

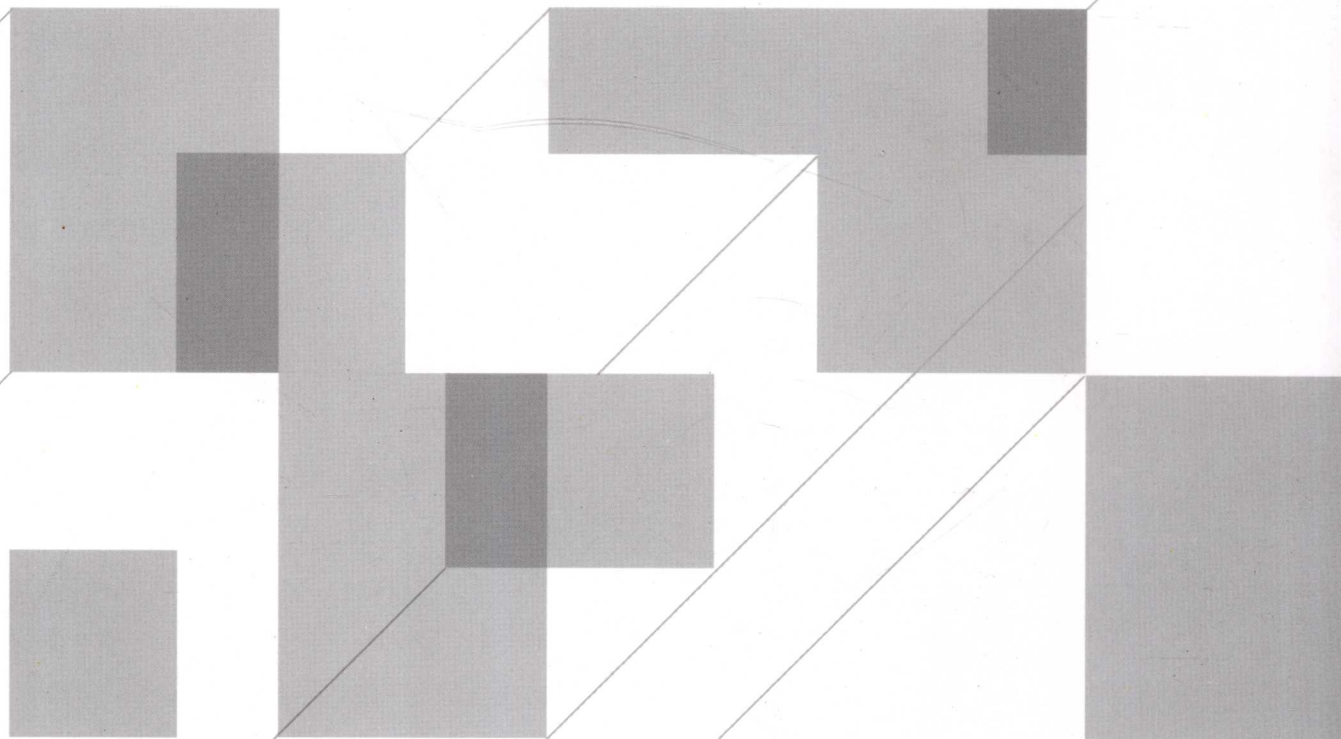


普通高等教育“十一五”国家级规划教材  
高等学校环境艺术设计专业教学丛书暨高级培训教材

# 室内人体工程学 (第三版)

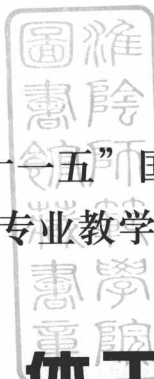
张月 编著

清华大学美术学院环境艺术设计系



中国建筑工业出版社

01497370



普通高等教育“十五”国家级规划教材  
高等学校环境艺术设计专业教学丛书暨高级培训教材

# 室内人体工程学

(第三版)

清华大学美术学院环境艺术设计系

张月 编著

馆藏



淮阴师院图书馆 1497370

中国建筑工业出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

室内人体工程学 / 张月编著. — 3版. — 北京: 中国建筑工业出版社, 2012. 5

普通高等教育“十一五”国家级规划教材. 高等学校环境艺术设计专业教学丛书暨高级培训教材

ISBN 978-7-112-14243-9

I. ①室… II. ①张… III. ①室内装饰设计—工效学—高等学校—教材 IV. ①TU238

中国版本图书馆CIP数据核字 (2012) 第072308号

本书是一本从室内设计专业的角度介绍人体工程学的理论应用书籍, 在阐述理论时从设计的实际应用出发, 力求通俗易懂, 理论与应用兼顾, 图文并茂, 大量的图表可以作为实际设计参考。

本书包括的主要内容有: 概论; 人体测量学与人体尺寸; 作业环境中的人体因素; 家具设计中的人体因素; 人的知觉、感觉与室内环境; 心理、行为与空间环境; 室内环境与环境评价等内容。

本书既可作为环境艺术设计专业及室内设计专业的人体工程学的教材, 也可作为室内设计人员的参考工具书。

\* \* \*

责任编辑: 胡明安 姚荣华

责任设计: 陈旭

责任校对: 王誉欣 刘钰

普通高等教育“十一五”国家级规划教材  
高等学校环境艺术设计专业教学丛书暨高级培训教材  
室内人体工程学  
(第三版)

清华大学美术学院环境艺术设计系

张月 编著

\*

中国建筑工业出版社出版、发行 (北京西郊百万庄)

各地新华书店、建筑书店经销

北京京点设计公司制版

北京云浩印刷有限责任公司印刷

\*

开本: 880×1230 毫米 1/16 印张: 10¼ 插页: 4 字数: 266 千字

2012年7月第三版 2012年7月第二十五次印刷

定价: 36.00 元

ISBN 978-7-112-14243-9

(22306)

版权所有 翻印必究

如有印装质量问题, 可寄本社退换

(邮政编码 100037)

## 第三版编者的话

中国建筑工业出版社1999年6月出版的“高等学校环境艺术设计专业教学丛书暨高级培训教材”发行至今已有12年。2005年修订后又以“国家十一五规划教材”的面貌问世，时间又过去5年。2011年，也就是国家“十二五”规划实施的第一年，这套教材的第三版付梓。

环境艺术设计专业在中国高等学校发展的22年，无论是行业还是教育都发生了令人炫目的狂飙式的突飞猛进。教材的编写和人才的培养似乎总是赶不上时代的步伐。今年高等学校艺术学升级为学科门类，设计学以涵盖艺术学与工学的概念进入视野，环境艺术设计专业得以按照新的建构向学科建设的纵深扩展。

设计学是一门多学科交叉的、实用的综合性边缘学科，其内涵是按照文化艺术与科学技术相结合的规律，为人类生活而创造物质产品和精神产品的一门科学。设计学涉及的范围宽广，内容丰富，是功能效用与审美意识的统一，是现代社会物质生活和精神生活必不可少的组成部分，直接与人们的衣、食、住、行、用等各方面密切相关，可以说是直接左右着人们的生活方式和生活质量。

设计专业的诞生与社会生产力的发展有着直接的关系。现代设计的社会运行，呈现一种艺术与科学、精神与物质、审美与实用相融合的社会分工形态。以建筑为主体向内外空间延伸面向城乡建设的环境设计，以产品原创为基础面向制造业的工业设计，以视觉传达为主导面向全行业的平面设计，按照时间与空间维度分类的方式建构，成为当代设计学专业的主体。

正因为此环境艺术设计成为设计学中，人文社会科学与自然科学双重属性体现最为明显的学科专业。设计学对于产业的发展具备战略指导的作用，直接影响到经济与社会的运行。在这样的背景下本套教材第三版面世，也就具有了特殊的意义。

清华大学美术学院环境艺术设计系

2011年6月

## 第二版编者的话

艺术，在人类文明的知识体系中与科学并驾齐驱。艺术，具有不可替代完全独立的学科系统。

国家与社会对精神文明和物质文明的需求，日益倚重于艺术与科学的研究成果。以科学发展观为指导构建和谐社会的理念，在这里绝不是空洞的概念，完全能够在艺术与科学的研究中得到正确的诠释。

艺术与科学的理论研究是以艺术理论为基础向科学领域扩展的交融；艺术与科学的理论研究成果则通过设计与创作的实践活动得以体现。

设计艺术学科是横跨于艺术与科学之间的综合性边缘性学科。艺术设计专业产生于工业文明高度发展的 20 世纪。具有独立知识产权的各类设计产品，以其艺术与科学的内涵成为艺术设计成果的象征。设计艺术学科的每个专业方向在国民经济中都对应着一个庞大的产业，如建筑室内装饰行业、服装行业、广告与包装行业等等。每个专业方向在自己的发展过程中无不形成极强的个性，并通过这种个性的创造以产品的形式实现其自身的社会价值。

正是因为这样的社会需求，近年来艺术设计教育在中国以几何级数率飞速发展，而在所有开设艺术设计专业的高等学校中，选择环境艺术设计专业方向的又占到相当高的比例。在这套教材首版的 1999 年，可能还是环境艺术设计专业教材领域为数不多的一两套之列。短短的五六年间，各种类型不同版本的专业教材相继面世。编写这套教材的中央工艺美术学院环境艺术设计系，也在国家高校管理机制改革中迅即转换成为清华大学的下属院系。研究型大学的定位和争创世界一流大学的目标，使环境艺术设计系在教学与科研并行的轨道上，以快马加鞭的运行状态不断地调整着自身的位置，以适应形势发展的需求，这套教材就是在这样的背景下修订再版的，并新出版了《装修构造与施工图设计》，以期更能适应专业新的形势的需要。

高等教育的脊梁是教师，教师赖以教学的灵魂是教材。优秀的教材只有通过教师的口传身授，才能发挥最大的效益，从而结出累累的教学成果。教师教材之于教学成果的关系是不言而喻的。然而长期以来艺术高等教育由于自身的特殊性，往往采取一种单线师承制，很难有统一的教材。这种方法对于音乐、戏剧、美术等纯艺术专业来讲是可取的。但是作为科学与艺术相结合的高等艺术设计专业教育而言则很难采用。一方面需要保持艺术教育的特色；另一方面则需要借鉴理工类专业教学的经验，建立起符合艺术设计教育特点的教材体系。

环境艺术设计教育在国内的历史相对较短。由于自身的特殊性，其教学模式和教学方法与其他的高等教育相比有着很大的差异。尤其是艺术设计教育完全是工业化之后的产物，是介于艺术与科学之间边缘性极强的专业教育。这样的教育背景，同时又是专业性很强的高校教材，在统一与个性的权衡下，显然两者都是需要的。我们这样大的一个国家，市场需求如此之大，现在的教材不是太多，而是太少，尤其是适用的太少。不能用同一种模式和同一种定位来编写，这是摆在所有高等艺术设计教育工作者面前的重要课题。

今日的世界是一个以多样化为主流的世界。在全球经济一体化的大背景下，艺术设计领域反而需要更多地强调个性，统一的艺术设计教育模式无论如何也不是我们的需要。只有在多元的撞击下才能产生新的火花。作为不同地区和不同类型的学校，没有必要按照统一的模式来选定自己的教材体系。环境艺术设计教育自身的规律，不同层次专业人才培养的模式，以及不同的市场定位需求，应该成为不同类型学校制定各自教学大纲选定合适教材的基础。

环境艺术设计学科发展前景光明，从宏观角度来讲，环境的改善和提高是一个重要课题。从微观的层次来说中国城乡环境的设计现状之落后为学科的发展提供了广大的舞台，环境艺术设计课程建设因此处于极为有利的位置。因为，环境艺术设计是人类步入后工业文明信息时代诞生的绿色设计系统，是艺术与艺术设计行业的主导设计体系，是一门具有全新概念而又刚刚起步的艺术设计新兴专业。

清华大学美术学院环境艺术设计系

2005年5月

## 第一版编者的话

自从1988年国家教育委员会决定在我国高等院校设立环境艺术设计专业以来,这个介于科学和艺术边缘的综合性新兴学科已经走过了十年的历程。

尽管在去年新颁布的国家高等院校专业目录中,环境艺术设计专业成为艺术设计学科之下的专业方向,不再名列于二级专业学科,但这并不意味着环境艺术设计专业发展的停滞。

从某种意义上讲也许是环境艺术设计概念的提出相对于我们的国情过于超前,虽然十年间发展迅猛,在全国数百所各类学校中设立,但相应的理论研究滞后,专业师资与教材奇缺,社会舆论宣传力度不够,导致决策层对环境艺术设计专业缺乏了解,造成了目前这样一种局面。

以积极的态度来对待国家高等院校专业目录的调整,是我们在新形势下所应采取的惟一策略。只要我们切实做好基础理论建设,把握机遇,勇于进取,在艺术设计专业的领域中同样能够使环境艺术设计在拓宽专业面与融汇相关学科内容的条件下得到长足的进步。

我们的这一套教材正是在这样的形势下出版的。

环境艺术设计是一门新兴的建立在现代环境科学研究基础之上的边缘性学科。环境艺术设计是时间与空间艺术的综合,设计的对象涉及自然生态环境与人文社会环境的各个领域。显然这是一个与可持续发展战略有着密切关系的专业。研究环境艺术设计的问题必将对可持续发展战略产生重大的影响。

就环境艺术设计本身而言,这里所说的环境,是包括自然环境、人工环境、社会环境在内的全部环境概念。这里所说的艺术,则是指狭义的美学意义上的艺术。这里所说的设计,当然是指建立在现代艺术设计概念基础之上的设计。

“环境艺术”是以人的主观意识为出发点,建立在自然环境美之外,为人对美的精神需求所引导,而进行的环境艺术创造。如大地艺术、人体行为艺术由观者直接参与,经过视觉、听觉、触觉、嗅觉的综合感受,造成一种身临其境的艺术空间,这种艺术创造既不同于传统的雕塑,也不同于建筑,它更多地强调空间氛围的艺术感受。它不同于我们今天所说的环境艺术,我们所研究的环境艺术是人为的艺术环境创造,可以自在自然界美的环境之外,但是它又不可能脱离自然环境本体,它必需植根于特定的环境,成为融汇其中与之有机共生的艺术。可以这样说,环境艺术是人类生存环境的美的创造。

“环境设计”是建立在客观物质基础上,以现代环境科学研究成果为指导,创造生态系统良性循环的人类理想环境,这样的环境体现于:社会制度的文明进步,自然资源的合理配置,生存空间的科学建设。这中间包含了自然科学和社会科学涉及的所有研究领域。因此环境设计是一项巨大的系统工程,属于多元的综合性边缘学科。

环境设计以原在的自然环境为出发点,以科学与艺术的手段协调自然、人工、社会三类环境之间的关系,使其达到一种最佳的运行状态。环境设计具有相当广的涵义,它不仅包括空间环境中诸要素形态的布局营造,而且更重视人在时间状态下的行为环境的调节控制。

环境设计比之环境艺术具有更为完整的意义。环境艺术应该是从属于环境设计的子系统。

环境艺术品也可称为环境陈设艺术品,它的创作是有别于艺术品创作的。环境艺术品的概念源于环境艺术设计,几乎所有的艺术与工艺美术门类,以及它们的产品都可以列入环境艺术

品的范围。但只要加上环境二字，它的创作就将受到环境的限定和制约，以达到与所处环境的和谐统一。

为了不使公众对环境设计概念的理解产生偏差，我们仍然对环境设计冠以“环境艺术设计”的全称，以满足目前社会文化层次认识水平的需要。显然这个词组包括了环境艺术与设计的全部概念。

中央工艺美术学院环境艺术设计专业是从室内设计专业发展变化而来的。从五六十年代的室内装饰、建筑装饰到七八十年代的工业美术、室内设计再到八九十年代的环境艺术设计，时间跨越四十余年，专业名称几经变化，但设计的对象始终没有离开人工环境的主体——建筑。名称的改变反映了时代的发展和认识水平的进步。以人的物质与精神需求为目的，装饰的概念从平面走向建筑空间，再从建筑空间走向人类的生存环境。

从世界范围来看，室内装饰、室内设计、环境艺术、环境设计的专业设置与发展也是不平衡的，认识也是不一致的。面临信息与智能时代的来临，我们正处在一个多元的变革时期，许多没有定论的问题还有待于时间和实践的检验。但是我们不能因此而裹足不前，以我们今天对环境艺术设计的理解来界定自身的专业范围和发展方向，应该是符合专业高等教育工作者的责任和义务的。

按照我们今天的理解，从广义上讲，环境艺术设计如同一把大伞，涵盖了当代几乎所有的艺术与设计，是一个艺术设计的综合系统。从狭义上讲，环境艺术设计的专业内容是以建筑的内外空间环境来界定的，其中以室内、家具、陈设诸要素进行的空间组合设计，称之为内部环境艺术设计；以建筑、雕塑、绿化诸要素进行的空间组合设计，称为外部环境艺术设计。前者冠以室内设计的专业名称，后者冠以景观设计的专业名称，成为当代环境艺术设计发展最为迅速的两翼。

广义的环境艺术设计目前尚停留在理论探讨阶段，具体的实施还有待于社会环境的进步与改善，同时也要依赖于环境科学技术新的发展成果。因此我们在这里所讲的环境艺术设计主要是指狭义的环境艺术设计。

室内设计和景观设计虽同为环境艺术设计的子系统，但从发展来看室内设计相对成熟。从20世纪60年代以来室内设计逐渐脱离建筑设计，成为一个相对独立的专业体系。基础理论建设渐成系统，社会技术实践成果日见丰厚。而景观设计的发展则相对落后，在理论上还有不少界定含混的概念，就其对“景观”一词的理解和景观设计涵盖的内容尚有争议，它与城市规划、建筑、园林专业的关系如何也有待规范。建筑体以外的公共环境设施设计是环境设计的一个重要部分，但不一定形成景观，归类于景观设计中也不完全合适，所以对景观设计而言还有很长一段路要走。因此我们这套教材的主要内容还是侧重于室内设计专业。

不管怎么说中央工艺美术学院环境艺术设计系毕竟走过了四十余年的教学历程，经过几代人的努力，依靠相对雄厚的师资力量，建立起完备的教学体系。作为国内一流高等艺术设计院校的重点专业，在环境艺术设计高等教育领域无疑承担着学术带头的重任。基于这样的考虑，尽管深知艺术类教学强调个性的特点，忌专业教材与教学方法的绝对统一，我们还是决定出版这样一套专业教材，一方面作为过去教学经验的总结；另一方面是希望通过这套书的出版，促进环境艺术设计高等教育更快更好地发展，因为我们深信21世纪必将是世界范围的环境设计的新世纪。

中央工艺美术学院环境艺术设计系

1999年3月



# 目 录

## 第1章 概 论

1.1 人体工程学简介.....	1
1.1.1 人体工程学命名.....	1
1.1.2 人体工程学的产生和建立.....	1
1.1.3 人体工程学的定义.....	4
1.1.4 人体工程学研究的主要内容.....	5
1.1.5 人体工程学的研究方法.....	6
1.2 人体工学与室内设计.....	6
1.2.1 为确定空间范围提供依据.....	7
1.2.2 为设计家具提供依据.....	7
1.2.3 为确定人的感觉器官对环境的适应能力提供依据.....	7

## 第2章 人体测量学与人体尺寸

2.1 人体测量学.....	10
2.1.1 人体测量学.....	10
2.1.2 数据的来源.....	11
2.1.3 人体尺寸的测量方法.....	13
2.2 人体尺寸.....	13
2.2.1 构造尺寸.....	14
2.2.2 功能尺寸.....	14
2.3 影响人体尺寸的因素.....	15
2.3.1 种族差异.....	15
2.3.2 世代差异.....	15
2.3.3 年龄的差异.....	16
2.3.4 性别差异.....	18
2.3.5 人体尺寸的比例关系.....	18
2.3.6 残疾人.....	19

2.3.7 其他 .....	20
2.4 人体测量知识的运用 .....	20
2.4.1 数据的统计分析 .....	20
2.4.2 百分位的概念 .....	20
2.4.3 平均人的谬误 .....	22
2.5 人体尺寸运用中的问题 .....	23
2.5.1 数据的选择 .....	23
2.5.2 百分位的运用 .....	24
2.5.3 可调节性 .....	24
2.5.4 分别考虑各项人体尺寸 .....	25
2.5.5 尺寸的定义 .....	25
2.5.6 尺寸的衡量标准 .....	26
2.5.7 使用数据的一般规则 .....	26
2.6 常用人体尺寸 .....	27

### 第 3 章 室内环境中人体活动的因素

3.1 人体活动与动作空间 .....	28
3.1.1 肢体活动范围与作业域 .....	29
3.1.2 人体活动与活动空间 .....	37
3.1.3 影响活动空间的因素 .....	45
3.2 肢体的运动与肌肉施力 .....	48
3.2.1 肌肉 .....	49
3.2.2 静态肌肉施力 .....	49
3.2.3 静态施力举例 .....	49
3.2.4 避免静态肌肉施力 .....	50
3.3 人体作业效率 .....	53
3.3.1 肌肉的施力 .....	53
3.3.2 肢体出力 .....	53
3.3.3 避免不必要的加速和减速 .....	55
3.3.4 使用惯用手 .....	55
3.3.5 利用重力作用 .....	55
3.4 提起重物 .....	56
3.5 重心问题 .....	57

## 第4章 家具设计中的人体因素

4.1 工作面高度问题.....	58
4.1.1 肘部高度.....	58
4.1.2 能量消耗.....	58
4.1.3 作业技能.....	59
4.1.4 头的姿势.....	59
4.1.5 站立作业.....	60
4.1.6 坐姿作业.....	60
4.1.7 坐立交替式作业.....	61
4.1.8 斜作业面.....	61
4.2 座位的设计.....	62
4.2.1 座位设计的一般原理.....	63
4.2.2 坐的解剖学和生理学.....	70
4.2.3 如何改善工作姿势.....	75
4.3 床的设计.....	76
4.3.1 睡眠的生理.....	76
4.3.2 床的尺寸.....	76
4.3.3 床面材料.....	77

## 第5章 人的知觉、感觉与室内环境

5.1 人的知觉、感觉与环境之关系.....	79
5.2 视觉与视觉环境设计.....	80
5.2.1 视觉.....	80
5.2.2 视觉要素.....	81
5.2.3 视觉陈示设计.....	86
5.2.4 光环境设计.....	89
5.2.5 色彩环境.....	92
5.3 听觉与声环境.....	96
5.3.1 听觉.....	96
5.3.2 声环境与噪声.....	96
5.3.3 噪声的心理和生理作用.....	97
5.4 触觉与触觉环境.....	102
5.4.1 触觉.....	102
5.4.2 温热环境.....	103

5.4.3 压力 .....	107
5.4.4 质地环境 .....	107

## 第6章 心理、行为与空间环境

6.1 人的心理与空间环境之关系 .....	112
6.1.1 心理空间 .....	112
6.1.2 个人空间 .....	112
6.1.3 人际距离 .....	114
6.1.4 领域性 .....	117
6.1.5 幽闭恐惧 .....	117
6.1.6 恐高症 .....	117
6.2 人的行为与空间环境 .....	117
6.2.1 行为与空间的对应 .....	117
6.2.2 人的状态与行为 .....	118
6.3 行为特性 .....	118
6.3.1 行为的把握 .....	118
6.3.2 人在空间的流动 .....	119
6.3.3 人在空间中分布特性 .....	121
6.4 人的行为习性 .....	123
6.4.1 左侧通行与左转弯 .....	123
6.4.2 捷径效应 .....	123
6.4.3 识途性 .....	125
6.4.4 空间环境与人际交流 .....	125
6.4.5 非常状态的行为特性 .....	125
6.5 室内环境与行为计划 .....	126
6.5.1 卫生空间 .....	126
6.5.2 教室空间 .....	126
6.5.3 餐饮空间 .....	127
6.5.4 医疗康复空间 .....	128

## 第7章 室内环境与环境评价

7.1 室内环境 .....	129
7.1.1 出入口 .....	129
7.1.2 地面 .....	129
7.1.3 墙面 .....	130

7.1.4 顶棚 .....	131
7.1.5 门 .....	131
7.1.6 窗 .....	131
7.1.7 楼梯 .....	133
7.2 办公室的工效学 .....	134
7.3 厨房中的工效学 .....	137
7.4 室内环境评价 .....	139
7.4.1 生活环境的主观要求 .....	139
7.4.2 建筑环境评价 .....	141
7.4.3 POE 概述 .....	143
7.4.4 POE 的相关要素 .....	144
7.4.5 POE 的测定 .....	144
7.4.6 室内环境舒适性 .....	145
7.4.7 室内环境评价的程序 .....	149
附录: 人体尺寸 .....	151
主要参考文献 .....	160

# 第1章 概论

建筑的内部空间主要为人所使用，它的几乎所有部分都与人类的活动有关。在过去，建筑和室内设计师在设计时都是参考前人和个人的经验来决定设计问题。然而在进入现代工业文明之后，这样的设计方法已经不能适应人类的需求。英国心理学家 D·肯特 (D·Canter) 说过：“以前很多设计上的缺陷，追根溯源都是来自那些对人类行为的错误假设所造成的清规戒律。更充分、更清楚、更科学地了解人可以帮助摆脱这些羁绊。以创造出既使用户更加满意、又是更伟大的建筑艺术作品。”随着社会生活水平的提高和科学技术的进步，人们对生活环境在舒适性、效率性和安全方便等方面有了更高的要求，技术和科学的进步也要求室内设计对解决这一系列的问题有更严谨和科学的方法，这就要求室内设计师对“人”有一个科学的、全面的了解，人体工程学正是这样的一门关于“人”的学科。

## 1.1 人体工程学简介

人体工程学是一门研究人与机械及环境的关系的学科。是 20 世纪 40 年代后期发展起来的，它是以人-机-环境关系为研究的对象，以实测、统计、分析为基本研究方法，应用多种学科（包括生理学、心理学、医学、卫生学、人体测量学、系统工程学、社会学和管理学等）的原理、方法发展起来的一门边缘学科。在它产生之后已经成为艺术设计和工程设计领域重要设计基础学科之一，对包括所有人类使用的产品和工程设施的设计方法产生了重要的影响。

### 1.1.1 人体工程学命名

作为边缘学科，人体工程学具有所有边缘学科共有的特点：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。一直以来该学科的名称在国内外随着学科的发展有很多不同的称谓，在国外由于研究的方向不同，产生了很多不同或意义相近的名称，如美国开始称为“应用试验心理学” (Applied Experimental Psychology) 或“工程心理学” (Engineering Psychology)。后来又称为“人体工程学” (Human Engineering) 和人因工学 (Human Factors)。而欧洲则用“工效学” (Ergonomics)、“生物力学” (Biomechanics)、“生命科学工程” (Life-Sciences-Engineering)、“人体状态学” (Human Conditioning)、“人-机系统” (Man-Machine System) 等。

Ergonomics 一词源于希腊文，为便于各国语言翻译上的统一，又能够比较全面的反映本学科的本质，因此被较多的国家选用。现在国内一般比较通行的是汉语称谓“人体工程学”、此外还有“人机工程学”、“人类工程学”、“工效学”、“工程心理学”等。

### 1.1.2 人体工程学的产生和建立

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产的效能，尽管上古时代不可能产生今天这样的科学研究方法，但在人们的创造与劳动中已经潜在地存在人体工程学的萌芽，这些可以从旧石器时代的文物中看出。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

自然形，不太适于人的使用；而新石器时代的石器多为磨制石器，造型也更适于人的使用（图 1-1）。因此可以说人体工程学的宗旨自有人类以来就存在，从某种意义上说人类技术发展的历史也就是人体工程学发展的历史。

一个有趣的现象是人类科学史的发展特征是研究对象离人类最远的却产生得最早，如天文学，而以人类自身为对象的科学却产生得相对较晚，如人体工程学，迟

至 20 世纪的 40 年代。

应该说是人类社会的发展促成了这门学科的产生。随着现代工业的发展，人类制造了许多先进的工具和设施，工具发展的高速和人类体能发展的缓慢使两者之间产生了巨大的鸿沟，人们过去认为人体本身会随着机械文明的进步同时进化。然而事实证明，飞快发展的只有人类对自然的认识、生产工具和科学技术，人类的肉体从古至今并没有太多的变化。

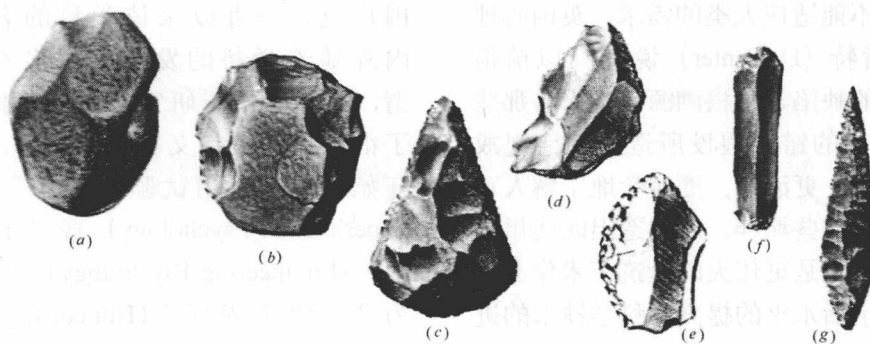


图 1-1

我们可以对比一下近百年来人类体能的发展和机械能力的发展：我们用速度的变化来看：

1890 年奥林匹克冠军：100m/12s(欧文)

1984 年奥运冠军：100m/9.83s(刘易斯)

1769 年法国汽车：36km/h

现代汽车：328km/h

1825 年英国火车：24km/h

现代法国里昂高速火车：378km/h

1903 年美国飞机：48km/h

现代美国 RS-71：3508km/h

人力飞机：22.26 英里/h

航天飞机：2.6 万 km/h

这些例子说明了人与人所创造的工具之间的鸿沟是无法靠自然进化来弥合的。由于这种人类与机械发展的不同步，产生了许多关于人类的能力与机械的关系的复杂问题。如反应速度：人类的反应速度是一定的，但现代的机械工具的速度越来越快，如高速运动的飞机和火车等，使人类

的神经反应不能适应，不能安全地使用。人接受信号——肌肉反应为 100 ~ 500ms，完成控制动作 0.3 ~ 0.5s，反应时间 0.5 ~ 1s，如果是 1800km/h 的飞机 0.6s 飞 300m，在这样巨大的速度下，零点几秒的时间误差就会产生严重的后果。

人体工程学是从战争中诞生的，人体工程学正式建立的时间是在第二次世界大战期间，当时的美国军方为了取得战争的胜利，发展和投入了大量的威力强大的高性能武器，期望以技术的优势来决定战争的胜败。然而由于过分地注重武器的性能和威力，忽略了使用者的能力与极限，导致了像飞机驾驶员误读高度表意外失事，座舱位置安排不当、导致战斗中操纵不灵活、命中率降低等意外事故。由于类似的事事故接二连三地发生，经过再三的调查，才查明这些事故主要是控制设备配置不当导致操作失误所致，如飞机高度表问题见图 1-2。

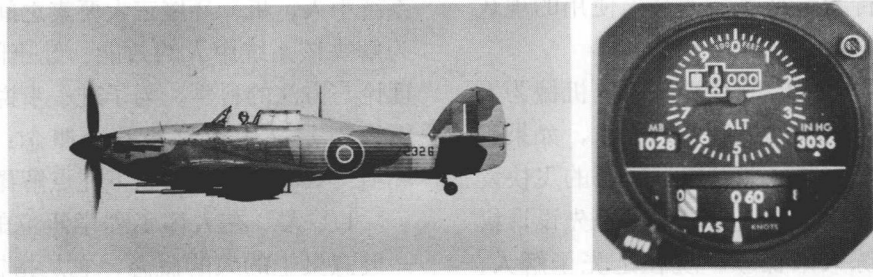


图1-2 飞机高度表

第二次世界大战期间，美国飞机频繁发生事故。经过调查发现飞机高度表的设计存在很大问题，高度表对飞机非常重要，但当时的高度表将三个指针放在同一刻度盘上，这样要迅速读出准确值非常困难，因为人脑并不具备在瞬间同时读三个数值并判断每个数值的含义的能力，说不定这关键的一刻只有几分之一秒，所以很难说这种仪表在关键时刻能发生作用。后来把它改成了一个指针，消除了因高度表发生的事故隐患。这个简单的故事告诉人们，设计任何机构都不能仅着眼于机械和设施本身，同时要充分了解人使用时的方便与否，以便使人能安全的、自由的、正确的使用。

在当时还有许多类似的问题人们是无法回答的。例如：一个人由荧光屏上能接受多少信息，人在冰冻的水中能坚持多久，在飞机中出现的血液重力问题，人能否承受12倍的重力加速度，人在突然失去压力的情况下会发生什么。诸如此类的人和机械之间的协调问题，一般的工程人员是无法解决的，以往的任何科学也无法有效的回答这些问题。

同样的问题也存在于工业生产中，自从英国工业革命以来，由于手工业的工业化，促使生产线作业普遍发展，与手工业时代使用个人惯用的工具、技术个人性、工作个人性的生产方式有很大的不同，生产线的作业为单调、反复性的工作。第二次世界大战以后，工业生产向机械化和自动化发展，一连串流水线生产系统的发展、

新式生产机械和新的生产技术的使用，使工业生产量增加。但是由于高度的机械化和自动化，人与机械间存在着高度的生理与心理摩擦，直接或间接地影响工作效率与正确性，从而产生严重的后果。

另一个方面是环境的问题，技术的发展使人们能够到达许多原来不能去的环境，如极地、太空、海洋、高山等；人类的各种生产和生活活动也同样产生了各种特殊环境，还有人类文明的副产品——环境污染等，产生了许多人与环境的问题。这些问题的解决就需要了解人类身体所能承受的生理极限。

由于这些问题，工程师们感到人的因素与机械之间关系的研究非常重要，于是有一些科学家转向了人与复杂工作系统之间协调问题的研究，这些人包括了行为学家、心理学家、生理学家、人类学家和医生，他们建立了人体工程研究机构，对有关人类的心理、生理、社会学、工效学、物理学及其他应用科学进行了研究，使人的生理及心理条件与物理原则结合起来，再应用到兵器的设计上，用来解决各种武器如何便于操作，如何提高命中率和安全可靠等问题。从而成为一门新的科学——人体工程学。

第二次世界大战结束后，人体工程学迅速渗透到空间技术、工业生产、建筑设计以及生活用品等领域，专家们将人体工程的体制及各项研究成果广泛应用到产业界，以追求人与机械间的合理化。在设计机械时，对人体工学深入的研究，使它渗透到机械设计本身，使机械具备人的特性，



适应人的行为，这才是适合人使用的现代化的机械。

以人体工程学的观点来看，机械为人服务，应该是机械适应人的要求，如果不能解决这个问题，那么机械文明的飞快发展对人并不意味着进步。过去是先设计机械，后训练人来操纵。现在是先了解人，然后根据对人的了解来设计。因此，过去的基点是机械，现在应该是人。

由于不同的时代工业技术的主角不同，因而产生的问题也不同。对人和机械的关系的研究也在不断的发展。工业化初期的机械化时代：人体尺寸、施力、人对物理环境的适应能力等称谓问题是突出的主角。电子时代，大量的需要复杂操纵技能的设备，对人体的技能及操控能力提出要求，人的技能与学习的能力成为重点。信息时代的到来，人们主要的工作方式由原来的体能行为转换为大量的信息交互工作，人的信息接受能力和处理能力成为新的热点。

人体工程学也在不断地发展。在美国、德国和日本等国，人体工程学已经成为一个成熟的学科。1984年1月我国正式决定对人体尺寸进行测量和统计，2009年我国又进行了第二次全国性的人体测量工作。这对建立适合我国国情的人体工程学来说，是极为重要的决策。我们应掌握两点，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步形成建立起来的，它本身今天仍在不断发展。第二，人体工程学研究的重点是系统中的人。

### 1.1.3 人体工程学的定义

任何一门学科都要针对一定范围内的问题展开研究，建立理论体系，这就是一门学科的科学性。同样，任何一门学科都要运用其理论体系，提出解决某类问题的方法，这就是该门学科的技术性。因此，本书就从这两个方面，即从科学性和技术性两个方面给人体工程学下定义：

人体工程学是研究“人一机一环境”

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、效能和健康作以下几点解释：

1. “人”在人体工程学研究的不是一般意义上的人的概念，它是指针对具体的人机系统中的作业者或使用者的心理特征、生理特征以及人适应机器和环境的能力，都是重要的研究课题。

2. “机”是指机器，但较一般技术术语的意义要广得多，包括人操作和使用的一切产品和工程系统。怎样才能设计出满足人的要求、符合人的特点的产品，是人体工程学探讨的重要问题。

3. “环境”是指人们工作和生活时接触的环境，物理、化学、生物等环境因素对人的工作和生活产生的影响，是研究的主要对象。

4. “系统”是人体工程学最重要的概念和思想。人体工程学的特点是，它不是孤立地研究人、机、环境这三个要素，而是从系统的总体高度，将它们看成是一个相互作用，相互依存的系统。“系统”即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，而这个“系统”本身又是它所从属的一个更大系统的组成部分。例如本书将讨论的“人机系统”，它具有人和机两个组成部分，它们通过显示器、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。人体工程学不仅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各个要素。

5. “人的效能”主要是指人的作业效能，即人按照一定要求完成某项作业时所表现出的效率和成绩。工人的作业效能由其工作效率和产量来测量。一个人的效能决定于工作性质、人的能力、工具和工作方法，决定于人、机、环境三个要素之间的关系是否得到妥善处理。