

# 我国轴承行业为重大装备配套的现状 与发展趋势

中国轴承工业协会专务委员 刘桥方

轴承被称为“工业的关节”和“工业的血液”，关系到国民经济领域的各行各业都有广泛的应用，特别是在一些特殊的领域（航空航天、高速动车、高速精密数控机床），轴承是最核心关键部件之一，是装备制造业中重要的、关键的基础零部件，决定着重大装备和主机产品的性能、质量和可靠性，被誉为装备制造的“心脏”部件。因此，轴承产业是“机械工业的核心产业”，是成为一个强国梦的基石，其发展水平直接代表或制约着一个国家机械工业和其他相关产业的发展水平，其重要性不言而喻。

我国轴承经过多年的发展，尽管产业已经形成了相当规模，位居全球第三位。2018年全国轴承行业完成主营业务收入1848亿元（折合279亿美元），同比增长3.36%；完成轴承产量215亿套，比2017年增长了2.38%。2018年，我国共进口轴承24.6亿套，进口用汇37.9亿美元。2019年我国共出口轴承61.8亿套，比去年同期增长2.5%；创汇55.06亿美元，比去年同期增长5.35%。累计进口轴承23.96亿套，比去年同期下降0.59%；用汇35.96亿美元，比去年同期下降2.29%。进出口贸易额顺差19.1亿美元。这一数据说明我国轴承行业高端突破还有相当大的困难。我国轴承行业为重大装备配套的现状还是徘徊于中低端，在高端轴承制造领域，与发达国家相比仍存在相当大的差距。

## 一、目前轴承行业为重大装备配套的现状存在的问题

### （一）低端市场产能过剩，竞争惨烈

我国轴承行业是改革开放以后最早进入市场、充分竞争的行业之一。由于进入门槛低，“复印机效应”凸显，复制出数以千计低档次的企业，致使我国轴承产业在相当长的一段时间处于国际轴承产业链的低端，中低端产品产能过剩。十八大以来，随着国家经济结构调整的深入，随着我国向高质量发展的深入，一些地区的低端轴承中小企业已关停很多。2015年国家统计局统计的轴承行业规模以上企业为1733家；而到2018年，规模以上企业为1524家，规模以上企业数量减少了209家，减少了12%。相信随着时间的推移，这一数字还将进一步减少。其主要原因是我国经济发展由高速增长转变为中速增长，整体上降低了轴承行业发展的速度，特别是在2015年，中央经济工作会议提出了“去产能、去库存、去杠杆、降成本、补短板”五大任务，对钢铁、煤炭、水泥等资源类行业进行去产能的结构调整。随着结构调整的不断深入，众多高耗能、高污染的企业被关停，这些低端市场和部分中端市场的萎缩所带来的市场变化，对轴承市场产生了一定的影响。

### （二）高端突破困难，配套意识不强

一是从我们与机床、汽车、泵、减速机、空压机等多个行业的产业对接会情况看，轴承配套主机企业多数反映的是我们的产品质量、技术研发与国际大公司还存在很大差距，产品质量水平难以满足市场的需求。二是一些主机企业缺乏民族责任感，缺乏战略意识，不愿用国产轴承。三是国内缺乏高端装备配套轴承国产化的容错和免责机制。用进口的轴承出了问题没有责任，而用了国产轴承出了问题就难辞其

谷，造成了国产高端轴承难以进入，依赖进口轴承配套意识不变。高端突破困难，已严重影响了轴承行业的发展。

以 SKF, Schaeffler, NSK 等为首的八大家世界知名品牌陆续在国内投资设厂生产高端轴承，带动了国内轴承及相关产业制造技术的提高，特别是 2004 年以后全国已形成六大轴承产业集聚区——瓦房店（辽宁）轴承产业集聚区、洛阳（河南）轴承产业集聚区、苏锡常（江苏）轴承产业集聚区、浙东（浙江）轴承产业集聚区、聊城（山东）轴承产业集聚区、临西（河北）轴承产业集聚区等轴承制造的全产业链轴承生产制造配套基地，使国内的轴承配件的制造水平也得到了一个质的飞跃，同时也促使国内相关的制造企业参与到国际市场的竞争，产品制造技术和质量水平都得到了快速的提升，我国轴承行业已形成了一套独立完整的工业制造体系，不论在产量还是销售额上都已然迈入了轴承工业大国行列，然而在汽车、铁路、航空航天、国防军事等重要行业，高端轴承一直以来还多依赖于进口，高端轴承的配套也一直是制约着我们在一些特种行业发展的焦点。

### **（三）主机行业增长不确定性影响加剧**

当前机械工业运行环境依然严峻。世界经济增长总体处于下行期，中国的机械工业长期存在的结构性矛盾依然存在，中美贸易摩擦影响逐步显现；国民经济结构性、体制性矛盾没有解决，能源、原材料行业处于结构调整期，煤炭、电力、钢铁、石化等行业增量需求不足，特别是近期新冠肺炎疫情对当前中国经济带来的负面冲击，使我国工业经济全年实现平稳运行难度很大。

根据各主机行业协会对 2020 年的分析预测，汽车工业下滑仍未改变，工程机械增速开始下行，农业机械认为到了底部，电工的特高

压项目重新启动，石油钻采由于国际油价处于有利地位开始增长，通用机械还呈较平稳发展，但开始分化。机械工业整体运行困难，但利好因素仍然存在。

有的主机行业因经济结构调整，去产能，面临经济下行的巨大压力，对配套轴承的需求减少。有的主机行业因政策因素、市场因素、技术因素等而大起大落，如风电行业近十年二轮大起大落，相应地对配套轴承的需求也大起大落。主机行业的这种增长的不确定性，使轴承企业承受了市场波动的巨大压力——以汽车市场持续下滑对轴承行业影响为例，在 2017 年汽车工业达到高峰，从 2018 开始，受宏观经济、国家政策、市场需求等多种因素的影响，汽车产销量开始下滑。从 2019 年 1-9 月的轴承行业主要月快报的数据来看，纯以汽车轴承产品为主导产品的 20 家企业，主营收入占比为 25%，轴承收入占比 24%，轴承产量占比 21.43%，其营业收入同比下降了 13.74%，轴承收入同比下降了 13.66%，轴承产量同比下降了 12.85%。如果扣除以汽车为主导产品的企业(20家)，其余 97 家的主营业务仅下降了 0.33%，轴承业务收入仅下降了 1.51%，轴承产量同比下降 1.4%。如果完全扣除其他企业的汽车轴承产品，轴承行业收入应为正增长。可见汽车市场的变化对轴承行业的影响之大。

#### **(四) 制约产业发展的瓶颈尚未破解**

轴承钢质量水平低、工艺装备技术水平低和滚子质量水平低等制约行业发展的瓶颈长期未能突破。

轴承钢标准水平、实物质量、品种满足度均与国际先进水平、轴承行业发展的需求有较大差距。长期反复出现的钢材严重缺陷仍时有发生。劣质钢材的生产、销售使用尚未完全杜绝。经过轴承行业和冶

金行业的多年共同努力，正式颁布实施 GB/T18254—2016《高碳铬轴承钢》。GB/T18254—2016 标准的实施，对轴承行业质量提升意义重大。我们要以贯彻 GB/T18254—2016 标准为契机，促进特钢企业加大技术创新和技术改造的力度，实现产业升级。

轴承专用装备、仪器的精度和性能虽能达到国际先进水平，但精度保持性和性能稳定性与国际先进水平有较大差距。磨超、装配和车加工自动线的连线技术、数字化智能化水平低。引进的套圈和滚子磨加工、超精加工设备、滚子多工位冷镦机等在技术创新上未取得突破。

圆柱滚子只能部分达到 I 级水平，圆锥滚子只能部分达到 II 级水平，调心滚子只能达到 III 级水平。为高端轴承配套的 0 级圆柱滚子 I 级圆锥滚子均不能批量生产。

今年年初根据机械工业和各主机协会的发展预测，2020 年，由于国家经济结构调整仍处于深度调整期，世界经济增长趋缓，中美贸易争端对轴承的影响仍将沿续，近期新冠肺炎疫情对当前世界各国的经济发展带来了巨大的负面冲击，轴承行业各项经济指标仍将保持在 2019 年的水平，不同主机市场的配套不确定性加大。

## **二、高端装备制造业配套领域轴承的技术现状与发展趋势**

高端轴承的研发应用未取得突破，是我国轴承产业高质量发展的短板，是已引起国家高层领导关注的制造业特别是高端装备制造业发展的“卡脖子”问题之一。高端制造业领域配套的轴承主要涉及：民用航空发动机主轴轴承、高速动车组轴箱轴承、数控机床轴承、工业机器人轴承、盾构机轴承、城市轨道交通轴承、轿车轮毂轴承单元、新能源汽车专用轴承、风力发电机组轴承、高性能医疗器械轴承、陶瓷轴承等高端轴承标志性产品，每种产品的类型规格、关键技术和市

场需求，推动着轴承企业着力进行高端轴承研发—工程化—产业化，实现我国轴承产业的高端突破，补齐短板，供给侧高质量发展。

目前，高端装备制造业配套重点领域轴承的技术现状与发展趋势如下：

### **（一）民用航空发动机主轴轴承**

我国航空配套轴承工业从上世纪五十年代中期开始起步，主要面向军用飞机，大致历经了修理更换、测绘仿制、试制生产、批量（定型）生产、全面发展、行业调整、技术提高等发展阶段。国内航空轴承行业总体上形成了以哈尔滨轴承集团公司（哈轴）、洛阳 LYC 轴承有限公司（洛轴）、贵州天马虹山轴承有限公司（虹轴）、洛阳轴承研究所（洛轴所）和河南科技大学（河南科大）“三厂一所一校”为主干力量的行业布局。经过“八五”、“九五”、“十五”、“十一五”、“十二五”科研攻关及航空发动机轴承研制专项技改，轴承行业整体技术水平和设备状况均有明显提高和改善。在轴承设计、原材料、润滑油、加工制造、试验、使用等方面取得了多项科技成果，积累了许多宝贵经验，尤其是航空发动机主轴轴承的寿命和可靠性有了较大提高，同时，也培养了一大批专业技术人员。

几十年来，哈轴、洛轴和轴研所等厂家先后为在役军用航空发动机交付了近 100 万套航空发动机主轴轴承，基本上满足了各类军用航空发动机和旋翼传动系统等机构的轴承配套要求，为航空武器装备建设做出了重大贡献。目前正在为多种型号的航空武器装备研制各种配套轴承，已经启动了新一代发动机轴承和自润滑关节轴承的预研工作。

### **（二）高速动车组轴箱轴承**

高速动车组轴承包括轴箱轴承、变速箱轴承和牵引电机轴承。我

国高速动车组应用的轴箱轴承有二类，一类为 SKF 的双列圆柱滚子轴承，一类为 FAG、NSK、NTN 的双列圆锥滚子轴承。

我国高速动车组已实现了国产化，但其关键零部件轴箱轴承还全部依赖进口。表 1 为高速动车组轴箱轴承的配套情况。

表 1 高速动车组轴箱轴承的配套情况

| 序号 | 生产厂家   | 生产车辆           | 技术来源      | 轴箱轴承供货厂家 |
|----|--------|----------------|-----------|----------|
| 1. | 四方机车车辆 | CRH1           | 从加拿大庞巴迪引进 | SKF      |
|    |        | CRH2           | 从日本川崎重工引进 | NTN、NSK  |
|    |        | CRH380 (A、B、C) | 自主研发      | NTN、NSK  |
| 2. | 唐山机车车辆 | CRH3           | 从德国西门子引进  | FAG      |
| 3. | 长春轨道客车 | CRH5           | 从法国阿尔斯通引进 | SKF      |

2007 年~2015 年，洛轴、瓦轴、哈轴、轴研科技、西安交大、河科大等单位组团实施了有关高速动车组的 4 项国家重点科技计划项目（“973”计划项目、“863”计划项目、科技支撑计划项目），进行了高速动车组轴承载荷谱调查研究、仿真分析和设计、试制样品并进行 80 万公里耐久性试验；研制了 4 种高速动车组轴承试验台，制订了相应的规范，并按规范进行了各项性能试验。随后，国家工信部于 2014 年将高速动车组轴箱轴承列为工业强基工程重点方向项目，进行项目招标，洛轴中标实施项目。工信部又于 2016 年将高速动车组轴承列为工业强基工程示范应用项目，以期推进高速动车组轴承的自主化。2016 年，在时任副总理马凯的亲自过问下，中国铁路总公司加强了对高速动车组轴承自主化工作的领导，启动了由中国铁道科学研究院牵头的“高速动车组轴箱轴承关键技术研究”重大专项。洛轴、瓦轴、洛轴所、河科大、四方所等十余家单位参加了项目组。项目组开展了高速动车组轴箱轴承设计、制造、材料、润滑、检测与试

验及综合评价、标准体系、组装及检修技术等方面的研究和型式试验，进行了时速 250 公里复兴号高速动车组轴箱轴承的仿真设计、样品试制，并在铁科院新近引进的世界一流的试验机对洛轴、瓦轴制造的时速 250 公里复兴号高速动车组轴箱轴承进行耐久性试验，至 2018 年 9 月，顺利通过了 80 万公里耐久性试验。与此同时，为推进高速动车组轴承国产化进程，国家工信部于 2018 年 12 月开始，实施“高速动车组轴承和地铁车辆轴承‘一条龙’示范应用计划”，轴承行业 8 个单位和相关行业 8 个单位被列为示范企业。

据铁路部门资讯，今后若干年内，全国每年新造高速动车组 300 标准列，每标准列 8 辆，每辆装用 8 套轴箱轴承，则需轴箱轴承 19200（套）。每年需大修理同样数量的车辆，需换装新轴承 19200 套。两项相加，每年需轴箱轴承 38400（套）。每套国产轴承按 6000 元计算，销售额为 23040 万元，其配套前景和经济效益可观，是今后重点突破的配套领域。

### （三）高档数控机床轴承

高档数控机床轴承包括高速主轴—轴承系统（含电主轴轴承、动静压轴承）、直线导轨轴承、滚珠丝杠等功能部件。高档数控机床主轴轴承主要类型有 4 类：高速精密角接触球轴承，单、双列圆柱滚子轴承，超高速混合陶瓷球轴承，双向推力角接触球轴承，传统设计还有圆锥滚子轴承。

按每台数控机床装用轴承价值占机床销售价的 1% 计算，则 2018 年全国数控机床轴承销售额为 33.88 亿元，2020 年数控机床销售额预计为 40.44 亿元，2025 年数控机床轴承销售额预计为 50.28 亿元。表 2 为机床行业的数控机床生产预测。

表 2 全国数控机床生产预测

| 年份   | 生产数量 (万台) | 销售额 (万元) | 备注 |
|------|-----------|----------|----|
| 2020 | 49.3      | 40440000 |    |
| 2025 | 61.3      | 50280000 |    |

目前，行业企业、科研院所和部分高校正在进行：

(1) 高档数控机床轴承产品仿真分析和数字化设计研究——进行动力学仿真分析，进行产品整体结构优化设计；建立保持架稳态分析模型和动力学分析模型，研究保持架设计参数对其转动惯量、运动轨迹、运动稳定性、碰撞和冲击振动响应的影响的规律，确定合理的设计参数。

(2) 轴承新型密封件、润滑脂的研发和制备——研发设计低摩擦力矩、低温升、利于润滑脂循环润滑的密封结构；在摩擦学研究的基础上，研究轴承润滑状态、摩擦与磨损的动态发展行为规律，研发适用于高精度机床轴承的高效润滑脂。

#### (四) 工业机器人轴承

减速器是工业机器人的核心部件，而轴承是减速器的关键零件。

工业机器人减速器有 RV 减速器、谐波减速器，还有摆线针轮减速器、行星减速器等。而用量最大，技术水平最高的是 RV 减速器和谐波减速器。RV 减速器轴承包括作为减速器主轴承的薄壁角接触球轴承、用于偏心轴定位和主体支撑的薄壁圆锥滚子轴承、用于摆线轮支撑的圆柱滚子（滚针）保持架组件。以及用于齿轮支撑的薄壁深沟球轴承。谐波减速器轴承包括用于刚轮的薄壁交叉圆柱滚子轴承和用于柔轮的柔性轴承。

从全球市场角度来看，目前欧洲和日本是工业机器人主要供应商，ABB、库卡（KUKA）、发那科（FANUC）、安川电机（YASHAWA）四家占据着工业机器人的主要市场份额。2013 年四大家族工业机器人

收入合计约为 50 亿美元，占全球市场份额的 50%。

我国工业机器人市场高速发展。其中国产工业机器人销量亦高速发展，2014 年全国工业机器人销售 5.7 万台，其中，国产工业机器人销售 1.7 万台，占 29.8%；2015 年全国工业机器人销售 7.5 万台，其中，国产工业机器人销售 2.2 万台，占 29.3%；2020 年全国工业机器人需求总量 20 万台，其中国产工业机器人 7 万台，占 35%。预计 2020~2025 年，全国工业机器人总需求量年均递增 15%，2025 年达 40 万台，其中国产工业机器人将以年均递增 20%的较快速度发展，2025 年达 17 万台。

表 3 是每台工业机器人减速机装用轴承种类及数量。

表 3 每台工业机器人减速机装用轴承种类数量

| 减速机类型  | 角接触球轴承 | 圆锥滚子轴承 | 滚针轴承 | 柔性轴承 | 十字交叉滚子轴承 | 薄壁深沟球轴承 | 圆柱滚子保持架组件 |
|--------|--------|--------|------|------|----------|---------|-----------|
| RV 减速机 | 2      | 6      | 1    |      |          |         | 6         |
| 谐波减速机  |        |        |      | 1    | 1        | 1       |           |

工业机器人配套的机器人轴承必须具备高承载能力、高精度、高刚度、低摩擦力矩、长寿命、高可靠性的性能。

### （五）盾构机轴承

盾构机是一种专用于隧道掘进施工的工程机械，能够完成掘进、支护、出渣等施工工序并进行连续作业。目前，国内每年盾构机需求量在 400 台左右，其中国产 300 台左右；另外，国内在役的盾构机保有量约 1800 余台，这些盾构机的主轴承超过设计寿命后都需要维修和更换。按上述数据粗略估计，盾构机主轴承的年需求量达 400 套，总产值约 12 亿元。随着各类地下工程的大量建设，以及国家“走出去”和“一带一路”战略的推进，盾构机市场总需求呈快速增长趋势，

给盾构机主轴承带来广阔的市场。

小尺寸盾构机主轴承采用四点接触球和交叉圆柱滚子结构的居多，个别有双列圆锥滚子结构；量大面广的盾构机主轴承主要有三排三列圆柱滚子组合轴承、三排四列圆柱滚子组合轴承，其中三排三列圆柱滚子组合轴承最常用，包括内齿式三排圆柱滚子组合轴承和外齿式三排圆柱滚子组合轴承。

我国从 1957 年开始进行盾构机的研制，通过六十年的不断引进、消化吸收再创新和自主创新，盾构机已实现国产化，制造企业超过 40 家。但是盾构机系列主轴承和滚刀轴承还依赖国外品牌，其中盾构机主轴承主要采用 ROTHE ERDE、SKF、ROBALLO、KOYO、IMO 几家公司产品，滚刀轴承主要采用美国 TIMKEN 公司产品，少量 NTN 产品。

科技部从 2007 年起开始战略布局盾构机关键核心零部件的国产化，通过“863”计划项目《土压平衡盾构机主轴承的研制》的实施，在盾构机主轴承设计分析技术、大模数齿圈单齿背冷感应淬火技术、表面淬火硬化层无损检测方法、盾构机主轴承精密加工工艺、异种金属保持架焊接工艺技术等关键技术的研发应用上取得了突破，研制的主轴承寿命达到 7000h 以上。

2016 年 9 月，洛轴研制的国内首台  $\Phi 6.28$  米复合盾构机国产主轴承下线，经行业专家评估达到国外盾构机主轴承水平。同年 11 月，装有该主轴承的盾构机 CT006H 在中铁隧道局合肥地铁三号线正式投入施工使用；2018 年 3 月，经过一年多的施工应用，投入合肥地铁三号线施工的主轴承连续工作累计掘进 2369.65 米，最高日掘进 28.5 米，最高月掘进 397.5 米，顺利完成全标段工程。经检测，该台盾构机运行平稳可靠，拆解后主轴承状态良好，标志着我国已经掌握了盾

构机主轴承的核心技术，打破了少数国外公司的技术垄断，主轴承能满足 6~7 米级盾构机的使用要求。目前，11-12 米级盾构机国产化主轴承已在研制中，今年 1 月 14 日，洛轴研制的 11 米级盾构机轴承举行下线仪式。尚需通过不断的技术创新，逐步实现大直径复合盾构机主轴承的国产化。

国内目前 6-7 米级盾构机主轴承才完成工程化应用，尚未形成核心竞争能力，在设计理论、制造与安装、寿命和可靠性等方面与国外同期同类产品相比，还存在一定的差距。在大型盾构机和 TBM 掘进机主轴承的国产化方面，国内轴承企业研究的更少，尚需进行更多的基础研究和技术创新。

#### （六）城市轨道交通轴承

21 世纪以来，具有节能、快捷和大运量特征的城市轨道交通建设愈趋受到众多城市的关注。城市轨道交通是采用专用轨道导向运行的城市公共客运交通系统，包括地铁系统、轻轨系统、有轨电车、单轨系统、自动导向轨道系统、市域快速轨道系统和磁浮系统。由于畅通、高效、可靠的交通出行不仅是出行者选择出行方式的基础，更是城市交通管理者追求的目标，所以，城市轨道交通凭借快速、便捷、安全、运量大和运输效率高等特性，成为城市公共交通的重要组成部分。在中国已经运营轨道交通的城市中，越来越多的居民选择乘坐轨道交通出行。

目前，已有 38 个城市经批准建设轨道交通（地铁、轻轨），规划总里程 6680 公里。到 2020 年，将有 50 个城市设有轨道交通，营运总里程将由 3000 公里增加到 7000 公里，新增 4000 公里，平均每年新增 800 公里。相应的需新增地铁、轻轨车辆 30000 辆，平均每年

6000 辆，需配套轴箱轴承 48000 套，销售额 1.5 亿元。加上每年大修理地铁、轻轨车辆 6000 辆，需更换轴承 48000 套，销售额 1.5 亿元。合计每年需城市轨道交通轴承 96000 套，销售额 3 亿元。

中国轴协和中国城轨协会组织协调西北轴承和北京地铁进行地铁轴承联合研发攻关。联合研发攻关历时 7 年，经过了 6 个阶段，通过六个阶段的攻关，均达到攻关目标，为替代进口的国产地铁轴承产业化打下了良好的基础。2018 年~2019 年完成中试和装车运行考核，实现小批量生产。下一步，将有 7 个组合，进行地铁车辆轴承“一条龙”研发——工程化——产业化，2019 年实现产业化。2022 年满足主机行业需求的能力达 80%。

表 4 为地铁车辆轴承“一条龙”研发——工程化——产业化的 7 个行业组合。

表 4 地铁车辆轴承“一条龙”研发——工程化——产业化的 7 个行业组合

| 组合 | 牵头单位 | 仿真分析数字化设计 | 钢材开发和制备 | 滚子开发和制备 | 保持架开发和制备 | 密封件开发和制备 | 润滑脂开发和制备 | 示范生产线样品试制 | 台架试验 | 装车      | 试验应用     |
|----|------|-----------|---------|---------|----------|----------|----------|-----------|------|---------|----------|
| 1  | 瓦轴   | 瓦轴        | 西宁特钢    | 瓦轴      | 大连普阳     | 利德东方     | 天津润滑油    | 瓦轴        | 青岛四方 | 株洲机车    | 沈阳地铁     |
| 2  | 西北轴承 | 西北轴承      | 西宁特钢    | 西北轴承    | 隆轩橡胶     | 时代橡胶     | 兰化所      | 西北轴承      | 青岛四方 | 北京地铁车辆厂 | 北京地铁     |
| 3  | 洛轴   | 洛轴        | 东北特钢    | 洛轴      | 隆轩橡胶     | 利德东方     | 天津润滑油    | 洛轴        | 铁科院  | 株洲机车    | 洛阳轨道交通   |
| 4  | 哈轴   | 哈轴        | 西宁特钢    | 哈轴      | 隆轩橡胶     | 安徽中鼎     | 天津润滑油    | 哈轴        | 铁科院  | 长春客车    | 哈尔滨地铁    |
| 5  | 天马   | 天马        | 天马      | 天马      | 隆轩橡胶     | 时代橡胶     | 天津润滑油    | 天马        | 青岛四方 | 浦镇车辆    | 杭港地铁     |
| 6  | 联合滚动 | 联合滚动      | 西宁特钢    | 联合滚动    | 隆轩橡胶     | 利德东方     | 天津润滑油    | 联合滚动      | 洛轴所  | 上海阿尔斯通  | 上海申通地铁   |
| 7  | 凯特乐  | 凯特乐       | 大冶特钢    | 上海和锦    | 锡珠       | 瓦房店冶重轴承  | 超润贸易(上海) | 凯特乐       | 青岛四方 | 大连机车车辆  | 大连现代轨道交通 |

### (七) 轿车轮毂轴承单元

根据汽车工业协会的统计,2018 年,全国汽车生产 2780.9 万辆,同比下降 4.2%;销售 2808.1 万辆,同比下降 2.8%;产销量增速连续 6 个月回落。其中:

(1) 乘用车生产 2352.9 万辆, 同比下降 5.2%; 销售 2371 万辆, 同比下降 4.1% ;

(2) 商用车生产 428 万辆, 同比增长 1.7%; 销售 437.1 万辆, 同比增长 5.1%;

(3) 客车生产完成 48.9 万辆, 同比下降 7%; 销售 48.5 万辆, 同比下降 8%;

(4) 摩托车生产完成 1557.8 万辆, 同比下降 9.2%; 销售 1557.1 万辆, 同比下降 9.1%

2019 年 1~9 月, 全国汽车生产 1814.9 万辆, 同比下降 11.4%; 销售 1837.1 辆, 同比下降 10.3%; 产销量增速连续 15 个月回落, 降幅比 1~8 月收窄。

其中:

(1) 乘用车生产 1507.5 辆, 同比下降 13.1%; 销售 1524.9 辆, 同比下降 11.7%;

(2) 商用车生产 307.4 辆, 同比下降 2.1%; 销售 312.2 万辆, 同比下降 3.4%;

(3) 客车生产完成 32.2 万辆, 同比下降 5.2%; 销售 32.6 万辆, 同比下降 2%;

(4) 摩托车 1-9 月生产完成 1251.3 万辆, 同比增长 5.7%; 销售 1245.7 万辆, 同比增长 5% 。

汽车作为机械工业第一大行业(营业收入占 38%), 对机械工业经济运行整体影响很大。小排量优惠政策退出, 经济增速放缓、投资与消费势头减弱, 汽车使用环境对汽车消费的约束趋严, 加之汽车产销量已经接近 3000 万辆, 基数很大, 汽车工业已经进入到相对平稳

的增长期。目前汽车行业呈现出汽车总产量降幅持续微量收窄，乘用车两头增长，载货车降幅也有所收窄的发展趋势。由于通用设备制造业和汽车制造业占机械行业的比重约为 60%，增速变化带动整个机械工业增加值增速放缓。

轿车的轮毂轴承过去最多的是成对使用单列圆锥滚子或球轴承。随着技术的发展，轿车已经广泛使用轿车轮毂单元。轮毂轴承单元的使用范围和使用量日益增长，目前已经发展到了第四代：

第一代是由双列角接触轴承组成。

第二代在外滚道上有一个用于将轴承固定的法兰，可简单的将轴承套到轮轴上用螺母固定。使得汽车的维修变的容易。

第三代轮毂轴承单元是采用了轴承单元和防抱刹系统 ABS 相配合。轮毂单元设计成有内法兰和外法兰，内法兰用螺栓固定在驱动轴上，外法兰将整个轴承安装在一起。

第四代轮毂轴承单元是把等速万向节与轴承做成一个整体，解决了现有技术中由于轮毂与等速万向节一体结构使得轮毂的尺寸增大造成重量增大的缺点。第四代轮毂轴承单元的研制已经取得成功，相信在不久将能大规模应用于各类汽车上。这些单元产品的特点是：不需要调整轴承组装间隙，轴承组装工艺更加合理，重量减轻体积减小，一次性装脂后几乎可永久使用，降低了整体生产的成本，更加有利于大规模普及。

目前轴承行业为了更好完成轿车轮毂轴承的配套，着力于在以下技术领域进行研究：

#### （1）轻量化

在满足整车使用强度的条件下，对法兰盘形状和内部结构进行优

化，实现轻量化高强度，产品重量减轻 10%，达到国际先进水平。

## （2）密封技术

轿车轮毂轴承单元的失效很大一部分是由密封失效引起的。改进密封结构设计，通过采用多唇多腔密封技术取代双唇密封技术，提高密封的可靠性，降低了振动和温升，攻克了轴承漏脂的难题。在多唇多腔密封技术的基础上，进而研发了全方位橡胶密封技术，彻底解决了由于套圈与密封结构之间的金属直接配合导致的水分进入轴承内部的问题。

## （3）旋铆技术

采用旋铆技术，将外法兰盘前端铆压至轴承外圈端面，使轴承外圈与法兰盘形成一个整体，解决了原采用螺母压紧，容易松动，产生轴向位移的问题，增强了轴承的刚性和安全性，从而提高了轴承的可靠性和使用寿命。

## （八）新能源汽车专用轴承

一种是轮毂驱动电机（轴承）单元，有纯电动、混合动力等多种类型，是一种正在研发的高度集成化的产品。另一种是目前广泛应用的新能源汽车驱动电机专用轴承。

每辆新能源汽车 2 台驱动电机，每台驱动电机需 2 套轴承，则每辆新能源汽车需驱动电机轴承 4 套，按每套 20~25 元计算，则每辆新能源汽车配套轴承销售额 80 元~100 元。2020 年，200 万辆，需驱动电机轴承 800 万套，销售额 1.6 亿元~2 亿元。2025 年，新能源汽车的发展规模将达到 300 万辆~700 万辆，销售额 2.4 亿元~7 亿元，这对我们轴承行业来说机遇和挑战并存，挑战大于机遇。我们要未雨绸缪，进行前瞻性的技术和市场布局，抓住这一新兴市场机会，

全力追赶，抢占先机，满足新能源汽车驱动电机的特殊使用要求。轮毂驱动电机（轴承）单元，本质上是一种结构复杂的、集成化的电机系统，轴承是重要的配套件。我们轴承企业应努力进入其产业链，与整机同步开发配套轴承，为整机配套。

新能源汽车驱动电机专用轴承有高转速、急变速、低扭矩、低温升、低噪音、耐高温、长寿命、高可靠性的性能要求，目前行业企业和科研院所在特殊设计工程塑料保持架研制、耐高低温专用润滑脂开发、非接触式密封圈（RZ）和防尘盖（Z）结构设计领域进行了大量的探索，在技术升级、质量提升上苦练内功，满足新能源汽车驱动电机的配套要求。

#### （九）风力发电机组轴承

从 2006 年起，我国风电产业“井喷式”发展。在这十多年间，我国风电产业因受政策因素和消纳能力的影响，二次大起大落。现在，已进入健康理性的发展阶段。

我国风电产业的发展趋势，从产业布局上看，从集中式开发向分散式开发发展，从“三北”（西北、华北、东北）向中部、东部、南部发展；向“二海”（海上、海外）发展。产品结构上看，单机容量逐年增大，已由 2010 年的 1000 千瓦以下增大到 2017 年的 2100 千瓦，还要继续增大；目前主流机型——陆上 2.5 兆瓦，海上 4 兆瓦，双馈型和直驱型并存，直驱型占比逐步增大。风电机组轴承主要 5 种：偏航轴承、变桨轴承、主轴轴承、增速器轴承、发电机轴承。其中，2.5 兆瓦及以下偏航、变桨主轴轴承已国产化。增速器轴承、发电机轴承、2.5 兆瓦以上偏航轴承、变桨轴承、主轴轴承主要靠进口，亟待自主化。

风电轴承的市场很广阔，效益可观，是轴承行业的增长点。按每年新增 2300 万千瓦，单机容量 2100 千瓦计算，每年新增风电机组约 11000 台。按每台份偏航度浆轴承 4 套，则共 44000 套；主轴轴承 1 套，则共 11000 套；增速器轴承 20 套，则共 220000 套；发电机轴承 2 套，则共 22000 套。按每台份轴承价格 50 万元，则每年风电机组轴承销售额 55 亿元。

轴承作为风机的关键核心部件，我们虽然在 3MW 以下产品研发上取得了一定成绩，但是 4MW 以上大功率风机轴承的关键技术还没有突破。可喜的是，就在 2020 年 6 月 16 日，“大功率风电主轴增速箱轴承关键技术研究应用及工业验证平台建设”项目的启动会在洛轴召开。这标志着轴承行业在 4MW 以上大功率风机轴承自主化迈开了坚定步伐。

我国的风电轴承是在没有经过充分研发就仓促上阵的，留下了很多隐患。进入风电领域，大批量生产供应风电偏航变浆轴承已十多年了，至今仍有一些重要的问题没有解决。目前国内风电轴承制造企业都在构建风电机组轴承载荷谱、风电轴承数字化仿真化分析和设计、表面强化处理、激光相变硬化技术、产品智能化、制造智能化等技术领域上下功夫，都在弥补技术发展的欠账。

### **三、提高重大装备的轴承配套能力的几点建议**

#### **（一）协同创新补短板 强弱项**

着力解决科研与经济脱节、技术创新链条断裂等问题，汇聚、整合、集成高校、科研院所、企业的技术创新资源，构建贯穿创新链——产业链的以企业为主体，市场为导向，产学研相结合的轴承产业创新生态体系，对高端轴承进行充分研发、工程化，为提高重大装备的轴

承配套能力创造充分必要条件。

协同创新，应在政府的引导下，在行业协会的助推下，建立中国轴承工业协会学术委员会，形成紧密的、完整的创新链，积累储备一批具有自主知识产权的核心技术，攻克一批行业关键共性技术，转移和扩散一批行业适用先进技术，为轴承行业实现高端突破，创造新增供给，发挥关键性作用。继续推进实施国家部委政策支持项目、培育重大技术装备配套轴承研发生态体系、建设世界级先进轴承产业集群，全面提升配套产品的产量、质量和制造工艺水平，与国际接轨，带动技术创新能力的快速发展，从而为做强中国轴承工业打下坚实的基础。

针对我国国产轴承钢存在着“四低”——标准水平低、冶炼和轧制技术和装备水平低、质量控制水平低、专用钢材研发水平低，国产轴承钢难以满足高端轴承高精度、高性能、长寿命、高可靠性的要求，成为制约我国轴承产业高质量发展的瓶颈问题。全行业协会全面贯彻高碳铬轴承钢新标准、组织稀土轴承钢等新型轴承钢产业化应用、攻关强化轴承钢质量第二方（用户）监督、加大轴承钢研发力度，是今后提升轴承钢技术质量水平，补短板强弱项的重中之重的的工作。

轴承工艺装备自主研发力度小，创新能力不够，国产轴承工艺装备难以达到高端轴承高精度、高性能、长寿命、高可靠性的要求。产生滚子技术质量水平这一短板和弱项的原因也要归结到轴承滚子工艺装备水平的落后。按照为我国轴承产业转型升级、高质量发展提供强有力的技术支撑这一总的要求，围绕生产过程数字化、自动生产线联线、在线自动检测修正、工作表面凸度和修型、高速化加工、复合加工、多工位加工、控性加工、工序替代、节能降耗减排等技术领域，用先进技术改造传统装备，大力发展轴承专用装备设计制造技术，补

短板强弱项提升我国轴承工艺装备水平。

## **（二）军民融合 跨界融合 融通发展**

军民融合是一种理念，也是一种国家战略。党中央已对深入实施国家创新驱动、军民融合作出战略决策。习近平总书记在十九大报告中指出：要“坚持富国和强军相统一，深化国防科技工业改革，形成军民融合深度发展格局”。军民融合就是要立足经济社会发展和科技进步的深厚土壤，开展军民协同创新，推动军民科技基础要素融合，加快建立军民融合创新体系，实现军品民用、民品军用。实现军转民、民参军、军民资源共享，形成全要素、多领域、高效益的深度发展的格局。这项工作是我们轴承企业提升自身创新能力的极好机会。军品生产有极其规范的控制程序、严密的质量体系和严格的具体要求，任务的时间节点、产品的可靠性都是不可逾越的红线，这对企业是一个挑战，但也正是通过这样的机会，可以提升我们企业的整体实力，增强我们企业的核心竞争力。

作为制造与服务融合发展的产业业态，服务性制造将成为重构我国轴承产业价值链的重要途径。我们要大力引导企业根据自身的条件和需求，要努力推行专业化分工，实现高度相关的企业纵向一体化，形成产业链。要着力横向整合，推动企业间的兼并重组，资源向优势企业集中。逐步消除同质化的重复建设和重复生产。调整优化产品结构。突破高端、做好中端、提升低端。引导中小企业走“专精特新”发展道路，争当细分市场的“单项冠军”。推行绿色制造升级，建设完备的生产性服务业平台。

## **（三）智能制造 绿色制造 服务制造**

智能制造是一个不断向深度与广度发展的过程，是基于新一代数

字与网络信息技术，贯穿于用户、设计、工艺、生产、检测、管理、服务，及上下游企业等制造活动各个环节，具有信息深度自感知，智慧化自决策、精确控制自执行等功能的可控并可远程控制的具有反馈功能的先进制造过程、系统与模式的总称。

按《中国制造 2025》的总体部署，同时结合我国轴承行业的实际情况，我国轴承行业推进智能制造的技术路线是：首先是推广数字化，进而推进网络化，最终实现智能化。

我国轴承行业有一万多家企业，其中规模以上企业 1500 多家，企业的发展水平千差万别，不同类型的企业的发展诉求和路径存在巨大差别，必须分类施策。

对于技术和管理基础比较好，应在建设智能工厂/数字化车间上有所作为，在全行业发挥示范作用。

对于量大面广的一般企业，应加大力度提高自动化水平，推进数字化建设。

我们要按党的十八大、十九大关于加强生态文明建设的要求，大力推进绿色制造升级，发展绿色制造新业态。绿色制造具体落实到九个字：节能、降耗、减排、再制造。对绿色制造新业态，可从可持续发展、生态文明建设的高度去认识、规范和施策。制订轴承行业绿色制造相关社会团体标准，建立轴承行业绿色制造标准体系。根据企业的需要和条件，实施能效提升、清洁生产、综合利用等绿色改造项目，并争取国家部委和地方政府的政策支持。加快构建以绿色产品、绿色工厂、绿色园区及绿色供应链为主要内容的绿色制造体系。组织技术攻关，解决超精液集中处理循环使用、以水剂清洗取代油剂清洗、砂轮末等固废资源化等问题。

服务型制造是制造与服务融合共生发展的新型产业形态。实现以加工组装为主向“制造+服务”转型，从单纯出售产品向出售“产品+服务”转变。我国轴承行业供给侧结构性改革需要消除无效供给，创造新增供给，增加短缺供给，提升传统供给。轴承行业有多方面的供给短缺，而其中最重要的短缺是服务型制造。

服务型制造是全新的理念，全新的业态，以个性化、协同化、网络化、客户至上、价值为先、业态创新为特征。服务型制造对我们轴承行业来说是全新的业态。进入新时代的我国轴承企业，在发展创新设计、定制化服务、供应链管理、网络化协同制造服务、服务外包、产品全生命周期管理、系统解决方案、再制造等服务型制造新业态方面，迈开步伐，有所作为。

当前我国正处在“十三五”规划收官、谋划“十四五”发展蓝图的关键时期。在新的形势下，中国将致力于构建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；我国轴承行业推进智能制造、绿色制造、服务型制造，无论是在观念上还是在作为上，都与《中国制造2025》的要求有较大差距，我们任重且道远。