

布局谋篇发展突破

——高端轴承发展战略分析

中国工程院院士 王玉明

改革开放以来，我国轴承产业快速发展，总体规模和实力不断迈上新的台阶。2013年我国滚动轴承产品销售总额达到1500亿元，跃居世界第三。然而，与庞大的轴承产业规模相对，我国在高端轴承领域却迟迟未能实现突破，“大而不强”已成为当前我国轴承产业的最佳写照。高端轴承产业的滞后严重影响着我国向制造强国迈进的步伐，已经成为制约我国众多高端装备发展的瓶颈。

一方面，我国高端轴承的自给率低，可靠性低，性能和质量难以满足高端主机装备的要求，致使大量主机面临“空壳化”的困境。我国高铁轴承几乎100%依赖进口；核电站主泵的滑动轴承完全依赖进口；精密机床主轴轴承基本为外国著名公司所垄断；高端汽车轴承市场占有率很低；航空轴承的对外依赖程度也高达60%；只有航天轴承因面临技术封锁，大多只能自行生产，但国产轴承的寿命与国外产品有较大差距。

另一方面，我国在高端轴承市场中缺乏竞争力，大多数轴承企业深陷中低端产品的价格竞争漩涡，轴承产业的健康发展困难重重。由于缺少具有国际竞争力的高端产品，我国轴承企业至今难以进入世界前列。在我国滚动轴承产量高居世界前三的情况下，却没有一家滚动轴承企业能接近世界前八强；滑动轴承领域则只有一批规模不大的民营企业；电磁轴承企业更是少之又少。当前，世界著名轴承企业已经形成了完备的研究、开发、生产、销售和服务体系，几乎垄断了整个高端轴承领域；而且其盈利与研发相互促进，进一步拉大着与后来者之间的差距。我国轴承企业的产品基本上仍停留在中低端领域，面临激烈的价值竞争，研发投入远远不足，追赶越发困难。国外大型跨国轴承企业（如瑞典SKF、德国SCHAEFFLER、日本NSK等大型滚动轴承企业、美国Kingsbury、德国RENK、英国Michell等滑动轴承企业）通过合资建厂或代理销售的方式已深入我国国内市场。法国S2M（已被SKF收购）、美国Waukesha、瑞士Mecos等电磁轴承企业也正在加紧抢占我国在核电、天然气储存和输送等领域的高端市场。这些国际大型跨国企业利用其技术和营销上的优势，形成对我国高端轴承发展势头的压制，使我国高端轴承的发展面临“内忧外困”的艰难境况。

《中国制造2025》的实施，向世界宣告了我国向制造强国迈进的雄心。我国作为一个产值、产量均高居世界首位的制造业大国，轴承作为关键基础零部件，其战略性和基础性的特征日益凸显。高端轴承技术和产业化发展充满着巨大的机遇与挑战。如何实现高端轴承产业的追赶乃至超越已经成为当前我国亟待解答的重要问题。

造成目前我国高端轴承产业发展相对落后的原因是多方面的。我国轴承产业乃至整个工业体系发展起步较晚、基础薄弱是我国高端轴承发展的“先天”劣势；我国工业化进程中主要以主机发展为牵引的模式，导致轴承等基础零部件得不到足够的重视和投入，是我国轴承行业长期面临的窘境；而国外大型跨国企业的垄断和压制则进一步打击了我国高端轴承产业发展的势头。

实际上，自“六五”开始，国家对滚动轴承产业就开展了连续布局和支持，取得了整体技术的发展；但这些发展成果多半源自技术先进的轴承制造装备的引进和水平的提升。由于轴承价值在日益复杂的主机装备中占比极小，以及长期以来我国对材料研究、制造工艺研究、基础数据积累等的投入不足，轴承的战略性和基础性长期被忽视，这是造成我国高端滚动轴承今天的被动局面和恶劣环境的主要原因。

起步晚、基础差属于客观条件，无从改变；国外企业的垄断和压制属于市场行为，难以苛责；而自身观念上偏颇和规划布局的不足则是应该迅速解决的问题。调整观念，合理规划、布局、培育乃至扶持是当前推进我国高端轴承发展最为积极、可行的路径。所幸的是，轴承等基础零部件的重要性已经越发引起人们的关注，工业强基工程等一系列的项目给予了强大的推动；尤其是在高端轴承领域，众多专家、学者、企业共同为高端轴承的发展建言出力，中国工程院也专门开展了《高端轴承发展战略研究》的咨询调研，为推进高端轴承的发展集思广益。

通过这些调研发现：完善宏观布局、创造发展环境——是使我国尽快摆脱当前基础研究薄弱、高端人才匮乏、轴承企业分散、价格竞争严重等困境的最为重要的举措和最为有效的方法。

一、完善轴承品类布局

这里提到的轴承品类指的是轴承的类型和档次。众所周知，轴承包括滚动轴承、滑动轴承，以及以电磁轴承为代表的新型轴承。其中，滚动轴承应用范围最为广泛，产值规模最大，是目前整个轴承产业的主体；滑动轴承在能源、军事、船舶、重型装备和精密设备中大量应用，发挥着不可替代的作用，是轴承产业的重要组成部分；而以电磁轴承为代表的新型轴承已经在众多领域中展示了其独特的性能和广阔的应用前景，是轴承产业的新兴力量。在国外，这些不同种类的轴承都得到了充分的重视，形成了若干龙头

企业引领下的细分企业集群。而在我国，滚动轴承领域已经建立起洛轴、瓦轴、哈轴等几家骨干企业，工业体系健全，尽管产品仍以中低端系列为主，但产销量已成规模；滑动轴承领域的研究也较多，并已建有崇德、申科等几家代表性的民营企业 and 大量中小型厂家，国有企业中哈尔滨大电机研究所在滑动轴承研究方面具有代表性，但总体而言仍处于产业初步形成的阶段；而电磁轴承领域，则主要停留在高等院校和科研院所的实验室样机阶段，只有飞旋等为数不多的企业能够提供产品，至今没有在重要装备上使用的业绩，技术水平与国际先进水平相比仍有较大差距。总之，我国滚动轴承产业在规模上已经基本赶上世界领先水平，但在高端产品领域劣势明显；我国滑动轴承在高端产品的产业化进程及竞争力方面仍远远落后于国外；而在电磁轴承领域，我国则再次错过先机，落入后发的劣势。这样的现状表明：我国在不同种类的轴承的发展布局和宏观设计上仍远远不足，没能有效地推进各类轴承的协调发展，没能及时地抢占轴承领域的新兴发展机会。从目前的情况来看，单纯靠市场本身的运行，已经很难有效地协调各类轴承的适度发展，必须加强国家及行业层面上的整体规划布局。

从另一个角度来看，由于高端轴承面临诸如高速、重载、极端温度、辐射、真空等极端工况和特殊环境的挑战，往往需要根据具体的工况选择合适的轴承种类。也就是说，高端领域由于对轴承性能要求的特殊性使得市场规模的影响权重相对下降。因此，在高端轴承发展中沿用依据市场规模来确定轴承种类权重的布局方式将存在一定的偏差。

因此，推进高端轴承产业的发展，需要完善不同种类的轴承的宏观布局。有针对性地对各类轴承的发展进行规划和引导，并给予适度的培育和支持是必不可少的。

在此基础上，进一步推进不同档次的轴承的合理布局是我国建立强大的轴承产业的重要环节。一方面，经过多年的发展，我国在中低端轴承的研发、生产和销售方面已经跃升到世界的前列，而另一方面当前我国已经在积极向制造强国的目标迈进；在这样的背景之下，积极加快高端滚动轴承、高端滑动轴承和以电磁轴承为代表的新型轴承的发展已经成为我国追赶国际先进水平、提升高端产品核心竞争力和抢占市场制高点的当务之急。

对于高端轴承产业的发展而言，不应仅靠市场调节，还应重视国家或行业层面上统筹不同种类轴承的协调发展，避免出现技术短板，才能更好地开拓新的制高点；只有引导不同档次的轴承的合理布局，才能形成相互支持，才能合力打造出一套既大又强的组合拳。

二、健全轴承产业体系

高端轴承产业的发展不可能一蹴而就，更不可能单打独斗。制约高端轴承发展的因

素来自方方面面，大体而言可以分成技术和市场两大方面。

在技术上，我国与国际先进水平的差距主要体现在缺少先进的材料体系、可靠的设计和验证手段、配套的表面特种处理和改性技术、精准制造工艺和技术等等，同时在结构集成化设计制造、智能化、免维护或者视情维护等方面我国仍处于起步阶段。我国轴承产业与国际先进水平在技术层面上的另一个重要差距体现在：基础研究相对薄弱、应用研究不足、高端人才队伍匮乏。长期以来，我国一直实施以主机带辅件的研发模式——轴承作为零部件，其研发往往从属于主机的研发。这种模式在一定历史时期内帮助我们快速解决了大量特定的技术问题，取得了良好的成效；但是也带来了不少副作用。首先，由于与主机相比，轴承仅仅作为一类零部件，其地位往往不太突出，这导致轴承等零部件的重要性长期得不到足够的重视；其次，在这种研发模式下，轴承的研发仅仅服务于特定的主机，研究目标过于集中，这导致基础性、全面性的研究工作相对缺乏；第三，在这种研发模式下，不少轴承的研发集中在主机厂内部，这导致相当一部分的研究成果未能有效地推广；第四，在这种研发模式下，由于作为研发主体的主机厂的市场属性，其研发目标更多地指向应用，这导致真正的基础研究很难得到深入的开展；第五，在这种研发模式下，轴承企业处于“受雇”的状态，受限于市场压力和项目期限等因素的影响，往往难以开展长期的、基础性的应用试验，无法积累足够多的基础数据；第六，在这种研发模式下，基础研究和应用研究没有有效的分割，较擅长从事基础研究的高等院校和科研院所往往得不到足够的支持，难以吸引足够多的高层次人才，在一定程度上制约了研究水平的提升。可见，要改善这种状况，需要调整研发模式，从以主机带辅件的主机牵引模式逐步转变为主机牵引与辅件推动相结合的模式。也就是说，在支持主机轴承研发的同时，应该支持一批以轴承本身为主体的基础研究和应用研究，以便使后者更好地遵循轴承自身的研发规律，解决轴承研发的基础性、前沿性的问题，并以此为基础反过来推动主机轴承的升级。同时，积极建立高端轴承发展战略联盟，培养和建立相对稳定的国家级轴承人才梯队和专家团队，覆盖基础研究、技术攻关、产品研发和应用服务；在高等院校和科研院所中培养相关学科专业（如摩擦学、材料科学、表面工程等）的后备人才梯队。通过政产学研用结合，建立完善的高端轴承研发体系。

在市场层面上，我国高端轴承产业发展面临的主要问题是培育和支持体系不完善。虽然我国对轴承产业的发展已经给予了大量的支持，但是由于高端轴承的技术难度大、研发周期长，并且面临严酷的国际竞争和压制，这些因素导致发展高端轴承需要更多的投入，面临更大的风险。高风险、高回报——一旦高端轴承实现突破，不仅将为我国轴承产业在高端市场上开拓全新的空间；而且将直接惠及众多的高端装备制造产业，对于实现我国打造制造强国的目标而言意义重大。一旦错过这一机会，不仅将使我国轴承产

业难以扭转当前在国际高端市场上的被动局面，而且很可能使我国众多的高端装备永远受制于人。从目前的情况来看，继续依靠市场的调节和现有的支持体系显然尚不足以吸引足够的投入，难以实现高端轴承的发展突破。因此，当前加大对高端轴承产业的支持，积极培育可堪当重任的研究团队和骨干企业是应该及早实施的重要举措。充分发挥市场在资源配置中的决定性作用的同时，通过龙头企业的引领和模范作用，调动广大企业的积极性。鼓励企业开辟新领域，加大对企业研发和创新的政策支持；完善技术标准，建立权威的性能检验机构和服务体系；通过风险投资等方式鼓励和支持国产高端轴承在重要装备中的应用；完善相关的法律法规，加强知识产权的保护。

总之，只有建立起健全的轴承产业体系才能有效地推进高端轴承产业的快速发展。

高端轴承产业的发展和轴承品质的提升都需要长时间的努力，国家需要制定长期（10~20年）的发展战略，及早进行行业布局，适度超前布局核心技术的基础研究，点面结合，并通过实施技术联盟战略等方式，开展专项技术研究和工程化应用攻关，逐步实现轴承行业的全面提升，实现高端轴承产业的发展突破。

* 王玉明：中国工程院院士，清华大学教授