



谢友柏 著

# 设计科学 与设计竞争力 Design



科学出版社

国家科学技术学术著作出版基金资助出版

# 设计科学与设计竞争力

谢友柏 著



科学出版社

北京

## 内 容 简 介

关于设计科学的争论历经百余年,设计的普遍性与复杂性并存,不同产品(广义)设计技术存在差异,导致对设计科学认知的分歧。人类一切有目的活动,都可以分为设计和实施两个部分。设计是为创新规划实施结果的面貌和路径。在这个普适定义基础上,本书着重研究了设计中知识的行为,指出设计本质上是一个知识流动、集成、竞争和进化的过程;论证了设计科学中存在与知识相关的4个基本定律;指出创新是采用此前未曾用过的知识,满足现在未能满足的需求,并需要能够在竞争中取胜;提出同时考虑物质需求、精神需求和社会需求的同一化设计的思想;认为知识是否得到高效运用决定了设计的竞争力,并分析了当前知识供给和未来知识供给的形势。

本书可作为高等院校理工科专业选修课教材,也可供设计相关专业的科研和工程技术人员参考借鉴。

### 图书在版编目(CIP)数据

设计科学与设计竞争力 / 谢友柏著. —北京: 科学出版社, 2018.1

ISBN 978-7-03-055438-3

I. ①设… II. ①谢… III. ①设计学—研究 IV. ①TB21

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2017)第 283677 号

责任编辑: 王艳丽

责任印制: 谭宏宇 / 封面设计: 殷 颀

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>

南京展望文化发展有限公司排版

江苏苏中印刷有限公司印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

\*

2018 年 1 月第 一 版 开本: 787×1092 1/16

2018 年 1 月第一次印刷 印张: 17 1/4 插页 1

字数: 376 000

定价: 108.00 元

(如有印装质量问题,我社负责调换)

## 序 一



当谢院士提起为他的设计科学一书作序,我深深知道本人根本就没有这个资格。推脱不是客气,真的没有这个学术水平、视野和思考。之所以答应,有两个原因:一是学习谢院士的设计科学的思想、思考和研究成果,二是向在设计领域的学者、学生和从事与设计有关的各行各业同仁推荐这本书。

从工程技术人员的角度观察,现在和今后的一段时间将是一个前所未有的科技创新时代,科技工作者聚焦新技术创新,希望在这个创新大潮中做出自己的贡献。科技创新虽然有各种表现,但是最终是为了满足“用户需求”,由此改善人们的工作和生活。所以,谢院士认为:“设计科学的研究是在包括物质产品设计、精神产品设计和社产品各个专业设计理论和方法之上一个层次设计的基本、共同规律的研究,是关于人类一切有目的活动设计的研究,是关于设计的科学研究。”

本书在第1章对设计和设计科学一百多年来的讨论做了梳理,并且根据中国在创新驱动、经济转型发展中的实际情况,将设计在创新竞争中的作用做了比较深刻的分析、竞争性设计和继承性设计做了比较和讨论,对创意的作用,特别对于竞争力和设计的作用,与创新的不同之处和两者之间的联系和演变过程做了很好的描述。

第2章的重点在设计知识本质、设计知识高效运用和从事设计工作的人员对设计科学的学习和理解的重要性,因为设计知识是解决设计过程问题的答案。设计知识是知识的组成部分,因此具有知识的一些特征:显

性知识、隐性知识、意愿知识、非意愿知识、共识知识。由于设计的对象之广泛,用系统来描述比用产品更加有通用性。在对知识做了系统的分析和总结后,谢院士提出设计科学的四个基本定律:①设计以已有知识为基础定律;②设计知识不完整性定律;③设计以新知识获取为中心定律;④设计知识竞争性定律。

根据这四个设计的基本定律,知识的流动和进化确定了设计的本质特性,并且存在逻辑关系。知识流动是知识进化的基础,而知识进化是知识竞争的结果。虽然世界上很多学者发表了关于设计特别是产品设计与知识关系的理论,但是谢院士对设计的理论和方法都涉及知识的流动、知识的集成、知识的竞争和知识的进化。四个设计定律和知识之间的关系以及关于这些知识之间的内在关系是作者对设计科学最重要的贡献。

第3章的重点是创意、设想构建以及已有知识在继承性设计和竞争性设计中的应用。今天我们在不同场合和背景下讲创新,由于背景不同,它的意义可能有所不同。由于创新被广泛应用,这个词的意义已经被扩充了。作者分析了创新和创意的区别,并且说明了有意义的创新是推动社会进步。任何成功的创新是在竞争中取胜,因此也包括设计和实施两个部分,并且进一步说明了创新和设计竞争力的关系。

作者通过多年的研究和思考,将设计分为继承性设计和竞争性设计。继承性设计区别与竞争取胜的设计中的探索以及由此带来的风险,但是继承性设计本身也具有竞争力,主要体现在快速和准确完成已经证明成功的设计,因此成本也会低。竞争性设计的竞争力是以实施后竞争取胜的概率来度量,也是对设计是否达到了总体目标和期待的最终结果可能性的度量。因此,在任何一个成功的设计中,继承性和竞争性设计是并存的,特别是一个创新技术的产物,这两者的成功和恰当应用,往往会带来创新、成本和时间的综合价值。

创意是人类重要活动,特别体现在设计过程中。作者认为创意的产生包括确定问题的关键难点,根据已有知识找到解决问题难点答案的想象,根据想象构建出设想,而设想就是解决问题难点的具体方案。方案的可成功的实施性,必须经过评价。如果问题的难点是由一个知识条解决的,整个问题的解决就包括了对知识条的评价和汇集知识簇,以便用于今后的设计中。由于创意在设计中的重要性以及在工程设计领域相对较少的研究和讨论,作者对创意的研究包括创意的产生过程及其特性做了详细的叙述。为了能够形成具体解决方案,由创新构建设想也做了较详细的论述。为了说明这些非常抽象的概念,作者用了多个生活和工程中的实例,生动地解释这些抽象的概念,可读性很强。

书的第4~9章集中在设计过程中的新知识的获取、知识在设计过程中的流动性、

系统和系统集成中设计知识、功能知识、行为知识、结构知识以及互联网分布式资源环境下的知识服务。设计中的新知识的获取是一个创造活动的过程。对于一个设计问题,通过创意、构建设想和评价是否可行的过程中,使用了已有知识,也获取了新知识。作为新知识的产生,可能有各种理解。作者认为通过评价得到的知识是新知识,因为这个过程采用了此前没有的知识,而且在这个创造性的活动中,通过构建设想,评价这个设想后取得能够满足尚未能满足的需求,从而产生的描述前所未有的行为规律的知识。为了评价一个设计构想,需要对设计对象广义地定义为系统来进行描述和分析,因此涉及系统抽象模型和物理模型建立、数学和数字化建模和仿真。整个过程都基于已有知识,当构建的设想和方案,通过科学的评价过程,证明设计的可行性,已有知识得到了进化而产生新知识。第4章的重点在新知识的获取与系统建模、仿真和物理系统的关系等方面。

设计过程是知识应用、进化、形成和产生新知识的过程,可以说,设计是围绕知识而进行的活动。由于设计需要解决的问题复杂性,回答设计问题所涉及的知识碎片化的分布在某种关联或完全不关联的地方,将这些分散、互不相关的知识,用于将创意且成功付诸实施,可以看成是知识流动、集成、竞争和进化的过程。第5章对设计所需要的已有知识积累和新知识获取,统称为设计知识资源,或称为知识资源。由于设计过程涉及知识的流动、竞争、集成和进化,设计的竞争力也可以从资源的角度理解为知识资源的建设、维护、发展和高效运用。知识资源的使用和知识的加工也是资源使用和流动,作者较系统地给出知识流的定义、特征描述、分类以及与设计竞争力的关系。设计过程中知识流的流动特性对于设计竞争力非常重要。设计知识流动需要驱动力,同时也存在运动阻力。在竞争性设计中,知识的稳定流动和竞争流动,对设计知识资源的高效运用起着决定性作用。设计的竞争性、知识的具有拥有者的特性和知识有使用能力不同的特性等,都值得继续深入研究。

第6章是关于系统集成过程中的设计知识和知识的集成。将设计对象定义为系统,就可以用已有的建模仿真等系统理论和方法,帮助解决设计过程所涉及的系统问题。但是作者将传统的系统理论和知识联系在一起,使得原来隐性的知识显性化。一个设计任务的开始,就存在一个知识集,它包括对设计任务最初的理解。系统设计过程与知识应用和丰富的过程密不可分。从创意产生到新设计知识集被认可,是一个设计的完整过程,也是一个知识流动、竞争、集成和进化的过程。如果设计开始的知识集不具备规范化表达系统设计任务的条件,属于非系统知识。随着设计过程的进展,设计任务逐步清晰和深化,对所设计的系统的功能、行为和结构也逐渐具体和完整,系统的知识也系统和集成起来。

第7章对设计的功能知识的定义、生成、集成以及数学描述做了详细的讨论与解释。第8章的重点是系统设计和详细设计对应的行为知识和结构知识,及其知识的集成。由于系统设计包括结构的构成,可以由系统工程和科学的理论作为支撑,系统的描述以及在特定环境下表现出的行为可以由数学的方程描述,因此系统理论有助于这一章的理解包括对知识集成的理解。第9章报告了作者多年前就开始的分布式设计以及知识资源环境的研究,包括概念的提出,以及如何在这样的环境下展开设计创新工作。多年前提出的分布式设计知识资源环境已经包含了今天“云”“互联网+”和知识“服务”的思想,这就是原始研究的前瞻性。在新工业革命下,开放式创新可以通过网络将分散在全国和世界各地的资源如设计知识资源,有效的集成和应用起来。第9章详细地讨论了分布式资源环境下知识服务。由于这是一个现在正在进行的研究和发展,特别是在互联网和“云”的资源环境下,有非常广阔的发展空间。分布式设计知识环境下的设计服务,其实就是开放式创新一部分,作者举例说明设计知识服务的案例,由此可以看出它对产品的创新设计将有还不能完全估量的影响。

设计所涉及的对象不同,从事设计的人员也不同。工业设计和工程类的设计不一样,因此设计人才的培养也自然不同。第10章论述了设计科学和设计师的培养。以设计科学的视角理解,从事设计工作的人员包括以设计为职业的人,从事设计科学研究和教学的人,为设计提供设计知识服务的人以及从事一项设计工作的人。在设计界,一般将以设计为职业的人称为设计师。除了从事设计职业的工业设计师外,很多领域和行业的工程师也是设计师。在创新时代,特别是新知识以前所未有的速度产生,工程教育虽然取得了长足的进步,与时代的要求仍然有很大的距离。与快速发展的新兴产业和经济的需求,还有很大的距离和发展空间。对于工科学生设计能力的培养,有各种争论,作者分析了这些争论以及当前出现的有关教育的各种现象,提出在三个主要方面看设计能力:创意的产生、根据创意构建设想和设计构想的评价。必须承认,我国的工程教育在设计方面还有相当大的发展空间,以便培养出大批能够完成原创性高的设计的工程技术人才。特别是实施《中国制造2025》战略,中国制造业需要大量的设计人才。作者根据自己几十年的研究和教学经验,提出了关于设计能力培养的设想,其中包括大量的个人原创性的思考。

由于本人长期担任学校行政工作,读书的范围和阅读数量都非常有限,据我所知谢院士的这本著作是第一部将设计科学和设计知识集成在一起的书。原创性高,除了作者的多年研究、实践和思考外,还为当今设计科学的研究提供了很好的论述和评价。本书是对中国设计科学和设计知识工程的重要原始贡献。我真诚地向从事设计

工作包括工程设计的研究和教学工作的学术界研究人员、从事设计工具开发的工程技术人员以及从事设计工作的研究生推荐这本书。我相信这本书的出版一定会促进更多的设计科学、知识工程和设计创新竞争力的研究和发展。

汕头大学执行校长

原 The University of Calgary 机械与制造工程系主任

原加拿大自然科学和工程研究委员会(基金委)设计讲席教授

NSERC Design Chair and NSERC/AECL Chair in Advanced Design

原国际生产工程院(CIRP)设计科学与技术委员会主席

顾佩华



2017年4月16日于汕头大学

## 序 二



古往今来,人类一直生活在自己及大自然所设计的世界中。设计带给我们五彩斑斓的现代生活,赋予人类灿烂的科技文明。放眼当今世界,设计的范围覆盖了我们生活的每一个角落,大到一座空间站、一艘航空母舰,小到—个电机、一只鼠标,无一不是凝聚着知识和智慧的设计的产物。事实上,人类设计活动所涉及的对象并不局限于物化的产品,一段精巧的计算机程序、一首悦耳的乐曲、一次有目标的旅行,都是设计的结果。正是由于设计的对象如此之广,人们对设计的理解也千差万别。如何突破专业界限,研究和探讨相邻甚至相远学科领域内设计的共同规律,正是设计科学的任务。

《设计科学与设计竞争力》是谢友柏院士对其多年的研究成果进行总结和梳理后推出的一部力作。该著作对古今中外人类的设计活动及大半个世纪以来关于设计科学的争论做了系统的分析和总结,在此基础上给出了“设计”的一个普适的定义——设计是为人类一切有目标的活动规划实施结果和路径,并指出在产品创新的四大要素(知识、需求、技术、文化)中,知识是决定设计竞争力的核心要素。全书围绕知识在设计过程中的核心作用进行了系统地阐述,包括对已有知识的应用、新知识获取、知识流动规律、知识集成、知识服务等,特别是对知识集成过程中的功能知识、行为知识和结构知识进行了专门地论述。该著作侧重于设计科学的普遍规律,对各专业领域中的设计问题均有重要的指导作用。该著作凝聚了谢院士的知识、智慧和学术思想,且数十万字的文稿皆由他本人逐字亲笔撰写,体现了一位老科学家对科学的执著以及对提升我国设计竞争力的使命感,令人感动和钦佩。

我与谢友柏院士相识于1996年上海交通大学百年校庆期间。他调至上海工作以后,我们开始有了深入地合作和交流。2003年,他鼓励并支持我申请973计划项目“基于分布式资源的协同设计”,希望借此机会积聚国内从事设计科学研究的优势团队,对分布式协同设计的理论、方法和支撑工具进行系统的研究,并开发可用的软件系统。由于种种原因,该项目最终未能立项,但申请期间,国内多所大学、企业及多位海外知名学者围绕“设计”这一主题进行了多次广泛和深入地研讨,也让我对设计科学有了更深的理解。或许是因为学术界对“设计”本身存在不同的认识,过去的一段时期内设计科学理论在国内各类科技计划中并未得到足够的重视。为此,谢院士一方面向中国工程院、科技部、国家基金委、教育部等部门和国家领导人呼吁支持设计科学的研究,另一方面鼓励有潜力的年轻学者从事该学科领域的工作,并身体力行地推动学术界与产业部门、媒体网络等不同专业领域的合作,为设计科学的发展倾注了心血。

目前,我国正致力于创新型国家的建设,对于设计科学的作用也应该有一个更全面的认识。近年来,我国政府和工业部门对先进制造技术给予了高度重视,国家各类科技计划对数字化制造、智能制造、增材制造、机器人技术等也进行了重点支持,客观地说,这对我国制造业三十年来取得的辉煌成就起到了至关重要的作用。但我们也必须看到,到目前为止我国制造业的快速发展主要得益于规模竞争优势,而自主品牌产品的质量与中外合资企业产品相比仍有差距,典型产品如机床、汽车、工程机械等,无一例外。特别需要关注的是,合资企业的产品设计往往源自国外公司,如汽车行业的通用汽车公司、工程机械行业的卡特彼勒公司、轴承行业的斯凯孚公司(SKF)等,造成该局面的一个重要原因就是缺乏设计竞争力。对于产品创新来说,设计与制造缺一不可。概括地说,制造是实现产品设计目标的技术手段,如果没有制造技术的保障,设计就可能成为“水中月、镜中花”。但如果没有设计,制造就失去了目标,创新也就无从谈起。

可以说,设计是当今人类社会最基本且最重要的活动之一,人人都设计,人人都会设计!正因为如此,对于超越专业界限的设计规律的认识就成为一门重要的科学。我相信《设计科学与设计竞争力》的出版将有力推动设计科学的研究,对于提升我国的设计竞争力也有十分重要的指导作用。

中国工程院院士  
上海交通大学校长

林忠军

2017年4月

## 序 三



在中国人民解放军八十九岁生日这一天,我收到了谢友柏院士让我为其《设计科学与设计竞争力》专著写序的邮件,我倍感压力与荣幸。正如我回复邮件中所说,一般来说序言都是由名家大腕执笔,既然谢先生不拘一格这样安排,我就尝试直言表达我的想法,这也许是我作为学院院长应尽的职责。

我常常在课堂教学中引用谢先生翻译麻省理工学院机械系前主任 Suh 教授《设计公理》中的一句话:“设计是人类一项极其重要但又是最为复杂的活动。设计总是与智力活动和创造联系在一起,而且由于它的不可捉摸性,通常认为它依靠人的直觉、天赋和经验”。设计如此博大精深,绕道而行者多、直面迎击者少,谢先生就是敢于坚持者,这不仅需要大智慧,而且一旦把握不好,则往往难得其一点点要领,当然这更需要一种淡泊名利的品德风范和勇于担当的科学精神,因为设计是传说中的“冷门”。

西安交通大学双甲子校庆期间,得知谢先生正撰写设计科学之书,我急于拜读,谢先生就安排我进行校稿。我把这项工作视为一位智者对众生、长辈对晚辈、老师对学生的任务布置,我在校稿中努力追逐先生字里行间体现出的“设计科学”思想,最终也只是提出了一些细枝末节的文字修改。

创新驱动离不开原创性设计,而设计发展必须坚定其科学基础。校稿到第九章,才发现早在 1997 年,先生就已在西安召开了“现代设计与产品研究开发论坛”第一次会议,致力于现代设计研究。当初很多领先者都已经

成为各行各业大家,而谢先生依然奋斗在“设计科学”之路上。我不禁肃然起敬、万分自豪,由衷地为我们西安交通大学机械学科有这样的师长发自心底地喝彩。十年树木、百年树人,正是有这样一位又一位“敢为天下先”的领航者、开拓者及大师言传身教,才使得我们百年机械学科得以辉煌!

期盼有识之士,共同推动设计科学发展,建设全球设计科学研究中心,聚集更多热爱设计科学的研究者;努力改变考评机制,培养从事创新设计的人才,建设一支长期从事设计科学与工程研究的队伍。

“聪者听于无声,明者见于无形”。亲爱的读者们,如果你有幸看到这本专著,你一定会发现它不是一本那么容易驾驭、轻易可领略其真谛的普通图书。让我们一起用心认真研读,为领会、践行和传播“设计科学”而努力,这正是制造强国的“脊梁”!

西安交通大学机械工程学院院长  
国家杰出青年、973 计划首席科学家

陈雪峰

2016 年 8 月 2 日

## 前言



设计科学在国际上虽然已经争论了百余年,国内却研究甚少。由于设计的普遍性与复杂性并存,以及不同类型产品(广义理解,可以是物质产品、精神产品或者社会产品)设计之间的差异性,在研究范畴上始终未能取得共识。不久前才创刊的《设计科学》(*Design Science*)第1期上刊登了29位编委对设计科学的解读,他们在认知上的分歧充分说明了研究设计科学的迫切性和重要性。早在20世纪,德国的沃尔特·格罗皮乌斯(Walter Gropius)就力图在设计寻求一个技术和艺术的公分母,实现技术和艺术的统一,并将这个追求表达为设计科学。美国的理查德·福乐(Richard Fuller)的理念是在设计中有效地利用科学原理使得地球上的有限资源能够满足全人类的需求而不破坏植物的生态过程。他在世界各地演讲,宣传他的利用世界资源以造福人类的主张,当时他宣告将有“世界设计科学10年(1965~1975年)”的到来。不过由于本书第1章中所分析的种种原因,后来关于设计的研究并没有完全遵循这些追求,以至于他们的理念至今仍旧是有待实现的期望。

本书认为,设计科学的研究应该超越任何专业领域关注的局限而聚焦于设计的基本、共同规律的研究,并落实到设计的竞争力。人人都会设计,但不是每个人的设计都具有竞争力,而设计的竞争力对于一个社会的发展有着决定性作用。设计是人与动物区别的重要标志,而这个区别的本质则在于知识的拥有和对知识的运用。设计是知识得到应用的桥梁,设计科学研究的核心是知识在设计中的行为。

在六十多年来对设计各方面问题思考的基础上,本书给出了一个从设计科学高度上对设计的定义。从这个定义出发,研究了设计的一些基本、共同规律,总结出与设计知识相关的四个基本定律,揭示设计本质上是一个知识流动、集成、竞争和进化的过程。从这个定义出发,指出为实现和谐社会和获得共同美好生活,任何产品的设计,都必须同时满足物质需求、精神需求和社会需求,即遵循本书所建议的同一化设计的原则。同一化设计是一个原则,是一种思想。同一化设计不同于理性、系统化设计理论和方法,也不同于为X而设计(design for X, DFX),同一化设计对各专业领域的设计理论、方法和技术提出更高的要求,同一化设计比以前任何时候对于知识都更加依赖。从这个定义出发,本书讨论了什么是创新和创新与设计之间的关系,区分了竞争性设计与继承性设计。

本书从设计科学研究的视角论证了知识的高效运用和知识资源的高效运行决定设计的竞争力,论证了正确处理设计中个人和社会的关系,正确处理设计中人和计算机的关系,正确认识数据、信息和知识之间的关系是设计竞争力的关键,并以亲历的实际案例检验了这些论点。

本书共分10章。

第1章分析百年来关于设计科学争论的根源,其根本是缺乏一个对设计高度概括的认识。工业社会中,不同产品的设计,因物质产品实施能力极大增长而走了不同的道路,并对设计认知产生分歧。基于设计科学应该是研究设计的基本、共同规律这一认知,本章给出“设计是为人类一切有目的活动规划实施结果和路径”这一普适定义。分析物质产品生产从规模竞争转变为创新竞争对设计的深远影响和中国的创新驱动、转型发展之艰难与缺乏设计科学研究的关系,提出同一化设计的概念,区分竞争性设计和继承性设计,论证了要科学地设计中国在国际竞争中超越的路径。

第2章介绍了一些基本概念,如知识、系统和系统建模等,论证了设计科学中存在与知识相关的四个基本定律:设计以已有知识为基础定律,设计知识不完整性定律,设计以新知识获取为中心定律,设计知识竞争性定律,指出设计本质上是知识流动、集成、竞争、进化的过程。其后各章都以这四个基本定律为依据分析设计科学中的各种问题。

第3章论述正确认识创新的重要性,给出创新三要素。分析竞争性设计和继承性设计各自对竞争力的贡献。在揭示竞争性设计包含产生创意、构建设想和评价认可三个进程后,以实例分析产生创意和构建设想的机制、过程和素材来源,得出创意引领设计的论断。分析创意产生中知识基础与直觉和灵感的关系,以及人和计算机的关系。

第4章强调设计中评价认可即新知识获取对于创新和设计竞争的重要性,指出对设计方案设想做出评价,是设计中的科学探索,讨论评价认可所可能采用的数字仿真、物理仿真和社会调查等科学方法。以实例介绍了这三种方法,讨论了它们的应用、存在问题和发展前景。

第5章从知识流动的视角分析设计中的知识和知识资源,讨论了知识流与工作流的不同。进一步论证设计本质上是知识的流动、集成、竞争和进化过程。设计竞争使得设计知识资源从垂直结构向水平结构转变并形成一個分布式资源环境。分布式资源环境中有四类知识流,本章研究它们的共同点和不同点以及知识流动的驱动力和阻力。可信赖性是分布式资源环境中设计知识服务的生命线,分析了可能设置的可靠性的三重保障。

第6章论述设计中的知识集成。设计中无论是产生创意还是构建设想,都是由集成实现的,集成是在系统模型上进行的,设计是系统的集成。从知识的视角看,设计进程和子进程的结果都是知识集,系统集成本质上是系统知识的集成。本章研究了集成中系统知识的表达,包括系统功能知识的表达、系统行为知识的表达和系统结构知识的表达。

第7章研究在第二类知识流支持下第一类知识流中的功能知识集成。创意往往与功能知识集成相关,而设想则包括行为知识集成和结构知识集成。本章探讨分布式资源环境中,在设计知识服务(第二类知识流)的支持下的一种算法,消费方(第一类知识流)用这种算法搜索可能用于拼接的功能知识子集,并拼接出满足最终功能需求的功能知识集,该算法能够用于满足物质需求、精神需求和社会需求的同一化设计。

第8章研究在功能知识集基础上实现行为知识集成、结构知识集成的算法,探讨区别于当前CAD、CAE技术的全生命周期性能数字样机技术。在分布式资源环境中,在服务提供方提供的功能知识子集被采用并集成到功能知识集后,服务提供方能够继续提供必要的行为知识子集和结构知识子集并自动进入全生命周期性能数字样机程序产生行为知识集和结构知识集。

第9章研究在互联网上实现的分布式资源环境中设计知识服务的结构,包括行业系统集成知识服务单元,零部件设计知识服务单元,学科行为分析知识服务单元,中介管理知识服务单元;探讨了实现服务的必要条件,包括实施服务发布、服务搜索、匹配检验、服务传递链接、经济支付、法律责任等约定所需要的组件。

第10章探讨从设计科学看设计师的培养。当前供给侧改革的诸多问题中,知识供给不良是根本性和意义深远的问题。而培养什么样的设计师和如何培养则决定了

明天的知识供给是否能够满足社会发展需要。在如何培养有资质的人的认知上存在许多误区。本章讨论了包括区分培养学术型人才和应用型人才以及“不要输在起跑线上”的认知误区,提出以“从读书中学”“从观察中学”“从讨论中学”“从实施中学”代替“从讲授中学”的培养模式。

设计是为人类一切有目的活动规划实施的结果和路径,设计是人类文明的标志。设计科学,即设计的基本、共同规律,是所有人都应该研究和在自己的设计活动中遵循的。本书希望能够以易懂的方式阐述这些基本、共同原理,让具有中等学历以上的人都能够阅读。

在数十年的研究中,本书得到了国家自然科学基金重大项目(59990470)、重点项目(50935004)以及若干面上项目(如 51575342)等的资助,书中列举的案例绝大部分都是这些项目的研究成果。没有这些基金支持,这本书的写作是不可能完成的。

本书承顾佩华、林忠钦、陈雪峰为书的出版作序,沈靖、侯悦民、孟祥慧、陈泳、张执南、戴旭东、李响阅读初稿后给出许多建议,在此表示衷心感谢!感谢胡鸣若、孟祥慧、戴旭东、张执南在本书的写作过程中给予资料上的帮助,以及科学出版社王艳丽和王威为编辑此书付出的艰辛和智慧。

谢友柏

2017年1月6日

于上海

# 目 录



序一  
序二  
序三  
前言

|                                  |     |
|----------------------------------|-----|
| 第 1 章 设计与设计科学 .....              | 001 |
| 1.1 什么是设计? .....                 | 001 |
| 1.1.1 设计的定义 .....                | 001 |
| 1.1.2 关于设计定义的争论 .....            | 002 |
| 1.2 关于设计科学的争论 .....              | 004 |
| 1.2.1 从前工业社会到工业社会设计认知的变化 .....   | 004 |
| 1.2.2 工业社会中设计认知的又一次变化 .....      | 006 |
| 1.2.3 设计科学争论的本质 .....            | 008 |
| 1.3 创新与设计的竞争力 .....              | 009 |
| 1.3.1 从理性、系统化设计理论和方法到同一化设计 ..... | 009 |
| 1.3.2 创新和工业社会 .....              | 012 |
| 1.3.3 设计科学与设计的竞争力 .....          | 014 |
| 1.4 在中国推动设计科学研究的意义 .....         | 015 |
| 1.4.1 中国制造业发展的历程 .....           | 016 |
| 1.4.2 中国在制造业发展上的问题 .....         | 018 |
| 1.4.3 设计科学认知上的滞后 .....           | 019 |
| 1.4.4 设计自己在竞争中超越的路径 .....        | 021 |