

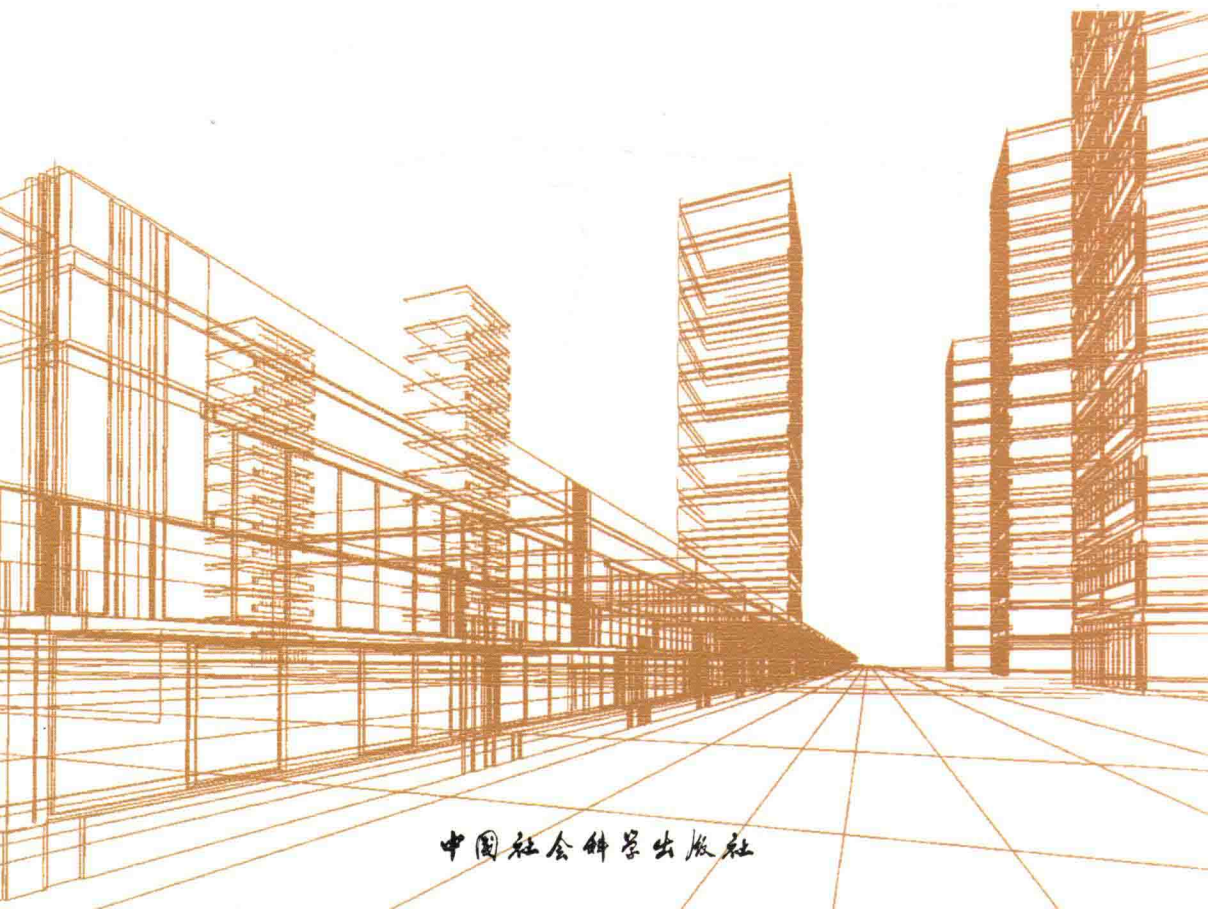
◆ 创新思维译丛

Engineering Design Methods:

Strategies for Product Design (Fourth Edition)

工程设计方法： 产品设计策略

[英] 奈吉尔·克洛斯◎著 吕博 胡帆◎译
(Nigel Cross)



中国社会科学出版社

◆ 创新思维译丛

Engineering Design Methods:

Strategies for Product Design (Fourth Edition)

工程设计方法： 产品设计策略

[英] 奈吉尔·克洛斯◎著
(Nigel Cross)

吕博

胡帆◎译



中国社会科学出版社

图字:01 - 2013 - 6714

图书在版编目(CIP)数据

工程设计方法:产品设计策略/(英)克洛斯(Cross, N.)著;吕博,胡帆译. —北京:中国社会科学出版社, 2015. 5

(创新思维译丛)

书名原文:Engineering Design Methods:Strategies for Product Design
(Fourth Edition)

ISBN 978 - 7 - 5161 - 6189 - 0

I. ①工… II. ①克…②吕…③胡… III. ①产品设计—方法
IV. ①TB472

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2015)第 117589 号

出 版 人 赵剑英
责任编辑 陈雅慧
责任校对 黎玲玲
责任印制 王 超

出 版 中国社会科学出版社
社 址 北京鼓楼西大街甲 158 号
邮 编 100720
网 址 <http://www.csspw.cn>
发 行 部 010 - 84083685
门 市 部 010 - 84029450
经 销 新华书店及其他书店

印 刷 北京明恒达印务有限公司
装 订 廊坊市广阳区广增装订厂
版 次 2015 年 5 月第 1 版
印 次 2015 年 5 月第 1 次印刷

开 本 710 × 1000 1/16
印 张 14
插 页 2
字 数 209 千字
定 价 55.00 元

凡购买中国社会科学出版社图书,如有质量问题请与本社营销中心联系调换
电话:010 - 84083683

版权所有 侵权必究

All Rights Reserved. Authorized translation from the English language edition published by John Wiley & Sons Limited. Responsibility for the accuracy of the translation rests solely with China Social Sciences Press and is not the responsibility of John Wiley & Sons Limited. No part of this book may be reproduced in any form without permission of the original copyright holder, John Wiley & Sons Limited.

中文版序言

我很高兴《工程设计方法》能够有中文版面世！此前，本书已被翻译成日语、韩语、西班牙语。其英文版，作为工程及工业设计课的课堂教材，已在英国、美国等多个国家被广泛使用。

本书第一版完成于上世纪 80 年代末，并于 1989 年由英国 Wiley 出版社首次出版发行。从第一版问世到第四版发行，每次再版过程中都会有大量全新内容被添加进来。这些新内容不仅有近年来出现或发展起来的新型设计方法，还有对工程产品设计中的设计行为进行拓展性讨论的新章节和新补充。

我很高兴本书中文版能够顺利完成，同时也感谢两位译者为此所做的努力。我知道翻译并不是一件容易的事情，因为我在书中会经常使用一些未必有中文与之直接对应的短语与词汇。

工程设计方法领域正在持续的发展壮大。尽管设计过程变得愈加复杂，但随着设计研究的进行，人们对它的理解也变得愈加透彻与全面。尤其在中国，有关这一领域知识的认知和应用均已取得了长足的进步与发展。希望我的这本小书可以为更多的中国学生提供帮助，从而培养他们对工程产品设计的兴趣，增进他们在产品设计中的设计技能。

奈吉尔·克洛斯 (Nigel Cross)

2015 年 5 月

引言

本书以帮助设计者设计出成功产品为目标，向读者介绍了一种战略性的设计途径和一系列不同的设计方法。其使用对象主要针对广大工程设计和工业设计专业的学生与教师。尽管书中主要强调的都是和工程有关的产品设计，但其中教授的大部分设计准则和方法在其他类型的产品设计中也同样适用。值得一提的是，本书将重点关注设计问题的定义、设计的概念化阶段以及设计的实体化阶段，而非大多数工程类教材中所强调的细节设计。读者在学习本书时可以结合一些具体的设计项目或练习，从而在实践过程中充分发挥本书功效，达到认识和阐明设计问题，产生并评估解决方案的目的。

本书的第四版历经又一次的补充修改与完善。一种新的设计方法——用户场景法，被添加进了本书的核心部分。这种方法的引入使得集成式的设计流程模型变得更加完整。书中有关设计方法的章节也将围绕着这一模型逐一展开。除此之外，在讲述设计方法的章节中（第五章到第十二章），作者还新添加了一些相关方法的应用实例。可以说，本书绝不仅仅是一本设计流程的说明手册：贯穿始终的还有对设计准则和设计实践的讨论与剖析。

本书由三部分组成。第一部分，理解设计，综合概述了设计行为的本质、设计者的天然技巧与能力，以及设计的流程模型。第一章介绍了设计者通常会从事的设计行为，并对设计问题的特殊属性、结构进行了讨论。第二章分析讨论了设计者在处理问题时的认知能力，并

对设计者在学习培养“设计师式”技能时会涉及的几点问题进行了概括。第三章回顾了若干有助于设计者构建设计方案的设计流程模型，并对一种新型的综合了设计程序性与结构性的集成式模型进行了推荐。

第二部分，进行设计，具体说明了在设计的不同阶段，设计工作应如何展开。第四章对设计方法领域进行了回顾，并介绍了一些有助于设计者培养创造性思维的方法和手段，此外，在下几章中会出现的若干合理性方法也将在本章中得到简要说明。第五章到第十二章可以被视作一部有关设计方法的说明手册，其内容清晰明了，学生在自学的过程中便可将其中的方法要点悉数掌握。这八章将依照典型的设计的流程顺序进行安排，每个流程应使用的设计方法都将在相关章节中得到具体的阐明。每一章都会对应一种不同的设计方法，并以一种标准的分步渐进的方式进行表达，随后，作者会对该方法的使用步骤进行总结，并通过一组实例对其加以分析，每一组实例中都会包含一个完全可行的案例作为该章的结尾。本书将要介绍的八种设计方法分别为：用户场景法、目标树法、功能分析法、性能规格分析法、质量功能展开法、形态学图表法、目标加权法以及价值工程法。

第三部分，管理设计，将从产品设计者和企业管理者的角度出发，对设计的管理问题进行讨论。第十三章概述了一种战略性的设计途径，该途径主张对创造性方法和合理性方法进行有效的综合利用，从而使其更好地满足设计者及设计项目的需求。这种战略性的思考方式其实在本书的各个环节都有所渗透，灵活应对设计问题以及确保好的设计能够最终成功是其强调的重点。第十四章将设计放到了新产品开发这个更为广阔的领域，指出产品设计要想成功，不仅取决于企业的经营战略，还取决于消费者的个人选择。

本书所说的“产品设计”，其实是对工程设计和工业设计这两个传统领域的一种综合，将其称作“工业设计工程”似乎更为恰当。尽管本书主要针对的是产品设计专业的学生（无论他们的课业重心是偏向工程

设计还是工业设计), 但同样可以作为设计入门教材介绍给广大工程专业的教师及从业人员, 从而弥补这部分知识在以往教育中缺失而造成的遗憾。

目 录

引言	(1)
----------	-----

第一部分 理解设计

第一章 设计的本质	(3)
设计行为	(3)
设计问题	(11)
问题结构	(14)
第二章 设计能力	(18)
设计师的观点	(18)
设计师如何思考	(20)
学习设计	(24)
第三章 设计流程	(27)
描述性模型	(27)
规范性模型	(32)
集成式模型	(40)

第二部分 进行设计

第四章 新的设计流程	(45)
系统化流程	(45)

设计方法	(46)
创造性方法	(48)
合理性方法	(56)
第五章 确认产品机会	(59)
用户场景法	(60)
第六章 明确设计目标	(76)
目标树法	(77)
第七章 确定产品功能	(90)
功能分析法	(91)
第八章 设置产品要求	(102)
性能规格分析法	(103)
第九章 明确产品特性	(117)
质量功能展开法	(118)
第十章 生成备选方案	(132)
形态学图表法	(133)
第十一章 评估备选方案	(146)
目标加权法	(147)
第十二章 进行细节改进	(167)
价值工程法	(168)

第三部分 管理设计

第十三章 设计策略	(189)
什么是设计策略?	(189)

设计行为框架	(194)
设计策略控制	(195)
制定设计策略和选择设计方法	(197)
第十四章 产品开发	(200)
产品设计	(200)
产品规划	(201)
产品创新	(204)
参考文献	(210)

※ 第一部分 ※
理解设计

第一章 设计的本质

设计行为

人们总是设计出不同的产品。人类最基本的特征之一就是通过制造各种工具及物品来满足自身的需求。需求在不断变化，人们对自己制造的东西也在不断地审视，进行着改良，新的构想会从中产生，新的产品会随之出现。于是，整个世界便充满了各式各样的工具、器皿、机器、建筑、家具、服装，以及许多人们需要或想要的，能使生活更加美好的东西。可以说，除了大自然，我们周围的一切都源于设计。

在传统的以手工业为主的社会里，构想，或者说“设计”，从未和制造真正脱离过。也就是说，在制造行为开始前，通常并没有制图或建模这一步。比如，早期工匠在制作陶罐时，并不会事先画好草图，而是直接在黏土上雕琢加工。然而，在现代的以工业为主的社会里，设计和制造通常会彼此分离。设计过程不结束，制作过程往往也无法开始。在某些设计领域，如电子工业，花在设计上的时间可能会长达数月，而制造单个产品所花的平均时间则可能仅几小时或者几分钟。

要想理解这种现代的设计行为（design activities），一种或许可行的方法就是从结果入手，即以设计已经结束，制造可以开始这个时间点为起点，进行反推。如果制造无法在设计结束前开始，那么至少我们可以弄清设计过程（design process）中需要完成或实现的是什么。每一款需要制造的产品都要有一份具体的设计说明与之对应。该说明应详尽到无

须制造人员再做任何决定，产品的尺寸、表面处理方式、材料、颜色等信息都应在其中得到具体的阐明。

从某种意义上来说，设计者如何完成设计并不重要，重要的是他们能否提供出最终的产品设计说明。当客户向设计者索要“设计”时，其实就是在索要产品的“设计说明”。这是所有设计行为的焦点及终结所在。

设计的表达 (Communication of designs)

设计行为中最为关键的一项活动，就是制定最终的产品设计说明。该说明要以一种易于理解的方式传达给产品的制造人员。鉴于对这一点的考虑，目前，最为人们所广泛使用的设计表达方式便是绘图 (drawing)。对于那些简单的，如门把手这样的设计而言，一张图纸或许就已足够；对于那些较为大型、复杂的，如整栋大楼的设计而言，数百张图纸也极有可能；对于那些极为复杂的，如化工厂、飞机、大桥的设计而言，上千张图纸也在所难免。

这些设计图的内容从相当概括的总体介绍到极为精准的细节说明，各有不同。前者，如平面图、立面图、总体布置图，展示了产品的大致“概观”；后者，如剖面图、细节图，确切指明了产品应如何制造。考虑到必须传达出准确的指令，避免理解上的歧义，所有设计图在绘制时都会遵循某些既定的规范、准则和惯例。比如，如何在一张图纸上对产品的若干相关视角图进行排列，如何标明不同种类的材料，如何规定产品尺寸，等等。因此，学会看图和制图也是设计教学中的一项重要内容。

在这些设计图中，通常会包含一些额外的注释信息。尺寸标注就是其中的一种。此外，一些文字类的说明也可能会出现其中，如图 1-1 中就加入了对使用材料的说明。

除了图纸，设计中可能还会涉及一些其他形式的规格说明。比如，设计者就经常被要求提供完整的产品零部件清单，以及每款零件的准确数量。有关产品制造标准及工艺质量的文字规定有时也须包含其中。某些时候，当目标产品极为复杂或罕见时，设计者还会通过制造三维实体

模型或样机的方式对设计进行表达。

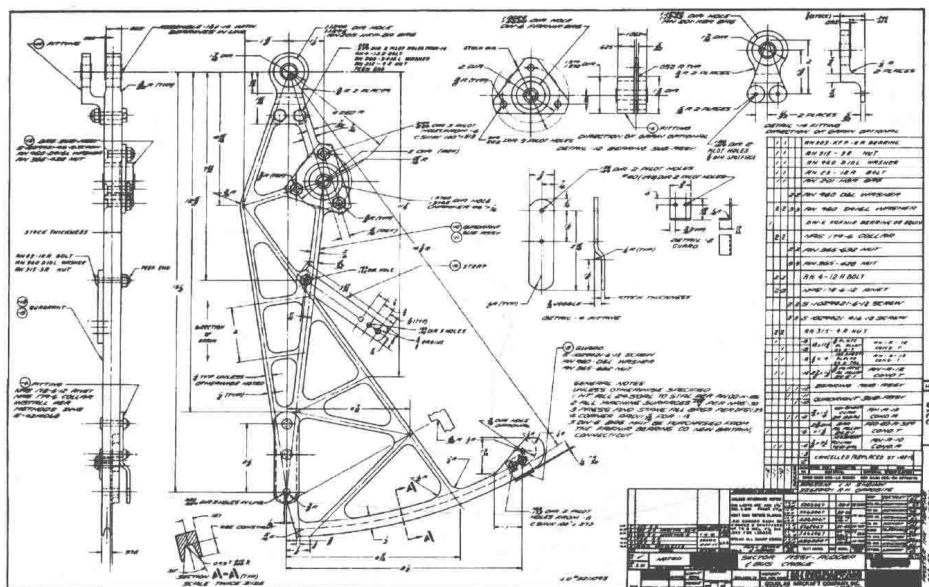


图 1-1 设计的表达：工程设计细节图典型示例

尽管如此，绘图，还是毋庸置疑地被视作最有效的设计表达方式。图画能够直观有效地呈现出目标产品的最终式样，这种认识和理解对于产品的制造人员来说极为重要。

现如今，产品的制作并不总是由人来完成，一些则是由非人工直接操作的机器完成。这些机器可能是相当先进的机器人，也可能是较为简单的，如车床、铣床一类的数控设备。在这类情况下，最终的产品设计说明可能将不再依托图纸，而是通过一系列存储在光盘或电脑软件里，用来操控机器的数字来表达。因此，在设计过程中，不用图纸而用其他方式表达设计的情况也会时有发生，但无论方式如何，设计过程的终极目标都将永恒不变，即将新产品的设计构想表达出来。

设计的评估 (Evaluation of designs)

尽管如此，在可预见的未来，各种不同类型的图纸仍会在其他环节

发挥功效。即便最终的设计说明仅需一串数字来表达，设计者们仍然会为了某些其他目的而进行绘图。

其中最重要的目的之一，就是在决定最终投产版本前，对所有备选方案进行检验或评估。将产品的设计过程和制作过程进行分离，目的就是在新产品付诸生产前能够对其做一检验。这个过程可能会相当简单，比如只是确认下产品的各个组件能否被成功组装，这种尝试可以帮助设计者预见一些潜在错误，从而确保产品能够最终顺利运行。此外，新产品设计也会经历一些较为复杂的检验过程，如受力分析（见图1-2）。该分析的目的是为了确保所有组件在设计时都能承受住既定的载荷，在这个过程中，设计者会对设计进行一系列的修改与完善，从而使其在强度、重量、成本等方面都能和既定标准达成统一。

这个修改、完善的过程可能会相当复杂，甚至成为设计过程中最为耗时的一项环节。以大桥设计为例，设计者首先要规划好大桥的外形及材料。为了检验大桥是否坚固到足以承受设计的载荷，设计者必须对大桥结构进行分析，并从中确定出桥梁的承载方式、各个构件的承载量、挠度值等。经过首次分析后，设计者可能会得出这样的结论或猜想：对大桥的某些构件进行位置更换或角度调整，就可以使大桥的载荷分布变得更加合理有效。然而，这些调整与修改也意味着设计者不得不对大桥结构和载荷进行重新分析和计算。

在这种情况下，设计者很容易陷入一个反复决策的循环圈：要想对设计的一部分进行改进就需要对另一部分进行调整，对另一部分调整又会导致其他部分问题的出现。这些种种的问题可能会导致最初的“改进”计划无法实现。作为设计的一种常见特征，这种决策上的循环往复（iteration）会经常出现。

尽管会遇到各式各样的潜在问题和困难，修改、完善仍是设计过程中必不可少的一项关键步骤。这个改进的过程主要由两部分组成：首先，对设计提案进行分析。分析过程中，设计者需要运用大量和工程学或其他领域有关的科学知识。在很多情况下，设计者会邀请一些具备较