

引用格式: 郑智剑, 翟震宇, 贺梁. GB/T 34887—2017《液压传动 马达噪声测定规范》的修订建议[J]. 标准科学, 2025(4):100–105.
ZHENG Zhi-jian, ZHAI Zhen-yu, HE Liang. Revision Suggestions for GB/T 34887 – 2017 Hydraulic fluid power – Test code for the determination of noise level of hydraulic motors [J]. Standard Science, 2025 (4):100–105.

GB/T 34887—2017《液压传动 马达噪声测定规范》的修订建议

郑智剑^{1*} 翟震宇² 贺梁³

[1. 宁波市产品质量检验研究院 (宁波市纤维检验所); 2. 宁波市标准化研究院;
3. 国家智能制造装备产品质量监督检验中心 (浙江)]

摘要:【目的】对现行国家标准GB/T 34887—2017《液压传动 马达噪声测定规范》提出修订建议。【方法】修订方法如下: 补充与更新术语和定义; 引入平行六面体测量面的试验环境; 新增半球测量面上的附加噪声测量点; 修正A计权平均声压级和声功率级的计算公式; 更新测量仪器允许的系统误差表; 重新给出背景噪声的修正值。【结果】上述修订可解决现行标准中术语定义欠完善、数据采集方法不明确等问题, 扩大了标准的适用范围, 提高了测量的准确度, 提升了测试结果的可靠性和一致性。【结论】标准的修订可更好地指导低噪声液压马达的设计、制造和应用, 推动行业的绿色、可持续发展。

关键词: 液压马达; 噪声测定; 半球测量面; 平行六面体测量面; 声压级; 声功率级

DOI编码: 10.3969/j.issn.1674-5698.2025.04.012

Revision Suggestions for GB/T 34887-2017 *Hydraulic fluid power – Test code for the determination of noise level of hydraulic motors*

ZHENG Zhi-jian^{1*} ZHAI Zhen-yu² HE Liang³

(1. Ningbo Academy of Product and Food Quality Inspection, Ningbo Fiber Inspection Institute;
2. Ningbo Institute of Standardization Research; 3. National Intelligent Manufacturing Equipment Product Quality Supervision and Inspection Center, Zhejiang)

Abstract: [Objective] This study proposes revisions to the national standard GB/T 34887-2017, *Hydraulic fluid power – Test code for the determination of noise level of hydraulic motors*. [Methods] The proposed revisions include: updating terminology and definitions; introducing a cuboid measurement surface test environment; adding supplementary noise measurement points on a hemispherical measurement surface; correcting formulas for A-weighted average sound pressure level and sound power level; updating the permissible system error specifications for measuring instruments; and re-evaluating background noise correction values. [Results] The results show that these revisions address problems such as deficiencies in terminology definitions and ambiguities in data collection methods in the current standard. They broaden the standard's scope of application, enhance measurement accuracy, and improve the reliability and consistency of

基金项目: 本文受宁波市青年科技创新领军人才项目“大功率液压马达机械健康状态智能化识别及可靠性评价”(项目编号: 2023QL025)和浙江省市场监管局重点科研项目“高功率大扭矩径向柱塞马达关键技术研发及产业化”(项目编号: ZD2025017)资助。

作者简介: 郑智剑, 通信作者, 博士, 高级工程师, 研究方向为液压元件产品质量检验检测和标准化。

翟震宇, 硕士, 高级工程师, 研究方向为产品质量检验检测和标准化。

贺梁, 本科, 助理工程师, 研究方向为液压元件产品的检验检测技术。

test results. [Conclusion] The revision of the standard will provide clearer guidance for the design, manufacturing, and application of low-noise hydraulic motors, contributing to the industry's green and sustainable development.

Keywords: hydraulic motors, noise measurement, cuboid measurement surface, hemispherical measurement surface, sound pressure level, sound power level

0 引言

液压马达作为液压系统的重要执行元件,不仅在工程机械、注塑机械、海洋工程等传统领域有广泛应用,也逐渐渗透到航空航天、智能制造、新能源装备等特殊领域。随着国家对于现代制造业绿色低碳、环境友好性的要求不断提高,对于由液压泵、液压马达、电液执行机构等高端装备基础件产生的工业噪声污染问题也日益被关注。近年来,随着液压系统向高压、大流量、重载的方向发展,对液压马达在变频、高压、高转速工况下的噪声控制提出了更高的要求^[1]。因此,制定并不断完善液压马达的噪声测定规范,对于指导低噪声液压马达的设计、制造和应用具有重要作用。

我国现行有效的液压马达噪声测定规范的国家标准为GB/T 34887—2017《液压传动 马达噪声测定规范》^[2]。该标准修改采用国际标准ISO 4412-2:1991《液压传动 测定空气噪声传播噪声等级的试验规范 第2部分: 马达》^[3]。GB/T 34887—2017于2017年11月发布,2018年5月实施。该标准实施后,被马达制造商、检测机构、高校和科研机构广泛认可和采用,成为用于评价马达噪声声压级和声功率的最重要标准。

国家标准GB/T 34887—2017历经了多年的实施和应用,马达制造商、检测机构和用户积累了大量噪声测量经验,发现了标准中存在数据采集方法不明确、测试方法选择局限性大、测试结果的可靠性和一致性较大等不足之处,亟须通过修订标准来解决和优化上述问题。在全国液压气动标准化技术委员会(SAC/TC 3)的指导下,对GB/T 34887—2017的修订已经提上议程。现已经正式成立由高校、企业、科研院所、检测机构等多家单位组成的标准工作组,并开展了大量的预研工作。

1 适用范围和规范性引用文件的变化

GB/T 34887—2017规定了在稳态条件下,液压马达空气传声噪声级测定的规范。标准适用范围中指出:其不适用于工作转速低于50 r/min,或马达基准矩形六面体尺寸中的大值超过1 m的液压马达。该类型的液压马达主要涉及低速大转矩液压马达,包括曲轴连杆径向柱塞马达、曲轴摆缸径向柱塞马达、内曲线径向柱塞马达等。然而,从目前的发展趋势来看,低速大转矩液压马达在船舶机械、海上收放装置、舞台升降和移动设备等特定领域的运用越来越广泛,对马达噪声的控制也愈加严格。因此也急需相应的噪声测定规范来指导该类马达的低噪声设计、制造和结构优化。此外,该限制范围是考虑到低速大扭矩马达产生的噪声频率较低,如果准确测量和评估这些低频噪声,会增加仪器设备的投入。但随着测量仪器仪表的进步和检验检测基础设施建设的提升,建设更大功率的液压油源、更大尺寸的半消声室、更准确地捕捉低频段的噪声等已成为现实。因此,在范围中,应不限制液压马达的类型和尺寸规格,但因试验环境导致的规格限制除外。

在规范性引用文件中,GB/T 34887—2017引用了GB/T 3141—1994《工业液体润滑剂 ISO粘度分类》、GB/T 7631.2—2003《润滑剂、工业用油和相关产品(L类)的分类 第2部分: H组(液压系统)》等油液和黏度分类的相关标准。按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》的规定,GB/T 3141—1994和GB/T 7631.2—2003在标准的技术内容中并未被直接引用,仅在试验记录要求注明相应的试验油液牌号和黏度,并非标准的核心技术内容,因此可以删除上述两项标准。此外,国家标准GB/T 34887—2017引用了GB/T 17483—

1998《液压泵空气传声噪声级测定规范》(已废止)。虽然液压泵、马达在结构形式中存在一定的相似性,两项标准同属液压元件空气传声噪声级的测定规范,在一定程度上可以相互印证,但并不存在引用关系,因此也可以删除该标准。

在GB/T 34887—2017的规范性引用文件中,还需要增加部分必要的标准。如,标准中引用了多个流体传动系统及元件的词汇,例如“压力波动”“定量马达”“变量马达”等,则需要增加GB/T 17446—2004《流体传动系统及元件 词汇》;按标准规定,在特定频率下,空气吸收衰减的修正值为C₃时,需要采用ISO 9613-1:1993《声学 室外声传播的衰减 第1部分:大气声吸收的计算》中的公式(3)~公式(5)进行计算。因此,也需要将其作为规范性引用文件。

2 技术内容的变化

2.1 术语和定义

在修订新版标准的过程中,宜对现有的术语

和定义进行补充和更新,增加标准的可读性,这有助于更准确地描述和评估液压马达的噪声特性。建议补充和更新的术语和定义详见表1。从表1中可知:反射面上方自由场、消声室等均属于声学领域的标准术语,应按照GB/T 3767—2016《声学 声压法测定噪声源声功率级和声能量级 反射面上方近似自由场的工程法》^[4]等声学标准重新定义,有利于不同标准体系间术语的规范统一,促进不同行业间的技术要求;半消声室、测量半径、声压级、声功率级、背景噪声、背景噪声修正值等术语与标准后续章节中的试验环境、噪声测量点位置、噪声特性计算直接相关且被多次引用,为便于标准使用者对上述术语的理解,需要给出明确的定义;基准体和测量距离是对应马达噪声测试中使用的平行六面体测量面,是标准拟新增的重要技术内容,也需要给出定义。

2.2 试验环境

2.2.1 平行六面体测量面

平行六面体测量面源于ISO 3744:2010《声

表1 建议补充和更新的术语和定义

术语	定义	技术变化	更改原因
反射面上方自由场	在无限大的反射面之上,没有其他障碍物的半空间间的自由声场	更改原有定义	按相关声学标准重新定义
消声室	可获得自由声场的测试室	更改原有定义	按相关声学标准重新定义
半消声室	反射面上方可获得自由声场的测试室	新增	在噪声试验环境被多次引用
测量半径	球形或半球形测量面的半径	新增	在噪声测量点位置被多次引用
声压级	以10为底的声压平方与基准声压平方之比的对数的10倍	新增	在马达噪声特性的计算多次引用
声功率	通过某一测量面的声压与在该测量面上质点振速的法向分量的乘积在整个测量面上的积分。	新增	在马达噪声特性的计算多次引用
背景噪声	除被测声源之外,其他所有声源贡献的噪声。	新增	在马达噪声特性的计算多次引用
背景噪声修正值	用于对测量面的每个被测声压级进行背景噪声影响的修正	新增	在马达噪声特性的计算多次引用
基准体	恰好包围被测声源所有主要声辐射部件和安装声源的测试台架,并终止于安置被测声源反射平面上的假想平行六面体	新增	修订的标准拟新增平行六面体测量面
测量距离	从基准体的包络面对应平行六面体测量面的最短距离。	新增	修订的标准拟新增平行六面体测量面

学 声压法测定噪声源声功率级 反射面上方近似自由场中的工程法》^[5], 该标准被国家标准GB/T 3767—2016《声学 声压法测定噪声源声功率级和声能量级 反射面上方近似自由场的工程法》等同采用。ISO 4412-3《液压传动 空气噪声级测定的试验规范 第3部分:泵 采用平行六面体传声器阵列的方法》, 推荐采用该方法测量液压泵空气传声噪声级。

考虑到液压泵和马达在结构和噪声传递路径的相似性, 在新标准中, 拟新增平行六面体测量面, 作为对现行国家标准GB/T 34887—2017中半球测量面的补充。与半球测量面相比, 平行六面体测量面更有利于评估液压马达在复杂环境或特定安装条件下的噪声特性。平行六面体测量面具有以下优势:

(1) 符合实际工作场景。在许多工业应用场景中, 液压马达并不是暴露在开放空间中, 而是位于机械设备内部或靠近其他组件。平行六面体测量面的设计考虑到了这一点, 使得测量结果更能反映液压马达在其预期工作环境下的真实表现。

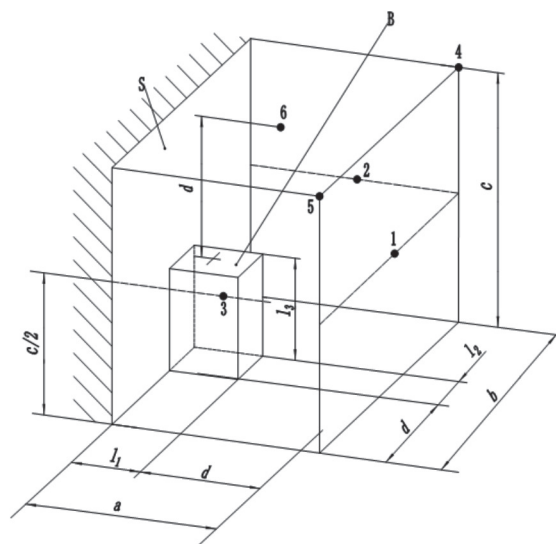
(2) 适应不同安装条件。在实际安装条件下, 液压马达是被安装在各种各样的设备或环境中。这些环境可能包括墙壁、地板和其他结构的反射面, 均会对噪声传播产生影响。平行六面体测量面能够更好地模拟这些复杂环境, 提供更贴近实际情况的数据。

(3) 较小空间内边界效应的影响。当使用半球测量面时, 特别是在较小的空间内, 可能会受到边界效应(如反射和衍射)的影响, 导致测量结果失真。而平行六面体测量面可以将传声器放置得离边界足够远, 从而减小这些不利因素对测量的影响。

平行六面体测量面上的传声器位置如图1所示。噪声测量点的位置和测点数取决于基准体的尺寸(l_1 、 l_2 和 l_3)和测量距离(d)。测量距离 d 应不小于0.25 m, 宜不小于1 m。传声器每点测量时间不小于10 s, 读取该点平均值。

2.2.2 半球测量面

半球测量面由原先的10个测量点增加至20个

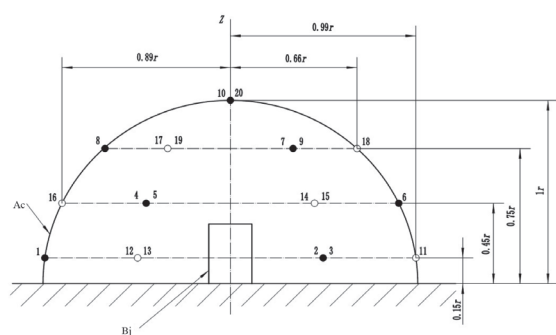


标引符号说明: ●为关键传声器位置; B 为基准体; a 为测量面长度; b 为测量面宽度; c 为测量面高度; d 为测量距离; l_1 为基准体长度; l_2 为基准体宽度; l_3 为基准体高度; S 为测量面, 测量面总面积为 $S=ab+bc+2ac$ 。

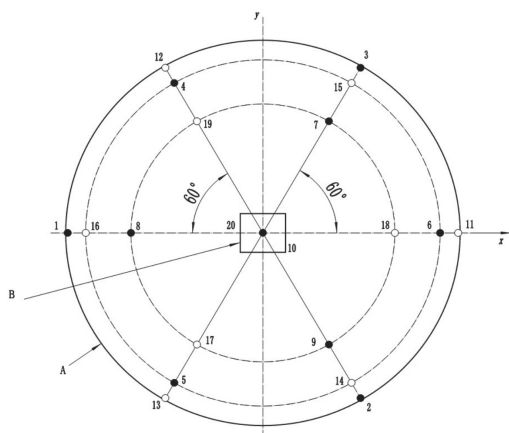
图1 平行六面体测量面上的传声器位置

测量点。半球测量面上的传声器位置分布如图2所示。其中, 测量点1~10为关键传声器位置, 与现行的国家标准GB/T 34887—2017保持一致; 测量点11~20为附加传声器位置, 是新增的10个测量点。所有测量点上的传声器应指向半球测量面的中心, 每点测量时间不小于10 s, 读取该点平均值。

通过新增10个测量点, 有助于试验人员捕捉到液压马达周围更详细、更精确的噪声分布情况, 识别出可能被较少数量的测量点忽略掉的噪声热点或异常区域。并且, 随着测量点数量的增加, 容易获得更高空间分辨率的数据, 使得对噪声源特性的分析更加精细, 这对于理解噪声产生的机制以及采取有效的降噪措施非常重要。更重要的, 通过增加测量点, 尤其是分布在不同方向和位置上的点, 可以确保所得到的平均噪声水平更能代表整个半球面内的实际状况, 而不是仅限于某些特定方位的结果。与原先的10个测量点相比, 测量结果的一致性和重复性均能得到明显提升。



(a) 侧视图



(b) 俯视图

标引符号说明: ●为关键传声器位置(1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10); ○为附加传声器位置(11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20); A_c 为测量面; B_j 为基准体; r ——测量面半径。

图2 半球测量面上的传声器位置

2.3 声压级和声功率级的计算

与GB/T 34887—2017相比,在液压马达A计权平均声压级的计算公式中,删除了温度气压修正值(K_3),增加了对计算声压级和声功率级时使用的不同基准量的修正值(C_1)、声辐射阻抗修正值(C_2)和特定频率下对空气吸收衰减的修正值(C_3)。其中,增加修正值 C_1 是为了确保不同地理位置等气象条件下得到的测试结果可修正到一个共同的参考标准;增加修正值 C_2 是考虑到实际应用中声源与周围环境之间的相互作用,用于校正由于声辐射阻抗的变化而导致的误差,提高测量结果的真实性和可靠性;由于高频声音在空气中传播时会因为分子间的摩擦而发生衰减,尤其在长距离传播或高湿度环境下更为明显,因此, C_3 的引入

是为了补偿上述现象对测量结果的影响,从而获得更加准确的声功率级数值。

2.4 测量仪器允许的系统误差

测量仪器的允许系统误差见表2。与GB/T 34887—2017相比,删除了输入信号和转矩测量仪器的允许系统误差;将流量测量的B级准确度等级由 $\pm 1.5\%$ 加严至 $\pm 1.0\%$;并根据测量范围,对压力测量的准确度进行分档。当压力小于0.15 MPa时,其A、B和C级的测量准确度等级分别为 ± 0.001 MPa、 ± 0.003 MPa和 ± 0.005 MPa;当压力大于等于0.15 MPa时,其A、B和C级的测量准确度等级分别为 $\pm 0.05\%$ 、 $\pm 0.15\%$ 和 $\pm 0.25\%$ 。

其中,删除输入信号和转矩测量仪器的允许系统误差有助于简化标准内容,使标准更加聚焦于液压马达噪声测定的关键参数。并且,在实际应用中,输入信号和转矩的测量误差对最终的噪声测定结果影响较小,因此其系统误差可不作特别规定。提高流量测量的B级准确度,是由于更精确的流量数据有助于更准确地评估液压马达的工作状态及其产生的噪声水平,以支持更可靠的性能评价。对于不同量程的压力测量采用不同的准确度等级,则体现了对测量过程精细化管理的需求。低

表2 测量仪器允许的系统误差

测量仪器的参数	测量准确度等级允许的系统误差		
	A	B	C
转速	$\pm 0.5\%$	$\pm 1.0\%$	$\pm 2.0\%$
流量	$\pm 0.5\%$	$\pm 1.0\%$	$\pm 2.5\%$
压力/MPa (当 $p < 0.15$ MPa)	± 0.001	± 0.003	± 0.005
压力 (当 $p \geq 0.15$ MPa)	$\pm 0.05\%$	$\pm 0.15\%$	$\pm 0.25\%$
温度/ $^{\circ}\text{C}$	± 0.5	± 1.0	± 2.0

压力(<0.15 MPa)和高压力(≥ 0.15 MPa)下的运行工况、测量仪表和技术要求存在差异,分别设定不同的准确度等级可以更好地匹配实际工况。随着流量、压力测量技术和设备的进步,实现更高的准确度已成为可能,并且成本效益比合理,因此可以在标准中提出更严格的要求。

2.5 背景噪声修正

背景噪声是指除了被测声源(即液压马达)之外,所有其他声源贡献的噪声总和。这些额外的噪声来源可能包括实验室内的设备运转(泵站、传动轴等)、连接管路(硬管、软管)以及其他加载装置(加载阀、加载用的电机、马达)等。如果未对背景噪声进行有效控制,可能会掩盖或扭曲来自液压马达的真实噪声信号,导致测量结果失真。因此,在进行液压马达噪声测定之前,必须采取措施将背景噪声降至最低,并确保其不会对测试产生不利影响。

根据现行标准,当被试液压马达运行时测得的声压级与背景噪声声压级之差为小于6 dB时,则认为测量无效,因为背景噪声过大,无法准确识别出液压马达本身的噪声特性;当两者的差值大于10 dB时,此时认为背景噪声的影响可以忽略,不需要进行任何修正。然而,在实际测试过程中发现,当两者之差处于10 dB ~15 dB时,尽管按现行标准规定可以认为背景噪声影响较小,但实际上仍然会对液压马达噪声的测试结果造成不可忽视的影响。这一发现揭示了现有标准在此区间内可能存在一定的局限性,即未能充分考虑到背景噪声对测试结果潜在的影响。

为了更精确地反映背景噪声对测试结果的实际

影响,有必要重新评估并调整背景噪声声压级的修正值 K_1 ,见表3。通过引入新的修正值,可以在更大范围内(如10 dB ~15 dB)对背景噪声的影响进行适当的补偿,提高测量结果的准确性。并且,通过对背景噪声影响的更全面考虑,减少了由于背景噪声引起的误差,提高了整体测量的可靠性和一致性。

3 结论

GB/T 34887《液压传动 马达噪声测定规范》的修订,旨在提升标准的科学性和实用性。标准的主要技术变化有:完善了术语和定义;引入了适用于平行六面体测量面的试验环境,丰富了测试方法的选择,特别适用于复杂安装条件下的液压马达噪声测定,同时,增加了半球测量面的附加噪声测量点,提高了测量结果的准确性和可靠性;修正了液压马达A计权平均声压级和A计权声功率级的计算公式,提高了噪声测量的准确度;更新了测量仪器允许的系统误差表,反映了最新技术和设备的发展水平;针对实际测试中发现的背景噪声影响问题,重新评估并调整了背景噪声声压级的修正值 K_1 。新标准的修订不仅有望解决现行标准在应用过程中遇到的问题,还可为未来低噪声液压马达产品的开发提供了强有力的标准支撑。

表3 背景噪声声压级的修正值 K_1

被试泵运行时测得的声压级与背景噪声声压级之差/dB	<6	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	>15
K_1	测量无效	1.26	0.97	0.75	0.58	0.46	0.36	0.28	0.22	0.18	0.14	—

参考文献

[1] 郑智剑,王洋定,吴世锋.大功率液压泵、液压马达噪声试验台的设计[J].液压气动与密封,2020(12):42-45.

[2] 全国液压气动标准和技术委员会. 液压传动 马达噪声测定规范:GB/T 34887—2017[S].北京:中国标准出版社,2017.

[3] Hydraulic fluid power – Test code for determination of airborne noise levels Part 2:Motors: ISO/TC 131[S]. Switzerland,1991.

[4] 全国声学标准化技术委员会. 声学 声压法测定噪声源声功率级和声能量级 反射面上方近似自由场的工程法:GB/T 3767—2016[S]. 北京:中国标准出版社,2016.

[5] Acoustics – Determination of soundpower levels and sound energy levels ofnoise sources using sound pressure– Engineering methods for an essentiallyfree field over a reflecting plane :ISO/TC 43 [S]. Switzerland,2010.