

科学
聚焦

氢能+茭鸭共生=?

看看这道环保富民的化学反应式

■陈春好

临近年末，冬季的寒意难掩缙云麻鸭生意的红火。走进丽水缙云当地最大的麻鸭养殖场，养殖户们正忙着收集鸭笼里的鸭蛋，而鸭粪则通过眼球、鼻腔刷着更猛烈的存在感。

在不久的将来，这一“有味”的乡村原料将被运至丽水缙云水氢生物质近零碳示范工程基地，与基地产制的绿氢发生化学反应，继而变废为宝，为乡村提供清洁能源。

今天就带大家“碳碳”这一乡村氢能工程。

为什么要选址浙西南山区开展氢能耦合实践？

当下，全球能源产业正经历着以低碳化、无碳化、低污染为方向的第三次能源变革。氢能作为一种清洁、高效、安全、可持续的二次能源，越来越被多国重视。例如，在今年屡次被吐槽因“环保”频上热搜的东京奥运会上，氢能就悄悄扮演了重要角色，它既是圣火燃料也是奥运村的主要能源。

那么在“双碳”背景下，中国

该如何搭上氢能发展的班车？丽水缙云水氢生物质近零碳示范工程尝试着给出一种解题思路。

该工程是国网浙江电力着力推进的浙江省四大氢电耦合示范项目之一，也是国内首个基于乡村场景的水—光—氢—生物质综合利用示范工程。工程选址丽水缙云县，正是基于当地乡村丰富的清洁能源资源和生物质资源。

缙云县地处浙西南山区，丰富的水电、光电资源为绿氢生产提供了得天独厚的条件。同时，缙云县是远近闻名的中国“茭白之乡”“麻鸭之乡”，通过世代劳作与改进，当地形成了独特的茭白麻鸭共生模式，该模式更是跻身第六批中国重要农业文化遗产新增名录。每年农牧业生产活动产生的大量废弃茭白秆秆和鸭粪，可以提供丰富的沼气原料，为氢气与二氧化碳的甲烷化碳捕集技术提供验证的可能性。

“氢能+茭鸭共生”化学反应如何发生？

缙云水氢生物质近零碳示范工程试图构建“水（光）电制氢—储氢—沼气碳氢甲烷化—燃料电池热冷供能”一体化的一个能源互联互动、高效管理的综合利用系统。在这个系统里，乡村富余的可再生资源既能作为“电源”被直接消纳，又能转换成“电池”存储运输供后续使用，为可再生资源的灵活高效利用作出新的尝试和探索。

首先，是绿电制氢环节，利用当地余量水电与屋顶光伏发电进行电解水制氢，将“弃能”转换成“氢能”。

生成的一部分氢气储存在储氢罐，这些氢能“电池”将运输到各地供后续交通、工业、建筑等领域使用，从而实现富余的可再生资源由“弃能”转换成“氢能”使用。

另一部分氢气则直接进入甲烷化装置，与净化后的沼气（秸秆、鸭粪等发酵产生）发生反应，将沼气中占比近五成中的绝大部分二氧化碳转化为甲烷，产生天然气，然后通过天然气管网输送给用户，用于农村供暖、厨房用能等。这一甲烷化过程能将沼气的能效利用率从原本的55%左右提升到85%以上。

同时，甲烷化过程为强放热反应，该过程释放的热量可以加

热冷却水供为电解水制氢单元所用，多余的低品质热能还能用于沼气生产过程的保温单元加热，从而实现了能量的高效转换与梯级利用。

未来将催生出什么化学效果？

助力乡村“碳中和”，为茭农、鸭农提供新的创收路径。

每年6-10月是当地茭白成熟的季节，茭白大批量上市的同时也留下产生了大量的茭白秆秆。

由于茭白秆秆质地坚硬，喂牲畜、堆肥还田都不合适，当地农户往往只能一烧了之。焚烧秆秆又会产生大量浓烟，严重污染大气环境。

缙云水氢生物质近零碳示范工程建成后，将彻底解决废弃的茭白秆秆的去处问题，将被重新利用。养殖场里堆成的鸭粪也将变身成“香饽饽”，不仅可以减少二氧化碳排放，还可以为当地茭农、鸭农增加创收路径。

为乡村提供清洁高效能源，进一步降低农户的用能成本。缙云乡村主要用能为电和煤气，其中煤气又主要以罐装煤气的方式被大量使用。相较于煤气，天然气的成本更低。

缙云水氢生物质近零碳示范工程研制采用全国首台套基于沼气加氢的甲烷化设备，可以生成生物质天然气，可以为乡村提供清洁能源，进一步降低农民的用能成本，同时解决氢气难以存储和直接利用的难题，为灵活性跨时空储能提供新思路，同时也为乡村提供清洁能源，进一步降低农民的用能成本。加快能源管理技术创新，助力打造新型电力系统山区样板。

在氢电耦合基础上，缙云水氢生物质近零碳示范工程首创性地建立了（水、光电）—（氢气、沼气）—（热）（热电联供）三网耦合，实现光伏发电、燃料电池、热电联供、制氢储氢等能源互联互通、高效管理，为后续实现与电网的灵活互动提供基础。

不久的将来，以余量水电与屋顶光伏为能源，采用电解技术生产氢气，并通过灵活储氢的方式，最终实现富余水电、光伏发电、农村废弃物循环利用的缙云水氢生物质近零碳示范工程，将成为电氢生物质协同的乡村碳中和与新型电力系统样本，带动更多新能源和生物质资源丰富的乡村由“灰”变“绿”。

科技
之光

国内首辆磁浮空轨列车武汉下线

已申请国家发明专利23项

■吴纯新、段宏杰、潘万齐

12月14日，国内首辆磁浮空轨列车“兴国号”在武汉下线，将用于江西兴国永磁磁浮技术工程示范线。

空轨，即悬挂式“空中列车”，具有造价低、占地少、视野开阔，与行人、机动车互不干扰等优势，可用于连接旅游景点、商业区、科技园区等地。

“兴国号”列车由江西理工大学、中铁工业旗下中铁科工集团联合研制，是世界上首次将永磁悬浮技术应用于空轨车辆。

江西理工大学相关负责人表示，“兴国号”具有节能环保、非接触式牵引、爬坡能力强、转弯半径小、噪音低等特点。研发过程中，学校联合中铁科工集团攻克了悬浮架结构、导向结构、直线电机牵引驱动、基础制动等技术难题，顺利通过专家评审。

相比传统轮式空轨列车，永磁悬浮列车不用依靠橡胶轮子行驶，永久磁铁与轨道相斥并保持在槽口中线保持悬浮状态，电磁导向可实现零摩擦运行，机械向能接近零摩擦，仅需

电机驱动即可运行。目前，国内在建空轨项目均采用轮式空轨列车。

该列车总体设计体现出著名将军县的红色文化基因，被誉为“红轨”，头部两侧56颗五角星，代表着56位共和国的开国将军，熊熊燃烧的火炬代表着“星星之火，可以燎原”。

中铁科工集团相关负责人介绍，作为国内第一条永磁悬浮技术的应用示范，兼具科研创新性、挑战性和示范性，项目顺利推进将推动江西当地稀土永磁产业链、红色旅游和我国空轨产业发展。

线路设计单位中铁六院相关负责人介绍，兴国永磁悬浮技术工程示范线全长878米，2辆车编组，定编88人，设计最高运行速度每小时120公里，可实现自动驾驶。

据悉，中铁科工集团已完全掌握空轨系统成套技术，在武汉建立的试验线已安全平稳运行7000公里，申请国家专利100余项，其中国家发明专利23项，并参与制定了行业标准《悬挂式单轨交通技术标准》，2020年底被国家工信部认定为国家技术创新示范企业。

象山“中化膜”基地成功装配首套膜应用设备

■夏超明

焊接支架、加固端盖、冲压检验……经过一个月的设计优化和装配调试，位于象山的中化（浙江）膜产业发展有限公司成功组装出首批大型膜应用装置，待检验合格后将运抵湖北，用于宇浩高科五万吨磷酸铁锂项目。

“自主设计组装膜应用设备装置，不仅能降低成本、保障质量，还能准确把握工期，保障公司知识产权，提升未来发展潜力。”中化膜产业制造中心负责人陈忠介绍，以前公司承建的项目设备都要委托第三方生产，种种原因制约了公司的发展速度和规模。今年9月，中化膜产业开



《科学》公布2021年度十大科学突破

■张佳欣

《科学》网站公布了2021年度科学突破评选结果。让我们一起来看看今年科学界有哪些重大发现。

1. 人工智能预测蛋白质结构

今年7月，世界知名人工智能团队深度思维宣布，它利用AI智能软件程序——阿尔法折叠预测了人类表达的几乎所有蛋白质的结构，以及其他20种生物几乎完整的蛋白质组。AI预测蛋白质结构将带来广泛应用，提供对基础生物学的见解并揭示潜在的药物靶点。11月，德国和美国的研究人员利用阿尔法折叠2和冷冻电镜绘制了核孔复合物的结构图。8月，中国研究人员使用阿尔法折叠2绘制了近200种与DNA结合的蛋白质结构图。现在，科学家正使用阿尔法折叠2来模拟奥密克戎变体刺突蛋白突变的影响，通过在蛋白质中插入更大的氨基酸，突变改变了它的形状，这也许足以阻止抗体与其结合并中和病毒。

2. 解锁古老泥土DNA宝库

最近，科学家们从洞穴地面的土壤中解锁了一个更大的古代DNA宝库。研究人员使用这种“泥土DNA”来重建世界各地穴居人的身份。在西班牙的Estatas洞穴，核DNA揭示了8万至11.3

万年前生活在那里的人类的遗传特征和性别，并表明尼安德特人的一条谱系在10万年前结束的冰川期之后取代了其他几个谱系。

在美国佐治亚州Saturblia洞穴有2.5万年历史的土壤中，科学家们发现了来自以前未知的尼安德特人的女性人类基因组，以及野牛和现已灭绝的狼的遗传痕迹。

通过将墨西哥基维特洞穴中1.2万年前的黑熊DNA与现代熊DNA进行比较，科学家们发现，在最后一个冰河时代之后，洞中黑熊的后代向北迁徙至阿拉斯加。

3. 实现历史性核聚变突破

8月，美国国家点火装置(NIF)产生了一种聚变反应，这种反应产生的能量比点燃它所需的激光能量更多。NIF使用来自世界上最高能量激光的脉冲来压缩胡椒粒大小的氢同位素氘和氚胶囊。这种方法每次发射产生170千焦的聚变能量，这远低于1.9兆焦的激光输入，但8月8日记录显示，该能量飙升至1.35兆焦耳。

研究人员认为这是燃烧等离子体的结果，这意味着聚变反应产生了足够的热量，可以像火焰一样通过压缩燃料传播。

4. 抗新冠强效药出现

数据显示，美国默克公司的抗病毒药物莫奈拉韦可将未接种疫苗的高危人群的住院或死亡风

险降低30%。如果在出现症状的3天内开始服用，辉瑞公司的抗病毒药物PF-0732132将使住院率降低89%。科学家们强调，抗病毒药物不能取代疫苗接种，但它们仍然至关重要。如果新的奥密克戎变体导致突破性感染激增，它们的重要性将更加突出。

5. 摆头丸减轻创伤后应激障碍症状

一项多中心、随机、对照试验发现，3,4-亚甲基二氧基甲基苯丙胺(MDMA)，也就是常说的“摇头丸”，显著减轻了创伤后应激障碍(PTSD)患者的症状。76名受试者，部分接受了3次MDMA治疗，部分接受了安慰剂指导治疗课程。2个月后，67%的接受MDMA治疗的患者不再有PTSD症状，而安慰剂组仅有32%。

6. 单克隆抗体治疗传染性疾病

今年单克隆抗体(mAb)开始在对抗新冠病毒和其他威胁生命的病原体，包括呼吸道合胞病毒(RSV)、HIV和疟疾寄生虫等方面显示出效果。到今年年底，FDA已授予3种用于治疗新冠病毒的单克隆抗体紧急使用授权。科学家还正在开发针对流感、寨卡病毒和巨细胞病毒的单克隆抗体。两个旨在预防所有婴儿呼吸道合胞病毒的候选药物被寄予厚望。单克隆抗体或将成为治疗传染病武器库中的“标配”。

9. CRISPR基因编辑疗法对人类疗效首次证明

基因编辑工具CRISPR于2020年首次显现出或可治愈镰状细胞病和β地中海贫血症患

者。今年，科学家们更进一步，直接在人体内部部署CRISPR-Cas9。在小型研究中，该策略减少了一种有毒的肝脏蛋白质，并适度改善了遗传性失明患者的视力。6月26日，美国Intellia医药公司和再生元公司科学家在6名患有一种名为转甲状腺素淀粉样变性的罕见疾病患者身上测试了他们的治疗方法。结果显示，所有参与者的畸形蛋白质水平平均下降，其中两名接受高剂量注射的人的蛋白质水平平均下降了87%。

10. 体外胚胎培养为早期发育研究打开新窗户

通常，老鼠胚胎在母鼠体内生长的时间为3~4天。但在3月，一个团队报告了一个将这一期限延长到11天的方案。该研究进展有望为子宫外孕育人类铺平道路。此外，还有科学家设计了被称为“胚泡”的关键胚胎阶段的替代品。一个研究小组从人类胚胎干细胞中复制了胚泡，并诱导了多能干细胞(iPS)。另一项研究发现，转化为诱导性多能性细胞的皮肤细胞会产生囊胚状结构。这些人造胚泡并不是真正的胚胎，但其中一些可作为一种有指导意义的、争议较少的替代方案。5月，国际干细胞学会宣布放宽人类胚胎培养“14天规则”，进一步提振了该领域的研究。

11. CRISPR基因编辑疗法对人类疗效首次证明

基因编辑工具CRISPR于2020年首次显现出或可治愈镰状细胞病和β地中海贫血症患者。

研究还表明，只用鸽取代二氧化钒中仅1.5%的钒(一种被称为“掺杂”的技术)，可以将材料的相变阈值降低到25℃，这是实际应用的理想温度。

为了解二氧化钒在屋面系统中的表现，研究人员设计了一个2×2厘米的TARC薄膜装置，它由三层构成：由银制成的反射底层，由氟化钒组成的中间层，以及包含有序块状二氧化钒“岛”的顶层。

“TARC看起来像透明胶带，可以贴在像屋顶一样的固体表面上。”吴俊桥说。

目前的研究证明了TARC薄膜中二氧化钒惊人的全天候多功能性，并在节能方面更胜一筹。根据研究人员的测量，TARC全年反射大约75%的阳光，但当环境温度较高(超过25℃)时，它的热发射率很高(约90%)，促进了热量向天空的流失。在较凉爽的天气，TARC的热发射率自动切换到低水平(约20%)，有助于保留太阳能吸收和室内取暖带来的热量。

未来，研究人员计划在更大范围内开发TARC原型，以进一步测试其作为实用屋顶涂料的性能。吴俊桥说，TARC还可能作为一种热保护层来延长智能手机和笔记本电脑的电池寿命，并保护卫星和汽车免受极高或极低温度的影响。它还可以用来制作帐篷、温室覆盖物，甚至帽子和夹克的调温面料。