



新策略突破水稻育种瓶颈 用“瓦片”，“鱼和熊掌”我们都要

■本报记者 冯丽妃

水稻育种专家常常会遇到一些头疼的问题：穗子大了穗数变少、能抗病的低产、高产了不优质……优异性状相生相克，“鱼和熊掌”难以兼得。近日，中科院遗传与发育生物学研究所（以下简称遗传发育所）李家洋院士团队揭示了水稻产量核心要素穗重和穗数之间相互制约的分子机制，为突破这一育种瓶颈提供了新的遗传资源与研究思路。相关成果 4 月 21 日发表于《自然-生物技术》。

“鱼与熊掌”之困

水稻是最重要的主粮作物之一，养活了世界上半以上的人口。水稻产量主要由三个核心要素决定：穗数、每穗粒数、粒重。然而，这三个性状在水稻中通常呈负相关。比如，穗子增大时，穗数减少。

“这种性状间此消彼长的现象被称为权衡效应(Trade-off effect)。”论文第一作者、遗传发育所副研究员宋晓光向《中国科学报》解释，它是植物在长期选择进化过程中获得的，由于植物在自然环境中生长时可供其使用的资源有限，在增强某一方面性状的同时，就不得不削弱其他方面的性状。

科学家已经发现，这些不同农艺性状之间此消彼长的权衡效应可能与两个因素有关——连锁累赘或基因多效性。

据介绍，连锁累赘是传统回交育种中，在导入有利基因时带入了与之连锁的不良基因，造成育种后代性状与预期结果不一致。目前，这一问题可通过基因的精确定位和交换重组解决。

然而，基因多效性引起的权衡效应仍没有有效方法进行解除。目前的基因功能研究主要关注一个基因产生的优异表现型，而往往忽略了其同时带来的负效应，使得育种实践中这种负效应难以破除。只有少量基因能够得到很好的利用。能否消除基因多效性造成的表型间的权衡

效应呢？为了回答这一问题，研究团队利用基因编辑技术，对水稻理想株型主效调控基因 *IPA1* 进行了编辑，实现了穗重和穗数优异表现型“鱼和熊掌”的兼得，突破了现有育种瓶颈。

“剪掉”性状连锁

IPA1 是李家洋团队之前鉴定出来的一个典型的多效性基因。它可以调控水稻多方面生长发育过程，对抗病性和环境适应性也有重要调控作用。

“增加 *IPA1* 在水稻中的表达量可增加水稻每穗粒数，使水稻的穗子变大，但是同时会使每穗水稻长出穗子的数量(分蘖数)降低，影响其增产潜力。”宋晓光说，“如果能只提高 *IPA1* 在穗部的表达水平，使其只增大穗部，而不影响穗数，甚至增加穗数，就能进一步提高水稻的产量。”

为突破基因多效性造成的穗部和分蘖的制约关系，研究团队提出了通过改造 *IPA1* 的表达调控区，分别调控其在幼穗、茎基部等各组织中的表达水平，实现不同组织的特异性调控，从而打破产量因素之间负效应的策略。

宋晓光介绍，一个基因可分为编码区和表达调控区(顺式调控区)，其中编码区决定了基因编码产物的功能，而表达调控区决定了这个基因在何种组织和器官中表达及表达的时间和多少。

“编码区和表达调控区的变异都在作物的驯化和改良中发挥了关键作用。但是由于技术方法的制约，之前的研究大部分集中于编码区，表达调控区的研究十分匮乏。”他说。

利用“基因剪刀”CRISPR/Cas9 技术，研究团队通过对 *IPA1* 基因的表达调控区进行系统性的序列删除来研究其功能。

“基因编辑工具很强大，可以对一个基因的任何区段进行编辑操作，但对哪里进行编辑才能打破负效应呢？我们需要确定这些区段。”论文通讯作者、遗传发育所研究员余泓说，为此，他们把 *IPA1* 基因的表达调控区像“瓦片”一样分成很

多段，对其分别进行删除，以此推断“哪个瓦片”中含有重要的启动子调控元件。

通过这种方法，他们从表达调控区删除的水稻株系中发掘出一个可同时提高穗数和穗大小的材料 *IPA1-Pro10*，其在 *IPA1* 表达调控区有 54 个碱基的片段删除，具有穗重和穗数同时增加、株高变高、茎秆和根系粗壮的表现。

新材料能让产量提高多少呢？对此，研究团队进行了三个田间小区测产鉴定，结果表明新材料 *IPA1-Pro10* 与对照品种中花 11 号相比增产 15.9%，大大提高了水稻产量。

“这是率先在植物中成功使用‘启动子敲除’策略的研究之一，是促进水稻产量提升的重要突破性进展。”一位审稿人评价。

为了解其背后机制，该团队进一步研究表明，驯化关键转录因子 An-1 能通过结合 54bp 关键顺式作用元件中的一个 GCGCGTGT 基序特异调控 *IPA1* 在幼穗的表达水平，进而特异调控穗部表现。

引领育种新趋势

谈到这项研究的最大亮点，余泓表示，传统育种都是利用自然界中存在的资源，把优异基因聚合在一起，创制新种质。其前提是某个品种中存在研究人员想要的优异基因。而要打破通常存在的诸如穗数和穗重等优异性状之间的“相生相克”，就要通过创制新资源的方式来实现。

新研究采用“瓦片”平铺删除策略，通过编辑筛选水稻关键基因的表达调控区成功实现了水稻产量关键要素间负相关性的解除，为创制全新遗传资源以打破水稻产量瓶颈提供了有效策略。

“这是一个值得关注的研究趋势，也是了解多个数量性状基因之间相互作用分子机制的重要进展。”一位审稿人如是说。

相关论文信息：
<https://doi.org/10.1038/s41587-022-01281-7>

“毅力号”在火星上“看”日食

本报 4 月 20 日，美国宇航局公布了“毅力号”火星探测器拍摄的火星一(火星的两颗卫星之一)从太阳前经过的日食视频。该视频由“毅力号”搭载的 Mastcam-Z 相机拍摄，是迄今从火星表面拍摄到的最清晰、帧速率最高的火星一日食观测影像。

在过去的 18 年中，许多火星探测器都曾观测到火星一从太阳前穿过。其中，“精神号”和“机遇号”火星探测器于 2004 年首次观测到上述场景，而“好奇

号”于 2019 年观测到该事件，并首次拍摄了影像记录。每当科学家观测到上述“火星日食”事件，都能够测量火星一轨道的微小变化。此外，这些观测还能够帮助科学家更好地了解火星一引力如何牵引火星表面，并最终塑造出火星独有的地壳和地幔特征。(徐锐)

图片来源：
NASA/JPL-Caltech/ASU/MSSS/SSI



科学时评

新法能否成为职业教育高质量发展新起点

■ 储朝晖

4 月 20 日，十三届全国人大常委会第三十四次会议表决通过了新修订的《中华人民共和国职业教育法》。这是该法自 1996 年颁布施行以来的首次大修，内容从五章四十条完善至八章六十九条。

近些年，职业教育成为热点、难点，甚至在很多方面呈现矛盾现象。

一方面，中国经济社会发展和产业升级需要培养数以亿计的高素质技术技能人才；另一方面，社会上看不起职业教育，学生和家长的投入长期逃避职业教育，用人单位追逐高学历应聘者。

一方面，实现教育强国和教育现代化发展需要高质量的职业教育；另一方面，职业教育长期以来规模不断增大，但质量不高、效能较低的局面难以扭转。

一方面在政府文件中反复强调职业教育的重要性；另一方面，职业教育的投入长期不足、政策不到位，真实的重视程度总是低于普通教育。

一方面，从历史和各国的职业教育发展看，职业教育只有充分融入市场才能发展得更好更强劲；另一方面，政府往往把职业教育“抱在自己怀里不肯放手”，长此以往职业学校对政府产生过度依赖，失去了自主发展的内生动力。

在此情况下，新修订的《职业教育法》为进一步深化职业教育改革提供法律依据，可谓大旱逢甘露。

同时，也必须清醒地认识到，它仅是职业教育高质量发展的一个必要条件，不是充分条件。各级政府和部门、教育机构都不能存有新法颁布就可躺平的幻想。

回首 1996 年中国历史上首部《职业教育法》颁布实施，那时职业教育界惊喜万分，都抱有极高的期望，该法也确实确立了职业教育的地位，发展职业教育、提高劳动者素质方面发挥了积极作用。后来全国性的职业教育工作会议召开，其频次远高于其它任何一类教育。即便如此，职业教育此后的发展仍曲折艰难，在各级各类教育中仍相对薄弱。

因此，在新法即将实施的情况下，比较合适的态度是“依法而不靠法”。随着智能化社会的到来，职业教育发展的空间、内容、方式、方法都是未知数，依然需要各级政府和相关部门积极探索、不断探索。

首先，要更新职业教育概念。这次修法过程中，对“职业教育”概念有过充分讨论，最终选择以“职业学校教育和职业培训”为范围的狭义、操作性的定义。而真正发展好职业教

育，包括两大组成部分：一是培养社会日益需要的高素质技术技能人才；二是全社会必须人人重视职业教育，幼儿园、普通中小学和高等教育都要积极参与与职业能力和能力的培养。只有整个社会职业教育理念丰富和职业教育意识增强，才能为学校职业教育发展和高素质人才充足奠定坚实的基础。

其次，职业教育亟须凸显质量获得社会认可。中国有 1.13 万所职业学校、3088 万在校学生，高职的招生数占到高等教育的 55% 以上，职业教育规模世界最大，但是质量不高，效能较低，因此我国还不是职业教育强国。学生不愿上职业学校，家长不想让孩子进职业学校，用人单位不想录用职业学校毕业生的现象还比较普遍。

新法第四十三条明确“职业学校、职业培训机构应当建立健全教育质量评价制度，吸纳行业组织、企业等参与评价，并及时公开相关信息，接受教育督导和社会监督”，要求政府及教育部门“应当会同有关部门、行业组织建立符合职业教育特点的质量评价体系，组织或者委托行业组织、企业和第三方专业机构，对职业学校的办学质量进行评估，并将评估结果及时公开”。评估工作需要持之以恒、落到实处。(下转第 2 版)

未来十年我国科技支撑粮食增产更有力

本报(记者李晨)4 月 20 日，由中国农业科学院农业信息研究所主办的 2022 中国农业展望大会在北京举行。会上发布的《中国农业展望报告(2022-2031)》显示，2022 年农业综合生产能力稳步提高，粮油等重要农产品供给保障能力明显增强，产业发展质量效益明显提升。未来 10 年，中国农业发展基础更加牢固，粮食等重要农产品供给得到切实保障，农产品消费升级明显加快，农产品贸易持续活跃。

农业农村部市场预警专家委员会副主任、农业农村部市场与信息化司司长唐珂在发布报告时指出，经过分析展望，在供需形势上，未来 10 年，受益于农业政策的持续发力，我国粮食播种面积有望稳定在 17.5 亿亩以上，其中谷物面积稳定在 14.5 亿亩左右，口粮面积稳定在 8 亿亩以上。随着种业振兴行动深入实施

施，粮食品种有望实现一轮更新换代，设施条件保障不断强化，将建成高标准农田 12 亿亩左右，并改造提升现有高标准农田 2.8 亿亩。

报告显示，科技增产更加有力，展望期内预计粮食单产水平提高 6.4%，其中，玉米、大豆单产分别提高 18.3% 和 34.1%，分别达到 498 千克/亩、175 千克/亩。农业生产结构和区域布局明显优化，绿色优质农产品供给能力明显增强，优质强筋和强筋、弱筋优质专用小麦产量稳定增加，玉米、大豆产量将分别达到 3.24 亿吨和 3507 万吨。

报告指出，综合来看，未来 10 年，粮食综合生产能力将不断提高，播种面积小幅增加，单产水平提高较快，受益于面积和单产均增长，粮食产量不断增加，年均增长 1.3%，预计 2031 年粮食产量将达到 7.62 亿吨。

荷兰欲 10 亿美元造爱因斯坦望远镜



本报讯 探测引力波的地下天文台离现实又近了一步。荷兰政府日前表示，如果该项目在荷兰、德国和比利时边境建设，它准备承担近 10 亿美元的成本。

荷兰国家亚原子物理研究所所长 Stan Bentvelsen 表示，这项承诺使荷兰的所谓欧洲爱因斯坦望远镜的提案领先于其他竞争对手。“我认为荷兰政府正在竭尽全力。”

引力波于 2015 年被发现。当时，美国激光干涉引力波天文台(LIGO)探测到一对合并的黑洞在时空中产生的涟漪。此后，LIGO 和位于意大利的室女座干涉仪(Virgo)又探测到数十个黑洞合并事件，以及中子星之间的碰撞。

现在，欧洲和美国研究人员正在考虑利用更大的探测器探测宇宙的大部分区域。其中最复杂的便是爱因斯坦望远镜，它能每年探测数十万次黑洞合并事件。

爱因斯坦望远镜有 3 个重叠的 L 形探测臂，每个探测臂都有 10 公里长。它将被埋在几百米深的基岩中，以隔离地下的风和交通噪声。每个探测臂将包含两个激光系统，其中一个几乎冷却到绝对零度，使其有足够的灵敏度感知超大黑洞合并产生的长波长辐射。

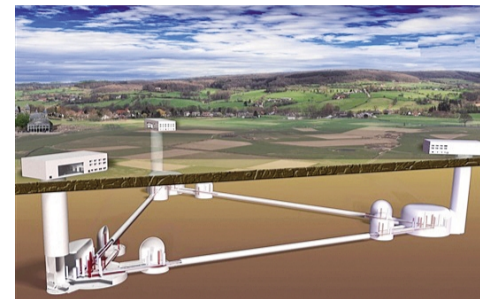
2021 年，欧盟将爱因斯坦望远镜列入欧洲科研基础设施战略论坛的主要科学设施官方愿望清单。官方项目竞标将在未来 2 到 3 年内进行。

丘成桐从哈佛退休全职任教清华

本报(记者陈彬)4 月 20 日，清华大学宣布，“菲尔兹奖”首位华人得主丘成桐从哈佛大学退休，受聘清华大学讲席教授。这意味着丘成桐将全职任教清华。当日，丘成桐先生清华讲席教授聘任仪式在清华大学举行。

在致辞中，清华大学校长王希勤对丘成桐为清华人才培养与中国数学学科发展作出的卓越贡献表示感谢。他表示，数学等基础学科对国家发展和民族复兴至关重要。丘成桐先生十分重视延揽大师，力邀菲尔兹奖获得者考切尔·比尔卡尔教授等一批杰出人才入职清华，使清华的数学学科形成了顶尖人才荟萃的良好局面，在世界上具有重要影响力。

王希勤表示，清华将持续支持丘成桐先生和各位学者开展数学教学科研工作，持续支持数学中心、求真书院的各项工作。相信在丘



爱因斯坦望远镜将被埋在地下几百米，以隔绝噪声。

图片来源：爱因斯坦望远镜概念设计团队

上周，荷兰内阁同意，如果选址成功，将支付 4200 万欧元用于前期研究，并支付 8.7 亿欧元用于望远镜建设。然而，为了赢得资金，爱因斯坦望远镜的支持者需要证明该项目将如何使当地受益。Bentvelsen 似乎很有信心，他说自己从该地区的公司和技术机构得到了“积极的反馈”。

荷兰的竞争对手意大利则希望将爱因斯坦望远镜建在撒丁岛上。意大利国家核物理研究所的 Michele Punturo 说，这是世界上最安静的 30 个地点之一。他和同事 2 月份向意大利政府提交了一份 1 亿欧元的资金申请，用于开发探测器技术和更好地检查现场的地质情况。

作为爱因斯坦望远镜合作项目的负责人之一，Punturo 表示科学家将对两国场地特征进行比较，并通过谈判产生获胜者。工程将于 2026 年或 2027 年开工。(王方)

先生等一批大师的带动影响下，清华的数学学科定会不断迈上新的台阶，在数学领域培养出一批拔尖创新人才。

清华大学丘成桐数学科学中心主任、求真书院院长丘成桐在致辞中追忆了自己的老师、著名数学家陈省身先生，并表示自己接受清华大学的聘请，回到陈先生的母校任教，正是因为肩负着传承薪火、为祖国培养拔尖数学人才的使命。

丘成桐说，数学是唯一与时不变的真理，它的美与真实会指引我们，带动科学走向世界的最前沿。他勉励广大学子，为了认识数学的本质必须要有求真务实的精神，必须修身养德，“修身才能自强，养德才能致远”。“非学无以广才，非志无以成学”，他希望，青年学子和数学家们不仅要矢志追求永恒的真理，也要心系国家、戮力同心，为中国的数学事业和祖国的发展作出更大贡献。

热力作用等致南极海冰创 40 年新低



《大气科学进展》封面 期刊编辑部供图

南极海冰是极地气候系统的重要组成部分，影响着大气和海洋界面的通量交换，并参与南大洋复杂的大气-海冰-海洋相互作用。

论文第一作者、中山大学大气科学学院博士生王今非表示，南极海冰在 2021 年 9 月初提前融化，并且海冰范围自 2022 年 2 月 8 日开始显著低于平均水平。夏季南极海冰范围异常主要位于西阿蒙森海、东罗斯海、南极半岛西部、北威德尔海和西北印度洋。春季海冰异常主要位于西威德尔海、别林斯高晋海和东印度洋。

“在夏季，向极的热量输送和表面净热通量异常偏多，导致海冰融化增多。在春季，动力作用导致阿蒙森海冰向北输送并融化，同时伴随着沿岸海冰厚度降低，而表面净热通量主要融化了威德尔海海冰。”王今非说。

南极海冰的提前和加速消融，可能会对极地气候和生态系统造成巨大影响，生活在南极地区的企鹅也可能面临巨大灾难。

据了解，帝企鹅在孵化幼崽时需要恰好处的海冰厚度，海冰融化的时间提前，导致帝企鹅宝宝浑身沾满泥泞，容易失温死亡。海冰的快速融化，还会导致企鹅宝宝下水时间过早，此时它们还没有换上防水的羽毛，死亡率会更高。

杨清华表示，本研究仅从局地尺度对本次南极海冰最低值事件进行了初步分析，导致这些局地大气和海洋异常的因素还需进一步研究，例如中低纬海温异常与高纬大气环流的遥相关作用、南大洋海洋层稳定性、自然变率与人类活动的贡献等。

“同时，2016~2017 年和 2021~2022 年的南极海冰低值可能预示着南极海冰进入了极端事件频发的新阶段。”杨清华说。

相关论文信息：
<https://doi.org/10.1007/s00376-022-2087-1>