

ICS 17.140
Z 32



中华人民共和国国家标准

GB/T 37242—2018

机器人噪声试验方法

Robot noise test method



2018-12-28 发布

2018-12-28 实施

国家市场监督管理总局 发布
中国国家标准化管理委员会



目 次

前言	III
1 范围	1
2 规范性引用文件	1
3 术语和定义	1
4 测试环境	5
4.1 背景噪声要求	5
4.1.1 工业机器人	5
4.1.2 服务机器人	5
4.2 环境修正要求	5
4.2.1 工业机器人	5
4.2.2 服务机器人	5
4.2.3 气候环境要求	5
4.3 测试地面要求	5
5 测试设备	6
6 安装与运行条件	6
6.1 机器人安装	6
6.2 辅助设备	6
6.3 测试运行条件	6
6.3.1 工业机器人	6
6.3.2 服务机器人	6
6.3.3 其他要求	7
7 测试方法和准确度	7
7.1 测试方法	7
7.2 准确度	7
8 基准体和测试点	7
8.1 基准体设定	7
8.1.1 工业机器人	7
8.1.1.1 有臂展机器人	7
8.1.1.2 无臂展机器人	8
8.1.2 服务机器人	8
8.2 噪声测试点	8
8.2.1 工业机器人	8
8.2.1.1 非移动式工作机器人	8
8.2.1.2 移动式工作机器人	9
8.2.2 服务机器人	10
8.2.2.1 非移动式工作机器人	10

8.2.2.2 移动式工作机器人	11
8.3 测量表面的面积	13
8.3.1 平行六面体测量表面的面积	13
8.3.2 半球形测量表面的面积	13
9 声压级和声功率级的测定	13
9.1 非移动式工作机器人	13
9.2 移动式工作机器人	14
9.3 扫描传声器测试方法	14
10 数据处理	14
10.1 测量表面平均 A 计权时间平均声压级的计算	14
10.2 背景噪声修正	15
10.3 环境修正	16
10.3.1 工业机器人	16
10.3.2 服务机器人	16
10.4 测量面的时间平均声压级的计算	16
10.5 声功率级的计算	16
11 记录及报告	17
11.1 记录项目	17
11.1.1 被测产品	17
11.1.2 运行条件	17
11.1.3 声学环境的表述	17
11.1.4 测试仪器	17
11.1.5 声学数据	17
11.2 报告内容	18
附录 A (资料性附录) 机器人噪声测试记录表	19
参考文献	21

前 言

本标准按照 GB/T 1.1—2009 给出的规则起草。

请注意本文件的某些内容可能涉及专利。本文件的发布机构不承担识别这些专利的责任。

本标准由国家机器人标准化总体组提出并归口。

本标准起草单位：上海电器科学研究所、哈工大机器人集团有限公司、埃夫特智能装备股份有限公司、北京出入境检验检疫局检验检疫技术中心、科沃斯机器人股份有限公司、弗徕威智能机器人科技(上海)有限公司、浙江钱江机器人有限公司、安徽省配天机器人技术有限公司、上海木爷机器人技术有限公司。

本标准主要起草人：张晓羽、邢琳、王猛、冯海生、刘扬、罗雪刚、蒋化冰、殷学伟。





机器人噪声试验方法

1 范围

本标准规定了机器人辐射噪声声功率级的测定方法。同时,给出了测试环境、测试仪器、被测试设备运行条件的要求,以及表面声压级及声功率级的计算方法。

本标准适用于各种用途的工业机器人、个人/家用服务机器人及公共服务机器人(以下个人/家用服务机器人及公共服务机器人在本标准中合称为“服务机器人”)噪声声功率级的测定。

本标准不适用于特种机器人噪声功率级的测试。

注 1: 个人/家用服务机器人包括如家政、教育娱乐、养老助残、个人运输、安防监控类等。

注 2: 公共服务机器人包括如酒店服务、银行服务、场馆服务、餐饮服务等。

2 规范性引用文件

下列文件对于本文件的应用是必不可少的。凡是注日期的引用文件,仅注日期的版本适用于本文件。凡是不注日期的引用文件,其最新版本(包括所有的修改单)适用于本文件。

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

GB/T 3768—2017 声学 声压法测定噪声源声功率级和声能量级 采用反射面上方包络测量面的简易法

GB/T 3785.1 电声学 声级计 第 1 部分:规范

GB/T 3947—1996 声学名词术语

GB/T 4214.1—2017 家用和类似用途电器噪声测试方法 通用要求

GB/T 12643—2013 机器人与机器人装备 词汇

GB/T 19052 声学 机器和设备发射的噪声 噪声测试规范起草和表述的准则

3 术语和定义

GB/T 3767—2016、GB/T 3947—1996、GB/T 12643—2013 界定的以及下列术语和定义适用于本文件。为了便于使用,以下重复列出了 GB/T 3767—2016、GB/T 3947—1996、GB/T 12643—2013 中的一些术语和定义。

3.1

机器人 robot

具有两个或两个以上可编程的轴,以及一定程度的自主能力,可在环境内运动以执行预期的任务的执行机构。

注 1: 机器人包括控制系统和控制系统接口。

注 2: 按照预期的用途,机器人分类可划为工业机器人或服务机器人。

[GB/T 12643—2013,定义 2.6]

3.2

工业机器人 industrial robot

自动控制的、可重复编程、多用途的操作机,可对三个或三个以上轴进行编程。它可以是固定式或

移动式。在工业自动化中使用。

注 1: 工业机器人包括:

- 操作机,含致动器;
- 控制器,含示教盒和某些通讯接口(硬件和软件)。

注 2: 这包括某些集成的附加轴。

[GB/T 12643—2013,定义 2.9]

3.3

服务机器人 **service robot**

除工业自动化应用外,能为人类或设备完成有用任务的机器人。

注 1: 工业自动化应用包括(但不限于)制造、检验、包装和装配。

注 2: 用于生产线的关节机器人是工业机器人,而类似的关节机器人用于供餐的就是服务机器人。

[GB/T 12643—2013,定义 2.10]

3.4

个人/家用服务机器人 **personal household service robot**

在家居环境或类似环境下使用的,以满足使用者生活需求为目的的服务机器人。

注: 这种机器人的操作使用,通常不需要专业知识或技能,不需要特别的培训或资质。

3.5

特种机器人 **special robot; professional service robot**

应用于专业领域,一般由经过专门培训的人员操作或使用的,辅助和/或替代人执行任务的机器人。

注: 特种机器人指除工业机器人、公共服务机器人和个人服务机器人以外的机器人。一般指专业服务机器人。

3.6

公共服务机器人 **public service robot**

住宿、餐饮、金融、清洁、物流、教育、文化和娱乐等领域的公共场合为人类提供一般服务的商用机器人。

3.7

移动机器人 **mobile robot**

基于自身控制、可移动的机器人。

注: 移动机器人可以是装有或未装操作机的移动平台。

[GB/T 12643—2013,定义 2.13]

3.8

负载 **load**

在规定的速度和加速度条件下,沿着运动的各个方向,机械接口或移动平台处可承受的力和/或扭矩。

注: 负载是质量、惯性力矩的函数,是机器人承受的静态力和动态力。

[GB/T 12643—2013,定义 6.2.1]

3.9

额定负载 **rated load**

正常操作条件下作用于机械接口或移动平台且不会使机器人性能降低的最大负载。

注: 额定负载包括末端执行器、附件、工件的惯性作用力。

[GB/T 12643—2013,定义 6.2.2]

3.10

噪声 **noise**

a) 紊乱断续或统计上随机的声振荡;

注: 噪声有时也称无调声(unpitched sound)。

b) 不需要的声音,可引伸为在一定频段中任何不需要的干扰,如电波干扰。

注:可能混淆时应注明“声噪声”或“电噪声”。

[GB/T 3947—1996,定义 2.11]

3.11

背景噪声 background noise

来自被测噪声源以外的其他声源的所有噪声。

注:背景噪声包括空气噪声、结构振动噪声和仪器中的电噪声。

[GB/T 3767—2016,定义 3.15]

3.12

声压 sound pressure

p

瞬时压强和静态压强之差。

注:声压的单位为帕斯卡(Pa)。

[GB/T 3767—2016,定义 3.1]

3.13

声功率 sound power

P

声功率是测量面上一点的声压 p 与该点质点速度的测量面法向分量 u_n 的乘积在整个测量面上的积分。

注 1:声功率的单位是瓦(W)。

注 2:该值与声源单位时间内发射的空气声能量有关。

[GB/T 3767—2016,定义 3.20]

3.14

声压级 sound pressure level

L_p

声压 p 的平方与基准声压 p_0 的平方之比,取以 10 为底的对数的 10 倍,用分贝(dB)表示:

$$L_p = 10 \lg \frac{p^2}{p_0^2} \dots\dots\dots (1)$$

式中:

p_0 ——基准值, $p_0 = 20 \mu\text{Pa}$ 。

注 1:如果 GB/T 3785.1 中规定了频率和时间计权或特定频带,则用适当的下标表示,例如 L_{pA} 表示 A 计权声压级。

注 2:本定义技术上参照 ISO 80000-8:2007^[21], 8-22。

[GB/T 3767—2016,定义 3.2]

3.15

时间平均声压级 time-averaged sound pressure level

$L_{p,T}$

在指定的持续时间段 T (起始于 t_1 ,终止于 t_2)内,声压 p 平方的时间均值与基准值平方之比,取以 10 为底的对数的 10 倍,用分贝(dB)表示。

$$L_{p,T} = 10 \lg \left[\frac{\frac{1}{T} \int_{t_1}^{t_2} p^2(t) dt}{p_0^2} \right] \dots\dots\dots (2)$$

式中：

p_0 ——基准值， $p_0 = 20 \mu\text{Pa}$ 。

注 1：由于时间平均声压级应在一确定的测量时间段内测定，故一般省略下标“T”。

注 2：时间平均声压级采用 A 计权时，可表示为 L_{pAT} ，通常用符号 L_{pA} 表示。

注 3：引自 ISO/TR 25417:2007^[20]，2.3。

[GB/T 3767—2016，定义 3.3]

3.16

声功率级 sound power level

L_w

声源的声功率 P 与基准值 P_0 之比取以 10 为底的对数的 10 倍，用分贝 (dB) 表示。

$$L_w = 10 \lg \frac{P}{P_0} \dots\dots\dots (3)$$

式中：

P_0 ——基准值， $P_0 = 1 \text{ pW}$ 。

注 1：如果应用 GB/T 3785.1 规定的特定频率计权和/或应用特定的频带，则需要用适当的下标标明，例如， L_{wA} 表示 A 计权声功率级。

注 2：此定义技术上参照 ISO 80000-8:2007^[21]，8-23。

[GB/T 3767—2016，定义 3.21]

3.17

测量面 measurement surface

面积为 S ，包围被测声源并在其上面布置传声器测点测量声压级的假想面，它终止于声源所在的反射面。

[GB/T 3767—2016，定义 3.14]

3.18

背景噪声修正值 background noise correction

K_1

背景噪声对测量面上所有传声器位置的时间平均声压级的平均值(能量平均)影响的修正。

注 1：背景噪声修正值用分贝 (dB) 表示。

注 2：背景噪声修正与频率有关。对频带，修正值用 K_{1f} 表示，其中 f 是相应的中心频率；对 A 计权，则修正值用 K_{1A} 表示。

[GB/T 3767—2016，定义 3.16]

3.19

环境修正值 environmental correction

K_2

测试环境的声反射和声吸收对测量面上所有传声器位置的时间平均声压级的平均值(能量平均)影响的修正。

注 1：环境修正值用分贝 (dB) 表示。

注 2：环境修正与频率有关。对频带，修正值记为 K_{2f} ，其中 f 表示相关频带的中心频率，在 A 计权情况下记为 K_{2A} 。

注 3：一般情况下，环境修正取决于测量面的面积 S ，通常 K_2 随着 S 的增大而增大。

[GB/T 3767—2016，定义 3.17]

3.20

测量面的时间平均声压级 surface time-averaged sound pressure level

\overline{L}_p

在测量面所有传声器位置或者传声器连续移动测量路径上经背景噪声 K_1 修正和环境 K_2 修正后的时间平均声压级的平均值(能量平均)。

注：测量面时间平均声压级用分贝(dB)表示。

[GB/T 3767—2016, 定义 3.18]

3.21

基准体 reference box

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。

注：如果需要,为了能按 GB/T 17248.2 在噪声源旁测量发射声压级,应使用尽可能小的测试台。

[GB/T 3767—2016, 定义 3.10]

4 测试环境

4.1 背景噪声要求

4.1.1 工业机器人

测量表面平均 A 计权时间平均声压级和测量表面背景噪声平均 A 计权时间平均声压级的差值应不小于 3 dB,背景噪声的修正要求见 10.2。

4.1.2 服务机器人

测量表面平均 A 计权时间平均声压级和测量表面背景噪声平均 A 计权时间平均声压级的差值应不小于 6 dB,背景噪声的修正要求见 10.2。

4.2 环境修正要求

4.2.1 工业机器人

工业机器人噪声声功率级限值测试时环境修正 K_{2A} 应不大于 7 dB。

4.2.2 服务机器人

服务机器人噪声声功率级限值测试时环境修正 K_{2A} 应不大于 4 dB。

4.2.3 气候环境要求

如无特殊规定,噪声测试的环境要求如下:

- a) 环境温度:10 °C~35 °C;
- b) 相对湿度:50%±20%;
- c) 大气压:96 kPa±10 kPa;
- d) 海拔高度:1 000 m 以下。

4.3 测试地面要求

硬质地面,平坦光滑,无坑洼,机器人移动不产生附加噪声。

5 测试设备

机器人噪声测试设备的要求如下：

- a) 工业机器人应使用满足 GB/T 3785.1 中规定的性能为 2 级或以上的噪声分析系统,或其他性能相当的测试仪器(如声级计);
- b) 服务机器人应使用满足 GB/T 3785.1 中规定的性能为 1 级或以上的噪声分析系统,或其他性能相当的测试仪器(如声级计);
- c) 测试用的传声器应在使用说明书规定的人射角下使用;
- d) 传声器及其安装配件在测试中不应产生会干扰测试的噪声;
- e) 每次测试前后,应使用准确度优于测试仪器 ± 0.3 dB 的声校准器在测试频率范围内的一个或多个频率点上对整个测试系统进行校准;
- f) 声校准器和测试系统每年宜进行不少于一次的校验,且校验应是可溯源的。

6 安装与运行条件

6.1 机器人安装

为保证人身安全,机器人测试时,根据需要限定机器人活动范围或使用必要防护措施,遵守机器人相关安全规则。

需要安装的机器人应按其制造商规定的安装条件进行安装。如果产品标准中没有做出明确规定的,且被测机器人具备典型安装条件时,应使用或模拟这个条件。

若典型安装条件不具备或不能用于测试,要避免因测试使用的安装系统而导致声源输出的声功率发生变化。并采取措施减少设备安装结构的声辐射。

6.2 辅助设备

被测机器人工作需要但非机器人组成部分的所有辅助设备应位于测试环境以外。否则,辅助设备应包括在基准体内,其工作条件在测试报告中加以表述。

6.3 测试运行条件

6.3.1 工业机器人

工业机器人测试时的运行工况要求如下：

- a) 额定负载;
- b) 以最大加速度加速至额定速度(在运动周期内各轴依次或同时达到额定速度);
- c) 各轴各关节在软限位 80% 的范围内同时做往复运动;
- d) 各轴应正常运行至少 2 h 后进行测试。

6.3.2 服务机器人

服务机器人测试时的运行工况要求如下：

- a) 正常工作状态(语音功能关闭);
- b) 当有负载要求时,应在额定负载的状态下进行测试;
- c) 应正常运行至少 3 min 后进行测试。

6.3.3 其他要求

当使用模拟工作条件时,被测机器人声源应处于正常使用且辐射声功率最大的状态。
测试报告中应详细描述测试过程中声源的工作条件。

7 测试方法和准确度

7.1 测试方法

本标准采用在包络声源的测量表面上,通过测量声源基准体相应位置的声压级,按公式计算机器人的声功率级,其中:

- a) 工业机器人的测试方法见 GB/T 3768—2017 相关内容;
- b) 服务机器人的测试方法见 GB/T 3767—2016 相关内容,且:
 - 1) 清洁机器人应在符合 GB/T 4214.1—2017 要求的半消声室内进行噪声测试,噪声测试点的设置应符合 GB/T 4214.1—2017 中 7.1.4 半球面的要求,清洁机器人放置在尺寸为 $1\text{ m} \times 1\text{ m}$,厚度至少为 15 mm,具有良好刚性的木地板上进行试验,且木地板不带围栏;

注 1: 为了避免清洁机器人试验过程中超出试验区域,可适当提高地板表面与实验地面的落差。地板中心和噪声测试点的距离保持不变。

- 2) 其他服务机器人应按 9.1 和 9.2 的方法进行噪声测试。

注 2: GB/T 6881.2 所述的刚性壁面测试室的直接法、比较法及 GB/T 6881.3 所述的专用混响室的直接法及比较法不在本标准所述之列。这在制定特殊要求时将会予以考虑。

注 3: GB/T 6881.1 和 GB/T 6882 所述的测定声功率级的精密法不在本标准所述之列,当测试环境与仪器满足要求时,同样可以适用。

测试过程中,试验操作员应避免在测试现场停留(测试前的器具调试除外),若由于测量仪器或被测声源的原因,试验操作员需要到场时,试验操作员应远离被测声源,并与传声器的距离不小于 0.5m。

7.2 准确度

本标准中声功率级的准确度等级应符合 GB/T 19052 中的要求,其中:

- a) 工业机器人声功率级的准确度等级为 3 级(简易级);
- b) 服务机器人声功率级的准确度等级为 2 级(工程级)。

8 基准体和测试点

8.1 基准体设定

8.1.1 工业机器人

8.1.1.1 有臂展机器人

对于有臂展机器人,以机器人展开的最大臂长为半径做一个圆周,以这个圆周的外切正方形边长作为测试基准体长 L_1 和宽 L_2 ;机器人以地面为安装平面,也可通过使用能够保证机器人正常运行的工装进行安装在地面上(安装机器人的工装视作机器人整体高度一部分),机器人运动所达到的最大高度作为基准体的高度 L_3 。基准体设定示意图如图 1。

测试时,电控柜(如有)放置在距离机器人最小的安全操作距离处,基准体设定中不含电控柜,最大臂长中不包含机器人的负载杆长度。

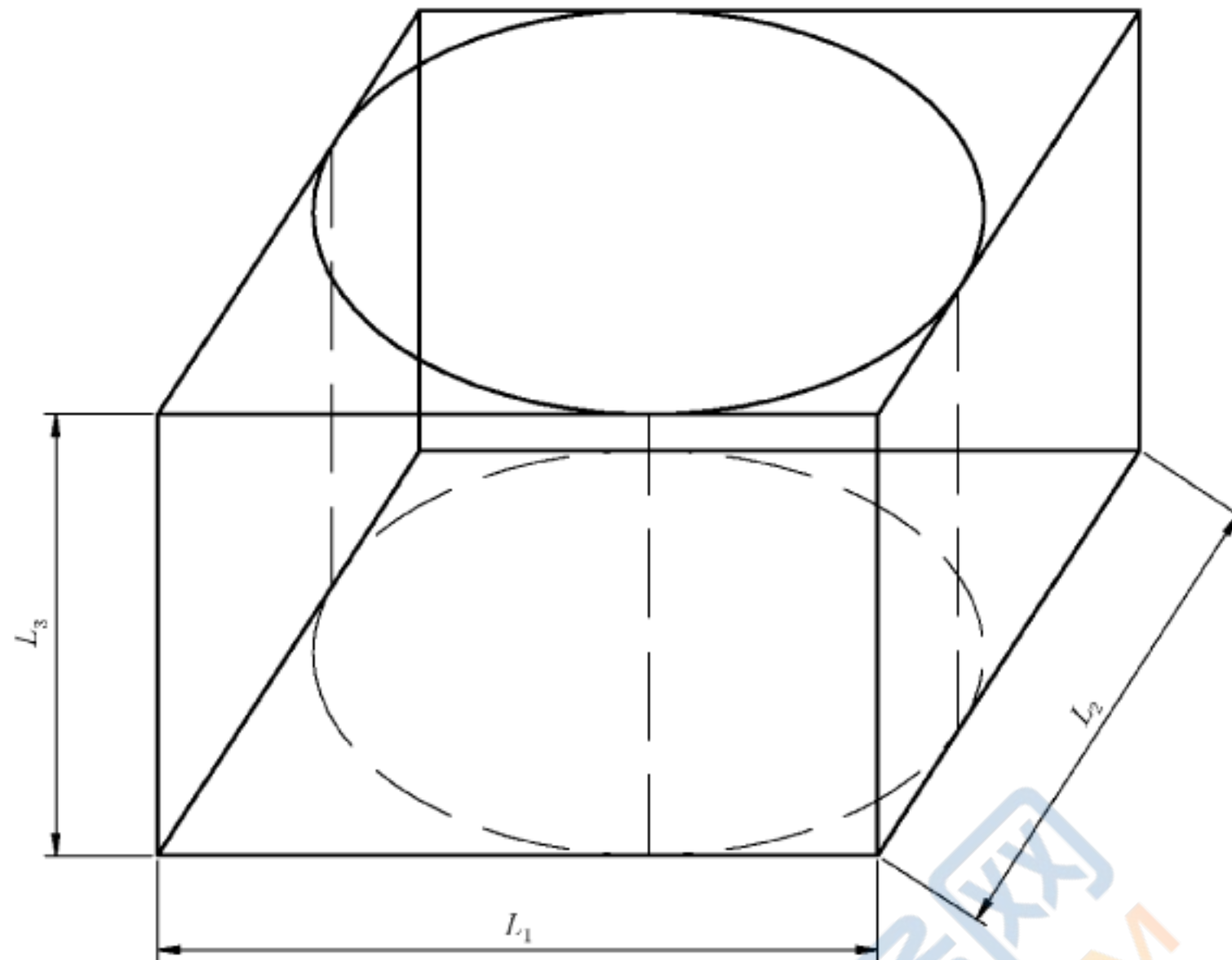


图 1 基准体设定示意图

8.1.1.2 无臂展机器人

对于无臂展机器人,以包络机器人的最小矩形六面体为基准体。

8.1.2 服务机器人

根据服务机器人的使用用途,将包络服务机器人正常工作时自身运动范围的最小矩形六面体作为基准体。

8.2 噪声测试点

8.2.1 工业机器人

8.2.1.1 非移动式工作机器人

非移动工作机器人的测试点为 4 个,测试点分布在机器人前、后、左、右距基准体边界 1 m 处的矩形包络面上,测试点高度设定:

- a) $(L_3 + 1)/2 > 1.5$ m 时,测试高度采用 1.5 m;
- b) $(L_3 + 1)/2 \leq 1.5$ m,测试高度采用 $(L_3 + 1)/2$ m。

测试点布置如图 2。

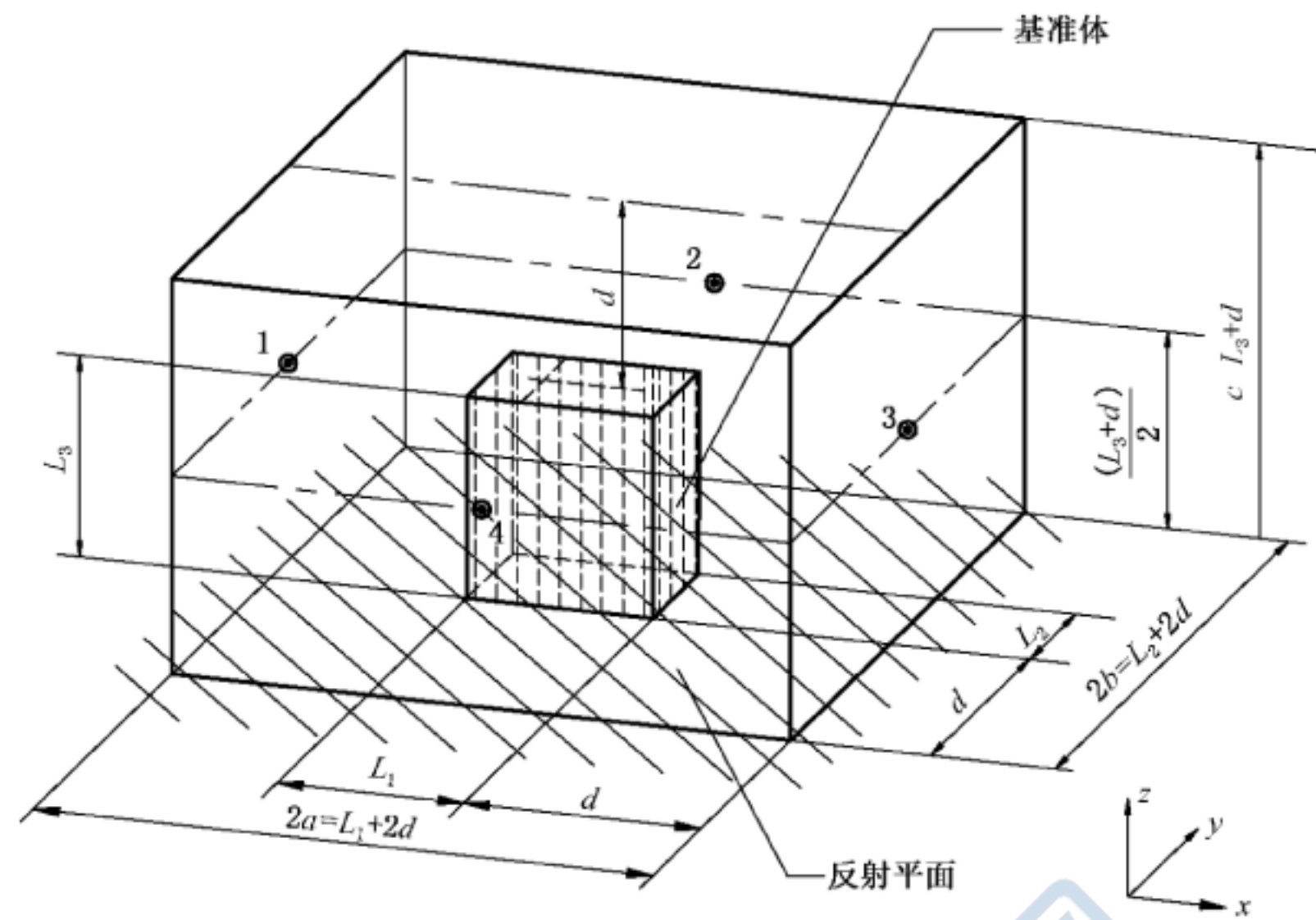


图2 非移动式工作机器人测试点布置图

8.2.1.2 移动式工作机器人

测试点为4个。

测试周期设定如下：

- a) 设定其测试状态的运行轨迹为直线运行,长度为3 m(机器人直线运行轨迹示意图如图3),且直线运行轨迹的任意点距离最近的墙壁大于1 m;
- b) 机器人从起点移动到终点,再从终点倒退至起点为一个移动行程,不具备倒退功能的机器人可不测倒退模式下的噪声;
- c) 移动4个行程,每个移动行程测试1个点,按照测量包络面上左、右1/3及2/3位置顺序依次进行测试。4个行程为一个周期(如果具备布置2个或4个传声器的条件,可在2个或1个运动行程中,直接测试出机器人包络面上左、右1/3及2/3位置的噪声值)。

以机器人在直线轨迹的中点位置进行布置测试传声器,测试点分布在机器人左、右距基准体边界1 m处的矩形包络面上的1/3及2/3位置,测试点高度设定:

- a) $(L_3 + 1)/2 > 1.5$ m时,测试高度采用1.5 m;
- b) $(L_3 + 1)/2 \leq 1.5$ m,测试高度采用 $(L_3 + 1)/2$ m。

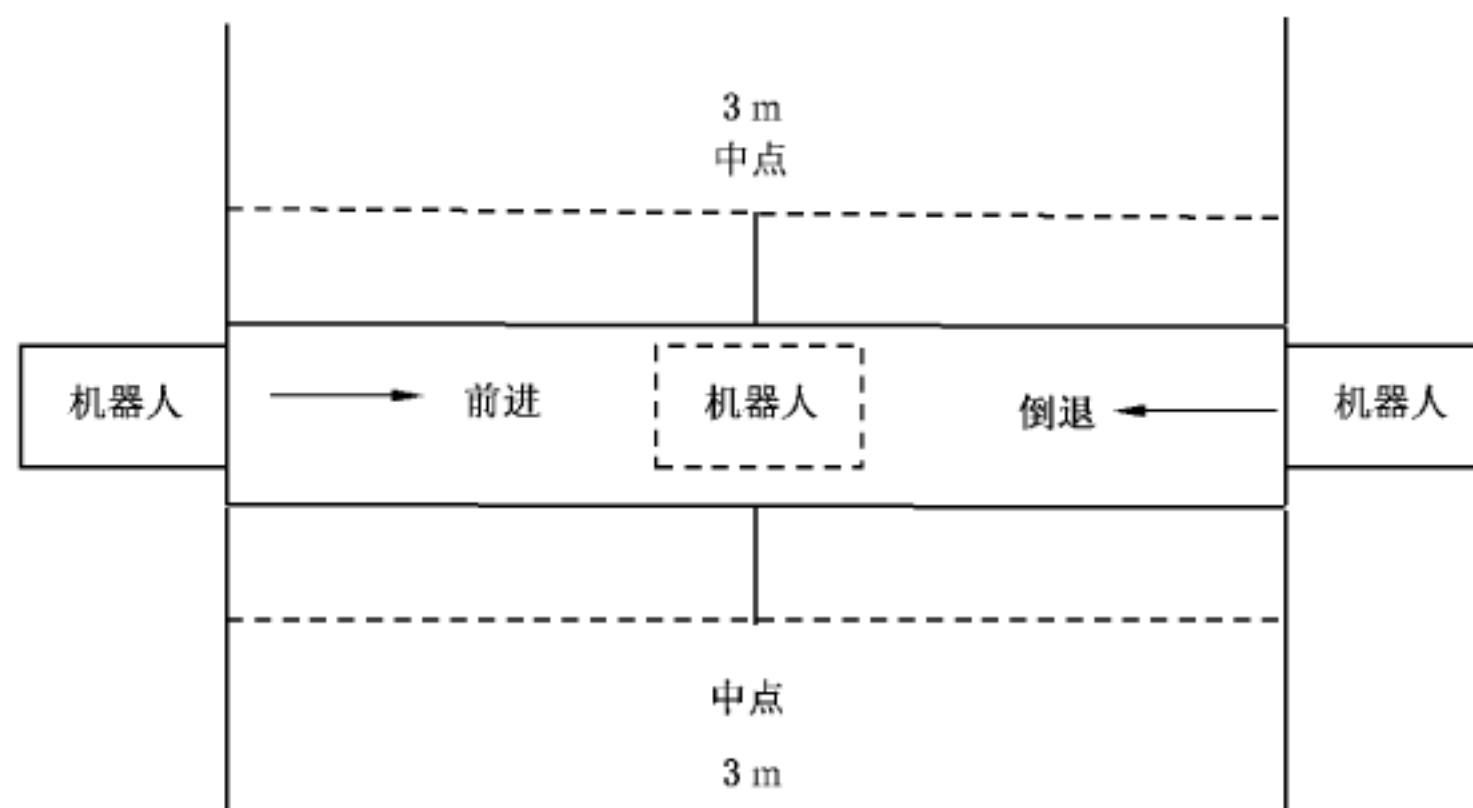


图3 机器人直线运行轨迹示意图

测试点布置如图 4。

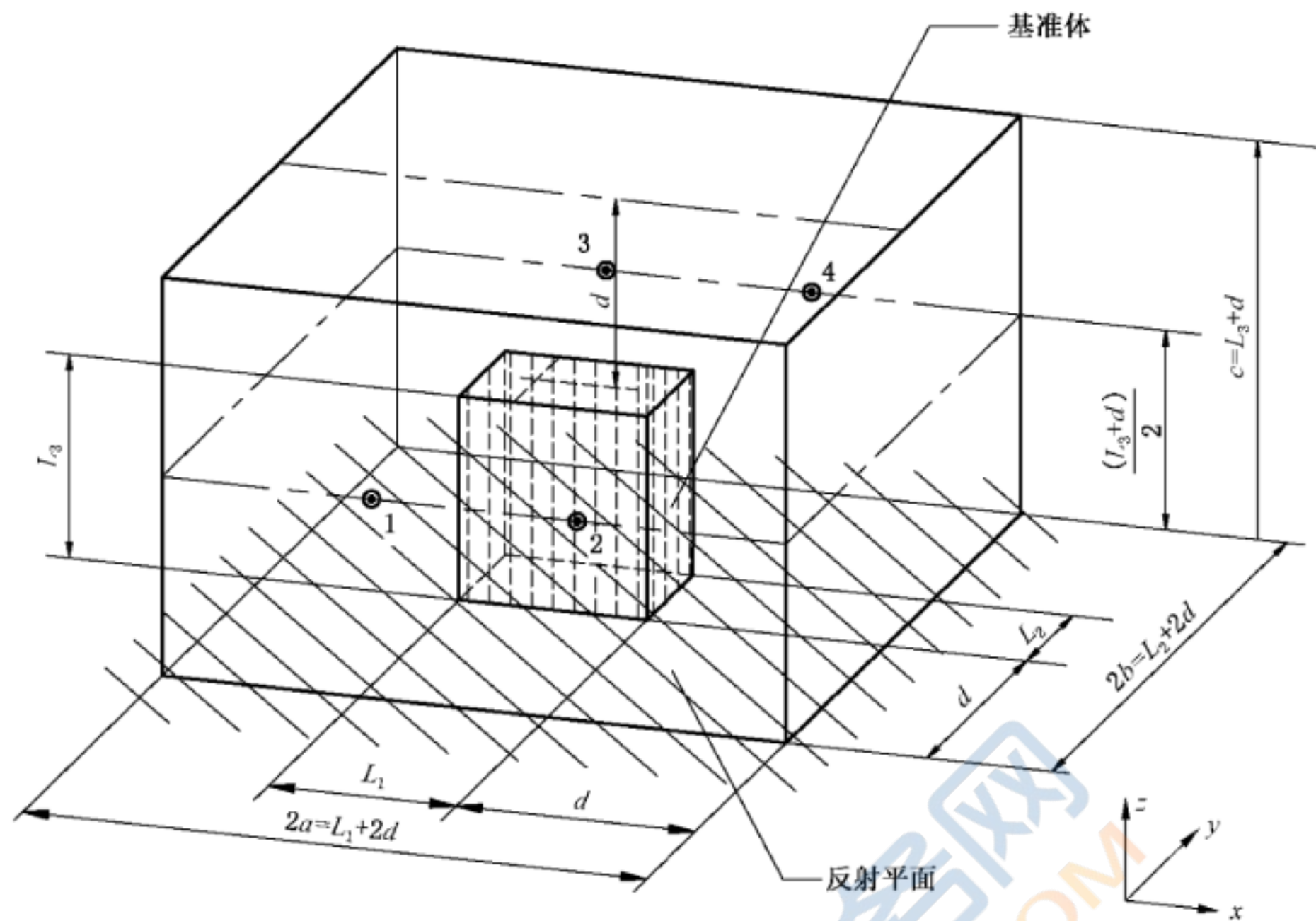


图 4 移动式工作机器人测试点布置图

8.2.2 服务机器人

8.2.2.1 非移动式工作机器人

非移动式工作机器人的测试点为 8 个,测试点分布在机器人前、后、左、右距基准体边界 1 m 处的矩形包络面上,测试点采用测量表面上高度为 $(L_3 + 1)/3$ m 上的四个点及四个棱边上高度为 $2(L_3 + 1)/3$ m 处的四个点。测试点布置图如图 5。

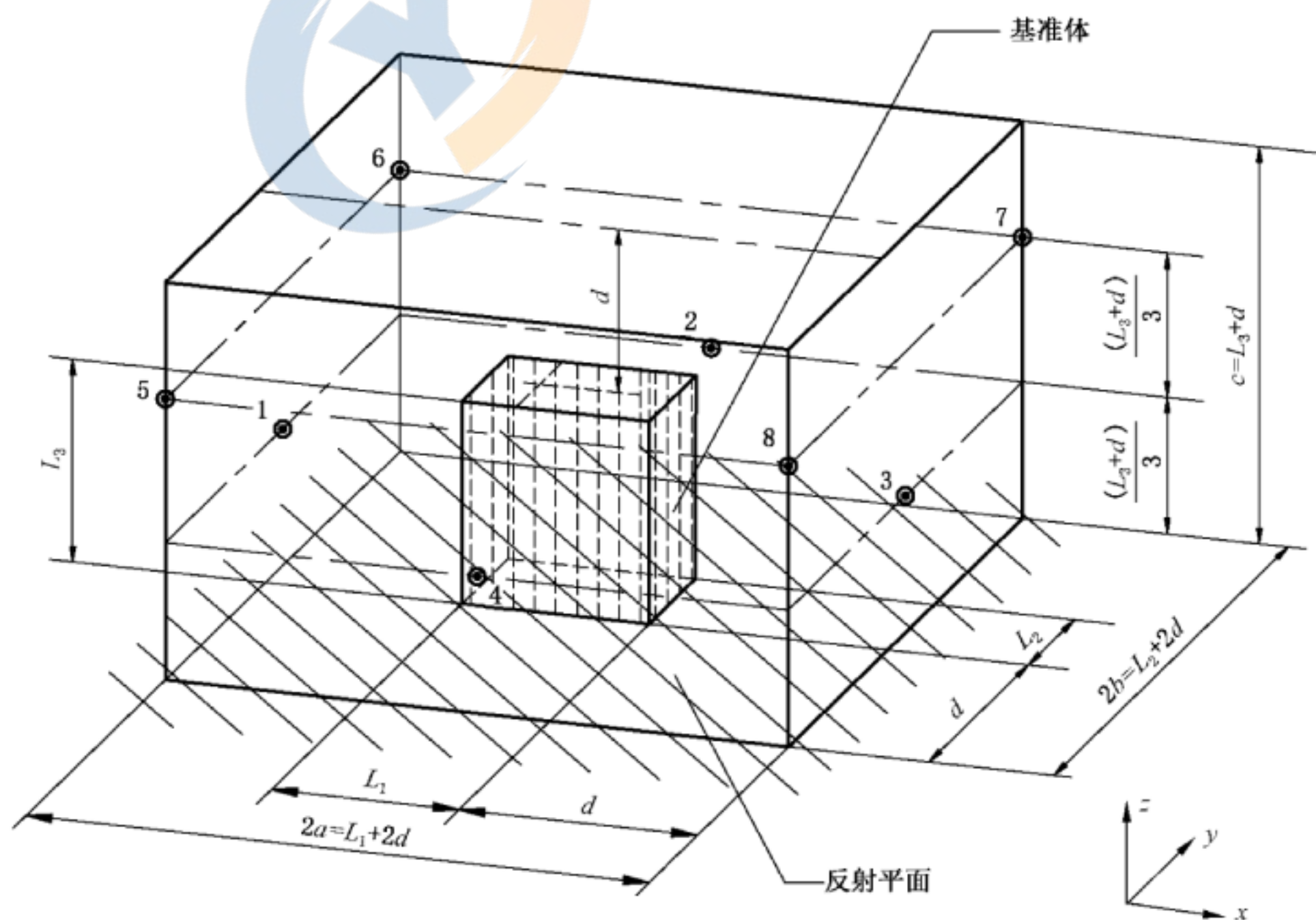


图 5 非移动式工作机器人测试点布置图

8.2.2.2 移动式工作机器人

8.2.2.2.1 基准体高度大于 0.7 m

测试点为 8 个。

测试周期设定如下：

- 设定其测试状态的运行轨迹为直线运行，长度为 3 m（机器人直线运行轨迹示意图如图 3），且直线运行轨迹的任意点距离最近的墙壁大于 1 m；
- 机器人从起点移动到终点，再从终点倒退至起点为一个移动行程，不具备倒退功能的机器人可不测倒退模式下的噪声；
- 移动 4 个行程，每个移动行程测试一个表面上等高度的 2 个点，按照测量包络面上左、右顺序依次进行测试。4 个行程为一个周期（如果具备布置 4 个或 8 个传声器的条件，可在 2 个或 1 个运动行程中，直接测试出机器人包络面上左、右面位置的噪声值）。

以机器人在直线轨迹的中点位置进行布置测试传声器，测试点分布在机器人左、右距基准体边界 1 m 处的矩形包络面上，测试点采用测量表面上高度为 $(L_3 + 1)/3$ m 上的四个点及棱边上高度为 $2(L_3 + 1)/3$ m 处的四个点。测试点布置图如图 6。

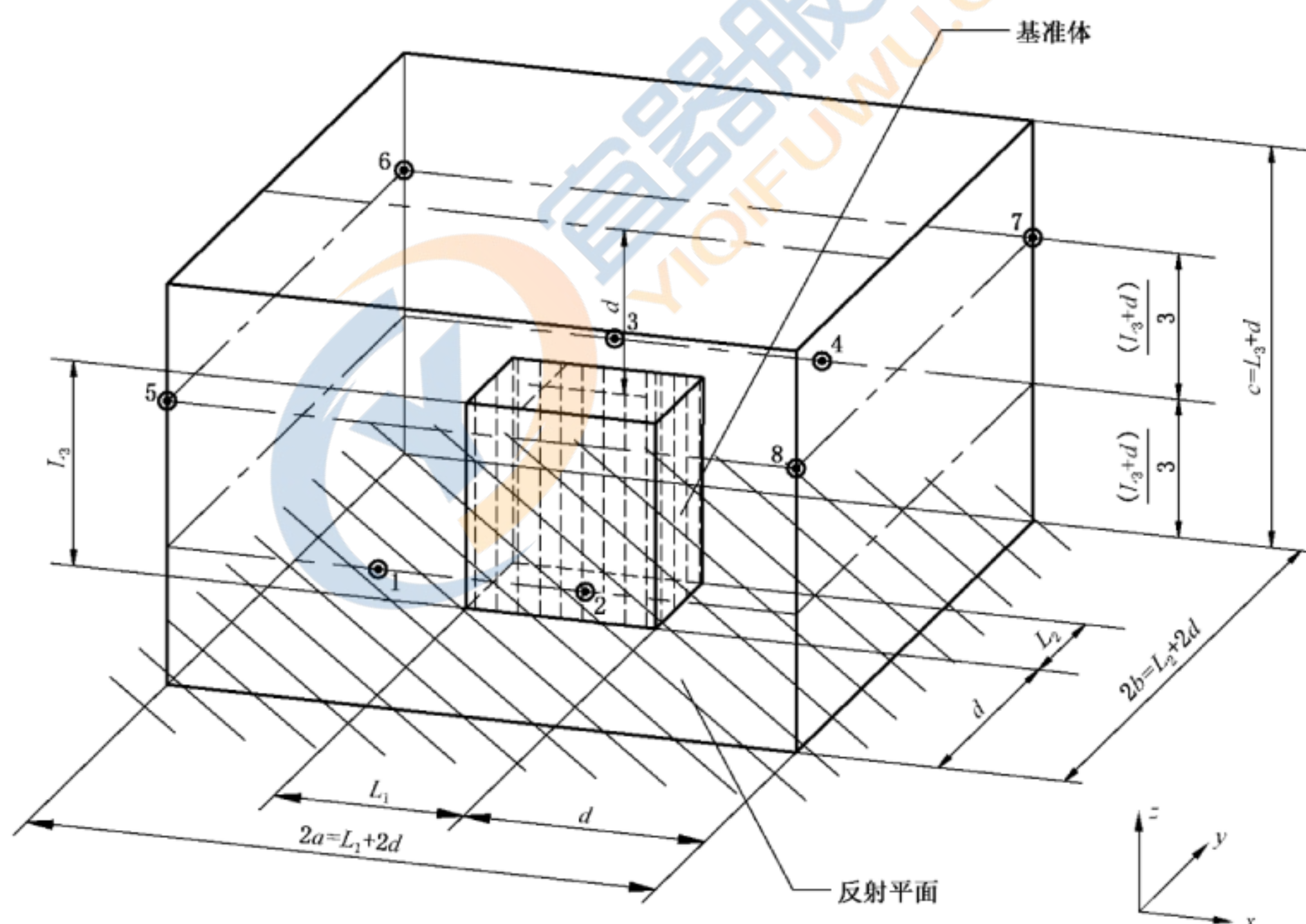


图 6 移动式工作机器人测试点布置图

8.2.2.2.2 基准体的长宽大于 0.5 m，高度不大于 0.7 m

测试点和测试周期设定见 8.2.2.2.1。

8.2.2.2.3 基准体的长宽不大于 0.5 m, 高度不大于 0.7 m

测试点为 9 个, 测量包络面为半球面, 测量表面半径 r 推荐值为 2 m, 且不应小于 1.5 m。

设定其测试状态的运行为在长宽为 1 m×1 m 的具有良好刚性木质地板区域内自由移动(开启程式或避障功能)。

测试点分布在以正方形运行区域中心为圆心, 半径推荐值为 2 m 的半球体上。

测试点的高度分别为 $0.15r$ 三点, $0.45r$ 三点, $0.75r$ 三点, 半球测量表面基本传声器位置见表 1。

测试点布置如图 7。

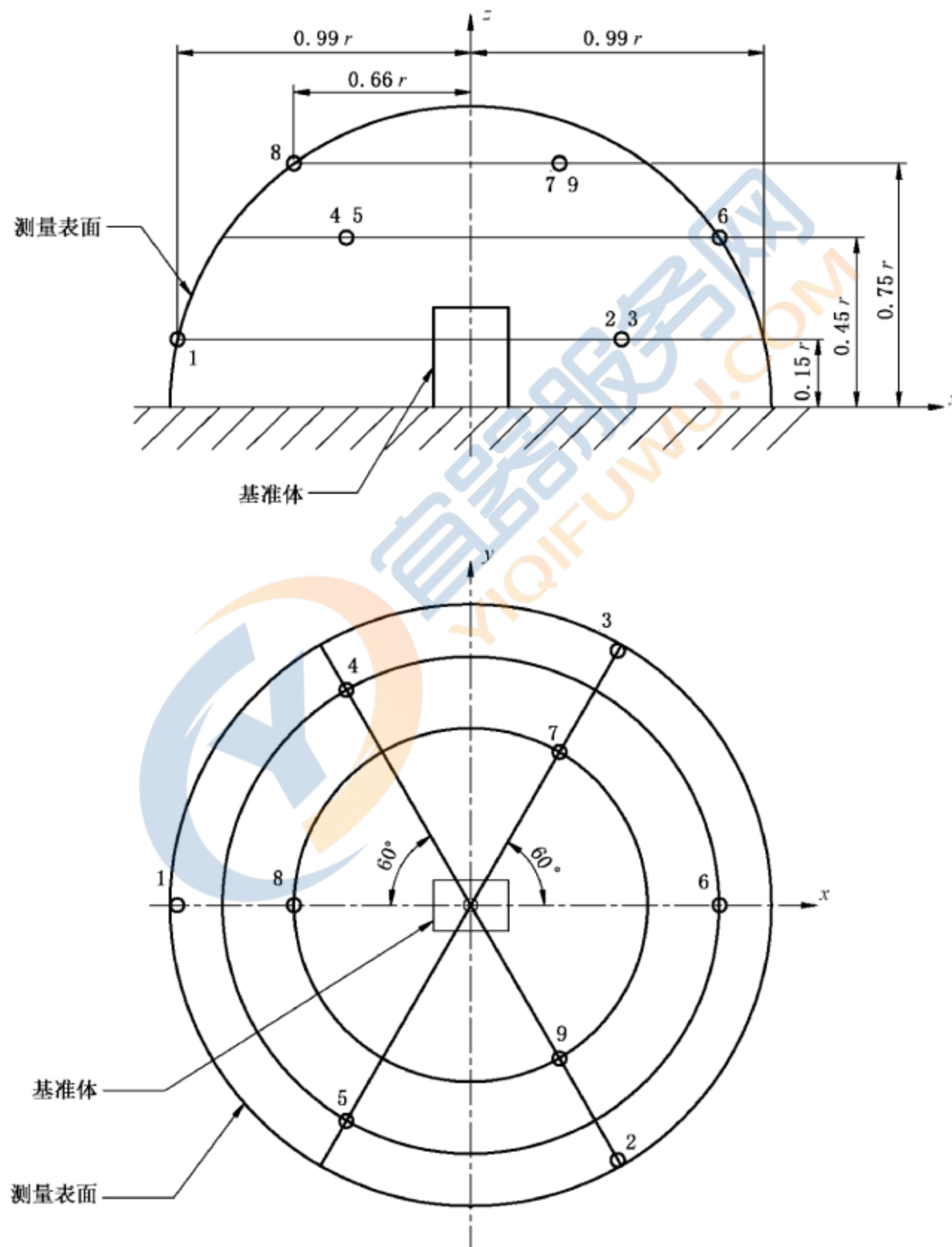


图 7 半球测量表面测试点

表 1 半球测量表面基本传声器位置(1~9)

传声器位置	$\frac{x}{r}$	$\frac{y}{r}$	$\frac{z}{r}$
1	-0.99	0	0.15
2	0.50	-0.86	0.15
3	0.50	0.86	0.15
4	-0.45	0.77	0.45
5	-0.45	-0.77	0.45
6	0.89	0	0.45
7	0.33	0.57	0.75
8	-0.66	0	0.75
9	0.33	-0.57	0.75

8.3 测量表面的面积

8.3.1 平行六面体测量表面的面积

包络声源的平行六面体测量表面,面积为 S ,各边平行于基准体的边,与基准体的测量距离为 d (本标准 $d=1\text{ m}$)的一个假想表面。如图 2。

测量表面的面积 S 由式(4)给出:

$$S = 4 \times (ab + ac + bc) \quad \dots\dots\dots(4)$$

式中:

a ——测试点所在的包络声源的矩形六面体的长的一半, $a = 0.5L_1 + d$, 单位为米(m);

b ——测试点所在的包络声源的矩形六面体的宽的一半, $b = 0.5L_2 + d$, 单位为米(m);

c ——测试点所在的包络声源的矩形六面体的高, $c = L_3 + d$, 单位为米(m)。

注: L_1 、 L_2 、 L_3 分别是基准体的长、宽、高。

8.3.2 半球形测量表面的面积

半球测量表面的面积由式(5)给出:

$$S = 2\pi r^2 \quad \dots\dots\dots(5)$$

式中:

r ——半球测量表面的半径,单位为米(m)。

9 声压级和声功率级的测定

9.1 非移动式工作机器人

非移动式工作机器人噪声声压级和声功率级的测定方法如下:

- 按照图 2 或图 5 测试点布置好测试传声器;
- 在测试开始前,采集每个测试点至少 30 s 的背景噪声 L'_{pA} 值;
- 按照 6.3 设定测试运行条件并达到稳定运行状态;
- 记录一个完整运行周期下 L'_{pA} 的值,连续观察至少 3 个运行周期(连续运行周期的同一测试点差值不大于 1 dB);

e) 取各测点运行周期的算数平均值计算表面平均时间平均声压级及 A 计权声功率级。

注 1: L'_{pA} 为被测机器人工作期间的 A 计权时间平均声压级。

注 2: L''_{pA} 为背景噪声的 A 计权时间平均声压级。

9.2 移动式工作机器人

移动式工作机器人噪声声压级和声功率级的测定方法如下:

- a) 平行六面体测量表面:
 - 1) 按照图 4 或图 6 测试点布置好测试传声器;
 - 2) 在测试开始前,采集每个测试点至少 30 s 的背景噪声 L''_{pA} 值;
 - 3) 按照 6.3 设定测试运行条件并达到稳定运行状态;
 - 4) 记录每个行程从移动起点到移动终点测试点的 L'_{pA} 值, L'_{pA} 值取前进和倒退两测试值中的大值(不具备倒退功能的,不测试此模式);
 - 5) 连续观察至少 3 个运行周期(连续运行周期的同一测试点差值不大于 1 dB),取各测点各运行周期的算数平均值进行计算表面平均时间平均声压级及 A 计权声功率级。
- b) 半球形测量表面:
 - 1) 按照图 7 测试点布置好测试传声器;
 - 2) 在测试开始前,采集每个测试点至少 30 s 的背景噪声 L''_{pA} 值;
 - 3) 按照 6.3 设定测试运行条件并达到稳定运行状态;
 - 4) 在被测声源自由移动过程中,每个测试点采集至少连续 10 s 的 L'_{pA} (测量时段应为 20 s 或更长,对所有频带或 A 计权至少为 10 s);
 - 5) 每个测点至少进行三次测试,取各测点算数平均值进行计算表面平均时间平均声压级及 A 计权声功率级。

9.3 扫描传声器测试方法

如果被测机器人发射稳态噪声,允许用传声器以恒定速度沿着包含图 2、图 4、图 5、图 6、图 7 中相应传声器位置的平行路径扫描进行测量。最大扫描速度和传声器取向应在报告中给出。

扫描传声器测试方法如下:

- a) 按照图 2、图 4、图 5、图 6、图 7 中相应传声器位置的平行路径以恒定速度扫描进行测量;
- b) 在测试开始前,采集每个测试路径至少一个完整移动周期的背景噪声 L''_{pA} 值;
- c) 按照 6.3 设定测试运行条件并达到稳定运行状态;
- d) 记录每个测试路径 2 个完整移动周期的 L'_{pA} 值;
- e) 每个测试路径至少进行三次测试,取各测试路径算数平均值进行计算表面平均时间平均声压级及 A 计权声功率级。

10 数据处理

10.1 测量表面平均 A 计权时间平均声压级的计算

测量表面平均 A 计权时间平均声压级和测量表面背景噪声平均 A 计权时间平均声压级用式(6)和式(7)计算:

$$\bar{L}'_{pA} = 10 \lg \left[\frac{1}{N} \sum_{i=1}^N 10^{0.1L'_{pAi}} \right] \dots\dots\dots (6)$$

式中:

- \bar{L}'_{pA} —— 被测声源工作期间的测量表面平均 A 计权时间平均声压级,单位为分贝(dB);
- L'_{pAi} —— 在第 i 个传声器位置上测得的 A 计权时间平均声压级,单位为分贝(dB);

N ——传声器位置数目。

$$\bar{L}''_{pA} = 10 \lg \left[\frac{1}{N} \sum_{i=1}^N 10^{0.1L''_{pAi}} \right] \dots\dots\dots (7)$$

式中：

\bar{L}''_{pA} ——测量表面背景噪声平均 A 计权时间平均声压级，单位为分贝 (dB)；

L''_{pAi} ——在第 i 个传声器位置上测得的背景噪声 A 计权时间平均声压级，单位为分贝 (dB)。

10.2 背景噪声修正

修正值 K_{1A} 用式(8)计算，单位为分贝 (dB)。

$$K_{1A} (\text{dB}) = -10 \lg(1 - 10^{0.1\Delta L_A}) \dots\dots\dots (8)$$

式中：

ΔL_A —— $\Delta L_A = \bar{L}'_{pA} - \bar{L}''_{pA}$ 。

对工业机器人进行测试时：

- a) 若 $\Delta L_A \geq 3$ dB，按本标准所作的测试有效；
- b) 若 $\Delta L_A > 10$ dB，不需修正；
- c) 当 ΔL_A 在 3 dB 与 10 dB 之间时，应根据式(8)加以修正，计算结果保留一位小数，可按表 2 进行修正；
- d) 如果 $\Delta L_A < 3$ dB，测试结果的准确度就要降低。测试所能进行的最大修正值为 3 dB。但这样的测试结果也可以记录在报告中。它可作为确定被测声源上限声功率的参考。填写报告时，应在报告的正文和结果图表中详细说明噪声没有满足本标准的要求。

对服务机器人进行测试时：

- a) 若 $\Delta L_A \geq 6$ dB，按本标准所作的测试有效；
- b) 若 $\Delta L_A > 15$ dB，不需修正；
- c) 当 ΔL_A 在 6 dB 与 15 dB 之间时，应根据式(8)加以修正，计算结果保留一位小数，可按如下表 3 进行修正；
- d) 如果 $\Delta L_A < 6$ dB，测试结果的准确度就要降低。测试所能进行的最大修正值为 1.3 dB。但这样的测试结果也可以记录在报告中。它可作为确定被测声源上限声功率的参考。填写报告时，应在报告的正文和结果图表中详细说明噪声没有满足本标准的要求。

表 2 工业机器人进行测试时对背景噪声声压级的修正

机器人工作时测得的声压级与背景噪声声压级之差/ dB(A)	应减去修正值/ dB(A)
3	3.0
4	2.0
5	2.0
6	1.0
7	1.0
8	1.0
9	0.5
10	0.5
>10	0

表 3 服务机器人进行测试时对背景噪声声压级的修正

机器人工作时测得的声压级与背景噪声声压级之差/dB(A)	应减去修正值/dB(A)
6	1.3
7	1.0
8	0.8
9	0.6
10	0.4
11	0.3
12	0.3
13	0.2
14	0.2
15	0.1
>15	0

10.3 环境修正

10.3.1 工业机器人

测试工业机器人时,环境修正 K_{2A} 的测定方法见 GB/T 3768—2017 的附录 A。

10.3.2 服务机器人

测试服务机器人时,环境修正 K_{2A} 的测定方法见 GB/T 3767—2016 的附录 A。

10.4 测量面的时间平均声压级的计算

测量面的 A 计权时间平均声压级按式(9)计算:

$$\bar{L}_{pA} = \bar{L}'_{pA} - K_{1A} - K_{2A} \dots\dots\dots(9)$$

式中:

\bar{L}_{pA} ——测量面的 A 计权时间平均声压级,单位为分贝(dB)。

10.5 声功率级的计算

声功率级 L_{WA} 按式(10) 计算:

$$L_{WA} = \bar{L}_{pA} + 10\lg\left[\frac{S}{S_0}\right] \dots\dots\dots(10)$$

式中:

L_{WA} ——测量面的声功率级,单位为分贝(dB);

S ——测量表面的面积,单位为平方米(m^2);

S_0 ——取值 $1 m^2$ 。

11 记录及报告

11.1 记录项目

11.1.1 被测产品

记录的内容：

- a) 产品名称；
- b) 型号；
- c) 技术参数；
- d) 生产厂(商标)；
- e) 出厂日期及编号；
- f) 试样编号。

11.1.2 运行条件

记录的内容：

- a) 安装条件；
- b) 工作条件；
- c) 声源在测试环境中的位置；
- d) 如果被测对象有多重声源,测试期间各声源工作状况的表述。

11.1.3 声学环境的表述

表述的内容：

- a) 如果在室内测试,墙壁、天花板和地板物理处理的表述,表示声源位置和房间内容的简述；
- b) 按 GB/T 3768—2017 中附录 A 或 GB/T 3767—2016 中附录 A 对测试环境所做的声学鉴定。

11.1.4 测试仪器

说明的内容：

- a) 测试所用的仪器,包括名称、型号、制造厂；
- b) 检查和校准传声器及其他系统部件的校准结果及有效期；
- c) 风罩(若用)特性。

11.1.5 声学数据

记录的内容：

- A 计权声功率级；
- 测试表面的形状,测试距离或测试半径,传声器位置；
- 测试表面的面积 S ；
- A 计权表面时间平均声压级的背景噪声修正 K_{1A} ；
- 环境修正 K_{2A} 及其测定方法,该方法应为 GB/T 3768—2017 中附录 A 或 GB/T 3767—2016 中附录 A 给出的方法之一；
- 每个测试点 i 上的 A 计权时间平均声压级 L'_{pAi} ；

- A 计权表面时间平均声压级 \bar{L}_{pA} ;
- 测试单位或部门,测试者,测试日期,测试地点等;
- 测试环境的温度、湿度、气压等气象条件。

11.2 报告内容

要求报告 11.1 所记录的数据,机器人噪声测试记录表参见附录 A。

报告中应指出,所报告的声功率级是否完全满足本标准要求的条件下测得,被测声源的 A 计权声功率级修约到 0.1 dB 报告。



附 录 A
(资料性附录)
机器人噪声测试记录表

机器人噪声测试的记录表见表 A.1。

表 A.1 机器人噪声测试记录表

样品名称					样品型号					
生产厂(商标)										
出厂编号				样品编号				机器人种类		
移动机器人	<input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否			轴类机器人	<input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否			轴数量		
环境温度	℃			相对湿度	%			大气压力	kPa	
检测仪器	名称		型号			编号		有效期		
传声器是否采用风罩				<input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否						
安装条件:										
运行条件										
负载						速度				
加速度						运动范围				
工业机器人数据表 1: 非移动式/移动式工作机器人										
A 计权时间 平均声压级 dB (A)	背景噪声测点位置				\bar{L}_{pA}''	实际运行噪声测点位置				L_{pA}'
	测点 1	测点 2	测点 3	测点 4		测点 1	测点 2	测点 3	测点 4	
算数平均值					算数平均值					
服务机器人数据表 1: 非移动式/移动式(矩形包络面)工作机器人										
A 计权时间 平均声压级 dB (A)	背景噪声测点位置								\bar{L}_{pA}''	
	测点 1	测点 2	测点 3	测点 4	测点 5	测点 6	测点 7	测点 8		
A 计权时间 平均声压级 dB (A)	实际运行噪声测点位置								\bar{L}_{pA}'	
	测点 1	测点 2	测点 3	测点 4	测点 5	测点 6	测点 7	测点 8		
算数平均值										

表 A.1 (续)

服务机器人数据表 2: 移动式(半球包络面)工作机器人										
A 计权时间 平均声压级 dB (A)	背景噪声测点位置									\bar{L}_{pA}''
	高度 0.15r			高度 0.45r			高度 0.75r			
	测点 1	测点 2	测点 3	测点 4	测点 5	测点 6	测点 7	测点 8	测点 9	
A 计权时间 平均声压级 dB (A)	实际运行噪声测点位置									L'_{pA}
	高度 0.15r			高度 0.45r			高度 0.75r			
	测点 1	测点 2	测点 3	测点 4	测点 5	测点 6	测点 7	测点 8	测点 9	
算数平均值										
$\Delta L_A = \bar{L}'_{pA} - \bar{L}''_{pA} / \text{dB(A)}$			背景噪声修正 $K_{1A} / \text{dB(A)}$			环境修正 $K_{2A} / \text{dB(A)}$				
A 计权表面时间平均声压级 $(\bar{L}_{pA} = \bar{L}'_{pA} - K_{1A} - K_{2A}) / \text{dB(A)}$										
测量表面形状							机器人臂长/m			
基准体尺寸/m		长 L_1 :		宽 L_2 :		高 L_3 :				
测量半径 r(半球测量面)							测量表面面积 S / m^2			
声功率级/dB $L_{WA} = \bar{L}_{pA} + 10 \lg \left[\frac{S}{S_0} \right]$										
备 注										
试验		记录			校核		年 月 日			
测试照片										

参 考 文 献

- [1] GB/T 6881.1—2002 声学 声压法测定噪声源声功率级 混响室精密法
- [2] GB/T 6881.2—2017 声学 声压法测定噪声源声功率级和声能量级 混响场内小型可移动声源工程法 硬壁测试室比较法
- [3] GB/T 6881.3—2002 声学 声压法测定噪声源声功率级 混响场中小型可移动声源工程法 第2部分:专用混响测试室法
- [4] GB/T 6882—2016 声学 声压法测定噪声源声功率级和声能量级 消声室和半消声室精密法
-





中 华 人 民 共 和 国
国 家 标 准
机 器 人 噪 声 试 验 方 法
GB/T 37242—2018

*

中 国 标 准 出 版 社 出 版 发 行
北 京 市 朝 阳 区 和 平 里 西 街 甲 2 号 (100029)
北 京 市 西 城 区 三 里 河 北 街 16 号 (100045)

网 址 : www.spc.org.cn

服 务 热 线 : 400-168-0010

2019 年 1 月 第 一 版

*

书 号 : 155066 · 1-61688

版 权 专 有 侵 权 必 究



GB/T 37242-2018