

高等院校工业设计专业“十二五”创新规划教材 丛书主编 杜海滨

工业设计 应用人机 工程学

胡海权 编著

 机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS

INDUSTRIAL DESIGN
ERGONOMICS

013032296

TB47-39

45

高等院校工业设计专业“十二五”创新规划教材
丛书主编 杜海滨

工业设计 应用人机工程学

胡海权 编著



辽宁科学技术出版社



北航

C1639473

TB47-39

405

图书在版编目 (CIP) 数据

工业设计应用人机工程学 / 胡海权编著. —沈阳:
辽宁科学技术出版社, 2013.4

ISBN 978-7-5381-7739-8

I. ①工… II. ①胡… III. ①人-机系统—应用—工
业设计 IV. ①TB47-39

中国版本图书馆CIP数据核字 (2012) 第253825号

出版发行: 辽宁科学技术出版社

(地址: 沈阳市和平区十一纬路29号 邮编: 110003)

印刷者: 辽宁美术印刷厂

经销者: 各地新华书店

幅面尺寸: 215mm × 225mm

印 张: 7.2

字 数: 210 千字

印 数: 1~3000

出版时间: 2013年4月第1版

印刷时间: 2013年4月第1次印刷

责任编辑: 于天文

责任校对: 栗 勇

书 号: ISBN 978-7-5381-7739-8

定 价: 45.00元

联系电话: 024-23284740

邮购热线: 024-23284502

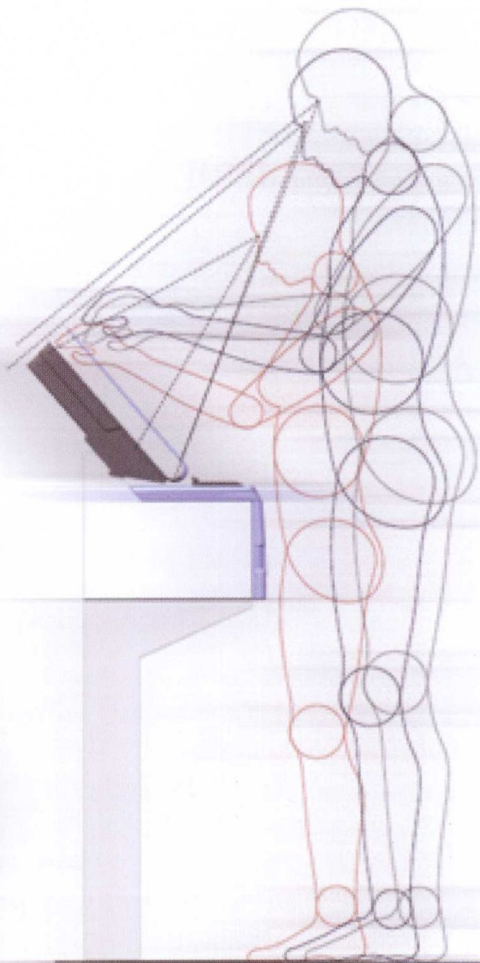
E-mail: mozi4888@126.com

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



序言

时至今日,工业设计教育及人才培养在我国高等院校中从无到有,从萌芽到茁壮成长已经历了半个多世纪。但就某种设计教学模式来判断成功与否是很难的,也是很抽象的。因为设计也好、教学也罢,是一个完整的、动态的、多元的实践过程,人才培养理所当然地成为这一过程的先行者,实在不好定义哪一种模式好或不好。加之老师对教学的理解和课程的把握随着时间、地域和学苗不同也会以不同的方式方法加以应对,其评价或引导一定是多角度和全方位的。就基础教育而言,教师无疑是教学的主导者,是研究规律和章法的实践者。所谓章法就是寻求在某种限定下的无限可能性,也就是我们经常说的举一反三,以不变应万变的道理。比如我们经常在教学中对学生说“好看”和“好用”在工业设计的功能和审美范畴内是一种既对立又统一的矛盾体,孤立地强调任何一方都是片面或不完整的。教学的责任就是要在诸如此类的问题中间和学生共同探究,搭建起一种合情合理的人与物之间的和谐的关系。以便在各种技术、工艺、材料和审美要素中找到最基本的解决问题的求证方法,设计出适合于为人使用的产品。否则,若以“为用而用”或“为看而看”为前提的话,就不能称之为工业设计教育了。有谁愿意接受一个只能用而不好看甚至缺少人情味的产品呢?再如有经验的老师会在教学中把这样的问题放在同一个宏观目标下组织教学,营造一种如同我中有你,你中有我一样的共生关系和氛围。引导学生从课题限定、功能属性、服务人群等基本面多加思考,尽可能多地拿出解决问题的途径,如“换一种方式还能保持‘好用’吗?”“换一种材质还能保持‘好看’吗?”“新形式与新用途的存在或形成是否会更有利于使用者?”“是否会产生新的问题反过来危及使用者?”等等如此这般的用心良苦,目的是让学生始终或经常保持一种原发的、动态的、开放的思维状态,在变化中去追寻本质寻找更多的可能性和可行性。说到底就是在变量中激活足够多的原创想法和捕捉到足够多的创新答案,而不是平庸的答案,更不是唯一的答案。诚然,上述之例无非要归结到基础教学的原点,这方面我们虽有好的经验但也不乏教训之谈,诸如“揠苗助长”“追捧速成”“直取结果”等,都是轻视基础悖于规律只要结果不顾过程的不作为。这种将基础误读为旁枝末节的短视做法是导致上述后果的直接原由。应当承认基础教学一路走来实属不易,由于对



专业不能产生直接效果,或被压缩或被淡出以致让从教者为之困惑与忧虑。俗称“千里之堤,溃于蚁穴”“千里之行,始于足下”“沙滩上建不起高楼大厦”以及当下流传的“不要让我们的孩子输在起跑线上”等时尚说法,其真实含义都是在告诫我们无论从事何种专业,打好基础才是硬道理,是成功的关键所在。正是出于对这样一种背景的思考 and 责任心,让我们看到了目前国内许多院校均以自身的学术背景、学科定位及教学特点从各自角度不遗余力地探索新的基础教学理念和教材改革。为此,我们再一次从设计基础教学入手,把它作为艺术设计教育的聚焦点并以此为动力,发挥高校优势,整合学科资源,推广教学成果,创新教材建设,会合了多所院校基础教学团队和主力教师全力投入该教材的编写工作。相信该丛书的出版,将会在目前基础教学基础上融入更丰厚的知识内容,为设计人才的培养提供更广阔的实践平台。值得一提的是,本丛书筹备之初即确定了三个方面的编写要义,一是关注基础教学的前沿动态、吸收最新教学成果,使之相互吸纳、持续拓展;二是力求体现教材的基础性、规律性和融合度,兼顾各章节知识节点的有效衔接;三是注重过程、发现规律、掌握方法。深入感悟和探询设计基础与实践创新的必然联系。该丛书是集体合作之著,全体作者为之付出了相当大的努力。由于时间、学识所限,其中难免存在不足和缺失之处。在此,我们期望各方专家、读者和学生多提宝贵意见,以便今后补充和完善。



二〇一三年元月于鲁迅美术学院

前言

近年来,国内先后出版了不少人机工程学方面的著作,其中多数属知识型读物。而专门为工业设计专业编写的人机工程学教材少之又少,多数没有实际的参考价值。伴随设计环境的改变,学科内越来越关注“具象”的元素,那种告诉人家“大理论”的东西,已经走进历史了。同过去相比,消费者对产品设计质量的要求越来越高,关注点也转移到设计的细节上、是否符合人的生理及心理舒适性上。这就要求产品设计人员在未来的产品设计中倾注更多的精力以处理好人机关系。本书从产品设计人员的实际需要出发,除介绍人机工程学方面的有关知识以外,还力求突出以下几点:

1. 强调人机工程学理论与产品设计实践的结合。以往的一些人机工程学著作较为全面系统地介绍了这门学科的基础知识,但在如何运用这些知识指导产品的设计方面则论述得较少。本书力图在人机工程学的理论与产品设计实践之间建起一座桥梁。2. 强调从发现到解决产品中人机问题的程序和方法。设计师的工作性质决定了他要能够发现别人未曾注意到的人机问题,想出别人未曾想到的解决办法。唯有这样,才能使产品满足人们现实的和潜在的需要。那种“照数据宣科”的呆板的人机解决方案不是我们所推崇的。由此看来,现成的设计规范不仅不能成为产品设计的武器,有时反而变成束缚创造力的枷锁。唯一的解决办法,是让设计人员掌握一把提出人机问题、分析人机问题、解决人机问题的钥匙。基于这一目的,本书着重介绍了以工业设计思想为指导的解决人机问题的工作程序。这也是鲁迅美术学院工业设计系教学改革的课题之一。

本书试图换一种思路探索人机工程学的教学模式,强调其对于本学科的实效性,通过实验性的尝试,从失败与成功的案例中得出有效地学习人机工程学的原理与方法,扩展教学的途径,增强学生的工业设计技能。

教学内容安排与说明:

本课程的教学内容分为三个方面:一、人机工程学的相关知识讲授;二、调查与分析的开展;三、人机整合设计方案与实验。其中第一方面的教学时间约为1周,第二方面的教学时间约为3周,第三方面的教学时间约为2周。学生需要掌握一些人机工程学的基本理论知识来作为开展本课程的

基础,故本书的第一方面主要以人机理论阐述为主。但另一方面,冗长繁复的理论很难被人接受,因此理论的阐述要简洁明了,辅以形象生动的图形语言,并将理论转变为清楚明了的设计方法传授给学生,使学生具备查找有关数据资料、解决具体的设计问题的能力。

为了真正让学生学以致用,在本书的第二、三方面安排具体的设计训练:调查与分析、制作与实验。具体地说,调查与分析就是对生活中常见物品的使用情况进行调查和分析研究,其意图是让学生在完成人机工程学的理论学习后重新审视生活中的物,找到人机界面的优劣及造成这种差异的原因,并试着加以改进。这一过程通常由市场调查(包括拍照、收集资料等)、PPT演示及说明、绘图、手工草模制作等工作组成。

制作与实验主要强调模型或真实产品的“手工制作”与“人机实验”过程。其中实体模型人机实验非常关键,因为如果不能进行人机实验,一切的设计评价都是虚假的。如此一来,要在短短的两周时间内做一系列1:1的模型不是件简单的事,因此最好不要挑选太大且不容易实现的产品。要求学生亲身感受中不断调整、改进自己的设计模型,让他人参与评价(最好为目标人群),以达到使用舒适的目的;对作业成果的评价由人机实验直接得出。

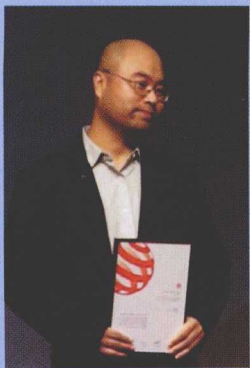
在这期间,建议每5位同学为一个小组,共同进行资料收集与方案改进、完成工作。由于一个主题可能涉及造型、材料、实现方法等诸多问题,故每一位同学必须和其他组员通力合作,才能最大限度发挥团队优势。最后,每位同学独立完成一份A4文本,将自己和团队完成的所有工作清楚表达并提交。相信,通过本课题的训练,学生的工业设计能力将会有不小的提升。

胡海权

2013年1月



(2008级同学在做人机调查)



作者简介:

现任教于鲁迅美术学院工业设计系。
1999年本科毕业于鲁迅美术学院工业设计系。
1999—2001年任教于辽宁工学院。
2001年研修于德国雷曼教授的造型基础WORKSHOP。(清华大学美术学院)
2003年研究生毕业于鲁迅美术学院工业设计系,同年任教于鲁美工业设计系。
2006年参加美国罗德岛美术学院国际课程研修(美国·普罗维登斯)。

作者论文:

2011年2月 《产品设计的形态构建原则研究》发表于《首届中国高校美术与设计论坛论文集》。
2011年8月 《从“火花”到“火焰”》发表于《美术教育研究》。
2011年8月 《医院导视系统设计研究》发表于《美术大观》。
2011年9月 《工业设计认知行为研究》发表于《美术教育研究》。
2011年10月 《辽宁装备制造业产品设计与创新方法研究》发表于《美苑》。

作者著作:

2010年6月 《工业设计教程》之第一卷、第二卷,辽宁美术出版社。
2011年12月 《工业设计模型制作》,中国水利水电出版社。

作者获奖:

2004年8月	《R90-11轻型直升飞机》	第十届全国美术作品展览 铜奖
2007年3月	《奇“E”镜》	“张江杯”全国工业设计/视觉设计大赛优秀奖
2007年12月	《饺子随身行》	全国高校旅游纪念品设计大奖导师奖
2007年12月	《太极.MRI》	华人创新设计华典奖之优秀奖
2008年8月	《悬臂式掘进机设计》	首届辽宁省艺术设计作品展银奖
2009年12月	《“云轨”——电动高架车》	辽宁美术金彩奖银奖
2009年12月	《“云轨”——电动高架车》	第十一届全国美术作品展览 铜奖
2010年9月	《偏远农村医务车》	辽宁省第二届艺术设计作品展 金奖
2011年11月	《90 Degree》	reddot design award (德国红点概念设计奖)

作者专利:

2010年8月4日



北航

C1639473

专利号: ZL200830353940.4

目 录

- 第1章 工业设计应用人机工程学概念 / 001
 - 1.1 明确几个概念 / 002
 - 1.2 研究对象 / 003
 - 1.3 工业设计应用人机工程学的学科意义 / 009
- 第2章 工业设计应用人机工程学的分析要素 / 014
 - 2.1 工业设计师的人机工程学 / 014
 - 2.2 应用人机工程学的分析 / 017
- 第3章 工业设计应用人机工程学的设计程序 / 026
 - 3.1 使用者分析 / 026
 - 3.2 人体数据资料查找 / 030
 - 3.3 设计方案草图 / 030
 - 3.4 计算机虚拟辅助分析 / 032
 - 3.5 人机实验 / 032
- 第4章 工业设计应用人机工程学的研究方法 / 036
 - 4.1 实测法 / 036
 - 4.2 观察法 / 037
 - 4.3 作业姿势的记录与评估 / 037
 - 4.4 试验法 / 038
 - 4.5 模型试验法 / 038
 - 4.6 分析法 / 038
 - 4.7 调查法 / 039
 - 4.8 感觉评价法 / 040
 - 4.9 心理测验法 / 042
 - 4.10 数据处理的方法 / 042
 - 4.11 计算机仿真法 / 043
- 第5章 应用人体测量数据 / 044
 - 5.1 人体测量学相关内容 / 044
 - 5.2 人体测量数据的分类 / 045
 - 5.3 人机工程学人体测量中有关统计的概念 / 046
 - 5.4 人体测量数据在产品中的应用 / 047
- 第6章 工业设计应用人机学的一般参考准则 / 055
 - 6.1 以手为中心的设计 / 055
 - 6.2 关于显示与显示器 / 057
 - 6.3 常用控制器特征 / 061
 - 6.4 一般产品的设计参数和设计指导 / 065
 - 6.5 产品共用性设计原则 / 072
- 第7章 工业设计应用人机工程学训练课题 / 076
 - 7.1 音响(孕妇用) / 078
 - 7.2 公共垃圾桶 / 086
 - 7.3 公交车座椅 / 092
 - 7.4 超市扫码枪 / 100
 - 7.5 指甲刀 / 112
- 附录A 术语表 / 124
- 附录B 人机工程学设计主要国家标准 / 132
- 参考文献 / 134

第1章 工业设计应用 人机工程学概念



图1-1 “新型”的鼠标设计,并不是灵感一现而来,而是基于人手与臂的舒适角度



图1-2 整体厨房的设计,是在分析了动作的流程及人体尺度的基础上进行的

工业设计应用人机工程学所研究的内容与人机工程学的研究内容在范畴上有区别。工业设计应用人机工程学更加关注工业设计领域内的应用方法,人机因素虽然是主体,但还是应考虑工业设计的其他因素,如成型的工艺、制造的成本、形态的考虑等;而人机工程学则是相对独立、完整的研究人机关系本身,不受其他因素干扰。研究、归纳、总结工业设计应用人机工程学的思路、方法正是本书的目标所在。研究学习工业设计应用人机工程学的最终目的是要解决设计中与人的使用相关联的各种问题。设计者应当学会协调有序的生活,不断勤奋地改善自己的生活环境与周围的事物,并把这样的协调有序带给他。从这个意义上讲,人与物的关系无处不在,因此设计的含义也绝非是如何把产品通过设备制作出来这么简单。相反,我们在不断复制相似产品的同时,人们应该反思一下什么才是我们工作、生活中真正需要的。哪怕是一个很小的物件或是一个不被关注的使用场合都是人本关怀的极佳切入口。试想,身边的物真正全都很好地为我们的所用,并且正确地体现着它们的含义吗?正如我们清楚地知道,一个再奢华的、镶满钻石的手机,它的功能也只是通话,设计的真正价值时常被轻视以至于未能更充分地发挥其应有的作用。

现今,设计的各个领域相互渗透,创新的着眼点不仅仅在于单独设计门类的深度探究上,亦包含对体现人本关怀的新型课题的深度思考。人机工程学可作为工业设计课题的切入点,这个设计的人机角度应该被关注,而这一点的核心在于解剖设计的流程并就其中人机因素的介入节点、开展的方法进行深入研究。工业设计应用人机工程学也从另一个侧面诠释了人机工程学适用领域的广泛性,如图1-1。

“设计”不只是对物的设计,亦是对工作方法与工作流程的设计。21世纪,人们对物的需求除了视觉效果外,还加大了对其他感知效果的要求,即听觉、嗅觉、味觉、触觉、心理本能等各种体验均被列入考虑之列,这是当今时代设计的发展趋势。多种要素的综合考虑是设计工作者遇到的崭新课题,它要求设计者依据不同的研究对象适时制定出与之相对应的实验方案与设计流程,如图1-2。

1.1 明确几个概念

▶ 在工业设计领域内我们通常接触到一些与研究人机关系相关的、初学者容易混淆的概念，我们在此予以澄清。人机工程学是在不同领域、不同地方发展起来的，出于各领域的自身研究的目的，各自从自己研究角度来给人机学科命名和下定义，从而形成了名称的多样性。在美国被称为“Human Engineering”（人类工程学）和“Human Factors Engineering”（人的因素工程学）。而在欧洲则称为“Ergonomics”（人类工效学或工效学）。在前苏联、日本则被称为“Ergonomics”（人间工学）。我们可以看出，人机学按研究的内容大致可以分成两类，一是研究人、机、环境的；二是侧重研究人的。

1. 人机工程学 (Human Factors Engineering)

人机工程学是研究“人—机—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工作效率、健康、安全等问题提供理论与方法的科学。

2. 工效学 (Ergonomics)

工效学是一门多学科的活动，致力于收集有关人的能力的信息，并把这些信息用于设计工作、产品、工作场所和设备。

3. 工业设计应用人机工程学 (Human Engineering in design)

在工业设计范畴内，以人机工程学研究为依据，同时需要考虑其他诸如成本、形态、制造、文化等因素的设计改善方法。

人机工程学和工效学这两个术语有时用作同义词，均描述操作者与所执行任务的需求之间的交互作用，而且都试图减少这种交互作用中不必要的负荷。然而，工效学传统上关注工作是如何影响人的。除了其他的许多研究外，工效学主要研究人对工作物理需求的生理反应；环境负荷因素诸如高温、噪声和照明；复杂的心理与运动组合的任务以及视觉监视任务。工效学的重点是通过设计工作任务降低疲劳，以使它们限于人工作能力范围之内。与此不同，人机工程学领域传统上对人机界面或人因工

程学更感兴趣,如同在美国实践的那样。它关注人与设备及环境相互作用时的行为,以及与产品和设备设计有关的人体尺寸和力量能力。人机工程学的研究重点常放在“机”上,即我们常说的工程设计上,以减少人犯错误的潜在危险。人机工程学的根本研究方向是通过揭示和运用人、机、环境之间相互关系的规律,以达到确保人机环境系统总体性能的最优化。人一机—环境系统的整体属性不等于各部分内容的简单相加,而是取决于系统的组织结构及系统内部的协同作用程度。因此,本学科的研究内容应包括人、机、环境各因素,特别是各因素之间的相互关系。我们可以把工业设计应用人机工程学看作是一种以人机工程学为研究对象的设计方法,可能涉及的人机因素不是很“专业”,作为工业设计师的我们毕竟不是人机工程学的研究者,而是其应用者。

1.2 研究对象

▶ 1. 产品系统中人的因素

人的因素包括:

- ①人体形态特征参数: 静态尺度与动态尺度。
- ②人体机械力学功能和机制: 人在各种姿态及运动状态下, 力量、体力、耐力、惯性、重心、运动速度等的规律。
- ③人的劳动生理特征: 体力劳动、脑力劳动、静态劳动及动态劳动的人体负荷反应与疲劳机制等。
- ④人的可靠性: 在正常情况下人失误的可能性和概率等。
- ⑤人的认知特性: 人对信息的感知、传递、存储、加工、决策、反应等规律。
- ⑥人的心理特性: 影响人心理活动的基础 (生理与环境基础)、动力系统 (需要、动机、价值观理念等)、个性系统 (人格与能力)、心理过程 (感知、记忆、学习、表象、思维、审美构成的认知, 情绪与情感意志或意动, 习惯与定势) 等。

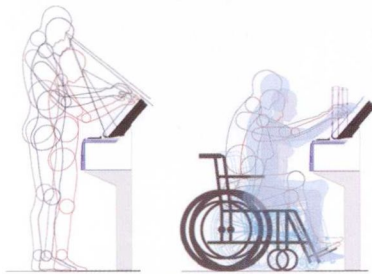


图1-3 人操作的系统显示

人在以上各个方面的规律和特性是人—机—环境系统设计的基础, 这些研究为人机环境系统设计和改善以及制定有关标准提供了科学依据, 使设计的工作系统及机器、作业、环境都更好地适应人, 创造安全、健康、高

效和舒适的工作和生活条件,如图1-3。

2. 人机系统的总体设计

首先是人机功能的合理分配。人与机,都有各自的能力、优势与限度,如机器具有功率大、速度快、精度高、可靠性强和不会疲劳的优点,而人具有适应能力、思维能力和创造能力。需要根据各自的特点,设计能够取长补短、相互协调、相互配合的人机系统,如图1-4。

更为重要的是人机交互及人机界面的设计。人机的相互作用包括物质的、能量的与信息等多种形式的,其中人机之间的信息交互最为重要。人凭借感觉器官通过信息显示器获得关于机器的各种信息,经大脑的综合、分析、判断、决策后,再以效应器官对操纵控制器的作用将人的指令传送给机器,使机器按照人所期望的状态运行。机器在接受人的操作信息之后又通过一定的方式将其工作状态反馈于人,人根据反馈信息再对机器的状态做出进一步的控制或调整。信息的交互以人机界面为渠道,信息的输



图1-4 人(操作者的手)与机(控制器为手的设计部分)的相互协调、相互配合

入与输出都通过界面加以转换和传递。界面既包括硬件界面,如各种图形符号、仪表、信号灯、显示屏、音响装置等构成的信息显示器与各种键、钮、轮、把、柄、杆等构成的操纵控制器;也包括软件界面,如计算机程序界面等。人机工程学研究如何根据人的因素设计显示器与控制器,使显示器与人的感觉器官的特性相匹配,使控制器与人的效应器官的特性相匹配,以保证人、机之间的信息交换通畅、迅速、准确。

此外还包括系统的安全性和可靠性。人机系统已向高度精密、复杂和快速化发展,而这种系统的失效,将可能产生重大损失和严重后果。实践证明,系统的事故大多数是由人为失误造成的,而人的失误则是由人的不可靠性引起的。人机工程学主要研究人的可靠性、安全性及人为失误的特征和规律,寻找可能引起事故的人的主观因素;研究改进人机环境系统,通过主观与客观因素相互补充和协调,克服不安全因素,以减少系统中不可靠的劣化概率;研究分析发生事故的人、物、环境和管理等原因,提出预防事故和安全保护措施,搞好系统安全管理工作。

3. 研究作业场所设计和改善

作业场所设计包括作业空间设计、作业器具设计、作业场所总体布置。人机工程学研究如何根据人的因素,设计和改善符合人因的作业场所,使人的作业姿势正确、作业范围适宜、作业条件合理,达到作业时安全可靠、方便高效、不易疲劳、舒适愉悦的目的。研究作业场所设计也是保护和有效利用人、发挥人的潜能的需要,如图1-5、图1-6。



图1-5 超市的收银系统设计,充分考虑了人的作业姿势、活动范围、作业条件

作业环境包括:

- ①物理环境: 照明、温度、湿度、噪声、振动、空气、粉尘、辐射、重力、磁场等。
- ②化学环境: 化学污染等。
- ③生物环境: 细菌污染及病原微生物污染等。
- ④美学环境: 造型、色彩、背景音乐的感官效果。
- ⑤社会环境: 社会秩序、人际关系、文化氛围、管理、教育、技术培训等。

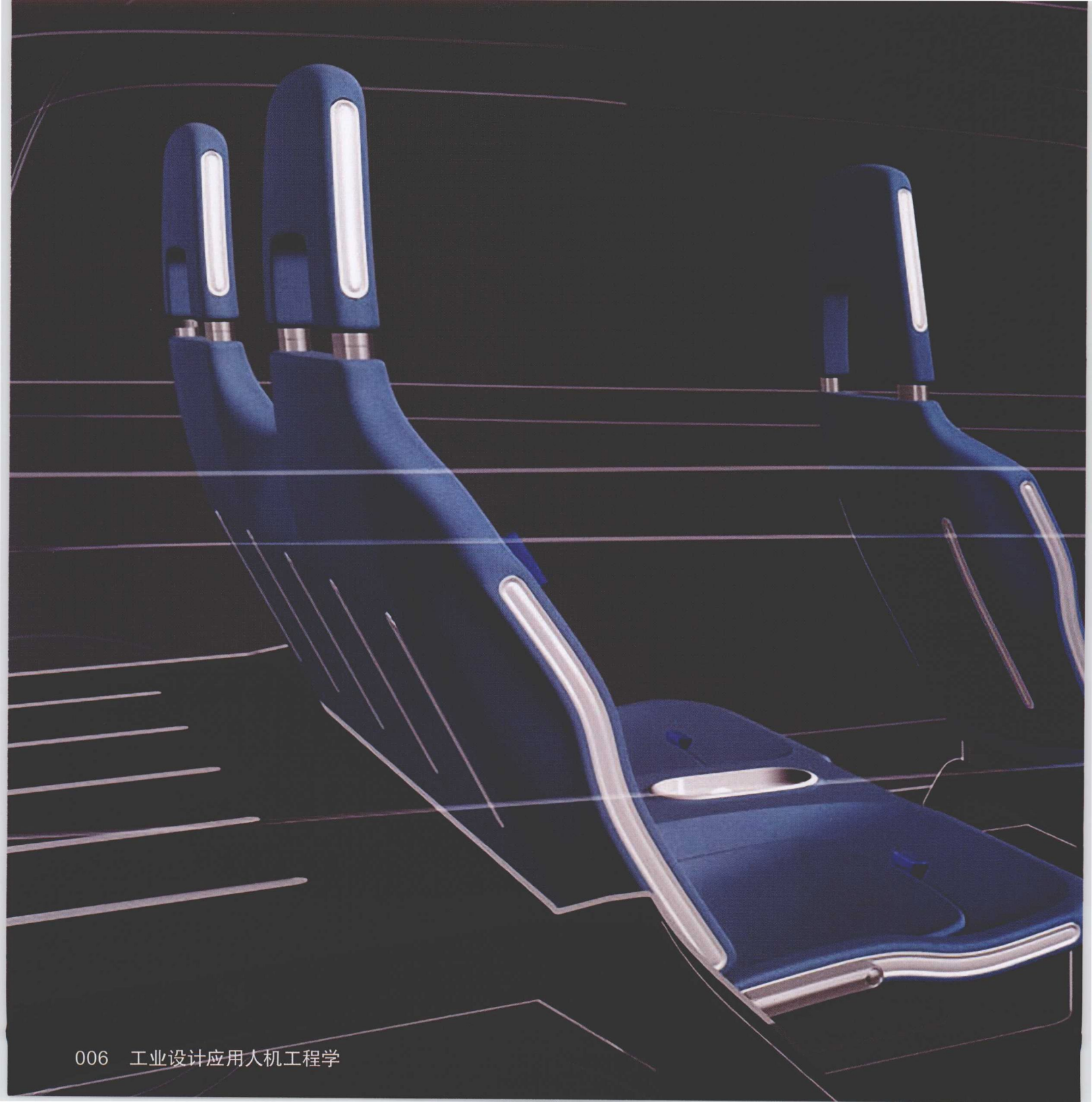


图1-6 轿车的内部空间设计,设计的创新来源于场所环境致力于改善内部人与人之间的交流,使场所中的人感到舒适愉悦。此设计也是有效利用人的尺度、发挥人的潜能的需要(设计: VW Space Up Concept)

