

太空实验室等你来挑战

■本报记者 倪思洁

“目前国家太空实验室已经建成,科学实验设施运行状态良好。”近日,在空间站空间科学与应用项目进展媒体通气会上,中国科学院空间应用工程与技术中心研究员、载人航天工程空间应用系统副总师王珂说。

他介绍,国家太空实验室科学实验设施指标与设计指标一致,部分科学实验设施已经开展多批次实验,在生命科学、材料科学等领域产出科学成果,科学实验装备实现跨代提升,科学实验模式和空间科学实验技术也实现了跨代提升。目前,国家太空实验室正面向全社会征集实验构想。

实验设施已达国际领先水平

“目前,国家太空实验室已经部署了20余台实验柜。”王珂介绍,每台实验柜都相当于一个小型太空实验室,涉及空间生命科学与生物技术、微重力流体与燃烧科学、空间材料科学、微重力基础物理等各个研究领域。

“空间站空间科学与应用项目主要利用近地轨道长期的微重力环境和宇宙辐射环境,进行相关的基础物理和运动规律等方面的研究。”王珂说。

与以往相比,空间站的科学实验效率已经得到提升。王珂表示,目前所有科学实验都实现了滚动式作业,大大提高了实验效率,“比如,材料科学的科学实验柜就像太上老君的炼丹炉一样,一次可以带几十个实验样品”。

首个可多深度海水采集的无人机阵列完成海上作业

本报讯(记者刁雯蕙)7月25日,记者从南方科技大学(以下简称南科大)了解到,该校团队自主研发的智能无人机阵列装备“海上烈鸟”2.0在深圳市大鹏新区海域成功完成海上10公里外全自主多深度海水取样作业。

目前商用的多旋翼无人机不具备在海上集群智能采集水样的功能,也难以适应海上5至6级阵风等海况。2019年,南科大海洋系科研团队提出了无人机阵列进行海水原位监测和取样的总体设计和相应技术指标,并与南科大力学与航空航天工程智能无人实验室科研团队合作,经过2年多的研发测试,研发了智能无人机阵列装备“海上烈鸟”1.0版本。在“海上烈鸟”1.0版本的基础上,研发团队进一步优化设计飞行平台、机载取样装置和一体化控制算法,开发了“海上烈鸟”2.0版本,大幅提升了载重、续航能力,实现了无信号工况下全自主多深度取样的技术突破。

实验效率的提升,还体现在科学实验准备时间的大幅缩短上。“以前,我们每次做科学实验,前期要准备3到5年时间,现在我们从实验概念提出到地面准备,再到实施,最快半年就可以做到。”王珂说,不仅如此,所有实验设施都已经达到国际领先水平,未来10年可以实现升级、维修、更换,同时实验柜的人机界面友好,航天员能够深度介入科学实验。

“我们把基本实验条件准备好了,内部的研究、测试、操作、记录等都已经安排妥当,现在要请研究人员把实验样品放进来。”王珂说。

“神十五”返回样品研究有初步进展

北京时间6月4日,神舟十五号返回舱成功着陆,随舱下行的载人空间站第四批空间科学实验样品由专机护送,当天从着陆场返回北京,中午顺利运抵中国科学院空间应用工程与技术中心,完成载人空间站科学实验样品的交接。

中国科学院上海营养与健康研究所研究员应浩团队,是顺利接到返回实验样品的团队之一。

他们研究的是空间微重力环境对骨骼肌的影响。“人体有600多块骨骼肌,约占体重的40%,对维持人体正常生理功能及代谢的稳态至关重要。”应浩说。

目前该项研究已取得初步进展。“利用我国自主研发的生物技术实验柜及细胞组织培

养模块,我们成功实现了骨骼肌细胞的在轨培养和分化,观察到了细胞融合和肌管形成等现象;利用我国自主研发的荧光成像系统,借助报告基因体系,我们建立了在轨活细胞自噬的可视化分析方法。”应浩说。

此外,他们还利用在轨荧光成像,在国际上首次检测了空间微重力环境下骨骼肌细胞自噬小体的诱导形成过程,同时成功回收真实空间微重力环境下的骨骼肌细胞样品以及细胞培养液样品,用于后续研究和分析。

中国科学院金属研究所研究员罗兴宏团队也在6月拿到了返回的实验样品。他们研究的是重力对航空发动机和热气轮机叶片的关键材料——单晶高温合金制备过程的影响,探索解决合金凝固缺陷问题、提高合金综合性能的新途径。

罗兴宏介绍,该研究分两个阶段,第一阶段是利用空间站高温恒温室度较低的I型炉,用熔点较低、成分较简单的铝合金开展定向凝固研究;第二阶段将采用空间站高温恒温室度较高的II型炉,用接近真实镍基单晶高温合金的复杂合金体系进行凝固研究,进一步深化对于重力对复杂合金体系凝固组织及成分分布的影响的了解。

“目前第一阶段实验已经完成,研发团队正在对返回样品进行分析。”罗兴宏说。

实验设施面向全社会开放

今年6月,中国载人航天工程办公室发



工作人员正在对“海上烈鸟”2.0进行调试。

研发团队供图

一所一人一事

他们用绿色科技打破一个又一个垄断

■温丹

以可再生生物资源替代不可再生石化资源,以绿色清洁的生物制造工艺替代高能耗高污染的石化工艺,这是中国科学院天津工业生物技术研究所厌氧生物合成关键技术团队坚持的发展路径。

这支年轻且具有活力的队伍致力于用生物制造技术工艺替代传统化学合成工艺的重污染生产方式,为实现“双碳”目标探索新路径,用绿色科技助力传统产业走上高质量发展之路。

建成万吨级发酵法生产线

L-丙氨酸作为一种重要的氨基酸,在日化、医药等领域应用广泛,特别是其作为关键原料合成的新型环保螯合剂MGDA(甲基甘氨酸二乙酸),对保护水体生态环境有重大意义。

传统方法生产L-丙氨酸要从石油基顺酐出发,需经过五步转化反应,既复杂又会产生反应损耗。此外,每生产1吨L-丙氨酸会产生255立方米的二氧化碳,生产成本居高不下的同时环保压力巨大,严重制约了其下游应用。

厌氧生物合成关键技术团队瞄准这一产业需求,开发出厌氧发酵L-丙氨酸技术。与化工路线相比,该工艺步骤简单、原料可再生、生产效率高,产品全生命周期二氧化碳零排放、更绿色清洁,生产成本较传统技术降低约50%。

基于该技术,2010年起该团队与安徽相关企业开展合作,建成了国际上最大的万吨级发酵法生产线,产品市场占有率有18%提升到60%以上,新增产值28.8亿元。这是国际上首次实现发酵法L-丙氨酸的产业化,颠覆了传统化工生产方式,在氨基酸行业百年发展历史中首次实现厌氧发酵。

L-丙氨酸作为主营产品,在推动企业走上高质量发展之路的同时,还推动了新型环保螯合剂MGDA的推广应用,生态环

保效益显著。

打破壁垒实现厌氧发酵产业化生产

在深耕L-丙氨酸技术的过程中,团队发现了另一种必需氨基酸——L-缬氨酸。

L-缬氨酸在饲料添加剂等领域应用广泛,有助减少饲料中粗蛋白的添加量,降低饲料成本,从而解决我国大豆对外依存度高等问题。

与L-丙氨酸合成相比,L-缬氨酸合成路径更长,细胞代谢更复杂,因此其设计和改造过程更加困难。这是多年来氨基酸产品无法实现厌氧发酵的关键原因。

“科研人员应集中精力面向经济主战场、面向国家重大需求,做对国家和人民真正有用的科研。”这是研发团队负责人、中国科学院天津工业生物技术研究所研究员张学礼一直强调的。为了解决这些技术难题,他带领团队成员在项目初期加班加点走访企业,开展广泛调研、严密设计,从不可行到理论可行,再到实际可行,最终实现技术突破。

“理论可行是很重要的一步,就像盖房子需要图纸,细胞工厂创建也要先画图。图纸有了,细胞工厂的改造才能开始。”张学礼说,这是个不断试错的过程,产品的产业化落地最重要,但有很多产品在实验室里效果好,一上生产线参数就不行,因此研究人员要有很大的耐心。能实现产业化的技术是经过千锤百炼的。”张学礼说。

他充分调动和发挥团队成员的优势与技术特色,培养了一批业务能力突出的优秀青年科研工作者,带领他们设计并创建了L-缬氨酸厌氧发酵细胞工厂,实现了以葡萄糖为原料在厌氧发酵条件下进一步发酵生产L-缬氨酸,获得了L-缬氨酸的新型工业菌株并成功实现了万吨级产业化生产。其糖酸转化率高达58%,与目前主流好



张学礼(左)指导团队成员做实验。

中国科学院天津工业生物技术研究所供图

氧发酵技术水平相比提升25%以上。同时,厌氧发酵L-缬氨酸技术资源消耗显著降低,每生产1吨L-缬氨酸可节约葡萄糖原料0.5吨以上。

该技术打破了国际巨头的专利技术壁垒,使L-缬氨酸成为继L-丙氨酸之后,国际上第二个实现厌氧发酵产业化生产的氨基酸产品。

推动传统有机酸生产工艺绿色转型

事实上,团队创制的厌氧发酵技术和底盘菌株,除了在氨基酸领域大显身手外,在有机酸领域也有用武之地。

丁二酸作为一种优秀的平台化合物,是生产生物降解塑料PBS(聚丁二酸丁二醇酯)的关键聚合单体。(但目前丁二酸的生产都基于石油化工路线,高能耗高污染、成本居高不下,制约了PBS的产业发展。

团队基于绿色生物路线,将糖酸转化率提升至1.02g/g,达理论最大转化率的91%,为国际报道最高水平,同时获得适应高渗透压的工业菌株,显著提高了丁二酸的发酵产量。

相关公司基于该技术,建成了国内首条

布公告,征集空间站应用与发展工程空间科学与应用项目,同时发布了第一版项目指南,列出了空间基础生物学研究、在轨制造与建造技术、重要应用新材料和制备技术研究等29个主题和方向。

目前,中国科学院空间应用工程与技术中心正在组织空间站应用与发展阶段首次空间站科学与应用项目征集,面向全社会广泛征集实验构想。

王珂介绍,实验项目在申报后需要通过专家评审,并在地面进行一些空间环境适应性验证,包括地面微重力验证等。通过初步验证后,项目将转入工程测试阶段,验证设备的适应性,匹配程序参数,确保实验在天上能够顺利进行。最后再通过载人飞船或者货运飞船送上天,并由航天员安装到空间站现有实验设施上进行相关实验。

记者了解到,未来5年,空间站研究设施和装置计划实现基本满载运行,持续滚动实施空间科学与应用研究,广泛开展国际科学合作。后续,空间站将通过更换、上行实验设施,在极端宇宙、空间生物技术及转化等领域取得一批重大原创成果,在在轨制造与建造等方面突破一系列关键技术,并将科技创新成果转化为现实生产力。

“欢迎社会各界研究人员踊跃参与。”王珂说,预计未来10年,国家太空实验室将征集并持续开展上千项在轨科学实验,以充分发挥国家太空实验室的效用。

发现·进展

浙江大学等

自主构建首个人类二倍体完整基因组

本报讯(记者胡瑞琦)浙江大学生命演化研究中心教授张国捷课题组与中国农科院深圳农业基因组研究所研究员阮珏团队,以及华大生命科学研究院的研究人员合作,自主构建了首个人类“端粒到端粒”二倍体完整参考基因组“CN1”,为精准医学研究及应用提供重要参考数据支撑。相关成果近日以封面论文形式发表于本土期刊《细胞研究》。

“端粒位于人类染色体的两端,从端粒到端粒的无间隙测序,意味着可以获得每条染色体的完整遗传信息。”张国捷说。

2022年,“端粒到端粒(T2T)”国际研究联盟基于细胞系构建了第一个完整的从头到尾无间隙人类参考基因组T2T-CHM13,填补了最后缺失的约2亿碱基对的测序。

“但是,T2T-CHM13基因组在来源上不属于生物学上的正常个体,并不具有从父母遗传获得的两套存在差异的基因组。这一工作离真正构建人类二倍体完整基因组的目标还有一步之差。”张国捷表示。

在目标研究中,科研人员基于课题组此前在二倍体基因组和复杂基因组组装方面积累的经验,通过开发算法,以个体的父本和母本数据作为参考系,完美地将不同染色体上的数据区分开,将人的46条染色体的数据分别组装。然后,研究人员对因为数据过于复杂而仍然存在的69个缺口进行了手工补洞,最终获得了健康个体完整的二倍体基因组。

研究显示,与现有参考序列相比,利用该完整基因组作为东亚人群遗传学研究的参考序列,可以提高东亚人群的序列比对并降低错误率,对单碱基多态性的检测准确率更高。该完整图谱的绘制,为我国开展精准医疗研究提供了更准确的参考基因组。

相关论文信息:
<https://doi.org/10.1038/s41422-023-00849-5>

松山湖材料实验室等

利用电镀方法制备毫米级厚度单晶铜片

本报讯(记者朱汉斌)中国科学院院士王恩哥、松山湖材料实验室/北京大学教授刘开辉与合作者突破电镀单晶铜片技术,首次利用电镀的方法实现毫米级厚度单晶铜片的制备,并提出“衬底表面原子台阶诱导金属单晶生长”的外延电镀新机制。相关研究近日在线发表于《科学通报》。

单晶铜材料内部不存在晶界且缺陷密度极低,在电力传输、高频通信、金属靶材等领域具有非常广阔的应用前景和市场前景。然而,当前商业化的单晶铜材料是通过切割块体单晶铸锭获得,成本昂贵且尺寸小,无法满足其规模化应用需求。

电镀技术具有易操作、低成本、可规模化等优势,已经成为现代金属行业的标准加工技术。但是在传统外延电镀过程中,随着镀层厚度增加,缺陷数量的积累会导致孪晶出现,并进一步导致镀层结构向多晶转变,最终只能获得几微米厚的单晶薄膜。

基于表面调控材料生长动力学的学术思想,研究人员提出一种“原子台阶引导原子精准排列”的调控策略,利用简单、易操作、低成本的电镀技术,实现了厚度可达毫米量级的单晶铜片的制备。

该研究利用高指数单晶铜衬底表面原子台阶引导铜原子的精准排列,成功解决了传统外延电镀过程中镀层缺陷积累导致结构向多晶转变而无法获得厚单晶镀层的问题,实现了毫米级厚单晶铜片的外延电镀制备。该方法的提出,为金属单晶体材料的工业化应用提供了一种简单、有效、易控制的规模化制备新方法。

该成果有望推动单晶铜在高速电子、大功率电气领域的高端应用。研发团队提出的“衬底表面原子台阶诱导金属单晶生长”电镀机理与技术,有望推广到其他金属、合金材料的单晶制备,推动各领域金属材料性能升级。

相关论文信息:
<https://doi.org/10.1016/j.scib.2023.06.023>

中国水产科学研究院

发现热应激影响鱼类肌肉品质

本报讯(记者张婧丹)中国水产科学研究院珠江水产研究所科研团队基于生理生化、分子生物学和代谢组学等方法,分析了慢性热应激对全球性养殖鱼类罗非鱼的生长性能和肌肉品质的影响。相关成果近日发表于《食品化学》。

在全球范围内,厄尔尼诺现象发生时,太平洋赤道海域海水温度异常升高,将一些热量和水分转移到大气当中,极易造成持续的气温升高,对全球渔业和水产养殖业产生重要影响。因此,高温引起的热应激成为世界范围内水产养殖未来面临的一个主要问题。但目前,热应激对鱼类肌肉品质的影响及机制尚不清楚。

该研究发现,热应激降低罗非鱼生长性能,增强氧化应激,导致肌肉品质下降,并确定了肌肉中氨基酸、脂肪酸、甘油磷脂、嘌呤等关键代谢通路的改变。研究结果将为养殖鱼类品质的环境调控研究提供重要参考,人们可提前在鱼类养殖过程中制定预防性干预措施。

相关论文信息:
<https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2023.136590>