

转向

用工程师思维解决商业难题

古鲁·马达范 ◎著

凌复华 戴慧君 凌真雁 ◎译

Guru Madhavan

How
Engineers
Think

APPLIED
MINDS



中信出版集团 · CHINA CITIC PRESS

APPLIED MINDS

How Engineers Think

转向

用工程师思维解决商业难题

Guru Madhavan

古鲁·马达范 ◎著

凌复华 戴慧君 凌真雁 ◎译

图书在版编目 (CIP) 数据

转向：用工程师思维解决商业难题 / (印) 马达范
著；凌复华，戴慧君，凌真雁译. — 北京：中信出版
社，2016.6

书名原文：Applied Minds: How Engineers Think
ISBN 978-7-5086-5976-3

I. ①转… II. ①马… ②凌… ③戴… ④凌… III.
①工程师-思维方法-应用-商业 IV. ①F710

中国版本图书馆CIP数据核字 (2016) 第 044682 号

Applied Minds: How Engineers Think by Guru Madhavan

Copyright © 2015 by Guru Madhavan

This edition arranged with Tessler Literary Agency through Andrew Numberg Associates International Limited
Simplified Chinese translation copyright © 2016 by CITIC Press Corporation

ALL RIGHTS RESERVED

本书仅限中国大陆地区发行销售

转向：用工程师思维解决商业难题

著 者：[印] 古鲁·马达范

译 者：凌复华 戴慧君 凌真雁

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：北京楠萍印刷有限公司

开 本：880mm×1230mm 1/32

版 次：2016 年 6 月第 1 版

京权图字：01-2015-6403

书 号：ISBN 978-7-5086-5976-3

定 价：39.00 元

印 张：6.75 字 数：109 千字

印 次：2016 年 6 月第 1 次印刷

广告经营许可证：京朝工商广字第 8087 号

版权所有·侵权必究

凡购本社图书，如有缺页、倒页、脱页，由销售部门负责退换。

服务热线：400-600-8099

投稿邮箱：author@citicpub.com

从火药的发明到长城的构筑以及庞大的城建工程，中国自古就是工程成就的典范。作为工程师的最大产出国之一，中国的经济增长和快速转型依赖于工程实践以及对工程的重视。正如我在本书中所述，工程不只是工具和算法，它是生活和文化的基础，源于好奇、实用、策略和持续改进。作为一个具有深厚内涵和能量的专业，工程的影响跨越时间和距离，就像中国对制造业的引领影响着全球经济的方方面面以及万千百姓一样。我的一大兴趣是探讨我们能否用工程工具来提高效能，从而应对世界上各种紧迫的社会挑战。工程师思维可以帮助我们改进决策技巧和提高解决问题的效率。这种想法需要跨行业、跨部门的沟通。我希望作为读者的你也能够积极成为其中的一员。

古鲁·马达范

无形的桥梁

可疑的马拉松入侵者

没有人知道她从哪里来。

那是 1980 年 4 月的一个下午，湛蓝的天空飘着朵朵轻柔的白云，波士顿马拉松正在紧张地进行着。街道两旁列满了骑警，随同的还有数百名医疗急救人员。一架小型飞机在空中喷绘出“Fun and Game”（意为“比赛快乐”）三个单词。

这段 26 英里^①的赛程素以四大斜坡闻名，而真正要命的当

① 1 英里≈1.6 千米。——编者注



属“心碎坡”，那是距终点线约 6 英里处的一个半英里长坡道。通常情况下，在 5 000 多名参赛选手中，好几百人都过不了这一关。

大约两点半的时候，著名运动员比尔·罗杰斯（Bill Rodgers）连续第三年率先冲过终点线，成绩是 2 小时 12 分。几分钟过后，在一片欢呼声和喧闹声中，一名身着黄白相间阿迪达斯运动服的年轻妇女，以 2 小时 31 分的成绩到达终点，拔得女子头筹。

她的名字是罗西·鲁伊斯（Rosie Ruiz）。

她刷新了波士顿马拉松纪录，成为女子马拉松历史上位列第三的选手。其他选手陆陆续续跑来，欢呼声此起彼伏。一位电视记者马上宣布这是“一个新的美国纪录”，紧接着是对鲁伊斯的采访。

记者：请问你第一次参加马拉松赛的成绩如何？是在哪里取得的呢？

鲁伊斯：2 小时 56 分 33 秒，去年在纽约的时候。

记者：你从 2 小时 56 分提高到 2 小时 31 分？

鲁伊斯：是。

记者：你认为这样的提高取决于什么因素呢？

鲁伊斯：这很难说。

记者：你是不是做了大量间歇训练？

鲁伊斯：别人也问过我这个问题。我不大懂什么是间歇训练。究竟什么是间歇训练呢？

记者：用来大大提高速度的跑道训练。如果你从2小时56分提高到2小时31分，一般人都会认为你做了大量的速度训练。有什么人训练或指导你吗？

鲁伊斯：没有啊，我自学的。

记者：这真是一个非常棒的成绩，罗西。恭喜你！罗西·鲁伊斯，神秘的女子冠军。

然而，组委会各成员却对此表示怀疑。鲁伊斯丝毫没有疲惫的迹象，也没有出汗，而且她也没有马拉松运动员的标准体型。赛程的6个监测点上没有一个人看到过她。更重要的是，没有人在整个赛事的视频记录中看到过她，要知道观看这场比赛的可是有150万名观众，还有600多名记者参加了现场报道。

一位目击者说：“离终点大概半英里处，我看到一个人在联邦大道上，穿过街道，跌跌撞撞冲出人群，出现在我面前。她穿着田径服，别着一个号码，我还以为她是误入了跑道，也许是疯了。”另外还有几个人也同意这个说法。

组委会随即对鲁伊斯进行了快速的背景调查，发现她是古巴移民，在曼哈顿一家金属商品公司做行政助理。接着很快查到鲁伊斯之前也就跑过一次马拉松——1979年纽约市马拉松，即入围波士顿马拉松的资格赛。一位新闻摄影师后来想起鲁伊

斯在那场马拉松赛上就作了弊，当时她先乘地铁到哥伦布圆环，再从那里跑到了中央公园终点线。

鲁伊斯先是制造了惊人的 1979 年骗局，进而故伎重演，在 1980 年的波士顿马拉松赛中“夺冠”，事实上她只跑了最后的一英里路。鲁伊斯用她那“像修女一样真诚”的面容来表示她的无辜，还说愿意接受测谎仪测试。经过长达一个星期的调查，波士顿田径协会因鲁伊斯在马拉松赛中的欺骗行为宣布她的成绩无效，并取消了她的参赛资格。

她被逮捕了。

鲁伊斯的丑闻为媒体提供了许多话题。美国广播公司（ABC）的《星期五》脱口秀开玩笑说：“她穿过 26.2 英里终点线时穿着露趾凉鞋，嘴里叼着烟，组委会这才产生了怀疑。”一个私底下认识鲁伊斯的人告诉媒体：“如果你要她掉 5 滴眼泪，她就真会掉个 5 滴眼泪给你看，不多不少。”鲁伊斯恐怕是冒犯马拉松的典型代表了，一时间臭名昭著。正如一名《纽约时报》记者所说：“她的名字像一个打破后重新粘起来的瓷娃娃，满身伤疤。”

罗西·鲁伊斯事件给马拉松组委会出了一道难题。她的作弊行为已然是明摆着的，但这也揭示了一个不可否认的事实，那就是监管成千上万参赛者是一项无比艰巨的任务。今后他们怎么来防止骗局？结合原用于解决另外两个问题的发明，工程学为此提供了一个解决方案。

无处不在的远程代码识别

1959 年，美国铁路公司面临一个棘手的挑战。铁路系统货车车厢的数量多达 160 万，公司主管需要掌握每节车厢在每天午夜时分的精确位置。这些车厢的位置与公司收益息息相关，但却没有办法追踪，因此迫切需要一种自动化方法来识别和定位它们。

就在那个时候，戴维·柯林斯（David Collins）加入了喜万年（Sylvania）电子产品公司的运营研究部。拥有麻省理工学院硕士学位的柯林斯非常喜爱和享受工程师这个职业，甚至有时会和他妻子开玩笑说，他来世要写电视和电影剧本，剧中的工程师们都会被写成超级英雄。

柯林斯从一位同事口中听说了铁路公司面临的这一挑战。他大学期间曾在宾夕法尼亚铁路公司实习，对此系统有所了解。“这着实让我着迷。”他回忆道，“我开始在实验室研究这个项目。”

每节车厢用一个水平序列号标识，该序列号由 6 位数的公司代码和 4 位数的车厢代码组成。与西部农场中牛的标识相似，这些代码在非反射黑色背景上显示不同的反射色——红色、蓝色和白色。各代码的宽度和字体也不同，而且在各节车厢上没有统一的位置。再说车厢本身大小就不同，有油罐车、

箱车和平板车，平板车有时还载有 9 英尺^①长的半挂车。这些差异给读取车厢代码带来了重重困难。此外，列车以不同的速度运行，有时时速高达 60 英里，而有时又像爬行一样缓慢地驶向站台。很明显，要克服这些困难就得发明一种动态扫描技术。

“你有一个用了 50 年的编码系统，但却无法获取代码信息，更不能将信息变成机器可读的形式。”柯林斯说。他开始用业余时间做这个项目，最终还得到了上司的支持。总而言之，用他的话来说，“这就像后院里发生的事情，没人会真正在意它一样”。

柯林斯的想法是开发一个光学传感器系统，它可以向远处的代码射出白光，并对反射回来的信号进行解码。他重点研究原始设计要素，比如光斑（光束投射和反射的特定区域）大小、扫描速率（每秒内正确识别代码需要读取的次数）和景深（扫描仪的最大读码距离）。但令人沮丧的是，初步的实验结果不尽如人意。柯林斯的一位同事弗兰克·斯蒂茨（Frank Stites）也给难住了。但机会出现了，斯蒂茨给柯林斯出了一个主意：“为什么不把代码标签转 90 度呢？”这确实是一个绝妙的点子。

竖直扫描代码，也就是将栅栏式排列改为阶梯式排列，最

① 1 英尺≈0.3 米。——编者注

后这被证明是一个一流的技术替代方案。柯林斯没有选择用稳定的白光射向通过的列车，因为他知道这样通常只有射中和射不中两个结果。取而代之，他设计了一个带旋转镜面的移动光源。这样一来，他的扫描仪能够前后一致地获取每一节车厢的彩色代码，并破解车厢编号信息。然而，更多的问题来了。扫描仪能在列车变速行驶状态下可靠地工作吗？在雪、雨、雾等天气条件下还能正常传感吗？如果代码表面有污垢，扫描还准确吗？“你不能在实验室里做这些工作，”柯林斯说，“你要去户外和真正的列车打交道，但我们没有自己的铁路。”

柯林斯将测试点设在一条列车专线附近，这条线专门用来将材料从新罕布什尔州运送到位于波士顿地区某州际公路的扩建工程施工现场。列车通常每天通过测试点一次，他会抓住这个机会利用这上千节车厢认真精准地测试他的扫描仪。他称这个扫描仪为 **KarTrak**。在接下来的几年中，柯林斯通过用氦氖激光替代白光的方法，大大提高了 **KarTrak** 的性能。到 1967 年，**KarTrak** 已经被广泛应用于整个铁路行业。

最终结果？一种可以远程识别代码的通用技术诞生了。

条形码的发明

20 世纪 70 年代的一个早晨，乔治·劳尔（George Laurer）

驾着他的绿色雪佛兰诺瓦轿车行驶在罗利环城高速上，他想起毕业后与大学好友们搭便车沿东海岸旅行的时光。当时他们很穷，急需找份工作糊口。而在 50 年代初，工程师的就业市场如果不用无情残酷来形容，也至少是低迷不堪的。劳尔准备接受任何工作，只要时薪高于 1.5 美元就行。每次求职面试之前，劳尔都会去附近的警察局，借用他们的洗手间来整理面容。几个月后，他在 IBM（国际商用机器公司）得到了一份称心如意的工作，并在那里度过了整个职业生涯。

现已退休的劳尔神态安详，看起来有点像好莱坞老牌明星哈尔·霍尔布鲁克（Hal Holbrook）：苍白的皮肤，银白色的头发和浓密的眉毛。他在北卡罗来纳州有一处乡村住宅，住宅里的那间书房俨然一副现代文艺复兴创作室的样子。这个书房中陈列了他收集的那些机械工具、电子器件、技术手册和形形色色的书籍，比如《焊接技术全书》《野外项目》《美国邮票册》《汽车车身修复及涂装技术》《TurboCAD^①参考手册》和《飞机模型制作入门》等。抬头可以看到，天花板下吊着一架轻木飞机模型。

20 世纪 70 年代初，整个食品杂货业因库存管理效率低下而几乎瘫痪。食品公司需要找到省钱的办法。有人提出用基于代码的系统来追踪食品杂货。随即，一个由亨氏（Heinz）、

① TurboCAD 是一款二维和三维设计软件。——编者注

通用食品 (General Foods)、克罗格 (Kroger)、通用磨坊 (General Mills)、联合食品 (Associated Foods)、费尔蒙食品 (Fairmont Foods) 和百时美 (Bristol-Myers) 等公司的高管组成的委员会开始就追踪代码设计方案进行招标。IBM 于 1971 年接受了这个挑战。

这个项目落到了劳尔头上，他的上司要求他以另一位工程师几年前设计出来的“靶心”型代码为模板进行设计。“我用了一两天时间做实验。”劳尔回忆道，他很快就确信这个设计不能满足食品杂货业的需求。

他们要的代码首先不能大于一个边长为 1.5 英寸^①的正方形，并且要便于人工和电子识别。其次，代码必须能印在香皂盒、麦片盒和咖啡罐等形状不规则的商品上。这个 10 位数代码必须是无方向性的，并具有至少 99.995% 的精确度，也就是每售出两万件商品最多只允许一件商品上的代码有误。另外，在满足以上条件的同时，不能以增加食品生产成本为代价。劳尔在这些刚性约束条件下，开始寻找解决方法。

冒着丢掉饭碗的风险，劳尔违背了上司的指示，另觅更佳方案。他设计的代码包含 10 根不同宽度的竖直黑白条，形如斑马条纹。黑条用来吸收光，而白条用来反射光。反射光可以由光学传感器接收，然后转换为电脉冲，再通过计算机进行处理。

① 1 英寸=2.54 厘米。——编者注

为了展示他的设计原型，劳尔找来了一位一流垒球投手，要求他以最快速度投掷印有代码的布袋烟灰缸，并使其掠过一个阅读器，结果每一件都能正确读取。事实上，劳尔团队方案远远超过了食品杂货业的期望：读取错误率低至二十万分之一。他的产品成功了，代码选择委员会对劳尔的发明十分满意，并将之命名为通用产品代码（Universal Product Code）。通用产品代码于 1973 年成为工业标准。

几个星期过后，“金鸡”问题浮出水面。杂货店的肉品部无法验证每件商品账单上的价格是否与店铺经理手中售价清单上的实际价格相一致。由于缺乏一个二次验证的机制，计算机很有可能会多收客户 1 000 美元，同样，也有可能会少收几美分。“我们还学到了一个与人性有关的事实。”劳尔指出，“如果一个甜美的收银小姑娘把 1.89 美元的商品搞错为 1.98 美元，大多数顾客会原谅她们。但顾客不会原谅机器以每磅^①99.99 美元的价格收取他们买鸡肉的钱，尽管这种显而易见的错误从未发生过。人们就是不能原谅机器犯错误。”

通过在通用产品代码中增加一个价格检查码，劳尔解决了这个问题。又过了一段时间，进一步的测验加上改进后的标签打印和内容详尽的收据，从根本上消除了这类问题，从而显著地改进了库存管理和结账流程。

① 1 磅≈0.907 斤。——编者注

“你要做的只是坐下来思考每一种可能的解决方法，一步接一步，一个接一个，要坚信一定会有一种解决方法，而且你一定能够找到这个方法。”劳尔说，“不要说，呃，这件事恐怕做不成。”

工程师思维模式

戴维·柯林斯的扫描仪技术和乔治·劳尔的通用产品代码这两种在不同环境、不同压力下独立设计而成的发明，最终结合起来创造了条形码。这种机遇组合引发了商品销售革命，并为现代供应链系统奠定了基础。随着条形码的启用，大量先前无法想象但又振奋人心的新应用成为现实，而这些应用在我们现在看来已是理所当然。

从加利福尼亚的牛油果到厄瓜多尔的香蕉，每种易腐烂的商品现在都有了一个不会腐烂的条形码身份。这一切应当归功于柯林斯和劳尔这样的工程师们，是他们用系统的方法把问题转化为机会。他们的创造周到缜密、条理清晰、开放大胆又切合现实。他们从一次次错误和失败中学习并纠正的工作过程，与最初构想本身一样重要。

工程师创建了解法空间——一系列提供新的选择、便利和舒适的可能性，它重新定义了我们的生活标准。工程师在现

代世界的方方面面都留下了印记，他们从事的职业对我们有着意义深远的影响。工程师是新机遇的探索者、经济发展的推动者、人类物质世界的设计师、每场谈话中的缄默者，以及方便我们与周围世界接触的隐形代理人。有这么一个似非而是的论点：工程无所不在却又无影无踪。人们往往等到飞机坠毁、桥梁变形、建筑物倒塌或技术失效时才开始讨论工程。

约翰·西布鲁克（John Seabrook）在《纽约客》中令人信服地指出：“现代摩天楼的住户中，很少有人知道承重柱在哪个地方，它们如何起支撑作用，或者建筑物是框架结构还是筒体结构，也几乎没有人会爬到天花板上去看架空板如何安装在立式支柱上——所有这些决定都由大楼结构工程师做好了。‘摩天楼结构工程师’这样无名的称谓便是对他们才智的褒奖。摩天楼之所以令人惊叹，部分原因在于它们明显不受重力约束：它们不但高，而且高得毫不费劲。”从离地4英里高的飞机上往下看，你看到的只有自然系统和工程系统，从地面往天上看也一样。

工程师思维模式抵制简单的定义。正如英特尔的前董事长兼首席执行官克雷格·巴雷特（Craig Barrett）所说：“严谨而系统的问题解决能力将工程师与其他人区分开来，这些人对生活的态度也许是空有想法、好争喜斗或不切实际的。我想这就是工程师不仅在工程方面，而且在其他方面也大获成功的原因之一。”工程师思维模式是“即插即用”的，是一个全方位的

多用途工具包。“工程师是整合者，他们把源自多种知识的想法综合在一起。”斯坦福大学工程系前系主任吉姆·普鲁摩尔（Jim Plummer）如是说，“他们在可能性、可行性和可期待性的交点上工作。”

工程师思维框架是有机的又是综合的。从文化角度来看，工程师就像我们所说的“世界音乐”一样变化多样。在本书中，我将通过介绍不同类型工程师的范例，带你领略从标准化控制到模糊原始的工程师思维模式。在这个多学科巡游探索中，我会举一些精彩的例子来展示工程师把感觉转化为产品的强大力量。我也会指出，在什么情况下像工程师一样思考（对一般人来说）反而会变成一种负担。我们将反推工程师思维模式，看看其中哪些对你的生活有实用价值。

戴着条形码跑马拉松

1980年波士顿马拉松结束后不久，戴维·柯林斯接到纽约路跑协会（New York Road Runners）的电话。该协会有意使用条形码来追踪马拉松赛参赛选手。柯林斯说他当时立即否定了这个主意：“我说，这不是一个好主意。它确实不行，别想了。”但纽约马拉松赛创始人弗雷德·勒波（Fred Lebow）坚持要试一试。