
4D PRINTING

CHANGING THE FUTURE BUSINESS
ECOSYSTEM

4D打印

改变未来商业生态

陈根 著



机械工业出版社
China Machine Press

4D打印

改变未来商业生态

陈根 著

4D PRINTING

CHANGING THE FUTURE BUSINESS
ECOSYSTEM



机械工业出版社
China Machine Press

图书在版编目 (CIP) 数据

4D 打印: 改变未来商业生态 / 陈根著. —北京: 机械工业出版社, 2015.7

ISBN 978-7-111-50941-7

I. 4… II. 陈… III. 立体印刷—印刷术—普及读物 IV. TS853-49

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2015) 第 161195 号



4D 打印: 改变未来商业生态

出版发行: 机械工业出版社 (北京市西城区百万庄大街 22 号 邮政编码: 100037)

责任编辑: 刘立卿

责任校对: 殷虹

印刷: 三河市宏图印务有限公司

版次: 2015 年 8 月第 1 版第 1 次印刷

开本: 147mm×210mm 1/32

印张: 5.75

书号: ISBN 978-7-111-50941-7

定价: 49.00 元

凡购本书, 如有缺页、倒页、脱页, 由本社发行部调换

客服热线: (010) 88379426 88361066

购书热线: (010) 68326294 88379649 68995259

投稿热线: (010) 88379604

读者信箱: hzit@hzbook.com

版权所有·侵权必究

封底无防伪标均为盗版 本书法律顾问: 北京大成律师事务所 韩光/邹晓东

科 技 改 变 生 活

4D 打印

将让制造业实现真正的蜕变

前言

相比较于 3D 打印的蔚然成风，概念已被提出两年多的 4D 打印稍显冷清。4D 到底是怎么回事？那突如其来的一个“D”又是如何横空出世的呢？

在开始探秘 4D 打印之前，大家先看一下人类繁衍的过程：

男人的精子和女人的卵子搭配、组合，形成一个全新的细胞，而那里面便是组成“我”的原材料——23 对 46 条染色体。每条染色体上都带有一定数量的设计因子，我们称之为“基因”，它支持着“我”生命的基本构造和性能，储存着“我”的种族、血型、孕育、生长、凋亡过程的全部信息。

在材料准备充分之后，“我”便被“打印”出来，而这个打印的载体便是母亲。从那以后，“我”便在时间维度的延伸下，在万物环境的“催化”中，开始了生、长、病、老、死的变化；并且还将进一步演绎着生命繁衍、细胞分裂和蛋白质合成等重要的生理过程，周而复始。对于这个过程，大家可能都不太陌生，而且理所当然也都理解。

言归正传，那么 4D 打印到底是怎么回事呢？

如同人类繁衍过程，4D 打印可通俗地理解为：每一条染色体所蕴藏的基因密码，便是物体最原始的设计程序编码；而我们这一生的成长过程，也就是人类这个“4D 打印物”，在时间这个第四维度基于万物环境的“催化”而发生的组织变化。

换言之，4D 打印与 3D 打印的最大区别就在于：3D 打印就像现在所有的制造过程一样，是造物呈现的终结；而 4D 打印则是造物呈现的开始，就像人类的诞生一样。

当然，这只是基于作者的个人理解对 4D 打印做出的比方。为了让大家能更立体、全面地了解“犹抱琵琶半遮面”的 4D 打印，我们再来看看百度是怎样解释 4D 打印的。据百度百科词条信息：所谓 4D 打印，比 3D 打印多了一个“D”，也就是时间维度，人们可以通过软件设定模型和时间，变形材料会在设定的时间内变形为所需的形状。准确地说，4D 打印是一种能够自动变形的材料，直接将设计内置到物料当中，不需要连接任何复杂的机电设备，就能按照产品设计自动折叠成相应的形状。

事情就是这样吗？还是让我们再来看看 4D 打印的前世今生。

2013 年 2 月 26 日，在美国加州长滩举行的 TED2013 大会上，

麻省理工学院（MIT）建筑部讲师斯凯拉·蒂比茨（Skylar Tibbitts）将一种新颖的材料组合用于 3D 打印机，制造出了一种线状物体，该物体放入水中时，能改变形状组成字母“MIT”。这一效果是通过将吸水聚合材料与碱性塑料相结合来实现的，这种技术被定义为 4D 打印。“我们想要说的就是，你设计出产品并且打印出来，而它能够进化。它就像在材料中植入了智慧。”蒂比茨在一次采访中说道。

2014 年 10 月 8 日，美国《外交》双月刊发表了题为《准备迎接 4D 打印革命》的文章。作者牛津大学圣安东尼学院荣誉学者纳伊夫·鲁赞在文章中称，4D 打印的可能应用是无穷的：数字化制造的真正前途在于第四维度空间——打印根据编程随时间而变化的物体。

基于此，我们可能很快将看到，科幻的梦想接入现实。

设想一下，伴随着 4D 打印的到来，城市的地下管道系统利用可编程的材料，每条管道能适应变化的环境，通过扩大或缩小来调整容量和流量，而且管道在受损时还能自行维修或在报废时分解，这将解决多大的城建维护难题呀！

应用于生物医疗领域的 4D 打印更是神乎其神，它将大大改变现有的医疗状况。在 3D 打印时代，我们已经能够利用 3D 打印的心脏、肢体骨架等替换人体衰老病变的器官，而 4D 打印的出现，无

疑将给我们带来更多的优化方案。例如心脏支架的更换将不再需要“动刀”了，可以通过 4D 打印液态的支架，然后通过血液循环系统将携带设计方案的智能材料注入，等其到达心脏指定部位后，再自我组装成心脏支架。更有甚者，就如最新的科学研究所告诉世界的，人类的 DNA 是可以修改的。先撇开道德层面不谈，通过对 DNA 的编辑，至少给人类永葆健康打开了一扇窗，而 4D 打印将是打开这扇窗的一把金钥匙。

目 录

前言

第一章 4D 打印：自我进化的“造物主”/ 1

4D 打印把智慧植入材料 / 2

4D 打印让产品变得“任性” / 4

牛津大学专家说 4D 打印 / 5

4D 打印原来如此 / 9

第二章 4D 打印之我见 / 11

如果 3D 是神笔，4D 则是金箍棒 / 12

变幻莫测的数字化制造 / 14

4D 打印让空间集约化 / 15

双重扫描的联合 / 18

4D 打印超越你我认知 / 20

第三章 4D 打印面面观 / 27

4D 打印的十大优势 / 28

制约 4D 打印的三大关键问题 / 31

4D 打印的六大趋势 / 34

4D 打印的前景与挑战 / 39

第四章 4D 打印的那些玩意儿 / 41

餐桌上的视觉盛宴 / 42

当皮革邂逅 4D / 45

内衣制造之 4D 打印 / 47

当时装恋上 4D 打印 / 48

踩上 4D 打印的高跟鞋 / 53

人体内的“变形金刚” / 55

长生不老何须丹药 / 56

4D 打印让玩具自变形 / 61

如果 4D 打印房子 / 66

无人机的新浪潮 / 70

第五章 4D 打印还能干啥 / 73

超级奶爸遇上 4D 打印 / 74

传真个男朋友回家过年 / 75

4D 打印的家居生活 / 77

4D 打印的军事应用 / 80

美军方发力 4D 打印 / 84

一台打印机，开启生产创业路 / 86

4D 打印践行创意 / 86

第六章 4D 打印：创意无极限 / 89

4D 打印激发人类的创造力 / 90

工业设计师的出路 / 93

“小米式”设计旋风劲吹 / 95

DDM 让定制风行 / 97

第七章 4D 打印：让世界不再一样 / 101

- 4D 打印的神奇技术 / 102
- 4D 打印改变设计软件 / 105
- 4D 打印推动材料技术 / 107
- 4D 打印对抗癌症 / 109
- 4D 打印改变商业生态 / 112
- 消费安全指数的新保障 / 114
- 实体物流将走向终结 / 115
- 4D 打印的“魔术”效应 / 117
- 未来世界，超乎你我想象 / 124

第八章 创客：滋养 4D 打印发展沃土 / 127

- 创客“倒腾”出一个新时代 / 128
- 创客推动 4D 打印平民化 / 129
- 创客：成就 4D 打印的力量源 / 131
- 4D 打印与创客联姻 / 133
- 创客未来 / 135

第九章 4D 打印的法律及知识产权问题 / 137

- 4D 打印带来的法律风险与危机 / 138
- 迷途“羔羊”将走向何方 / 142
- 著作权 / 144
- 商标权 / 147
- 专利 / 149
- “合理使用”问题 / 150
- 如何规范发展与保护消费者 / 152

第十章 地球呼唤 4D 打印 / 155

地球呼唤低能耗 / 156

产品维修与材料回收 / 158

且看 4D 打印如何优化世界资源 / 162

第十一章 4D 打印的中国希望 / 165

“世界工厂”，还能坚挺多久 / 166

4D 打印下，中国的机遇与挑战 / 167

第一章

4D 打印：自我进化的“造物主”

当我们的设计师还在为新产品构建计算机模型，让图形渲染最大限度地趋向精致与完美的時候，一个可以让我们拿捏在手上任意把玩各个局部细节的 3D 模型，赋予了人类更大的信心将产品设计做到极致。因为在计算机上看一个设计作品的时候，很多隐性的缺陷并不会明显地表露出来；而当通过一个物理概念模型展现出来的时候，设计师可以真实地看到并触摸到产品，由此让设计缺陷暴露无遗。

4D 打印把智慧植入材料

在传统的思路模式和制造工艺条件下，当设计过程中需要检验产品不同部分的状态、适合度和功能性时，就需要由熟练的工艺师使用劳动密集型的车间技术创建产品的功能原型。为生产大量的产品原型而花费几个星期和成千上万资金的情况并不少见。相较之下，应用 3D 打印技术，则可以在几个小时内制作完成所需的功能模型，致使整个产品设计制作过程变得非常迅速而便捷，这也就最大限度地降低了产品的设计制作成本。

当我们还沉浸于 3D 打印技术带来的变革红利的时候，4D 打印技术已经让快速建模产生了根本性的转变。相较于 3D 打印技术的预先建模、扫描，然后使用物料成型，4D 打印技术则直接将设计内置到物料当中，简化了从“设计理念”到“实物”的造物过程。让物体如

变形金刚般“自动”创造，在简单的基础打印之后，不需要再连接任何复杂的机电设备就可以自行创造出所需的预设产品。

就如所有物体都因为时间而存在一样，物体形状的改变也需要时间。在时间的维度下，利用特殊材料加工的物体，在一些外界激活因素的作用下，其形状能够自行发生改变。与3D打印中预先建模然后使用材料打印不一样，4D打印的逻辑是，先用3D打印机打印出一种刚性的智能材料，然后将这种材料与上述外界激活因素结合，从而按照预先设定的路径完成物体形态的改变。

传统上造物过程一般都是先模拟后制造，或者一边造物一边调整模拟效果。而通过硬件和软件的紧密结合，4D打印技术则颠覆了传统的造物方式。3D打印不仅让造物变得简单、快捷、精准，而且还十倍百倍地压缩了造物成本。4D打印技术则是对3D打印造物方式的再次升级，化传统造物工艺于无形。

4D打印的核心在于创造出能够在打印出来之后发生形变的物体，让它们进行自我调整。如此一来，打印将不再是创造过程的终结，而是仅仅成为一个转向点。“我们这里所说的是，你设计了某些东西，打印出来，它还能够进化……”美国麻省理工学院4D打印项目研发负责人斯凯拉·蒂比茨表示，“这就像把智慧植入到了材料当中。”一辆车将能够应付下雨天，一个咖啡杯也可以根据咖啡的不同温度做出

调整，正如斯凯拉·蒂比茨对“科技、娱乐、设计”（TED）大会的听众所说，“想象一下如果水管能够自己膨胀或收缩，或者甚至自己起伏波动来传送水流。”4D打印让物体在一定的介质条件下，实现让物品变形幻化出无限种形态与规格物体的可能。

4D 打印让产品变得“任性”

4D打印与当前热门的机器人及人工智能不同，我们面对人工智能或许会有一丝担忧，未来到底是人控制着机器还是机器控制着人。对于4D打印则完全不必有这种担心，它所赋予材料的自我逻辑变化只是特定的组装变化，但这并不影响它能够创造出拥有自我变化智慧、又适应环境变化要求的新事物。不仅如此，它将彻底改变当前的3D打印以及相关行业，比如建筑、家具、管道、服装、玩具、军工等产业，与当前火爆的3D打印相比，4D打印将具有更广阔的发展前景与影响。

比如当前以设计与便捷组装为核心的宜家家具（图1-1），尽管与传统家具相比在运输、组装方面具有明显的便捷优势，但还是需要花费人工进行组装。而借助于4D打印则完全不同，4D打印所拥有的不只是更为智能，而是所打印的物料可自我“创造”。我们所购买的或许只是一块多个层次的板材，但在运送到指定地点，并在指定的时间给予特定的触发介质，不论是水、气体、声音等，就能触发其自我组

装成型(图 1-2)，而不再需要借助于人工或者外力。

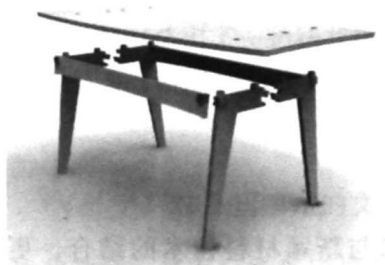


图 1-1 宜家家具



图 1-2 自组装家具

斯凯拉·蒂比茨认为，4D 打印这项技术能在普通 3D 打印的基础上，让被打印的物体获得根据环境因素（比如声音、光、热和水等）的不同而改变形状的能力。斯凯拉·蒂比茨说，4D 打印技术的关键是材料，那些已知的、会因为环境因素的变化而变化的材料，比如记忆合金，借助于这些材料，再根据我们希望得到的变化来组合这些材料，并最终进行打印。

而 4D 打印的终极发展目标就是实现一种上文所探讨的科幻般的场景，比如去宜家买了一套家具，不需要我们手动来组装了，它们能自我组装起来。

牛津大学专家说 4D 打印

牛津大学圣安东尼学院荣誉学者纳伊夫·鲁赞曾在美国《外交》