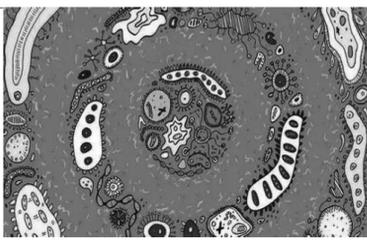


依靠运动就可以改善肠道菌群



肠道菌群成科研界的宠儿了：减肥、阿尔兹海默症、癌症治疗……都被证明跟它有关系。现在就连你能跑多久，也是肠道菌群说了算。

近日，《自然·医学》在线发表了一项最新研究成果：优秀的马拉松运动员肠道中有一类特殊的菌，可以帮助他们提高运动成绩。

来自哈佛大学的科研人员招募了15名参加马拉松赛的运动员，还有10名久坐的人员作为对照。

在马拉松运动员比赛之前和之后的一周时间里，研究人员收集他们的粪便样本，并进行了16S核糖体DNA (rDNA) 基因测序。结果发现，在运动前和运动后，马拉松运动员肠道菌群中差异最大的微生物是 Veillonella 属细菌，比赛后肠道中 Veillonella 属细菌相对丰度明显增加。

这个菌会不会跟运动员的运动能力或运动后的恢复有关呢？

为了回答这个问题，研究人员从一名运动员的粪便样本中分离出一株 Veillonella 菌——Veillonella atypica，将该菌株接种到小鼠肠道中，小鼠的运动能力显著增加，在特制的跑步机上跑得时间明显延长。

经过进一步的分析，发现 Veillonella 菌是利用乳酸作为唯一碳源的。乳酸是引起运动后疼痛的主要物质，乳酸堆积会引起局部肌肉的酸痛。在运动过程中，肌肉消耗葡萄糖的代谢过程中会产生乳酸，由于长跑运动相对过度，氧气供应不足会形成无氧代谢，导致机体产生的乳酸不能在短时间内进一步分解为水和二氧化碳，大量乳酸在体内堆积。

研究人员在87名精英运动员中做了宏基因组分析，发现运动后代谢乳酸盐到丙酸盐的代谢基因相对丰度明显增加。此外，他们在小鼠中使用同位素标记的乳酸盐后，证明血清中的乳酸盐可以穿过上皮屏障进入肠腔，也就是说运动后血液中积攒的乳酸可以运输到肠道，肠道中的微生物可以分解乳酸了。

要不要试试丙酸盐也有这个作用？随后，研究人员在小鼠小肠内直接滴注丙酸盐，结果发现，仅仅这个乳酸的代谢产物就足以重现用 Veillonella 菌灌胃观察到的增加跑步能力的结果。这就表明，肠道 Veillonella atypica 细菌通过将运动诱导的乳酸代谢转化为丙酸盐改善运动时间，提升运动表现。

2018年，芬兰科学院的研究员发现，耐力运动训练改变了肠道菌群的组成。经过6周的训练后，运动者肠道内的有害微生物减少，促进新陈代谢相关的有益微生物增加。

此外，美国伊利诺伊大学的两项研究发现，运动者与久坐者相比，前者的肠道菌群环境更有利于健康。运动期间与久坐期间相比，参与者粪便中的短链脂肪酸，特别是丁酸浓度明显升高。当参与者恢复到久坐的生活方式后，这些短链脂肪酸水平再次下降。此外，肠道中产生丁酸的微生物比例也更高。丁酸是肠道内微生物酵解产生的短链脂肪酸的一种，可以促进肠细胞保持健康，减少炎症，并可以为肠道提供能量。值得注意的是，这些变化对瘦人最为明显，胖人变化相对温和。

在整个研究过程中，参与者都保持正常饮食，仅仅改变了运动。这就证明了不依赖于饮食或其他因素，单独依靠运动就可以改善肠道菌群。

更神奇的是，2012年，人类发现了菌群-肠道-大脑轴的存在。一些实验发现，缺乏菌群影响了小鼠的行为、脑基因表达及神经系统的发育。而近期一些人体研究正在揭示菌群与人神经系统之间的潜在关联。

最近又有新发现，人的肠道菌群会影响癌症治疗产生应答，影响癌症治疗的效果。2018年的研究证实，肠道菌群组成影响了黑色素瘤患者、晚期肺癌患者及晚期胃癌患者对免疫检查点抑制剂治疗的应答及肿瘤控制。

(作者单位：中国科学院微生物研究所)



空天动力领域颠覆性技术

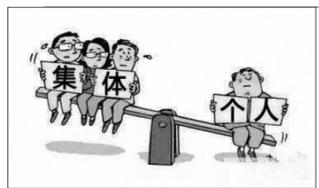
——动力系统方案的提出(上)

□ 邹正平 王一帆

帐中说兵

自上世纪中叶第一颗人造卫星进入轨道、叩响空天之门以来，人类从未放缓过探索太空、开发太空的步伐。其中空天飞行器作为进入太空必需的运输工具，不论在军事或商业航天领域中，与其他交通工具一样，廉价、可靠、快速灵活的特点是其追求的重要目标。而经过60余年的发展，目前空天飞行器仍以单次使用运载火箭为主，其发射成本约1亿美元以上、单位酬载成本约18000美元/公斤，且具有2~4%发射失败率，以及数月的发射准备周期。

由于高发射成本、可靠性不够高、发射周期长等问题，全世界一年的运载火箭发射仅百余次(2018年航天发射114次)，直接限制了太空技术的发展。因此，发展低成本、高可靠性、使用方便灵活的可重复使用空天飞行器是空天技术发展的重要方向之一，而可重复使



前沿探索

达尔文发现，社会性昆虫(如蜜蜂)中存在的合作行为与自然选择的逻辑相悖。在其晚年，达尔文进一步认识到这个问题的重要性。在《人类的由来》中他写道：“我们千万不要忘记，一个高标准的道德，就一个部落中的某些成员，以及他们的子女来说，比起其他的成员来，尽管没有多大好处，或甚至没有好处，而对整个部落来说，如果部落中天赋良好的成员数量有所增加，而道德标准有所提高，却肯定是一个莫大的好处，有利于它在竞争之中胜过另一个部落。一个部落，如果拥有许多的成员，由于富有高度的爱护本族类的精神、忠诚、服从、勇敢与同情心等品质，而几乎总是能随时随地地进行互助，又且能为大家的利益而牺牲自己，这样一个部落会在绝大多数部落之中取得胜利，而这并不是别的，也就是自然选择了。”从中可以看出，达尔文拓展了他的自然选择概念，也就是自然选择不仅可以作用于个体，而且可以作用于群体，合作行为也可以通过群体间的选择而得到演化。

达尔文的群体选择思想在相当长的时间并没有产生多少影响。这是因为一般来说，群体中存在合作行为而在群体间的竞争中取得胜利，但在群体内合作的个体最终却会被自私的个体淘汰。在19世纪末和20世纪上半叶，一些信奉达尔文自然选择的科学家虽然意识到群体选择有可能导致合作行为的演化，但是他们不疑这种进化机制的重要性。

高超声速强预冷发动机中核理论与关键技术多，是一种科学、技术与工程高度融合的先进动力系统，具有鲜明的多学科交叉、多技术领域耦合的特征。发展低成本、高可靠性、使用方便灵活的可重复使用空天飞行器是空天技术发展的重要方向之一，而可重复使用的先进动力技术是实现该类型空天飞行器技术优势的核心。



用的先进动力技术是实现该类型空天飞行器技术优势的核心。

火箭发动机作为现阶段发射次数最多、技术最为成熟的空天飞行器动力系统，就其技术原理本身而言，并不是适用于低成本可重复使用空天飞行器的最佳性能动力系统。该类型发动机自地面

点火起采用自带氧化剂与燃料点燃产生推力，需携带大量氧化剂，使得推进剂质量占比极大，一般约85~92%；而由于大量的推进剂质量导致其有效载荷占比小，通常仅占总质量0.7~2.0%左右。例如，阿丽亚娜5G型运载火箭发射总重720吨，有效载荷质量仅为9.5吨，占

比1.3%，而推进剂质量642吨，占比达89.2%，其中氧化剂又在推进剂中质量占比超过70%。由此可见，火箭发动机受工作原理限制需自身携带大量氧化剂，大幅度增加了发射质量及氧化剂消耗，使得动力系统比冲等性能较差；同时大量氧化剂质量导致其需要以多级的方式实现入轨。这些因素使得采用火箭发动机作为动力系统的空天飞行器发射成本居高不下。

为克服火箭发动机存在的这些问题，研究人员提出了在大气层内爬升阶段采用吸气模式的可重复使用空天飞行器动力系统方案。这类动力系统方案利用空气中氧气作为氧化剂，有效降低推进剂消耗及所需携带的质量，并由此可实现二级或单级入轨，可大幅降低空天运输成本，同时可通过多次重复使用分摊降低单次发射成本。

(第一作者系北京航空航天大学长聘教授、博士生导师，主要从事吸气式高超声速动力系统及叶轮机械气动力学相关研究)

是集体的还是个人的

——漫谈合作行为演化之六

□ 杜鹃

在此之后的近20年里，群体选择理论遭到学界的遗弃，主要被作为反例，告诉学生不要这样思考问题。从达尔文提出“群体选择”这一尚处于萌芽状态的思想开始，整整过了一个世纪，群体选择依然是学界的大忌。

20世纪80年代开始，在科学哲学家索伯和自然学家威尔逊等人的努力下，群体选择理论开始得到复兴，群体选择理论的合理性得到重新审视。他们认为，群体选择理论之所以受到批评，是因为这些人犯了“平均主义谬误”的错误，也就是不考虑群体的结构而直接对群体进行统计平均时所可能犯的一种错误。解决的关键在于区分群体之间的过程和群体内的过程。在同一群体之内，合作者要比自私者的适合度低，但合作行为为不同所导致的群体受益有差别，而不同群体的结构很少是均匀的，合作者在种群中所占的份额可能会反而比自私者要高。有研究表明，即使没有

复杂的策略，当你把充分混杂的自私者与与合作者群体改由合作者和自私者群体所构成的非均衡群体，进化的走向会出现很大的差异，合作也得以出现并发展繁荣。

索伯和威尔逊复兴了群体选择学说，但他们并不否定个体选择和基因选择的作用，而是主张多元主义。索伯和威尔逊说：“进化包含至少三个不同类型选择过程：存在相同个体内的基因选择，也存在相同群体内的个体选择，还存在于不同种群内的群体间选择。某些性质的进化由这三个过程的一个所推动，另一些性质由另外的过程所推动。也有一些性质是几种选择过程同时发生相互作用的联合结果，还有一些性质的进化其原因与自然选择没有任何关系。”

诺瓦克等进一步分析了群体结构如何影响了进化动态。合作与群体结构之间存在简单的关联。在均匀混杂的群

体中，只要合作者与自私者相遇，那么自私者总能击败合作者——如果每位个体的邻居数量少一些，就会形成合作的小团体，保护合作的发展延续。

人类的社会的结构可以通过“集合成员制”来描述。你更可能与同属于一个集合的人相遇并发生互动。如果你与某人同属多个集合，那么更容易与此人发生互动，并和他拥有共同的兴趣。以此为基础，我们就能更好地了解人们如何相遇，为何合作。在这里，适当的流动性是关键。如果流动性太低，整个群体处于静态，为自私者盘剥合作者提供了机会，因此不利于合作。如果流动性太高，能够促进相互帮助的“合作者良好互动联系”就不会保持很长的时间。合作的沃土，存在于这两种极端情况之间。

(作者系中国科学院科技战略咨询研究院、中国科学院学部学科研究支撑中心研究员)

生物学家对群体选择理论的争议

直到20世纪50年代，群体选择理论才开始受到一些生物学家的重视。1962年，英国生物学家爱德华兹出版了《与社会行为相关的动物扩散》。他以红松鸡为主要研究对象提出，那些在繁衍和资源开发过程中有所节制的群体，会比过度放牧的群体拥有更长的生存期限。如果群体中某些成员能够放弃增加自身数量的努力，通过迁徙、抑制生育、拒食等方式控制群体密度的剧增，以便让整个群体兴旺，这样的群体会得到自然选择的青睐。

爱德华兹没有完全领会种群内部激烈竞争的道理，尽管也得到了个别同行的支持，但绝大多数与他同时代的同行不认可他的研究成果。1966年，威廉斯在《适应与自然

选择》一书中批判了群体选择的逻辑，与群体相关的适应并不存在，个人选择是一种更加强大的力量。梅纳德·史密斯也认为，群体选择本质上是微弱的进化力量，不能产生合作行为。史密斯建立了一些群体选择的数学模型，考察了群体选择发挥作用的条件。他的结论是群体选择发挥作用的条件过于苛刻，以至于群体选择发生的可能性极低，因此对生物进化很难产生实质性影响。绝大多数进化理论学家认为，无论是合作还是自私，能够存留下来并流转到下一代的基因，一定是最终能够兴旺繁盛的基因。从这个观点来看，除非能为携带基因的个体带来利益，否则基因便无法传播得更多更广。

科协动态

中国科协通过科技志愿服务管理办法

中国科协7月4日召开九届书记处第六十九次会议，原则通过《科技志愿服务管理办法(试行)》。会议指出，中国科协牵头成立中国科技志愿者总队，要按照纵横结合、属地管理、分类指导、逐级负责的原则，指导各级学会和地方科协成立各级各类的科技志愿者组织，开展科技志愿服务工作。会议强调，科技志愿服务要广泛鼓励和引导科技志愿者进社区、进乡村、进学校、进企业、进园区，以所学所研报国为民。

北京市科协开展青少年科学调查体验活动

2019年北京青少年科学调查体验活动启动仪式，日前在北京市广渠门中学举办。活动既有为小学生设计生态环境、安全健康、能源资源和创新创业主题项目制作体验活动，也有为中学生设计的桥梁承重挑战、小球历险记、智能雪车创意模型挑战活动，还有呈现东城区创新人才培养成果的东城区拔尖人才成果展示活动。本次调查体验活动由北京市科协等单位共同主办。

四川省科协召开科普信息化培训会

四川省科协系统科普信息化工作培训会，近日在资阳市召开。培训会特邀中国科学技术出版社张铮，四川金互通科技股份有限公司副总经理刘举平，腾讯大互网编委、政务旅游中心副总经理赵青，分别作了《科普中国资源落地运用于“站建设”》《科普群主制建设工作》《互联网科普传播的关键路径》的专题培训。出席培训会的代表围绕“提升科普信息化水平”“拓展科普传播渠道”“探索科普传播新途径”等内容进行了交流。



拉曼尔

(上接第一版)

拉曼尔救活那位病人后，并没往深里想，他照常完成了实习，成了一名心脏病专科医师。17年后，他读到一个叫做乔治·里奇的人写的书《从明天返回》，才又记起那天晚上发生的离奇事件。

从生与死的“另一边”回来的人

作者里奇在医学院当学生时患了肺炎，当时抗生素尚未广泛使用，长时间的高烧后，他停止了呼吸，没有了脉搏，一名医生宣布了他的死亡。但有一名男护士不知为什么感到心里不舒服，他说服医生在里奇的心脏附近注射了一针肾上腺素(这在当时是很不寻常的治疗方法)，里奇竟然奇迹般地复活了！更匪夷所思的是，他在“死”的大约90分钟后有很清晰的意识，能回忆出许多细节。这种奇异现象被称为濒死体验。(相关研究情况见附文)

这本书唤起了拉曼尔的好奇心，难

道NDE真的存在？他开始关注此事，并惊奇地发现，在他所遇到的50多名心脏病骤停后“死而复生”的病人中，12个有NDE。但根据正统的医学知识，当一个人的心脏停止跳动、大脑机能丧失时，不可能体验到意识。他试图用严谨的科学方法把这种现象弄个水落石出，但没人愿意资助他，因为这既不是“正宗”的科学，又有什么实际的用途。于是他自己掏钱，一研究就是10年。

他和同事们对1988~1992年间在10家

荷兰医院中被成功抢救的334位突发性心肌梗塞患者进行了长达8年的追踪研究，发现其中62人有濒死体验。这项研究结果因其开创性和严谨性，被发表在国际权威学术期刊《柳叶刀》上。今天，NDE已经成为一个活跃的科学研究领域。

下篇文章《从死亡边缘找回的宝贝》，我们再谈。

(作者注：这个故事，以及本专栏中许多其他故事，是依据历史记录写成的。其人物、年代及主要过程和结论是真实的，但具体细节多为虚构)

当意识脱离肉体……

不同人的濒死体验不尽相同。经常出现的一些经历是意识到自己已经死去，感到一种完美的愉悦：“我”离体，穿过黑暗的隧道，看到奇异的色彩和景象，与去世的亲友重逢，洞悉生死界限，等等。

NDE似乎说明意识可以不依赖于正常工作的大脑而存在，但这结论遭到了正统学术界的质疑。一些人认为NDE是当事人在撒谎。这种可能性极低，因为承认有NDE的人不仅一般得不到什么好处，而且常受到嘲笑，有人甚至因此隐瞒NDE。

NDE分布广泛，绝大多数文化中都有关于它的记载或传说，如此大规模而又一致的“欺骗”很难发生。根据来自4个国家9项前瞻性研究，17%的病危者和10~20%接近过死亡的人有过NDE。

也有人认为NDE是“虚假记忆”——当事人记错了，或其实是个梦。这也不太可能，我们都做过梦，但醒来后没有什么人会记得梦当真，因为梦境支离破碎，但NDE完整而逼真。何况NDE时人体机能和大脑活动已经完全测量不到，说这时候做梦未免有些牵强。NDE和普通的真实记忆并



无区别，而且不随时间消退，时隔一二十年仍刻骨铭心。

还有人认为NDE是某种幻觉。一种说法认为，当人体判断自己难以生还时，就启动一种“安乐死”本能，不再有疼痛感，大脑释放一种类似于海洛因的化学物质让人安然死去。这种说法似乎和进化论相矛盾。进化论认为，人体机能是因为生存和繁衍的压力而进化出来的，但“安乐死”对生存和繁衍没什么好处，反而可能导致人丧失逃生能力，从而更容易死亡。

另一种说法认为，NDE时大脑因为缺氧而产生了幻觉。这也站不住脚，因为有些NDE发生在

大脑并不缺氧的时候，而且NDE涉及到大脑特异而复杂的改变，缺氧这样“普遍损伤”的机制难以导致。多数经历过NDE的患者性格会发生积极的改变，大都对常人小事更加感恩，对生命的意义有了新的洞察，不再过分计较物质利益，也不再惧怕死亡。

有些证据说明NDE并非虚假记忆或幻觉。许多NDE患者有“脱体体验”(out of body experience，也被称为OBE)，可以飘在空中看到自己被抢救的过程，而且事后能准确复述在自己“死亡”期间周围所发生的事情。在两个研究中，有脱体体验的人能够准确地描述他们的急救程序和其间发生的事件，而没有脱体体验的人却“描述了不正确的设备和程序”。有人对31位盲人(包括一些生下来就看不见的人)的NDE或OBE进行了研究，发现他们当时竟然能看到东西，而且有个别盲人所看到的东西事后被证实。

NDE现象至少说明，意识并非神经现象的简单加和。意识也许离不开物质，就像电流离不开导线，但电流不等于导线。我们今天尚无法说出意识是什么，但可以说出它不是什么：意识不是物质，它是有别于物质的存在。



光子，原名王健，哥伦比亚大学神经生物学博士，师从现代神经生物学鼻祖、诺贝尔奖得主埃里克·坎德尔。

光子还拥有斯坦福大学MBA，是横跨中美的生物技术公司冠科美博的董事长，曾任全球最大的生物医药投资公司奥博资本的合伙人及奥博亚洲的联合创始人，也是清华协创的联合创始人及前任主席。