西咸研究

（增刊·第7期）

西咸新区研究院　　2021年8月16日

本期导读：

氢能与机床产业发展趋势分析

1. 未来，氢能将带动形成10万亿级新兴产业
2. 如何布局氢能产业链
3. 成都出台22条政策促进氢能产业高质量发展
4. 机床行业实现恢复性增长，高档数控机床自主创新取得新进展

未来，氢能将带动形成10万亿级新兴产业

近日，在“十四五”氢能产业发展论坛上，科技部原部长、中国科学院院士徐冠华表示，“未来氢能在我国终端能源体系占比将达10%，成为我国能源战略重要的组成部分。氢能将与电力协同互补，共同成为我国能源体系的消费主体，带动形成10万亿元级的新兴产业。”

未来氢能可从三方面推动碳中和战略实施

脱碳固碳和负碳，到2060年，对碳中和贡献率约13%

氢能可以使用多种工艺和能源生产，一般情况下使用颜色对不同工艺生产的氢能予以区分，常用的如灰氢、蓝氢和绿氢。灰氢用化石燃料生产，蓝氢是使用碳捕集和封存（CCS）技术脱碳的灰氢，绿氢即可再生能源生产的氢能。

随着碳中和目标的提出，“颜色分类法”显示出其局限性。一些国家开始量化制氢过程中产生的碳排放量，以此区分氢能。去年，中国氢能联盟也制定了团体标准，将氢能分为非低碳氢、低碳氢、清洁氢。

中国氢能联盟专家委员会主任、同济大学教授余卓平指出，“如果每公斤氢气的二氧化碳排放量在14.51公斤以下就是低碳氢，如果数值在4.9公斤以下，就是清洁氢，清洁氢包括可再生能源制氢和化石能源制氢+CCS两种方式。”

简单地讲，非低碳氢对应灰氢，低碳氢与蓝氢大致相当，清洁氢基本指绿氢。

据中国氢能联盟发布的《2020 年中国氢能源及燃料电池产业的白皮书》（以下简称《白皮书》），目前我国氢能产能约 4100 万吨/年，产量约 3342 万吨，制氢原料依然以煤炭、天然气等化石能源即非低碳氢为主。其中，煤制氢产量达 2124 万吨，约占 63.5%。余卓平补充说，“非低碳氢产量占 1/3 的情况下，低碳氢产量不足 3%，可再生能源制氢不足 1%。”

他表示，从氢能应用情况看，目前以工业领域为主，交通领域应用正在稳步推进，2020 年我国燃料电池汽车累计保有量 7729 辆。燃料电池汽车的发展也推动了加氢站的布局，近两年我国新增加氢站数量排在全球首位，到 2020 年已有 128 座加氢站在部署建设。

《白皮书》指出，在碳中和目标下，脱碳将成为氢能相关产业发展的第一推动力。到 2060 年，我国氢气的年需求量将增至 1.3 亿吨左右，在终端能源消费中占比约 20%。氢能供给结构将从以化石能源的非低碳氢逐步过渡到以可再生能源为主的清洁氢，余卓平表示，“1.3 亿吨氢气年需求量，其中 1 亿吨由可再生能源制备。从制氢成本看，2030 年可再生能源制氢便有望实现平价。”

余卓平认为，未来氢能可从三方面推动碳中和战略实施：一是“脱碳”，借助清洁氢和低碳氢实现交通、工业、建筑与发电部门的脱碳；二是“固碳”，利用捕捉的二氧化碳，通过加氢生产合成燃料（甲烷、甲醇等），实现二氧化碳循环再利用；三是

“负碳”，通过生物质制氢与CCUS技术结合等方式生产负碳氢气。

“到2060年,氢能产业发展约能减少15亿吨二氧化碳排放,对碳中和贡献率约13%。”他说。

氢能全产业链发展态势良好

23个省、自治区、直辖市发布相关规划，石化、钢铁行业等纷纷布局

“氢能是我国能源革命重要的探索方向。目前我国已有23个省、自治区、直辖市发布了氢能规划和指导意见，关键核心技术的攻关效果比较显著，全产业链发展的总体态势良好。”国家能源局监管总监李治表示。

他指出，国家能源局近年来和行业共同配合，组织开展了一系列工作:

一是加强立法和研究，将氢能纳入我国能源体系统筹推动。比如，在《中华人民共和国能源法（征求意见稿）》中，首次将氢能纳入能源体系管理，统筹推动氢能产业的发展。

二是出台政策，引导氢能技术装备创新。比如，在能源技术创新行动计划、能源技术创新“十三五”规划等规划中，明确支持氢能及燃料电池关键技术的研发和示范应用，正在组织编制的《能源技术创新“十四五”规划》中也将氢能和燃料电池技术列为能源技术装备的主攻方向和重点任务。

三是推动氢能源的技术创新。去年印发的《关于开展燃料电池示范应用的通知》，以燃料电池为切入点，以技术装备创新为

引领，重点从清洁制氢、氢能储运、用氢成本等方面研究并提出氢能领域的示范目标和奖励集成标准，带动氢能制取、储运等环节的技术创新。

在能源转型大背景下，不少企业也大力发展清洁能源，并将氢能全产业链作为公司新能源发展的核心业务。

宝武清洁能源有限公司总裁魏炜表示，宝武集团正进一步探索氢冶金这种低碳冶金技术来取代焦炭冶金。他说，集团要实现全方位氢冶金，需要 1000 万吨以上绿氢，集团于 2019 年成立了清洁能源有限公司，清洁能源有限公司除在宝武冶金厂内部开展能源结构转型外，也在开展风电、光伏产业的相关布局，“当前最重要的工作就是和氢能产业链上下游的合作伙伴，以及在产学研的积极推动下，把新技术形成规模化的示范应用。”

中国石化集团公司副总经理凌逸群指出，2019 年，中国石化全年生产利用氢气达 350 万吨，占全国比例超过 10%。未来，中国石化致力于打造“中国第一氢能公司”，到 2025 年力争建成全国最大加氢站网络，规划布局油氢合建站、加氢站 1000 座，建成 50 万吨/年非化石能源制氢能力，5 年累计绿氢产量超过百万吨，结合氢制造、氢储运、氢应用优势，在氢能交通和绿氢炼化两个领域发力，绿氢年减排二氧化碳规模 1000 万吨以上。

注重基础研究，提升关键材料和核心技术装备水平

产业尚处技术发展初期，切忌一哄而上、一松而散

“总体来看，我国氢能产业处于全产业链关键技术初期示范

和商业模式的探索阶段。”李治指出，当前，我国氢能产业发展还存在一些突出问题，比如部分地区发展氢能产业相对薄弱，氢能和燃料电池关键技术装备发展滞后，相关技术标准和检测认证和监管体系不健全等。

对此，他强调要继续提升关键技术核心装备的水平，围绕氢能存储、运输、加注、多元应用等产业链，加速突破关键材料和核心技术装备，全面提升基础研究、前沿技术和原始创新能力，逐步降低用氢成本，改善有关技术标准和检测认证和监管体系。

多位专家表示认同。徐冠华表示，“长期以来我们注重应用研究，对基础研究和前沿技术研究重视不够，现在科学技术成果90%源于基础研究和其他前沿技术的创新，基础研究、技术突破所带来的新理论、新技术和创新，将是解决卡脖子问题的关键点。”

特别是在发展低碳清洁氢气方面，余卓平指出，低碳清洁氢气产业才刚刚起步，处于技术准备期，此阶段预计将延伸到“十四五”中期，其中最大的阻碍是经济性。

他建议，完善政策支持体系是重点。比如，通过中长期的国家氢能战略规划鼓励电解槽、CCUS 以及纯化技术的部署，并以财政政策、专项基金方式直接推动其发展；设立氢能源与燃料电池国家重大专项，扎实开展核心材料和过程机理等基础研究。

为进一步鼓励低碳清洁氢气发展，他还建议，探索“制氢电价”“加氢站强制低碳清洁氢气使用比例”等需求刺激政策，充分鼓励各类市场主体扩大技术研发和项目规模，如探索“碳税”

等补充政策，制定国际标准和规范，加速基础设施建设，实现集群式发展等。

此外，不少专家建议要建设氢能产业大数据平台等综合服务平台，积极开展氢能领域的国际合作。

徐冠华认为，氢能产业发展要充分吸取风电、光伏以及新能源汽车发展的经验和教训，尤其要避免低端重复开发、资源和资金浪费等现象，切实防止一哄而上、一松而散的现象。

“不能因为氢能源的战略性而一哄而起，也不能因为发展氢能源的长期性而放弃战略目标，坐等别国的成果。”他说。

（来源：中国环境）

如何布局氢能产业链

王振华 薛方明

氢能以其清洁、零排放、高热量等自身优势，正在获得国内外广泛认可，发展氢能具有增加产值，创造就业，减少环境污染，改善能源供应渠道等诸多优点。根据世界氢能委员会的预测，根据国际氢能委员会（HydrogenCouncil）预测，到 2050 年，氢能将创造 3000 万个工作岗位，减少 60 亿吨二氧化碳排放，创造 2.5 万亿美元产值，在全球能源中所占比重有望达到 18%。

面对巨大的市场前景，氢能已经成为备受关注的新能源发展热点氢能产业链包括制氢、储运氢和氢能应用。制氢方面，有传统能源的化石原料、化工原料制氢、工业副产气制氢，水电解制

氢等；储运方面，包括液态、气态、固体、有机液态等储运方式；应用方面，氢气应用可以渗透到传统能源的各个方面，包括化工、电子、冶金、能源、宇航、交通等领域，涵盖材料学、化学、电子、机械等多学科的综合、交叉与渗透技术，产业链长且复杂。

氢能产业链相关政策

近年来，氢能产业在我国获得了前所未有的关注，国家已在多项产业政策中明确提出要支持氢能产业发展。2019 年 3 月，氢能源首次写入《政府工作报告》，明确将推动加氢站等设施建设。2019 年底，《能源统计报表制度》首度将氢气纳入 2020 年能源统计。15 部门印发《关于推动先进制造业和现代服务业深度融合发展的实施意见》，明确推动氢能产业创新、集聚发展，完善氢能制备、储运、加注等设施和服务。但是，截至 2021 年 6 月，尚未出台国家层面氢能发展规划。

地方政府发展氢能的积极性非常高，一方面是为了践行低碳发展的理念，另一方面是为了吸引氢能产业链相关企业落户本地，促进当地产业机构调整，实现经济效益。截至 2021 年 6 月，已有近 49 个省市出台了近 80 多条氢能扶持政策。不过从政策类型看，氢能专项政策比较少，大多氢能源相关政策是以新能源汽车政策与环保政策形式发布的。据各地氢能政策规划统计，未来 10 年内年经济产值规划超过 10 万亿元，氢燃料电池汽车规划推广数量已超过 10 万辆，加氢站建设规划已超过 1000 座。

企业的氢能产业布局

当前我国氢能发展处于初期，各大央企从氢能基础设施建设、关键技术研发、产品推广应用等场景积极布局。据香橙会研究院统计，2019 年国务院国资委监管的 96 家央企中，开展氢能相关业务或布局的中央企业有 26 家，数量占比高达 27%，涉及的氢能产业链侧重于制氢、氢燃料电池研发以及加氢站建设。从氢能产业相关布局来看，各大企业分别从组织机构、核心关键零部件技术、示范工程项目等方面开展相关工作。

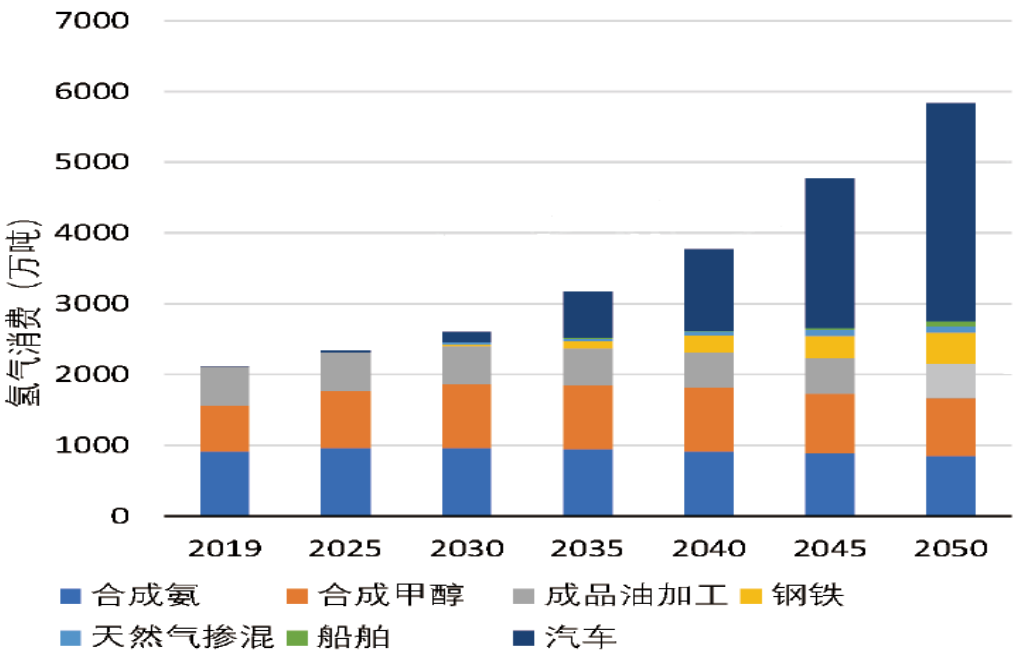
氢能产业链布局前景展望

（一）应用前景预测

2020 年中国氢气产量约 3342 万吨，现有制氢产能约 4100 万吨/年，供略过于求，低成本氢气供给相对充足。据中国氢能联盟预计，到 2030 年中国氢气需求量将达到 3500 万吨/年，在终端能源体系中占比 5%，主要增量来自交通运输的燃料电池车，产能缺口约 1000 万吨/年；到 2050 年氢能将在中国终端能源体系中占比至少达到 10%，氢气需求量接近 6000 万吨/年，其中交通运输领域用氢 2458 万吨，工业领域 3370 万吨，其他领域 110 万吨，产业链年产值约 12 万亿元，产能缺口约 3500 万吨/年。

世界氢能委员会的预测显示，到 2050 年全球终端能源需求的 18%将来自氢能，氢能市场规模也将超过 2.5 万亿美元，未来汽车行业将是增加“绿氢”需求的突破口，随着氢经济平价之路的实现，其他领域的“绿氢”需求量也将增加，如图所示。

图1 未来氢气消费需求预测



根据 IRENA 对制氢成本的预测，随着电解制氢装置的规模化生产，到 2025 年低成本光伏、风电制氢将达到化石能源制氢+CCS 成本区间；2035 年前低成本光伏、风电制氢成本普遍低于化石能源+CCS 成本；2050 年前，一般光伏、风电制氢成本普遍低于化石能源制氢+CCS 成本。

（二）不确定性分析

目前氢能产业仍处于商业化初期，绝大多数项目仍是依托政策支持或国家补贴建立，氢能产业仍存在一定的不确定性，各环节在政策、技术、商业化方面尚存在一些瓶颈，具体表现在以下几个方面：

1. 政策方面

我国已将氢能写入《政府工作报告》、《2020 年国民经济和社会发展计划》、《2020 年能源工作指导意见》，国家能源局发布的《中华人民共和国能源法（征求意见稿）》将氢能划入了能源种类。但目前为止，我国尚未出台氢能的专项发展规划。

氢能管理体系尚不明确。氢气生产、储运、应用等环节的归口管理部门，主管部门和相关管理章程、法规体系尚不明确。没有统一的、完善的、连贯的加氢站建设和运营审批政策及流程，制氢用氢涉及土地性质变更问题。氢气作为危险化学品的管理，制氢项目必须进入化工园区落地（河北除外），制氢、储氢的基础设施建设需要各类专项资质，而这些资质的获取对于电力企业难度较大。除新批准的加氢站建设用地外，国内油氢合建站、气氢合建站加氢站不允许站内制氢。现有加油站、加气站土地属于商业用地，而增加在站制氢设备后，其土地性质变成了工业用地，在政府审批、消防验收等环节很难通过。

2.技术经济方面

制氢层面，我国超过 90%以上的制氢原料来源于传统能源的化学重整，其中约 4%来自电解水。现有油气企业具有大量化石能源制氢产能，工业副产氢存量较高，能满足近期氢气需求。使用电解水的方法大规模制氢有两条主要的降本途径：1）降低电解过程的能耗；2）降低用电价格。根据热力学原理，电解水制备 1m^{3}氢气最低电耗为 2.95 度电。途径一降低成本的空间有限、技术难度大。途径二中，发电企业对电价没有定价权，利用弃风

弃水弃光可再生能源电解制备绿氢电价政策尚不明确，社会平均用电价格导致制氢成本偏高。

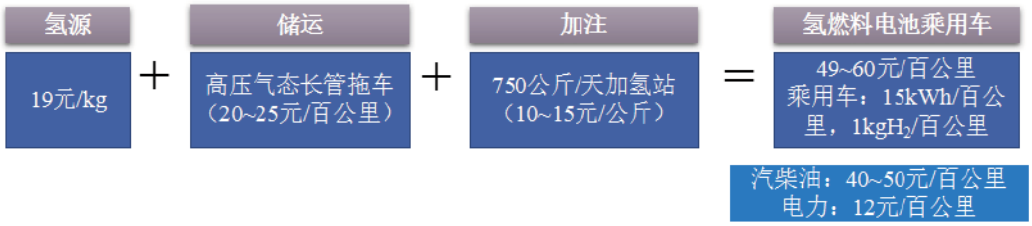
储运层面，我国气态储运压力较低，单车运氢量远低于国外先进水平 1000—1500kg/车，是导致储运成本较高的重要因素。液态储运氢工艺复杂、能耗高，在我国尚处于起步阶段。有机液体储运氢存在催化剂成本、效率难以兼容、装置复杂等问题。固体储氢仍处于探索改进阶段，原料成本高，距离规模化运输仍具有一定距离。我国加氢站网络仍未形成，加注成本未能得到有效摊销。加氢站建设成本高，所需压缩机、加气机等核心设备和关键零部件主要依赖进口，国内核心设备生产企业少，自主产品不成熟，造成建设成本高。由于氢气的特殊性质，必须考虑运输安全性。第一，氢气具有高渗透性和高反应性，这使得储运的容器和管道必须采用特殊材料。第二，氢气爆炸限更宽，属于高危险性的气体。

在综合利用方面，燃料电池汽车制造成本、电堆成本高昂。目前我国在电堆核心材料、零部件、产线装备等方面仍存在一定问题。国内燃料电池车电堆的功率级别还普遍偏低。国际上乘用车的燃料电池功率级别一般在 100kW 左右，而商用车的燃料电池功率输出可以达到 200kW 以上。国内车用燃料电池堆主要以 30-50kW 为主，功率等级普遍低于国际同类燃料电池车。全氟磺酸型膜工作温度极限为 85℃，极大限制了燃料电池电堆的使用温度，为保证大功率燃料电池的正常工作，用于冷却燃料电池系

统占用电池产生能量的 51%，这种情况大大地降低了燃料电池的比功率。

氢能储运及利用方面，储运技术尚未实现突破，成本偏高，最终导致氢气在终端应用上销售价格偏高，如图 2 所示，以 0.3 元/千瓦时，5.5 千瓦时/立方米氢气条件下，电解水制氢时，不考虑损耗，氢源价格约为 19 元/kg，到燃料电池终端的运营成高达 60 元左右，高于汽柴油和电车的运营成本。

图2 氢气产业链的运营成本估算



氢气储运价格较高的特性决定了氢能产业上游制氢与下游应用必须达成响应匹配，全产业链布局才能产生协同效应，单个企业一般不具备布局全产业链的技术和资金，因此大都采用参股或控股的方式组成联合体或联盟。

布局氢能产业链建议

根据以上调研情况，建议能源企业结合自身优势优先成立高层氢能工作小组，集合优势资源，统筹推进全企业的氢能产业规划设计、科研服务、项目建设和应用推广等工作，促进内外优势资源的整合和协同发展，避免低效重复建设，突出氢能发展重点

和特色，为能源转型工作打下坚实的基础。

1.建立氢能产业战略长效研究机制

氢能产业投入大，发展前景周期长，不确定因素较多，因此应从全局层面建立氢能产业战略长效研究机制。密切跟踪国内外制氢、储氢及用氢技术发展动态和相关政策法规，加强国内外氢能相关企业及科研单位的合作交流，寻求氢能政策高地，探寻商业合作模式，以实现优势互补、共促共赢；加强顶层设计，合理布局氢能相关产业的发展，战略先行，因地制宜打造特色氢能优势；应用生命周期研究法，结合集团优势及地区实际，科学全面系统的评估氢能产业的经济技术可行性；选取合理制氢、用氢方式，打通产氢和用氢产业链，联合石化等传统用氢行业，对接燃料电池等新兴用氢产业，实现从产储输用一条龙的氢能经济。建立国内外氢能产业信息长效跟踪机制，为企业投资、决策提供及时有效信息。

2.建立科研平台，加强氢能相关技术研发

列支专项扶持资金计划发展氢能产业，申请和开展国家及集团级绿氢生产及多元化应用重点科技专项，与国内外知名院校、企业合作，联合攻关重点领域核心环节的技术瓶颈；建立大规模风电/光伏/水电-氢储能等物理仿真实验平台，用于优化单元配置、能量管理和控制策略等，实现多能互补；开拓氢能的多元化应用模式，开展工业用氢、天然气掺烧，外销氢气及固定式氢燃

料电池系统等应用的市场和技术研究，逐步形成项目示范、应用推广和科研服务三位一体的“能源转型实验室”，为企业在大规模氢能利用领域的发展奠定基础。

3.结合区域政策优势布局稳健推进示范工程

优选政策高地和氢能产业集群，依托企业现有研发中心，工业产线平台和工程经验，联合区域氢能产业集群，适时适地给予氢能示范企业一定扶持政策，开展可再生能源制氢及以氢能为核心的多能互补的综合能源服务示范工作，建议考虑通过与终端用户签订长期供销合同锁定利润。充分利用西南区域可再生资源丰富，尤其是水电价格和总量上的优势，同时配套规划制氢和加氢站建设，形成特色鲜明的氢能产业格局。

4.参与氢能领域标准的制修订、建立检测评价体系

针对可再生能源电力制氢和以氢能为核心的多能互补的综合能源利用的应用场景，在“统筹分化、协调配置”的原则下，从设备的选型、性能检测、控制策略、经济效益分析等角度结合国家氢能技术标准，与中国标准化研究院，全国氢能标准化技术委员会等相关单位合作，参与氢能领域标准的制修订。建立氢能产业检测服务体系，建设氢能产业关键材料、关键设备寿命、关键系统检测平台，建立健全评价体系，量化相关测试，从而提高企业在氢能领域的技术水平。

（作者单位：中国华电集团）

成都出台22条政策促进氢能产业高质量发展

2020年7月，成都市人民政府办公厅印发了《关于促进氢能产业高质量发展的若干意见》。全文共二十二条内容，从推动氢能全产业链发展、加大氢能项目引进力度、强化氢能产业集群培育、支持氢能企业科技创新、营造氢能产业生态五个方面对氢能产业进行政策支持。

氢能是新一轮世界能源革命的重要方向，是国内外主要城市积极布局和抢占的产业高地。今年5月，TrendBank势银发布中国氢能城市竞争力30强榜单中，成都市以城市综合竞争力强、规划补贴政策全面综合评分47.14，位列榜单第四位。

面对全球竞争，成都如何保持氢能全产业链的发展优势？此次发布的意见有哪些政策特色？记者采访了负责牵头起草该意见的相关负责人。

产业人才培养

鼓励在蓉大中专院校设置氢能学科（专业），给予最高2000万元补贴

“立足产业全生命周期是意见的一个特色。”市经信局相关负责人介绍，根据成都氢能产业发展定位和目标，着眼氢气“制备-存储-运输-加注-应用”全产业链环节，围绕氢能产业招大引强、集群培育、技术创新、生态营造等方面进行政策引导，切实有效降低氢能产业研制推广成本、拓宽应用场景、优化配套保障、

填补产业空白。

例如，为填补产业空白，意见提出，成都市将着力开展补链强链延链，填补氢能产业链空白或强化产业链的引进或增资项目，给予最高500万元补助。在支持氢燃料电池及关键零部件制造方面，将对车辆、轨道交通、无人机等氢燃料电池以及制氢、储氢、运氢、加氢、掺氢等设备和关键零部件生产企业，给予最高1000万元销售奖励；给予氢能首台（套）产品最高600万元的一次性奖励。

人才是产业发展的重要配套。为鼓励氢能人才引进培养，成都市将对符合条件的氢能产业领军人才和团队，可享受个人最高300万元、团队最高500万元资金资助，并在创新创业扶持、生活补助、住房保障、子女入学、配偶就业等方面给予支持保障；鼓励在蓉大中专院校设置氢能学科（专业）、与企业合作培养专业人才、与企业合作设立学生实训（实习）基地，分别给予最高2000万元、500万元、100万元补贴等。

产业集群培育

支持非氢能企业技术改造，强化优质企业孵化培育

“突出问题导向是政策的另一特色。”市经信局相关负责人表示，意见充分考虑氢能产业的行业特点和瓶颈环节，立足成都氢能产业薄弱环节和亟待扶持领域，以提升产业发展水平和解决突出问题为导向，针对产业规模不足、核心技术欠缺、氢气成本

高昂、示范领域不广等问题精准施策，着力推动氢能产业集群集聚和可持续健康发展。

在强化氢能产业集群培育方面，意见明确，成都市将支持非氢能企业技术改造、强化优质企业孵化培育、鼓励并购市外氢能企业。其中，对氢能领域首次被评为“世界500强”“中国企业500强”“中国民营企业500强”的企业，且被认定为成都市总部企业的，分别给予2000万元、1000万元、300万元的一次性奖励。

同时，为支持氢能企业科技创新，意见明确，成都市将支持产业链协同创新。支持氢能行业龙头企业联合产业链上下游企业、高校院所等实施产业集群协同创新项目，给予最高1000万元资助等；鼓励企业加大研发投入，围绕产业链关键核心技术研发并实现产业化的氢能领域技术创新项目企业，符合相关标准的按项目技术研发投入的15%给予最高200万元的一次性补助等。

产业政策创新

多项政策，在全国具有开创性

市经信局相关负责人表示，结合成都氢能产业比较优势和发展实际，在电解水制氢电价、氢气储运成本补贴、加氢站经营模式探索、氢能多场景示范、氢能产业示范区（线）建设、配套服务平台引育等方面有效创新，在全国范围内具有开创性。“例如，政策中针对氢气储存、运输成本高昂问题，根据设备投资和运输量，分别给予氢气储存、运输企业最高500万元和150万元补贴，

是目前国内唯一涉及氢气储运环节的政策措施。”

在支持加氢站建设运营方面，意见提出支持 70MPa 加氢站、“氢-油-气-电”综合能源站、“制氢-加氢”一体站建设示范。同时，对新建、改建、扩建日加氢能力不低于 500 千克的固定式建设标准加氢站，按建设实际投资（不含土地费用）的 30%给予最高 500 万元的一次性补贴；对于符合条件的临时加氢站建设给予不高于 100 万元的一次性补贴。

此外，成都市还将降低氢气制备成本，对符合条件的电解水及天然气制氢企业给予电价和气体价格优惠；鼓励氢能多领域应用示范，给予轨道交通、无人机、分布式能源、热电联供系统、掺氢及供氢管网建设、电解水制氢等示范项目最高 500 万元的一次性补贴；支持氢能产业示范区（线）建设。

（来源：潇湘晨报）

机床行业实现恢复性增长，高档数控机床自主创新取得新进展

“2020 年，机床行业运行情况好于预期，呈现恢复性增长态势。”日前，中国机床工具工业协会常务副理事长毛予锋表示，经历了近 10 年的低迷期，机床行业正迎来发展新机遇。

机床，生产机器的机器，被称为“工业母机”，是装备制造业的核心生产基础。在极不平凡的 2020 年，机床业精耕细作，在高档数控机床领域取得了诸多新突破：超大型五轴机床取得重

大突破，世界首台铸锻铣一体化 3D 打印数控机床研发成功……

“十四五”时期，机床行业如何补短板、锻长板？

中高端多点开花，机床行业呈现触底回暖迹象

2020 年春天，机床业喜报频传。

由通用技术集团沈阳机床研制的国内首台超长行程高铁专用高速五轴加工中心成功下线。这台机床用于高铁大型结构件的复杂曲面加工，标志着国产高端数控装备首次用于高铁行业核心零部件的生产。

在这一个月之前，由我国主持修订的“S 试件”五轴机床检测方法正式成为国际标准，机床人坦言，“这可是啃下了硬骨头”。

“S 试件”被视为机床加工领域“皇冠上的明珠”。一台机床只要能够加工出合格的“S 试件”，那么再复杂的薄壁零件，都能胜任。“S 试件”的加工，需要机床变换多种角度加工，且保证极高的加工精度。

“我们机床的核心部件经受住了‘S 试件’的考验。”国内某机床龙头企业负责人说，闯关“S 试件”，吃的苦头可不少，“试验过程中，机床加工的各个检测点指标都是合格的，可组合起来的‘S 试件’却总是达不到标准。”

究其原因，还是加工精度有差距。每个检测点不仅要达标，还要几乎零误差，才能保证“S 试件”外形轮廓尺寸的误差不超过 0.05 毫米。该企业的研发攻关团队不断向零误差逼近，经过 1200 多次试验，终于啃下了这块“硬骨头”，实现“S 试件”加

工 100%合格。

毛予锋称，如今我国高端机床的国产化程度不断提高。截至目前，国产五轴联动加工中心、高档数控系统等代表性产品的国内市场占有率已提升至 30%左右。

更可喜的是，不仅大型机床龙头企业持续攻克关键技术，细分领域的“隐形冠军”也在破局。2020 年 11 月，机床行业有近 20 家企业入选工信部第二批专精特新“小巨人”企业公示名单。

2021 年 1 月 4 日，深圳市创世纪机械有限公司再传捷报，产品 T—V856S 机床单日出货 218 台，创近年来新高，赢得“开门红”。凭借可靠的加工质量，公司短短 10 多年就跃居细分领域的前列。

“近 10 年是我国机床市场需求急剧变化的 10 年，从完全依赖投资向投资兼顾消费方向转变。”毛予锋说，过去，机床企业的客户主要集中在能源、钢铁、装备制造业等重工业，如今，客户已向电子产品、新能源汽车、医疗器械、半导体等领域拓展，“一些不适合市场需求的企业被淘汰，而一批反应快速、聚焦细分领域的企业迅速成长。”

高端有突破、中端有进展，机床行业正逐步摆脱多年的下行态势，呈现触底回暖的迹象。中国机床工具工业协会数据显示，2020 年金属加工机床全年订单总量增长了 16%。

加强协同创新，实现从 1 到 100、由点及面的扩张

作为“工业母机”，机床的应用场景遍地皆是，小到手机、

电视、洗衣机，大到汽车、高铁、飞机、火箭，精细如医学植入物和医疗器械等等，都离不开机床。中国经济迈向高质量发展，对产品质量的要求越来越高，对机床的要求也越来越高。“可以说，国产高端机床的供给能力与需求不匹配，不仅整机与进口机床有差距，关键基础配套件也有差距。”毛予锋说。

差距在哪里？在于以应用为基础的可持续创新。

广州数控设备有限公司副总工程师朱孔锋表示，以数控机床的核心技术——数控系统为例，我国已有能力生产高端机床数控系统，实现了从 0 到 1 的突破。但与进口高端数控系统相比，在技术成熟度和品牌影响力上还存在差距。“正是这些差距，让国产数控系统迟迟难以实现从 1 到 100、由点及面的扩张。与此同时，缺乏了高端应用场景的锤炼，国产高端数控系统与国外产品的差距就难以弥补，甚至会越来越大。”

“好产品是用出来的，无人使用就无从知道差距，没有应用场景，如何升级迭代？”大连光洋科技集团董事长助理江世琳感慨，高端机床市场规模小、单价高，价格因素影响较小，“仅依靠企业自身、依靠市场力量，国产高端数控机床的开拓困难很大。”

毛予锋坦言，长期以来，机床行业重样机研究、轻应用验证，往往样机通过验收即意味着项目完成，很少有人关注产品的后续应用、市场拓展，对企业创新产品的推广缺乏政策支撑。这种创新模式往往只能满足解决“有没有”的问题，不能适应高质量发展的需求。

面对这一困境，一些企业进行了有益探索。

“我们把找客户的时间提前了。”江世琳说，以前是有了产品向客户推销，请他们试用。现在我们是先找上门，问客户有什么需求，双方一起研发，“我们理解客户青睐进口成熟机床的心理，毕竟生产线的每一次故障、停机都会造成巨大的损失。所以，我们只能把功课做到前头。”

回忆起第一次和某研究机构合作的场景，江世琳不会忘记那写满问题的 200 多页 A4 纸，“第一次共同研发，客户用考察进口先进设备的标准要求我们。对我们而言，那厚达 3 厘米的问题纸不是苛责，是宝贝。”江世琳回忆，改进设备后，公司直接把工程师派到了客户的车间，随时解决问题，提高设备的可靠性、工艺的适应性和生产的稳定性，以免影响操作工人的绩效，提高他们操作国产设备的积极性。经历了一次共同研发，大连光洋终于赢得了客户的认可。客户一次性购置了 22 台高端五轴联动机床组建智能生产线，“在那之后，公司的产品在航空航天领域打开了局面。”

“机床行业的供给方式正从批量化向定制化转变，特别是中高端产品，更需要机床行业加强与用户的协同创新实践，从被动跟随式解决用户需求问题，向联合预研新需求和新工艺转变。”毛予锋说。

产学研用一盘棋，积极拥抱新技术

工欲善其事，必先利其器。对于制造业来说，这个“器”就

是机床。“十四五”时期，机床行业要补短板、锻长板，任重道远。

“从产品看，一台好的机床需要全产业链‘齐步走’，基础部件决定了功能部件，功能部件又决定了主机的性能，这是一个环环相扣的过程。”朱孔锋说。

从行业看，机床与半导体、原材料、刀具等一系列基础工业是互为表里、互相依存的。例如，一台高端机床需要有高质量的轴承，而高品质的轴承除了取决于钢材的质量，更重要的是加工轴承所用机床的性能。

“这意味着，机床行业要补短板，仅靠头部企业不可行，而是需要用户需求引领、产学研用一盘棋齐发力。”江世琳说。

毛予锋强调，可以预见的是，“十四五”期间，对国产高端机床的需求有望进一步爆发。在重大需求拉动和共性技术研发方面，我们需要探索新型举国体制如何更好发挥作用。

朱孔锋表示，正如“十四五”规划《建议》提出的实行“揭榜挂帅”等制度，希望有关部门指导下游企业公开发布需求，联合各基础工业、机床产业链上下游共同研发，形成相辅相成、协同攻关、互促互进的发展新格局，“政府部门可以采取购买服务的方式，由龙头企业承包相关课题，自行组织课题参与方，以实现关键核心技术的攻克。”

“虽然机床行业占 GDP 比重不足 1%，却是制造业向中高端升级的基础。行业实现高质量发展，需要更多资本的大力支持。”

毛予锋建议，国家级大基金更多地投向机床行业，同时也给予民营企业更多的机会，“机床行业经过近 10 年的发展，民营企业已成为不可忽视的重要力量。”

不过，埋头赶路也要抬头看路。近些年，机床业的颠覆性创新陆续问世，不仅弥补了传统数控机床的短板，也影响着传统机床的研发思路。

据介绍，传统数控机床在加工时“做减法”，通过车、铣、刨、磨等方式对机械零件进行加工，胜在可靠性高。3D 打印技术则是“做加法”，先将液体材料固化为平面薄层，再将一层层薄层累积成所需要的三维物体，胜在可驾驭复杂造型。日前，在武汉，一种全新的机床——铸锻铣一体化 3D 打印数控机床，将二者优点相结合。

“现代工业所需的不少精密零部件，结构复杂，对精度、气密性要求极高。用传统数控机床进行加工，控制精度难度极大，3D 打印技术则在气密性等方面有短板。”项目牵头人、华中科技大学教授张海鸥说，铸锻铣一体化 3D 打印数控机床将二者优势“合二为一”，边铸型边锻打，仅一次就成功试制出飞机复合材料成型模具，不仅参数符合要求，还克服了复杂大型模具加工难度大、成品率低等瓶颈问题，制造周期缩短至少 1/3。

“为满足高效、柔性制造的需求，传统机床的变革势在必行，这要求机床行业在练好内功的同时，积极拥抱新技术，随时准备应对新挑战。”毛予锋说。

（来源：人民日报）

送：省政府常务副省长。

西咸新区管委会、西咸集团班子成员。

省委政研室、省政府研究室。

西安市委政研室、市政府研究室。

发：各新城管委会班子成员及部门，各新城集团班子成员及部门，西咸管委会各部门、西咸集团各部门，各街办（镇）。