



浙江省重点教材
普通高等教育室内与家具设计专业规划教材

FURNITURE



室内与家具人体工程学

主 编 余肖红
副主编 林秀珍 杨亚峰 陈思宇

 中国轻工业出版社



浙江省重点教材
普通高等教育室内与家具设计专业规划教材

室内与家具人体工程学

主 编 余肖红
副 主 编 林秀珍 杨亚峰 陈思宇
编 委 董文英 孟 闯 王 丽
丛书主编 许柏鸣

 中国轻工业出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

室内与家具人体工程学/余肖红主编. —北京: 中国轻工业出版社, 2011. 6

普通高等教育室内与家具设计专业规划教材

ISBN 978-7-5019-7997-4

I. ①室… II. ①余… III. ①室内设计-人体工效学-高等学校-教材②家具-设计-人体工效学-高等学校-教材 IV. ①TU238②TS664. 01

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2010) 第 248886 号

责任编辑: 古倩

策划编辑: 林媛 责任终审: 劳国强 封面设计: 锋尚设计

版式设计: 宋振全 责任校对: 吴大鹏 责任监印: 吴京一

出版发行: 中国轻工业出版社 (北京东长安街 6 号, 邮编: 100740)

印刷: 北京画中画印刷有限公司

经销: 各地新华书店

版次: 2011 年 6 月第 1 版第 1 次印刷

开本: 787×1092 1/16 印张: 13.50

字数: 350 千字

书号: ISBN 978-7-5019-7997-4 定价: 45.00 元

邮购电话: 010-65241695 传真: 65128352

发行电话: 010-85119835 85119793 传真: 85113293

网址: <http://www.chlip.com.cn>

Email: club@chlip.com.cn

如发现图书残缺请直接与我社邮购联系调换

080300J4X101ZBW

普通高等教育室内与家具设计专业规划教材编写委员会

- 名誉主任：**陈士能 中国轻工业联合会会长 中国家具协会名誉会长
- 主任：**贾清文 中国家具协会理事长
- 副主任：**杨西京 中国轻工业出版社总编辑
- 陈宝光 中国家具协会副理事长
- 许柏鸣 南京林业大学教授 深圳家具研究开发院院长
- 张亚池 北京林业大学教授
- 王逢瑚 东北林业大学教授
- 委员：**陈于书 南京林业大学副教授
- 戴向东 中南林业科技大学教授
- 邓背阶 中南林业科技大学教授
- 李 军 南京林业大学教授
- 李克忠 中南林业科技大学教授
- 林 媛 中国轻工业出版社副编审
- 祁忆青 南京林业大学副教授
- 薛 坤 山东工艺美术学院副教授
- 余肖红 浙江林学院副教授
- 张秋梅 中南林业科技大学副教授

序

当代中国家具行业真正意义上的发展，迄今只有短短 30 年的历程，30 年“摸着石头过河”的特殊历史背景呈现出实践走在理论前面的特点。这并不意味着家具业没有理论或理论没有起到作用，而是行业前进的步伐实在太快，家具业面临的新问题不断涌现，不断需要新的、与之相适应的理论来予以解释和指导，传统的家具理论在继承的同时需要创新。

30 年来，中国家具行业经历了以下几个关键的发展阶段，即：

- 填补市场空白：20 世纪 70 年代末至 90 年代初
- 品质提升：（从工场手工业生产方式向规模化现代产业过渡）20 世纪 90 年代中至 90 年代末
- 终端形象包装提升：2000 年始
- 区域竞争（市场下移）：2002 年始
- 设计竞争与品牌建设：2004 年始

固然，这几个时间的分界点难以精准界定，因为这些因子在每个时段都存在着，这里所描述的只是不同时段中的主流趋势。这样一个发展轨迹恰好反映了家具行业是怎样从卖方市场向买方市场逐渐转移的。伴随着这种转移，呈现出一种清晰的规律，即：市场空白吸引供应者加入，加入者的增加使某些生产要素变得同质化，同质化导致竞争加剧、企业利润降低、消费者需求标准提高，竞争促使企业进行新的变革，变革的层次不断提高、深化和综合，家具行业在竞争中发展、优化和壮大。

在行业整体发展的同时，企业间和区域间的差异也在扩大，从而使得家具业态也呈现出多层次和多元化的特点，对各种知识和理论有着选择性的需求。

完全竞争是家具行业的本质属性，与其他所有行业相比，家具的行业集中度处于最低水平，家具行业的进入门槛很低而需求复杂，因此对技术和设计的依存度高。

家具所涵盖的知识范围相当宽泛，对新材料、新技术、新思潮和新的潮流敏感，综合应用各种知识的能力要求高、动态特性显著。是典型的易学难精行业，因为市场的本质不仅仅是对供应者、制作者有很高要求，而且主要取决于消费者选择的谨慎性和时代性。动态竞争是家具行业永恒的主题，理论是竞争最有效的工具。

本系列教材是学界对当代中国家具行业理性思维与理论总结的最新成果，是在实践中滋养和生成的，同时也吸收了现代西方理论的思想、理念和方法。其共同特点是注重理论联系实际，并将技术与管理相结合，重交叉，因此将更能满足实用性需求，同时也不乏理论深度，而且其理论体系本身是开放的，旨在不断吸纳新的思想和科技成果。本系列由十部独立的教材所组成，同时也相互兼容，在整体上涵盖了家具行业的全部专业领域，主要目标是为高等院校室内与家具设计专业的本科学生提供完整的系列教材，同时也可以为建筑设计、室内设计和工业设计的师生提供相关联的参考，还可为家具企业的管理与技术人员提供系统的理论知识和实用工具。教材作者均为目前国内高校家具专业的在职骨干教

师，他们思维敏捷、开拓创新、知识、中西融合。

其中，《家具制图》、《家具表面装饰工艺技术》、《家具材料学》和《家具展示设计》分别由中南林业科技大学李克忠、邓背阶、张秋梅和戴向东老师主编，《室内与家具人体工程学》由浙江林学院余肖红老师主编，《非木质家具制造工艺》由山东工艺美术学院薛坤老师主编，《家具史》、《家具检测与质量管理》、《木质家具制造工艺与生产组织》和《家具设计》分别由南京林业大学陈于书、祁忆青、李军和许柏鸣老师主编。许柏鸣教授为全套教材的总策划，同时负责对每本教材的大纲进行审定。

知识无限，基于我们的现实水平，虽已尽心尽力，但还会有错漏之处，恳请读者及业界同仁斧正。

普通高等教育室内与家具设计专业规划教材编写委员会

A handwritten signature in black ink, consisting of stylized Chinese characters '潘士能'.

2009年3月

前言

人体工程学是一门多学科交叉的新兴学科，它是人体科学、环境科学不断向工程领域渗透与交叉的产物，其研究成果在人类生活与工作的各个领域均有大量的应用。近几年来，其在设计领域的应用与发展非常迅速，人们越来越重视人体工程学的设计思想，甚至成为了许多产品设计增强核心竞争力的关键。相应地，人体工程学在室内设计、家具设计以及产品设计等方面的应用也越来越广泛。

本书是普通高等教育室内与家具设计专业规划教材之一，并得到了浙江省高校重点建设教材的资助。本教材的编写以延续经典、注重实用、面向未来为指导思想，在参考借鉴前人已有研究成果的基础上，对部分内容进行了拓展与更新。内容上更突出了人体工程学在设计领域的应用，以丰富的设计案例深入浅出地介绍了人体工程学基本理论与方法在实践中的运用，图文并茂，生动直观，实用性较强。

本书共分七章：1 绪论，2 人体工程学基础，3 人体测量与数据的应用，4 人体工程学与室内空间设计，5 人体工程学与家具设计，6 人体工程学与家居产品设计，7 无障碍设计。其中前三章主要是对人体工程学基本知识的介绍，后四章侧重于人体工程学在设计中的应用讲解，结合家具设计、室内设计、家居产品设计以及无障碍设计等丰富案例进行具体的设计分析，更符合了设计专业学生的培养特点。学生可以通过对案例的分析与学习，进一步把握人体工程学的基本原理和方法，理论与实践融会贯通，为今后设计出舒适的、高品质的室内环境，家具产品及工业产品打下良好的基础。

本书适合于室内设计、家具设计、建筑环境设计、工业设计等专业院校的学生作为教材使用，也可供从事相关工作的人员作为参考书阅读使用。

最后，对于书中直接或间接引用的人体工程学研究成果与资料的作者表示衷心的感谢，但由于编者水平所限，书中不足之处在所难免，敬请读者批评指正。

编者

2011年4月

目 录

第 1 章 识图的轻松起步 1	
1.1 识图方法轻松起步 1	
1.1.1 初识电子电路图 1	
1.1.2 识图基本步骤 2	
1.1.3 电流回路分析方法 3	
1.2 亲身感受元器件及电路符号中的识图信息 7	
1.2.1 亲身感受电阻类元器件及电路符号中的识图信息 7	
1.2.2 亲身感受电容类元器件及电路符号中的识图信息 14	
1.2.3 亲身感受电感类元器件及电路符号识图信息 17	
1.2.4 亲身感受变压器及电路符号识图信息 19	
1.2.5 亲身感受二极管及电路符号识图信息 20	
1.2.6 亲身感受三极管及电路符号识图信息 22	
第 2 章 化复杂电路为简单电路的方法 25	
2.1 化整为零和集零为整的方法 25	
2.1.1 复杂电路的分解方法 25	
2.1.2 信号类型及分解方法 26	
2.1.3 信号频率的分段方法 28	
2.1.4 电路分析中集零为整的方法 30	
2.2 深入掌握电阻的概念 31	
2.2.1 电阻的概念 31	
2.2.2 其他元器件的等效理解方法 33	
2.3 深度掌握串联电路的分析方法 37	
2.3.1 掌握电阻串联电路的分析方法 37	
2.3.2 电容串联电路的等效分析方法 39	
2.3.3 其他元器件串联电路的分析方法 40	
2.4 深度掌握并联电路的分析方法 41	
2.4.1 电阻并联电路的等效分析方法 41	
2.4.2 电容并联电路的等效分析方法 43	
2.4.3 其他并联电路的等效分析方法 44	
2.5 掌握分压电路的分析方法 45	
2.5.1 图解电阻分压电路结构 45	
2.5.2 电容分压、阻容分压和其他分压电路的分析方法 47	
第 3 章 三极管单级放大器 51	
3.1 初识放大器及三极管电路 51	
3.1.1 放大器的电路符号和类型 51	
3.1.2 晶体三极管结构及工作原理简述 52	
3.1.3 三极管的三种工作状态 54	
3.1.4 NPN 型三极管各电极电压与电流的关系 56	
3.1.5 三极管的重要特性 58	
3.2 三极管实用偏置电路大全 59	
3.2.1 三极管电路的分析方法 59	
3.2.2 三极管直流电压供给电路的解说 59	
3.2.3 三极管集电极和发射极电路大全 60	
3.2.4 三极管静态电流的作用及其影响 62	
3.2.5 三极管固定式偏置电路 63	
3.2.6 三极管分压式偏置电路 65	
3.2.7 三极管集电极-基极负反馈式偏置电路 69	
3.3 共发射极放大器 70	
3.3.1 共发射极放大器的直流电路分析 70	
3.3.2 共发射极放大器信号传输分析 70	
3.3.3 共发射极放大器中元器件的作用 71	
3.3.4 共发射极放大器的特性 74	
3.3.5 共发射极放大器电路的分析举例 79	

3.4	共集电极放大器	80	4.3.4	RC 负反馈式电路	107
3.4.1	共集电极放大器直流电路和交流电路的分析	81	4.3.5	可控制负反馈量的负反馈电路	109
3.4.2	发射极电阻将电流变化转换成电压变化的原理	81	4.3.6	负反馈放大器分析小结	110
3.4.3	共集电极放大器电路故障分析	82	4.4	负反馈放大器的消振电路	111
3.4.4	共集电极放大器的重要特性	82	4.4.1	产生自激的条件和消振电路的原理	111
3.5	共基极放大器	84	4.4.2	超前式消振电路详解	112
3.5.1	共基极放大器直流电路的分析	84	4.4.3	滞后式消振电路详解	113
3.5.2	共基极放大器交流电路的分析	85	4.4.4	超前-滞后式消振电路详解	114
3.5.3	共基极放大器元器件的作用	86	4.4.5	负载阻抗补偿电路	115
3.5.4	共基极放大器电路的故障分析	86	4.4.6	电路分析小结	115
3.5.5	PNP 型三极管共基极放大器	86	4.5	多级放大器	116
3.5.6	共基极放大器的主要特性	87	4.5.1	多级放大器的电路结构和电路分析方法	116
3.5.7	共基极放大器电路分析小结	88	4.5.2	双管阻容耦合放大器	117
3.6	晶体三极管三种放大器电路分析小结	88	4.5.3	双管直接耦合放大器	118
3.6.1	单级放大器的类型判断	88	4.5.4	三级放大器	120
3.6.2	三种类型放大器特性小结和应用电路说明	89	4.6	耦合电路	120
3.6.3	直流电路、交流电路和元器件作用分析小结	90	4.6.1	级间耦合电路的种类	121
第 4 章	负反馈放大器、多级放大器和差分放大器	92	4.6.2	阻容耦合电路	121
4.1	负反馈放大器	92	4.6.3	直接耦合电路	123
4.1.1	正反馈和负反馈概念	92	4.6.4	变压器耦合电路	123
4.1.2	全面了解负反馈电路的种类	93	4.6.5	耦合电路分析小结	125
4.1.3	负反馈电路的分析方法	95	4.7	级间退耦电路	126
4.2	四种典型负反馈放大器	96	4.7.1	级间交连概念	126
4.2.1	电压并联负反馈放大器	97	4.7.2	退耦电路	127
4.2.2	电流串联负反馈放大器	99	4.8	差分放大器	127
4.2.3	电压串联负反馈放大器	102	4.8.1	了解差分放大器	127
4.2.4	电流并联负反馈放大器	103	4.8.2	双端输入、双端输出式差分放大器	129
4.3	特殊负反馈电路	105	4.8.3	双端输入、单端输出式差分放大器	131
4.3.1	变形负反馈电路的特点和分析方法	105	4.8.4	单端输入、单端输出式差分放大器	133
4.3.2	LC 并联谐振电路参与的负反馈电路	106	4.8.5	单端输入、双端输出式差分放大器	134
4.3.3	LC 串联谐振电路参与的负反馈电路	107	4.8.6	带恒流源的差分放大器	135
			4.8.7	具有零点校正的差分放大器	136
			4.8.8	多级差分放大器	137

1 绪论

人体工程学是一门多学科交叉的新兴学科，它是人体科学与工程技术的结合，是人体科学、环境科学不断向工程科学渗透和交叉的产物，其成果直接服务于生产和生活实际。在其发展过程中，逐步打破了各学科之间的界限，有机地融合了各相关学科的理论，不断完善自身的基本概念、理论体系、研究方法和技术标准及规范，从而形成了一门研究和应用都极为广泛的综合性学科。因此它具备各新兴边缘学科的一些共同点，如多样化的名称，各异的定义，模糊的学科界定，综合的学科研究内容以及学科应用范围广泛等。

1.1 人体工程学的由来与发展

1.1.1 人体工程学的由来

提到人体工程学，人们会不由自主地把它和现代联系起来，但它的由来却有着非常悠久的渊源。自从人类出现以来，人们就以不同形式追求着自身的舒适性和安全性，不断地改进着自己的生活质量和生产效能。尽管上古时代不可能产生今天这样的科学研究方法，但在人们的创造和劳动中已经潜在地存在人体工程学的思想，可以说人体工程学萌芽于古代。这些我们可以从出土的文物中看出。例如：旧石器时代的石器多为粗糙的打制石器，多为自然形，不太适合人们使用，而新石器时代多为磨制石器，表面较为光滑，较适合人们使用（如图 1-1）。又如，原始人狩猎用的棍棒、石块和投枪，出土的大量文物（陶器、石器及生活用具等）……再如，我国的明式家具，其不仅造型简洁优美，在家具与人体直接接触的部位设计上更体现出一种细节的人文关怀。图 1-2 为明代的官帽椅，其靠背的“S”形曲线设计，正好与人体脊柱形状相适应，给人以良好的背部支撑。另外，其座背

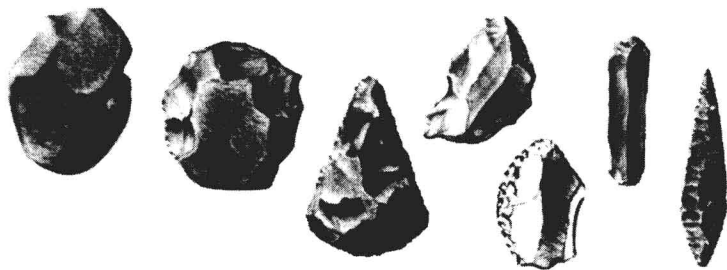


图 1-1 打制石器和磨制石器

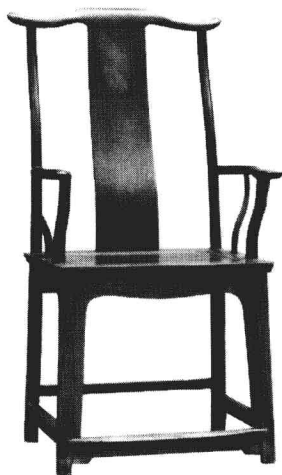


图 1-2 明代官帽椅

前缘、扶手、搭脑等处的圆滑设计，给人以非常好的触觉感受。

虽然人类在自身的发展过程中，自觉或不自觉的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、独立的学科，历史却很短，是近代工业革命发展的产物。随着现代科学与技术的发展，社会不断复杂化，现代文明带给人类的不一定是安全和舒适，往往会产生负面效应，例如：高速度的现代交通工具缩短了我们的时空距离，给我们带来了高效和便捷，但同时也给我们带来了交通事故和环境污染。因此如何协调人一机一环境之间的关系，使人一机一环境这一系统实现最佳匹配成为了现代科学技术发展中的重要内容。人体工程学正是研究这一领域的一门新兴的边缘学科。第二次世界大战后迅速渗透到人类生活和工作的各个领域。可以说，人体工程学随着人类关注到自身的需求而诞生了。

1.1.2 人体工程学发展的几个阶段

人体工程学(Ergonomics)作为一门学科来讲起源于欧美，是20世纪50年代发展起来的一门技术学科。其发展大致经历了以下三个阶段：

(1) 人适应机器阶段

从19世纪末到第二次世界大战之前，人机关系的主要研究思路是充分利用人体机能、使之适应于机器，重点集中于选择、培训人员和改善劳动环境、减轻疲劳等方面。一般认为这一阶段的“人机关系”研究是人体工程学的开端。人们不再以一种自发的思维方式来对待“人机关系”，而是将其建立在实验的基础上，使其具有了现代科学的形态。主要有以下几方面的试验研究：

① 泰勒(F. W. Taylor)的研究 从1881年起，美国工程师泰勒开始研究人机系统的效率问题。在1898年他进行了著名的“铁锹铲煤实验”，对铁锹的使用效率进行了研究。通过现场实验，比较不同工具的工作效率。他用形状相同而铲量分别为5kg、10kg、17kg和30kg的铁锹去铲同一堆煤，实验结果表明，铲量为10kg的铁锹作业效率最高。他做了许多实验，终于找出了铁锹的最佳设计和搬运不同松散状材料时每一铲的最适当重量。

20世纪初，泰勒又和吉尔布瑞斯(F. B. Gilbreth)等人进行了时间与动作、工作流程与工作方法、设备和装置的布局等一系列实验。在分析研究和概括总结的基础上制定出了一套以提高工作效率为目的的作业、管理方法，即“泰勒制”劳动作业制度。“泰勒制”是以机器为中心设计的劳动管理制度，通过选拔和培训操作人员，使人适应于机器。“泰勒制”被西方发达国家的工厂广泛采用和实践，卓有成效地规范了生产管理，提高了生产效率。

② 吉尔布瑞斯(F. B. Gilbreth)的研究 1911年，吉尔布瑞斯进行了砌砖作业试验。他用快速摄影机把工人的砌砖运动拍摄下来，然后对动作进行分析，去掉多余的动作，从而提高了工作效率。吉尔布瑞斯和泰勒的这些重要试验影响很大，而且成为后来人体工程学的重要分支，即所谓“时间与动作的研究”的主要内容。

③ 闵斯脱泼格(H. Munsterberg)的研究 美国哈佛大学的心理学教授闵斯脱泼格创立了工业心理学，并将心理学研究与泰勒制劳动管理制度结合起来，针对选择、培训人员与改善工作条件、减轻疲劳等问题做了大量的实验和研究，并在1912年出版了其代表作《心理学与工业效率》。工业心理学的应用对提高工人的适应能力与工作效率作出了积

极有效的贡献。第一次世界大战期间，参战各国均聘用心理学家参与兵种分工、特种人员的培训问题。

④ 相关科研所的成立 1914 年爆发了第一次世界大战，战争造成的供需矛盾进一步激发了对工效研究的社会需求，促使国家力量参与到工效学的研究中来。1915 年英国成立了军火工人保健委员会，研究生产工人的疲劳问题，战后 1929 年该组织更名为“工业保健研究部”，进一步研究作业姿势、负担极限、男女工体能、作息时间、光照、环境温湿度、背景音乐等问题。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。国家力量的介入，使人体工程学拥有了发展的物质条件。

(2) 机器适应人的阶段

这一阶段是人体工程学发展的成熟期（第二次世界大战——20 世纪 50 年代末），在这期间人们从“赢得战争的是机器而不是人”（人适应机器）的思想转向了“机器适应人”的有效人一机关系。第二次世界大战前人体工程学的研究一直坚持着“高效原则”，一方面研发高性能的机器，另一方面选择和培训操作者、使人适应于机器，两者各行其道。直到第二次世界大战期间发生了一系列意外事故，人们才开始重新审视人与机器的关系。第二次世界大战中，由于战争的需要，各国都致力于发展高性能、威力强大的武器和装备，期望用武器的技术优势来决定战争的胜败。但由于在研发过程中只注重性能的研究、忽略了“人的因素”的考虑，使得机器性能与人的能力之间出现了矛盾，从而在实用过程中暴露出一系列问题，意外事故频频发生。其中以歼灭机、战斗机最为典型，高空飞行气象条件复杂、变化无常，同时还需完成作战任务，这要求操作人员在极短的时间内观察仪表、做出判断、实施操作，以便完成多种飞行动作。这些要求超出了人的能力限度，即使经过严格筛选、培训的人员，也难以胜任。同时，设备的尺度、安置方式不符合人体要求等问题也暴露出来（如图 1-3 飞机高度表的设置问题）。通过事故分析人们发现在人与机器的关系中主要的制约因素是人而不是机器，从而认识到“人的因素”在机械设计中的重要性。

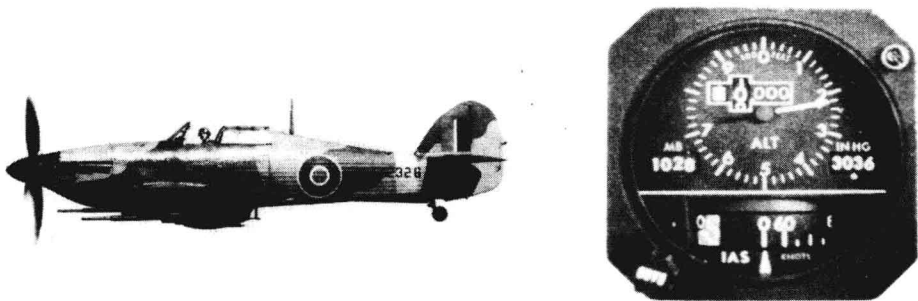


图 1-3 飞机高度表

在战争期间，为了使所设计的武器装备能够符合战士的生理特点，武器设计工程师们不得不把解剖学家、生理学家和心理学家请来为设计操纵合理的武器出谋划策，于是在军事领域中开展了机械设计与相关学科的综合研究和实际试验，这种多学科的综合研究初步构建了人体工程学的基本框架，于是现代人体工程学应运而生。1949 年，在莫瑞尔的倡导下，英国海军成立了第一个人体工程学科研组，并出版了《应用经验心理学：工程设计中的人因学》，翌年 2 月 16 日，在英国海军部召开的会议上通过了人机工程学这一名称，

正式宣告其作为一门独立的学科诞生了。之后英、美各国相继成立了工效学学会，并发表会刊，为学科正式社会建制的确立奠定了基础。战争结束后，学科的综合研究和应用逐渐由军事领域向非军事领域转移，科研成果被用来解决工业与工程设计中的问题，如飞机、汽车、建筑、设备以及生活用品等，逐步在工业与工程设计领域中形成了以人为中心的设计理念。总之，从第二次世界大战期间到 50 年代末这二三十年内，确立了以“人的因素”为核心的研究方向，力求使机器适应于人，形成了以解剖学、生理学、心理学、生物力学、测量学等多学科共同研究的学科框架。

(3) 人一机—环境互相协调阶段

20 世纪 60 年代以后，随着人体工程学研究和应用领域的不断扩大，仅停留在“人一机器”之间的研究已远远不能满足社会的需要，于是人体工程学进入一个新的发展阶段，将人、机器、环境视为一个系统，结合各种条件和要求整体优化系统，主张人与机器相互适应，即设计机器使之适于人的操作，同时培训人的操作技能。这一阶段的研究中心是人与机器相互适应，人一机—环境系统协调发展。1961 年，国际人类工效学会（IEA）成立，从而有力地推动了该学科不断向纵深发展。

经过第二次世界大战后的喘息和重建，世界经济进入了飞速发展的时期，与此同时，人体工程学也进入高速发展期。这一时期的人体工程学发展主要有两大特点：

① 人体工程学的研究已渗入到了人类工作和生活的各个领域 人体工程学的触角已无所不及，吃、穿、住、行，凡是和人有关的一切创造行为，都体现了人体工程学的思想。许多企业、事业单位都设有专门的机构或实验室进行专项研究，通过广泛的实验性研究，结合所掌握的基本原理，进行相应的改良设计。例如：1964 年，富豪（volvo）

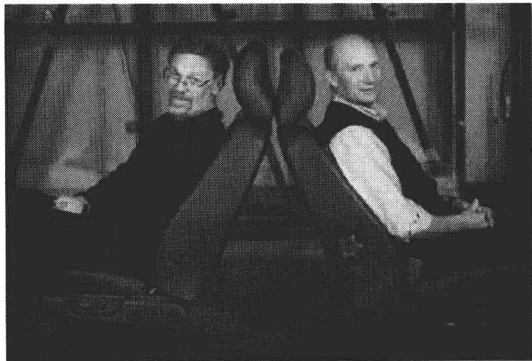


图 1-4 富豪（volvo）汽车公司研发的汽车新座椅

汽车公司的工程人员在与医务专家密切合作下开发出汽车新座椅（如图 1-4），被誉为“超级座椅”的美称。其坐垫采用泡沫聚酯制作，具有极佳的支撑性和舒适性。另外，其座椅的高度和纵向位置都可调整，靠背角度也可通过一个手轮变更。这类座椅的设计体现了超前的人体工程学设计。目前公司安全性能部中仍设有座椅小组（约 20 人的规模），专门研究座椅的人

机问题。如今，在汽车、飞机等交通运输行业中，几乎所有的产品设计都会将人体工程学作为研究的重点。

② 学科研究呈现多元化态势，并在高科技领域得到广泛应用 日趋复杂的人—机—环境关系，加强了多学科的横向联系、使学科研究呈现多元化态势。随着科学技术的发展，自动控制技术装置、电子计算机、人工智能等普遍应用于社会生活的各个方面，现今的人—机—环境系统不仅环节众多，同时还涉及多途径、多方式的信息交流和互动，人体系统的设计逐步转向以计算机技术为代表的高新技术产品和服务。在 20 世纪后半期，经济的发展、科技的进步，为人体工程学的研究提供了新天地、新要求、新课题以及新理论，促进了学科的快速发展。进入 21 世纪，随着能源、环境等问题的日益突出，“可持续

发展”已成为人类面对生态危机的抉择，人体工程学的深入研究与应用，将在合理利用资源、实现“可持续发展”这一战略目标以及维护人类健康、提高生活质量等方面发挥积极的作用，为实现社会、自然、经济协调发展而努力。

1.1.3 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，后因10年动乱而中断。而人体工程学研究在我国真正起步是在20世纪70年代，首先是将工程学的理论应用在家具设计方面。当时，周总理曾针对客厅使用的沙发指出，为什么这沙发使人越坐越累，能不能加以改进？于是，北京木材工业研究所在我国首次采用了人体工程学的原理和方法，对沙发的尺寸、体感等方面进行研究和探索。他们曾发表了《常用沙发的初步研究》的科研报告。稍后，上海、南京、重庆等地相继开展了桌椅尺度和成型发泡沙发的研究。

20世纪80年代前后，随着改革开放政策的实行，国际间学术交流的加强，促进了我国人体工程学的快速发展。1980年4月，国家标准局成立了全国人类工效学标准化技术委员会，统一规划、研究和审议全国有关人类工效学的基础标准的制定。1984年国防科工委成立了军人—机—环境系统工程标准化技术委员会。这两个技术委员会的建立，有力地推动了我国人机工程学的发展。此后在1989年成立了中国人类工效学学会，并在1995年9月创刊了学会会刊《人类工效学》季刊。近年来，我国人体工程学发展速度很快，也取得了一定的成果，但与世界先进水平相比较，人体工程学基础理论、方法论以及成果的应用还有相当的差距。要形成具有我国自己特色的人体工程学尚须我们做出更大的努力。

1.2 人体工程学的命名与定义

1.2.1 人体工程学的命名

人体工程学是一门比较年轻的学科，相应的命名也比较多。在美国出现过 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。Ergonomics 一词在1857年由波兰教授雅斯特莱鲍夫斯基 (Jastrzebowski) 提出的，它来源于希腊文，其中 Ergos 的意思是工作，nomos 的意思是规律。整个词是工作之意。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，除普遍采用“人机工程学”、“人一机—环境系统工程”外，常见的名称还有“人体工程学”、“人类工效学”“人类工程学”、“工程心理学”、“宜人学”以及“人的因素”等。1989年中国人类工效学会成立，相应的这一名称被大家接受较多，然而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。

1.2.2 人体工程学的定义

国际人类工效学会 (IEA) 在它的会章中把工效学定义为：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，研究人一机一环境系统中的交互作用着的各组成部分（效率、健康、安全、舒适等）在工作条件下，在家庭中，在休假的环境里，如何达到最优化的问题。概括地说，是研究人及其相关的物体（机械、家具、工具等）、系统及其环境，使其符合人体的生理、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。为进一步说明定义，下面对定义中的几个概念作几点说明：

① 人 指作业者和使用者。人的心理特征、生理特征以及人适应设备和环境的能力都是重要的研究内容。

② 机 指机器，较一般技术术语意义要广。包括人操作和使用的一切产品和工程系统。其能否适合人类的行为习惯，符合人们的身体特点，是人体工程学探讨的重要问题。

③ 环境 指人们工作和生活的环境。噪声、照明、气温、人的行为习惯等环境因素对人工作和生活的影响，是研究的主要对象。

④ 系统 指人体工程学研究的是一个相互作用和相互依存的系统。它是人体工程最重要的概念和思想，要从系统的高度来分析研究人一机一环境三个要素之间的关系。

随着人体工程学的发展，2000年8月，IEA对之前的定义作了进一步修订：“人体工程学是研究系统中人与其他要素的相互关系的科学，是关于如何实现人与整个系统最优化的理论、数据及设计方法的科学。”修订后的定义更强调了“交互”的概念，以人的利益为前提来优化系统，更好的反映了该学科的方向和重点。

1.3 人体工程学研究的主要内容与方法

1.3.1 人体工程学研究的主要内容

人体工程学是一门实践与应用性很强的交叉学科。由于各国科学和工业基础不同，研究侧重点也不相同。例如，美国侧重工程和人际关系，法国侧重劳动生理学，前苏联注重工程心理学，日本则介于欧美之间。人体工程学的研究内容具多样性、应用性和灵活性等特点，但它始终是以人一机一环境作为研究的基本对象，通过揭示三者之间的相互关系与规律，以达到确保整个系统的最优化。综合共性来讲，其研究的主要内容包括以下三个方面：

(1) 工作系统中的人

人的因素是人体工程学研究的重要内容，也是系统优化设计的核心。主要包括以下内容：人体尺度；信息的感受能力和处理能力；学习的能力；生理及心理需求；对物理环境的感受性；对社会环境的感受性；知觉与感觉的能力；个人之差；环境对人体能的影响；人的长期、短期能力的限度及舒适点；人的反射及反应形态；人的习惯与差异（民族、性别等）；错误形成的研究。

(2) 工作系统中直接由人使用的机械部分如何适应人的使用

主要分以下三类：

① 显示器 仪表、信号、显示屏。

② 操纵器 各种机具的操纵部分，杆、钮、盘、轮、踏板等。

③ 用具 家具、设备及其他产品等。

(3) 环境控制如何适应人的使用

① 普通环境 建筑与室内空间环境的照明、温度、湿度控制等。

② 特殊环境 在航空、化工、采矿及探险等行业，有时会遇到特殊的环境：高温、高压、振动、噪声、辐射和污染等。

从人体工程学的研究内容来看，涵盖了技术科学和人体科学的许多交叉问题。它涉及很多不同的学科，包括生理学、心理学、解剖学、工程技术、劳动保护、环境控制、仿生学、人工智能、控制论、信息论和生物技术等众多的学科。

1.3.2 人体工程学的研究方法

人体工程学研究对象涉及人类生活的各个领域，因此研究的方法也多种多样，它广泛采用了人体科学及其相关学科的研究方法及手段，并且本学科的研究也建立了一些独特的新方法，以探讨人、机、环境要素间的复杂关系。这些方法包括：测量人体各部分静态、动态数据；调查、询问或观察人的行为和反应特征；对时间和动作的分析研究；测量人的心理状态和各种生理指标的动态变化；分析差错和事故的原因；进行模型实验或用电子计算机进行模拟实验；运用数字和统计学的方法找到各变数之间的关系，以便从中得出正确的结论或发展成有关理论。

目前常用的研究方法有：

(1) 实测法

这是一种借助于仪器设备进行实际测量的方法。主要包括对人体尺寸的测量、人体生理参数的测量以及环境参数的测量。

其中，人体尺寸的测量主要包括人体形态测量和运动测量。形态测量主要测量人体长度尺寸、体形、体积及体表面积等；运动测量主要测定关节的活动范围和肢体的活动空间，如：动作范围、动作过程、形体变化和皮肤变化等。

人体生理参数的测量是指对人生理指标的测定。人体的疲劳与工作环境设计的好坏直接相关，一般情况下，生理指标的变化能反映出人体疲劳的变化。例如，心率、呼吸、肌电图、血压、脑波、闪频值等都常用来评价人体生理负荷（疲劳）。通过测量人在进行各种活动时各种生理指标的变化来研究分析各种环境因素和家具设计尺度参数对人体负荷与疲劳的影响，从而研究最佳设计方案。生理测量主要包括以下几个方面：

① 心率（Heart Rate, HR） 心率即心脏跳动的速率，一般用每分钟的跳动次数来表示。心脏跳动的速率受到精神因素、作业强度和环境温度等的综合影响，反映了劳动强度、作业负担及全身的生理负荷。如不合理的座椅尺度会引起不合理的坐姿，不合理的坐姿会导致能量消耗的增加，相应的心率指标加快，从而疲劳度增大。因此，心率可用来研究和评价家具、工业产品设计及环境的合理性与舒适性。

② 肌电图（Electromyogram, EMG） 肌电图指标的计测是把人体活动时肌肉张缩的状态以电流图记录，从而可以定量地确定人体该项活动强度和负荷，它反映的是局部的肌肉负荷。我们把记录肌肉收缩时的放电电流图叫肌电图（Electromyogram, EMG）。肌电图的测量可以通过生理电传感器，在肌肉表面（皮肤表面）进行。传感器检测到的微弱电信号通过放大可进行记录和分析。人体工程学上常用肌电图的电压幅值和收缩频率来进行评价。

肌电图的计测在人体工程学上的应用主要是作业设计，作业姿势，机械和工具设计的合理化及优化研究。如座椅、沙发和床等家具尺度的研究中，肌电图是一个最佳的评价指标。一个符合人体工程学的设计能减少人体不必要的能量消耗，提高工作和休息效率。一

个舒适的坐姿或者卧姿可使全身肌肉放松。这种放松程度，可通过测量肌电图来评价。

③ 闪频值 (Critical Flicker Fusion Frequency, CFF) 对于闪烁的光源，当闪烁频率增大到某一值时，就能感觉它是连续光源，这种现象叫闪光融合，此时的频率叫闪光融合频率 (Critical Flicker Fusion Frequency, 简称 CFF 值)，也叫闪光融合值 (简称闪频值)。人在疲劳时，大脑的意识和知觉水平下降，CFF 值也随之下降。因此，闪频值可用于评价室内光源和工作环境的合理性，找出精神疲劳最少的室内色彩和照明环境设计。

④ 脑电图 (脑波, Electroencephalogram, EEG) 脑电图与心电、肌电一样也是生物电现象之一。人只要活着，无论是处于睡眠还是觉醒状态，都有来自大脑皮层的动作电位。这种生物电现象是自发和有节律性的，在头部表皮上通过电极和高感度的低频放大器可以测得这种生物电现象。脑电图的频率幅值是大脑觉醒状态的主要反映，在室内与家具设计中，我们可以利用脑波来评价室内环境噪声、室温，以及家具尺度、质地和舒适度等。

⑤ 体压 体压是人、机 (椅、床等) 接触界面最重要的生物力学特性指标之一，从生物力学的角度看，人机接触面的舒适性主要由人机间的体压分布决定。体压分布的不合理是导致人体疲劳、影响人体舒适度的主要原因。在研究座椅及床等家具设计中，常对接触面的体压分布进行测量分析，从而为设计提供参考。要想测得人体在椅面、椅背或床垫

上的压力分布，需科学地确定椅面或椅背形状以及床垫中弹簧的弹力等，常用人体压力分布测试仪。这种测试仪 (如图 1-5 人平躺床上的体压测试图) 一般是将压力通过超薄感测片收集，输入电脑，然后采用电脑软件分析测试结果。

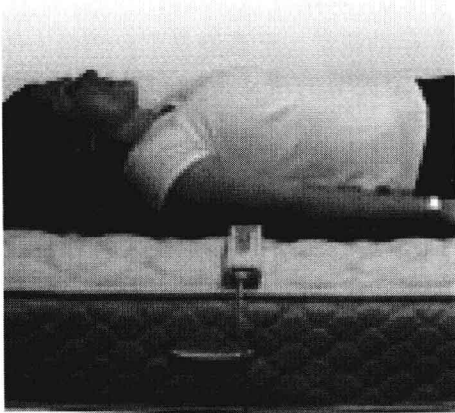


图 1-5 体压测试图

(2) 实验法

这种研究方法在实验室、作业现场进行。例如：为了获得家具的体压分布或人对各种不同显示仪表的认读速度的数据时，一般在实验室进行。如需了解色彩环境对人的心理、生理和工作效率的影响时通常在作业现场进行。

(3) 观察法

为了研究系统中人、机的工作状态。如作业动作的分析、功能分析和工艺流程分析等大都采用观察法。

(4) 分析法

分析法是在获得了一定的资料和数据后的一种研究方法。一般是在实测法和实验法的基础上进行的。目前人体工程学研究常采用如下几种分析法：①瞬间操作分析法；②知觉与运动信息分析法；③动作负荷分析法；④相关分析法。此外，还有频率分析法和危害分析法等。

(5) 调查法

调查法是人体工程学重要的研究方法之一，其应用非常广泛。调查法是指采用各种调查研究方法来抽样分析操作者或使用者的意见和建议，包括简单的访问、专门调查甚至非