

中国制造业极限“探秘”②

比太阳核心温度还要高6倍，中国核聚变装置屡次创下世界纪录

从-269℃到1亿摄氏度，“人造太阳”如何经历“冰与火”的极度考验？

阅读提示

安徽合肥“科学岛”上有一个名为“东方超环”的托卡马克核聚变实验装置，这是世界上第一个全超导托卡马克核聚变实验装置。该装置有近百万个零部件协同工作，汇聚了“超高温”“超低温”“超强磁场”等多项尖端技术，人们往往将它形象地称为“人造太阳”。

次冷热循环试验。

几周前，这里刚刚传出一个振奋人心的消息：“东方超环”首次完成1亿摄氏度1000秒“高质量燃烧”，即成功实现超1亿摄氏度、1066秒稳态长脉冲高约束模等离子体运行，再次创造托卡马克装置高约束模运行新的世界纪录，也标志着我国聚变能源研究实现从基础科学向工程实践的重大跨越。

对于科研团队来说，“亿度千秒”的实现，充分验证了聚变堆高约束模稳态运行的可行性。然而，对于工程团队来说，为准备下一次实验而要开展的设备“升级”工作才刚刚开始。

“巨罐”里面有着上亿摄氏度的高温，这对于任何耐热材料都是难以承受的。科学家需要研制一个“磁笼子”，用强磁场将等离子体约束在“磁笼子”里，这就相当于让等离子体处于一种“悬浮”状态。

这样的“磁笼子”需要的强磁场究竟有多强呢？

记者了解到，“巨罐”内部的磁场强度达到了地球磁场强度的约7万倍。如何做好这样的超导磁体，成为摆在工程团队面前的重大考验。

“超导磁体必须要冷到一个极限温度。”合肥聚能电物理高技术开发有限公司总经理吴杰峰说，一般情况下，工作人员需要将超导磁体稳定在-269℃，这个温度对制作过程中每一个环节的要求都十分苛刻。

“超导磁体内有几万个接头需要焊接，每个接头都需要在低温环境下保持一定的漏率。如果一开始就控制不好漏率的话，等到真正运行再去发现漏点，那维修的成本实在太高。”吴杰峰解释说。

几万个接头要“密不透风”

2月7日，位于“科学岛”上的合肥聚能电物理高技术开发有限公司，几名工人正在将一根根铜铝复合构件从液氮中捞出，在与室外空气接触后，这些构件上很快便笼罩了一层雾气。工人们说，这些构件刚刚经历了一

近百万个零件不能出现任何意外

鲜为人知的是，在“人造太阳”的制造过程中，很多零部件是不能用自动化设备来批量生产的，而是要靠工人师傅们纯手工制作。因此，手感是工人师傅们“只可意会且难于言传”的绝技。

“如果今天师傅的状态不好，很可能会影响手上的活。”作为合肥聚能电物理高技术开发有限公司制造中心副主任、首席技师，陈建林时常把这句话挂在嘴边。

在陈建林看来，对于核聚变实验装置来说，哪怕有一个环节出现了一丝一毫的问题，最终的损失都是不可估量的。

“埃菲尔铁塔的金属框架有7000多吨，聚变堆装置的重量是这个数值的4倍。”据吴杰峰估算，未来的聚变堆装置需要约3万吨的各类高精度部件进行装配，零件数量近百万个。

这是一个高度复杂的系统，对各类零部件的制造、加工、安装都有严格的要求。

陈建林曾参与包括“人造太阳”在内的十多项国内外重大科学工程核心部件及系统的总装调试工作。其中，“东方超环”装置的核心部件之一——内置式低温泵就是陈建林在“守护”。

依靠多年的工程经验，陈建林有着超越检测工具的“手感”。“东方超环”装置总体直径约4米。在狭小、不透气的内真空室，陈建林经常只能蹲在固定的位置进行操作，时间长了腿就会麻，站都站不起来。

“在那段时间，思想上不能开任何小差，连做梦都在想着如何能精准安装到位。”陈建林说。

在高速公路上“走钢丝”

尽管等离子体是被约束在“磁笼子”内悬浮的，但整个“巨罐”还是不得不直面上亿摄氏度的高温，这对内部材料及部件的研制提出了极高的要求。

一般情况下，科学家们会提出一些理论要求，陈建林和同事们会通过加工、装配、检测等一系列复杂工序将科学家们的要求变为现实。

不同的材料，特性完全不一样。如何把它们装配在一起，是一件非常困难的事情。

钳工高级技师张虎在合肥聚能电物理高技术开发有限公司工作多年，对不同形状、不同材料的部件进行装配是他的主要工作内容。在工作中，他不仅要熟悉各种零部件之间的装配特性，还要了解不同工艺的特点，才能在装配过程中有针对性地解决问题。

另外，在极高温的环境下，不同的金属，膨胀系数不一样，导热性能也不一样。

“对于这些部件，在工艺设计上就必须十分讲究，因为要确保极低温下和极高温下，都要具备稳定性、安全性。这就像走钢丝一样，在高速公路上开汽车不难，但走钢丝的话，难度就完全不同。”吴杰峰说。

吴杰峰时常把自己的日常工作比喻为“解方程式”。

他解释说，“在极低温和极高温的夹缝中开展工作，往往会影响产品开发、材料选择、加工制造的过程，可选的域度非常小。这就像解方程一样，当约束条件变多，最后只能历尽艰难险阻才能找到唯一解。”

“一个零部件，很少是一步焊成的。”张虎说，尽管可以采取不同的焊接方法进行梯度焊接，但是对黏合率的要求一点也不能降低，并且累积误差要越小越好。

每次装配之前，张虎往往要先在试验件上预演一遍。

“一旦装配真正的部件，绝不允许有一点差错。不仅因为材料太贵了，时间上更耗不起。”张虎说。



山东胶州市发布首份“企业为主体、链主唱主角”的招商方案

企业化身招商大使，把优质项目引进来

下来。

记者从《方案》中了解到，胶州市通过智能家电、新能源、绿色食品等22个矩阵式产业链发展梯队，由59家企业担任上合新区揭榜挂帅链主企业，切实把产业体系建设作为“扩能提质”的首要任务，围绕一、二、三产重点领域，加快吸引集聚一批创新能力强、支撑带动作用大的产业链上下游企业。

“围绕承接青岛市构建创新型产业体系重点任务，方案确定了各重点产业赛道招商引资方向，应用产业链供应链思维，通过壮大‘二产’，带动‘一产’、联动‘三产’，胶州市全方位融入青岛‘10+1’创新型产业体系，明确了实施步骤和激励机制，突出需求导向、结果导向，坚持开放竞争，强化协同创新，力图激发各类市场主体参与招商引资的积极性和主动性，实现政府与揭榜项目的长期合作共赢。”上合示范区管委会副主任、胶州市副市长周林在解读方案时表示。

近年来，得益于胶州市先后提出“5-2-1”产业发展矩阵、“1+2+3+N”高质量发展新案，是招商模式的重大创新，让更多企业成为招商大使，共同把优质项目引进来、落

技合作创新中心等众多平台载体，通过集聚资源、拓展合作渠道、提升贸易便利化水平等实际举措，形成了涵盖专业服务、综合服务、基础支撑三个大类的“上合工具箱”，为跨境经贸合作提供系统性解决方案，从而促进产业链供应链合作以及人文交流的相融相通。

营商环境是企业生存发展的土壤，为做好创新体系建设保障工作，胶州市将继续提升办事效能；扎实推进“无证明城市”建设，整合各部门业务系统，让企业办事更便捷、更高效；针对不同行业、不同规模的企业，制定差异化的扶持政策；广泛吸引创新创业人才；推进土地集约节约利用，确保优质土地资源保障优质产业项目；引导各金融机构积极创新金融产品和服务，为项目建设和企业发展提供充足的资金支持。

“下一步，我们要抓好链主挂帅工作，深化政企协同模式，加快建设创新型产业体系，凝聚起‘大抓项目、抓大项目’的强大合力，以高质量项目引领高质量发展。”青岛市市委副书记、胶州市委书记张新竹表示。

G 企事录

国内首条大型无人机城际低空物流航线首航

事件：近日，大型固定翼无人机FP-98“狮子座”满载新鲜榆林羊肉从陕西榆林马合通用机场起飞，2小时47分后抵达西安蓝田通用机场。这意味着我国首条大型无人机城际低空物流航线成功首航。FP-98“狮子座”无人机出自航天时代飞鹏有限公司，具备夜间航行能力，可以在复杂气象条件下全流程无人化操作，单次航程可覆盖1200公里。

点评：从榆林到西安，大型无人机所花时间比传统地面运输减少了70%以上，这充分显示了大型无人机在物流领域的优势。对于当代交通运输业来说，拥堵和数额巨大的固定基础设施投资是两大长期存在的难题。在此背景下，以无人机为载体的无人数字智能立体交通正在逐步成为传统交通运输的重要补充力量。

不过，相比于小型无人机，大型无人机货运的商业化仍处于起步阶段。按照大型无人机设计用途，偏远地区是开展常态化和规模化应用的首选，但偏远地区需求相对较少、运量有限，会给运营企业带来不小的经济负担，也会抑制企业对大型无人机研发、生产的积极性。另一方面，过去几年间，针对技术壁垒和政策方面的制约，小型无人机已取得重大突破，但在大型支线无人机方面，空域管理更加复杂，如何对其进行规范管理也会在很大程度影响大型无人机商业化运营。

石化行业营收连续3年稳定在16万亿元左右

事件：2月20日，中国石油和化学工业联合会在北京召开“2024年度中国石油和化学工业经济运行新闻发布会”。发布会上披露，2024年石化行业经济运行基本稳定。数据显示，2024年石化行业实现营业收入16.28万亿元，比上年增长2.1%；利润总额7897.1亿元，比上年下降8.8%。值得一提的是，全行业营业收入已连续3年稳定在16万亿元左右，且经过全行业共同努力，营业收入实现了正增长。

点评：石化产业作为国民经济的重要支柱产业，也是资源型、能源型和基础性重要配套产业。过去一年，我国石化行业不断加快传统产业绿色低碳转型和数字化升级的步伐，克服了产品价格低位徘徊、企业效益明显下滑等不利因素，在构建新型工业化进程中，行业迈出坚实步伐，实现了稳中有进。可以预测，随着“两新”“两重”政策的加力扩围、产业结构优化和稳增长方案的实施，我国石化产业将回升向好。

值得一提的是，我国石化产业正处于转变发展理念、加快结构优化、提升发展质量的关键时期，而创新驱动发展是石化产业和企业迈向新型工业化和实现高质量发展的关键要素。在业内人士看来，为了应对挑战，石化行业一方面要规范市场秩序与行业自律，在公平竞争和充分竞争中，淘汰竞争力不强的落后产能；另一方面，应以科技创新推动产业创新，加快新兴产业、未来产业培育，把传统产业转型升级与新兴产业培育结合起来，推出更多高端化、差异化产品。

上汽与华为开启战略合作

事件：2月21日，上汽集团股份有限公司与华为终端有限公司在上海签署深度合作协议。双方将在产品定义、生产制造、供应链管理、销售服务等领域展开战略合作，打造全新新能源智能汽车，共同为用户带来智能化出行体验。

点评：对于新能源汽车来说，在政策推动、技术创新与市场竞争的多重驱动下，行业格局加速重构，电动化和智能化的深度融合成为核心主题。根据麦肯锡调研，54%的消费者将智能化当作为购买新能源车的重要因素。上汽与华为开启战略合作，无疑是双赢之举，二者可以进一步发挥各自优势，共同探索智能汽车技术创新与商业模式创新的新路径。一方面，上汽在产品定义、生产制造、供应链管理、销售服务等方面优势明显。另一方面，华为具备丰富的智能驾驶、电子电器架构、智能座舱等电动化、智能化技术优势。

值得一提的是，华为的鸿蒙智行生态系统是其在汽车领域的重要布局，拥有智能汽车领域软、硬、芯、云等核心技术，今年年初，鸿蒙智行发布了年度智驾报告。报告显示，2024年鸿蒙智行智能驾驶总里程突破12亿公里，智能泊车辅助服务超过8100万次。这也说明，鸿蒙智行在智驾领域成功实现了向成熟应用的跨越，智能驾驶成为众多车主日常驾车的“新常态”。

江苏宿迁设立“企业安静期”坚持无事不扰

本报讯（记者黄洪涛 通讯员丁彬彬）江苏省宿迁市日前出台《宿迁市“营商环境提升年”若干措施》（以下简称《若干措施》），提出要探索建立“企业安静期”，具体来说就是将每月20日前设为“企业安静期”，除涉及上级交办、突发事件、案件查处等特殊原因外，不得对企业进行各类行政检查，企业对违规检查行为可以“扫码”进行监督反馈，也可以拨打司法行政部门或执法部门监督电话。

《若干措施》提出，要实行分级分类监管措施，对信用等级为“优”的企业，坚持无事不扰原则。同时综合运用数字技术、人工智能等手段，以非现场方式在生态环境、消防、农业农村等领域开展“无感监管”。对信用等级达到“优”的，各相关部门对此类群体的抽查比例不高于1%。今年是宿迁“营商环境提升年”，相关部门将为全市各类市场主体提供更有力度的政策供给、更有速度的办事体验、更有温度的法治保障、更有口碑的亲商氛围。

新疆今年将培育超200家专精特新中小企业

本报讯（记者吴铎思）记者从新疆维吾尔自治区工业和信息化厅获悉，今年新疆将新培育专精特新中小企业200家以上、中小企业特色产业集群2~3家。

为推动专精特新中小企业发展，当地将坚持管理和服务并重，发展和帮扶并举。加强金融服务供给，积极搭建政企对接平台，开展“一月一链”投融资路演活动，聚焦重点产业链专精特新中小企业的融资需求，实地对接、宣讲政策、加强培训，引导金融资本投向早期、小型、长期和硬科技企业。

《自治区专精特新中小企业倍增培育行动计划》提出，到“十四五”末，全区累计培育创新型中小企业1500家以上、自治区级专精特新中小企业800家以上、国家级专精特新“小巨人”企业100家以上。