

趣谈无所不在的设计

邹慧君 蒋祖华 主编

科学出版社

北京

内 容 简 介

设计无所不在是说设计无时不在和无处不在。无所不在的设计创造了人类的物质文明和精神文明。本书以通俗易懂和有趣生动的图文将读者引入形形色色的设计中。本书共分10章,分别为创造和创新人类文明的火车头——设计,设计发展的启示——直觉、经验和科学,设计的动力——满足需求,创意的基础——创新思维和方法,体现创新理念——概念设计,构建和谐人机环境系统——工业设计,计算机辅助设计——推动产品详细设计,追求完美——优化设计,提高设计性能——计算机辅助工程,高逼真的设计——虚拟设计。

本书适合作为青少年科技素质教学的教材和课外读物,同时可用作高等院校相关专业教学的参考教材。

图书在版编目(CIP)数据

趣谈无所不在的设计 / 邹慧君, 蒋祖华主编. —北京: 科学出版社, 2010

ISBN 978-7-03-028294-1

I. ①趣… II. ①邹…②蒋… III. ①设计学-基本知识
IV. ①TB47

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2010)第 133724 号

责任编辑: 耿建业 于宏丽 / 责任校对: 张 琪
责任印制: 赵 博 / 封面设计: 张立群

科 学 出 版 社 出 版

北京东黄城根北街 16 号

邮政编码: 100717

<http://www.sciencep.com>

双 青 印 刷 厂 印 刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

*

2010年7月第一版 开本: 720×1000 1/16

2010年7月第一次印刷 印张: 20 1/4

印数: 1—4 500 字数: 310 000

定价: 32.00 元

(如有印装质量问题, 我社负责调换〈路通〉)

前 言

人类社会,大千世界,林林总总,多姿多态。人们创造了物质文明和精神文明,也在享受着这些物质文明和精神文明,这些文明都是经过人类的设计与构思,并构建出来的。设计是人类文明的起点,它承载了人类的创造和创新;设计是人类文明的火车头,它推动了历史的车轮滚滚向前。因此,我们应该充分认识设计真谛,用设计来创造人类的未来。

设计是无所不在的,表示它是无时不在,又是无处不在的。

设计无时不在,从古代发展到现代,这使人类的文明从低级发展到高级,人类的文明史就是一部设计史,只有重视设计才能加快人类文明的发展。

设计是无处不在的,从满足细小的日常生活需要一直延伸到探索宇宙奥秘的追求,到处都有设计,到处都在设计。这些形形色色的设计使人类的生活更美好,使人类与自然更融洽,使人类对自然有更深刻的认识。

设计造就了各个领域的物质财富和精神财富,改善了人类生存的环境和生态条件。

设计是推动人类发展的生产力,设计是创造财富的手段,其本身就是人类的财富。

设计是什么?我们可以概括来说,设计是创新、是构思、是谋划,设计也是创造任何人为事物的前期工作过程。只有充分认识设计的重要性,才会有利于造就一代具有创新意识的新人,才能使我国真正走上自主创新的道路。

在以往的一些著作中,人类的设计被划分为直觉设计、经验设计、半理论半经验设计和现代设计4个阶段。人们往往把直觉设计和经验设计看成低级的,而把现代设计看成高级的。但是从设计主要是一种构思的观点来看,上述看法也有片面之处。在设计构思中,直觉设计和经验设计还是起着十分重要的作用。直觉也好,经验也好,随着科学技术的发展和人们创造性思维能力的增强,往往都是不能被忽略的。

趣谈无所不在的设计

现代设计方法也有近百种之多,它们是人们进行创新设计的手段,但无法代替人们的创新。

本书共有 10 章,它的总框架如下:

第 1 章为总论,详细阐述了设计的基本概念和设计重要性。

第 2 章、第 3 章和第 4 章是设计的基础知识,帮助我们深入认识设计、了解设计的本质。

其余 6 章分别阐述了概念设计、工业设计、计算机辅助设计、优化设计、计算机辅助工程设计和虚拟设计,帮助人们去了解现代设计中最关键的设计原理和方法,构建起设计的大致框架。

本书是一本并不多见的关于设计的科普著作,我们力求通俗、易懂、有趣,希望它能得到大家的喜欢。

本书由上海市现代设计法研究会组织编写。本书的作者有:第 1 章上海交通大学邹慧君;第 2 章上海交通大学明新国、孔繁斌;第 3 章上海理工大学甘屹;第 4 章上海电机学院宋又廉;第 5 章东华大学唐林;第 6 章上海交通大学张立群;第 7 章同济大学齐从谦;第 8 章上海交通大学蒋祖华;第 9 章上海沃沃尔工程软件有限公司戚国焕、洪清泉;第 10 章上海交通大学鲍劲松。由邹慧君、蒋祖华负责主编及统稿。

本书的编写得到上海沃沃尔工程软件有限公司的大力支持,对此表示深深的感谢!

同时感谢华奇科技有限公司的多媒体制作。

限于作者水平,本书在内容、编写风格等方面难免有不足之处,敬请读者批评指正。

编 者

2010 年 3 月

目 录

前言

第 1 章 创造和创新人类文明的火车头——设计	1
1.1 设计是什么?	2
1.1.1 设计是创新	2
1.1.2 设计是构思	3
1.1.3 设计是谋划	3
1.1.4 设计是人为事物的前期工作过程	3
1.2 设计创造了人类文明	4
1.2.1 人为事物的设计与构思比人为事物的构建更重要	5
1.2.2 设计创造创新了人类的一切文明	7
1.2.3 设计是推动社会发展的生产力	10
1.3 设计是普遍存在的	11
1.3.1 什么是人为事物?	11
1.3.2 设计的类型	11
1.3.3 硬设计	14
1.3.4 软设计	15
1.3.5 人为事和人为物设计具有共同的特征	16
1.4 知识和经验是设计的基石	17
1.4.1 创造性思维能力是设计创新的驱动力	17
1.4.2 科学哲学原理是提升设计创新的有力手段	19
1.4.3 用系统科学原理寻求设计整体综合最优	21
1.4.4 人文科学是拓展概念设计思路的重要途径	22
1.4.5 美学知识使设计协调和完美	23
1.5 现代设计仍然需要直觉和经验	23
1.5.1 什么是直觉设计?	24
1.5.2 什么是经验?	24
1.6 从古到今都有设计	25
1.6.1 远古时期的设计	25
1.6.2 古代的设计	26

趣谈无所不在的设计

1.6.3	近代的设计	30
1.6.4	现代的设计	32
1.7	何处不在的设计	34
1.7.1	航空航天领域的设计	34
1.7.2	智能机器人的成功设计	34
1.7.3	设计出划时代的标志性建筑	35
1.7.4	日常生活用具的优秀设计改善了家庭生活	36
1.8	本书的基本框架体系和基本内容概括	37
1.8.1	编写本书的基本指导思想	37
1.8.2	本书内容的框架体系	37
1.8.3	本书主要内容的简介	38
	参考文献	40
第2章	设计发展的启示——直觉、经验和科学	41
2.1	设计是怎样产生的?	42
2.1.1	黑猩猩能设计吗?	42
2.1.2	原始人类的奇思妙想	43
2.1.3	璀璨的史前玉器	46
2.1.4	设计在人类进化中的作用	48
2.2	古代设计的发展	50
2.2.1	埃及金字塔是不是人类之作?	50
2.2.2	鲁班与墨子	51
2.2.3	秦人的箭镞有现代人的智慧?	54
2.2.4	宏伟的故宫	55
2.2.5	张衡设计的浑天仪是否有图纸?	57
2.3	工业时代的设计	58
2.3.1	文艺复兴与新科学兴起	58
2.3.2	新艺术运动与设计	60
2.3.3	新建筑运动与设计	61
2.3.4	让人目不暇接的世博会	64
2.4	新设计时代	65
2.4.1	现代设计理论、方法与工具	65
2.4.2	后现代主义设计	67
2.4.3	设计科学	70
2.5	设计的直觉、经验与科学	71

2.5.1	设计不是一种突发奇想	71
2.5.2	设计中的直觉魅力	72
2.5.3	直觉、经验与科学的有机结合	74
2.5.4	走进设计的理想国	75
	参考文献	76
第3章	设计的动力——满足需求	77
3.1	衣食住行	78
3.1.1	巧夺天工	78
3.1.2	生米成熟饭	81
3.1.3	车水马龙	84
3.1.4	万语千言	86
3.2	有的放矢	87
3.2.1	宝马香车	88
3.2.2	以人为本	89
3.3	无形的设计	96
3.3.1	再识“抬举”	96
3.3.2	管理也是设计	98
3.4	潜在的需求	100
3.4.1	模糊和多样化	101
3.4.2	懂得取舍	102
3.4.3	预见与发掘	103
3.5	无穷尽的设计	105
3.5.1	需求重定位	105
3.5.2	功能新拓展	106
3.5.3	创新是源泉	106
	参考文献	110
第4章	创意的基础——创新思维和方法	111
4.1	哪些基石支撑了设计创新?	112
4.1.1	从圆珠笔、鸿运扇和阿波罗登月飞船谈起	112
4.1.2	设计创新的6块基石	113
4.1.3	人人都能拥有创新能力	117
4.2	走进创新思维	118
4.2.1	认识我们的大脑	118
4.2.2	奇特的创新思维	120

趣谈无所不在的设计

4.2.3	学会科学地运用大脑	123
4.3	学一点设计创新方法	124
4.3.1	“三个臭皮匠,赛过一个诸葛亮”——智力激励法	124
4.3.2	创新从提出问题开始——设问探求法	126
4.3.3	从已存在的事物中寻求灵感——联系类比法	129
4.3.4	搭积木的启示——组合创新法	132
4.4	产品设计创新的实现——功能原理的创新	135
4.4.1	产品功能的准确描述	135
4.4.2	复杂产品的功能分解	136
4.4.3	实现产品功能的功能原理设计	137
	参考文献	142
第5章	体现创新理念——概念设计	143
5.1	概念设计的基本特征	144
5.2	设计理念与异想天开的创新思维	145
5.3	概念设计与创造性智慧的体现	148
5.4	身边的概念设计	151
5.4.1	需求设计	151
5.4.2	功能设计	152
5.4.3	原理设计	154
5.4.4	构形设计	155
	参考文献	158
第6章	构建和谐人机环境系统——工业设计	159
6.1	工业设计与其多重特征	160
6.1.1	什么是工业设计?	160
6.1.2	工业设计的内容	161
6.1.3	工业设计的目标和评价要素	162
6.1.4	工业设计的程序	166
6.1.5	人因素与工业设计	169
6.1.6	社会因素与工业设计	173
6.1.7	经济因素与工业设计	175
6.1.8	技术因素与工业设计	176
6.1.9	文化因素与工业设计	180
6.1.10	情感因素与工业设计	182
6.2	工业设计的主要方向	184

6.2.1	面向产品的工业设计	184
6.2.2	视觉传达的设计	188
6.2.3	环境的设计	192
6.3	当今工业设计探讨的主要设计议题	194
6.3.1	情感化设计	194
6.3.2	绿色设计	198
6.3.3	社会响应设计	201
6.3.4	为交互而设计	203
第7章	计算机辅助推动创新设计	207
7.1	计算机真的能参与设计工作吗?	208
7.2	计算机何以能辅助人进行设计?	211
7.2.1	计算机辅助设计系统硬件的组成	211
7.2.2	计算机辅助设计软件的组成	211
7.3	计算机设计,巧夺天工	212
7.3.1	从波音 777 飞机的设计谈起	212
7.3.2	计算机辅助设计中的几何建模	214
7.3.3	特征技术和特征建模	216
7.4	计算机设计神通广大,创新无穷!	225
7.4.1	计算机辅助绘图	226
7.4.2	产品变型设计——鼠标轻轻点,小猪变小熊!	228
7.4.3	机构运动仿真	229
7.4.4	有限元分析和数值仿真	231
	参考文献	234
第8章	追求完美——优化设计	235
8.1	何为优化?	236
8.2	华罗庚的优选法故事	237
8.3	最短路径问题	238
8.4	建厂风险分析的多阶段决策	241
8.5	有数量折扣的采购优化	244
8.6	从洗衣机的发展看设计优化	246
8.6.1	洗衣动力设计的优化	246
8.6.2	洗衣方式的优化	247
8.6.3	洗衣功能控制的优化	249
8.6.4	洗衣机使用人性化	249

趣谈无所不在的设计

8.7	对优化设计的思考	252
8.7.1	寻找最优的方法和思路	252
8.7.2	优选的流程	254
	参考文献	256
第9章	提高设计性能——计算机辅助工程	257
9.1	从功能设计到性能设计	258
9.1.1	性能设计的重要性	258
9.1.2	设计是功能和性能的结合	260
9.1.3	性能评估和改进	261
9.2	追求高性能的计算机辅助工程技术	262
9.2.1	有限元技术的产生和发展	262
9.2.2	有限元技术的方法	263
9.2.3	计算机辅助工程技术的分类	264
9.3	现代产品设计流程	272
9.3.1	汽车设计流程	273
9.3.2	现代产品设计流程的特点	275
9.3.3	计算机辅助工程技术的应用	275
9.4	基于结构优化技术的创新设计	277
9.4.1	拓扑优化技术	278
9.4.2	创新设计案例	280
9.4.3	自主创新设计	284
9.5	小结	286
第10章	高逼真的设计——虚拟设计	287
10.1	“虚拟”不虚	288
10.2	虚拟设计的五脏六腑	290
10.2.1	虚拟设计的核心——虚拟现实技术	290
10.2.2	虚拟设计的大脑——多领域建模与仿真	292
10.2.3	虚拟设计的五官——虚拟辅助设备	292
10.2.4	虚拟现实系统的分类	294
10.3	虚拟设计在汽车设计中的应用	298
10.3.1	在产品设计中的应用	298
10.3.2	在汽车制造中的应用	300
10.4	虚拟设计在飞机设计中的应用	302
10.4.1	“梦想飞机”的下线仪式	302

目 录

10.4.2	虚拟装配与飞机设计	303
10.4.3	飞行模拟器	304
10.5	月球探索中的虚拟设计技术	305
10.5.1	虚拟月面	306
10.5.2	虚拟月球车	308
10.5.3	运动学与动力学仿真	308
10.5.4	路径规划	308
10.6	小结	309
	参考文献	309



◎第 1 章

创造和创新人类文明的 火车头——设计

人类的文明史也是设计发展史,用设计满足人们的需要,用设计推动人类文明的发展。

创新是设计的灵魂,没有创新就谈不上设计;设计是创新的起点,一切创新均是从设计开始的。

设计是确定目标、进行构思、提出实现事物的计谋前期工作过程。



人类社会,大千世界,林林总总,多姿多态。细细分析,设计是无所不在的。

设计无所不在,有两层意思,首先在时间上设计是无时不在的,从人类开化以来一直绵延至今,时时在进行设计。人类社会的进步离不开创造、创新,即离不开设计。人类历史的发展已有五千年的文明史,同时也是设计的发展史。设计经历了由低级走向高级、由简单走向复杂的历程。在空间上设计是无处不在的,凡是人类活动的生产领域、精神文明领域以及生活领域等都存在设计。用设计满足人们的需要,用设计推动人类文明的发展,用设计推动整个世界的改变。很难想象如果没有设计,世界还会如此缤纷灿烂吗?

设计是无时不在的,也是无处不在的,因此,我们把本书命名为《趣谈无所不在的设计》,以此来表明设计的重要性、广泛性和错综复杂性。现在让我们去认识奥妙无穷的设计吧!

1.1 设计是什么?

要回答设计是什么?对大家来说并不是一件轻而易举的事情。由于经历不同、阅历不同、从事的专业不同,人们对设计这一概念的理解也会有很大差别。有人认为设计就是复杂的计算,有人认为设计就是画图,也有人认为设计就是奇思妙想,等等。

要说明设计是什么之前,首先要讲清楚什么是人为事物。因为设计的目的是创造各种各样的人为事物。

所谓人为事物就是通过人的脑力劳动和体力劳动所创造和创新的事和物。所谓事就是精神产品,它包括文化、艺术、政治、管理体制等。因此,我们可以说政治家在做设计、文学家在做设计、艺术家在做设计等。我们尊称邓小平同志为“中国改革开放的总设计师”。

所谓物就是物质产品,它包括人们的生活资料、生产资料、科学研究装备、国防器材等。因此,我们可以说工程师在做设计、发明家在做设计、科学家在做设计等。

总之,通过设计来创造、创新人类社会的文明。

设计是什么?我们可以概括起来说:设计是创新、设计是构思、设计是谋划、设计是创造任何人为事物的前期工作过程。

1.1.1 设计是创新

创新是设计的灵魂,没有创新就谈不上是设计;设计是创新的起



◎第1章 创造和创新人类文明的火车头——设计

点,一切创新均是从设计开始的,创新不能离开设计。

设计是创新还可以从以下几方面来理解。

首先,设计的目标是创造、创新人为事物。创造与创新的共同本质都是具有首创性和新颖性。我们决不能把照搬、照抄的行为看成设计。“抄”和“搬”别人的东西,其结果是得到似曾相识的人为事物,是在复制别人曾经创造的人为事物,这是毫无意义的行为,不能称为设计。

其次,在设计的过程中充满了创造性思维活动。其中包括经验思维,用观察与实验进行创新设计;形象思维,用想象与联想进行创新设计;灵感思维,通过一种突发性顿悟进行创新设计。创造性思维活动在设计中的存在,使设计具有创新性。

最后,设计的结果应该是前所未有的人为事物,这一前所未有的结果,体现了设计的创新性。

1.1.2 设计是构思

单纯依靠理论计算是无法完成设计的,设计的过程应该是一个积极而活跃的构思过程,构思是设计前的思考与酝酿,思索实现人为事物的途径,构建设计创新的框架。古人云:“眉头一皱,计上心来”,这并不说明设计是轻而易举的,而是由苦思冥想后得到的豁然开朗。同时“胸有成竹”也不是讲设计唾手可得。恰恰相反,成功的构思需要对目标的深刻理解,对各种经验充分运用,对事物联想的直觉感受,对各种各样知识广泛地掌握。因此,理论计算很难得到成功的构思,理论计算和计算机辅助设计只是“辅助”人们去构思,而不是代替人们去构思。

1.1.3 设计是谋划

设计的关键是设定具体的目标,要求建立什么样的预设人为事物,然后提出计划和谋略去完成人为事物。三国演义中诸葛亮多次采用计谋圆满地完成所定的目标。如“空城计”设计了心理战,诸葛亮吓退了魏国大将军司马懿;“草船借箭”利用3天后的漫天大雾,诸葛亮向曹操“借”得10万多支箭。由此可见,提出巧妙的计谋需要有各方面丰富的知识和善于应变的胆略。

1.1.4 设计是人为事物的前期工作过程

人类为了未来追求自身的发展而不断地创造和创新各种各样的人为事物,其中既包括精神财富也包括物质财富。在创造、创新人为事物之前必须对人为事物有一个深刻的理解、构思人为事物的框架、细化它的实施计划、明确它的实施办法。所有这些过程称之为实现人

为事物的前期工作过程。我们称此过程为设计。

从人为事物实现的全过程来看,我们可以粗略地把它分为两个阶段:一个是设计阶段;另一个是构建阶段。设计是构建的前导,构建是设计的结果。从设计与构建的相互紧密关系来看,两者是相互依存的,缺一不可。但从设计是创造、创新的角度来看,设计阶段的工作对于人为事物的新颖性、先进性和实用性的作用更为突出。

综上所述,我们可以对设计下一个比较完整的定义:设计是确定目标、进行全面构思、提出实现人为事物的计谋的具有创造性的前期工作过程。

1.2 设计创造了人类文明

从考古发现,出现北京猿人的时间大约在 70 万年前,但是人类进入文明时期也只有 5000 年的历史。可以想象在 5000 年的文明史之前,地球上只有山河、荒原、大海、丛林、野兽,完全是一个荒凉的世界。靠什么创造出人类的精神文明和物质文明,创造出一个个欣欣向荣的城市和农村,使人们过上一种文明、富足的生活。最根本的一条是为了生活得更美好而进行各种各样人为事物的设计,造就形形色色的人为事物,造就人类社会的各种制度、文学和艺术、高楼大厦、四通八达的交通、舒适的生活环境等。所有这些我们应该归功于人类善于设计,设计了新颖的目标、各种构想和计谋,通过设计来创造创新人类文明。

城市是人类文明的集中反映,2010 年上海世博会的主旨:城市让生活更美好。一届届世博会是在鼓励人们为今后美好的未来进行更好的设计(图 1-1)。



图 1-1 2010 年上海世博会全景

◎第1章 创造和创新人类文明的火车头——设计

只有重视了设计,才能使世界更美好!

1.2.1 人为事物的设计与构思比人为事物的构建更重要

人类文明史创造出千千万万的物质财富和精神财富,人们往往十分看重这些物质财富与精神财富对人类社会发展的推动作用和对人类社会产生的巨大影响。但是往往忽视了产生这些物质财富和精神财富之前所进行的创造性的设计与构思。正是这种设计与构思造就了一些划时代的人类文明。对于现代社会许多的标志性工程,我们必须努力去宣扬人们的设计思想和设计构思,鼓励人们去创新和创造,这才是明智之举。

由于设计和构思各种人类文明比具体构建各种人类文明更为重要,因此,应该着力于宣扬人类文明的设计者,应该努力去培养高水平的设计师。

长期以来人们对人为事物的建造比较重视。在20世纪80年代,国内某汽车厂提出了一个问题:“汽车是画出来的,还是造出来的。”这里,“画”指的是科技人员的设计,“造”是指车间工人的“加工制造”。后来的答案:汽车首先靠设计,没有满足市场需求的自主创新设计,如何能使企业在剧烈的市场竞争中战胜对手、蓬勃发展?

关于设计的重要性,我们还可以用个例子来说明。我们尊称邓小平同志为“中国改革开放的总设计师”(图1-2),说明改革开放是需要事先设计的。邓小平同志提出了中国改革开放的架构和一系列方针政策。由于这一设计构想引领中国人民创造了世界奇迹,成为世界第二大的经济实体,中国人民基本上过着小康的生活。



图1-2 邓小平同志指引中国改革开放