

Jack 人因工程

基础及应用实例

钮建伟 张 乐 主 编
李险峰 审 校

Siemens PLM大学计划教程



- ※ 权威性 西门子数字人因工程分析的经典教程
- ※ 前瞻性 无论从教学还是科研角度，都紧密结合国际前沿技术
- ※ 理论性 在讲解作者的实际成果与体会的同时，解释理论意义和渊源背景
- ※ 实践性 结合作者多年教学、科研的实际体会，配有翔实的实例模型和视频讲解



电子工业出版社

PUBLISHING HOUSE OF ELECTRONICS INDUSTRY
<http://www.phei.com.cn>

Jack 人因工程基础及应用实例

钮建伟 张 乐 主编

李险峰 审校

電子工業出版社

Publishing House of Electronics Industry

北京 • BEIJING

内 容 简 介

本书通过操作指令与实例相结合的方式,详细介绍如何使用 Jack 人因工程软件,实现人因仿真分析功能。全书分为四大部分,分别介绍软件基础操作、静态仿真、动态仿真、人因分析功能,附录简要介绍了软件的二次开发功能。本书对软件中涉及人因工程仿真分析功能的模块均进行了详细的阐述,读者学习后,可以掌握 Jack 数字仿真和人因分析的方法,从而从事人因工程领域的研究与工作。

本书适用于从事机械设计、汽车、航空、航天、船舶、军工等重大设计领域的专业人士学习,也适合工业工程、车辆工程、机械工程、安全工程、采矿工程、人因工程等专业教学使用。教师通过书中的例题可以对学生进行详细的指导。

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

Jack 人因工程基础及应用实例/钮建伟,张乐主编. —北京:电子工业出版社,2012.6
ISBN 978-7-121-16893-2

I. ①J… II. ①钮… ②张… III. ①人因工程 IV. ①TB18

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2012)第 084931 号

策划编辑:许存权

责任编辑:许存权 特约编辑:刘丽丽 王 燕

印 刷:涿州市京南印刷厂

装 订:

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:787×1092 1/16 印张:17.75 字数:454 千字

印 次:2012 年 6 月第 1 次印刷

印 数:4 000 册 定价:46.00 元(含 DVD 光盘 1 张)

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。

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

服务热线:(010) 88258888。

前 言

Simens Jack 7.1 (简称 Jack) 是西门子工业软件有限公司 (原 UGS 公司) 旗下的一款人因工程分析软件。Jack 最初由宾夕法尼亚大学的人体建模和仿真中心 (Center for Human Modeling and Simulation at the University of Pennsylvania) 于 1995 年研制开发, 再经西门子工业软件有限公司进行商业化运作。经过十几年的研究改进, 该软件现已成为集三维仿真、数字人体建模、人因工效分析等主要功能于一体的高端仿真软件。Jack 作为一个实时可视化仿真系统, 能够导入用户自行创建的 CAD 三维模型, 构建仿真环境; 引入具有生物力学特性的三维人体模型; 给数字人指派任务; 通过数字人行为仿真分析获取有价值的信息。Jack 7.1 在之前版本的基础上更新了数字人模型, 添加了日本和韩国人体数据库, 方便亚洲地区黄种人的人因分析。此外, 还对测量系统、人体姿势控制工具、手部姿势控制工具、【TSB】、【Animation】(动画) 等命令进行了改善, 使得仿真系统更为逼真, 分析更加细化。

本书以 Jack 为基础, 介绍了 Jack 人因工程软件的常用命令, 包括使用界面操作技巧、系统仿真的制作方法, 以及人因分析工具的运用。对于 Jack 软件的初级用户, 本书提供了大量仿真分析操作实例, 可以迅速上手操作。

本书分为四大部分, 第一部分主要介绍 Jack 的界面和基本操作, 是成功应用软件的基础; 第二部分介绍如何通过静态仿真创建真实感极高的虚拟环境, 作为动态仿真和人因分析的基础; 第三部分介绍如何实现实时的动态仿真; 第四部分对 Jack 强大的人因分析功能进行了详细介绍。附录中介绍了本书配套光盘的使用方式, 以及软件二次开发技术。本书不仅讲述三维数字仿真的制作方法, 还详细阐述了人因仿真分析的理论知识, 以及数据处理方式, 属于比较全面的人因工程教程。每个章节均有例题形式的讲解, 使读者能够边练习功能的使用方式, 边熟悉操作过程。

本书对仿真创建过程进行了详细的解释, 仿真实例涉及软件各个功能的运用, 方便读者上手软件操作。同时, 本书提供一定篇幅人因工程分析的理论知识, 帮助读者开阔思路。读者可以按照本书的步骤进行学习。即使是对人因工程不熟悉的读者, 通过本书的学习, 也可以进行人因工程领域的研究与工作。

人因工程分析不仅对于重大设备、军用设备、昂贵设备等非常重要, 而且在简单的工业产品, 以及工业流程中也有着举足轻重的地位。通过在数字三维环境中对产品或者流程的模型进行分析, 可以减少研发设计成本、缩短工期、提高效率。Jack 广泛运用于人因工程分析学领域, 可以制作实时仿真并且对仿真进行人因分析。由于 Jack 包含各类型的三维人体模型, 可以导入 CAD 建模的实体模型而创建出任意仿真环境, 并且提供可达域分析、三维人体测量分析、车辆分析、人物分析等分析工具, 因此, 其仿真功能常用于工业、制造业、服务业、军事行业等领域。

作为一个强大的仿真系统和人因工效分析软件, Jack 却较少在中国运用, 主要是由于缺少软件的中文版教材。为此, 为服务于广大渴求拥有仿真与人因工效分析功能软件的大众, 本书应运而生。书中运用软件自身提供的教学库作为教学基础, 此外还添加了编者自身的操作经验, 以及针对初学者入门所需要的练习, 可使读者迅速上手。本书附带的光盘中还附送



视频教程，通过视频教程和书籍内容的交互学习，可以更直观地了解软件的应用。

在此，特别感谢西门子工业软件（上海）有限公司的大力支持，特别是刘明孝经理、李险峰经理为本书的顺利出版给予了极大的热情和无私支持。同时感谢电子工业出版社的许存权编辑为本书的顺利出版付出的辛勤工作。也要感谢家人、同事及学生们，正是他们给予了大量的帮助和鼓励，才使本书能够完成。感谢常年在 Jack 软件和人因工程领域进行研究的专家学者们，特别是北京亿特克特科技有限公司李大龙经理，石家庄军械工程学院郝建平主任、王松山博士、穆礼渊参谋，中国航天员中心王春慧主任、张宜静博士、田志强工程师、王政工程师，北京航空航天大学周栋博士，中国标准化研究院张欣博士、冉令华工程师、刘太杰工程师，以及其他众多支持我们的朋友为本书提出了宝贵意见和建议。

参加本书编写工作的人员有钮建伟、张乐、郭思思、徐思旸、李鑫、张晓微，具体分工如下：钮建伟和张乐担任本书主编；张乐负责第 1、9、10、11、13、14、15 章、附录 A，郭思思负责第 2、3、4 章，徐思旸负责第 5、8 章，李鑫负责第 6、7、12 章，张晓微负责附录 B。

由于时间仓促，知识水平有限，错误之处在所难免，如果读者阅读时发现错误，请与编者联系，编者不胜感激，希望就 Jack 软件的问题和广大读者继续探讨。

编 者
北京科技大学

目 录

第一部分 Jack 基本操作

第 1 章 Jack 简介	2
1.1 人因工程学基本思想	2
1.1.1 人因工程学定义	2
1.1.2 人因工程学发展历程	3
1.1.3 人因工程学思想在 Jack 中的应用	5
1.2 Jack 软件的基本内容介绍	7
1.2.1 Jack 基本结构	8
1.2.2 三维人体模型的创建	8
1.2.3 Jack 仿真环境创建	10
1.2.4 Jack 动态仿真创建	11
1.3 Jack 仿真分析实例	13
1.3.1 静态仿真创建	13
1.3.2 动态仿真创建	15
1.3.3 人因分析运用	18
第 2 章 Jack 安装与卸载	21
2.1 安装条件及要求	21
2.2 安装教程	21
2.3 Jack 卸载	23
2.4 光盘中文件的导入	24
第 3 章 Jack 界面简介	25
3.1 菜单窗口	25
3.1.1 菜单栏	26
3.1.2 工具栏	26
3.1.3 信息栏	28
3.1.4 移动控制栏	28
3.2 仿真窗口	33
3.2.1 改变视角	33
3.2.2 关联菜单	34
3.2.3 实体选取菜单	35
3.2.4 按名称查找实体	36



第 4 章	Jack 文档管理	38
4.1	Jack 基本结构	38
4.2	Jack 仿真存储	38
4.2.1	【Environment】(场景)	38
4.2.2	【Figure】(实体)	39
4.2.3	【Segment】(部分)	39
4.2.4	【Manipulations】(操纵)	40
4.2.5	【File Archiving】(压缩文档)	40
4.3	实体导入与导出	42
4.3.1	导入	42
4.3.2	导出	46
4.3.3	截取图像	47

第二部分 Jack 静态仿真

第 5 章	Jack 仿真环境编辑	50
5.1	界面实体编辑	50
5.1.1	【Undo】(撤销)	50
5.1.2	【Delete Scene】(清除场景)	50
5.1.3	【Scale】(体积)	51
5.1.4	【Materials】(材料)	53
5.1.5	【Textures】(材质)	55
5.2	系统信息设置	57
5.2.1	【Key Bindings】(快捷键设置)	57
5.2.2	【System Defaults】(系统默认)	58
第 6 章	Jack 仿真窗口设定	60
6.1	【Camera】(录像机) 相关操作	60
6.1.1	【Center All】(中心定位)	61
6.1.2	【Zoom To】(缩放到)	61
6.1.3	【View Control】(视角控制)	61
6.1.4	【Named Views】(视角命名)	63
6.2	实体的视觉编辑	63
6.2.1	【Make All Figures Visible】(所有实体可见)	63
6.2.2	【Toggle Segment Visibility】(可见性转置)	64
6.2.3	【Shade Screen】(场景实体化)	67
6.2.4	【Wireframe Scene】(场景线图化)	67
6.2.5	【Figure Projections】(实体投影)	68
6.2.6	【Textures On/Off】(纹理开关)	68



6.3	窗口的创建与调整	68
6.3.1	【Window Parameters】(视窗属性)	68
6.3.2	【Stereo Properties】(立体参数)	70
6.3.3	【Object Hierarchy】(实体列表)	70
6.3.4	【Toggle Log Windows】(日志窗口)	72
6.3.5	【Toolbars】(工具栏)	72
第 7 章	Jack 数字人创建与操纵	73
7.1	创建数字人	73
7.1.1	【Human Scaling】(人体尺寸)	74
7.1.2	标准数字人创建	75
7.1.3	精确尺寸创建	75
7.2	属性设定	78
7.2.1	【Postures】(姿势)	79
7.2.2	【Skeleton】(骨架)	81
7.3	数字人控制	82
7.3.1	【Human Control】(数字人操纵)	83
7.3.2	【Adjust Joint】(关节调整)	85
7.3.3	【Footprints】(模具)	86
7.3.4	【Eye View】(视角)	86
7.3.5	【View Cones】(视锥)	87
7.3.6	【Posture Hand】(手型)	88
7.4	姿势样例	89
7.4.1	打字样例	89
7.4.2	爬楼梯	90
7.4.3	抓取小箱子	91
7.4.4	工具使用	92
第 8 章	Jack 实体创建与操作	94
8.1	【Create】(创建)	94
8.1.1	【Site】(坐标)	94
8.1.2	【Joint】(关节)	95
8.1.3	【Node】(节点)	96
8.1.4	【Face】(面)	96
8.1.5	【Light】(光)	96
8.1.6	【CAD Objects】(CAD 实体)	97
8.1.7	【Rectangular Solid】(立方体)	97
8.1.8	【Figure from Library】(数据库实体)	98
8.2	【Modify Geometry】(修整几何体)	98
8.2.1	【Psurf】(几何)	99
8.2.2	【Merge Segment】(合并部分)	99



8.2.3	【Split Segment】(拆分部分)	100
8.2.4	【Fix Segment Orientation】(调整几何的方向)	100
8.3	属性编辑	100
8.3.1	【Figure Properties】(实体属性)	100
8.3.2	【Segment Properties】(部分属性)	103
8.3.3	【Site Properties】(坐标属性)	105
8.3.4	【Joint Properties】(关节属性)	105
8.3.5	【Face Properties】(平面属性)	105
8.3.6	【Edge Properties】(边属性)	106
8.3.7	【Node Properties】(点属性)	106
8.4	【Paths】(路径)	106
8.5	Object 中的其他操作	107
8.5.1	【Interactive Reach】(关联移动)	107
8.5.2	【Adjust Joint】(关节调整)	108
8.5.3	【Motors On/Off】(发动机开关)	109

第三部分 Jack 动态仿真

第 9 章	Jack 动画仿真	112
9.1	【Animation】(动画) 界面简介	112
9.1.1	菜单栏	113
9.1.2	工具栏	113
9.1.3	时间轴	113
9.2	【General】(动态任务)	114
9.2.1	【Figure】(实体) 动作	114
9.2.2	【Joint】(关节) 动作	115
9.2.3	【Relation】(关系) 动作	115
9.3	【Paths】(路径) 编辑	115
9.3.1	【Create Path】(创建路径)	115
9.3.2	【Figure Path】(实体路径)	116
9.4	数字人动作编辑	116
9.4.1	肢体动作编辑	116
9.4.2	【Timed Control】(时间控制)	117
9.5	【Property】(属性) 动态变化	117
9.5.1	【Color】(颜色) 动态变化	117
9.5.2	【Scale】(体积) 动态变化	118
9.6	【Camera】(录像机) 动态变换	118
9.7	动画格式处理	118
9.8	动画的导出	119
9.9	【Animation】(动画) 训练实例	120



9.9.1 观看完整动画	120
9.9.2 路径编辑	120
9.9.3 数字人动作创建	121
9.9.4 【Joint】(关节) 动作	122
9.9.5 同步控制	124
9.9.6 完成动画	124
9.9.7 【Animation】(动画) 导出	125
第 10 章 Jack TSB 动画仿真	126
10.1 【TSB】简介	126
10.1.1 【TSB】基本思想	126
10.1.2 【Actors】(角色)	128
10.1.3 【Tasks】(任务)	128
10.1.4 【Actions】(动作)	129
10.2 【TSB】模式	130
10.2.1 【Authoring mode】(编辑模式)	130
10.2.2 【Analysis mode】(分析模式)	131
10.2.3 视窗	131
10.2.4 菜单总揽	133
10.2.5 关联菜单	134
10.3 TSB 仿真创建	135
10.3.1 【Actors】(角色) 创建	135
10.3.2 【Pick】(选取)	135
10.3.3 【Moving Actors】(移动角色)	136
10.3.4 【Reporting】(报告)	136
10.4 【Posturing】(姿势变更)	140
10.4.1 【Posturing】(姿势变更) 背景	140
10.4.2 应用技术	140
10.5 【TSB】训练教程	141
10.5.1 数字人任务	141
10.5.2 实体任务	147
第 11 章 Jack 动态仿真实例	149
11.1 物流搬运系统动态仿真	149
11.1.1 仿真背景	149
11.1.2 静态仿真创建	150
11.1.3 动态仿真创建	151
11.2 中国高校宿舍睡姿仿真	157
11.2.1 仿真背景	157
11.2.2 静态仿真创建	157
11.2.3 动态仿真创建	159



11.3	医院基本护理仿真	162
11.3.1	仿真背景	162
11.3.2	静态仿真创建	162
11.3.3	动态仿真创建	164

第四部分 Jack 人因分析

第 12 章	Jack 环境测量	170
--------	-----------------	-----

12.1	测量基本方法	170
12.1.1	【Collision Detection】(碰撞检测)	170
12.1.2	【Simulation Updates】(仿真更新)	173
12.1.3	【Measure Distance】(测量距离)	173
12.1.4	【Ruler】(标尺)	174
12.1.5	【Advance Ruler】(精确标尺)	175
12.1.6	【Minimal Distance】(最小距离)	176
12.1.7	【Reach Zones】(可达域)	176
12.2	【Constraint】(约束)	177
12.2.1	【Type of Goal】(目标类型)	178
12.2.2	【Goal】(目标)	179
12.2.3	【Set Transform Location】(设定转换位置)	179
12.2.4	【End Effector Type】(终端效应类型)	179
12.2.5	【End Eff. Seg/Node/Site】(终端坐标) & 【Starting Joint】 (起始关节)	179
12.2.6	【Rooting Constraint】(启动约束)	179
12.2.7	【Orientational Relationship】(方位关系)	179
12.2.8	【Positional Relationship】(位置关系)	180
12.2.9	【Orientation&Position Weight】(方向重量定位)	180
12.2.10	【Relative Constraint Weight】(相关约束重量)	180
12.3	信息查询	182
12.3.1	【Logging】(日志)	182
12.3.2	【System Geometry Info】(系统图形信息)	182

第 13 章	Jack OPT 工具简介	183
--------	---------------------	-----

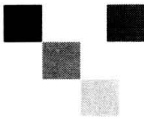
13.1	【SAE Packaging Guidelines】(座椅指示)	184
13.1.1	【Origin】(初始)界面介绍	184
13.1.2	【Vehicle】(车辆)界面简介	186
13.1.3	【Occupant】(乘员)界面简介	190
13.1.4	【Derived Values】(驾驶数据)界面简介	190
13.1.5	分析结果	192
13.1.6	局限性	195
13.1.7	科学依据	195



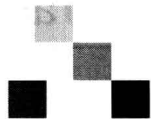
13.2	【Posture Prediction】(姿势预测)	196
13.2.1	【Task Entry】(任务创建) 界面	196
13.2.2	【Analysis Summary】(分析) 界面	200
13.2.3	【Limb Constraints】(四肢约束) 界面	201
13.3	【Comfort Assessment】(舒适度分析)	202
13.3.1	【Analysis】(分析) 界面	202
13.3.2	【Define Custom】(用户自定义)	205
13.3.3	【Reference】(参考)	206
13.3.4	【Joint Angles】(关节角度)	208
第 14 章	Jack 可视域分析简介	209
14.1	【Obscuration Zones】(障碍域)	209
14.1.1	障碍平面定义	210
14.1.2	障碍域类型	212
14.1.3	【SAE Vision Points】(SAE 视点)	214
14.1.4	实例练习	216
14.2	【Reflection Zones】(反射域)	218
14.2.1	控制命令	218
14.2.2	实例练习	218
14.3	【Coverage Zones】(覆盖域)	219
14.3.1	控制命令简介	219
14.3.2	实例练习	220
14.4	【Vision Geometry Generator】(视域生成器)	221
14.4.1	控制命令简介	222
14.4.2	【Human】(数字人) 界面	222
14.4.3	【Vehicle】(车辆) & 【Posturing】(姿势) 界面	223
14.4.4	【Vision Geometry】(视域) 界面	223
14.5	【Vision Geometry Viewer】(视域观测)	224
第 15 章	Jack TAT 工具简介	225
15.1	【Lower Back Analysis】(下背部分析) 工具	225
15.1.1	基本操作介绍	226
15.1.2	【Watchdog】(监视器)	229
15.1.3	【Reports】(报告)	231
15.2	【Static Strength Prediction】(静态强度预测)	232
15.2.1	基本操作	232
15.2.2	图表分析	233
15.2.3	【Watchdog】(监视器)	234
15.2.4	【Reports】(报告)	235
15.3	【NIOSH】(搬运受力分析)	236
15.3.1	基本设定	237



15.3.2	【Analysis Summary】(分析结论)	239
15.3.3	【Reports】(报告)	241
15.4	【Metabolic Energy Expenditure】(新陈代谢分析)	242
15.4.1	基本操作	243
15.4.2	【Analysis Summary】(分析结论)	245
15.5	【Fatigue and Recovery】(疲劳恢复分析)	247
15.5.1	基本操作	248
15.5.2	【Analysis Summary】(分析结论)	250
15.5.3	【Real Time】(实时数据)	252
15.6	【Ovako Working Posture Analysis】(工作姿势分析)	253
15.6.1	基本操作	254
15.6.2	【Analysis Summary】(分析结论)	254
15.7	【Rapid Upper Limb Assessment】(快速上肢分析)	255
15.7.1	基本操作	256
15.7.2	【Reports】(报告)	257
15.8	【Manual Handling Limits】(手工操作极限)	258
15.8.1	基本操作	258
15.8.2	【Reports】(报告)	260
15.9	【Predetermined Time Standard】(工作时间)	260
15.9.1	基本操作	261
15.9.2	【Reports】(报告)	264
15.10	【ForceSolver】(受力分析)	265
15.10.1	基本操作	266
15.10.2	结论分析	268
附录 A		269
附录 B		270



第一部分 Jack 基本操作



第一部分介绍 Jack 的人因分析原理和基本视窗操作。建议每位读者认真阅读第 1 章，该章介绍了人因工程最基本的理论知识。Jack 操作简便，初学者可以很快入门。经验丰富的人因分析人员通过学习第 1 章可以明确 Jack 与其他人因工程软件的区别。

针对 Jack 的安装方式和卸载过程进行讲解。指导如何在 Windows 操作系统中安装 Jack，并明确对系统的最低要求。

对菜单窗口上的命令控件和仿真窗口中的视角转换进行详细的介绍。其中，重点在于各个菜单的使用方式，是静态仿真的基础。

阐述了最基本的命令——仿真的打开和存储，并且指导如何导入和导出外部 CAD 模型。运用外部 CAD 模型创建多样化的虚拟环境是仿真的关键。

为方便读者了解如何进行 Jack 的基本操作，本书在附送的光碟中收录了对本章内容的视频教程。视频教程主要是通过向读者展示基本操作的使用方式。视屏保存在【video training1】字样的文件中。

阅读了第一部分就能够了解 Jack 的应用思路，可以阅读、理解其他 Jack 仿真分析命令并且创建简单的 Jack 静态仿真。

第1章

Jack 简介



在本章中，读者可以学习到人因工程和仿真分析方面的基础知识。本章分为两个部分，第一部分主要介绍人因工程的发展概况，以及人因分析的基本思路；第二部分则是通过一个实例展示如何运用 Jack 进行人因仿真分析。

对于刚进入人因工程研究领域的读者，可以通过对本章节的学习了解国内外人因工程的发展概况，更为重要的是可以学习到 Jack 仿真分析所必须具备的人因工程学思想。与此同时，Jack 的初学用户可以通过一个简单的操作实例，一次性了解 Jack 中创建静态仿真、动态仿真和人因分析的过程。

即使是对 Jack 人因工程有些许了解的读者，也可以通过本章的阅读对 Jack 有新的认识，加深自身对人因工程的理解。

1.1 人因工程学基本思想

要想熟练掌握 Jack，首先需要了解人因工程学的基本思想，同时还要掌握仿真分析的基本思想。人因工程是一门新兴的交叉学科，涉及学科有生理学、解剖学、工程学、心理学等，应用领域十分广泛。其主要思想就是通过分析某行业的工作人员执行某项工作或者对某个产品进行使用，了解该工作过程和产品操作过程是否会对工作人员的身体机能造成负面的影响，并且利用相关学科的知识对工作过程和产品设计进行改进。

本书对该学科进行较为详细的介绍，旨在让读者了解 Jack 软件的使用目的基于人因学。希望通过向读者展示两者在国内的发展情况及未来的前景，吸引更多读者参与到人因工程学科建设当中。

1.1.1 人因工程学定义

人因工程学又称工效学、人机工程学、人类工效学、人体工学、人因学，是一门重要的工程技术学科。人因工程学是以人的生理、心理特征为依据，应用系统工程的观点，分析研究人与机械、人与环境，以及机械与环境之间的相互作用，为设计操作简便省力、安全、舒适，人一机-环境的配合达到最佳状态的工程系统提供理论和方法的学科。其中，侧重于研究人对环境的精神认知称为认知人因学（Cognitive Ergonomics），而侧重于研究环境施加给人的物理影响称为生理人因学（Physical Ergonomic）。Jack 就是着重研究生理人因学的人因工程软件。



Ergonomics 一词是由希腊词根“ergon”（意思是工作、劳动）和“nomos”（意思是规律、规则）复合而成，本义是人的劳动规律。而在世界范围内，人因工程学的命名并不统一，不过有少数命名法被人们广泛采用。在中国大陆，“人机工程学”、“工效学”，以及“工程心理学”都被不同领域的研究者所使用。近年来，“人因学”的使用有增多的趋势。

对于该学科，如今并没用统一的定义。我国朱祖祥教授主编的《人类工效学》一书中所下的定义是“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与生活的科学。因此，人类工效学主要研究人的工作优化问题。”《中国企业管理百科全书》将人因工程学定义为研究人和机器、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、健康和舒适的目的。

国外早期的人因工程协会也对人因工程有独到的定义。美国人因工程学会提出人因工程，即探讨和应用人类行为、能力本能极限和其他特性等相关信息来设计机器、系统，以及一切周遭环境，使之按照人的特性设计和改进人-机-环境系统的科学。前苏联学者对其定义为研究人在生产过程中的可能性、劳动活动的方式、劳动的组织安排，从而提高人的工作效率，同时创造舒适和安全的劳动环境，保障劳动人民的健康，使人在生理上和心理上都得到全面发展的一门学科。

然而各国大多数学者所认同的是国际人类工效学学会（International Ergonomics Association）的定义：

“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。

人因工程学有两个重要研究方向：工作环境工效及产品工效。前者目标主要为设计和设定工作者的工作环境，以减少工作者的工作压力并提高工作效率。后者为产品设计提出友善的操作界面，以及舒适的外形设计，以此提高用户的舒适度和加入美学的设计因素。通常在工作环境工效中会把工作者视作独立个体而进行设计。与之相对应的，在产品工效设计中，使用者会以人体模型的形式出现，此时设计者需要对人体生理和心理因素变化有所考虑（例如，手臂长度的均值和方差数据）。作为专业的人因工程软件，Jack 同时可以对工作环境和产品工效进行分析，使人因工程领域的两大问题得到有效的解决。

1.1.2 人因工程学发展历程

1. 人因工程学的萌芽时期（20 世纪初）

20 世纪初，有工业工程之父之称的泰勒（Frederick Winslow Taylor, 1856—1915）进行了著名的搬运生铁实验和铁铲实验，还对工人的操作进行了时间研究，改进操作方法，制定标准时间，在不增加劳动强度的条件下提高了工作效率。与泰勒同期的吉尔布雷斯夫妇（Frank Bunker Gilbreth, 1868—1924, & Lillian Moller Gilbreth, 1878—1972）开展了动作研究，创



立了通过动素分析改进操作动作的方法。在这一时期，称为“工业心理学之父”的德国心理学家闵斯特伯格（Hugo Munsterberg, 1863—1916）倡导将心理学应用于生产实践，其代表作是《心理学与工业效率》，提出了心理学对人在工作中的适应与提高效率的重要性。

20 世纪初，虽然已孕育着人因工程学的思想萌芽，但人机关系总的特点是以机器为中心，通过选拔和培训使人去适应机器。由于机器进步很快，使人难以适应，因此，伤害人身心的问题大量存在。

2. 人因工程学的兴起时期（第一次世界大战至第二次世界大战之前）

第一次世界大战为工作效率研究提供了重要背景。该阶段主要研究如何减轻疲劳及人对机器的适应问题。

自 1924 年开始，梅奥·乔治艾顿（George Elton Mayo, 1880—1949）在美国芝加哥西方电气公司的霍桑工厂进行了长达 8 年的“霍桑实验”，这是对人的工作效率研究中的一个重要里程碑。实验得到的结论是工作效率不仅受物理的、生理的因素影响，还发现组织因素、工作气氛和人际关系等都是不容忽视的因素。

3. 人因工程学的成长时期（第二次世界大战至 20 世纪 60 年代）

第二次世界大战以前，人与机器装备的匹配，主要是通过选拔和培训，使人去适应机器装备。第二次世界大战期间，由于战争的需要，首先在军事领域开始了与设计相关学科的综合研究与应用，使人适应机器转入到使机器适应人的新阶段。第二次世界大战结束时，本学科研究与应用逐渐从军事领域向工业等领域发展，并逐步应用军事领域的研究成果解决工业与工程设计中的问题。

此外，美国、日本和欧洲的许多国家先后成立了学会。为了加强国际间的交流，1960 年，正式成立了国际人类工效学会（IEA），标志着该学科已发展成熟，该组织为推动各国的人因工程发展起了重要作用。

4. 人因工程学的发展时期（20 世纪 60 年以后）

人因工程学进入了一个新的发展时期。这个时期人因工程学的发展有三大基本趋势。

（1）研究领域不断扩大。

研究领域扩大到人与工程设施、人与生产制造、人与技术工艺、人与方法标准、人与生活服务、人与组织管理等要素的相互协调适应上。

（2）应用范围越来越广泛。

应用扩展到社会各行各业：人类生活的各个领域，如衣、食、住、行、学习、工作、文化、体育、休息等各种设施用具的科学化、宜人化。

（3）在高新技术领域中发挥特殊作用。

高技术与人类社会往往产生不协调的问题，只有综合应用包括人因工程在内的交叉学科理论和技术，才能使高技术与固有技术的长处很好结合，协调人的多种价值目标，有效处理高技术社会的各种问题。

5. 我国人因工程学的发展

中国最早开展工作效率研究的是心理学家。1935 年，清华大学陈立先生出版了《工业心理学概论》，这是我国最早系统地介绍工业心理学的著作。