



听《中国科学报》《中国科学报》官微

科学网 App

科学网官微

新浪微博 <http://weibo.com/kexuebao>

科学网 www.sciencenet.cn

曹晓风：选择塑造人生

■本报记者 冯丽妃

一头齐耳短发，鼻梁上架一副眼镜，脚穿黑色运动鞋，走起路来健步如飞。已经是中国科学院院士的曹晓风，身上仍带着北京姑娘的飒爽与劲劲儿。

曹晓风是中国科学院遗传与发育生物学研究所（以下简称遗传发育所）研究员，深耕植物表观遗传学研究。她带领团队挑战僵持 200 余年的学术争论，哪怕用 10 多年的时间也在所不惜；响应国家需求，毅然从深耕多年的表观遗传学，转向零基础的盐碱地改良和饲草选育研究。

前不久，曹晓风获得 2025 年度“中国科学院先进个人”称号。回望科研之路，她直言：“选择比努力更重要，人生的轨迹就是在一次次选择中形成的。”

种一棵草

近年来，同事、朋友对曹晓风的印象悄然转变——深耕纯基础研究的科学家，成了大家口中的“草院士”，带领团队在黑龙江山、山东、新疆等地寸草不生的盐碱地上，种下一片片繁茂的饲草田菁。

2003 年，曹晓风留学回国入职遗传发育所，潜心植物表观遗传学前沿基础研究。在这个有着 60 多年历史的研究所，做“顶天立地”的研究是一贯以来的传统：培育的杂交高粱覆盖全国 50% 种植面积，远缘杂交小麦累计推广 3 亿多亩……“用科研成果解决国家所需。”这个念头在曹晓风心底悄然扎根。

做哪方面的研究落地好呢？2013 年，在一次学术会议上，曹晓风向国家最高科学技术奖获得者、中国科学院院士李振声请教落地的研究方向，得到的回答是：东北盐碱地有发展潜力。

2017 年，曹晓风迎来一个契机——牵头承担中国科学院“边际土地产能扩增机理与藏粮于地技术模式”项目。她将目光投向东北近 5000 万亩苏打盐碱地。这片 pH 值超 9 的“白色荒漠”，土壤板结如石，有机质不到 1%，连“盐碱地哨兵”碱蓬都难以存活。

“土地质量不行，庄稼长不好，老百姓挣钱难，发展更无从谈起。”这份牵挂让曹晓风反复思索，能否找到一种植物，盘活这片贫瘠土地，将其打造成后备耕地。

曹晓风带领团队从古籍中探寻思



曹晓风在丈量田菁。受访者供图

路，发现春秋时期先民便以绿肥养地。他们联合黑龙江省农业科学院，用从全国搜集的 800 多份绿肥资源在重度盐碱地开展“生存试炼”。最终，开着淡黄色小花的田菁脱颖而出。

2020 年夏，黑龙江安达的盐碱地试验田里，其他植物都蜷缩成了“小矮桩”，田菁却蹿到了两米高。后续试验中，研究团队逐步解锁其优势：自带固氮系统，每亩年固氮 20 公斤；耐盐碱，能在盐分 1% 左右的盐碱地生存；耐涝，浸水 3 天仍能抽新叶；营养价值媲美苜蓿，是优质饲草。曹晓风大胆提出一个理念：植物先行，改土为先。

为让南方的田菁在北方“安家”，曹晓风带领团队历经 6 代杂交驯化培育“中科菁”系列新品系，配套研发“微生物固氮菌剂+除草剂”组合技术，一步步帮田菁适应新环境。“田菁种下去就有改土能力，再与土壤微生物协同，通过植物、土壤、微生物三者互作，就能实现以种适地、以地适种。”曹晓风说。

如今，“中科菁”系列新品系已为我国东北、华北、西北的多类盐碱地披上绿装：吉林白城 pH 值超过 10 的盐碱地，历年来没种活过作物，自从在光伏板下的盐碱土里种上田菁后，每亩增收约 500 元；唐山滨海盐碱地种一年田菁还田后，因为改良了土壤，次年玉米、高粱亩产提升超过 50%；山东利津的牛场

周围荒芜盐碱地寸草不生，通过几年的努力长出绿油油的田菁，替代豆粕喂牛后效果显著，成为当地种养循环改良盐碱地的典范。

谈及获奖，曹晓风坦言荣誉属于团队。她掰着手指数团队里的青年科学家：“助手唐丁去年在新疆驻守 153 天，宋显伟研究员常年往返东北与北京，邓娟副研究员节假日都扑在盐碱地上，无暇顾及两个孩子，还有很多博士生和博士后……他们去的都是荒无人烟的地方。”

“为啥要去这些地方？因为盐碱地就在那里。做盐碱地改良，不是实验室里摆瓶子就行。你得下地，得种种子，得看它真长出来。”曹晓风补充说。

在曹晓风看来，这份荣誉也是中国科学院的风向标——把科研成果转化为新质生产力，把论文真正写在国家需要的地方。

几年前，一位东北老农对曹晓风感慨：“我活了 60 多岁，我家这地从没长过东西。结果种上田菁，一亩地挣了几百块钱。”

“这话比发表顶尖论文更让我高兴。”曹晓风笑着说。

选择，再选择

很多人向曹晓风请教成功秘诀。她的答案是，“认清自己，果断选择，持之以恒。”

“我念书的时候不是分数最高的学生。”曹晓风坦坦地说，在北大附中读书期间，成绩上主科不乏“中”，体育、生物等副科却屡获“优”。从初一到高三，她连任学校篮球队队长，经常打球打到天黑才回家；作为生物兴趣小组成员，她曾特地赴青岛实习，观察海星、海星。

“从小我就知道自己的热爱与擅长，能做什么，不能做什么。”曹晓风说，这份清醒得益于母亲的教诲。她的母亲毕业于北京大学哲学系，却发现为了“补理论短板”而选择的这条路并不适合自己，便叮嘱女儿“一定要做自己热爱且擅长的事情”。

高考时，曹晓风坚定地选择了生物专业。然而，进入北京大学生物系后，她却遇到了意外的难题：动物实验中，面对小鼠、蟾蜍，双手止不住发抖。为了不

被同学取笑，她不示弱，不吱声，默默咬牙坚持。“因为你越表现得害怕，男同学就越会捉弄你。”她回忆说。

研究生阶段，曹晓风果断转向植物研究，考入中国农业大学。“做科研要扬长避短，力争做‘单项冠军’——在国家所需要的领域做到极致，而非面面俱到、平庸无长。”曹晓风说。

此后，曹晓风赴美国约翰·英纳斯中心进行联合培养，在美国华盛顿州立大学生物研究所从事博士后研究。1999 年，博士后出站后，她又一次面临科研路上的关键抉择——加入“大牌”科学家领衔的知名实验室，还是入职拿到教职不到半年的“青椒”成立的崭新实验室。

曹晓风选择了后者。朋友觉得不可思议。她的理由很简单：学科领域吸引了自己。“对表观遗传学这个新兴领域的研究成果我能够做到了然于胸，而成熟领域的论文浩如烟海，难有创新突破。”曹晓风说。

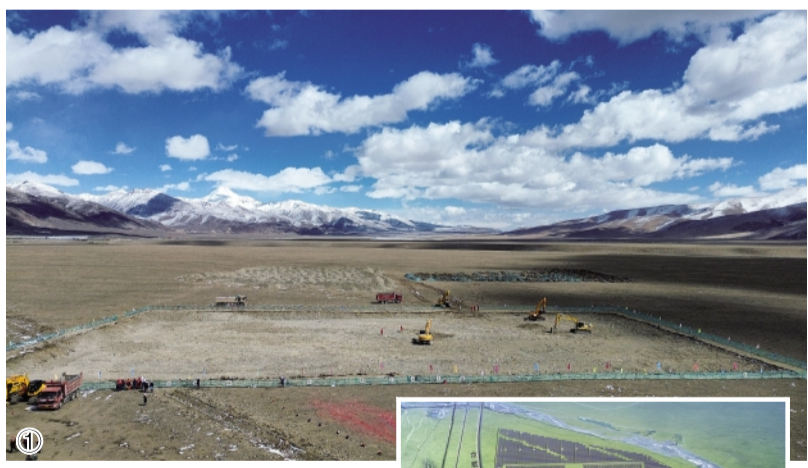
后来，曹晓风果然在美国加利福尼亚大学洛杉矶分校“青椒”Steven Jacobson 的实验室做出了开拓性研究：与合作者发现“SUPERMAN(超人)”高甲基化突变体基因的调控机制，揭示 DNA 甲基化酶、组蛋白甲基化和小分子 RNA 三者共同构成表观遗传研究中最基础、最核心的分子机制。在 Jacobson 获评终身教职的 6 篇核心论文中，曹晓风是其中 5 篇的第一作者。

“选择方向比努力更重要。”曹晓风用自己的经历印证了这句话。

此后，从模式生物拟南芥表观遗传学研究到水稻温敏研究，再到饲草改良作物田菁研究，曹晓风一次次完成路径选择，即便这意味着，有时她不得不从头做起。

不是“大女主”，只是更纯粹

在科研这条路上走了近 40 年，曹晓风培养的学生中，已有 30 人成长为研究员、教授。她的育人理念始终是“因材施教”：像认清自己一样，发现学生的优势，严谨治学，助力他们在擅长的领域发光。（下转第 2 版）



全球海拔最高的槽式光热电站开建

4 月 6 日，全球海拔最高的槽式光热电站——中国广核集团有限公司（以下简称中广核）西藏乌玛塘 50 兆瓦光热项目在拉萨市当雄县乌玛塘乡正式开工建设。该项目海拔 4550 米，同步实现了我国自主知识产权的 8.6 米大开口槽式集热器首次商业化应用，并配置 6 小时熔盐储热装置，可实现夜间连续发电和灵活调峰，为西藏电网提供稳定、可靠的清洁电力支撑。

该项目采用导热油槽式光热技术，集热场面积 24.2 万平方米，共设置 68 条回路，其中 8 条回路采用中广核自主研发的 8.6 米大开口槽式集热器，其余 60 条回路采用开口宽度 5.77 米的集热器。

据相关负责人介绍，8.6 米大开口槽式集热器是目前国际商业化应用中开口尺寸最大的槽式集热器。相较于 5.77 米开口集热器，这款集热器聚光比和能流密度分别提升 18% 和 17.5%，单位发电成本降低 10%。该技术的商业化应用将有效带动我国槽式光热发电全产业链协同升级，进一步巩固关键材料与核心部件的国产化能力，标志着我国槽式光热发电核心装备实现了从技术引进到自主创新的跨越。

此次开工的光热项目是中广核西藏当雄乌玛塘“光热+光伏”一体化项目的核心组成部分。据测算，该一体化项目全面建成后，预计年平均上网电量约 7.19 亿千瓦时，等效节约标准煤约 21.69 万吨，减排二氧化碳约 65.23 万吨。

图①为项目开工现场，图②为项目规划图。
本报记者朱汉斌 通讯员朱丹报道 中广核供图

“微型脑”的熊蜂也有“节奏感”

■本报记者 朱汉斌 通讯员 柯佳

当我们跟随音乐打拍子时，大脑不仅记住了每个声音的时长与速度，更把握了其中抽象的节拍结构。这种节奏感知能力过去被认为是人类、鸟类和少数哺乳动物的专属。然而，南方医科大学团队与合作者的最新研究证实，熊蜂仅有约 100 万个神经元，比芝麻粒还小的“微型脑”，同样具备抽象节奏感知能力。

这项 4 月 3 日发表于《科学》的研究成果，挑战了“复杂时间模式的表征与泛化依赖发声学习或特殊脑结构”的传统观点，提示节奏感知可能具有更广泛的演化基础，并能从相对简单的神经架构中产生。

南方医科大学教授、粤港澳大湾区脑科学与类脑研究中心主任高天明院士指出，熊蜂微型脑的探索与学校脑认知功能核心研究方向高度契合，为理解智能的起源与进化提供了全新视角。

熊蜂能否辨别复杂时序模式

“最初的研究想法源于一次头脑风暴。”论文通讯作者、南方医科大学教授彭飞回忆。前人的研究及团队前期工作表明，熊蜂具备出色的视觉加工能力，也能处理简单时间线索。但对于更复杂的时序模式的辨别和记忆，团队推测熊蜂或许难以完成，这可能是其微型脑的认知局限。不过，好奇心驱使他们亲自尝试。

基于此，南方医科大学教授、论文通讯作者 Cwyn Solvi 和彭飞团队采用 Arduino 微控制系统驱动的人工花装置，让不同花朵按预设程序呈现不同闪光模式。

呈现两种配对的闪光模式：一种对应糖水奖励，另一种对应奎宁水惩罚。熊蜂若想区分两组模式、识别奖励与惩罚对应的模式，就不能依赖单一局部特征，必须把握整体时间结构，即节律本身。

实验结果表明，熊蜂不仅能学习记忆复杂时间模式，还能在整体速度变化后识别出同一节律模式。这出乎团队预料，说明熊蜂确实可以不依赖固定时长或局部特征，而基于相对时间关系形成抽象表征。

跨模态实验揭示节律感知本质

视觉闪光实验证明了熊蜂能“看懂”节律，但一个疑问随之而来：它们理解的是视觉刺激本身，还是隐藏在后的时间结构？

为此，团队设计了从振动到视觉的跨模态实验。论文作者、澳大利亚麦考瑞大学教授 Andrew B. Barron 说：“设计跨模态实验更多是出于好奇，没想到给了我们一个大惊喜。”

实验中，熊蜂先在 T 迷宫里学习两种不同振动节律模式，感受到一种模式时前往左侧可获得糖水奖励，感受到另一种模式时前往右侧才能获得糖水奖励。结果显示，熊蜂能顺利将不同振动模式与左右选择关联。训练完成后，团队不再使用振动刺激，而改用时间结构等价的视觉闪光模式进行测试。令人惊讶的是，熊蜂依然能作出正确选择。

这意味着，熊蜂所表征的并非“振动”或“闪光”这类表面形式，而是更抽象的节律结构本身。换言之，熊蜂记住的不是刺激来自哪种感觉通道，而是事件在时间上如何被组织。

习近平给四所交通大学全体师生回信强调 传承弘扬西迁精神聚焦国家重大战略需求 为建设教育强国科技强国人才强国作出新贡献

据新华社电 近日，中共中央总书记、国家主席、中央军委主席习近平给上海交通大学、西安交通大学、西南交通大学、北京交通大学全体师生回信，对学校发展提出殷切期望。

习近平指出，你们四所高校根脉相连，今年共同迎来建校 130 周年，在此向全体师生员工、广大校友表示祝贺。

习近平强调，希望你们坚持以新时代中国特色社会主义思想为指导，秉持“求实学、务实业”办学宗旨，传承弘扬西迁精神，聚焦国家重大战略

需求，加强科技自主创新和人才自主培养，在促进产学研深度融合上实现更多突破，为建设教育强国、科技强国、人才强国作出新贡献。

上海交通大学、西安交通大学、西南交通大学、北京交通大学的前身，分别是 1896 年成立的南洋公学、北洋铁路官学堂和 1909 年成立的铁路管理传习所，1921 年合并组建为交通大学。近日，四所交通大学全体师生给习近平总书记写信，汇报学校 130 年发展历程和办学成绩，表达为建设教育强国、民族复兴伟业贡献力量的决心。

物质超均匀分布新机制获揭示

本报讯（记者 杨扬）中国科学院理论物理研究所研究员金瑜亮团队与上海交通大学、浙江大学等单位的研究人员合作，在无序系统与统计物理研究领域取得重要进展，揭示了物质超均匀分布的一种新机制。相关研究成果近日发表于美国《国家科学院院刊》。

阻塞相变是无序体系从流动状态到非晶固态的转变过程，在胶体、颗粒物质及非晶材料中普遍存在。长期以来，该相变呈现出一个悖论：一方面表现出超均匀性，即大尺度密度、接触数等物理量涨落被显著抑制；另一方面又表现出临界性，即系统对外界扰动表现出高度敏感性和长程关联。

想象一下，一堆散沙，里面颗粒的分布是随机的，有的地方密，有的地方疏。当把这堆沙子压实，让它变成一个相对固定的沙堆，神奇的事情发生了。一方面，这个沙堆内部大范围的稀疏和密集程度被“抑制”了，变得异常均匀；另一方面，这个沙堆又很“敏感”，稍微碰一下，里面的颗粒就可能发生很大的位置调整。在物理学中，相对固定的沙堆相当于阻塞相变，异常均匀为“超均匀性”，因敏感而发生变化的叫作临界性。

在一般材料体系中，临界性往往意味着超涨落，而非超均匀。为何在阻塞相变中，这两种看似矛盾的现象可以同时存在？

研究团队通过理论分析和模型构建，揭示了这一悖论背后的物理机制。他们发现，阻塞相变中的接触数超均匀性源于两个核心约束：一是全局的等静性条件，二是局部的力学稳定性不等式。基于上述机制，研究团队构建了一种最小拓扑网络模型。该模型满足全局等式与局部不等式的约束条件，在临界点处，同时展现了连接数超均匀性和临界行为。

相关论文信息：<https://doi.org/10.1073/pnas.2517241123>

新型电化学水处理器件 破解二次污染难题

本报讯（记者 陈欢欢）安徽师范大学教授熊宇杰团队联合中国科学技术大学俞汉青院士团队，研发出一种无二次污染、可扩展的流式电化学水处理器件，成功破解了行业难题。相关研究成果近日发表于《自然-可持续性》。

研究团队创新构建了膜电极组件水处理系统，首次将气体扩散电极与电化学活性膜电极相结合，实现了阴极氧还原反应和阳极氧化反应的耦合增效。该系统依托阴离子交换膜的电荷传导功能，无需外加支持电解质，还能有效阻止逆反应；阴极产生的活性氧阴离子可穿过膜层抵达阳极，与阳极活性氧物种协同作用，大幅提升污染物降解效率并降低能耗，从源头避免了外加电解质产生的二次污染。

在核心电极材料设计上，团队兼顾了低成本与高性能：阴极采用氧化炭黑气体扩散电极，阳极选用氧化

物三维多孔电化学活性膜电极。性能测试显示，该器件在 2 伏低电压下，对 16 种典型持久性有机污染物的去除率超 92%；可适应 pH 值 1 至 11 的宽酸碱范围，用空气替代纯氧性能也无衰减，能深度去除 500 纳克/升的超痕量污染物，连续稳定运行时长突破 5000 小时。

更值得关注的是，该器件具备较大的工程应用潜力。团队研制的 100 平方厘米大尺寸反应器，在医院废水处理中对三氯生和戊二醛的去除率分别超 90% 和 80%，并可稳定运行 150 小时以上。该器件还可与太阳能结合，实现户外无泵驱动水处理。生命周期技术经济分析表明，该工艺每吨水处理运营成本仅 2.32 美元，且单位成本有望进一步降低。

相关论文信息：<https://doi.org/10.1038/s41893-026-01799-7>



熊蜂闪光飞行实验。受访者供图

熊蜂闪光飞行实验。受访者供图

熊蜂闪光飞行实验。受访者供图

熊蜂闪光飞行实验。受访者供图

熊蜂闪光飞行实验。受访者供图

熊蜂闪光飞行实验。受访者供图

熊蜂闪光飞行实验。受访者供图

熊蜂闪光飞行实验。受访者供图

熊蜂闪光飞行实验。受访者供图

熊蜂闪光飞行实验。受访者供图

熊蜂闪光飞行实验。受访者供图