

# 第一章 人体工程学概述



第一节 人体工程学的定义及学科内涵

第二节 人体工程学的形成与发展

第三节 人体工程学的研究内容与方法

## 第一节 人体工程学的定义及学科内涵

人体工程学是一门关于“人”的科学，学习人体工程学对产品设计、环境设计、服装设计等领域的研究有着重要的意义。

### 一、人体工程学的定义

人体工程学，也称人机工程学、人类工程学、人类工效学。人体工程学的目的是使人在工作环境中、家庭中，以及休闲情况下达到最佳的状态。它包含生理与心理两方面内容：从生理角度看，主要研究依靠人体的结构尺度，找出与设计相关的比例关系，根据人体结构的基本参数进行各领域的设计活动，满足人们的物质需求；从心理角度看，研究色彩、线条、空间、形状、声音、气味、肌理等客观因素对人的感情、运动、意志、行为等方面的影响，从而在具体的设计中注意造型、色彩、环境等因素，达到更科学、更合理、更愉悦，满足人们的精神需要。

人体工程学是 21 世纪初发展起来的一门独立的学科，它的宗旨是研究人与人造产品之间的协调关系，通过对人机关系的各种因素的分析和研究，寻找最佳的人机协调关系，为设计提供依据。设计是为人类提供生理和心理需求满足的活动，那么，应该说有两个学科是为设计提供人机关系可靠依据的，即人体工程学和心理学。人体工程学在 20 世纪六七十年代有相当显著的发展，对于设计的进步起到很大的促进作用。及至当今，社会发展向工业社会、信息社会过渡，重视以人为本、为人服务，人体工程学强调从人自身出发，在以人为主体的前提下，研究综合分析人们的一切生活、生产活动的新思路。

简单来说，人体工程学是研究人、机、环境三大要素之间的关系的学科。

“人”是指产品的操作者和使用者，包括人的心理特征、生理特征，以及人适应机器和环境的能力。如日本千叶工业大学小原二郎教授认为，人体工程学是探知人体的工作能力及其极限，从而使人们所从事的工作趋向适应人体解剖学、生理学、心理学的各种特征。

“机”是指机器，但意义要广得多，包括人操作和使用的一切产品与工程系统。其泛指人造用品、机械、界面乃至建筑等产品。人体工程学探讨的重要问题是怎样才能设计出满足人的要求、符合人的特点的机器产品。

“环境”是指人们工作和生活的环境，噪声、照明、气温等环境因素对人的工作和生活的影晌是人体工程学研究的主要对象。

人与机的关系密不可分：一方面表现在人类为了实现某种目的、满足某些需要而设计机器，且在设计、制造、使用、监视和维修等过程中，机械始终受到人的制约和影响；另一方面，人类也在左右和影响着的机械的性能，设计的机械设备若不符合操作者的身心特性及使用规律，不但机械的性能不能得到充分发挥，甚至可能会造成事故。系统作为由相互作用和相互依赖的若干组成部分结合成的具有特定功能的有机整体，本身又是它所从属的一个更大系统的组成部分。人机系统的人和机两个组成部分，通过显示器、控制器，以及人的感知系统和运动系统相互作用、相互依赖，从而完成某一个特定的生产过程。我国劳动人民很早就具有系统的思想，《黄帝内经》就强调了人体各器官的有机联系、生理现象和心理现象的联系、身体健康与自然环境的联系。这些思想与人体工程学的应激理论极为符合。因此，人体工程学不仅是从系统的高度研究人、机、环境三个要素之间

的关系，也从系统的高度研究了各个要素。

日常生活中的衣、食、住、行，无处不体现着人体工程学在应用中给人们带来的便利与舒适。如舒适的人体工程学沙发，使用便捷的人体工程学鼠标、键盘，甚至是符合人体工程学设计的刀叉、筷子等餐具，这些都是人体工程学的应用。从中可以发现，人体工程学对于人的影响有两个方面：一个是物理方面，一个是心理方面。物理方面，就是影响以人体构造、人体尺度，以及人体的动作域等有关数据为基础确定的人体活动时的舒适度；而心理方面，则是通过视觉、嗅觉等感官，以及其所涉及的主观意识对人的心理活动做出影响。下面通过一些图例看一看这些影响在实际生活中的具体体现。(图 1-1~图 1-12)



图 1-1 人体工程学鼠标



图 1-2 人体工程学键盘



图 1-3 人体工程学学习桌

▼ 人体工程学



图 1-4 人体工程学台灯



图 1-5 人体工程学门把手

图 1-6 人体工程学剪刀



图 1-7 人体工程学自行车座



图 1-8 人体工程学座椅



图 1-9 人体工程学餐具（一）



图 1-10 人体工程学餐具（二）



图 1-11 人体工程学水壶把手



图 1-12 人体工程学汽车操作区

## 二、人体工程学的学科内涵

人体工程学由6门分支学科组成,即人体测量学、生物力学、劳动生理学、环境生理学、工程心理学、时间与工作研究。

人体工程学是一门技术科学。技术科学是介于基础科学和工程技术之间的一大类科学。人体工程学强调理论与实践的结合,重视科学与技术的全面发展,它从基础科学、技术科学和工程技术这三个层次来进行纵向探讨。与人体工程学有关的基础科学知识主要包括心理学、生理学、解剖学和系统工程等。在工程技术方面,人体工程学已广泛运用于军事、工业、农业、交通运输、建筑、企业管理、安全管理、航天、潜水等行业。从各门学科之间的横向关系看,人体工程学的最大特点是联系了关于人和物的两大类科学,试图解决人与机器、人与环境之间不和谐的矛盾。

人体工程学联系到室内设计,其含义为以人为主体,运用人体计测、生理计测、心理计测等手段和方法,研究人体结构功能、心理、力学等方面与室内环境之间的合理协调关系,以适合人的身心活动要求,取得最佳的使用效能,其目标是安全、健康、高效能和舒适。在室内设计中,室内环境的布局布置不仅要求美观,更重要的是使用的舒适,这就要在室内设计中加入人体工程学的应用了。如家具,其为人所用,因此家具设计中的尺度、造型、色彩和布置都要符合使用者的生理、心理尺度以及人体各个部分的活动规律。又如卧室,符合卧室主人心理颜色的墙漆,最适合卧室主人身体的床、凳、书桌等,能够让卧室主人心情放松的家具格调与摆放方式,这些符合人体工程学的设计都能给卧室主人提供一个良好的休息环境。在厨房中,适当的灶台高度使得使用者可以以一个舒适的姿势进行工作,符合使用者心理的颜色能给使用者一个愉快的心情,厨房内有充足的采光和良好的照明条件,这样在厨房工作时人们就可以有一个良好的心态,从而让厨房工作事半功倍。同样,在办公室的设计过程中,遵循一定的人体工程学规律可以让人在工作过程中保持一个稳定、高效的工作状态,这是任何人都愿意看到的事情。同时,在办公室这类并不是完全私人化的空间中,人体工程学的设计就要考虑到各个不同的人的性格等问题,需要选择一个对大部分人来说比较合理的人体工程学设计标准,以实现设计时应用人体工程学的目的,达到最佳设计效果。(图1-13~图1-17)



图1-13 椅子设计(一)



图 1-14 椅子设计 (二)



图 1-15 椅子设计 (三)



图 1-16 餐桌设计 (一)



图 1-17 餐桌设计 (二)

人体工程学应用在公共空间之中，如商场、超市等。在商场中，独特的商业空间造型、新颖醒目的商品陈列、五光十色的照明设计，以及变幻无穷的商品展示，这些设计中都能融入人体工程学的理念，从而让顾客对商品产生兴趣并且购买，对商业起到推动作用。同时，顾客在舒适的环境中能够以一个良好的心态进行购买活动，提高了消费质量，也减少了各种商业纠纷。这是买卖双方都乐意看到的情况。人体工程学在商场空间中的应用实例包括：自动扶梯、走道等设计得比较宽敞，扶手的高度适中，地面墙面的反光度良好，即使大量人流通过也不显得拥挤；通风设计良好，室内透气不闷；柜台摆放合理，不会造成买卖双方中任何一方有地位低于对方的感觉，创造良好的购物条件；货物摆放于合理的高度。这些能够给顾客留下良好的印象，不仅让顾客当时有个愉快的心情，也会使其产生再次光临的想法。(图 1-18 ~ 图 1-20)

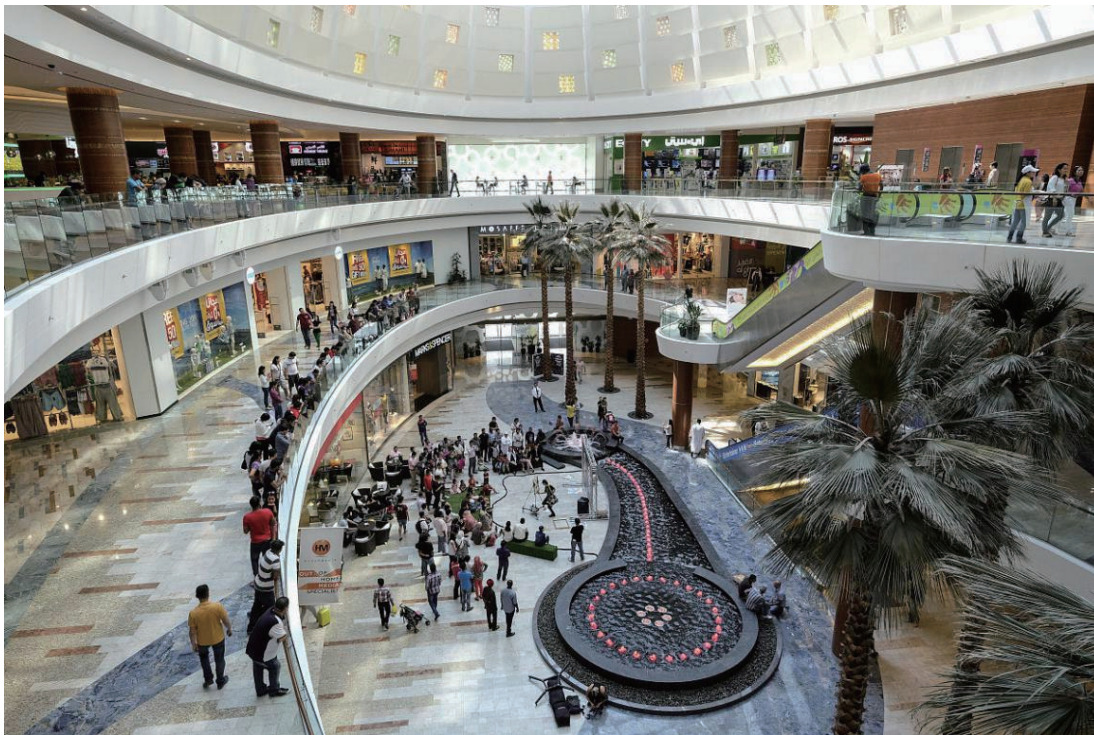


图 1-18 公共空间设计



图 1-19 商场自动扶梯设计





图 1-20 无障碍电梯设计



## 第二节 人体工程学的形成与发展

### 一、人体工程学的形成

纵观人类的发展历程，其实从人类文明一开始，人体工程学的潜在意识就已经产生，从人类开始制造工具、营造居所以来，就已经有人体工程学的因素。因为要满足和适合人体的要求，所以在工具、用品、建筑设计中必须考虑人的因素，首先是尺寸合适、高低合适、方便使用，设计和制作时更考虑到安全、效率。人体工程学并不是现代社会的产物，而是在远古人类制作工具、建造住宅的行为中自然发展起来的。因此，可以说人体工程学因素应用在设计上已具有非常长的历史，并在适应和改造客观环境的同时不断发展演进。从大量的出土文物中可以看出，不同时期的遗址文物映射出不同程度的人体工程学的潜在意识。如旧石器时代以前的石器多为打制石器，质地粗糙，造型多呈自然形，棱角分明，不便于使用。新石器时代以后的石器多为磨制石器，表面光滑，盛放物品的器皿也设有方便使用的功能配件，并更多地考虑了器物的装饰美观性与功能合理性的结合。以中国古代的三足两耳鼎为例，它最初是用来烹煮食物的，三足的设计便于用火加热，设计两耳以便于挪移，装饰部位多集中在腰部以上，以符合古人席地而坐后的俯视欣赏角度要求。因此可以说，人体工程学的潜在意识在人类劳动实践中产生，并伴随着人类生活水平和文明程度的提高而不断发展完善。（图 1-21 和图 1-22）



图 1-21 石器



图 1-22 三足两耳鼎

随着现代工业化生产的发展，人体工程学作为一门专业学科逐渐成形。20 世纪初，在欧美工业社会开始大量生产和使用机械设施的情况下，人们开始探求人 与机械之间的协调关系；第二次世界大战中，军事科学技术发展，在坦克、飞机的内舱设计中开始运用人体工程学的原理和方法，考虑如何使人在舱内有效地操作和战斗，并尽可能使人长时间地在小空间内减少疲劳，即处理好人 - 机 - 环境的协调关系；第二次世界大战之后，各国把人体工程学的实践和研究成果迅速有效地运用到空间技术、工业生产、建筑及室内设计中去，1960 年创建了国际人体工程学协会。

## 二、人体工程学的发展

人体工程学的发展历程共分为四个阶段。

(1) 萌芽期——19 世纪末至第一次世界大战之前。主要有泰勒的手工具设计特点和作业效率的关系研究与吉尔布瑞斯倡导的实验心理学应用于生产实践。

(2) 初兴期——第一次世界大战至第二次世界大战。战争使男人都上了战场，女人必须参加生产劳动才能应付战争的庞大需求，因此当时工作疲劳和工作效率及如何加强人在战争中的有效作用成为研究主题。

(3) 成熟期——第二次世界大战之后至 20 世纪 60 年代。科学技术的迅猛发展，促进了复杂的武器、机械的产生，因此人体工程学的研究主题由人适应机器变成了如何使机器适应人，使得可以减少人的疲劳、人为错误，提高作业效率。

(4) 深化期——20 世纪 70 年代以来。这一阶段人体工程学开始渗透到人类工作生活的各个领域，同时自动化系统、人机信息交互、人工智能等都开始与该学科紧密联系。我国在这方面的研究总体稍落后于发达国家，因此还需要设计界的人士不断努力。

## 第三节 人体工程学的研究内容与方法

### 一、人体工程学的研究内容

人体工程学的中心是解决人机之间关系的问题，其研究内容包括以下几个方面。

- (1) 对产品、设备、设施、环境的设计与创造。
- (2) 对人类工作和活动过程的设计。
- (3) 对服务的设计。
- (4) 对人类所使用的产品和服务的合适程度的评估。

### 二、人体工程学的研究方法

人体工程学有多种研究方法，除本学科中的特有方法，还包括如系统工程、控制理论、人体科学、生物科学等学科研究中所用的方法，这归因于人体工程学多学科的交叉性、边缘性的特点。例如，进行模型试验或计算机模拟试验以分析差错和事故的原因；进行静态人体尺寸和动态人体尺寸的测量，以统计和计算数据内的规律和相互关系，分析研究作业的时间和动作，检测作业中人的各项生理指标和心理状态的动态变化，调查和观察人的行为和反应特征等。

#### 1. 实测法

实测法即借助于仪器设备进行实际测量的方法。例如，对人体生理参数的测量或者对系统参数、人体静态尺寸与动态尺寸参数的测量，对作业环境参数的测量等。

#### 2. 观察法

观察法是指在一定理论指导下，调查者根据一定的目的，用人的感觉器官或借助一定的观察仪器（录像机、计时器等）和观察技术观察、测定和记录自然情境下发生的现象的一种方法。如观察作业时间消耗、流水线生产节奏合理性，以及工作日时间利用情况等。

观察法又可分为几种不同的模式。

(1) 直接观察与间接观察。直接观察即直接观察人的行为；间接观察即通过对社会环境、行为痕迹等事物的观察，以间接的材料反映调查对象的状况及特征，如损蚀物观察、累积物观察等。

(2) 预计观察与随机观察。预计观察即根据预先设计的表格和记录工具，并严格按照规定的内容和程序观察事物表征、动作行为等；随机观察即依现场的实际情况随机决定观察的内容、程序。

(3) 参与式观察与非参与式观察。参与式观察即观察者以内部成员的角色参与活动；非参与式观察即观察者以旁观者身份进行观察，不参与被观察者的任何活动。

#### 3. 实验法

实验法是人体工程学研究中的重要方法。实验法的特点是可以系统控制变量，不必像观察法那样需等待现象自然发生那么被动，使所研究的现象重复发生，反复观察，还可对各种无关因素进行控制，使研究结果容易验证。实验法可分为实验室实验法和自然实验法。

(1) 实验室实验法。实验室实验法在实验室内借助专门的实验设备,在严格控制实验条件的情况下进行。实验室实验法能够有效控制实验条件,精确记录被试情况,便于分析和研究,但是实验室的特殊环境和情境会对被试者的心理表现产生干扰与影响,另外实验条件与实际生活差别较大,故而所获结果往往难以在实际生活中推广。

(2) 自然实验法。自然实验法是在作业现场、日常生活情境中通过适当控制和改变某些条件来研究心理活动的方法。自然实验法通过比较不同条件下各实验组或实验对象的结果,以了解被试者的心理反应和心理活动的状况。这种方法既有观察法的自然性和经济性,又有实验室实验法的主动性和精确性,且与实验室实验法相比更贴近现实生活环境中的人的正常反应,因此得出的结论也具有较大的外部效度而利于推广应用。在管理心理学和行为科学领域中,著名的霍桑实验就是运用自然实验法的典型。

#### 4. 分析法

分析法建立在实验法和实测法的基础上,是在获得了一定的数据和资料后,为了研究系统中人和机的工作状态,如功能、工艺流程、工人操作动作而采用的研究方法。例如,利用分析法对人操作机械的过程进行分析,首先要用仪器(如摄影机)逐一记录下人在操作过程中所完成的每个连续动作,然后针对取得的相关信息进行研究分析。主要研究分析人在进行各种操作时的身体动作,对所得到的每一个动作要进行排除,去除掉其中多余的动作,纠正不良姿势,使操作简便更有效,减轻劳动强度,从而制定出最佳的动作程序,并且提高工作效率。这种提高效率的方法,特别适用于在一个工作班次中对一种动作进行数以万次的重复类工作。事实证明,仅去掉或改进其中的一个动作,都会使生产效率得到显著提高。

人体工程学研究常采用如下几种分析法。

(1) 相关分析法。相关分析法是研究现象之间是否存在某种依存关系,并对具体有依存关系的现象探讨其相关方向及相关程度,即确定两个以上的变量之间是否存在统计关系,是研究随机变量之间的相关关系的一种统计方法。利用变量之间的统计关系可以对变量进行描述和预测,或者从中找出合乎规律的东西。例如,对人的身高和体重进行相关分析,便可以用身高参数来描述人的体重;身高与体重显然有关系,而又没有确切到可由其中的一个去精确地决定另一个的程度,这就是相关关系。实测的资料(因素),如作业器具的尺寸、照度值等因素都是自变量;因变量是随着自变量的变化而变化的因素。通过分析得到这两种变量之间规律的变化关系之后,才能设计出有利于高效工作的机械产品。如今,统计学的发展和计算机的应用,使相关分析法已经成为人体工程学研究的一种常用的方法。

(2) 危象分析法。危象分析法是对事故或近似事故的危象进行分析,有助于识别容易诱发错误的情况,同时,也能方便地查找出系统中存在的,而一般的研究方法不易发现的问题。

(3) 动作负荷分析法。在规定操作所必需的最小间隔时间的条件下,采用计算机技术来分析操作者连续操作的情况,从而可推算操作者工作的负荷程度。另外,对操作者在单位时间内工作负荷进行分析,也可以获得用单位时间的作业负荷率来表示操作者的全工作负荷。

(4) 瞬间操作分析法。对连续的生产过程及人机之间连续的信息传递,间歇性的分析测定法具有可行性,以统计学中的随机抽样法,对人机之间在每一间隔时刻的信息进行测定,并通过统计推理的方法加以整理。

此外,分析法中还包括知觉与运动信息分析法、频率分析法等。

荷兰 NOLDUS 公司的 Observer 行为观察分析系统是研究人类行为的标准工具。它对研究对象进行的分析十分全面,如人机交互、社会交往、情绪、表情、位置、运动、姿势和动作等各种活动都会被其进行记录与分

析。记录被研究对象各种行为发生的时刻、发生的次数和持续的时间，然后进行统计处理，其处理后的分析报告可以被广泛应用在心理学、产品可用性测试、人机交互、人因工程等各领域的试验研究中。

### 5. 模拟和模型试验法

在针对一些复杂的、危险的系统及预测性的研究中，进行人机系统研究常常采用模拟和模型试验法。模拟和模型试验法包括各种技术和装置的模拟，如操作训练模拟器、机械的模型以及各种人体模型等。因为模拟器的危险性小，可控性强又贴近真实，通过对系统进行逼真的试验，从而获得现实情况中无法或不易获得的、更符合实际的数据。模拟器或模型的成本通常会大大低于真实系统，因此这种方法得到广泛的应用。如以动态模拟碰撞试验的方式真实反映儿童座椅对儿童的安全保护。

### 6. 调查法

调查法是获得有关研究对象材料的一种基本方法，它具体包括问卷法、考察法和访谈法。

(1) 问卷法。问卷法是由研究者根据研究目的编制一系列的问题和项目，以问卷或量表的形式构成问卷收集资料并进一步分析，以测量人的行为和态度的研究方法。对于被调查的问题，研究者可以不提供答案或提供备选答案，可以对答案的选择规定某种要求。研究者对问题的回答进行统计分析后做出某种心理学的结论。问卷法标准化程度高，经济省时收效快，能在短时间内调查很多研究对象，取得大量的资料，能对资料进行数量化处理。尤其在发达的网络信息时代，网络问卷更为广泛使用。

问卷设计的过程一般包括 10 个步骤，即确定所需信息、确定问卷的类型、确定问题的内容、研究问题的类型、确定问题的措辞、确定问题的顺序、问卷的排版和布局、问卷的测试、问卷的定稿、问卷的评价。其中问卷的类型根据要求被调查者回答问题形式的不同，主要有自由叙述式、多重选择式、是否式、评定量表式、确定顺序式、对偶比较式等，要根据研究的目的、任务和被调查者的特点选择使用，当然也可以几种形式并用。

研究者对于问卷法的缺点也应该有所认识。被调查者由于各种心理上的自我防卫、理解和记忆错误等原因，可能对问题做出虚假或错误的回答。因此，具备丰富的心理学知识和一定的洞察力，做好问卷设计并对结果做出合理的解释是十分必要的。

(2) 考察法。考察法是指通过实地考察人-机-环境中存在的不合理现象，查找存在的问题，为进行分析、实验和模拟提供背景资料。考察就是思考与观察，要先明确考察的对象和目的。考察法要求考察人员熟悉实际情况，有足够的实际经验，能尽早发现人-机-环境各因素中的复杂关系并解决问题。

(3) 访谈法。访谈法是研究者通过访员和受访人面对面地交谈来收集有关资料的方法。由于研究问题的性质、目的或对象的不同，访谈法具有不同的形式，如正式访谈和非正式访谈、个别访谈和团体访谈、指导性访谈和非指导性访谈。根据访谈进程的标准化程度，可将它分为结构型访谈和非结构型访谈。不论哪种访谈，都要求研究者与被研究者进行良好的沟通与配合，研究者要引导话题的走向，使交谈的内容始终围绕话题而进行，并且要求得到的答案客观真实。访谈法运用面广，能够使工作分析人员了解到短期内用直接观察法不容易发现的情况，有助于发现问题，能够简单而迅速地收集多方面的资料。

### 7. 计算机数值仿真法

由于人是有主观意志的生命体，作为人机系统中的操作者，如果像传统物理模拟和模型的研究方法一样去研究人机系统，那么往往不能完全反映系统中生命体的特征。不但如此，由于现代人机系统越来越复杂，采用

## ▼ 人体工程学

物理模拟和模型的方法研究人机系统存在成本高、周期长等缺点，并且模拟和模型装置一经定型，就很难做修改与变动。为此，人们尝试开发更为有效的研究方法，其中计算机数值仿真法已成为人体工程学研究的一种现代方法，并得到推广使用。

数值仿真研究是在计算机上利用系统的数学模型进行仿真性实验研究。研究者可对尚处于设计阶段的未来系统进行仿真，并就系统中的人、机、环境三要素的功能特点及其相互间的协调性进行分析，从而预知所设计产品的性能，并进行改进设计。应用数值仿真研究，能大大缩短设计周期，并降低成本。