

人体工程学

田树涛 主编



- 贴近人文理念与现代生活
- 用最基础的理论阐述人性化设计与人体尺寸的数理关系
- 用最实际的案例诠释人体工程学与现实生活的密切联系



北京大学出版社
PEKING UNIVERSITY PRESS

21 世纪全国高职高专艺术设计系列技能型规划教材

人体工程学

主 编 田树涛
副主编 金 玲
主 审 杨丽君



北京大学出版社
PEKING UNIVERSITY PRESS

内 容 简 介

本书按照高职高专教学特点与需要进行编写,对人体工程学的基本理论做了系统而简明的介绍,对人体工程学使用知识进行了较为详细的阐述。全书内容包括概述、人体测量与数据应用、人体动作空间、人的感知觉、人体运动系统、人体心理和行为习性、作业岗位与作业空间、人体工程学与家具设计、信息界面设计以及附录一人体工程学应用案例和附录二室内与家具设计的基本尺寸。

本书以人机环境系统的基础知识为出发点,全面、系统地介绍了人体工程学在室内设计和安全工程技术中的基本知识和概念,并通过实例介绍来诠释基本理论和设计方法。

本书既可作为高职高专院校室内设计专业、安全工程技术专业以及其他相关专业的教学用书,也可供从事建筑设计、环境艺术设计等领域工作的人员参考使用。

图书在版编目(CIP)数据

人体工程学/田树涛主编. —北京:北京大学出版社, 2012. 10

(21世纪全国高职高专艺术设计系列技能型规划教材)

ISBN 978-7-301-21312-4

I. ①人… II. ①田… III. ①工效学—高等职业教育—教材 IV. ①TB18

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2012)第 230415 号

书 名: 人体工程学

著作责任者: 田树涛 主编

策 划 编 辑: 张永见

责 任 编 辑: 孙 明 李瑞芳

标 准 书 号: ISBN 978-7-301-21312-4/J·0468

出 版 者: 北京大学出版社

地 址: 北京市海淀区成府路 205 号 100871

网 址: <http://www.pup.cn> <http://www.pup6.cn>

电 话: 邮购部 62752015 发行部 62750672 编辑部 62750667 出版部 62754962

电 子 邮 箱: pup_6@163.com

印 刷 者: 河北滦县鑫华书刊印刷厂

发 行 者: 北京大学出版社

经 销 者: 新华书店

787 毫米×1092 毫米 16 开本 13.5 印张 彩插 2 311 千字

2012 年 10 月第 1 版 2012 年 10 月第 1 次印刷

定 价: 32.00 元

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

举报电话: 010-62752024

电子邮箱: fd@pup.pku.edu.cn

前 言

人体工程学又称人机工程学，是近几十年内发展起来的一门交叉性学科。随着科学技术的进步和人类社会的发展，各行各业越来越重视人体工程学的应用。人体工程学在许多专业也得到了广泛的应用。

全书共分9章，内容包括概述、人体测量与数据应用、人体动作空间、人的感知觉、人体运动系统、人体心理和行为习性、作业岗位与作业空间、人体工程学与家具设计、信息界面设计。其中，第1章概述中的第1.6节人体工程学与室内设计、第3章人体动作空间中的第3节居住行为与室内空间、第8章人体工程学与家具设计的内容主要适用于室内设计专业的学生来学习，而对于第9章信息界面设计则主要适用于安全技术专业的学生学习，对于本书其他章节的内容，则适应于所有专业的学生学习。

本书的编写人员长期从事设计专业理论教学工作，以及参与过相关设计工程的实践。本书由甘肃建筑职业技术学院田树涛副教授担任主编，金玲担任副主编，杨丽君副教授主审，其中，由田树涛策划、领衔编写，杨丽君编写绪论、第1章，金玲编写第2~9章。

本课程建议安排68学时，通过理论教学和实践教学，使学生掌握人体工程学的基本理论和实践方法，各个学校可根据情况结合不同专业灵活安排。具体的课时分配建议如下：

教学单元	课程内容	学时分配		
		总学时	理论教学	实践教学
第1章	概述	4	4	
第2章	人体测量与数据应用	6	4	2
第3章	人体动作空间	8	8	
第4章	人的感知觉	12	10	2
第5章	人体运动系统	6	6	
第6章	人体心理和行为习性	8	8	
第7章	作业岗位与作业空间	8	8	
第8章	人体工程学与家具设计	8	4	4
第9章	信息界面设计	8	8	
合 计		68	60	8

由于本书所涉及的知识面较为广泛，加之编者水平有限，书中不妥之处在所难免，敬请读者批评指正。

编 者

2012年9月

目 录

第 1 章 概述	1
1.1 人体工程学的学科命名及定义	2
1.2 人体工程学的起源与发展	4
1.3 人体工程学研究的内容	8
1.4 人体工程学的研究方法	12
1.5 人机关系与人机系统概述	14
1.6 人体工程学与室内设计	16
习题	19
第 2 章 人体测量与数据应用	21
2.1 人体测量的基本知识	22
2.2 人体测量中的主要统计函数	29
2.3 人体尺寸	34
2.4 人体各关节的活动角度	41
2.5 常用人体测量数据的应用	45
2.6 影响人体尺寸差异的因素	55
2.7 人体尺寸运用中应注意的问题	59
习题	62
第 3 章 人体动作空间	64
3.1 肢体活动范围	65
3.2 人体活动空间	72
3.3 居住行为与室内空间	81
习题	94
第 4 章 人的感知觉	95
4.1 感觉和知觉	96
4.2 视觉机能及其特征	102
4.3 听觉机能及特性	110
4.4 其他感觉机能及其特征	113
习题	114
第 5 章 人体运动系统	115
5.1 骨骼系统	116
5.2 肌肉系统	118
习题	122
第 6 章 人体心理和行为习性	123
6.1 外部空间中人的行为习性	124
6.2 个人空间	126
6.3 领域性	132
6.4 非理智行为的心理因素	133
习题	135
第 7 章 作业岗位与作业空间	137
7.1 作业岗位	138
7.2 作业空间分析	147
习题	149
第 8 章 人体工程学与家具设计	150
8.1 坐卧类家具	151
8.2 凭倚类家具的功能设计	167
8.3 储藏类家具的功能设计	170
习题	174
第 9 章 信息界面设计	176
9.1 显示装置的类型与设计原则	177
9.2 显示仪表的设计	178
9.3 信号显示设计	186
9.4 操纵装置设计	189
习题	192
附录一 人体工程学应用案例	194
附录二 室内与家具设计的基本尺寸	203
参考文献	207



第 章

概 述

目的与要求

通过本章的学习，使学生熟悉和掌握人体工程学的定义、任务和研究内容，了解人体工程学的研究步骤与方法以及人体工程学体系。

内容与重点

本章主要介绍人体工程学的定义、人体工程学的发展史、人体工程学的任务和研究内容、人体工程学的研究步骤与方法、人体工程学体系。重点掌握人体工程学的定义、任务和研究内容。



汽车左驾右行的由来

早在马车时代，欧洲大陆的人和车都有右行的习惯。欧洲从古罗马到中世纪一直到法国大革命前，在道路中尤其是贵族一直以左行为主，左行带有特权的意味。法国大革命后，靠右行就带有了革命的意味，逐渐流行。拿破仑上台以后，也推行右行制度，所以凡被拿破仑征服的国家都实行右行制，其中包括汽车的发源地德国。随着汽车速度的加快，排档及刹车成为必需的部件，当时的技术无法将这些复杂的部件安装在驾驶舱内，而是安装在车身外侧。据统计，90%以上的人习惯使用右手，为准确安全地使用排档和刹车，设计师自然将驾驶座设定在右边。另外，汽车问世初期，车主大部分是有钱人，雇用司机驾车，右驾右行主要是方便司机下车为车主开门。

1.1 人体工程学的学科命名及定义

人体工程学(Man - Machine Engineering)又称人机工程学或人机工效学，是研究人、机械及其工作环境之间相互作用的学科，它是第二次世界大战后发展起来的一门新兴学科。

人体工程学在其自身的发展过程中，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，它具有现代各门新兴边缘学科共有的特点，如学科命名多样化、学科定义不统一、学科边界模糊、学科内容综合性强、学科应用范围广泛等。

1.1.1 学科的命名

由于该学科研究和应用的范围极其广泛，它所涉及的各学科、各领域的专家、学者都试图从自身的角度来给本学科命名和下定义，因而世界各国对本学科的命名不尽相同，即使同一个国家对本学科名称的提法也很不统一，甚至有很大差别。

例如，该学科在美国称为“Human Engineering”(人类工程学)或“Human Factors Engineering”(人的因素工程学/人类因素工程学)；西欧国家多称为“Ergonomics”(人类工效学/人体工程学/人类工程学)；而其他国家称为工程心理学(前苏联)、人体工程学、人间学(日本)、人类功效学、人机控制学等，但是大多引用西欧的名称。

“Ergonomics”一词是1857年由波兰教授雅斯特莱鲍夫斯基提出，它由两个希腊词根“ergon”(即工作、劳动)和“nomics”(即规律、规则)复合而成，其本义为人的劳动规律。人们普遍认为人体工程学最早是由泰罗提出来的，实际上是由波兰教授雅斯特莱鲍夫斯基提出的。由于该词能够较全面反映本学科的本质，又源自希腊文，便于各国语言翻译上的统一，而且词义保持中立性，不显露它对各组成学科的亲密和间疏，因此，目前较多

的国家采用“Ergonomics”一词作为该学科命名并且已被国际标准化组织采用。

人体工程学在我国起步较晚，名称繁多，除普遍采用人体工程学外，常见的名称还有：人一机—环境系统工程、人机工程学、人类工效学、人类工程学、工程心理学、宜人学、人的因素等。不同的名称，其研究重点略有差别。

1.1.2 学科的定义

与该学科的命名一样，对本学科所下的定义也不统一，而且随着学科的发展，其定义也在不断发生变化。

国际人类工效学学会(International Ergonomics Association, IEA)为本学科所下的定义是最有权威、最全面的定义，即人体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；研究人、机器及环境的相互作用；研究人在工作、家庭生活中和休假时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。

《中国企业管理百科全书》中对人体工程学所下的定义为：人体工程学是研究人和机器、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、心理特点，达到在生产中提高效率、安全、健康和舒适的目的。

简而言之，人体工程学的研究对象是人、机、环境的相互关系，研究的目的是如何达到安全、健康、舒适和工作效率的最优化。

结合国内本学科发展的具体情况，我国1979年出版的《辞海》中对人体工程学给出了如下的定义，即人体工程学是一门新兴的边缘学科，它是运用人体测量学、生理学、心理学和生物力学以及工程学等学科的研究方法和手段，综合地进行人体结构、功能、心理以及力学等问题研究的学科，用以设计使操作者能发挥最大效能的机械、仪器和控制装置，并研究控制台上各个仪表的最适位置。

一般认为，人体工程学是以人的生理、心理特性为依据，应用系统工程的观点，分析研究人与产品、人与环境以及产品与环境之间的相互作用，并为设计出操作简便省力、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。

人体工程学是研究“人一机—环境”系统中人、机、环境三大要素之间的关系，为解决该系统中人的效能、健康问题提供理论与方法的科学。

为了进一步说明定义，需要对定义中提到的几个概念：人、机、环境，作以下几点解释。

“人”是指作业者或使用人，包括人的心理、生理特征，人适应机器和环境的能力。

“机”泛指人可操作和使用的物体，可以是机器，也可以是用具或生活用品、设施、计算机软件等各种与人发生关系的一切事物。对于不同的专业，“机”的含义有所不同，例如，在室内设计中“人一机—环境”系统中的“机”主要指各类家具及与人关系密切的建筑构件，如门、窗、栏杆、楼梯等。而在人体工程学的的一个分支——安全人体工程学(安全人体工程学是运用人体工程学的原理及工程技术理论来研究和揭示人机系统中的安



全特性，是立足于对人在作业过程中的保护，确保安全生产和生活的一门学科)中，“机”主要是指机械设备和设施。

“环境”是指人与机共处的环境，指人们工作和生活的环境。

“人—机—环境系统”是指由共处于同一时间和空间的人与其所使用的机以及它们所处的周围环境所构成的系统，简称人—机系统。

“人—机—环境”之间的关系：相互依存、相互作用、相互制约。

人体工程学的任务：使机器的设计和环境条件的设计适应于人，以保证人的操作简便省力、迅速准确、安全舒适，心情愉快，充分发挥人、机效能，使整个系统获得最佳经济效益和社会效益。

对于人体工程学我们应该掌握以下两点。

第一，人体工程学是在人与机器、人与环境不协调，甚至存在严重矛盾这样一个历史条件下逐渐形成并建立起来的，今天仍在不断发展。

第二，人体工程学研究的重点是系统中的人。

人体工程学在解决系统中人的问题上，主要有两条途径：一是使机器、环境适应于人；二是通过最佳的训练方法，使人适应与机器和环境。

从上述本学科的命名和定义来看，尽管学科名称多样、定义各异，但是本学科在研究对象、研究方法、理论体系等方面并不存在根本上的区别。这正是人体工程学作为一门独立的学科存在的理由；同时也充分体现了学科边界模糊、学科内容综合性强、涉及面广等特点。

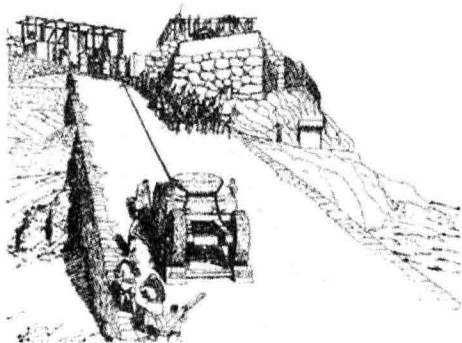
另外，在不同的研究和应用领域中，带有侧重点和倾向性的定义很多，这里不再一一介绍。

1.2 人体工程学的起源与发展

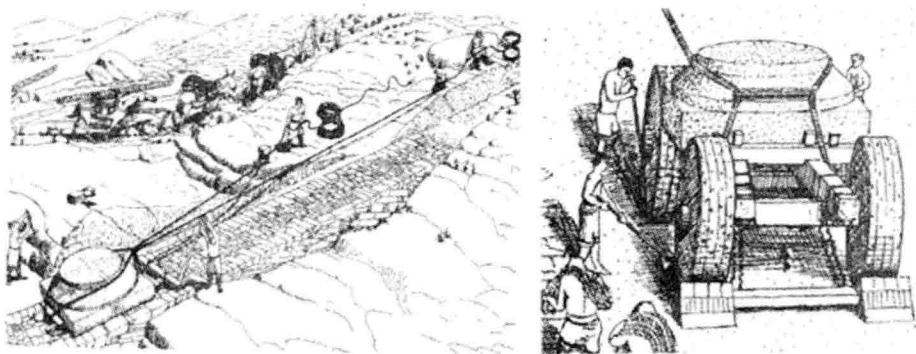


引例

古希腊人机工学——运载马车



刹车系统:



提到人体工程学,人们就会不由自主地把它和工业化、现代化联系起来,但它的产生并不是突然的,回溯历史,在人类发展的每个阶段都影印着人体工程学的潜在意识,只是人们还不知道对它进行归纳总结,形成文字性的理论。正是在人们的创造与劳动中,人体工程学的潜在意识开始产生,人体工程学的知识和总结是在人们的劳动和实践中产生,并伴随着人类技术水平和文明程度的提高而不断发展完善的。

英国是世界上开展人体工程学研究最早的国家,但本学科的奠基性工作实际上是在美国完成的。所以,人体工程学有“起源于欧洲,形成于美国”之说。虽然本学科的起源可以追溯到20世纪初期,但作为一门独立的学科仅有60多年历史,在其形成与发展史中大致经历了以下几个阶段。

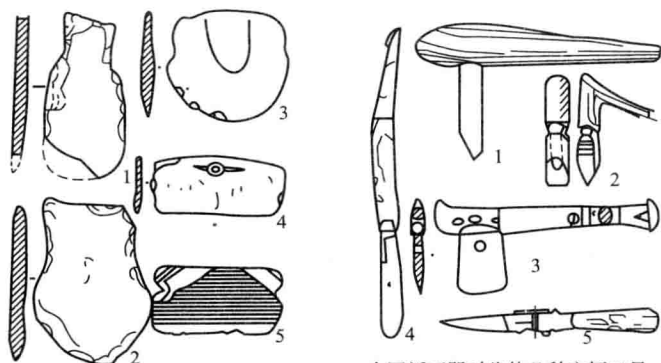
1.2.1 原始时期——原始的人机关系——人与器具

实际上自从有了人类和与之同时诞生的人类文明,人们就一直在不断地改进自己的生活质量和生活效能。即使是在遥远的上古时代,人们依然能从那些尘封已久的文物中感受到它的存在。正是这些在历史发展中不断积累起来的经验,对日后产生的人体工程学奠定了非常重要的基础。自从有了人类,有了人类文明,人们就一直在不断改进自己的生活。

例如,旧石器时代制造的石器多为粗糙的打制石器,造型也多为自然的,经常对人的肢体造成伤害,棱角分明,不太适于人的使用;而新石器时代的石器多为磨制石器,表面柔和光滑,造型也更适于人的使用。人类学会了选择石块打制成石刀、石矛、石箭等各种工具,从而产生了原始的人机关系,如图1.1所示。

1.2.2 19世纪末至第一次世界大战期间——人体工程学萌芽阶段

19世纪末20世纪初,有着“科学管理之父”美誉的美国学者F. W. 泰勒(Frederick W. Taylor)在传统管理方法的基础上,首创了新的管理方法和理论,并据此制订了一整套以提高工作效率为目的的操作方法,被称为“泰勒制”。他考虑了人使用的机器、工具、材料及作业环境的标准化问题。例如,他曾经研究过铲子的最佳形状、重量,研究过如何



仰韶文化的农业工具:

- ①大河村遗址出土的有肩石铲
- ②、③北首岭遗址出土的石铲
- ④庙底沟遗址出土的穿孔石刀
- ⑤庙底沟遗址出土的陶刀

中国新石器时代的几种安柄工具:

- ①弹诸遗址出土的带木柄有段石铤
- ②河姆渡遗址出土的石铤和曲尺形木柄的安接
- ③青墩遗址中层出土的陶质带柄穿孔斧
- ④鸳鸯池遗址出土的石刃骨柄刀
- ⑤鸳鸯池遗址出土的石刃骨柄匕首

图 1.1 石器造型

减少由于动作不合理而引起的疲劳等。其后，随着生产规模的扩大和科学技术的进步，科学管理的内容不断充实丰富，其中动作时间研究、工作流程与工作方法分析、工具设计、装备布置等，都涉及人和机器、人和环境的关系问题，而且都与如何提高人的工作效率有关，其中有些原则至今对人体工程学研究仍有一定意义。因此，人们认为他的科学管理方法和理论是后来人体工程学发展的奠基石。

泰勒的这些重要试验影响很大，而且成为后来人体工程学的重要分支，即所谓“时间与动作的研究”的主要内容。特别是泰勒的研究成果，在 20 世纪初成了美国和欧洲一些国家为了提高劳动生产率而推行的“泰勒制”。

从泰勒的科学管理方法和理论的形成到第二次世界大战之前，被称为经验人体工程学的发展阶段。这一阶段主要研究的内容是：研究每一职业的要求；利用测试来选择工人和安排工作；规划利用人力的最好方法；制订培训方案，使人力得到最有效的发挥；研究最优良的工作条件；研究最好的管理组织形式；研究工作动机，促进工人和管理者之间的通力合作。

在经验人体工程学发展阶段，研究者大都是心理学家，由于当时该学科的研究偏重于心理学方面，因而在这一阶段大多称本学科为“应用实验心理学”。学科发展的主要特点是：机械设计的主要着眼点在于力学、电学、热力学等工程技术方面的原理设计上，在人机关系上是以选择和培训操作者为主，使人适应于机器。在这期间有三项著名的研究试验。

(1) 肌肉疲劳试验。1884 年，德国学者莫索(A. Mosso)对人体劳动疲劳进行了试验研究。对作业的人体通以微电流，随着人体疲劳程度的变化，电流也随之变化，这样用不同的电信号来反映人的疲劳程度。这一试验研究为以后的“劳动科学”打下了基础。

(2) 铁锹作业试验。1898 年美国学者泰勒(F. W. Taylor)对铁锹的使用效率进行了研究。他用形状相同而铲量分别为 5kg、10kg、17kg 和 30kg 的四种铁锹去铲同一堆煤，虽

然 17kg 和 30kg 的铁锹每次铲量大,但实验结果表明,铲煤量为 10kg 的铁锹作业效率最高。他做了许多试验,终于找出了铁锹的最佳设计和搬运煤屑、铁屑、砂子和铁矿石等松散粒状材料时每一铲的最适当的重量。这就是人体工程学著名的“铁锹作业试验”。

(3) 砌砖作业试验。1911 年吉尔伯勒斯(F. B. Gilreth)对美国建筑工人砌砖作业进行了试验研究。他用快速摄影机把工人的砌砖动作拍摄了下来,然后对动作进行分析,去掉多余无效动作,最终提高了工作效率,使工人砌砖速度由当时的每小时 120 块提高到每小时 350 块。

经验人体工程学一直延续到第二次世界大战之前。当时,人们所从事的劳动在复杂程度和负荷量上都有了很大变化,因而改革工具、改善劳动条件和提高劳动效率成为最迫切的问题。研究者对经验人体工程学所面临的问题进行了科学的研究,并促使经验人体工程学进入科学人体工程学阶段。

1.2.3 第二次世界大战期间——人体工程学的形成阶段

第二次世界大战期间是本学科发展的第二阶段。在这个阶段中,由于战争的需要,许多国家大力发展效能高、威力大的新式武器和装备,期望以技术的优势来决定战争的胜负,而忽视了其中“人的因素”,因而由于操作失误而导致失败的教训屡见不鲜。例如,由于战斗机中座舱及仪表位置设计不当,造成飞行员误读仪表和误用操纵器而导致意外事故;或由于操作复杂、不灵活和不符合人的生理尺寸而造成战斗中命中率低等现象经常发生。因此,完全依靠选拔和培训人员,已无法适应不断发展的新武器的效能要求。

科学人体工程学一直延续到 20 世纪 50 年代末。随着战争的结束,本学科的综合研究与应用逐渐从军事领域向非军事领域转变,并逐步应用军事领域的研究成果来解决工业与工程设计中的问题。至此,该学科的研究课题不再局限于心理学的研究范畴,许多生理专家、工程技术专家都参与到该学科中来共同研究,从而使本学科的名称也有所变化,大多数称为“工程心理学”,在这一阶段学科发展的特点是:先考虑人的因素,在设计机器中,力求使机器适应于人。

1945 年,美国军方成立了工程心理实验室。

1949 年,在莫瑞尔(Murrell)的倡导下,英国成立了第一个人机工程研究会,第一本有关人机的书——《应用经验心理学:工程设计中的人因学》出版。1950 年 2 月 16 日,在英国海军军部召开的会议上通过了人体工程学(Ergonomics)这一名称,正式宣告人体工程学作为一门独立的学科诞生了。

1950 年,英国成立了世界上第一个人类工效学会。

1957 年 9 月,美国政府出版周刊《人的因素学会》。

1.2.4 20 世纪 60 年代以后——人体工程学的发展阶段

20 世纪 60 年代以后,科学技术飞速发展。电子计算机应用的普及、工程系统及其自动化程度的不断提高、宇航事业的空前发展、一系列新科学的迅速崛起,不断为人体工程学注入了新的研究领域。同时,在科学领域中,由于控制论、信息论、系统论的兴起,在



本学科中应用“新三论”来进行人机系统的研究应运而生。所有这一切，不仅给人体工程学提供了新的理论和新的实验场所，同时也给该学科的研究提出了新的要求和新的课题，从而促使人体工程学进入了系统的研究阶段。从 20 世纪 60 年代以来，可以称其为现代人体工程学的发展阶段。

随着人体工程学所涉及的研究和应用领域的不断扩大，从事本学科研究的专家所涉及的专业和学科也就愈来愈多，主要有解剖学、生理学、心理学、工业卫生学、工业与工程设计、工作研究、建筑与照明工程、管理工程等专业领域。

现代人体工程学研究的方向是：把人—机—环境系统作为一个统一的整体来研究，以创造最适合于人操作的机械设备和作业环境，使人—机—环境系统相协调，从而获得系统的最高综合效能。

由于人体工程学的迅速发展及其在各个领域中的作用愈来愈显著，从而引起各学科专家、学者的关注。1961 年正式成立了国际人类工效学学会(IEA)，该学术组织为推动各国人体工程学的发展起了重大作用。IEA 自成立至今，已分别在瑞典、德国、英国、法国、荷兰、美国、波兰、日本、澳大利亚等国家召开了多次国际性学术会议，交流和探讨不同时期本学科的研究动向和发展趋势，从而有力地推动着本学科不断向纵深发展。IEA 在其会刊中指出，现代人体工程学发展有以下三个特点。

(1) 不同于传统人体工程学研究着眼于选择和训练特定的人，使之适应工作要求，现代人体工程学着眼于机械装备的设计，使机器的操作不超出人类能力界限之外。

(2) 密切与实际应用相结合，通过严密计划设定的广泛实验性研究，尽可能利用所掌握的基本原理，进行具体的机械装备设计。

(3) 力求使实验心理学、生理学、功能解剖学等学科的专家与物理学、数学、工程学方面的研究人员共同努力、密切合作。

我国人体工程学的发展进程如下：

1961 年，在瑞典斯德哥尔摩举行首次国际人机工程会议。

1981 年，我国相应成立中国人类工效学标准技术委员会。

1982 年，在日本东京举行第八次国际人机工程会议，我国第一次派人参加。

国际标准化组织(ISO)1975 年成立了国际人机工程标准委员会(TC—159)。

1989 年，成立《中国人类工效学学会》。

1991 年 1 月，成为《国际人类工效学协会》正式成员。

1.3 人体工程学研究的内容



引例

人体工程学思想源远流长

花和尚鲁智深在五台山吃酒醉打山门，闹了一阵以后，下山来找到铁匠，要打一条 100 斤的禅杖，铁匠对他说：“师父，肥了，不好看，又不中使。依着小人，好生打一条

六十二斤的水磨禅杖与师父。使不动时，休怪小人。”



《水浒传》插图

人体工程学的研究内容和应用范围极其广泛，但是本学科的根本研究方向是通过揭示人、机、环境之间相互关系的规律，以达到确保人一机—环境系统总体性能的最优化。本学科研究的主要内容可概括为以下几个方面。

1.3.1 工作系统中的人

- (1) 人体尺寸。
- (2) 信息的感受和处理能力。
- (3) 运动的能力。
- (4) 学习能力。
- (5) 生理及心理需要。
- (6) 对物理环境的感受性。
- (7) 对社会环境的感受性。
- (8) 知觉与感觉的能力。
- (9) 个人之差。
- (10) 环境对人体能的影响。
- (11) 人的长期、短期能力的限度及快适点。
- (12) 人的反射及反应形态。
- (13) 人的习惯与差异(如民族、性别等)。
- (14) 错误形成的研究。

1.3.2 工作系统中由人使用的机械分类

人使用的机械分为以下三大类。

- (1) 显示器：如仪表、信号、显示屏等。



(2) 操纵器：各种机具的操纵部分，如杆、钮、盘、轮、踏板等。

(3) 机具：如家具、器皿、工具等。

1.3.3 环境控制——如何使环境适应于人的使用

人的使用环境主要有以下两部分：

(1) 普通环境：建筑与室内空间环境的照明、温度、湿度控制等。

(2) 特殊环境：如冶金、化工、采矿、航空、宇航和极地探险等行业，有时会遇到极特殊的环境，如高温、高压、振动、噪声、辐射和污染等。

1.3.4 人机关系的研究

人机关系的研究主要是从静态人机安全关系、动态人机安全关系、多媒体技术以及人机系统可靠性等方面研究。静态研究，主要有作业区域的合理布局和设计、作业方法及作业负荷的研究；动态研究，主要有人机功能的合理分配、人机界面的安全设计、人工智能研究；多媒体技术，主要研究对机器安全运转的监测监控；人机系统可靠性等方面研究，主要是分析人机系统的可靠性，建立人机系统可靠性设计原则，据此设计出经济、合理以及可靠性高的人机系统。

从人体工程学研究的问题来看，人机关系的研究涵盖了技术科学和人体科学的许多交叉的问题。它涉及很多的学科，包括医学、生理学、心理学、工程技术、劳动保护、环境控制、仿生学、人工智能、控制论、信息论和生物技术等。

在进行人体工程学研究时要遵循以下原则。

(1) 物理的原则，如杠杆原理、惯性定律、重心原理，在人体工程学中也适用。在处理问题时应以人为主来进行，但在机械效率上又要遵从物理原则，两者之间的调和法则是要保持人道而又不违反自然规律。

(2) 生理、心理兼顾原则，人体工程学必须了解人的结构，除了生理，还要了解心理因素。人是具有心理活动的，人的心理在时间和空间上是自由和开放的，它会受到人的经历和社会传统、文化的影响。人的活动无论在何时何地都可受到这些因素的影响，因此，人体工程学也必须对这些影响心理的因素进行研究。

(3) 考虑环境的原则，人一机关系并不是单独存在的，它存在于具体的环境中，不能单独地研究人、机械、环境，再把它们综合起来研究。因为它们是存在于“人一机—环境”的相互关系中，绝不可分开讨论。

综上所述，可将人机学研究的主要内容归纳为以下四个方面。

1) “人的因素”研究

在人与产品关系中，作为主体的人，既是自然的人，也是社会的人。在自然方面的研究包括以下几个方面。

(1) 人体尺寸参数，主要包括动态和静态情况下人的作业姿势及空间活动范围等，它属于人体测量学的研究范畴。

(2) 人的机械力学参数，主要包括人的操作力、操作速度和操作频率，动作的准确性

和耐力极限等，它属于生物力学和劳动生理学的研究范畴。

(3) 人的信息传递能力，主要包括人对信息的接受、存贮、记忆、传递、输出能力，以及各种感觉通道的生理极限能力，它属于工程心理学的研究范畴。

(4) 人的可靠性及作业适应性，主要包括人在劳动过程中的心理调节能力，心理反射机制，以及人在正常情况下失误的可能性和起因，它属于劳动心理学和管理心理学研究的范畴。

总之，“人的因素”涉及的学科内容很广，在进行产品的人机系统设计时应科学合理地选用各种参数。

在社会方面的研究包括人在工作和生活中的社会行为、价值观念、人文环境等。其目的是解决各种机械设备、工具、作业场所及各种用具和用品的设计如何与人的生理、心理特点适应，从而有可能为使用者创造安全、舒适、健康、高效的工作条件。

2) “机的因素”研究

(1) 操纵控制系统，主要指机器接受人发出指令的各种装置，如操纵杆、方向盘、按键、按钮等，这些装置的设计及布局必须充分考虑人输出信息的能力。

(2) 信息显示系统，主要指机器接受人的指令后，向人作出反馈信息各种显示装置，如模拟显示器、数字显示器、屏幕显示器，以及音响信息传达装置、触觉信息传达装置、嗅觉信息传达装置等。无论机器如何把信息反馈给人，都必须快捷、准确和清晰，并充分考虑人的各种感觉通道的“容量”。

(3) 安全保障系统，主要指机器出现差错或人出现失误时的安全保障设施和装置。它应包括人和机器两个方面，其中以人为主要保护对象，对于特殊的机器还应考虑到救援逃生装置。

3) “环境因素”研究

环境因素包含内容十分广泛，无论在地面、高空或在地下作业，人们都面临种种不同的环境条件，它们直接或间接地影响着人们的工作、系统的运行，甚至影响人的安全。一般情况下，影响人们作业的环境因素主要有以下几种。

(1) 物理环境，主要有照明、噪声、温度、湿度、振动、辐射、粉尘、气压、重力、磁场等。

(2) 化学环境，主要指化学性有毒气体、粉尘、水质以及生物性有害气体、粉尘、水质等。

(3) 心理环境，主要指作业空间(如厂房大小、机器布局、道路交通等)，美感因素(如产品的形态、色彩、装饰以及功能音乐等)。

此外还有人际关系等社会环境对人心理状态构成的影响。

4) “综合因素”研究

(1) 人机间的配合与分工(也称人机功能分配)，应全面综合考虑人与机的特征及机能，使之扬长避短，合理配合，充分发挥人机系统的综合使用效能。根据人与机的特征机能比较，人机应合理分工：凡是笨重的、快速的、精细的、规律的、单调的、高阶运算的、操作复杂的工作，都适合于机器承担；而对机器系统的设计、维修、监控、故障处理，以及程序和指令的安排等，则适合于人来承担。



(2) 人机信息传递,是指人通过执行器官(如手、脚、口、身等)向机器发出指令信息,并通过感觉器官(如眼、耳、鼻、舌、身等)接受机器反馈信息。担负人机信息传递的中介区域称为“人机界面”。“人机界面”至少有三种,即操纵系统人机界面、显示系统人机界面和环境系统人机界面,目的是使人与机器的信息传递达到最佳,使人机系统的综合效能达到最高。

(3) 人的安全防护。人的作业过程是由许多因素按一定规律联系在一起的,是为了共同的目的而构成的一个有特定功能的有机整体。因此,在作业过程中只要出现人机关系不协调、系统失去控制,就会影响正常作业。轻则发生事故,影响工效;重则机器损坏,人员伤亡。所以,要运用间接安全技术措施,使设备从结构到布局,均能保证其危险部位不被人体触及到,避免事故发生。

1.3.5 近期国内外人体工程学研究的方向归纳

(1) 工作负荷的研究,包括体力活动、智力活动、工作紧张等因素引起的生理负荷和心理负荷的研究。

(2) 工作环境的研究,包括各种工作环境条件下的生理效应,以及一般工作与生活中环境中振动、噪音、空气、照明等因素的人体工程学的研究。

(3) 工作场地、工作空间、工具装备的人体工程学的研究。

(4) 信息显示的人体工程学问题,特别是计算机终端显示中人的因素研究。

(5) 计算机设计与人体工程学的研究。

(6) 工作成效的测量与评定。

(7) 机器人设计的智能模拟等。

(8) 人一机—环境系统中心理学的研究。

1.4 人体工程学的研究方法

人体工程学是一门边缘学科,它的研究广泛采用了人体科学和生物科学等相关学科的研究方法及手段,也采取了系统工程、控制理论、统计学等其他学科的一些研究方法,而且本学科的研究也建立了一些独特的新方法,以探讨人、机、环境要素间复杂的关系问题。这些方法中包括:测量人体各部分静态和动态数据;调查、询问或直接观察人在作业时的行为和反应特征;对时间和动作的分析研究;测量人在作业前后以及作业过程中的心理状态和各种生理指标的动态变化;观察和分析作业过程和工艺流程中存在的问题;分析差错和意外事故的原因;进行模型实验或用电子计算机进行模拟实验;运用数字和统计学的方法找出各变数之间的相互关系,以便从中得出正确的结论或发展成有关理论。

这里介绍人体工程学一般常用的研究方法。

1. 自然观察法

自然观察法是研究者通过观察和记录自然情况下发生的现象来认识研究对象的一种方