

设计的进化与价值

路甬祥

(中国科学院, 北京 100864)

一、前言

设计是人们对于装备制造、工程建设、经营管理和创新服务的创意设想、计划和计算,是将信息、知识和技术转化、集成为整体解决方案并实现价值的发明创造,是一切有目标创新实践的先导、准备与关键环节。设计决定着创新创造的方向、目标、路径和价值。设计创新引领推动人类社会的文明和进步,设计的知识技术、价值理念、人才团队、方式环境也随着人类文明进化而发展。从旧石器时代起,我们的祖先已利用天然材料,朦胧地构想制作原始工具。新石器时代,陶器的出现标志着人类开始了有明确目标的设计创造。农耕时代以来,人类社会可粗略地划分为农耕时代、工业时代和知识网络时代三个阶段,设计也呈现不同的特征。

二、设计的进化

延绵了几千年的农耕时代,人类主要依靠自然资源、农牧渔猎,依靠经验技能的传承,利用人畜、水力、风力等天然力能,利用土石、动植物、铜铁等材料,依靠步行和轿舆车舟等交通工具,采用烽火台、信使、邮路等传递信息,使用简单工具设计制作石器、陶瓷、丝麻棉织、服饰礼器、刀剑胄甲、建筑家私等,创造了辉煌的农耕文明。这个时期的设计可称为“传统设计”,是设计 1.0 时代。中国的“四大发明”和陶瓷、丝绸、家具、建筑等设计曾走在世界前列。

工业时代迄今还不到三百年,人们设计创造动力机械与各类工程装备,开发矿产资源,依靠资本、科技、装备和人力资源等要素,以化石能源、核能等为动力,制备使用钢铁、有色金属、高分子与无机结构材料和半导体功能材料等,设计发明了蒸汽机、内燃机、电力驱动的汽车、火车、轮船、飞机、管道等交通运输工具和电报电话、数字通信、全球定位系统/地理信息系统(GPS/GIS)、光缆/蜂窝电话、因特网等通信方式。工业时代的产品、工艺与装备、工程设计等,引领推动了机械化-电气化-机电一体化-数字化为特征的生产方式的进步。工业时代的近现代设计是设计 2.0 时代。欧美等工业国家发挥了引领作用。20 世纪二三十年代的德国包豪斯设计学校,倡导技术与艺术的统一,设计为了人而不是产品,必须遵循自然与客观规律。符合工业文明发展需求和工厂批量化生产要求的“工业设计”,曾对建筑和工业美学设计产生深远的影响。

21 世纪,人类进入知识网络时代。人们更加依靠科技进步、创意创造、创新发展;将转向主要依靠清洁可再生能源;设计完善更安全便捷、高效智能的互联网、物联网、智能电网和交通物流网络;设计创造绿色智能材料、超常结构功能材料、可降解可再生循环材料;发展基于网络和大数据的协同智能设计制造与服务。设计进入依靠网络协同创新设计的创新设计——设计 3.0 时代。IBM、Intel、MS、Oracle、Apple、Facebook、Google 等企业引领了集成电路(IC)、软件、网络平台和信息与通信技术(ICT)产业的创新发展。

收稿日期:2017-04-20;修回日期:2017-05-15

通讯作者:路甬祥,中国科学院,院士,中国工程院,院士,中国科学院原院长,第十届、十一届全国人大常委会副委员长

资助项目:中国工程院咨询项目“设计竞争力研究”(2015-XZ-13)

本刊网址:www.enginsci.cn

“设计 1.0”引领促进了农耕文明，“设计 2.0”引领推进了第一次工业革命和第二次工业革命，“设计 3.0”必将引领创造以绿色低碳、网络智能、融合创新、共创分享为特征的新工业革命和共同可持续发展繁荣发展的文明新走向。设计的进化历程如图 1 所示。

1. 设计知识和内涵的进化

农耕时代的“设计 1.0”，主要基于个人、家庭和手工业作坊师徒的知识经验传承和技艺创新，着力于设计实现功能构造和文化艺术的展现，具有明显的地域和民族文化特色。工业时代的“设计 2.0”，基于近现代科技知识和人文艺术的创新应用，基于学校对知识技艺的传承和人才培养，主要依靠社会需求和市场竞争推动，体现科技和文化艺术的创新，并开启了全球化的进程。知识网络时代的“设计 3.0”，基于科技、经济、社会、文化、生态的知识创新以及信息大数据的跨界融合，除学校基础教育外，全球网络成为知识信息传播共享、协同创新、竞争合作的超级平台，充分体现物质、知识、信息、计算、文化和技艺的融合创新，以用户为中心的价值创造，个性化、多样化、全球化的共创分享。

2. 设计与制造服务关系的进化

农耕时代的设计制造服务呈原始融合状态，依靠个人、家庭和手工作坊实现，受制于工匠技能和可利用的天然材料和工具的局限。工业时代，设计与制造服务逐渐分离，出现了设计师职业。由于知识创新、材料的多样化、制造技术与装备创新和市场竞争，设计与制造服务相互协同、快速创新发展。知识网络时代，设计与制造服务重新融合，是设计引领制造服务的时代。由于数控机床、3D 打印等数字网络智能减材 / 增材工艺技术的进步与创新，

凡是能设计的都可以制造出来，创新设计能力将得到更自由的发挥。

3. 设计团队的进化

农耕时代，主要依靠手工制作，工匠是制作者同时也是设计者。此时的设计受到个人知识、家庭和作坊能力的局限。工业时代是工厂化、市场化、批量化制造的时代，设计与制造分工合作，形成了专业设计师和团队。设计师与工程师、工艺师、技术工人、经营管理者、最终用户等相互分离。而在知识网络时代，人人皆可参与创意创造、创新设计，设计师、制造者、经营服务者和用户协同创新，奇思妙想层出不穷，真正进入以用户为主导的个性化、定制式、网络协同设计众创的新时代。

4. 设计价值理念的进化

农耕时代，设计的价值主要体现在产品的应用价值、社会伦理和文化艺术价值。明清时代简约精致的中式家具、著名的徽派建筑、北京故宫建筑群等都是农耕时代中国社会文化价值观念的反映。由于生产力整体水平较低，人与自然总体相互适应。工业时代的设计依靠现代科学知识与技术看创新，创意创造新的应用功能与价值，设计创造新工艺和新装备，创造更高的经济与品牌价值，引领现代消费文化时尚，创造新的经营服务方式等。规模化工业大生产也造成了不可再生自然资源枯竭、环境污染等。知识网络时代，基于知识技术和理念文化的创新，创新设计将促进人类生产生活方式和文明形态的新进化，重归经济社会与生态环境和谐协调发展，引领促进人类社会共创分享、合作共赢、公平和谐、绿色可持续发展。

5. 设计方式与环境的进化

在工业时代，设计基于科技物理和市场人文环境，相继发展了机械设计、机电设计、机械电子一体设计、工艺设计、工业设计、工程与管理设计、营销与服务设计、IC/MEMS 设计、软件设计等，使用 CAD/CDS/CAE 等设计工具。在知识网络时代，设计的过程与方法、设计对象与制造过程、经营服务等都基于全球信息物理·网络计算大环境和信息大数据，可在线集成融合全球资源和创造。将更加注重用户体验、创造价值。设计创新将拓展到智能终端产品 / 智能系统设计、网络交互设计、个性化定制设计、全球协同设计、网络营销服务设计、材料结构 / 功能设计、绿色低碳系统设计、3D+X·虚

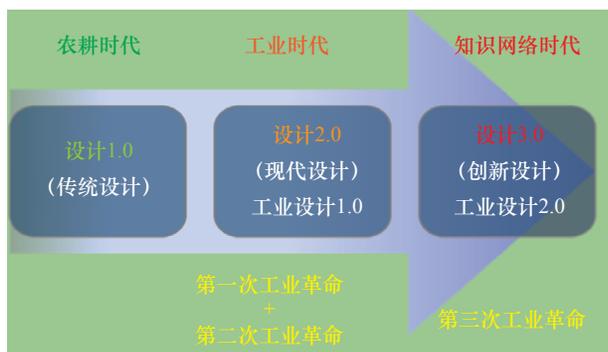


图 1 设计的进化

拟现实 / 混合现实 (VR/MR) 设计、人工智能设计、云平台与产业生态设计等。

三、创新设计的价值与意义

设计是创新创造、制造服务的先导和起点,是自主集成创新的创意、设想和计划,是国家和创新型企全球市场竞争力、可持续发展能力和创新引领能力的关键(如图 2 所示)。其基础核心是创新人才,他们的价值理念、知识技术、创意创造能力,以及所处的创新环境和体制机制等共同构成了创新设计竞争力要素(如图 3 所示)。

1. 引领提升制造服务品质

奔驰公司秉承为用户提供安全可靠、舒适满意的高品质乘用车设计理念和严格精湛的制造工艺,赢得全球信誉,造就了轿车高端品质品牌的百年经



图 2 创新设计竞争力

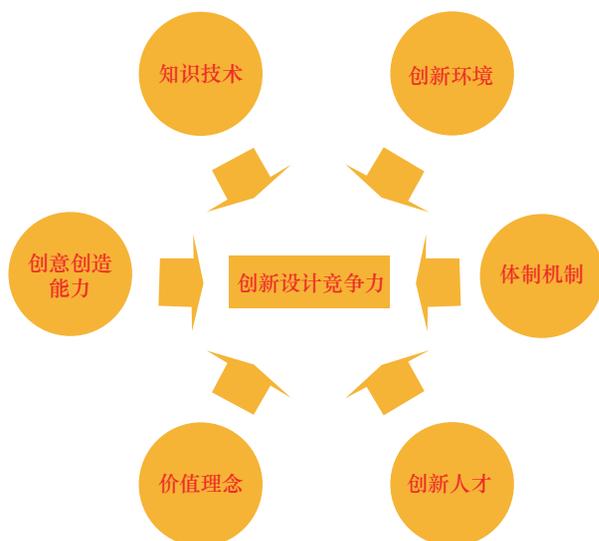


图 3 创新设计竞争力要素

典。华为设计突破芯片、算法、软件等核心技术,汇聚 Leica、Porsche 等全球高端设计,致力为客户提供更高品质、更好用的智能手机,品牌竞争力和品牌价值快速攀升。

2. 为用户创造新体验和新价值

宝马设计追求基于高质量、高性能、高技术的强劲动力和出众的驾驶体验,赢得了竞争优势和价值。OPPO、VIVO 手机设计,致力于创造更好的摄影、自拍、音乐品质以及快充体验等,倍受青年用户青睐,在国内外市场竞争中脱颖而出。

3. 创新设计新工艺新装备

可实现大幅提质增效、节能减排,乃至引发产业变革。1952 年,奥地利 Voest Alpine 公司设计发明吹氧转炉炼钢工艺与装备,将炼钢过程从平炉的 8~10 h 缩短到 8~10 min,并可实现负能耗冶炼。20 世纪 50 年代,英国 Pilkington 公司设计创造浮法玻璃生产工艺与装备,实现了平板玻璃制造品质、效率的革命。江苏亨通光电股份有限公司在引进、消化、吸收的基础上,自主设计研发直径 200 mm、长度 6 m 的光纤预制棒——光纤光缆核心技术和先进装备,成为世界顶级光纤光缆生产供应商。

4. 设计创造新产品、新应用、新平台

可以开拓新市场、创造产业新生态。深圳大疆创新集成高性能摄影平台、飞控软件、无线传输、模块化设计、网络营销等,设计创造消费类摄影无人机,占居全球同业市场 70% 的份额。Google、Baidu 不但是全球最强大的搜索引擎,而且不断设计推出导航地图、自由百科、语言处理、图像识别等新应用、新平台,创造知识信息服务共创分享的产业新生态。

5. 绿色设计

可以引领促进资源高效清洁循环利用,体现了设计的生态环境价值。设计创新环境友好材料、产品、工艺、清洁可再生能源、低碳智慧交通物流、绿色节能建筑、低碳社区和城市等,将从源头促进人与自然协调可持续发展,从供给侧引领绿色低碳生产生活方式。

6. 创造品牌和文化价值

意大利和法国的服饰、皮具、香水和化妆品设计等,不但创造了诸多世界著名高端品牌,还引领了全球时尚消费文化。

7. 设计创造新业态

将创造传统产业新优势新价值。郑州新大方重

工科技有限公司创新设计机电液一体化大型专用运载施工设备，并采用网络协同制造新方式，打破国外垄断，填补国内空白，开拓了国际国内高铁、桥梁、船舶、风电等专用工程装备的新市场。青岛红领集团适应个性化、定制式需求，设计引入数字化、网络化、智能化服装制造服务新业态，销售和赢利持续逆势上扬，并成为相关行业数字化、网络化、个性化定制生产服务系统解决方案提供商，成为传统产业转型发展典范。

8. 新理念、新创意，可以设计创造新需求、重塑市场新格局

比尔·盖茨最早认识到软件的价值，创立微软公司，领导设计开发 Windows、Office 等，将 PC 推到了每个人身边。乔布斯创意设计网络时代的智能移动终端，并创建了 App Store 众创应用软件新方式，重塑了消费电子产品与服务市场格局，改变了人们生活和社交方式。马云认识到网商潜力和诚信是中国网络商务发展的根基，率先领导设计了阿里信用体系和网络信用大数据，铸就了阿里和蚂蚁金服成功的基石，为中国信息网络经济发展和商业信用文化建设作出了贡献。

9. 设计创造引领推动社会文明进步

英国设计创造蒸汽机、工作机器、火车轮船等，引领以机械化为标志的近代工业文明。德国、美国等因设计发明电机电器、内燃机、汽车飞机等，引领以电气化、自动化为标志的现代文明。美国设计发明了计算机、半导体、集成电路、数控机床等，引领人类电子化、数字化、信息化文明进程。信息物理·网络计算环境、大数据、VR/MR、人工智能、数字减材/增材制造等为创新设计创造了新环境，注入了新动力，人们将设计创造智能产品、智能制造、网络经营服务新业态，创造发展新兴产业，引领知识网络文明。历史经验证明，创新设计的企业引领行业，创新设计的国家引领世界。为客户、企业、社会创造价值，保护生态环境，开拓创造更美好的未来，是创新设计的永恒追求。

四、提升自主创新设计能力

2010 年我国制造业规模超越美国，成为全球制造大国。载人航天飞船、超级计算机、高速铁路、北斗卫星导航系统、运 20 运输机等设计制造成就

举世瞩目。华为、联想、海尔、格力、中铁、亨通、比亚迪、大疆等一批具有国际创新竞争力的制造企业已经崛起。但就整体而言，中国制造仍大而不强，由于发展方式粗放、信息化水平低，核心技术缺失、创新设计能力薄弱、低端落后产能过剩，关键基础材料、基础元器件和高端装备依赖进口，资源能源利用率、制造服务增值率低，总体仍处于全球制造产业链的低中端。随着要素成本上升，我国传统竞争优势正在减弱。世界已进入知识网络时代，以信息网络、清洁可持续能源、新材料、绿色智能制造、生物医药等技术创新为核心的新工业革命正在孕育发展，信息知识大数据成为可共创分享的重要创新资源。德国推出“工业 4.0”，美国推进“工业互联网”，日本发展协同机器人与智能工厂……未来 5~10 年是我国全面实施《中国制造 2025》、制造业结构升级、发展动能转换、深化供给侧结构性改革、实现向世界制造强国转变的关键时期，我们将迎来世界科技与产业创新变革与我国经济发展转型历史交汇的新机遇，也必须应对发达国家重振高端制造和发展中国家低成本制造竞争的双重挑战。在加快推进强基提质、智能制造的同时，必须着力创新驱动，突破关键核心技术，提升创新设计能力，加快实现中国制造向中国创造、中国速度向中国质量、中国产品向中国品牌的转变。在传统设计、现代设计基础上进化发展起来的创新设计，将引领绿色智能制造服务创新。实施创新设计工程，关键在于更新理念、优化环境、强化基础、改革设计教育、建设设计文化，提升中国设计的国际竞争力、可持续发展能力和引领全球的能力。

（一）更新理念

必须充分认识创新设计对产品、工艺、经营服务的引领作用，将创新设计作为提升自主创新能力、加快从跟踪模仿到并跑引领、建设世界科技与制造强国的重要抓手和关键环节。必须以“创新、协调、绿色、开放、共享”发展新理念为指导，遵循创新设计规律，把握设计创新要素和知识网络时代的新特征，解放思想、求真务实、协力推进，引导中国设计面向需求、面向世界、面向未来，致力高品质、着力中高端。在促进提质增效、绿色智能制造的同时，更应鼓励设计创造引领世界的产品、工艺、装备和经营服务新业态。

（二）优化环境

在创新设计已纳入《中国制造 2025》的基础上，制定实施创新设计行动纲要，进一步明晰提升创新设计能力、引领推动制造强国建设、加快向中国创造转变的发展目标、重大举措和技术路线图。完善政策法规环境，落实首台套、首批次创新设计产品的税收减免，设计研发成本加计扣除，设计企业等同高科技企业优惠税率，设计服务进出口实行零关税等。切实保护知识产权，加强执法监督，为创新设计提供有效的政策激励和法治保障。以市场为导向，改革创新资源配置机制、权益分享制度、设计评价制度。优化以企业为主体、政产学研用金协同、军民深度融合的创新发展环境。进一步发挥中国工程院、机械工程学会、行业协会、设计协会、创新设计产业联盟等专业组织的引导促进作用。通过红星奖、龙腾奖、中国好设计案例等评选推介，建设设计小镇、设计创业园区、中外设计园，举办设计展会、设计竞赛、设计论坛等，优化激励大众创业、万众创新的设计大环境，建设世界一流开放共享、安全高效的信息物理·网络计算环境。

（三）强化基础

在持续增加对科技基础和前沿研发投入、积累原创知识基础与技术储备的同时，国家、地方和企业应加强对创新设计的投入，鼓励创建各类创新设计基金，加大对设计创新创业的支持。培养吸引优秀设计人才，着力提升人才质量，优化知识、能力和团队结构，提升创新设计人才基础。建设认定一批国家、区域、行业创新设计研究院、面向中小企业的创新设计技术服务中心等，强化以市场为导向的创新设计共性基础技术支撑体系和产业集聚服务平台。要着力提升设计理论、工具和嵌入软件、计算方法、大数据平台的自主创新、应用普及和资源共享水平，强化数字化、网络化、智能化设计技术基础。积极主动参与制定和采信国际先进工业标准，加快提升中国设计的质量、安全、创新和绿色化、国际化水平。

（四）改革设计教育

理念创意是创新设计之灵魂。设计教育的首要任务是引导确立先进设计理念和价值观念，培育科学精神、工匠精神和创新创业精神。激发人的想象力、创造力，培育创意设计、创新设计的兴趣、动机和自信心，远比教授知识和经验更重要。引导认知创新设计的新趋势，求索科技、人文新知识，创造应用新技术，追求实现新梦想，远比传授学习设计技艺方法更重要。已有设计理论只是前人对设计创新规律与方法的理解和总结。创新设计源于实践，源于对市场和社会需求的理解和前瞻，创新发展永无止境。在教授设计理论的同时，更应与设计案例的研讨分析、参与设计的创新实践紧密结合。“设计 3.0”更需要跨界融合科学技术、经济社会、人文艺术、生态环境等新知识，需要分析理解大数据的数学方法和计算能力，更需要培育、吸引、凝聚跨界人才，创建共创分享的设计平台网络和产业生态的能力。创新设计需要全球视野，融汇国际先进设计理念、知识、技术与文化，必须众筹全球创新设计资源，创造国际化、多样包容、鼓励创意创造的教育环境。

（五）建设设计文化

设计文化决定创新设计的特质和品格。在工业化、现代化的进程中，各工业国家形成了各具特色的设计文化。美国重视基础和前沿研发投入，重视提升科学、技术、工程、数学（STEM）能力，尊重鼓励自由探索、创新创造，形成了创新引领的设计文化；德国是后起的制造强国，在全球市场竞争中，依靠富有特色的自然科学、数学、工程与职业教育、先进的工业标准，形成了优质可靠的德国设计制造文化；法国、意大利文化艺术底蕴深厚，孕育优雅华丽的设计文化特质；国情传统和全球竞争使日本形成了精致实用的设计文化。实现向制造强国跨越，必须培育建设具有中国特色、符合时代要求，尊重创新创造、追求精益求精，恪守诚信合作、崇尚共创分享的先进设计文化。