

加快重大技术装备配套轴承研发

浙江天马轴承集团有限公司董事长 马兴法

一、“十三五”重大技术装备配套轴承发展情况

（一）相关的工作和取得的成效

在“十三五发展规划”期间，公司审时度势，保持追求高质量发展的初心不变，迎难而上，紧紧抓住“深耕细分领域、坚持科技创新”这条主线，聚焦绿色智能制造，加快企业转型升级，全力打造具有核心优势的单项冠军产品。2015-2019年公司共投入逾20亿元用于科技创新和技术改造，打破了诸多技术领域长期受限于国外垄断的瓶颈，实现了替代进口，推进了高端轴承国产化的进程。

首先是高端轴承新材料的研发。公司申请了6个发明专利，成功研制出5个系列的高性能轴承钢材料，应用在高速、精密、重载轴承制造领域，多项技术指标达到甚至超过了国际先进水平，不仅填补了国内空白，取代了国际知名品牌，同时还打破了国外的技术壁垒。

其次在打造高质量产品、绿色智能制造方面，公司引进了数百台套当今世界最先进的特大型轴承生产装备，添置了几十条车、磨、装自动生产线，实现了生产装备数字化，提升了绿色智能制造水平，加快了转型升级步伐。2019年天马轴承通过了“浙江制造”认证，获得了工信部评选的“绿色工厂”。

在科技创新方面，公司先后创建了省级企业研究院、工程研究中心、工业设计中心等，完成了国家工业强基工程产品研发，进行了20余个省级新产品研制、6项科技成果转化，以及包括“高速精密重

载轴承研发”在内的2个省重点研发计划项目。目前公司现已掌握了大功率海上风电轴承、超大型轧机轴承、航空航天轴承、高铁轴承、新能源汽车轴承等重大技术装备配套轴承的生产技术，其中风电轴承产品2019年获得了工信部颁发的“制造业单项冠军”称号。

“十三五”期间主要技术改造情况：

序号	技改项目名称	主要改造内容	项目总投资(万元)	实施期限	项目新增销售收入(万元)
1	年产2200万套精密轴承	为重大装备配套的高端精密轴承的开发	60000	2015-2017	80000
2	年产160万套长寿命精密轴承	高速精密数控机床轴承开发	25000	2017-2019	26000
3	年产1000套3-12兆瓦大功率风电轴承项目	新增大功率风电轴承专用高精磨、超、装设备	102000	2019-2021	120000

公司大力实施“人才兴企”战略，以人为本、关爱员工，把广纳人才并最大限度地发挥其才能、实现员工的全面发展，作为公司永恒的追求，致力于公司价值最大化与个人价值最大化的和谐统一，实现企业与员工的“双赢”。

公司十分注重员工培训与职业规划，积极开展职工培训，组织员工参加专业知识和专题封闭集训，制度鼓励和支持职工参加业余进修培训、提升自身素质和综合能力，并为员工发展提供更多的机会和广阔的舞台。特别是充分发挥公司博士后工作站的作用，吸引和引进国际、国内顶级高层次人才。公司将博士后工作站纳入企业高层次人才建设体系之中，并将其作为培养和选拔高层次人才的重要途径之一。在每名博士后进站前，公司就为其确定一个科研项目，同时创造各种

条件鼓励其参与承担国家及省、市的各类重大、重点科研项目。博士后在站2年，都能参加到项目之中，在这些重点项目的共同攻关中，增加阅历，提高创新能力，培养协作能力。博士后工作站建设，使公司科技创新能力与核心竞争力得到极大提升，并且迅速提高了公司的人才层次，有力提升了人才队伍建设，同时提升了公司的整体形象。为加快技术创新步伐，让科技人员在技术创新活动中得到培养和锻炼，公司按照“四有”、“四落实”的要求（有依托、有项目、有成果、有效益；落实场所、落实经费、落实人员、落实设备），积极创建科研创新平台。

“注重创新、定位高端”，是天马轴承发展规划确定的核心目标。随着当今经济全球化、工业4.0、制造技术智能化时代的到来，浙江天马轴承集团有限公司从产品到产业、从人员素质到资本结构等各方面正在进行多项改革和升级。特别是“十三五”期间，公司不断利用技术改造，提升产品换代，摸索出了一套以“高精度、高效率、高可靠、节能环保”为重点的提升工艺装备水平的成功经验，逐步实现了轴承制造的数控化和智能化，大大提高了生产效率和产品精度；利用科技创新，改造传统产业，加快推进产品高端化，形成带动力大、辐射面广、国际竞争力强的格局；公司调整产品结构，助推转型升级，摆脱了通用轴承市场规模的限制，极大拓展了企业发展空间，也赢得了更多领域的份额。

“十三五”期间公司不仅巩固了现有的符合国家产业导向的拳头产品，同时还进一步延伸产业链，为推进我国重大装备配套轴承以及工业强基工程作出最大努力。公司围绕重大装备、重点领域整机的配套需求，提高轴承产品的性能、质量和可靠性，重点发展了一批高

性能、高可靠性、高强度、长寿命以及智能化的基础零部件，突破了一批基础条件好、国内需求迫切、严重制约整机发展的关键技术。

天马轴承将环境保护作为企业可持续发展战略的重要内容，注重履行企业环境保护的职责。公司为工信部评定的国家绿色工厂，主动进行绿色设计产品和绿色供应链建设，积极践行环境友好及能源节约型发展。

（二）重大技术装备配套轴承研发应用成果

天马轴承在“十三五”期间大力开展重大技术装备配套轴承的研发应用，并取得了一系列成果。主要有：

1、大功率风电轴承

公司制造的2兆瓦到8兆瓦的海上风力发电轴承，具有国际先进技术水平，到2019年达到国内市场占有率74.9%，排名第一，国际市场占有率排名第二。公司还生产海上风力发电轴承涉及变桨轴承、偏航轴承、主轴轴承和齿轮箱轴承，实现海上风力发电轴承自主研发，打破国外轴承公司对市场的垄断；主要供应美国 GE，丹麦 Vestas，西门子、金风科技、重庆海装等公司，得到国内外顶级用户的认可。



2、大型精密高速数控机床轴承

公司中标2018年工业强基工程第一批国内公开招标项目，分包方向是大型精密高速数控机床轴承及陶瓷轴承球项目，总投资18700万元。截止2020年5月底，已完成项目任务。项目累计获得科技成果登记3个，发明专利4个，省级新产品鉴定15个，年新增销售收入1亿元。



3、超大型轧机轴承

2019年8月末，国内目前最大的轧机轴承 FCDP2403401150/P50S 轴承在浙江天马轴承集团有限公司研制完成。本款轴承是达涅利冶金设备（中国）有限公司于2019年6月17日委托浙江天马轴承集团有限公司进行加工制造。该轴承外径1.7米，内径1.2米，高1.15米，重8405公斤。本次4套 FCDP2403401150/P50S 轴承通过浙江天马轴承集团有限公司12个部门紧密协作，从开发设计到保质保量成品出货仅用了70天时间，创造了新的记录。

4、压缩机轴承

公司开发了以圆柱滚子轴承 NU2315ETVP2 为代表型号的压缩机轴承，精度 P4 级，可靠度 99%，应用于机械、电子、化纤、生物医药、食品、钢铁、石化、新能源等行业，年新增销售收入 4500 万元。



5、大吨位工程机械轴承

公司研发的调心滚子轴承22320被广泛应用于大吨位工程机械，使用寿命60000h，可靠度99%，年新增销售收入约1亿元。



6. 轨道交通轴承

“十三五”期间公司主动参与轨道交通轴承的研发，开发了以 NU216EMA, QJ216M 为代表型号的圆柱滚子轴承、圆锥滚子轴承、四点



接触球轴承系列产品，速度：200~250km/h，寿命：200 万 km，可靠度 99%，年新增销售收入 1.5 亿元。公司成为中国轨道交通建设协会会员单位、浙江省轨道交通建设与管理协会会员单位。

除了以上主要产品外，“十三五”期间公司还进行了新能源汽车轴承、高端轴承轴承材料等领域的研发，为重大技术装备配套轴承发展作出了应有的贡献。

（三）重大技术装备配套轴承研发应用存在的主要问题及原因分析

从我公司角度看，重大技术装备配套轴承研发应用存在的主要问题，主要表现在以下几个方面：

1、国产高端轴承装备研制落后，制约了高端轴承的研发与应用。

随着我国科技的发展，轴承加工专用设备也不断完善。轴承产品的精度、性能、寿命和可靠性与生产轴承的装备密切相关，轴承工业的发展取决于轴承专用设备的发展。国内轴承及轴承装备制造企业通

过技术改造，采取自主开发、技术引进、设备进口和消化吸收、创新及国产化等措施，使轴承装备行业的制造水平不断提高，为轴承工业的发展奠定了良好基础。但是总体来说，我国轴承工业制造工艺特别是工艺装备技术发展相对缓慢，车加工数控率低，磨加工自动化水平低。对轴承寿命和可靠性至关重要的先进热处理工艺和装备，如控制气氛保护加热、双细化、贝氏体淬火等覆盖率低，许多技术难题攻关未能取得突破。长期依赖进口装备的困局限制了我国重大技术装备配套轴承的研发与应用。

2、高端轴承台架模拟试验技术难关短时无法攻克

总体而言，高端轴承模拟试验技术与国外的差距要大于高端轴承制造与国外的差距。《中国轴承行业十三五规划》报告中，将轴承检测试验技术不足列为中国轴承行业的第一短板就是例证。最明显的例子就是高铁轴箱轴承，国内轴承行业目前还没有实现供货，即便是地铁轴承，目前国内尚处小批量试装时期。究其根源，主要是国外高铁轴承试验技术，包括试验设备被封锁进口，在未进行台架试验情况下，高铁车辆制造商不敢贸然装机试用。还有风电机组主轴轴承，国外轴承公司已有实物模拟试验台架，造价上亿元，而国内即便是缩比模拟试验台架研究工作也尚未开展。所以开展高端轴承研发的同时，开展高端轴承模拟试验技术的研究，包括试验方法的研究和试验台架的研发也是关键之一。

此外，我国重大技术装备配套轴承由于长期依赖进口，已经形成一种固有的传统定势，相关轴承的国产化进程缓慢，部分领域准入门槛至今未能打破，也对我国重大技术装备配套轴承的研发与应用造成了一定的困难。

二、“十四五”重大技术装备配套轴承发展思路

浙江天马轴承集团有限公司已经制定了“十四五”发展规划，在“十四五”发展中，公司力争在保持原有产品稳步发展的基础上，适应市场需求，拓展新的增长点，在保持国内市场主导地位的基础上扩大重大技术装备配套轴承的研发与应用，将公司建设成为国际先进轴承制造商前列。公司将围绕重大装备、重点领域整机的配套需求，提高轴承产品的性能、质量和可靠性，重点发展一批高性能、高可靠性、高强度、长寿命以及智能化的基础零部件，突破一批基础条件好、国内需求迫切、严重制约整机发展的关键技术。

（一）“十四五”计划重点发展的重大技术装备配套轴承

公司在“十四五”计划期间将要重点发展的重大技术装备配套轴承主要包括风电主轴轴承、大功率海上风电轴承、高铁轴承及轨道交通轴承、商用飞机航空轴承等。

（二）需解决的主要问题和拟采取的措施

1、技术研发

（1）需要开展高速精密重载高端轴承（包括高铁、风电、航空航天、精密数控装备轴承等）和与之相关的长寿命材料及与之相配套的热处理技术、高精度滚动体、高端装备和轴承的基础理论研究。

（2）需要开展轴承延寿技术的研究。包括高性能轴承材料热处理技术、长寿命润滑剂技术等。

（3）需要开展高端轴承台架模拟试验技术研究。结合精密轴承研发开展轴承精度寿命试验与评定方法的研究，并研发相应的试验机；

同时结合研发产品应用工况，开发风电机组增速器轴承等的台架模拟试验机。

公司在“十四五”期间将加强以企业技术中心为主干的科技人才队伍建设，同时加强国家认可实验室等科研平台的提升与完善等措施，开展上述技术难题的攻关。

2、技术改造

高质量发展是公司的终极目标，“十四五”期间公司将加快技术改造促进转型升级步伐，向数字化、智能化、绿色化发展。

3、产学研合作

公司“十四五”发展离不开产学研合作，合作开展以下项目：

序号	项目名称
1	新能源汽车高速数控机床轴承关键技术研发
2	新能源汽车高速电机延寿设计研发
3	滚动轴承 渗碳热处理技术条件
4	高纯净度轴承钢的研发

4、供需对接

公司将建立健全一整套绿色供应链管理体系和战略规划，严格执行绿色采购标准、供应商认证标准、供应商定期审核、供应商绩效评估、供应商风险等级评估、供应商退出机制等制度，建立良好的上下游供应商合作关系。传统供应链一直将产品作为供求关系的中心，产业的增长遵循“资源-产品-弃物”的线性数量增长模式，这必然会与环境管理形成一定程度的冲突。因此，公司将以产品为中心的供求关系转变为以提供服务为中心的供求关系，对于需要回收处理的产品，应以出售产品的使用权为主，由此形成一套即时回流的逆向物流系统，

使单向线形的传统供应链转变为由正向供应链和逆向供应链双向循环的生态供应圈。

公司充分利用网络优势，将环境信息与其它信息有效集成，实现信息和数据的共享，为绿色供应链管理的有效实施奠定基础。利用网络完成产品设计、制造，寻找合适的产品生产合作伙伴，以实现企业间的资源共享和优化组合利用，减少加工任务、节约资源和全社会的产品库存；通过电子商务搜寻产品的市场供求信息，减少销售渠道；通过网络技术进行集中资源配送，减少运输对环境的影响。

（三）需政府给予政策支持的建议

1、加快重大技术装备配套轴承国产化进程

当前，因受国外新冠病毒疫情大爆发的影响，世界经济格局正在发生根本性改变，我国制造业更是迎来前所未有的发展机遇。其中，由于国外轴承企业普遍无法按期交货，极大地影响了我国高端制造领域的轴承配套，因此加快国产轴承替代进口轴承的呼声高涨。公司认为积极推进国产轴承替代进口进程不仅已经条件成熟，而且时不我待。当然，全面推进国产化不等于无序竞争、一哄而上，需要遴选一批有核心竞争力的企业，对其进行扶持、一企一策，以便助力我国轴承制造业健康发展。因此建议国家相关部门为此展开相关调研，抓住这个战略机遇，从扶持民族轴承工业、加强国家安全等大局出发，及时出台相关政策，鼓励各级政府大力、有序地推动国产轴承替代进口的进程，尤其是重大技术装备配套轴承国产化。

2、健全、发展知识产权管理与制造业高质量发展扶持政策

我国装备制造业整体技术水平与国际发达国家相比仍有一定差距，必须转变发展方式。其中，一个重要途径就是鼓励企业走高质量

发展、绿色发展模式，创建自主知识产权，加强核心竞争力。国家应出台相应政策扶持企业加大核心技术和关键技术攻关力度，加强科技创新和成果转化，提升产品附加值，改善企业的赢利模式，开拓新的增长点。

3、支持高端轴承材料的研究与开发

高端轴承钢是我国重点发展的材料之一。需尽快出台相关的扶持、鼓励政策与措施，在保证绿色、环保、节能的前提下推进高端轴承钢材料的基础研究、技术研发、工艺开发、科学生产，而不是自套枷锁、自卡脖子。建议组织国内已有高端轴承钢研制经验的企业、科研院所进行课题调研、集中会诊；组建相应的重点材料研究中心，开展联合研究，尽快形成高端轴承制造完整产业链。