

数字化建设

——工业设计理论与方法研究

刘 刚◎著



HUZHUA JIANSHE
GONGYE SHEJI LILUN YU FANGFA YANJIU

“国家一级出版社”



中国纺织出版社

“全国百佳图书出版单位”

数字化建设

——工业设计理论与方法研究

刘 刚◎著



中国纺织出版社

内 容 提 要

本书先阐述工业设计的内涵及工业设计中的数字化理念,再对工业设计的方法与表现展开论述,最后探讨新时期涌现的计算机辅助工业设计、虚拟现实,论述他们作为设计工具是如何参与工业设计的,并对他们在工业设计中所涵盖的内容、技术,以及国内外虚拟现实技术发展情况展开讨论。

图书在版编目(CIP)数据

数字化建设:工业设计理论与方法研究 / 刘刚著.

-- 北京:中国纺织出版社,2018.1

ISBN 978-7-5180-3990-6

I. ①数… II. ①刘… III. ①工业设计—计算机辅助设计—研究 IV. ①TB47-39

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2017)第 214567 号

责任编辑:姚 君

责任印制:储志伟

中国纺织出版社出版发行

地址:北京市朝阳区百子湾东里 A407 号楼 邮政编码:100124

销售电话:010-67004422 传真:010-87155801

<http://www.c-textilep.com>

E-mail:faxing@e-textilep.com

中国纺织出版社天猫旗舰店

官方微博 <http://www.weibo.com/2119887771>

虎彩印艺股份有限公司印刷 各地新华书店经销

2018 年 1 月第 1 版第 1 次印刷

开本:710×1000 1/16 印张:18.75

字数:241 千字 定价:72.50 元

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页,由本社图书营销中心调换

前 言

21 世纪的今天,随着计算机技术、互联网技术、信息技术的进步和相关数字艺术设计的软件开发,数字艺术设计已经渗透到更广泛的领域,这标志着我们已步入到数字艺术时代;同时,随着我国经济的腾飞,工业设计的重要地位将日益显现,所具有的社会效益和经济效益正日益受到政府及国民经济各行业的高度关注。为此,我们应该紧跟 21 世纪时代发展的步伐,依据一定的科学方法、先进的科技手段来开展工业设计,去引领新的生活方式。

数字艺术设计是以信息为对象,以计算机技术为基础,涉及文化、艺术设计、计算机和信息技术等领域的知识的新兴的综合性交叉学科,兼具艺术设计与计算机技术两大领域的知识体系。所以,本书的结构框架也依据这两大知识体系构建,第一章至第三章为工业设计开展应明确的前提、原则以及表现手法论述;第四章至第六章论述计算机辅助工业设计及虚拟现实技术在工业设计中的应用。

本书在撰写时重点突出以下特色。

学术性。工业设计活动中,相当重要的问题是掌握工业设计的科学方法、表现手法及先进的科技手段。本书系统归纳了工业设计的科学方法和工业设计表现技法,并对计算机辅助设计、虚拟现实等新型工业设计工具的内容及技术进行分析,使工业设计从草图、模型到投产全程实现数字化,也为工业产品的开发和评价带来了方便。另外,本书还分析了国内科技巨头在虚拟现实领域的投资与布局,以及它们在发展过程中呈现出来的技术业态。

丰富性。本书在论述工业设计原理、方法,以及计算机辅助工业设计、虚拟现实技术时,均佐以一些优秀的设计作品,以丰富

和启发我们的设计活动。但是,我们也不能让他人的作品变成自己创新的绊脚石,重点是掌握其中的技术性原理,学会其中的设计方法。

实践性。本著作着眼于设计师能够运用图、模型,以及计算机辅助设计、虚拟现实来进行设计活动,以此来增强他们的实践和创新能力。

当然,工业设计的数字化问题不是一本著作就能囊括的,单从数字化程序讲就有诸如计算机辅助创新(CAI)、电子设计自动化(EDA)、计算机辅助软件工程(CASE)、快速成型(RP)、逆向工程(RE)等,本著作是为抛砖引玉,期待有更多、更丰富的数字化工业设计著作诞生。

本书的撰写参考并引用了部分相关资料,尽管引用内容均采用脚注的形式标注,但难免有遗漏之处,对于原作者的辛劳,作者在此特致诚挚谢意。

由于作者的理论水平有限,加之时间仓促,书中难免出现一些疏漏不足之处,希望老师及同仁斧正。

作者

2017年3月

目 录

第一章 工业设计内涵与数字化理念	1
第一节 工业设计的概念及特征	1
第二节 工业设计的作用及地位	11
第三节 工业设计的形态	16
第四节 工业设计中的数字化理念	33
第二章 工业设计的原则与方法透析	37
第一节 工业设计的程序与要求分析	37
第二节 工业设计的原则表达	51
第三节 工业设计的方法透析	65
第三章 工业设计及其表现探微	72
第一节 工业设计与市场	72
第二节 工业设计与环境	76
第三节 工业设计表现的训练与透视基础	81
第四节 工业设计表现的技法与表现图	98
第四章 计算机辅助工业设计的技术与实践研究	111
第一节 计算机辅助工业技术——CAID	111
第二节 计算机辅助工业设计的材质与色彩设计	115
第三节 装饰设计的前提、流程与处理	138
第四节 计算机辅助工业设计的人机工程学与设计 ...	154

第五章 虚拟现实技术的特征与系统分类	187
第一节 虚拟现实技术的界定与特征	187
第二节 虚拟现实技术系统分类研究	195
第六章 虚拟现实系统的综合与研究现状	202
第一节 虚拟现实系统的相关技术研究	202
第二节 虚拟现实系统的综合与实例	218
第三节 国内虚拟现实技术分析	256
第四节 国外虚拟现实技术视野	260
参考文献	290

第一章



工业设计内涵与数字化理念

2015年10月14日,李克强总理在国务院常务会议上强调:“在消费领域,中国‘互联网+’创新已经走在世界前列。今后在工业和制造业领域,也要把‘中国制造2025’与‘互联网+’和‘双创’紧密结合起来。这将会催生一场‘新工业革命’。”可见,随着现代化进程的推进,我国正在逐步走向一个从根本上改变生产方式和生活方式的科技信息时代,工业设计的作用正越来越重要。本章我们着重论述工业设计的内涵和数字化理念,更深层、更全面地认识工业设计。

第一节 工业设计的概念及特征

一、工业设计的基本概念

工业设计是指以工业产品为对象的造型设计,它有别于手工业产品或工艺美术品的设计。也可以说工业设计是将工业化(Industrialization)赋与可能的、综合而有建设性的设计活动。不言而喻,工业是最本质、最直接的对象:在讨论工业设计时,首先要展开对工业化的研究,在计划某一对象物转变为工业化产品时,要考虑到产品对人类社会、对人们的生活结构和文化价值观念会带来怎样的变化;反之,工业化进程的本身又有可能促使社会结构的变化,人们生活水准的提高,随之而来的是按照工业化的原则扩大市场销售、原有传统产业和产品的改造、新产品开发和近

代工业经营等问题。

工业设计不同于工程技术设计,它包含着美的因素,是以机械技术为手段的造型活动。但是工业设计又不能单纯理解为只是产品的美观设计,尽管设计是一种以视觉感受为基础的工业产品的造型活动,是一种形态的生成、变换和表达。然而在造型活动中,要求对生产、对人体科学、对社会科学,以及设计方法论等都要有一定的研究。在进行工业产品设计时,要考虑到产品对人类生活的存在价值、产品与社会环境的关系,设计的产品对人的动作行为是否合理而有效率,以及生产技术的可能性、经济的合理性,同时要求产品在形式与功能上均能符合各种要求,既能满足使用者生理上、心理上的要求,又能合理进行生产,以客观分析的结果为依据来进行设计工作,才能提高产品开发的成功率和市场占有率。

如今“工业设计”已成为国际上的通用语,其涉及的内容和范围愈来愈广泛,包括整个人类的需求和欲望。其中大部分物品都能由工业化的生产方式得到,或以工业产品的形式来满足。例如,英国的工业设计包括染织、服装、陶瓷、玻璃器皿等设计;家具和家庭用品设计;室内陈列和装饰设计,以及机械产品设计等。法国、日本将商业广告宣传的视觉传达设计、室内环境设计、城市规划设计等列入了工业设计的范围。美国工业设计协会为了避免与室内设计、商业广告设计和一般的产品设计重复,将工业产品中的纤维工业、陶瓷工业、家具工业、餐具用金属制品工业、纸加工工业(壁纸制造)的设计除外,使工业设计的范围局限在机械器具、塑料制品等产品,以及用新材料、新技术开发新产品的工业。以上说明工业设计大体上包括产品设计、视觉设计和环境设计三个领域。然而有些国家将以立体的工业产品为主要对象的设计称为工业设计,即所谓狭义的工业设计。狭义的工业设计主要是指器具、机械和设备等工业产品的设计。

二、关于工业设计的几个定义

“工业设计”一词是工业化发展的产物。随着世界工业突飞

猛进,社会、经济、科学技术不断发展,它的内容也在不断地更新、充实,其领域不断扩大。因此,世界各国对工业设计的理解不尽相同。设计活动的兴起首先必须建立完整的设计理念,才能正确地引导整个设计界的发展方向。这里介绍几个有代表性的关于工业设计的定义。

(一)国际工业设计协会理事会(International Council of Societies of Industrial Design ICSID)的定义

1957年,在世界上60多个国家参加的国际工业设计协会联合会(ICSID)成立。由于各国的国情不同,对于工业设计的认识也不同,因此曾多次给工业设计下过定义。在1980年举行的第11次年会上公布的最新修订的工业设计的定义是:“就批量生产的产品而言,凭借训练、技术知识、经验及视觉感受而赋予材料、结构、形态、色彩、表面加工以及装饰以新的品质和资格,叫作工业设计。根据当时的具体情况,工业设计师应在上述工业产品的全部侧面或其中几个方面进行工作,而且,当需要工业设计师对包装、宣传、展示、市场开发等问题的解决付出自己的技术知识和经验以及视觉评价能力时也属于工业设计的范畴。”

(二)美国工业设计师协会(Industrial Designers Society of America, IDSA)的定义

工业设计是一项专门的服务性工作,为使用者和生产者双方的利益而对产品和产品系列的外形、功能和使用价值进行优选。

这种服务性工作是在经常与开发组织的其他成员协作下进行的。典型的开发组织包括经营管理、销售、技术工程、制造等专业机构。工业设计师特别注重人的特征、需求和兴趣,而这些又需要对视觉、触觉、安全、使用标准等各方面有详细的了解。工业设计师就是把对这些方面的考虑与生产过程中的技术要求,包括销售机遇、流动和维修等有机地结合起来。

工业设计师是在保护公众的安全和利益、尊重现实环境和遵

守职业道德的前提下进行工作的。

(三)加拿大魁北克工业设计师协会(The Association of Quebec Industrial Designers)的定义

工业设计包括提出问题和解决问题两个过程。既然设计就是为了给特定的功能寻求最佳形式,这个形式又受功能条件的制约,那么形式和使用功能相互作用的辩证关系就是工业设计。

工业设计并不需要导致个人的艺术作品和产生天才,也不受时间、空间和人的目的控制,它只是为了满足包括设计师本人和他们所属社会的人们某种物质上和精神上的需要而进行的人类活动。这种活动是在特定的时间、特定的社会环境中进行的。因此,它必然会受到生存环境内起作用的各种物质力量的冲击,受到各种有形的和无形的影响和压力。工业设计采取的形式要影响到心理和精神、物质和自然环境。

比较上述三个定义可知,国际工业设计协会理事会主要指出工业设计的性质;美国工业设计师协会除此之外还谈到了工业设计与其他专业的联系,以及进行工业设计所必须考虑的问题;加拿大魁北克工业设计师协会则指出了工业设计中产品外形与使用功能的辩证关系,强调工业设计并不需要导致个人的艺术作品和产生天才,而是为了满足人们需要所进行的人类活动。

三、工业设计的特征

(一)工业设计的艺术特征

从设计产生的背景来看,设计与艺术始终是相互影响、相互渗透、相互作用的关系。但是从艺术和设计的表现宗旨来看,艺术是十分个性的自我表达行为,强调的是艺术作品的个性化和与众不同;而设计立足于解决人与物之间的关系问题,强调的是设计作品的利他性。

从设计的发展轨迹来看,生产的发展和社会的分工,导致了

设计与艺术的分离,逐渐走向互有区别的两个独立体系。但无论从设计或艺术的表现方式来看,它们都是物质之上的精神产品,服务的都是人们的精神需要。若要分解二者关系需要从历史不同时期的艺术作品进行研究。

1. 工业革命之前的手工艺

工业革命之前没有真正意义的设计,更多的是来自生活需要的手制品,而且人们的审美受当时加工手段的限制,手制品更多是它的功能性在生活中的应用。艺术和技术的结合将人上升到艺术家的层次是在文艺复兴以后,人们思想解放的同时带来的是观念上的变革。虽然,手工艺的技术方法和生产加工状况还是延续传统模式,但是在一些作坊里已经开始出现艺术和工艺分离的情况,一部分有才华的手艺人从为生活制作日用品和为建筑进行装饰开始转化到独立的艺术品创作,身份发生了质的转变,成为早期的艺术家。纵观历史,这个时期的艺术家都带有这种匠人身份的特点,都掌握着各种工艺的加工方法,多才多艺是当时这类艺术家的标志。

2. 现代设计之前的艺术设计

工业革命之后,机器加工代替了传统的手工艺加工方法,生产水平和效率迅速增长,这使规模化的产品加工成为可能,可是产品的形态设计并没有提高到一定的层次上,以水晶宫的设计展为例,在集中展示工业化生产能力的同时,产品给人的丑陋感也深入人心,以至于很多人都认为是机器加工毁了产品应该具有的美感,带有手工艺加工的艺术化表现手段再次出现在这个阶段的商品销售领域,产品表面的符号装饰化设计很长一段时间里成为一种潮流。新古典主义、浪漫主义、折中主义都是这类设计风格的典型代表。直到设计运动的启蒙运动——工艺美术运动提出工艺与艺术结合,才为产品的美化提供了明确的研究方向。虽然在具体的实践过程中,工艺美术运动也没能解决产品设计美观的问题,手工业加工手段也一直被应用其中,但这些在之后的“新艺

术”设计运动中,为两种设计方向的探索提供了土壤,才使得抽象化的自然线条和几何化的直线条成为后来现代设计和后现代设计的发展基础,产品形态的美感逐步进入了人们的视野。

从此以后,产品设计开始走向正规的渠道,统一化、标准化、批量化的生产方式开始出现。艺术与现代化加工手段逐渐建立了一种契合的新美学,这为现代工业设计发展铺平了道路。

3.现代设计以来的艺术化设计

工业革命初期,工业设计与艺术创作被人为地分割成独立的个体。之后,经历了种种尝试,在这个过程中,现代设计提出“功能第一”的口号,“少即多”一度成为衡量现在设计的一个标准,而后艺术与设计的结合,上升成为后现代设计自我表达的需求,都使得设计的功能与形式的关系不断地发生着变化,融合—分离—再融合促成了艺术与设计完美的结合。

就目前产品设计而言,艺术与设计的关系不能仅仅固化作为一种必定的联系,它会因产品的类型进行区分而产生关系上的变化。偏技术型的产品要以工程性为基础,要求设计必须考虑各类设计元素之间的关联性,设计要受到诸多的限制,这样的产品强调的重点更多的在于产品的工程性。因此表达出来的产品具备的不是通常意义的非常艺术化的形象,更多的是技术性、工程化的美感,这样的产品中现代主义的设计表达更占主导。而其他类型的产品是一些技术相对成熟的产品,这类型产品设计的关键不在于技术,而更多取决于产品外观的吸引力。那些体现在产品外在形式上的艺术化的美感,激发消费者对美的体验,促使购买行为的产生,因此这类产品强调的重点就区别于前一类产品对技术性的要求,更趋向于产品的美感和艺术化的展现。

设计与艺术的关系是互相渗透、互相补充及互相启发与促进。设计创造中充满了艺术的创造力和表现力,而艺术创造同样地受到工业设计发展的制约与影响,特别是技术条件的影响。所以,任何一件产品设计都脱离不开设计的艺术化表达,艺术和设计已经成为一个共同体。

（二）工业设计的科技特征

所有的产品都是在技术平台上开发出来的设计作品,因此设计都含有技术的成果。科学技术要想服务于社会,必须通过设计进行转化形成日常生活使用的商品,科技得以在设计推动下转化为生产力。当然,设计也不可能脱离技术而存在,没有科技进行支撑的设计作品是不存在的,技术是设计的根本,因此设计与技术就是开发和使用的关系。具体分析有以下几个层次。

1. 设计转化技术与结果

科学技术是第一生产力,它是社会发展的巨大推动力。技术要想服务社会,必须经过有形成果的转化,也就是通过设计,把知识转化为物质形态,进而形成有形的技术成果,服务于人们不断增长的物质和精神方面的需求。设计是科技的转化手段。

2. 设计连接技术与生活

设计在本质上就是设计人们的生活方式,改变人们的行为方式,因此,它一方面接近人们所需,了解或者设计了消费市场;另一方面它又能把需求反映给技术上的创新,使设计能贴近需要并且转化为产品满足需要。设计参与为技术找到了同社会生活结合的契合点,真正地推动了科学技术的作用。

3. 设计创造企业与消费者

从设计的产生及发展来看,它是企业与市场、生产与消费之间的桥梁,是促进经济增长的工具。每一次设计变革都会产生剧烈的市场反应,消费者的理解与接受形成巨大的需求市场,进而为生产企业的生存与发展开拓了空间,并形成新一轮的消费竞争。纵观设计的发展历史就可以发现,设计创造力的存在,使美国的汽车产业与航空业得以形成与发展,成为设计史上的典型案例。设计是产品企业发展的核心,是企业获得市场的保障。

(三)工业设计的文化特征

1.文化的定义直接揭示工业设计的文化本质

讨论设计本质的文化性,首先得了解文化的概念。文化的定义与概念有上百种之多,它们都从不同的角度来界定文化的含义,但又有着很大的差异性。这说明,文化所包含的内容具有丰富性与复杂性。

中国学者梁漱溟认为“文化是生活的样法”、“文化,就是人生活所依靠的一切”;克林伯格把文化界定为“由社会环境所决定的生活方式的整体”;美国人类学家 C.威斯勒认为,文化是一定民族生活的样式。由此可见,许多学者把文化界定为一个民族的生活方式。

工业设计的本质是“创造更合理的生存方式,提升人的生存质量”。这在前面我们已作了较多的讨论。因而,“设计本质是一种文化创造”的结论是必然的了。

2.工业设计涉及文化领域,其目的涵盖人文性

设计的文化性,意指工业设计作为人类的一种创造活动,具有文化的性质。也可以说,设计是一种文化形式。从工业设计涉及的知识领域进行分析,工业设计涉及文化结构中的大部分领域。

工业设计涉及科学技术、社会科学与人文学科三大领域的知识。科学技术是工业设计首先涉及的领域。设计的结果——产品的生产,必须严格地符合科学技术的客观尺度。任何违背这种客观尺度的设计构想,都是无法实现的,因而也是毫无意义的。在科学技术中,工业设计涉及物理学、数学、材料学、力学、机械学、电子学、化学、工艺学等。

设计产品的应用不是一个人的行为,而是社会群体甚至整个社会的行为,因此,工业设计还涉及社会科学。必须通过对社会中的社会结构、社会文化、社会群体、家庭、社会分层、社会生活方

式及其发展、社会保障等问题的分析与研究,将分析与研究的结果应用于产品设计,才能使设计的产品为特定群体所接受。针对设计的产品的审美问题,还必须研究社会系统中的审美文化、审美的社会控制、审美社会中的个人、审美文化的冲突与适应、审美的社会传播、审美时尚等与工业设计密切相关的专题。

工业设计还广泛涉及人文科学领域。哲学、人类学、文化学、民族学、艺术学、语言学、心理学、宗教学、历史学等人文学科都在不同程度上与工业设计相关。它们向工业设计的渗透,正在产生着诸如设计文化学、设计哲学、设计社会学、设计心理学、设计符号学、行为心理学、生态伦理学、技术伦理学等学科。其中设计哲学与设计文化学站在设计的最高点,从探讨作为人的工具的产品与产品的使用者——人之间的基本关系入手,揭示出产品设计的实质,从而正确地把握设计的方向,使人类的设计行为与设计结果避免走上异化的道路。从设计哲学的视野看来,工业设计的实质是设计人自身的生存与发展方式,而不仅仅是设计物。一个好的设计应是通过物的设计体现出人的力量、人的本质、人的生存方式。

其次,考察工业设计在处理人与产品关系上的指导思想,可以发现,工业设计的哲学思想完全呼应着人类的文化内涵。

工业设计的目的,是通过物的创造满足人类自身对物的各种需要,这与文化的目的不谋而合:“文化就是人类为了以一定的方式来满足自身需要而进行的创造性活动。”^①尽管两者在满足“需要”的范围上不能等同,但工业设计思想在指导物的创造、满足人类自身对物的各种需要上,都深刻地反映了文化的目的。

工业设计的对象是物,不管这“物”对人起到何种作用,在本质上它们都是人类的工具。在哲学上,工具具有双重的属性:“工具的人化”与“工具的物化”。在工业设计的视野中,“工具的人化”是指工具适合人的需求的人性化;“工具的物化”是指工具存在的客体化。

① 陈筠泉,刘奔.哲学与文化[M].北京:中国社会科学出版社,1996

“工具的物化”在浅近的层面上,就是如何实现人的工具构想。因此,“工具的物化”,主要涉及工具作为“物”的制造技术与工艺。此时,工具独立于人之外而成为人的客体。工具在“物化”过程中,人们关注的是“物化”的方法、途径。因此,在“物化”过程中,人们是把物化的对象——工具作为目的来追求,亦即把科学技术的应用、使工具的构想成为现实作为目标。

“工具的人化”的本质是在工具上必须体现出人的特性,使工具这一客体成为人这一主体向外延伸的对象。工业设计认为,“工具的人化”,就是在工具上必须体现出人的特征与需求,使工具真正成为人的肢体与器官的延伸。即工具必须反映出人的这些特征:人的生存方式的特征、人的行为方式的特征、物质功能需求的特征及审美需求的特征等。只有这样,工具才能成为与人这一主体高度统一和谐的一部分。

“工具的人化”表明了工具从自然物向人性化的发展,从而使工具成为人的一部分。人类通过“人化”了的“工具”来完成向目的的过渡。这样,工具对于人来说,它既是手段也是目的;它既是人的工具,也是人的“组成的一部分”。通过这样的认识,工业设计才能建立这样的设计思想:任何物的设计都是人的“构成”的一部分的设计,都是人这一生命体的生命外化的设计。

应该说,在产品的设计过程中,“工具的人化”与“工具的物化”应该成为设计工作中同等重要的问题。但是在过去很长的时间里,“工具的物化”成为我们目光的唯一关注点,甚至直到今天,“工具的人化”这一重要问题在工业设计中一直没有得到很好的研究。因此,这就使得我们的许多产品只能作为一个冷冰冰的、与人的各种需求距离相差甚远的“物”而存在,却不能成为“人的生命的外化”。因而,它们充其量是完成了“物化”过程的机械制成品,而不是“人化”了的、与人和谐统一的用品,更不是人的“组成部分”。

3. 产品设计实现了文化整合

所谓产品文化,即以产品为载体,反映企业物质及精神追求