

中国好设计 丛书

“中国好设计”丛书编委会 主编

中国 好设计



CHINA GOOD DESIGN

绿色低碳创新设计案例研究

娄永琪 刘力丹 杨文庆 主编



中国科学技术出版社
CHINA SCIENCE AND TECHNOLOGY PRESS

“中国好设计”丛书得到中国工程院重大咨询项目
“创新设计发展战略研究”支持

中国 好设计



“中国好设计”丛书
“中国好设计”丛书编委会 主编

绿色低碳创新设计案例研究

姜永琪 刘力丹 杨文庆 主编

中国科学技术出版社
· 北 京 ·

图书在版编目（CIP）数据

中国好设计：绿色低碳创新设计案例研究 / 娄永琪，
刘力丹，杨文庆主编. — 北京：中国科学技术出版社，
2016.9

（中国好设计）

ISBN 978-7-5046-6862-2

I. ①中… II. ①娄… ②刘… ③杨… III. ①工业产
品—产品设计—无污染技术 IV. ①TB472

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2015) 第 246394 号

策划编辑	吕建华 赵 晖 高立波
责任编辑	高立波 赵 佳
封面设计	天津大学工业设计创新中心
版式设计	中文天地
责任校对	凌红霞
责任印制	张建农

出 版	中国科学技术出版社
发 行	中国科学技术出版社发行部
地 址	北京市海淀区中关村南大街16号
邮 编	100081
发行电话	010-62103130
传 真	010-62179148
网 址	http://www.cspbooks.com.cn

开 本	787mm × 1092mm 1/16
字 数	132千字
印 张	7.5
版 次	2016 年9月第1版
印 次	2016 年9月第1次印刷
印 刷	北京市凯鑫彩色印刷有限公司
书 号	ISBN 978-7-5046-6862-2 / TB·93
定 价	56.00元

（凡购买本社图书，如有缺页、倒页、脱页者，本社发行部负责调换）

“中国好设计”丛书编委会

主 任 路甬祥

副 主 任 潘云鹤 张彦敏

委 员 (以姓氏笔画为序)

王 健 王 愉 叶圆怡 巩淼森 刘力丹

刘惠荣 刘曦卉 孙守迁 杨文庆 吴海燕

辛向阳 宋 武 张树有 娄永琪 贾建云

柴春雷 徐 江 徐志磊 徐敬华 梅 熠

曹建中 董占勋 韩 挺 惠清曦 程维勤

谭建荣 魏瑜萱

秘 书 刘惠荣

本书编委会

主 编 娄永琪 刘力丹 杨文庆

副 主 编 刘震元 龚淼森 曹建中 王 愉

编 委 (以姓氏笔画为序)

邓雪媛 刘 伟 刘 朥 汪滋松 姚雪艳

莫 娇 程一恒

本书编辑 于宏丽

总序

自 2013 年 8 月中国工程院重大咨询项目“创新设计发展战略研究”启动以来，项目组开展了广泛深入的调查研究。在近 20 位院士、100 多位专家共同努力下，咨询项目取得了积极进展，研究成果已引起政府的高度重视和企业与社会的广泛关注。“提高创新设计能力”已经被作为提高我国制造业创新能力的重要举措列入《中国制造 2025》。

当前，我国经济已经进入由要素驱动向创新驱动转变，由注重增长速度向注重发展质量和效益转变的新常态。“十三五”是我国实施创新驱动发展战略，推动产业转型升级，打造经济升级版的关键时期。我国虽已成为全球第一制造大国，但企业设计创新能力依然薄弱，缺少自主创新的基础核心技术和重大系统集成创新，严重制约着我国制造业转型升级、由大变强。

项目组研究认为，大力发展以绿色低碳、网络智能、超常融合、共创分享为特征的创新设计，将全面提升中国制造和经济发展的国际竞争力和可持续发展能力，提升中国制造在全球价值链的分工地位，将有力推动中国制造向中国创造转变、中国速度向中国质量转变、中国产品向中国品牌转变。政产学研、媒用金等社会各个方面，都要充分认知、不断深化、高度重视创新设计的价值和时代特征，

共同努力提升创新设计能力、培育创新设计文化、培养凝聚创新设计人才。

好的设计可以为企业赢得竞争优势，创造经济、社会、生态、文化和品牌价值，创造新的市场、新的业态，改变产业与市场格局。“中国好设计”丛书作为“创新设计发展战略研究”项目的成果之一，旨在通过选编具有“创新设计”趋势和特征的典型案例，展示创新设计在产品创意设计、工艺技术创新、管理服务创新以及经营业态创新等方面的价值实现，为政府、行业和企业提供启迪和示范，为促进政产学研、媒用金协力推动提升创新设计能力，促进创新驱动发展，实现产业转型升级，推进大众创业、万众创新发挥积极作用。希望越来越多的专家学者和业界人士致力于创新设计的研究探索，致力于在更广泛的领域中实践、支持和投身创新设计，共同谱写中国设计、中国创造的新篇章！是为序。

A handwritten signature in black ink, appearing to read '李锐' (Li Rui), written in a cursive style.

2015年7月28日

目录

CONTENTS

第一章 绿色设计概述	001
1.1 设计与可持续发展	002
1.2 什么是绿色设计?	004
1.3 绿色设计的发展趋势	005
1.4 本书的绿色设计案例	013
1.5 结语	018
第二章 材料创新案例	019
2.1 石头纸: 以无代有的产品创新	020
2.2 与竹共舞: 竹材在复合材料中的应用	026
第三章 产品创新案例	033
3.1 导光管: 不需要用电的照明设计	034
3.2 智控太阳能热水器: 智慧清洁能源	040
3.3 建筑外墙垂直绿化系统	047
3.4 好孩子婴儿推车: 从摇篮到摇篮的循环新生之路	053
第四章 服务创新案例	061
4.1 爱回收网: 二手电子产品的新生	062
4.2 永久: 产品-服务体系设计助力老品牌转型	069
第五章 系统创新案例	077
5.1 上汽集团: 汽车设计中的绿色价值	078
5.2 华为: 以绿色设计管理构建循环经济模式	084
5.3 海尔: 绿色家电战略体系	092
5.4 银香伟业: 超越有机循环的有机共生经济系统	099
参考文献	107



设计与可持续发展

自 18 世纪中叶以来，以机械化、电气化和信息化为特征的三次产业革命全方位地、深远地影响了人类的生产和生活方式，也加速了对资源、能源的消耗和环境的影响，给地球的环境容量和生态平衡带来了前所未有的挑战。

20 世纪 60 年代，蕾切尔·卡森（Rachel Carson）出版《寂静的春天》^[1]，对人类活动给自然环境带来的负面影响进行深刻反思，人类发展和环境容量之间的关系，被不断提到议事日程上来。1972 年罗马俱乐部发布《增长的极限》，提出地球粮食、资源和环境的有限性决定了人口和经济增长的极限^[2]。用全新方式管理地球的资源和发展被提到议事日程，最终促成了 1983 年联合国世界环境与发展委员会的成立。1987 年这个委员会在报告《我们共同的未来》（也称《布伦特兰报告》）中正式提出了“可持续发展”的概念，把环境保护和经济发展这两大各执一词的阵营拉到了共同协作的谈判桌上^[3]。

之后，1992 年里约热内卢联合国环境与发展大会的《21 世纪议程》和《气候变化框架公约》、1997 年日本京都联合国气候大会的《气候变化框架公约——京都议定书》、2000 年联合国秘书长安南的《千年行动计划报告》、2002 年约翰内斯堡联合国可持续发展世界首脑会议的《约翰内斯堡可持续发展宣言》、2009 年哥本哈根世界气候大会的《哥本哈根

协议》和 2015 年的巴黎气候变化大会的《联合国气候变化框架公约》等各个文件从政治上界定了可持续发展的全球责任。

在设计领域，富勒（Buckminster Fuller）用大系统的视角思考一些人类面临的大问题，他在 20 世纪 30 年代就开发了戴马克松（Dymaxion）节能工业化住房系统，启发了之后很多的生态建筑设计；60 年代发布“曼哈顿穹顶”，思考地球的资源枯竭后人类如何生存^[4]。1970 年帕帕奈克（Vector Papanek）在瑞典出版了《为真实的世界设计》，他指出设计除了创造商业价值之外，更是一种推进社会变革的因素。他甚至夸张地指出因为设计客观上担当了消费主义帮凶的角色，因而成为“世界上危害最大的专业之一”^[5]。抛开那些博人眼球的说法，他的本意是在地球资源有限的前提下，设计应该担负生态和社会责任，并为保护环境和创造更美好的世界服务。

富勒和帕帕奈克结合社会福祉和环境资源视角下的前瞻设计思考，被越来越多的人接受，并推动了设计界关于设计如何贡献可持续发展的思考和实践，可持续设计逐渐成为设计学科的一个重要发展方向。其中有代表性的著作包括帕帕奈克的《绿色紧迫：朝向真实世界的绿色设计》^[6]，托尼·弗莱（Tony Fry）的《“去未来”——新的设计哲学》^[7]，马丁·查特（Martin Charter）和乌苏拉·泰斯奈尔（Ursula Tischner）的《可持续解决策略》^[8]，威廉·麦克唐纳（William McDonough）和迈克尔·布朗嘉特（Michael Braungart）的《从摇篮到摇篮》^[9]，丹尼尔·瓦莱欧（Daniel Vallerio）和克里斯·布莱泽（Chris Brasier）的《可持续设计——可持续和绿色工程的科学》^[10]，卡罗·维佐里（Carlo Vezzoli）和伊季欧·曼齐尼（Ezio Manzini）的《环境可持续设计》^[11]，司徒阿特·沃克尔（Stuart Walker）的《可持续设计手册》^[12]，冈特·鲍利（Gunter Pauli）的《蓝色经济》^[13]，保罗·霍肯（Paul Hawken）、阿莫瑞·路文斯（Amory B. Lovins）和亨特·路文斯（L. Hunter Lovins）的《自然资本主义，创造下一轮产业革命》^[14]等不少著作，把设计对环境影响的关系拓展到经济、社会和文化可持续的层面加以讨论。

1.2

什么是绿色设计？

绿色设计

是可持续设计的基础和核心。它是指以环境可持续发展为目的或特征的设计。也就是通过设计，在产品和服务的整个生命周期，降低人类生产和生活对环境的负面影响，包括从材料选择、生产和制造过程、包装与运输、使用、回收再利用的整个过程^[15]。绿色设计以其形象的说法，在社会上被广泛讨论和接受，对推广“担负环境责任”的设计起到了积极的作用。

“设计是人类有目的创新实践活动的设想、计划和策划，是将信息、知识、技术和创意转化为产品、工艺装备、经营服务的先导和准备，决定着制造和服务的品质和价值”^[16]。作为一种战略性地解决问题的方法和流程，设计处在产业链、创新链的源头。一方面，一个系统的环境影响，在源头就已经由设计决定；另一方面，我们可以利用设计不断改善原有系统，以实现更少的资源消耗和更小的环境影响，进而对环境进行修复和改善。

绿色设计的核心是“4R1D”，就是减量（Reduce）、再利用（Reuse）、再循环（Recycle）、可恢复（Recover）、可降解（Degradable）。也就是说，不仅要减少物质和能源的消耗，减少有害物质的排放，而且要使产品及零部件能够被方便地分类回收、降解、再生循环、重新利用甚至实现生态恢复^[17]。

1.3

绿色设计的发展趋势

1) 从浅绿走向深绿

a 由“点”到“链”

我们经常可以看到很多设计，往往是因为某些在环境友好方面的考量，而被称作“绿色设计”。比较典型的有：用环保纸设计的包装和家具、各种LED灯具、可降解塑料制成的日用品、各式各样的节能降耗的产品等。不少上述产品，尽管在某个环节通过减量、再利用或再循环，降低对环境的影响，但由于没有从产业链以及产品全生命周期进行整体和系统的考虑，因此很可能只是某个“点”上的绿色设计。

我们要承认这些设计比帕帕奈克批评的那些不负责任的设计在意识上有了不小的进步，但也要意识到“点”上的绿色对整个环境的贡献还是非常有限。举例来说，用再生纸做的一次性纸杯，可能比普通纸杯的绿色表现要强一些，但未必比一个玻璃杯更加绿色。因此，必须要从“点”上的绿，拓展到“链”上的绿，进行基于“生命周期”的评估或设计（Life Cycle Assessment/Design, LCA/LCD），也就是要考虑从材料选择，到生产工艺、到运输、到使用和废弃的全生命周期的绿色表现。全生命周期的设计，不仅关注静态的、实物的评价和设计，同时也关注过程、动态、系统，它对各个环节提出了要求，包括产品部件的可拆卸、可回收、可维护、可重复利用等。例如，通过易于拆卸的结构或者模块化设计，以便实现维修替换以及产品报废后的回收利用；以产业化方式对废旧产品进行修复和改造的再制造设计等^[18]。

日本佳能（Canon）公司在产品设计之初就注重产品性能与节能环保的高度融合。除了严格限制产品中有毒物质的使用，还通过产品轻量化与小型化的设计、生物塑料等绿色原材料的使用以及生命周期评估（LCA）方法的确认等措施，严格把控每件产品在整个生命周期中的 CO₂ 排放量，促进环境保护和人体健康。其绿色设计系统主要包括环境信息设计准则及产品评估准则两部分，环境信息系统则包括产品环境特性管理系统、绿色材质信息系统、绿色供应链管理、生产管理、环境信息系统（含法律法规、绿色标志、设计案例及材质特性等），可用来评估产品的绿色特性^[19]。

从“点”拓展到“链”，不仅是评估的考察因素和范围产生了变化，更重要的是设计关注的对象也发生了变化。从之前对终端产品的关注，逐步拓展到了对流程、服务、商业、系统的设计。特别是产品服务体系设计（Product Service System Design），通过服务取代产品，减少的产品的生产数量，从而减少资源的使用和浪费，实现“消耗更少、生活更好”。这个拓展过程就是绿色设计“由浅入深”的发展过程。

b 由“线性”到“循环”再到“系统”

以资源消耗链和产业链的产品生命周期视角审视绿色设计，延长产品的生命周期，是朝向“深绿”的一大步；但如果不能从根本上改变这种商品从原材料到被制造、销售、使用直至成为废弃物的资源消耗线性模式，仍然无法改变资源终究走向坟墓的结局。因此，要实现资源和能源利用的可持续，从“线性”到“循环”成为一种必然解决策略。循环可以使废弃物通过再利用重新成为资源。同时，如果把人类社会的多条资源和能源的消耗链当作一个复杂系统对待，某些子系统的废弃物，可能就成为另一子系统的资源。例如，工业生态学将废物视为输入闭环过程，从一开始就基于以降低对全球环境影响的角度来设计生产工艺，使得自然资源得以恢复，整个工业系统的表现接近自然系统^[10]。

设计的任务就是从源头、从整个系统角度进行优化，以实现环境综合影响最小化，才是真正“深绿色”的设计。例如，通过产品服务体系设计从单独的生产循环转变到将生产循环和消费循环加以整合，作为一个系统来对待^[20]。生产企业把制造出来的产品当作可以经营和管理的资产，从销售产品到提供服务。产品生产企业负责对产品全生命周期的服务后，可以有效地降低产品在全生命周期的资源消耗、使用和维护成本。

麦克唐纳等人提倡的“从摇篮到摇篮 (Cradle to Cradle, 简称 C2C)”理念,从“养分管理”出发,在产品设计之初就考虑了两种循环系统:生态循环及工业循环,两种循环的材料和产品,各自回到各自的循环,将可再利用的材料同级或升级回收,再制成新的产品,实现产品供应链、产品本身及回收再利用全过程对环境的友好^[9]。“从摇篮到摇篮”的理念可以应用在不同尺度的设计中,从产品到建筑到城市再到整个产业。艾伦·麦克阿瑟基金会 (Ellen MacArthur Foundation) 提出要优化设计系统而不是组件,使得所有的原料和能源在不断进行的经济循环中得到合理利用,从而把经济活动对自然环境的影响控制在最小的程度^[21](图 1-1)。

C. 由“技术”到“经济”再到“社会”

绿色设计离不开技术。新材料、新能源、新工艺、新流程、新系统,都

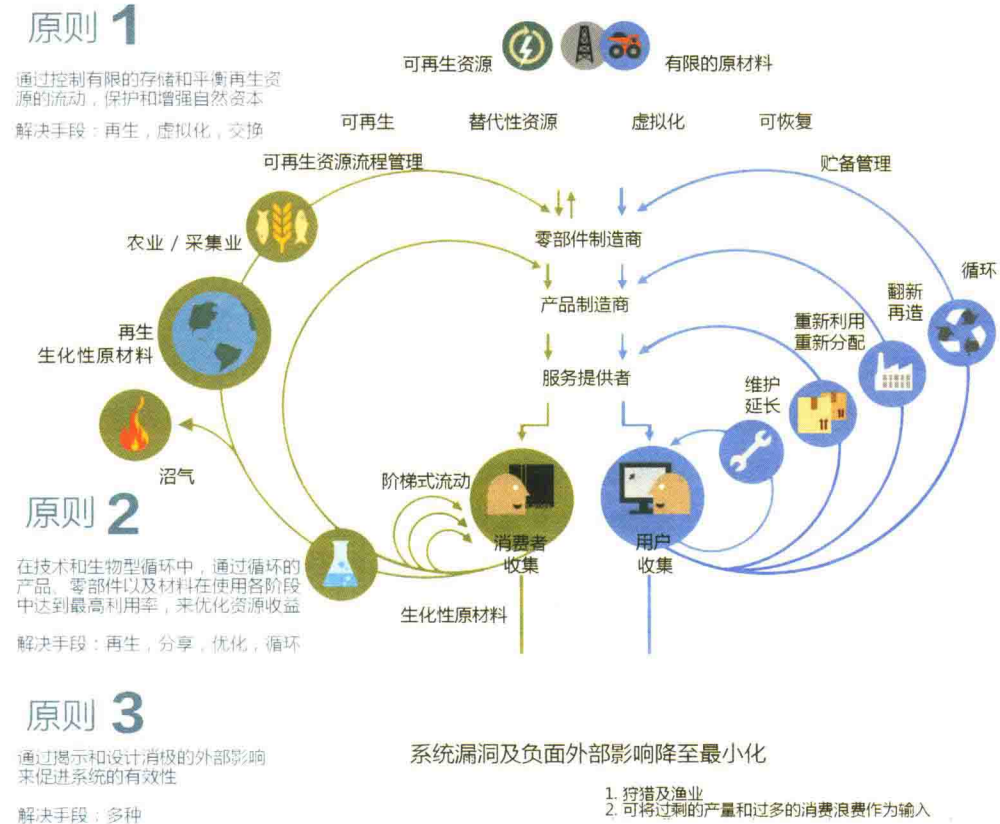


图 1-1 循环经济概念图
(图片来源: Ellen MacArthur Foundation. Towards the circular economy: economic and business rationale for an accelerated transition)

是绿色设计新技术发明、应用的重要领域。通过设计,创新发明、技术能得以扩散,对人类的生产和生活产生影响。2009年,罗马俱乐部的魏伯乐(Ernst Ulrich Von Weizsacker)推出了他的新书《五倍级》。指出通过技术革新,可以在交通、建筑、农业、钢铁与水泥等传统高消耗产业的资源生产率提高5倍(资源消耗强度减少80%),从而实现全球经济的转型^[22]。

但绿色设计远不仅仅是一个技术问题。《五倍级》一书中,也重点指出了政策法规(税收)、市场规律、政治体制的影响。在现代社会,经济扮演了关键角色,事实上环境问题正是通过向“经济问题”的转化,才得到了越来越多人的重视和支持。例如,冈特·鲍利的“蓝色经济”,正是从经济角度关注循环。他提出应该充分利用本地资源,串联能量、养分链,生产无污染、无排放的产品和服务,使废弃物成为资源输入,产生多股现金流和利润流,以创造更多创业和就业机会^[23]。2012年,艾伦·麦克阿瑟基金会发布题为《建立循环经济:经济和商业理由加速转型》的报告,提出把经济活动组织成“自然资源—产品和用品—再生资源”的闭环式流程。

技术必须通过创意,运用于生产或者生活,借助有效的商业模式,才能更好地实现扩散,成为生产力,推动经济发展,产生社会影响,而这一过程,就是设计的过程。同时,一个强有力的经济模式又离不开社会和大众的支持。“深绿色”的新经济模式是和全新的生活和生产方式紧密相连的。就拿产品服务体系而言,它具有“在世界范围内提高生活质量的潜力;但是,这种改变会要求一种文化转变,形成关注于质量和结果的新的价值……对于发展中国家来说……它能使他们超越以个人拥有物品为特征的发展阶段”^[20]。但问题的关键,某些发展进程的“跨越”,又会牵涉到公平问题和复杂的国家感情:“为什么发达国家享受过了,就不让发展中国家尝试?”在这层意义上而言,技术问题和经济问题又转化为社会问题和政治问题。

2) 从设计 2.0 走向设计 3.0 (创新设计)

a. 设计 3.0 和深绿色设计

设计先后经历了农耕时代的传统设计、工业化时代的现代设计和知识网络时代的创新设计,可以分别用设计 1.0、设计 2.0、设计 3.0 来表征

(图 1-2)。各个时代设计的本质内涵、设计与制造的关系、设计的资源要素、设计的价值拓展都呈现不同的特征。进入全球知识网络时代,科学技术、经济社会、文化艺术、生态环境等信息知识大数据创新发展,设计价值理念、方法技术、创新设计人才团队和合作方式也将持续进化发展^[24]。

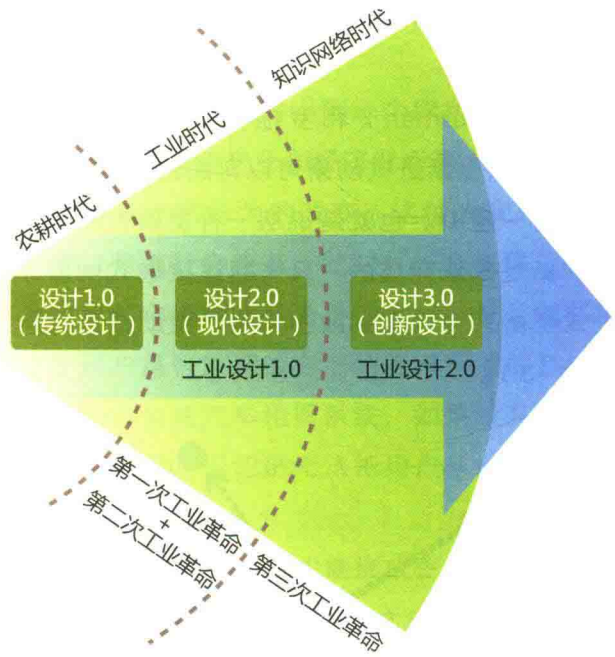


图 1-2 设计的进化——创新设计

相对应,设计在由“浅绿”到“深绿”的过程中,也一样有设计 1.0 至设计 3.0 的不同应用。设计的对象既包括产品,也拓展到了流程、服务、体验、商业模式、系统,设计的目标也从一些“看得见”的绿色因素,到环境影响、实现创新、商业成功和生活品质提升的综合。可以说,越是“深绿”的设计,牵涉的设计对象就越广泛,也越需要战略和系统的思维、方法和工具。3.0 时代的绿色设计涉及复杂的社会技术系统,特别是人员和技术的非线性组合。智能、超常、全球、网络协同、个性化、定制式创造、新经营服务方式、信息网络 / 物理系统融合等将成为全球知识网络经济时代绿色设计的新问题和新特征。

从改进表现到范式创新

绿色设计一般有两思路,一是在现有系统的基础上改进,也就是在现