

《电机用四极同极性混合磁轴承技术要求》

团体标准编制说明

（征求意见稿）

标准起草组

2023 年 **4** 月

《电机用四极同极性混合磁轴承技术要求》 团体标准（征求意见稿） 编制说明

一、工作简况

1、任务来源

伴随着现代工业的飞速发展，在高速机床、离心机、压缩机、动量飞轮、飞轮储能、起动/发电系统等领域，高速和超高速电机得到日益广泛的应用。但电机转速的提升，必然会导致电机转轴与轴承的摩擦加剧，电机转子发热严重，降低了电机的工作效率，机械轴承使用寿命大幅度缩短，使系统的可靠性降低。因此，特提出本标准利用四极同极性混合磁轴承实现传统电机转子的悬浮支撑，解决传统机械轴承带来的问题。

2、标准制定的背景

在工业制造领域内，轴承在各种需要高速转动的设备中承担着支撑作用，对机器安全稳定运行起着至关重要的作用。传统的机械轴承大多分为滚珠轴承和滑动轴承，当被支撑带动机械轴承进行高速转动时，会因为转轴与轴承存在着较大摩擦而产生大量热量和噪音，急剧缩短了轴承的使用寿命，直接影响转动设备的工作性能。

标准编制组查阅国内外相关标准和文献资料，设计初步技术路线，在借鉴国内外各参考资料的基础上，对有关内容进行整理修改，参照其他文献并结合电机用轴承的特点，组织专家论证。

标准的实施，可引导电机用轴承的技术升级，会弥补传统机械轴承在高速运转中的缺陷，为电机转子支撑提供了新的解决方案，拓宽了磁悬浮驱动技术的应用领域。

3、标准适用范围

本文件规定了电机用四极同极性混合磁轴承的产品型式、基本参数、技术要求、试验方法、标志、包装、运输与储存要求等。

本文件适用于直流电机、异步电机和同步电机用极同极性混合磁轴承，可用于机械加工、涡轮机械、航空航天、真空技术、转子动力学特性辨识与测试等领

域。

4、标准的意义

为了减小电机用轴承的机械磨损、降低能耗、延长使用寿命、无润滑、无污染等，从根本上改变了传统的轴承支撑形式，能够适用于高速、真空和超洁净等特殊的应用场合。

二、标准编制原则

1、规范性原则

本文件的编写严格按照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》的要求和规定，确定标准的组成要素。

2、协调一致原则

本文件的编制充分考虑与我国现行法律法规和环境试验标准等相符合性，充分考虑可操作性，便于标准的实施。

三、主要内容

1 型式和基本参数

1.1 产品型号命名

四极同极性混合磁轴承命名参见附录A，特殊情况下可由产品专用技术条件规定。

1.2 基本参数

四极同极性混合磁轴承的基本参数应符合附录B，特殊情况下可由产品专用技术条件规定。

1.3 结构要求

四极同极性混合磁轴承基本结构参见附录C。

1.4 设计要求

四极同极性混合磁轴承设计参数计算见附录D。

1.5 安装形式

四极同极性混合磁轴承安装时套在电机转轴上。

1.6 使用环境条件

在以下规定的环境条件下，电机应能正常工作：

- a) 环境温度：-25℃~40℃；
- b) 相对湿度：45%~95%；
- c) 气压：86kPa~106kPa。

2 技术要求

2.1 一般要求

四极同极性混合磁轴承应按经规定程序批准的产品图样和技术文件制造，并符合本标准的规定。

2.2 外观

2.2.1 四极同极性混合磁轴承的外观应无明显的损伤、锈蚀和铭牌的标记应正确无误。

2.2.2 标记应不可消除。四极同极性混合磁轴承上的所用标志应采用打印、雕刻、压制或其他等效刻印方法，保证清晰、明了、耐用，在四极同极性混合磁轴承整个使用期限内不应磨灭。

2.3 外形及尺寸

四极同极性混合磁轴承外形及尺寸应符合产品专用技术条件。外形及尺寸参照附录B和C。

2.4 定子外径

四极同极性混合磁轴承的定子外径应符合附录B或产品专用技术条件的规定。

2.5 定子内径

四极同极性混合磁轴承的定子内径应符合附录B或产品专用技术条件的规定。

2.6 轴向厚度

四极同极性混合磁轴承的轴向厚度应符合附录B或产品专用技术条件的规定。

2.7 气隙长度

四极同极性混合磁轴承的气隙长度应符合附录B或产品专用技术条件的规定。

2.8 气隙饱和磁密

四极同极性混合磁轴承的气隙饱和磁密应符合附录B或产品专用技术条件的规定。

2.9 悬浮力

四极同极性混合磁轴承的悬浮力应符合附录B或产品专用技术条件的规定。

2.10 绕组安匝数

四极同极性混合磁轴承的绕组安匝数应符合附录B或产品专用技术条件的规定。

2.11 导线线径

四极同极性混合磁轴承的导线线径应符合附录B或产品专用技术条件的规定。

2.12 环境适用能力

2.12.1 低温贮存

四极同极性混合磁轴承应能在 $(-20\pm 3)^{\circ}\text{C}$ 的温度条件下贮存，放置时间48h，试验后随箱恢复至常温，取出在常温常湿中放置30min后检查外观、定子外径、定子内径、轴向厚度、气隙长度、气隙饱和磁密、悬浮力、绕组安匝数和导线线径，测试结果应满足5.2、5.3、5.4、5.5、5.6、5.7及5.8的规定。

2.12.2 高温贮存

四极同极性混合磁轴承应能在温度 $(80\pm 2)^{\circ}\text{C}$ 、相对湿度50%以下的环境内贮存，放置时间48h，取出在常温常湿中放置30min后检查外观、定子外径、定子内径、轴向厚度、气隙长度、气隙饱和磁密、悬浮力、绕组安匝数和导线线径，测试结果应满足5.2、5.3、5.4、5.5、5.6、5.7及5.8的规定。

2.12.3 温度变化

四极同极性混合磁轴承应能承受相关产品专用技术条件规定的温度变化试验，试验后，在常温常湿放置30min后检查外观、定子外径、定子内径、轴向厚度、气隙长度、气隙饱和磁密、悬浮力、绕组安匝数和导线线径，测试结果应满足5.2、5.3、5.4、5.5、5.6、5.7及5.8的规定。

2.12.4 恒定湿热

四极同极性混合磁轴承应能在温度 $(40\pm 2)^{\circ}\text{C}$ 、相对湿度90%~95%的环境中放置，放置时间48h，取出在常温常湿中放置30min后检查外观、定子外径、定子内径、轴向厚度、气隙长度、气隙饱和磁密、悬浮力、绕组安匝数和导线线径，测试结果应满足5.2、5.3、5.4、5.5、5.6、5.7及5.8的规定。

2.12.5 振动

四极同极性混合磁轴承应能承受相关产品专用技术条件规定的振动试验，试验后，外观应无明显变化，检查定子外径、定子内径、轴向厚度、气隙长度、气隙饱和磁密、悬浮力、绕组安匝数和导线线径，测试结果应满足5.3、5.4、5.5、5.6、5.7及5.8的规定。

2.12.6 冲击

四极同极性混合磁轴承应能承受相关产品专用技术条件规定的冲击试验，试验后，外观应无明显变化，检查定子外径、定子内径、轴向厚度、气隙长度、气隙饱和磁密、悬浮力、绕组安匝数和导线线径，测试结果应满足5.3、5.4、5.5、5.6、5.7及5.8的规定。

3 试验方法

3.1 试验条件

3.1.1 试验的标准大气条件

除另有规定外，所有试验均应在下列试验的标准大气条件下进行：

- a) 温度：15°C ~35°C；
- b) 相对湿度：45%~75%；
- c) 气压：86kPa~106kPa。

3.1.2 仲裁试验的标准大气条件

如果需要严格控制试验大气条件，以获得重现结果时,规定在下列仲裁试验标准大气条件下进行：

- a) 温度：(20±1)°C；
- b) 相对湿度：48%~52%；
- c) 气压：86kPa~106kPa。

3.2 试验四极同极性混合磁轴承的安装

如无特殊规定，试验时四极同极性混合磁轴承应轴向水平套在电机转轴上。

3.3 外观、外形及尺寸

用目测法、保证测量精度的量具检查四极同极性混合磁轴承外观、外形及尺寸。

3.4 定子外径

用游标卡尺测量四极同极性混合磁轴承定子外直径，外直径的一半即为定子外径。

3.5 定子内径

用游标卡尺测量四极同极性混合磁轴承定子内直径，内直径的一半即为定子内径。

3.6 轴向厚度

用游标卡尺测量四极同极性混合磁轴承的轴向厚度。

3.7 气隙长度

用游标卡尺分别测量四极同极性混合磁轴承两个相对磁极之间的距离和转子外直径，磁极间距离和转子外直径的差值的一半即为气隙长度。

3.8 气隙饱和磁密

用高斯计测量四极同极性混合磁轴承的气隙饱和磁密。

3.9 悬浮力

用拉压力称重传感器配合显示仪表测量四极同极性混合磁轴承的悬浮力。

3.10 绕组安匝数

四极同极性混合磁轴承的绕组匝数与通电电流的乘积即为绕组安匝数。

3.11 导线线径

用游标卡尺测量四极同极性混合磁轴承的导线线径。

3.12 低温贮存

按GB/T2423.1的规定进行试验。

3.13 高温贮存

按GB/T2423.2的规定进行试验。

3.14 温度变化

除另有规定外，四极同极性混合磁轴承在 $(-10\pm 3)^{\circ}\text{C}$ 温度下，放置2h，取出后在常温常湿中放置30min，再在 $(60\pm 2)^{\circ}\text{C}$ 中放置2h，取出后在常温常湿中放置30min作为一个循环，共5个循环。

3.15 恒定湿热

按GB/T2423.3-2016中4.4的规定进行试验。

3.16 振动

除另有规定外，四极同极性混合磁轴承按GB/T2423.10-2019第8章的规定进行试验，振动频率16.7Hz，双振幅2mm，X、Y、Z三个互相垂直轴线方向各振动20min。

3.17 冲击

除另有规定外，四极同极性混合磁轴承按GB/T2423.5-2019第8章的规定进行试验，冲击加速度588m/s²，X、Y、Y三个方向各冲击一次。

4 标志、包装、运输和储存

4.1 标志

每台四极同极性混合磁轴承应有铭牌标志，铭牌标志的字迹图形应清楚无误，并在使用期内不脱落，内容清晰可辨，铭牌位于四极同极性混合磁轴承的明显部位。

铭牌内容至少应包括：制造厂名或商标、四极同极性混合磁轴承型号、额定电压和生产日期。

4.2 包装

包装箱内四极同极性混合磁轴承应排列有序，相互间无摩擦现象，并附有产品测试报告。单元包装的四极同极性混合磁轴承应有产品合格证，包装应牢固可靠，保证在正常的储运条件下自发货日起一年时间内不因包装不善而造成四极同极性混合磁轴承受潮与损坏。

包装箱标识的文字和标志应清楚整齐，至少应包括以下内容：

- a) 制造厂名称；
- b) 四极同极性混合磁轴承型号及名称；
- c) 包装箱外形尺寸；
- d) 在箱外适当位置上标明“易碎物品”、“向上”、“防潮”等字样，其图形应符合GB/T191的规定。

出口四极同极性混合磁轴承的标志和包装由供需双方合同约定。

4.3 运输

四极同极性混合磁轴承的运输工具不受限制，但在运输过程中应小心轻放，避免碰撞和敲击，严禁与酸碱等腐蚀物质放在一起。

4.4 储存

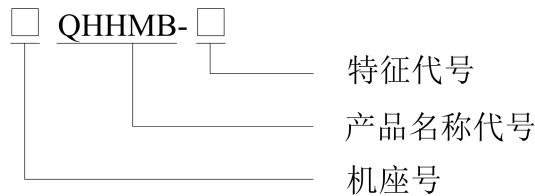
四极同极性混合磁轴承的储存温度为-5°C~35°C，相对湿度不大于75%，应放置在不凝露、清洁、通风良好的库房内，空气中无腐蚀性气体。

附录A 产品型号命名

(规范性)

A.1 型号命名

四极同极性混合磁轴承的产品型号由机座号、产品名称代号和特征代号组成。型号组成如下：



A.2 机座号

机座号用四极同极性混合磁轴承定子外径的毫米数以阿拉伯数字表示。

示例1：48QHHMB-250，表示定子外径为48mm，悬浮力250N的四极同极性混合磁轴承。

示例2：118QHHMB-500，表示定子外径为118mm，悬浮力500N的四极同极性混合磁轴承。

A.3 产品名称代号

产品名称代号用四极同极性混合磁轴承五个英文单词开头的三个字母表示。

QHHMB（Q-四极；H-同极性；MB-磁轴承；H-混合）表示四极同极性混合磁轴承。

A.4 特征代号

特征代号用四极同极性混合磁轴承悬浮力的牛顿数以阿拉伯数字表示。

附录B 基本参数

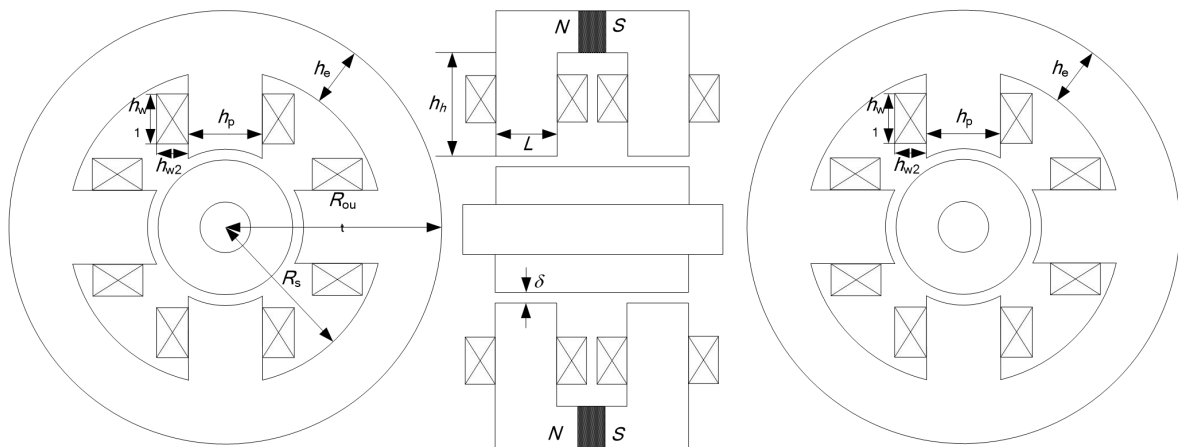
(规范性)

表B.1 基本参数

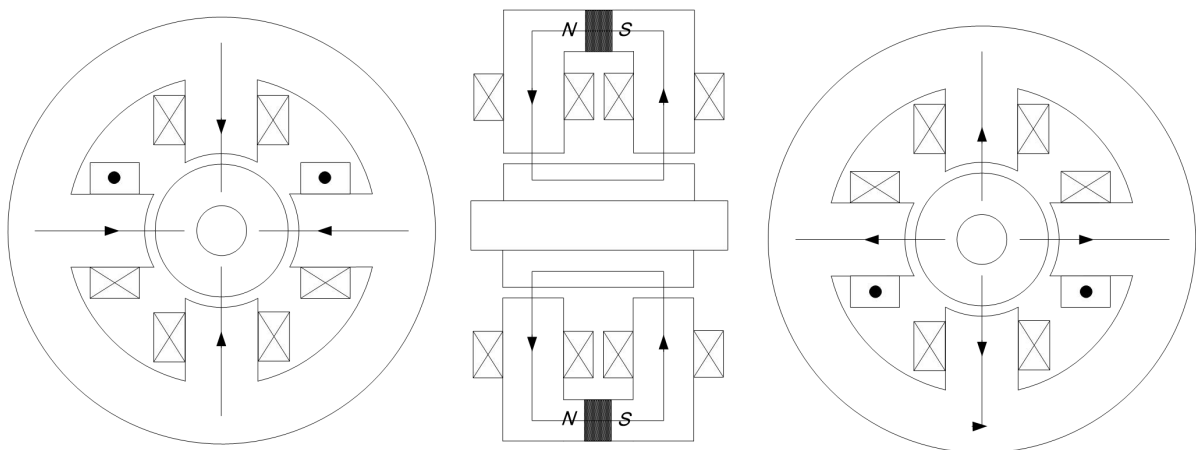
型号	定子外径 $R_{out} (\times 10^{-3} \text{m})$	定子内径 $R_s (\times 10^{-3} \text{m})$	轴向厚度 $L (\times 10^{-3} \text{m})$	气隙长度 $\delta (\times 10^{-3} \text{m})$	气隙饱和磁密 (T)	悬浮力 F (N)	绕组安匝数 (AT)	导线线径 D ($\times 10^{-3} \text{m}$)
48QHHMB-250	48	28	20	0.6	1.2	250	150	1
118QHHMB-500	118	56	20	0.6	1.2	500	150	1
166QHHMB-750	166	94	20	0.6	1.2	750	150	1
213QHHMB-1000	213	111	20	0.6	1.2	1000	150	1
260QHHMB-1250	260	139	20	0.6	1.2	1250	150	1

307QHMB-1500	307	167	20	0.6	1.2	1500	150	1
355QHMB-1750	355	195	20	0.6	1.2	1750	150	1
402QHMB-2000	402	223	20	0.6	1.2	2000	150	1

附录C 基本结构
(规范性)



图C.1 四极同极性混合磁轴承结构图



图C.2 偏置磁通图

四、主要工作过程

1、开展调研

2022年10-11月，淮阴工学院、江苏嘉瑞丰机电设备有限公司和安徽建筑大学就申请《电机用四极同极性混合磁轴承技术要求》团体标准达成共识，收集现有相关行业资料、行业考察、调研。

2、成立标准起草组

本标准的主要起草单位：淮阴工学院、江苏嘉瑞丰机电设备有限公司、安徽建筑大学。

3、领域及行业专家研讨，形成标准草案文本

标准起草组先后经过多次讨论和专家咨询，进一步确定标准的主体内容，形成标准技术草案。

4、通过标准立项评审

2023年2月，按照中关村现代能源环境服务产业联盟团体标准立项要求，完成标准立项。

5、持续研究，形成征求意见稿

标准起草组及专家对草案进行反复修改和完善，并于2023年4月形成标准征求意见稿，拟向全国广泛征求意见。

五、知识产权状况说明

本标准制定过程中未接到任何涉及相关专利或知识产权争议的信息、文件。

六、预期的社会效果、对产业发展的作用

标准的实施对进一步提升电机转速，降低轴承磨损、振动、噪声，减小污染，延长电机使用寿命，实现促进制造业创新发展具有重要的意义。

七、采用国际标准和国外先进标准的程度，以及与国际、国外同类标准水平的对比情况

本标准为首次编制，国际和国内尚无同类标准。

八、与现行相关法律、法规、规章及相关标准的协调性

本标准与现行相关法律、法规、规章及相关标准无冲突。

九、重大分歧意见的处理经过和依据

本标准遵循了各方参与原则，广泛征求和吸收了相关领域专家的意见，无重大分歧。

十、标准性质建议与说明

本标准为您推荐性团体标准。

十一、贯彻标准的要求和措施建议

以标准起草小组为主，成立标准宣贯小组。组织编写标准宣贯材料，组织行业从业企业交流与培训，争取标准颁布实施后在行业内形成广泛影响，通过标准宣贯与落地工作推动更多行业从业企业、技术厂商与用户采用本标准。

通过标准的应用实施，积累经验，汲取不足，在标准实施一段时期后积极谋求本团体标准向国家标准、行业标准、地方标准等转化。

十二、其它应予说明的事项

无。