

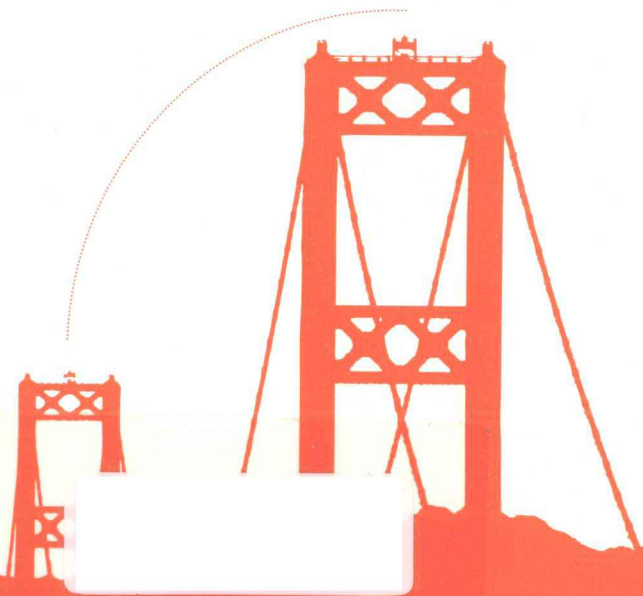
本书曾改编为英国广播公司（BBC）的电视纪录片

设计， 人类的 本性

To Engineer Is Human

[美] 亨利·波卓斯基 (Henry Petroski) 著

王 芊 马晓飞 丁 岩 译



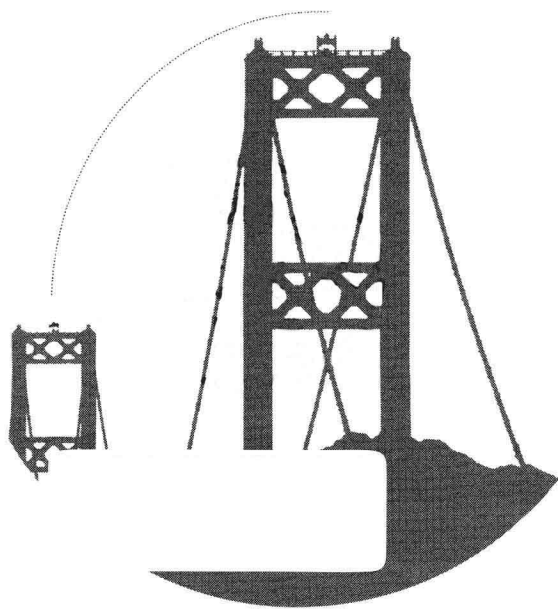
中信出版社·CHINACITICPRESS

设计，
人类的
本性

To Engineer Is Human

[美] 亨利·波卓斯基 (Henry Petroski) 著

王 芊 马晓飞 丁 岩 译



中信出版社 · CHINACITICPRESS · 北京 ·

图书在版编目 (CIP) 数据

设计, 人类的本性 / (美) 波卓斯基著: 王 莘, 马晓飞, 丁 岩译. —北京: 中信出版社, 2012. 10

书名原文: To Engineer Is Human

ISBN 978-7-5086-3444-9

I. ①设… II. ①波… ②王… ③马… ④丁… III. ①工程设计-

案例-世界 IV. ①TB21

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2012) 第 167725 号

Copyright © 1982, 1983, 1984, 1985, 1992 by Henry Petroski.

For information, address St. Martin's Press, 175 Fifth Avenue, New York, N. Y. 10010, USA.

To Engineer Is Human by Henry Petroski. St. Martin's Press, LLC as the original publisher of the work.

Simplified Chinese translation copyright © 2012 by China CITIC Press

ALL RIGHTS RESERVED.

本书仅限中国大陆地区发行销售

设计, 人类的本性

著 者: [美] 亨利·波卓斯基

译 者: 王 莘 马晓飞 丁 岩

策划推广: 中信出版社 (China CITIC Press)

出版发行: 中信出版集团股份有限公司

(北京市朝阳区惠新东街甲 4 号富盛大厦 2 座 邮编 100029)

(CITIC Publishing Group)

承 印 者: 北京京师印务有限公司

开 本: 880mm × 1230mm 1/32 印 张: 8.25 字 数: 144 千字

版 次: 2012 年 10 月第 1 版 印 次: 2012 年 10 月第 1 次印刷

京权图字: 01-2011-8057 广告经营许可证: 京朝工商广字第 8087 号

书 号: ISBN 978-7-5086-3444-9/G · 835

定 价: 38.00 元

版权所有·侵权必究

凡购本社图书, 如有缺页、倒页、脱页, 由发行公司负责退换。

服务热线: 010-84849555 服务传真: 010-84849000

投稿邮箱: author@citicpub.com

推荐序

为什么设计？

有幸接触与了解亨利·波卓斯基（Henry Petroski）先生的设计思想与研究方法，起始于1999年他在中国大陆出版的第一本著作——《器具的进化》（*The Evolution of Useful Things*）。当我第一次阅读《器具的进化》时，便被他独特的叙述方式、多维的研究视角、可贵的批判精神与学术敏感性所吸引。在书中，亨利·波卓斯基以“小处着手”和个案分析的方式生动地揭示了器具背后所隐藏的设计思想。同时，波卓斯基对某些设计观念进行反思，阐释了设计的动因、本质与过程，并从文化多样性的角度对“功能决定形式”提出质疑，充分体现其在认识论与方法论方面的创新与独特之处。

亨利·波卓斯基是美国杜克大学土木工程系教授、历史学教授，还是美国土木工程师协会的成员和美国艺术与科学研究院和美国国家工程院的成员，被《柯克斯评论》（*Kirkus Reviews*）誉为“科技的桂冠诗人”。截至目前，亨利·波卓斯基已经出版了15本书，这些著作内容新颖而深刻，对设计学科理论体系的深化具有重要价值。《设计，人类的本性》（*To En-*

gineer Is Human: The Role of Failure in Successful Design) 和《器具的进化》都是波卓斯基在世界设计领域具有广泛影响的著作。本书里亨利·波卓斯基通过对失败案例的分析、不同文化背景下器物形态的差异比较，以及对器物创造、演进过程的梳理，富有创造性地揭示了设计的本质。

《设计，人类的本性》1985年初版，是亨利·波卓斯基的第一本著作，正是这本书奠定了他以失败分析作为研究方法的基础。本书主要记述了一些工程设计里成功与失败的案例，作者通过案例分析指出：设计是由无数的假设或者说选择组成的，永远都有可能出现失误；设计师要学会关注细节，善于在成功中看到失败，并对已经出现的失败作出分析，在失败中吸取经验，稳步改善，并尽力避免失败的再次发生，这是必要而重要的事情。《设计，人类的本性》不仅阐释了设计是什么，怎样设计的问题，而且波卓斯基提出一个非常重要的观点，即从某种意义上说，设计的本质就是对失败的改善。正如美国十大报纸之一《休斯敦纪事报》(*Houston Chronicle*)对该书所作出的评论：“《设计，人类的本性》更着眼于我们在进步与完善方面最深层的观念，以及探索科学的量化领域与每日生活的混乱现实之间的合适关联。”

研读亨利·波卓斯基的著作，特别值得我们注意的有以下两点：

一是，作者有关“设计”的两种表达方式。从1985年出版的《设计，人类的本性》到2010年最新出版的《不可或缺的工程师》(*The Essential Engineer: Why Science Alone Will Not Solve Our Global Problems*)，亨利·波卓斯基在其著作中，对于“设计”这个词出现了两种表述：“engineering”（工程设计）和“design”（设计）。如果我们认真考察，可以发现作者用词的变化规律，从开始只用“engineering”表示设计，到1990年《铅笔》

(*Pencil*) 中的“design”，到后来“engineering”与“design”的交替使用，充分表明了作者在跨界研究中的心路历程。正如亨利·波卓斯基在接受译者采访时所说，“在我的第一本书里，内容几乎完全集中在结构工程、桥梁和教堂”，而后就发现“设计关系到技术与社会的互动问题，以及公共政策等”。于是，在波卓斯基后来的讲稿及著作里都是“engineering”与“design”交替出现或共用。显然，在作者的语言范畴里，二者在哲学层面上的含义是相通的，其所指是一致的。至于为什么一开始使用的是“engineering”而不是“design”，则完全与作者的专业背景有关。起初，他研究的着眼点是从工程分析的角度出发，所以早期一直使用的是“engineering”。从作者在文中的使用情况来看，基本上也呈现出这样一个规律。在亨利·波卓斯基的诸多著作中，我们不能把“engineering”与“design”理解为工程设计与造型设计，而是把它们共同看作“设计”，在概念上它们是同一的。

二是，亨利·波卓斯基习惯用例证的方式说明自己的认识与观点，在阐述事例的过程中呈现其设计思想。对设计的本质他很少给出具有理论高度的概括与总结，所以深刻理解亨利·波卓斯基书中对引用案例所进行的分析就显得尤为重要。亨利·波卓斯基所引用的案例共有两类：一类是大型的工程案例，一类是产品案例。这同样是由亨利·波卓斯基的专业背景决定的，也是他的设计思想与众不同之处，更是分析他的设计思想的切入点。这种从不同专业背景、不同视角切入设计问题的研究思路，反而给人带来耳目一新的感觉。

亨利·波卓斯基对设计的研究，既有形而下的论证，也有形而上的思考。从设计的本质到设计与文化遗产，从设计的失败到其在成功设计中的



作用，从设计的动因到设计的历程，从设计的缺陷到不断地完善，从工程设计到产品功能设计，显示了作者宽阔的研究视域和人文视野。

设计作为文化的产物，历史上的每一项发明与创造都具有深厚的文化内涵，充满了人文主义的思想、精神与情怀，每一个细小的物品都传递着物质的需要、情感的因素和观念的诉求。时代在前进，过去的创造可能已经不适应今天的生活方式和生产方式，但其创造的本质、其思维方式和表达方式依然是需要我们认真研究的重要课题。

人类的需求是丰富的，而满足这种丰富需求的创造，由于民族、历史、文化、生产方式、生活方式、风俗习惯的迥异也是十分丰富的。正如一个民族的历史不能割裂一样，设计的历史同样不能割裂。民族的文化是设计走向未来的坐标，前人的智慧和文化的多样性将会给我们中国当今的设计带来深刻的思考与无尽的启示。我们对亨利·波卓斯基的研究，不仅要着眼于其设计理论、观点对当代中国设计理论研究的启发意义，同样也要注重对其研究方法的借鉴。这正是译者翻译本书的价值之所在。

中国艺术研究院研究员

博士生导师

孙建君

前 言

虽然我们处在一个工程技术高度发达的时代，但是“设计是什么”和“设计师是做什么的”这些问题的含义并不是每个人都知道的常识。甚至诸如巨大的桥梁、大型喷气式飞机、超级计算机的最基本原理，对于大多数人来说也是很陌生的。这种情况在某种程度上是因为作为人类成就的工程设计没有能整合进我们的文化和知识传统。尽管教育家目前正在致力于“将‘工程学 (technology)’引入传统学科课程中来”以便“更好地培养今天的学生来适应一种全世界逐渐增长的技术化生活”，但是，人们对于“怎样才能最好地提高技术素养”并没有一致的意见。

我相信，并且在文章中论证，设计实际上深入我们的骨髓，是人类天性与经验的一部分。并且，我相信，理解和欣赏工程师和工程设计可以无需工程或技术教育背景。因此，我希望工程知识方面比较薄弱的人来读一下我所写的内容，作为一个工程学入门读物。事实上，这本书是我关于“设计是什么”和“设计师是做什么的”的问题所做出的回答。

“设计 (design)”的概念——去创造一些以前没有的东西——是工程设计 (engineering) 的核心，并且我实际上是把设计 (design) 和工程设

计（engineering）作为同义词来展开议题的。大部分来自于机械工程和民用工程方面的结构设计案例在本书中是最重要的，因为这些案例均来自于我自己的切身体验，但这些基本原理也适用于设计的其他分支。

我相信，“失败（failure）”的概念——这本书所讨论的机械和工程方面的失败——是理解工程设计的核心，因为工程设计最首要的目标就是避免失败。所以，那些确实发生过的巨大灾难是设计的终极失败，但是从这些灾难中吸取的教训，比世界上所有成功的机械和设备，在提高设计认识方面都能够起到更大的作用。确实，伴随着那种鼓励低限度安全的被拖延的成功，失败的出现是不可避免的。但是失败反过来带来了更大的安全限度和新的成功的良性循环。要理解“设计是什么”和“设计师是做什么的”就要理解“失败是如何发生的”和“失败在提高工艺技术层面是如何比成功贡献大的”。

这本书的任何失误当然都由我个人负责，但是我必须肯定那些给予我精神食粮的作品和人物。杜克大学的氛围一直滋养着我；我非常享受这儿的良机，它让我一面沉浸于设计研究，一面与工学院和艺术与科学三一学院的同事们共同参加“科学、技术与人类价值”项目的跨学科研究。这种广阔的合作范围帮助我拓宽了视野。

本书的参考书目是我从许多地方找到的——在探讨工程设计中失败的作用方面支持我的观点的文献。我所使用的比较晦涩的文献的大部分是艾瑞克·史密斯（Eric Smith）为我找到的，他是杜克大学孜孜不倦的土木工程系图书管理员。我还受益于学生们关于结构失败研究的学期报告，这些报告是学生们为我在杜克大学工程院所教授的断裂力学和疲劳方面的课程准备的。我的兄弟，威廉·波卓斯基（Willian Petroski），是一个土木工程师，在关于结构失败的例证和观点方面一直为我提供源源不断的资

源，而且每当我拜访他时，他总是给我展示许多实际的例子。

一定的物质和工具保障确保我能够专注于自己的写作而不分心。艾尔伯特·奈丽尔斯（Albert Nelius）一直支持我在帕金斯图书馆有一个阅读桌的需求，对此我非常感激。我的妻子凯瑟琳·波卓斯基（Catherine Petroski），第一个鼓励我使用她的文字处理机，并且一直保证我的使用。我很幸运，她是白天作家，而我是晚上作家，并且这个机器对于她的虚构作品和我的纪实作品一直工作得很好，并没有厌烦我和她的“审视”（visions）和修改（revisions）。

这些年几位编辑曾鼓励我写出越来越多的激动人心的作品，我一定会永远感谢他们对于我作品的兴趣。所有我在《工艺评审》杂志接触过的编辑对于我来说都曾经是持续的能量来源，此外，我特别感激约翰·玛蒂尔（John Mattill）、汤姆·柏洛兹（Tom Burroughs）和目前在《高科技》杂志的斯蒂夫·马克思（Steve Maecus）欣然接受我的投稿。实际上，这本书主要来自于斯蒂夫·马克思鼓励我撰写的、最近已经出版的《工艺评审》里面的文章。我感谢圣马丁出版社的汤姆·邓恩（Tom Dunne）给我这个机会，将我的观点充实为一本书。

我的孩子凯伦（Karen）和史蒂芬（Steghen），带着他们的问题和游戏，使我看到设计师就在我们周围，他们的存在将在书中得到明证。我的妻子最先向我证明了对于英语专业的人来说没有什么工程学概念是无法理解的，也用实例使我明白了如何成为一个作家。

亨利·波卓斯基

北卡罗莱纳州，杜伦

1984. 12

目 录

推荐序 为什么设计? (孙建君) / V

前言 / IX

- 1 致命的创意——人性化背后的反思 / 1
- 2 跌倒是成长的一部分——失败乃后世之师 / 11
- 3 来自日常生活的教训——疲劳效应 / 21
- 4 没有一成不变的正确——成功的工程仅仅为一种假设 / 41
- 5 从金字塔到大教堂的警示——论桥梁的坍塌 / 55
- 6 设计就是一次旅行——从此岸到彼岸 / 66
- 7 一位工程师就是一位诗人——设计中的推敲与修改 / 78
- 8 必然发生的故事——细节的薄弱导致整体的崩塌 / 89
- 9 安全系数——对于危险性的预测和度量 / 102
- 10 当裂纹变成断裂——安全寿命 / 119
- 11 公交车的框架与刀刃——裂痕分析 / 133
- 12 插曲：水晶宫的成功故事——创新意味着更加谨慎的分析 / 147
- 13 桥的坎坷史——成功的鞭策与失败后的刹车 / 167

14 鉴识工程和工程类小说——文学作品中失败的隐喻 / 181

15 从计算尺到计算机——对曾经的计算方法的遗忘 / 198

16 莫衷一是的行家——事故原因可能性列表 / 212

17 设计的局限——失败和成功的不断循环 / 223

后记 / 234

参考书目 / 238



致命的创意

——人性化背后的反思

19

81年堪萨斯市凯悦饭店行人高架路坍塌后不久，我的一位邻居问我怎么可能发生这种事情。他想知道难道以工程师们的所学都不足以建造好一个像行人高架路这样简单的建筑吗？他还向我列举了塔科玛窄桥的坍塌，美国航空公司DC-10客机在芝加哥的失事以及一些其他著名事故，附带着一些他听到的有关核泄漏（一定会超过三里岛的核电站事故）的种种假设，他似乎在向我呈现一个一目了然的事实，那就是工程师没有完全将他们创造的这个世界置于掌控之中。

我告诉我的邻居，预测工程结构的强度和性能并不总是像乍看上去那样简单、明确，但是我觉得我那抽象的概括和含糊的道歉并没有改变他的想法。当我离开照料蔬菜园的他继续向家走时，我承认我没有回答他的问题，因为我并没有向他传达出工程学的含义。也正因为这一点我也无法指望我能解释出工程结构可能会出现的情况。在凯悦饭店那场灾难发生后的数年中，我一直在思考怎样向一位询问我的外行解释一下有关技术窘境的问题，我一直在寻找那些既不难理解又很寻常的案例。但我也意识到无论我搜集到的例子有多么生动，都比不上亲自用桁条和主梁制造出一座桥梁更能说明问题。

被工程学视为首要目标的并不是一个既有世界，而是一个由工程师们自己创造的世界。这个世界并不存在如蜂巢般始终如一、历经数代仍然固定不变的设计，因为人类本身就包括了不断的快速进化。我们并不是简单地为了变化而喜欢变化，尽管一些人可能认为这个理由已经足够。但是真正持续变化的是我们的品味、才智和抱负。我们人类喜欢我们的结构体像我们的艺术那样时尚；当我们富有时，我们喜欢奢华，当世事艰难时，我们吝啬地简约。我们以蜜蜂力不能及的方式喜欢更大、更高、更长的东

西。与昆虫相比，所有这些超出工程学范围的考虑因素也许会使工程师的任务更令人兴奋，但同时也一定没有那么多的常规可寻。与天然的自然结构相比，这种不断的变化为工程结构的设计和分析引入了更多的方向，但同时也意味着出现错误的状况也会大大增加。

工程是一种人为的活动，因此它非常易于出现错误。一些工程差错仅仅只是恼人的，比如当一座新的建筑落成时，它的建筑体上却出现了有损美观的裂缝；而另一些差错则是人们无法原谅的，比如一座桥梁坍塌，致使那些毫不怀疑其安全的人们无辜丧命。每个时代都有它的技术烦忧和结构灾难，因此有些人会认为工程师们已经从这些前车之鉴中学会了如何去避免它们。然而无论在伤亡、苦难还是焦虑程度上最为严重的几起事故却都发生在近几年，因此记录上呈现出的技术进步的字眼可能会引起一些人的疑问——“我们进步在哪儿？”

任何大众技术骇人故事的名单中通常都包括了事故、故障和劣质产品的最新案例。这个目录一直在更新，旧的灾难不断被新的所替代，它们甚至极尽名单所能有的最大变化性。在仿佛到处都在发生事故的1979年，每个人都能迅速地说出一连串在头脑中记忆犹新的技术窘况，甚至不用提及像塔科玛窄桥这样的老案例就能说明问题。科技仿佛在杀气腾腾地奔跑，全国的专栏版也都加入了这场可能如环绕轨道运行重达85吨的太空实验室那场意外重返轨道所引发的破坏的讨论中。许多同类报纸还刊登了漫画家托尼·奥什对这一问题的解决方法。他的漫画显示那个掉落的太空实验室撞上了一架正在飞行的DC-10客机，而此时客机上运载的正是安装了火石轮胎500的福特平托汽车，所有的残骸掉落到了三里岛上，在那里大火会被石棉干发器熄灭。

事故多样性也许为我们这个时代所特有，但是工程制品的失效却不是。近4000年前，巴比伦第一王朝的第六代统治者将大量巴比伦的法律判定规则收集起来形成了今天众所周知的《汉谟拉比法典》。在规定着诸如女性地位和禁酒戒条之类的近300多块古老楔形铭文中，有一些直接与房屋的建造及其安全责任相关的条例：

如果建造者为某人建造了一所房子却并不牢固，结果房屋倒塌致使房屋的主人死亡，那么这位建造者将被处以死刑。

如果房屋倒塌导致房屋主人的儿子死亡，那么建造者的儿子将被处以死刑。

如果房屋倒塌导致房屋主人的奴隶死亡，那么建造者必须对主人予以等价赔偿。

如果房屋倒塌导致财物损坏，那么无论财物为何，他都必须将其修复，由于他并未使其建造的房屋牢固，致其坍塌，因此他必须自己出资重新建造这座房屋。

如果建造者为某人建造了一所房子但却并未使其达到要求，致使一面墙体坍塌，那么这位建造者必须自己出资来加固墙体。

这仿佛从凯悦饭店行人高架路坍塌善后事宜中发出的一声来自远古的呼声，结果人们发现这一呼声远比《堪萨斯市建筑规范》的要求小了许多。在纷乱的专家意见中，在行人高架路坍塌后的几个月中，申请的诉讼案件价值高达30亿。事故当晚在酒店的人们事后都被给予了1000美元的赔偿，但条件是他们要在文件上签字放弃所有随后向建造商、酒店或者其他任何他们可能会提起诉讼的人索赔的权利。今天，关于凯悦事故有罪与

否仍然没有形成定论。经过 20 个月的调查，美国司法部和密苏里州杰克逊县的检察官联合宣布他们并未发现有证据显示此次事故与任何犯罪活动有关。然而密苏里州的总检察长却不这样认为，他以“严重的玩忽职守罪”起诉了这些工程师。相关工程师所承受的是失去他们的职业执照，但不是他们的生命。当在这场事故发生 3 年之后写这篇文章时，这件事情仍然没有定论。

堪萨斯城的悲剧之所以会成为头版新闻是因为它是美国历史上由建筑物坍塌导致死亡人数最多的一次事故。它会成为新闻这一事实，证明了在不计其数的建筑和结构体中，虽然有许多在设计上和凯悦酒店一样独特、大胆的作品，但却都是安全的。据估算，在一个像美国或英国这样拥有先进技术的国家，一个特制的钢筋混凝土或钢铁结构的建筑在某一特定年份出现事故的概率是百万分之一到百万亿分之一，在结构事故中出现死亡的概率大约是每年千万分之一。在美国这等同于每年大约死亡 25 人，因此堪萨斯城一场事故就死亡 114 人的确称得上是新闻。

交通事故每年要夺走 5 万美国人的生命，但是这么多的灾难通常每次只会死亡一两人，因此它们对公众并未造成轰动性的影响。似乎只有在周末假期累积的个人车辆死亡数目才会到达数百，也只有在这时我们才会承认存在于我们社会中的这种长期风险的严重性。否则，如果一场车辆事故上了头版或晚报，那通常是因为有不同寻常的人数或名人卷入了其中。当然也有例外，比如一条名狗，俗语说的“狗咬人”当然不是新闻，但“人咬狗”是。

我们既被不熟悉的事物所吸引，又对它感到不自在。当飞机是一项相对较新的技术时，许多人因为害怕飞机失事而避开航空旅行。即使是现