

人机工程学

○ 李锋 吴丹
编著

高等教育出版社

全国
高等
院校
工业
设计
专业
系列
教材
“十一·五”
规划
课题
研究
成果

图书在版编目(CIP)数据

人机工程学/李锋, 吴丹编著. —北京: 高等教育出版社, 2009. 9

ISBN 978-7-04-027494-3

I. 人… II. ①李… ②吴… III. 人-机系统 IV. TB18

中国版本图书馆CIP数据核字(2009)第113726号

策划编辑 梁存收

责任编辑 王海燕

封面设计 王凌波

责任绘图 尹莉

版式设计 王凌波

责任校对 王雨

责任印制 朱学忠

出版发行 高等教育出版社

购书热线 010-58581118

社址 北京市西城区德外大街4号

咨询电话 400-810-0598

邮政编码 100120

网址 <http://www.hep.edu.cn>

总机 010-58581000

<http://www.hep.com.cn>

经销 蓝色畅想图书发行有限公司

网上订购 <http://www.landaco.com>

印刷 北京佳信达欣艺术印刷有限公司

<http://www.landaco.com.cn>

畅想教育 <http://www.widedu.com>

开本 787 × 1092 1/16

版次 2009年9月第1版

印张 14.25

印次 2009年9月第1次印刷

字数 270 000

定价 39.80元(含光盘)

本书如有缺页、倒页、脱页等质量问题, 请到所购图书销售部门联系调换。

版权所有 侵权必究

物料号 27494-00

郑重声明

高等教育出版社依法对本书享有专有出版权。任何未经许可的复制、销售行为均违反《中华人民共和国著作权法》, 其行为人将承担相应的民事责任和行政责任, 构成犯罪的, 将被依法追究刑事责任。为了维护市场秩序, 保护读者的合法权益, 避免读者误用盗版书造成不良后果, 我社将配合行政执法部门和司法机关对违法犯罪的单位和个人给予严厉打击。社会各界人士如发现上述侵权行为, 希望及时举报, 本社将奖励举报有功人员。

反盗版举报电话: (010) 58581897/58581896/58581879

反盗版举报传真: (010) 82086060

E-mail: dd@hep.com.cn

通信地址: 北京市西城区德外大街4号

高等教育出版社打击盗版办公室

邮编: 100120

购书请拨打电话: (010) 58581118

全国教育科学“十一五”规划课题研究成果
高等院校工业设计专业系列教材

编委会

主 审：李加林 许喜华

主 编：孙颖莹 卢艺舟

副主编：梁玲琳 吴佩平 林 璐 李 锋 张祖耀 邱潇潇 潘 荣

编 委：李 南 于 默 傅晓云 朱 媛 华梅立 熊文湖 许熠莹

延 鑫 吴 丹 郑林欣 汪 颖 元丽莉 孟 闯 夏 芒

李雪莲 周 鼎 王刚强 沈 嘉

本套教材编写受教育部新世纪教学研究所课题“艺工结合类教学资源建设与应用”的项目资助。

内容提要

本书内容共分为三个部分：人机工程学基础（第一章至第四章）、人机关系专题研究（第五章至第七章）和人机综合性实例（第八章）。书中首先对人机工程学的定义、起源与发展及其与工业设计的关系作了介绍，接着讲述了人的生理、心理与设计的关系以及环境对设计的影响，然后对人机界面与交互设计、可用性研究与通用设计、情感化设计这三个人机关系研究专题进行了详细的阐述，最后结合坐与坐椅设计这个综合性的实例，将书中的一些重要内容串联起来，使读者对整书的内容有更加系统和深入的认识。

本书可作为普通高等院校工业设计专业教材，也可供高职高专工业设计专业及相关专业、广大社会读者参考使用。

序

我一直认为，工业设计不仅是一门富于“行”的学科，更是富于“思”的学科。

所谓“行”，就是行动、实践、操作活动等。

所谓“思”，就是思想、思维、思考。工业设计不仅要谈设计程序与设计方法等涉及“怎么做”这一“行”的方法论问题，更要论及“为什么要这么做”这一涉及设计本体论的“思”的问题。“工业设计应当通过将‘为什么’的重要性置于对‘怎么样’这一早熟问题的结论性回答之前，在人们和他们的人工环境之间寻求一种前摄的关系”（《2001 汉城工业设计家宣言》）。因此，“思”的问题，即“为什么”的问题，应该成为工业设计教学与研究中的首要内容之一。因为背离目的的设计活动无论在其后的设计实践中如何精彩与动人，都是失败的。因此，设计活动的首要问题应是思想而不是实践，这与工程活动恰恰相反。“工程活动的本质是行动而不是思想，是实践而不是设计。”^①

工业设计的“思”，首先是指对设计目的、设计思想、设计观念、设计价值、设计意义、设计理念与设计原则等的研究及探求；然后是对设计程序、设计方法等的研究。也就是说，“思”既涉及本体论层面，也涉及方法论层面。

“思”的重要性是不言而喻的。

比如，我们对工业设计学科一直缺乏系统的、清晰的、明确的、本质的认知，这与缺乏“从文化高度、以文化视野”观察、分析并研究工业设计学科密切相关。也就是说，如果我们不能从文化的高度、以文化的视野去“思”考工业设计，那么工业设计的学科性质、工业设计的本质等这些涉及工业设计学科本体论的结构与内容，将永远被工业设计的视觉化追求遮蔽着。一个学科只有把它置于人类文化的结构中，考察它与其他文化结构要素的相互关系与作用，即它的“本质与力量”在其他文化要素或学科上的“映射”与“外化”，才能

^① 李伯聪. 工程哲学引论. 郑州: 大象出版社, 2002: 22.

体现出它的性质与特征。正如测试一个人力量的大小，只有通过他把对手摔倒在地，或把一块大石头搬起、改变其位置等这些力量“映射”与“外化”的特征才能得知，一个学科的性质是不可能在其自身的封闭体系中苦苦“寻求”而得到的。

比如，若把人的需求放到哲学范畴中“思”考，许多感觉上“满足人的需求”的所谓人性化设计其实是非人性化的。因为当把“人一物”系统推进到“人一物—环境”系统中时，设计“满足人的需求”的目标也就被提升为设计“满足人的需求”与“满足环境许可”的双重要求。只有在“环境许可”条件下的“人的需求”的满足，设计才是可持续发展的，设计才具有完全意义上的“人性化”。

另外，“人的需求”如果失去“人的终极发展目标”的引导，满足“人的需求”的所谓人性化设计也必将异化为非人性化设计而走向设计初衷的反面。

比如，我们必须“思”考工业设计学科的系统论特征。工业设计是在“人一物—环境”系统中、在系统最优化前提下的物的求解活动。把物的求解活动置于“系统最优化”的前提下，有其深刻的哲学与人文意义：物作为人与环境的中介——工具与手段，是为实现人的目的服务的。人的某种目的的实现离不开一定环境的制约，因此这一目的最终是在“人一物—环境”系统中完成的，并把该系统的“最优化”作为目的实现的评价体系。这样，物自身是否最优化，“人一物”系统是否最优化都不再是独立的评价物的设计的优劣标准。因为它们的最优化并不一定使“人一物—环境”系统最终达到最优化的结果。这是系统论的基本思想之一。

工业设计引进系统论的思想与方法，使工业设计从初期的艺术灵感论、造型经验论发展为今天可控的科学论与系统论。可以说，工业设计的一个重要特征就是运用系统论的观念、思想和方法进行物的求解，如此这样求解出的物，才能达到预设的目的。

再比如，我们应该“思”考，设计的重点是物还是人。设计的真正重点不是设计了什么，而是针对人在生存与发展进程中产生的种种需求，设计满足了什么。因此，设计的根本在于对人的关怀与尊重，其目的是为人提供选择的多种可能性，将人从各种规定性中解放出来，以“人的方式”建立起人与物、人与自然的和谐关系，人通过对物的驾驭显现自身的尊严。

工业设计历经对技术的关注、对艺术的关注，现在进入对主体的关注，标志着工业设计正从视觉的层面进入思维的层面，从客体的层面进入主体的层面，从作为手段的科学层面进入作为目的的、表明人的智慧的文化哲学层面，这正是工业设计一步步走向“成熟”的标志。

由孙颖莹、卢艺舟等老师编写的这套“高等院校工业设计专业系列教材”表面上属于“行”，即工业设计实践与操作的层面，似乎与上述的“思”关系不大。但从送交到我手上的书稿来看，显然他们在设计方法论层面上的“思”有着很多很好的尝试，比如新颖的教学内容编排、对不同课程间内容的相互支撑的重视、选例贴近生活等，他们对设计的思考为教学和设计实践提供了更多指向明确、操作性强的方法与手段。实际上，方法论层面的“思”是离不开本体论层面的“思”的。没有前者的思与行，后者的“思”仅仅是理想，是空想。前者的“思”是后者“思”的具体化与可操作化，后者的“思”则是前者“思”的原则与理念。

近年来，工业设计专业的教材无论在品种上，还是在数量上都有了很大的发展。本套教材是结合国家“十一五”规划课题“我国高校应用型人才培养模式研究”中的重点项目——“艺术设计类专业课程体系改革和教学资源建设”，由浙江理工大学作为艺术类项目牵头单位，在中国美院、浙江科技学院、中国计量学院等学校的热情参与和支持下，以推进高质量有特色的工业设计专业教材和优质数字化资源建设为项目主要建设目标，经过细致规划后推出的。我们希望有更多像这样能体现“思”的深度与广度的教材出现，满足我国工业设计教育快速发展的需要。

教育部工业设计专业教学分指导委员会委员、浙江大学教授

许喜华

2009年8月10日

目 录

▲▲▲▲	001	前言
▲▲▲▲	005	第一部分 人机工程学基础
▲▲	007	第一章 人机工程学概述
	007	1.1 引例——汽车左驾右驾的由来
	011	1.2 人机工程学的定义与名称
	013	1.3 人机工程学的起源与发展
	017	1.4 人机工程学与工业设计的关系
	019	习题与讨论
▲▲	021	第二章 人的生理与设计
	021	2.1 人类行为的生理基础
	028	2.2 人体的尺寸与设计
	046	习题与讨论
▲▲	047	第三章 人的心理与设计
	048	3.1 认知心理与设计
	059	3.2 消费心理与设计
	064	习题与讨论
▲▲	065	第四章 环境与设计
	066	4.1 物理环境与设计
	073	4.2 自然、社会环境与设计
	081	习题与讨论
▲▲▲▲	083	第二部分 人机关系专题研究
▲▲	085	第五章 人机界面与交互设计
	085	5.1 人机界面设计
	102	5.2 交互设计
	119	5.3 人机界面与交互技术的发展及应用

123 习题与讨论

◆◆ 125 第六章 可用性研究与通用设计

125 6.1 可用性研究

153 6.2 通用设计

165 习题与讨论

◆◆ 167 第七章 情感化设计

167 7.1 人类的情感

170 7.2 设计的三个层面

177 7.3 情感化设计的本质与方法

184 7.4 感性工学

187 7.5 体验设计

189 习题与讨论

◆◆◆◆ 191 第三部分 人机综合性实例

◆◆ 193 第八章 为坐而设计

194 8.1 坐的生理因素

197 8.2 坐椅设计

206 8.3 坐的社会性

214 习题与讨论

◆◆◆◆ 215 参考文献

前言

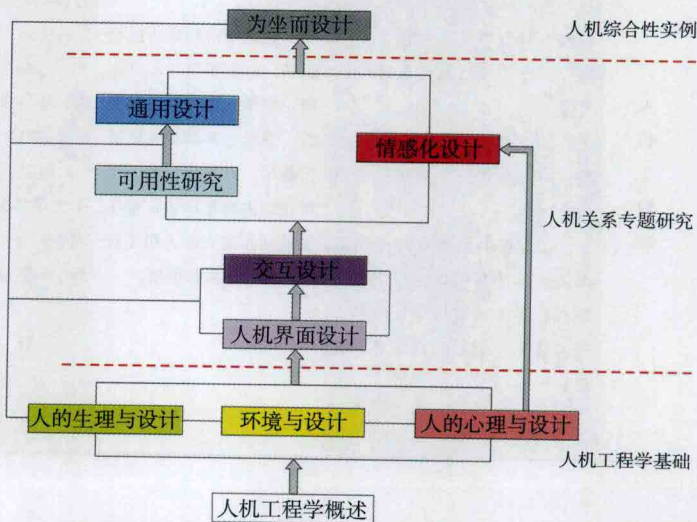
一、本教材的内容

“设计的目的是人，而不是产品。”现代设计教育的奠基人格罗披乌斯从一开始就为工业设计指明了方向。但是什么样的设计才是人性化的设计？从某种意义上来说，人机工程学正好解答了这个问题。在造物过程中，从以器物为中心到以人为中心的思想转变，标志着人机工程学的诞生。

人机工程学通过研究人、器物、环境这三者之间的关系以达到系统的最优化，而工业设计则是为环境中的人设计符合需要的器物，显然，这两者具有本质上的一致性，即都是“以人为本”。只有当物品按照人的方式同人发生关系，我们才能够作为人同物品发生关系。因而人机工程学在整个工业设计教学体系中占有非常重要的地位，人机工程学为工业设计提供了关于如何针对人的需要进行设计的理论依据。

目前人机工程学的发展非常迅速，其学科定义和所包含的内容也在发生着变化，涉及的学科领域众多，内容非常丰富。本书没有按照目前市面上常见的人机工程学书籍所用的框架来组织章节，而是仅选取了与工业设计关系比较大、同时也是目前大家关注较多的一些内容。

本书分为三个部分：人机工程学基础（第一章至第四章）、人机关系专题研究（第五章至第七章）和人机综合性实例（第八章）（图 0-1）。



▲ 图 0-1 本书的内容与结构

二、本教材的使用与教学安排

本书是针对高等院校工业设计专业所编写的教材，适用于工业设计本科以及高职高专相关专业的教学，同时可以根据教学要求及学生素质的不同，进行不同层次的教学安排。本书内容的第一部分——人机工程学基础是必修内容；第二部分——人机关系专题研究可以根据教学的安排有选择性地讲授；第三部分——人机综合性实例的讲述可以起到梳理全书内容的作用，从而更好地将人机工程学的理论运用到实际设计中，这部分内容可以作了解性质的介绍，也可以结合设计课程进行深入探究。

在以往的工业设计课程体系中，一般把人机工程学定位为学科基础课，我们认为这个课程既有学科基础课的性质，也具有专业设计课的一些特点，是一个衔接性的课程。就某个人机关系的主题，可以在本课程中进行专题设计，也可以继续在专业设计课程中作进一步的研究，进行更加完整和深入的设计。

针对工业设计专业的人机工程学教学，本书提供一个关于课程安排的建议，供大家参考。

1. 本课程的特点与总体安排建议

本表格说明了人机工程学课程的类别与特性，并提出了教学方法、教学安排等参考意见，包括课堂讲授，实验、习题与讨论，考核方式和展示方式等几个方面。

课程名称	课程类别与特性	课堂讲授	实验、习题与讨论	考核方式	展示方式
人 机 工 程 学	<p>①该课程既有学科基础课的性质，也具有专业设计课的特点，是一个衔接性的课程。</p> <p>②让学生深入生活，细心观察各种器物与人的行为，处处以人作为设计展开和评价的尺度。</p> <p>③使学生建立将人一器物—环境作为一个系统来考虑的设计观念。</p> <p>④课程的创新点在于将人机工程学的基础理论、专题研究和应用实例有机结合起来，同时将内容的系统性和专题性结合起来。</p>	<p>课堂讲授课时数可占总学时的40%~60%，其余的课时安排实验、习题与讨论。</p> <p>要将精讲和串讲结合起来：对重要概念和基本理论要深入透彻地讲解分析，并结合具体的案例进行教学；对常识性的、了解性的内容要串讲，使学生能初步建立起人机工程学的知识体系和框架。</p>	<p>①本课程可根据学校教学条件安排相关实验。</p> <p>②针对重要的课程内容，尽可能结合实例组织课堂讨论。</p> <p>③整个课程安排2个左右的小作业，课外完成，并在上课时组织交流、讨论。</p> <p>④大作业是专题设计（也可考虑课程论文），课内进行分析、辅导，结合课外学时完成。</p>	<p>以课程大作业（专题设计为主，也可考虑课程论文）为主要考核方式，结合平时提问与讨论表现，酌情考虑考勤情况。</p>	<p>选择优良的作业进行主题展览，可以通过展厅、网络等方式进行，形成良好的学习氛围，激发学生的学习积极性。</p>

2. 课时分配建议

在工业设计专业课程设置中，人机工程学通常作为专业必修课，一般为3个学分，48课时；也有部分院校是4个学分，64课时的；还有一部分学校将人机工程学作为单纯的理论课，只设2个学分，32课时，我们认为这个课时安排是不够的，至少应该安排48课时。

针对这样的课时安排，我们对课时分配的参考建议如下：

课堂讲授：	20 课时
专题讨论：	8 课时
实验、参观：	4 课时
课程设计：	16 课时

以上安排根据实际教学情况，可以进行适当调整。

3. 实验教学安排

由于人机工程学包含了关于人的生理、心理以及人的行为等方面内容，在教学中可以根据学校的条件安排一定数量的实验。图0-2是浙江理工大学师生在实验室中开展相关实验的场景：左图所示的是在眼动实验控制台上进行眼动跟踪实验；中间图是师生在开展脑电实验；右图是学生在监控台上利用Noldus行为分析系统对动作行为进行分析。这些实验有助于加深学生对所学知识的理解，同时能够进一步锻炼学生分析并解决问题的能力，对提高教学质量有着重要的作用。对于部分条件不足的学校，也可以考虑到有相关设备的兄弟院校或企业进行参观学习。



▲ 图0-2 浙江理工大学师生在实验室中开展相关实验的场景

4. 作业与考核

课程的作业安排是课程教学的重要内容，合理的习题设置是提高教学质量的有效环节。本课程建议以课堂小作业和课程大作业作为主要的作业任务，同时结合专题调研与课堂讨论。课程大作业以专题设计为主，也可考虑课程论文。

课程考核评分建议采用以下分配比例：

大作业（专题设计或课程论文）	70%
小作业（读书报告、调研报告等）	20%
课堂讨论、考勤等平时表现	10%

也有一些学校将人机工程学课程设置成了“考试课”，我们认为这是不合适的。本课程内容的掌握不是靠记忆，更重要的是认识与理解，并将人机工程学的理论和思考方法运用到现实生活与专题设计当中，从而解决实际问题。因而在学习与考核的方式方法上，要充分调动学生的积极性和能动性，使学生非常乐于学习这个课程，同时养成深入观察生活的习惯，由此培养和增强对整个工业设计专业学习的兴趣。

三、本书的编写情况

本书由浙江理工大学李锋、浙江传媒学院吴丹共同编写，其中李锋执笔第一、二、四、五、八章和第六章的前半部分，吴丹执笔第三、七章和第六章的后半部分，全书由李锋统稿。书中包含了作者在工业设计专业开展人机工程教学过程中的一些经验与尝试，抛砖引玉，供广大工业设计专业师生与相关设计人员参考。由于时间和水平所限，书中难免会有很多不足、不妥之处，恳请广大读者批评指正。

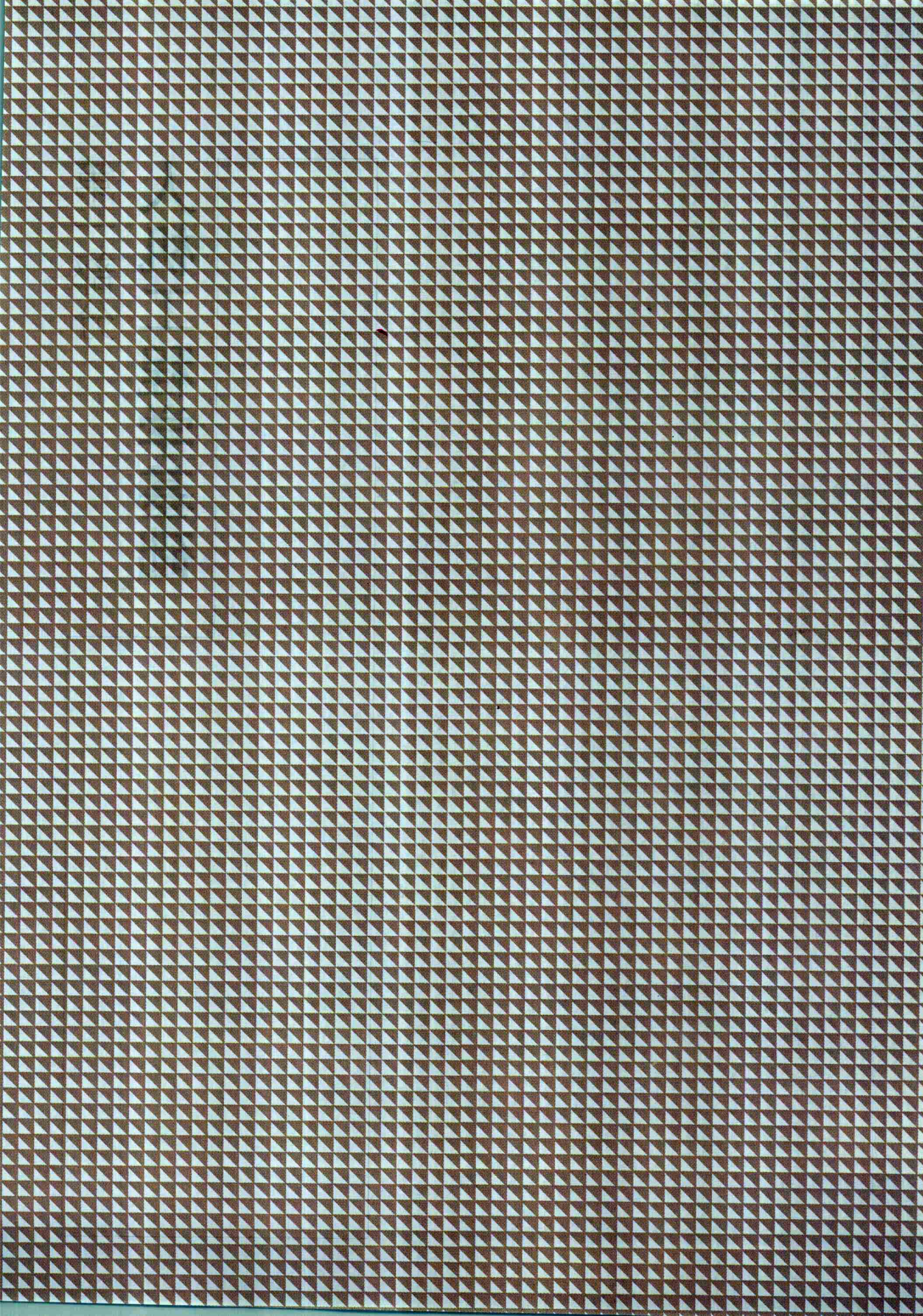
在本书的撰写过程中，得到了很多朋友、同事、同行和前辈的支持与指导。华东理工大学聂桂平教授为本书提供了很多宝贵意见；挚友陈欢博士对本书大部分章节的文字进行了校对与勘误；浙江理工大学元丽莉为本书的撰写做了很多前期的工作；浙江理工大学艺术与设计学院工业设计系和浙江传媒学院美术系的一些同学为本书部分图例的绘制提供了帮助；在此表示由衷的感谢。国内外很多前辈在人机工程学的教学与研究中做了大量工作，为人机工程学这一课程奠定了基础。本书在编写过程中，对他们的著作作了一定的参考和引用，由于时间仓促，部分引用内容没有及时与作者取得联系，万望海涵，在此深表谢意，如有不妥之处，请与作者联系（E-mail：design@zstu.edu.cn）。

作者

2009年6月

第一部分

人机工程学基础



第一章

人机工程学概述

人、器物、环境有其各自发展、演变的脉络与规律，三者在人们的设计活动中交汇、融合并协调发展，对这三者关系的研究，就产生了人机工程学。

▲ 学习目的与要求：

本章主要讲述人机工程学的定义与名称、起源与发展的过程以及人机工程学与工业设计的关系这三个部分的内容，要求学生理解人机工程学所包含的内容，初步建立将人—器物—环境三者作为一个整体来思考的系统设计观，熟练掌握人机工程学的概念，正确认识人机工程学与工业设计之间的关系，从而使人机工程学更好地为工业设计服务。

1.1 引例——汽车左驾右驾的由来

大家都知道，在交通行驶中，有两种通行制度：一种是左行制，另一种是右行制，目前全世界大部分国家实行右行制。道路通行方向是世界各国交通规则中的一个重要内容，它规定了车辆在道路上的行驶方位，避免出现混乱和事故。对汽车来说，驾驶室的位置既有左边的（图 1-1），也有右边的（图 1-2），就是所谓的“左驾右驾”。那么汽车的左驾右驾究竟是从何而来的呢？下面来简单地回顾一下这个过程。



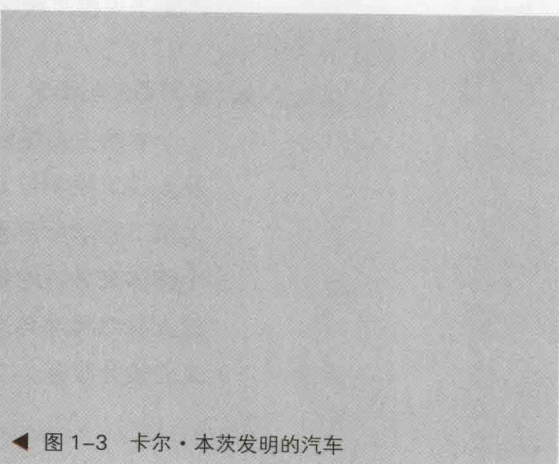
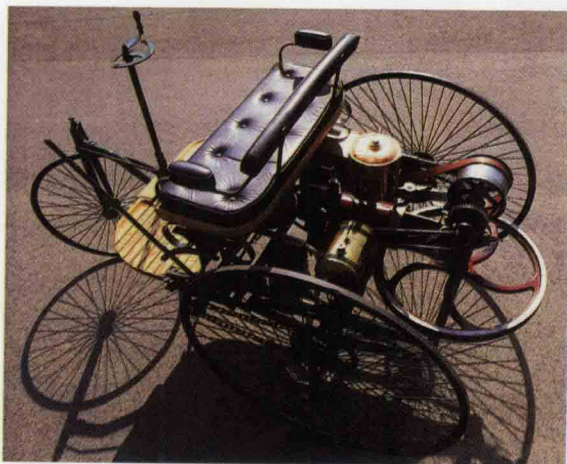
▲ 图 1-1 驾驶座在左边的汽车



▲ 图 1-2 驾驶座在右边的汽车

1. 最初驾驶座居中

1886年,“现代汽车之父”卡尔·本茨发明汽车时,驾驶座是位于车身中央的。当时的汽车采用“三轮式”结构,车速很低,只有每小时15公里左右,因而用不着刹车及排挡等设备(图1-3)。



◀ 图 1-3 卡尔·本茨发明的汽车

2. 早期右驾右行

欧洲从古罗马到中世纪一直到法国大革命前,在道路中尤其是贵族一直以左行为主,左行带有特权的意味。法国大革命后,靠右行就带有了革命的意义,逐渐流行,拿破仑上台后,也推行右行制度,所以凡被拿破仑征服过的国家都实行右行制,其中包括汽车的发源地德国。

随着汽车速度的加快,排挡及刹车成为必需的部件,当时的技术无法将这些复杂的部件安装在驾驶舱内,而是安排在车身外侧。据统计,90%以上的人习惯使用右手,为准确安全地使用排挡和刹车,设计师自然将驾驶座设定在右边。另外,汽