

# 科学家指出博弈论或许能解释生命的起源 生命的本身就是一场博弈?



博弈论,用来描述策略互动的一个数学分支,通常被认为是解释室内游戏的一种演算。乍一看你会觉得奇怪:用来描述商业竞争,打击恐怖分子以及玩扑克的数学理论竟然也能解释生命起源?这其中“千丝万缕”的联系你绝对想不到。

## 从数学开始,在经济学界“慢热”

博弈论——用来描述策略互动的一个数学分支——通常被认为是解释室内游戏的一种演算。

起初,这个概念用于分析那种结果是失败一方把东西输给胜利一方的双人游戏(零和游戏)。约翰·冯·诺依曼是喜欢玩扑克的数学家、物理学家和计算机科学家,他在20世纪20年代发明了博弈论,用来量化不同选择的优劣,比如决定要加注

还是跟注。到了20世纪40年代冯·诺依曼和经济学家奥斯卡·摩根施特因合著《博弈论与经济行为》,打算用博弈论彻底改变经济。

博弈论在经济学界流行得比较慢,但是它在其他地方一展身手,例如分析冷战策略。20世纪50年代博弈论在约翰·纳什的努力下发展起来。多难的数学家纳什是《美丽心灵》一书和同名电影的原型。

## “纳什均衡”成为核心,进入生态学领域

纳什认为博弈论适合应用于类似游戏的复杂局面:其中有多名玩家,各自有多种策略。纳什提出,总有一个策略组合,在每个人都不愿意再改变策略的情况下,能够达到了一个稳定状态,或者叫做均衡。

“纳什均衡”成为了博弈论的核心概念,它将博弈论推广到多个研究人类行为的学科中,包括心理学、社会学、政治学和经济学。20世纪70年代,乔治·普赖斯(George Price)和约翰·梅纳德·史密斯(John Maynard Smith)将纳什均衡的概念

进行微调,并应用于物种之间的生存竞争,至此博弈论进入生物学领域。一个生态系统中,所有生态位都能让其中成员拥有最大存活机会,意味着这些物种共同建立了“稳定进化策略”。

换句话说,动物和人一样,可以从多种不同的策略中选择。比如猫可以选择捉老鼠也可以朝你喵喵叫求你拿猫粮。不过对大多数生物来说,在行为上可选择的策略没有这么多。在一个满是鹰和鸽子的岛上,鹰采取侵略策略,鸽子只能是被动策略,因为这就是这两种鸟的行为方式。当鹰和鸽子的相对数量能让其他鸟加入后得不到任何好处,这就成了稳定进化策略。

## 延伸到生物分子,新“博弈者”出现

正如某些科学家所说,如果动物能够凭借他们先天的行为进行博弈,那不难想象博弈论可以延伸到生物分子中。

凯特尼·博尔(Katrin Bohl)和其合作者去年在《分子生物系统》上发表的一篇文章提到:“总的来说,除了整个生物体,影响(间接影响)它们繁衍的大分子也可以被看做博弈者。它们的很多特性都可以被看做策略,成为博弈论模型中博弈者并非必需的认知能力和理性。”

事实上,很多时候你会真切地觉得化学反应就是分子间的一种竞争,其目标是排列成某种最佳状态。就像经济学领域竞争者希望最大化个人利益,一堆分子希望在能量上实现最稳定——这是通过达到一个最低能量状态实现的。

纳什把博弈论里面的稳定状态称作“均衡”并非偶然,他显然是将博弈的平衡点比作化学反应的平衡状态。(在学数学之前,纳什是化学与化学工程专业的学生。)

生物体中的分子有不同的策略(特性),以此帮助它们所处的生物体存活下来。例如,基因就是生物存活和繁殖的主要功臣。有些基因明显有着对生物体有利的合作策略。但是有时候基因的特性(策略)没有那么有利于生物,但是它利用其它基因之间的合作,“搭着便车”就被传递到下一代。博尔和同事称它们是“基因组寄生虫”,就像那些依赖宿主,但是又想尽力法偷税漏税的人们。

还有一些分子作为博弈者的例子。某些蛋白折叠成刚性结构,而其他蛋白结构更加灵活。还有一些蛋白的刚性还是灵活取决于与之相互作用的蛋白。而刚性和灵活性可以看做策略,因此这些蛋白相互作用可以用博弈论分析。

相同的博弈论分析还可以用于病毒——介于生物界和非生物界之间的遗传物质。这里,博弈论的思考很有价值,为生物医学界的博弈者(被称为医生)提供更好的抗感染策略。

## 生命诞生需要“合作策略”

理解了病毒存在博弈,那么就不难想象:在地球形成早期,生命出现以前,分子就发生着可以用博弈论分析的相互作用。博尔和同事指出:核酶(一种有催化活性的RNA)可以自组装成网络,这个过程可能为生命诞生提供了足够的复杂性。

2012年波特兰州立大学的尼勒什·维迪亚(Nilesh Vaidya)和同事用实验展示了这是如何发生的。他们在《自然》上发表了结果:一种核酶能够催化第二种核酶的合成进而第二种合成第三种;然后第三种再去催化第一种合成。这种互相帮助的核酶是

原始分子体系中的“合作者”;而其他“自私”的核酶只是自己合成自己。看来合作策略要比自私策略更有助于形成生命诞生前的复杂性,为生命诞生提供更大可能。

“我们的实验强调了早期生命的分子阶段中合作行为的重要性。”维迪亚和同事写道。

稿件来源:(环球科学)  
(科学美国人)中文版  
撰文:汤姆·西格弗德  
(TOM SIEGFRIED)  
翻译:冯薇

## 趣图

### 天山再现“泰迪”萌物 伊犁鼠兔



据悉,1983年该物种在天山山脉被中国科学家意外发现,并被判定为新物种。伊犁鼠兔是海拔动物,主要栖息在海拔2850—4100米的天山裸岩地区。目前,栖息环境恶劣、空气污染、天敌和人为干扰等因素导致伊犁鼠兔的数量日益减少。

### 葡萄牙发现 2亿年前新种恐龙 似巨型蜥蜴

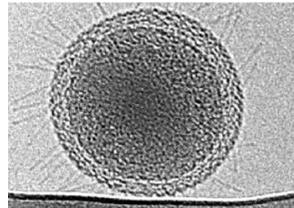


在葡萄牙的阿尔加维地区,古生物学家发现了一种新的蒙托龙,研究成果发表在最近的古脊椎动物学杂志上。这种蒙托龙形体庞大,类似火蜥蜴,大约生活于2.2亿到2.3亿年前泛大陆的热带地区。因为在阿尔加维(Algarve)被发现,它因此被称作阿尔加维蒙托龙。根据出土的化石,古生物学家推算阿尔加维蒙托龙体

长可达1.8米,体重大约90公斤。它的头应当又宽又圆,但是腿很细,无法在陆地上支撑自身的体重,这意味着它们大部分时间都生活在水中。

在北美、印度、非洲和欧洲的其他地方,发现过其它种类的蒙托龙化石。这就表明在泛大陆分裂(距今大约2亿年)前,蒙托龙的活动范围很广。

### 最小细菌 体积仅有 0.009立方微米



美国伯克利劳伦斯国家实验室和加利福尼亚大学的研究人员使用电子显微镜首次拍摄到了一种极小的细菌,平均体积只有0.009立方微米。他们认为,这是世界上最小的生命形式,是自然界可能创造的最简单生命体。对于是否存在这类

组织,科学家们争论了20多年,此前一直没有用于发现它们的技术。相关结果已发表在《自然·通讯》杂志上。

这些细菌是在地下水样本中被发现的,它们普遍存在于我们的生活环境中,但其微小的体积却是我们从未想象过的。

## 新知

### 熔岩地道,人类在月球上的“藏身之处”

科学家认为月球地下存在一个巨大的熔岩地道或者说熔岩洞网络。这种火山喷发导致的结构被称为“熔岩管”,此前曾有人建议将其作为人类月球殖民地的建造地点。新浪科技编译的报道称,根据美国普渡大学进行的一项研究,直径0.6英里(约合1公里)以上的月球熔岩管结构非常稳定,可以作为人类的永久性基地。研究人员指出熔岩管能够帮助未来的宇航员,应对缺少浓密大气层的严酷月球环境带来的挑战。

适合人类居住。地球上的熔岩管非常普遍。熔岩管由火山喷出的熔岩导致,熔岩的边缘冷却后形成一个硬壳。随着火山喷发的结束和温度的降低,硬壳内的熔岩消失,形成巨大的地道,也就是熔岩管。同样的过程也在月球上发生,尤其是在巨大的撞击坑。撞击坑内部的熔岩需要数十年才能冷却。迄今为止,还没有一个人发现月球熔岩管。目前唯一能够证明月球存在熔岩管的证据就是在轨道飞船拍摄的照片。

普渡大学的科学家利用电脑模拟进行研究,确定拥有不同宽度、顶部外形和厚度的月球熔岩管的稳定性。普渡大学的大卫·布莱尔在接受美国广播公司采访时说:

“借助现代技术对月球熔岩管的稳定性进行再评估还是第一次。”根据科学家的研究,宽度0.6英里以上的月球熔岩管在结构上非常稳定。在保持结构稳定前提下,月球熔岩管的最大宽度可达到3.1英里(约合5公里)左右,足以容纳摩纳哥。

美国亚利桑那州大学的罗伯特·瓦格纳指出:“下一步的工作应该是派遣探测器进入月球的一两个熔岩管进行勘测,进一步了解内部结构。由于自身的特殊性,我们很难从轨道对月球上的深坑进行细致研究。即使从轨道上一个非常不错的角度,也很难看到底壁以及任何地面洞穴。即使从地面拍摄少量照片,我们也能解答与月球坑洞塌陷有关的很多疑问。”(孝文)

## 第二看台

### “小小化学家”:与化学趣味互动

“农场”中,手拿放大镜的“技术员”正在查看作物的病害;实验室中,滴管和烧杯中的液体一滴一滴地融合,发生着奇妙的变化……

3月21日,“巴斯夫小小化学家”活动在上海举行,成为巴斯夫150周年庆上海站的“首秀”。据介绍,“巴斯夫小小化学家”是为6到12岁小朋友设计的免费互动化学实验室,作为全球领先化学公司巴斯夫践行企业社会责任的一部分,这一项目为儿童设计安全、有趣的化学实验,旨在激发小朋友对自然科学的兴趣。

#### 草莓生病了!

灰突突的一团,分不清哪是叶子哪是果实——小朋友们简直不敢相信眼前的这个东西是草莓。“这是生了灰霉病的草莓。”在实验老师的讲解中,他们才明白原来草莓生病了。

通过实验老师的引导,“小小化学家”们通过100倍的放大镜观察草莓上的真菌,“好像树枝”上面还有白色的小点……他们发现了让草莓生病的“罪魁祸首”。

在等待依次通过放大镜观察时,一个小男孩有些“着急”,他告诉记者,9岁的他已经不是第一次来参加“巴斯夫小小化学家”的活动了,每次新的发现总是让他很兴奋。

“这些草莓也生病了!”通过手持放大镜,小朋友观察到了在草莓叶片上“活动”的小虫,“这是红蜘蛛,草莓的一种害虫。”实验老师的介绍,让“小小化学家”更加清楚地了解草莓,“我们平时吃的并不是草莓的果实,真正的草莓果实是布满草莓表面的小颗粒。”

为什么会在冬天吃到草莓?这里也能找到答案。“在大自然中,草莓春天繁殖,夏天开花结果。但因为夏天的时候,天气情况差,价格又低,所以农民伯伯就把它栽到冬天的大棚里。小苗栽到大棚里会开花,这时候就需要蜜蜂来帮助授粉,我们在冬天也能吃上好吃的草莓。”

#### 什么是“分蘖”?

在巴斯夫150周年庆的这次活动中,“小小化学家”们首次接触到了农业的内容,“微型农场”中除了草莓,还有水稻和小麦。

“穿了衣服”的稻米叫稻谷,如果把稻谷拿去种,就会长成秧苗。这些秧苗经过细心的照顾,便开始长长壮壮,从本来只有一个身体,变成两个、三个,越来越多。“在生动形象的图示前,实验老师这样讲解水稻的分蘖。“等到开花后便会抽出一串一串像铃铛的穗子,这就是我们常听到的稻穗!等到稻穗变成金黄色,便是采收的时机,采收下来的稻

谷脱掉金黄色的外衣……”

“就是我们每天吃到的大米!”许多小朋友都已经猜到了“答案”。

#### 维生素C去哪了?

于宁是巴斯夫亚太研发中心的一名员工,和他的许多同事一样,从事高分子化学研究的他非常愿意在“小小化学家”的活动中与小朋友互动。

“这个是护目镜,能够帮我们在实验中保护眼睛,所以我们要先把它戴上。”实验开始进行前,于宁和“小小化学家”们一起做好了准备工作。

在这个主题是“维生素C去哪了”的化学实验中,通过绿茶和柠檬水与碘溶液的混合,维生素C和他们捉起了迷藏。

烧杯、试管、搅动、摇晃……绿茶和柠檬水的加入,让碘溶液发生了变化,原本的淡黄色变成了透明。

“这是因为维生素C的作用,发生了氧化还原反应,使碘溶液的颜色消失了。”对于十来岁的“化学家”来说,氧化还原可能还过于深奥,于是实验老师告诉他们,要多吃含有维生素C的食物,这样能够帮助我们的身体保持活力,“现在只要记住这一点就好,至于化学实验中的奥妙,你们会在以后慢慢发现。”(王婷婷)

## ± 800kV 特高压直流输电换流阀研制及应用

荣获2014年北京市科学技术进步一等奖

项目简介 我国煤炭资源近80%集中在西部、北部地区,而约75%的煤电装机分布在东、中部地区,大规模、远距离向东部输电在运、储环节会造成严重的大气污染。特高压直流输电正是满足我国超大容量、超远距离输电,实施西电东送战略的重大技术,能有效解决清洁能源并网,减少大气污染,带动基建、电力装备等产业联动,是保增长、调结构、促消费、治雾霾的重要举措。

特高压换流阀作为特高压直流输电的核心装备,是交直流电能转换的核心单元,多组换流阀按照程序触发可实现换流器电压、电流及功率的控制与调节。本项目属于电气工程科学领域,涉及电力电子、电力系统、输配电工程、自动控制等十多个专业,技术难度巨大。立项前只有±600kV及以下直流输电工程,核心技术被三大跨国公司垄断,±800kV特高压直流工程尚处于前期论证阶段。

项目依托科技支撑计划、国家973课题、北京市以及国家电网公司等十余个重大科研项目,中电普瑞电力工程有限公司(以下简称“普瑞工程公司”)历时十年产学研联合攻关,解决了理论研究和研发手段开发、设备研制、试验方法研究、标准规范制订、工程实施及推广应用等一系列关键问题,打破了跨国公司四十多年的技术垄断,特高压换流阀核心参数达到世界领先水平。

项目创新点 普瑞工程公司主研成功世界首个±800kV/4750A特高压换流阀。项目在宽频建模及分布参数提取、非线性组件协调配合、多物理场建模及数值分析、换流阀控制策略等方面取得了一系列自主创新成果。项目成果主要技术指标居世界第一:额定电流5000A,过负荷电流6000A,耐受故障电流60kA。2010年8月15日,国家能源局主持的成果鉴定认为“±800kV/4750A特高压直流换流阀产品总体技术性能达到国际先进水平,核心部件整体技术指标处于国际领先地位”。

当年普瑞工程公司自主知识产权换流阀装备被正式命名为A5000型换流阀。经过近5年工程历练和技术迭代,2015年3月11日,由中国电机工程学会主持的“±800kV/5000A特高压直流换流阀关键技术研究、产品研制及工程应用”技术成果鉴定会上,以周孝信等六位院士组成的15人鉴定委员会一致认为:“±800kV/5000A特高压直流换流阀关键技术研究、产品研制及工程应用的研究成果,打破了跨国公司的技术垄断,全面提

升了我国直流输电换流阀自主设计和研发水平,研发出具有完全自主知识产权的高可靠性特高压大容量直流换流阀,其综合技术水平国际领先。”

1.解决了晶闸管规模化成组电气均衡、高电位分布热源冷却、多点悬吊大型阀塔结构抗震等难题,首次研制了混合复用无局放一体化电阻、分体式饱和电抗器和环保阻燃绝缘槽梁等系列关键零部件。

2.提出了换流阀分布参数提取方法和强非线性数值仿真方法,建立了换流阀多物理场模型和电磁暂态仿真模型,解决了换流阀宽频暂态应力精确数学解析难题。

3.提出了多级高电位复合取能和保护阀值自适应调节方法,构建了双冗余控制系统架构,实现了强电磁干扰下多信息量测控与故障诊断,首次实现了换相失败的智能化预测,研制了智能化换流阀触发监控系统。

4.提出多源复合运行试验方法和分频复用网络绝缘试验方法,解决了高电压、大电流及强热场联合作用下的换流阀微秒级开通和关断应力等效的难题,研制了国内首个特高压换流阀成套型式试验装置,改变了漂洋过海试验的历史。

5.自主研发的换流阀在世界首个7200MW锦屏—苏南、首个8000MW哈密南—郑州±800kV直流工程中应用,制订了换流阀主设备、工程设计、调试及运维规程和规范。项目受理专利285项,其中授权发明专利69项(含国际6项),发表论文52篇,制订国家标准5项,国家电网公司企业标准1项。

工程应用及效益 历时10年,普瑞工程公司完成了特高压换流阀基础理论、关键技术、设备研制、试验方法和技术标准等研究工作,掌握了特高压换流阀的核心技术,实现了自主化特高压换流阀技术的工程应用及推广。

项目研究成果投入市场后,成功应用于世界首个7200MW锦屏—苏南和8000MW哈密南—郑州、溪洛渡—浙西直流工程,正在8000MW灵州—绍兴直流工程中推广。

2012年7月12日,A5000型换流阀一次性无故障通过系统试验,实现“零”异常报文,在锦屏—苏南特高压直流输电工程中正式投运,实现年输电容量630亿千瓦时。两年来,自主知识产权换流阀运行状态良好,与一同投运的其他技术路线比较,是唯一未发生非计划事故停运的产品,投运当年即解决了苏州十年来限电的困局,每年可减少烟尘、二氧化硫排放30多万吨。

哈密南—郑州特高压直流工程已于



2014年1月成功投运,成为连接西部边疆与中原地区的“电力丝绸之路”,促进了我国能源基地的开发利用,缓解了中东部地区的用电紧张。溪洛渡—浙西特高压直流工程也顺利于2014年7月双极投运。它是连接我国西南水电基地和东部负荷中心的能源大通道,建成后将每年可向浙江地区输送清洁水电约400亿千瓦时,相当于节省标煤1228万吨,减排二氧化碳超过3400万吨,是国家实施“西电东送”战略的重点工程。

凭借出色的产品性能与工程实施能力,2014年12月,普瑞工程公司中标灵州—绍兴±800kV特高压直流输电工程灵州站全部换流阀及阀控、水冷系统设备供货。以高端装备工程推广应用落实国务院大气污染防治行动计划,促进西电东送,优化电网结构,提高供电安全可靠。

此外,依托本项目成果“特高压换流阀成套型式试验能力”,首次在欧洲大陆以外完成直流换流阀型式试验,复合运行试验装置最高电压80kV,最大电流7500A,直流耐压试验装置最高电压2400kV。已先后为三沪Ⅱ回,±660kV宁东至山东,以及±800kV锦屏—苏南、哈密南—郑州、溪洛渡—浙西等8项重大直流工程换流阀提供了型式试验服务,包含了国内外全部4种技术路线,结束了我国直流换流阀“国内组装,国外试验”的历史,提高了工程建设效率,缩短了建设周期,节约了数亿的外汇支出。

普瑞工程公司研发的自主知识产权A5000型特高压换流阀产品因突出的技术和成本优势,在国内市场的占有率正稳步提高,四年来累计实现销售收入近20亿元。随着西电东送、全国联网的全面实施,特高压换流阀有着更加广阔的市场应用前景。

(王彦 刘阳)