

锂被称为“白色石油”。早在上世纪70年代末80年代初，我们就注意到锂资源具有非常重要的战略价值，并预见盐湖锂矿最有开发利用前景。

锂成为未来的“王者资源”

□ 郑绵平

院士讲坛

在新世纪，锂资源储备和提锂技术直接影响到国家的战略安全。在美国的能源战略里，已经把锂排在铀的前面。有一种说法，石油和稀土之后的下一个资源王者就是锂。因此，我们应该高度重视锂资源的战略价值，把锂作为能源问题来考虑，充分发挥我国锂资源的优势。

虽然我国能源资源禀赋决定了煤炭消费比重很高，但在清洁环保大趋势下，需要有新的动能驱动经济社会发展。新能源是能源革命的重要突破口，大力发展以锂资源为基础的新能源，有利于我国突破资源瓶颈，转变发展方式，占领新一轮国际竞争的制高点。

锂是稀有元素，自然界中无游离锂，实际是指锂离子或锂盐，一般工业和电池上应用的是以碳酸锂和氢氧化锂为主。

虽然我国拥有丰富的资源储量，但锂产品加工原料对外依存度很高。

2006年，我国扎布耶盐湖率先实现产业化，柴达木盆地经过4个五年计划持续攻关和实践，已攻克镁锂比高的世界性难题，有几个锂盐湖达到大规模生产阶段。2018年，共计生产碳酸锂3.1万吨。

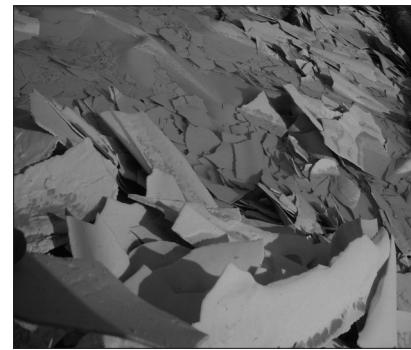
现在当务之急的是应及早开展有条件的地区深层卤水提锂工作。通过硬岩型锂矿提锂，要爆破开采出矿石并经过破

碎、煅烧等流程，还要加入碱或者加氢氧化钠，才能变成碳酸锂或者氢氧化锂。由于从头到尾都要消耗能源，成本会比较高，而且对环境也会产生不利的影响。

盐湖卤水提锂则具有成本低、少污染的优势。从世界发展趋势来看，目前最有工业开发价值的是盐湖型，其次才是伟晶岩型，未来深层卤水和沉积型将会越来越重要。

当前，国外从盐湖中大规模生产锂盐，其卤水镁锂比都小于8，并已实现综合利用和大规模生产，成本低，效益高。

1982年开始，我以“艰苦奋斗，因地制宜，就地取材，扬长避短”的思路，率领盐湖中心、郑州综合运用所团队，在藏北高原扎布耶盐湖以提锂为龙头，从基础应用、资源评价、现场半工业性盐田试验等入手，研发出盐梯度太



阳池提锂和提纯技术，碳酸锂纯度可达99.6%。相关项目于2006年正式投产后，扎布耶盐湖成为我国第一个锂产业基地。

随着我国电动汽车产量扩张，锂电产业尤其要注意把控产品质量关，如

世界锂资源量及分布

美国地质调查局2018年最新统计，世界已查明的锂资源量6200万吨，储量约1400万吨，主要分布在南美洲和亚洲（约70%），重要富集地为南美洲“锂三角”（玻利维亚、阿根廷、智利）。

如果按全球已查明的金属锂资源量60%的采取率计算，可生产小型混合动力电动汽车89万辆，也可以存储约4302亿千瓦时的电能，约相当于三峡电站满负荷运行5年输送的电量。实际上，全球锂资源远景要比已查明的多得多，除了已有锂矿类型外，还有新的锂矿类型陆续发现。

我国的锂资源储量很丰富，仅按2019年美国地质调查局

等统计，中国金属锂资源量700万吨，居世界锂资源储量第6位。

我国锂资源潜力很大，主要分布在青海、西藏、四川、湖南、江西等省（区）。从目前的消费量来看，我国的锂资源可以支撑几十年、上百年是没有问题的。从长期来看，我国最大的锂宝库预测在广袤国土之下的深层卤水和热水及沉积物之中，一旦取得突破将拥有足以支持我国数百年发展的锂资源。

从已调查的情况来看，我国拥有得天独厚的盐类资源优势。这些盐类宝藏涵盖锂、钾、硼、溴、碘、铷、铯、锶、铯、铀等重要战略和新兴产业矿产。

彗星撞地球并不仅存于科幻作品

人类应为防止小行星撞击地球早作准备

人们对彗星撞地球之类的灾难或许还只是停留在科幻作品之中，但权威人士却给出了严正警告：我们或将在有生之年目睹小行星撞击地球！

日前，在华盛顿举行的2019年行星防御会议上，美国国家航空航天局（NASA）局长吉姆·布里登斯廷表示，可能导致大规模伤亡的小行星撞击事件并不是只会发生在科幻电影中。

与此同时，NASA、联邦紧急事务管理署（FEMA）和相关机构将在会议期间进行一次防御演习，模拟一颗小行星径直撞向地球的场景。

“我们必须确保人们明白，这与好莱坞无关，与电影无关。”布里登斯廷表示，“这最终是为了保护我们目前所知道的唯一能够承载生命的星球，也就是地

球。”他还指出，发生在俄罗斯的车里雅宾斯克事件表明，小行星撞击事件的严重性和潜在可能性正在增加。

2013年2月，一颗小行星坠入大气层，在乌拉尔山脉南部上空留下大约10公里长的轨迹。这是1908年通古斯事件之后一个多世纪以来记录的最大流星撞击事件，空中爆炸的冲击波造成1600多人受伤，其威力估计有20颗广岛原子弹那么强。据估计，这类事件每60年就会发生一次，但布里登斯廷表示，在过去100年里，这类事件已经发生了3次。

按照这一思路，下一个类似车里雅宾斯克事件规模的小行星撞击事件很可能会在我们有生之年发生。

车里雅宾斯克事件让世人重新认识到小行星撞击地球的威胁，也促使科学家必

须更新对此类事件的想法和应对策略。布里登斯廷表示，行星防御和NASA的其他目标（比如人类再次登月）同样重要。NASA正在努力探测和跟踪地球附近90%的宽度大于140米的小行星。如果这些小行星撞击地球，很可能会造成致命的破坏。

NASA的努力还包括双小行星重定向测试任务。在这项计划于2021年6月发射的任务中，包括了伊隆·马斯克的SpaceX公司提供的帮助。双小行星重定向测试任务是开创性的，它将首次通过故意让一个物体高速撞向小行星使其偏离轨道。2021年，该任务将搭载猎鹰9号火箭从加利福尼亚州范登堡空军基地发射升空，预计将于2022年10月抵达距离地球1100万公里的Didymos小行

星。

科学家认为，如果现在有一颗小行星正朝着地球飞来，人类能力将无法使其偏离轨道，但可以尽可能地减轻撞击，并采取保护生命和财产的措施，包括疏散受灾地区和转移关键的基础设施。

了解小行星的运行轨迹、大小、形状、质量、物质组成和旋转动力学等，将有助于专家确定可能撞击事件的严重程度。当然，减轻损害的关键是尽早发现任何潜在的威胁。目前，科学家正在推进一项通过探测器阻止小行星与地球相撞的任务。该探测器只有冰箱大小。该计划将在2024年对一颗体积较小且不具威胁性的小行星进行测试，这是用于行星防御的小行星偏转技术的首次演示。

（柯坡吾）

古老养生法受长沙市民追捧

五禽戏、太极拳、马王堆导引术……湖南中医药大学传统保健队的队员们到社区传授这些古老功法时，总能吸引很多社区居民。保健队队员钟良说，“我们到长沙很多社区教学，现在已经开展了一百多场教学活动和表演活动了。”

湖南中医药大学体育艺术学院副教授龙专介绍，传统保健队将中医药与健身气功融合在一起，队员们主要研习五禽戏、八段锦、易筋经、七星功、马王堆导引术、六字诀、太极养生杖等健身气功。现在有15名队员，队员们基本上

都是“80后”“90后”。

马王堆导引术改编自两千多年前的《导引图》，动作舒缓、柔美，更适应现代人练习。从2016年开始，马王堆导引术成为湖南中医药大学学生的体育必修课，如今每年都有4000多名学生研习这套古老功法。

“我们不仅希望学生练习养生功法，更致力于将中医与体育融合，让传统养生功法走出校门，让其走进社区、走进机关、走进街道，走到老百姓身边去。”龙专说。

来自新华社的消息说，2015年开

始，湖南省中医药大学传统保健队队员到长沙多个社区开展传统保健功法推广教学活动，让更多社区居民体会到传统保健功法的魅力。

保健队队员陈静茹说，很多学员都是老年人，他们非常喜欢养生功法，其中五禽戏和马王堆导引术最受欢迎。

长沙市白鹤小区的居民潘亚飞非常喜欢学习养生功法，她不仅自己练习，还建立了微信群，督促社区居民一起练习。她说，“学习养生功能让我气定神闲，心平气和。”

（帅才）



作者单位：
美国卡内基梅隆大学

腾讯科普·企鹅科学

科普时报

以文字传真知 以思想绘星图



文化选择与社会学习

——漫谈合作行为演化之七

□ 杜 鹏

文化选择是文化现象在社会中传播的一个过程，类似于自然选择的突变、复制和保持。文化选择主要可以分为3个过程：第一个过程是文化的产生，可以称之为创新。第二个过程是文化（现象）从一个个体传播到另一个个体或从一个群体传播到另一个群体的过程，可以称之为传播或扩散，具体表现为模仿、沟通等。第三个过程是吸纳或拒绝过程，可以称之为保存。但在吸纳和拒绝之间是连续、渐变的，这一点不同于自然选择的保持过程。

农业生产方式的普及就是文化选择的一个例子。开始时，个别聪明的个体（发现）了耕种农产品的生产方式，如果发明者能够把种植的基本方法传授给那些希望仿效的人，农业生产方式就能得到传播。但是，有效传播必须满足4个条件：发明者愿意传授相关知识；被传播者必须与发明者保持紧密联系；被传播者必须愿意改变他们现存的生活方式；发明者必须有能力抚养足够数量的孩子。这4个因素组成了选择过程，是农业生产方式能否扩散的主要条件。简单收集自然生长的果实比努力耕种要轻松得多，因此由于人口过剩而造成的自然资源不足是农业生产方式得以普及的关键因素。

生物演化的适应是自然选择的结果，是通过繁殖实现的，所以，繁殖是所有生物个体的第一需要。而文化选择可以独立于生物进化，不受自然选择的制约，生殖不再成为所有人的第一需要。许多人可以为了适应文化的需求，因为种种原因反而抗拒繁殖这个生物本能。但从人类演化的过程，生物本能的文化演化的作用下衍生出大量派生需要，比如，马斯洛的生理、安全、归属、尊重、自我实现的需要。因此，文化选择的适应性标准不是唯一的，这也造成只有几千年文明历史的人类，却有着不计其数的文化

类别的原因。一个极端的例子是某些宗教要求独身生活，他们没有后代。这与生物的适应是相反的。尽管如此，文化适应仍然在根本上与生物适应是一致的，比如，追求地位、金钱与远古时期拥有更多的权力、力量是近似的。

文化的核心是学习。人类的教育往往通过观察、聆听等进行。而人类的信息沟通渠道很多，比如，音乐、舞蹈、宗教、信仰，等等，通过这些渠道传播、扩散相应的行为模式、规范。同时由于文化是群体行为的结果，在人类长期的演化过程中形成亲社会性倾向，通过身体的装饰品、语言、仪式等显示自己隶属群体的独特特征。以划分明确的群体归属。因此，群体行为方式是文化选择过程中一个重要特征。在群体中，个人在一个相互作用的决策环境，以及不确定的自然环境下，需要根据别人的行为或不同的自然环境下调适自己的行为，这就是适应性学习的

选择性模仿可能是先天的

模仿是最基本的适应性学习方式。人类并不是被动地模仿他们所观察到的一切。相反，学习过程是根据决策规则而有所选择和偏好的。

选择性模仿的规则可能是先天的，或者是早期模仿的结果，或者是两者的混合。个体可能试验一个行为，然后强化，或者拒绝，或者他们采用经验的规则来减小错误的成本直接获得适应行为。这些经验也使得他们在处理大量的社会信息时能够迅速过滤掉无关或无用的信息。因此，人们模仿别人的行为，常常是那些看上去高收益的行为，或者那些大多数人的行



我们总是喜欢挑选一些和意境相符、和心情搭配的音乐。可是，伤心的时候听慢歌，伤心的歌真的能让我们心情变得好起来吗？在我们意志消沉的时候，选择一些超燃、超热血的快歌，似乎能帮助我们更快地从情绪的低谷走出来。音乐不仅蕴含了创作者情绪，也对我们每个人的情绪有着非常神奇而微妙的影响。那么音乐到底如何影响人们的情绪呢？

2016年，一些西班牙的科学家就行了一组实验。他们招募了63名年龄在19岁到29岁之间的被试者。在实验中，被试者需要给听到的音乐在4个维度上打分。这4个维度分别是张力、表现力、趣味性和吸引力。接下来，被试者根据自己当前的心理状态，给自己体验到的3种基本情绪在0-8的尺度上打分。这3种基本情绪分别是快乐、惊讶和悲伤。

为了更深入地探究音乐中的哪个元素如何影响情绪，研究者们做了两个实验。第一个实验中，研究者们主要想调查音乐的速度对情绪的影响。他们准备了一首曲子在90 bpm、120 bpm和150 bpm上的3个版本（注：bpm是通用衡量音乐速度的单位）。科学家们发现，“悲伤”这一种基本情绪最受到速度的影响。当速度从90bpm上升到120bpm时，悲伤这一项的评分降低了37.7%。而当速度从120bpm上升到150bpm时，悲伤这一项的评分再次降低了39.9%。

不过，值得注意的是，单单这一项发现并不能说明“伤心的人别听慢歌”。

在同时进行的第二个实验中，研究者们也发现速度并不是唯一一个影响情绪的因素，节奏单位在一定程度上也会对人们的情绪产生影响。所谓节奏单位，指的是每个音符的持续长度，以及这些长度的音符如何组成有规律的单位。

近年来，越来越多的研究采用各种各样的方法实验，都在试图揭晓音乐和情绪之间的联系。

早在2001年，研究者们就发现听到好听音乐时头皮发麻，像“飞一般”的感受，就会激活我们大脑中和奖励与情绪有关的区域，例如腹侧纹状体、中脑、杏仁核等。这些区域，在其他如食物等诱导愉悦的刺激下，也会出现相似的活动。这个发现就说明，当我们听到美妙音乐时所感受到的喜悦感，是有着很深的生物学基础的。

有趣的是，我们大脑的左右半球对音乐中的情绪处理也会出现偏侧化的现象。所谓偏侧化就是指左右半脑在一些任务中呈现不同的激活。比方说，有的科研人员发现，我们的左半脑会对表达喜悦、速度较快、大调的音乐产生更多的活跃，而表达恐惧与悲伤、速度较慢、小调的音乐则会使右半脑更活跃。

学术界对于音乐和情绪的研究，因为受到各种实际因素限制，一直没有办法得出很好的结论。在《音乐教育学中的神经科学》一书中，就对目前该领域科研面临的挑战进行了讨论。比方说，如果想研究一个钢琴演奏者在演奏一首钢琴曲时的情绪和工作脑回路，即使我们有办法把一个正在弹钢琴的钢琴家塞进核磁共振的机器里扫描他们的脑子，那些活动的图像能告诉我们的信息也十分有限。

伤心的时候究竟应该听什么歌？最准确的答案，也许就是你想听什么歌就听什么歌。可以说，音乐几乎是我们本能的一部分，是陪伴我们一生不离不弃的好伙伴。“应该听什么歌”这种问题，也许是为数不多的我们自己比科学更知道答案的问题。

（作者单位：



美国卡内基梅隆大学

社会学习过程是群体中个人相互博弈的过程，每个个体对正在进行的博弈拥有自己的主观认识。在特定的时间，每个个体只是主观地启用行动集合的一部分子或子集的某种结合作为行动的备选方案。个体主观的行动决策在各个时期相互一致即形成纳什均衡时，他们的主观认知可以被他们的行动共同决定的可观察的事实所证实，形成博弈进行方式的共有信念。这些共有信念即为社会规则或制度，进而演化为偏好合作的社会的道德系统。

社会规则的本质特征是个体行为决策的自我实施，因为它们往往是在特定的领域中通过个体互动而生的。通过社会学习和群体内的交往，个人塑造了规则，规则也塑造了个人。个人和社会规则相互依存并协同演化。演化生物学家推断，这一切发生在农业生活系统出现之前的狩猎采集社会，在文化和基因的共同作用下发生了大量的基因突变，从而产生了亲社会性倾向和认知可塑性等特征。

（作者单位：中国科学院科技战略咨询研究院、中国科学院学部学研究究所支撑中心研究员）



前沿探索

听伤心的歌一样可以抚平伤口

曹安洁

在社会学习过程中，每个个体都会接受社会或他人的指导，但是顺从的程度可能会有所不同。顺从行为免去了试错的成本，促进了文化的积累，对个人适应能力和社会进步有很大作用。在人类社会中，即使没有亲缘和互惠关系，由于顺从的存在，合作仍然普遍存在。