



工业设计丛书

人机工程学设计应用

严扬 编著

中国轻工业出版社

TB18

Y11

工业设计丛书

人机工程学设计应用

严扬 编著

中国轻工业出版社

(京) 新登字 034 号

内 容 提 要

本书内容有：绪论；工业设计中的人机工程学；人机工程学的分析研究方法；尺度问题；动作与姿态问题；视觉问题；操纵问题；附录：手扶平面振动磨设计案例等。

本书的读者对象为：工业设计专业大、中专师生、设计工作者及业余爱好者。

2290

工业设计丛书
人机工程学设计应用
严扬 编著

中国轻工业出版社出版
(北京市长安街6号)
北京龙华印刷厂印刷
新华书店北京发行所发行
各地新华书店经售

850×1168毫米 1/32 印张:2.75 插页:8 字数:75千字

1993年2月 第一版第一次印刷

印数:1-2500 定价:6.90元

ISBN7-5019-1321-8/TB·006

《工业设计》丛书编委会名单

(以姓氏笔划为序)

编委会成员:

王明旨 史习平 严扬 林福厚 罗越 胡文彦
柳冠中 韩斌 鲁晓波 蔡军

主编 柳冠中

编者献辞

《工业设计》丛书终于和读者见面了。

尽管它还是一套普及读物，但凝聚着一些拓荒者的心血和信念。

工业设计不仅是门学科，而且是人类将进入信息时代文明的方法论。它运用最先进的生产力对从形、色、光到材料、结构、工艺过程以至原理、概念、分类、思维模式等等在动态过程中重新构建语言和符号。它使我们摆脱了机械唯物主义的思维偏见，使我们掌握思维的辩证性、逻辑性、联想性、综合性，从而让人们积极主动地、实实在在地解决当前所面临的课题。

“为人类创造更合理的生存方式”，作为工业设计的目的，促使某些人背负了这个必须份外受关注，虽然是陌生但又是“低熵”的十字架。

中央工艺美术学院工业设计系的教师们奉献给广大读者的这番心意，受到了轻工业出版社的关心和培育。在这套丛书出版之际，我们忘不了七年多来在我们系里无声无息为我们服务的同志，以及我们的家属和朋友们对我们事业的支持。

柳冠中

1991年11月27日

目 录

第一章	绪论	1
第一节	人机工程学的发展简介	1
第二节	什么是人机工程学?	2
第三节	本书的宗旨	4
第二章	工业设计中的人机工程学	6
第一节	工业设计和人机工程学	6
第二节	工业设计师的人机工程学	7
第三章	人机工程学的分析研究方法	11
第一节	分析过程	11
第二节	设计师常用的研究方法	16
第四章	尺度问题	19
第一节	人体测量中的一些概念	19
第二节	人体测量数据的使用	22
第三节	人体尺度参数	23
第五章	动作与姿态问题	28
第一节	动作研究	28
第二节	肢体的活动范围	33
第三节	肢体的用力范围	33
第四节	坐姿研究	38
第六章	视觉问题	48
第一节	视觉生理	48
第二节	视觉信息的传递	55
第三节	视觉信息系统的设计	56

第四节	视觉与照明	61
第五节	视觉与色彩	65
第七章	操纵问题	67
第一节	人的操纵能力	67
第二节	操纵系统设计中应考虑的问题	69
附录:	手扶平面振动磨设计案例	72
参考书目	79

第一章 绪论

当我们的祖先第一次举起木棒猎取野兽的时候，最初的人机关系就出现了。千百年来，人类为了自身的生存繁衍，营造了一个完全由人造物构成的生存空间。随着人类文明的发展，人与人造物的关系——人机关系，也变得愈来愈复杂。于是，一个专门研究人、人造物、环境三者之间关系的科学——人机工程学也就由此而诞生了。

第一节 人机工程学的发展简介

人们系统地研究人机关系始于上个世纪末叶。以新能源与科学技术为基础的大机器生产方式实现了前所未有的高效率的同时，由机器主宰的生产节奏和生产方式与操作者体能的矛盾也随之加深，使工人的劳动强度增加，事故率上升。在这种情况下，欧美一些学者和研究机构开始从提高劳动生产率的目的出发，探讨人体的能力与极限以及其与劳动组织、设备布置、操作过程的关系等问题，其中比较有影响的如美国的弗雷德里克·泰勒 (Frederick W. Taylor)、福兰克·吉尔布雷斯 (Frank B. Gilbreth) 开展的试验研究，这些研究的成果后来成为工程心理学的主体，并为人机工程学的建立奠定了基础。

人机工程学作为一门独立的学科是从二次大战后确立起来的。战争中设计生产的一些新武器由于只着眼于性能的提高而忽视了与操作者的协调，因而使得许多操作过程往往超过了人的生

理极限，由此而产生的大量事故使人们意识到，无论多么先进的技术装备，也要与操作者的操作能力相适应才能发挥效用。在设计机器时，人的生理特性必须是考虑的主要因素之一。以这一思想指导下开展的人机关系的研究，被叫做人机工程学。

战后，各先进工业国家纷纷大力开展人机工程学的研究。美国的研究工作首先在航空航天领域得到蓬勃发展，研究的范围不仅限于宇航员在太空环境中的生理需要，还进一步扩展到宇航员在漫长的空间旅行时的心理需求。美国杰出的工业设计师雷蒙德·罗威（Raymond Loewy）在60年代为阿波罗太空船设计的内部空间是解决这类问题的典范。

60年代以后，人机工程学在许多行业得到了广泛的应用。一些发达国家随着消费者对产品的要求愈来愈高，逐渐把人机因素作为评价产品质量的指标之一，这就推动了企业以人机工程学的理论和方法指导产品设计，同时投入大量的人力物力制订人机工程学方面的设计规范，提供给企业作为产品设计的参考。

我国的人机工程学研究始于50年代，并主要在劳动保护、建筑、航空等部门获得了一些应用，也零零星星地制订了一些行业标准。但总的来看，我国的人机工程学无论在基础研究还是在应用方面还相当落后，我们至今还没有一套较为完整地反映我国人民生理特征的资料供我们的产品设计人员参考，我国的商品尽管已经可以说琳琅满目，但仔细研究后可以发现，真正具有良好人机关系的产品寥寥无几，许多企业还没有意识到这个问题的重要性。这种状况如不尽快改变，势必阻碍我国产品品质的提高。因此，尽快开展人机工程学的基础研究和人机工程学在产品设计人员当中的普及教育，应属当务之急。

第二节 什么是人机工程学？

人机工程学是一门还在继续发展完善的边缘学科，涉及多种

学科来源和广泛的应用领域。人们从这两个角度出发给这个学科冠以许多不同的名称和定义。

一、名称

Human Engineering 和 Human Factors ,这两种叫法在美国较为流行,我国一般翻译为“人类工程学”和“人因学”或“人的因素”。国外有部分学者认为前者表达的含义不确切,理由是可以与之相类比的 Biological Engineering (生物工程学)的内容是研究生物的遗传与细胞合成,认为应把 Human Engineering 留给与人类有关的类似学科,而采用 Human Factors 这一名称。但是实际上,前者比后者应用得还要广泛。

Ergonomics ,这个叫法在欧洲较为常用。按其字面含义是“工作规则”,我国一般译成“工效学”或“功效学”。

这门学科在我国同时被叫作“人机工程学”、“人类工程学”、“人因工程学”、“人体工程学”、“人类工效学”以及“工效学”、“功效学”等不同的名称。

二、定义

随着人机工程学的发展,有关定义也几经修改,读者可以从几乎每一本人机工程学著作中发现一个新的定义。我国学者赵江洪在其所著《普通人体工程学》一书中的定义较为简洁明确,现照录如下:

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

三、人机工程学的研究范围

为一个正在不断发展的学科划定研究范围是一种不现实的想法。像人机工程学这类具有广泛应用价值的学科,其研究的范围

是随着应用领域不断扩展的。不过万变不离其宗，作为一门研究人—机—环境三者之间关系的学科，人机工程学的研究重点自始至终是围绕人本身的。如果从这个角度出发，我们可将人机工程学的研究活动大体分为以下几方面：

- (1) 对人类肌体生理特征的研究；
- (2) 对人类认知特征的研究；
- (3) 对人类行为特征的研究；
- (4) 人体适应特殊环境的能力和极限的研究。

第三节 本书的宗旨

近年来，国内先后出版了不少介绍人机工程学的著作，其中多数属于普及性读物。而专门为产品设计人员编写的人机工程学读物尚未见到。改革开放以来，我国人民生活水平日益提高，同过去相比，消费者对产品设计质量的要求也随之提高。这就要求产品设计人员在未来的产品设计中倾注更多的精力以处理好人机关系。本书从产品设计人员的实际需要出发，除介绍人机工程学方面的有关知识以外，还力求突出以下几点：

1. 强调人机工程学理论与产品设计实践的结合

以往的一些人机工程学著作较为全面系统地介绍了这门学科的基础知识，但在如何运用这些知识指导产品的设计方面则论述得较少。本书力图在人机工程学的理论与产品设计实践之间建起一座桥梁。

2. 强调从发现到解决产品中人机问题的程序和方法

设计人员的工作性质决定了他要能够发现别人未曾注意到的人机问题，想出别人未曾想到的解决办法。唯有这样，才能使产品满足人们现实的和潜在的需要。由此看来，现成的设计规范不仅不能成为产品设计的武器，有时反而变成束缚创造力的枷锁。唯一的解决办法，是让设计人员掌握一把提出问题、分析问题、

解决问题的钥匙。基于这一目的，本书着重介绍了以工业设计思想为指导的解决人机问题的工作程序。

3. 坚持以人为核心的主导思想

产品设计的根本含义是产品使用功能的设计，一件产品唯有能满足人们的某种需要才有存在的意义。因此，尽管产品的种类成千上万，由此而产生的人机关系也方方面面，但它们却有一个共同点——人。本书不以产品的角度讨论人机问题，而主要以人作为贯穿全书的主线。

书中介绍的一些有关数据，除特别注明的以外，大都取自美国亨利·德雷福斯设计事务所（Henry Dreyfuss Associates）编写的“人体测量卡”（Human Scale）。这套数据卡以其内容详尽实用著称于世，是国际上应用较为广泛的人体测量数据库之一。但应该引起注意的是，这套数据主要是以美国人的生理特征为依据的，对我国设计人员来讲只有参考价值。

第二章 工业设计中的 人机工程学

第一节 工业设计和人机工程学

工业设计是萌芽于本世纪初的一种社会文化运动，是当代科学技术与人类文化艺术相结合的产物。

工业设计产生的动力来源于人类对以机械大批量方式生产的产品的不满。近代机器生产方式促使生产效率成百倍地提高，使千人一面的产品被源源不断地从工厂送到社会的各个角落。人们在经历了最初的惊喜之后，逐渐对这种形状丑陋、加工粗糙、感觉生硬的人造物体心生厌恶，为未来的世界上可能到处充斥着这些怪物的可怕前景感到恐惧。当时出现的一些文化思潮甚至否定大机器生产方式，呼唤人们重新用手工业生产方式制造产品。工业设计的思想也就是在这一背景下诞生的。工业设计思想认为机械化的生产方式是人类进步的产物，强调 20 世纪产品设计必须以先进的科学技术、最新的材料和先进的机械化生产方式为基础，使产品成为综合了人与物、形式与功能、艺术与技术、经济与社会等各种因素的“均衡的整体”。工业设计的观念由于顺应了社会发展的趋势，所以一出现，就被迅速地传播到全世界，成为推动社会前进的巨大动力。在现代工业国家，工业设计师已经成为产

品开发设计的主力军。

工业设计与人机工程学的共同之处在于，它们都是以人为核心，以人类社会的健康发展作为最终的目的。不同之处在于，人机工程学着重研究人自身与外部环境有关的生理心理特征，而工业设计则探讨如何设计出综合考虑人、技术、经济与社会各方面需要的产品，两个学科之间存在着一种互为补充、相互依存的关系。一方面，人机工程学为工业设计提供了有关人自身、特别是人机关系方面的基本知识和研究成果，使工业设计的以“人”为核心的思想有了实实在在的科学依据；另一方面，工业设计使人机工程学的应用范围扩大到了前所未有的程度。层出不穷的新的人机问题的出现，不断地对人机工程学的原有概念提出新的挑战，从而推动了人机工程学全面系统地发展。

第二节 工业设计师的人机工程学

由于这个学科的这种相互补充、互为促进、共同发展的关系，使得人机工程学成为工业设计师必须掌握的基础知识之一。世界各国的设计教育，都把人机工程学作为一门主要课程纳入教学体系。

另一方面，工业设计师对人机工程学的研究又不同于人机工程学家。人机工程学家注重学科本身的理论与方法，而工业设计师则主要关心如何将这些理论方法应用到具体的产品设计中去。由于工业设计师的这些工作特点，决定了设计师对人机工程学的研究应该在明确的指导思想下进行。这些指导思想可以基本概括为以下几个方面：

1. 处理好人机因素和其它因素的关系

作为一个全息系统的局部，一个产品中包括了我们这个商品社会中的全部信息。一件设计优良的产品，必然是人、环境、经济、技术、文化等因素巧妙平衡的产物。开始一项产品设计的动

机可能来自各个方面，有的是为了改进功能，有的是为了降低成本，有的是为了改变外观，强化“柜台效应”，以吸引购买者，更多的情况是上述几方面兼而有之。于是，对设计师的要求就可能来自功能、技术、成本、使用者的爱好等各种角度。不同的产品设计的重点也大不相同，暖水瓶的设计显然就要比香水瓶的设计考虑更多的人机问题；而时装设计肯定比战斗服设计更注重“柜台效应”；卧具和坐具在使用时因和人体长时间的大面积接触，人机因素就是决定其设计的主要方面；柜、架等家具与人的接触较少，设计时就可能主要考虑能放多少东西、是否坚固等其它因素（表2-1）。在产品这一系统中，各因素之间是相互依存、相互制约的，有时是相互矛盾的。内部宽敞的汽车乘坐十分舒适，但会使气动力学性能下降，增加了油耗和运行成本。气动力学性能优良的汽车可以跑得更快，更省油，但却使乘坐的舒适程度大受影响。设计师要有能力在各种制约因素中，找到那个最佳的平衡点。

2. 分清主要矛盾和次要矛盾

一件产品的设计，通常要考虑不只一个方面的人机问题。产品从厂里出来以后，要经过包装、储运、销售、使用、维修这一系列环节，在每一环节上都要与参与者产生人机关系。设

表 2-1

床、椅	人的因素
桌、台	
柜、架	其它因素

计师要分清主次，予以通盘考虑。毫无疑问，使用者在使用过程中的需要应该是设计师首要考虑的问题。一辆骑着很别扭的自行车，既使其装配再简单、维修再容易也不会有人问津，因为它偏离了最基本的立足点——使用者的需要。另一方面，在满足使用者的前提下，其它环节的人机问题，也要予以适当考虑，特别是对那些有可能给参与者造成极大不便甚至伤害的潜在问题，一定不可忽视。

既使只以使用的角度看，产品牵涉到的人机问题仍然可能是多层次的。一个台灯的设计，可能要考虑用电安全、照明质量以

及操作方便性等人机因素，设计师要分清主要矛盾和次要矛盾，切不可舍本逐末，在一些诸如开关是否符合手的形状之类的枝节问题上纠缠不休，而忘记了更重要的方面。

3. 不要照搬数据和图表

通常人机工程学专著中都有大量的图表、数据、调查结果和设计规范，这些资料是众多这门科学的先行者们智慧的结晶，对设计师来讲，是十分有价值的参考资料。但如果以为仅凭这些数据就可以解决一切产品设计中的人机问题的话，那就错了。设计师的工作对象是活生生的人，而不是各个零件都制做的很精确的机器。一些现成的人机工程学图表、资料表述的是一般情况下的人的特征以及所适用的条件，比如人直立时的身高，手臂平伸的臂长或某一照度水平下的视力等均属此类。但在实际使用产品时，这种标准状态是不多见的。对某项具体设计而言，无论多么详尽全面的数据库也无法代替设计师的深入细致的调查分析和亲身参与体验所获得的感受。

4. 创造新的研究方法

设计师每时每刻都可能遇到前所未有的问题，因此，仅掌握现有的人机工程学的研究方法是不够的。有些时候，只有设计师自己才知道需要哪些资料以及由什么方法获得它们。设计师应该养成不依赖专门设备，而依靠自己创造的方法获取所需资料的习惯。国外一些设计院校，很注意对学生这方面能力的训练。在大多数情况下，一些复杂的设备完成的工作，用简单的工具和方法照样可以完成。美国通用汽车公司设计部所使用的大部分人机工程学测试仪器是该部的设计师们根据需要自己设计制作的。可以认为，正是设计师们的这种主动性和创造精神，才反过来推动了人机工程学的发展。

5. 明确应用人机工程学的目的

这个貌似空泛的命题却实实在在地体现在每一次的设计活动中。一件产品的设计过程是设计者把自己的梦想物化的过程，无

数设计师的梦想加起来就是未来的人造世界。仅从一件产品的设计来看，应用人机工程学的目的显然是为了让使用者更方便、更舒适或更愉快，或是使工作更有效率。但局部合理的东西从长远观点来看却不一定合理，室内空调系统可以使人在炎热的夏季感到凉爽舒适，但长远会使人体对气温的适应能力减弱，体质下降。自动化技术的进步大大减轻了劳动者的劳动强度，但如果用得太多会让人变得懒惰，成为“坐着的动物”。类似正反两方面的例子，数不胜数。今天的社会学家、工业设计师和人机工程学家们已经在思考这样一些问题：究竟什么样的产品对人类有利？人类应该追求什么样的生活方式？从过去的历史看，人类是在同恶劣的自然环境的斗争中才发展到今天的水平。由此可见，一味地追求轻松、舒适不一定是人类的根本需要。