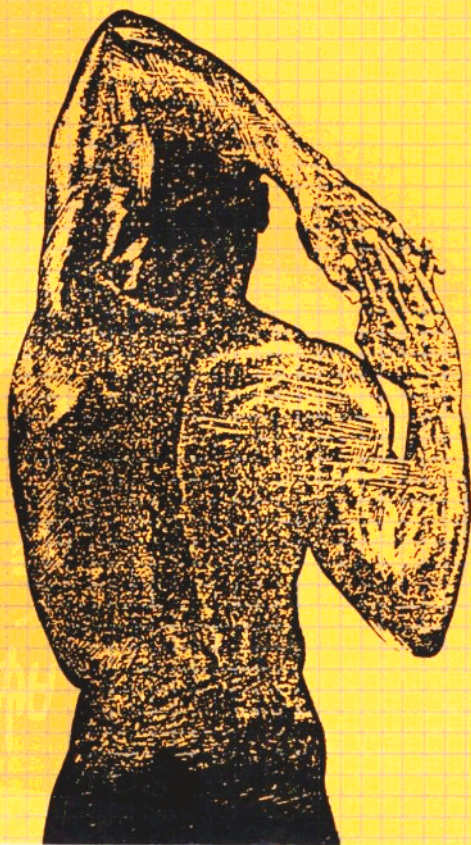


FXNDON

工业设计 · 装潢设计 · 服装设计 · 环境艺术设计 等专业
适用教材 · 及美术设计师必备用书

发 现 你 的 潜 能 人体功效学



枫·董 琼
编著

目 录

人体功效学总论

一、人体功效学的概念	(1)
二、研究人体功效学的目的	(2)
(一) 建立协调的人机系统	(2)
(二) 创造设计有利于人类身心健康的人工环境	(3)
(三) 提高人机系统整体效率	(3)
(四) 为工业美术设计奠定理论基础	(4)
三、人体功效学研究的主要内容	(6)
(一) 人机系统人的形态特征	(6)
(二) 人机系统人生理特征	(7)
(三) 人机系统人的心理特征	(7)
(四) 人机系统生物力学特征	(7)
(五) 人机系统的环境特征	(8)
(六) 人机系统的疲劳状态	(8)
(七) 人机系统信息的传递	(8)
四、人体功效学的研究方法	(9)
(一) 人体测量方面的研究	(9)
(二) 时间动作分析法	(9)
(三) 心理方面的研究	(10)
五、人机系统与人机参数	(10)

(一) 对人机系统概念的正确理解	(10)
(二) 人与器具的大体分工原则	(11)
(三) 人机系统的功能	(12)
(四) 人与器具能力的比较	(13)
六、人体功效学发展概况	(16)
(一) 国际人体功效学发展概况	(16)
(二) 我国人体功效学发展概况	(18)

人体测量原理的应用

一、概述	(21)
(一) 人体形态测量	(22)
(二) 生理机能能力的测定	(23)
(三) 人体生物力学的测定	(23)
二、人体测量的科学性	(23)
(一) 测量的可靠性	(23)
(二) 测量的有效性	(24)
(三) 测量的客观性	(24)
三、人体测量的基本知识	(25)
(一) 常用的解剖学术语	(25)
(二) 测试的姿势及测试点	(27)
四、人体形态测量	(34)
(一) 生长发育的加速现象	(34)
(二) 形态指标的测量	(35)
(三) 人体基本形态的比例	(58)
五、常用的人机参数	(59)
(一) 人体形态参数	(59)

(二) 人体生物力学参数	(69)
(三) 劳动生理学有关参数	(71)
六、人体测量数据的应用	(73)
(一) 资料的统计学处理	(73)
(二) 常用的统计学方法	(74)
(三) 形态数据的应用	(80)

人体感觉机能与工业设计

一、生理感受器的一般特征	(86)
(一) 合理选择感觉通道	(87)
(二) 适宜人的调节功能	(88)
二、视觉生理特征及其应用	(89)
(一) 视觉生理特征	(89)
(二) 视觉规律及视区划分	(99)
(三) 视觉特征在工业设计中的应用	(102)
三、听觉生理特征与听觉传示装置设计	(110)
(一) 听分析器的生理功能	(110)
(二) 在声音持续作用下听觉感性的变化	(113)
(三) 听觉传示装置的设计	(114)
四、皮肤感觉与工业设计	(116)
(一) 触、压觉功能	(116)
(二) 工业产品设计的功效学原则	(117)

人体生物力学与工业设计

一、运动的生理解剖基础	(118)
-------------------	---------

(一) 运动的生理学特征	(118)
(二) 运动的解剖学特征	(119)
二、动作的分类及动作经济原则	(123)
(一) 动作的分类	(124)
(二) 动作经济的原则	(127)
三、操纵装置的设计	(129)
(一) 操纵控制器的类型和选择	(129)
(二) 控制器设计的功效学要求	(129)
(三) 控制器布置的原则	(130)
四、手的运动特征及手动控制器的设计	(131)
(一) 手的结构	(131)
(二) 手的运动形式及特征	(131)
(三) 手臂运动空间	(139)
(四) 手的操纵活动与手动控制器设计的功效学要求	(144)
五、足的运动特征及足动控制器的设计	(150)
(一) 足的运动特征	(150)
(二) 足动控制器适应条件及足动控制器的功效学要求	(151)

人体功效学与服装、鞋帽设计

一、人体体型	(154)
(一) 按人体发育规律分类	(154)
(二) 按生理解剖特点分类	(156)
(三) 按胚胎发育分类	(156)
二、人体各部比例	(158)
(一) 身体总长比例	(159)
(二) 头部比例	(160)

(三) 躯干比例	(161)
(四) 四肢比例	(161)
三、人体结构与衣着部位的关系	(162)
四、人体运动规律与衣纹变化	(163)
五、服装设计	(164)
(一) 服装设计的人体功效学要求	(164)
(二) 服装设计与造型	(165)
(三) 人体与服装	(169)
(四) 服装的标准与号型	(173)
(五) 服装色彩的运用	(176)
(六) 人体与服装材料	(177)
六、鞋的设计	(180)
(一) 足的解剖要点	(180)
(二) 足的生物力学特点	(181)
(三) 足的穿着生理卫生	(183)
(四) 鞋的设计要求	(184)
七、帽子设计	(189)

室内设计人体功效学的身心要求

一、室内设计的身心要求	(191)
(一) 室内设计的使用效果	(191)
(二) 室内设计的心理效果	(193)
(三) 室内设计的精神效果	(195)
二、人体尺寸群与室内设计	(197)
(一) 人体与座椅的设计	(197)
(二) 人体与床的设计	(209)

(三) 人体及其作业面空间尺寸群	(213)
(四) 人体及贮存柜空间尺寸群	(217)
(五) 人体及门户空间尺寸群	(222)
(六) 人体及通道、梯阶空间尺寸群	(224)
三、人体与视听空间	(229)
(一) 立姿视听空间	(230)
(二) 坐姿视听空间	(231)
(三) 坐姿作业控制台的视空间	(232)
(四) 多人观看的视空间	(234)
(五) 讲演空间	(235)

人 类 环 境 及 其 保 护

一、人与环境	(238)
(一) 人类的环境	(238)
(二) 环境污染对人的主要影响	(239)
二、生活环境污染及其防护措施	(239)
(一) 空气环境及卫生防护	(240)
(二) 水的污染及卫生防护	(245)
(三) 土壤的污染及防护	(251)
(四) 食物污染及卫生防护	(253)
三、生产环境的污染及其防护	(256)
(一) 物理性因素	(256)
(二) 化学性因素	(258)
(三) 生物学性因素	(264)
(四) 生产环境的防护措施	(264)
四、绿化与环境保护	(271)

- (一) 植物对空气污染物具有吸收、净化作用…………… (271)
- (二) 植物具有消声防噪作用…………… (272)
- (三) 植物具有调节温度、湿度, 防止热辐射作用…………… (273)

色彩的效果及其应用

- 一、色彩的基本知识…………… (274)
 - (一) 色彩的概念…………… (274)
 - (二) 色彩的三属性…………… (276)
- 二、色彩的视觉规律…………… (277)
 - (一) 色彩的知觉生理现象…………… (277)
 - (二) 色彩的对比…………… (278)
- 三、色彩的生理效果及其应用…………… (284)
 - (一) 色彩对神经系统的影响…………… (284)
 - (二) 色彩对心血管系统的影响…………… (285)
 - (三) 色彩对消化系统的影响…………… (285)
 - (四) 色彩对视觉生理的影响…………… (286)
- 四、色彩的心理效果及其应用…………… (287)
 - (一) 色彩的单纯性心理效果…………… (287)
 - (二) 色彩的间接性心理效果…………… (294)
- 五、色彩的其他效果及其应用…………… (297)
 - (一) 色彩的标志作用…………… (297)
 - (二) 色彩的吸热能力及其应用…………… (299)
 - (三) 色彩的反射率及其应用…………… (299)

现代工业设计与材料

- 一、材料是设计的物质基础…………… (300)

(一) 材料是人类赖以生存和生活的必要条件·····	(300)
(二) 材料是划时代的里程碑·····	(301)
二、材料的分类·····	(301)
三、努力发展新材料·····	(302)
四、新材料的发展趋势及人体功效学要求·····	(304)
(一) 新材料的发展趋势·····	(304)
(二) 用材的人体功效学要求·····	(307)
主要参考书目·····	(311)
后记·····	(313)

人体功效学总论

人体功效学属于人体科学的范畴。它是应用人体科学的观点、方法与有关的技术学科相结合，并将其设计成果直接服务于生产或生活实际的一门应用学科。

人体功效学包括人、机（包括环境）两方面的因素。人与机两者的结合不是简单地相加，而是从整体的高度，将人、机看作一个相互作用，相互依存的巨系统，它需要我们在了解人体各部分解剖、生理机能和心理状态等特征的基础上，用现代化的测试方法，着重研究人机系统的整体性。目的是解决系统设计与人体各部形态机能特征相适应的问题。人体功效学以人为核心，要求设计的产品，能够达到功能适用、安全、方便、舒适、高效，使整体工作达到最佳效果。

一、人体功效学的概念

人体功效学是一门边缘学科，具有多学科交叉的特征。它兴起于欧洲，形成于美国，作为一门独立学科，已经有近50年的历史。

人体功效学（Ergonomics）又称“人体工程学”、“人机工程学”、“人因工程学”、“工效学”、“宜人学”、“人类工程学”等等。所用的名称目前尚未统一。就其学科的性质、任务而言，主要是研究人与机的机能能力及其相互作用的规律，从而提高人机

系统的整体效率。

由于本学科的理论内涵及其实际应用，要求产品设计必须体现人体功能和工作效率相结合的特点，所以，本书采用了“人体功效学”这一名称，或简称之为“功效学”。

在生产和生活过程中，人与器具、与其生存的环境，无时无刻不在发生联系，作为以人为研究对象的人体功效学，便成了连接这两者的桥梁。它是根据人体的解剖学、生理学和心理学等特点，在了解并掌握了人体的操作能力及其限度的基础上，设计出与人体相适应的产品及人工环境的科学。也可以说，人体功效学是一门关于正确使用人的智力和体力的科学。

二、研究人体功效学的目的

人类从事各种工作，总要伴随着一定的生理变化和 心理 活动。这就不可避免地要受到各种环境因素的影响。人体功效学的目的是对这一综合体建立最佳的设计方案，以便充分发挥人的主导作用；同时，也为使用者（操作者）提供舒适安全的环境，从而保证人的健康及工作卓有成效。研究人体功效学的主要目的如下：

（一）建立协调的人机系统

在生产过程中，许多事故和灾害，是由于人与器具未能协调的原因造成的。为了消除事故和灾害，首先要对人机系统加以改善，以协调人——机两者的相互关系。在人机系统中，人与器具是主从关系，人是主导者，总是有意识、有目的地操纵器具，控制环境因素；器具是劳动的工具，是按照人的意愿进行工作的。两者是否相互协调，主要取决于所用器具设计得是否合理、有效及可

靠，其功能是否符合人体的要求。功效学就是为人——机系统的合理分工、相互配合、信息传递等方面的总体设计提供理论依据，以便使人付出最小的代价，取得最高的效率。

（二）创造设计有利于人类身心健康的人工环境

造成环境的污染，使生态平衡遭到破坏，是现代工业迅猛发展所带来的一种灾害。因此，人类为了自身的生存和发展，应该积极地消除污染，保护和美化环境。根据环境设计要求的有关标准，功效学为设计环境控制设备提供理论依据及具体参数。

（三）提高人机系统整体效率

研究功效学的又一目的，在于解决工程技术和工业产品设计如何与人体机能能力相适应的问题，以便在工作中减少伤亡事故。例如，在第二次世界大战中，美国飞机经常失事，使美国军方困惑不解。曾从飞机的高度、飞行员的训练等方面找原因，均不知原因何在。后来，美国军方动员了一批实验心理学家，对人的判断能力与听觉、视觉等感知的关系进行了认真分析，结果，发现一个以前完全不被人们注意的问题，是造成失事的主要原因。原来，飞机驾驶舱里所用的高度计是三指针式的，飞行员只有分别看完三个指针，才能知道自己在空中的确切高度。这样，很容易看错指针，造成事故。后来，改为单指针式，大大减少了因误读而发生的类似事故。由于器具设计不良，造成操作者精神紧张，容易疲劳，甚至出现职业病或伤亡事故，是屡见不鲜的。许多调查结果证明，为了提高人机系统的整体效率，就要在设计上符合功效学要求。这样，不仅会使器具性能合乎使用者的要求，而且还具有省时、省力、省功的效果。

（四）为工业美术设计奠定理论基础

工业美术设计的目的，是把人对产品的功能要求和审美情趣体现在产品上。早在18世纪末到19世纪中期，由于没有对人体功效学进行系统研究，有些产品的设计往往不能符合人的要求。当时，西方几个主要资本主义国家先后实现了产业革命，把生产推向了机械化的工业时代，工业产品、特别是和人们日常生活关系密切的产品数量大大增加了。但由于设计者缺乏对人体解剖、生理等特征的了解，设计时，经常将人和器具截然分开，当作彼此毫无关系的个体，甚至有的颠倒了人机关系，所以，造成产品在功能上不适合人的使用，在造型上单调、呆板，缺乏亲近感。由于产品在功能及心理上都无法满足人们的要求，因此，工业产品与人的关系、如何美化产品等问题显得日益突出。于是，一些工业国家，开始寻找和探讨有关人体功效学的理论。工业美术的发展，促进了人体功效学的发展；反过来，人体功效学的发展又充实和完善了工业美术设计。

工业美术设计是一种创造性的活动。产品的功能与形式美，这两者协调统一被视为工业美术设计的根本。也就是说，产品都应具有实际功能、科学而合理的结构、优良的质地、美观的造型，同时，也应具有使用方便、安全并产生高效率的优点。

实际功能是设计首先应该考虑的问题。它应包括：

关于物质的功能，是指由材料、结构、物质效应等自身内部的物质技术性能所形成的功能作用。这是以物质为对象的功能。

关于人体的功能，是指在人和器具的关系方面人必然发生的作用，是直接以人为对象的功能，即，在人机关系中，以人的生理解剖、心理等因素为基础，使产品设计更好地符合人的特点，更正确、迅速、安全、舒适、有效地操纵器具。

关于环境（物质环境）的功能，是指产品对环境的影响及其相互作用。

关于社会功能，是指产品在社会上出现后，对社会所产生的影响。

工业美术设计是艺术创造性和科学技术结合的产物。没有一定科学知识作为基础，是无法胜任工业美术设计的。而人体功效学是其重要的专业理论基础之一，功效学的应用可为产品设计提供理论依据。主要内容如下：

1. 产品符合标准化、系列化、通用化

由于产品不是为一二个人使用的，而是为大多数人使用的，因而，需要制定符合多数人使用的统一标准。如桌、椅、服装型号等；有的产品象螺钉、螺帽等需要与机器设备配套，就要使其具有系列化、通用化的规格。人机空间布置标准，也需要人体功效学为其提供理论要求和具体参数。

2. 合乎人体舒适感

工业品设计与提高工作效率是息息相关的，有些工业产品的设计要考虑人的舒适感，便于操作等问题，也要注意操作者的迅速操作、控制和处理一切意外事故的问题。因此，设计者要对功效学中人体的感知能力、体压等生理机能进行研究。

3. 产品的色彩美及合乎逻辑的比例关系

现代色彩及光学的研究，丰富了工业美术设计的美感。按照逻辑数学设计的产品，落落大方、自然洒脱，能够符合人的心理、视觉等方面的要求。

4. 新材料的材质符合人体要求

新材料的涌现，使工业产品设计更加理想化。人体功效学为设计的用材不仅提供具体生理要求，也为材料的材质提出理论要求。

综上所述，现代工业美术设计，只有以人体功效学理论为指导，才有可能处理好人——机（环境）的关系，保证产品功能的发挥和形态结构的完善。

目前，我国从事工业美术设计的队伍还很年轻，对设计中应注重的功效学原理了解得还不够系统，专业学校输送的人才还十分有限。四化建设迫切需要这方面的人才。特别是我国在对外经济活动中，产品竞争日趋激烈，以产品的数量优势去满足人们的需要和占领市场的观念已成为历史。产品的竞争，实际上是独特功能和新颖造型设计技术的竞争。所以，有竞争实力的产品必须体现当代的科学技术水平和艺术水平。正如西德西门子公司人体功效学专家所说的那样，“凡是在设计上讲求功效学的产品，除了具有技术和经济上的优势外，在国际市场上也是成功的”。为了我国的建设事业，为了赶超世界工业设计水平，我国工业美术工作者，有必要尽快加强对人体功效学的研究。

三、人体功效学研究的主要内容

近年来，人体功效学得到迅速发展，应用范围遍及工业、农业、体育、文教卫生、交通运输、国防等各领域。因其涉及面广、研究的内容也较多，将主要方面说明如下：

（一）人机系统人的形态特征

工业产品、室内外环境主要为人所用，它的任何一部分尺寸，除了构造要求外，绝大部分还都与人体尺寸有关。以人为对象的功效学将人体形态测量的许多参数应用于产品、建筑和内外环境的设计中，以提高人机的协调性、环境的质量，节约面积和空间。工业产品的设计以人体形态尺度为依据已受到广泛重

视，比如，我国目前统一规定的服装型号、桌椅的标准，都是以人体功效学形态参数为设计依据的。

（二）人机系统人的生理特征

人们在从事工作时，生理机能的变化与作业负荷之间的关系非常密切，所以，需要利用对人体生理机能测量的结果，来进行分析、研究，不断改进人机系统的综合设计，从而最大限度地发挥人的能力和物的作用。

人体功效学常用的生理指标，包括脉搏、血压、肺活量、最大吸氧量、脑电图、反应时、能量代谢等。只有在了解人的各方面生理机能的前提下，产品的设计才会更加合理。

（三）人机系统人的心理特征

对于人的心理特征研究，在功效学中主要从人体感知能力及情感作用两方面进行。通常以物理的方法（反应时的测定）来测定人体感觉器官对外界刺激的反应。在设计中，根据这些反应的强度来确定所设计产品的刺激量值的大小。例如，电视、音响等产品音量的测定，是以音量的强度宜人，不会产生噪声为标准的。诸如视觉、触觉等感知能力也都是根据测量值来表示的。另一方面，就是色彩、语言、音响、文字等通过对感受器官的作用所引起的心理效果，也是功效学研究的内容。

（四）人机系统生物力学特征

研究功效学的目的，是为从事工作的人设计出操作方便，不易发生疲劳，不产生失误而且效率高的器具。要达到这个目的，主要的工作是客观掌握人体有关的生物力学参数。

（五）人机系统的环境特征

环境的好坏是直接影响人机系统的重要因素。为了确保人的身心健康，提高工作效率，必须创造一个舒适的工作环境。人除了具有适应环境的能力外，也具有积极改造和创造环境的能力，使人与外界始终保持着动态平衡。功效学研究对环境的控制和设计的目的，是为人类创造一个良好的人工环境。

（六）人机系统的疲劳状态

人在疲劳情况下从事工作（或运动）不仅影响工作效率（或成绩），而且能使人早衰，缩短寿命。对疲劳的研究是许多学科的课题。功效学认为，只有客观地掌握使用者的疲劳程度，才有可能设计出符合人体科学的器具。在工业生产中，对疲劳的测定方法很多，已达百种以上。例如，用肌电观察肌肉收缩情况及活动规律；用闪光融合的方法观察视力的疲劳（实质是对中枢神经系统疲劳的观察）；用血乳酸的测定，观察体内代谢产物堆积的情况。此外，对心肺功能、肌力等方面的测定，都是判断疲劳的常用方法。只有了解人机系统人的疲劳程度，设计产品时，才会寻找出减少或消除疲劳的最佳方案，所采用的各种人机参数才会更加合理。

（七）人机系统信息的传递

在工作中，器具是被控制的对象，通过各种信息的输入，使人达到对其功能状态的控制。人的操作信息如何输出，这是完善人机系统不可缺少的调节环节，是功效学的主要研究内容之一。

除上述内容外，人机系统的类型、人机系统物的特征等有关问题也属功效学研究的内容。