

中国工程院院士尹泽勇： 要做就做最先进的发动机

院士访谈

◎本报记者 矫阳

当下，中国航空发动机集团有限公司（以下简称中国航发）自主研制的1000千瓦级AES100民用涡轴发动机，正在为今年自主适航取证做最后冲刺。

它是我国第一型具有国际竞争力和完全自主知识产权、技术水平比肩国际第四代先进民用发动机的产品。

“要做成民用航空发动机的中国品牌，做出最先进的发动机，让中国飞机都用上强劲‘中国心’！”中国工程院院士、中国航发科技委主任尹泽勇日前接受科技日报记者采访时表示。

中国航空发动机事业取得长足进步

记者：航空发动机被称为现代工业“皇冠上的明珠”。世界上有哪些国家能研制先进航空发动机？

尹泽勇：当前，美国、俄罗斯、英国、法国和中国能够研制先进航空发动机。新中国航空发动机事业在抗美援朝的烽火中诞生，靠的是自强不息。经过一代代从事航空发动机事业的航发人的不懈努力，我国航空发动机事业从无到有、从小到大、从弱到强，实现了涡喷、涡扇、涡轴、涡桨等先进航空发动机系列产品的研制生产。

记者：中国航空发动机事业发展现状怎样？这些年涌现出了哪些代表性产品？

尹泽勇：党和国家高度重视航空发动机事业发展。2023年9月1日，习近平总书记专门给中国航发“李志强班”职工回信指出，“这些年，中国航空发动机事业有了长足进步，初步探索出一条自主创新发展的新路子”。这是对航空发动机事业取得成绩的高度概括和褒奖。

这些年，航空发动机取得长足进步。民用发动机方面，近年航展中，中国航发先后展出CJ（长江）1000A、CJ2000等大涵道比涡扇商用发动机，AES100、AEP100等涡轴、涡桨通航动力，以及其他各类新型发动机。这些都是我国航空发动机事业取得长足进步的具体体现。

记者：您提到的这些发动机处于什么水平？

尹泽勇：以国人关注的大飞机动力长江系列发动机为例。我是该系列发动机的首任总设计师。在立项之初，我和团队成员的目标就是对标世界一流，做最先进的发动机。经过多年努力，该系列发动机已取得显著进展。

记者：长江系列发动机具体配套什么飞机？

尹泽勇：CJ1000A发动机能满足150座级单通道飞机的动力需求，将是商用飞机的强劲“中国心”。CJ2000发动机以配套双通道远程宽体客机为目标。这两型大涵道比发动机都具有完全自主知识产权，且油耗低、排放低、噪音低、可靠性高、寿命长，还可通过改进型系列化发展。

坚持自主研发理念不动摇

记者：曾有种说法是，“一代人，一型

航空发动机”。研制发动机为什么需要这么长时间？

尹泽勇：研制航空发动机是一个复杂的系统工程，集成了气动、燃烧、结构强度、控制、机械、材料等诸多现代科学技术的最新成就。发动机的使用要求也特别苛刻。发动机需要在高温、高寒、高原及盐雾等复杂环境下长期可靠工作。它的设计、制造及试验工作量极大，因此研制周期长。

记者：随着新机制以及新技术的出现，我国发动机研制周期是否会缩短？

尹泽勇：我国航空发动机自主研发步伐在不断加强。尤其是2016年，党和国家批准成立中国航发后，许多核心技术都实现了突破。

我深有体会的是，研制战线全体成员直面困难，敢于拼搏，采取了许多新理念、创新方法。

比如，我们着力加强应用基础研究、共用技术研究和型号预先研究，并与型号研制紧密结合；加强叶片、轮盘、控制系统、轴承等关键件和关键附件研制；加强试验能力、生产能力和保障能力建设等。我们的工作很务实也很有成效，保证了发动机技术水平的大幅提高及研制周期大幅缩短。

记者：为加快国产飞机发动机研制进程，我们做了哪些努力？

尹泽勇：我们做的最重要的努力是坚持自主研发理念不动摇。这些年，我们克服重重困难，主动建立起自主创新研发流程，大力应用仿真技术，建立健全质量管理体系，推进“一次成功”工程实施，推广“一装一试”装配模式转换等。设计、试验、制造水平不断提高，研发周期不断缩短。

近8年来，一批新型发动机成功首飞，一批重点型号鉴定定型，一批关键技术被陆续攻克，一批核心装备正在加速研制。

需要具备十年磨一剑的毅力

记者：研制高技术水平的发动机，需要具备什么条件？

尹泽勇：想独立自主研制出技术先进、质量可靠的航空发动机，需要科学的研制方法、先进的技术手段和创新务实的研发团队。当然，也要付出大量的资源，具备十年磨一剑的毅力。

20世纪七八十年代，我和团队成员在发动机设计中，创新研究应用先进的数值分析方法。这也是在设计分析的重要方法之一，对加快自主创新研制至关重要。

从当年开展方法研究，到今天团队成功开发出我们自己的通用设计优化工业软件，这个过程非常艰苦，没有毅力无法坚持下来。

记者：在能力建设方面，我们做出了什么创新举措？

尹泽勇：这些年，相关部门加大了支持力度。我们加快建设进度，新建的航空发动机高空模拟试验基地、航空发动机露天试车台等一批先进的试验设施，都有效保障了先进发动机研制。

我们还充分利用新型举国体制优势，聚合全国力量，组建“国家队”。如成立中国科协航空发动机产学研联合体等，形成融通创新基本格局。

记者：2016年，“玉龙”发动机首次展出。这款新型涡轴发动机完全由我国自



尹泽勇院士 田晶娟绘

主设计研发，并获得国家科学技术进步奖一等奖。这是我国航空发动机单独申报取得的最高国家级奖项。“玉龙”发动机的成功研发，对中国航空发动机事业的重要意义是什么？

尹泽勇：“玉龙”是我国第一型走完自主研发使用发展全过程的涡轴发动机。其根本转变了我国涡轴发动机的研制方式，实现了涡轴发动机技术水平从引进国外专利生产，到完全自主创新研发先进发动机的本质性跨越。

作为该发动机的总设计师，我认为其成功研发更重要的意义，在于证明了我们敢想敢干敢胜利。外国人能做到的，中国人不仅能做到，还能做得更好。

记者：“玉龙”发动机1984年启动研制，至今已有40年，这个过程中凝练出了“玉龙”精神，这具体是什么？

尹泽勇：今年恰逢“玉龙”发动机研发、使用、发展40年，我亲历并见证了“玉龙”发动机的不断发展。在它的预先研究、设计研制、批量列装、改进型发展过程中，凝练形成了“脚踏实地、自主创新、执着坚守、志在超越”的“玉龙”精神。这种精神激励我们研发出更多自主创新先进发动机。

记者：当前，“玉龙”发动机还在升级迭代吗？

尹泽勇：近年来，研制团队不断改进升级，“玉龙”发动机的性能、使用寿命已远超定型时的要求。而且团队进一步创新研发了一系列先进发动机，比如AES100即团队发展出的最先进第四代民用涡轴发动机。此外，还有相应的涡桨及涡扇发动机等。

可从多方面评价发动机的先进性

记者：您长期从事航空发动机研制工作。在您看来，一型先进发动机的标准是什么？

尹泽勇：我1962年上大学进入航空领域，毕业后进入航空发动机行业至今，先后参与了多型涡扇、涡轴和涡桨发动机以及直升机传动系统。

我认为，一型发动机先进与否，大致可从设计、制造和使用效果等方面来判断。

只有运用最先进的制造技术，才能造出好发动机。比如，涡轮叶片是发动机“核心中的核心”。要生产出大推力（功率）、高推（功）重比的发动机，必须提升涡轮前的温度。而在高温下，涡轮叶片材料的持久、蠕变强度、抗热疲劳等性

人物档案

尹泽勇，中国工程院院士，中国航空发动机集团有限公司科技委原主任，“玉龙”发动机总设计师，我国第一型涡扇发动机总设计师、长江1000商用大涵道比涡扇发动机验证机总设计师，曾获国家科学技术进步奖一等奖、国家科学技术进步奖二等奖等。

能则是其长期工作的基础，是判断一台发动机先进与否的标志之一。

记者：您提到高温环境下涡轮叶片材料的性能是其长期工作的基础。那么，当前应用的拥有良好热强性能金属材料是什么？

尹泽勇：目前拥有良好热强性能金属材料就是镍基单晶合金。在研制“玉龙”发动机的过程中，我们在国内最先研发制造了最先进的单晶合金叶片，克服了材料制备、叶片加工等一系列困难，保证了“玉龙”发动机的先进性。

记者：涡轮叶片材料的发展，是否会随着涡轮前温度的上升“水涨船高”？

尹泽勇：是的。从高温合金到定向合金，再到单晶合金，以及陶瓷基复合材料，每种新材料的诞生，都提升了涡轮叶片的热强性能。

但是新材料总有一个成熟过程，在研制“玉龙”发动机时，我们采用单晶高温合金，极大提高了发动机性能。现在，我们又在研究热强性更佳的陶瓷基复合材料叶片。

记者：从发动机的使用角度来说，您认为应如何在技术先进和成本适合之间取舍？

尹泽勇：最合适的才是最好的。航空器种类很多，对各类发动机的要求各不相同。从飞机用户的使用需求出发，既能够满足使用需要，又经济可靠，才是好的发动机。

如果发动机只是满足狭义的技术先进，但成本高昂、使用维护不便，用户承受不起，是没有竞争力的。

发动机的先进性，也包括经济性和维护性。AES100发动机在促进经济性和维护性方面已做了大量工作。我指导团队在其先进通用核心机基础上发展了涡轴、涡桨、涡扇发动机和燃气轮机，具有极大经济优势。

记者：请谈谈航空发动机未来的发展趋势。

尹泽勇：航空发动机未来要满足碳达峰碳中和的要求。如今，民用发动机技术创新的方向，正在从提高热效率减少碳排放的渐进式改革，向开发新的低碳推进技术与新燃料的革命性变革转变。其中，可持续航空燃料、新型混合动力推进技术、氢动力技术等已成为最具代表性的颠覆性技术。

记者：中国航发在这方面有哪些研究？进展如何？

尹泽勇：我前面说过，要做就做最先进的发动机。这些年，为实现“双碳”目标，我们已系统布局前沿颠覆技术，加快推动氢能、混电等新能源、新原理航空动力技术的研究，努力抢占未来前沿动力制高点。

热点追踪

科技创新已成为 城市高质量发展关键引擎

◎本报记者 李禾

“随着创新驱动发展战略深入实施，我国先后布局了北京、上海、粤港澳大湾区三大国际科技创新中心。同时，各地不断打造区域科技创新中心，武汉、南京、成渝等区域创新‘高地’形成，我国科技创新已进入快速发展阶段。”1月28日，在北京举行的“2024首科新年论坛——重塑城市高质量发展的新动能”上，首都科技发展战略研究院院长关华教授说。

在论坛上，首都科技发展战略研究院发布了《中国城市科技创新发展报告（2023）》（以下简称《报告》）和“首都科技创新发展指数2023”（以下简称首科指数）。

《报告》显示，我国创新型城市建设加快步伐，23个国家自主创新示范区、178个国家高新区发展速度和质量“双提升”，形成了各有特色的创新群落。整体来看，以珠三角、长三角城市群为代表的创新群落市场化程度更高，开放水平也更高。长江经济带覆盖的11个省市，科技创新发展指数整体表现良好。

“不同城市在资本实力、产业基础等方面的创新资源禀赋各异，呈现差异化、互补性和协同性等特征，整体表现出‘你追我赶’的良好态势。”首都科技发展战略研究院院长助理刘杨说，在这种良好竞争和合作中，各城市得以充分发挥自身优势，共同推动国家科技创新水平持续提升。

北京是科技创新快速发展的典型代表。首科指数显示，北京科技创新发展水平稳步攀升，总体呈速稳质优、行稳致远之势；创新服务持续提质，高标准技术市场实现突破。2023年，北京技术合同认定登记实现“双突破”，认定登记技术合同总量首次突破10万项，成交额突破8000亿元。

刘杨说，当前，我国在科技创新领域已具有全球影响力，但在原始创新能力提升、科技体制机制改革、科技人才队伍建设等方面仍面临问题和挑战。

“城市是科技创新最重要的空间载体，而科技创新已成为推动城市转型升级、人才聚集、基础设施建设、科学治理、实现高质量发展的关键引擎。”中国科技评估与成果管理研究会理事长、国务院参事贺德方强调，依靠科技创新推动城市高质量发展应抓好战略和规划，明确城市发展的重点产业、科技创新的主攻方向和突破口。在此基础上，要超前规划布局，部署科技创新重大项目，牵头组织重大科技攻关和成果应用示范；加强科技体制改革系统设计，从科技管理向创新服务转变，推动资源共建共享；做好引才、育才、用才三篇“文章”，形成支持科技创新的强大活力；围绕城市重点产业关键共性技术需求，构建基础研究、技术创新、成果转化于一体的全链条科技创新平台体系，提升创新效能等。

2023年文化新业态对 规上文化企业营收贡献率超70%

科技日报讯（记者刘垠）国家统计局1月30日发布的数据显示，2023年，全国规模以上文化及相关产业企业（以下简称文化企业）实现营业收入129515亿元，按可比口径计算，比上年增长8.2%。分领域看，文化核心领域实现营业收入83978亿元，比上年增长12.2%，对全部规模以上文化企业营业收入增长的贡献率为93.3%。

国家统计局社科院文高级统计师张鹏表示，文化服务业支撑作用稳步增强，文体休闲行业快速恢复。2023年，文化服务业实现营业收入67739亿元，比上年增长14.1%，增速明显快于全国规模以上服务业企业整体水平；文化服务业营业收入占全部规模以上文化企业的比重为52.3%。

值得关注的是，新动能不断释放，文化新业态行业带动效应明显。2023年，文化新业态特征较为明显的16个行业小类实现营业收入52395亿元，比上年增长15.3%，快于全部规模以上文化企业7.1个百分点。文化新业态行业对全部规模以上文化企业营业收入增长的贡献率为70.9%。其中，可穿戴智能文化设备制造、数字出版、多媒体游戏动漫和数字出版软件开发、互联网搜索服务、娱乐用智能无人飞行器制造、互联网其他信息服务6个行业小类营业收入增速较快，分别为24.0%、21.6%、19.4%、19.3%、17.9%和16.5%。

随着经营效益持续提升，文化企业实现利润超万亿元。2023年，规模以上文化企业实现利润11566亿元，比上年增长30.9%；营业收入利润率为8.93%，比上年提高1.55个百分点。2023年末，规模以上文化企业资产总计196200亿元，比上年末增长7.6%。

国家档案局 将大力推动档案工作数字化

新华社讯（记者董博婷）记者从1月29日在京召开的全国档案工作暨表彰先进会议上获悉，2024年，国家档案局将加大档案工作数字化转型和现代化建设力度作为新一年工作重点之一。

近年来，国家鼓励和支持档案科学研究和技术创新，促进科技成果在档案收集、整理、保护、利用等方面的转化和应用，推动档案科技进步。数据显示，2023年，国家档案局认定首批8家国家档案局重点实验室，下达年度档案科技项目140项，组织实施重点项目11项。

同时，各地档案系统积极探索运用数字模型、云计算、人工智能等现代化信息技术手段助力加快数字档案馆（室）建设，2023年全年新增35家全国示范数字档案馆，31家国家级数字档案馆，8家全国示范数字档案室。截至2023年底，全国档案查询利用服务平台已接入档案室1886家，各级综合档案馆接入率达60%。

“新一代信息技术的研发应用在档案开放审核、编研开发、查询利用等方面发挥作用日益凸显。”国家档案局局长王绍忠表示，下一步将持续深化档案信息化建设和数字化转型，重点围绕电子档案单套管理保障、档案数据治理开发、新一代信息技术安全应用等关键问题，组织开展科研攻关；实行重点项目“揭榜挂帅”，充分调动高校、科研院所、企业等积极性，激发创新主体活力。



图为第十三届中国国际航空航天博览会上，中国航空发动机集团有限公司展出的飞机发动机模型。
新华社记者 邓华摄

致青年科技人才

青年科技人才首先应该有“家国情怀”。我一路走来，最正确的选择就是跟着党走，为国出力。没有这种将个人融入党和国家事业的情怀，不可能做出任何成绩。

要有敢于争先的决心。我担任过多个型号的总师，一直认为，要做就做最好的发动机。我们要勇于承认并面对暂时的落后，但绝对不可以不进取，不能重复搞低水平、没有竞争力的发动机。

要以科学创新为动力，跳出条条框框限制，在探索中不断突破。我觉得一个卓越工程师要终生学习，基础宽厚，要注重不同学科之间的知识交叉融合。“国之重器”都是复杂的大系统工程，无论是做总师工作还是承担具体技术工作，都必须有系统思维和锲而不舍的毅力。

——尹泽勇