的诞生都是由于战争的推动,人因工程学也是如此。当时人因工程学被应用在战争中,使得人因工程学得到了很好的发展,战争结束后,这种发展趋势被延续到工业领域之中。1961年,国际人类工效学学会正式成立,人因工程学的理念也正式被学术界认可和接受,并在世界范围内广泛传播。



### 3. 现代人因工程学

20世纪60年代以后,伴随着欧美各国经济的快速发展和科技的突飞猛进,人因工程学迅速发展。在这个时期,人因工程学被广泛地运用到各个工业领域以及生活用品的制造中。人因工程学所涉及的范围越大、被应用的领域越广,所需要的专业性的理论知识也就越多,所以现代人因工程学与许多门学科都有联系,包括心理学、工业设计、建筑学,等等。企业也开始意识到人因工程学的重要性,在进行生产和设计时,关注产品在使用时的宜人性和使用者对于产品的使用需求。企业这样做,往往能够生产出实用性强、受消费者欢迎的产品。

### 4. 人因工程学在我国的发展

尽管人因工程学在世界范围内有较长的发展历史和应用历史,但是由于种种原因,人因工程学进入我国的时间较晚。在20世纪60年代,人因工程学才开始被引入我国,不过人因工程学在我国发展十分迅速。在人因工程学刚刚引入时,我国只有个别学者在做这方面的研究,但是到了20世纪70年代末期,人因工程学就开始进入了快速发展的阶段。进入到20世纪80年代以后,改革开放的浪潮为人因工程学的发展提供了大好时机,当时中国的经济以及科技都开始迅速发展,越来越多的生产制造型企业在中国出现,这些都促使着人因工程学在我国的发展。到现在,人因工程学在我国也已经发展到了一个较为成熟的阶段。人因工程学已经被广泛应用在工业、农业、教育、交通、医疗等多个领域。纵观人因工程学在我国的发展历程,可以发现我国的人因工程学不仅只是停留在理论研究方面,而且被广泛应用于各个领域。由此可见,我国人因工程学的发展必将拥有极为光明的前景。

## 1.2 DELMIA 软件的基本介绍

本节将介绍 DELMIA 软件,方便接下来的学习。

### 1.2.1 背景介绍

DELMIA (Digital Enterprise Lean Manufacturing Interactive Application) 是法国达索系统公司 (Dassault Systemes) 的一款数字化企业的互动制造应用软件。

作为全球 PLM<sup>①</sup> 领域的技术领导者,法国达索系统公司为客户提供了一整套数字化设计、制造、维护以及数据管理的 PLM 平台。以“不断的技术创新”为理念的达索系统解决方案已经在国内(包括航空飞行器设计、汽车制造和消费电子产品等领域)成为事实上的工业标准。在达索系统内部,又包含了一个面向制造过程(维护过程、人机过程)的“数字化制造”平台子系统——DELMIA。通过统一的 V5 PPR(产品/流程/资源)数据通道,将整个 PLM 解决方案贯穿成一个有机整体,如图 1-1 所示。

---

① 根据业界权威的 CIMDATA 的定义,PLM 是一种应用于在单一地点的企业内部、分散在多个地点的企业内部,以及在产品研发领域具有协作关系的企业之间的,支持产品全生命周期的信息的创建、管理、分发和应用的一系列应用解决方案。它能够集成与产品相关的人力资源、流程、应用系统和信息。

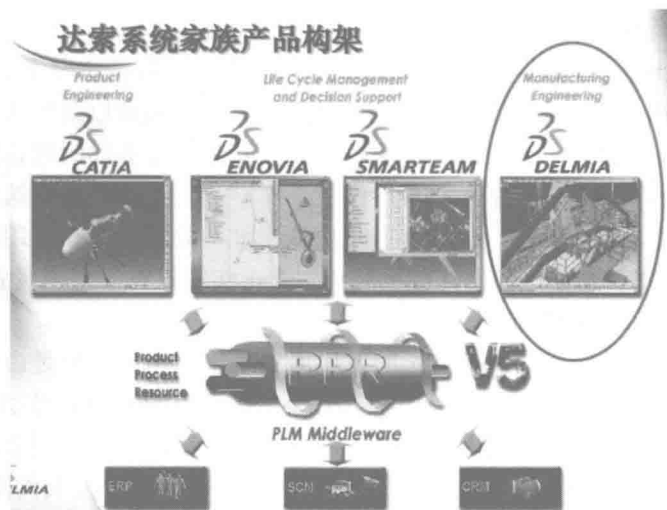


图 1-1 达索系统

DELMIA 作为 Dassault 公司继 CATIA 之后的又一大型工业软件，它提供了能够数字化地设计、测试和验证一台机床、一个工作单元或整条生产线的解决方案。DELMIA PLM 提供的流程与资源功能，能够贯穿整个产品生命周期，创建和验证连续的、涉及产品的制造流程。DELMIA 服务于那些重视制造流程优化的行业，包括汽车、航空、制造与装配、电气电子、生活消费品工厂和造船部门。通过使制造商能够优化流程，DELMIA 帮助公司提高生产率，促进协同和加速上市时间。

DELMIA 向按需应变 (on-demand) 和准时生产 (just-in-time) 的制造流程提供完整的数字解决方案，帮助制造厂商缩短产品上市时间，同时降低生产成本、促进创新。DELMIA 数字制造解决方案可以使制造部门设计数字化产品的全部生产流程在部署任何实际材料和机器之前进行虚拟演示。它们与 CATIA 设计解决方案、ENOVIA 和 SMARTEAM 的数据管理和协同工作解决方案紧密结合，给 PLM 的客户带来了实实在在的益处。结合这些解决方案，使用 DELMIA 的企业能够提高贯穿产品生命周期的协同、重用和集体创新的机会。

## 1.2.2 软件特点

DELMIA 提供目前市场上最完整的 3D 数字化设计、制造和数字化生产线解决方案。运用以工艺为中心技术，针对用户的关键性生产工艺，实现全面的制造解决方案。目前，DELMIA 在国内外广泛应用于航空航天、汽车、造船等制造业支柱行业，其中在航空业中的典型用户有：波音、空客、成飞、郑飞、西飞、上飞、603 所等，汽车行业的典型用户有：通用、丰田、尼桑、中华汽车等。

DELMIA 解决方案涵盖汽车领域的发动机、总装和白车身<sup>②</sup> (Body-in-White)，航空领域的机身装配、维修维护，以及一般制造业的制造工艺，使用户可以利用数字实体模型完成产品生产制造工艺的全面设计和校验。DELMIA 数字制造解决方案建立于一个开放式结构的产

<sup>②</sup> 白车身的定义：白车身 (Body-in-White) 是指完成焊接但未涂装之前的车身，不包括四门两盖等运动件。



品、工艺与资源组合模型（PPR）上，此模型使得在整个研发过程中可以持续不断地进行产品的工艺生成和验证。通过 3D 协同工作，PPR 能够有效地支持设计变更，让参与制造设计的多个人中的每一个人都能随时随地掌握目前的产品（生产什么）、工艺与资源（如何生产）。基于 PPR 集成中枢的所有产品紧密无缝地集成在一起，涵盖了各种工艺的各个方面，使基于制造的专业知识能被提取出来，并让最佳的产业经验得以重复利用。DELMIA 在提供给用户技术与协同工作环境两方面不断创新进步，以更好地、数字化地定义产品的制造过程。随着产品的持续改善，客户通过使用 DELMIA 解决方案，能够大大地提高生产力、效率，在安全性和品质方面得到最大的效益，同时降低成本。

DELMIA 的应用可以使企业能有效地实现从“数字样机”到“数字制造”的延伸。“数字制造”在设计周期的早期就使用人体工程学分析，对操作与维护进行仿真，以便在产品生命周期的后续阶段提高效率，以系统的方法支持真正的“面向维护的设计”业务流程。

### 1.2.3 体系结构

作为面向制造维护过程仿真的子系统，DELMIA 的重点是通过前端 CAD 系统的设计数据结合制造现场的资源（2D/3D）。通过 3D 图形仿真引擎对于整个制造和维护过程进行仿真和分析，得到诸如可视性、可达性、可维护性、可制造性、最佳效能等方面的最优化数据。虽然是达索 PLM 的子系统，但是 DELMIA 本身又是一个结构庞大、面向部门的系列解决方案集合，主要包括：

- 面向制造过程设计的 DPE。
- 面向物流过程分析的 QUEST。
- 面向装配过程分析的 DPM。
- 面向人机分析的 Ergonomics。
- 面向机器人仿真的 Robotics。
- 面向虚拟数控加工仿真的 VNC。

整体的 DELMIA 技术流程如图 1-2 所示。

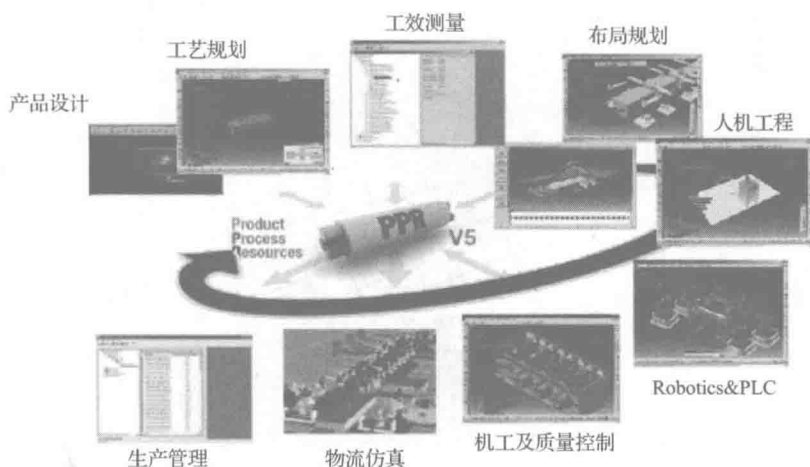


图 1-2 DELMIA 技术流程



## 1. DPE (DELMIA Process Engineer) 工艺工程模块

DELMIA 工艺工程模块是进行工艺和资源规划的一个强有力的工具，可以早期发现工艺风险、重复使用已验证过的工艺、追踪变更与决策、获取分散的工艺知识。对于产品、工艺与制造资源数据（包括工厂布置）之间关系的全面性处理，有助于避免规划错误，在制定工艺的初期，取得所需投资成本、制造空间以及所需人力要求的准确的一个概览。该模块优势如下：

- 提供一个结构性的方法，在规划阶段初期，通过考虑所有与工艺相关的成本，并分析可能的替代方案，系统地引导出一个最佳的解决方案。
- 重用已经验证过的工艺，降低风险。
- 支持多用户，缩短规划时间。
- 基于统一的产品、工艺、资源模型结构组织每个规划项目，方便地配置项目结构。
- 客户化用户界面与报表格式，满足用户要求。
- 为所有项目提供相同的规划环境。
- 提供规划记录的历史文档。
- 实时地将数据变更反馈给所有的用户。
- 可与 CATIA 及 ENOVIA 无缝集成，通过接口与其他的 CAD、PDM 系统集成。

## 2. QUEST (DELMIA QUEST) 工厂物流仿真模块

DELMIA QUEST 工厂物流仿真模块是针对工厂制造物流仿真与分析的一个完整的 3D 工具，如图 1-3 所示。为工业工程师与制造工程师和管理层提供了一个虚拟的协同开发环境，用于开发并验证最佳的制造流程。该模块优势如下：

- 可以对设备布局、资源配置、看板和生产计划表反复交替进行试验，仿真其效果。
- 改进设计，降低风险与成本，最大化生产效率，确保了准确性与收益。
- 能有效地将结果展示给客户、管理者或其他不同工程领域的人。
- 提供单一的模型，能与现行的设计工具集成。



图 1-3 QUEST 界面



### 3. DPM (DELMIA DPM ENVISION Assembly) 装配模块

DELMIA DPM ENVISION 装配模块是针对制造与维护工艺开发的,可以提供一套新的工艺规划与验证的解决方案,如图 1-4 所示。DPM ENVISION 装配模块提供先期规划、细节规划、工艺验证及车间现场指令的单一及统一的界面,来提供给制造工程师和装配工艺工程师一个端到端的解决方案。该模块优势如下:

- 以图形化的方式,建立、显现、检验与修改制造工艺。
- 轻松地建立机械装配的约束、自动定位零件,检查装配的紧密程度。
- 利用 3D 工具优化制造工厂与现场工作单元的布局。
- 确定产量,预估成本。
- 使用类似 VCR 的界面,回放整个装配工艺仿真过程。
- 读取 DELMIA Process Engineer 中生成的工艺规划。
- 与 DELMIA Human 人机工程模块配合使用,来分析与优化现场工作人员的操作。

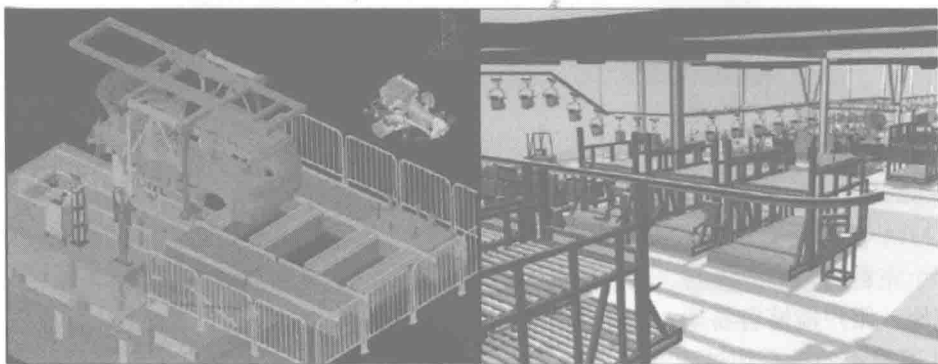


图 1-4 DPM

### 4. Ergonomics (Ergonomics Design & Analysis) 人因工程设计与分析模块

Ergonomics 人因工程模块是 DELMIA 中做得比较出色的一个部分,它可以按照用户要求建立起不同性别不同比例的人体模型,并带有详细的人体分析,对人体的各种主要工作的动作进行模拟,也可以模拟人在不同工作姿态下的舒适程度和活动范围。

Ergonomics Design & Analysis 提供了人体任务仿真与人因分析的相关工具,理解、优化人体与其所制造、安装、操作与维护的产品或资源之间的关系,Ergonomics 界面如图 1-5 所示。

事实上,汽车、航空航天及重工业的制造商,均可将人机工程模块解决方案运用于其产品的设计及开发,而从中获益。这些企业中的佼佼者更是最早使用这些先进技术用于分析从事制造、安装、操作、维护工作的人员的能力和局限。该模块可以量化人因因素,在以下的一些方面为企业带来价值:

- 通过国际研究(专属的或一般的)或企业内的知识积累来生成企业自己的智能财产。
- 确保适当的人机功效为设计者所使用。
- 建立一个通用的人体模型文件格式,在整个企业内使用人因知识,而非局限于工程与制造部门。
- 在产品生命周期的早期就引入人机工程学的概念,可节省用于处理人机工程方面问题的时间。





- 更快、更好、更经济地生产产品。

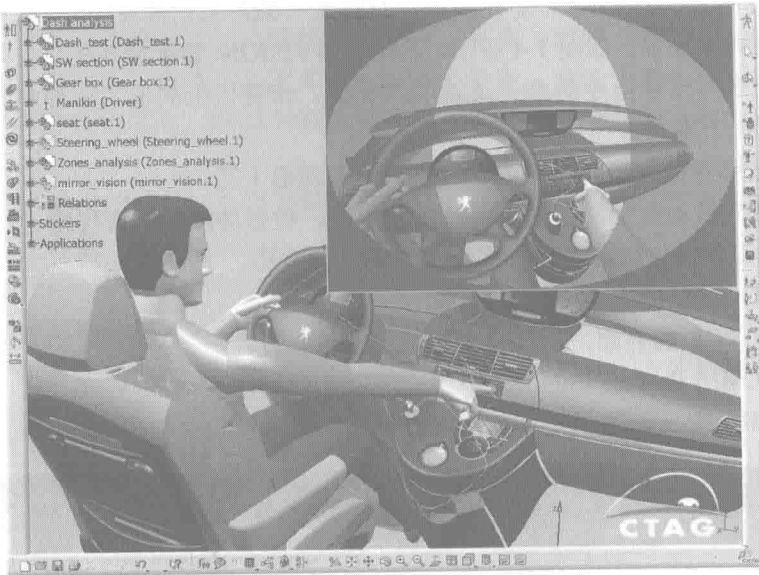


图 1-5 Ergonomics 界面

### 5. Robotics (DELMIA ROBOTICS) 机器人模块

DELMIA 机器人模块利用强大的 PPR 集成中枢快速进行机器人工作单元建立、仿真与验证，是一个完整的、可伸缩的、柔性的解决方案，Robotics 界面如图 1-6 所示。使用 DELMIA 机器人模块，用户能够容易地：

- 从可搜索的含有超过 400 种以上机器人的资源目录中，下载机器人和其他的工具资源。
- 利用工厂布置规划工程师所完成的工作。
- 加入工作单元中工艺所需的资源，进一步细化布局。

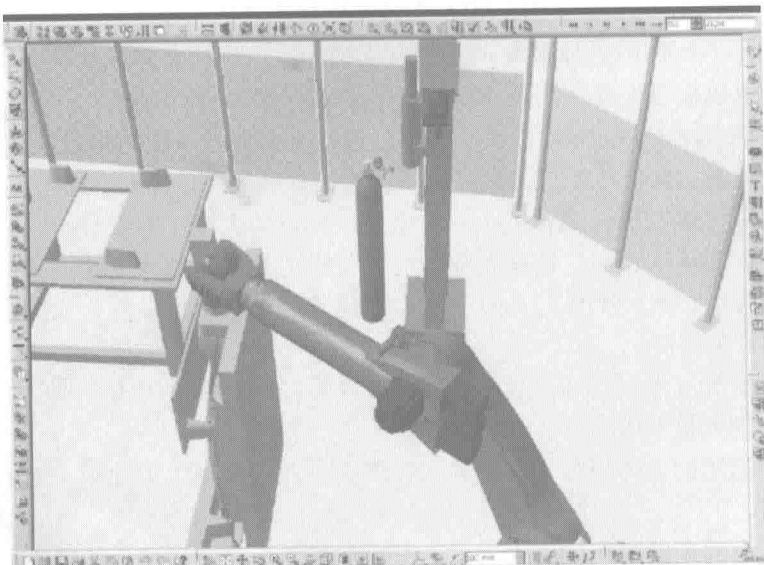


图 1-6 Robotics 界面





## 6. VNC (DELMIA VNC) 虚拟 NC 模块

DELMIA 虚拟 NC 模块针对 NC 机械加工工艺提供快速评估、验证与优化, 以及完整的数字制造解决方案, 如图 1-7 所示。该模块的优势如下:

- 能够以离线方式, 快速、有效地验证 NC 代码。
- 改善零件品质。
- 节省资源和时间。
- 增加机床利用率。
- 减少工程变更。

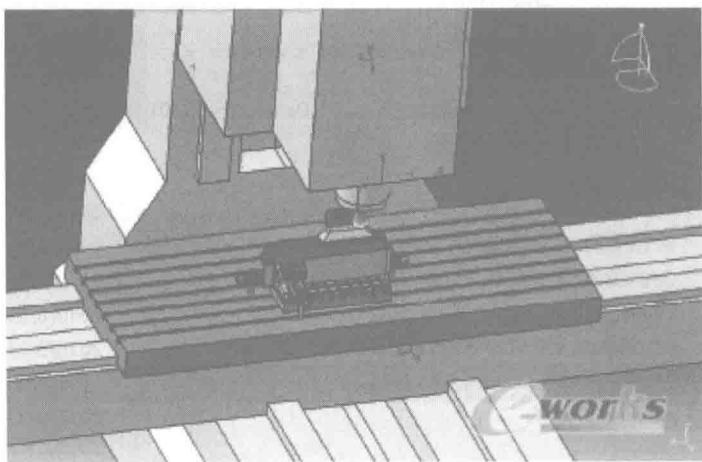


图 1-7 VNC

其中, 基于人因学的 Ergonomics Design & Analysis 模块为本书的重点内容。

DELMIA 提供了工业上第一个和虚拟环境完全集成的商用人体工程模型。Ergonomics Design & Analysis 可以在虚拟环境中快速建立人体运动原型, 并对设计的作业进行人体工程分析。人体工学仿真包含了操作可达性仿真、可维护性仿真、人体工学/安全性仿真等, 主要功能如下:

- 人体建模 (Human Builder) —— DELMIA 提供了不同国籍的第 5、50 和 95 百分位的男女人体模型库。这些模型都带有根据人体生物力学特性设定的人体反向运动特性。
- 人体测量编辑 (Human Measurements Editor) —— 用户可修改人体各部位的形体尺寸以适应各种人群和特殊仿真需求。
- 人体姿态分析 (Human Posture Analysis) —— 可以对人体各种姿态进行分析, 检验各种百分位人体模型的操作空间可达性、座舱乘坐舒适性以及装配维修舒适性等。
- 人体视野分析 (Visual Field Analysis) —— DELMIA 可以生成人的视野窗口, 并随人体的运动动态更新。设计人员可以据此改进产品的人体工学设计, 检验产品的可维护性和可装配性。
- 人体活动分析 (Human Activity Analysis) —— DELMIA 可以利用各种人因工效工具对人体进行 RULA (快速上肢评估) 分析、推拉分析、抬举放下分析、搬运分析和生物力学单一动作分析。