

C o m p e t i n g
a n d S u r v i v i n g i n t h e S e c o n d W a v e
o f t h e I n d u s t r i a l
R e v o l u t i o n

THE
GREAT
DISRUPTION

大颠覆

从3D打印到3D制造

[美] 里克·史密斯 (Rick Smith) 著
[美] 米奇·弗里 (Mitch Free)

余小丹 陈毅平 译

C o m p e t i n g
a n d S u r v i v i n g i n t h e S e c o n d W a v e
o f t h e I n d u s t r i a l
R e v o l u t i o n

中信出版集团

大颠覆

从3D打印到3D制造

THE GREAT
DISRUPTION

[美] 里克·史密斯 (Rick Smith)

[美] 米奇·弗里 (Mitch Free)

著

余小丹 陈毅平 译

C o m p e t i n g
a n d S u r v i v i n g i n t h e S e c o n d W
o f t h e I n d u s t r i a l
R e v o l u t i o n



图书在版编目 (CIP) 数据

大颠覆：从 3D 打印到 3D 制造 / (美) 里克·史密斯，
(美) 米奇·弗里著，余小丹，陈毅平译. -- 北京：中
信出版社，2018.1.

书名原文：The Great Disruption: Competing and
Surviving in the Second Wave of the Industrial
Revolution

ISBN 978-7-5086-8357-7

I. ①大… II. ①里… ②米… ③余… ④陈… III.
①立体印刷—印刷术—应用—制造业 IV. ① F407.4

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2017) 第 282705 号

The Great Disruption: Competing and Surviving in the Second Wave of the Industrial Revolution
By Rick Smith with Mitch Free Foreword copyright © by Bernd Leukert.
Copyright © 2016 by Richard A. Smith and David Mitchell Free
Published by arrangement with Writers House, LLC
Through Bardon-Chinese Media Agency
Simplified Chinese translation copyright © 2018 by CITIC Press Corporation
ALL RIGHTS RESERVED
本书仅限中国大陆地区发行销售

大颠覆——从 3D 打印到 3D 制造

著 者：[美] 里克·史密斯 [美] 米奇·弗里

译 者：余小丹 陈毅平

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：北京诚信伟业印刷有限公司

开 本：880mm × 1230mm 1/32

印 张：9 字 数：140 千字

版 次：2018 年 1 月第 1 版

印 次：2018 年 1 月第 1 次印刷

京权图字：01-2017-8365

广告经营许可证：京朝工商广字第 8087 号

书 号：ISBN 978-7-5086-8357-7

定 价：49.00 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

献给

阿登、亚当和莱恩的妈妈
——洛里·史密斯，和米娅
的妈妈——夏琳·弗里

数字化与 3D 打印工业革命： 从“图形”到“工业部件”

思爱普全球管理委员会成员

陆凯德 (Bernd Leukert)

3D 打印看上去像是一项比较新的发明，但从 3D 打印概念的提出至今已经足足有 35 个年头了。1981 年，名古屋市工业研究所的儿玉秀雄发表论文，描述了一种可逐层“打印”实物的实用快速成型系统。7 年后，熔融沉积成型技术 (FDM) 被发明。有了这项技术，设计师可以利用数字数据制作 3D 模型，进而制造实实在在的物体。

虽然这些技术并非尽善尽美，但其潜力不可否认。但是还有一个问题：这些技术价格不菲。第一款价格低于 5 000 美元的 3D 打印机直到 2007 年才推出，结果上市后便被消费者

疯抢。一个迅速崛起的产业助长了我们的梦想——让 3D 打印机走进千家万户。

将近十年后，消费者的这一强烈愿望仍未实现，3D 打印依然只局限于发烧友的圈子。但近五年来，工业用途的 3D 打印得到了长足的发展，变得相当成熟。从制作样品和小饰品到完全按需制造，这一转变已被普遍接受，并开始改变整个商业模式。

今天，工业 3D 打印已经相当可靠。任何制造企业，不论规模大小、不论所属行业，都可以考虑将 3D 打印作为提高其生产线产能的重要手段。这项技术终于兑现了自己最初的诺言。

3D 打印从“打印图形”向“生产部件”的飞跃，标志着制造业历史上的一个革命性时刻。如今，3D 打印已经能为大大小小的企业解决生产规模问题，包括提高自动化水平和生产效率，提供库存管理和供应链拓展的新方式，等等。

美国商务部最近公布的一份报告称，美国制造业和贸易库存总量估计高达 1.8071 万亿美元。

美国的库存水平哪怕只降低 1%，对供应链的影响也足够令人震惊——那可是 180 亿美元！至于它对全球经济、全球供应链甚至全球气候的影响，那就更大了。

但 3D 打印技术的影响还远不止这些。有了 3D 打印技术，企业还能转变商业模式，提供新型的数字化服务，例如批量

定制、本地生产、当天送货，等等。

因此，思爱普公司一马当先，与制造业和扩展供应链的巨头合作，加速全球制造业的转型和数字化。

3D 打印的全球化时代已经到来。准备迎接下一场工业革命吧，希望本书能对您有所启发！

前 言 数字化与 3D 打印工业革命：从“图形”到“工业部件” // VII

序 “它会改变一切！” // 001

第 1 章

范式 + // 007

高难度，小批量，变化无穷 // 014

定制人体 // 017

点播时代 // 020

大规模定制 // 024

新视角 // 027

第 2 章

彩泥的启示：一种新的制造方法 // 029

加起来 // 034

更复杂 更自由 // 037

向前走 更简单 // 040

超越规模 // 043

福特改革制造业 // 045

重回 1994 // 049

第 3 章

第二次浪潮 // 053

字词之外 // 058

从印刷术到互联网 // 059

信息颠覆 // 062

革命与火车 // 066

复杂与定制 // 068

革命的代价 // 069

快速消失的平衡车 (Segway) // 072

第 4 章

大规模定制 // 075

量身定制 // 082

总价值 // 085

福特探索第二次浪潮 // 086

零件百宝箱 // 092

对速度的要求 // 094

海陆两用工厂 // 096

第 5 章

无限制设计 // 099

制药快车道 // 103

免费的复杂度 // 106

整体制造 // 107

无所不能的打印 // 110

破解自然之谜 // 111

信息太多 // 116

信息太多，永远不够 // 117

第 6 章

弹性制造云 // 121

低成本陷阱 // 125

弹性制造云 // 127

直接数字化制造 // 132

太空云平台 // 136

全球大洗牌 // 137

网上做的曲奇饼 // 139

3D 打印不会饿死邮递员 // 142

第 7 章

3D 的未来 // 145

更低的门槛 // 151

3D 打印造大件 // 155

3D 打印造小件 // 158

3D 打印“变”出活物 // 159

3D 打印整个物体 // 162

4D 打印即将到来 // 164

打印的新方法 // 167

第 8 章

同步性 // 171

文化技术 // 177

改组 // 182

相互联系的发展 // 186

超越自我 // 190

第 9 章

威胁倍增器 // 193

问题一：知识产权 // 197

问题二：环境 // 200

问题三：工作 // 203

问题四：生物打印 // 204

问题五：3D 打印药物 // 206

问题六：国家经济安全 // 207

非洲和新国富论 // 209

3D 打印是把双刃剑 // 212

第 10 章

颠覆性领导 // 215

从静态到动态 // 221

从实物资产到信息 // 223

从等级制度到网络优势 // 225

第一次浪潮的领导方式 // 227

在边缘 // 229

iTunes 软件和苹果应用商店 // 234

第二次浪潮的领导方式 // 235

- 学习型组织 // 237
- 第二次浪潮的生产方式 // 238
- 领导者现在应该做什么 // 239
- 顾客大胆尝鲜 // 247

第 11 章

黑客罗德打印快车道 // 249

- 创造新的未来 // 256
- 不断演变的汽车 // 259
- 跳出当下 // 262

致 谢 // 267

“它会改变一切！”

时间：2015年年初。地点：明尼苏达矿业及制造业公司（3M）明尼阿波利斯总部的一间董事会会议室。这是一家年销售额达300亿美元的全球制造企业。

几个月前，我和米奇·弗里决定成立一家从事3D打印业务的合资公司。米奇有很深厚的制造业背景，创立了全球制造业在线交易市场——MFG.com。我就是人们所说的那种“连环创业家”，在好几个行业中都创办了企业。我俩都对新兴的工业3D打印非常感兴趣，觉得这个领域已经引起了一些《财富》1000强企业的兴趣。但对于这个即将探索的新领域，我俩谁也没有明确的认识，直到那天我们的3M公司之行。说实话，那天我们都有点儿忐忑不安。

我们向赫克托·多尔顿以及 3M 公司的其他高管做了自我介绍。赫克托·多尔顿是公司的常务副总裁，负责生产和供应链。这次见面一开始陷入了尴尬的冷场，于是我设法转入正题：“你们认为 3D 打印会对 3M 公司的哪些具体的业务领域产生重大影响？”

赫克托逐一打量在座的董事，没人吭声。接着，他从桌子对面慢慢朝我们探过身来，双臂本能地弯成弓形，像是要朝我们跳过来。

他说：“不是一个领域。它会改变一切！我们将见证一场史上空前的颠覆！”

一场历史性的颠覆？

就在那一刻，我脑子里灵光一闪。我们都把工业革命看成一个开关，工业革命前是一种情形，工业革命后又是另外一种情形。我们都生活在这场历史性变革之后，在安全又稳固的现代世界。未来也将如此！

但如果不是这么回事呢？如果产业的艰难转型还没有完成呢？如果再来一次天翻地覆的变革呢？

我的脑子在飞转，手却在记录本上写下了三个字，好像是在喃喃自语：

大颠覆！

一转眼，半年过去了。我和米奇联系了不同行业的几十家企业，3D 打印对这些企业各有各的用处，但有一点很清楚：原来我们只是预感这会是一场规模大、范围广的历史性颠覆，现在我们则坚信不疑。我们和世界上越来越多的企业领导者一样，相信 3D 打印将极大地改变 21 世纪的生产方式，比近 300 年来工业革命带来的影响还要大。“工业革命的第二次浪潮”正向我们涌来，它掀起的浪花已经开始冲刷我们的双脚。这样的断言可能为时过早。话虽大胆，但并非没有根据。

在这里，需要简单解释一下这项技术的工作原理。想象一下你摆在家里或办公室里的文件打印机，3D 打印机跟它有两处显著区别。首先，3D 打印机不用墨，而是用塑料、陶瓷甚至金属。其次，3D 打印机不是一次性印完一页接着印下一页，而是来来回回地连续打印几百甚至几千次。它每一次都会在原来的基础上添上极薄、极精细的一层，最后形成一件完整的三维物体。

最令人惊叹的是：3D 打印，又称增材制造，是在 20 世纪 80 年代末才出现的。起初它只被用来制作劣质的塑料物品。现在很多人还把这项技术跟一些新奇的小玩意儿联系在一起。这些人将会错过这场颠覆。比如说，现在通用电气公司已经在用 3D 技术打印飞机发动机的关键金属部件。这些部件在性能和重量上都有了颠覆性的改进，用其他办法是做不出来的。由于该技术比传统的制造方式更具成本竞争力，从

制鞋到汽车制造，再到食品药品制造甚至是房地产，许多行业都有可能受益。这就提出了一个关键问题：这场颠覆的范围究竟会有多广？

我们真的还不大清楚。我们已经知道 3D 打印本身具有巨大的颠覆性，但正如我们接下来将会探讨的，3D 打印只有跟其他新兴技术结合起来，才有可能完全显示出它的影响。3D 打印制造与人工智能、超定制（hyper-customization）、计算机生成设计（computer-generated design）和物联网相结合潜力之大，令人难以置信。而且，不要指望 3D 打印带来的颠覆会一下子全部涌现出来。本书讨论的巨大变革需要几年，有的甚至需要几十年才会发生。

但我们要清醒地认识到：成千上万的高管已经在摩拳擦掌，未雨绸缪。像这些人一样，我们相信，任何想要在即将重构的商业世界中发展，甚至仅仅是存活下来的人，都必须马上了解 3D 打印及其潜力。

“大颠覆”真的要来了，我们避无可避。这不是“会不会来”的问题，而是“什么时候来”的问题。这就是我们写这本书的目的：不是要介绍一种像是从科幻小说里摘抄来的（尽管它确实在科幻小说中出现过）新技术，让你啧啧称奇；而是要让你相信，3D 打印会在你的有生之年，对你所在的行业产生巨大的颠覆作用。