

合成生物学即将颠覆你的产业

Boston Consulting Group 发布时间：2022.05.13

相关专业知识: [数字、技术和数据](#), [数据和数字平台](#), [数字战略](#)

正如全球知名的商业咨询公司 BCG（波士顿咨询 2022 年 2 月 10 日）宣称：合成生物学技术终于走向成熟，成为几乎可以促使任何东西都成为有竞争力和可持续生产的方式。企业必须学会使用 syn-bio（合成生物学）开发新产品和新工艺，改进现有产品和工艺，并降低成本以保持未来的竞争力。

合成生物学——是一个还没有被普遍接受的名词或我们将其称之为 Syn-Bio——已经成为一种颠覆性的力量，正在催生强大的生物经济。生物学通常被定义为对生物和生命本身的研究，但 syn-bio 已经将这门科学变成了未来的制造范式。理论上，微生物可以制造许多目前工业流程所制造的东西，因此 syn-bio 是创造产品和改进流程的生物系统的设计和工程。可以为生产如香料、织物到食品和燃料等几乎所有人类消费品提供新的生产方法。

企业将不再受原材料供应的限制，可以大规模且工程化地从一个细胞一个细胞地开始设计和制造无限数量的东西。例如，从半克牛肌肉可以产出多达 44 亿磅——超过墨西哥一年消费量的牛肉。Syn-Bio 已经催生了一个基于科学的初创企业的行业，而这些企业正试图改变传统产品和工艺，改变我们所知的物质世界。

“到 2030 年，syn-bio 可以广泛应用于占全球产出三分之一以上的制造业——价值 30 万亿美元”。

正如排列 0 和 1 使所有类型的信息能够以数字形式交流一样，改变遗传密码——A、T、C 和 G，分别代表腺嘌呤、胸腺嘧啶、胞嘧啶和鸟嘌呤，这四种核苷酸构成了 DNA——改变了生物系统。新的基因组编辑技术，如 CRISPR-Cas9，正在帮助创造新的 DNA 组合，降低编辑 DNA 的成本，并增加可以无误复制的 DNA 链的长度。无细胞生物学的可行性已经提高，允许公司使用不需要活细胞的代谢细胞过程，并通过使用生物传感器使测试更快。像数据和云计算一样，DNA 和 DNA 编辑正在推动新的生产前沿的创建。到 2020 年，合成生物可以广泛应用于制造业。根据一项新的 BHI 研究，这占了全球产出的三分之一以上——价值不到 30 万亿美元。可以肯定的是，由于实时数据收集，自动化，还有 AI 一些行业比其他行业更能感受到这种影响。根据我们的预测，在未来五年内，健康和美容、医疗设备和电子产品等行业的现有企业将受到 syn-bio 竞争对手的挑战，正如制药和食品行业已经受到的挑战一样。许多初创企业已经瞄准的其他行业，如化工、纺织、时尚和水，在中期内将面临来自 Syn-Bio 替代品的成本竞争，长期内将面临采矿、电力甚至建筑等行业的竞争。

随着世界生物学知识的增长，DNA 编写和编辑成本的下降，以及合成工具变得更加容易使用，Syn-bio 的前沿将继续扩展。新产品和新工艺将被创造出来，听起来像是科幻小说里的东西，但走向主流的时机已经成熟。此外，syn-bio 初创企业正在设计更可持续的产品，消耗更少的资源，如土地和水，并且不使用化

石燃料及其衍生物。这些产品也更耐用，使用后产生的废物更少，在大多数情况下对人类更健康。

正如上个世纪合成改变了化学，芯片设计改变了计算，生物学家在分子、细胞和系统生物学的基础上，将科学从分析学科转变为工程学科。

世界各地的首席执行官们必须马上掌握这项迷人的技术，特别是因为商业和科学迄今为止一直倾向于在不同的领域运作。如果公司希望生存下去，它们必须学会利用 syn-bio 来获得竞争优势，这种优势在任何意义上都是可持续的。

Syn-Bio 正在改变产品和流程

正如上个世纪合成改变了化学，芯片设计改变了计算，生物学家在分子、细胞和系统生物学的基础上，将科学从分析学科转变为工程学科。当硬件工程师根据材料的物理特性设计新的集成电路和微处理器时，生物学家可以建立 syn-bio 系统，帮助公司改变产品和/或工艺。因此，syn-bio 的先驱们正在利用这项科学来实现五个不同的目标：

1.创造创新产品和新颖工艺。许多 syn-bio 初创公司设计了全新的产品，与它们替代的产品相比，制造这些产品需要更少的自然资源。挑战者可以以高价出售它们，因为这些产品更可持续，并且是为每个应用或用户定制的。

以合成肉类行业为例，70 多家有着理想主义名称的初创企业——如不可能的食品、超越肉类、无害肉类、新时代肉类、改变食品、吃正义、好鸡肉和上行食品——正在如火如荼地发展。

Upside Foods 七年前由心脏病学家 Uma Valeti、肿瘤学家 Nicholas Genovese 和拥有生物医学工程博士学位的 Will Clem 在加州伯克利成立，目的是大规模生产合成生物肉。这家初创公司从几个品种的鸡和鸡蛋中提取干细胞，给它们喂食氨基酸、碳水化合物、矿物质、脂肪和维生素等营养物质，并使用生物反应器加速盛宴细胞的生长。这不仅减轻了饲养供人类食用的动物对环境的影响，还限制了污染的风险，因为蛋白质是在无菌条件下生产的。Upside Foods 在其生物反应器中培育了鸡肉、牛肉和鸭肉，像去年在新加坡餐厅推出细胞培养鸡肉的 Eat Just 一样，它计划在不久的将来在美国各地销售实验室培育的鸡肉。

Syn-bio 的创新也延伸到了生产过程。波士顿的 syn-bio 公司银杏生物工程公司利用基因工程生产可用于工业过程的细菌。银杏正在对科学进行重新编程，以颠覆一系列行业，并创造了一种企业集团商业模式，称之为“生物技术的伯克希尔(哈撒韦)”

许多合成生物公司正在重新设计传统工艺，开发比现有工艺更环保的新生产方式。

五年前，银杏生物工程公司与德国制药、保健品、农业化学品和种子制造商拜耳公司成立了一家合资企业。这家名为 Joyn Bio 的新公司合成微生物，使玉米、小麦和水稻等作物能够更有效地使用化肥，从而减少所需的数量。植物生长和光

合作用需要氮，但它们不能直接从空气中获取氮。它们必须依赖土壤以及根部的细菌和古菌，这些细菌和古菌将空气中的分子氮转化为氨。

然而，许多谷类作物无法获得足够的细菌，因此农民必须使用氮肥来确保植物生长。Joyn Bio 希望通过改造微生物产品来改变这种情况，当微生物产品被引入土壤时，将帮助玉米、小麦和水稻植物将氮转化为它们可以利用的形式。另外，微生物还能保护植物免受病虫害的侵害。

2.提高现有产品或流程的性能。许多合成生物公司正在重新设计传统工艺，开发新的方法来制造熟悉的东西，这些方法比现有的方法更具环境可持续性，现有的方法往往依赖石化产品、其衍生物或其他生态危险化学品。基于细胞的过程也经常提高产量，因为科学家可以改造那些将提供最高产量的微生物菌株。

这采矿业，例如，使用现场堆浸从开采的矿石中提取金属，如铜、铀和金。该过程使用化学物质从地下矿藏中提取金属，引发一系列反应来吸收特定的矿物质，然后将它们从其他材料中重新分离出来。问题是，矿业公司传统上使用碱性氰化物处理碎矿石，这会产生毒素。它也产生了大量的废物。例如，提取制作一枚结婚戒指所需的黄金会产生多达 20 吨的废物。

相反，一些矿业公司——如西班牙的力拓集团、智利的必和必拓 Cerro Colorado 和墨西哥的 Cananea 正在试验生物沥滤和生物氧化。这些 syn-bio 工艺使用水、空气以及至关重要的活微生物等材料，从硫化物精矿中提取铜、锌、铅、砷、锑、

镍、钼、金、银和钴等金属。微生物催化铁硫化物的氧化，产生硫酸铁和硫酸。前者氧化硫化铜，铜被形成的硫酸浸出。

生物沥滤比传统工艺更便宜，因为管理这一过程所需的工程师更少。它可以用来代替一些破碎和研磨，降低采矿成本和能源消耗。即使矿石浓度很低也不会构成挑战；细菌通常忽略金属周围的废物，并确保提取率超过 90%。这一过程比传统的矿石开采更加环保，对景观的破坏也更少。此外，细菌在矿井内繁殖，因此它们可以在适当的安全措施下回收，以防止溢出。这创造了循环经济，副产品或废物被用作相同或其他过程的投入。

尽管人们对所有自然事物的胃口越来越大，但全球天然香草的产量很小，而且还在下降。在每年生产的 18,000 公吨香草香精中，不到 1%来自豆类。

3.降低成本或增加稀缺原材料的可用性。Syn-Bio 公司通过发酵植物原料来生产产品已经变得司空见惯——就像酿酒商和制药商使用大桶酵母来制造啤酒和胰岛素一样。这一过程不需要特殊的原材料，而且当大规模生产时，一些植物原料也更便宜。

随着 syn-bio 公司走上学习曲线，它们已开始制造角鲨烯(一种在水生野生动物中发现的用于制药的化学物质)等简单原料，以及皮革和香草醛等复杂原料。以香草为例，它是自 20 世纪初以来流行的调味剂。尽管人们对所有自然事物的胃口越来越大，但全球天然香草的产量很小，而且还在下降。较少的现在超过 1%的香草香精来自于豆类。在每年生产的 18,000 公吨香草香精中，制造商用化

学方法合成的约 85%来自愈创木酚，一种来自愈创木科植物的有机化合物，15%来自木质素。

想要全天然的食品公司正面临着成本上升、复杂的标签法，以及消费者对什么是天然香草、什么不是天然香草的质疑。syn-bio 开创的一种选择是从香草豆以外的来源提取天然香草醛。例如，自 2011 年以来，瑞士生物技术公司 Evolva 一直与全球领先的国际香精香料公司(IFF)合作，在实验室开发香兰素。Evolva 已投资开发成分，优化其使用，并缩短规模化生产所需的时间，而 IFF 将帮助扩大产量和促进商业化。

在光谱的另一端，一些合成生物公司正试图用生物制造奢侈材料，如皮革。制造皮革是一个昂贵的劳动密集型过程，而且对环境有很大的负面影响。位于新泽西州的 Modern Meadow 公司已经开始培育一种酵母，并将其改造为生产胶原蛋白，这是一种赋予皮革强度和弹性的蛋白质。一旦经过提纯、压成薄片和鞣制，瓮中培养的胶原蛋白就变得几乎像皮革一样。这一过程不依赖于死牛或任何制造人造革或纯素皮革所需的石化产品。

因为酵母不产生可以自动组装成皮革薄片的胶原蛋白，所以 Modern Meadow 添加了两种基因来产生酶，帮助修改胶原蛋白的分子结构。使用另一种方法，它将材料制成生皮片。该公司谭灿皮革，因为它会牛皮，它也可以修改胶原蛋白，使工程皮革更抗撕裂，薄得不可思议，或优化它的特殊要求。

同样，加州的初创企业 MycoWorks 正在用菌丝体开发皮革。更为人所知的是蘑菇的根结构，当实验室培养的孢子被用于将材料结合成柔韧的膜时，菌丝体显

示出皮革的强度和耐用性。MycoWorks 最近开始与爱马仕合作，利用一项专利技术开发生物皮革，该技术可以在菌丝生长时增强菌丝。这种名为 Sylvania 的生物皮革将由爱马仕的制革工人和工匠进行鞣制、加工和塑形，这是一种罕见的区别。第一款由 Sylvania 皮革制成的爱马仕包将是全新的 Victoria Voyage，将于 2022 年推出，价格约为 4000 美元。

4.创造更环保的产品或原材料。如果合成生物学能够部分实现其最初的承诺，让商业变得更加可持续，那么它就不仅仅证明了自己存在的合理性。[持续性](#)通常是公司开发新产品和新工艺的结果，但许多公司也在替代对环境有害的产品。

以位于圣地亚哥的 Genomatica 公司为例，该公司开发了生产中间化学品和基础化学品的生态安全工艺。八十年前，杜邦公司创造了尼龙 6 并将其商业化，公司现在用它来制造尼龙地毯、服装、汽车内饰、工程塑料和食品包装。去年，Genomatica 成功开发了一种基于微生物的生产工艺，该工艺可以发酵植物中的糖，而不是石油，从而制造出制造尼龙 6 的关键中间体。法国 Aquafil 在斯洛文尼亚的一家工厂将可再生原料转化为尼龙 6 聚合物切片和纱线。它计划在未来 10 年内将其生物尼龙生产能力提高 50 倍，主要是因为改用合成生物尼龙将每年减少多达 6000 万吨的温室气体排放。

随着 syn-bio 开发新的使用方法，一些有机废物可能会获得价值。例如，在植物细胞壁中发现的天然聚合物木质素可以作为碳源重复使用，为微生物的生长提供燃料。

5.催化弹性供应链。 Syn-bio 制造设施通常与农业和城市废物等原料来源位于同一地点，从而降低了成本，使其更具弹性，并减少了碳足迹。这些原材料来源丰富且常年存在，因此合成生物工艺的供应可能不会受到困扰当今全球供应链的冲击。同处一地还将使公司免受商品价格、外汇汇率和地缘政治紧张局势的影响。

随着 syn-bio 开发新的使用方法，一些有机废物可能会获得价值。例如，在植物细胞壁中发现的天然聚合物木质素可以作为碳源重复使用，为微生物的生长提供燃料。同样，从甲壳质生物合成壳聚糖——甲壳质是第二丰富的天然生物聚合物，在节肢动物的外骨骼中发现——可用于制造多种产品，从塑料替代品到食品防腐剂。

合生工艺将有助于更好地应对需求波动。合成生物发酵工厂的微生物原料可以用来制造各种产品，所以一旦公司选择了一种微生物，他们就可以多样化。他们可以利用模块化技术平台来改造微生物，从生产一种产品转向生产另一种产品。

Syn-Bio 可能很快会颠覆你的产业

Syn-bio 将很快影响许多行业，尽管对每个行业的影响时间会有所不同。我们的研究表明，一些行业，如健康和美容、医疗设备和电子产品，将立即受到影响，而其他行业，包括化学品、纺织和水管理，将在未来 10 年面临基于成本的竞争，其次是采矿、电力和建筑等行业，如我们前面提到的。（详见附件 1。）

Exhibit 1 - The Disruptive Impact of Synthetic Biology

When, and how, the technology will affect your industry



Source: ECG interviews and research.

*Without considering the development of electric machinery and automobiles.

†Abstracting from the manufacture and use of electric machinery and automobiles.

两个因素决定了 Syn-Bio 何时会颠覆一个行业:

1.成熟的时间到了。这很大程度上取决于合成生物技术从科学理论发展到商业技术所需的时间。很难预测这种情况会在多长时间内发生。这些复杂的技术不会以线性方式扩展，因为除了已知的挑战之外，未知的因素还会在技术开发的每个阶段出现。正如每一项技术都有一个临界点，当它不再是一项实验并准备商业化时，Syn-Bio 科技公司必须在走向市场的旅程中跨越两个里程碑。

• **规模。**当科学家能够证明这项技术首先在实验室中发挥作用，然后在生物反应器中达到工业规模时，这个里程碑就跨越了。虽然它们在实验室阶段可能很有前

途，但 90%以上的合成生物技术都失败了，因为它们无法规模化。规模对不同的细胞类型有不同的含义。在生物反应器中制造酵母需要每年至少 60 千升的规模，而制造动物细胞只需要 45 千升。无论哪种方式，扩展都需要时间和精力。行业惯例是对流程的任何更改执行 1000 个运行时小时。

- **成本。**当组织能够将制造产品或使用过程的成本降低到比其传统对手更低的水平时，它就达到了这一目标。转移到一个成本效益高的设施通常涉及到增加其与原料来源的接近度。

未来社会认可之风将吹向 Syn-Bio 行业的哪个方向是无法预测的，因此早期采用者必须塑造叙事和监管，以便它们有利于 Syn-Bio 行业。

2.传播。这一因素反映了一项技术如何获得认可，它是政府法规、行业集中度、投资、产品性质、稀缺程度等因素的函数。扩散速度还取决于支持生态系统的成熟度，特别是科学人才、学术合作伙伴和供应链的可用性。

在我们对合成生物技术的影响的讨论中，隐含着社会和消费者对它们的接受程度，这是我们在本文中没有涉及的。它们可能是没有争议的——就像人工皮革的使用一样——也可能是有争议的，就像转基因食品一样。(合成生物技术涉及对细胞进行编程，以产生独特的化学物质或产品，而基因工程则专注于修改现有生物体的特定部分。)在现阶段，还无法预测未来社会认可之风将吹向 Syn-Bio 行业的哪个方向，这就是为什么早期采用者必须塑造叙事和监管，以便它们有利于 Syn-Bio 行业。

考虑到会颠覆一个行业的技术种类——例如微生物或全细胞——以及行业利润率，一些公司可能会比其他公司更快感受到这些变化。例如，鉴于其规模、稀缺性和利润，用于制造美容产品的化学品比制造纺织品所需的化学品更有可能面临来自合成生物产品的竞争。在下一节中，我们将应用我们刚刚描述的框架来预测样本行业何时可能受到合生生物的影响。

Syn-Bio 今天面临三次中断

除了产生影响的时间不同之外，合生技术很可能对行业和现有企业产生不同的影响。预计会有三种类型的沉降物中的一种或多种：

- 行业现有企业可能面临新的合成生物工程产品的竞争，这些产品将通过提供更好的功能和更小的环境足迹，减少并随着时间的推移消除对现有产品的需求。
- 现有企业可以转向新的、更可持续的流程，这些流程是 Syn-Bio 公司开发的。
- 现有企业可以转而使用新的原材料，由 Syn-Bio 公司设计生产现有产品。

让我们依次考虑这些后果，重点关注在短期内最有可能受到影响的行业。

产品替代。 在一些行业，公司很快将不得不直接或间接地与合成生物工程替代品竞争。他们可以通过开发自己的 syn-bio 产品，利用传统产品与 syn-bio 初创公司正面交锋，或者专注于现有产品最有利可图的利基市场来实现这一目标。我们的研究表明，这些行业包括从工业(B2B)到消费者(B2C)企业。

在工业领域，一些合成生物公司已经开始生产**散装化学品和特种化学品**通过改造微生物并通过发酵扩大它们的规模。以 BDO (1,4-丁二醇)为例，它是一种化学

中间体，是一种伯醇，也是丁二醇的四种稳定异构体之一。在制造塑料、弹性纤维(如氨纶)和聚氨酯时，它被用作溶剂。领先的 BDO 制造商——巴斯夫、大连化工、中石化、新疆天业和新疆国泰——每年生产超过 100 万公吨，每年用于制造 250 万吨聚合物。2020 年，BDO 是一个价值 50 亿美元的产业，约有 30 家制造厂使用碳氢化合物原料生产 BDO。

如果世界上所有的 BDO 制造商都转而生产生物 BDO，这将每年减少 1500 多万吨二氧化碳的排放，几乎相当于 100 万美国人、200 万中国人或 300 万欧洲人的年碳排放量。

几家合成生物公司一直试图在商业基础上从可持续资源中生产生物 BDO。例如，Genomatica 使用可再生原料，如甘蔗、甜菜和其他碳水化合物来源，如玉米，而不是石化产品。它利用发酵来制造生物 BDO，这种生物在化学成分上与传统的竞争对手相同，但是减少了温室气体的排放可持续供应链。除了扩大第一代工业规模工厂的产量，该公司正在美国建造第二座工厂。

Genomatica 还将其生物制造工艺技术授权给了全球种子和肉类公司嘉吉 (Cargill)和家族所有的化学品营销和分销公司 HELM 之间的一家合资企业，该公司将投资 3 亿美元建设新工厂。该新工厂计划于 2024 年完工，年产量将超过 65,000 吨，是全球生物 BDO 生产能力的三倍。满负荷运转时，它的温室气体排放量将比传统的 BDO 工厂少 93%。顺便提一下，如果世界上所有的 BDO 制

造商都转而生产生物 BDO，每年将减少 1500 多万吨二氧化碳的排放。这几乎相当于 100 万美国人、200 万中国人或 300 万欧洲人每年的碳排放量。

橡胶在工业领域，一些公司正在尝试制造合成生物单体，这些单体可用于制造合成橡胶(聚异戊二烯)，这是天然橡胶的一种常见替代品。合成橡胶用于生产外科手套、高尔夫球、粘合剂和轮胎，通常由石油衍生材料制成。为了利用 syn-bio 技术改变这种情况，固特异等公司在 2007 年与杜邦工业生物科学公司合作，葡萄糖生物公司自 2010 年以来一直与马来西亚的 Bio X Cell 合作，普利司通在 2012 年宣布与日本的味之素成立合资企业。

这些巨头正试图利用基于发酵的工艺，经济高效地制造合成橡胶生产中的关键化学品异戊二烯(2-甲基-1, 3-丁二烯)。这种新的合成生物单体被称为生物异戊二烯或生物异戊二烯，可以由可再生碳水化合物原料改造的微生物制成。改用它将动摇 30 亿美元的异戊二烯市场，并减少橡胶工业对石化原料的依赖。

同时，的流行生物工程香精和香料位于工业到消费者光谱中间的电子产品正在取得进展。香精香料的年销售额超过 400 亿美元，每年增长 3.5%。20 多年来，这些大公司一直与合成生物公司合作，BASF、Firmenich、Givaudan 和 Takasago 等公司进行收购和内部投资，而 Conagen 和 Manus Bio 等合成生物公司的进入者扩大了可用分子的数量。与此同时，银杏生物工程公司已经开始与总部位于格拉斯的法国香水和香精公司 Robertet 合作生产一系列香水。

许多食品公司使用合成香草醛——腌制香草豆的主要风味成分——它可以由愈创木酚和木质素合成，正如我们前面所述。由于消费者的压力，公司不顾一切地用天然香草素代替合成香草素，而天然香草素是从昂贵的香草豆以外的来源生产的。例如，Solvay 使用一种专有的酵母菌株发酵米糠油的副产品阿魏酸来生产天然香草素，而法国香料公司 Mane 则使用丁香油中的丁香酚来生产香草素。这改变了 3 亿美元全球香草市场的动态。

制作一个不可能的食物牛肉汉堡肉饼，其成分包括实验室设计的非肉类血红素分子，比一个牛肉肉饼少需要 96% 的土地和 87% 的水，向大气排放的碳少 89%。

肥料正如我们前面所描述的，Joyn Bio 和 Pivot Bio 等行业和初创公司正在试图创造微生物，帮助谷类作物提高从土壤中吸收的氮。通过提供更便宜的解决方案和减少农民需要使用的氮肥量，他们可以颠覆价值 2500 亿美元的氮肥工业。后者占全球温室气体排放量的 3%，如果 syn-bio 初创企业取得成功，这一数字将减半。

在商业的消费者端肉工业正面临着来自不可能食品公司和超越肉类公司的竞争。Impossible Foods 用小麦和土豆蛋白、葵花籽油和椰子油、甲基纤维素、食用淀粉，以及至关重要的一种实验室设计的非肉类血红素分子来制作牛肉汉堡肉饼。它已经发现血红素使碎牛肉呈现红棕色，使肉饼出血，发出嘶嘶声，尝起来像动物肉。根据独立审计机构 Quantis 对其生产的汉堡进行的环境生命周期分析，

制作一个不可能的肉饼比制作一个牛肉肉饼需要少 96%的土地和 87%的水，向大气排放的碳少 89%。(参见附件 2。)

Exhibit 2 - How Cultivated Meats Went from Lab to Table



Source: BCG interviews and research.

syn-bio 肉类公司正在使用新技术来提高产量、增加可扩展性和降低成本。“不可能食品”的产品被鲜味汉堡、裸汉堡、白色城堡和汉堡王等快餐连锁店以及沃尔玛和克罗格等超市使用，而它的主要竞争对手 Beyond Meat 在卡尔、赛百味、丹尼、TGI 星期五、A&W、哈迪、德尔塔克和邓金等超市出售其合成汉堡。如果目前的趋势继续下去，到 2040 年，美国的传统肉类消费量可能会下降 33%。

流程改进。在许多行业，Syn-Bio 工艺可以取代今天的工艺，迫使现有企业开发更好的投入或通过转向基于 Syn-Bio 的采购来改进投入。他们还可以使用基于合成生物的方法来提高产量，同时减少对环境的影响。

合成生物技术可能会对价值链的不同部分产生不同的影响。例如，由于生物工程染料和加工化学品 纺织业正处于变革的阵痛之中。生产一吨染料需要使用 1000 立方米的水、100 吨重石油化合物、10 吨有毒和腐蚀性化学品，以及至少 200 兆焦耳/吨的能量。这就是为什么像 PILI 这样的初创企业试图消除苯和甲醛等石化产品的使用，同时减少制造染料所需的水、能源和化学品的用量。

PILI 使用酶将可再生资源中的碳转化为可用于生产纺织染料的分子，从而减少废物和副产品。它创造了带有编码一种酶或一系列酶的 DNA 的微生物，这些酶可以将碳转化为染料或色素，然后被提取和纯化。通过交换酶和优化代谢工程过程，可以产生多种颜色。由于纺织品制造商可以在不改变生产系统的情况下使用合成生物染料，有机染料有望在未来五年占据 330 亿美元的市场。

企业应该像对待任何其他颠覆性技术一样对待 syn-bio，专注于预测其近期发展和长期演变。他们必须根据他们可以预测的结果立即采取行动。

新输入。在某些行业，syn-bio 只会改变公司使用的原材料，而不会影响工艺。在位者可以通过使用 Syn-Bio 投入来降低成本或改善消费者主张。例如，汽车内部的许多方面都可以被合成生物替代品取代，如生物传感器、合成生物塑料和菌丝体皮革内饰。然而，这些材料不太可能改变公司在工厂制造汽车的方式。

企业现在必须为 Syn-Bio 做好准备

syn-bio 今天为商业提供的无数可能性只有该技术带来的多维挑战才能与之相比。就像数字技术一样，syn-bio technologies 很快将迫使公司重新思考他们的商业模式。许多公司将不得不对 R&D 合成生物公司进行大量投资，这些投资的回报是不确定的，而且从长远来看，即使企业想出了如何与初创企业建立复杂的合作伙伴关系和合资企业，回报也会不断增加。就像人工智能的情况一样，使用合成生物技术将迫使企业与那些对以任何形式再造生命的想法感到不安的社会打交道。

企业应该像对待任何其他颠覆性技术一样对待 syn-bio，专注于预测其近期发展和长期演变。他们必须根据他们可以预测的结果立即采取行动，根据对行业的预期影响改变他们对技术的监控程度。鉴于合成生物技术变化的速度越来越快，以及行业成熟的方式，一些行业将需要比其他行业更快地做出反应和回应。每个行业的首席执行官都应该马上采取以下第一步：

- 熟悉科学和技术。因为合成生物不同于其他技术，商业将面临一个陡峭的学习曲线。为了成功地制定战略，并识别出成功的技术和有前途的初创企业，企业必须抽出时间来学习。我们发现，先驱们正在为他们的高层管理、战略和 R&D 团队安排参观学习、邀请演讲嘉宾以及组织 syn-bio 学习日。

- 测试有前途的机会。利用跨团队获得的共享知识和理解，企业必须举办研讨会，探索可能性的艺术，确定最有前途的技术，并选择一些技术进行深入探索。为了验证最有前途的概念，高管们必须从利益相关者和科学家那里寻求关键的反馈。

他们可以通过迭代冲刺验证关键假设，并根据承诺的回报和可能的风险对机会进行排序。这样做可以让高管们发现立竿见影的效果，并进行尝试和实验。例如，瑞典家具公司宜家和美国电脑制造商戴尔正试图用 Ecovative Design 的植物菌丝体包装取代聚苯乙烯和聚苯乙烯泡沫塑料，这种包装在堆肥后一个月内就会分解。

- 寻找成功的先驱者。对于他们发现的每一个机会，公司必须寻找试图开发技术、产品和流程来实现这些机会的初创企业和巨头。最好关注那些已经将技术扩展到实验室之外的初创企业——这是它们生存能力的一个指标。

在面临来自合成生物技术的直接破坏威胁的行业中，公司别无选择，只能专注于技术的变革能力，并试图走在曲线的前面。

- 提前确定制造和供应挑战。许多 syn-bio 应用面临着规模、标准化、质量一致性、运输和生物安全合规性方面的挑战。在选择前进的道路之前，公司必须识别所有潜在的技术-商业挑战。例如，与其他新冠肺炎疫苗制造商不同，Moderna 在其疫苗上使用了脂质纳米颗粒涂层。它可以在与普通冰箱一样高的温度下防止 mRNA 降解，从而无需在超低温条件下运输疫苗。

- 选择合作伙伴。在面临来自合成生物技术的直接破坏威胁的行业中，公司别无选择，只能专注于技术的变革能力，并试图走在曲线的前面。他们应该与初创企业和大学孵化器合作，这样他们可以快速学习。正如我们前面所说，德国化学品

巨头拜耳公司已经与总部位于波士顿的银杏生物工程公司 Joyn Bio 成立了一家合资企业，该公司正在使用 syn-bio 来防治植物疾病和改善营养。拜耳的投资来自其生命科学中心，该中心是该公司的创新部门，旨在寻找突破性技术来补充拜耳的产品。它与 Versant Ventures 联合推出了干细胞治疗公司 BlueRock Therapeutics，并与 CRISPR Therapeutics 合作成立了合资企业 Casebia Therapeutics，该公司使用基因编辑技术开发血液疾病、失明和先天性心脏病的治疗方法。

· 在您的业务组合中推动 syn-bio。企业必须通过绿地投资和计划收购，迅速将 Syn-Bio 产品添加到他们的投资组合中。例如，嘉吉在 2018 年推出了零卡路里甜味剂 EverSweet，它是通过酵母发酵制成的。作为世界上最大的肉类生产商之一，它投资了几家人工养殖肉类初创企业，如 Just Foods 和 Aleph Farms，以及领先的豌豆蛋白供应商 PURIS。豌豆蛋白用于纯素食肉类和乳制品。

有 R&D 历史的公司可以探索创建 Syn-Bio 平台。平台行动将使一个组织能够开发和销售几个合成生物应用程序。这将为它提供一个制定规则和标准的机会。经理们必须明白，平台开发是一个 R&D 密集型的多年旅程，需要最高管理层坚定不移的承诺。

奇怪的是，syn-bio 最初被誉为环保技术，但它并没有完全实现这一狭隘的承诺。几年前，一本流行杂志在推特上讽刺道：“合成生物学将拯救世界。现在它被用来制作香草调味料。”不过，回想起来，生物反应器中香兰素的商业化生产确实

标志着分水岭，因为它展示了 syn-bio 的巨大商业潜力。syn-bio 达到临界点需要时间，但这一时刻终于到来了。时机再好不过了。大规模使用 syn-bio 是未来商业可持续发展的唯一途径，有助于拯救地球并挽回其多变的声誉。

作者



弗朗索瓦·坎德隆

董事总经理兼高级合伙人；波士顿咨询集团亨德森研究所全球主任