

清源聚能二十载 逐绿向新启华章

——记中国科学院青岛生物能源与过程研究所建所20周年

■本报记者 廖洋 通讯员 孔凤茹

能源，国之基石，托举民族复兴脉动，镌刻壮阔时代坐标。

20 年前，我国工业化、城镇化浪潮奔涌，能源结构加速迭代，资源环境约束趋紧，绿色发展成为势在必行的时代命题。2006 年出台的《国家中长期科学和技术发展规划纲要（2006—2020 年）》将能源列为重点发展领域之首，明确推动生物质能等可再生能源关键技术取得突破并实现规模化应用，为我国能源科技创新锚定了发展航向。

这一年，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）应运而生、向绿而立。二十载薪火赓续、深耕不辍，

研究所从生物能源起步，向绿色燃料、绿色生物制造、先进能源材料多域拓局，构建起基础研究、技术攻关、成果转化全链条创新体系，成长为国家能源科技自立自强的重要战略科研力量。

直面时代宏大考卷——如何聚合科研力量勇闯创新“无人区”，如何释放人才磅礴动能，如何跨越产业生产线的雄关险隘，一代代青岛能源所人勇担国家责，以建制化研究社群重塑创新范式，以体系化攻关抢占科技制高点，以有组织转化打通产学研壁垒，在能源变革浪潮中，书写与国家命运同频共振的逐绿答卷。

战略初心启绿源 三位一体筑新局

2006 年 3 月 4 日，时任全国人大常委会副委员长、中国科学院院长路甬祥致信山东省委，提出建设生物能源与过程科研机构。一纸战略建言，为我国新能源自主创新开启了崭新篇章。

顶层布局迅速落地。当年 5 月，中国科学院、山东省、青岛市三方签署共建备忘录，9 月正式签订共建协议。2007 年 5 月，研究所奠基开工，路甬祥亲笔题词，锚定了前沿创新赋能产业发展的建所定位。2008 年，首期园区投用。2009 年，研究所正式获批验收。就此，一所扎根齐鲁、服务国家能源战略的国家级科研机构应运而生。

立足国家能源变革大局，青岛能源所

拓维进阶、蓄力深耕。2020 年，山东能源研究院启动建设，青岛新能源山东省实验室揭牌运行，“所—院—室”三位一体创新架构成型，形成了原创研究、技术攻关、成果转化全链条协同格局。2024 年，王哥庄新园区全面启用，为重大科研平台建设、中试验证、工程示范落地提供硬件支撑。

从生物能源单点起步，迈向新能源、新生物、新材料交叉突破；从单一研究所，成长为多平台联动的体系化创新矩阵。青岛能源所始终坚持基础研究与应用研究融合、创新驱动与需求牵引融合、人才引育与成果产出融合、国家战略与区域发展融合，以科创之力赋能能源绿色转型、产业迭代升级，助推绿色发展浪潮。

建制社群聚力 跨域协同破题

推动各类资源向核心任务、关键领域汇聚，激活体系效能。

直面“卡脖子”难题、“硬骨头”，青岛能源所依托党建引领组建科技攻关突击队，党员骨干带头领题冲锋。从钱三强固态电池攻关团队建成国际首套兆瓦时深海能源基站，到医用 PVC 材料团队攻克医疗器械去邻苯国产化核心技术，步步破冰。

机制变革迸发强劲创新活力。

“十四五”期间，青岛能源所 93% 的新增重点“白名单”任务由建制化社群牵头。首次牵头承担中国科学院 B、C 两类先导专项，成功获批建设太阳能光电转化与利用全国重点实验室，战略攻关力与科研承载力大幅跃升。

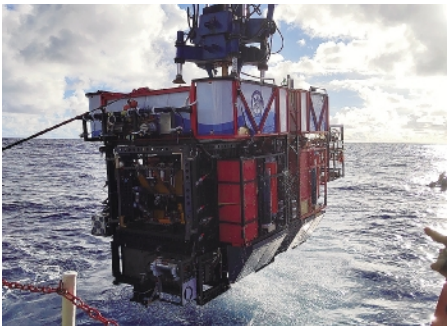
硬核成果接续迸发：创制本征孔沸石分子筛 ZMQ-1 登上《自然》；富碳尾气发酵制乙醇形成成套工艺，二氧化碳合成化学品、油脂、蛋白迈入中试阶段；首创“刚柔并济—三相渗流”复合固态电解质技术，完成深海/深渊固态电源谱系开发……

“清源”会聚英才 筑就人才高地

级人才计划 10 人、中国科学院人才计划 13 人、省部级以上人才 84 人次。这批领军专家牵头学科布局、平台建设 with 社群攻坚，成为队伍的核心中坚；众多青年科研人员从后备力量成长为独当一面的学术与技术骨干。

针对不同成长阶段的科研人员，青岛能源所配置国际英才、优秀博士后、青年探索基金等多层次、链条式支持，支持前沿探索、团队组建、科研攻关等，在评价上不唯资历、锚定任务推进、实际产出落实差异化绩效与协议薪酬。

科教融合为青年人才成长提供了实践平台。青岛能源所建有博士后流动站 3 个、一级学科博士点 5 个，在读硕博研究生 500 余人，4 个学科均进入 ESI（基本科学指标数据库）全球前 1%。研究生不仅要接受课程和学位培养，还直接参与实验室研究、中试放大和工程验证。“十四五”期间，硕博优秀生源率由 70.9% 攀升至 93.1%；研究生斩获首个中国科学院院长特别奖，8 人获院长优秀奖，毕业生就业率接近 100%，持续为能源科技创新输送生力军。



国际首套兆瓦时深海能源基站。

岛能源所不断汇聚全球创新资源打造“软实力”，由国际学术共同体的参与者逐步成长为科学议题的开拓者、引领者。

黄海潮声不息，见证了一场关于碳与能量的科学远征。从“让碳循环起来”的朴素愿景出发，历经二十载耕耘，青岛能源所聚焦“绿碳”科研主线，构建贯通能源、资源、产品全链条的系统创新框架；笃行“绿碳”系统布局，让更多技术在实验室“走得通”、工业“用得上”、货架“见得着”，在绿碳领域逐步构筑起兼具本土力量与国际影响力的创新坐标系。

回望来路，厚积已成；前瞻远方，重任在肩。新征程上，青岛能源所将持续探究能源绿色低碳底层奥秘，勇攀绿碳科技高峰，以自主科技守护国家能源安全，托举强国建设的绿色伟业！

绿碳结硕果 兴业启新程

——中国科学院青岛生物能源与过程研究所绿碳科技创新与成果产业化纪实

■本报记者 廖洋 通讯员 孔凤茹

一缕工业尾气可转化为乙醇、油脂和蛋白；一桶废弃油脂可炼成绿色燃料；一束阳光既可被钙钛矿电池捕获，也能借储能、氢能跨越昼夜，奔赴万千场景。在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），能源构想走出实验室，历经中试淬炼，奔向产业一线，化作轰鸣运转的装置、触手可及的产品，绘就生机盎然的绿色产业图景。

20 年来，青岛能源所持续作答绿色发展时代考题：如何让碳资源从“线性消耗”回归“循环利用”？二十载求索深耕，研究所凝练形成“绿碳”理念：二氧化碳、生物质，乃至废旧橡塑等灰碳废弃物并非废料。借助生物、化学、光电催化等技术，它们可再造为燃料、化学品与新材料。推动绿碳循环、释放资源价值，正是通往循环经济的必由之路。



绿碳科技布局。

循着“绿碳”理念，青岛能源所以生物能源启程，向绿色能源供给、绿碳资源转化和绿碳产品制造不断创新，多条赛道同源并进，共同回答关乎国家能源与绿色发展的攻关之问——

碳何以由“灰”转“绿”？

绿色能源如何支撑绿碳循环？

绿碳资源怎样制成服务生产生活的可持续产品？

三条主线汇流成势，青岛能源所擘画出体系化攻坚的壮阔蓝图——绿色能源为基底，绿碳资源转化为枢纽，绿碳产品制造为落点。

逐光储能 氢启未来：为绿碳循环注入绿色能源

依托绿电、绿氢赋能驱动，碳资源转化逐步耦合绿色能源，实现全链条低碳运行。青岛能源所聚焦太阳能光电转化、先进储能、氢能三大核心赛道，攻坚关键核心技术，为绿碳创新体系筑牢坚实底座。

向光逐绿，青岛能源所依托太阳能光电转化与利用全国重点实验室，深耕钙钛矿电池全链条研发。研究所在全球率先推出产业主流的甲脒基钙钛矿材料，原创气相后修复技术获《科学》杂志亮点评述；通过揭示材料衰减机理、创新复合电池结构，不断提升器件效率与稳定性。研究所还建成山东省首个钙钛矿电池研发检测一体化平台，打通技术验证到规模化量产的关键链路，加速产业落地。

储能强基，保障极端场景能源供给。针对深海、深空特殊工况，青岛能源所突破三相渗流固态电解质、原位聚合界面融合以及充油自承压高效湿舱集成等关键技术，完成深海、深渊固态电源谱系化开发，首次实现万米海试，建成国际首套兆瓦时深海能源基站，目前已交付 200 余批次、超 8000 千瓦时固态电池系统，为我国深渊科考、深海探测提供自主可控的硬核能源保障。

绿氢拓新，打通低碳应用新路径。青岛能源所自主研发低载量原子级钎基电催化剂及其宏量制备技术，首创界面反应诱导制备超薄离子传导膜技术，建成年产 4 万平方米的膜电极制备平台，进而实现兆瓦级质子交换膜电解水制氢系统和住宅用热电联供系统示范。相关成果入选工业和信息化部“清洁氢”揭榜挂帅榜单，斩获山东省科技进步奖一等奖等。

光电转化、安全储能、绿氢赋能三轨联动，层层递进。青岛能源所以持续技术迭代和工程示范，不断拓宽绿色能源应用边界，筑牢低碳、负碳循环的产业根基。

化碳为源 循环新生：让废弃碳源重回生产循环

20 年来，青岛能源所聚焦二氧化碳、生物质、废弃油脂等低值碳源，打通原料获取、高效转化、产品创制全链条，让废弃碳排放、闲置碳资源回归产业循环，变废为宝。

围绕二氧化碳资源化，青岛能源所构建高效生物转化通路，研发工业富碳尾气发酵制乙醇成套工艺，推进二氧化碳发酵制化学品、微生物油脂和蛋白中试。该技术以工业废气为原料，不耗粮食，同步实现减碳与能源、粮食安全需求多重效益。

微藻则提供了另一条“用光固碳”的路径。研究所开发高光效底盘和光合细胞工厂，打造微藻定制化合成糖类产品技术路线，首创微藻源甘油葡萄糖苷先进生物制造技术，将螺旋藻养殖单位面积产值提高 30 倍，实现产业化、商业化应用。

农林废弃物、废弃油脂亦可转化为绿色燃料与高端原料。研究所自研双流化床化学链气化技术，省去空分工序、高效产出优质燃气，建成千吨级中试装置，编制 10 万吨级工艺包，并落地 15 万吨/年生物质气制绿色甲醇工业示范项目。针对废弃油脂杂质难题，创新液态分子催化工艺，成功应用于 20 万吨/年生物柴油量产线，助力绿色燃料规模化推广。

资源“探矿”离不开自主仪器支撑。青岛能源所研



《绿碳（英文）》创刊号。

► 钙钛矿光伏研发平台制备的大面积组件。

制并产业化国际首台拉曼流式细胞仪等拉曼组仪器，为微生物组资源的挖掘、利用与共享提供原创工具，产品已进入全球市场。依托技术优势，青岛能源所联合国内外百余家顶尖产学研单位，发起单细胞原位代谢图谱（iMAPS）科学计划，通过建设全球分布、可持续运行的菌群“代谢传感器+菌种挖掘机+生态修复剂”基础设施网络，服务人类健康、粮食安全、生态环境和公共卫生等多领域创新。

从尾气固碳、微藻固碳，到农林与废弃油脂循环利用，青岛能源所重构传统碳利用模式。以再生碳替代化石碳，以循环模式破解低碳难题，绘就 20 年绿碳科创的扎实答卷。

驭碳成物 向绿而兴：从实验室走到产业

绿碳循环的真正价值不止于碳资源的循环利用，更在于把科研突破转化为高附加值产品，赋能产业、兑现市场。从实验室原创发现到工业化量产应用，青岛能源所跨越技术放大、工程落地、市场验证多重关卡，让一批绿碳成果打通全创新链条，构筑起品类丰富、动能强劲的绿色产业矩阵。

在新材料前沿赛道，青岛能源所实现颠覆性原创突破。自主创制贯通孔道沸石分子筛 ZMQ-1，打破传统材料微孔扩散瓶颈，成果刊发于《自然》正刊，被国际同行评价为“里程碑式突破”。这一新型材料适配重油催化、碳捕集、精细化工等多个场景，同步完成制备、改性、应用全链条专利布局，产业化潜力十足。

绿色生物制造领域硕果频出。青岛能源所攻克反式乌头酸生物合成核心难题，建成全球首条专属发酵生产线，实现低成本稳定量产。依托多学科交叉优势，研发出新型生物基增塑剂，成功应用于特种橡胶、医疗器械、线缆等高端领域，补齐特种绿色材料自主供给短板。

聚焦国家特种材料战略刚需，研究所率先开拓特种功能材料生物制造方向，攻克生物—化学融合制造关键技术，形成中国科学院独有、独创、独具特色的体系；搭建柔性化、模块化制造平台，实现关键品种产业化落地，完成从基础理论、核心攻关到工程应用的全链条闭环创新，斩获专用领域科技进步奖一等奖。

针对高端轮胎材料“卡脖子”难题，研究所首创梳枝拓补结构的橡胶分子设计理念，创制铁系梳枝丁戊橡胶，突破结构调控、连续生产和专用轮胎制造等技术，顺利完成万吨级产业化示范和百万条轮胎示范应用。轮胎抗湿滑性能达欧盟 A 级标准，成果获评“国际首创、国际领先”。

从原创新材料、新工艺诞生，到千吨、万吨级工程示范落地，青岛能源所持续推动绿碳科技创新走出实验室，走向大产业，以多元绿色产品矩阵为低碳制造业高质量发展注入硬核动能。

成果成林 绿碳成势：构建绿碳创新生态

回望 20 年科创深耕，青岛能源所的绿碳创新早已跳出单点技术突破，形成体系化的科创格局。光伏、储能、氢能齐头并进，筑牢绿色能源根基。各类废弃碳源实现循环再生，跨学科融合攻坚赋能绿色制造。点点创新星火，串联成网，构筑起“绿色能源—绿碳资源—绿碳产品”互联互通、协同共生的完整创新生态。

20 年砥砺前行，“绿碳”已然成为青岛能源所最鲜明的创新名片。研究所着重塑绿碳资源利用模式的同时，持续搭建国际化科创交流平台、合作平台，打造多元立体的绿碳产学研用创新生态。

青岛能源所构建“五位一体”的绿碳传播与交流合作体系——创办《绿碳（英文）》（Green Carbon）国际学术期刊，连接全球多学科前沿；举办绿碳科学大会，持续汇聚创新力量；牵头成立中国化工学会绿碳资源利用专业委员会，推动科技与产业深度融合；发起并主导联合国科学十年“绿碳计划”，搭建科普教育阵地。开放格局让发轫于黄海之滨的绿碳理念走出国门，赋能全球绿色可持续发展。

从微光转能、碳源再生，到原创破壁、产业落地，青岛能源所以持续创新，深度解答了能源转型、碳循环利用、绿色制造升级的时代命题，为我国“双碳”目标实现交出亮眼科创答卷。

二十载积淀成势，新程逐绿启航。面向“十五五”发展蓝图，青岛能源所坚守国家队使命担当，锚定太阳能光电转化与先进储能、能源合成生物技术与绿色生物制造、先进生物燃料与高分子材料三大方向，前瞻布局智慧碳、界面仿生、人工智能科创、新型氢能材料等前沿赛道，持续延伸“绿色能源—绿碳资源—绿碳产品”链条，推动更多实验室原创成果落地生根。

心系国家事，肩扛国家责。青岛能源所矢志科技自立自强，深耕绿碳前沿，勇闯科创高地，始终以源头创新筑牢国家能源安全屏障，以硬核科创助力“双碳”目标未来，以开放平台引领全球绿碳合作，为国家绿色高质量发展持续发展赋能聚力、屡建奇功！



青岛能源所王哥庄园区全景。

本版图片由青岛能源所提供