

蜂群里的经济学

韩叙

最近密集读了好几本经济学的早期著作，当年的经济学家们似乎对蜜蜂情有独钟。

1732年，在荷兰出生的伦敦人伯纳德·曼德维尔(Bernard Mandeville)出版了被誉为“原始经济学”扛鼎之作的《蜜蜂的寓言》。该著作以寓言的方式讲述了一个蜜蜂王国的兴衰史。最初，这群蜜蜂勤劳工作，追求更好的生活品质，整个王国百业兴旺。后来，整个社会开始转向过度节俭，经济逐步陷入衰退。作者通过寓言想要阐明，消费是总需求的重要组成部分，提振消费对于经济发展有重要意义。

作品中还谈及了奢侈浪费、私欲泛滥等一系列话题，并借由蜂群行为表达了对人性中贪婪、短视一面的悲观。站在今天的视角看，这些意向有些过于晦暗了，人类社会也并没有如寓言中所隐喻的走向崩溃。

200多年后，英国经济学家凯恩斯从中受到启发，进而建立起以总需求分析为中心的现代宏观经济学，劳动分工、“看不见的手”等后来在经济学中扮演了重要角色的概念也能从寓言中找到雏形。

诺贝尔经济学奖得主詹姆斯·米德(James Meade)在尝试阐释“正外部性”的时候，也曾向蜜蜂寻求灵感。

所谓正外部性是指一个经济主体的经济活动导致其他经济主体获得额外的收益，而受益者无需付出相关代价。通常来讲，因为主体的行为并没有产生利己的效用，因而从总体上看供给不足，需要“看得见的手”提供支持或补贴。当代人对这个概念并不陌生，大多数基础设施以及教育、医疗等民生投入都有明显的正外部性，但对于20世纪中叶的经济学家们来说，想清楚明白这一点还需要点时间。

詹姆斯·米德认为，苹果和蜜蜂之间的关系就是正外部性的一个完美例子。他在1952年写道：想象一下，一个地区既有果园也有养蜂场。假如种植苹果的果农种植更多的苹果树，养蜂人就会受益，因为这样能产出更多的蜂蜜。但仅从果农的角度来看，种植更多的苹果树并不能提升其劳动产出比，因而并不能从中获得额外的收益。如果果农选择种植更多苹果树，这种行为就会产生一种正外部性，即虽然自己没有受益，但可以增加养蜂人的收益，进而使社会总收益增加。

这真是经济学最浪漫的表述。闭上眼睛，你会“看”到米德的例子栩栩如生地浮现在眼前：初夏的果园里薄雾蒸腾，树荫下，养蜂人和果农分享着防护服，一边扯着闲篇，一边看蜜蜂忙碌地飞来飞去。难怪这个例子流传多年，经久不衰。它是如此生动，虽然完全建立在错误的基础上——苹果花几乎不产蜂蜜。

有趣的是，尽管很多经济学家都对蜜蜂抱有可以被证伪的幻想，但人类和蜜蜂的互动却真切地影响了历史进程。

很久以前，人类还不会养蜂，但会采蜜，即从野生蜜蜂那里偷蜂巢。很多原始时期的洞穴壁画都记录了类似的场景。

至少5000年前，养蜂业开始出现。根据史料，希腊人、埃及人和罗马人都有专业人士负责“驯养蜜蜂”。

到了中世纪，养蜂人开始出现。他们使用一种草编的蜂箱，复原图看起来像一堆摆成倒圆锥形的稻草绳团。草编蜂箱的可恶之处在于，如果你想获得蜂蜜，就必须清除蜜蜂。当时的养蜂人通常会用硫磺熏死蜜蜂，然后一边收集蜂蜜，一边为能否及时养出新的蜂群忧心。公众也对这种杀生行为感到不安，毕竟蜜蜂这种小生物不仅能为人类带来可口的蜂蜜，还能给植物授粉。19世纪30年代，美国出现了呼吁保障蜜蜂权益的运动，口号就是“勿杀蜜蜂”。

发明一种更科学的蜂箱符合各方利益，尤其是蜜蜂。

1852年，美国专利局将9300A号专利授予了一位名为洛伦佐·洛林·朗斯楚斯(Lorenzo Lorraine Langstroth)的美国牧师。他设计出一种活框蜂箱，也就是今天通常说的“朗氏蜂箱”。

朗氏蜂箱是一个从顶部开启的木箱，巢框垂下，并以相隔8毫米的“神奇间隙”均匀分隔开。之所以用神奇来形容这个间隙的大小，是因为只要间隙不

严格按照此规格来排布，蜜蜂们就会自行在隔板中添加结构，带来意想不到的麻烦。蜂王被安置在蜂箱底部，被“隔板”所限制，这个隔板可以阻止蜂王进出，但工蜂可以自由通过。这些蜂巢可以很方便地被拉出，并通过离心机以旋转的方式取蜜，蜜蜂只会被甩出来，或许还会晕一会儿，但性命无虞。

这种工业化的养蜂方式正是100年后的詹姆斯·米德没有悟透的地方。自从有了朗氏蜂箱，蜂群可以随时搬家，经验丰富的果农与养蜂人很快就形成了利益共同体。比如，一些已经形成稳定合作关系的果农和养蜂人，会在果园中安置固定蜂箱，分享收益。

这说明，至少在苹果和蜜蜂之间并不存在典型的正外部性，因为市场交易已经以利润分享的手段实现了利人又利己的双赢。

统计显示，目前仅美国就有约200万个商业蜂箱，其中的85%带着以亿计只的蜜蜂不断移动。养蜂人和他们的蜂箱可能从加州转场至华盛顿州的樱桃园，然后向东到达北达科他州和南达科他州的向日葵地，随后又去到宾夕法尼亚州的南瓜田，或者缅因州的蓝莓园。换句话说，养蜂业已经完成工业化，授粉也彻底商业化了。

到20世纪末，又一个难题开始困扰业界——在全球大部分地区，蜜蜂数量都在急剧下降。一方面，野生蜜蜂越来越少，专家猜测罪魁祸首可能是寄生虫和杀虫剂；另一方面，人工驯养的蜜蜂开始频发神秘的“蜂群崩溃综合征”，工蜂莫名其妙地消失不见，只留下孤独的蜂王。

对于这种现象，经济学家与生物学家一样忧心。后者焦虑的是，蜂群的减少将对农业产生巨大伤害，前者则预测蜜蜂供给减少将使授粉服务价格上涨，由此带来的农产品价格波动可能影响核心CPI。但数据表明，价格波动仅仅持续了短短一年多就归于平稳，因为聪明的养蜂人已经找到了规避“蜂群崩溃综合征”风险的方法，比如，定期交易蜂王、分割蜂群并购买新的蜜蜂补充形成新蜂群等。至此，现代经济理论中关于风险管理、价格理论、供需曲线等一系列概念，都与蜂群挂上了钩。

有趣的是，进入新世纪以数字技术、生物工程、精密制造等为代表的新

趋势兴起，看起来无比传统的养蜂业依旧不急不缓地跟上了潮流。

在数字技术方面，成都一家叫“追花族”的企业开发了一份“全国花田热力图”，开放给蜂农使用。以前，蜜蜂采粉路线的选择非常依赖蜂农的信息收集能力。资深蜂农会有自己相对固定的合作伙伴，什么日子去哪里授粉采蜜，心里都有数。不过，如果遇到气候变化，个人经验很容易失灵，比如一场寒潮让前一个授粉地点的花期推迟了，但下一个授粉地点的花期未受影响，养蜂人原本可以从容地带着蜜蜂从前一个地点去往后一个地点，但现在只能二选一，必然蒙受损失。有数字技术加持就不一样了。什么日子哪里花田开花了，哪里已经有养蜂人在了，哪里还没有，一目了然。这样，原本局限于几个合作伙伴之间的信息被分享给全行业，信息孤岛变成了岛链，效率也大幅提升了。

又比如，阿根廷一家名叫BeeFlow的科技公司开发了一种专门给蜜蜂吃的“超级食物”，目的是增强蜜蜂的免疫力。喂食超级食物后，蜜蜂在低温环境中的飞行能力提升了7倍，死亡率也降低了70%。这家公司还尝试用超级食物打造为特定作物授粉的“超级蜜蜂”。比如，蓝莓这样花蜜较少的植物一般很难吸引蜜蜂。对此，这家公司可以在食物配方中加入蓝莓气味的化学物质，喂食后蜜蜂会记住这种气味，并且寻找相似的味道，从而顺利地为目标作物授粉。在试验中，经过超级蜜蜂授粉的蓝莓比传统蓝莓大50%。如果这种技术能够大范围推广，提高农作物单产产量指日可待。

还不如，蜂巢的六边形结构被大量应用于精密制造领域。很多搞新能源、新材料的企业都在工厂及产品线设计过程中借鉴了蜂巢的六边形结构。其原因主要在于三点：一是六边形能够使每个子单元的面积最大化，坪效最高；二是同样面积内规划同样多的子单元，六边形所用材料最少，成本最低；三是六边形有利于多层堆叠，很少出现空隙或发生错位，稳定性最好。

这样看来，养蜂不仅是一项甜蜜的事业，还是一座智慧的宝库。经济学家偏爱蜜蜂多年，原来真是有道理的。

游戏和科技“难舍难分”

江子扬

人工智能(AI)可能是最近二三十年对人类影响较深远的科技之一。不少业内专家认为，作为计算机学科的一个分支，人工智能具有很强的科学探索属性。基于算法这个“公约数”，游戏与科技已经成为促进人工智能发展的两大重要驱动力，共同形成了科学探索的“双螺旋结构”。

回顾人工智能诞生以来的历史里程碑事件，会发现专家所言非虚。从1997年AI“深蓝”战胜国际象棋世界冠军卡斯帕罗夫，到2016年AlphaGo在围棋人机大战中击败围棋世界冠军李世石，再到2022年ChatGPT横空出世，游戏与科技两大关键词从未缺席。

可能很多人不知道，世界上第一款电子游戏是由一位叫威廉·希金博特姆的核物理学家发明的。希金博特姆在“二战”期间参与过大名鼎鼎的曼哈顿计划，也就是美国陆军部研发

原子弹的计划。

1958年，希金博特姆作为美国布鲁克海文国家实验室仪器部门负责人，致力于研究原子能的和平用途。实验室每年都有为期3天的公众开放日活动。此前的开放日采用的都是静态展示，效果寥寥。为激发公众对核物理的兴趣，希金博特姆想到了游戏。他利用弹道导弹轨迹计算系统，做出了一款名为“双人网球”的电子游戏。玩家可以通过控制器上的按钮操纵屏幕上的小球，在模拟网球场上来回跳动。这款游戏大获成功，在开放日当天吸引了上百人排队体验。

如果说，电子游戏是科学为了与公众互动才应运而生的，那么接下来的故事则变成了科学与游戏的“双主”大型游戏现场。

2008年5月，一款名为Foldit的蛋白质折叠游戏正式公测。不到两年时间，这个另类的游戏项目就成功吸引了超过24万的注册玩家。

这款游戏的创意来自华盛顿大学生物学家戴维·贝克(David Baker)。贝克教授主攻的领域是分子生物学，具体研究方向为蛋白质结构。蛋白质由氨基酸组成，但氨基酸组成的具体结构和折叠方式有无数种可能，研究人员需要从这无数种可能中找到

正确的折叠方式。这个工作量实在太大了，根本不是一个研究团队加班就能完成的。于是，贝克教授向同校的计算机副教授求助。在后者的帮助下，蛋白质折叠游戏Foldit诞生了。

事实证明，高手在民间。玩家的蛋白质折叠成果远远超出了分子生物学家的意料。2011年，Foldit玩家帮助破译了一种艾滋病逆转录病毒蛋白酶的折叠结构，这是专家们研究了15年一直未能解决的科学难题。更神奇的是，这位Foldit玩家竟然只用了10天时间。

同样的一幕还发生在天文学界。天文望远镜每天产生的观测数据极为惊人，而且早期的图像识别技术还不够精细，很多内容都需要肉眼识别。为此，牛津大学天体物理学教授克里斯·林托特(Chris Lintot)创办了一个网站，取名Galaxy Zoo，吸引公众以游戏化的方式来帮助天文学家识别遥远的星系。结果，玩家们势如破竹，顺利通关了一系列重要的科学“副本”。

后来，Galaxy Zoo进一步发展成Zooniverse，成为世界上最大的、横跨多个学科的科学游戏众包平台。玩家们可以在这里“计算”南极某个区域内威德尔海豹的数量、寻找峭壁上的小蜥蜴、确定细胞中线粒体的位置等，一边玩游戏，一边为科学事业作贡献。

人工

智能本质上也是科学与游戏的“浪漫相遇”。这是因为人工智能需要模拟人的思维开展技术创新，而游戏恰恰是一种成本相对较低、推广难度相对较小的试验场景。在游戏领域，人们为了追求更清晰的可视化效果、更流畅的交互体验、更快的运行速度和更生动的游戏角色，不断从理论、技术乃至伦理层面对人工智能提出新要求，这也是人工智能持续向前发展的最大动力。

早在1950年，被誉为“人工智能之父”的图灵就在一篇名为《计算机器与智能》的论文中提到了人工智能研究与游戏的关系，认为棋类游戏是展示机器“思维”能力的重要场域。在这篇论文中，图灵提出了领域内最著名的测试程序——图灵测试。从某种意义上讲，图灵测试就是一个以游戏形式展现的科学实验剧本，其核心内容是如何让人工智能成功“骗过”人类考官，让人类考官误认为测试场景幕后的人工智能就是人类。

目前，业界普遍认为，下一个人工智能里程碑事件可能会在复杂的策略

游戏中诞生。未来，当人工智能学会像人类一样实时感知、理解、推理、决策、行动和交互，必然能在复杂多变的真实环境中发挥更大作用。

有趣的是，如今游戏早已超越了传统的娱乐领域，开始将触角伸向经济社会发展的方方面面。比如，2020年，由Akili Interactive公司开发的《奋进处方》游戏获得美国食品药品监督管理局(FDA)的处方药批准认证，成为新药，正式用于儿童注意力缺陷与认知障碍的临床治疗。2022年，腾讯AI Lab与《王者荣耀》游戏团队共同研发出人工智能开放研究平台——开悟，成为中国为数不多的研究多智能体博弈的开放算法平台。游戏正在超越边界，不断孵化出更具竞争力、更贴近现实应用的前沿科技。

站在今天的角度看，游戏与科技的“纠缠”如此之深，已经到了难舍难分的程度。这种“硬核”的浪漫，或许就是传说中的“相互成就”吧。