

青岛科创聚能起势：涌现一批“全球之首”

未来空间、生命健康、智能家电等赛道项目闪亮山东省科学技术奖

□青岛日报/观海新闻记者 耿婷婷

当代表全省最高实力的科技项目同台开展“年度汇报”，青岛继续保持了龙头引领地位。在2024年度山东省科学技术奖评选中，青岛涌现出一批技术引领性强、成果转化成效突出、产业带动力大、社会效益显著的获奖项目。

在获奖项目中，本报选取了来自未来空间、生命健康、智能家电等赛道的一等奖项目代表进行风采展示。透过相关获奖项目，我们可以看到青岛强化科技创新引领的发展路径——

锚定“10+1”创新型产业体系，通过锻造高能级创新平台、打开科技成果转化通路，促进科技创新与产业创新深度融合，进一步增强发展内生动力，加快提升城市核心竞争力，更好实现高质量发展。

高光谱分辨率激光雷达 给环境气象“做CT”



■镭测创芯研发的三维扫描型测风激光雷达设备。韩星 摄

在青岛胶东国际机场内，一台不起眼的白色设备正24小时不间断地运行着。它的工作是对机场周边的风切变和飞机起降时产生的尾流等进行精准监测、实时预警——这些都是影响飞机起降安全和通行效率的重要因素。

这台为航空运行保驾护航的设备，就是来自青岛镭测创芯科技有限公司（简称“镭测创芯”）的三维扫描型测风激光雷达Wind3D 10K。这家科技企业由中国海洋大学成果转化落地而来，创始人吴松华也是中国海洋大学信息科学与工程学部的教授。

通过产学研协同创新开展关键技术攻关，镭测创芯攻克了气象环境探测领域世界前沿技术难题，研发了先进适用的装备，进一步在算法配套、软件系统搭建等方面进行了配套，支撑建立起了“空一天—地一海”跨平台高光谱分辨率激光雷达遥感观测系统，构建了全球最完备的测风激光雷达产品型谱矩阵。目前，产品已广泛应用于气象防灾减灾、风力发电、环境污染监测、海洋探测、低空经济保障、航空安全及效率提升等领域。

由中国海洋大学牵头与镭测创芯共同完成、吴松华作为第一完成人的“高光谱分辨率激光遥感技术装备研发与应用”项目因此获2024年度山东省技术发明一等奖。

让看不见的风“可感可测”

吴松华介绍，地球观测科学领域中，该项技术通过三维层析遥感的方式实现立体探测，相当于给环境、大气、海洋等“做CT”，实现立体实时高精度探测。“微波波长通常是分米级、厘米级，而激光波长可以达到微米甚至纳米级。与微波雷达相比，使用激光进行探测具有更高分辨率。”吴松华说。

从实验室到产业线，该技术累计经历了近30年攻关，突破了激光雷达高光谱分辨率、定量化、高精度探测关键技术，自主研制了高精度锁频—稳频—鉴频系列核心器件。目前，项目已经实现了亚皮米级（约10—12米）光谱分辨率——这相当于在1000米的距离外区分出0.001毫米的差异；相关设备已经实现最大30公里范围内的精准探测覆盖。

在核心技术和装备的支撑下，该项目实现了对环境气体成分的精细化分析。吴松华告诉记者，目前相关产品和服务已经从大气风场探测扩展到二氧化碳、甲烷、温度、湿度、气溶胶、PM2.5、PM10等多项成分的检测和分析，让看不见的风不仅“看得到”还能“测得准”，能分析出探测物的具体成分和浓度。“比如，二氧化碳在大气中的含量约为400PPM（即parts per million，表示百万分之一）。对如此微弱的含量进行探测和分析，我们的技术可以测量到400PPM的1%。”吴松华举例。

“青岛智造”赋能千行百业

去年3月15日，四川省甘孜州雅江县发生森林火灾。在山火救援中，该项目的高光谱分辨率激光雷达设备发挥了重要作用。设备实现了森林山火的精准定位，并根据精准测量到的风势、火势、风向等因素给予救援建议，为搭建山火隔离带和展开搜救工作提供了指引。

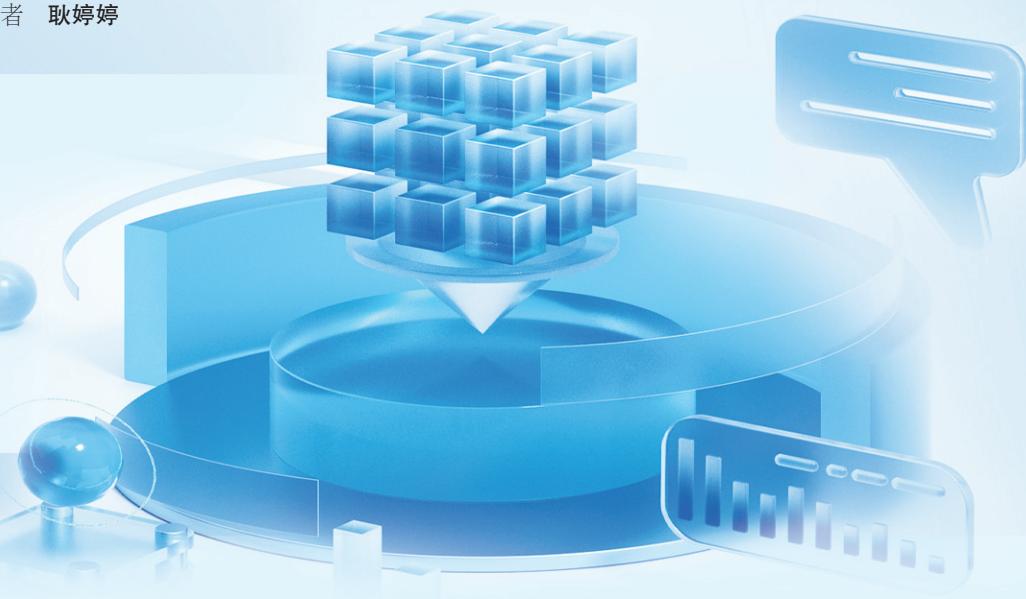
气象环境与国民经济多个领域深度耦合，直接关系国家重大战略，关乎人民生命健康。在多个领域，该项目的相关技术和产品都实现了落地应用——

在海上风电领域，通过风场精准探测结合全生命周期风资源评估，可帮助风场提升发电效率5%以上。以一个100MW的风电场计算，这意味着每年可多创造约1500万元收益；

在机场，激光雷达技术可以把周边十几公里半径、几公里高空以下的三维立体风场通过三维扫描精准显示，动态捕捉到飞机尾涡的位置、强度等数据。吴松华预测，设备全面应用可将航班延误率降低30%到70%；

在气象领域，项目还在推动高分辨率数据驱动AI天气预报模型，实现对突发极端天气的快速预警；

通过产学研协同创新，该项目已形成系列化装备并实现进口设备的国产化替代，让我国在高精度遥感领域跻身世界第一梯队。以“青岛智造”赋能千行百业，该项目成套技术实现产业化后，产值已超4亿元，带动相关产业降本增效超30亿元。



让反式乌头酸在全球首次实现规模化量产

不久前，全球首个反式乌头酸绿色生物制造项目投产运行。通过合成生物技术，该项目让反式乌头酸这种极具应用前景的有机酸正式进入了量产阶段。而这项“全球首个”获得突破的源头，来自于中国科学院青岛生物能源与过程研究所（以下简称“青岛能源所”）的技术攻关。

经过多年深耕，青岛能源所工业土曲霉作为底盘细胞，系统构建了“使能技术—细胞工厂—发酵工艺—分离纯化”一体化的技术体系，实现了成果转化落地，突破了反式乌头酸原料可及性困境；在此基础上，项目结合绿色催化技术进一步合成了反式乌头酸酯，并面向下游产业实现了多场景应用。在此次2024年度山东省科学技术奖评选中，由青岛能源所牵头完成的“反式乌头酸微生物绿色制造技术”项目获技术发明奖一等奖。

合成生物打开产量“通路”

反式乌头酸是一种重要的生物基化学品，在农药等领域具有广阔应用前景。传统生产方式中，反式乌头酸主要从植物中提取，即使在甘蔗等含量偏高的原料中，其含量也仅有0.1%—1%，分离纯化成本极高；而通过化学合成法生产，则面临副产物多、污染严重等问题。这些瓶颈导致反式乌头酸始终无法实现规模化生产，严重制约了其下游应用开发。

面对这一世界性难题，青岛能源所另辟蹊径，通过合成生物技术构建“细胞工厂”，实现反式乌头酸的高效生物合成。项目第一完成人、青岛能源所所长、党委书记吕雪峰介绍，相关研究选取土曲霉这种在工业生产中广泛应用的丝状真菌作为底盘细胞，首先聚焦于其遗传改造困难的技术难题开展系统性攻关。“针对工业菌株”能

不能改”的难题，我们开发了基于CRISPR技术的高效基因编辑方法、可视化的遗传操作工具等。”吕雪峰说，“有了‘趁手’的工具，我们对菌株基因的编辑效率从5%提高到近100%，实现了对工业菌株的精准遗传操控。”

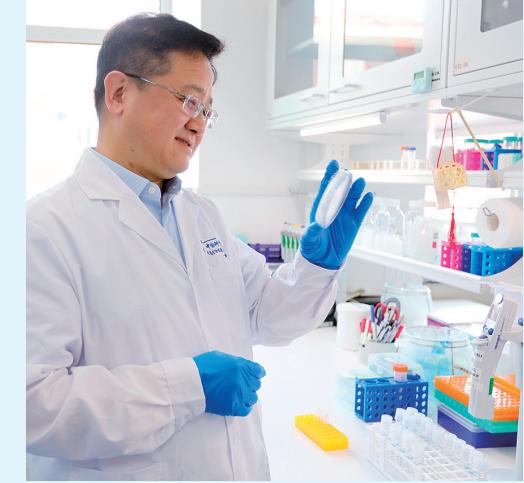
吕雪峰进一步解释了团队如何解决了“怎么改”的难题。结合发酵过程代谢规律，通过解析反式乌头酸的生物合成机制，结合精准编辑基因、解析跨膜转运蛋白机制等方式，团队优化了菌株的代谢通路，建造了高效产反式乌头酸的土曲霉细胞工厂。

吕雪峰告诉记者，通过先后三代基因工程菌株的迭代开发，项目实现了生产技术从无到有、从低到高的持续突破，实验室摇瓶产量达到57g/L。之后，与企业一起从多尺度层面展开了系统的发酵工艺优化并完成逐级放大，直至生产示范工程放大验证，10吨罐中发酵85小时产量达到106g/L。这一突破不仅验证了合成生物技术在大宗化学品生产中的巨大潜力，更为后续产业化奠定了坚实基础。

“找到客户的客户”

“在‘从0到1’的基础上，我们首先探索了‘从1到10’的中试放大工作，建立了吨级发酵中试平台。”吕雪峰介绍。通过工艺优化和参数调整，该项目初步实现了技术从实验室到生产线的放大，弥合了实验室研究与工业化生产之间的鸿沟。进一步与鲁抗医药等企业合作，项目实现了反式乌头酸的规模化生产与应用。

这一跨越标志着我国在全球率先突破了反式乌头酸量产的技术壁垒，突破了反式乌头酸原料可及性的困境。目前，依托该项目开发的反式乌头酸新型杀线虫生物农药，正在进行一类新农



■项目第一完成人，青岛能源所长、党委书记吕雪峰在实验室观察培养皿。韩星 摄

药登记。

再向前一步，团队进一步开发出反式乌头酸酯——这一类重要的新材料。它可以作为增塑剂，替代塑料制品中广泛使用的有健康危害的邻苯类增塑剂。为这类新材料找准应用场景，团队在推动量产的同时面向产业下游开拓市场，目前已应用于医用材料领域。

通过产学研合作，该项目实现了“细胞工厂”构建—规模发酵产酸—高效分离纯化—绿色催化酯化—终端产品应用”的完整商业闭环。“只突破技术不落地产业是没有前途的，实现了原料规模量产但没有具体应用场景也是不可持续的。”吕雪峰说，“我们不仅要落地转化实现原料量产，还要找到客户的客户，放大下游应用，才能真正实现科技创新与产业创新深度融合。”

让洗衣机拥有“眼睛”和“大脑”

想象一下，将一件沾满火锅气味的羊绒外套扔进洗衣机，会产生什么结果？不能水洗的羊绒材质被“蹂躏”得皱巴巴、火锅的气味也不一定能彻底除掉。现在，这样的麻烦事似乎有了更智慧的解决方案。

在海尔集团，当工程师执行了同样的操作，令人惊讶的一幕发生了：洗衣机推荐了“空气洗”模式。程序运行结束后，将羊绒大衣从洗衣机里拿出来，不仅火锅气味没有了，衣物面料也变得更加平整。

支撑这一效果的，是青岛海尔洗涤电器有限公司牵头完成的2024年度山东省科学技术进步奖一等奖项目——“面向洗护领域智能洗烘关键技术的研究及产业化”。

该项目通过研究智能判干算法、多场耦合控制、机器视觉算法、结构极限设计、流体仿真、拓扑优化及高阻尼减振技术、大语言模型等，创新研发了全球首台一机双筒智能洗烘集成机，提供了一种既可水洗又可烘干护理的智能、舒适便利、高性能洗烘一体解决方案。

从“能用”到“好用”的技术革命

项目第一完成人、卡萨帝洗衣机品牌总经理李文伟告诉记者，该项目通过十大核心技术的研发与应用，解决了传统洗衣机、干衣机洗护参数固化、无法智能调整、洗护效果差的行业痛点。

正在高速脱水的洗衣机上，一枚竖立的硬币纹丝不动，直观地展示了其稳定性。这是因为针对传统洗衣机振动大、噪声高的问题，项目团队研发了非线性低振静烘技术。该技术采用拓扑优化的壳体结构和新型高阻尼减振材料，实现了不管是低速运行还是高速脱水，设备振动较普通叠放组合降低50%以上，噪声降低了6分贝。在中国轻工业联合会组织的鉴定中，这项技术达到国际领先水平。

再如，干衣机在运行过程中往往会出现衣物缠绕在一起，导致烘干不均匀等情况。针对此，项目首创了3D智能感知匀烘控制技术，可以通过电场传感技术，立体感知不同衣物、不同部位的含水量分布情况，实现“衣干即停”，解决了传统干衣机因衣物缠绕导致的“外干内湿”问题，确保了烘干均匀。

值得一提的是，与传统洗衣机上方叠放干衣机的组合不同，该产品创新一机双筒结构，真正实现了“洗烘一体”。这得益于项目在结构设计方面攻克了一机双筒集成热泵技术难题。

从“会洗”到“懂洗”的智能进化

将一件沾满污渍的白色衬衫和一条黑色牛仔裤同时放入，洗衣机会立即发出语音“警告”：“检测到浅色衣物混洗，建议分开洗涤。”

“传统的洗衣机是‘盲洗’，而项目的相关技术让它有了‘眼睛’和‘大脑’，实现了‘看着洗’。”李文伟说，“这得益于一项名为‘AI之眼’的技术。”衣物种类繁多，类型、颜色、纹理差异大，且在实际使用中可能会受光线、遮挡等因素影响识别准确性。如何让洗衣机“看”得清楚？该项目采集了20万不同状态的衣物数据，并通过数据增强技术扩充10倍数据量。使用神经网络模型，并通过迁移学习技术、注意力机制、预训练模型提升了系统的识别精度。“就像教孩子认识世界一样，工程师们让机器‘见识’了各种类型、颜色、状态的衣物，使其具备了自主判断能力。”李文伟如此比喻。

通过技术创新，该项目将传统的单品组合升级为一体洗烘集成，开创了行业一体智能洗烘新品类，获中国专利优秀奖、德国iF设计大奖、国际reddot设计大奖等荣誉。让洗衣机完成了从“会洗”到“懂洗”的智能进化，项目为用户提供了智能、舒适便利、高性能的洗烘体验，也获得了市场



■全球首台一机双筒智能洗烘集成机。

认证。截至目前，该项目带动销售收入累计超百亿元。此外，精准、高效的洗烘工作也带来了绿色低碳的节能效果，按照现有销售规模测算，相关产品每年可节约用水超560万立方米、节电8200余万度，相当于减少碳排放6.5万吨。

该项目推动洗衣机行业从传统的价格竞争转向价值竞争，推动了中国制造向高端化、智能化转型升级。