

轴承行业的高质量发展对其装备制造领域带来的机遇与挑战

中国轴承工业协会副秘书长 杨金福

一、引言

机遇与挑战是一个老生常谈的话题，也是一个常说常新的话题，更是与时俱进的话题。不同的领域有不同的含义，不同的发展阶段有不同的内容。发现问题就是面对机遇，解决问题就是迎接挑战。

制造和使用工具是人类劳动过程独有的特征。人类社会发展的历史，就是不断地创造先进的生产工具，不断地发展生产力，进而推动社会不断进步的历史。

“我们的任务是过河，但是没有桥或没有船就不能过。不解决桥或船的问题，过河就是一句空话。”毛主席在八十多年前说的这段话，用十分接地气的语言阐述了“工欲善其事，必先利其器”的道理。生产工具的先进性从某种程度上决定了解决问题的质量和效率。

人类社会从石器时代、机器时代、电气时代、自动化时代、信息化时代一路走来，人们的生活因生产工具的更新而丰富多彩，社会的发展因专用装备的进步而日新月异。

同理，对于轴承行业，为了发展满足国计民生需要的高端轴承，必须要有与之相适应的专用装备为高质量发展提供支撑，否则，轴承行业的高质量发展就是一句空话。

二、专用装备在我国轴承工业发展中的作用

中国轴承工业发展的历史就是轴承专用装备水平不断提升的历史。

五十年代，轴承技术处于仿苏阶段，工艺落后。车加工采用老式皮带车床，内径定程磨削，沟道摇摆磨削，装配手工操作。轴承加工效率低，尺寸精度差。

六、七十年代，半自动设备开始出现，电磁无心夹具得到推广，主动测量技术开始萌芽。轴承的加工效率不断提升。

上世纪末，变频器取代发电机组，伺服电机、滚珠丝杠、电感测量推广应用，微电子技术改造传统产业使轴承装备的自动化水平得到明显提高，精密轴承的加工精度和效率跃上了新的台阶。

进入新世纪，轴承磨超自动线相对成熟，在线自动检测，机外反馈补偿成为标配，轴承装配自动线被广泛采用。自动化程度的提高使轴承产能的增加易如反掌，增加一条自动生产线就可以扩充过去一个车间的产能。各种类型的轴承制造企业应运而生，轴承产业集聚区蓬勃兴起，我国已成为轴承制造大国。

“十三五”期间，数字化的应用进入人们的视野，机器人不仅应用于轴承锻造上料，而且可以控制多台机床的加工、参与大型轴承装配线的操作。轴承的全参数测量，质量管理的监测与实时统计等内容渗透到生产加工机台，从磨削到装配的无缝衔接使轴承成为真正意义上的自动化加工产品，人们关注的目光逐步由精度的提高转向性能的提升，轴承行业进入高质量发展阶段。

由此可见，轴承专用装备在我国轴承工业从无到有，由小到大的发展过程中提供了重要支撑，同时，也必将在新时代迈向轴承强国的进程中发挥不可替代的作用。

三、轴承行业高质量发展给专用装备带来的新要求

1、需要补齐的发展短板

新时代发展的核心要义就是高质量发展。高质量发展的重要内容是解决发展不平衡问题，解决发展不平衡问题的重要措施之一是补齐发展短板。

按照轴承行业“十三五”规划的精神，制约我国轴承产业高质量发展有三大短板和弱项，即轴承钢质量水平、轴承工艺装备技术质量水平和轴承滚子技术质量水平。补齐这三大短板，是实现我国轴承产业的高质量发展的当务之急。其中轴承滚子技术水平的提高也与轴承装备密不可分，因此这三大短板中，轴承装备首当其冲，举足轻重。这一任务切切实实地摆在全行业的面前，这既是轴承行业高质量发展过程中，专用装备领域遇到的新课题，也是轴承装备专业发展过程中面临的新的挑战。

2、轴承工艺装备发展的目标

按照为我国轴承产业转型升级、由大到强，实现高质量发展提供强有力的技术支撑这一总要求，全国轴承行业“十三五”发展规划确定了我国轴承专用装备发展目标：

(1) 精度和精度保持性、性能和性能稳定性、使用寿命和可靠性、加工效率、自动化智能化程度达到国际先进水平。

(2) 主要技术指标满足加工高端轴承、重大装备轴承和高精度高性能轴承的要求。

(3) 立足自主创新，关键轴承专用装备国产化率达80%以上。

(4) 节能减排降耗，绿色低碳制造。

这个目标不仅总体方向明确，而且各项内容主次分明，递进关系

清晰。

首先，要找准着力点：三性（“精度和精度保持性”、“性能和性能稳定性”、“使用寿命和可靠性”）两化（自动化、智能化）达到国际先进水平。这既是一个宏观要求，也是一个具体标准。就是我们的产品要和国际对标。对于一个设备不仅要追求功能，更要讲究性能。没有性能的稳定性和使用的可靠性，就不会得到用户的信赖。就不能承担起高质量发展的重任。找准这个着力点，就抓住了解决问题的关键。

其次，要抓住落脚点：轴承装备的根本任务是满足加工高端轴承、重大装备轴承和高精度高性能轴承的要求。这是我们工作的目的所在，是落脚点。一切措施都要围绕这一目标展开，离开这一目标，就是舍本求末，一切都失去意义。

第三，解决痛点：经常看到一种现象，我们有的企业在介绍自己的产品优势时，往往说，控制系统是西门子的，导轨是日本的等等，以此作为论证设备先进的依据。殊不知，这是在拿痛点当亮点。虽然由于众所周知的原因，目前关键零部件完全国产化可能有一定的困难，但这是一个方向，要朝这个方向努力。同等条件下要优先使用国产化零部件，给国产零部件创造友好的使用环境。

第四，增加亮点：节能减排和绿色制造是高质量发展的必然要求。是新形势下专用装备发展的亮点和加分项，也会形成新的经济增长点。需要专用装备的开发过程中给以持续关注和不断探索，为行业的转型升级、新旧动能的转换提供支撑。

四、轴承专用装备所面临的机遇与挑战

1、国家重大战略需求带来的机遇与挑战

(1) 军民融合的需求

军民融合是富国强军的国家战略，随着军民融合战略的实施，轴承企业参与军品轴承生产将成为一种常态。军品轴承的庞大需求将成为轴承行业新旧动能转换的重要力量，适应轴承行业的这种需求，是轴承装备企业面临的发展机遇之一。

军品轴承的生产需要严格的质量保证体系，轴承专用装备是这一保证体系的重要组成部分之一。设备的稳定性和可靠性是对军工生产设备最基本的要求。在这一应用领域，对机床精度稳定性的要求要明显高于对机床生产效率的要求。由于军工轴承多品种小批量的特点，对机床调整方式的要求更倾向于方便与灵活；对机床应用范围的要求更倾向于宽幅与柔性；对机床控制方式的要求更倾向于定制与可编程。这与普通轴承专用机床以批量为前提，以效率为核心的设计理念有重要的差别，甚至是一个明显的挑战。只有突破传统思维定式，关注军工轴承生产的用户体验，满足个性化的需求，才能在军品专用轴承设备技术开发和市场开发的过程中不断取得新进展。

随着军民融合的深入发展，民营企业参与军品轴承生产的机会愈来愈多。以承担军品轴承生产为契机，进行技术改造，扩大生产规模的企业也在不断增多。在迈入高端轴承制造门槛的关键时期，企业家除关注人才因素之外，对提升制造能力和产品水平的需求，将更多地集中在对高端设备的渴望。装备企业如能抓住这一窗口期，不仅可以在满足用户需求的过程中提升自身的技术实力，而且可以在市场上开拓一个新的领域。

另外，军工轴承往往以个性化和定制化的产品居多，以特殊要求

和特殊功能的产品居多，特别是随着主机系统轻量化要求的提高，将轴承与主机零件设计在一起的“集成轴承”得到了广泛的应用，主机零件与轴承零件的集成，无疑增加了轴承制造的难度，但却给轴承装备的开发带来了新的契机。个性化的产品，需要个性化的装备，个性化的装备考验的就是装备制造企业的综合实力和创新能力。

(2) 产业链安全可控的要求

随着疫情在国外的蔓延和国际形势的变化，产业链安全可控的理念受到国内各界的高度重视。我国正在加快形成以国内大循环为主体，国内国际双循环相互促进的新发展格局。轴承装备是轴承产业链的重要组成部分，在轴承产业链安全中发挥着不可替代的作用。离开了装备的自主可控，产业链安全就是一句空话。

目前在轴承生产的龙头企业中，正在服役的进口高端装备占有一定的比例，并在产品制造过程中扮演着重要的角色。这是与我国轴承工业的发展过程相适应的。但随着时间的推移，这些设备退出服役期是不可避免的。轴承装备制造企业应抓住机遇，开展调研，了解用户需求，不失时机地开发出适合中国国情的国产轴承装备，成功实现进口替代。

随着对产业链安全可控认识程度的提升，高性能的国产轴承专用装备在轴承产业链中将要占据绝对主导地位。因此，在新发展格局逐渐形成的大背景下，高性能轴承制造企业对装备的关注将由国外转向国内。这对轴承装备企业是一重要的发展机遇。与此同时，对标国际先进水平，提升装备性能，提高产品质量，替代进口设备，满足新形势下的市场需求，就成为轴承装备领域面临的新课题，迎接的新挑战。

2、轴承配套高端装备带来的机遇与挑战

（1）风电轴承与轴承专用装备

《2019/2020 年全国风电分析报告》指出：中国风电发展政策环境正在发生巨大的变化，由之前的补贴鼓励到现在驱动平价上网，这标志着我国风电已经迈向成熟。以国内首台 10MW 海上风电机组并网发电为标志，风电机组大型化的发展趋势已经显现，3.0MW 以上的风电轴承受到重视。国内轴承优势企业已经开始进军风电主轴、齿轮箱轴承市场。风电轴承需求的变化、关键轴承的结构形式以及加工方法的优化，值得专用设备生产企业的关注。

2019 年风电轴承在多种因素的推动下，经历了前所未有的井喷式需求，2020 上半年疫情的影响并没有减缓这种态势，国内风电骨干企业满负荷运转，依然供不应求。许多轴承企业跃跃欲试，产生投资的萌动，但是普遍又担心风电产品由于周期性而产生的过山车现象。如果我们的加工设备具有较宽的加工范围和较强的适应能力，通过生产线的柔性配置，能够兼顾多种类型的加工方式，在旺季和淡季通过分别加工不同的产品来实现投资风险的化解，就一定会得到客户的青睐。这就需要我们的专用设备生产企业不仅要熟悉设备，更要熟悉用户、熟悉产品，熟悉产品之间的关联特点，通过启迪创新思路，产生创新产品，引领创新应用。

（2）机器人轴承与轴承专用装备

机器人是“制造业皇冠顶端的明珠”，其研发、制造、应用是衡量一个国家科技创新和高端制造业水平的重要标志。机器人技术已成为“第四次工业革命”的重要组成部分，正改变着全球制造业的格局。随着机器人应用领域的不断扩大，全球机器人市场进入高速增长期。中国已成为机器人研究的投资国。2019 年中国机器人技术研究上的

投入为 5.77 亿美元。尤其是抗击新冠疫情以来，机器人的应用更是得到了各界前所未有的重视。预计 2020 年全国仅工业机器人需求总量 20 万台左右，2020 年—2025 年，全国工业机器人需求量年均递增 15%，2025 年将达 40 万台。按照每台六轴工业机器人需配套 70 套轴承计算，2025 年仅国内工业机器人轴承的需求为 2800 万套。如果再考虑农业机器人、服务机器人、特种机器人对轴承的需求，数量将更加可观。通过强基工程的实施，目前国内机器人轴承产品研发取得了长足的进步，即将进入发展的快车道。但是适合加工机器人轴承的设备研发相对滞后。根据机器人轴承的特点，有的放矢地研发高效实用的轴承设备，将会有力地促进机器人轴承国产化的进程。

由于安装空间的限制，薄壁、柔性、异形轴承在机器人轴承需求中占有一定的比重。目前柔性轴承没有专用的加工设备。为了克服薄壁轴承加工中变形带来的困扰，大多数场合仍使用常规轴承加工机床，采用微量进给、多次加工、缓慢渐进的生产方式，不仅工序长、效率低，成本高，而且产品质量得不到保证。这一瓶颈现象在磨加工工序尤为突出。解决这一现实问题，给轴承装备制造企业提供了的技术创新的空间。如果能突破现有的传统思维，在装夹定位、磨削方式、以及在线测量等方面综合发力，形成满足柔性轴承套圈加工需求的解决方案，并推出适销对路的生产线，将会受到用户的欢迎和市场的青睐。

3、产业结构调整带来的机遇与挑战

(1) 助力绿色环保发展

节能环保，绿色制造，是轴承行业可持续发展的重要内容之一，无论从贯彻国家政策层面，还是从行业自身发展层面考虑，发展轴承绿色制造新业态都是摆在我们面前一项长期的重要工作。这项工作的

实施将贯穿轴承制造的全部环节。包括从初级原材料准备、生产制造到包装运输、销售以及消费者使用和废弃物处理的全过程。工艺装备的支撑是把绿色发展理念落到实处的关键环节。轴承装备制造企业需要瞄准“节能、降耗、减排、再制造”进行发力，使环保理念成为设备的亮点。

节能是轴承热加工设备发展的永恒课题，利用余热回收技术减少热能损失，利用智能控制方法优化温度控制参数，利用制造装备创新助力工艺优化，这既是对轴承热加工设备绿色发展的要求，也需要轴承装备制造企业从实践层面进行探索和创新。

轴承行业是以减材制造为主体的加工行业。轴承企业最大的物料消耗是轴承钢材的消耗。高速镦锻和精密冷辗机技术的推广应用，为提高材料利用率提供了有效的途径。但高速镦锻机使用成本高，精密冷辗套圈热处理变形大等因素也对该技术的进一步发展形成了困扰。轴承装备制造企业与轴承制造企业以及科研院所携手共同合作，对轴承加工的某道工序进行等材制造或增材制造的探索，将有着十分重要的意义。

减排的原则是源头治理和末端治理相结合。在这个过程中，既需要推广使用集中供液（油）循环利用，也需要回收、集中处理。轴承行业冷却液（油）循环利用方式、磨削废渣集中处理手段将随着科技的进步与时俱进，在此基础上诞生的环保处理设备也将伴随着科技的进步不断更新换代。

（2）助力企业转型升级

随着市场竞争的日趋激烈，轴承企业对科技进步的投入也在不断增加。在新旧动能转换的过程中，技术改造将是重要抓手，在企业转

型升级的过程中，对装备的需求是刚性的、不可替代的。其核心是要满足用户的需求，解决用户痛点，关注用户体验。

其一，对设备再制造的需求加工设备的再制造，是现代服务型制造的主要内容之一，是企业可持续发展的重要手段。设备的再制造通常是指设备经过多年的服役之后，在精度、功能不能满足现有制造需求的情况下，对其整机或部件实施高技术修复和改造，使修复或改造的产品达到接近或超过原有性能的制造活动。轴承行业设备的再制造主要的对象是大型、重型轴承加工设备、关键工序加工处理设备、重点进口设备等等。轴承设备再制造的核心是需要对原设备工艺要求和使用性能的深刻理解以及对现代制造新技术的系统掌握。只有这样才能旧为新用，推陈出新，为用户实现增值服务。虽然这项兼具专业性和实用性的工作，在轴承行业还处在起步阶段，但随着企业转型升级和新旧动能转换的深入进行，将为专业化轴承设备再制造打开空间。

其二，对装备智能化的需求 随着第四次工业革命的到来，企业对装备智能化的热情超过以往。但多数停留在印象和概念阶段，对实现制造过程智能化的方法和路径缺乏深入的研究和系统地梳理，尤其是对在这一过程中可能遇到的问题和所要采取的对策更是缺乏细致的思考。在迈向工业 4.0 的过程中，轴承装备的发展空间是巨大的。其发展潜力既取决于对新技术的理解程度，也取决于对应用场景的开发能力。

在企业充满热情但又缺少手段的情况下，此时，轴承设备厂家应该关注智能制造技术前沿，在信息技术与制造技术相融合的过程中，壮大科技实力，打造创新主体，成为行业智能制造的引路者和开路先锋。在条件允许的前提下，有的放矢地将智能制造的技术元素融入机

床设计之中。通过整合制造资源，集成传感技术、检测技术，控制技术，使机床同时具备产品输出和信息输出的双重属性，通过建立智能制造样板工程，建立智能制造示范车间，让智能制造的新模式在轴承行业落地生根。

4、轴承装备领域自身发展所带来的机遇与挑战

(1) 轴承装备发展的提升与突破

轴承装备是为轴承行业服务的，满足轴承产品的发展的需要，就是轴承装备的发展方向。概括地讲就是满足轴承产品不断提升的“质”和“量”的需求。对于装备来说，就是单机要做“精”，生产线要做“短”。

“质”是指品质、性能。提升轴承品质，首先设备单机要做“精”，要做成精品，要加工出精密产品，满足日新月异的新产品制造需求。要深入研究和探讨精密轴承制造一致性、稳定性保障技术，在稳定性、可靠性、精度保持性、人机界面友好性等诸多性能上为产品制造提供优质服务。不仅功能齐全，而且性能优异。为了达到这一目的要充分运用先进的设计理念，采用前沿技术，调动科技手段，实现机床的整体性能的提升和各单向性能指标的突破。

“量”是指效率，提升加工效率的主要方向就是生产线要做“短”。这在目前看来几乎是不可能的。但是把不可能变成可能就是挑战。

我们知道，现在的轴承加工工艺，都是与我们目前的装备水平相适应的，它的核心是分解，为了获得较高的加工精度，把一个加工过程分解为多道工序，把工序分解为工步；先基准面后工作面，先外表面后内表面，粗车精车光整，粗磨精磨光磨，粗研精研光研，不厌其烦，精益求精。

但是人类发展的历史就是螺旋上升的历史，就是否定之否定的历史。一个行业，一个企业，最大的发展是自我突破。装备的职能不仅体现在为加工工艺服务，它更是引领工艺优化的重要手段。装备能力的提升会使加工工艺产生变革和飞跃。突破传统设计思路的束缚，通过加工方式的创新，缩短轴承加工链，既是工艺装备的重大变革，也是提升轴承制造效率的重要途径，更是轴承制造产业链现代化的要求。加工中心、以车代磨、复合磨削、在线测量、工业机器人、新材料新工艺等前沿技术的应用，都为缩短工艺链、提高轴承制造效率打开了空间、提供了可能。这是一项充满挑战性的工作，在这个过程中轴承制造装备企业是大有作为的。

（2）轴承制造技术的进步与迭代

轴承制造技术与机械装备技术的深度融合，不仅是轴承装备的特点，也是其赢得发展、获得突破的着力点。

首先，科技的进步带来了轴承制造技术的飞速发展。智能制造、抗疲劳制造、高性能制造等先进的制造方法与制造模式正在轴承行业逐步得到应用。特殊材料、涂层技术、修型工艺等新技术的诞生，必将催生新一代的加工理念和工艺装备。而新的工艺装备的应用必将推动轴承制造水平的进一步提升。这个过程就是轴承制造技术不断迭代的过程，在这个过程中轴承装备与轴承制造技术深度融合，将助推轴承产业不断升级。对轴承装备企业来说，既熟悉轴承行业，又熟悉机床行业是自身最大的比较优势。机械装备的综合技术手段与解决轴承专业问题的完美结合就是轴承装备企业的生命力所在。轴承产品越是往高端发展，设备的专业化程度越高。只要从满足轴承制造技术发展的需求出发，关注制造技术的痛点和难点，就会不断发现新的发展机

遇，技术创新的道路就会越走越宽。

其次，轴承装备是机械装备大家庭中的一员，同属于技术密集型行业。它涉及到制造加工技术、计算机技术、传感检测技术、现代控制技术、液压气动技术等等。在高科技发展的今天，这些技术的演进千变万化，先进的控制手段、前沿的加工方法日新月异。轴承装备的研发是对通用机械装备技术进行专业化再开发、再创造的过程，从某种意义上讲，对前沿技术的敏感性，对机械装备新技术的理解程度决定了再创造的深度；只有勇于拥抱新技术，才能开启新思路，才能在创造性转换和创新性发展过程中游刃有余，才能在轴承专用装备的发展过程中发现新的机遇，取得新的突破。

总之，轴承装备承担着源于轴承制造技术、融于轴承制造技术、引领轴承制造技术前行的功能和使命。与之相适应，轴承装备的发展通常有三个层次：其一，满足用户提出的具体轴承加工需求；其二，为用户提供轴承制造完整解决方案；其三，引领和助推轴承制造技术的发展。无论在哪一个层次，发展之道都是要持续不断地为轴承行业的用户创造价值。在新技术蓬勃发展的年代，在市场经济的激烈竞争中，在轴承行业高质量发展的道路上，其装备制造领域无时无刻不面临着新的机遇和挑战。抓住机遇需要敏锐的洞察力，战胜挑战需要超强的创造力。