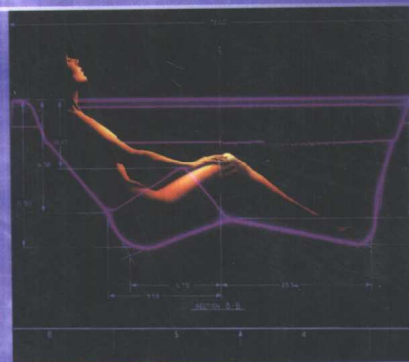




RENTI

李文彬 编著

建筑室内与家具设计



人体工程学

中国林业出版社

GONGCHENGXUE

建筑室内与家具设计 人体工程学

李文彬 编著

中国林业出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

建筑室内与家具设计人体工程学/李文彬编著. —北京:
中国林业出版社, 2001. 3
ISBN 7-5038-2734-3

I. 建… II. 李… III. ①室内-环境-建筑设计-工效学
②家具-设计-工效学 IV. TU238

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2001) 第 01011 号

出版: 中国林业出版社 (100009 北京西城区刘海胡同 7 号)
E-mail: cfhpz@public.bta.net.cn 电话: 66184477
发行: 新华书店北京发行所
印刷: 北京市地质印刷厂
版次: 2001 年 3 月第 1 版
印次: 2002 年 3 月第 2 次
开本: 787mm×960mm 1/16
印张: 10.75
字数: 200 千字
印数: 3001~4500 册
定价 20.00 元

前 言

我国的建筑业、装饰业以及家具业正处于一个高速发展时期，各种工业产品也由国内市场逐渐打入到国际市场，进入了国际竞争行列。各种产品，特别是室内与家具等生活用品及生活环境也逐渐由量的时代向质的时代发展。即，精品意识越来越强。中国加入世界贸易组织后，将对我国工业和家居生活环境产生很大的推动作用。

包括建筑和家具在内的产品由量向质的发展，也就是从追求有的意识向追求好的意识的发展。我国的产品要在国际市场上具有竞争力，只有追求新颖、特色和高质量这条出路。要想设计一个好的产品和好的环境，人的因素是核心。高度发达的现代社会，任何一个系统都离不开人。只有把人、物、环境有机合理地结合起来，才能实现一个舒适的生活与工作环境。

事实上，人类自古以来，就以不同形式追求着自身的舒适性和安全性。但是随着科学技术和人类文明的不断发展，社会变得不断复杂化，在这种复杂的现代社会中，现代文明带给人类的不一定都是安全与舒适，往往还会产生负面效应。例如，高速化的现代交通工具缩短了人们的时空距离，带给我们便捷和效率，但是另一方面也给人类造成了交通事故和环境污染；高层建筑也给人们带来了一系列居室环境卫生问题，影响人们的身心健康；室内建筑装饰材料对人的健康的影响也是一个现代生活环境问题；机械电子工业的发展把人类从低效率和强体力劳动中解放出来了，可是却给人们在精神上造成了新的疲劳和疾患。因此如何协调人一机（物）—环境的关系，使人—机（物）—环境系统实现最佳匹配是现代科学技术发展中的重要科学内容。人体工程学正是研究这一领域的一门新兴而重要的边缘科学。

建筑室内环境以及家具是与人类密切相关的主题，国外先进国家在这方面的研究历史较长，已有 30 多年的历史，形成了比较完整的设计理论，并有广泛的应用。随着我国人民生活水平的不断提高，人们对生活质量的要求也越来越高，对于居室环境和家具的舒适性有更高的要求。但是，要设计出舒适安全的居室环境和家具必须充分研究和了解人的生理、心理和解剖学特性，

而各个民族之间的这些特性既有共性又有异性（民族性和地区性）。我国在建筑室内与家具的人体工程学研究方面还几乎是一个空白，应用也很少。既然人体工程学具有较强的民族性和地区性，因此必须开展本民族本国家的研究，形成符合本国本民族的人体工程学理论和应用技术体系。

本书是一本比较全面系统的人体工程学教材。全面系统地介绍了人体工程学的基本理论和研究方法，介绍了人与室内环境、室内空间和家具的人体工程学设计理论和方法以及建筑室内安全的人体工程学。适合作为室内设计、家具设计、建筑装饰装璜、工业设计等专业的本科生、研究生、专科生以及各类成人教育和培训班的教材和参考书，也可供从事建筑室内与家具设计专业人员学习和参考。

由于人体工程学涉及的面很广，在这里只介绍一些一般的人体工程学思想和方法论，并对设计时的人体工程学原则和参数做尽可能详细的介绍。希望大家以此为起点，形成一个人—机（物）—环境的整体概念。将来每时每刻将人体工程学的思想应用到研究、设计和生活中去。

在本书编写出版过程中，得到了北京林业大学教务处以及王立波等有关人员的大力支持和帮助。在此表示衷心感谢。

由于编者水平有限，可能有许多错误和不妥之处，请批评指正。

编 者

2001年2月

目 录

前 言

第一章 绪 论	(1)
第一节 人体工程学的命名与定义.....	(2)
一、命名.....	(2)
二、定义.....	(2)
第二节 人体工程学的由来与发展.....	(2)
第三节 人体工程学的作用、任务及相关学科.....	(4)
一、作用与任务.....	(4)
二、相关学科.....	(5)
第二章 人体生理系统	(7)
第一节 信息传递系统.....	(7)
一、感觉系统.....	(7)
二、神经系统.....	(15)
第二节 运动系统.....	(17)
一、骨骼系统.....	(17)
二、肌肉系统.....	(18)
三、身体的动作速度与频率.....	(21)
四、反应时间.....	(22)
第三节 能量代谢系统.....	(24)
一、营养与代谢.....	(24)
二、呼吸循环系统.....	(25)
三、能量代谢系统.....	(27)
第三章 人体工程学的研究方法	(30)
第一节 人体测量与人体测量数据及应用.....	(30)
一、人体测量的基本术语和测量仪器.....	(30)
二、人体测量的方法.....	(32)
三、人体测量数据的统计处理.....	(32)
四、常用的人体测量数据.....	(33)

五、人体动态测量参数	(39)
六、人体数据的运用原则	(41)
七、人体尺度在工程设计中的应用	(42)
第二节 生理学测量评价方法	(45)
一、心率 (Heart Rate, HR)	(45)
二、肌电图 (Electromyogram, EMG)	(46)
三、闪频值 (Critical Flicker Fusion Frequency, CFF)	(47)
四、脑电图 (脑波, Electroencephalogram, EEG)	(47)
第三节 心理学测量评价方法	(48)
一、问卷调查法	(48)
二、语义微分法及其应用	(50)
三、疲劳自觉症状调查	(51)
四、身体疲劳部位调查	(51)
五、两点识别法	(52)
第四节 动作时间分析法	(52)
第四章 人与环境	(53)
第一节 人与环境的交互作用	(53)
第二节 人的行为与环境	(53)
一、环境行为的特征	(54)
二、人的行为习性	(54)
三、人的行为模式	(56)
第三节 气温与气湿环境	(57)
一、热环境评价	(57)
二、最佳温度 (Optimum Temperature)	(60)
三、室内空调 (Air Conditioner)	(61)
第四节 室内光环境	(62)
一、室内光环境的概念	(62)
二、光与色彩	(65)
三、形态与视觉	(71)
四、空间与视觉	(74)
第五节 噪声与室内声学环境	(79)
一、噪声对人体的影响	(79)
二、噪声基本知识	(81)
三、室内声学环境基础知识	(86)

第六节 振动环境	(91)
一、概述	(91)
二、振动对人体的影响	(92)
三、振动评价标准	(93)
第七节 气味环境	(95)
一、鼻子的嗅觉机理	(95)
二、气味分类	(95)
三、气味强度的指标	(96)
第五章 人体工程学与室内空间设计	(98)
第一节 室内空间分类	(98)
第二节 人对室内空间的心理知觉	(98)
一、对长度的心理知觉	(98)
二、面积大小的心理感觉	(99)
三、心理感觉上的应用	(99)
第三节 室内空间中的门、地板等建筑装饰要素	(99)
一、门	(100)
二、地板	(101)
第四节 人际行为与室内交往空间设计	(103)
一、人际行为与人际距离	(103)
二、人际行为与交往空间	(105)
第五节 居住行为与室内设计	(106)
一、居室空间	(106)
二、室内环境	(117)
第六节 办公室的空间与环境设计	(118)
一、自动化办公 (VDT 作业) 人员疲劳的诱因	(119)
二、VDT 作业台的空间布置与作业姿势	(120)
三、办公室的照明环境	(121)
第七节 商业行为与店堂设计	(121)
一、消费行为与购物环境	(121)
二、店堂空间形式和特点	(122)
三、店堂空间组合与环境氛围的营造	(124)
第八节 餐馆室内环境设计	(125)
一、家具选择和设计	(126)
二、坐席排列	(126)

三、光环境设计	(126)
四、色彩环境	(126)
五、室内绿化	(126)
六、空间界面质地	(126)
七、细部设计	(127)
八、音质设计	(127)
九、通风与空调	(127)
十、消防安全	(127)
第九节 观展行为与展厅空间及环境设计	(127)
一、观展行为习性	(127)
二、展示流线与向导	(128)
三、展厅设计	(131)
第六章 人体工程学与家具设计	(135)
第一节 建筑类家具设计的人体工程学	(135)
一、立姿近身空间	(135)
二、人体水平面作业空间尺度	(135)
三、收纳空间尺度划分	(135)
四、省力操作位置	(137)
五、坐姿近身空间尺度	(138)
六、作业面高度	(138)
第二节 人体类家具设计的人体工程学	(139)
一、人体坐姿与座椅设计	(139)
二、人体卧姿与床类设计	(148)
第七章 居室安全	(154)
第一节 概述	(154)
第二节 家庭事故发生的年龄与性别	(155)
一、人为失误 (Human Error)	(155)
二、人为失误和事故发生的人为因素	(155)
第三节 防止家庭事故的人体工程学对策	(159)
一、安全教育	(160)
二、居室环境的安全设计	(160)
三、安全管理	(160)
四、建筑室内的安全设计要点	(160)
参考文献	(162)

第一章

绪 论

自从人类出现以来，就以不同形式追求着自身的舒适性和安全性，从而创造了现代的人类文明。但是，随着科学技术和人类文明的不断发展，社会变得不断复杂化，在这种复杂的现代社会中，现代文明带给人类的不一定都是安全与舒适，往往还会产生负面效应。例如，高速化的现代交通工具缩短了人们的时空距离，带给我们便捷和效率，但是另一方面也给人类造成了交通事故和环境污染；机械电子工业的发展把人类从低效率和强体力劳动中解放出来了，可是却给了人们在精神上造成了新的疲劳和疾患。因此如何协调人—机—环境的关系，使人—机—环境系统实现最佳匹配是现代科学技术发展中的重要科学内容。人体工程学正是研究这一领域的一门新兴而重要的边缘科学。

最初的人体工程学是研究如何调和人与复杂的机器、人与高速交通工具的关系的一门学科。而现代的人体工程学研究范围很广，几乎涉及人类活动的各个领域。

建筑室内环境以及家具是与人类密切相关的主题，国外先进国家在这方面的研究历史较长，已有 30 多年的历史，形成了比较完整的设计理论，并有广泛的应用。随着我国人民生活水平在不断提高，人们对生活质量的要求也越来越高，对于居室环境和家具的舒适性有更高的要求。但是，要设计出舒适安全的居室环境和家具必须充分研究和了解人的生理、心理和解剖学特性，而这些特性各个民族之间既有共性又有异性（民族性和地区性）。我国在室内与家具的人体工程学研究方面还几乎是一个空白，应用也很少。既然人体工程学具有较强的民族性和地区性，因此必须开展自己民族自己国家的研究，形成符合本国本民族的人体工程学理论和应用技术体系。

第一节 人体工程学的命名与定义

一、命名

人体工程学是一门比较年轻的学科，它的命名也比较多。在美国也出现过 Human Engineering, Human Factors Engineering, Human Factors 等多个名称，但是现在一般使用 Human Factors 这一名称。而在英国等欧洲国家一般使用 Ergonomics 这一名称。

在日本，“人间”是人类的意思，它们将人体工程学命名为“人间工学”。

在我国，人体工程学的相关名称比较多，分别从各自的专业领域来命名，有“人体工程学”“人机工程学”“人类工程学”“人因工程学”“人机环境工程学”“人类工效学”等。但是，随着 1989 年中国人类工效学学会的成立，“人类工效学”这一命名逐渐被大家所接受。在建筑室内与家具设计领域普遍使用人体工程学来命名这一学科，因此，本书中一般使用人体工程学这一名词，有时也出现不同的名称，主要是为了尊重引用文献的名称，所指内容是一样的。

二、定义

国际人类工效学协会 (International Ergonomics Association, 简称 IEA) 的会章中把人类工效学定义为：“这门学科是研究人在工作环境中的解剖学、生理学、心理学等诸方面的因素，研究系统中各组成部分的交互作用 (效率、健康、安全、舒适等)，研究在工作和家庭中、在休假的环境里，如何实现人一机一环境最优化的问题的学科。”

概括地说，人体工程学是研究人及其与人相关的物体 (机械、家具、工具等)、系统及其环境，使其符合于人体的生理、心理及解剖学特性，从而改善工作与休闲环境，提高舒适性和效率的边缘学科。

第二节 人体工程学的由来与发展

虽然人类在自身发展过程中，自觉或不自觉地运用着人体工程学的原理，但是人体工程学作为一门系统的学科还很年轻，人类自觉地进行试验，研究工具与使用者的匹配关系还只是近一个世纪以来的事，Ergonomics 这一单词出现至今才 40 年左右。人体工程学的发展主要可分为以下 5 个时期：

（一）人体工程学的萌芽期——19世纪末至第一次世界大战

泰勒 (F. W. Taylor) 的手工具设计特点与作业效率的关系研究, 科学管理原理一书出版; 吉尔布瑞斯 (F. B. Gilbreth) 的“动作研究, motion study”; 闵斯脱泼格 (H. Munsterberg) 的《心理学与工业效率》一书的出版, 倡导心理学应用于生产实践, 把实验心理学用于人员选拔、训练和改善劳动条件等等。这些都是人体工程学的萌芽, 为人体工程学的研究打开了大门。

（二）人体工程学的初兴期——第一次世界大战至第二次世界大战

第一次世界大战为人的工作效率研究提供了土壤。当时男人大量应征, 妇女被大量吸收参加生产劳动。由于缺乏熟练工人, 为了提高生产效率而不得不加班。因此工作疲劳和工作效率以及如何发挥人在战争中的有效作用问题是当时的主要研究内容。当时英国成立了人体疲劳研究所, 德国、苏联和日本也相继成立了工业心理研究所、劳动科学研究所和工业效率研究所。美国心理学家于1925年前后在西方电气公司进行了著名的“霍桑研究”项目, 该研究企图研究照明等物质环境因素对工作效率的影响, 但研究过程中发现, 组织因素、人际关系、上下级关系、环境气氛等物质因素以外的因素的影响有时更大, 甚至实验本身也影响工作效率, 这就是所谓的“霍桑效应”。现在的管理工效学就是研究这些问题的科学。

（三）人体工程学的成熟期——第二次世界大战至20世纪60年代

这一时期由于战争的需要, 复杂的武器对人类工效学的要求更加迫切。人体工程学从研究“人适应机器”为主题转向“机器适应人”为主题。也就是说, 武器、机械等的设计必须在充分研究人的心理、生理和解剖学特性的基础上, 使设计参数适应人的这些特性, 这样才能减少疲劳和人为错误, 提高作业效率。这一个时期, 英国、美国和日本分别于1950年、1957年和1964年成立了相应的“Society of Human Factors”, “Society of Ergonomics”, “人间工学会”, 从此, 人体工程学逐渐形成了国际性的比较完整的研究组织和学科体系。

（四）20世纪70年代以来的人体工程学

进入20世纪70年代后, 人体工程学形成了两大特点: 一是人体工程学的研究渗入了人类工作和生活的各个领域; 二是人体工程学在高科技领域中得到了应用, 自动化系统中人的监控作用, 人机信息交互, 人工智能等都与人体工程学有着密切的关系。

（五）人体工程学在中国的发展

1935年陈立和周先庚等在中央研究院和清华大学研究过工作疲劳、劳动环境等问题。20世纪60年代对铁路信号、飞机仪表也做过人体工程学方面的

研究,由于10年动乱中断。1984年国家科工委成立了军用人—机—环境系统工程标准化技术委员会。1985年成立了中国人类工效学标准化技术委员会和心理学会工业心理学专业委员会。1989年成立了中国人类工效学学会。近年人体工程学的研究在我国许多领域已经取得了显著的发展。但是,与先进国家比较,人体工程学基础理论、方法论以及成果的应用还有相当大的差距。我国的人体工程学教学和科普工作必须加强。

第三节 人体工程学的作用、任务及相关学科

一、作用与任务

从前面的定义中已经可以理解人体工程学的作用,在作为人体工程学研究对象的人—机—环境系统中,人们对人机关系的研究和认识随着科学的发展而变化,从“人适应机器”到“机器适应人”或“人机相互适应”就是人们对人机系统设计的基本思想的变化。人体工程学在科学体系中的位置和作用如图1-1。图1-1中的纵座标表示事故率,横座标表示技术年代,人机系统

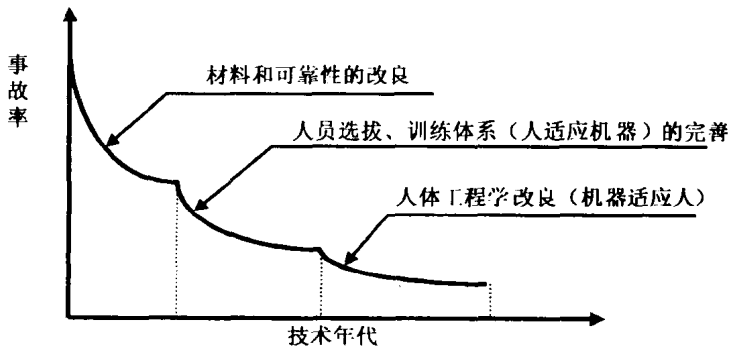


图 1-1 人体工程学在科学体系中的位置

(例如飞机、汽车等)的事故随着材料科学的发展和机械可靠性的改良而不断减少,但是达到一定程度后,事故率趋于稳定,说明影响事故率的还有其他因素,这就是人的因素和人机相互匹配关系。所以要进一步减少事故,必须研究人的特性和人机系统匹配理论,因此随着人员的选拔理论、训练理论和方法的研究和应用,事故率也获得了迅速的减少。同样,通过人员的选拔和训练可以减少事故到一定程度,但是机械设计好之后再选拔操作的人员具有一定的局限性,因此,在设计之前,要充分研究人的特性,根据人的特性

设计最佳的机械参数和人机匹配关系,这样才是进一步减少事故的有效途径,这就是人体工程学在科学技术体系中的位置和作用。

图 1-2 是人机系统的模型,研究人与机的匹配关系,关键是研究人机界面问题,使人机界面符合人的心理、生理和心理特性,达到人机系统最佳匹配状态。这里的机械是广义的,人与家具、人与其他工具之间的关系也同样需要最佳匹配,也要实现系统的优化。人机(物)界面包括视觉、触觉、听觉等一切人机(物)信息传递输入界面及人的手、脚和嘴等输出界面。

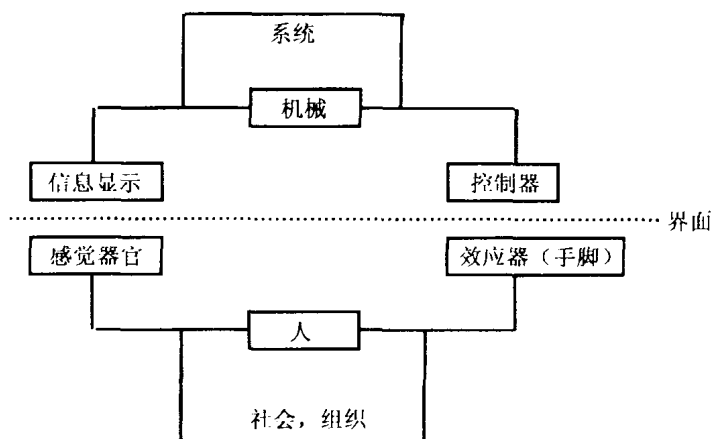


图 1 2 人 机系统模型

二、相关学科

人体工程学是研究人—机(物)—环境的科学,与许多领域有关,人体解剖学、生理学、心理学、力学、室内设计、家具设计、机械工程、管理科学、环境工程学等都是人体工程学的相关领域。因此,研究人体工程学要以许多学科为基础,同时又要以其他专业为依托。

总之,人体工程学的发展非常迅速。因为它是一门边缘学科,随着其他各领域科学技术的不断进步与发展,与之相关的人体工程学新问题也就不断出现,因此人体工程学研究的具体内容也就随之变化。例如,随着计算机和信息技术的迅速发展和普及,办公自动化、网上购物等虚拟现实问题及工业机器人等人体工程学的许多新问题有待研究解决。

建筑室内及家具与人的关系非常密切,它们的合理与否直接影响人体健康与安全,影响工作效率。因此,国外先进国家对这方面的研究历史较长,应

用也很普遍。我国的室内设计以及家具设计现在虽然是一个热门专业，但是人体工程学的研究和应用还几乎是一个空白，虽然有些高等学校和研究单位从事过这一方面的研究，也还只是起步，要真正使广大设计人员掌握还远远不够。只有掌握人的特性以及人与环境的关系，才能设计适合人的生理和心理特点的室内空间、环境以及家具。这些环境特性将影响人的行为和心理。室内及家具设计中人—家具—环境的关系(人—机—环界面)主要包括以下4个方面：

(1) 视觉与环境：主要包括空间组合、材质表面质地、造型、色彩、照明、采光等。

(2) 听觉与环境：主要包括隔音、反射、吸声、音响效果等。

(3) 嗅觉与环境：主要包括室内通风、建筑与装饰材料的选择等。

(4) 触觉与环境：主要包括材料表面、材料温冷感(导热性)，温湿度，人体生物力学，体压分布等。

第二章

人体生理系统

人体工程学研究的核心是人，因此在研究人体工程学时，必须了解人体自身的特性。

人的机能可分为植物性机能和动物性机能。前者是生存所必需的营养吸收、排泄、生殖等相关的机能；后者则是动物所特有的感觉运动机能。人体构造机能上最小的是细胞，它们的集合则构成组织。组织可分为上皮组织、结缔组织、支持组织、肌肉组织和神经组织。由组织构成的具有独特形态的称为器官。例如：肺，心脏，胃等。器官系统由具有共同机能特性的器官构成。如消化系统，呼吸系统等。植物性器官系统有：消化系统，呼吸系统，循环系统，泌尿系统及生殖系统等。动物性机能器官系统有：感觉系统，运动系统及进行两者之间信息交换的神经系统。神经系统分中枢神经系统和末梢神经系统。中枢神经系统由脑和脊髓构成；末梢神经系统则由动物性机能的体性神经系统和支配植物性神经机能的自律神经系统所组成。

第一节 信息传递系统

一、感觉系统

来自体内外的环境刺激通过眼、耳、皮肤等感觉器官产生信号脉冲通过神经系统传递到大脑中枢而产生感觉意识。感觉性质的识别称为知觉。识别出被知觉的事物称为认知。

感觉器官（耳、眼、鼻、舌、皮肤） $\xrightarrow{\text{向心神经}}$ 大脑 \Rightarrow 产生感觉

感觉具有以下主要性质：

1. 适宜刺激

感觉器官只对相应的刺激起反应，这样的刺激叫做该感觉器官的适宜刺激。例如，眼对光以外的刺激不起反应。见表 2-1。

表 2-1 感觉类型与适宜刺激

感觉类型	感觉器官	适宜刺激	识别特征
视觉	眼	光	形状、色彩、方向等
皮肤感觉	皮肤及皮下组织	物理化学作用	触压、温冷、痛
听觉	耳	声	声音强弱、方向、远近
嗅觉	鼻	挥发性物质	气味
味觉	舌	被唾液溶解物	酸甜苦辣咸辣
平衡(回转)	三半规管	运动位置变化	旋转运动
平衡(直线)	前庭系统	运动位置变化	直线运动

2. 适应

感觉器官接受刺激后,若刺激强度不变,则经过一段时间后,感觉逐渐变弱,这种现象叫适应。不同的感觉器官,其适应的速度和程度不同,触觉和压觉适应最快。对光的适应分明适应和暗适应,明适应是只从暗处进入明处的适应过程,暗适应则是相反,明适应要快于暗适应。

3. 特殊感觉和投射

各种感觉刺激所到达的感觉中枢部位都不同,因而能产生各种不同性质的感觉,这叫特殊感觉。但是被认知的感觉虽然是在感觉中枢部位产生,但是意识却是在被刺激的部位出现,这种现象叫感觉的投射。正是由于人类有这一感觉特性,上肢被截肢的人也具有上肢的特殊感觉(幻肢)。

4. 余觉

刺激取消后,感觉可存在一极短时间,这种现象叫余觉。例如:每秒100次闪烁的荧光灯给人的感觉是连续的光源,还有电影等都是利用余觉这一生理现象实现的。

5. 韦帕·费克纳(Weber-Fechner)定律

刺激强度 I 发生变化,当其变化量非常小时,人感觉不到其变化,人能感觉到其变化的最小变化量 ΔI 称为辨别阈。辨别阈随初始刺激强度 I 的大小而变化。但在相当宽的范围内 $\Delta I/I = K$ (定值),这叫韦帕定理, K 称为韦帕比。设当人接受刺激强度 I 的信号时的感觉强度为 E ,而当 I 发生 ΔI 的变化时,感觉强度也相应的会发生 ΔE 的变化。 $\Delta E = K \cdot \Delta I/I$ 。令 ΔI 为 dI 、 ΔE 为 dE ,则有

$$E = K \ln I + C$$

式中: K, C ——常数;

I ——刺激强度;

E ——感觉强度。