

《滑动轴承 液体静压轴承材料技术要求》 编制说明（征求意见稿）

一、工作简况

1、 任务来源

本项目是根据中国机械工业联合会“关于印发 2024 年第四批中国机械工业联合会团体标准制修订计划的通知”（机械标〔2024〕341 号）进行制定，计划编号 20240403，项目名称“滑动轴承 液体静压轴承材料技术要求”，本标准由中国机械工业联合会提出并归口。主要起草单位：生产力促进中心有限公司、湖南崇德科技股份有限公司、湖南大学、洛阳轴承研究所有限公司等，计划应完成时间 2025 年 12 月。

本项目所属国家重点研发计划《高速精密滑动轴承产业国家质量基础设施关键技术体系研究与应用示范》项目的子课题 1“高速精密滑动轴承复合材料性能评价技术和标准研究”课题（课题编号 2021YFF0603001），重点围绕高速精密液体静压轴承技术要求展开。

2、 主要工作过程

预研阶段：2023.4～2024.7

液体静压轴承靠外部压力油构建静压承载油膜达成液体润滑，具有无磨损、寿命长、精度高、承载强、运行稳等特性，在超精密机床中广受关注。中机生产力促进中心联合湖南崇德科技股份有限公司、湖南大学、洛阳轴承研究所有限公司等单位开展了液体静压轴承材料技术调研工作，目的为提供常用材料类型及指标，助力企业选材、促制造商创新，推进行业高质量发展。工作组搜集了国内外相关标准，文献资料等，于 2024 年 7 月完成了标准草案及相关申报立项资料，并提交中国机械工业联合会。

起草阶段：2024.11～2024.12

鉴于工作组前期充分的预研工作，标准草案从液体静压轴承单层轴承材料和多层轴承材料的化学成分、机械性能、常用材料类型和选型指南等方面做了较多规范，计划下达后，工作组完善了标准草案后，于 2024 年 12 月提交征求意见资料。

征求意见阶段：

审查阶段：

报批阶段：

3 、主要参加单位和工作组成员及其所做的工作等

本文件由中机生产力促进中心、湖南崇德科技股份有限公司、湖南大学、洛阳轴承研究所有限公司共同负责起草。

本标准主要起草人：黄刚、刘瑞璨、鲁学良、谢少锋、李文俊、高奋武等。

二、标准编制原则和主要内容

1、 标准编制的原则

本文件在修订工作中遵循“面向市场、服务产业、自主制定、适时推出、及时修订、不断完善”的原则，标准制定与技术创新、试验验证、产业推进、应用推广相结合，统筹推进。

本文件在结构编写和内容编排等方面依据 GB/T 1.1-2020《标准化工作导则第1部分：标准化文件的结构和起草规则》。在制定本标准时，坚持适用性和有效性为准则，综合考虑生产企业的能力和用户的利益，寻求最大的经济、社会效益，充分体现了标准在技术上的先进性和合理性，提高标准贯彻实施的实用性和可操作。

2、标准主要内容

本文件涵盖范围、规范性引用文件、术语和定义、技术要求、试验方法、检验规则、标志、包装、运输与贮存等核心章节。

范围界定：明确规定本标准精准适用于液体静压轴承各类材料性能指标规范及对应检测场景，为材料研发、生产、应用与质量管控提供清晰边界与精准依据。

技术要求：依据轴承工况复杂性与服役性，系统分类并细化材料性能要求。从化学成分（合金元素配比及杂质限量）、物理性能（硬度、密度、热膨胀系数等）、机械性能（抗拉、屈服、疲劳强度等规范）及特殊环境适应性（耐蚀、耐磨、耐高温 / 低温性能明确要求）全方位构建技术指标体系，为材料质量全生命周期管理筑牢坚实基础。

3、 解决的主要问题

液体静压轴承主要依靠外部供给压力油，在轴承内建立静压承载油膜以实现液体润滑。轴承运行过程中，始终在液体润滑下工作，所以几乎无损，使用寿命

长，主要用于运动精度极高(如回转精度 1 微米甚至是 0.1 微米的超精密加工机床旋转主轴和平面转台)，承载能力超大(如数十吨的轧液体静压轴承、数百吨的大型起重机液体静压轴承、数万吨的锻压机械液体静压轴承)，运行可靠性要求极高的各种场合，在高端数控机床、航空航天发动机、精密医疗器械等尖端装备领域发挥关键支撑作用。

作为核心关键零部件，除设计和加工精度要求较高外，液体静压轴承材料作为轴承钢背和旋转主轴、静压润滑油之间的重要过渡层，在重大装备启停和运行阶段起着保护大型转轴表面不被磨损损坏的重要作用，是大型成套装备安全稳定运行的保险丝。如轴承合金材料选用不当，造成的损失非常巨大，同时，由于缺乏统一的技术要求，主机用户单位需要花费较大精力和静压轴承制造企业就材料选用达成一致，无形中增加了时间成本。目前我国现行标准中，仅有机床行业对静压主轴配套用液体静压轴承提出了材料技术要求，尚无统一规范的液体静压轴承材料技术要求标准。

本标准规定了液体静压轴承的材料的化学成分和机械性能等技术要求，并根据其不同性能和特给出其选用指南，为丰机用户和静压轴承制造企业选用适当的静压轴承材料，确保轴承成品的点，质量一致性和安全可靠提供技术依据。推动我国高速精密静压滑动轴承产业的技术进步。标准的制定发布将填补液体静压轴承材料技术要求标准的空白。

三、是否有对应的国家标准或行业标准

没有对应的国家标准或行业标准。

四、主要试验（或验证）情况

化学成分指标

对于单层轴承材料中的铜合金，其主要合金元素的配比依据长期的工程实践经验以及对材料性能的深入研究确定。例如，锡青铜中锡（Sn）含量设定在特定范围，旨在保证合金具备良好的耐磨性与机械强度。通过精确控制锡的含量，能够优化合金的组织结构，使其在承受载荷时展现出优异的抗变形能力，同时在相对运动表面形成稳定的耐磨层，有效延长轴承的使用寿命。杂质元素的限量则是基于对材料纯净度的严格要求，以避免杂质对材料性能产生不利影响，如降低材

料的强度、韧性或引发腐蚀等问题。

多层轴承材料的衬层中，锡基合金化学成分确定参考了 GB/T 39644 滑动轴承 旋转机械用锡基合金轴承技术条件。以 SnSb8Cu4 为例，锑（Sb）元素的含量范围经过大量实验验证，能够与锡（Sn）和铜（Cu）协同作用，提升合金的硬度和承载能力，使其在中低速、重载工况下表现出色。严格控制铅（Pb）、砷（As）等杂质元素的含量，是为了防止这些元素在高温或特定环境下析出，从而影响材料的性能稳定性和抗腐蚀性。

机械性能指标

抗拉强度和屈服强度是衡量材料抵抗外力破坏能力的关键指标。在设计液体静压轴承时，需要确保材料在承受最大工作载荷时仍能保持结构完整性，不发生塑性变形或断裂。这些强度指标的数值是依据大量材料力学性能测试数据以及对轴承实际受力情况的精确分析确定的。以锡青铜为例，其抗拉强度和屈服强度的设定能够满足中高载荷工况下的使用要求，保证轴承在承受较大径向和轴向力时的可靠性。

热膨胀系数的确定对于保证轴承在温度变化环境下的正常工作至关重要。在航空航天等领域，设备可能面临极端的温度变化，轴承材料的热膨胀系数必须与相邻部件相匹配，避免因热胀冷缩导致的配合间隙变化，从而影响轴承的旋转精度和稳定性。相关数据来源于对材料在不同温度区间的热膨胀性能测试以及实际应用中的温度监测反馈，确保在各种工作温度下，轴承都能维持稳定的性能。

五、标准中涉及专利的情况

本标准不涉及专利问题。

六、预期达到的社会效益、对产业发展的作用等情况

对高端装备制造业的推动作用

液体静压轴承作为高端装备的核心零部件，其性能提升直接关系到装备整体性能与可靠性。本标准实施将为高端数控机床、航空航天发动机、精密医疗器械等领域提供高品质轴承材料保障。在高端数控机床领域，应用符合本标准材料可显著提升加工精度与表面质量，满足航空航天等精密零部件加工严苛要求，推动我国高端制造业向更高精度、更高效率方向迈进；在航空航天发动机领域，确保

轴承在极端工况下稳定可靠运行，提升发动机整体性能与安全性。

提升产业竞争力与创新能力

本标准统一规范液体静压轴承材料技术要求，打破行业技术壁垒，促进企业间公平竞争与技术交流合作。企业依据标准优化生产工艺、加强质量管控，提升产品质量稳定性与一致性，增强市场竞争力。同时，标准明确技术指标与发展方向，激发企业加大研发投入，开展产学研合作，推动材料创新与技术升级。如鼓励企业研发高性能新型合金材料、优化材料微观结构与性能关系、探索先进制造工艺降低成本提升性能等，为产业可持续发展注入强大动力。

七、采用国际标准和国外先进标准情况

本标准没有采用国际标准。

本标准技术水平为国内先进水平。

八、与现行相关法律、法规、规章及相关标准，特别是强制性标准的协调性

本标准属于“滑动轴承”标准体系“材料、润滑剂及其性能、特性、试验方法和试验条件”小类。

本标准项目为首次制定，与现有标准、制定中标准没有矛盾，符合国家有关的现行法律、法规和强制性国家标准，本标准的制定是滑动轴承领域的进一步扩展和延伸，有助于更好地贯彻国家重点支持的高新技术领域的相关法规和政策。

九、重大分歧意见的处理经过和依据

无重大分歧意见，无废止相关现行标准的建议。

十、其他应予说明的事项

无其他应予说明的事项。