

中国 BEST 装置有望成为人类首个实现聚变发电的装置

国产微秒级电源突破“卡脖子”技术

■ 周莹

中国正在建设的紧凑型聚变能实验装置(BEST)预计 2027 年竣工,并有望成为人类历史上首个实现聚变发电的装置。近日,这一重大科技进展通过官方渠道向国际社会公布,即刻引发全球能源圈的广泛关注与强烈反响,既让世界看到了破解能源短缺与气候危机的“中国方案”,更让亿万国人的自豪感瞬间拉满。

当前,在全球“碳中和”与能源安全双重驱动下,可控核聚变已从基础科学研究上升为大国战略博弈的关键领域之一。即将到来的“十五五”(2026—2030 年),是中国核聚变发展从原理验证迈向工程技术的关键阶段。“十五五”规划已将核聚变的定位从“十四五”的“重大攻关任务”升级为“工程验证与产业培育并重”,而且明确将核聚变纳入前瞻布局的未来产业,提出推动包括氢能和核聚变能在内的产业发展,使其成为新的经济增长点。

放眼全球,聚变能源已度过基础科研的漫长积累期,进入“科学验证—工程试验—商业培育”并行的关键阶段。这一转变的核心驱动力,源于全球主要经济体的战略共识与政策加码。

美国通过《聚变能源法案》明确 2030 年代示范堆运行目标,欧盟启动 DEMO 预研并投入 120 亿欧元专项资金……全球研发格局已从过去的“科学合作”转向如今的“产业竞合”。值得一提的是,任何一场颠覆性的产业革命,不仅要靠一套成熟的创新生态系统来支撑,更离不开一个个在细分

赛道上啃下“卡脖子”硬骨头的实体。在可控核聚变从实验室走向产业界的过程中,核心部件的技术突破尤为关键,在很大程度上决定着产业落地速度。

聚变能源的实现本质是在人工环境中复刻太阳内部的能量反应,对装置各系统的精度、稳定性提出了极为严苛的要求。以电源系统为例,它作为重要的能量控制中枢,决定着等离子体约束质量与装置运行效率,成为全球很多攻坚的关键赛道之一。

在这一细分领域,各国企业纷纷加码研发,形成了多强竞争的格局,中国企业也凭借先进的技术水平崭露头角,安徽金屹能源发展有限公司便是其中的关键力量之一。据悉,金屹能源系国科新能创投 Family 成员企业,该公司以微秒级的控制精度,为上亿度等离子体系紧了“看不见的供电缰绳”,并且在全球聚变电源市场的战略博弈中抢占了先机。

时间精度 锁定聚变特种电源价值锚点

2024 年,全球化石能源发电占比仍高达 60%,同时新能源的间歇性、波动性等带来的电网稳定性问题,至今缺乏根本性解决方案。而可控核聚变凭借突出的优势已成为破解能源困局的关键方向。

在磁约束聚变装置中,上亿度的等离子体需在强磁场中维持稳定形态,极向场电源、环向场电源与加热系统的协同误差必须

锁定在微秒级,任何超出阈值的偏差都将直接导致等离子体失稳,实验会前功尽弃。

在这场国际技术攻坚中,中国企业的突破值得关注。以金屹能源为例,为 EAST(东方超环)装置提供的极向场电源系统,曾在 1000 秒的等离子体放电周期内完成超 10 亿次功率调整,单次响应误差不足 5 微秒。这一精度换算到现实场景,相当于马拉松比赛中每一步的节奏偏差不超过百万分之三秒。这项技术突破,本质上是对“时间艺术”的一种工业解构,背后是企业在控制算法、功率器件等核心领域的长期积累。

工程化与商业化的导向,更让技术竞争从精度比拼延伸至效率与可靠性的升级。科研装置向商业设备转化的核心诉求,在于提升运行效率、降低运维成本,这要求电源系统在保证精度的同时,实现更高的能量转换效率与更优的故障响应能力。金屹能源为 BEST 装置供应的模块化电源,将故障保护时间压缩至 3 微秒以内,较国际同类产品快 30%。这一指标不仅筑牢了实验安全防线,还直接提升了装置有效运行效率。同时,其为 BEST 装置定制的电源系统将占地面积缩减 40%,精准契合聚变装置小型化的发展趋势。这些看似抽象的指标,均是企业核心竞争力的一种量化表达。

国际热核聚变实验堆(ITER)组织的技术文件早已明确,电源输出的稳定性直接关联等离子体约束质量。纹波系数作为衡量电源输出平稳性的核心指标,其数值每降低一个量级,就能显著减少磁场扰动,为

等离子体创造更稳定的约束环境。这一关联在工程实践中已有实证。ITER 磁体电源通过多脉波整流技术将纹波降至极低水平后,等离子体的能量约束时间显著延长,而辅助加热电源的低纹波特性更直接提升加热效率与等离子体温度稳定性。

金屹能源将输出纹波系数控制在 0.1% 以下,这一指标不仅达到 ITER 对超导磁体电源的严苛要求,而且远超国际能源署设定的行业基准;同时其能量转换效率提升至 95%,大幅降低了装置运行中的能源损耗。

这种“低纹波+高效率”的双重优势,使其产品在俄罗斯 GYCOM、德国马普研究所等国际机构的采购招标中形成显著差异化竞争力。毕竟,对于科研机构而言,电源稳定性直接决定实验数据的可靠性,而高效率则能长期降低运行成本。

关键窗口期 构建“技术—数据—标准”闭环

全球聚变能源市场正处在爆发前夜的关键窗口期,产业格局的重塑速度远超预期。国际原子能机构(IAEA)发布的《聚变能源展望 2025》报告显示,2025 年全球可控核聚变市场规模达 3511.1 亿美元,2029 年将突破 4795 亿美元,年复合增长率 8.1%。

当前,各国政府对聚变能源的战略投入已呈几何级增长。全球可控核聚变赛道已形成“中美欧三足鼎立”的竞争格局,核心零部件企业的技术实力正成为重塑全球

机械加工行业切削液危废资源化 循环再利用的成功实践

——以吉林东光奥威汽车制动系统有限公司为例

■ 黄广义

引言:

我国作为世界上最大的发展中国家,近年来在经济建设上取得巨大成就的同时,也面临着日益严峻的环境压力。机械加工行业作为国民经济的重要支柱产业,其生产过程中产生的废切削液问题尤为突出。废切削液不仅含有大量有害物质,对环境造成严重污染,还增加企业的生产成本和环境风险。在国家大力倡导节能减排、推动绿色发展的大环境下,机械加工行业急需探索一条既能满足生产需求,又能实现环保与经济效益双赢的发展道路。本文以吉林东光奥威汽车制动系统有限公司(以下简称东光奥威)为例,阐述开展机加工切削液危废资源化循环再利用项目的成功实践,为同行业企业提供有益的借鉴与参考。

一、机械加工行业废切削液产出与排放的环保压力

- 废切削液的产生与危害**
在机械加工过程中,切削液发挥润滑、冷却、清洗等重要作用,但随着加工量的增多,切削液会逐渐失效,变成废切削液。废切削液主要成分包括矿物油、合成油、防锈剂、表面活性剂等,还可能含有重金属离子、细菌、病毒等有害物质。这些成分使得废切削液具有高化学需氧量(COD)、高生化需氧量(BOD)、高毒性等特点,如果未经处理直接排放,会对水体、土壤、空气等环境要素造成严重污染。
- 传统处理方式的局限性**
长期以来,机械加工企业对废切削液的处理方式主要包括自建污水处理站经药剂中和处理后达标排放,或者委托有资质单位处理等。简单沉淀后排放虽然能去除部分固体杂质,但废切削液中的有害物质仍然存在,具有很大程度的不达标风险。委托有资质单位处理虽然可以避免企业自身承担环境风险,但处理成本较高,且运输过程中泄漏风险也不容忽视。这些传统处理方式都无法从根本上解决废切削液对环境的污染问题。
- 环保压力日益增大**
随着我国环保法律法规的日益严格和完善,对机械加工行业废切削液的排放管理也越来越严格。《中华人民共和国固体废物污染环境防治法》等相关法律法规明确规定了废切削液的处理要求,企业必须采取有效措施对废切削液进行处理,确保达标排放。同时,国家对环境违法行为的处罚力度不断加大,企业因废切削液处理不当而受到的罚款、停产整顿等处罚案例屡见不鲜。此外,社会公众对环境保护的关注度也越来越高,企业面临的环保压力不仅来自政府监管,还来自社会舆论的监督、社会责任的担当等。

二、节能减排大环境的影响因素

- 国家政策的推动**
近年来,国家高度重视节能减排工作,出台了一系列政策措施,推动经济社会向绿色低碳转型。国家对机械加工行业的节能减排也提出了具体目标和任务。这些政策法规为机械加工企业开展节能减排工作提供了明确的指导方向和政策支持,促使企业将节能减排纳入企业发展战略,积极探索资源循环利用、节能减排的新途径。
- 市场竞争的压力**
在全球绿色发展的大趋势下,消费者对环保产品的关注度和需求越来越高。机械加工企业如果能够在生产过程中实现节能减排,不仅可以降低生产成本,提高产品竞争力,还可以满足消费者对环保产品的需求。此外,随着市场竞争加剧,企业之间的成本竞争也日益激烈,通过开展节能减排工作,可以有效降低资源消耗和生产成本,在市场竞争中占据优势地位。
- 技术创新的支撑**
随着科技不断进步,节能减排技术得到快速发展。在机械加工行业,新的切削液处理技术、资源回收利用技术、节能设备等不断涌现,为企业节能减排工作提供了技术支持。例如,先进的过滤蒸馏设备、膜分离技术、生物处理技术等,可以有效实现废切削液的资源化循环再利用,减少污染物排放,降低能源消耗。企业可以通过引进和应用这些先进技术,提高生产效率,降低生产成本,实现节能减排与经济效益的双赢。

三、落实国家政策要求与环境保护需求的策略

- 加强政策法规学习与宣传**
企业应组织员工认真学习国家相关环保政策法规,了解政策要求和法律责任,增强员工的环保意识和法律意识。同时,企业要通过内部宣传栏、培训讲座、微信公众号等多种渠道,向员工宣传节能减排的重要性和企业开展相关工作的意义,营造良好的企业文化氛围,使员工自觉参与到节能减排工作中来。
- 建立完善的环境管理体系**
企业应按照国际标准(如 ISO 14001)建立环境管理体系,明确各部门和岗位在节能减排工作中的职责和任务,制定详细的环境管理程序和操作规程,确保企业生产活动符合环保要求。通过有效运行的环境管理体系,企业可以对生产过程中的环境因素进行全面识别和控制,及时发现和解决环境问题,持续改进环境绩效。
- 开展清洁生产审核**
清洁生产审核是企业实现节能减排的重要手段。企业应定期开展清洁生产审核工作,对生产过程中的资源消耗、能源利

用、污染物产生等情况进行全面分析,找出存在的问题和改进空间。通过实施清洁生产方案,企业可以优化生产工艺,提高资源利用效率,减少污染物排放,实现节能减排与经济效益的双赢。

4. **加强技术创新与合作**
企业应加大研发投入,与高校、科研机构合作,开展切削液处理与资源回收利用技术的研究与开发。同时,企业要积极引进和应用先进的节能减排技术和设备,提高企业技术水平和创新能力。通过技术创新,实现废切削液的资源化循环再利用,降低生产成本,提高产品质量,增强企业的核心竞争力。

5. **四、东光奥威机加工切削液危废资源化循环再利用探索与实践**

1. **夯实基础,强化体系化管理与管控效能**
近两年,东光奥威聚焦夯实在基础,持续强化规范化与体系化管理。通过完善制度建设,在安全、环保、能源管理等方面取得显著成效,通过了清洁生产审核、环境体系认证、能源体系认证、职业健康安全体系认证及安全生产标准化二级认证,并荣获省级绿色工厂称号。这些成果不仅提升管理效能,更为节能减排项目探索攻关提供了坚实保障。

2. **成立专项攻关组,明确职责分工**
为确保机加工切削液危废资源化循环再利用项目得以顺利实施,东光奥威成立专项攻关组并明确职责,成员涵盖技术人员、生产管理人员、设备管理维护人员、环保人员及基建改造管理人员等。技术人员负责工艺技术的探究与措施方案制定,提出合理的工艺方案;生产管理人员负责项目的生产组织与协调,确保项目按计划实施;设备维护人员负责设备选配、安装、调试与维护,保障设备的正常运行;环保人员负责项目环境影响评估与监测,确保项目环保达标;基建改造管理人员负责基层建设工程的改造施工。通过明确分工,攻关组形成高效的工作机制,为项目成功实施奠定了坚实基础。

3. **开展工艺与处理设备调研与数据分析**
攻关组对国内外切削液处理与资源回收利用技术进行广泛调研,收集了大量的技术资料 and 案例。通过对比分析,确定采用过滤、蒸馏、分离、再过滤等工艺技术的方案。同时,攻关组从设备性能、效率、稳定性、成本等方面对市场上各类切削液处理设备进行评估,最终选择一款适合企业需求的专用过滤蒸馏设备,并通过商务谈判,采取设备“零投入”,按照能源合同方式,以每处理一吨达标的回用水进行结算,大大缓解设备资金投入的压力。在确定工艺方案和设备选型后,攻关组对企业切削液的使用量、废切削液产生量、成分分析等数据进行详细统计与分析,将原切削液坑池进

入,实现清洗废水和拖地废水与回收的废切削液完全物理隔离,专水专用,污水单独处理回用,为项目实施提供了准确的数据支持和最低的处理成本。

4. **反复分析对比,优化工艺参数**
在项目实施过程中,攻关组通过反复试验和数据分析,不断优化工艺参数。在过滤环节,通过调整过滤介质的种类、粒径、厚度等参数,提高了过滤效果,延长了过滤设备的使用寿命;在蒸馏环节,通过控制蒸馏温度、压力、时间等参数,实现切削液中有效成分的最大化回收;在分离环节,通过优化分离设备结构和操作条件,提高分离效率,确保回收产品的质量;在回用水与切削液对比实验环节,通过各种混合水样勾兑切削液进行化学反应该验证,调配最适合的水样标准。通过不断优化回用水样勾兑参数,攻关组最终实现机加工切削液的循环再利用率达到 95%以上,达到“零排放”标准。

《经济参考报》报道,11 月 6 日,市场监管总局消息显示,近日,国际电工委员会(IEC)正式发布全球首个工业 5G 国际标准《工业网络 5G 通信技术 通用要求》。该标准由中国与德国联合提出,由美国、法国、日本等多国专家协同攻关、共同研制完成,填补了工业 5G 领域国际标准的空白。

当前,5G 与工业的深度融合已成为推动全球工业数字化、网络化、智能化转型的核心引擎。该标准聚焦 5G 网络在工业现场应用的基本架构、工作机制与维护管理,提供了多种 5G 与工业现场融合的应用场景用例,适用于 5G 工业无线通信系统从规划、设计、建设到优化的全生命周期,为国内外用户、设计单位及设备制造商在工业环境中部署和应用 5G 技术提供了统一的技术规范。

近几年,我国信息通信行业发展成效显著,5G 应用已融入千行百业,算力规模居全球第二。生产领域,全国“5G+工业互联网”建设项目超过 2 万个,一批“无人矿山”“黑灯工厂”“智慧港口”等新模式、新业态逐步壮大。

市场监管总局表示,该标准的发布,标志着我国在“5G+工业”融合应用领域取得里程碑意义的国际成果,为全球制造业的数字化转型贡献了中国智慧与中国方案。

(王文博)

聚焦高质量发展

——长沙县锻造“T”字型专业化干部队伍纪实

■ 本报通讯员 星组轩

为有效解决干部专业化能力培训覆盖面不广、精准度不够、实操性不强等难题,湖南省长沙县持续聚焦高质量发展,综合运用“供给侧改革”思维,纵深推进干部专业能力提升行动,持续锻造既有横向知识广度、又有纵向专业深度的“T”字型专业化干部队伍。

落实要素保障 强化专业培训供给

县委始终把要素保障作为干部专业化能力培训的重要抓手,在阵地建设、平台搭建、师资力量等方面给予全方位支持。

提质党校阵地。高标准完成县委党校改扩建,持续擦亮“全国党员教育培训示范基地”金字招牌,圆满承办全国性培训班 5 场次,吸引全国所有内陆省份来校办班 400 余期、培训学员超 5 万人次。同时,按照“五有”标准建设 18 个镇街基层党校,为基层党员干部专业化能力培训提供便利、规范的基本地所。

储备优质课程。全面开展“党课质量提升行动”,鼓励支持各级党组织利用杨开慧故居、陈树湘故居、天平调查旧址等红色资源,开发打磨《骄阳之歌》《田汉与国歌》精品党课 118 堂,发布 X024“信仰—忠诚—求是”党性教育专线等现场教学线路 16 条。创新实施“百师讲百课”活动,通过合作开发一批、组织点课一批、自主报名一批、上门求贤一批“四个一批”路径,开发打磨《星沙之路》《用“千万工程”指引星沙乡村振兴新实践》等星沙特色专题课、案例课、现场教学课等 125 堂,分类建立“百师讲百课”共享师资库,为各单位干部培训提供优质资源。

充实师资力量。实施高端师资库建设“730”工程,与中央党校、清华大学等 50 余所全国一流党员干部培训院校或高校开展战略合作,面向党政领导、专家学者、企业家、榜样先锋,引进博士等选聘兼职教师 30 名,入库专家 240 名。常态化推动领导干部上讲台,邀请县区领导、县直单位及镇街“一把手”等 40 余人在主体班授课 128 次。

坚持分级分类 丰富专业培训方式

构建组织部门抓重点培训、县直部门抓行业培训、镇街抓兜底培训的工作格局,对不同层次、类型、岗位的干部精准施训,对

备制度,防止多头调训、重复参训、多年不训。

深化专题培训。聚焦“招商引资、产业发展、科技创新、乡村振兴、统筹发展和安全”等 9 个专题举办助推高质量发展系列培训,通过邀请国内知名专家、省市县经济部门相关领导及业务骨干讲形势、讲政策、讲实操,切实强化干部市场意识、数据意识、速度意识、风险意识。紧扣“358”现代化产业体系建设,县区一体铺排举办 12 期不同产业主题的“星沙产业沙龙”,通过加强与企业管理者深度互动,不断强化干部的产业思维、链式思维、招商思维,全面提升干部服务企业水平,目前已举办 9 期,覆盖企业 182 家、县区干部 1080 人次。

开展特色培训。各县直单位、乡镇(街道)根据干部能力提升需要,积极打造了一批具有行业和地域特色的培训品牌。县委办公室牵头举办“AI 在星沙”系列讲座、制作发布“AI 在星沙”线上讲堂等,提升干部数字思维和能力;县行政执法局常态化开展“法治大讲堂”,提升执法一线干部疑难案件办理能力;县林业事务中心借助“青蓝学堂”,促进新老传承;金井镇凭借“干部专业研习社”,提升基层治理水平。

突出实战实训 提升专业培训质效

把干部专业化能力培训与中心工作紧密结合,推动干部在干中学、学中干,把所学所思转化为工作实效。

一线淬炼能力。县级统筹选派 60 名干部到“双招双引”、征地拆迁、信访维稳、驻村帮扶等一线复杂岗位进行跟班学习、实践锻炼,引导干部在打硬仗、扛重担、攻难关中墩苗成长。各单位结合实际搭建实践平台,引导干部在实践中积累经验、提升实战能力。比如,开慧镇实施“青禾计划”,选派 10 名干部到“板仓红”公司、好相惠集团参与“我在开慧有丘田”等项目市场管理,有效提升了品牌运营能力。

蹲点调研解难题。聚焦县域发展重点难点堵点,组织主体班学员、引进博士、选调生等到村(社区)、企业等开展博士服务团、“星选调·新作为”等蹲点式、解剖麻雀式调研活动,形成《长沙县推动低空经济高质量发展的对策与建议》《长沙县物业小区安全风险分析及防范措施》等优秀调研报告 21 篇,让干部在学思践悟中提升解决问题的能力。

学习先进补短板。组织干部到先进地区、重点项目进行实地考察和学习,通过现场教学、案例分析、模拟演练等方式,不断弥补知识缺陷、能力短板、经验弱项。比如,连续两年组织县区先进制造业、生物医药、文化传媒、乡村振兴、教育卫健等领域高层次人才赴江苏昆山、浙江杭州等地参加国情研修班,沉浸式体验先进地区成功之路,积极搭建合作平台。