完全自动化的奢华共产主义

全自动豪华共产主义

宣言

Aaron Bastani

V

verso

伦敦纽约

2019年由Verso首次出版O Aaron
Bastani 2019
版权所有

作者的精神权利已得到维护

13579 108642
Verso
英国:6 Meard Street, London WIF OEG 美国:20 Jay Street,
Suite 1010, Brooklyn, NY 11201

versobooks.com

Verso是新左派图书的印记

Isbn-13: 978-1-78663-262-3 Isbn-13:978-1-
78873-246-8 (export) Isbn-13: 978-1-78663-265-
4 (us ebk) Isbn-13: 978-1-78663-264-7 (uk ebk)

大英图书馆在出版数据中编目这本书的目录记录可从大英图书馆获得

国会图书馆出版目录数据这本书的目录记录可从国会图书馆获得

在Fournier排版由MJ & N Gavan, Truro, Cornwall印刷和装订由CPI Group (UK) Ltd, Croydon CR0 4YY

致夏洛特。没有你，这一切都
是不可能的。

人是一种生物,具有多种多样、千变万化的特性。

Giovanni Pico della Mirandola

在困难时期,我没有抛弃这座城市;顺境时,我没有私人利益;在困难时期,我无所畏惧。

红衣主教德·雷兹

内容

致谢 ix
简介:《六个人物寻找未来》 1

一、《**天下乱**》
1. 大乱 15
2. 三大混乱 31
3. 什么是全自动奢侈品
共产主义? 50

ii;新旅行者
4. 完全自动化:后劳动力稀缺 69
5. 无限的力量:能源的后稀缺 94
6. 开采天空:资源的后稀缺 117
7. 编辑命运:时代和后稀缺
健康 138
8. 没有动物的食物:后稀缺
食物 159

iii .;发现天堂

9. 民众支持:奢侈民粹主义 185
10. 基本原则:与之决裂
新自由主义 201
11. 重塑资本主义国家 224
12. FALC:一个新的开始 237

参考书目 245
索引 269

致谢

特别感谢Leo Hollis，我在Verso的编辑。你的声音温和而又批判，使这本书变得比没有你的书好得多。还要感谢Verso团队的其他成员，他们帮助使*FALC*成为现实，至少在印刷上。你们的工作是无价之宝，可以将激进的思想传播给尽可能广泛的受众。愿你的工作能继续下去。

我想对诺瓦拉传媒的整个团队表示感谢。五年前，我们开始了一段奇怪的旅程，这段旅程有了一个有趣的转折。我特别要感谢詹姆斯·巴特勒和阿什·萨卡尔，他们最初的怀疑态度使后来的论证更加有力。我还要感谢安德鲁·查德威克，他给了我空间，让我在写博士论文时找到自己的声音。最重要的是，你展示了简洁的散文和清晰的论点的重要性——这是我们合作之前我所缺乏的两样东西。

最后，我要感谢为政治解决方案而奋斗的许多人，他们给了我免费的医疗和廉价的药品

教育。没有你，我就不会活着，更不用说写书了。没有什么比你们的成就更能激励我们奋斗。你们的成就虽已成为过去，但却永垂不朽。

《六个追求未来的人物

生活充满了奇怪的荒谬,奇怪的是,这些荒谬甚至不需要显得可信,因为它们是真实的。

路易吉·皮兰德罗

杨

杨是中国河南省郑州市的一名工厂工人。她出生在中国西部的一个村庄，她的职业生涯与她的国家成为世界工厂相吻合。十年前，她来到了这座城市，从那时起，她就为自己创造了体面的生活。虽然她的工作很累——每天的轮班时间通常是11到13个小时——但杨觉得自己很幸运。她经济独立，赚的钱也足够寄钱给家里的父母。

像她的许多朋友和同事一样，杨是独生子女。这意味着，虽然她在工厂里感到幸运，但她越来越担心年迈父母的健康——照顾他们很快就要成为她的责任了。

在这与短暂的城市生活之间，杨认为她自己组建家庭的机会很渺茫。她的职责在别处，最终，她将不得不回家。

但是，在这个充满希望的遥远前景之外，另一种焦虑最近困扰着她。多年前，当十几岁的她刚从外省来到这里，收到第一份工资单时，这是不可想象的。工作机会越来越少。

自从杨来到这座城市以来，她的收入每年都在增长，这是欧洲或北美很少有人能做到的，但工头不断开玩笑说机器人抢走了她的工作。虽然杨通常不理会他，但她工作场所的非法工会成员也说了类似的话。据他们说，工资不再有竞争力，因为海外的外国人已经习惯了比以前挣得少。尽管工会成员认为中国失去其工业优势的可能性很小，但这不可避免地意味着，一些工作将流向海外，而另一些工作将被自动化取代。当然，许多工作岗位将留在中国——工作岗位永远存在——但条件不会一成不变。杨甚至在网上读到她所在的公司富士康已经开始在美国建厂。

克里斯

2015年，奥巴马总统批准了《太空法案》，这是一个历史性的时刻，至少对克里斯·布卢门撒尔来说是这样。这项立法虽然在媒体上吸引的报道很少，但它承认了私营公司在太空中盈利的权利。美国的资本主义有了新的疆域。

今天是那次事件的周年纪念日，布卢门撒尔高兴极了。独自一人在公寓里，他看着一枚猎鹰重型火箭在大西洋中部的某个地方升空。它的成功着陆不仅使载人航天任务

火星极有可能，但对于建造它的SpaceX公司来说，它也保持了三年完美的安全记录。长期以来依赖政府合同和少数实业家雄厚财力的私营航天产业，已不再是科幻小说。很快，火箭就会像这架一样，像波音737一样为人所熟知。

布卢门撒尔是一家小行星采矿公司的早期投资者，他在推特上观看了这次着陆的直播后，与志同道合的WhatsApp群分享了这一消息。其中有高薪的NBA教练和好莱坞导演。布卢门撒尔半讽刺地在这个链接上加上了一句:“让我赚大钱”。

马上就会弹出回复。布卢门撒尔并不熟悉这个人，但他认为他们看的是同一条视频，“世界上没有足够的钱来支持这一趋势。”布卢门撒尔并不知道这一点，但小组的其他所有成员都会像他一样观看着陆，尽管并非都是实时的。有些人会待在家里，有些人会与客户、朋友和家人共进晚餐。有人会和爱人躺在床上。无论身在何处，她们都将在掌心的同一块OLED显示屏上见证历史的展开。技术趋势使他们能够做到这一点，越来越便宜的相机和不断提高的分辨率，确保了火箭的无人驾驶着陆完全自动化。

当布卢门撒尔去查看篮球比分时，他的老朋友、曼哈顿律师桑德拉插嘴说:“我们的问题是东西太多了，太容易了，每个人都想下一个去那里。”

没有人回应，尽管其他人都知道，矿产的突然供过于求将意味着价格暴跌。就目前而言，这并不重要，至少在未来十年也不会。那是因为这一小群人会

当小行星采矿成为历史上发展最快的行业时，他们将排在队伍的最前面。当然，这不会持续太久，但如今也没多少人能坚持下去。

莱娅

莱娅输入密码，打开门开始她的早班。她径直走到音响系统前，把耳机插孔插到手机上，按下Spotify的图标。她选择了“每周发现”(Discover Weekly)播放列表——由预测算法编排的一系列歌曲——然后打开酒吧的各种小工具:玻璃清洗机、咖啡机、灯、空调。

尽管太阳只在天空中出现了几个小时，但这栋建筑的能源需求——从WiFi路由器到吧台上的闭路电视，再到厨房的冰箱——都是由太阳能满足的。一些是由固定在酒吧屋顶上的光伏板产生的，但大多数来自几英里外的一个13兆瓦的太阳能发电场。在夏威夷的考艾岛，莱娅出生的地方，这就是发电的方式。

就在她开始擦桌子的时候，播放列表上的第二首曲目渐渐淡出。莱娅的妹妹，凯——目前在加州学习——正在给她发信息。

在莱娅的周末轮班中，凯将自己参加派对的照片发送到Facebook群中，这已经成为一种习惯，她们和无数跨越多个时区的家庭成员共享了这个群。这张照片是几分钟前在美墨边境拍摄的，照片下方写着“我想你”的字样。

与此同时，拥有55000块硅板、三名技术人员和两名保安的太阳能发电场，像莱娅一样，开始了一天的工作。建造并出租的太阳城

该网站向岛上的能源合作社表示，相信类似项目的维护很快就会完全自动化。莱娅还不知道，十年后，类似的命运等待着她的父亲，一个软件开发人员。即时的全球通讯，就像当地从化石燃料转型一样，被这个少年忽视了。对她来说，这两者都只是一个被视为理所当然的世界的平凡特征。她父亲的职业被慢慢淘汰，她也不会觉得有什么不同。

彼得

在圣安东尼奥的一个大型行业活动上发表讲话时，彼得情绪激动。他今年60岁，但精力却比年轻人充沛得多——这主要是定期注射人类生长激素的结果。这些天来，他对两件事感到非常自豪:他拥有的棒球队和对技术的未来发表了越来越乐观的言论。

他在该领域的专业知识和合法性，来自于他在世纪之交创办了一家公司，该公司被一家数字巨头收购。今天，他在这里发表演讲，是为了帮一个朋友的忙。他很快把话题转移到他喜欢的话题上:人工智能和就业的未来:

“毫无疑问，第一家市值两万亿美元的公司将是亚马逊。贝佐斯不会是第一个万亿富翁，但他会做得很好。谁会紧随其后?SpaceX?我不这么认为，我们已经拥有这项技术70年了，很快每个人都会这样做——但祝埃隆好运。不，第一个万亿富翁将来自创造AI。想象一下，这就像你在维多利亚时代的英国做会计，突然一个竞争对手有了一台四核处理器的笔记本电脑——他们把你消灭了。那么工作岗位呢?一旦这项技术被广泛应用

人们——我并不乐意这么说——将是多余的、不必要的。”

彼得与来自瑞典的年轻首席执行官安雅分享了这个舞台。安雅补充说:“彼得，我能说我同意吗?人工智能改变了很多。”“它挑战了我们对价值、工作甚至资本主义的理解。事实上，我认为在未来，下层公民不会拥有较差或较不适合市场的技能，他们只是无法获得个人AI。当这种情况发生时，你如何拥有一个公平的劳动力市场?我认为你做不到。”

“我告诉你，”彼得插嘴道，他的语气几乎没有注意到观众，“第一个创造AI的混蛋是个亿万富翁。他放松地回到椅子上，然后若有所思地补充了一句听起来像是内心独白的话，“他要么是一个万亿富翁，要么是一个混蛋。”

费代丽卡

费代丽卡知道她忘记了一件差事——她答应过侄子生日时送他一件足球衫，但她没有订购。现在她正在做一件她不会错过的事情:在伦敦西区的牛津广场买礼物。

当她走进商店时，费代丽卡用手在脸上擦了擦。这个手势激活了视网膜显示屏，召唤她的数字私人助理亚历克斯，他的声音取代了她蓝牙耳机中最喜欢的播客。“你好，费德。我能帮你什么忙吗?”

“嘿，亚历克斯”，她回应道。“我在哪里可以为汤姆找到一件阿森纳的球衣?”“哪里能找到一件阿森纳的球衣?”

亚历克斯(Alex)是一家大型科技巨头开发的功能适中的人工智能，它几乎可以立即回答问题。“汤姆的尺寸有现货，所以你不需要在打印时等待。”一楼，右边靠后的那个——我带你去

你。费代丽卡的左眼眼前闪过一张地图，但她已经分不清是哪张了。亚历克斯继续说道，“汤姆已经说过好几次了，他更喜欢黑色和金色的客场球衣。我们买它好吗?”

“太好了，是的，亚历克斯，你真是个救星。看着成年男子运动服的线条，费代丽卡想起了一些事情。“亚历克斯，乔治的节食进行得怎么样?”“乔治是她的伴侣。

“不太好，”亚历克斯回答，“但我想他更希望这件事由你们俩来讨论。”费代丽卡忍不住笑了。数字个人助理并不总是那么“情商高”。

一找到衬衫，费代丽卡就把它放进包里，然后马上离开了商店。就在她离开的时候，另一个人出现在屏幕上——或者更确切地说，出现在她面前。“Antonietta女士，您今天需要的东西都带齐了吗?”你二月份买的运动服怎么样?我们冬天也有类似的东西，你想让我把它发给亚历克斯让你看看吗?“你要我给你看看吗?”

“拜托，那太好了，”费代丽卡说。“我可不想迟到。她离开了商店，衬衫上的射频识别标签会自动记入她的账户。在产品的生产、仓储、配送和销售过程中，没有雇佣一个人。事实上，她去的那家店本可以在当天晚些时候用无人机把东西送到她侄子那里，但她更喜欢亲自交给他——用老式的方式。毕竟，这是他最喜欢的阿姨送他的生日礼物。

道格

道格早就知道会发生这种事，并祈祷它不要发生。他只是想带他的狗出去散散步，现在它就要被安乐死了。

“先生，我得把这只动物带走。”

“为什么?”道格问。“我有执照——我做错了什么?”我做错了什么?”

“这是一件赝品，先生。如果你有许可证，那也是赝品——你要么是在经营非法编辑的商品，要么……你自己就是这样做的。”

道格从一位饲养人那里买了这只腊肠犬，他给它起名叫“面条”，这位饲养人以处理升级的动物而闻名。他之所以冒这个险，是因为他不想要一条几年后可能会失去后腿的狗——他以前养过一只哈巴狗，尽管他很喜欢它，但它在晚上几乎无法呼吸。如果他不得不再养一只把事情搞砸的动物——他的公寓太小了，连一只中等大小的狗都容不下——他根本就不想麻烦。

“饶了我吧。这些动物是被我们养来操的，是我们把它们弄成这样的，现在你又说把它们弄好是违法的?

“这是非法的。”

“这么说你知道这些改动了，先生?”警察问，放下基因追踪器，开始敲击他的平板电脑。

“不，我没有，而且你也无法证明一些没有发生过的事情……只是我觉得所有这些扫描“弗兰肯斯坦”动物、作物和人的废话……太他妈荒谬了。”

“这是法律，先生。如果我们没有这些规则，那么人们创造新解决方案的动力在哪里?”人们可以随心所欲。”

“或者治愈他们想要的任何东西，”道格嘟囔着。警官完全无动于衷。“现在，先生，我可以记下你的姓名、地址和你的视网膜照片吗……站着别动，这不会花很多时间的。”

以上所有的描述都是虚构的，但它们都是基于事实——对我们未来的合理猜测。在

2015年，时任美国总统巴拉克·奥巴马签署了《太空法案》。不到两年后，夏威夷第四大岛屿考艾岛(Kaua’i)与太阳城(Solar City)敲定了一项协议，允许该岛完全依靠太阳能发电满足其电力需求。大约在同一时间，科技企业家马克·库班(Mark Cuban)宣布，世界上第一位万亿富翁将在人工智能领域出现。

与此同时，亚马逊在西雅图试用了第一家使用“直接走出去”技术的免结帐商店。几乎与此同时，富士康首席执行官郭台铭(Terry Gou)宣布，该公司将在威斯康辛州建设一座大型工厂。在向南800英里的密西西比州，狗饲养员兼生物黑客大卫·伊希(David Ishee)被美国食品和药物管理局(FDA)拒绝了编辑他饲养的狗的基因组的许可，他的目的是消除一种特殊但常见的疾病。他的回应是什么?不管怎样，他都可能这么做，这是一种非暴力反抗行为。在FDA做出裁决的一年后，即2018年2月，SpaceX监督了其猎鹰重型火箭的成功发射、再入和着陆。猎鹰重型火箭是BFR助推器的前身，该公司打算在本世纪20年代用于载人火星任务。

所有这些事件都有一定的未来感。可再生能源、小行星采矿、可以多次使用甚至飞往火星的火箭、行业领袖公开讨论人工智能的影响、DIY爱好者沉浸在低成本的基因工程中。然而，这样的未来已经到来。事实证明，不是明天的世界太复杂，无法为之制定有意义的政治，而是今天的世界。

在试图创造一种适合当前现实的进步政治时，这带来了一个问题，因为尽管这些事件感觉像是科幻小说中的东西，但它们也可能是不可避免的。从某种意义上说，就像未来已经被写好了，尽管所有人都在谈论即将到来的技术

革命，这种令人眼花缭乱的转变是与静止的世界观联系在一起的，没有什么真正的变化。
但如果一切都能改变呢?如果我们不仅仅是应对我们这个时代的巨大挑战——从气候变化到不平等和老龄化——我们要远远超越这些挑战，把今天的问题抛在脑后，就像我们以前对付大型食肉动物和大部分疾病一样。如果我们认定历史实际上还没有开始，而不是对不同的未来毫无感觉，那会怎么样?

我们曾经面临过两次与现在同样重大的变化。第一次是在大约一万二千年前，*我们的祖先智人*第一次开始从事农业。这包括对动物和作物的驯化，实际上掌握了如何在物种内和物种外培育生物特征。不久之后，我们就有了农业，动物开始劳动，食物也相对丰富了。这反过来又创造了社会盈余，这是向定居社会过渡所必需的，随之而来的是城市、文字和文化。简而言之，生活再也不会是原来的样子了。这既是某种东西的终结——人类几十万年的“史前”——也是另一种东西的开始。

这就是第一次大破坏。
在那之后的几千年里，不会有太大的变化。是的，随着文明的出现和帝国的征服，人类取得了进步，但从根本上说，五千年前的光、能量和热量的来源与五百年前是一样的。预期寿命更多地取决于地理、社会地位和战争，而不是技术。直到最近几个世纪，大多数人的“工作”都涉及自给自足的农业。

然后，大约在18世纪中叶，出现了一种新的

转变开始了。蒸汽机和煤炭一起成为工业革命和第一次机器时代的支柱。虽然世界人口达到10亿是用了有记录以来的全部时间，但再一次翻一番只用了一个多世纪的时间。现在，新的富足景象展现在人们面前，人们的预期寿命延长，几乎普及了识字率，几乎所有东西的产量都增加了。到19世纪中叶，人们再次清楚地看到，发生了一件如此具有震撼力的事情，无论好坏，都没有回头路。

这就是第二次破坏。

当前的危机提供了一个与前两次同样重要的断裂。与第二次破坏一样，它将使人们从能源、认知劳动力和信息等关键领域的匮乏中相对解放出来，而不仅仅是工业革命的机械力量。与第一次颠覆一样，它将标志着与之前所有历史的背离，预示着一个开始，而不是一个最终目的地。

但这第三次颠覆——现在刚刚开始几十年——仍有待商榷，其后果仍不确定。尽管支撑它的力量已经存在——正如下面几章将强调的那样——但合适的政治仍不明朗。重要的是，它的可能性是如此之大，以至于它们对我们社会和经济制度的一些基本假设提出了质疑。因此，一个与我们的世界截然不同的世界是不可避免的，而且近在咫尺，而不是在变革和停滞之间做出选择。关键的问题是:创造这样一个世界是为了谁的利益?

以下是对这个世界的总结，在这个世界上，这种情况已经开始展开，呈现出危机的幽灵——生态的、经济的和社会的——与潜在的财富丰富并存

新出现的替代方案。在此基础上，有人提出，可以从我们面临的挑战和我们掌握的潜在工具中收集政治地图。这张地图是全自动豪华共产主义。

在投机领域之后，我们绘制了世界的现状，或者更确切地说，是它正在成为的样子。在这里，我们考察了看似不相干的技术——自动化、能源、资源、健康和食品——然后得出结论，一个超越稀缺和工作的社会的基础正在凝聚。这些技术将在何处终结，也无法确定它们将为谁的利益服务。然而，可以看出的是，我们可以从这些技术中得出一种倾向——只要它们与集体团结和个人幸福的政治计划结合起来。

这就是为什么全自动豪华共产主义(FALC)是一种政治，而不是某种不可避免的未来。为此，它需要我们这个时代的战略，同时为乌托邦雕刻新的傀儡，勾勒出世界可能的样子，以及从哪里开始。

因此，让我们从结尾开始——或者说我们是这么想的——未来的奇异死亡。

I. 天底下的混乱

1
大混乱

“你是怎么破产的?”比尔问。
“两条路,”迈克说。“慢慢地,然后突然地。——欧内斯特·海明威《*太阳照常升起*》

1989年夏天，随着美国及其盟友赢得冷战的形势日益明朗，弗朗西斯·福山写了一篇题为《历史的终结?,发表在《*国家利益*》*杂志上*。

它的核心主张既具有挑衅性，又很简单，这位鲜为人知的学者断言，苏联的解体比简单地标志着军事对抗的结束更重要:他说，我们可能正在见证的不仅仅是冷战的结束，或者是战后一段特定历史的结束，而是历史本身的终结:也就是说，人类意识形态进化的终点，以及西方自由民主作为人类政府最终形式的普遍化。

福山的论点是，虽然时钟仍会滴答作响，年复一年，但不会有新的想法出现，至少不会有能够挑战现状的想法。在制造

在提出这一非同寻常的主张时，他引用了卡尔·马克思和乔治·威廉·弗里德里希·黑格尔这两位不太可能的权威。他们都以不同的方式宣称历史有一个最终的归宿。现在，随着冷战的结束，事实证明他们是对的——只不过意识形态的黄昏不是普鲁士国家，也不是资本主义的垮台，而是巨无霸和可口可乐。

福山很快成为知识界的超级明星，并将这篇文章写成了他的第一本书《*历史的终结和最后的人*》，于1992年出版。在书中，他对三年前提出的核心假设进行了扩展解释，概述了历史主要是如何由不断相互竞争的思想驱动的。结果，到20世纪90年代，自由民主以及市场资本主义占据了至高无上的地位，因为没有可行的替代方案存在。虽然从某种意义上说这是对的——当时苏联刚刚解体——但它未能理解，最严重的挑战更有可能来自内部矛盾或外部的、意想不到的冲击，而不是缺乏共识。

对于福山来说，历史的终结标志着一个由经济计算和“无休止地解决技术问题、环境问题和满足复杂的消费者需求”所定义的世界。然而，当前的挑战，如气温上升、技术性失业、收入不平等和社会老龄化——仅举几例——所提出的问题超出了单纯的技术能力。如果说福山的话在1992年是天真的，那么在2008年金融危机之后的十年里，它们就变得非常荒谬了。事实上，他在2018年出版的一本关于同一性的书中也承认了这一点。

但在学术细节问题上，利害关系比简单的对或错更大。因为比幼稚更糟糕

由于轻信或将短暂的时刻误认为历史的永恒，许多当权者仍然认为福山的假设是神圣不可侵犯的。在冷战结束三十年后，他的工作留下的遗产是一种政治“常识”，它积极地阻碍我们应对我们所面临的巨大挑战。毕竟，如果没有什么真正的改变，为什么有必要采取果断行动——尤其是如果它损害了商业利益和利润的话?

福山上一代人的必胜主义思想，即使他自己现在已经在某种程度上放弃了，仍然很重要。这是因为，从那以后，它开始灌输一种更广泛的民间政治，这种政治认为，冷战的结束不仅意味着市场资本主义的至高无上，也意味着自治的民族国家不可避免的消亡。

在这个扁平、拥挤、互联的世界里，一切都将面临不断加速的变化。一切，也就是说，除了游戏规则。事实上，许多人甚至不再认为它们是规则，而是现实本身，其他的政治制度要么被视为徒劳，要么被视为不可理解。在这里，自由资本主义从一个偶然的项目变成了一个现实原则。欢迎来到资本主义现实主义的世界——在这里，地图就是领土，没有什么真正重要的。

资本主义现实主义

资本主义现实主义可以用一句话来总结:想象世界的终结比想象资本主义的终结更容易。*

对于创造了这个词的英国理论家马克·费希尔来说，

这句流行语抓住了我们这个时代的精髓

* This phrase is attributed to both Fredric Jameson and Slavoj ☒i☒ ek, although Jameson himself is unclear as to its original source.

资本主义不仅被视为唯一的“可行的政治和经济制度”，而且也是一个“甚至无法想象一个连贯的替代方案”的制度。毕竟，你怎么能设计出一个现实本身的替代方案呢?

回到2006年的电影《人类之子》，费希尔研究了它作为一个适合我们这个时代的反乌托邦的超现实常态，它所投射的世界“更像是我们的外推或恶化(而不是它的替代品)”。在它的世界里，就像在我们的世界里一样，极端威权主义和《资本论》绝不是不相容的:拘留营和特许经营的咖啡馆并存。”

这与阿兰·巴迪欧的想法不谋而合，他写道:

> 我们生活在一种矛盾之中，在这种矛盾中，所有的存在都以理想的形式呈现在我们面前。为了证明他们的保守主义是正确的，现存秩序的拥护者不能真正地称它为理想的或美妙的。因此，他们决定说其他一切都是可怕的……我们的民主并不完美。但它比血腥的独裁要好。资本主义是不公正的。但它不像斯大林主义那样罪恶。我们让数百万非洲人死于艾滋病，但我们不会像米洛舍维奇那样发表种族主义民族主义宣言。

因为资本主义现实主义没有提供一个更美好的未来——尤其是在过去十年的过程中——它的默认逻辑是反乌托邦主义。工资持平、住房拥有率下降和地球变暖可能是坏事，但至少我们还有iphone。是的，你可能无法获得你父母认为理所当然的东西，比如负担得起的房子或免费的高等教育，但你仍然应该心存感激——至少现在不是16世纪。

随着时间的推移，这种在21世纪初很有吸引力的论点，正被证明是明显荒谬的。资本主义现实主义，一个没有什么真正改变的世界

让位于一个由危机定义的历史性时刻。在这个时刻，除非我们再次改变对未来的理解，否则几个世纪以来最可怕的恶魔将占上风。

危机爆发

说当前的时代是一个充满危机的时代，已经是陈词滥调了。这种危机既习惯又熟悉，它不同于乔治·奥威尔或奥尔道斯·赫胥黎笔下的反乌托邦，也不同于博斯画作中的地狱，也不同于《启示录》中讲述的地球末日。它不像黑死病时期的欧洲，也不像面对奔腾的金帐汗国的中亚。相反，在这里，我们生活在一个自由落体的世界，但我们都在随波逐流。

其中的一些方面，比如欧洲移民危机，是高度调解和公开的。在这里，因战争和社会崩溃而流离失所的人们迁移，往往会遭遇敌意的回应。虽然对前几代人来说，柏林墙是分裂的象征，但只有235人在试图穿越它时丧生。相比之下，仅在2015年，就有3770人在地中海试图抵达欧洲海岸时死亡或失踪。作为一名无证移民，如果你足够幸运安全地穿越地中海，或美墨边境，或匈牙利和保加利亚之间的围栏和森林，你的问题才刚刚开始。

当然，我们这个破碎的世界还有其他同样深刻的表达，如果不那么明显的话。其中之一是心理健康危机，自杀是50岁以下英国男性的头号杀手，预计到2030年，抑郁症将成为全球疾病负担的头号原因。

其他问题则不太容易个人化，从人类的角度来看仍然难以理解。其一是国家危机，代理机构逐渐向市场倾斜，并日益全球化

经济削弱了各国果断行动的能力。这种市场和资本一体化的过程——商品的流动比以往任何时候都更加无缝——与流离失所者和无证移民的经历完全不一致，因为他们面临着高墙、监视和越来越安全的边界。

随着国家让位给市场，随之而来的是一种模糊的失落感，因为代议制危机使民主权威机构空虚，公民开始将它们视为腐败精英利益的管道。这巩固了全球化的趋势，因为以前(如果不完美的话)的问责机构——国家政府——失去了它们所代表的人的同意。在所谓的好日子里，有些事情出了严重的问题——但它仍然是一股暗流。

2008:历史的回归

在福山做出错误预言近二十年后，这种情况发生了决定性的变化:银行业危机、债务危机、赤字危机——从希腊到加州，所有这些都以实施紧缩政策告终。除此之外，还有格鲁吉亚的战争、阿拉伯之春的爆发、乌克兰的起义、叙利亚的暴动以及随后最血腥的内战。在其他地方，伊拉克和阿富汗先前的低强度冲突进一步恶化，很快利比亚和也门也出现了类似的朦胧斗争。2014年初，俄罗斯联邦在当地公投后吞并了克里米亚，首次增加了新的领土。几个月后，在横跨叙利亚和伊拉克的一块面积相当于英国的地区，叛乱分子宣布建立一个哈里发国——伊斯兰国(Islamic State)。

但即使在这一切之中，发生在资本主义现实主义中心西欧的事件也被证明是最令人惊讶的:

2010年之后，英格兰的抗议和骚乱循环加剧，四年后，苏格兰独立公投以失败告终，但结果却出乎意料地接近。然而，当2016年英国投票决定退出欧盟，成为其历史上第一个这样做的成员国时，即使是这一点也变得微不足道。

虽然“脱欧”是一代人以来欧洲最重要的政治时刻，但几个月后，唐纳德·特朗普当选美国第45任总统，很快就被大西洋彼岸的事件超越了。2008年雷曼兄弟(Lehman Brothers)倒闭后不到十年，现在已经不可否认了。扩张主义的俄罗斯、孤立主义的英国和破碎的经济模式，都被一位真人秀明星超越，成为地球上最有权势的人。历史又回来了。

第二年2月，特朗普的就职演说与他的前任巴拉克·奥巴马(Barack Obama)八年前就职时令人兴奋的言辞形成了鲜明对比。特朗普声称这个制度辜负了普通美国人，他明确传达的社会衰败和愤愤不平的民族主义信息成为他上任后的直接标志。

然而，奇怪的是，尽管奥巴马和特朗普的演讲形式截然不同，但他们对市场找到解决方案的独特能力有着相似的信念。毕竟，在资本主义现实主义的世界里，其他任何事情都无异于异端邪说——在这个世界里，世界末日比资本主义的终结更可信。

可以说，这种状况呈现出最紧迫的危机:集体想象力的缺失。似乎全人类都被一种心理情结所折磨，资本主义现实主义使我们相信，现在的世界比我们改造它的能力更强大——仿佛不是我们的祖先

创造了现在摆在我们面前的这个世界。仿佛人类的本质，如果真有这种东西的话，就是不去不断地建立新的世界。

在为自己辩护时，资本主义可以指出一个令人印象深刻的记录，至少到目前为止是这样。两个世纪以来，资本主义几乎每十年就面临一次危机，在不断加速变化的迅猛步伐中，它总能找到榨取利润并最终提高生活水平的方法。资本主义经历了工业革命、大萧条、保护主义、两次世界大战、金本位制的终结和布雷顿森林协定的消亡，得以生存、发展和繁荣。仅仅在一代人之前，世界大部分地区还处于前苏联的政治影响之下，苏联和美国似乎注定要在核对抗中对峙。然而，这种情况从未发生过，正如福山后来所写的那样，一个分裂的世界被一个市场盛行、自由民主至高无上的世界所取代。

这就解释了为什么尽管存在明显的危机，那些维护现状的人却和他们一样自信。我们所处的世界很可能是一个低增长、生活水平不断下降、地缘政治紧张局势不断加剧的世界，但资本主义最坚定的鼓吹者知道，类似的问题以前曾被处理过，这让他们获得了力量。但除了这些问题之外，还有一些似乎更难克服的挑战。单独来看，每一个问题都具有重要的历史意义，但把它们放在一起，可以被视为威胁，其规模是文明的，有可能破坏资本主义作为一个基于无限增长、为利润而生产和雇佣劳动的体系进行自我复制的能力。

有五种这样的危机，它们有时会重叠。它们是气候变化和全球变暖的后果;资源匮乏——尤其是能源、矿产和淡水

水;社会老龄化，预期寿命增加，出生率同时下降;全球贫困人口日益过剩，构成越来越大的“不必要人口”;而且，也许最关键的是，一个新的机器时代将预示着前所未有的技术失业，因为越来越多的体力和认知劳动由机器而不是人类来完成。
面对这样的危机是FALC的基础。资本主义，至少就我们所知，即将走向终结。重要的是接下来会发生什么。

对于*资本主义*现实主义来说，*资本主义*会终结的说法，就像说三角形没有三条边，或者苹果从树上掉下来时万有引力定律不再适用一样。与其把现在理解为众多历史时期中的一个，就像维多利亚时代的英国或罗马共和国一样，在历史的尽头活着，就意味着假设我们的社会制度像支配宇宙的物理定律一样不变。
然而事实是，资本主义现实主义已经分崩离析。你正在阅读这些文字的事实就是证据。
尽管弗朗西斯·福山(Francis Fukuyama)和他的弟子们有这样的观察，但历史还是在2008年9月15日全球金融体系崩溃的那一天回到了原点。几周之内，全球主要经济大国——这些之前狂热主张政府干预最少的国家——别无选择，只能救助本国银行，其中一些甚至被国有化。这暴露了他们之前对自由市场的狂热，因为它是一个谎言:这是富人的社会主义，其他人的市场资本主义。批评家们总是这么说，现在没人能否认了。
但那一刻不仅揭示了这个政治项目的常识，也结束了推动金融服务和金融服务业发展的全球扩张阶段

房地产——尤其是在英国和美国——成为经济生活的前沿。在过去的二十年里，正是这些领域支撑了经济增长，税收收入和资产所有权的形式至少得到了适度的分配。2008年之后，这种情况发生了决定性的变化，这意味着在许多国家，贫困增加了，工资停滞不前，任何重大意义上的增长都消失了。

在美国，补充营养援助计划，俗称“食品券”，是一项帮助低收入美国人购买食品的联邦倡议。就其目标而言，它是美国最准确的贫困指标之一。2007年危机爆发前，有2,600万美国人领取食品券，而到了2012年，也就是现在被一些人称为“大衰退”的尾声，这一数字几乎翻了一番，达到4,600万。在随后的几年里，尽管美国的经济状况据称有所好转，但这一数字几乎没有变化，唐纳德·特朗普在2016年的竞选活动中经常强调4300万美国人是如何使用食品券的。尽管所有关于他的胜利是由“假新闻”推动的言论，但这个数字是完全准确的。

与美国食品券的使用类似，英国使用食品银行的人数也在迅速增加。经营着英国最大食品银行网络的Trussell Trust声称，在2010年共发放了约4.1万袋食品。到2017年，在连续9年对他们服务的需求不断增长之后，这一数字已经上升到120万。虽然UK食品银行的使用增加部分是灾难性福利改革的结果，但它也反映了大西洋两岸可以观察到的一些现象：有工作不再保证摆脱贫困——恰恰相反。

UK最详细的数据只适用于

证实过去十年发生了历史性的转变，相对贫困的人更有可能生活在工作家庭中。最令人不安的是，这一趋势正在加速:截至2016年底，55%的贫困人口生活在有人受雇的家庭中——这一数字达到了惊人的740万。仅仅6个月后，这一数字就升至60%。推动这种螺旋式下降的是不断下降的工资:自2008年以来，计入通胀因素的英国实际工资下降了10%以上。因此，近1700万处于工作年龄的英国人的个人储蓄不足100英镑，也就不足为奇了。在美国，情况也差不多，63%的美国人说他们有500美元或更少的存款。

20世纪资本主义认同的另一个支柱，即作为民主补充的财产所有权，也在类似的退步中。在英国，保守党议员诺埃尔·斯凯尔顿(Noel Skelton)在1923年创造了“有产民主”(property-owning democracy)一词，但房屋拥有率目前处于1985年以来的最低水平，而且还在继续下降。然而，美国的情况更糟，高房价、低工资和少信贷的结合意味着，普通美国人拥有自己住房的可能性比1965年(登月前四年)以来的任何时候都要低。

测量惯性

通过使用食品银行和食品券来衡量，普通民众正在苦苦挣扎，工资可以购买较少或无法满足对住房所有权的期望，而由精英推动的抽象经济愿景，由增长和生产率定义，也处于类似的混乱之中。毕竟，每小时的工作产出，也许是衡量经济的最有用的指标

英国2017年的产出低于10年前。这样的发展在现代历史上是史无前例的。

类似的问题在世界其他地方也屡见不鲜。“失去的十年”以前用于描述意大利和日本等国家的异常经济状况，现在越来越多地用于越来越多的国家。自2008年危机以来，希腊和西班牙的失业率已超过25%，青年失业率更是翻了一番。在其他地方，以人均产出衡量，匈牙利、奥地利、葡萄牙和拉脱维亚等经济体目前的规模并不比2008年大。

即使在新兴的南半球国家，这一趋势也很明显。中国和印度经济在21世纪初以10%的速度增长，如今已成为过去。在其他地方，巴西和俄罗斯等国陷入了几乎与欧洲部分地区一样严重的衰退，唯一的区别是，它们的经济萎靡是在相对发展水平低得多的情况下开始的。这样的转变只会加强专制势力。

因此，我们的世界越来越多地被低增长、低生产率和低工资所定义。在危机爆发前，大多数政策制定者会认为此类事件是不可能发生的，更不用说推测适当的应对措施了。格林斯潘(Alan Greenspan)2008年在美国众议院发表的讲话就很能说明问题:银行业危机让这位美联储(Federal Reserve)前主席对他之前认为不可能发生的事情感到“震惊、难以置信”和“痛心”。

随着撒切尔和里根政府的出现，新自由主义导致了更高的失业率和更低的工资增长，在超过一代人的时间里，这种情况通过获得更便宜的商品和服务——通过搬迁——得到了缓解

生产转移到工资水平较低的国家——同时，资产价格(尤其是住房价格)上涨，以及获得廉价抵押贷款和消费者债务的渠道也在增加。这不仅为人们普遍感受到的物质生活水平的提高奠定了基础，也为一个别无选择的世界奠定了经济基础。有了信用卡和越来越便宜的消费电子产品，你怎么能*真的*对任何事情生气呢?即使你真的很生气，一旦你拥有了自己的房子，在这个系统中赚到了你的股份，你还有什么选择呢?现在，随着这些之前的固定设施的撤退，精英们还没有对接下来的事情做出积极的提议。我们可以肯定的是，现状无法维持下去。没有人同意一个几乎在所有方面都在倒退的制度。

这一切都解释了近年来左翼和右翼激进政治的复兴。因为2008年发生的事件是如此令人震惊——即使是对该体系的局外人来说也是如此——没有人能够立即利用这样一个历史性的机会。然而，随着以前不可想象的事情变得越来越普遍，这种情况将逐渐改变。在2009年的欧洲议会选举中，极右翼在整个欧洲大陆取得了令人瞩目的胜利，UKIP、法国国民阵线甚至英国民族党都获得了广泛的支持。BNP的结果尤其令人震惊，这个历史上与该国新纳粹运动有关联的政党获得了近100万张选票和两名欧洲议会议员。几年来，类似的左翼力量被限制在街头——比如2010年英国学生运动和西班牙愤怒者运动

但最终这些也转化为在投票箱上的成功。2014年，新政党“我们可以党”(Podemos)在成立几个月后就获得了五个欧洲议会议员席位，这在西班牙是最明显的表现。

在第二年的西班牙大选中，它获得了第三名。
但在此之前，2015年1月，希腊的激进左翼联盟(Syriza)——一个由之前无足轻重的左翼团体组成的联盟——将在该国大选中赢得最多席位。在同意成为更广泛联盟的高级合作伙伴后，他们组建了政府，成为自二战以来第一个在西方民主国家这样做的激进左翼政党。这增加了希腊与欧盟委员会(European Commission)、欧洲央行(European Central Bank)和国际货币基金组织(International Monetary Fund)“三驾马车”就今年夏天即将达成的救助协议条款达成协议的希望。在适当的时候，激进左翼联盟不顾三驾马车提出的条件，争取“Oxi”投票。令人惊讶的是，oxi(希腊语中没有oxi这个词)以压倒性优势获胜。尽管三驾马车拒绝在随后的谈判中改变立场，希腊政府也屈服于他们的条件，但一个新的现实出现了:权力走廊不再与街头的大规模抗议活动隔绝。
与此同时，在英国，保守党赢得了自1992年以来的首次多数，右翼的英国独立党(UKIP)获得了近400万张选票，苏格兰民族党(Scottish National Party)在苏格兰从工党手中获得了令人惊讶的40个席位。几个月后，杰里米·科尔宾(Jeremy Corbyn)成为工党领袖——他的支持者确信，他可能会像激进左翼联盟(Syriza)和我们可以党(Podemos)那样，在如此短的时间内取得如此大的成就。
然而，2016年被证明是决定性的一年，因为一场始于八年前的危机找到了最有力的政治表达。今年6月，英国公投决定退出欧盟，更多的人选择“脱欧”。

公投人数超过了该国此前举行的任何一次投票。这似乎是一个关键时刻，右翼民粹主义似乎抓住了对执政精英日益明显的敌意。正如脱欧运动的名义领袖奈杰尔·法拉奇(Nigel Farage)当晚得意地宣称的那样，“这是普通人、好人、正派人的胜利……那些受够了商业银行家的人的胜利。”

然而，即使是英国脱欧的冲击，与几个月后著名商人和真人秀明星唐纳德·特朗普当选美国总统的事件相比，也相形见绌。当年早些时候赢得共和党初选已经引起了震动，而且随着伯尼·桑德斯在民主党提名中与希拉里·克林顿势如破泥，有迹象表明他会感到不安。这正是特朗普在通往白宫的道路上拿下之前民主党控制的“锈带”州时所发生的事情。当选总统的胜选演讲让人想起了法拉奇，他告诉“我们国家被遗忘的男男女女”，他们将“不再被遗忘”。

次年4月，在对时代精神的感知似乎对她有利的鼓舞下，英国新任首相特蕾莎·梅(Theresa May)呼吁举行大选，以巩固她的政党对权力的控制。人们普遍认为，扩大多数是不可避免的，问题是保守党能取得多大的压倒性胜利。然而，以一种类似于特朗普和英国退欧的方式，工党无视这种可能性，发出了打破现状的明确信息。虽然他们没有组建政府，但他们确实剥夺了托利党的多数席位，在这个过程中赢得了额外的350万张选票，并享受了自1945年以来任何政党中最大的选票份额增长。托利党近年来在竞选活动中明显偏右，表现也不错，赢得了自1987年以来的最高得票率。英国现在展示了这两把钥匙

新政治格局的特征:两极分化大幅加剧，以及左翼还是右翼政治最终会占上风的不确定性。

尽管特朗普和科尔宾在政治上可能没有太多共同之处，但随着英国退欧以及“我们可以”党、伯尼·桑德斯和激进左翼联盟的出现，他们表明资本主义现实主义时代已经结束。

然而，还有一个更深层次的故事在起作用，这个故事在很大程度上仍未被注意到。虽然过去几年发生的事件既具有历史意义，又出人意料，但它们是对始于2008年的经济危机的回应，而这场危机本身只代表了长期全球混乱的第一阶段。在未来的几十年里，我们不仅要承受这种经济模式未能提高生活水平的余震，还要承受上述五次危机的时代定义效应。每一场危机都对我们的生活方式构成了生死存亡的威胁。它们合在一起，可能会摧毁过去两个半世纪以来的社会和经济确定性。

但还有一个更深层次的问题，因为我们正处在一个十字路口，就像处在悬崖边缘一样。除了这些挑战，我们还看到了一些新事物的轮廓，一个不同于我们自己的社会，就像20世纪不同于封建主义，或者城市文明不同于狩猎采集生活一样。它建立在技术的基础上，这些技术的发展已经加速了几十年，直到现在，才开始破坏我们以前认为与稀缺本身一样不变的一切的关键特征。

它的名字是什么?全自动豪华共产主义。

2
三大颠覆

科技是上帝的礼物。在生命的礼物之后,它也许是上帝最伟大的礼物。

弗里曼·戴森

农业:第一次颠覆

虽然变化是历史上唯一不变的，但有些变化比其他变化更重要。事实上，有些变化是如此强大，以至于它们改变了做人的意义——留下的印记如此深刻，以至于我们再也无法回到过去的样子。

在这方面，有两种变化——我们称之为颠覆性变化——尤为突出。

第一次颠覆发生在大约一万二千年前，当时我们的祖先正从游牧狩猎和采集过渡到定居农业生活。这一转变被称为新石器时代革命，在驯化动物和植物的创新推动下，产生了前所未有的东西:大量剩余的食物和能源。对于人类来说

人类有史以来第一次可以开始思考未来，并为一个与周围世界不同的世界制定计划。抽象思维和实际行动的领域日益重叠。

在随后的几代人中，通过对自然环境的不断修改，这些定居点的人口变得越来越多——能够维持更高的人口密度。慢慢地，一个为我们所认识的世界出现了:劳动力开始专业化，随之而来的是贸易、艺术的发展、集中管理、成文的知识体系(如写作和数学)以及各种形式的属性。正是在这一时期，人类这种动物宣称自己的主宰地位高于其他所有动物，人类的存在越来越多地由部署复杂技术和复杂社会制度的能力来定义。所有这一切都建立在向农业的转变上——这是第一次颠覆的基础。

工业:第二次颠覆

第二次变革发生的时间更近，当然也更容易定位。大约250年前开始，所谓的“第一次机器时代”给世界带来了工业革命。正如早期农业的发展改变了人类社会一样，工业实现了以前难以想象的创造和破坏的壮举。

第二次颠覆是由能源转型和生产转型共同推动的。即使晚至17世纪，也就是牛顿和伽利略所处的世纪，能源的主要来源仍与古代大致相同:水、风、动物和人类。虽然中世纪的欧洲曾发生过以垂直风车为中心的能源革命，但这种革命分布不均，远未产生区域性的影响，更不用说全球的影响了。

然而，在接下来的150年里，这一切都发生了变化。由化石燃料驱动的效率越来越高的发动机将有机劳动力和不可靠的可再生能源形式的经济生产结合起来。这是基于通用技术的蒸汽动力，它的第一个商业应用是托马斯·纽科门1712年的大气发动机。然而，直到20世纪的最后几十年，捕捉蒸汽的力量才被证明是一种变革。虽然蒸汽机不是一个新发明，但詹姆斯·瓦特设计的改进版蒸汽机把它从一个边缘使用的工具变成了工业革命的焦点。就像一万二千年前的农业一样，这是一个巨大的转变，以至于没有倒车装置。

这一切的后果是非同寻常的。蒸汽动力和化石燃料的结合使工厂系统周围的生产重新定向，并允许通过铁路网络和远洋轮船建立国家和全球基础设施。1830年，在铁路机车设计出来不到二十年的时间里，世界上第一条城际线路在利物浦和曼彻斯特之间开通。再过20年，英国拥有超过7000英里的铁路线，每年有超过4800万人使用。
虽然英国处于这种变化的前沿，但这种趋势迅速走向全球。因此，在1873年，儒勒·凡尔纳的《*八十天环游世界*》的主人公菲利亚·福格可以在三个月内环游世界，这是可以想象的，而在一代人之前，同样的旅程需要一年多的时间。这种前所未有的空间和时间的收缩，对世界上正在崛起的经济超级大国美国来说，将产生特别深远的影响。1847年，从纽约到芝加哥的旅程花了

乘公共马车至少花了三个星期。十年后，同样的火车旅行需要3天。

随着全球交通网络的兴起，国际实时通信形式也随之出现。1865年，第一条跨大西洋电报电缆在英国和美国之间敷设。到19世纪70年代初，同样的技术将世界两端的伦敦和阿德莱德连接起来。1871年，著名的德比赛马比赛的结果，从伦敦到加尔各答只用了五分钟，使凡尔纳的八十天探险之旅相形见绌。所有这一切——全球运输、电力、快速通信——在瓦特与马修·博尔顿(Matthew Boulton)在一个世纪前为他的第一台发动机申请专利时，是不可能预测到的。

资本主义的批评者

伴随着具有新运输和通信形式的全球经济的出现，第二次颠覆的技术显著地巩固了劳动分工，使新的丰富成为可能。机械力量对自然力量的逐渐替代，加上开放的市场和全球竞争，大大减少了从事手工工作的人数，将工艺从人类经验的中心取代到了边缘。也许矛盾的是，这使得以前不可想象的独创性壮举成为生活中几乎平凡的特征。即使是马克思，这位新制度的深刻批评者，在1848年写道:

> 资产阶级……第一个证明了人的活动能带来什么。它所创造的奇迹远远超过埃及的金字塔、罗马的渡槽和哥特式的大教堂;它所进行的远征使以前所有的民族大迁徙和十字军东征都相形见绌。

然而，对马克思来说，这些新的工业成就只是冰山一角。他相信，技术、生产和社会生活的这些变化，将形成一个全新社会的基础。这反映了他的历史观，历史观是通过一系列领域展开的，这些领域不仅包括技术，还包括政治，以及我们对世界和彼此的想法和假设。技术——就像12000年前的第一次大颠覆一样——把人类带入了一个新的范式，但我们仍然无法创造出适合这个新时代的制度和思想。实现这一目标是马克思毕生致力于的事业。

与评论家对他的描述相反，马克思经常对资本主义充满热情。他的信仰是，尽管有剥削的能力，但其创新的冲动——以及世界市场的创造——为社会转型创造了条件。

> 资产阶级如果不不断地革新生产工具，从而革新生产关系，并随之革新整个社会关系，就不可能存在……不断地革新生产，不断地扰乱一切社会关系，永远的不确定性和激荡使资产阶级时代不同于以往的一切时代。

因此，他的结论是，资本主义不可避免地“创造了自己的掘墓人”：

> 资本的条件是雇佣劳动。雇佣劳动完全以工人之间的竞争为基础。工业的发展(它的非自愿推动者是资产阶级)用革命的联合和结社代替了工人由于竞争而造成的孤立。

然而这一切却始终没有实现。从来没有发生过推翻这一体系的工人革命——至少没有在全球范围内发生过。原因是，与马克思的预言相反，资本主义可以“解决”——无论是在空间上还是在技术上——它所产生的问题。“空间修复”是当代全球化的基础，其特征是生产的全球分布和重新安置。这是资产阶级在20世纪60年代后期采取的应对欧洲和北美不断上升的工人战斗性的解决方案之一，也是当今世界“竞相竞底”的“竞争性”劳动力市场话语的背景。这也是为什么墨西哥、泰国和巴西生产的汽车比法国、意大利和英国等先前主导该行业的国家生产的汽车更多。当然，这种空间上的固定总是暂时的，最近在中国工资上涨的背景下又重新出现了。我们再一次看到，生产转移到劳动力便宜、利润更容易实现的地方。

“技术修复”是不同的，马克思一贯清楚地表明，技术创新是资本主义的固有特征。他的解释，就像后来米尔顿·弗里德曼(Milton Friedman)和约瑟夫·熊彼特(Joseph Schumpeter)等人的解释一样，是由资本家之间的竞争推动的。竞争的必要性意味着资本家必须总是找到更便宜、更有效的生产商品的方式——通常是用机器代替人力——同时还要改进消费者可获得的商品和服务。正是这种迫切需要支配着铁路的巨大扩张，工厂制度的出现，并引导着不断的创新，直到今天。它将成为第二次破坏——市场资本主义——中主流经济模式的铁律。

信息解放:第三次颠覆

这种由于竞争而不断创新、不断取代人类工作并实现生产力最大化的趋势，最终将导致第三次颠覆，其最全面的结论不亚于前两次颠覆。

第三次颠覆已经开始，我们周围到处都是它到来的迹象。与第二次破坏一样，它的基础是通用技术:现代晶体管和集成电路，当代类似于两个多世纪前瓦特的蒸汽机。

第二次破坏的标志是动力相对自由，不再缺乏动力——煤炭和石油，而不是肌肉和风推动轮子、滑轮、船只、人员和货物——而第三次颠覆的决定性特征是信息更加丰富。对一些人来说，这标志着工业革命的结束，标志着一个时代的到来，在这个时代，机器越来越有能力完成认知任务和体力任务。

这种后稀缺的新形势支撑着所谓的“极端供应”，这不仅限于信息，而且作为数字化的结果，也包括劳动力。在这方面，处理器能力的不断提高，再加上一系列其他技术，意味着机器将能够复制更多迄今为止只有人类才能完成的工作。

与之前的中断一样，这种转变不仅代表了工作的转变，也代表了能量的转变。正如第一次破坏依赖于家畜、人类和自然资源的能量，第二次是由化石燃料的浓缩太阳能提供动力一样，第三次破坏看到了一个变化

从碳氢化合物转向可再生能源——尤其是太阳能。这将在一定程度上是对气候变化危险的回应，但与第三次破坏的其他特征一样，其极端供应的趋势比简单地追求可持续性更为深刻。它将彻底结束能源短缺，因为由越来越智能的机器和越来越便宜、更清洁的能源组成的新技术-能源矩阵将使资源开采超越我们的世界成为可能，从而产生原材料的极端供应。这就完成了一条链条，使人类能够完全超越我们目前的极限。

从某种意义上说，这种丰富是适合大自然和我们的太阳系的。虽然我们习惯于认为工作是必要的，能源是稀缺的资源，但在我们的星球上，没有什么比太阳的能量更丰富。在短短90分钟的时间内，照射到地球表面的潜在太阳能就足以满足目前一整年的需求。每12个月，我们从太阳获得的能量是地球上所有不可再生能源——煤、石油、天然气和开采的铀——加起来的能量的两倍。尽管全球能源需求的增长似乎令人生畏，但与大约1.49亿公里外的巨型核反应堆所能提供的能量相比，这根本不算什么。

如此不可思议的财富，只有地球以外的矿产资源，尤其是近地小行星(NEA)的矿产资源才能与之匹敌。以位于火星和木星之间地带的16号小行星普赛克为例。它的直径超过200公里，是太阳系中最大的小行星之一。它由铁、镍和铜、金、铂等稀有金属组成，单是它的铁含量就可能价值1万万亿美元——考虑到地球经济的年GDP约为80美元，这已经很不错了

万亿。普赛克是独一无二的，但它证明了一个关键点:一旦技术障碍被克服，地球外采矿的机会就会像可以执行任何任务的机器一样令人惊叹，或者像太阳维持我们的城市一样维持我们的森林和田野。

作为信息的生物学

信息极度供应的含义超出了自动化。最终，我们将在维护地球生物系统以及喂养和治疗我们自己的身体方面遇到新的可能性。为什么不呢?毕竟，有机生命本身只不过是编码的信息，如果稍微复杂一点的话:双链DNA中有四个核碱基-C、G、a和T，而不是像数字信息那样由0和1组成的二进制代码。

因此，尽管生物系统比任何数字系统都要复杂得多，但后者的指数趋势将增强我们对前者的掌握——这将越来越像一种信息商品。这将改变我们与健康和寿命的关系，更不用说食物、自然以及我们如何对待我们的同伴了。这并不意味着我们会认为这些都是“非物质化的”;相反，我们将最终掌握潜在的信息节奏，以克服几乎所有形式的疾病，在减少而不是增加地球生物容量的同时，养活100亿人的世界。

指数旅行:理解第三次颠覆

考虑到第一次和第二次大破坏之间的时间大约是一万二千年，第三次大破坏在瓦特蒸汽机和

市场资本主义的出现。原因很简单:历史变化的速度正在加快。近几十年来，这种加速的主要驱动力是在收集、处理、存储和分发数字信息的成本等领域出现的一系列指数趋势，而不是线性趋势。正是这些指数趋势支撑了信息和数字化的极端供应，使第三次颠覆成为可能。

数字化不仅仅是一个应用于文字、图片、电影和音乐等事物的过程——这些现在都是数字对象，而不是物理对象，这一点很重要，但也不能被夸大。更重要的是，数字化是如何让越来越多的认知和记忆在0和15秒内完成的，而几十年来，任何这样做的东西的性价比每年都在下降。正是这一点让当代摄像技术得以让火箭着陆，并越来越多地用于驾驶自动驾驶汽车;它将为机器人提供与人类相当的精细运动协调和灵巧性;它将使人造环境在某些方面比我们更了解我们自己。它甚至可以让我们编辑DNA——生命的基石——以如此低的成本和如此规律地去除遗传疾病和测序基因组，我们将在癌症发展到第一阶段之前治愈自己。

走向指数:伊本·卡利肯到柯达

为了更好地理解数字化将如何塑造我们的未来，摄影如何变成0和15，而不是塑料胶片的故事，是一个很好的起点。

随着第一台大规模生产的相机——柯达1900年的“布朗尼”——的问世，摄影成为了主流

直到近一个世纪后，这家公司才推出了数码相机的后继产品。DCS 100于1991年发布，最大分辨率为130万像素，最初售价为13,000美元(约为今天的23,000美元)。尽管高昂的价格限制了精英机构和富有的个人购买它，但向数字化的转变是决定性的。随着摄影成为一种信息商品，它将呈现出类似于计算领域摩尔定律所描述的成本下降和性价比提高的趋势。因此，商用数码相机每美元的像素数每年都会翻一番。就像计算机一样，随着时间的推移，数字成像的指数趋势也在显著加剧，这意味着第三代iPad上的摄像头的分辨率比上一代iPad 2高了7倍。这一点的意义不仅仅在于拥有价格合理的消费类相机带来的便利。廉价、无处不在的相机是任何迈向自动化和数据社会的基石技术。

鉴于其在自然界的稀有性，指数增长的概念很难立即掌握。这在“小麦和棋盘问题”中得到了最清晰的解释，这个问题在13世纪由伊本·卡利肯首先提出。一些人声称，这个“问题”实际上是一个历史事件，涉及笈多帝国的皇帝与国际象棋发明者的相遇，或类似的先驱。

据说，皇帝被他所看到的游戏的苛刻性质所打动，让它的创造者命名他们的奖励。他得到的回答很简单，就像游戏很复杂一样:“在棋盘的第一个方格上放一粒米，在第二个方格上放两粒，在第三个方格上放四粒，以此类推。”每隔一个方格，米粒的数量就会增加一倍——1、2、4、8、16、32——直到最后一个方格

到达棋盘的位置。皇帝对这样卑微的请求感到惊讶，高兴地答应了。

然而，事情很快就变得清晰起来，这样的奖赏远远超出了他的预期。在32格之后，仅仅走到棋盘的一半，这个游戏的设计师就赚到了40亿粒米。虽然这是一个很大的数字，但仍然只相当于一大片田地的产量，而这只会使发明者获得更高的尊重——毕竟，对于这样一个迷人的游戏，一两块田地的大米是一个完全令人满意的奖励。然而，这种情况要改变了，到最后一格的时候，这个数字已经达到了18万亿亿粒大米，比珠穆朗玛峰还大，比历史上生产的大米还多。这位臣民要求的财富甚至比他所能提供的还要多，皇帝对他的鲁莽感到愤怒，下令将这位发明家处死。

这个寓言抓住了指数增长带来的迅速而往往出人意料的红利，尤其是与人类思维更倾向于期待的线性发展形式相比。那么，当这种惊人的增长发生在人类事务中时，会发生什么呢?答案可以在过去半个世纪的计算机发展史中找到。

1965年，后来成为英特尔联合创始人的戈登·摩尔为《*电子*杂志》写了一篇文章，详细介绍了计算机芯片性能的最新改进。当时，最复杂的电路仍然只有大约30个元件，但进展似乎正在加速。事实上，摩尔观察到，最近的发展速度如此之快，以至于自1959年以来，电路上可以容纳的晶体管数量每年都翻一番。这一发现引起了他的思考。如果每年翻一番的趋势再持续10年，会发生什么?

经过一些快速的计算，摩尔震惊了

回答。他的预测表明，到1975年底，平均电路将从30个晶体管增加到65000个。摩尔推测，这种令人着迷的进步可能使各种技术成为可能，他设想了一个拥有“便携式通信设备”、“家用电脑”甚至“汽车自动控制”的世界。不幸的是，对摩尔来说，他的预测被证明是非常不准确的。他所描绘的趋势并没有再持续10年，而是持续了半个世纪，而且还在继续。

当摩尔撰写这篇影响深远的文章时，一个晶体管的宽度相当于一根棉花纤维，按今天的价格计算，它的价格为8美元。现在，相比之下，数十亿个晶体管可以被压缩到一个指甲盖大小的芯片上，它比英特尔的下一代产品要厚1万倍。而每单位的成本呢？这一成本也大幅下降，降至不到一美分。因此，尽管你经常听到现代智能手机比美国宇航局阿波罗任务中使用的计算机更强大的陈词滥调，但即使这样，也无法传达晶体管在过去几十年里发生了多么巨大的变化。

在超级计算机ASCI红和PlayStation系列游戏机之间可以找到一个更有用的比较。前者由美国政府于1996年建造，是第一台能够处理每秒万亿次浮点运算的机器。耗资5500万美元，有一个网球场那么大，它的目的是预测和模拟核爆炸，这很容易做到，因为直到千禧年之前，它一直是世界上最快的计算机，直到2005年才开始使用。然而，仅仅一年后，消费者就可以在PlayStation 3上获得同样的处理能力，这款游戏机的售价仅为600美元。2013年发布的PlayStation 4的性能几乎是其前身的两倍

和ASCI红。它的售价为400美元，仅为20年前世界领先超级计算机的十分之一。

如此快速的发展之所以成为可能，是因为在过去的60年里，处理速度的提高经历了指数增长，而不是线性增长。正是这种由摩尔首先在计算机领域观察到的特性，正在以比许多人想象的更快的速度推动第三次颠覆。它的影响远远超出了电子游戏。

虽然过去半个世纪的进步令人眼花缭乱，但棋盘上的米粒寓言仍然具有启发性。如果这种趋势再持续60年，其结果——就像堆积起来的稻谷比珠穆朗玛峰还大——几乎令人无法理解。如果板中间的那片稻田代表着全球实时通信和数以百万计的工业机器人，那么这座山是什么?

摩尔定律还能成立吗?

如果摩尔定律继续存在下去，它的变革力量是无可争辩的。那么，关键的问题是，它还能坚持多久。2015年，英特尔的研究人员预测，它至少还会再流行十年，尽管按照50多年前的发展轨迹的标准，这很难说是乐观的。一年后，该公司的首席执行官威廉·霍尔特(William Holt)就没那么有信心了，他声称，该公司可能只会再坚持五年，而且在那之后，最多也会大幅放缓(尽管他相信，在能源效率等其他领域，可能会取得进展)。对于更乐观的预测来说，这似乎是一个巨大的挑战，如果霍尔特是对的，到本世纪中叶，我们现在的水稻田只会增长到5到6英亩。这是一个巨大的进步，但肯定不是指数级的进步。

然而，几十年来一直有预言家预言摩尔定律的消亡。到目前为止，他们一直被证明是错误的，就在进一步发展的希望似乎被阻挡的时候，新的改进途径出现了。直到2004年，芯片时钟速度的提高显著提高了性能，缺点是过热限制了这种创新能够持续多久。作为回应，制造商采用了更多的处理器“核”作为加速性能的主要手段，处理器现在可以并行地处理不同的操作。

霍尔特在为自己辩护时承认，即使摩尔定律的速度继续略有放缓，也需要类似的创新来维持它。虽然在十年内，由于物理限制，单个晶体管可能不可能进一步小型化，但诸如3d电路和量子计算等适应技术(两者都是经过验证的概念)可能意味着指数级增长将继续。甚至可能超越那个棋盘的最后一个方格。

不仅仅是处理

由于数字化是一种通用现象，受其不可思议的变革力量影响的不仅仅是计算机芯片。类似的趋势在互联网带宽方面也很明显，自1983年以来，互联网用户容量每年增长25%至50%。数据存储也是如此，其空间成本比同样呈指数函数增长，每千兆字节的存储成本从1980年的20万美元左右降至2014年的0.03美元。

然而，与其他任何地方相比，存储领域的进步明显开始放缓。即使东芝的

3-D磁记录技术——磁头使用微波在堆叠层上读写数据——在商业上是可扩展的，这仍然意味着最大存储驱动器需要数百太字节。同样，这可能令人印象深刻，但肯定不是指数级的。

但是，尽管存储领域可能需要转变模式，这在短期内会减缓进展，但从更广泛的角度来看，这可能意义不大。尽管数字存储令人印象深刻，但我们知道，与以DNA的形式存储数据相比——这是一个假设的极限——我们仅仅触及了表面。虽然这样的技术可能不会很快出现在你的笔记本电脑上，但它的潜力是惊人的，一克人类DNA可以存储215pb(2.15亿gb)的信息。这不是抽象推测的领域，自2012年以来，人类已经能够将数据存储为DNA，当时哈佛大学的遗传学家使用DNA的四字母字母表a、G、T和C链编码了一本52000字的书，编码了数字化文件的0和15。

虽然这样的进步在可预见的未来可能不会有应用，但在这里，在带宽、存储和处理速度上，低估远远超出棋盘最后一个方格的可能性似乎是不明智的。我们似乎越来越有理由认为，技术进步的主要制约因素是物理定律。就目前而言，它们仍有很长的路要走。

经验的力量

在第三次颠覆的背景下，变革不一定是指数级的。大约在同一时间，戈登·摩尔对计算机的未来做出了预测，波士顿咨询公司的创始人布鲁斯·亨德森

集团开发了一个概念，后来被称为亨德森曲线(最近称为经验曲线)。根据他在与客户合作时所做的观察，这很快成为一个复杂的预测模型，概述了产能每增加一倍，制成品的成本就会下降20%之多。驱动这种行为的变量相对简单，从更高的劳动效率到产品设计的改进。虽然经验曲线并没有提供数字技术指数级进步所带来的快速转变，但它的红利对于极端供应至关重要——尤其是在可再生能源方面。这是因为人们看到经验曲线起作用的最重要领域是光伏(PV)电池的价格，这是产生太阳能的主要消费技术。这方面的进展几乎完全符合亨德森的预测:在过去60年里，每当装机容量增加一倍，PV的成本就会下降20%。1958年，当这项技术首次在NASA的先锋1号(Vanguard 1)卫星上部署时，每块电池板最多能产生半瓦的能量，每块成本高达数千美元。到20世纪70年代中期，这一数字急剧下降到每瓦100美元，与化石燃料相比仍然没有竞争力，但仍然令人印象深刻。然而，到2016年，太阳能的性价比已经发生了变化，一瓦太阳能电池的成本仅为50美分，这使得太阳能在阳光充足的国家成为化石燃料的真正替代品。

几乎没有人不同意这一趋势将继续下去，而且随着全球太阳能容量每两年翻一番(2004年至2014年间增长了100倍)，容量增加和价格不断下降之间形成了良性循环

已经确立。与摩尔定律一样，关键问题是这种情况还能持续多久。

我们可以肯定的是，原则上，太阳能完全有能力满足世界不断扩大的能源需求。考虑到地球在90分钟内消耗的潜在能量相当于整个人类一年的消耗，即使在未来几十年需求翻一番的情况下，太阳能可能不仅是最环保的为我们的世界供电的方式，而且也是最便宜的方式。

幸运的是，太阳能电池性价比的变化也适用于可再生能源存储的主流技术，即锂离子电池。在那里，最近成本的下降只会强化这样一个结论:世界向可再生能源过渡是一个时间问题，而不是是否会的问题。

从危机到乌托邦

我们的世界是一个以约束为标志的有限世界。在很大程度上，这些限制定义了将从根本上塑造下一个世纪进程的五大危机。

这些危机——包括气候变化、资源稀缺、越来越多的过剩人口、老龄化和自动化导致的技术性失业——加在一起，必将削弱资本主义自我复制的能力。这是因为它们可能会破坏资本主义的一些关键特征，比如持续扩张和无限资源、为利润而生产以及工人不得不出售劳动力的假设。

1984年，未来学家斯图尔特·布兰德(Stewart Brand)发表了现在具有标志性的宣言“信息想要自由”。他后来澄清了这句话的含义，他说:

> 一方面，信息想要变得昂贵，因为它太有价值了。在正确的地方得到正确的信息会改变你的生活。另一方面，信息想要免费，因为获取信息的成本一直在越来越低。所以你就有了这两种对立的局面。

我们将看到，在现代资本主义下，信息是价值的基础——远远超出我们的想象。然而，在同样的经济体系下，技术现在却自相矛盾地倾向于破坏信息的稀缺性，从而破坏信息的价值。
布兰德在1984年不太可能意识到这一点，但马克思在一个多世纪前就对信息趋向极端供给的趋势说过类似的话:

> 生产力和社会关系——社会个人发展的两个不同方面——在资本看来仅仅是手段，仅仅是资本在其有限的基础上进行生产的手段。但实际上，它们是把这个基础炸上天的物质条件。

在布兰德发表他的优雅观察30多年后，我们现在知道他是对的——它的成本直线下降表明信息确实想要免费。但到本世纪中叶，人们将越来越清楚地看到，这一趋势也将延伸到劳动力、能源和资源领域。这是一套不同的社会参数的基础，这些参数的基础是我们已经在周围观察到的变化:一个超越就业、利润甚至稀缺的世界。

3
什么是完全自动化的奢侈共产主义?

未来的目标是完全失业,这样我们就可以玩了。

阿瑟·c·克拉克

为什么是FALC?

为什么是“全自动豪华共产主义”?为什么要用这些词和这样的顺序?毕竟，许多人认为共产主义只不过是20世纪的一个失败的实验，不值得我们关注，除非我们从错误中吸取教训。有些人可能会承认资本主义有许多缺陷，并且确实有一天会结束，但如果共产主义是接下来的事情，那就不会是一种进步。虽然在过去的一个世纪里，确实有一些政治项目给自己贴上了共产主义的标签，但这种愿望既不准确，也不具备技术上的可行性——我们将继续看到这一点。这里使用“共产主义”是为了精确起见;其意图是指这样一个社会，在这个社会中，工作被消除，稀缺被丰富所取代，劳动和休闲相互融合。给定

随着信息、劳动力、能源和资源的极端供应的出现，第三次破坏带来的可能性不仅应该被视为适合我们这个时代的想法，而且在现在之前是不可能的。FALC并不支持第三次破坏的趋势——它是他们的结论。

如果我们愿意的话。

Future Shock 1858

无论人们对“共产主义”这个词的反应如何，这个词总是与一个人联系在一起——卡尔·马克思。正是他声称，在工业资本主义最辉煌的时刻，他看到了新世界的轮廓。

这并不是说马克思是唯一一个认为资本主义会终结的人，也不是说资本主义会向其他东西过渡的人。的确，在这方面，20世纪的两位思想家约翰·梅纳德·凯恩斯(John Maynard Keynes)和彼得·德鲁克(Peter Drucker)等人也加入了他的行列，尽管他们都是马克思的批评者，但他们对资本主义如何可能导致一个超越资本主义的体系持有类似的观点。通过将马克思与两位思想家放在一起，考察他们如何看待匮乏与资本主义和乌托邦的关系，我们可以开始更清晰地了解他所说的共产主义是什么意思。

马克思思想的一个方面仍然没有得到重视，那就是他如何认识到资本主义逐渐用机器取代劳动的趋势——动物和人类，体力和认知。在一个充满矛盾的体系中，正是这一点使它成为一股潜在的解放力量。这一点在《论机器的片段》中得到了最清晰的阐述，这是《*政治批判》中一个简短但重要的节选*。原因你可能从未听说过

与更著名的《*共产党宣言*》和《资本论》不同的是，《*政治批判大纲*》直到1939年才用德语出版。更糟糕的是，这本书直到1973年才被翻译成英文。因此，其先见之明的观察对20世纪的共产主义计划影响甚微。

这是一个悲剧，因为在《*政治批判大纲*》中，我们不仅遇到了对资本主义下技术进化的第一次分析，而且还遇到了由此创造的机会。正如马克思在《片段》中所言，

> 相反，资本使用机器，只是为了使工人能够为资本工作更多的时间，使他能够把更多的时间当作不属于他的时间，使他能够为别人工作更长时间。通过这一过程，生产某种物品所必需的劳动量确实减少到最低限度，但这只是为了用最多数量的这种物品来实现最多的劳动。第一个方面是重要的，因为资本在这里——完全无意地——把人类劳动……缩减到最低限度。这将有利于解放了的劳动，并且是劳动获得解放的条件。

马克思说得再清楚不过了:竞争迫使资本家进行生产创新。这导致了对工作流程和技术的不断试验，所有这些都是为了追求更高的效率。市场需求的逻辑意味着资本家必须以尽可能低的成本生产商品和服务，迫使他们不断降低管理费用，从而创造了一个永无止境的自动化循环，包括任务甚至整个工作——用机器代替工人。虽然在资本主义制度下会产生巨大的痛苦和剥削，但在另一种制度下，这代表着一个重大的机会。

1987年，美国国家科学院(National Academy of Sciences)发表了一份题为*《技术与失业》的报告*。在报告中，几乎一字不差地重述了马克思对资本主义制度下技术变革的批评，关键的区别在于报告的作者认为这种变革是完全积极的:

> 从历史上看，我们相信，在可预见的未来，新工艺技术导致的单位产出劳动力需求的减少，已经并将被总产出扩张所带来的有利就业效应所抵消。

因此，虽然生产变得越来越有效率，休闲被视为一种社会福利，但生产率的提高并没有带来更多的自由时间，而只是生产更多的商品和服务。为其辩护的人说句公道话，这种观点不仅建立在正统的经济学基础上，而且建立在两个世纪以来资本主义制度下可观察到的变化基础上。与马克思在*《政治批判》*中的不同之处在于，他认为存在另一种选择，只有在追求这种选择的过程中，人类才能实现自由。

《共产主义:一个超越匮乏的世界》

虽然一般的政治评论员都喜欢把马克思描绘成一个理想主义的梦想家，但他自己却一再表示，他不喜欢描述共产主义的实际样子——他称之为“为未来的餐馆写食谱”。虽然他的谦逊令人钦佩，但这也令人恼火，因为最伟大的思想家之一描述了新兴体系的缺点，他至少提出了可能取代它的东西。然而，马克思的观点是，工人在斗争中处于独特的地位，能够找到具体的解决方案。

然而，他对新社会的一些特征是肯定的。其一是，共产主义的到来将预示着劳动和闲暇之间任何区别的终结。更根本的是，它将标志着人类从他所谓的“必然性领域”退出，进入“自由领域”。

但这意味着什么呢?对马克思来说，必然性的领域是我们“与自然搏斗，以满足我们的需要，维持和繁殖生命”——换句话说，这是一个由稀缺性定义的世界，自人类祖先时代以来，我们就面临着这种稀缺性。在马克思的时代，它形成了古典政治经济学的中心问题:在一个资源有限的世界里，你如何有效而公平地分配资源?

对马克思来说，必然性的范畴是如此深远，甚至包括了社会主义。这是因为，与资本主义一样，社会主义也具有劳动和稀缺等特征——尽管作为一个受民主控制的制度，这些特征是合理化的，更具有社会公正性。对马克思来说，社会主义当然比资本主义更可取，也更值得为之积极奋斗，但它是通往其他东西的垫脚石:共产主义和自由王国。

相比之下，这不仅以没有经济冲突和工作为标志，而且以一种自发的富足为标志，类似于赫西奥德(Hesiod)或Telecleides的黄金时代，或圣经中的伊甸园。然而，与古典希腊诗歌或宗教经文不同，对马克思来说，这是一个目标，而不是一个值得尊敬的传奇过去。一个超乎想象的富足王国不是在死后回忆或享受的东西——它是一个在此时此地要追求的政治项目。这就是共产主义。

~

尽管有人声称马克思支持暴力革命，但事实是，他从不认为超越资本主义的过渡将是一个完全的政治过程——仅仅需要用另一群统治者取代一群统治者就能简单实现。这当然需要阶级斗争和工人阶级获得政治权力，但它也需要新的思想、技术和社会关系。马克思认为工人阶级是未来社会的关键，但这只是因为它的革命是唯一能够消除工作，从而结束所有阶级差别的。

因此，尽管一再呼吁工人阶级解放自己，马克思并不相信工作使我们自由——也不相信劳动社会扩大了人类可能性的范围。相反，他的观点是，只有当我们的劳动——我们如何将认知和体力努力与世界相结合——成为自我发展的途径，而不是生存的手段时，共产主义才有可能实现。马克思认为这取决于技术变革:生产力越发达，它们就越有能力提供一种新的社会，在这种社会中，劳动和休闲将融为一体。

> 在共产主义社会的更高阶段，在个人对劳动分工的奴役从属关系，以及由此产生的脑力劳动和体力劳动的对立关系消失之后;在劳动不仅成为生活的手段，而且成为生活的首要需要……而且成为共同财富的一切源泉更加充沛地涌流以后，只有在那时，资产阶级法权的狭隘界限才能完全跨越，社会才能在自己的旗帜上写着:各尽所能，按需分配!

随着共产主义的到来，脑力劳动和体力劳动之间的任何区别都将消失，工作变得更像游戏了。这也意味着社会将拥有更多的

集体财富，在那里所有的基本需求和创造性的欲望都得到满足。这就是奢侈品出现的地方。这个概念，在稀缺的条件下，表达了超越效用的东西，它的本质是超越必要的过剩。因此，随着信息、劳动力、能源和资源变得永久廉价——工作和旧世界的限制被抛在脑后——事实证明，我们不仅满足了我们所有的需求，而且消除了有用与美丽之间的任何界限。共产主义是奢侈的，否则它就不是共产主义。

没有共产主义的后资本主义:j.m.凯恩斯

马克思并不是唯一主张资本主义为超越它的社会创造条件的人。事实上，20世纪最有影响力的经济学家约翰·梅纳德·凯恩斯也加入了他的行列。

凯恩斯绝不是激进分子，更不用说革命者了。然而，1930年，在华尔街崩盘和大萧条开始之后，他写了他那个时代最乐观的一篇文章，《*关于我们子孙后代经济可能性*的*信*》。

在这篇简短而自信的文章中，凯恩斯概述了一个新社会，他认为这不仅是可取的，而且是不可避免的。就像马克思在《*政治批判大纲*》中所写的那样，他相信这样的转变将预示着一个与他自己的世界完全不同的世界，但也表达了它最充分的发展:

> 我得出的结论是，假设没有重大的战争，人口也没有重大的增长，经济问题可能会在一百年内得到解决，或者至少是可望得到解决。这意味着，如果我们展望未来，经济问题并不是人类的永久问题……因此，自创造以来，人类将第一次面对他真正的、

> 人类永恒的问题是:如何利用从紧迫的经济忧虑中获得的自由，如何利用科学和复利为人类赢得的闲暇时间，明智地、愉快地、幸福地生活。

凯恩斯公开批评马克思，尽管他也声称从未读过他的作品。然而，在这里，人们看到了两者之间惊人的相似之处。对马克思来说，共产主义是一种富足的状态，是一个劳动和休闲相互融合的社会，是一个我们的天性以一种与玩耍相一致的方式发展的社会。在这个世界里，稀缺性——或者用凯恩斯的话说，“经济问题”——将最终得到解决。1930年，凯恩斯曾推测出一件非常相似的事情，令人惊讶的是，他甚至有信心给它定了一个日期——预测后稀缺时代最早将在2030年到来。

除了凯恩斯对马克思阶级政治的公然蔑视——“宁愿泥巴也不愿鱼”之外，究竟是什么将两者区分开来?答案是进步与政治之间的关系。与马克思不同，凯恩斯认为资本主义不可避免地会转向更大的富裕，这是因为随着时间的推移，资本主义的生产力会越来越高，同时对劳动力的需求会减少。在《*经济可能性*》一书中，他声称这将转化为更短的工作周，随着技术的进步，生产率的提高使工人受益。换句话说，休闲时间注定会增加，而工作的需要将慢慢从人们的视野中消失。

同样坚持资本主义有能力提高生产率的马克思认为，在现状下，除了富人之外，这对任何人都没有好处，尽管这样做是有可能的。虽然马克思也观察到了同样的潜在富裕趋势，但他认为这在政治上是有争议的

只有当社会上大多数人在阶级斗争中成功地为之奋斗时，战利品才会流向他们。

20世纪的历史似乎证实了凯恩斯是正确的。在1927年之后的50年里，尽管经历了大萧条(Great Depression)，但美国制造业非熟练工人的实际工资增长了350%，而熟练工人的工资增长了4倍。正如我们现在所知，这是资本主义的黄金时代，生产率的提高和高增长导致了工资的上涨和工作时间的缩短。无论你是雇员还是实业家，保护这个制度都符合你的理性利益。
这种情况在上世纪70年代初突然结束，当时工资水平与生产率的提高脱钩——生产率现在只支撑了最高收入者的收入。这种现象不仅存在于美国。2014年的一份报告显示，40年来，英国的实际工资增长一直呈下降趋势，20世纪70年代和80年代的工资年增长率为2.9%，90年代为1.5%，21世纪头十年为1.2%。自2008年金融危机以来，这种渐进式下降已进入自由落体状态，英国实际家庭工资在2007年至2015年期间下降了10.4%，这是前所未有的。

这种已经很糟糕的局面只会进一步恶化。在2017年秋季预算公布后，总部位于伦敦的智库决议基金会(Resolution Foundation)预测，2010年代将是自18世纪后期以来英国工资增长最糟糕的十年。换句话说，英国现在面临着自第二次金融动荡以来从未见过的生活水平停滞。尽管凯恩斯指出，资本主义有可能创造出如此丰富的财富，从而有可能培育出一个超越资本主义的体系，这一点是正确的，但他没有预测到这一点。

这是因为他认为，他对超越资本主义的社会的设想——高生产率、自动化和休闲——并不存在内在矛盾。因此，马克思认为这是一个棘手的问题，一方面是基于工作和市场配给的制度，另一方面是富足的制度，而凯恩斯则认为这是一个从一个世界到另一个世界的简单过程。

随着时间一天天过去，尤其是自2008年危机以来，马克思的正确性似乎越来越明显。本世纪的五次危机，要么是对人类生存的威胁，要么是某种更美好事物诞生的阵痛。

尽管有凯恩斯的预言，但两者都不是不可避免的。

后资本主义与信息:彼得·德鲁克

与马克思和凯恩斯不同，彼得·德鲁克不是政治经济学家，而是管理理论家。然而，和他们一样，他认为资本主义是一个偶然的、有限的系统，有一个明确的终点。他把这个终点称为“后资本主义”，就像马克思和凯恩斯的思想一样，它代表了现代性的全面发展。几乎在HTML公开发布的同时，德鲁克发现了信息是如何成为生产的主要要素的——比历史上的劳动力、土地和资本这三个要素更重要。正如他在1993年所写的那样，“知识已经成为一种资源，而不是一种资源，这使我们的社会成为后资本主义……它创造了新的社会动力。”它创造了新的经济动力。它创造了新的政治。”

德鲁克认为，社会有规律地经历这种重新安排，西方历史每几百年就会出现一次“急剧转变”。所有这些都意味着，在短短几十年内，“社会会重新安排自己——它的世界观;它的基本价值观;社会和政治基础设施;它的艺术;它的关键机构。50个

五十年后是一个新世界。”德鲁克认为，向后资本主义的转变就是这样一种转变。

在德鲁克的历史分期理论中，颠覆被视为比这里理解的更有规律地发生，而每一次颠覆的影响都不那么深远。然而，他关于历史变化的观点，即社会的物质关系影响着思想和社会现实的观点，不可否认地与马克思的观点相似。下面是马克思写于19世纪中期的话。这些话完全可以由德鲁克在上世纪90年代初脱口而出。

> 在一定的发展阶段，社会的物质生产力与现存的生产关系发生冲突……然后开始了一个社会革命的时代。经济基础的变化迟早要引起整个庞大的上层建筑的变化。

泰勒主义与生产力革命

对德鲁克来说，随着工业革命和资本主义的到来，知识及其应用发生了重大变化，之后，知识从一种私人产品变成了一种公共产品，一种应用于行动而不是存在的东西。瓦特的蒸汽机和它所孕育的新社会，从根本上改变了知识的意义和目的。当它被应用于工具、过程和产品时，技术作为一个独特领域的概念开始出现。到了19世纪70年代，正是这种知识和技术之间的关系推动了德鲁克所称的“生产力革命”。

这场革命的奠基人是弗雷德里克·泰勒，他是一位美国机械工程师，也是科学管理的先驱。直到泰勒，她的职业生涯开始于

19世纪80年代，科学方法从未被应用于工作研究中，以实现产出最大化。然而，在短短几十年内，这就变成了一种信条——大幅提高生产率，提高普通工人的生活水平。在“泰勒主义”兴起之后，至少根据德鲁克的说法，价值更多地与信息的持续提炼和应用有关，而不是与劳动力、土地或资本有关。德鲁克在这个问题上的思考与他的前辈，尤其是马克思的相似之处再一次清晰可见。正如马克思在*《政治经济学批判》中所写*，

> 但是，就大工业发展的程度而言，真正财富的创造越来越少地依赖于劳动时间和雇佣的劳动量，而更多地依赖于在劳动时间内启动的代理机构的权力，其“强大的效力”……更多地取决于科学的总体状况和技术的进步，或者说，依赖于这种科学在生产中的应用。

值得注意的是，马克思甚至补充说，这是如何破坏劳动作为生产的中心要素的:

> 工人不再在对象和他自己之间插入一个经过改造的自然物作为中间环节;相反，他插入转化为工业过程的自然过程，作为他自己和无机自然之间的手段，掌握无机自然。他走到生产过程的一边，而不是成为生产过程的主要演员。

就像德鲁克一样，马克思认为，知识成为生产的核心要素与建立在劳动基础上的经济体系之间的紧张关系，不可避免地意味着一种过渡。只有对他来说，其结果是不可避免的冲突，作为阶级的结果，新事物只能替代旧事物

斗争。根据马克思的说法，即使使用最发达的机器，工人也很可能被迫“比野蛮人工作的时间更长，或者比他自己使用最简单、最粗糙的工具时工作的时间更长”。技术改变了工作，可以改善人们的生活，但前提是要与适当的政治相结合。

然而，对德鲁克来说，这种转变并没有随着泰勒而停止。他观察到，随着资本主义在20世纪的变化，知识的作用越来越重要。因此，虽然19世纪80年代之后出现了一场生产力革命，1945年之后的几十年是一场“管理革命”，但在“信息革命”中，他看到生产越来越多地基于“知识对知识的应用”。虽然知识一直很重要——毕竟，第一次颠覆的本质在于通过选择性育种掌握作物和动物的信息内容——但随着数字化和信息技术的兴起，德鲁克认为这一过程已经达到了某种终点。土地和资本作为生产要素被严重地边缘化。

在马克思、凯恩斯和德鲁克的著作中，我们看到了三种未来，每种未来都阐明了一个超越资本主义的社会，只有资本主义得到充分发展才有可能实现。虽然在上个世纪的大部分时间里，情况似乎并非如此，但现在看来，就生活水平下降而言，无论生产率如何提高，马克思都是正确的，而凯恩斯是错误的。正如凯恩斯(Keynes)在1930年所大胆预测的那样，技术变革有可能让我们走向富足，但前提是伴随着对富足提出同样要求的政治。德鲁克呢?他正确把握的是，价值越来越多地体现在信息中。

但是，这三个人都没有清楚地勾勒出准确的信息

这种新的生产方式将如何将自己融入到当前的结构中。值得注意的是，那个几乎在不知不觉中做到了这一点的人，后来成为了世界银行的首席经济学家。他叫保罗·罗默。

信息产品想要免费——真的

1990年，年仅35岁的罗默撰写了一篇名为《内生技术变革》的学术论文。在那篇论文中，他有效地概括了德鲁克几年后将写的内容，强调了知识对经济增长的新的、至关重要的重要性。

长期以来，经济学家一直痴迷于理解与增长相关的因素，主要是因为通过评估增长的辅助因素，你可以推断出导致增长的因素——储蓄率、人口增长、工资上涨——并逆向设计出繁荣的配方。在罗默的论文之前，技术变革被认为是“外生的”，一种外部的、恒定的变量，类似于背景噪音，因此不重要。但罗默不同意这一观点，他声称，鉴于市场力量本身推动创新，技术变革应该被理解为资本主义发展的主要驱动力。问题是，这是如何运作的，以及会产生什么后果。

罗默将技术变革定义为“混合原材料说明书的改进”。因此，也许与直觉相反，技术变革是非物质的——只不过是对先前信息的升级重新安排。罗默总结说，处理原材料的说明与处理其他经济产品的说明本质上是不同的。因此，随着时间的推移，随着技术的发展，价值越来越多地来自于材料说明书，而不是材料本身。

只有一个问题。现在被认为是一种商品最有价值的方面，至少从技术上讲，也是能够以接近零的成本无限复制的:一旦产生了创造一套新指令的成本，这些指令就可以反复使用，而不需要额外的成本。开发新的、更好的指令相当于产生了固定成本。”罗默没有提到黑客运动，但这听起来与斯图尔特·布兰德大约六年前的结论“信息想要自由”非常相似。

这一矛盾对市场资本主义来说尤其具有预示意义。正如拉里·萨默斯和j·布拉德福德·德隆在2001年8月，即文件共享服务纳普斯特被关闭一个月后所写的那样，“经济效率的最基本条件……价格等于边际成本。”他们接着说，对于信息产品，分销的社会成本和边际成本接近于零。这不仅适用于电影、音乐、书籍和学术论文，也适用于工业机器人或药品的设计。事实上，正如后面的章节将阐明的那样，它适用于更广泛的经济领域。这就是资本主义的悖论所在，在资本主义制度下，事物的生产是为了交换和利润。

> 如果信息产品要以其边际生产成本(零)进行分配，那么它们就不可能由那些利用向消费者销售所得收入来支付成本的创业型公司来创造和生产。如果要创造和生产信息产品……(公司)必须能够预见到将他们的产品销售给某个人并从中获利。

值得注意的是，世界上最受尊敬的两位经济学家承认了一个相当显著的事实:价格机制

商品中最有价值的部分——它的指令——已经崩溃了。长期以来，经济学一直痴迷于解决稀缺性问题，现在开始看到了稀缺性之外的东西——唯一的问题是，这打破了资本主义制度下人们创造东西的激励机制，即利润。

他们提出的解决方案——排除和制造人为的稀缺——是粗略的，但发人深省。这将通过创建封闭的自愿架构(如苹果后来对其产品所追求的那样)、修改版权法和积极促进垄断来实现——这在以前被视为与正常运转、健康的市场相抵触。萨默斯和德隆在写这篇文章时甚至承认了这一点

> 暂时的垄断权力和利润，是刺激民营企业所需的奖励……思考这一系列复杂问题的正确方式尚不清楚，但很明显，竞争范式不可能完全合适……我们还不知道什么才是正确的替代范式。

将近二十年过去了，仍然没有人能回答这个问题。

直到现在。

II. 新旅行者

只有一种情况，我们可以想象管理者不需要下属，主人不需要奴隶。这个条件是，每一件乐器都能按照命令或智慧的预期完成自己的工作，就像代达罗斯的雕像或赫菲斯托斯的三脚架一样，荷马讲述了它们自己的运动，它们进入了奥林匹斯山众神的秘密会议，仿佛一个梭子应该自己编织，一件乐器应该自己演奏自己的竖琴。

亚里士多德

4
完全自动化:劳动力的后稀缺

生产率是为rbo准备的。凯
文·凯利

当资本变成劳动力

2011年，自1843年开始发行的《经济学人》向读者提出了一个问题:“当……机器足够聪明，可以成为工人?换句话说，什么时候资本变成了劳动力?

虽然早期的古典政治经济学巨人，如亚当·斯密和大卫·李嘉图，并不认为资本主义社会是由阶级冲突定义的，但他们确实认为劳动力永远与“资本存量”不同，工人永远不可能等同于生产中使用的人造产品，如机器，工具和建筑。

然而，在斯密撰写《国富论》近250年之后，这本最致力于捍卫他的遗产的出版物，现在却不确定它是否是该书的核心前提之一

他的思想是否会持续更长时间。这种怀疑存在于第三次颠覆的核心意义中。如果资本可以变成劳动力——如果人类生产的工具随后可以执行他们自己完成的任何任务——那么，在市场体系内，工人对自己时间的要求价格就会崩溃。

这样的结果将带来一系列问题，最直接的问题是消费不足。这一问题与自动化的关系，在《经济学人》的一篇文章中得到了最好的表述。据称，20世纪50年代，亨利福特二世和美国汽车工人联合会(uaw)主席沃尔特鲁瑟举行了一次会议。福特邀请鲁瑟参观公司新建的一家工厂，据说当两人开始走过车间时，鲁瑟指着一些新购买的工业机器人，询问这些机器将如何向工会缴纳会费。鲁瑟的回答被认为是直接的:“亨利，你打算怎么让他们买你的车?”

福特和鲁瑟之间的这段对话，无论是否真的发生过，都展示了一个对资本主义未来至关重要的悖论。为了省钱，福特几乎要把所有工人从生产中裁掉，但同时也想保持对公司产品的需求，因为现在公司的生产效率比以往任何时候都要高。简而言之，福特想要廉价的员工和富裕的消费者——这是根本不可能的。

他的祖父，第一代亨利福特，知道得更多。1914年，他宣布公司员工的工资将翻一番，达到每天5美元，震惊了整个行业。这一决定的背后是员工流动率高的紧迫问题，福特认为，鉴于不断培训新员工的巨大成本，采取果断行动是必要的。

许多同时代的人声称，5美元的数字——在其他任何地方都是无与伦比的——只是一种宣传噱头，而其他人则表示，它代表了福特公司的一种独特感知:更高的工资不仅需要留住员工，而且要确保制造汽车的人也能买得起汽车。

随着时间的推移，第二种解释变得更有意义了。如今，似乎不可否认的是，福特凭直觉知道，以大众消费为基础的行业，比如刚刚萌芽的汽车行业，需要普通人像忍受工作一样享受休闲。这就解释了为什么福特也支持八小时工作制和五天工作周，他在1926年写到五天工作周时写道，“现在是时候摆脱这样一种观念了，即工人的闲暇要么是浪费时间，要么是一种阶级特权。”

这句话是20世纪资本主义的核心观点:如果运作正常，这个体系允许员工购买他们的工作创造的商品和服务。事实证明，这是在生产率不断提高、富人获得利润、其他人生活水平逐步提高的基础上，实现跨阶级妥协的基础。

在很长一段时间里，事情似乎都在按计划进行，生产力的提高带来了更高的工资和日益普遍的富裕。因此，鲁瑟的回应显得过于悲观——这是一个对技术变革的后果怀有政治偏见的人得出的结论。然而今天，正如《*经济学人*》的修辞挑战所表明的那样，这是塑造我们未来的关键问题之一。至少到目前为止，没有人有一个明确的答案。

匹克马

第一次破坏开始于公元前10,000年左右，*当时智人*可能在地中海和波斯湾之间的某个地方，开始建立一个农业、定居点和盈余的世界。人类不再依赖自己身体的力量，而是开始利用驯养的动物，而日益复杂的社会形式允许奴隶制、等级制度和早期能源技术的出现。然而，在这种普罗米修斯式的变化背后，关键的破坏者是我们对生物生命的新掌握，这源于最近关于如何为特定特征繁殖和重新编程自然环境要素的知识。这是一场信息革命，尽管我们直到19世纪中叶才知道其潜在机制。

在第一次破坏之后，体力劳动越来越多地由人力、动物和元素的新配置来完成，到12世纪，在欧洲大部分地区，水和风车的景象越来越普遍。这是一个动力绝对是有机的世界:田地里的牛，旅行的马，纺车的人类运动，甚至一种特殊的狗——Turnspit狗——也会在烤肉时转动肉。

在一个缺乏集中能源形式或重要机械动力的世界里，变革是缓慢的，政治动荡或经济衰退往往意味着技术倒退。直到20世纪，大多数欧洲人才喝到像古罗马那样干净的水，直到19世纪初，伦敦才有了它的规模和声望。

这种情况一直持续到“第二次破坏”的出现，它不仅以一种新的范式呈现出来

在劳动和生产领域，还有能源领域。现在，化石燃料——丰富、强大和可靠——将在几十年内改变世界，取代人类和动物的体力。像任何重大的转变一样，这种变化也有自己的受害者，他们远远超出了Turnspit狗。此外，危机和机遇之间的界限并不总是那么清晰，当新世界的特征与旧世界的确定性相抵触时，很容易把进步和衰退混淆起来。

19世纪最后几年的伦敦就是一个突出的例子。到1894年，英国首都，现在是地球上最大的城市，面临着一场史无前例的危机。无论是西班牙无敌舰队还是拿破仑的革命军，在经历了近千年的入侵威胁后，一个意想不到的敌人现在危及了这座城市——马屎。当年*《泰晤士报》*称之为“马粪危机”，这让伦敦人心中充满了恐惧，他们很快就预料到自己的城市将被粪便覆盖，街道将像威尼斯的运河一样。这种威胁已经酝酿了很长时间。在过去的一个世纪里，伦敦的人口翻了两番，在工业、社会复杂性和地理分布方面都无人能敌，直到20世纪20年代初，纽约才在这两方面都超过了它。

正是这种成功引发了1894年的危机。伦敦处于第二次大动荡带来的趋势的前沿，尤其是人口的快速增长——婴儿和儿童的死亡人数减少，一代人的预期寿命开始增加。这与快速的城市化相结合，开始在住房、交通和卫生方面产生重大的基础设施问题。但是，虽然第二次大破坏意味着更多的人口、更多的贸易和更多的工作，但一项至关重要的技术仍然存在

来自前蒸汽时代的东西:马。即使到了19世纪90年代——当时伦敦的一些街道上已经有了电灯——市内仍有大约1.1万辆双座马车，以及数千辆马拉的公共汽车，每辆公共汽车雇有12只大型动物。这意味着每天有惊人的5万匹马在城市里运送人们，更不用说运送货物的马车了。动物的数量和体型意味着，伦敦的街道每天至少被150万磅马粪覆盖。

这就是为什么《*时代*》在1894年对半个世纪后的伦敦进行预测时得出结论:“五十年后，伦敦的每条街道都将被埋在九英尺厚的粪肥下面。”这样的结论似乎是合理的——毕竟，这样的城市以前从未存在过，而且它们似乎是不可持续的。甚至在大约四年后专门召开的城市研究会议上，也没有找到任何解决方案。

然而，我们现在知道，这样的预测从未成为现实。当《*时代*》为这个世界领先的城市生活实验写讣告时，内燃机和电力技术已经很明显了，它们意味着汽车、公共汽车和电车取代了马车。到1912年，一个看似不可逾越的难题得到了解决。在每个大城市里，马匹都被机动车辆所取代。这看起来是一个世俗的问题，不过是第一次大动荡与第二次大动荡的阵痛相对抗的后遗症。

人类巅峰时期

第二次颠覆开始于18世纪的最后几十年，也就是*时代*的日期

《预言》(1894年)清楚地表明，它的许多创新需要多长时间才能渗透到整个社会。

因此，虽然动物的原动力，在这个例子中是马，是另一个时代技术和能源模式的特征，但最发达的经济体直到20世纪初才达到“马的顶峰”。当时已经成为世界上最大、最发达经济体的美国，直到1915年才达到顶峰，当时有2600多万匹马与人类一起生活和工作。然而，在短短几十年内，它们将从工作世界中消失，取而代之的是机器，这些机器更可靠，不会生病，最重要的是，它们带来了更高的生产力。虽然这听起来很矛盾，但就在动物变得过时的时候，我们却以前所未有的方式雇佣了它们。

1983年，诺贝尔经济学奖得主瓦西里·莱昂惕夫(Wassily Leontief)再次提出了这一主题。对莱昂惕夫来说，21世纪的人类劳动就像20世纪之交的马一样。现在，和当时一样，价值创造和财富的一个关键来源将变得过时:

> 计算机和机器人(将)取代人类从事脑力劳动，就像机械动力取代人类从事体力劳动一样。随着时间的推移，越来越复杂的智力功能将由机器来完成……这意味着人类作为最重要的生产要素的作用必然会减弱——就像马在农业生产中的作用首先被削弱，然后被拖拉机的引入所消除一样。

如果莱昂惕夫是对的，那么，在短短几十年内，我们目前认为难以解决的许多问题，在下一代看来可能就像伦敦在粪便中沉没对我们来说一样古怪。

~

这些证据似乎至少在一定程度上支持了莱昂惕夫的结论，尤其是在制造业。1970年，全世界大约有1000台工业机器人。到2016年初，这一数字已上升至180万台，预计到2020年将超过300万台。自2010年以来，全球工业机器人库存的年平均增幅超过10%。复合增长意味着，如果这一趋势持续下去，制造业不仅不会停止创造就业机会(尽管产出大幅增加，但制造业已经停止创造就业机会)，而且它们的数量将大幅下降。

越来越多的工业机器人就业，与制造业就业和产出中可以观察到的情况完全相关。在莱昂惕夫做出预测后的20年里，信息技术和机器人技术使美国钢铁工业的产量从7500万吨增加到1.25亿吨，而工人人数从28.9万人减少到7.4万人。更广泛地说，在此期间，美国因自动化失去了200万个制造业工作岗位，约占该行业的11%。

1997年至2005年期间，这一趋势继续加速，美国制造业产出又增长了60%，而该行业又消失了近400万个工作岗位。原因很简单:生产率的大幅提高使工业能够以更少的投入生产更多的产品。到2007年，美国制造商使用的设备(包括计算机和软件)是20年前的6倍多，而员工每小时工作所使用的资本是20年前的2倍。与美国流行的误解相反，数以百万计的制造业工作岗位被国外更廉价的工人抢走了，在大多数情况下，这些工作只是自动化了——效率在不断提高。

令人惊讶的是，欠发达经济体在同一时期的表现甚至更糟，巴西的制造业效率下降了20%

也许最令人印象深刻的是中国，在成为世界领先的制造商的过程中，失去了1600万个工业就业岗位。正如一份杂志所观察到的那样，“虽然很容易证明大量的工业生产仍然在进行，而且这不仅发生在像中国这样的重要出口国，但在全球范围内，实际从事制造业的工人比例现在已经下降了近20年。”

这种变化的程度在那些率先工业化的国家最为明显，今天，英国和美国从事制造业的劳动力比例比它们各自工业革命初期的比例要小。由于这种生产率提高导致制造业工作岗位流失的过程是全球性的，一些预测预测，按照目前的失业速度，2003年占1.63亿个工作岗位的工厂就业，到2040年可能只会雇用不超过几百万人。

制造业工作，虽然往往比许多人想象的要复杂，但它是重复的，因此高度容易自动化。当我们接近“人类高峰”时，就像20世纪头几十年的马一样，旧世界将比许多人想象的更快地向新世界过渡。

荷兰科技巨头飞利浦(Philips)是世界领先的照明制造公司之一，可以看到自动化对生产力和就业产生影响的惊人变化。虽然该公司在多个大洲拥有100多家工厂，但其位于荷兰的德拉赫滕工厂拥有世界上一些最先进的工业技术。在这里，

在该公司位于中国珠海的工厂里，128只机械臂和数百名员工做着同样的工作。飞利浦公司声称，他们在德拉赫滕工厂的生产效率提高了十倍，机械臂的动作非常快，它们被挡在玻璃屏后面，以确保留下来的少数员工的安全。

如此巨大的生产率差异，再加上中国工人工资连续20年上涨，意味着自动化正开始给上世纪70年代后迁往全球南方的那些行业带来压力。虽然制造业的许多工作岗位目前仍留在那里，但较低的相对发展水平对这些地区的影响不大。事实上，据估计，到2020年，中国每年将在机器人技术上投入近600亿美元。

2012年，富士康首席执行官郭台铭将公司的100万员工比作动物，并抱怨管理他们“让我头疼”。这在一定程度上解释了为什么仅仅三年后，中国昆山的一家富士康工厂就用机器人取代了6万名员工。最终，全球南方国家也不会比欧洲和北美国家更能免受工业和制造业自动化的压力。虽然像中国和韩国这样的国家从20世纪70年代以后的全球生产转移中受益，但同样的情况不会适用于今天的GDP较低的国家，如孟加拉国和印度尼西亚。这一次，资本的“修复”主要是技术上的而不是空间上的。这对较贫穷国家如何驾驭发展具有明显的影响。

大规模农业的终结

虽然由于技术性失业，感觉制造业处于未知的水域，但我们以前也经历过这种情况。事实上，第三次颠覆目前正在做的事情

对制造业的影响反映了第二次破坏对人类突破性技术的影响:农业。

如前所述，农业是第一次颠覆的核心创新，它允许盈余和更复杂的合作形式改变人类的意义。尽管人们可以像彼得·德鲁克(Peter Drucker)和杰里米·里夫金(Jeremy Rifkin)那样，在这段时间内争论不同的技术时期，但直到19世纪，意大利和法国等国60%的人口从事农业工作。无论是公元一世纪的罗马帝国，还是查理曼大帝时期的欧洲，还是一千年前宋朝统治下的中国东部，普通人都从事农业工作，几乎总是在耕种不属于自己的土地。

今天的情况看起来大不相同了。意大利劳动力市场中只有4%从事农业，而在法国、英国和美国，这一比例分别不到3%、2%和1%。美国在牛奶、玉米、鸡肉和牛肉的生产方面处于世界领先地位。

简而言之，我们用比以往任何时候都少的人来养活更多的人。虽然这听起来微不足道，但就在一个世纪前，大多数人会觉得这完全不可思议。

同样，到21世纪初，很明显，第二次破坏的核心产业——如钢铁生产，以及汽车和电子产品等耐用消费品的制造——需要越来越少的工人来生产越来越多的产出。这一趋势是生产力提高的结果，现在在全球范围内都可以观察到。即使在中国这个目前世界上最大的商品出口国，也只有不到四分之一的劳动力在工业领域工作。

这是经济学家的默认假设，至少在

最近，人们认为，正如许多人的工作从农业转向工业一样，服务业也会出现类似的情况。后工业时代以服务业为基础的经济将取代以制造业为基础的经济。在某种程度上，这一点得到了证实:在中国成为世界领先的工业大国的同时，甚至连服务业也相对于制造业实现了增长。在法国、英国和美国等国，服务业目前占经济产出和就业的80%。

假设服务业，无论高技能还是低技能，都将提供工业和农业不再提供的就业机会，只有一个问题。事实证明，在数字化程度不断提高的背景下，任何重复性工作——无论是什么行业——都可以实现自动化。正如我们在一个世纪前达到了“马的巅峰”，一种范式与另一种范式相互碰撞，在一代人的时间里，我们将达到人类的巅峰。

机器人的崛起

1997年，IBM的深蓝在一系列国际象棋比赛中击败了国际象棋大师加里·卡斯帕罗夫(Garry Kasparov)，成为第一台做到这一点的计算机。虽然这是人类和机器展开的故事中的一个标志性时刻，但与同样由IBM制造的沃森相比，它就相形见绌了，当它后来击败了肯·詹宁斯和布拉德·鲁特——两位最伟大的*Jeopardy!*电视智力竞赛节目历史上最伟大的选手。国际象棋是一种独特的具有挑战性的游戏，但是*Jeopardy!*需要实时模式识别和创造性思维的游戏，更接近于与独特的人类智能相关的特征。

不久之后，肯·詹宁斯(Ken Jennings)利落地总结了这一失败对未来几十年重视模式识别和创造性思维的白领工作可能意味着什么。

正如工厂的工作在20世纪被新的装配线机器人取代一样，布拉德和我是第一批被新一代“思考”机器取代的知识产业工人。“智力竞赛节目选手”可能是沃森裁掉的第一份工作，但我相信这不会是最后一份。

这是一个很有见地的结论。虽然机器在国际象棋和解决数学问题等方面击败了人类——这些通常与天才联系在一起——但它们是通过蛮力实现的，完成了难以理解的计算数字。深蓝每秒评估2亿个棋局——借助摩尔定律和指数进步的浪潮，这个巨大的数字成为可能。这种趋势只会继续下去，这意味着今天你可以在家里的电脑上下载一个像胡迪尼6这样的国际象棋引擎程序，它几乎每次都能击败深蓝。

然而，一个悖论出现了。越来越清楚的是，实际上需要更多的“处理器能力”来管理我们历史上认为是人类的低级任务，比如运动-感官耦合、空间意识和意外反应。换句话说，制造一台能洗碗的机器比制造一台能解决复杂数学问题的机器更难。这种矛盾被称为莫拉维克悖论，以技术专家的名字命名。从技术失业的角度来看，这是一个非常重要的观察，表明即使是“低技能”的工作，从建筑到水果采摘，也可以不受自动化的影响。尽管机器打败了国际象棋大师，以前的超级计算机发现它们的处理能力与400美元的游戏机相当，但它们几乎无法爬上一段楼梯。

有一段时间，这种悖论似乎难以解决。即使在二十一世纪之交，也就是在

第三次大颠覆开始后，制造出一种甚至像小孩子一样具有平衡和协调能力的机器的可能性似乎很遥远。但随后，不可能突然变成了必然。学会了翻筋斗的机器人阿特拉斯登场了。

阿特拉斯筋斗

如果你去YouTube，在搜索栏里输入“PETMAN原型”，出现的第一个视频是2009年10月发布的，是马萨诸塞州波士顿动力公司(Boston Dynamics)开发的一款双足机器人的演示。PETMAN笨拙地连接着几根电缆，看起来就像低音炮和冰上小鹿斑比的私生子。

现在输入“有什么新鲜事吗，阿特拉斯?”你的屏幕上就会出现同一家公司生产的另一个机器人的视频。只有这段视频是在2017年底发布的，这个机器人不仅可以不用电缆走路，还可以跳方框和后空翻。它并没有就此结束;在该公司的YouTube频道的其他地方，你可以看到阿特拉斯在户外慢跑或“跑酷”的视频，因为它连续跳三步，每步40厘米，而不间断。这似乎表明，莫拉维克的悖论即将被克服，机器在灵巧和空间意识方面能够比我们想象的更快地赶上人类。再过9年，阿特拉斯的后代很可能拥有滑冰运动员、体操运动员或雕塑家特有的那种协调能力。

原因很简单:从PETMAN到Atlas的进步是由第二章中概述的改进所支撑的，因为我们看到数字技术的性价比呈指数级增长，从相机和传感器到芯片，以及这些领域的经验曲线

作为能量储存。一个很好的例子:在2015年之前，阿特拉斯必须永久插在墙上的插座上。现在，凭借3.7千瓦时的锂离子电池组，它可以行走约一个小时。这些趋势只会持续下去。

但是，虽然动作与人类完全相似的机器人还没有出现，但另一类机器——利用数字化带来的同样收益和指数进步带来的红利——即将改变整个行业。这是一场变革的前沿，这不仅意味着无数工作岗位的消失，还意味着整个行业的消失。就像阿特拉斯的杂技一样，没有人预见到它的到来——直到它就在他们面前。

自动驾驶汽车

2002年，美国国防高级研究计划局宣布了一项无人驾驶汽车的“大挑战”，计划于2004年春天在莫哈韦沙漠举行。这条拟议的路线长达240公里，无论哪辆车先完成比赛，奖金都将定为100万美元。

尽管美国一些最聪明的人投身于这项任务，但站在起跑线上的15支队伍中没有一支能够完成全程。卡耐基梅隆大学制造的“赢家”只成功完成了5%的路线。尽管这项挑战雄心勃勃——毕竟，其目的是拓展参赛者的能力——但很少有人想到它会沦落成这样的闹剧。一位观察者甚至将这一事件称为“沙漠中的溃败”。对于任何理性的人来说，自动驾驶汽车的可能性似乎都是几十年后的事了。

然而，就在六年后的2010年，谷歌宣布他们的自动驾驶汽车已经“记录了超过14万英里”

七辆测试车每辆都在没有任何人为干预的情况下完成了超过1000英里的行驶，包括像旧金山臭名昭著的陡峭的伦巴第街这样的复杂地形。从那以后，苹果(Apple)、特斯拉(Tesla)和优步(Uber)等公司都加入了这个行业，更不用说汽车行业的老牌企业了。到2016年，优步当时的首席执行官特拉维斯·卡兰尼克(Travis Kalanick)已经清楚地认识到自动驾驶汽车对任何运输公司的重要性:“首先要明白，世界将走向自动驾驶和自动驾驶……如果我们不参与这个未来，会发生什么?”如果我们不是自主性的一部分?那未来就跟我们擦肩而过了。“在短短11年的时间里，支撑自动驾驶汽车的技术取得了如此巨大的进步，以至于它们从一个公众嘲笑的图腾，变成了影响世界上一些最有价值公司的商业模式。

这就是指数式技术的运作方式:一开始很沉闷，然后突然转变——个人电脑、智能手机、互联网以及不久的阿特拉斯的后代都有这种历史趋势。然而，就目前而言，将自动驾驶汽车从工程上的可能性变成我们日常生活中的背景功能的技术仍有待完善。

重要的是，b谷歌和优步等公司应对这一挑战的方式，让我们看到了自动化可能会如何扩散到经济的其他领域，并消除工作岗位。该策略的运作方式是这样的:首先获取大量数据，让算法对结果进行建模和重现，并通过高度重复的任务来工作。之后，结合机器学习，它能够对超出通常被视为典型的数据的意外情况做出反应。结合这些步骤可以产生一些可以执行各种任务的东西

工作——从复杂的外科手术到摘水果，甚至写新闻。这样的方法是可行的，因为处理器的能力在不断提高，数据集每秒都在变大。但资本主义制度下的工作性质——由任务组成，而不是手工业劳动的通才方式——也起到了一定作用。工业变革，特别是自19世纪80年代以来，意味着每项工作都被简化为一组管理的组成部分，所有这些组成部分都被尽可能科学地衡量和管理。在不知情的情况下，弗雷德里克·泰勒(Frederick Taylor)的计划和他的生产力革命——对德鲁克来说，这是使信息成为主要生产要素的第一步——已被证明与数字技术的指数级进步一样，对人类达到顶峰至关重要。

自动驾驶汽车就是一个很好的例子。为了制造自动驾驶汽车，优步(Uber)、特斯拉(Tesla)和谷歌等公司并没有模仿人类的驾驶方式——这远远超出了我们目前的技术。相反，他们试图通过将其分解成一组组件操作，并在车轮上安装数据处理系统来解决问题。因此，这些车辆可以依靠精确的GPS数据、大量关于地图的信息，以及其他车辆、潜在障碍物、行人和人类驾驶员必须考虑的所有变量的连续实时更新流，在街道和高速公路上行驶。所有这一切都是通过无数的传感器、激光和摄像头来实现的，这些传感器、激光和摄像头将信息处理为1和0。

即使单独来看，自动驾驶汽车的到来也可能意味着整个行业的消失。2014年，仅在美国，驾驶行业就提供了大约400万个工作岗位，根据高盛的一份报告，这个国家可能会

随着自动驾驶汽车成为现代社会的一个组成部分，每年将有30万个工作岗位流失。从商业的角度来看，这是完全可以理解的:物流车辆每周7天，每天24小时运行，可以节省大量成本。尽管人们倾向于认为机器不会对交通事故负责，因为全球每年有130多万人死于交通事故，仅在美国就有4万人死于交通事故，但用不了多久，这项技术就会足够先进，这样的观点就会被推翻。这还没有提到出租车、公共汽车、火车、飞机和仓储。所有这些行业都将以类似的方式受到影响，尽管速度不同，而且在不到一代人的时间里几乎完全自动化。

技术性失业即将来临

英国央行(Bank of England) 2015年的一项研究孤立地指出，技术变革，尤其是机器学习的兴起，将意味着未来几十年英国将失去1500万个工作岗位，占劳动力市场的40%。支撑这一观点的将是人类独特技能的空间不断缩小，这限制了工人提高技能的任何机会。一年后，英国央行行长卡尼(Mark Carney)重申了这些预测，称许多人的生计可能会被技术变革“无情地摧毁”，收入不平等加剧可能是其主要后果之一。

这些发现证实了牛津大学(Oxford University)两位学者弗雷(Carl Benedikt Frey)和奥斯本(Michael Osborne)早先发表的一份报告的结论。2013年，他们声称，47%的美国工作岗位面临被自动化取代的“高风险”，另有19%面临中等风险。在其他方面，该机构研究主管彼得·桑德加德(Peter Sondergaard)表示

咨询公司高德纳(Gartner)预测，到2025年，由于新兴的“超级类”技术，通用机器人和机器学习将引领潮流，三分之一的工作将实现自动化。最后，在2016年提交给国会的一份报告中，白宫经济学家预测，中期内，时薪低于20美元的工人将有83%的机会被机器人抢走工作。

英格兰银行(Bank of England)、牛津大学(Oxford University)、一家全球技术咨询公司和美国国会，远不是容易被忽视的警笛声。这是经济和商业建制派的核心。虽然并不是所有人都同意技术在短期内会在多大程度上造成失业，但更保守的声音认为，不可避免的变革已经不远了。

以“千年计划”(Millennium Project)为例。该计划于上世纪90年代由多个联合国组织发起，预计到2030年全球失业率将升至16%，到本世纪中叶升至24%。尽管这比英格兰银行(Bank of England)的预测或彼得·桑德加德(Peter Sondergaard)的说法更为谨慎，但这种转变不仅仅是对常规业务的考验。一个拥有100亿人口的世界将面临气候变化、人口老龄化和资源短缺等挑战，届时将面临与希腊今天所面临的失业水平类似的问题。在希腊，50%的青年失业率已导致欧洲社会两极分化最严重。这种情况不仅会在全球范围内引发政治和社会动荡，而且重要的是——与希腊不同——无论多么遥远，都不会有更光明的明天。

对这一切最常见的反驳是，虽然今天的工作很可能会消失，但其他工作将会出现。毕竟，这是过去经常发生的事情。然而，这并不完全正确。今天80%的职业在一个世纪前就已经存在了

在这20%的新职业中，只有十分之一的人有工作。虽然现在的世界经济规模可能比1900年大得多，雇佣了更多的人，人均产出也高得多，但几乎每个人都从事的工作——司机、护士、教师和收银员——并不是特别新。

实际存在的自动化

2017年3月，亚马逊在西雅图市中心开设了Amazon GO商店。利用计算机视觉、深度学习算法和传感器融合来识别选定的商品，该公司希望建立一个几乎完全自动化的商店，没有收银员。在这里，亚马逊的客户只需用手机刷卡就可以购买商品，选择他们想要的东西，然后刷卡离开，他们的购买会自动记入他们的亚马逊账户。

几个月后，亚马逊以137亿美元收购了全食超市。虽然对于一家核心业务是在线零售的公司来说，这可能是一笔奇怪的收购，但这笔收购为他们提供了支持Amazon GO的供应链能力，并瞄准了8000亿美元的全球杂货市场。

公司管理层计划在每家亚马逊自动商店每班雇佣6名员工，而美国超市平均每班雇佣72名员工。当你考虑到劳动力成本以及亚马逊在高度自动化仓储方面的独特优势时——在这方面，他们也是世界领先的“KIVA”机器人——很快就会明白，这家公司可能会像目前在网上一样，在线下零售领域占据主导地位。也就是说，除了在中国，2017年底，中国本土零售商京东(JD.com)宣布领先其他任何人开设数百家“无人商店”。

无论是亚马逊还是竞争对手获得先发优势，趋势都很明显。零售业的未来，就像物流和仓储一样，是自动化的。是的，一些工作将保留下来，但是当你考虑到销售人员和收银员是美国——实际上是大多数其他国家——的两个主要工作时，前景是令人恐惧的。有人可能会说，顾客在购物时想要一种情感上的联系，在某些情况下，这很可能是对的，但大多数时候，首要考虑的是以最实惠的价格买到最好的产品。这就意味着要尽可能地削减劳动力成本。零售业现在预计该领域将出现大规模裁员，而不是遥远的挑战。在亚马逊自动商店宣布之前，英国零售协会预测，到2025年，英国300万个零售工作岗位中将有近三分之一消失，随着公司转向技术取代工人，将导致90万个工作岗位流失。

与自动驾驶汽车和Atlas一样，这一切之所以成为可能，是因为信息的极度供应——从图像和距离传感器到立体摄像头、深度学习算法，以及无处不在的智能手机和在线账户。供应链的其他地方也是如此，从使用由中央服务器控制的传感器和条形码的仓储机器人，到用于监督配送和交付的自动驾驶汽车——无论是通过汽车还是无人机。

但是，即使是那些认为仓储、零售、物流和出租车驾驶等常见工作可能会因技术进步而被淘汰的人，仍然坚持认为“高价值”服务的工作将在某种程度上不受影响。然而，越来越多的证据表明，事实并非如此。

达拉斯小牛队(Dallas Mavericks)的亿万富翁老板马克·库班(Mark Cuban)在2017年的一次科技活动上预测，世界上第一个万亿富翁将是谁掌握了人工智能的商业应用，原因是，当人工智能应用于保险、软件开发或会计等传统的“白领”行业时，可能会被证明特别有利可图。“我宁愿学哲学专业，”库班在谈到那些为进入这类行业而接受培训的人时说。寻求关注?也许吧。双曲?绝对。错?可能不会，因为从心脏手术到计算税收，历史上收入丰厚的职业和其他任何职业一样，都是重复的，都要服从劳动分工，因此也要服从自动化。

以达芬奇手术机器人为例。2017年，伦敦大学学院宣布，这种成本相对较低的机器挽救了大约500名前列腺癌患者的生命。虽然机器人本身并不是自动化的，而是赋予人类外科医生更高水平的灵活性和精确度，但自动化一系列常规手术的路径类似于自动驾驶汽车的蓝图:你给一个强大的数据处理器大量信息，机器学习和手术刀。第一部分允许算法建模和重现结果，并通过高度重复的任务来工作，而第二部分允许对意外情况做出即时和智能的反应。

在医学上，你可以看到这将如何应用于几乎任何事情——从眼科检查到治疗前列腺癌或采血。在更依赖于模式识别的领域，比如放射学，机器甚至有更多的优势。放射科医生使用x光、CT和PET扫描、核磁共振成像和超声波等医学图像来诊断和治疗患者。虽然在过去的几十年里，这个领域极大地改善了病人的护理，但它对

成本不断上升，而且相对劳动密集型。也就是说，直到现在。

Arterys是一种医学成像系统，它可以读取心脏的核磁共振成像，并测量通过心室的血流量。这个过程通常需要一个训练有素的专业人员45分钟，但Arterys可以在大约15秒内完成同样的任务。令人难以置信的是，它有一个自我学习的神经网络，随着它检查的每一个新病例，它会不断地增加对心脏工作原理的了解。正是在这样的领域，自动化将首先进入医学领域，通过陪伴而不是取代现有的工人来提高生产率。然而，这样的系统将逐年改进，一些人，如“深度学习教父”杰弗里·辛顿，认为医学院很快就会完全停止培训放射科医生。

也许这是自以为是的——毕竟，我们希望有一定程度的质量控制，甚至最终的诊断也需要人类参与——但即便如此，这种大规模升级、更快的过程可能需要一名训练有素的专业人员，而目前有几十名专业人员，从而提供更快、更优质的服务，在时间和金钱上都更少。在一个老龄化的社会，这样的优势不仅是受欢迎的，而且是必要的。

类似的现象也出现在法律和法律服务行业——历史上属于服务经济的中产阶级领域。根据咨询公司德勤(Deloitte) 2016年的一项研究，未来20年，英国11.4万个法律工作岗位(约占整个行业的40%)可能会实现自动化。同一项研究发现，技术已经在该行业淘汰了31,000个工作岗位。这些往往是较低级别的职位，因为在许多领域，智能搜索系统越来越受初级律师和律师助理的青睐，尤其是那些最从事重复性工作的领域

搜索或处理异常大量的信息。

如果德勤是正确的，那么法律行业中重复性较高的部分将被广泛自动化。与医药行业一样，毫无疑问，一些工作岗位至少会在一代人的时间里保留下来，但这两个例子都表明，历史上的白领工作同样容易受到趋势的影响，而这些趋势已经对制造业的其他领域产生了更明显的影响。

即使是乐观的观点也认为，能创造净就业机会的行业少之又少。老年护理是其中之一，它将高水平的精细运动协调与情感劳动和持续的风险管理相结合;毕竟，在21世纪的进程中，世界各地的社会都将受到人口老龄化的影响。一般来说，卫生和教育仍将是劳动密集型行业，至少需要更长的时间才能消失。然而，即使考虑到这些增长领域，由于自动化而导致的失业的总体情况也使停滞不前显得过于乐观。

工作的未来

并不是每个人都同意进步将导致人类在第三次颠覆中达到峰值，就像蒸汽机和化石燃料导致第二次颠覆中马匹达到峰值一样。事实上，工作和技术变革领域的两位领军人物埃里克·布林约尔松(Erik Brynjolfsson)和安德鲁·迈克菲(Andrew McAfee)认为，价值将越来越多地来自新思想的产生。因此，虽然任何重复性的工作都可能被机器自动化或显著增强，但人类独特的创造力和情感联系技能将支撑未来的工作。

在某些领域可能会证明这一点，但对于一个拥有近100亿人口的世界来说肯定不是这样。毫无疑问，一些新的

像太阳能电池工程师和风力涡轮机技术员这样的职业将会扩大，而厨师或室内设计师等独特的创造性职业将比其他职业持续更长时间。但就创造的历史性工作量而言，这些职业无法与司机、收银员或建筑工人相提并论。考虑到上个世纪的证据，这样的前景似乎很遥远。

似乎更有可能的是，正如瓦特蒸汽机问世后，马的高峰用了一个多世纪才出现一样，目前也在进行着类似的过渡，不均匀且断断续续。现在，就像1894年的伦敦一样，我们必须抓住新世界的机遇，而不是纠缠于那些正在落入历史潮流的技术和社会习俗。

5
无限的力量:后能源稀缺时代

光伏成本的不断下降总是让我感到惊讶,在能源使用的历史上,一种能源的价格逐年越来越便宜,而且不是个位数的增长,而是两位数的增长,这是无与伦比的。

加州清洁能源基金董事总经理
Danny Kennedy说

能源与颠覆

能源及其各种来源深刻地影响了第一次和第二次中断。作为狩猎采集者，我们的生存手段是我们自己的身体，我们用它们来制造工具和食物来源。我们生活在一个没有太多科技的世界，我们祖先的大大脑主要用于复杂的口头交流。能够产生大量盈余的社会所特有的集中能源形式仍然很少。

1.2万年前，随着农业的出现，这种情况发生了变化。现在人类开始驯养其他动物，

饲养它们不仅仅是为了肉、皮和皮毛，也是为了它们执行任务的能力。这导致了生产力的大幅提高，使久坐和日益复杂的社会成为可能。这种复杂性的一个后果是人类奴隶制的出现，这是古代社会等级制度和经济生产的重要基础。这些生物能源——人类的和非人类的——后来被围绕元素构建的技术所加入，一千年前，水和风车在欧洲越来越常见。然而，所有这些创新，无论是社会的还是技术的，都受到了对自然的依赖的限制:磨坊的位置和数量取决于水和风的可用性，而动物和人往往是不可靠的，他们自己也很难维持。虽然到文艺复兴早期，在印刷、天文学和航海等领域取得了重大进展，但运输方式——以及人造光和人造热的手段——与一千年前基本没有变化。虽然16世纪的佛罗伦萨——欧洲文艺复兴的摇篮——在大众的想象中被认为是文化精致的化身，但当Niccolò马基雅维利在李维的历史上写下他的*Discorsi*时，他所居住的世界与他的第一世纪英雄的世界惊人地没有什么不同。

到了18世纪末，这种情况发生了戏剧性的变化。瓦特的蒸汽机的出现迅速提供了大量高效、可靠的电力，从而产生了新的工业实践和消费模式。虽然这在很大程度上被认为是一种技术和经济的变革——它确实是——但它也代表了能源的断裂。从现在起，工业化经济体将依赖化石燃料。

而这一切所带来的大部分后果

在文化、科学和政治方面，任何经历过它的人都是显而易见的，但最重要的后果可能还要再隐藏两个世纪。工业资本主义的巨大力量是通过开采和燃烧化石燃料而成为可能的，它将改变地球的生态系统。数十亿年来，单一物种的活动将首次成为我们这个星球维持生命能力的主要因素。

人类世的到来

虽然第二次破坏的确切环境后果尚不清楚，但科学共识表明，温室气体浓度的升高，特别是二氧化碳，导致了全球气温的上升。其结果是，当今世界的气温比19世纪80年代高出0.8摄氏度。

由于大气成分与气候变化之间存在时滞，未来的变暖仅凭过去的行动就不可避免。此外，这些气体的排放量从未如此之高，这意味着我们的世界将继续变暖，关键问题是变暖的程度和速度。

这就存在着气候变化的政治问题。虽然我们可以确定它正在发生，但几乎所有其他事情都是猜测。知情人士一致认为，作为对当前状况的延迟反应，全球气温将至少再上升2度。然而，尚不清楚的是，这种情况何时会出现，以及这种变化的确切后果是什么——是极端天气事件、海平面上升还是荒漠化。

这意味着，在未来几十年或更长时间内，全球气温将上升2摄氏度，这几乎是同样合理的

几百年。在地球已有40多亿年历史的背景下，这样的差异是如此之小，以至于可以作为误差范围。然而，对于人类的头脑来说，以及推而广之，对于全球变暖的政治来说，这就是一切。任何被认为“不准确”的预测，都是既得利益者抹黑全球变暖概念的武器。

考虑到气候变化不仅是一个政治挑战，而且是对我们物种的生存威胁，这是荒谬的。即使全球变暖保持在2摄氏度以下——人们认为这种可能性越来越小——也将是一场几乎难以形容的灾难。然而，超出这个范围的任何事情都可能是灾难性的，产生一连串的反馈，最终导致一个无法维持多种物种(包括我们)的世界。

我们能在气候灾难中幸存下来吗?

这样的一系列事件可能会是什么样子?一个合理的模板可能是我们的星球最后一次比今天高3度，因为它是在大约1000万年前。那时，海平面比现在高25米，北半球完全没有大陆冰川。

在这个世界上，亚马逊盆地的大部分地区将变成沙漠，为中国和印度次大陆的大部分地区提供饮用水的冰川将几乎消失。美国南部地带、地中海沿岸国家——更不用说中东、澳大利亚和非洲的大部分地区——将变得太热，无法维持现有的人口。与此同时，极端天气事件将大幅增加，水文循环将受到严重干扰。在这里，“百年一遇”的天气事件将一直发生，而之前的极端天气将成为常规。在这方面，

2017年大西洋飓风季，尤其是飓风“厄玛”和“哈维”，更不用说第二年闷热的夏天了，我们可以从中窥见未来。

然而，即使这也不是最坏的情况。如果地球温度比现在高6度，海平面将比现在高200米，而海洋本身温度过高，无法维持许多生命。这个世界将几乎完全被沙漠覆盖，只有今天的极地地区能够支持广泛的农业。然而，与真正改变游戏规则的因素相比，所有这些挑战都微不足道:大气中甲烷含量的大幅增加。在这种情况下，任何有肺的生物都将难以呼吸。

好消息是我们仍然可以避免这种情况的发生。事实上，我们甚至可以扭转我们已经造成的一些损害，从而消除目前看来不可避免的变化。然而，这并不容易，需要在未来20年内全球从化石燃料过渡到其他能源。然而，如果人类能够在2050年之前将二氧化碳排放量减少至少85%，那就应该将大气浓度稳定在百万分之400 (ppm)左右——略高于今天的水平，但足以避免失控的灾难。

坏消息是，虽然我们知道需要做什么，但过去25年的情况就是这样，而且我们只是在倒退。1992年举行的里约热内卢地球峰会，是气候变化成为一个具有全球意义的故事的时刻。然而，2013年二氧化碳$_2$水平比1990年高出61%，2008年危机之后的几年创下了历史上最高的年增长率。正确理解的话，我们目前的做法并不是无所作为，而是全速走向遗忘。

能源想要自由

现在，世界人口每小时消耗17到18太瓦的能源，大约每年150,000太瓦时(太瓦时)。虽然从任何角度来看，这都不是均匀分布的，但这意味着普通人正在使用大约2千瓦的恒定能量，这与一直开着水壶的能量差不多。

在接下来的三十年里，这些数字将大幅增加。联合国预计，到2050年，世界人口将增加到97亿，比现在多20亿，几乎所有的增长都来自全球南方较贫穷的国家。更重要的是，这些人口将越来越多地消耗能源，用于供暖、交通、家用电器和度假，与全球北方相当。将目前的全球经济转变为可再生能源本身似乎是一项艰巨的任务，但现实更加艰巨:我们将不得不使一个消耗两倍于我们现在的能源的星球脱碳。

然而，这也不全是坏消息。虽然在过去的两个世纪里，能源消耗的增加一直与经济增长相关，但近年来，世界上最富裕国家的能源需求开始下降。例如，在UK，能源消费在世纪之交达到峰值，此后每年下降2%。这意味着，尽管生活水平更高，人口更多，但英国2018年的能源使用量实际上低于1970年——这是一个远离能源贫乏的国家。目前，英国每人持续消耗约3千瓦的能源，比全球平均水平高出50%。

尽管UK在这一指标上的下滑幅度比其他任何地方都大，但它反映的是规则，而非现实

例外情况。2005年至2013年，欧洲国家的能源消耗下降了8%，而美国在截至2012年的8年里下降了6%。虽然过去40年全球制造业的迁移在一定程度上解释了这些变化，但很明显，它们主要是能源效率提高的结果。似乎就像人口增长一样，发达经济体在能源消耗方面也遇到了一个上限。
鉴于这两个事实——消费大幅增长，以及达到一定发展水平后的上限——用UK今天的人均需求作为20年后世界其他地区的模板似乎是合理的。如果说这有什么不同的话，那就是过于保守了——毕竟英国是一个相对富裕的国家，生活水平较高，气候相对寒冷。

二十年后，世界人口将达到90亿，每个人使用的能源与目前英国人均消耗的能源相同，这意味着全球将持续消耗约30太瓦的能源——每年29万太瓦时，略低于目前的两倍。
虽然这一预测高于其他地方的预测(英国石油公司预计到2035年全球需求将达到23太瓦)，但慷慨地做出预测是有道理的。任何向可再生能源的过渡都不应被视为比目前需要更少的能源。毕竟，如果我们真的想要足够快地实现转型，以防止灾难性的变暖，那么很大的误差幅度就很重要。
最重要的是立即开始脱碳。2017年，国际能源署宣布了“零十年”的开始，并表示如果全球在未来十年内不开始远离化石燃料的过渡，那么超过2度的变暖将变得

几乎是肯定的。第二年，IPCC重申了这些观点，得出结论，必须在2030年之前开始大规模脱碳，以避免超过1.5摄氏度的“灾难性”气候变化。

这意味着，从2020年开始，全球北方的富裕国家必须开始向可再生能源过渡，在10年内每年减少8%的CO_2排放量，目标是到2030年完全脱碳。到那时，全球南方国家将以同样的速度踏上同样的旅程。这将意味着，到2040年，尽管人口不断增长，预期也在提高，但它们也将实现转型。因此，在20多年的时间里，世界可以超越化石燃料来满足其所有的能源需求，而不仅仅是电力。

虽然这不足以阻止全球气温至少升高一度，但所有数据都表明，这将意味着避免进一步的灾难。更重要的是，它使人类走上了通往几乎无限的、永远便宜的能源的道路。因为与木材、煤炭或石油不同，太阳产生的能量比我们想象的要多。

太阳能:无限、清洁、免费

不断撞击地球大气层的太阳能大约有174拍瓦(1.740 x 10^17瓦)。其中，大约有一半击中了地球表面。目前，人类每年消耗的能量不到20恒定太瓦，这意味着提供给地球的能量是我们目前所需能量的数千倍。事实上，太阳的能量是如此巨大，尽管在数百万英里之外，在短短90分钟内，地球上的能量相当于全人类一整年的能量消耗。

这意味着一些深刻的东西:大自然提供给我们的

几乎是免费的，无限的能量。就像固定在太阳系中心的核反应堆一样，太阳对你所见过的每一个生物都负有责任。几乎地球上所有的生命，从细菌到树木、植物，是的，还有你，都是一系列化学反应的结果，而这些化学反应的起源都是由太阳能提供动力的。

虽然人类在几十年前就掌握了捕捉和储存这种能量的技术，但直到最近，与化石燃料相比，它仍然不经济，也不方便。然而，在21世纪开始的几十年里，这种情况已经开始发生变化，这意味着，正如第三次破坏是由信息和劳动力的极度供应驱动的一样，能源领域也同样如此。

静悄悄的革命

也许这并不奇怪，自第三次破坏的早期以来，太阳能就一直伴随着我们，1958年美国宇航局的先锋1号卫星上首次使用了光伏电池。虽然这是一项令人印象深刻的工程壮举，但每块电池板一次最多只能产生半瓦的电力，这意味着每单位的能源成本高达数千美元——远远超过化石燃料。到20世纪70年代中期，由于经验曲线的影响，这个数字急剧下降到每瓦100美元左右——仍然没有竞争力，但却是一个引人注目的进步。

然而，近年来，太阳能的成本发生了翻天覆地的变化，性价比的综合提高意味着在阳光充足的国家，一瓦太阳能的成本可以低至50美分。几乎没有人不同意这种趋势只会继续下去，而且全球太阳能容量每两年翻一番——2004年至2015年间增长了100倍——红利很可能会消失

经验曲线还有很长的路要走。在过去的几十年里，PV的安装量每年增长40%，而在UK，值得注意的是，99%的太阳能发电能力是在2010年以后安装的。因此，到2016年，太阳能发电成为全球新能源装机增长最快的来源，首次超过所有其他形式的电力增长，也就不足为奇了。尽管可再生能源占当年全球电网新增电力的三分之二，但国际能源署(IEA)发现，太阳能是最闪耀的技术。

太阳能的前景并不总是那么乐观。就在2014年，IEA还得出结论，如果目前的趋势持续到2050年，“最好的情况是发电成本将低于每千瓦5美分。”然而，在报告发表几个月后，人们发现这一预测过于悲观了。到2017年，美国最便宜的无补贴太阳能合同已经低于每千瓦6美分，现在看来，到2020年——比计划提前30年——美国最便宜的太阳能将低于每千瓦3美分，而不是5美分。如果正确的话，这将意味着地球上几乎每个家庭都安装PV具有经济意义——即使在多云的北欧也是如此。
事实上，就在该报告发布一年后，德意志银行声称，在其分析的60个国家中，有一半的国家太阳能已经达到了“电网平价”，并预测在这个十年结束之前，太阳能价格将进一步下降30%至40%。说白了，这意味着到2020年，世界上几乎任何地方新安装的太阳能电池将比新建的燃烧化石燃料的发电厂发电更便宜。2018年，国际可再生能源署(IRENA)重申了这一预测

声称到2020年，所有可再生能源都将与化石燃料竞争。他们得出的结论是，转向可再生能源“不仅仅是一个环保意识的决定，它现在——在很大程度上——是一个明智的经济决定”。

因此，虽然太阳能目前提供的电力只占世界电力的2%多一点，但十多年来的趋势表明，这种情况将发生巨大变化——尤其是在未来十年将与化石燃料持平的地区。如果过去半个世纪保持的40%的年增长率一直持续到2035年，那就意味着全球太阳能发电量将达到150太瓦——不仅能满足世界的电力需求，而且根据上述预测，还能满足人类的全部能源需求。如果这一趋势在未来几年放缓，就像任何经验曲线的进展一样，我们仍然有理由预测，在本世纪40年代的某个时候，全球将完全过渡到可再生能源。这方面的曙光已经显现:2010年，UK2%的电力来自可再生能源，到2018年底，这一数字达到了25%。更令人印象深刻的是苏格兰，该国目前正朝着到2020年完全使用可再生能源发电的目标迈进。

虽然这一预测已经足够惊人，但更令人难以置信的是，向太阳能的过渡将不需要净增加支出。转向清洁、丰富的能源是成本中性的。这是在它变得永远更便宜之前。

这是如何实现的。目前，全球每年在化石燃料上的花费约为2.2万亿美元。如果今天15-17太瓦的需求在此期间翻一番，这意味着到21世纪40年代初，复合能源成本将达到80万亿美元左右。联合国已经为完全过渡到可再生能源制定了价格，在四十年里，他们的数字是每年1.9万亿美元——计算结果是

略低于燃烧石油、煤炭和天然气来维持世界运转所花费的费用。

然而，这些数字甚至可能对化石燃料太仁慈了。他们认为，石油和天然气将在未来几十年内保持目前的低价格，这是史无前例的。即使你不考虑气候变化，太阳能和风能也比现状更有商业意义。

而且就像自动化和工作一样，第二次和第三次颠覆将再次汇聚在交通领域，自动驾驶电动汽车解决的问题和汽车取代马匹时解决的问题一样多。从现在起短短几十年后，今天看似终极的问题将会变得像1894年伦敦粪便危机对我们一样荒谬。

奔向未来

2017年夏天，英国政府宣布将在2040年之前禁止销售所有汽油和柴油汽车。尽管是出于善意，但这一雄心壮志未能解决一个关键问题——按照目前的趋势，将没有车可买。

原因是能源储存技术的成本，特别是锂离子电池，正在以比太阳能电池更快的速度下降。2009年，德意志银行报告称，锂离子电池的成本为每千瓦时650美元，并预测到2020年这一数字将减半。然而，就像国际能源署2014年对太阳能的预测一样，这些预测与现实相去甚远，在接下来的18个月里，这项技术的价格下跌了70%。因此，特斯拉现在预计，到本世纪20年代初，电池的生产价格将达到每千瓦时100美元，尽管私人股东被告知，这可能在2019年实现，而GM也预计到2020年

2022. 在过去的15年里，锂离子电池的能量容量增加了两倍，每单位储存能量的成本下降了十倍。这种转变所带来的后果怎么说都不为过。如果特斯拉和GM的预测是正确的，那么到本世纪20年代初，一辆续航里程为200英里的新型电动汽车的电池组成本可能仅为5000英镑。这将使电动汽车的价格与汽油车直接竞争，同时保持下行曲线。这还没有考虑到电动汽车在使用、保险和保养过程中的成本会更低。再过一代人，购买驱动汽车的能源似乎违反直觉，再过一代人，这将近乎荒谬。储能技术受制于经验曲线，就像可再生能源发电一样重要，因为在任何超越化石燃料的过渡中——向极端供应(在那里它会变得永远便宜)——两者都是必要的。如果经验曲线在两者之间持续存在，即使只是再过一二十年，能源的范式转变将与19世纪初化石燃料的兴起和扩散一样具有破坏性。

太阳和全球南方

考虑到可再生能源是一项21世纪的技术，许多人会认为，与手机和互联网一样，它的影响将在全球北方受到最深刻的影响——至少在最初是这样。然而，在全球南方较贫穷的国家，可再生能源，尤其是太阳能，将被证明是最具变革性的。在正确的政治框架下，它们甚至可以结束历史上最富裕和最贫穷国家之间的不平衡，这种不平衡自殖民主义以来就存在，并因第二次颠覆而深刻加深。

以尼日利亚为例。尼日利亚是非洲人口最多的国家，其1.8亿公民中有一半目前无法用上电。与整个非洲大陆一样，这个国家不仅贫穷，而且正在经历人口增长，一些预测估计，到本世纪中叶，它的人口将超过4亿。更重要的是，未来的尼日利亚人将理所当然地期望比他们今天的祖先有更高的生活水平。但对于化石燃料来说，这不仅是灾难性的，而且可能是不可能的。

这意味着，到2050年人口比美国还多的尼日利亚要想普及电力，唯一的办法就是利用太阳能。这样的转变提供了超越世界上一些富裕国家的机会，享受更便宜的能源，几乎没有任何与广泛的国家电网相关的沉没成本。这同样适用于其他发展中国家，这些国家将同样面临人口快速增长和能源需求上升的问题。

手机开创的先例说明了可再生能源如何在目前低收入、能源匮乏的国家传播。在世纪之交，尼日利亚有25万活跃的移动电话合同，远远少于60万的固定电话连接。如果你当时说，在没有昂贵的新基础设施，甚至电力的普及仍然参差不齐的情况下，20年内电话将变得司空见惯，你会被嘲笑。然而今天，尼日利亚有1.5亿移动电话用户，远远超过了活跃的20万固定电话用户。与此同时，尼日利亚有一半的人口可以上网。重要的是，这种高水平的连接发展方式与欧洲和北美的富裕国家不同。而不是照搬的顺序

从那里的基础设施来看——先是采用固定电话，然后是移动电话——尼日利亚只是跳过了以前的技术，大规模采用了移动互联网。

没有任何一项技术的发展速度能与移动电话相提并论。它使数百万人能够在肯尼亚和坦桑尼亚开设银行账户，在利比亚登记投票，并在土耳其获得农业信息。研究表明，在尼日利亚和南非，手机的使用与美国一样普遍，大约90%的成年人拥有手机，这使它成为历史上采用速度最快的技术。就在2002年，大约64%的美国人拥有手机，而现在坦桑尼亚、乌干达和塞内加尔等地的手机普及率已经超过了这个数字。尽管这些国家的国内生产总值(gdp)仍很低，但15年前还被视为全球富人专属的技术如此迅速地普及，已是一项重大发展。

如果世界要在未来25年内完全脱碳，太阳能发电和储能技术也必须取得类似的进展。就像2000年以来的移动技术一样，较贫穷国家对可再生能源的采用将是模块化和分布式的。模块化是因为太阳能电池和锂离子存储可以很容易地添加或升级，分布式是因为发电和存储通常会发生在家庭或街道层面，而不是遥远的发电站或能源中心。所有这一切之所以成为可能，是因为地理上的好运气:尽管是地球上最贫穷的国家之一，那些靠近赤道的国家——非洲、中美洲和亚洲——享受着其他任何地方都没有的阳光。现在，随着一系列可再生技术的发展，我们正接近一个临界点——大自然的恩赐变成了经济上的祝福。

数字不言自明。2009年，收音机、手机——

一个手机充电器，以及一个足够每天提供四小时照明和电视的太阳能系统，将花费肯尼亚人1000美元。现在是350美元，而且还在下降。每过一年，能源不仅使世界上的穷人更接近能源，而且能源比化石燃料清洁得多，而且价格永远是通货紧缩的。

因此，毫不奇怪，新一代企业正寻求从不断增长的电力需求和不断下降的太阳能成本之间的趋同中获利。其中之一是M-Kopa，这是一家2011年在肯尼亚成立的美国初创公司。如今，该公司拥有50万现收现付的客户，他们自己生产太阳能。该公司的模式直截了当，或许可以预见，类似于与手机相关的那种合同。客户需要支付3500KES(约35美元)的押金，才能将这套系统带回家，然后再支付50KES(0.50美元)，为期一年，然后才能完全拥有这套系统。每天的付款都是通过M-Pesa进行的，这是一种基于手机的货币系统。消费者可再生能源通过无现金、数字支付支付——这是21世纪初非洲能源的现实。

该公司最新的“M-Kopa 4”产品通过遍布肯尼亚、坦桑尼亚和乌干达的授权经销商网络提供产品，其中包括一个8瓦的太阳能电池板，可以通过USB端口为电器充电，以及两个带开关的LED灯泡、一个可充电LED手电筒和一个收音机。

M-Kopa的竞争对手之一d.light在加州、肯尼亚、中国和印度都设有办事处。他们声称已经在62个国家销售了超过1200万个太阳能灯和电力产品，目标是到2020年为1亿人提供廉价的太阳能电力。

该领域的另一家运营商是离网公司(Off-Grid)，其模式与M-Kopa公司类似

为消费者提供融资和基础设施。在坦桑尼亚，客户支付大约13美元的押金，就可以购买离网最便宜的入门套件:一块面板、一块电池、几个LED灯、一个手机充电器和一个收音机。他们继续每月支付大约8美元，为期三年，之后他们就拥有了产品。“离网”最受欢迎的捆绑服务——每月的价格大约是前者的两倍，首付也更高——包括多几盏灯和一台平板电视。与M-Kopa一样，客户通过电话支付账单。所有这一切都是由太阳能电池和锂离子技术的经验曲线实现的——就像过去二十年来手机的情况一样——这只是能源极端供应的开始。

就像太阳能技术变得越来越便宜一样，它的性能也在不断提高，离网公司正计划在不久的将来，当他们的产品足够强大，可以在工业上得到应用，比如抽水灌溉或碾磨可可。这在一定程度上要归功于太阳能是模块化的——你可以随着时间的推移简单地增加更多的容量——以及它的性价比长期而令人印象深刻的下降。如果下一个十年的变化和过去一样迅速，那么在肯尼亚和尼日利亚，太阳能供电的将不仅仅是家用电器。工厂、学校、餐馆和诊所都将使用廉价、清洁的能源。

这种惊人的变化并不局限于非洲。事实上，咨询公司毕马威(KPMG)预计，类似的消费模式——将信贷增加与越来越便宜的技术结合起来——将意味着，到2025年，20%的印度家庭将安装某种形式的太阳能装置。随着大型太阳能发电场与不完整的电网整合等瓶颈得到克服，预计到2022年，印度的可再生能源容量将翻一番，甚至在增长方面超过欧盟。

如果电听起来相对不重要，那么想想这个:在21世纪初，数以亿计的妇女仍然面临着死于分娩的风险，因为她们不幸在夜间分娩，周围一片黑暗，远离医疗护理。更糟糕的是，仍有30亿人通过生物质(主要是燃烧木材、粪便和农作物残渣)做饭或获得热量和光线。根据世界卫生组织的数据，这占2002年全球上呼吸道感染的36%，慢性阻塞性肺病的22%和所有癌症的近2%。换句话说，向清洁的可再生能源过渡，即使只是在短期内，也将每年挽救数百万人的生命——然后，它就会开始在前所未有地提高世界上最贫困人口的生活水平方面发挥决定性作用。

风能

鉴于世界上多达80%的人口居住在阳光充足、完全依赖太阳能的地区，很明显，在任何超越化石燃料的转型中，重点都将放在这种特殊形式的能源上。但那些人口相对较多、气候较冷的国家，如俄罗斯、加拿大和北欧大部分地区，情况又会如何呢?面对阳光少得多、能源需求高得多(尤其是供暖)的双刃剑问题，他们如何才能做出类似的转变，就像前面提到的那样?

部分答案是节能——这对所有地方都适用，不管阳光照射程度如何。虽然现在我们可能会把节约的想法与节俭和定量配给联系在一起，但我们不应该这样做。在短短几年内，在家里、汽车上和工作场所节约能源的工作将完全自动化。

其主要原因是物联网的到来。

电子产品，包括你的汽车，将不仅仅是相互通信，而是实时分配和存储能量。如果这听起来像互联网的类似物，它确实是。能源互联网将很快在家庭内部和家庭之间，甚至日常用品之间运行。

这将以汽车为中心，汽车是向可再生能源过渡的最初阶段的支点，也是清洁、自主经济的前沿。汽车将不仅仅是车轮上的数据处理器，它们将是巨大的便携式电池。而且由于电动汽车平均每天使用大约六分之一的电池，因此将有如此丰富的存储容量，即使在冬季阳光很少的国家，大部分能源仍将来自太阳能。这同样适用于越来越多的小工具，更不用说家庭、学校和工作场所了。而在像英国这样的地方，太阳能的曝晒使得这一点变得困难，越来越高效的风力发电场将弥补这一差距。

事实上，这已经开始发生了。2016年，UK各地风电场的发电量首次超过燃煤电厂。考虑到后者在1990年还为UK提供了超过三分之二的电力，这一点就更令人印象深刻了。次年10月，苏格兰的风力发电量是英国全部电力需求的两倍。

支撑这些转变的是推动太阳能崛起的同一件事——经验曲线。就像太阳能电池的进步一样，风力涡轮机技术的发展也没有显示出任何减弱的迹象。2017年，英国政府宣布，最早在本世纪20年代初，海上风电场的能源将比新建核电站产生的能源更便宜。这一声明的影响怎么夸大都不为过。就在2014年，UK的海上风电价格为每兆瓦时150英镑，

然而，不到十年之后，它的价格已经下降了一半以上，甚至在基础还没有奠定之前，就已经比英国拟议中的新核电站欣克利角C便宜了。

而且这还不止于此。在本世纪20年代的某个时候，英国海上风电不仅会比核电便宜，而且会比任何替代能源都便宜。一位领先的首席执行官预测，英国很快将有一半的电力来自可再生能源，并补充说:“当你从现在开始回顾十年，我们会看到2016-17年左右的这段时间是一个转折点。”海上风能、太阳能和陆上风能的成本正在以没人能预料到的速度下降。”

保暖

还有一些和能源一样重要的东西——无论是风能还是太阳能——越来越便宜，重要的存储技术的成本也在大幅下降。这又与能源绝缘有关。特别是在寒冷的国家，大部分家庭能源都花在保暖上。在UK，普通家庭供暖系统消耗的能源是光和电加起来的四倍。从可再生能源的角度来看，这尤其令人担忧，因为能源需求达到峰值的时候恰恰是太阳能潜力最弱的时候。

然而，即使在这里，解决方案也相对简单。内部能量绝缘——如果操作得当——意味着加热时几乎不需要消耗能量。事实上，值得注意的是，我们在四十多年前就知道如何按照这样的标准建造建筑物。

1977年，萨斯喀彻温省政府联系了一组加拿大研究人员，希望他们能建造一座“太阳能”

适合当地气候的“太阳能之家”。几乎不透气，有三层玻璃窗、厚墙、屋顶隔热层和世界上第一个热回收通风器之一，它在夏天保持凉爽，在冬天保持温暖，几乎不使用能源。被动式房屋诞生了。

如今，被动式房屋是建筑能效的自愿标准，其目标是尽可能减少建筑的环境足迹。被动式设计最近在德国和斯堪的纳维亚发展起来，它不是住宅建筑的补充细节，而是一种寻求整合美学、功能和效率的整体方法。它在20世纪80年代德国反叛绿色运动的阴影下起飞，工程师和建筑师从北美设计师的努力中获得灵感，因为他们自己应对了十年前的石油危机。

虽然照明、小工具、交通和工业总是需要能源，但供暖却并非如此——当然不是我们今天所看到的规模。仅仅因为向可再生能源的过渡将意味着比以往任何时候都更清洁、更丰富的能源，我们就不能忽视能源效率的潜在提高。更不用说对公共健康的巨大激励。在英格兰和威尔士，每年冬天都有成千上万的“超额死亡”，主要是由寒冷天气造成的。其中大部分可以通过对家庭和工作场所进行简单的改变来避免。与可再生能源发电和储能不同，阻碍这一目标实现的不是技术，而是政治优先事项。

另一个证明创新并不局限于能源生产和储存的领域是光。目前，照明占英国电力消耗的五分之一。对于led，就像太阳能电池、风力涡轮机和锂离子技术的改进一样，我们看到了红利

经验曲线再次发挥作用，仅在2010年至2016年间，每流明(可见光的标准度量)成本就下降了90%。事实上，如果英国所有的照明都换成led灯，照明将占总用电量的3 - 4%，而目前这一比例为20%。

气候变化的解决方案就在这里

毫无疑问，人为造成的气候变化是人类历史上前所未有的危机。然而，同样真实的是，我们现在正站在能源革命的边缘，这场革命将使我们摆脱那些迅速使地球变暖的燃料。

为了缓解最严重的过度气候变化，这场革命现在必须加速。这不仅关系到人类的持久生存，也关系到地球维持生命的能力。更重要的是，这个机会不仅仅是避免灾难，能源的极端供应可能对切断长期以来阻碍全球南方发展的不发达链条至关重要。随着经验曲线的发展，太阳能电池、锂离子电池、风力涡轮机和led灯等技术将永远意味着更便宜的能源，最终不仅会超越化石燃料，还会像信息和劳动力一样，让我们彻底摆脱能源匮乏的困境。这甚至是在我们开发出下一代可再生能源技术之前。

但正如我们已经看到的那样，这与资本主义社会关系的本质是不一致的，资本主义社会关系是一个“经济效率的最基本条件……(是)价格等于边际成本”的体系——也就是说，如果要制造东西，就必须以盈利为目的。这意味着，对于能源的极端供应，一个可能的反应是，公司将试图制造

适当的技术人为地稀缺，市场理性要求在商品链的某个点必须插入配给(所谓的排他性)。如果这听起来匪夷所思，其实也不应该。毕竟，这正是拉里·萨默斯(Larry Summers)在2001年写过的问题，他的建议最终告诉了娱乐行业在追求Spotify和Netflix等新商业模式时，如何通过点对点分发和文件共享来应对极端供应的挑战。随着能源价格(像劳动力和信息一样)越来越接近于零，我们很可能也会通过租金支付，而不是购买产品本身。越来越多的证据表明，向可再生能源的过渡即将到来。如果这被接受，那么核心问题就变成了:多快，以什么样的所有权模式?因为事实证明，在第三次颠覆中，想要获得自由的不仅仅是信息和劳动力——还有能源。

6
《开采天空:资源后稀缺》

地球是资源丰富的超市里的一粒碎屑。

彼得·戴曼迪斯

A Finite World

资源短缺和枯竭的问题，与气候变化一样，是我们这个时代的核心挑战之一。虽然太阳提供给我们的能量可能超过我们的使用能力，但在任何后碳系统中储存太阳能所需的锂和钴等矿物质最终都是有限的。这意味着，尽管可再生能源确实具有比较优势，但它最终会遇到与化石燃料相同的问题:我们的世界是一个有限的世界，我们正迅速接近其极限。不管太阳能电池、led和锂离子电池的经验曲线如何，如果没有更多的矿物来制造它们，我们的未来仍将是一个由稀缺决定的未来。

不管我们的能源来自哪里，资源日益减少的问题现在比以往任何时候都更加紧迫。罗马俱乐部的一份报告显示，该组织专门研究

该组织在2014年不祥地指出:“许多矿产商品的生产似乎处于下降的边缘……我们可能正在经历一个长达一个世纪的周期，这将导致我们所知的采矿消失。”

在这种情况下，煤炭产量预计将在2050年见顶，而铜产量见顶的时间要比这早10年。锂是可再生能源存储主流技术的关键矿物，在大规模脱碳的情况下，锂将很快变得紧张。虽然地球上可能有足够数量的锂来完成从化石燃料的完全过渡，但即使全球需求翻倍，仍需要不断回收库存。虽然看似合理——尽管目前只有1%的电池以这种方式加工——而且无疑是一种进步，但这距离后稀缺时代和永久廉价能源时代仍有很长的路要走。

同一份报告还概述了广泛用于电力存储的镍和锌如何在短短“几十年内”面临类似的生产高峰。尽管镍矿开采的寿命可能会延长到一个世纪的大部分时间，但投资和开采镍矿的难度和成本将越来越高。

然而，也许最令人担忧的矿物枯竭趋势是磷——现代农业中不可或缺的肥料。尽管这种化学物质的储量远不低，但只有一小部分能被开采，这意味着全球40%可耕地的作物产量已经受到其有限供应的制约。

在工业化农业方法导致土地生产力下降的大背景下，任何短缺都是一个特别大的问题，在一些地方，土壤肥力下降了50%之多。谢菲尔德大学(University of Sheffield)的研究人员称，由于过度耕作，英国的土壤只剩下100次收成。在

就在地球人口对资源的需求达到顶峰的那一刻，地球似乎要在枯竭中放弃了。

目前的发展轨迹意味着，如果我们继续使用化石燃料，不仅世界将耗尽化石燃料，而且即使完全过渡到可再生能源，我们也必须不断地回收多种矿产资源。这听起来可能是一件好事，事实也确实如此，但这与我们所知道的资本主义和利润的贪婪不相符。在一个拥有90多亿人口的世界上，像我们这样开采资源——在这个过程中杀死人类并破坏栖息地——根本行不通。此外，矿产短缺既可能导致合作和资源回收，也可能引发资源冲突。因此，即使信息、劳动力和能源永远变得更便宜，地球的局限性也会将后资本主义限制在持续稀缺的条件下。自由王国仍将遥不可及。
只不过地球上的限制不再重要了——因为我们会去开拓天空。

小行星采矿

2017年，太空探索技术公司的首席执行官埃隆·马斯克公布了该公司征服最后前沿的下一步计划。在国际宇航大会上发表讲话时，他宣布启动星际运输系统(ITS)——一个由巨大的第一级助推火箭、宇宙飞船和燃料补给罐组成的新架构——所有这些都将取代该公司现有的系统。从商业卫星和前往国际空间站的旅行转向，马斯克概述了该公司的主要目标是载人前往其他星球的任务。

虽然太空运输可能感觉像是技术的前沿，但迄今为止还没有一枚火箭能超过NASA1967年首次发射的土星5号。直到今天，它仍然是有史以来最高、最重、最强大的运载工具。它的设计和建造由Wernher von Braun监督，Wernher von Braun是纳粹德国V2火箭的工程师，V2火箭是第一个到达太空的人造物体。从那以后的50年里，我们还没有看到过比这台机器更令人印象深刻的机器，它的建造是由一个出生在飞机甚至飞越大西洋之前的人领导的。

为了将人类送上火星，马斯克的太空探索技术公司必须做到这一点。进入BFR -“大他妈的火箭”的缩写-太空探索技术公司的猎鹰9号和猎鹰重型助推器的预期继任者。使用新的猛禽系列火箭发动机，BFR最终将取代土星5号成为有史以来最令人印象深刻的运载火箭。与此同时，NASA正在研究其太空发射系统，该系统完成后将加入BFR，成为一种新的超级土星5型航天器。

私人航天工业的诞生

马斯克预测，最早在2022年，即第一批人类踏上这颗红色星球的两年之前，利用ITS向火星运送首批货物。虽然他的预测通常是正确的，但马斯克的交付速度是出了名的晚。这在一定程度上是因为他的商业利益——可再生能源、电动汽车和火箭——处于工业创新的前沿。然而，在现实中，这更多的是这位南非人通过承诺看似无法兑现的东西来提高人们兴趣的本领的产物。虽然这有利于吸引媒体的注意，但不利于按时完成任务。

但如果你看看迄今为止太空探索技术公司的故事，你很快就会意识到，如果你和他对赌，那你就是个傻瓜。马斯克创立了

NASA在航天飞机计划的暮年无人掌舵，前几十年的浪漫情怀也逐渐从这个行业消失。当时，商业太空运输的想法被广泛认为是古怪的，而马斯克是一个挥金如土的怪人。

从那以后，太空探索技术公司不断壮大，创造了一连串的第一。2008年，它成功地将首枚私人资助的液体推进剂火箭送入轨道——这在十年前还只是科幻小说中的情节。2015年，它的猎鹰9号助推器在发射后自动驾驶返回地球，这在轨道运载火箭中是史无前例的。这一突破尤为重要，因为许多人认为，可重复使用的第一级火箭将大大降低将有效载荷送入太空的成本。一个可行的外太空运输私人市场即将到来。

从那以后，大量的新来者纷纷涌现，试图进一步压低太空运输的价格。虽然它们缺乏自己执行载人任务的手段，但通过提供低地球轨道的每周廉价发射机会，它们将进入太空探索技术公司、波音(Boeing)和杰夫·贝佐斯(Jeff Bezos)的蓝色起源(Blue Origin)等大公司的行列。

火箭实验室就是这样一家公司。它于2009年在新西兰成立，是南半球第一家将助推火箭送入太空的私营公司。现在总部设在美国，其宣称的使命是通过为其电子助推火箭提供频繁、低成本的发射机会，消除大规模太空商业的障碍。虽然大公司的目光都集中在前往其他星球的载人航天任务上，但小公司也有能力在这一领域进行创新——尽管只使用较小的有效载荷——这一事实值得注意。随着该行业的发展，像火箭实验室这样的公司将成为这个新兴行业的支柱。

成本下降，野心上升

赢得登陆月球的竞赛代价不菲。以今天的价格计算，土星5号十年间的13次发射花费了470亿美元，这意味着每次发射花费超过35亿美元。阿波罗计划在最高峰时每年发射两次，扣除通货膨胀因素，耗资约1500亿美元。

在阿波罗计划之后，为了减少管理费用和提高发射频率，美国宇航局开始了航天飞机计划。然而，即便如此，每次发射也要花费美国纳税人5亿美元，在高峰期，该系统每年的飞行次数不超过5次。然而，自2000年私人航天工业的到来以来，成本急剧下降。如今，一枚猎鹰9号火箭(比土星5号小得多)的发射成本约为6100万美元，而更大的猎鹰重型火箭的发射成本不到1亿美元。尽管如此，即使是这样的数字也意味着很多公司和个人到达太空的可能性很小，即使他们有办法做到这一点，目前也有两年的发射等待名单。随着火箭实验室承诺每周发射一次，每次飞行的预计成本低至490万美元，这一切都可能改变。这是唯一可能的，因为它独特高效的制造和发射火箭的方法:使用一架飞机从洛杉矶飞往旧金山所需的喷气燃料，“电子”可以将有效载荷送入太空。

这枚火箭的秘密在于它的卢瑟福发动机，它将SpaceX最初应用的许多设计创新进一步推进，并在更小的规模上加以应用。也许最引人注目的是，卢瑟福号有一个完全的电力推进循环，使用电动机驱动涡轮泵。此外，它还是首个所有主要部件都使用3d打印的氧烃发动机，实现了复杂但轻量化

传统技术无法达到的结构。因此，该公司不仅降低了成本，而且将建造时间从几个月缩短到几天。
所有这些也使得快速扩展成为可能。正如该公司首席执行官彼得·贝克(Peter Beck)所说，“这款车从一开始就被设计成可批量生产的……我们有一台3d打印引擎——用六台打印机，我们可以在24小时内生产一台。”因此，为了扩大规模，我们只需要购买更多的打印机。整个运载火箭都是围绕可制造性进行设计的。”
因为它的关键技术——从高性能电动机和锂聚合物电池，到建筑中使用的3-D打印机——与上一章概述的技术处于相同的经验曲线上，这些火箭和其他很多东西一样，从这里开始只会变得更便宜。

火箭实验室并不是唯一一家渴望使用3-D打印来降低成本的新公司。相对论空间公司和位于加州霍桑的太空探索技术公司一样，希望通过简化生产和消除制造火箭的人力，将火箭发射的成本从6000万美元降低到其中的一小部分，而制造火箭的人力仍然占总成本的90%。
该公司的3-D打印机拥有18英尺长的机械臂，是有史以来最大的打印机之一。它们配备了激光，可以将源源不断的铝线熔化成液态金属，准备成型，它们代表了中型企业可用工具的质的飞跃。该公司的创始人声称，到2020年中期，少数这样的武器将能够建造整个火箭的主体，高90英尺，宽7英尺，能够携带2000磅进入轨道。他们预计这种结构

时间将不到一个月，而且这一切都是为了一个助推器，虽然相对较小，但将比太空探索技术公司公司2008年发射的原始猎鹰1号火箭更大。

虽然该公司的目标是到2021年使其人族1号火箭投入使用，但到目前为止，打印机只生产了一个7英尺宽、14英尺高的燃料箱，这需要几天的时间，一个发动机需要一周半的时间。即使进展比设想的要慢(这是有可能的)，这种设计方法也代表了一种范式的转变。美国宇航局的航天飞机有250万个活动部件，太空探索技术公司的机器有大约10万个活动部件，而相对论空间公司希望他们的火箭有1000个或更少的活动部件，比大多数汽车还少。更重要的是，他们预计整个火箭将在美国制造，而不是拥有全球化的供应链。

在不久的将来，这样的做法几乎肯定会成为行业标准。蓝色起源公司的新谢泼德火箭有数百个部件是3-D的，这个数字还在不断上升。这使得潜在的新来者的成本迅速下降，尤其是那些希望快速制作原型和迭代设计的人。正如月球快递公司的鲍勃·理查兹在2017年8月所说的那样，“2010年，我们从一家未具名的航空航天公司为我们的推进系统提供的第一批报价是24个月内2400万美元。”现在，我们在两周内打印出了2000美元的发动机。”

所有这些都意味着，到本世纪20年代中期，我们可以期待非常便宜的、不断改进的火箭，为一系列组织携带轻型有效载荷进入太空。虽然绝大多数货物将是超小型卫星，但有些将是能够返回地球的探索性着陆器。尽管进展将是断断续续的，但这些趋势将支撑一个行业的出现，这个行业将定义21世纪:地外采矿。

月球快递

2017年底，月球快递公司概述了他们在三年内在月球南极建立月球基地的雄心。他们将首先部署一批机器人探险者，从他们的小型MX1到更大的MX9。所有这些探险者都将由“环保”的PECO发动机提供动力，其燃料将从太阳系中发现的基本元素——氢和氧中提取。这是至关重要的，因为一个可行的太空工业的最大障碍是在地球外补充燃料。PECO发动机，以及其他类似的发动机，将需要在太空中运行，无论他们在哪里找到燃料。

他们的目标是让这些自主、无人驾驶的飞行器作为着陆器或轨道飞行器部署。MX9的目的是将MX1运送到月球表面，在那里它将从月球冰中制造并使用燃料，以便返回地球。也就是说，月球快车这个名字不应该误导你对公司野心的认识。虽然他们最初的目标是地球唯一的天然卫星，但更广泛的目标是建立一个自我维持的架构，可以用来勘探太阳系中的每一个行星、月球和小行星的资源。自然，这些主要包括矿物，但考虑到PECO发动机将以氧气和氢气为燃料，冰也可以。虽然开采钴或铂等金属是主要目标，但该公司还希望将月球、火星以及其他任何有大量冷冻水沉积物的地方改造成巨型加油站。

虽然大多数科幻小说的前提是，我们的后代在星际间旅行是因为渴望探索，去其他人从未去过的地方，但推动这一切的冲动远非利他主义。这一点再清楚不过了

2007年，在全球金融危机爆发前几个月，美国宇航局和其他13个太空机构发布了“全球探索战略”(GES)。其中详细介绍了确定世界上最强大的国家之间协调的框架，为私营企业在不久的将来在太空中盈利奠定了基础。

十年后，该文件的许多假设已经显现出来。该文件指出，太空探索“通过创造对新技术和服务的需求，提供了重要的创业机会……基于太空的资源开采和加工”。它甚至大胆地谈到了细节，补充说，“月球岩石富含氧气，可以用来为月球行动提供生命支持系统。”液氧还可以用作火箭推进剂——在太空中制造液氧可能比从地球上运送液氧更经济。2009年，美国宇航局证实月球上有大量的水，月球快车等公司将这种化合物称为“我们太阳系的石油”。

该框架进一步明确说明了如何在太空领域开展国际合作，以促进而不是与私人利益竞争:“为了让企业对投资有信心，它需要确定对太空探索的长期承诺，有机会将其想法引入政府思维，以及法治。这意味着在属性和技术转让等棘手问题上达成共识。

简而言之，GES展示了民族国家将如何就新的太空竞赛规则达成一致——在这场竞赛中，公司而不是国家将参与竞争，世界精英将变得更加富有。

全人类的领地

但在技术和市场意识形态愿意的地方，法律可能会被证明有些困难。1967年制定的《外层空间条约》得到了包括美国在内的100多个国家的批准，至今仍是人类在地球之外活动的国际标准。该条约明确规定，太空是“全人类的领地”，各国不能“通过占领或其他方式”对月球或其他天体进行“国家占有”或拥有主权。

也就是说，该条约是当时的一份文件。考虑到它是在一个只有国家才有能力从事太空探索的时代，而且是超级大国，它没有提到私营企业的权利和责任。由于没有明确的禁令禁止企业建造或提出要求，因此太空采矿可能属于类似于国际水域捕鱼的法律参数。

也许不足为奇的是，月球快递公司的联合创始人纳文·贾殷对法律问题持乐观态度，他在2011年指出，“对于通过私人投资释放的资源，有强有力的法律先例和‘谁找到谁就是谁’的共识，在月球上也是如此”。

当然，贾殷的想法有一个问题:我们目前的技术水平，无论是火箭、机器人、3d打印还是其他对太空探索至关重要的技术，都不是“私人投资”造成的。即使是现在，该行业最具创新性的私营企业SpaceX仍然依赖NASA的合同为其研发提供资金。贾殷想要的，正如我们在当权者身上反复看到的那样，是把公共资助研究的损失社会化，把收益私有化。

甚至连“通过私人投资解放”的措辞都让人反感，仿佛百万富翁们背着公共资助的研究是为了更大的利益而行动。然而，这与市场原教旨主义是一致的，正如马克思所写，几个世纪以来，贾殷(Jain)等人一直将大自然的恩赐视为资本主义的某种结果:

> 自然要素作为代理人进入生产，而且不需要付出任何代价……不是作为资本的组成部分进入，而是作为自然给资本的免费礼物，也就是说，作为自然生产力给劳动的免费礼物，然而，这表现为资本的生产力，就像资本主义生产方式下的所有其他生产力一样。

换个资本主义现实主义的说法:想象世界末日比想象世界末日后的巨大财富的公有制更容易吗?为什么会这样呢?

在太空探索的头60年里，每一次重大突破都是由民族国家实现的。从冯·布劳恩的V2火箭到苏联的斯普特尼克和NASA标志性的阿波罗任务，私人投资对这些技术发展没有任何影响。因此，有一个压倒性的理由表明，太空确实是所有人的领域。将丰富的太空变为触手可及的技术是由普通人资助的，而不是富有的投资者。

当然，这并没有阻止某些国家试图以牺牲他人利益为代价来帮助国内商业利益。2015年，巴拉克·奥巴马(Barack Obama)首次通过立法，允许美国公司从事有利可图的地球外资源开采——只要这些企业的多数股权为美国国民所有。目前，NASA在这个问题上正式保持中立立场，但潜在的现实正在迅速改变。

这一点在2017年5月召开的美国参议院商业、科学和运输委员会小组委员会会议上得到了明确表达。其标题为“重新开放美国边境:探索外层空间条约将如何影响美国在太空的商业和定居”，其预期目的是测试外层空间条约的极限，并最大限度地为私营企业提供机会。最能说明这种想法的是美国国家空间委员会执行主任斯科特·佩斯在那年年底发表的一篇演讲:

> 值得重申的是:外层空间不是“全球公地”，不是“人类的共同遗产”，不是“共同体”，也不是公共产品……这些概念不是《外层空间条约》的一部分，美国一贯采取的立场是，这些概念并没有描述外层空间的法律地位。

这些都是正在为即将到来的世纪的主要经济争夺做准备的人和机构的话语:谁拥有外层空间的资源和财富?

在这方面，美国的做法远非独一无二。到2017年1月，卢森堡已经开始为小行星采矿公司在公国建立法律框架，行星资源公司(Planetary Resources)很快就接受了这一提议，这家公司希望成为该行业的关键参与者。

这一连串的言论、游说和法律活动是意料之中的。毕竟，我们正站在资源范式转变的边缘。有些人认为这是一条通往个人财富的道路。正如行星资源公司(Planetary Resources)联合创始人彼得·戴曼迪斯(Peter Diamandis)所说，我相信第一批亿万富翁将在太空中诞生，我们所谈论的资源是价值数万亿美元的资产。

Beyond the Limits of Earth

小行星的存在是在19世纪初得到证实的，1801年，小行星谷神星首次被观测到。不久，科学家们就能区分小行星和陨石，前者直径大于一米，后者小于一米。对于彗星，区别是定性的:小行星主要由矿物和岩石组成，而它们则由尘埃和冰组成。

和行星一样，小行星也围绕太阳运行，尽管它们中很少是纯球形的。像谷神星这样的行星通常被称为“矮行星”，因为它们太大了，以至于它们自身的引力把它们压缩成一个球体。更大胆的估计认为，在外太阳系的柯伊伯带可能有200颗矮行星，以及100多万颗直径大于1公里的小行星。

然而，就中期勘探而言，有一组更有趣的天体位于离地球更近的地方。目前我们知道有16000多颗近地小行星(近地天体)，大小从1米到32公里以上不等。据估计，直径超过1公里的近地天体数量约为1000颗，而直径超过140米的近地天体数量约为8000颗。据估计，有超过100万颗直径小于或等于40米的近地天体，其中约1%已被发现。

无论是月球快车公司(Moon Express)在出发前勘探地球唯一的月球，还是行星资源公司(Planetary Resources)评估近地天体，地球外潜在的丰富矿产财富几乎让人无法理解。一项估计声称，

一颗宽500米、富含铂的小行星所含铂量是全球年产量的近175倍，是世界已知储量的1.5倍。即使是一个足球场大小的小行星，也可能含有价值500亿美元的铂金。
小行星带可能含有约825千万亿吨铁，每吨铁含有140磅镍。据估计，如果将近地小行星的矿产财富平均分配给地球上的每个人，那么每个人的财富加起来将超过1000亿美元。如果我们能够利用它，大自然不仅能提供比我们想象的更多的能量，还能提供更多的铁、金、铂和镍。目前，我们能获得的资源就像超市里的面包屑。有了合适的技术，矿产短缺也将成为过去。

使小行星采矿成为现实的必要技术进步正在稳步出现。2005年，日本无人驾驶的隼鸟号宇宙飞船成功降落在小行星25143 - Itokawa上，并在五年后从小行星表面带回了一些物质样本。2014年，日本航天局发射了后续任务“隼鸟2号”，目标是小行星162173——被广泛认为是小行星采矿最具成本效益的选择。隼鸟2号于2018年6月着陆，预计将于2020年某个时候带着样本返回地球。
在勘探小行星方面，日本并不是唯一一个正在前进的国家，然而在2016年，美国宇航局发射了OSIRIS-REx来研究和采样小行星101955 Bennu，计划返回日期为2023年。不出所料，中国也有类似的雄心壮志，中国国家航天局希望在本世纪30年代的某个时候向矮行星谷神星发射并返回一个着陆器。

但是，虽然大部分投资来自国家，就像太空探索一直以来的情况一样，但私营部门希望从中获益。深太空工业公司和行星资源公司在这个尚处于萌芽阶段的领域中处于领先地位，他们选择了彼此采用类似的方法，专注于通过低成本卫星技术和着陆器的组合来勘探小行星。DSI开发了他们所谓的探索者，而行星资源公司有一个惊人的相似的架构，被称为Arkyd。由于当地的燃料生产和采矿还有一段路要走，这一轮产品的目的是更好地了解目标小行星的组成，并确定未来可能转化为推进剂的冰沉积物。与月球快递一样，缺失的环节是在完全没有人类监督的情况下在地球外制造燃料的能力。考虑到自2004年以来自动机器人和自动驾驶汽车等技术的快速发展，这可能比你想象的要快。

事实上，深空工业公司的首席执行官克里斯·乐维基对这个问题持乐观态度，他推测，到本世纪20年代中期，第一次在小行星上进行商业开采将会实现。再加上常规超廉价发射的兴起，以及越来越复杂的着陆器和机器人技术，将塑造小行星采矿的首轮。再加上精密机器人技术的改进——看看阿特拉斯机器人的快速发展——必要技术的轮廓开始浮现。

一旦像深空工业和行星资源这样的公司勘探并宣称拥有小行星，并完善了从现有冰中生产推进剂的方法，这个行业将从可行转向盈利。接下来将是第二轮产品——提取器——它将使用小行星的推进剂把它们推得更近

在地球上采矿，或者为那些水浓度特别高的地方建造“加油站”，为一个不断向外发展的新兴产业提供动力。

对太空的争夺

加州理工学院2012年的一项研究得出结论，将一颗小行星移至近地轨道以方便采矿，只需花费26亿美元。高盛在2017年的一份报告中证实了这一点，该报告称，“虽然开采小行星的心理障碍很高，但实际的金融和技术障碍要低得多。”每个探矿探测器的建造成本可能高达数千万美元。”虽然20亿美元听起来很多，但它与一个新稀土矿的沉没成本相当，麻省理工学院目前的沉没成本约为10亿美元。所有这一切都意味着，一旦小行星采矿的完整架构到位，也许最快在2030年，每一个被开采的小行星，每一个新矿的边际成本都会下降。这将形成一个不断改善的基础设施和不断上升的动力来提取我们地球以外的矿物的反馈循环。

这并不是说小行星采矿在成为一个可行的行业之前没有重大挑战需要克服。具有必要的感觉-运动协调水平的机器人可能还需要几十年的时间，尽管正如第四章已经强调的那样，这更多的是一个何时而不是是否的问题。更令人担忧的是，除了基于广泛分类的预测模型之外，小行星的精确组成仍然未知。如果一家公司选择了一颗小行星，却在抵达后发现，它所含的水和铂比预期的要少得多，那该怎么办?再加上所需的巨大成本，特别是在机器人技术方面，很难看到像DSI和行星资源这样灵活的演员在像

SpaceX和蓝色起源将拥有更发达的技术和更大的资本来承担风险。

尽管如此，所有这些问题都可以克服——尽管与所有新兴产业一样，它将如何发展是无法预测的。但考虑到小行星采矿可以解决的地面挑战，主要是资源短缺，以及它无疑将开辟的新视野，它在未来一个世纪的崛起似乎是不可避免的。

价值之外的丰富

然而，还有一个问题是许多业内人士似乎不愿面对的。这是一个源于成功的问题，就像1894年的马粪危机将第一次破坏的局限性与第二次破坏的丰富性对立起来。这也是一个由极端供给所产生的问题，正如我们已经看到的那样，极端供给很难与价格机制调和。

你看，在我们的星球之外，在其他星球、卫星和小行星上，有如此多的矿产财富，一旦地球外的采矿成为一个可行的行业，投资者之前认为如此珍贵的商品的价格就会崩溃。

这里最具启发性的例子是位于火星和木星之间地带的小行星普赛克。它的直径超过200公里，是我们太阳系中最大的小行星之一，由铁、镍和铜、金、铂等稀有元素组成。这个巨型浮矿的“价值”是多少呢?大约1万万亿美元——这还只是铁。需要说明的是，普赛克很罕见。但它证明了一个关键点:采矿空间将创造如此奇特的供应，以至于地球上的价格崩溃。 ~

2017年8月，行星资源公司联合创始人彼得·戴曼迪斯问蓝色起源公司的埃里卡·瓦格纳，如果她的老板杰夫·贝佐斯和埃隆·马斯克之间发生冲突，谁会赢。“那么，彼得，让我告诉你我们在蓝色起源正在做什么，”瓦格纳圆滑地回答。“我们真的期待着数百万人在太空生活和工作的未来。我觉得非常奇妙的是，宇宙是无限大的，所以我们不需要任何拳头，我们都要走出去，共同创造未来。”

虽然瓦格纳正确地指出，我们的太阳系拥有比我们想象的更多的矿产财富，但马斯克和贝佐斯这样的人不会拿自己的个人财富冒险——前者曾多次处于破产边缘，拒绝让SpaceX公司上市——这样其他人就可以致富了。更重要的是，一旦股东模式被应用到像DSI和行星资源这样的公司，以及它们不可避免的竞争对手身上，重点将是回报率，而不是社会进步。

正如我们已经从21世纪初的信息中看到的那样，在物质充裕的条件下，资本主义追求一种定量配给的形式，以确保利润。考虑到小行星采矿可能带来的无限财富，同样的逻辑也适用于该部门的私营企业及其政治盟友。

就像信息行业一样，不久可再生能源行业也会如此，这将需要形成某种暂时的垄断。这会是什么样子呢？一个答案是，私营公司会在试图开采最有价值的小行星之前几十年就勘探并占有它们——这是我们已经开始看到的。另一个可能是适用于某些采矿技术的知识属性，也许是在将冰转化为燃料的过程中，造成了那里的稀缺。最后，也许

最明智的是，人们可以预见，在地球以外开采的大宗商品将采用掠夺性定价，每种商品的固定价格略低于运营最便宜的地球矿山的成本。这将有助于在保持价格稳定的同时关闭地球上的钻机，并保证矿业公司的巨额利润。

不难想象，大企业和政治机构会如何证明这一点是合理的，地球以外的矿业公司将自己描绘成未来的保管人。“作为一个物种，我们已经吸取了教训，”他们可能会说，把绿色运动中看似进步的论点内化。“我们已经破坏了一个星球，我们永远不会破坏其他星球。与此同时，正如彼得·戴曼迪斯公开预测的那样，从事采矿业的人将加入地球上最富有的人的行列。

这并不是说我们不应该负责任地管理如此丰富的资源，也不是说我们不应该像对待地球那样肆无忌惮地开采地球以外的矿产。相反，《外层空间条约》应该更加明确，特别是关于为利润而开采地球外矿物的规则。这里可以参照南极条约体系内的《马德里议定书》，*其中第三条规定，“保护南极环境作为具有美学和科学价值的荒野”应是一个基本考虑因素，而第7条补充道，“任何与矿产资源有关的活动，禁止科学研究以外的任何活动”。

同样，《外层空间条约》规定，探索和利用外层空间是“全人类的事”。但是，由于缺乏《马德里议定书》的明确语言，该条约似乎需要一个国际机构来

* Addressing the General Assembly on 22 September 1960, President Eisenhower indeed proposed that the principles of the Antarctic Treaty be applied to outer space and celestial bodies.

确保在DSI和行星资源等私人实体攫取财富之前公平分配财富。事实上，艾森豪威尔总统在1960年9月向联合国发表讲话时，正是提到了这一点，他建议世界“在联合国的领导下，推进一项建设性的、和平利用外层空间的国际合作计划”。

太空确实是我们所有人的领域，如果没有公共资金的支持，就不可能有使太空更加丰富的技术。仅在国际空间站上花费的资金就总计约1500亿美元，与美国宇航局阿波罗计划的费用相当。*从V2到斯普特尼克，甚至是今天的SpaceX，太空探索的成本已经社会化了。因此，收益也应该是社会化的，这才是正确的。直到2008年，也就是V2离开地球大气层64年后，私营企业才有能力将一枚液体推进剂火箭送入轨道。私营部门的创新就到此为止了。

资本主义有很多有用的特点。然而，它的缺点没有一个比得上它无法接受自然的富足。面对这样的资源条件——如信息、能源和劳动力——以利润为目的的生产开始失灵。

所有这一切都可以用这样一个事实来解释:资本主义出现在一个与我们现在看到的世界根本不同的世界。这意味着它接受了一套不同的假设——它认为这些假设是永久的，但实际上是偶然的。面对无限的、几乎免费的供应，它的内在逻辑开始崩溃。这是因为它的核心假设是，稀缺将永远存在。

只不过现在我们知道它不会永远存在。

---

* In 1973 dollars it was calculated to have cost $25.4 billion.

7
编辑命运:健康中的年龄和后稀缺

我们就像神一样,我们也可以擅长于此。

斯图尔特·布兰德

衰老的物种

到2020年，人类历史上65岁以上的人口将首次超过5岁以下的人口。到2050年，65岁以上的人口将超过14岁以下的人口。这也许是我们人类的最高成就——自然界中没有任何其他地方老年人的数量超过年轻人。

这种转变固然是受欢迎的，但也带来了许多问题，尤其是寿命更长而子女更少，危及集体保险的形式，因为这种保险假定“工作年龄”人口比需要抚养的人口要多。事实上，在许多国家，前两个条件已经得到满足，而且正在全球范围内实现。目前尚不确定的是，公共养老金和社会化老年护理在未来是否可行。如果不能，那将是讽刺的:资本主义

富裕意味着我们会有更多的人步入老年，但许多人却缺乏被照顾的资源。

17世纪中叶，哲学家托马斯·霍布斯将自然状态下的生活描述为“肮脏、野蛮和短暂”，这是一种没有政府或法治的假想状态。这句话，尤其是最后一句，完全可以用在霍布斯的英国以外的地方。除了他的国内和国外的战争问题——在20世纪之前，战争是相对的常事，但在17世纪40年代尤其严重——他的世界也没有现代医学，成年人很少能活到40岁以上。然而，到19世纪中期，随着科学方法在医疗保健和卫生方面的应用，婴儿和儿童的死亡率急剧下降，这种情况发生了变化。以前的高生育率，加上更多的孩子活到成年，不可避免地意味着处于第二次破坏前沿的国家的人口增长前所未有。

这一现象的影响是深远的。到1800年，世界人口花了几十万年才达到10亿，而再过120年，人口就会再次翻倍。然而，事实证明，这仅仅是个开始，到20世纪末，地球人口已达到60亿，据预测，到本世纪中叶，地球人口将达到96亿左右。如果得到证实，这将意味着世界人口在300年左右的时间里增长了10倍。

伴随着人口激增的还有另外两个趋势。第一是预期寿命延长。到2015年，世界上任何地方的人的平均寿命都有望达到71岁——甚至比20世纪初提高了40岁。第二个是相反的

一个国家越富裕，生育率就越低。就像一个国家的人口在工业化期间增加一样，一旦达到一定的发展水平，出生率就会下降，这种情况随后会自我调整。因此，尽管在过去的两个世纪里，世界人口激增，两次增长之间的时间间隔也在不断缩短，但现在这一趋势正在放缓，许多人预计世界人口将在本世纪末达到峰值。就像能源消耗一样，人口增长似乎也存在某种“自然”限制。

虽然从分配有限资源的角度来看，这是积极的——在20世纪中叶，许多人认为人口增长率可能会无限期地持续下去——但社会老龄化带来的挑战，如果有什么不同的话，甚至更大。

这一点在信用评级机构标准普尔(Standard & Poor 's)2013年进行的一项模拟研究中得到了明确体现。该研究发现，由于人口老龄化，预计60%的被分析国家的信用状况将在一代人的时间内降至垃圾级。不出所料，他们随后得出的结论是，现状是不可持续的，从提高领取养老金年龄到缩减公共部门规模等重大改革是必要的。三年后发表的一项更大规模的研究揭示了不那么紧迫的问题，结论是只有四分之一的国家似乎注定会遇到麻烦，因为人们的寿命更长，生育率继续下降。然而，在第二份报告的发现中，最值得注意的也许是它所认定的乌克兰、巴西、中国和沙特阿拉伯等国家的地理分布，这些国家都面临着未来的重大问题。看来，未来的老年护理危机比任何单一的经济模式或文化价值观都要严重。

更重要的是，老龄化将减缓经济增长。2016年

美联储(fed)研究部门发表了一篇论文，详细阐述了人口结构变化将如何使央行无力提高长期利率。文章以美国人口结构变化为例，总结道:“低投资、低利率和低产出增长将持续下去，美国经济已进入新常态。”这些趋势在美洲、欧洲和亚洲都可以观察到。虽然近几十年来的默认政策回应是呼吁增加移民(日本等少数例外)，但鉴于老龄化是第二次破坏的必然后果之一——这种经历已经并将继续出现在每个社会——这显然是不够的。随着非洲和亚洲经历了与欧美之前相同的趋势，对经济移民弥补劳动力短缺的呼吁将越来越多地得到这样的回应:“从哪里来?”’。

在大多数发达国家，尤其是欧洲，较低的增长已经与较高的支出产生了摩擦。在英国，预计在2020年后的10年里，医疗和长期社会保障、国家养老金和其他福利的成本将使年度支出占GDP的比例每年增加2.5%。从2016年到2030年，英国65岁以上的人口将增长三分之一，而85岁以上的“老年人”将几乎翻倍。在人口结构变化以及经济模式失败的背景下，政客们总是在谈论“平衡账目”，很明显，在这种情况下，巨额预算赤字将是永久性的。

英国的老龄化:紧缩之外的紧缩

2017年，英国保守党失去了议会多数席位。七周前，

特蕾莎·梅打来电话

提前举行大选，除非取得压倒性胜利，否则一切似乎都是不可能的。虽然工党从悬崖边缘奋起反击有很多值得赞扬的地方，但很难忽视托利党的表现有多糟糕——他们的最低点是现代政治中最大的非受迫性错误之一:“痴呆症税”。

虽然这一提议被证明是选举的转折点，但它既是对长期需要的回应，也是政治上的幼稚。它的逻辑很简单:需要社会关怀的人应该自己支付，直到他们的资产价值(包括他们的房子)达到10万英镑的下限。虽然一个家庭永远不会被迫在病人生前出售属性——只有在病人死后才能收回成本——但对许多人来说，这无异于引入一种新的遗产税。这引发了广泛的愤怒，尤其是在他们的选民基础中，因为尽管这项政策看似进步，但它在医疗服务的支付方式上创造了一种抽奖。如果你患了癌症，治疗费用通过国民保健服务体系(NHS)社会化，而如果你患了痴呆症，你就得靠自己了。托利党在他们的宣言中包括了这项政策，将其描述为痛苦但必要的，因为他们错误地认为他们的领先地位是无懈可击的。

然而，痴呆症税不仅仅是政治上的短视。它提出的重大改革，激怒了保守党的长期选民和积极分子，至少代表了对老龄化危机的回应。无论谁执政，也无论其意识形态观点如何，预期寿命的延长和生育率的下降——这两种趋势最终将影响到每个社会——都让人质疑社会化医疗和社会关怀的可行性。2017年6月将不会是最后一次由老龄化政治引起的重大政治动荡。

任何认为导致死亡的主要原因在下个世纪将保持不变的假设，都忽略了已经发生了多大的变化

在过去的一百年里。结核病和流感等传染病曾经是最大的杀手，但现在它们已经消退，与年龄有关的疾病每年约占全球死亡人数的三分之二。

事实上，到2016年，英格兰和威尔士的主要死亡原因不再是心脏病，而是阿尔茨海默病和痴呆症——这是一个重大转变。在美国，老年痴呆症已经是第六大死因，我们有理由预计，随着预期寿命的提高，老年痴呆症将变得越来越普遍(早在2013年，就有预测称，到2050年，全球痴呆症发病率将增加两倍)。鉴于这种疾病的经济成本已经达到了2015年的8180亿美元，很明显，在公共财政紧缩和相对于老年人口的劳动力萎缩之间，重大变化是不可避免的。

部分原因是老龄化和医疗保健的挑战呈指数级增长。

就像摩尔定律意味着数字技术的非凡进步一样，与年龄相关的医疗状况与年龄的增长之间存在指数函数关系。这意味着衰老是一个比悲观主义者最初可能认为的更大的问题:患阿尔茨海默病的几率在70到75岁之间大约翻了一番，在75到80岁之间又翻了一番。对于逐渐老龄化的社会来说，“最老的老人”越来越多，这构成了一个前所未有的挑战。即使我们能够减轻或有可能治愈癌症、心脏病和中风等疾病，但像阿尔茨海默病这样的疾病的纯粹累积最终将证明难以控制。

但在这里，就像技术失业、气候变化和资源短缺等其他危机一样，第三次危机

颠覆提供了一种解决方案，它不仅能应对挑战，而且能远远超越挑战。与能源、劳动力和资源方面的其他应对措施一样，这种解决方案的基础是极端供应的趋势。

原因是，虽然信息“想要自由”最初似乎仅限于音乐、电影和文学等相对边缘的领域，以及新形式的集体行动，甚至自动化，但它在医疗保健领域将是最重要的。也许这并不令人意外。毕竟，每一个生物体本质上都是物质和信息的混合体，大肠杆菌病毒和你最喜欢的宠物之间的区别是一个复杂性和规模的问题。

虽然数字信息存在于0和1的二进制代码中，但DNA却以四种核碱基的巨大序列排列，缩写为C、G、A和t。近几十年来，我们对这些生物数据的了解越来越详细，我们现在站在更了不起的东西的边缘:能够轻易地改变它。

(基因)信息想要自由

1953年，弗朗西斯·克里克(Francis Crick)和詹姆斯·沃森(James Watson)发现了DNA的分子结构，克里克后来在给儿子的信中写道，这是“生命从生命中产生的基本复制机制”。第二年，第一个功能性硅晶体管被制造出来。从那时起，这两个领域的发展将越来越紧密地联系在一起，因为我们对生命基础和遗传指令的理解能力的提高开始依赖于数字技术的进步。

2003年，人类基因组计划完成了人类基因组全部32亿个碱基对的图谱绘制，这一进程达到了顶峰。1990年正式启动，预算为3美元

亿美元，它的大部分进展都是在最后几年取得的，这不仅得益于技术的改进，也得益于计算能力的大幅提高。事实上，在项目接近尾声时，人们越来越清楚地认识到，基因测序的进步不是线性的，而是像计算机领域的摩尔定律一样，呈指数增长。更重要的是，2003年被证明只是一个开始。尽管基因工程从一开始就是一种信息技术，但在过去的几十年里，它的进展一直落后于其他领域的计算技术。然而，在绘制第一个人类基因组的最后几年里所获得的动力决定性地改变了这一点，将基因治疗的前景从看似合理的猜测领域带入了现实。

因此，虽然第一个人类基因组测序花了13年时间和数十亿美元，但到2007年，为单个人执行相同过程的成本已经下降到大约100万美元，这比任何其他信息技术的价格曲线下降得都要快得多，就像棋盘上的大米一样，随着技术的进一步发展，它的进步就变得越来越令人难以置信。这意味着，到2015年1月，个人基因组测序的成本已降至1000美元。两年后，生物技术公司Illumina推出了一台机器，预计完成这项工作的成本不到100美元。与价格性能的提高同样令人印象深刻的是这个过程的速度:绘制第一个人类基因组花了13年的时间，而Illumina的机器在一个小时内完成了同样的任务。

如果这一切听起来令人眼花缭乱，那是因为它应该如此——自世纪之交以来，基因测序成本的下降甚至比摩尔定律的指数级进步更令人惊讶。虽然每美元的计算机芯片的性能每24个月翻一番，但基因组测序的成本却下降了五倍左右

每年下降10倍。即使这种价格-性能的急剧下降放缓——也许与未来十年其他计算领域的趋势一致——到21世纪20年代末，测序一个基因组的成本可能只需要30美元。仅凭这一点就能改变医疗保健，尽管在Illumina工作过的雷蒙德·麦考利(Raymond McCauley)看来，这样的结论过于悲观。他的观点是，到2022年，测序一个基因组的成本将只相当于冲厕所的成本。换句话说，它将便宜到连想都不敢想。

地球生物基因组计划(Earth BioGenome Project)就是这个领域变化之快的例证。该计划于2017年2月首次提出，明确模仿了早期的人类基因组计划。但是，尽管其前身的成就是历史性的，但任何等同的做法都低估了后者雄心的规模。地球生物基因组计划不是绘制人类个体的基因组图谱，而是打算对地球上的每一种生命形式进行测序，从单细胞生物到植物和复杂的哺乳动物。虽然这样的努力并不便宜，但数十亿美元的成本将远远低于在千禧年之交绘制第一个人类的基因组。

但是，定期对你的基因组进行测序到底能带来什么好处呢?它将如何帮助提供医疗保健，并应对与年龄相关的疾病带来的挑战?最初，它将允许在外在症状甚至可辨之前尽早发现癌症等疾病，将药物处置从反应性转变为预测性。在这里，中风、癌症甚至普通感冒将不再毫无征兆地到来，而是可以预见，并以以前无法想象的方式加以处理。这种预见性实践很可能从你出生的那一刻就开始了。

几千年来，人类有一整套的出生仪式

伴随新生儿到来的。在伊斯兰教信仰中，祈祷的呼唤是婴儿应该听到的第一句话，而在犹太教中，男婴出生后八天要在*英国milah*仪式上接受割礼。在我们的星球上，新生命都伴随着古老的仪式。然而，在不久的将来，除了各种文化习俗外，新生儿要做的第一件事将是对他们的整个基因组进行测序。事实上，在一些国家，在新生儿出生时抽取少量血液来检测是否患有苯丙酮尿症(PKU)和囊性纤维化等疾病已经很普遍

然而，如果将其扩展到整个基因组，然后由人工智能进行分析，就可以立即隔离婴儿死亡率特有的风险，从而使这一数字进一步下降。从长远来看，它将创建一个详细的健康档案——从过敏到晚年患冠心病和癌症的风险——以及为哮喘或近视等疾病提供精确测试或治疗建议。如果这听起来像是遥远的未来，那么它不应该是——美国国立卫生研究院目前正在花费2500万美元在五年的时间里试验这种治疗方法。这是在价格降至比一块巧克力还便宜之前。值得注意的是，这只是预防医学的开始。事实证明，就像未出生的孩子在准妈妈的血液中释放DNA一样，癌症肿瘤也是如此。这意味着用于调查可疑肿块的组织活检将被液体活检所取代，血液中的DNA将被用来检测、追踪和治疗癌症。与活组织检查一样，同样的过程可以被取代

---

* In some cases, these diseases can be treated: any disability caused by PKU can be avoided by feeding the child a specific diet that prevents the build--up of phenylalanine (an amino acid) in the blood.

乳房x光检查和结肠镜检查，不仅因为方便和成本，还因为有效。

除了显著减少癌症相关的死亡外，这一过程相对便宜，而且很容易在穷国和富国推广。这意味着，就像手机一样，低gdp国家将很快享受到几十年前最发达国家不可能享受到的医疗服务。目前，我们对一流医疗保健的愿景是巨大的，昂贵的技术，可以占据整个房间-不像20世纪60年代和70年代的计算机。但是，从新生儿的基因组测序到癌症的预防性治疗，手持式基因组测序仪将使诊断取代整个房间的设备。与通信和能源基础设施一样，全球南方尖端医疗保健的发展将与欧洲和美国等地现有的基础设施截然不同。第三次颠覆的技术将再次有效地让世界上一些最贫穷的国家“跨越”传统的发展参数，这意味着几十年后，相对贫穷的国家的癌症检出率可能会比今天最富有的社会更令人印象深刻。当然，它们能否做到这一点，取决于技术如何分配的政治因素。

如果手持基因测序仪听起来很古怪——也许会让人想起《*星际迷航*》中的“三录仪”——那么别担心，因为它们已经存在了。价值1000美元的MinION测序仪可以放在你的手掌里，重量只有90克，它可以对埃博拉病毒等生物的基因组进行多次高速测序。*虽然考虑到价格上的巨大进步，这项技术还不能处理像人类这样的生物体的复杂性

* It’s worth pointing out that the genome of E. coli wasn’t sequenced until 1997, which represented the cutting edge of biotechnology at the time.

在性能上，这样的创新何时出现只是一个问题。但是，虽然基因测序将改变医疗保健的提供——创造预防性药物，使我们能够在出现症状之前对疾病作出反应——但生物技术的最大突破将是基因疗法。就主要死亡原因而言，其主要风险因素是年龄，这将创造丰富的医疗保健，甚至超过社会老龄化带来的指数挑战。

医疗保健领域的极度供应:基因疗法

基因工程并不是什么新鲜事物。事实上，在12000年的时间里，我们有意识地通过选择性育种改变了各种物种的基因组——这是第一次大破坏的核心创新。这给了我们适合劳动的生物和像小麦这样耐寒、易于种植和营养丰富的作物。虽然我们在有城市、写作或数学之前就掌握了这些领域，但直到19世纪，通过格雷戈尔·孟德尔(Gregor Mendel)的工作，我们才准确地理解了这些机制是如何运作的。

然而，在孟德尔之后，了解基因遗传越来越像一门科学，而不是一门艺术。到20世纪中叶，我们对这一领域的了解令人印象深刻，以至于人类掌握了如何在实验室中加速自然界中普遍存在的一个过程——进化。虽然DNA从1952年就被认为是遗传的原因，克里克和沃森的双螺旋模型也在第二年被提出，但直到20世纪70年代初，第一批基因工程动物才被生产出来。可以说，这一突破的意义堪比晶体管、集成电路甚至瓦特的蒸汽

蒸汽机在短短的几十年里，理论科学变成了应用技术。

尽管这一历史性的飞跃引起了广泛的大众兴趣，并成为无数好莱坞电影的基础，但它对医疗保健的提供几乎没有直接影响。所需的技术过于昂贵和复杂，这意味着在超过一代人的时间里，该领域的进步仍然缓慢。但就像任何受制于指数发展的事物一样，看似惯性的东西很快就让位于变革的洪流。

基因编辑是一种基因工程，在生物体的基因组中插入、删除或替换DNA。这是通过使用限制性内切酶或“分子剪刀”来实现的，直到最近，限制性内切酶有三种:巨核酶、锌指核酸酶(zfn)和基于转录激活剂的效应物核酸酶(TALEN)。虽然每种工艺的价格差异很大，但zfn和TALEN是最近才开发出来的，除了最富有的机构之外，所有人都无法接触到这三种工艺。就像20世纪70年代初之前的计算机一样，基因编辑是精英研究人员的专属，而且需要巨额的管理费用。因此，实验和试验非常罕见、昂贵且缓慢。

然而，近年来，随着CRISPR-Cas9的到来，这种情况发生了变化。CRISPR是一种新方法，它将基因编辑的成本降低了99%，同时将实验时间从几个月缩短到几周。尽管CRISPR技术尚未完全完善，而且并不总是足够精确，但它是一种可编程且易于使用的技术，几乎适用于任何实验室，使科学家能够以前所未有的效率编辑遗传信息。就像SpaceX和火箭技术一样，CRISPR-Cas9不允许人类做任何特别新的事情。相反，它说明了信息是如何缺失的

自由打破了关于稀缺的主流观点，使极端供应成为可能。我们对待生物(主要是我们自己的生物)的方式必将发生根本性的变化，就像劳动力与自动化、能源与可再生能源、资源与外星矿物开采一样。

这项技术本身既简单又优雅。这是因为CRISPR，即“集群规则间隔短回文重复序列”，模仿了细菌在自然界受到病毒攻击时的免疫机制。面对这种情况，细菌会利用一种叫做Cas的酶，从病毒的DNA中取出一条，并将其插入自己的DNA中。这些新形成的序列就是CRISPR，细菌随后利用它来产生RNA副本，以识别病毒的DNA并击退未来的攻击。虽然这些过程自20世纪90年代初就被观察和理解，但直到2013年，CRISPR才被转化为一种适合基因编辑的工具。这是通过将细菌的CRISPR RNA系统替换为一种经过修饰的引导RNA来实现的，这种引导RNA现在充当信号，通知一种名为Cas9的酶去哪里寻找。这使得酶能够有效地扫描细胞的基因组，在将其切出之前分离出匹配的基因。应用同样的过程，科学家们可以在细胞内改变或添加DNA，其方式让人想起剪切、复制和粘贴——尽管目前仍有轻微的误差。在确认DNA负责基因遗传几十年后，在硅晶体管发明60多年后，信息技术可以越来越容易地对生物系统进行重新编程。

包括美国和英国在内的许多国家的政府已经批准在人类胚胎和成人中使用CRISPR-Cas9。你甚至可以在网上购买家用套件，使用相同的系统在业余时间修改细菌。让细菌在黑暗中发光，就像水母或者

培养对某些抗生素的抗性在30年前可能会获得诺贝尔奖——今天中学生们正在做这件事。

CRISPR-Cas9的试验已经在世界各地的实验室中取得了令人印象深刻的结果，创造了没有肌肉生长抑制素的“健美小猎犬”，防止了人类细胞中的HIV感染，部分逆转了9个月大的亨廷顿小鼠的影响，并减缓了癌症的传播。总的来说，基因编辑——尤其是CRISPR-Cas9——似乎越来越有可能有助于消除许多遗传疾病，而我们的DNA中一个错误的字母导致了3000多种疾病，包括亨廷顿病，囊性纤维化和镰状细胞性贫血——这本身就代表了惊人的进步。20世纪下半叶，人类消灭了天花。在21世纪上半叶，人类消灭了数千种遗传疾病。永远。

但基因编辑的可能性不仅仅是减轻甚至克服影响数亿人的基因遗传疾病。基因组可以被重新编程，以抵抗甚至免疫胃流感、HIV和阿尔茨海默氏症等疾病，并降低患冠心病的风险，拥有更瘦的肌肉和更强壮的骨骼。这听起来可能有点夸张，在大规模编辑人类基因组之前，这种努力应该受到激烈的公众辩论。但是，为了健康结果而改善营养和优化我们的生物程序之间有多大的区别呢?差别不大——虽然两者都追求可能是理想的，但后者要精确得多。

仅2016年以来，采用CRISPR-Cas9技术的基因编辑试验数量就大幅增加。绝大多数试验发生在中国

现在，一些人把这种新的竞争称为“斯普特尼克2.0”。

但是，尽管这样的比较很容易理解，但今天的生物技术创新与半个世纪前争夺科学霸权的冷战冲突之间存在着天壤之别。在1957年斯普特尼克发射后的50年里，太空探索的成本高得令人望而却步，只有国家，尤其是超级大国，才能负担得起参与。相比之下，像CRISPR-Cas9这样的技术大大降低了进入基因编辑的成本，无论你是想治愈癌症还是制造大规模杀伤性生物武器，所需的技术可能很快就会以数万美元而不是数十亿美元的价格出现。随着编辑人类和其他物种的遗传物质的成本越来越接近于零，其后果是难以夸大的。

然而，我们开始瞥见未来可能是什么样子。2017年初，美国食品和药物管理局(fda)联系了大卫·伊希(David Ishee)，他是密西西比州的一名养犬运营商，对生物黑客技术充满热情。Ishee最近一直在发展他的CRISPR-Cas9技能，在他的花园实验室里进行个人实验。他希望利用这项技术来消除一种达尔马提亚犬常见的遗传性疾病——高尿酸血症，这种疾病会导致痛风，他已经向FDA提交了一份计划大纲。本以为机构的批准只是形式上的，但当他没有收到任何回应时，Ishee感到惊讶。

1月18日，随着FDA发布了一项提案，对牛、猪、狗和其他使用基因编辑工具(包括CRISPR-Cas9)进行修饰的动物进行监管，原因变得清晰起来。在DIY文化和高价值技术的接口上，一个此前模棱两可的领域，现在需要联邦政府的批准，并受到政府的重大监督。

这对Ishee来说是一个打击，他告诉一家媒体，“教狗饲养者CRISPR比……为什么纯粹的繁殖是一件坏事更容易”。他的观点是，纯种狗的遗传物质从一开始就不是“自然的”，CRISPR提供了一种纠正人类干预造成的生物错误的方法。

FDA建议将动物基因组的编辑部分与兽药等同对待。因此，就像新药一样，编辑过的动物不能出售，甚至不能赠送。同样重要的是，编辑过的基因组可能会受到知识属性和专利的保护。想象一下千禧年之交的文件共享P2P网络Napster之争，现在将其应用于生物学。即使信息确实想要免费——或者至少想要随着时间的推移变得越来越便宜——但当有现有的商业和盈利模式需要保护时，这也无关紧要。

虽然有必要对安全问题进行管理和监管，但将编辑过的DNA(包括我们自己的DNA)变成一种完全以盈利为目的的商品，完全符合资本主义的逻辑。正如我们在其他地方看到的那样，为了创造一个市场，必须强加人为的稀缺性——否则没有人能获利。然而，Ishee对该声明的回应或许提供了一个迹象，表明随着第三次颠覆的加速，直接行动可能会是什么样子:“我觉得也许最好的办法就是继续生产健康的动物，然后告诉人们……我们治愈了这种疾病，但FDA不会让我们这么做。”

欢迎来到极乐空间

大卫·伊希和他在现代密西西比州的生物黑客行为与2154年的电影*《极乐空间》*有着相似之处。在后者中，地球遭到了气候的蹂躏

变化和似乎是正式经济的崩溃。因此，富人纷纷前往一个名为“极乐空间”(Elysium)的外星殖民地——一个环绕地球运行的巨大太空栖息地。那里的居民和那些被留在那里的人的生活质量差别再明显不过了。

极乐人获得的诸多好处之一是可以使用其医疗湾，这种机器可以治愈疾病，似乎可以逆转衰老，并使整个身体部位再生。影片的中心情节围绕着马克斯·达·科斯塔展开，他曾是一名偷车贼，生活在洛杉矶的废墟中，在受到致命的辐射后，他努力进入医疗湾。马克斯的追求与他儿时的朋友弗雷的努力相呼应，她为自己死于白血病的小女儿寻找治疗方法。唯一的问题是医疗湾的使用仅限于极乐空间的公民，他们不能和其他人一起工作。这意味着马克斯和弗雷的女儿唯一的希望就是改变整个栖息地的操作系统，让像他们这样的外人也能使用它的技术。

影片的高潮是一个名叫蜘蛛的黑客从马克斯的大脑中上传了一个程序，重新启动极乐空间的操作系统，并将公民身份扩展到地球上的人。这一切完成后不久，机器人就出发去照顾病人和垂死的人。与其说这是一种慈善行为，不如说他们只是在坚持自己的礼仪:照顾极乐人人。

虽然可能不是很明显，但《极乐空间》是一部关于权利的电影。普遍人权与公民丧失抵押品赎回权之间的紧张关系;在私有属性和获得公共形式医疗保健的权利之间。对大多数人来说，至少从直觉上来说，一些人的生命权使另一些人获得难以想象的财富的“权利”黯然失色。这就是为什么电影的最后一幕是快乐的，尽管马克斯做出了最后的牺牲。

因此，《极乐空间》不仅是一个关于人类未来的故事，也为第三次颠覆如何发展提供了一个寓言。它的含义很明显:有足够多的技术让地球上的每个人都过上健康、快乐、充实的生活。阻碍我们的不是自然不可避免的稀缺性，而是人为的稀缺性，即市场配给和不惜一切代价确保一切都是为了利润而生产。
随着时间的推移，这种不和谐只会变得更加刺耳，尤其是考虑到上面提到的医疗技术。这就是为什么我们也需要改变我们社会的运作系统。

也许我们已经看到了*《极乐空间》*所描绘的世界。2015年12月，SpaceX的猎鹰9号火箭成功着陆，成为首个成功进入轨道空间并返回进行第二次飞行的可重复使用助推器。这是空间技术史上的一个标志性时刻，可重复使用的火箭对于使该行业在商业上可行至关重要。
几个月前，也就是9月，土耳其海滩上一个死去的孩子的照片登上了世界各地的头条。艾伦库尔迪三年前出生在科巴尼，这是叙利亚库尔德斯坦靠近土耳其边境的一个城市，也是该国内战的焦点。在ISIS的持续围困下，库尔迪一家逃离了家园，于当年1月回到那里，但几个月后战斗再次开始，他们又离开了。和许多同胞一样，库尔迪的家人在欧洲寻求庇护，9月2日凌晨，艾伦与他的兄弟和父母登上了一艘开往希腊科斯岛的非法船只。几分钟后，船就翻了。早上6点30分，博德鲁姆当地人发现了库尔迪的尸体。几天后，他的尸体和其他东西一起被发现

他的母亲Rehana和兄弟Ghalib的尸体被送回科巴尼埋葬。

艾伦库尔迪的家人和2015年夏天成千上万的人一样，试图进入欧洲，寻找他们作为人类应得的庇护、尊严和机会。虽然西欧国家可能没有极乐空间的医疗技术，但在库尔迪死后几个月内成功驾驶的可重复使用火箭是一个非常明显的类比。一个将很快拥有对地球上所有生物的基因组进行测序的技术的世界，也允许每年成千上万的人在地中海淹死。

虽然基因疗法和日常基因组测序不是医学海湾，但它们确实有可能严重扰乱医疗保健的提供，有可能消除每年使数百万人虚弱或死亡的疾病。更重要的是，这些技术以指数级的进步和极端供应的趋势为基础，不仅使我们能够跟上社会老龄化带来的独特健康挑战，甚至超越它们。虽然我们经常被告知，我们负担不起维持日益老龄化的社会，而且社会化的医疗保健形式尤其不可持续，但事实恰恰相反。一项又一项研究表明，社会化形式的医疗保健更有效率，也更公平。只有保持和扩大它们，同时整合这些新技术，社会才能进步。这一基本真理，再加上越来越像一种信息商品的医疗保健，其意义远比免费的百科全书或电影深远。它甚至可能彻底终结与年龄有关的疾病和遗传性疾病。

另一种选择呢?新形式的生物不平等

映射到现存的经济不平等，因为富人改变了他们后代的DNA，使他们在各方面都优于我们其他人，这破坏了现代人权的基础——人人生而平等。

8
没有动物的食物:食物匮乏的后时代

牛在将植物蛋白转化为动物蛋白方面效率非常低。我们把植物蛋白作为中间体喂给动物,实际上损失了很多食物。

马克·波斯特，人造肉的发明者

我们弄清楚了生命的真正运作方式,现在我们不需要为了创造食物而导致死亡。

Just Food宣传视频

食物，过剩和中断

第一次颠覆是一场食品革命，而不是其他任何事情。在此之前，我们的祖先拥有简单的技术，如火和石器，但在农业到来之前，它们的影响是有限的。因此，即使是在12000年前，对人类生活进行的任何一次人口普查都会显示，覆盖整个地球的人口略多于500万——相当于现代爱尔兰的人口。

随着种植农作物和饲养牲畜使更大、更复杂的社会形式成为可能，一切都开始发生变化。我们的祖先不再受制于其他食肉动物的突发奇想、饥荒或自然灾害。现在，他们可以为未来做准备，在丰饶时期创造剩余，以及工具和基础设施的形式，以逐步扩大他们新获得的丰饶。

鉴于围绕转基因食品的恐怖故事屡见不鲜，认为它们体现了现代技术最糟糕的方面，具有讽刺意味的是，我们现在认为理所当然的许多主食都是在这一时期通过基因改造而发展起来的。1万1千年前在阿富汗最初收获的胡萝卜曾经是紫色和白色的，而香蕉——现在世界上最受欢迎的水果——是不育的，不能结实的，自从我们的祖先在最后一个冰河时代开始种植它们以来就一直如此。虽然批评人士说，技术解决方案孤立地不足以解决生态退化和食物短缺的问题是正确的，但从一个非常有意义的意义上说，技术恰恰是我们这个物种最初成功的基础。

一个伸展的世界

然而，虽然人类崛起的故事是建立在农业及其重新规划自然恩赐的独特能力之上的，但现在看来，这种天才已经发现了我们星球的自然极限。这些限制比以往任何时候都更加明显，并以多种方式表现出来。最引人注目的是第六次大灭绝事件，其中四分之一的哺乳动物将消失。与此同时，海洋中90%的大型鱼类已经消失，为数十亿人提供饮用水的冰川开始干涸，农业土壤因过度取水而变得越来越咸

工业化农业造成的。简而言之，我们星球上的宝藏——矿物、动物和植物——正在遭到大量破坏，而且它们消亡的速度只会加快。

原因很简单。目前，人类每年消耗1.6个地球的资源，尽管有超过20亿人每天靠不到2000卡路里的热量生存。这似乎表明我们的人口太多了。如果是这样的话，我们最不愿意看到的就是世界上的穷人享受与富裕国家相似的生活方式。这对任何希望解决全球不平等和贫困问题的人来说都是一个问题，因为任何有关这些问题的有意义的改善似乎都会加剧环境破坏。

但问题并没有就此结束。到2050年，地球人口预计将再增加20亿，为了给96亿人提供均衡的饮食，联合国粮农组织认为，粮食产量必须增加70%。到本世纪中叶，人类将需要两个以上地球的资源才能让每个人都过上体面的生活。

然而，即便如此，这也可能过于乐观了。如果每个人都像现在的普通美国人一样享受同样的饮食，每天消耗大约3700卡路里，我们将在一代人的时间内需要额外的五个地球的资源。即使你想让今天的美国成为全球发展的模板，从生物容量的角度来看，这是不可能的。

当你把气候变化对农业影响的合理预测结合起来，情况就更糟了。2009年的一份报告预测，气温上升3摄氏度将意味着2000年至2050年间南亚的小麦产量减少50%，同时减少17%

水稻中有6%玉米中有6%在这个地区，世界上人口最多的8个国家中有3个——印度、巴基斯坦和孟加拉国——在未来几年里，这些国家的人口都将进一步增加。此外，为印度次大陆的大河——雅鲁藏布江、恒河和印度河——提供数亿人饮用水的冰川正在开始消失。

同一项研究预测，东亚水稻产量将下降20%，小麦产量将下降16%。在撒哈拉以南非洲地区，预计从现在到2050年，该地区人口将翻一番，水稻产量将下降14%，小麦产量将下降22%。就像非洲特别受到水资源短缺加剧和人口迅速增长的双重挑战一样，情况甚至更糟，水稻产量下降30%，玉米产量下降47%，小麦产量下降20%。

然而，这并不是说全球北方相对富裕的国家将不受影响。预测显示，在低升温的情况下，美国的玉米和大豆产量将分别下降30%和46%。鉴于美国目前是全球最大的谷物出口国，这不仅会给美国国内带来灾难，也会给全球市场带来灾难。即使俄罗斯和加拿大等其他国家加紧成为农业强国，这也可能只会增加与军事实力更强大的邻国发生资源冲突的可能性。

忘掉后资源稀缺时代吧。在人口不断增长、气候变化、淡水短缺和生物承载力不断扩大的情况下，到本世纪中叶避免大范围饥荒就已经是一项惊人的成就了。那么，我们的星球究竟要如何可持续地养活96亿人口呢?

~

在目前的粮食生产模式下，答案在很大程度上取决于所采用的饮食类型。在一年多的时间里，美国人平均以食物和次要动物饲料的形式消耗800公斤谷物。如果这成为全球平均水平，那么目前略高于20亿吨的粮食产量水平只能支持全球25亿人口。相比之下，如果按照地中海饮食的平均水平，即每人每年消耗约400公斤粮食，地球可以维持两倍于此的人口。最后，如果我们所有人——直接或间接地——食用与印度人平均水平相同数量的谷物，那么目前的粮食生产方法可以维持100亿的地球人口，或多或少，到本世纪最后几十年，我们将达到这个水平。坦率地说，正是全球北方饮食中典型的肉类和乳制品消费使我们的生活超出了我们的生态能力。目前的粮食生产水平甚至可以满足2050年的需求，但这需要一种几乎不含动物蛋白的典型饮食。

然而，至少有一些好消息。虽然自第二次大分裂开始以来，地球上的人口就出现了爆炸式增长，但本世纪可能会达到100亿的峰值——此后要么下降，要么保持不变。从要养活的人的角度来看，这意味着它与今天没有太大的不同——额外的30亿人——这是自1974年以来世界增加的人口。事实上，人们对饮食的期望越来越高，加上气候变化导致的粮食产量下降，这是消除世界饥饿的最大障碍。

关于人口增长和地球自然极限的说法并不是什么新鲜事。托马斯·马尔萨斯就是其中之一

早期政治经济学史上最重要的思想家，对这个问题十分着迷。在他1798年的论战性著作《*人口原理随笔*》中，他观察到粮食生产的任何增加都导致了人口的增长，而不是平均生活水平的提高。他得出的结论是显而易见的。“人口的力量远远超过了土地为人类提供生存所需的力量，因此人类必然会以某种形式过早死亡。”

在这样的推理中，马尔萨斯远非独一无二。英国经济学家威廉·杰文斯(William Jevons)在19世纪60年代写道，与直觉相反，更高效的蒸汽机意味着消耗更多的煤炭，而不是更少——这一观察结果后来被称为“杰文斯悖论”。在马尔萨斯和杰文斯之间，结论似乎是一样的:人类的聪明才智，尽管巨大，却永远无法与其贪婪的胃口保持同步。

然而，20世纪下半叶的农业发展历程却告诉我们事实并非如此。虽然养活世界90亿人口似乎是不可能的，尤其是在五大危机的大背景下，但过去60年最重要的成就表明，这是可以做到的。它的名字是什么?绿色革命。

作为信息的食物:绿色革命

目前，用于农业的土地面积约占世界土地面积的37.5%，这与20世纪70年代末的情况大致相同。然而，我们的星球现在养活了额外的30亿人口，而平均卡路里消耗量增加了，食物匮乏的情况有所减少。事实上，仅在过去二十年中，饥饿人口的数量就减少了一半，降至全球人口的10%左右

世界人口。所有这一切都是在越来越少的人受雇于农业的情况下实现的。

这表明还有另一种方式来养活90亿人，这意味着我们有足够的食物给每个人吃，而不需要定量配给或改变饮食习惯。事实上，这将使食物变得如此丰富，就像能源、劳动力和资源一样，食物几乎是免费的，价值更多地来自信息内容，而不是土地或人力等投入。

虽然你可能从未听说过诺曼·博洛格，但他是20世纪最重要的人物之一。1942年，在获得博士学位一年后，他在墨西哥从事农业研究工作，在那里他开发了半矮型、高产的小麦品种——一种该国产量不足的作物。这些改良的品种将大部分能量用于种植可食用的果仁，而不是长而不可食用的茎，并且具有抗病的额外好处。在联合国、美国各政府机构和洛克菲勒基金会的资助下，这是最新的农艺研究成果，比我们了解DNA和遗传的实际工作原理早了十多年。

墨西哥的小麦生产迅速繁荣起来。到1956年，该国小麦自给自足，到1964年出口了50万吨。在二十年的时间里，这个国家的大部分小麦都来自博洛格培育的新谷物。但是食品生产的问题远远超出了墨西哥。在一个刚刚摆脱欧洲帝国统治的国家的世界里，全球饥饿的幽灵比以往任何时候都更加紧迫。殖民主义导致的经济欠发达，加上不断增长的人口和相对薄弱的国家结构，在一个不确定的世界里似乎是一种危险的组合。

这就是为什么在1961年，当印度处于饥荒的边缘时，博洛格被邀请将他的技能应用到中美洲以外的地方。在那里，旁遮普地区被选来试验新成立的国际水稻研究所(IRRI)最近开发的作物。就像墨西哥一样，印度随后也将凭借自己的植物育种、灌溉开发和农用化学品使用计划取得巨大飞跃。然而，有争议的是，事实证明，是采用了IR8水稻品种——一种由IRRI开发的半矮粒水稻——起了决定性作用。1968年发表的研究结果表明，它在不施肥的情况下每公顷产量为5吨，在最佳条件下产量接近10吨——比该国传统水稻品种增产900%。同年，生物学家保罗·埃利希(Paul Ehrlich)出版了畅销书《*人口炸弹*》(the Population Bomb)，详细描述了饥荒(尤其是印度的饥荒)如何在接下来的几十年里导致数亿人死亡。他毫不犹豫地写道:“我看不出印度怎么可能在1980年之前再养活2亿人。”

但它确实做到了，尽管预期寿命翻了一番，一个历史上饱受殖民统治造成的饥荒困扰的国家，在21世纪初成为了世界上最大的大米出口国。这种意想不到的成功是博洛格、IRRI和更广泛的绿色革命的遗产，其核心原则是食物最终是信息。

而且，我们知道，任何信息都可以被重新编程。

完成绿色革命

绿色革命，尤其是改变了亚洲农业的革命，在很大程度上涉及到在工业化国家已经很普遍的技术和基础设施的推广。

这包括现代灌溉项目，以及化学农药和合成肥料的使用。然而，其主要方面是采用了大量改良的和转基因的作物品种。这就是为什么自20世纪70年代初以来，发展中国家的小麦产量增加了两倍——在这个过程中可能挽救了10亿人的生命。
但是，如果让我们用更少的劳动力养活比以往任何时候都多的人的绿色革命仅仅是个开始呢?如果我们不是居住在一个枯竭的星球上，而是刚刚开始理解我们对自然的掌握如何能赋予我们几乎无限的富足，那会怎么样?如果信息想要自由——而大自然的恩赐是高度复杂的信息组合——那么饥饿究竟为什么会存在呢?

第一次绿色革命似乎让马尔萨斯、杰文斯和埃利希感到困惑，它证实了我们的集体智慧足以满足我们的胃口。然而，就像20世纪的许多事情一样，这并不是说它没有代价。化石燃料以前所未有的方式燃烧，只会加速气候变化，而自然栖息地被破坏，河流和湖泊被污染，土壤变得越来越不肥沃。上个世纪可能已经证明悲观主义者是错误的，但我们似乎仍然活在借来的时间里。这种缓解是暂时的。
在这种超高效的农业模式下，动物的待遇也同样是个问题。现代农业生产可能会提供更多的蛋白质、碳水化合物和脂肪，但除了耗尽我们的星球，它也给有知觉的生命带来了巨大的痛苦。数以百万计的雄性小鸡，连同它们的壳，因为不能下蛋而被活生生地浸泡在传送带上，而电养场里的鸡，一生都待在一张A4纸大小的空间里

注入抗生素以防止感染的纸张。为了持续产奶，母牛必须每年至少产一次犊，并为此进行人工授精。一头母牛自然会在九个月到一年的时间里吮吸小牛的奶，但在奶牛场出生的小牛在出生几天内就被从它们的母亲身边带走了——这对两只动物来说都是一种痛苦的经历。雄性对奶农来说没什么用，在英国每年有超过10万头小公牛被射杀。

高度自动化的食品生产可能比以往任何时候都能养活更多的人，但这种屠杀的景象是很少有人愿意看到甚至不愿意知道的。

人造肉:不含动物的肉

除了海底一些特别的生物，地球上几乎所有的生命都是靠太阳提供能量的。植物和藻类通过一种叫做光合作用的太阳能化学反应来养活自己，这种化学反应将空气中的二氧化碳与水结合起来。这是通过叶绿素完成的，叶绿素是一种绿色的色素，赋予这些生物颜色，并负责捕获太阳的能量。同样的过程也发生在海洋中的浮游植物身上，这些微小的生物提供了世界上一半的氧气，几乎是所有海洋生物的基础。

这些以太阳能为动力的生命形式为食草动物(如野牛、大象和野生浮游动物)和家畜(如羊和牛)提供能量。反过来，这些动物又构成了食肉动物饮食的基础，无论是大型猫科动物、大型鱼类等掠食者，还是人类和驯养动物。人类一般饲养和食用杂食动物和食草动物。除了更容易喂养之外，这些动物的体脂水平也更高，这意味着它们有更多的卡路里可以消耗。

然而，与植物性饮食相比，动物仍然是能量密集型的，在将太阳能转化为食物方面效率低下。一个以大米、豆类、蔬菜和水果为食的孟加拉国家庭，仅靠一英亩或更少的土地就能维持生计。与此同时，平均每年消耗270磅肉的美国人可能需要多达20倍的土地。如果你比较一下生产一磅大豆蛋白和动物蛋白所需的投入，后者使用的土地是后者的12倍，化石燃料是后者的13倍，水是后者的15倍——大豆是一种出了名的效率低下的非肉类产品。

地球上近三分之一的可用面积直接或间接地用于饲养牲畜，动物饲料占全球农作物产量的大部分。康奈尔大学的一项研究发现，虽然美国有3.02亿公顷的土地用于饲养牲畜，但只有1300万公顷的土地用于种植蔬菜、大米、水果、土豆和豆类。如此巨大的差距表明，动物产品是利用有限资源生产食物的一种效率极低的方式。

更重要的是，畜牧业占人类造成的温室气体排放总量的14%，根据联合国2006年的一份报告，畜牧业产生的二氧化碳排放量$_2$比汽车还要多。与此同时，全球69%的淡水提取用于农业，其中大部分用于肉类生产，平均每头牛每年消耗1.1万加仑的水。这意味着平均一磅绞碎牛肉需要440加仑的水，而一打鸡蛋需要惊人的636加仑水。而世界上每年有340万人死于与水有关的疾病。

最值得注意的是，在使用了所有这些水、能源、土地和劳动力——更不用说作为副产品产生的温室气体排放——之后，我们节省了这么多

相当于动物尸体的一半。一头一千磅重的小母牛，平均能产生610磅的“吊重”，在去掉骨头和脂肪后，这个数字下降到430磅。一旦你考虑到皮肤和蹄、两年的消化过程、意识、呼吸和仅仅是移动，一头活牛的食物作为将太阳能转化为牛肉和牛奶的一种手段，开始看起来令人难以置信的浪费。

考虑到气候变化、资源稀缺和人口增长带来的挑战，很明显，世界需要吃的肉要比现在少得多。最好的情况是，我们将肉类从饮食中完全消除。但是选择的自由呢?毕竟，人类可能更适应吃水果和蔬菜，但我们是杂食动物，动物提供了美味的蛋白质来源。在许多国家，肉类消费被视为更广泛的文化遗产的一部分，不管健康风险和拯救地球，这种价值体系需要几十年的时间才能改变，如果有的话。
然而，就像迄今为止所研究的所有其他危机一样，有一种解决方案与一种似乎完全站不住脚的范式并行运行。事实证明，我们可以为更多的人提供更好的食物，拯救地球，减少能源需求，同时实际上结束了农业中动物的痛苦。从某种意义上说，它代表了绿色革命的高潮，食物成为了一种信息商品。它的名字叫细胞农业。

价值32.5万美元的汉堡包

2008年，一位名叫马克·波斯特的荷兰教授提出了他所谓的“人造肉”概念的证明。五年后，在伦敦的一家电视演播室里，波斯特和他的同事们吃了一种人造肉

他们在实验室里用同样的原理培育出了汉堡。在b谷歌的谢尔盖·布林的秘密资助下，从培养皿到盘子的整个过程花费了大约32.5万美元，这使得他们的汉堡成为历史上最昂贵的一餐。幸运的是，结果很有希望，大家一致认为肉饼“接近肉，但没有肉那么多汁”。这证实了波斯特的概念是可行的。接下来的问题是，它可以在多大程度上被改进、放大，并变得更便宜。便宜得多。

波斯特很可能会被历史铭记为将细胞农业领域推向大众的人。然而，考虑到在这个日益拥挤的领域工作的个人和组织的数量之多，他不太可能成为完善这一领域的人。细胞农业可以被理解为一种设计新机制来重新创造现有食物的方法。虽然到目前为止，大部分注意力都集中在培养肉上，但它的可能性要大得多，可以扩展到不需要奶牛和酵母的奶酪上，酵母可以使蔬菜尝起来像半熟牛肉。也许可以把它想象成诺曼·博洛格(Norman Borlaug)的工作遇到了指数棋盘的后半段。

以信息成本下降和数字技术指数级进步为定义的第三次颠覆(Third Disruption)同样的技术为基础，细胞农业与基因组测序、消费级人工智能和自动驾驶汽车几乎同时出现，这并非巧合。最终，这将意味着一个生产肉类、皮革、牛奶和鸡蛋不再需要动物的世界。

波斯特的方法即使不付诸实施，也很容易掌握。首先，你从动物身上取下一小块肌肉样本，然后分离出可以在生物反应器中缩放的干细胞组织。然后在给这些细胞喂食的同时，对其进行加热

用氧气、糖和矿物质。9到21天之后，已经发育成骨骼肌的细胞就会被收获。目前，这种方法并不能适用于所有肉类，尤其是那些成分非常复杂且含有额外脂肪的肉类。然而，对于鱼类、贝类和禽肉来说，情况就不同了，它们的瘦肉蛋白含量使它们成为该领域早期创新的完美候选者。事实上，最初的证据表明，鸟类肌肉细胞可能甚至不需要支架就能像红肉一样生长，而是可以在容器状的小桶或生物反应器中培养，其方式与酿造啤酒没有什么不同。
然而，早期的肉类产品很可能是鱼。最后一批大规模猎食的动物，可能是第一批为消费市场而人工合成的动物，这也许是最合适的。该领域的一家参与者Finless Foods相信，他们可以在“类似酿酒厂的环境”中开发合成鱼片，最快在2019年将产品推向市场。最有可能的候选人是备受重视的蓝鳍金枪鱼，该公司首席执行官迈克·塞尔登认为，在2020年之前，这种鱼将具有价格竞争力。

比这项技术背后最初的概念更令人印象深刻的是，自那以后，该技术在价格表现上的改进。2013年，波斯特最初的汉堡制作成本为32.5万美元，而仅仅三年后，美国孟菲斯肉类公司就以1000美元的价格生产出了第一个人工培养肉丸。虽然这听起来可能很多，但它代表了价格的大幅下降，1 / 4磅肉的价格现在不到波斯特最初肉饼的2%。但它并没有止步于此:一年前，现为Mosa肉类公司的波斯特已经声称，他最初首创的工艺可以在实验室里以每公斤80美元的价格生产牛肉，这意味着用人造肉制作汉堡的成本可以低至12美元——比之前的10美元下降了99%以上

四年前。而这一切都是在没有真正的工业规模生产的情况下发生的。

这并不是说，不需要奶牛就能生产出商业上可行的牛排就没有重大障碍。一方面，目前干细胞生长的材料是胎牛血清。使用动物产品来喂养“合成的”动物组织违背了这一点，尽管该行业的前沿人士声称素食替代品已经不远了。

另一个主要问题是能量——特别是合成的哺乳动物肉，如猪肉、牛肉和鸡肉。虽然合成海鲜可以在室温下生长，但哺乳动物肉需要接近我们身体温度的东西。因此，虽然任何转向合成肉类的做法都可以大大节省土地使用、温室气体排放、劳动力和水，但消耗的能源可能会更高。然而，随着可再生能源和热保护的趋势已经概述，这是一个相对较小的代价。

考虑到当代肉类生产带来的生态负担，以及对稀缺资源的强烈需求，合成肉类可能会带来范式转变。Memphis Meats的CEO乌玛·瓦莱蒂(Uma Valeti)认为，合成产品将占据大部分市场，但不是全部。她特别指出，“我们并不是要终结所有形式的动物农业。”我们反对工厂化农场，而不是家庭农场。但家庭农场只能满足全球肉类需求的一小部分。”

然而，Finless Foods的CEO迈克·塞尔登(Mike Selden)不同意这种说法，他更加强调动物的权利和福利。“我们已经不再需要杀死动物和破坏环境来获取食物;我们可以用现有的技术做得更好。“不管谁是对的，人造肉的优势与供应过剩的趋势是一致的。这项技术不仅能应对气候变化和人口增长的挑战，还能带来丰富的食物

这是前所未有的。想象一下，便宜、健康、美味的肉，没有动物的痛苦，没有抗生素，也没有卫生问题。

虽然人造肉是细胞农业最突出的方面，已经吸引了大量的风险投资，但它也是技术上最难完善的。更重要的是，虽然某些种类的肉，如鱼、碎牛肉和鸡胸肉，可能很快就会在商业上规模化，但像排骨、t骨牛排，甚至是脂肪丰富的培根这样的特定部位，将被证明是非常难以复制的。这一突破很可能来自于将培养肌肉组织的相同过程应用于脂肪，然后使用3d打印机“打印”牛排、培根片甚至羊腿。

到21世纪20年代初，我们将开始看到这些产品上市——事实上，Just Food在2018年底推出了第一款鸡块产品。一开始价格昂贵，它们将成为具有环保意识和富裕消费者的专利，他们更看重道德消费而不是味道。但随着未来十年的发展，这种情况将发生变化，人造肉将变得越来越普遍——尤其是在肉丸、汉堡和热狗等使用磨碎的调味肉的地方。

如果人造肉完全取代目前的肉类生产形式，甚至会使绿色革命的成就黯然失色。土地、水和人力的节省将是巨大的，甲烷和一氧化碳的排放也会减少$_2$，一些估计声称，合成肉比目前的肉类生产需要的土地和水少90%。阿姆斯特丹大学(university of Amsterdam)和牛津大学(Oxford) 2011年的一份报告得出的结论是，与传统肉类相比，人造肉可能需要的能源减少45%，土地减少99%，水减少96%，更不用说达到96%了

减少温室气体排放。同一份报告指出，如果美国改用合成牛肉，可能减少的温室气体排放量相当于减少2300万辆汽车，用一个人造肉汉堡代替“真肉”，节约的水相当于50多个淋浴。

由于肉类和乳制品的消费量将在2000年至2050年之间翻一番，人造肉不仅是一件美好的事情，而且对满足世界各地人们不断增长的需求至关重要。考虑到自该领域首次提出概念以来的十年中生产成本的变化，合成肉似乎不仅会在价格上与动物肉竞争，而且在不久的将来，它的价格会便宜得多。所有这一切都能减轻痛苦，减少我们对有限资源的使用。波斯特的个人观点是，人造肉在20年内将具有价格竞争力。事实是，经验曲线的力量可能意味着它会更早到来。

来自蔬菜的肉

然而，细胞农业不仅仅局限于人造肉。事实上，用干细胞培育肉末、鱼片和鸡胸肉仍然非常耗时——至少目前如此——尽管这些产品可能在一代人的时间内成为主流，但对一些人来说，这还不够快。这就是为什么不可能的食物选择了一种不同的方法来尝试创造与肉类没有区别的素食产品。但他们认为，与其“培育”肉类蛋白质，不如让非肉类蛋白质更接近动物体内的蛋白质。

他们的模式背后的科学，目前专注于他们的旗舰“不可能汉堡”，比创造要简单得多

动物性的肉减去动物。尽管如此，它仍然在细胞农业的范围内，因为其目的是创造新的生物机制来生产现有的食物。马克·波斯特(Mark Post)等人青睐的方法是通过将动物从一系列生物过程中剔除来制造人造肉，而“不可能的食物”想要更进一步，只使用蔬菜。虽然这听起来很奇怪，但也许不应该这样做。毕竟，从生物黑客的角度来看，奶牛只是一种将饲料和氧气转化为牛肉的化学反应。

选择这样一种模式的部分吸引力在于，大自然的丰富性有很多是未知的。世界上有35.3万种植物，其中大多数的成分总共包含80亿种蛋白质、1.08亿种脂肪和400万种碳水化合物，人们对它们的构成知之甚少。从不可能的食物的角度来看，这些食物不亚于大自然的工具，可以从我们的饮食中消除加工过的糖、盐，是的，甚至是肉类。

引领这场重新设计食物的革命的是“血红素”，不可能汉堡的秘密成分。血红素是一种赋予血液颜色并帮助生物体携带氧气的分子，但对Impossible来说，更重要的是，它让我们联想到多汁的半熟牛肉的浓郁铁味。

虽然血红素在动物肌肉组织中含量丰富，但它也可以在自然界的其他地方找到，尤其是固氮植物和豆类。唯一的问题是，如果你想用植物来源代替动物来源，你需要大约一英亩的大豆才能生产出一公斤大豆豆类血红蛋白。这就是不可能的食物找到解决方案的地方。他们将编码这种蛋白质的基因插入一种叫做*毕赤*酵母的酵母中，然后用糖和矿物质喂养这种酵母，促使

促使它生长和复制。再一次，这是“种植”食物——在这种情况下是一种特定的成分——与酿造啤酒的方式没有什么不同。

对于不可能汉堡来说，血红素是增加“肉”味道、质地和气味的决定性元素。除此之外，这种汉堡只是用动物脂肪和蛋白质代替了小麦、椰子油和土豆等植物脂肪和蛋白质。虽然从合成肉制成的汉堡的意义上说，这种汉堡并不是真正的汉堡，但他们的目标是最终制造出汉堡——以及其他食物——与肉制品没有区别。虽然人造肉可能在一代人的时间里具有价格竞争力，但不可能的食物(Impossible Foods)等公司的产品已经上市，该公司目前每月生产100万磅磨碎的“植物肉”。到目前为止，投资者已经向不可能的食物公司投入了近2.75亿美元，但当你考虑到全球肉类市场的规模超过1万亿美元，并且在我们的地球受到限制的情况下仍在迅速增长时，这似乎是一项谨慎的投资。

不仅仅是肉类

无论是培育肉类还是通过基因改造酵母来创造新的成分，细胞农业的雄心壮志并不局限于在没有动物的情况下创造肉类。事实上，这些原则更容易被用于其他食物，如牛奶、蛋清甚至葡萄酒。

目前，牛奶似乎是最简单的一种，鉴于它是一系列动物产品(从奶油到黄油、酸奶和奶酪)中如此重要的成分，一种有效的替代品将产生巨大的影响。更重要的是，数以亿计的人有乳糖不耐症，或者出于道德原因不愿食用乳制品，所以他们生产牛奶

对于任何希望涉足细胞农业的人来说，这显然是一个起点。当然，市面上有很多坚果和豆浆，但它们的味道都不一样，更重要的是，它们无法跟上全球不断增长的需求。

Perfect Day食品公司是第一批认为他们可以在没有奶牛的情况下生产牛奶的公司之一。为了做到这一点，两位生物医学工程专业的公司联合创始人从美国农业部获得了一种特殊的酵母菌，并将牛的DNA序列插入其中——就像不可能食品公司对血红素所做的那样。然后，他们用糖发酵酵母，类似于酿造啤酒，用酪蛋白和乳清制造出“真正的”牛奶蛋白。然后将它们与植物性脂肪和营养物质结合，生产出无乳糖牛奶。从本质上讲，这与奶牛的四个胃中的发酵过程是一样的，只是没有能量消耗在动物的其他部位，没有甲烷和二氧化碳等不必要的副产品，土地和水的消耗也明显更低。

然后是鸡蛋。蛋清替代品并不是什么新鲜事——事实上，近年来商业上最成功的素食产品之一是蛋黄酱替代品Just。以一种让人想起不可能食品汉堡的方式，Just Foods研究了许多具有蛋清乳化特性的植物来源来制作蛋黄酱。在考察了11种植物成分作为可能的替代品之后，他们选定了一种特殊的加拿大黄田豌豆——一种分裂的豌豆，它拥有恰到好处的特性，不需要基因改造。

但是，尽管这令人印象深刻，但仍有数百种其他食谱需要鸡蛋，更不用说煎蛋卷、烘焙或单纯烹饪的鸡蛋了。这就是克拉拉食品公司的切入点。他们发明了一种不用一只鸡就能精确复制蛋白的方法。他们的过程，

不出所料，首先是一种用于“生长”蛋清和所有12种蛋白质的转基因酵母。潜在的好处是显而易见的:更便宜的鸡蛋，没有沙门氏菌或禽流感的风险，也不需要抗生素。此外，它们更具可持续性，温室气体排放量要低得多，而且所需的土地和水也更少。克拉拉食品公司的目标是在2020年将合成蛋白推向市场，这一目标背后的科学是有希望的，它可能会在结束与电池鸡蛋生产相关的福利问题方面发挥重要作用，同时生产出更健康、更便宜的产品。

这一切都很好，但是制作意大利面和煎蛋卷所需的蛋黄呢?克拉拉食品公司也打算在那里生产类似的产品，但在那之前，Just将在2018年夏天推出由绿豆提取物制成的Just Scramble炒鸡蛋后拥有这块土地。

香槟酒社会主义

细胞农业并不局限于生活必需品。事实上，葡萄酒开始变得非常有趣，与大多数食品和饮料不同，葡萄酒具有高度特定的味道特征，赋予每瓶葡萄酒独特的地位和价值。虽然复制葡萄酒的过程与上述食物不同，但这意味着它可能比任何其他食物或饮料都更容易成为一种信息商品。

到目前为止，唯一的障碍是我们无法收集或复制必要的信息。如果我们能做到，那么老式的马格南就会开始像MP3了。

每一种葡萄、风土和年份的独特性，都是葡萄酒浪漫的一部分。对于精致的味蕾来说，

1990年的ch<s:1>玛歌chteau Margaux与他在超市里买的一瓶低纯度红葡萄酒是完全不同的饮料。从商业角度来看，这使得葡萄酒成为生物技术公司的一个很好的起点，因为它非常受欢迎，但有多种价格点。如果我们对经济理性的看法哪怕是一点点正确，那么葡萄酒走在合成食品革命前沿的正确动机是存在的。

这就解释了为什么一家名为“无尽西部”(Endless West)的公司(前身为艾娃酒庄(Ava Winery))会全力以赴地进入这一领域。他们不仅认为自己可以在没有葡萄、没有发酵的情况下重新创造出葡萄酒，而且最终他们将能够复制出特定葡萄品种、土壤和年份的精确风味。他们计划如何做到这一点，是通过分子组装，采用“扫描和打印”的方法对现有的葡萄酒进行分类，然后用氨基酸、甘油、糖和乙醇的精确混合来重新制造它们。最终的产品可能是一瓶价格极低的经典酒——他们已经尝试仿制了1992年的Dom p<s:1>里翁(尽管它从未上市)。

但葡萄酒的味道非常复杂，因此，为了转向威士忌，他们最近推出了Glyph——他们称之为世界上第一款“分子烈酒”。如果“无尽西部”的方法奏效，它就会像第三次颠覆的背景下的许多其他东西一样，把以前高价值的酒精变成一种信息商品。一夜之间，最珍贵的酒瓶，其价值是其稀缺性的函数，将在技术上受到无限的复制。更重要的是，这个过程将需要更少的土地、水和劳动力——实际上，它很可能完全自动化。具有讽刺意味的是，左翼激进分子被视为沉迷于“香槟社会主义”，这可能是对我们不太遥远的未来的恰当描述。

目前，这些葡萄酒很容易与真品区分开来，一位评论家形容该品牌的莫斯卡托(Moscato)表现出“塑料的香气和味道”，散发出“人为的”气味。然而，他们的威士忌则是另一回事，《华盛顿邮报》称它有甘草和苹果的味道，尝起来比帕皮·凡·温克尔的20年家庭珍藏威士忌更好，后者是世界上最珍贵的波旁威士忌之一。

除了在劳动力、时间、能源、土地和水方面的巨大节省之外，合成生物学还将为粮食生产的历史性迁移奠定基础。人造肉不需要阳光，似乎是垂直城市农业的完美选择，而土地的明显节省将从根本上改变我们与自然的关系。

这可能有很多好处，包括恢复因森林砍伐和工业革命而失去的大片荒野——当然，作为碳汇的主要用途，可以缓解气候变化。与此同时，全球粮食分配的结束，至少以目前的形式，将避免大量的浪费。目前，一顿美国餐中的平均食材在消费前要经过1550英里的路程，而食品最终零售价格的70%来自运输、储存和处理。在一个通过效率和极端供应来强调能源丰富的社会里，将一卡路里的卷心莴苣从美国空运到英国需要消耗127卡路里的燃料(目前的情况)的想法理所当然地被认为是荒谬的。

事实上，就像基因编辑一样，DIY文化可能会伴随着超本地化生产的兴起，我们越来越多的闲暇时间将用于自制肋眼牛排和gruy<e:1>奶酪，就像啤酒或苹果酒一样。

III. 找到天堂

必须谦虚地承认,发明不是凭空创造,而是凭空创造。

玛丽·雪莱

随着私有属性的废除,我们将拥有真正的、美丽的、健康的个人主义。没有人会把他的生命浪费在积累东西和东西的符号上。一个人会活下去。活着是世界上最难得的事情。

奥斯卡·王尔德

9
民众支持:奢侈民粹主义

*我们什么都要。*Nanni Balestrini

反对精英技术统治

第三次颠覆的技术已经对世界产生了一系列新的倾向。因此，社会生活的方方面面，从所有权到工作，甚至稀缺性，都在发生转变。

从这一观察中出现了几个问题:这些性情如何转化为政治权力?我们认为可以提供的未来与现在的失望之间的距离如何被打破?我们如何将看似个体的、个人的问题转化为一个大胆而有力的“我们”?

要回答这三个问题，首先要承认。极端供应的趋势意味着，从食品到交通和服装，所有东西都将永远变得更便宜，而这一切都是每种生产要素下降的结果

价格由于信息的核心作用，在缺乏适当政治的情况下，这只会导致新形式的暴利。马克思完美地表达了这一点，他写道:“因此，最发达的机器迫使工人比野蛮人工作的时间更长，或者比他自己用最简单、最粗糙的工具工作的时间更长。”

作为对这种承认的回应，一种断言是:任何寻求将第三次颠覆的可能性屈从于人民需求而非利润的成功政治，都必须是民粹主义的。否则，它肯定会失败。资本主义现实主义对于激进的管理和技术官僚政治来说适应性太强了，这意味着任何决裂都必须用大多数人容易理解的习语来理解。更重要的是，向全自动豪华共产主义转变所带来的更广泛的社会效益，必须被视为与个人规模的繁荣并行，而不是牺牲某些更大的利益。这就是“自助大师”(你想成为什么样的人就成为什么样的人)的政治理念，它被嵌入到更广泛的政治变革计划中。你只能在FALC下过最好的生活，别无他法，所以为之奋斗，拒绝属于过去的经济制度的枷锁。

民粹主义是一种拒绝承认在管理经济方面普遍存在的常识的政治。因此，它的一部分批评者，那些最受资本主义现实主义诱惑的人，从错误的假设中攻击它，即除了新自由主义之外没有其他选择。由于现状受到五次危机的威胁，以及2008年的长期影响，这种辩护将越来越多地通过呼吁反乌托邦主义而不是任何积极的或命题来进行。因此，即使是建制派的旗手也可能承认，生活水平正在变差，或者社会在许多方面正在倒退，但至少，他们会做出回应，

我们不是90年代的卢旺达，也不是中世纪的农奴。这样的立场意味着未来观念的死亡，启蒙和进步——以前是自由资本主义的意识形态支柱——被一种美好社会的愿景所取代，在这种愿景中，衰落的速度可能会略慢一些。

其他人可能会同意变革的规模，甚至是迫切的必要性，他们会争辩说，这种激进的道路只应该由少数技术官僚精英来追求。这种冲动即使不能被原谅，也是可以理解的;或者怀疑民主会释放“暴民”，这种怀疑和民主这个想法本身一样古老。更重要的是，仅仅在决策层面上进行表面上的换岗，比建立一场大规模的政治运动更容易设想，而且作为一种战略执行起来也要简单得多。然而，事实是，任何未经大众同意而强加的社会解决方案，特别是考虑到第三次破坏所释放的动荡能量，根本不会持久。

正因为如此，要想实现所需的变革，并在一个与过去公认的智慧越来越不一致的世界中持续下去，民粹主义政治是必要的。这种政治将文化和政府与个人和社会复兴的理念融合在一起。借用一个术语来说，它创造了未来。如果做不到这一点，就会功亏一篑。

民粹主义政治是呼吁并声称代表“人民”的政治。虽然这一类别并不是作为一个永久不变的实体存在，但普遍存在的是提升某些集会、社会特征或能力的参数。这就是为什么“民族人民”是由血缘和土地的共同体来定义的;“民主人民”由通过选举锻造合法权威的共同行为来定义;而“无知的人民”则由一个仁慈的精英慷慨地阻止他们或保护他们免受自己的伤害。民粹主义的本质是决定谁是“人民”

让那些被认为太无能、太危险或太温顺而无法改变社会的因素变得可见和强大。

就像19世纪初欧洲的第二次动乱一样，民粹主义是应对我们即将面临的这种变革的唯一途径。然后，通过新的团结形式来理解不断变化的世界:自由主义和威权主义的民族主义、帝国主义、种族主义和社会主义。当前的关键时刻需要类似的东西，要求我们创造一种集体政治，超越新自由主义提供的稀缺、工作和狭隘的自我和同一性形式。认为统治阶级可以在这样的文明裂痕中管理这样的过渡——无论是好是坏——不仅是错误的，而且是荒谬的。更重要的是，如果不创造新的、适当的团结形式，那些由前几代人炮制的威权主义将会卷土重来。

红与绿

这种“奢侈”的民粹主义一定是红绿兼而有之。红色是因为它将第三次破坏的能量置于为人类服务的位置——在这个过程中，以前所未有的方式增强个人自由。绿色是因为它知道气候变化是不可避免的，超越化石燃料是一件极其紧迫的事情。更重要的是，它没有降低我们的生活质量，而是明白向可再生能源的过渡如何为能源丰富提供了一座桥梁——在化石燃料有限的情况下，比以前可能实现的更加繁荣的社会。

没有共享财富的红色政治，生态的绿色政治将无法赢得民众的支持。反之，以化石燃料和资源为基础的“红色富足”承诺

稀缺将成为气候崩溃的牺牲品，使世界上的穷人面临前所未有的破坏。这就是为什么唯一适合对抗气候变化的政治是对FALC的需求，这种需求是由过上更充实、更丰富的生活的冲动所驱动的，而不是减少的生活。

对于二十世纪的绿色运动来说，这是异端邪说。然而，正是他们，在太长时间里，不明智地附和着“小即是美”的说法，认为拯救地球的唯一方法是退出现代性本身。FALC反对这一命令，将化石资本主义下的消费——通勤、无处不在的广告、胡扯的工作和固有的过时——与在极端供应条件下追求美好生活区分开来。在FALC下，我们将看到比以往更多的世界，吃到我们从未听说过的各种食物，过着与今天的亿万富翁相当的生活——如果我们愿意的话。随着以有偿劳动为基础的社会像封建农民和中世纪骑士一样成为历史的遗迹，奢侈品将无处不在。与今天的超级富豪空洞的虚无主义(他们超越匮乏的崛起，可悲地表现在炫耀性消费上)不同，建立FALC的过程不仅会给我们留下让我们快乐所需的资源，还会给我们一种共同的使命感。

更重要的是，奢侈品民粹主义拒绝道德消费的民间政治和“本地”领域的内在美德。解决这五种危机所需的解决方案的范围是全球性的，尽管行动往往是离家很近的——正如以下章节所阐明的那样——承认任何回应的历史和全球规模是至关重要的。我们的雄心必须是普罗米修斯式的，因为我们的技术已经让我们成为神了——所以我们不妨擅长于此。

然而，必须为“草根”运动留下空间，推动后稀缺替代方案，同时攻击破碎的现状。围绕从化石燃料中撤资的运动提供了一个如何发挥作用的例子。对化石燃料的批评不是通过呼吁降低现代性的音量来呼吁气候正义，而是在更广泛的框架内，认为化石燃料是提高生活水平的障碍。与太阳能和风能相比，碳氢化合物不适合我们这个世纪的需要，就像燃烧鲸鱼脂肪照明不适合上个世纪一样。挖掘和燃烧矿藏以获取能源是上个世纪的事了。

在抵制页岩气开采方面也需要同样的方法，页岩气是“第二次破坏”最后余烬中“稀缺主义”短视的最明显例子。虽然其中一部分是继续推行彻底的禁令，就像法国、德国和纽约已经实施的那样，但这必须与对更好的东西的需求一起进行。在这里，倡导者必须与反对水力压裂法的社区一起大声疾呼，要求原住民权利、地方民主和激进的土地改革，同时呼吁停止钻探。在这方面，阿拉斯加、加拿大和澳大利亚的运动已经成为令人震惊的例子，更不用说苏塞克斯郡的一个小村庄Balcombe，在那里，一个由活动家和当地居民组成的联盟反对水力压裂法的计划，同时要求社区拥有太阳能的替代方案。对清洁能源的呼吁不仅必须成为期望成本永久下降的代名词，而且必须成为共同所有权的代名词。繁荣、民主和公地不仅相互联系，而且是相互构成的。

这种新民粹主义不仅推动了红绿政治，复兴了进步和共同富裕的理想，而且还将