

The background of the cover is a dark navy blue. Overlaid on this are several thick, 3D-rendered tubes in vibrant colors: green, blue, and magenta. These tubes are arranged in a dynamic, crisscrossing pattern, creating a sense of depth and movement. The large, white, sans-serif Chinese characters '设计现实' (Designing Reality) are prominently displayed in the upper half of the cover, with the tubes weaving through and around them.

设计现实

DESIGNING REALITY

第三次数字革命的下一个经济引擎

How to Survive and Thrive in the Third Digital Revolution

[美] 尼尔·格申斐尔德 (Neil Gershenfeld) [美] 艾伦·格申斐尔德 (Alan Gershenfeld)
[美] 乔尔·卡彻-格申斐尔德 (Joel Cutcher-Gershenfeld) _ 著 丁峻峰 武川 蓝河 _ 译

中信出版集团

设计现实

DESIGNING REALITY

第三次数字革命的下一个经济引擎

How to Survive and Thrive in the Third Digital Revolution

[美] 尼尔·格申斐尔德 (Neil Gershenfeld)

[美] 艾伦·格申斐尔德 (Alan Gershenfeld)

[美] 乔尔·卡彻-格申斐尔德 (Joel Cutcher-Gershenfeld) _ 著

丁峻峰 武川 蓝河 _ 译

图书在版编目(CIP)数据

设计现实 / (美) 尼尔·格申斐尔德, (美) 艾伦·格申斐尔德, (美) 乔尔·卡彻 - 格申斐尔德著; 丁峻峰, 武川, 蓝河译. -- 北京: 中信出版社, 2019.6

书名原文: Designing reality

ISBN 978-7-5217-0332-0

I. ①设… II. ①尼… ②艾… ③乔… ④丁… ⑤武… ⑥蓝… III. ①数字技术—影响—社会生活—研究
IV. ①C913

中国版本图书馆CIP数据核字(2019)第061736号

Designing Reality

Copyright © 2017 by Neil Gershenfeld, Alan Gershenfeld, and Joel Cutcher-Gershenfeld

Simplified Chinese translation copyright © 2019 by CITIC Press Corporation

All Rights Reserved

本书仅限中国大陆地区发行销售

设计现实

著者: [美] 尼尔·格申斐尔德 [美] 艾伦·格申斐尔德 [美] 乔尔·卡彻 - 格申斐尔德

译者: 丁峻峰 武川 蓝河

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)

承印者: 北京楠萍印刷有限公司

开本: 787mm × 1092mm 1/16

印张: 20.25 字数: 286千字

版次: 2019年6月第1版

印次: 2019年6月第1次印刷

京权图字: 01-2019-1571

广告经营许可证: 京朝工商广字第8087号

书号: ISBN 978-7-5217-0332-0

定价: 78.00元

版权所有·侵权必究

如有印刷、装订问题, 本公司负责调换。

服务热线: 400-600-8099

投稿邮箱: author@citicpub.com

《设计现实》已经是我负责为尼尔·格申斐尔德教授翻译的第二部书了。如果说第一部书——《智造：一场新的数字革命》的出版是在其英文原著出版 10 年后对当年尼尔教授对于数字时代的个人智能制造预言的回顾审视的话，那么这本书——《设计现实》——则是站在 10 年前《智造》里预测中的当下，面对下一个 10 年，或者更久远的时期内，人类数字化生存的全面展望。

2018 年夏天，当第 14 届全球智造学术年会（FAB 14）在法国南部的图卢兹召开的时候，尼尔教授再一次介绍和验证了他的摩尔定律，全世界建成的“数制”工坊（fab lab）的数量，在每一年半的时间里，会翻一番：全球数制工坊总量已经超过 2 500 个了。

“数制”工坊在全球范围内迅速蔓延开来，星罗棋布的 personal 智造终端空间，让越来越多的创客可以将他们大脑里的创意智造出来，全球实验室通过线上直播平台和网络学习与知识同步系统链接起来，推进个人制造（DIY，Do It Yourself）的共创和分享（DIT，Do It Together）。这大大赋予了人们实现设计的能力，孕育了人工智能时代新的生产方式。

工业革命时期，生产流通从挖掘原材料开始，通过全球物流将原材料运抵

工厂，并加工制造成产品，再把产品运输到全世界消费终端市场，这是单线经济（linear economy）模式；随着信息时代的到来，电子设计文档（比特）可以通过互联网在全球流通，实现数制工具产品本地化（原子）。智造，这种把物流成本，原材料成本和能源消耗降到最低的本地制造模式，就是新的循环经济（circular economy）的基础，它成为网络时代生态、经济、社会可持续发展的动力，不断改变着世界的发展模式和经济格局。

随着智能时代的到来，各国也紧抓机遇，努力在未来全球战略中奠基新的格局。

中国正在努力成为世界科技强国。“科技兴则民族兴，科技强则国家强”。我们不断提升对“科技强国、科教兴国”战略国策的认识，强调自主创新和核心竞争力提升。《中国制造 2025》的提出，展示了中国制造业转型升级的决心，以实现从“中国制造”（Made in China）到“中国设计”（Design in China）的巨大转变。科技要强大，人才培养是第一步，造就一批有自主创新能力的科技人才和有独立知识产权的技术关系到中国未来的格局。近两年，中国在 K-12 教育中全面铺开综合素养、STEM/STEAM 及科创教育；在大学层面推进新工科建设等全面创新人才培育机制及系统，以应对人工智能时代人才培养的新需求。

2013 年，在我的主持和团队的努力下，同济大学设计创意学院成立了中国大陆第一家“数制”工坊实验室。2014 年 3 月 1 日，第一场开放夜活动正式登陆上海，标志着中国“数制”工坊（fab lab O）开始了一段使命，逐步将全球数制工坊网络和理念在中国落地以生根发芽。

未来，我们将继续拓展全球网络课程——智造学术（FAB Academy）在国内的推广，同时将核心课程本土化，通过实践，演化成植入各类学校的课程系统：“智造学术 X”（FAB O Academy X）针对的是大学、职业院校、高中；“数制乐园”（FAB O Playground）是专门针对 K-12 的贯穿式的课程体系；同时拓展一系列“项目导向式学习”（Project Based Learning）的主题性实验室

模块，包括“可持续生态”“生物合成”“人工智能”“智能可穿戴”“机器人”“增强现实”“3D 打印”“未来城市”“未来生活”“飞行器”等。

中国“数制”工坊及课程已经先后进驻上海科技大学、湖南机电职业学院、常州机电职业学院、上海格致中学、上海市同济黄浦设计创意高中、苏州领科海外学校、上海市宝山行知中学、同济附属实验学校（嘉定）等十多个知名高校、职业院校及 K-12 学校。同时，fab lab 实验室也为上海包玉刚民办实验学校、YKPAO、上海阿德科特国际学校等多所知名学校开发了创新课程。

2018 年 10 月，尼尔教授受邀来中国南京参加“2018 世界智能制造大会”（2018 World Intelligent Manufacturing Summit）并发表主题演讲“智能制造的未来”（The Future of Fabrication）。会议期间，尼尔会同中国“数制”工坊主办了名为“中国智造集群”的主题沙龙，并将“中国智造学术”课程定义为在中国本土开展“数制”工坊的内容蓝本。

让我们一起努力憧憬：当未来的某一天，在世界上的任何一个角落，分布着像便利店一样方便可及的“数制”工坊，任何人都可以发送比特文档，并通过 3D 打印机等机器将个性化的产品智造出来的时候；当 3D 打印机等智能机器通过不断打印新的零件来组装更多打印机，也就是机器可以不断复制机器的时候；或者，当我们不仅能编程电路板，还可以编程生物细胞，完成从“智造万物”到“生长万物”的演化的时候，我们又将如何设计现实？设计出的现实又是怎样的呢？

最后，感恩为这本书的出版而付出的所有支持者。

丁峻峰

同济大学创意学院副教授

中国“数制”工坊（fab lab O）实验室主任

想象一下，现在是 1965 年。汽油还是 31 美分一加仑^①。披头士刚刚发行了《救命》(*Help*) 专辑。瓦茨骚乱仍在洛杉矶肆虐。《音乐之声》(*The Sound of Music*) 还排在院线榜首。美国数字设备公司 (DEC) 首发了第一台使用集成电路技术的电脑 PDP-8，售价 18 000 美元。

你正坐在圣何塞一家拥挤的咖啡厅里喝着咖啡 (那时超大杯半糖无泡焦糖玛奇朵尚未问世)。你这桌是咖啡厅里唯一有空座的地方。一群人鱼贯而入，大声喧哗着。他们人手一份最新一期《电子》(*Electronics*) 杂志，兴奋溢于言表。其中一位问你是否可以坐在你旁边。“当然可以。”你回答道。

你听出来这群人原来是附近一家半导体公司的研究员，他们在热烈讨论杂志中的一篇文章。不过，他们谈论的东西仿佛是天方夜谭：什么有朝一日电脑会小到装进衣兜，或是做成腕表；什么这些“个人”电脑会如同大型计算机一样性能强大；什么所有电脑联网指日可待，届时任何人都能在任何地方获取、掌控和分享信息。

^① 1 加仑 $\approx$ 3.79 升。——编者注

他们的讨论越是深入，所描述的未来设想就越是离奇。毕竟，电脑是体型充栋的庞大机器，只有顶尖研究机构和商业巨头才可能配备，且价格昂贵，需专门技师操控。电脑能装进衣兜或是联网的想法，就如同亚瑟·查尔斯·克拉克的科幻小说或者《至尊神探》(*Dick Tracy*)、《摩登家庭》(*The Jetsons*) 一样不可思议，绝非近期可能实现的，实在不值一提。你忍不住向同桌的那位表达这一疑虑。

那些研究员停了下来，纷纷点头，仿佛对此疑虑早已了然于胸了。令他们如此兴奋的不仅仅是电脑技术发展带来的性能提升，还有其发展的指数级速度。他们解释说，这种变化在初期很难察觉，不过当每个人都回过味儿时，变化就已经是天翻地覆了。他们认为，如果你能抓住要领的话，其实电脑性能加速发展的迹象已经显而易见。他们坚持认为自己抓住了要领，自信满满。你感到既半信半疑，又兴趣盎然，就顺势问道：“好吧，那你们觉得要领到底在哪儿？”

研究员们受到了鼓舞，继续解释。首先，我们看看数字技术的本质是什么——具体而言，是什么使数字技术区别于其他多数技术，以指数级的速度发展？他们将数字技术与另一项新近发明成果——施乐复印机进行比较。施乐复印机与电脑的不同之处是它使用的是模拟程序。比如，要是你想用施乐复印机复印文件，得把第一页塞进机器印出第二页，然后你再把这两页塞回机器印出4页，然后印出8页、16页，以此类推。当你印到几千页时，大多数复本都已模糊不清，遑论上亿页了，这是复印过程中误差不断积累的结果——所承载的信息丢失了。

“而数字技术就不一样。”他们解释道。数字信息被转换成信号（由1和0组成）。只要在系统中加入一个运行的纠错程序，数字设备就可以反复复制信息，而信息则毫发无损。研究员们认为，这就是数字化的本质，使数以亿计的数字信息清晰无误地被掌控和分享。而且，纠错程序十分廉价，信息复制几乎不产生任何边际成本。他们的结论是，这一基础科学会推动全社会的变革。

其中一位研究员打开那本《电子》杂志，向你展示令他们激动不已的那篇文章。文章作者名叫戈登·摩尔，是仙童半导体公司的研发部主任，那些研究员也正是在这家公司就职。标题是“给集成电路塞上更多部件”，绝妙直白，令你忍俊不禁。文章论证了单个集成电路芯片上可容纳的元器件数量每年都要翻一番，他预计这一趋势至少会持续 10 年。研究员们之所以兴奋，是因为这一趋势对于将电脑变得更小巧、更便宜、更快捷至关重要——而这些变化又是加速进行的。如果摩尔预测准确的话，即电脑性能确实可以每年翻番并持续 10 年，那么到 1975 年，电脑运行速度会比现在快 1 000 倍。考虑到这一趋势，摩尔预测“家用电脑（或者至少是连接中央处理器的家用终端）汽车自动控制系统以及个人便携式通信设备等奇迹”将会出现。他在文章中写道：“今天我们离电子腕表只差一个显示器的距离。”你联想到《至尊神探》和《摩登家庭》是不无道理的，那正是摩尔预测会发生的事情。

研究员继续解释，电脑性能的日益强大使其他数字技术成为可能，而且自己也愈加强大。比如，其中一位研究员正在从事美国国防部高级研究计划署的一项签约项目，旨在展示电脑如何进行长距离数据网络传输。另一位研究员则指出，他们已经开发出一款电脑，能够在象棋等复杂游戏中击败人类。这些进展，与很多其他同类技术进步相互交织、相互支撑，为经济、文化与社会各个领域的巨大变革奠定了基础。

随着研究员的进一步解说，你逐渐相信这的确是件值得关注的大事。具体时间虽然并不明朗，但你意识到你可能已被赋予了一次实在难得的机遇，以见证历史演变为翻天覆地的未来。而现在你要做的，是如何把握这一机遇。

如果你是企业家，你可能要开始思考崭新的、颠覆性的潜在商业机会；如果你是行业组织的领导，你会试图利用这些技术获取竞争优势，淘汰部分边缘业务，谋求转型升级；如果你是公共机构的负责人，你可能需要开始评估这些强大技术如何惠及所有人，而非那些幸运的少数人——如何利用这些技术提高

公共福利，减少潜在危害。无论你是谁，都要考察这些新技术会如何影响你的个人生活与职业生涯。至少有一点是明确的：一次数字革命已迫在眉睫。

失去的机遇

事实上，在过去半个多世纪里，已经有两次数字革命接踵而至，而且比摩尔所预计的更加波澜壮阔。第一次数字革命是通信革命，把我们从模拟电话时代带到了互联网时代。第二次数字革命是计算革命，为我们带来了个人电脑和智能手机。两次革命的联袂彻底改变了整个世界。

早在 1965 年，数字革命就已初露端倪。不过，世界上大多数人却与它擦肩而过。因此，前两次数字革命所带来的经济、文化和社会冲击使人们措手不及。摩尔的预言，就是著名的摩尔定律，并非如他所预期的那样只持续了 10 年，而是整整 50 年。如今的电脑，其性能比 1965 年时强大了近 10 亿倍，而且的确可以放进衣兜，做成腕表。

技术持续以指数级速度发展着，而个人、组织和机构只能亦步亦趋，拼命追赶技术的步伐。这种追赶态势遍布社会——包括那些生活被数字技术所影响的个人、运营模式被技术加速发展所不断颠覆的组织，以及在风云变幻中谋求稳定的政府、教育和法律等领域的公共机构。

这些技术渗透社会的程度越深，社会追赶它的步伐就越快。要想规范这些加速发展的变革性技术，最佳时机是技术形成的早期，即社会变革尚未蔚然成风、根深蒂固之时。这时，技术的想象空间和最初的市场成果转化仍在成形早期，还有斡旋余地。数字化通信与计算的革命推动生产力空前发展，形成海量财富，催生出日常生活中的深刻变化。不过，还是有大量的人落伍了。

在摩尔发表论文半个多世纪之后的今天，这个地球上还有半数以上的人未能接入互联网，还有数十亿人的网络受限或不稳定。在世界大多数地方，收入

增长与财富不均、技术性失业、社会两极分化等社会问题相互交织，在数字回声室效应和“永远在线”的社会传媒催化下，社会的基本架构正在被撕裂。在此背景下，很多人都深深渴望未来能更丰富多彩，更少些不确定性和动荡。

前两次数字革命的负面影响并非空穴来风，也绝非偶然。在技术研发和市场化过程中，早期的决策方向和价值观会产生深远影响。我们在数字通信能力上取得突破性进展，却没能建立起相应的文化标准、反馈机制和强化公民话语权的算法。我们创造的电子商务新商业模式无比高效，但也在个人隐私和网络安全方面埋下新的隐患。我们赞赏数字自动化取得的重大进展，却要在技术带来的失业潮中苦苦挣扎。

当然，要想完全预防前两次数字革命中所有的负面冲击也是不现实的。几十年来，我们将重心放在帮助个人、组织和机构与技术共同发展上，却失去了在技术研发过程中主动创造价值、减少危害的重大机遇。2015年，在摩尔的论文发表半个世纪之后，美国前总统奥巴马宣布“高速互联网是生活必需品，而非奢侈品”——就如同电和水一样。假如从20世纪60年代中叶开始构建以数字包容、数字与编程素养、数字文明为内容的文化，假如我们能够同时聚焦于社会创新与科技创新以应对技术冲击，我们的社会与技术体系就可能更有效地同步发展。

在前两次数字革命中，我们痛失良机。但我们现在有了另一次机遇，即第三次数字革命——制造革命。

第三次数字革命

通过将比特虚拟世界的可编程性引入原子物理世界，数字革命在前两次的基础上得到了进一步完善。鉴于物理世界正是我们的栖身之所，第三次数字革命的意义可能是前无古人的。这次革命的基石同样是数字化基础科学，不过在

这次革命中，比特与原子是齐头并进以指数级速度运转的。随着通信和计算从模拟信号走向数字信号，个人电脑、智能手机和互联网应运而生。而制造的数字化则为个人制造带来光明前景，使个人与社区可以随时随地按需制造并分享产品。

数字制造、数字化通信与计算的相似之处是显而易见的。与早期大型计算机的情形类似，大多数正规的数字制造都是通过大型机械设备来实现的，也是由顶尖研究机构和商业巨头的专门技术人员来操作的。不过，很快这些大型机械设备的性能将会被所有人获取——就像你衣兜里的小电脑能具备当年大型计算机的性能一样。由此可见，在可预见的未来，任何人都能把数据加工成物品，也可以把物品转换成数据，人们能通过比特和原子的互联网分享信息。

在前两次数字革命早期，这一前景是不可思议的。其实，它不仅理论上行得通，而且我们已经在朝这个方向行进了，道路也越走越宽广。“数制”工坊是一种依托社区的实验室，爱好者可以从中获取数字制造的强大工具。自2003年首次创立以来，“数制”工坊的数量以每一年半翻一番的速度增长。不过，与前两次数字革命初期类似，第三次数字革命以指数级增长的特性是常人不易觉察的。正如发明家、未来学家雷·库兹韦尔在其著作《奇点将至》（*The Singularity Is Near*）中所指出的那样：“指数级增长具有隐蔽性。初期几乎难以察觉，然后就会突然井喷式爆发——之所以出人意料，是因为人们不注意追踪它的运行轨迹。”

《设计现实》就是这样一本关注数字制造指数级增长轨迹的书，旨在帮助人们运用相关知识为第三次数字革命做准备，从而推进革命。每个人或多或少都有能力对这次革命做出一些贡献。我们无须再等待半个世纪来让未来的政治、教育和慈善领袖意识到智造资源的获取与智造素养是可实现的，而非难以企及。我们仍处于第三次数字革命的初期，研究重点正在确立，核心技术正在研发，对智造资源的获取与智造素养至关重要的组织和机构正在悄然兴起。

每一项新技术都以其固有特征影响着技术使用者的能力和行为。数字技术使内容得以快速复制、编辑和传播。这一特性对经济各个领域的变革都至关重要，影响着我们的休闲方式，也改变着我们的沟通方式。在过去几十年里，我们在几乎不产生任何边际成本的前提下，得以复制、编辑和分享音乐、影像、博客、新闻、电邮、短信和其他数字资料，这一能力对于经济与社会发展既有正面推动作用，又有负面影响。而这项能力就是技术所固有的基本属性。

数字制造与数字化通信和计算既有某些相同特性，又有不同之处。在前两次数字革命中，比特对原子的影响是间接的（是通过创造新的能力与行为方式来实现的）；而第三次数字革命使比特能够直接改变原子。对大多数人而言，第三次数字革命的独特之处还不是直接在原子层面进行物质的制造，但是它的确意味着通过数字设计接口来改变实体世界的能力。尽管在前两次数字革命中，我们周围的物理世界发生了巨大变化，如道路、房屋、家电、交通、食物，但这些东西基本上还是维持了原貌。而在第三次数字革命中，物理世界构造的基本属性将会发生变化。在全球的“数制”工坊网络中，我们已经发现围绕成本效益模型形成了稳定的创新链条，个人和社区在全球范围内获取设计方案，在当地制造衣物、家具、玩具、电脑，甚至是房屋和汽车。随着数字制造技术以指数级速度增长而变得更优化、更快捷、更廉价，这些能力将会持续提升、与时俱进。

第三次数字革命契合了人类内心深处制造物品的欲望。《爱上制作》（*Make*）杂志创始人戴尔·多尔蒂在他的著作《自由创制》（*Free to Make*）中指出，“制造充分深入地体现了我们的人性，安抚了我们创造的灵魂”，并且帮助我们“建立起集自信、才华与创意于一身的个人认知”。无论是在自家地窖工作室工作的机械达人，或是印度乡下“数制”工坊的农民创客，还是创制节聚会上的12岁少年，制造物品都深深满足并启迪着业余爱好者、艺术家、工程师和发烧友。

从世界各地智造先行者的工作中，我们可以发现数字制造具备变革性威力

的蛛丝马迹。通过此书，我们将邂逅来自底特律“激发焦点‘数制’工坊”的布莱尔·埃文斯等人。布莱尔在底特律的东区开发了一块 30 英亩^①的地皮，大胆探索一种新的社会与经济模式，旨在使人人都能选择“少些工作、少些花销，多些创造、多些交流”的生活方式。实现个人与社区的自给自足并非新生事物，不过布莱尔及其同事证明，如果数字化平台被用于协作生产食物、家具等实用商品的话，可以加速实现自给自足。

个人或社区层面日益强大的消费品制造能力，能够帮助我们应对前两次数字革命带来的一个最为重大的挑战——人的工作日益被技术所取代。据估计，由于人工智能、机器人的出现以及其他技术的加速发展，有一半左右的工作终将被自动化。这些消失的工作岗位不仅包括工厂工人或卡车司机等蓝领，还包括助理律师、放射科医生甚至电脑程序员等白领。关于新兴技术所产生的新工作机会是否会弥补其淘汰的岗位，也见仁见智。即便如此（虽然也不大确定），被淘汰的旧工作与能普及的新工作之间也会有数量差距。技术导致的失业高企、收入与财富不均以及数字技术带来的变化无常，混合成一剂毒药，令许多人焦虑愤懑，从而推动了世界范围内的民族主义运动的发展。挑战虽然严峻，但随着生产制造的日益民主化^②，通过能力提升战胜恐惧心理，个人和社区自给自足与全球范围的相互依存、知识共享相得益彰，必将展现出更加动人的前景。这有助于打消将全球化与当地自给自足对立起来的错误观点，化解政治分歧。

构建更加可持续发展且繁荣富足的未来，不仅需要个人与社区层面的基础工作，还需要城市与国家层面上的参与推动。书中另一位智造先行者，来自巴塞罗那“数制”工坊的托马斯·迪兹就在领导一场全球智造城市运动。在“数制”工坊第 10 次全球年会上，巴塞罗那市长和首席建筑师做出一个大胆的承

① 1 英亩 ≈ 4 046.86 平方米。——编者注

② 制造民主化，是指使普通人具有智造资源与素养的同等获取权利，而非由个别大企业与研究机构垄断智造技术与资源。——译者注

诺，用 40 年时间以可持续发展的当地制造取代其全球供应链——成为一个本地产能可以满足本地所有需求的城市。这一宣言的目的并不是让我们倒退回手工业时代，而是反映了后工业化城市通过全球化传递的信息来完成本地制造，从而实现可持续发展的愿景。

继巴塞罗那宣言之后，其他一些城市与国家，从圣迭戈到深圳，从波士顿到不丹，都纷纷加入巴塞罗那的行列。托马斯是这样描述智造城市运动的：“我们需要通过重新定位生产来重塑我们的城市，以及城市与人、城市与自然的关系，从而使城市精神富于产出而非贪婪攫取，生机焕发而非恣意破坏，赋能于人而非冷漠疏离。”

书中我们还介绍了北到阿拉斯加、南至亚马孙的当地智造先驱。这些创新者利用先进技术延续着自给自足、社区建设等方面的遗风余俗，提供更加高效的工具使当地材料得以协同解决当地的问题，契合传统与现代社会中大量人群内心深处对拥抱大自然、与身边实体世界相融合的渴求。即使是最热心的数字技术支持者，面对愈加蛊惑人心的社交媒体与让人身临其境的虚拟世界，也能感知到被卷入而后迷失的风险。从硅谷经理人将子女送到“远离技术”的学校就读，到类似“拔掉电源日”等拒绝数字化的节日和倡议所反映的趋势，我们都能感受到这一风险带来的焦虑。第三次数字革命有助于人们更加健康平衡地分配时间，在比特数字世界与“真实”物理世界之间切换。

只有引导和启迪个人，创建必要的组织，改造传统机构，才能促使这些理想的愿景变为现实。我们首先要认识到，我们的确正处于第三次数字革命的风口浪尖，要理解它的运行轨迹。变革有迹可循，本书会为你指明方向。书中解释了第三次数字革命兴起的标志及成因，关键是，指出了如何才能做好准备并帮助推进革命。

在探索指数级发展的技术时，我们要么轻易陷入一种反乌托邦的未来设想——面对技术的肆虐横行，面对机器人窃取人类所有的工作岗位，人们束手

无策；要么就沉溺于技术乌托邦的未来设想——人们什么都不用做，技术就能解决所有问题。两个极端不断被大众媒体放大着。从前两次数字革命中我们已经看到，现实要复杂得多。技术加速发展的益处与风险都真真切切，深深影响着许多人的生活，但是现在我们有能力来调整这些影响，无论是通过个人努力，还是集体协作。

在第三次数字革命打造一个更加自给自足、互联互通、可持续发展的社会的过程中，我们都能有所作为。实现这一变革非一日之功。技术无法替代的就业岗位、利用数字制造技术的新工作会不断涌现。随着个人与社区逐渐能够自制消费品，新兴模式将会挑战传统的工作概念——为平衡生活、学习、工作、休闲提供新的选项。要使这一系列社会安排惠及每个人并不容易。不过，如果能目睹未来几十年数字制造技术的能力与素养普及 10 亿倍的增长过程，我们就能理解“少些工作、少些花销，多些创造、多些交流”的愿景了。在智造城市愿景的基础上，我们就能构建一个“富于产出而非贪婪攫取，生机焕发而非恣意破坏，赋能于人而非冷漠疏离”的社会。

这本书围绕两大主题展开，两者对理解数字制造的力量及前景都必不可少。一个是理解为第三次数字革命提供动能的技术，另一个是发展必须与技术共同进化的社会制度。

技术

书中关于技术理解的部分由尼尔·格申斐尔德执笔，他是麻省理工学院比特和原子中心（CBA）主任。尼尔已在数字制造的前沿工作了 20 年，在探求数字技术的未来方面成就斐然。他在 1999 年的著作《它们也思考》（*When Things Start to Think*）中，预测并帮助塑造了后来著名的物联网。他于 2005 年出版的书籍《智造》（*Fab*）描述了“数制”工坊的兴起和创客运动，使很多人认识到

数字制造的力量和前景。

如今，在这本书中，尼尔讲述了这些趋势将如何叠加为第三次数字革命，并指出这一革命在数字制造技术发展 10 年之后的今天已然呼之欲出；尼尔也将通过三次数字革命的演化进程分析如何从历史的角度参悟这次革命，以及如何通过一个动态的研究路线图来透视未来。他指出，围绕 3D 打印的炒作只是技术革命的冰山一角，未来会出现“星际迷航”式的复制器，可以智造出（几乎）万物，包括复制它自己。要做到这一点，不仅需要将物品的设计数字化，还要将构成物品的材料数字化。

尼尔用他在麻省理工学院开设“如何智造（几乎）万物”课程，从而意外开启“数制”工坊运动的故事来开篇。接着，他描述了社区“数制”工坊如何在全球网络中广泛应用，并重点讲述了今天的数字制造流程已在赋能于人的事实。从挪威北部到非洲南端，从穷乡僻壤到繁华都市，社区“数制”工坊已经引发了创新的星火燎原之势，预示了数字制造的动能和潜能。

从这里出发，尼尔在第 3 章中回顾了第三次数字革命核心科学基础的历史。他解释了这次由原子到比特的革命如何与 40 亿年前的生命进化类比，解释了数字通信、计算和制造一以贯之的核心理念——可靠性、模块化、本地化、可逆性等基本原则。他还以史为鉴，重点分析了早在技术发展为最终形态之前，一些技术流程被发现和应用的意义。

尼尔在这部分中紧扣拉斯定律这个主题。拉斯定律是数字制造时代可以类比摩尔定律的一个重要发现，发现者为雪莉·拉斯特，她领导智造基金会（支持“数制”工坊网络的非营利机构）的工作，还负责比特与原子中心的外延服务。随着她案头关于设立“数制”工坊的申请文书不断增加，她首次发现每一年半“数制”工坊的数量就会翻一番。

尼尔编写《智造》一书时，既没有策划也没有预测到这一指数级增长趋势。当时，比特与原子中心只有最初几个“数制”工坊。对尼尔而言，2003 年是一