

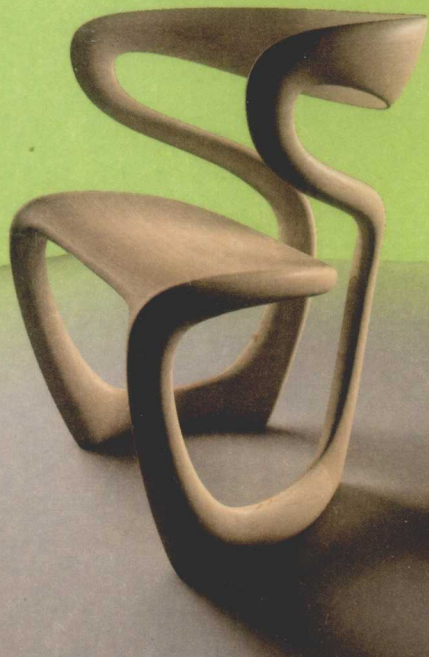
计算机辅助

工业设计

○ 张祖耀 朱 媛 编著

 高等教育出版社

全国教育科学“十一五”规划课题研究成果
高等院校工业设计专业系列教材



计算机辅助 工业设计

○ 张祖耀 朱 媛 编著
高等教育出版社

全国教育科学“十一五”规划课题研究成果
高等院校工业设计专业系列教材

图书在版编目 (CIP) 数据

计算机辅助工业设计/张祖耀, 朱媛编著. —北京: 高等教育出版社, 2009. 9
ISBN 978-7-04-027495-0

I. 计… II. ①张… ②朱… III. 计算机辅助设计: 工业设计—高等学校—教材 IV. TB47-39

中国版本图书馆CIP数据核字(2009)第113724号

策划编辑 梁存收	责任编辑 周素静	封面设计 王凌波
版式设计 王凌波	责任校对 刘 莉	责任印制 朱学忠

出版发行 高等教育出版社	购书热线 010-58581118
社 址 北京市西城区德外大街4号	咨询电话 400-810-0598
邮政编码 100120	网 址 http://www.hep.edu.cn
总 机 010-58581000	http://www.hep.com.cn

经 销 蓝色畅想图书发行有限公司	网上订购 http://www.landaco.com
印 刷 北京佳信达欣艺术印刷有限公司	http://www.landaco.com.cn
	畅想教育 http://www.widedu.com

开 本 787 × 1092 1/16	版 次 2009 年9月第1版
印 张 13.75	印 次 2009 年9月第1次印刷
字 数 260 000	定 价 36.00元(含光盘)

本书如有缺页、倒页、脱页等质量问题, 请到所购图书销售部门联系调换。

版权所有 侵权必究

物料号 27495-00

郑重声明

高等教育出版社依法对本书享有专有出版权。任何未经许可的复制、销售行为均违反《中华人民共和国著作权法》, 其行为人将承担相应的民事责任和行政责任, 构成犯罪的, 将被依法追究刑事责任。为了维护市场秩序, 保护读者的合法权益, 避免读者误用盗版书造成不良后果, 我社将配合行政执法部门和司法机关对违法犯罪的单位和个人给予严厉打击。社会各界人士如发现上述侵权行为, 希望及时举报, 本社将奖励举报有功人员。

反盗版举报电话: (010) 58581897/58581896/58581879

反盗版举报传真: (010) 82086060

E-mail: dd@hep.com.cn

通信地址: 北京市西城区德外大街4号

高等教育出版社打击盗版办公室

邮 编: 100120

购书请拨打电话: (010) 58581118

序

我一直认为，工业设计不仅是一门富于“行”的学科，更是富于“思”的学科。

所谓“行”，就是行动、实践、操作活动等。

所谓“思”，就是思想、思维、思考。工业设计不仅要谈设计程序与设计方法等涉及“怎么做”这一“行”的方法论问题，更要论及“为什么要这么做”这一涉及设计本体论的“思”的问题。“工业设计应当通过将‘为什么’的重要性置于对‘怎么样’这一早熟问题的结论性回答之前，在人们和他们的人工环境之间寻求一种前摄的关系”（《2001 汉城工业设计家宣言》）。因此，“思”的问题，即“为什么”的问题，应该成为工业设计教学与研究中的首要内容之一。因为背离目的的设计活动无论在其后的设计实践中如何精彩与动人，都是失败的。因此，设计活动的首要问题应是思想而不是实践，这与工程活动恰恰相反。“工程活动的本质是行动而不是思想，是实践而不是设计。”^①

工业设计的“思”，首先是指对设计目的、设计思想、设计观念、设计价值、设计意义、设计理念与设计原则等的研究及探求；然后是对设计程序、设计方法等的研究。也就是说，“思”既涉及本体论层面，也涉及方法论层面。

“思”的重要性是不言而喻的。

比如，我们对工业设计学科一直缺乏系统的、清晰的、明确的、本质的认知，这与缺乏“从文化高度、以文化视野”观察、分析并研究工业设计学科密切相关。也就是说，如果我们不能从文化的高度、以文化的视野去“思”考工业设计，那么工业设计的学科性质、工业设计的本质等这些涉及工业设计学科本体论的结构与内容，将永远被工业设计的视觉化追求遮蔽着。一个学科只有把它置于人类文化的结构中，考察它与其他文化结构要素的相互关系与作用，即它的“本质与力量”在其他文化要素或学科上的“映射”与“外化”，才能

^① 李伯聪. 工程哲学引论. 郑州：大象出版社，2002：22.

体现出它的性质与特征。正如测试一个人力量的大小，只有通过他把对手摔倒在地，或把一块大石头搬起、改变其位置等这些力量“映射”与“外化”的特征才能得知，一个学科的性质是不可能在其自身的封闭体系中苦苦“寻求”而得到的。

比如，若把人的需求放到哲学范畴中“思”考，许多感觉上“满足人的需求”的所谓人性化设计其实是非人性化的。因为当把“人—物”系统推进到“人—物—环境”系统中时，设计“满足人的需求”的目标也就被提升为设计“满足人的需求”与“满足环境许可”的双重要求。只有在“环境许可”条件下的“人的需求”的满足，设计才是可持续发展的，设计才具有完全意义上的“人性化”。

另外，“人的需求”如果失去“人的终极发展目标”的引导，满足“人的需求”的所谓人性化设计也必将异化为非人性化设计而走向设计初衷的反面。

比如，我们必须“思”考工业设计学科的系统论特征。工业设计是在“人—物—环境”系统中、在系统最优化前提下的物的求解活动。把物的求解活动置于“系统最优化”的前提下，有其深刻的哲学与人文意义：物作为人与环境的中介——工具与手段，是为实现人的目的服务的。人的某种目的的实现离不开一定环境的制约，因此这一目的最终是在“人—物—环境”系统中完成的，并把该系统的“最优化”作为目的实现的评价体系。这样，物自身是否最优化，“人—物”系统是否最优化都不再是独立的评价物的设计的优劣标准。因为它们的最优化并不一定使“人—物—环境”系统最终达到最优化的结果。这是系统论的基本思想之一。

工业设计引进系统论的思想与方法，使工业设计从初期的艺术灵感论、造型经验论发展为今天可控的科学论与系统论。可以说，工业设计的一个重要特征就是运用系统论的观念、思想和方法进行物的求解，如此这样求解出的物，才能达到预设的目的。

再比如，我们应该“思”考，设计的重点是物还是人。设计的真正重点不是设计了什么，而是针对人在生存与发展进程中产生的种种需求，设计满足了什么。因此，设计的根本在于对人的关怀与尊重，其目的是为人提供选择的多种可能性，将人从各种规定性中解放出来，以“人的方式”建立起人与物、人与自然的和谐关系，人通过对物的驾驭显现自身的尊严。

工业设计历经对技术的关注、对艺术的关注，现在进入对主体的关注，标志着工业设计正从视觉的层面进入思维的层面，从客体的层面进入主体的层面，从作为手段的科学层面进入作为目的的、表明人的智慧的文化哲学层面，这正是工业设计一步步走向“成熟”的标志。

由孙颖莹、卢艺舟等老师编写的这套“高等院校工业设计专业系列教材”表面上属于“行”，即工业设计实践与操作的层面，似乎与上述的“思”关系不大。但从送交到我手上的书稿来看，显然他们在设计方法论层面的“思”有着很多很好的尝试，比如新颖的教学内容编排、对不同课程间内容的相互支撑的重视、选例贴近生活等，他们对设计的思考为教学和设计实践提供了更多指向明确、操作性强的方法与手段。实际上，方法论层面的“思”是离不开本体论层面的“思”的。没有前者的思与行，后者的“思”仅仅是理想，是空想。前者的“思”是后者“思”的具体化与可操作化，后者的“思”则是前者“思”的原则与理念。

近年来，工业设计专业的教材无论在品种上，还是在数量上都有了很大的发展。本套教材是结合国家“十一五”规划课题“我国高校应用型人才培养模式研究”中的重点项目——“艺术设计类专业课程体系改革和教学资源建设”，由浙江理工大学作为艺术类项目牵头单位，在中国美院、浙江科技学院、中国计量学院等学校的热情参与和支持下，以推进高质量有特色的工业设计专业教材和优质数字化资源建设为项目主要建设目标，经过细致规划后推出的。我们希望有更多像这样能体现“思”的深度与广度的教材出现，满足我国工业设计教育快速发展的需要。

教育部工业设计专业教学分指导委员会委员、浙江大学教授
许喜华

2009年8月10日

目 录

001	前言
007	第一章 CAID 诞生——计算机与工业设计结合
007	第一节 新时代的工业设计
012	第二节 计算机和工业设计的结合——CAID
014	第三节 计算机对工业设计的影响
017	第四节 计算机对工业设计师的影响
021	第二章 CAID 概述——聪明的机器
022	第一节 现代制造环境下的 CAID 系统
029	第二节 CAID 系统的基本构成
038	第三节 基于设计软件的 CAID 系统分类
045	第四节 面向设计过程的 CAID 系统
049	第三章 准备阶段的 CAID——设计的管理和调研
049	第一节 面向项目的设计管理
052	第二节 计算机辅助设计调研
069	第四章 概念创意的 CAID——自由地表现
069	第一节 超越传统的电子草图
084	第二节 二维平面的方案表达

098	第三节	基于平面图像的三维快速表现
-----	-----	---------------

107	第五章	立体的 CAID——虚拟的真实
-----	-----	-----------------

107	第一节	计算机三维基础
114	第二节	从平面到立体的建模
121	第三节	三维建模的深化
147	第四节	基于三维的产品人机工程评价

153	第六章	表现的 CAID——华丽地展示
-----	-----	-----------------

153	第一节	产品虚拟展示概述
158	第二节	计算机静态渲染展示
180	第三节	计算机辅助动态交互展示

195	第七章	走向未来的 CAID——无限的可能
-----	-----	-------------------

195	第一节	未来工业设计中的新 CAID
202	第二节	CAID 在工业设计中的未来

205		参考文献
-----	--	------

前言

一、教材选材范围和应用性

从历史的发展上看,从来没有一种技术像计算机技术那样对人类历史产生如此深远的影响,以计算机技术为核心的信息技术使人类进入了一个崭新的时代——数字化信息时代。随着时代的进步和信息技术的发展,计算机已经渗入人们生活的方方面面,广泛应用于各行各业,工业设计也由于计算机的介入而发生着重大的变革,它和计算机的结合创造了一种全新的设计形式——计算机辅助工业设计(CAID),给工业设计带来了全新的方式和理念。因此在信息化的大潮中,如何在创造性的设计过程中更好地使用数字化工具,如何有效地利用计算机技术促进创新设计,将工业设计不断推向前进,成为我们必须关注和研究的问题。

但就目前而言,在很多的企业设计和学校教学中,CAID 却成为 Computer Aided Drawing 的代名词,大家更多关注的是计算机的绘图和表现功能,却忽略了 CAID 在创新方面对设计的帮助和支持,这使得 CAID 在工业设计中真正的价值难以体现。很多时候我们也会由于 CAID 强大的功能,而模糊其作为手段的本质,将手段的进步视为设计的提升,使自己迷失于 CAID 的世界,而难以找到工业设计本来的面目。

更重要的是,在现今的学校教学和课程设置中将计算机辅助设计的内容分成独立的平面、三维和渲染三个部分。虽然这样可以在每个部分的教学中讲得更加深入,但是也由于互相之间的割裂,使得学生很难理解计算机辅助设计在整个设计流程中的连续应用和具体的作用。这样的教学模式很多时候只是瞄准了其中的一点,却失去了对整体的把握,使学生难以形成系统的 CAID 认识和观念,当然在具体的运用中也就会出现许多问题。

本书的主要目的是希望通过结合整个具体的设计流程,对 CAID 概念和应用等进行深入浅出的讲解,从而揭示 CAID 隐藏在计算机背后的更为重要的理

论基础和应用方法,使学生摆脱以往独立的计算机应用观念,建立起一个正确、系统、整体的 CAID 观念。

本书主要由以下三个部分组成。第一部分(第一、二章)主要阐述了 CAID 的诞生过程,及其对工业设计和设计师的影响,以及具体的系统构成。这些是 CAID 的基本概念和理论基础,是教材的基础部分。当然这也使学生对 CAID 有一个全方位的认识和了解,是学生整体把握正确 CAID 观念的基础。

第二部分(第三章到第六章)是本书的重点,主要按照产品设计流程,阐述 CAID 在设计管理、设计调研、平面表达、三维建模、产品展示等各个设计阶段的介入和应用,并以一个“便携 GPS”的设计过程作为各个阶段的实例贯穿始终,使学生进一步了解 CAID 作为一种辅助手段对设计师创新设计的支持和帮助,同时也掌握一些实用的具体方法和手段。

第三部分(第七章)则是对 CAID 未来的展望和总结,使学生了解未来 CAID 发展的趋势。书后所附 DVD 光盘中的应用实例及提升实例的源文件和视频,可以供大家参考。

可以说本书构建起了一种更加整体和系统的计算机辅助设计教学模式,从一个更高的角度—从工业设计具体的过程中去讨论 CAID,去理解 CAID,去应用 CAID。当然由于篇幅所限,在具体设计阶段应用中,具体的软件学习和操作的内容还需要同学参考一些软件工具书来作为相应的补充和完善,各校也可以根据自身的计算机辅助设计课程的特色和安排决定在具体讲授中对设计阶段内容的取舍,书中的提升实例亦可以作为教学的参考和补充。

二、关于本教材使用与教学安排的建议

本书是针对高等院校工业设计专业所编写的教材,适用于工业设计本科以及部分素质较好的高职、高专的教学。CAID 是一门基础课程,使学生可以尽快理解和掌握计算机辅助下的设计表达、设计流程和设计创新。本书的第一部分内容为基础必修内容;第二部分可根据教学情况有选择地进行讲授;第三部分内容可以作了解性质的介绍,也可以结合课程进行深入探究。

针对具体的 CAID 教学,本书提供一个关于课程教学和安排的建议,供大家参考。错漏在所难免,欢迎同行批评指正。

1. 下表是编者根据 CAID 课程的特点,对课程特点、教学方法、教学安排和课堂练习及作业的一些参考意见。

课程名称	课程类别与特性	课堂讲授	作业和练习	考核和展示
计算机辅助工业设计 (CAID)	CAID 属于学科基础课程, 以计算机技术对工业设计的支持和应用教学为主体, 并融入了具体的设计过程和思考。突破传统的以软件技能教学为主体的形式, 进入对设计全过程支持的领域, 使学生可以更好地理解和应用。	课堂基本理论和内容讲授以及课堂内讨论和交流占 60%, 具体的 CAID 实例讲解和实践指导占 40%。	课程主要由课堂讨论习题和课程作业两种形式。	课程考核以各阶段课后作业形成的课程作业为主 (占 70%), 并考虑相关的课堂讨论以及平时表现 (占 30%)。
	1. 课程在整体 CAID 理解和把握的基础上, 将传统平面、三维、渲染分离的软件课程结合到以设计过程为基本构架的内容体系上。在应用教学中的每个章节都指向设计过程中一个具体的阶段, 如设计调研、概念记录、形态构建、产品展示等, 并通过结合具体实例的形式引导大家把握 CAID 应用的基本原理和手段, 体会在这些阶段计算机应用所带来的变化和提升。	课堂教学要站在一个整体应用的高度, 摆脱以往关注软件操作的模式, 以理论高度的形式去理解 CAID 的作用和在设计中的地位, 从而建立起正确的 CAID 观念。这里要精讲, 力求明确观念和思路。	通过课堂上对讲授内容的互相讨论增进对 CAID 概念的理解和具体设计阶段的应用方式的掌握。	将优秀作业作为主题展览在学院展出, 同时也建立网络虚拟展示的平台, 构建数字形式的展示, 从而激发学生的动力。
	2. 教学内容主要针对初学 CAID 的低年级学生, 一般在大一的第二学期开课, 以基本理论和基础应用为主。当然高年级也可以以此作为一个理论参考, 提升实例也可以作为深入教学的补充。	实例教学中以点带面, 以实用性的简单实例作为引导和点拨, 精讲其中的要点和手段。具体软件的学习和深入可以让学生结合相应工具书去融会贯通, 并在实践和操作中做适当点拨。使学生在具体的应用中能实践和掌握相应的手段和方法, 而不仅仅停留在理论阶段, 突出本课程的实践特征。	课程作业关注在设计阶段 CAID 的运用实践和对应用手段的理解与掌握。可以以一个简单产品作为对象, 在教学中将课程作业分解成以每个设计阶段为代表的课后作业形式, 将实践与理论相结合, 在建立观念的同时也掌握方法。	
	3. 课程重点在于对 CAID 的整体理解和在设计中创新性的应用, 而不是针对单个或者多个软件的培训, 通过设计过程将 CAID 各个部分内容互相融会贯通, 并将软件的学习也串联起来, 形成对设计更好的支持, 更适合本科的应用性教学。		同时建立往届作业库作为实例和作业分析、讲授、引导的基础。	

2. 本课程主要面对低年级的设计类学生, 一般在一年级的第二学期或者二年级第一学期开设, 课程学时一般为 48 课时。在课程内容方面, 可选择基础和主要的内容在课堂上讲授, 而对于具体的实例可以适当地点拨和讲解, 实

际的基本软件学习、实例操作等实践则作为课后内容要求学生自学解决。下面是对授课章节内容以及具体课时分配的参考建议。

讲授章节及内容	课时分配
第一章 CAID 诞生——计算机与工业设计结合 (课堂讲授 + 专题讨论)	4 课时
第二章 CAID 概述——聪明的机器 (课堂讲授 + 专题讨论)	4 课时
第三章 准备阶段的 CAID——设计的管理和调研 (课堂讲授 + 专题讨论 + 实例点拨)	6 课时 (设计管理 2 课时, 设计调研 4 课时)
第四章 概念创意的 CAID——自由地表现 (课堂讲授 + 专题讨论 + 实例讲解)	12 课时 (电子手绘 4 课时、平面效果图 4 课时、快速三维 2 课时)
第五章 立体的 CAID——虚拟的真实 (课堂讲授 + 专题讨论 + 实例讲解)	10 课时 (建模思路 4 课时、三维建模 6 课时)
第六章 表现的 CAID——华丽地展示 (课堂讲授 + 专题讨论 + 实例讲解)	10 课时 (静态渲染 6 课时、动画展示 2 课时、交互展示 2 课时)
第七章 走向未来的 CAID——无限的可能 (课堂讲授 + 专题讨论)	2 课时

3. 在实践教学中，由于 CAID 课程与计算机的联系相当紧密，特别在具体应用教学阶段需要相应的数字化设备支持，因此浙江理工大学也为计算机辅助设计课程建立了“数字教学实验室”，从而使教学环境和条件更加适合于 CAID 的数字化教学方式。各校可以按照各自的特点和情况具体安排。下面是浙江理工大学“数字教学实验室”的一些照片。





三、本教材编写情况

本书第三到六章由张祖耀（浙江理工大学）编写，第一、二、七章由朱媛（浙江大学城市学院）编写，全书由张祖耀统稿。书中包含了编者在 CAID 实际教学中的一些经验与尝试，真心希望本书能够对设计专业的师生和从事设计的专业人士有所帮助。由于篇幅所限，很多具体和深入的内容无法在有限的图文空间里一一展示，同时由于计算机技术的迅猛发展，加之作者能力所限，书中难免会出现知识点过时和错误，恳请广大读者批评指正。

在本书撰写过程中，得到了很多朋友、同事、同行和前辈的支持与指导。浙江理工大学工业设计系的师生为本书提供了许多帮助，他们为书中的案例提供了丰富的素材，特别是李南老师在电子手绘部分做了大量的工作，在此深表感谢。同时借助联网的发展和普及，得以参考到国内外的一些相关资料，并引用了大量的图片和设计作品，谨对这些作品的作者致以衷心的感谢。

编者

2009 年 4 月

第一章

CAID 诞生

——计算机与工业设计结合

■ 本章主要内容：

计算机技术的快速发展给人类社会和生活带来了巨大的变化，传统工业设计在信息化浪潮的冲击下已不能满足各方面不断增长的需求，数字化和信息化已经成为工业设计发展的新趋势。本章主要通过工业设计在新时代下的特征，以及计算机在发展过程中和设计的结合，阐明计算机辅助工业设计（CAID）的诞生过程，以及计算机技术引入工业设计之后所带来的一系列变化和影响。

■ 教学提示及要求：

要求学生能够了解计算机辅助工业设计（CAID）的诞生和发展过程，了解计算机和计算机辅助工业设计对工业设计产生的深远影响，以及在新形势下如何适应新技术和新手段所带来的变化。

第一节 新时代的工业设计

设计其实自古就有，我们所看到的最原始的器物和工艺品都是经过了当时工匠们的设计和制作，但是这种以手工艺为主体的设计，并不是真正现代意义上的设计的概念，它们最多只能作为设计的萌芽，对设计本身的认识及设计学科的建立，是20世纪以来的产物（图1-1）。



▲ 图 1-1 传统的手工艺产品

工业设计作为人类设计活动中的重要部分，是一门从社会、经济、技术、艺术等多种角度，对批量生产的工业产品的材料、结构、构造、形态、色彩等要素赋予新的品质和规格，以创造出能够满足人们不断增长的物质需求的学科。它是以现代化工业生产为基础，随着人类社会的发展和科学的进步，融合时代的技术、艺术及相关经济活动的一门学科。艺术、科学、经济等这些过去互相隔离的元素，在工业设计这个领域得到了充分的融合。

到现在，工业设计已经过了百年的发展历史，简单来说可以分为以下几个阶段：

第一阶段是工业革命前的设计。这是手工业者的时代，产品基本上都是功能简单的生活用品，人们在满足基本使用功能的前提下，对产品的外观、结构、色彩等进行装饰性的美化。这属于工业设计的萌芽阶段，这一时期还没有出现我们现在意义上的工业设计。

第二阶段是工业革命至第一次世界大战爆发前。这主要是工业革命时期，在这个阶段产生了现代意义上批量生产和批量销售的产品，终结了手工艺体系，现代意义上的工业设计也正是从这个时期开始真正建立起来。

第三阶段是两次世界大战之间。这时期的现代工业设计发展日趋成熟，机械化和批量生产已成为制造业的主流，新材料的运用、新学科的融合、新方法的介入推动了工业设计的发展。这期间德国的包豪斯设计学院奠定了工业设计教学体系的基

础,同时也奠定了经典的功能主义设计的理论和方法。

第四阶段指第二次世界大战后。这时的科学技术发展迅速,它不仅带来了大量新技术、新材料,而且繁荣了消费文化,工业设计在这个时期得到了各个国家的普遍重视,得到了快速的发展,同时也形成了各具特色的设计风格和设计方法。

现在,随着计算机技术和信息技术的发展和应用,社会的信息化程度日益加速:数字化技术将大量信息和数据准确、快速地建立、编辑、保存和传输;计算机强大的信息处理功能,推动众多行业在观念和技术上全面革新;信息产品越来越多地出现,改变着人们的生活、工作方式;不同的学科开始为着同一件产品、同一个项目互相合作、沟通和交流。这一切造就了一个新的时代——信息化时代,整体化、系统化、综合化与多元化的思想在这个时代成为主流。

在信息化时代中,市场对产品的性能、价格和更新速度提出更加苛刻的要求,多样化、趣味化、个性化、小批量生产等成为新的趋势,在这种情况下,传统的产品设计方法已经不能满足瞬息万变的市场需求。因此在信息化大潮的推动下,工业设计也进入发展的新纪元,迈入信息时代(图1-2)。



► 图1-2 各个工业设计发展时期的产品

在这个信息时代中的工业设计,已突破了传统的界限,它实质上更多的是一个对多种信息进行收集、筛选和重组的过程。信息时代的工业设计呈现出自己在新时代中的新特点:

第一,工业设计范围的扩展。

区别于以往简单的物质载体的产品,信息时代的产品特征发生了很大的变化: