

# 生物机器人是天使还是魔鬼？

以美国佛蒙特大学计算机科学系教授舒亚·邦加德为通讯作者的研究团队，日前在《美国科学院院报》在线发表一篇最新研究结果，提出可创建一种可编程生物，被命名为Xenobot（异形机器人），也可称为生物机器人。

邦加德等人的研究发表后，引发了很多质疑。那么，他们的工作到底是做什么呢？

## Xenobot 是怎么造出来的？

邦加德对这种人造生命做了定义：“它们既不是传统的机器人，也不是已知的动物物种。这是一种活的、可编程的有机体。”

不是传统的机器人，即不是机械装置的机器人，而是不到1毫米的生物机器人，即微型生物机器人，比微生物大得多，也比一些寄生虫大，只不过，它是人造的。其他的微生物，如细菌、病毒、衣原体、支原体等，还有动植物和人，都是地球上自然演化和存在的生物。

Xenobot的合成首先是获取了非洲爪蛙的心脏细胞和表皮细胞两种细胞，但都是从爪蛙胚胎干细胞中分化获取的。

研究人员在显微镜下先将胚胎细胞切开，细胞被切开的两个部分，单独进行培养。而后将两种细胞拼凑在一起，采用的是细胞的自然倾斜度相互黏附方式。研究人员再观察它们独特的结构（包括细胞排列和斑点的整体形状）如何与行为对应。

将相关数据发送给佛蒙特大学的计算机科学家团队，后者利用超级计算机集群Deep Green对异形机器人的数字化版本构建了一个模拟环境，并且利用了生命演化的自然选择的过程。根据这个模型，在模拟中完成特定任务的Xenobot被认为是“合适的”，从而创造出新一代“进化的”Xenobot。研究人员还按照超级计算机模拟出来的设计，用镊子和电极对这个重塑的细胞进行“雕琢”。重塑的细胞形状各异，有的是楔形，有的是拱形。

由于Xenobot是由非洲爪蛙心脏细胞（收缩细胞）和表皮细胞（被动细胞）结合而成，因而具有自然生命的多种生命特质，如可以在水性介质中移动、具有自我修复能力、可自行生物降解。最厉害的是，即便把生物机器人切成两半，它不仅能把自已缝合起来，还能继续活动，有点儿像蝶螈的自我修复功能。而且，它们不只能直线行进，也能转圈。如果把把这个机器人翻转过来，它就像乌龟背朝下一样，失去了移动能力。

目前，这种生物机器人可以用来清理海洋中的微塑料污染，作为可生物降解的药物输送机器人等，而且，未来的作用也将是无限的，例如，作为手术助手疏通血管等。



由非洲爪蛙干细胞打造的生物机器人Xenobots

## 世界上已有多个人造活体生命

不过，Xenobot并非世界上第一个人造的活体生命，此前早就有纯粹生物合成的人造生命问世了。

早在1995年，美国的克雷格·文特尔就和另一位生物学家汉密尔顿·史密斯造出了首个有人造基因组（染色体组）的细菌，这是一种不依靠上一代繁衍的存活生物，也是人造生命的雏形。

2010年5月20日，文特尔私立研究所的一个由46名科学家组成的团队又研发出了地球上首例人造细胞，是一个山羊支原体细胞，细胞中的遗传物质是依照另一个物种蕈状支原体的基因组人工合成的，产生的人造细胞表现出的是后者的生命特性，取名为辛西娅（Synthia，意为“合成体”）。

辛西娅这种微生物由蓝色细胞组成，能够生长、繁殖，细胞分裂了逾10亿次，能产生一代又一代的人造生命。植入的DNA片段包含约850个基因，而人类基因组共有约2万个基因。

研究员建构的染色体中的基因，由108万对“字母”组成，并在合成基因留下“水印”，包括46名科学家和研究员的名字、研究所的网址，以及爱尔兰作家詹姆斯·乔伊斯的名句“生存、犯错、倒下、战胜，用生命创造生命”。2010年5月21日出版的《科学》杂志发表了这一研究。

文特尔等人选取一种名为丝状支原体的细菌，将它的染色体解码。然后利用化学方法一点一点地重新排列DNA。此后将重组的DNA碎片放入酵母液中，令其慢慢地重新聚合。再把人造DNA放入另外一个受体细菌中。通过生长和分离，受体细菌产生两个细胞，一个带有人造DNA，另外一个带有天然DNA。在培养皿中加入抗生素，把带有天然DNA的细胞杀死，只留下人造DNA不断增生。几个小时之内，受体细菌内原有DNA的所有痕迹全部消失，人造细胞不断繁殖，新的生命诞生。

合成这样的人造生命有什么用呢？文特尔的回答是，先合成出可供生命存在的最小数量的基因，然后通过向其中弥补其他基因，制造一系列新的微生物，如可生产生物燃料的细菌、有用的药品、可以从空气中吸收二氧化碳和其他污染物的细菌或是制造合成疫苗所需的蛋白质。

此后，2018年8月2日，英国《自然》同时在线发表了美国和中国研究人员的2篇论文，都是将酵母染色体融合的成果。中国的研究人员创造了一种新的人工合成的酵母，仅含1条巨大的线型染色体酵母SY14菌株，不同于野生型的有16条染色体的酵母。

此次人工合成的酵母是真核生物。动物、植物、真菌等都属于真核生物，其基因组既丰富又复杂，通常会包含数亿至数十亿碱基对信息，合成并不容易。但细菌、病毒等原核生物的基因组相对简单，合成比较容易。因此，合成真核生物基因组在技术是上了一个台阶，有更大的作用。

酿酒酵母是第一个被全基因组测序的真核生物，大尺度的设计和重建酵母基因组是对目前酵母领域知识贮备的真实性、完整性和准确性的一个直接考验。人工合成酵母，一方面可以帮助人类更深刻地理解一些基础生物学的问题，另一方面可以通过基因组重排系统，使酵母实现快速进化，获得在医药、能源、环境、农业、工业等领域有重要应用潜力的菌株。

## 合成人造生物的利弊

此次的Xenobot和之前的辛西娅、人造酵母都是人工合成的活体生命，只不过辛西娅较简单一些，是依据原核生物合成的，而人造酵母是合成真核生物。Xenobot也是利用真核生物模型合成，而且动用了生命演化模式和计算机编程功能结合合成。Xenobot的体积比过去创造的人造生命大了很多，接近1毫米，而支原体只有0.1—0.3微米，酵母则有2—10微米，因此，Xenobot能完成的工作和功能也会远远多于支原体和酵母。

但是，它们是否会对人类社会造成威胁，成为生物武器呢？这可能是人们感到恐惧的原因。早在2010年文特尔等创造出辛西娅时，美国就进行过多个领域和部门的听证会，要求文特尔等人全面解释人造生命的正反两方面意义和应用。听证会对合成新生命提出了13方面的问题，其中包括为什么要合成人造细胞（生命）；人造生命的潜在用途是什么；合成生物的风险有哪些；有什么准备好的保护、控制措施以防止人工生命偶然地向环境释放等。

针对人工合成新生命的安全问题，文特尔等人表示，合成生物学与很多基因组技术一样，既能产生有益的生物工程微生物，也有可能创造对人类及环境有害的微生物，这类技术当然可能被拥有广泛资源的邪恶者所利用。

不过，自然本身就是一名已经存在的专家，它也在创造可对人类造成极大危害的微生物。人工合成新生命并不一定会把人类带到比现有技术或自然本身更接近伤害的道路。对此，需要的是严格管理。

实际上，现在的Xenobot被设计出来后，既可以看到其有巨大的用途，也应看到在应用当中可能对人和自然环境产生危害，关键是需要立法管理，以保证在应用Xenobot时，必须有配套的法规约束。

## 延伸阅读 生命的多种形式

人造生命与自然生命最大的区别在于，前者是“如其所能的生命”（life as it could be），而后者则是“如吾所识的生命”（life as we know it）。如吾所识的生命就是今天人们已经认识的各种动物、植物和微生物；如其所能的生命包括可能存在于其他星球但尚未被发现，以及人类创造出来的数字生命、虚拟生命和人造生命（物）。

美国著名科学作家、生物化学家阿莫西夫对自然生命有几种划分。一是以氟化硅酮为介质的氟化硅酮生物；二是以硫为介质的氟化硫生物；三是以水为介质的核酸/蛋白质（以氧为基础的）生物；四是以氨为介质的核酸/蛋白质（以氨为基础的）生物；五是以甲烷为介质的类脂化合物生物；六是以氢为介质的类脂化合物生物。

尽管现在美国科学家创造的Xenobot是微型生物机器人，但其大部分是根据第四种自然生命的原则来创造的，即以氨为介质的核酸/蛋白质（以氨为基础的）生命。所以它与自然生命有相似之处。

（据《北京日报》）