

## 曾融生：中国深地研究的拓荒者

(上接第1版)

当时探测这样厚的地壳工程，不仅在国内是首次，在国外也很罕见。

为获取可靠的地球深部构造数据，曾融生多次带领勘探队奔赴柴达木盆地。曾融生曾回忆，柴达木盆地的生活环境十分艰苦，刮起大风时漫天黄沙，眼睛都睁不开，一开口说话沙子就和着风灌进嘴里。冬季野外温度降至零下二三十摄氏度，经常冻得人难以入眠。除了艰苦的环境，饮食供给也很困难。有一次，他们整整喝了一个星期的玉米面粥，最后还是断粮了。

但苦日子“酿出”一系列开创性研究成果——他们探得柴达木盆地地壳厚度为52公里，这一结果至今仍被广泛引用；通过对探测数据的处理和解释，建立了中国大陆最早的区域地壳分层速度结构模型；基于此，曾融生提出地壳分层的重要概念。这些研究填补了我国地球深部构造研究空白，揭开了中国地壳和上地幔深部构造研究的序幕。

20世纪60年代，曾融生完成《固体地球物理学导论》一书的构思。“改革开放后，凝聚了曾先生科研心得的数十万字巨著随即问世，令人钦佩不已。”中国科学院院士陈运泰说。

除了人工地震，曾融生还带领团队利用天然地震开展地球深部构造研究。20世纪70年代，我国云南通海、云南昭通、河北唐山发生7级以上大地震后，他带队前往现场，对地震破裂进行仔细观察研究。

1982年至1984年，曾融生在唐山地震震中开展具有开创意义的深地震反射试验，获得了唐山地区震源区深部结构图像，并据此提出此次地震震源是中地壳脆性变形和上地壳脆性断层所组成的两层破裂震源模型。这一研究结果在后来大地震震源区探测试验中得到证实。

1978年，中国科学院地球物理研究所与地震有关的研究室划归中国地震局后，曾融生担任中国地震局地球物理研究所深部构造研究室主任。1982年，在他的倡导下，中国地震局将下属十几个单位的流动地震观测技术队伍组织起来，成立“深地震测深技术协调小组”。在随后十几年里，协调小组转战南北，在华北、西北、西南、东南等地完成了近4万公里深地震测深剖面的探测。

1980年，56岁的曾融生当选为中国科学院院士。他的科研征途仍在继续。他把主要精力集中到探索青藏高原深部构造与地球动力学研究上。

20世纪90年代，曾融生与美国纽约州立大学宾汉姆顿分校教授吴大铭合作，应用宽频带流动地震观测技术在青藏高原原内沿青藏公路布设了11个临时地震台站。这是国际地球学界首次在青藏高原布设的由先进宽频带数字地震仪组成的地震观测台网，成为青藏高原深部构造研究的一个新的里程碑。他们利用这些宝贵的地震观测资料对青藏高原深部构造进行研究，取得了许多重要成果，包括提出印度次大陆与欧亚大陆碰撞的新模型。

“曾融生及其同事是第一批通过分析地震波来建立青藏高原三维地震速度结构模型的人。曾融生对青藏高原地震活动性简明而优雅的讨论，已成为许多研究的基础。”国际著名地震学和地球物理学专家、美国地质调查局研究员Walter D. Mooney如是评价。

## 是“严师”也是“益友”

曾融生一生育人无数。从1962年开始招收研究生起，他先后培养了30多位硕士和博士。在学生眼中，曾融生既是“严师”，也是“益友”。

陈运泰是曾融生的第一个研究生，今年84岁的陈运泰仍然记得，1962年他到中国科学院地球物理研究所“面试”时初见曾融生的情形。“当时先生已银丝满头，后来我才知道，先生年方38岁。”

入学后，陈运泰发现，曾融生对学生关爱备至，但在学习要求上却毫不含糊。“他对学生犹如体育教练训练运动员，强度很大。考试既不划定范围，也不指定重点，亦无‘商量’余地。学生需要读刚出版的新书和大部头的参考书，这些书有时连中文译本也没有……”陈运泰说。

王椿镛与曾融生的初次相遇是在1970年的通海大地震现场，当时曾融生正在做面波和地球结构研究，需要做一些计算，王椿镛就上前提供一点帮助。“言谈中，我们发现大家都是福建人，聊得十分投机。”

“我永远不会忘记科研之路上曾先生对我的提携。”王椿镛说。1978年恢复研究生招生制度后，曾融生写信鼓励他报考自己的研究生，这对他人的一生至关重要；成为研究生后，曾融生又给他列出一批需要阅读的外文文献，很认真地指导他做研究，让他成为改革开放后第一批博士生中的一员；后来，曾融生又推荐他到美国加州大学伯克利分校参与国际合作项目。

姚志祥读博士时，作为导师的曾融生已年近八十，但他仍然每天雷打不动地上班，指导方法，对于每一篇学术论文，从文献阅读、计算方法、数据处理到论文写作，他都要认真检查，提出修改意见，甚至会一句话一句话地修改。“姚志祥回忆道，‘曾先生时刻告诫我们，对科研工作要有严谨的科学态度，切忌浮躁。只有静下心来，耐得住寂寞，坐得住‘冷板凳’，全身心投入，才能有收获。’”

提及这位合作了20多年的中国“密友”，Mooney直言：“曾融生身上体现了中国学者所珍视的一切品质——知识渊博、木业专攻、谦虚谨慎、宽宏大度、诲人不倦。他对年轻学者的培养源自于他认识到，对自然界的准确理解仍需未来多代人的共同努力。”

## 数学家发现一种自然界常见新形状

**本报讯** 数学家发现了一种新的形状。从鹦鹉螺标志性的螺旋壳腔室，到种子长成植物的方式，这种形状在自然界中很常见。相关论文近日发表于 *PNAS Nexus*。

这项工作考虑了“密铺”这一数学概念，即形状如何在表面上镶嵌。自古以来，用相同的图形填充一个平面的问题得到了充分探索，以至于人们很容易地认为已经没有什么可发现的了。但是，研究人员用一组具有角角的新几何图形推导出了密铺原理，并将其称为“软单元格”。

“以前没有人这样做过。”未参与这项工作的美国国家数学博物馆数学家 Chaim Goodman-Strauss 说，“有这么多的事情需要考虑，真是令人惊讶。”

几千年来，人们已经知道，只有某些类型的多边形密铺，如正方形或六边形，可以拼接在一起，无缝填充二维空间。自20世纪80年代发现名为准晶体的非周期性结构以来，填充空间而无须规则重复排列的密铺，如彭罗斯密铺，逐渐引起了人们的兴趣。去年，Good-

man-Strauss 和同事宣布发现了第一个只使用单一瓷砖形状的准周期密铺，它没有任何真正的周期性。

在新的研究中，匈牙利布达佩斯技术与经济大学数学家 Gábor Domokos 和同事重新研究了周期性多边形密铺，并考虑了当一些角变圆时会发生什么。在二维空间中，并非所有的角都可以圆润而不下留缝隙。但当一些角变为“尖形”时，填充空间的密铺就成为可能。这些角的内角为零——其边缘像泪滴一样切线相交，并紧贴着角。

Domokos 和同事设计了一种算法，可以将几何密铺——二维多边形或三维多面体，如泡沫的气泡，平滑地转换为“软单元格”，并探索了在这些规则下可能的形状范围。结果显示，在二维中，选择相当有限，所有图形必须至少有两个尖状角。但在三维中，柔软度的引入会带来一些惊喜，特别是这些“软单元格”可以在完全没有任何角的情况下填充空间。

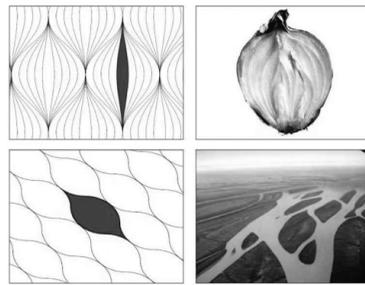
Domokos 认为，对于任何给定的初始多面体密铺，都有一种独特的密铺具有最大可能的

柔软度。他还怀疑，在真实材料中，这个最优解将使某些物理量最大化，例如边缘弯曲能或界面张力等。他承认研究团队目前还没有证据证明这个最大柔软度的猜想，但希望“某个更聪明的人会发现并证明它”。

研究人员在自然界中也发现了“软单元格”，包括辫状河流中岛屿的二维形状、洋葱同心层的横截面和组织中的生物细胞，以及鹦鹉螺等软体动物螺旋壳的三维结构。他们认为，大自然通常会力求避免拐角，因为这类扭曲的变形能量成本很高，并可能是结构弱点的来源。

Domokos 说，研究鹦鹉螺“是这项工作的转折点”。在横截面上，其腔室看起来像有两个角的二维“软单元格”。但论文共同作者、布达佩斯技术与经济大学的 Krisztina Regos 怀疑实际的三维腔室根本没有角。“听起来令人难以置信。”Domokos 说，“但后来我们发现她是正确的。”

Goodman-Strauss 认为，这项工作提供了一种“结构的描述性语言”，但可能尚未揭示自然界形成此类结构的新的物理原理。比如，要



自然界的“软单元格”。 图片来源：《自然》

理解河岸，可能仍然需要从基本原理出发考虑最初的物理过程，比如水流、泥沙输送和侵蚀的作用等。

相关论文信息：  
<https://doi.org/10.1093/pnasnexus/pgae311>

## 科学此刻

2024年  
搞笑诺贝尔奖来了

近日，当 Matt Wells 前往美国波士顿参加第34届搞笑诺贝尔奖颁奖典礼时，迎接他的是一名穿着巨大充气奶牛服的志愿者。

Wells 和他85岁的母亲分别代表外祖父及父亲、农业学家 Fordyce Ely 接受了今年的搞笑诺贝尔奖生物学奖。

Ely 于1968年去世。他和朋友兼论文作者之一 William Petersen 在1941年发表了一篇关于奶牛泌乳的论文。他们当时把一只猫放在奶牛背上，然后设法使猫旁边的纸袋爆炸，从而测试了恐惧对牛奶喷射的影响——答案是，没有影响。

搞笑诺贝尔奖旨在表彰“先让人发笑，再让人思考”的科学成就。在美国麻省理工学院的颁奖典礼上，真正的诺贝尔奖得主向来来自世界各地的10个获奖个人和团队颁发了奖项。

科学记者 Karen Hopkin 说，搞笑诺贝尔奖是为了表彰幽默、奇特与合理的科学成就结合而设立的。自创立以来，Hopkin 几乎参与了主持了所有的颁奖典礼。“他们的工作不应该被嘲笑。或者说，不应该只被嘲笑。”她说。

与每年颁发物理学、化学、生理学或医学、文学、和平和经济学研究的诺贝尔奖不同，搞笑诺贝尔奖没有明确的类别限制。今年的获奖类别包括植物学、解剖学、概率学和人口统计学，以及其他更传统的类别。

搞笑诺贝尔奖创始人兼主持人、科学幽默杂志《不可思议研究年鉴》编辑 Marc Abrahams 表示：“有些事情是如此令人惊讶，以至于很难



在搞笑诺贝尔奖颁奖典礼上，表演者重现了上世纪40年代的一个实验。 图片来源：STEVEN SENNE/AP

归类。”他们会首先选出10名获奖者，然后将其归于合适的类别。

搞笑诺贝尔奖委员会每年都会收到大约1万份新提名，比诺贝尔奖的提名高出一个数量级。新提交的论文会与之前的论文一起被考虑，这涉及一个跨越1个世纪的研究和数十万论文的数据库。不过，搞笑诺贝尔奖的提名条件显然没有那么严格，希望搞笑的候选人甚至可以毛遂自荐。

今年的获奖论文只有不到1/3是在今年发表的，最早的则是发表于1941年的奶牛泌乳论文，以及心理学家 B. F. Skinner 于1960年发表的一篇论文。后者因探讨了将活鸽子置于导弹内部

指导导弹飞行路径的可行性而获得了和平奖。

美国佛罗里达大学生物物理学研究员 Jimmy Liao 因2003年和2004年的博士研究获得了物理学奖。他演示和解释了鲑鱼死后的游泳能力。“从生态学到机器人学，人们仍然在引用这篇论文。”Liao 说。

除了赢得一张面值100万亿美元的津巴布韦币和一张由真正诺贝尔奖得主签署的证书外，搞笑诺贝尔奖的获奖者还会获得公众的关注和知名度，这有助于他们的研究工作以及开展新合作。

然而，搞笑诺贝尔奖委员会表示，研究人员不应该以赢得该奖为目标——“搞笑”应该是“副产品，而不是目标”。 (王方)

## 地球可能曾有一个“环”

**本报讯** 在太阳系中，土星凭借绚丽的土星环成为最美丽的行星之一，而9月12日发表于《地球和行星科学快报》的一项研究指出，地球也曾拥有一个环。

研究指出，4.66亿年前，在险些与一颗小行星相撞后，地球周围可能形成了一个碎片环，且持续数千万年，并可能对地球气候产生了重大影响。

为了验证行星环的存在，澳大利亚蒙纳士大学的 Andy Tomkins 和同事在世界各地确定了21个形成于4.66亿年前奥陶纪撞击高峰期的陨石坑。他们认为，这些陨石坑是环中较大的天体脱离轨道并撞击地球后形成的。

研究人员发现这些撞击点在4.66亿年前

都位于赤道附近，而这与行星环所处的位置恰好一致，因为通常这些环都形成于行星赤道的上方。研究人员还计算出，如果所有陨石坑都是随机撞击的结果，那么它们同时位于赤道附近的可能性只有2500万分之一。

此外，研究人员基于之前的研究，在许多石灰岩沉积物中发现了一致的陨石坑特征。这些沉积物同样存在于奥陶纪撞击高峰期，且当时也位于赤道附近。

那么，又是谁为地球“戴”上了这个行星环呢？Tomkins 等人推测，可能有一颗直径超12公里的小行星，在接近地球时被捕获并被引力撕碎，从而形成了这个碎片环。

研究人员还推测，行星环的出现可能给地球气候带来了巨大影响，并导致全球变冷，使气

温骤降到过去5亿年来的最低点。

对于 Tomkins 等人的发现，瑞典隆德大学的 Birger Schmitz 认为是一个“有创造性的新想法，可以解释一些观察结果”。但目前的数据不足以表明地球确实有过行星环，而一个验证方法是在团队发现的陨石坑及附近其他年龄相近的沉积物中寻找小行星的特定颗粒，查看陨石坑是否具有这些颗粒的明显特征。

下一步，Tomkins 等人计划模拟小行星碎裂并形成行星环的过程，及其随时间的演变，还将尝试模拟行星环可能对气候产生的影响。 (徐锐)

相关论文信息：  
<https://doi.org/10.1016/j.cpsl.2024.118991>

## 美国高校迎来“倒闭潮”

一场美国大学“倒闭潮”正在上演。今年4月以来，美国两所百年历史的高等学府韦尔斯学院、费城艺术大学相继宣布闭校。

近日，美国国家教育统计中心(NCES)发布的数据显示，有资格参与联邦财政援助项目的院校数量在2023—2024学年下降至5819所，比上一学年减少了1.7%，净减少99所。

据统计，今年以来，美国平均每周有一所高校停办，相比去年每月停办两所的速度有所增长。这一趋势引发了人们对美国高等教育体系未来发展的担忧。

## 高校“倒闭”已成趋势

NCES 报告显示，与上一学年相比，2023—2024 学年共有 161 所院校因关闭、合并或以其他方式失去联邦财政援助资格。具体来说，共有 73 所院校关闭、17 所院校合并、71 所院校失去

联邦财政援助资格。在这些机构中，有 54 所属于营利性机构。

与此同时，新增了 62 所有资格获得联邦财政援助的院校。如果没有这些新增院校，美国高等教育行业的收缩幅度会更大。即使如此，两相抵消，净损失的院校总数依然达到 99 所。

2023 年宣布关闭的高校大多具有相同特征：规模较小、私立、依赖学费且捐赠匮乏，且入学人数多年来一直下滑，无法从持续的损失中恢复过来。这与前述两所百年高校停办原因基本一致。

报告称，高等教育中唯一实现增加的是公立四年制院校。由于部分两年制院校转为四年制院校，共有 16 所院校实现了这一飞跃。在目前有资格参与联邦财政援助计划的 5819 所高校中，2691 所为四年制院校。

值得一提的是，高校学费显示出不同程度的下降。据统计，公立四年制院校的州内学生学费下降了 7%，州外学生学费下降了 8%。私立非

营利性院校的学费下降了 5%，而私立营利性院校则下降了 8%。

## 前路何方

近年来，随着美国高等教育的运营成本不断攀升、人口出生率下降，人们越来越怀疑高等教育的价值。

今年7月，美国盖洛普和卢米纳基金会发布的一项调查报告显示，越来越多的美国人对高等教育丧失信心。32%的受访者对高等教育没有信心或信心不足，而这一数字在2015年的首次调查中仅为10%。67%的受访者认为，该国高等教育体系正朝着“错误的方向”发展。

在对高等教育丧失信心的受访者中，41%的人认为大学过于自由，或不允许学生独立思考；37%的人批评高等教育没有教授相关技能，大学学位的意义不大，无法帮助毕业生找到工

俄宇航员打破国际空间站  
单次停留时长纪录

**据新华社电** 俄罗斯航天集团近日表示，正在国际空间站执行任务的俄罗斯宇航员奥列格·科诺年科和尼古拉·丘布当天打破国际空间站单次停留时长纪录。

俄罗斯航天集团在一份声明中说，莫斯科时间9月20日16时06分51秒，科诺年科和丘布本次在国际空间站执行任务的时长已打破370天21小时22分16秒的纪录。这一纪录由俄罗斯宇航员谢尔盖·普罗科皮耶夫和德米特里·佩捷林，以及美国宇航员弗兰克·鲁比奥于2023年9月创造。

科诺年科和丘布于2023年9月15日搭乘“联盟MS-24”飞船前往国际空间站，并将于本月23日与美国宇航员特雷西·戴森一同搭乘“联盟MS-25”飞船返回地球。届时，两人本次在太空的停留时间将超过374天。 (周天翊 孟菁)

作；28%的人提及高等教育价格高昂和由此产生的债务负担。

不少专家认为，高等教育行业即将进一步收缩。阿诺德风险投资公司的高等教育总监 Clare McCann 认为，未来几年，很可能会继续看到高校关闭，尤其是在财政困难、入学率下降的情况下。高校应确保关闭措施是经过深思熟虑的理性选择。

高等教育整合解决方案公司的高级顾问 Mark DeFusco 称，高等教育行业 2% 的“令人震惊”。顶尖高校可能不会受太大影响，而大部分“中等院校”将继续面临入学率挑战和关闭风险。

高等教育金融领域资深人士、Hilltop Securities 高级董事总经理 Fred Prager 表示：“今后两年，18岁至22岁的新生人数会有增加，随后便会出现真正意义上的断崖式下跌，大学将迎来8年地狱般的考验。” (孟凌霄)