中国科学报

CHINA SCIENCE DAILY

主办：中国科学院　中国工程院　国家自然科学基金委员会　中国科学技术协会

扫二维码 看科学报　扫二维码 看科学网

国内统一连续出版物号 CN 11－0084　代号 1－82

总第 7803 期　2021 年 6 月 25 日　星期五　今日 4 版

新浪微博 http://weibo.com/kexuebao　科学网 www.sciencenet.cn

始于种子：基因设计彻底改造马铃薯

■本报记者 李晨

几百年来，农户种下薯块收获马铃薯，却不能像水稻那样播下种子收获稻谷。如今，科学家依靠基因组设计育种，从本质上彻底改造了马铃薯，培育出第一代杂交马铃薯“优薯 1 号”，让它也可以像水稻、玉米、小麦那样用种子繁殖后代。

6 月 24 日，《细胞》在线发表了中国农业科学院深圳农业基因组研究所（以下简称基因组所）研究员黄三文团队的杂交马铃薯基因组设计成果。

未来，种好吃的马铃薯，可能只需要一颗小小的种子。

马铃薯果实和种子　基因组所供图

现代育种方法很难用于马铃薯

全球有 13 亿人口以马铃薯为主食，现在中国的马铃薯种植面积和总产量均居世界第一位。

“但与水稻、小麦和玉米等主粮作物相比，马铃薯的育种进展比较缓慢，因为栽培马铃薯是依靠薯块进行无性繁殖的同源四倍体物种。”中国科学院院士许智宏告诉《中国科学报》，四倍体马铃薯基因组高度杂合，给遗传分析带来不少困难，而且还有很多有害突变隐藏在四套基因组中，很难通过遗传重组进行淘汰。

因此，“大多数现代植物育种的方法很难应用于马铃薯中。”英国皇家学会会员、塞恩斯伯里实验室教授 Sophien Kamoun 告诉《中国科学报》。

如今，“一些上百年历史的马铃薯品种仍在广泛种植”。论文通讯作者黄三文告诉《中国科学报》，例如，1902 年育成的薯条加工型品种 Russet Burbank 是美国马铃薯产业第一大品种。中国栽培面积最大的品种“克新 1 号”是 1958 年育成的。

“马铃薯产业还面临着薯块繁殖系数低、储运成本高、易携带病虫害等挑战。”黄三文说，2011 年，在中国科学家主导下，单倍体马铃薯测序完成，为改造马铃薯奠定了第一块基石。

马铃薯专家、荷兰瓦赫宁根大学教授 Evert Jacobsen 在接受《中国科学报》采访时说，在水稻和玉米中，已获得纯合自交系，并表现出杂种优势。而要获得相同纯度的四倍体马铃薯自交系，需要超过 24 代自交，效率极低。

“利用四倍体马铃薯生产种子是一项非常艰巨且耗时的工作。”Jacobsen 说。

2013 年，黄三文等人转变思路，提出了利用二倍体杂种优势进行马铃薯育种的设想。他们指出，自交不亲和及自交衰退是培育二倍体马铃薯自交系的两大绊脚石。

为了彻底解决马铃薯产业面临的问题，黄三文团队联合云南师范大学等单位发起了“优薯计划”，即运用“基因组设计”的理论和方法体系培育杂交马铃薯，用二倍体育种替代四倍体育种，并用杂交种子繁殖替代薯块繁殖。

“这是马铃薯育种和繁殖的新底层技术。”黄三文说。

搬走两大绊脚石

为了搬走两大绊脚石，“优薯计划”经历了多年努力。

论文第一作者、基因组所研究员张春芝告诉《中国科学报》，自交不亲和是指植物自花授粉后不会产生种子的现象。要培育自交系，首先需要解决自交不亲和的问题。

2018 年到 2019 年，黄三文团队通过基因组编辑技术敲除了控制马铃薯自交不亲和的 *S-RNase* 基因，筛选到了 *S-RNase* 的天然突变体，并克隆了来自野生种的自交亲和基因，彻底解决了自交不亲和的问题。

此外，“马铃薯作为异交作物，在长期的无性繁殖过程中，累积了大量的隐性有害突变。一旦自交之后，有害突变的不良效应便会显现出来，导致自交衰退。”张春芝说。自交衰退是指生物在自交之后出现生理机能的衰退，表现为生活力下降、抗性减弱、产量降低等。与自交不亲和由少数几个基因控制不同，自交衰退涉及很多基因，也更难克服。

（下转第 2 版）

超 500 公里！现场光纤量子通信新纪录诞生

本报讯 中国科学技术大学潘建伟院士团队与合作者，利用中国科学院上海微系统与信息技术研究所尤立星小组研制的超导探测器，基于“济青干线”现场光缆，突破现场远距离高性能单光子干涉技术，采用两种技术方案分别实现 428 公里和 511 公里的双场量子密钥分发，创造世界现场光纤量子保密通信新纪录。相关研究成果日前分别发表于《物理评论快报》和《自然—光子学》。

量子不可克隆原理保证了量子密钥分发的无条件安全性，但量子密钥分发不能像经典光通信那样通过光放大对传输进行中继，因此分发距离受到光纤损耗的限制。相比传统协议，双场量子密钥分发协议特别适合远距离量子密钥分发。

此前，潘建伟团队已经在实验室内实现超过 500 公里双场量子密钥分发的验证。然而，在实际场景的苛刻环境下，实现双场量子密钥分发极其困难。实验室内，温度、振动以及人活动引起的声音等噪声都可以被有效隔离，但这些在现场环境中不可避免。

基于“发送—不发送”双场量子密钥分发协议，潘建伟团队发展了时频传输技术和激光注入锁定技术，将现场相隔几百公里的两个独立激光器的波长锁定为相同。然后，针对现场复杂的链路环境，研究人员开发了光纤长度及偏振变化实时补偿系统。对于现场光缆中其他业务的串扰，他们精心设计了量子密钥分发光源的波长，并通过窄带滤波将串扰噪声滤除。最后，结合高计数率低噪声单光子探测器，在现场将无中继光纤量子密钥分发的安全成码距离推至 500 公里以上。

这项研究成果成功创造了现场光纤无中继量子密钥分发最远距离新的世界纪录，超过 500 公里的光纤成码率打破了传统无中继量子密钥分发所限定的成码率极限，在实际环境中证明了双场量子密钥分发的可行性，并为实现长距离光纤量子网络铺平了道路。（桂运安）

相关论文信息：

https://doi.org/10.1103/PhysRevLett.126.250502

https://doi.org/10.1038/s41566-021-00828-5

5 年下降近 50%！我国钢企减排成效显著

本报讯（记者韩扬眉）近日，北京航空航天大学经济管理学院教授汤铃与生态环境部环境工程评估中心高级工程师伯鑫、中国科学院数学与系统科学研究院研究员汪寿阳等多位中英美科学家合作，首次引入在线排放监测系统——CEMS 系统，构造了 2014~2018 年中国钢铁厂时—空高分辨率排放数据库。

研究表明，排放标准政策趋严，促使中国钢铁污染排放降低近 50%。该成果将为高精度准确测算我国工业大气污染与碳排放，以及“碳达峰—碳中和”背景下“减污降碳”协同治理研究提供支持。相关成果 6 月 25 日发表于《自然—可持续发展》。

中国是全球最大的钢铁生产国，钢铁污染排放不容小觑，但我国提出了比欧美等更严格的“超低排放标准”。其控制效果如何？怎样才能交出一份可信的数据论证答卷？

“钢铁生产过程复杂，钢铁污染排放强度及排放量的精准测算一直是难点问题。”论文共同通讯作者汤铃告诉《中国科学报》。

研究人员首次引入在线排放监测系统实时数据，构造了 2014~2018 年中国钢铁厂时（每小时）—空（排放源）高分辨率排放数据库，涵盖全国 605 个钢铁企业的 1885 个生产工序，呈现了烟尘、二氧化硫和氮氧化物月度动态排放路径。

结果表明，钢铁厂对新政策反应迅速，持续降低排放浓度。2014~2018 年，尽管中国钢铁产量增加 14%，但排放量却大幅下降。此外，减排手段多样，主要包括安装和升级末端治理技术、提升燃料和原料质量、改善能源使用结构和淘汰落后产能等。

为保证数据科学性，研究人员采用了多种大数据技术从多维度加以验证。结果表明，排放标准政策及相关惩罚与奖励措施对钢铁厂减排确有促进作用，测算结果较为稳定，与卫星监测数据和空气质量监测数据的变化趋势一致。

大量的实地调研更是让数据质量得到严格控制。论文作者薛晓达和贾敏在联合培养导师伯鑫的带领下，多次前往国内大型钢铁企业，系统掌握钢铁生产在各节点上复杂的生产工艺及排放控制技术，深入剖析了 CEMS 监测变动与实地生产及技术变化的关联机理。这为 CEMS 数据异常值识别与处理等数据质控问题，以及钢铁排放特征分析与精准测算等方法创新提供了支持。

该研究建立的数据库也可进一步用于评估钢铁污染减排带来的空气质量改善及人群健康效益。

此外，研究建议相关部门尽快全面推行钢铁行业超低排放标准，特别是针对氮氧化物排放。同时，从技术、治理、评估和政策等方面进行系统化的研究与规划，坚持行政手段与经济手段有机结合，遵循大气污染物与温室气体协同控制理念，共同保障持续减污降碳。

审稿人评价：“该研究为大气污染治理提供了重要见解，能对未来有效政策的制定产生重大影响。”“这项研究为大气环境研究提供了一个有趣的新起点。”

相关论文信息：

https://doi.org/10.1038/s41893-021-00736-0

早白垩世反鸟类复原图　张宗达绘制

中国科学院古脊椎动物与古人类研究所徐星研究员、周忠和院士等人，首次复原了中生代反鸟类近乎完整的头骨，显示了鸟类头骨镶嵌演化，揭示了现生鸟类头骨的主要形态功能特征出现的时间要比此前认为的更晚。6 月 23 日，相关论文刊登于《自然—通讯》。

研究人员对一件距今 1.2 亿年的反鸟类幼年个体进行了高精度 CT 扫描和重建，结果显示，该反鸟类的颞区和腭区结构与非鸟类兽脚类恐龙几乎完全相同，如同把一只鸟的嘴巴和眼眶套在一只恐龙脑颅上。

研究人员表示，现代鸟类头骨可动性在反鸟类中并不发育，反鸟类相对保守且原始的腭区很有可能“抵消了”其吻部多样性分异带来的潜在优势。这也反映在反鸟类的食性 / 生态习性单一上，一定程度上解释了为什么曾经在中生代繁盛的反鸟类会在白垩纪末期绝灭。

本报记者崔雪芹报道

相关论文信息：*https://doi.org/10.038/s41467-021-24147-z*

寰球眼

基因组揭开美国龙虾『不老』奥秘

本报讯 美国龙虾是一种生活在海底的甲壳类动物，在野外可以活到 100 岁。而且，它不会随着年龄的增长变衰弱，且很少患癌症。现在，研究人员发表了第一份高质量的龙虾基因组草图，对这种动物的免疫系统和基因组稳定性有了新见解，这有助于回答关于衰老的一些基本问题。相关成果日前发表于《科学进展》。

未参与这项研究的美国诺瓦东南大学分子进化生物学家 Jose Lopez 说，龙虾“与我们非常不同”，“但人类确实与这些动物有许多同源基因”。

通常，美国龙虾不会随着年龄增长而失去力量、经历新陈代谢的巨大变化，或者失去生育能力。它们终其一生，会长得越来越大。2008 年，一篇涉及 60 多年研究的文献综述发现，美国龙虾中只有一个肿瘤生长的可信案例。相比之下，有近 40%的人类会在一生中的某一时刻被诊断患有癌症。

为弄清美国龙虾的基因是否蕴藏其长寿的秘密，2015 年，美国格洛斯特海洋基因组学研究所（GMGI）的科研人员启动了美国龙虾全基因组测序项目。

到 2019 年，GMGI 的工作已经产生了迄今为止最完整的龙虾基因组，估计捕获了整个序列的 72%。GMGI 生物化学家 Andrea Bodnar 和海洋生物学家 Jennifer polinski，以及加拿大、俄罗斯的合作者分析了这些数据——将其与其他 7 种海洋无脊椎动物的序列进行比较，发现了几十个与神经细胞功能、免疫、基因组完整性和细胞存活相关的基因组被丰富或扩大的例子。

Bodnar 说，新发现的离子通道结合了免疫系统和神经系统的典型功能，这表明独特神经免疫的相互作用可能有助于美国龙虾抵抗疾病。

研究人员发现，与哺乳动物和果蝇相比，这种动物几乎没有激活细胞程序性死亡的基因。在大多数动物中，这一过程抑制肿瘤并清除病变细胞。这表明美国龙虾可能依靠其他策略抑制肿瘤生长。

Bodnar 希望通过对美国龙虾基因组的研究，最终研发出新药物，或者对新陈代谢在长寿中扮演的角色产生新认识。（文乐乐）

相关论文信息：

https://doi.org/10.1126/sciadv.abe8290

我国已成世界最具影响力水运大国

本报讯（记者冯丽妃）6 月 24 日，在第 11 个世界海员日（6 月 25 日）和第 17 个中国航海日（7 月 11 日）即将到来之际，国务院新闻办公室举行发布会，介绍我国水上交通运输发展的总体情况。记者从会上获悉，到目前为止，我国已成为世界上最具影响力的水运大国，同时正稳步开启加快建设交通强国水运篇的新征程。

会上，据交通运输部副部长赵冲久介绍，当前，我国港口规模已居世界第一。2020 年我国港口货物吞吐量完成 145.5 亿吨、港口集装箱吞吐量完成 2.6 亿标箱，均居世界第一位。在全球港口货物吞吐量前 10 名中中国港口占 8 席，集装箱吞吐量排名前 10 名中中国占 7 席。

海运团队规模持续壮大。到 2020 年底，我国海运船队运力规模达到 3.1 亿载重吨，居世界第二位。内河货运量连续多年居世界第一位。2020 年全国内河货运量完成 38.15 亿吨，到 2020 年底全国内河航道通航里程超过 12 万公里，居世界第一。

同时，相关科技创新达到世界先进水平。到 2020 年，我国累计建成全自动化的集装箱码头 9 个，7 个码头在建。自动化码头的设计建造技术、港口机械装备制造技术已经达到世界领先水平。

《中国科学报》记者还从发布会上获悉，今年中国航海日活动以“开启航海新征程、共创航运新未来”为主题，将举办系列活动，其中包括 7 月 11 日在航海家郑和的家乡云南昆明举办航海日论坛，在浙江宁波举办第六届海丝港口国际合作论坛，以及珠江片区线上航海日活动、长航系统的航海日系列活动等。

穿梭在时间里的人

——走进中科院“溯本源·守初心·传薪火”党员主题教育基地

■本报记者 倪思洁

北京西南约 50 公里，房山区周口店镇龙骨山。这里是中国旧石器时代的重要遗址，曾出土过 40 多个“北京人”化石遗骸、10 多万件石器和近 200 种动物化石。

在龙骨山半山腰上，以“溯本源·守初心·传薪火”为主题的中国科学院党员主题教育基地，讲述着几代古脊椎动物学研究者的故事——他们穿梭于时间的印记中，探索生物演化、追寻人类起源，促进中国古脊椎动物和古人类学立足国际前沿。

周口店遗址　倪思洁摄

他开启了中国古脊椎动物学

在英国自然历史博物馆内，一位亚洲科学家的照片与达尔文、欧文等世界级科学泰斗的照片悬挂在一起。他便是中国古脊椎动物学的奠基人、中国科学院古脊椎动物与古人类研究所（以下简称古脊椎所）首任所长杨钟健。

主题教育基地的北展厅，就展示了杨钟健与化石相伴的一生。

1924 年春天，从北京大学毕业的杨钟健考入德国慕尼黑大学地质系古生物专业，随闻名世界的二位教授施洛塞和布罗里专攻古脊椎动物学。1927 年 8 月，杨钟健在《中国古生物志》上发表了德文撰写的博士论文《中国北方之啮齿类化石》，标志着我国古脊椎动物学的诞生。

1928 年 2 月，应中国著名地质学家翁文灏之邀，杨钟健放弃了国外优厚的待遇，回到祖国，主持周口店发掘工作。

回忆起这段经历，杨钟健曾这样写道：“我一方面参加周口店工作，一方面又到外地考察，在北平期间还写报告，做研究……自 1929 年以后，我索性将家中的事全抛在一边，专心致力于研究，一年以来幸尚有贡献。”

1929 年 12 月 2 日，在杨钟健的领导下，研究人员在周口店发现了第一个“北京人”头盖骨，轰动全世界。

此后，杨钟健又赴云南进行地质和古生物调查，在禄丰采集到 40 余箱化石，发现了“禄丰蜥龙动物群”。他围绕这个动物群开展研究，发现了我国第一具完整的恐龙骨骼化石，也就是中国第一龙——“许氏禄丰龙”。

1956 年 4 月 20 日，杨钟健加入中国共产党。兴奋之余，他挥笔写下长诗《入党述怀》。诗中，杨钟健感慨：“社会主义路，前途多巨艰。尤其科学业，尚很落后焉。达到国际准，努力应争先。余年为科学，不负党所盼。”

晚年的杨钟健仍在参加国内外的各类考察活动，直至疾病骤发，在医院逝世，享年 82 岁。他的安息之处，正是他牵挂了半生的地方——周口店龙骨山。

他们将研究推向国际前沿

主题教育基地的南展厅展示了古脊椎所的发展历史。作为我国目前唯一专门从事古脊椎动物学、古人类学及相关生物地层学研究的学术机构，古脊椎所的发展与中国古脊椎动物和古人类学的发展并行，其间凝聚了老一辈科学家的心血。

古生物学家裴文中发现了“北京人”的第一个头盖骨，平息了多年以来围绕爪哇猿人的争论，证实了达尔文关于人类起源于古猿的理论，从而揭开人类进化史上重要的一页。作为一个从田野中走出来的科学家，裴文中一生大部分时间都在野外考察中度过。辞世前的一个月，他还在给友人的信中勾画了自己接下来的考察路线：“9 月去柳州，再去杭州，最后到安徽和县；明年去满洲里……”

（下转第 2 版）

奋斗百年路　启航新征程

弘扬科学家精神