



中华人民共和国国家标准

GB/T 34454—2017/IEC 62929:2014

家用干式清洁机器人 性能测试方法

Dry cleaning robots for household use—Methods of measuring performance

(IEC 62929:2014, Cleaning robots for household use—
Dry cleaning: Methods of measuring performance, IDT)

2017-10-14 发布

2018-05-01 实施

中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局 发布
中国国家标准化管理委员会



目 次

前言	Ⅲ
引言	Ⅳ
1 范围	1
2 规范性引用文件	1
3 术语和定义	1
4 测试的一般条件	2
4.1 环境条件	2
4.2 光照条件	2
4.3 测试设备和材料	3
4.4 样品数量	3
4.5 机器人的预热	3
4.6 电池的准备	3
4.7 机器人的工作	3
4.8 集尘器的重量测量	3
4.9 测量的分辨力和准确度	3
4.10 尺寸公差	4
5 除尘测试-矩形框除尘	4
5.1 一般要求	4
5.2 硬地板上的除尘	5
5.3 地毯上的除尘	8
6 除尘测试-直线除尘	10
6.1 一般要求	10
6.2 测试模式	10
6.3 硬地板上的除尘	11
6.4 地毯上的除尘	14
7 覆盖率测试	15
7.1 一般要求	15
7.2 测试台	15
7.3 测试前准备	26
7.4 测试方法	26
7.5 性能测量	27
8 机器人平均速度	29
8.1 测试台	29
8.2 测试前准备	30
8.3 测试方法	30
8.4 平均速度的计算	31

9 使用说明..... 31

附录 A（资料性附录） 覆盖率的计算 32

附录 B（资料性附录） 综合清洁性能指标 34

参考文献 35



前 言

本标准按照 GB/T 1.1—2009 给出的规则起草。

本标准使用翻译法等同采用 IEC 62929:2014《家用清洁机器人 干式:性能测试方法》。

与本标准中规范性引用的国际文件有一致性对应关系的我国文件如下:

——GB/T 1804—2000 一般公差 未注公差的线性和角度尺寸的公差(eqv ISO 2768-1:1989)

——GB/T 17671—1999 水泥胶砂强度检验方法(ISO 法)(ISO 679:1989, IDT)

本标准做了下列编辑性修改:

——将标准名称改为《家用干式清洁机器人 性能测试方法》。

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。

本标准由中国轻工业联合会提出。

本标准由全国家用电器标准化技术委员会(SAC/TC 46)归口。

本标准起草单位:科沃斯机器人有限公司、江苏美的清洁电器股份有限公司、深圳市银星智能科技有限公司、中国家用电器研究院、深圳市华测检测技术股份有限公司、博西华电器(江苏)有限公司、上海飞科电器股份有限公司、苏州绿创检测技术有限公司、苏州出入境检验检疫局、重庆邮电大学、西交利物浦大学、浙江大学机器人研究中心。

本标准主要起草人:罗雪刚、周磊、张国栋、吴蒙、刘泽华、张树荣、巴金良、熊开胜、唐又红、林永义、张毅、张学群。

引 言

除了本标准包含的性能测试方法以外,还有一些性能测试方法已经在考虑中。已经讨论过但还未写入标准中的性能测试项目有:边角除尘能力、噪声、返回充电座、防跌落、除纤维能力、灰尘泄漏等。

在本标准起草过程中被搁置的测试项目将继续予以讨论并写入将来的版本中。



家用干式清洁机器人 性能测试方法

1 范围

本标准规定了干式清洁机器人基本性能的测试方法。

本标准适用于在家用和类似条件下使用的干式清洁机器人。

本标准不涉及安全和性能要求。

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 20291.1—2014 家用真空吸尘器 第1部分:干式真空吸尘器 性能测试方法(IEC 60312-1:2010,IDT)

ISO 554 调节和/或试验用标准大气 规范(Standard atmospheres for conditioning and/or testing—Specifications)

ISO 679:2009 水泥 试验方法 强度的测定(Cement—Test methods—Determination of strength)

ISO 2768-1:1989 一般公差 第1部分:未注公差的线性和角度尺寸的公差(General tolerances—Part 1:Tolerances for linear and angular dimensions without individual tolerance indications)

3 术语和定义

GB/T 20291.1—2014 界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

3.1

清洁机器人 **cleaning robot**

电池供电式自动清洁器 **automatic battery-powered cleaners**

在一定的区域内,能在无人干预的情况下,自主工作的自动地面清洁器。

注:清洁机器人由移动部件以及可能含有的充电座和/或用于辅助工作的附件组成。

3.2

干式清洁机器人 **dry cleaning robot**

不借助液体或溶液,只用于清理地面上非液体物质的清洁机器人。

注:典型的清洁方式包括真空、滚刷、抹布和掸子等。

3.3

清洁头 **cleaning head**

机器人底部的空气吸入口。

注:清洁头的宽度是指空气吸入口在器具前进方向上的宽度。

3.4

扰动装置 **agitation device**

连接至机器人,用于辅助清理灰尘的电动机械装置或吹风机。

3.5

充电座 docking station

基座 base unit

可提供手动或自动充电、从机器人中移除灰尘、数据处理或其他辅助功能的单元。

3.6

被动清洁头 passive cleaning head

不带有任何扰动装置的清洁头。

3.7

视觉追踪系统 visual tracking system; VTS

能够用来追踪机器人方位路径的测试系统。

3.8

二次收集系统 secondary collection system

能够收集机器人内部灰尘的外围装置。

3.9

集尘器 dust receptacle

机器人内部用来收集灰尘的容器。

3.10

测试 test

机器人所有样品的所有运行和所有试验的集合。

3.11

试验 trial

在相同情况下能够多次重复进行的性能测量的单个案例。

3.12

运行 run

一次试验的子集,其一个或多个因素将影响测试结果的改变。

3.13

覆盖 pass

清洁头通过测试区域的行为。

注:覆盖的次数参考清洁头在相同测试区域通过的次数。

3.14

撒灰区域 dust area

除尘测试的灰尘分布区域。

4 测试的一般条件

4.1 环境条件

除非另有规定,测试在下列环境条件下进行(依据 ISO 554):

——温度:(23±2)℃;

——相对湿度:(50±5)%;

——大气压力:86 kPa~106 kPa。

在规定范围内的温度和湿度条件应有良好的重复性和再现性。在测试过程中应避免变化。

4.2 光照条件

除非另有规定,测试在下列条件下进行:

——照度： $(200 \pm 50) \text{ lx}$ ；

——色温： $2\,000\text{ K} \sim 6\,000\text{ K}$ 。

测量应在等同地面的平面上进行。

4.3 测试设备和材料

为了尽量降低静电现象产生的影响，地毯上的测量应在未经处理的表面光滑的松木板上，或等效的光滑平板上进行，地板厚度至少为 15 mm ，尺寸应适于测试。

测试使用的测量设备和材料（装置、测试地毯、测试灰尘等），测试前应在 4.1 规定的标准环境条件下至少放置 16 h 。

使用后的地毯应在 4.1 规定的标准环境条件中存放。

地毯不使用时应完全自由悬挂，或绒毛向上平放，上面不应放置其他物品。在测试期间存放时，地毯不应卷曲。已卷曲的地毯在使用前应至少平放 16 h 。

4.4 样品数量

所有测量应在同型号的样品上进行，如有附件，带附件一起测试。在一组测试过程中不应更换样品同一型号至少应测试 3 台样品。

4.5 机器人的预热

机器人在首次测试之前，应在干净的硬质地板上至少连续运行 10 min ，以保证充分的预热。

在测试前，产品的批号，状态和使用档案应被记录。

4.6 电池的准备

未使用过的电池在所有测试前应至少进行一次完全充放电。

完全放电应根据制造商使用说明进行一次正常清洁工作来实现。

4.7 机器人的工作

除非另有规定，

——在测试之前，机器人、充电座及其他所有附件均应按照制造商使用说明中正常工作的要求来使用和调整，并且；

——在测试之前，为了满足被清洁环境的要求，可根据制造商使用说明选择或调节器具的工作模式。

任何与安全相关的装置应能正常工作。

4.8 集尘器的重量测量

除尘测试中集尘器需要称重。如果集尘器是可拆卸的，应小心地从机器人上取下并进行称重。

如果集尘器不可拆卸，且需要使用二次收集系统进行灰尘收集，那么对二次收集系统内可拆卸的容器的增重进行称量和记录。

对于没有集尘器而仅使用清洁抹布的机器人，应对清洁抹布进行称重。

如果集尘器不可拆卸，且未使用二次收集系统进行灰尘收集，直接对整个机器人进行再次称重。

4.9 测量的分辨力和准确度

除非另有规定，测量的分辨力和准确度应满足以下要求：

——重量测量：

- 分辨力 $\leq 0.01\text{ g}$;
 - 准确度 $\leq 0.02\text{ g}$ 。
- 视觉位置测量：
- 覆盖率测试：
- 位置的分辨力 $\leq 3\text{ cm}$;
 - 位置的准确度 $\leq 5\text{ cm}$;
 - 采样率 $\geq 30\text{ Hz}$ 。
- 直线测试：
- 位置的分辨力 $\leq 1\text{ cm}$;
 - 位置的准确度 $\leq 1\text{ cm}$;
 - 采样率 $\geq 30\text{ Hz}$ 。
- 平均速度测试：
- 位置的分辨力 $\leq 1\text{ cm}$;
 - 位置的准确度 $< 1\text{ cm}$;
 - 采样率 $\geq 30\text{ Hz}$ 。
- 时间测量：
- 分辨力 $\leq 0.01\text{ s}$;
 - 准确度 $\leq 0.02\text{ s}$ 。

4.10 尺寸公差

所有不是以范围出现的尺寸且未标注公差的,公差应符合表 1 的要求。

表 1 尺寸公差 单位为毫米

标称尺寸	公差
3~6	±0.5
>6~30	±1.0
>30~120	±1.5
>120~400	±2.5
>400~1 000	±4.0
>1 000~2 000	±6.0
>2 000~5 000	±8.0
注：数值来源于 ISO 2768-1:1989 的表 1。	

5 除尘测试-矩形框除尘

5.1 一般要求

本测试用于提供机器人以自主运行方式在无障碍的空旷区域工作和移动时的除尘能力的指示性数据。由于导航方式的不同,除尘测试结果需要记录对应的测试时间,可用于不同产品之间进行相对比较。

注 1：除尘量是一个受机器人除尘系统和导航方式综合影响的因素,因此不能直接与 GB/T 20291.1—2014 中手动

操作的真空吸尘器的除尘结果相比较。

注2：由于机器人能够自行做出在矩形测试区域最佳导航的决策，因此在相同测试条件下任何两次运行未必能够以相同的清洁方式进行。可以理解为，在本测试中存在一个测试方法设计无法解决的固有偏差，这个偏差可以在相同起始位置和相同测试时间的除尘值中体现出来。

5.2 硬地板上的除尘

5.2.1 测试台

测试台如图1所示。其长和宽为2 000 mm×1 150 mm，周边围墙高为300 mm。围墙的内壁为未经处理的松木板颜色。测试房间的高度不应高于3 500 mm。测试台中央1 300 mm×500 mm的区域为撒灰区域。测试地板为未经处理的松木板或等效木板（具体规格正在考虑中），厚度至少15 mm。

为防止灰尘在测试中进入测试地板和围墙之间的缝隙，地板与围墙之间应充分密封。

单位为毫米

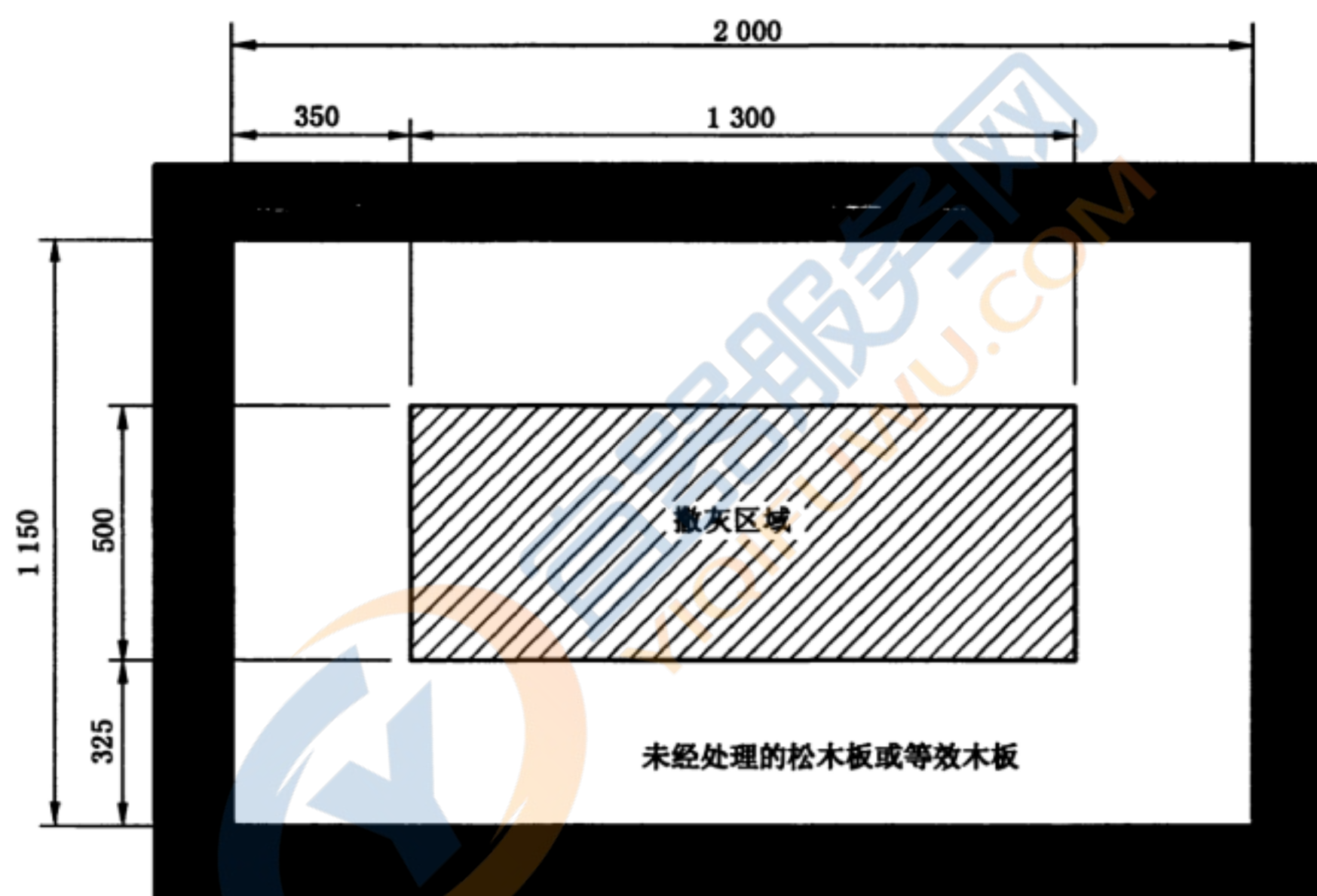


图1 硬地板除尘测试台

5.2.2 测试前准备

5.2.2.1 测试地板的预处理

将测试地板清理干净，以确保在测试前无灰尘残留。

5.2.2.2 机器人的预处理

如果机器人使用的是一次性的集尘器，在每次测试前应装配一个新的制造商推荐或提供的集尘器。

如果机器人使用的是可重复利用的集尘器（作为唯一原装集尘器或作为一次性集尘器的外壳）。在每次测量前，集尘器应根据制造商使用说明清理干净，直到重量变化在原始重量的1%以内。

纺织品材质的集尘器不应使用刷子或水清洁。

塑料材质的集尘器应根据使用说明书的要求进行清洁，如果用水清洗，则测试和测量前应使其充分干燥。

一些可循环使用的集尘器是由硬质容器和滤材组成的。这种情况下硬质容器和滤材一起被当作集

尘器,视为一个部件。

任何集尘器滤材或收集灰尘的部件(如清洁垫)在每次测试前都需要预处理。

为了尽量降低湿度的影响,收集灰尘的部件应进行预处理。

在每次测试运行之前,机器人(或二次收集系统)内的可更换的滤材和收集灰尘的部件(如清洁抹布)应更换新的。

在每次运行之前根据制造商使用说明将电池充满电。

5.2.2.3 测试灰尘的分布

测试灰尘由白云石砂组成,符合 GB/T 20291.1—2014 中 7.2.2.1 的 1 型测试灰尘要求。

测试灰尘仅在撒灰区域内以 50 g/m^2 的量尽可能均匀的分布。

注 1: 为了均匀分布灰尘,可使用图 2 所示的手动灰尘分布器。

注 2: 为了保证灰尘仅分布在撒灰区域内,可使用与撒灰区域尺寸相等的边框标识。



图 2 灰尘分布器

5.2.3 测试方法

根据 5.2.2 完成测试前的准备工作后,集尘器按照 4.8 的规定进行称重($m_{0,i,j}$)。

一次清洁试验由图 3 中两个不同起始位置的各一次运行组成,起始位置的规定如下:

S_1 : 测试台右下角与底边成 45° 的位置指向撒灰区域。

S_2 : 测试台左下角与长边平行。

每次试验中的两次运行都要使用完全充满电的电池。

在测试中,不属于机器人的附属装置不应放置在测试台内。用于启动的充电座可放置在测试台内。若不再需要,启动后充电座和其他附属装置应移除。

机器人的工作模式应按照制造商推荐的被清洁环境来设定。然后按照制造商使用说明启动机器人的自主工作。

测试中的工作模式应是用户正常使用模式中的一种,同时在测试结果中记录工作模式。

如果机器人在 15 min 内停止自主清洁工作,则测量结束,记录其工作时间。

如果机器人 15 min 后仍然工作,应按照制造商提供的方法停止机器人的移动和灰尘收集功能。工作时间记录为 15 min。

在机器人停止工作后,小心地取出集尘器按照 4.8 要求再次称重。

在测试中应保证机器人不受任何电磁或物理影响。应尽可能减小可能会影响光学传感器或基于视觉的导航系统的测试环境的动态变化。

按照 5.2.4 计算每次运行的除尘能力。

在每次运行之后,测试台和机器人应按照 5.2.2 的要求为下次运行进行预处理。

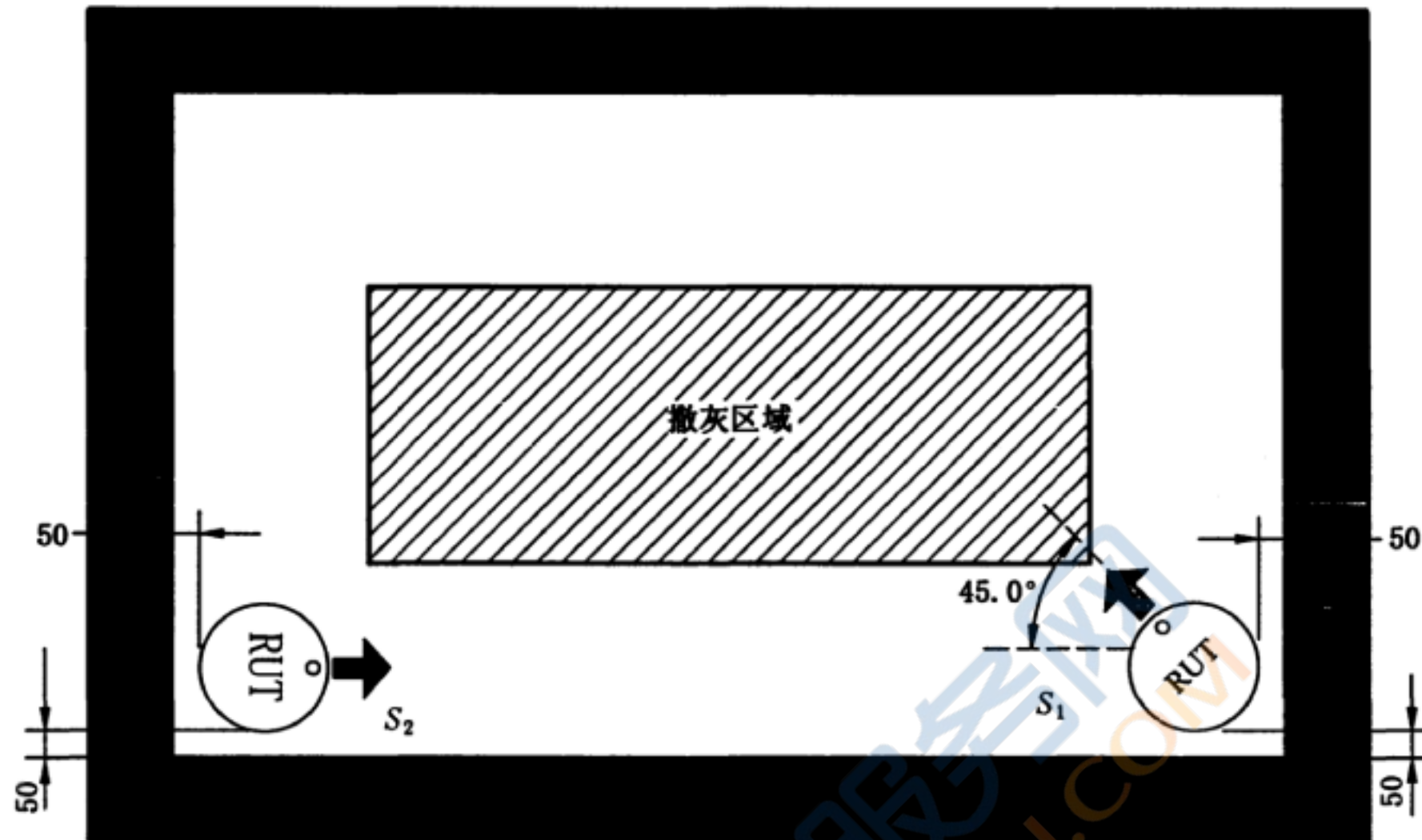
重复两次清洁试验(每次试验包括两次运行)。每次试验前机器人和测试台应按照 5.2.2 的要求进

行预处理。

如果每个位置的 3 次运行除尘率的极差(最大值减最小值)超过 5.2.4 的平均除尘率(K_i)的 10%，则在该位置应额外增加两次试验，按照 5.2.4 计算在该位置的 5 次试验的平均除尘率。

注：一次运行是指机器人在每个起始位置的一次工作。一次试验是指在两个起始位置各运行一次。一次测试是指对每个机器人进行 3 次试验。

单位为毫米



说明：

RUT —— 被测机器人；

S_1 —— 起始位置 1；

S_2 —— 起始位置 2。

注：箭头指示的是机器人前进方向。

图 3 起始位置和前行方向

5.2.4 除尘能力和工作时间的计算

除尘能力是通过计算集尘器原始重量(或者是按照 4.8 描述的机器人其他可选部件的重量)和除尘后重量的变化率得到。

开始位置 S_i 的除尘率按照 3 次试验的测量值的平均值计算，见式(1)：

或进行 5 次试验时，按式(2)计算：

$$K_i = \frac{(K_{i1} + K_{i2} + K_{i3})}{3} \quad \dots\dots\dots (1)$$

$$K_i = \frac{(K_{i1} + K_{i2} + K_{i3} + K_{i4} + K_{i5})}{5} \quad \dots\dots\dots (2)$$

式中：

K_i —— 3 次(或 5 次)试验在开始位置 S_i 的除尘率平均值，以 % 表示；

K_{ij} —— 第 j 次试验在开始位置 S_i 的除尘率，以 % 表示，见式(3)：

$$K_{ij} = \frac{(m_{f,i,j} - m_{0,i,j})}{m_D} \times 100 \quad \dots\dots\dots (3)$$

式中：

m_D —— 撒灰区域的灰尘质量，单位为克(g)；

$m_{0,i,j}$ —— 在第 j 次试验的开始位置 S_i 运行之前的集尘器质量(可按照 4.8 描述的集尘器的其他称

重方法),单位为克(g);

$m_{t,i,j}$ ——在第 j 次试验的开始位置 S_i 运行结束后的集尘器质量(可按照 4.8 描述的集尘器的其他称重方法),单位为克(g)。

机器人在开始位置 S_i 的平均工作时间按照 3 次试验的测量值的平均值计算,见式(4):
或进行 5 次试验时,按式(5)计算:

$$t_i = \frac{(t_{i1} + t_{i2} + t_{i3})}{3} \dots\dots\dots(4)$$

$$t_i = \frac{(t_{i1} + t_{i2} + t_{i3} + t_{i4} + t_{i5})}{5} \dots\dots\dots(5)$$

式中:

t_{ij} ——第 j 次试验在开始位置 S_i 的工作时间,单位为分(min);

t_i ——3 次试验开始位置 S_i 的平均工作时间,单位为分(min)。

总平均除尘率 k 按式(6)计算:

$$k = \frac{(k_1 + k_2)}{2} \dots\dots\dots(6)$$

总平均工作时间 t 按式(7)计算:

$$t = \frac{(t_1 + t_2)}{2} \dots\dots\dots(7)$$

将总平均除尘率 k 和总平均工作时间 t 作为最终测试结果进行记录。

5.3 地毯上的除尘

5.3.1 测试台

使用 5.2.1 规定的测试台,并在其上覆盖 GB/T 20291.1—2014 中 C.1 规定的威尔顿地毯。
地毯的绒毛方向按照图 4 进行放置。

单位为毫米

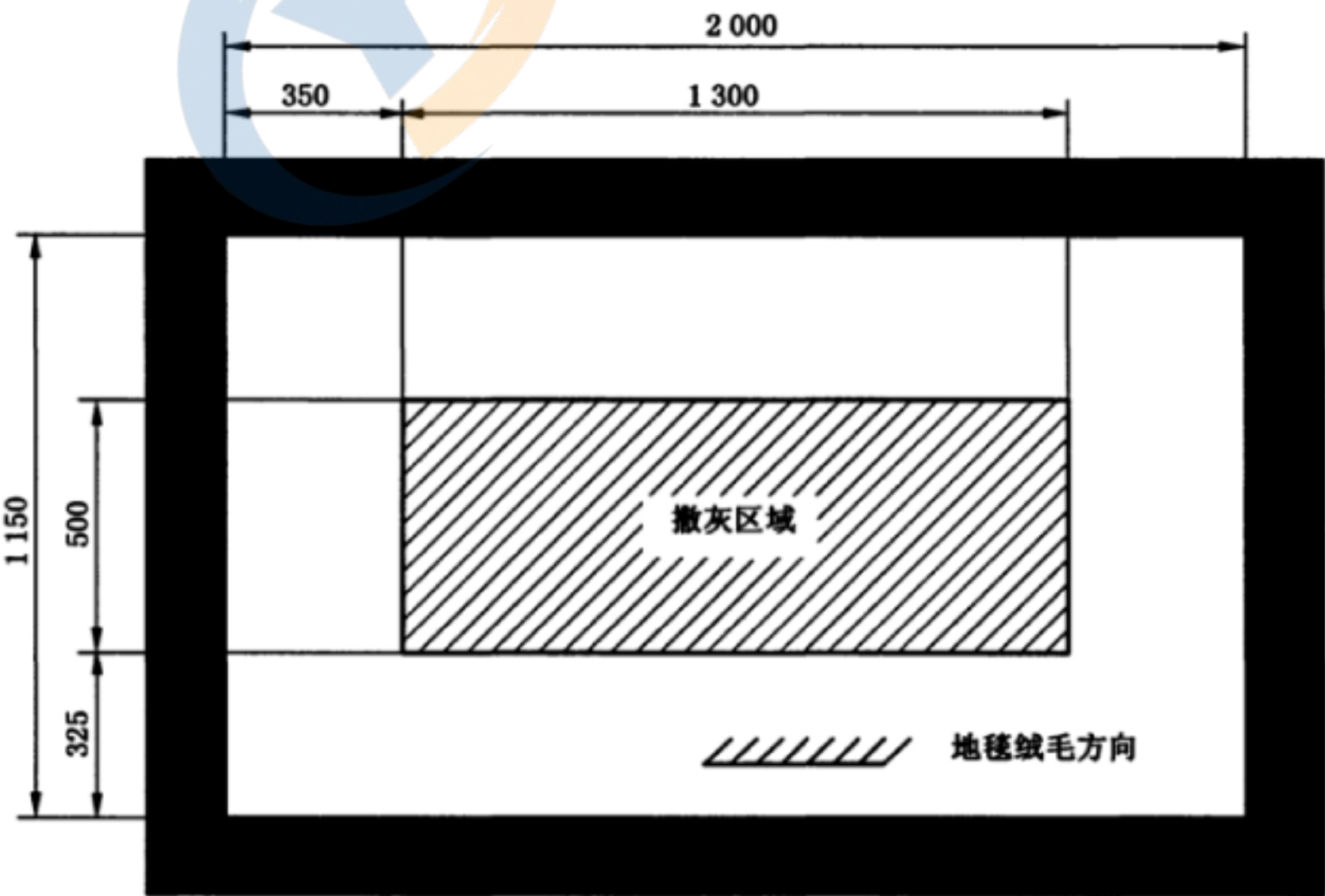


图 4 地毯除尘测试台

5.3.2 测试前准备

5.3.2.1 新地毯的预处理

新地毯在测试之前应按照以下方式进行预处理。

选用合适的真空吸尘器清理地毯表面掉落的绒毛和线头,直到 5 min 内清理的量不大于 0.5 g/m^2 。

使用室内参考真空吸尘器,根据 GB/T 20291.1—2014 中 7.2.1.4 进行除尘测试,记录测试结果,并绘制成图表。

重复测试直至绘制的曲线与水平轴平行并且两次连续测试的平均值之差小于 1 个百分点。

由于湿度对本测试有较大影响,在测试前地毯应在标准测试环境条件(见 4.1)下至少放置 16 h。

5.3.2.2 地毯的处理

每次运行之前,应清理地毯上残留灰尘并进行以下预处理。

清理地毯时推荐使用 GB/T 20291.1—2014 中 5.3.3.2 规定的地毯拍打装置。

如果没有使用地毯拍打装置,应将地毯正面倒置在刚性网状支撑面上手动拍打或用动力吸嘴清理。拍打之后,使用吸力较好的真空吸尘器进行一个行程的残余灰尘清理。

5.3.2.3 地毯的确认和预处理

地毯清洁后,使用室内参考真空吸尘器(按照 GB/T 20291.1—2014 规定,在威尔顿地毯上,沿着地毯绒毛方向来回清洁 5 个行程,除尘能力至少为 65%),装上干净的集尘器,以确认地毯是否已经清理干净。如果 5 个清洁行程后收集的灰尘质量小于 2.0 g (见 GB/T 20291.1—2014 中 5.3.3.3),则认为地毯清理干净;否则重复清洁直至吸取灰尘质量小于 2.0 g 。

为了防止灰尘逐渐进入地毯,应保持地毯的重量尽量接近原始的地毯重量。

5.3.2.4 机器人的预处理

参照 5.2.2.2。

5.3.2.5 测试灰尘的分布

每次运行之前,清理干净测试台表面。在地板上放置好测试地毯后,在撒灰区域以 125 g/m^2 的量尽可能均匀分布灰尘。

使用符合 GB/T 20291.1—2014 中 7.2.2.2 的 2 型测试灰尘:

——按照 ISO 679:2009 用筛 CEM 1 选过的;

——粒径范围: $0.09 \text{ mm} \sim 0.20 \text{ mm}$ 。

注 1: 为了均匀分布灰尘,可使用 GB/T 20291.1—2014 的手动灰尘分布器。

注 2: 为了保证灰尘仅布在撒灰区域内,可使用与撒灰区域内部尺寸相等的边框标识。

5.3.2.6 地毯上灰尘的埋入

使用符合 GB/T 20291.1—2014 中 5.3.5 要求的滚轮,沿着地毯绒毛方向来回 10 次往复运行,把灰尘压入地毯。

滚轮沿着地毯绒毛方向向前运行,以 $0.5 \text{ m/s} \pm 0.02 \text{ m/s}$ 的匀速压过整个撒灰区域。确保整个撒灰区域被完全且平坦地压过。然后地毯静置 10 min,以便其从碾压状态恢复至常态。

5.3.2.7 残留灰尘的清理

在下次运行之前按照 5.3.2.2 的方法清理地毯上残留灰尘。

5.3.3 测试方法

参照 5.2.3。

5.3.4 除尘能力和工作时间的计算

参照 5.2.4。

6 除尘测试-直线除尘

6.1 一般要求

用于评估机器人在排除掉自主移动的影响时的除尘能力。测试结果可以在机器人之间直接对比。

6.2 测试模式

6.2.1 一般要求

直线清洁测试要求机器人以正常工作模式下的速度向前运行。有一些用于直线清洁测试的其他功能,应包含在测试模式中。

这个模式要确保机器人能够以可重复性的测试模式,按照规定(见 6.2.3)的最小距离,以固定的速度向前直线运行。本测试模式应满足全部相关安全要求。

测试模式能够根据测试的性质(比如多次覆盖除尘测试)多次重复启动。

当机器人无直线测试模式时,机器人应在接近直线运动(撒灰区域内的覆盖率大于 75%)的模式(比如遥控模式)下测试。这种情况应在报告中予以记录。

注:如果机器人不能直线运行,那么本测试可以不做直接跳过。

6.2.2 测试模式的进入

制造商应清楚描述进入测试模式的方法并能够简单操作,一旦进入测试模式,机器人应处于待测试状态。

注:进入测试模式的方法可能需要用户在机器人通电状态下按动组合开关,或按下组合开关保持一段时间(这种情况下在机器人正常工作时不会出现)。唯一的条件是需要记录进入这种测试模式的方法。

一旦机器处于待测试状态,用户应能通过操作机器人(比如按键)或远程控制(比如按下遥控器上的按键)的方法,以两种速度($s_{\text{avg-hard}}$, $s_{\text{avg-carpet}}$)中的其中一种开始单次测试模式(见 6.2.3)。 $s_{\text{avg-hard}}$, $s_{\text{avg-carpet}}$ 应按照第 8 章提供的方法进行计算。

一旦测试模式运行完成,机器人应恢复至待测试状态,如果需要,可以开始执行其他测试模式。

机器人不能恢复至待测试状态时,可能需要将其提起并复位。

使用者应能根据使用说明或电源休眠/启动,退出测试模式。

6.2.3 测试模式的运行

测试模式的运行包含机器人从静止位置的启动以及在停止前的直线运行。

机器人在直线运动中,应能按照 8.3 给出的速度 $s_{\text{avg-hard}}$ 或 $s_{\text{avg-carpet}}$ 保持匀速运动。

直线运动包含加速段,匀速段以及减速段(如图 5 所示)。200 mm 长的加速区域用于机器人加速至匀速($s_{\text{avg-hard}}$, 或 $s_{\text{avg-carpet}}$)之前的运行。机器人离开加速区域后应匀速通过至少 700 mm 再加上图 6 给出的机器人纵向长度(6.3.1 中有详细解释)。200 mm 的减速区域用于机器人减速至静止状态。

注:上述的速率和距离属于观察到的数据信息不属于输入要求。

在测试模式的执行中,机器人的基本清洁系统应在其标准工作模式中启动。其他所有可能会阻止机器人直线运动的“加强”清洁系统(例如灰尘传感器)不应启动。

单位为毫米

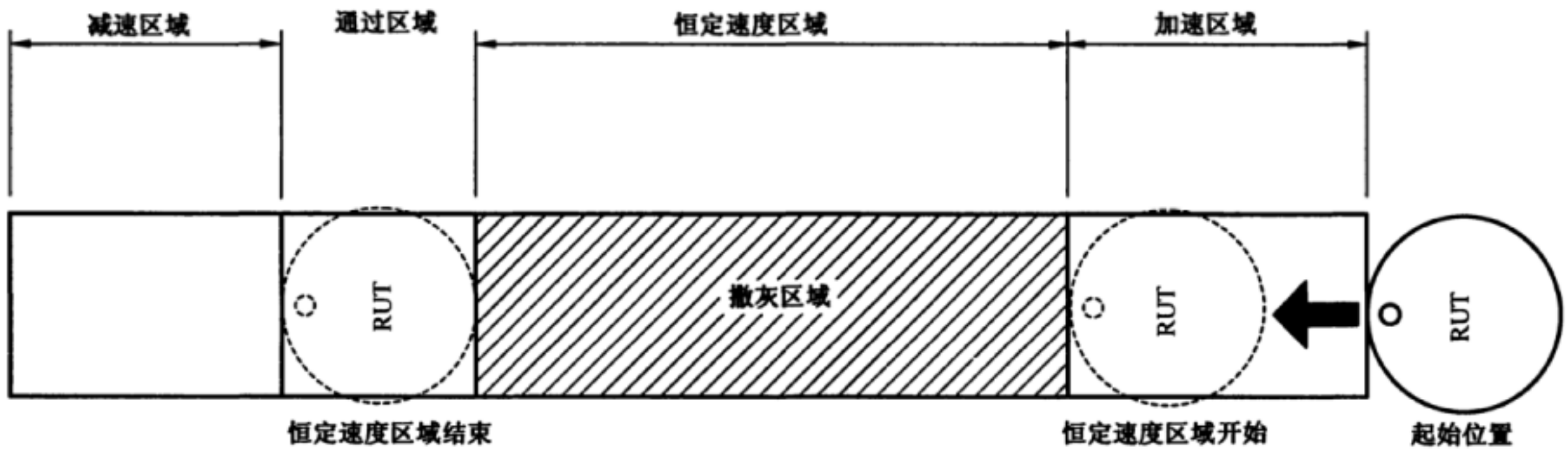


图5 测试模式运行的描述

单位为毫米

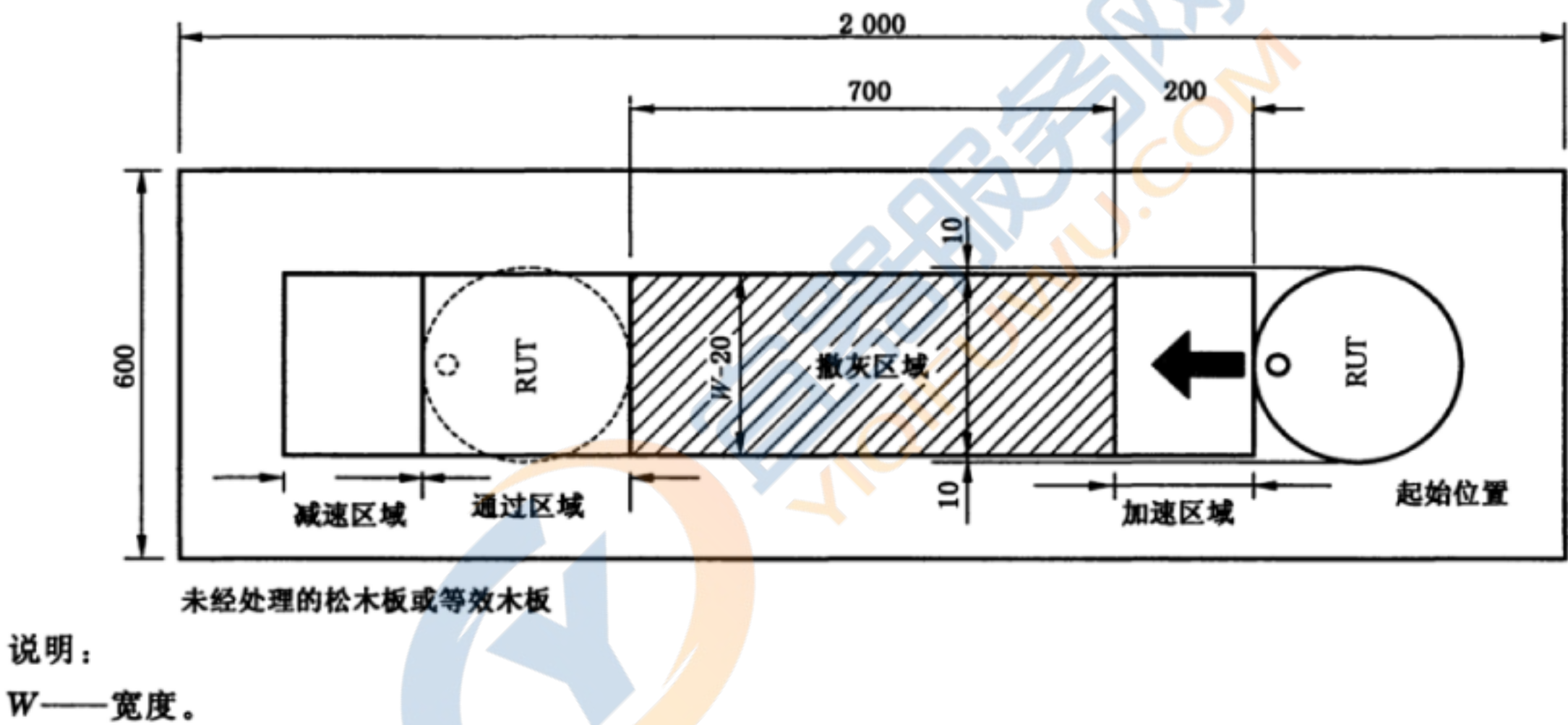


图6 硬地板直线除尘测试台

6.2.4 测试模式速度的确认

由于受外界因素的影响,比如驱动系统的打滑、导向系统的分辨力等,机器人的实际运动不会和上述描述一样精确。实际观察的速度应在要求速度的 $\pm 10\%$ 内。

如果速度不满足上述要求,记录失败项,停止测试。

注1: 基于以上相同的原因,机器人不能完全直线运动,可能出现曲线运动。

注2: 测试模式出现的路径误差,由能够记录实际运行路径的视觉追踪系统计算。

6.3 硬地板上的除尘

6.3.1 测试台

测试台的长宽至少 2 000 mm(最小值) $\times$ 600 mm,如图 6。

撒灰区域应为 700 mm $\times$ (W-20)mm,其中 W 是清洁头的宽度。

注: 在撒灰区域宽度的计算中,减掉 20 mm 是为了避免灰尘撒到机器人可触及的宽度之外。撒灰区域两端 200 mm 长的加速区域和减速区域是为了使机器人在进入撒灰区域时达到规定的运行速度。

测试面为未经处理的松木板或等效木板,厚度至少为 15 mm。

6.3.2 测试前准备

6.3.2.1 测试地板的预处理

参照 5.2.2.1。

6.3.2.2 机器人的预处理

参照 5.2.2.2。

不同点是在同一清洁测试中,滤材和灰尘收集部件(比如清洁垫)不应更换。

6.3.2.3 视觉追踪系统

测试中通过使用视觉追踪系统对测试台进行监控。应安装合适的视觉追踪系统,并且其功能要满足 4.9 的要求。

6.3.2.4 硬地板上的测试运行速度

测试运行应在 $s_{\text{avg-hard}}$ 下进行。

在测试之前,确认机器人在测试模式下的实际运行速度在第 8 章规定的 $s_{\text{avg-hard}}$ 的 $\pm 10\%$ 的范围内。

6.3.2.5 测试灰尘的分布

将符合 GB/T 20291.1—2014 中 7.2.2.1 的 1 型测试灰尘,以 $50\text{g}/\text{m}^2$ 的量尽可能均匀的分布在撒灰区域上。

注 1: 为了均匀分布灰尘,可使用图 2 中的手动布灰器。

注 2: 为了保证灰尘仅布在撒灰区域内,可使用与撒灰区域尺寸相等的边框标识。

6.3.3 测试方法

按照 6.3.2 完成测试前准备工作后,集尘器按照 4.8 规定的方法进行称重(M_0)。

如果机器人装有可拆卸的边刷,在机器人放置在测试台之前拆下来。

注: 直线运动对在地板上的除尘能力测试非常关键。

机器人应开启并使用制造商提供的方法(见 6.2.2)选择测试模式。

机器人应放置在图 6 中所指定的起始位置,其清洁头中心与撒灰区域的中心线对齐。

确保机器人的几何中心与测试台上的撒灰区域的中心线保持对齐。在程序设置中可以通过使用类似于激光指挥棒的“对准装置”进行确认。

使用制造商提供的方法(见 6.2.2),机器人以 $s_{\text{avg-hard}}$ 的速度单次运行。视觉追踪系统记录应监控运行并记录。

加速区域用于机器人加速至匀速($s_{\text{avg-hard}}$)的运动。

在机器人前端进入匀速区域至后端离开该区域(见图 5 和图 6)期间保持匀速($s_{\text{avg-hard}}$)。减速区域用于机器人减速至停止。

设计通过区域的目的,是即使机器人的机身离开匀速区域也要满足机器人匀速运行($s_{\text{avg-hard}}$)的要求。

机器人在运动停止之后,小心地移出集尘器,按照 4.8 的方法再次称重。

机器人和集尘器不要清理,重复下次的运行。每次运行后小心地移出集尘器,按照 4.8 的方法再次称重。

单次清洁试验包含 N 次运行(直线向前运动),其中次数 N 由测试者选择。

在整个试验结束之前不清理测试台上的灰尘(即使是撒灰区域之外的灰尘)。

如果任何一次运行的覆盖率小于 75%,那么整个试验都作废。重新进行试验。

清洁试验(N 次运行)重复两次。在每次试验开始前,机器人和集尘器按照 5.2.2.2 预处理。

如果 3 次试验累计的除尘率 p_i (见 6.3.4)的极差大于 10%,那么再增加两次试验。

6.3.4 除尘能力的计算

每次运行,视觉追踪系统都要精确记录机器人运行路径。一旦完成设定的测试运行次数(N),视觉追踪系统应整合运动数据,在运行结束时以百分数显示机器在撒灰区域 i 次的覆盖率。

测试者根据需要选择运行次数 N ,但是推荐最少 3 次。

除尘率按式(8)计算:

$$p_i = \frac{\frac{M_i}{M} - \sum_{k=1}^{i-1} C_{ki} \times p_k}{C_{ii}} \quad \dots\dots\dots(8)$$

式中:

M ——撒灰区域最初撒灰总质量,单位为克(g);

M_i ——第 i 次运行后累计除尘的质量,单位为克(g);

C_{ki} ——第 i 次运行后机器人的清洁头 k 次覆盖撒灰区域的覆盖率,数值以%表示;

C_{ii} ——第 i 次运行后清洁机器人的清洁头 i 次覆盖撒灰区域的覆盖率,是 C_{ki} 的特例,数值以%表示;

p_i —— i 次覆盖撒灰区域的累计除尘率,数值以%表示。

注 1: i 次覆盖撒灰区域是指在撒灰区域中机器人的清洁头覆盖了 i 次的区域。

完成了上述 3 次试验后,最终的硬地板除尘率 p_i 按式(9)计算:

或者如果进行 5 次试验,按式(10)计算:

$$p_i = \frac{(p_{i,1} + p_{i,2} + p_{i,3})}{3} \quad \dots\dots\dots(9)$$

$$p_i = \frac{(p_{i,1} + p_{i,2} + p_{i,3} + p_{i,4} + p_{i,5})}{5} \quad \dots\dots\dots(10)$$

式中:

$p_{i,n}$ ——第 n 次试验中 i 次覆盖撒灰区域的累计除尘率,数值以%表示;

p_i ——最终累计 i 次覆盖除尘率, $i=1,2,3,\dots,N$,数值以%表示。

注 2: 一旦测试模式的第 1 次运行结束,单次覆盖除尘率 p_1 按照如下公式计算,此时 C_{21} 和 C_{31} 都为零。

$$p_1 = \frac{M_1}{M \times C_{11}} \quad \dots\dots\dots(11)$$

第 2 次运行结束后,两次覆盖除尘率 p_2 按照如下公式计算, C_{32} 为零。

$$p_2 = \frac{\frac{M_2}{M} - C_{12} \times p_1}{C_{22}} \quad \dots\dots\dots(12)$$

最后,第 3 次运行结束后,3 次覆盖除尘率 p_3 按照如下公式计算。

$$p_3 = \frac{\frac{M_3}{M} - C_{13} \times p_1 - C_{23} \times p_2}{C_{33}} \quad \dots\dots\dots(13)$$

因此在第 i 次运行后的累计灰尘质量应满足以下公式。

$$M_i = M \times \sum_{k=1}^i (C_{ki} \times p_k) \quad \dots\dots\dots(14)$$

注 3: 直线运动的除尘值可以用绝对除尘值和相对除尘值两种方式来表示。绝对除尘值是机器人在规定的覆盖次数后的总除尘量,不考虑在实际工作中机器人导航系统显示的覆盖次数。比如,即使机器人的导航系统在实

际工作中只有两次覆盖,也可以进行 1 次,3 次,5 次或者 10 次的累计除尘测量操作。这样可以排除导航系统的影响与真空吸尘器的性能作比较,如有必要可手动操作真空吸尘器进行比较。相对除尘值是记录每次覆盖后的除尘值,和自主导航覆盖率得到的覆盖次数保持对应(见第 7 章)。它确保了在比较机器人产品时,除尘能力与机器人导航原理以及实际工作的代表性相关。当第 n 次和第 $n-1$ 次试验之间除尘率的增加值小于或等于 1%时,试验应终止。

6.4 地毯上的除尘

6.4.1 测试台

使用 6.3.1 规定的测试台,并在上面覆盖 GB/T 20291.1—2014 中 C.1 规定的威尔顿地毯。图 7 显示了测试台的布置。

单位为毫米

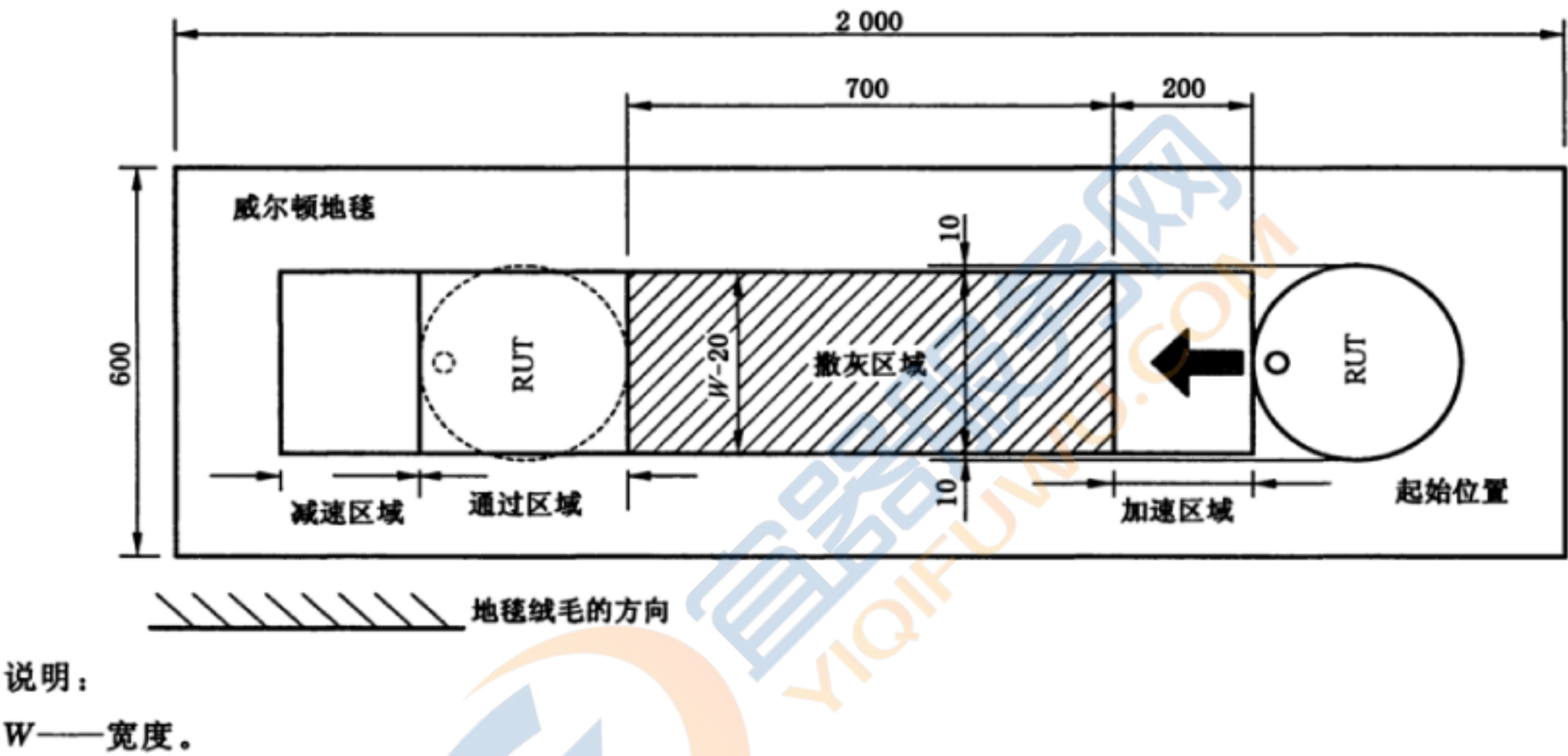


图 7 地毯直线除尘测试台

6.4.2 测试前准备

6.4.2.1 测试地毯的预处理

参照 5.3.2.1。

6.4.2.2 测试地毯的处理

参照 5.3.2.2。

6.4.2.3 测试地毯的确认和预处理

参照 5.3.2.3。

6.4.2.4 机器人的预处理

参照 5.2.2.2。

6.4.2.5 视觉追踪系统

参照 6.3.2.3。

6.4.2.6 地毯上的测试运行速度

测试运行应在 $s_{\text{avg-carpet}}$ 下进行。

在测试之前,确认机器人实际运行速度在第 8 章规定的 $s_{\text{avg-carpet}}$ 的±10%的范围内。

6.4.2.7 灰尘的分布

将符合 GB/T 20291.1—2014 中 7.2.2.2 的 2 型测试灰尘,以 $(125 \pm 0.1) \text{ g/m}^2$ 的量尽量均匀地分布在整個测试区域。

注 1: 为了均匀分布灰尘,可使用 GB/T 20291.1—2014 规定的手动布灰器。

注 2: 为了保证灰尘仅布在撒灰区域内,可使用与撒灰区域尺寸相等的边框标识。

6.4.2.8 地毯上灰尘的埋入

参照 5.3.2.6。

6.4.2.9 残余灰尘的清理

仅在每次试验后(不是运行后)应根据 5.3.2.2 清理残余灰尘。每次试验前应根据 5.3.2.3 确认和预处理。

6.4.3 测试方法

参照 6.3.3。

6.4.4 除尘能力的计算

参照 6.3.4。

7 覆盖率测试

7.1 一般要求

覆盖率测试是测量机器人在 7.2 规定的标准房间中覆盖可到达区域的能力。本测试所测量的是在一段时间内累计的覆盖率。机器人在相同区域的多次覆盖率也包含在本测试内。

7.2 测试台

7.2.1 测试条件

对于本测试环境温度和湿度需要说明。可以不满足 4.1 规定的环境条件。

7.2.2 地面的布置

测试区域由长 4000 mm×宽 5000 mm($L \times W$)(公差±50 mm)的地面、四周墙面和天花板组成。

测试地板应为未经处理的松木板或等效木板。

覆盖率测试台的地板如图 8~图 12 所示。按照图 8 所示放置家具和障碍物。

家具和障碍物的尺寸和特征见表 2。

单位为毫米

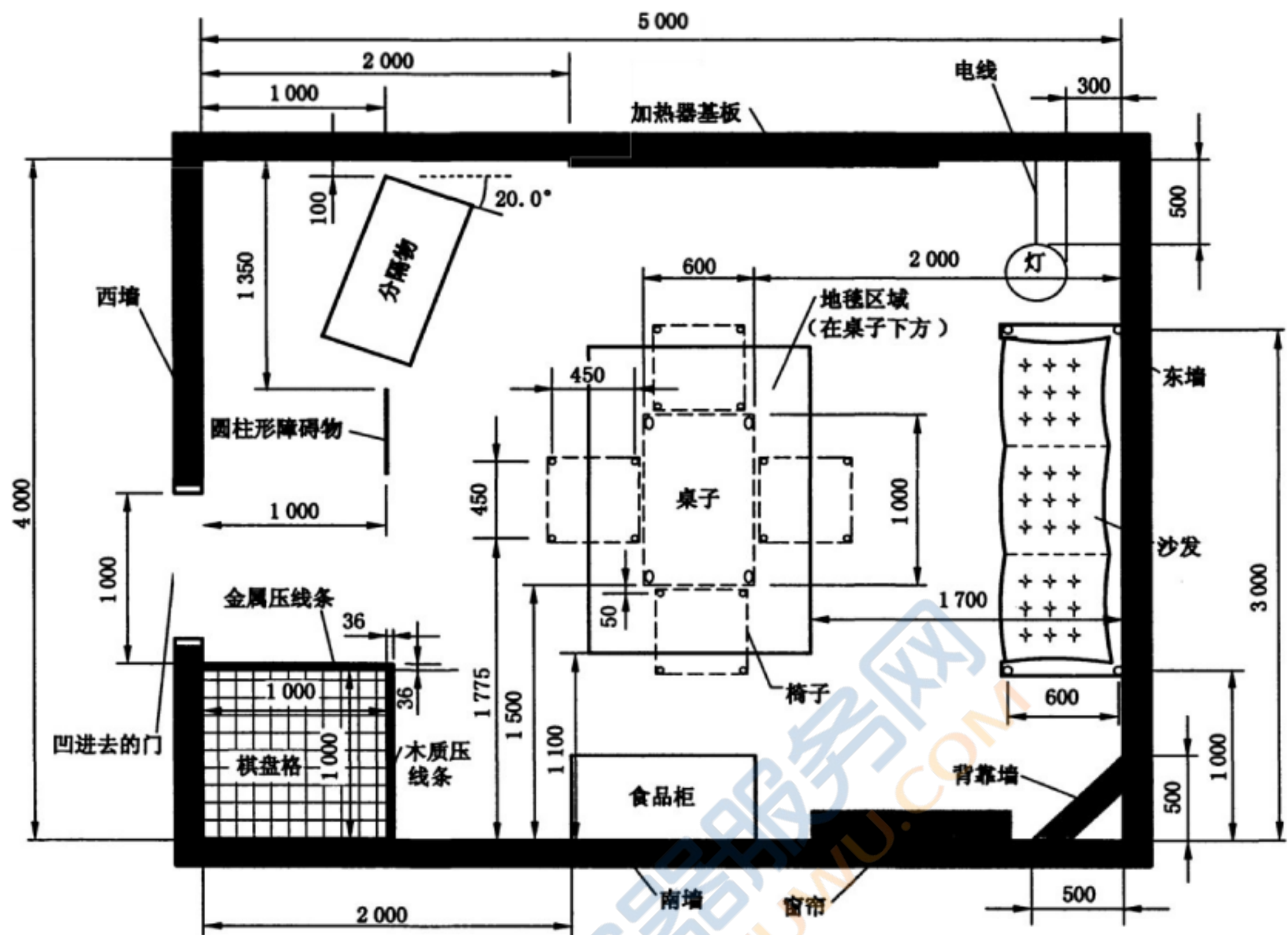


图 8 覆盖率测试台

单位为毫米

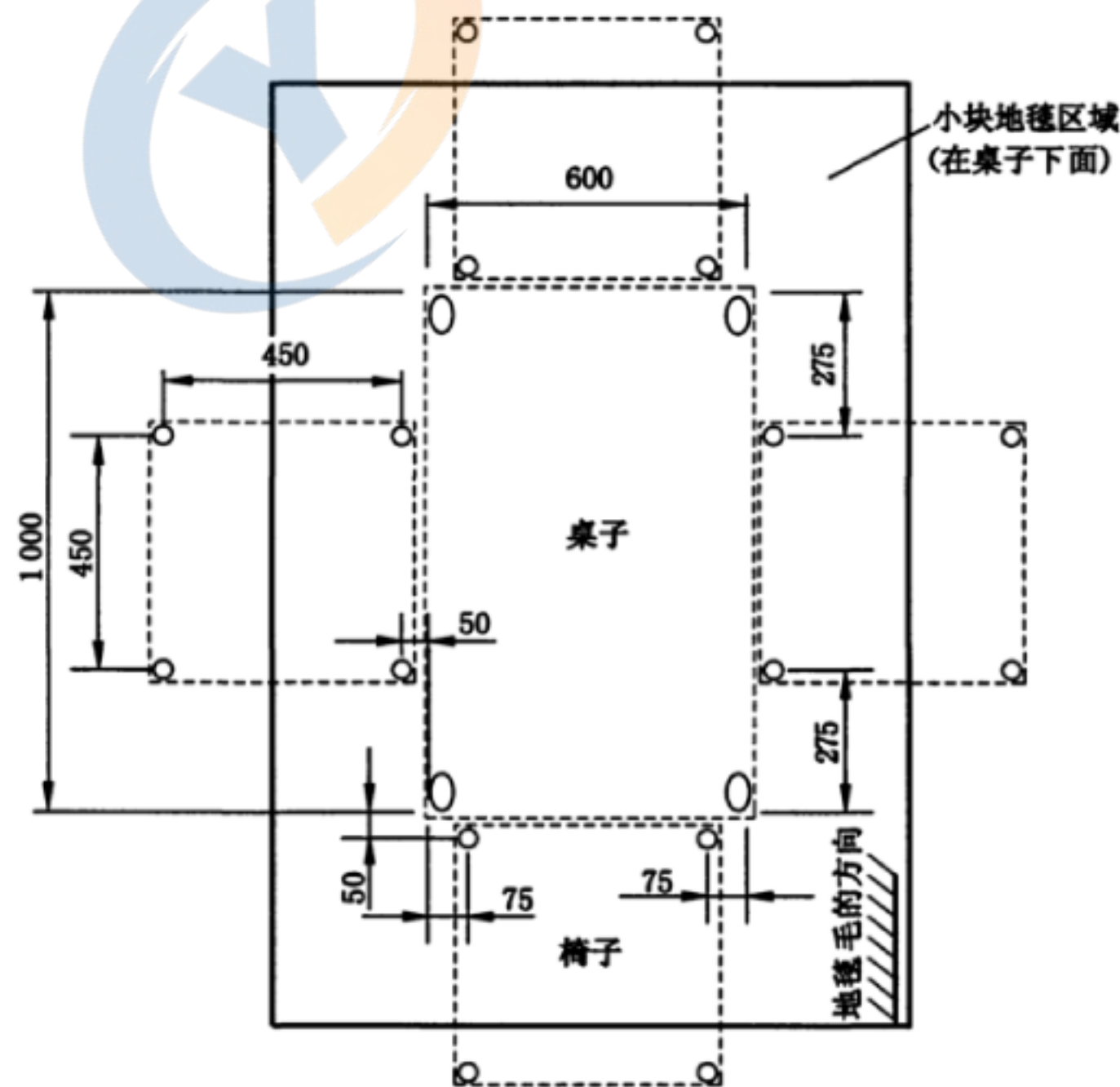


图 9 桌子周围障碍物的细节

单位为毫米

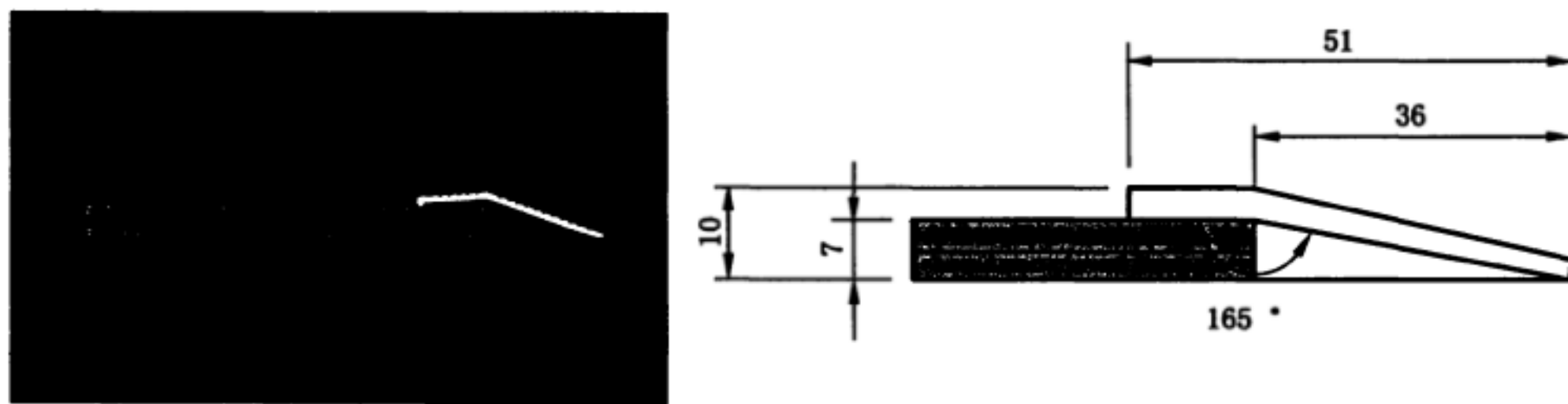


图 10 金属压线条安装图

单位为毫米

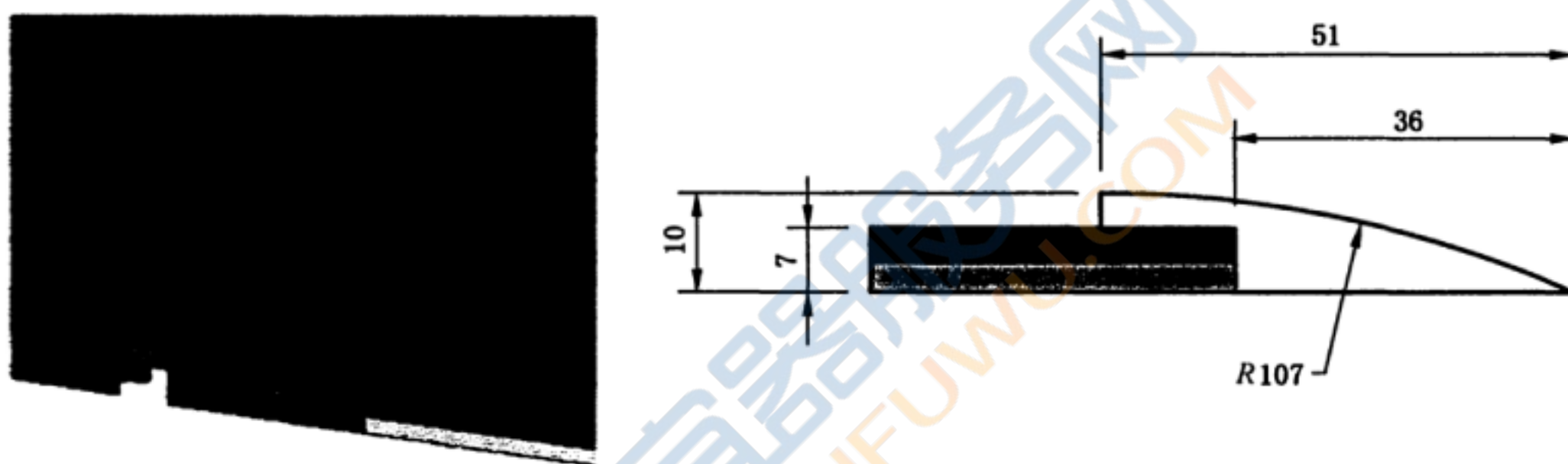


图 11 木质压线条安装图

单位为毫米

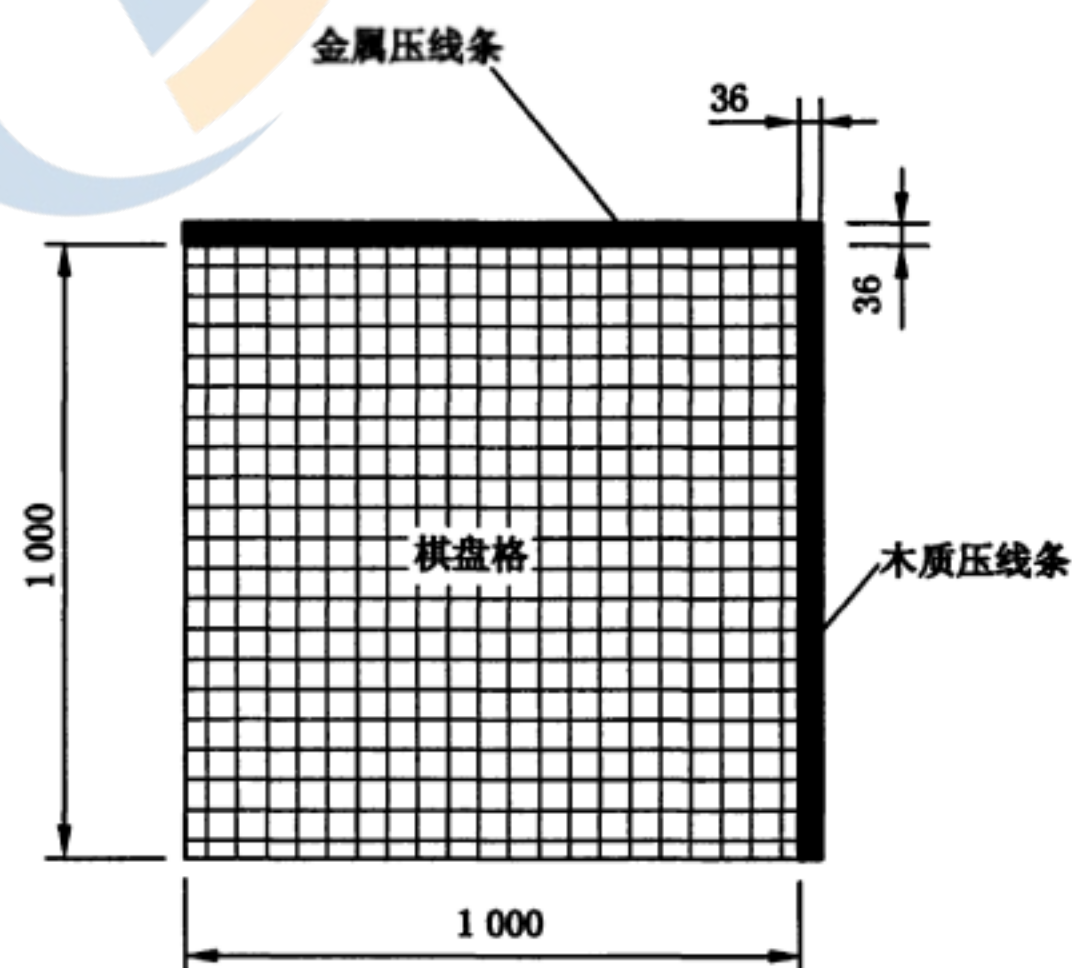


图 12 棋盘格和压线条的细节图

表2 家具和障碍物的尺寸

名称	数量	尺寸/mm	外观/颜色	备注
食品柜	1	长 1 000 宽 500 高 300	白色	食品柜应固定在地面上； 下面应封闭； 柜子无脚
桌子	1	长 1 000 宽 600	原木色	4 条桌腿的尺寸为 40 mm(长)×40 mm(宽)× 300 mm(高)； 桌腿中心线距离为 1 000 mm(长)和 600 mm (宽)； 桌腿应固定在地面上
椅子	4	长 450 宽 450	原木色	4 条椅腿的尺寸为 35 mm(直径)×300 mm(高)； 椅腿中心线距离为 450mm； 椅腿应固定在地面上
沙发	1	长 2 000 宽 600	白色	4 条沙发腿的尺寸为 48 mm(直径)×300 mm (高)； 沙发腿中心线距离为 2 000 mm(长)和 600 mm (宽)； 沙发腿应固定在地面上
分隔物	1	长 1 000 宽 500 高 300	18%灰色	无腿； 全封闭； 分隔物应固定在地面上
落地灯	1	直径 330 高 300	白色	基座高度为 5 mm,外沿呈 10°的上坡； 中间灯杆的直径是 30 mm； 落地灯应固定在地面上
电源线	1	直径 6 长 900	黑色	带插头的一端固定在离地面高度为 350 mm 的北 墙插座上,另一端固定在落地灯基座的边缘； 电源线不固定在地面上
圆柱形 障碍物	1	直径 15 长 500	未处理或未打 磨过的表面	铝质,呈圆柱形； 圆柱形障碍物应固定在地面上。 注：代表椅子的支撑杆
加热器基板	1	长 2 000 宽 40 高 300	原木色	加热器基板需要可靠地固定在地面和墙上

表 2 (续)

名称	数量	尺寸/mm	外观/颜色	备注
小块地毯	1	长 1 680 宽 1 200 高 10	象牙色	地毯类型为威尔顿; 地毯需要固定在地面上
棋盘格	1	长 1 000 宽 1 000 高 7	黑和白	每个黑白格子的尺寸 100 mm(宽)×100 mm(长)×7 mm(高); 白格表面应进行抛光处理; 黑格表面应哑光,无需抛光; 棋盘格应固定在地面上,黑白格之间无间隙; 压线条应固定在地面上
金属压线条	1	宽 36 高 2	未处理或未打磨过的表面	铝质材料(按照图 10 和图 12 安装) 可采用 M-D 建筑产品(长 36×宽 2,型号 # 43858,表面抛光)或类似压线条 金属压线条应固定在地面上; 金属压线条与木质压线条连接处应有 45°拼角
木质压线条	1	宽 36.5 高 11	木质	木质(按照图 11 和图 12 安装); 可采用布鲁斯品牌(型号 # 11177810)或类似压线条; 木质压线条应固定在地面上

7.2.3 墙和天花板的构造

7.2.3.1 一般要求

测试台的墙和天花板的构造如图 13 所示。天花板离测试台地面的高度是 $2\,500\text{ mm} \pm 50\text{ mm}$ 。天花板应处于同一水平面且与地面平行。

表 3 列出了布置在墙上的物品和装饰物的清单,不允许有其他装饰物。这张表同样包含了每一件物品的尺寸、特征和位置。

除了表 3 所示以外,整个墙面在地面与天花板之间的高度内不应该有缝隙或裂纹。墙应同时垂直于地面和天花板。

墙和天花板按照表 3 进行遮挡或者粉刷。墙和天花板的表面应平整并且没有可视的纹理(最大几何变化为 $\pm 1\text{ mm}$)。

单位为毫米

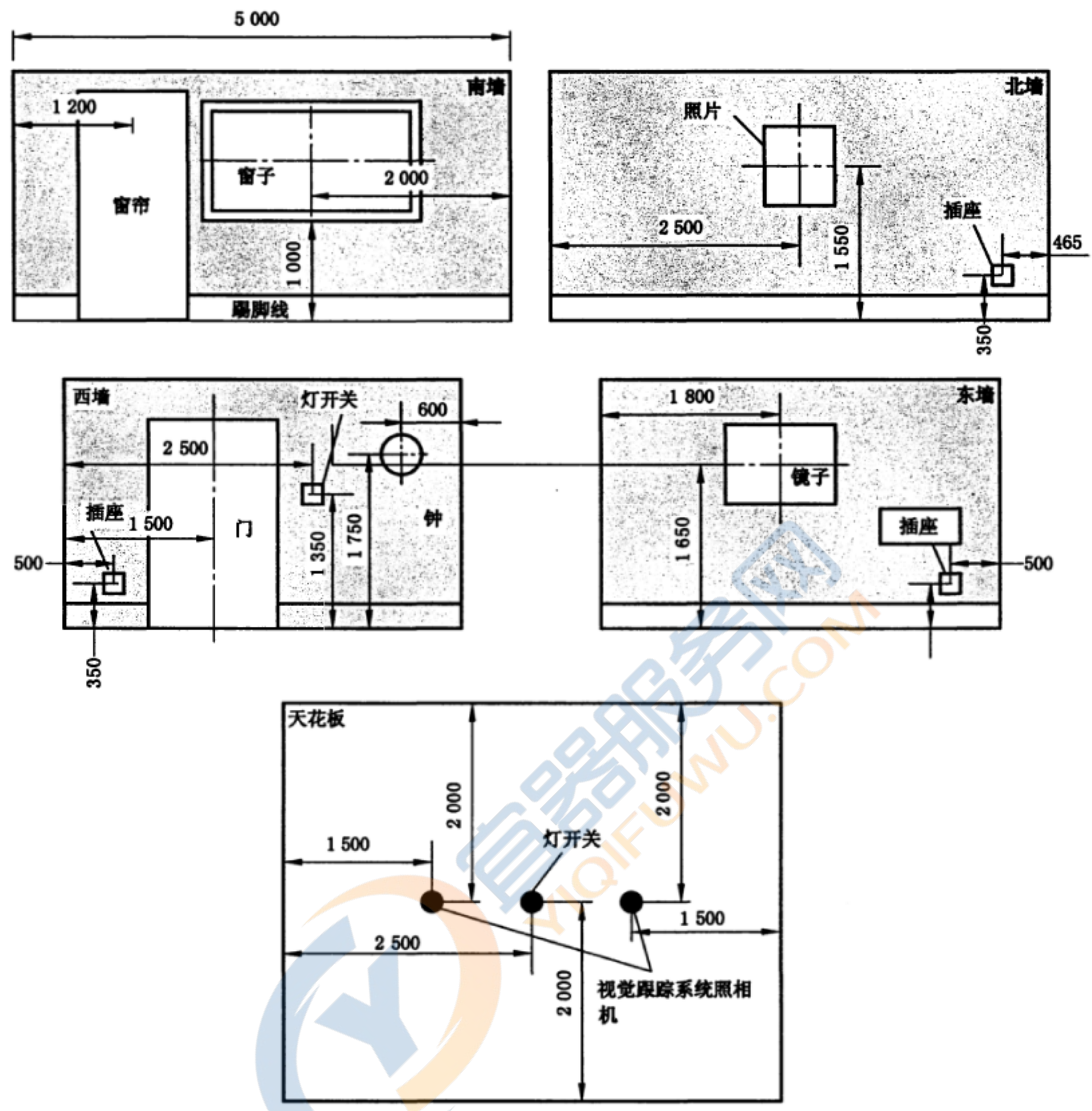


图 13 四面墙和天花板的构造

表 3 墙和天花板

名称	数量	尺寸/mm	表面情况	备注
北墙	1	长 5 000	亚光: 木兰色 RGB #EEE8EB 0~10% 反射度	所有墙体的结构应保证当机器人碰撞时不会变形或移动
南墙	1	长 5 000	亚光: 木兰色 RGB #EEE8EB 0~10% 反射度	所有墙体的结构应保证当机器人碰撞时不会变形或移动
东墙	1	长 4 000	亚光: 木兰色 RGB #EEE8EB 0~10% 反射度	所有墙体的结构应保证当机器人碰撞时不会变形或移动

表 3 (续)

名称	数量	尺寸/mm	表面情况	备注
西墙	1	长 4 000	亚光:木兰色 RGB #EEE8EB 0~10% 反射度	所有墙体的结构应保证当机器人碰撞时不会变形或移动
天花板	1	宽 4 000 长 5 000	亚光:木兰色 RGB #EEE8EB 0~10% 反射度	所有墙体的结构应保证当机器人碰撞时不会变形或移动
门	1	宽 750~850 高 1 950~2 050	亮光:白色 60%~80% 反射度	参照图 14 和相关文件。 带有银色门把手
窗户	1	宽 1 800~2 200 高 900~1 100	亮光:白色 60%~80% 反射度 窗户后面应安装一块嵌板,嵌板后面应刷成亚光蓝(RGB #99CCFF,0~10% 反射)	参照图 15 和相关文件
踢脚线	4	高 75~125 厚 10	两侧(北侧和西侧):亮光白色, 60%~80% 反射度 两侧(东侧和南侧):未处理过的自然木质板颜色	参照图 16 和相关文件
灯开关	1	宽 70~100 高 70~100 直径 0~15	塑料:白色	单个开关。不必控制测试区域的灯
插座	1	宽 70~100 高 70~100 直径 0~15	塑料:白色	单个插座。不必带电
吊灯插座	1	长 120~250	白色	长度指的是从天花板到灯泡底部的高度。如图 17 所示
视觉追踪系统照相机		2		平齐的安装在天花板顶部
钟	1	直径 300	边框是亮光灰色 RGB #808080 60%~80% 反射度 表面:亚光白 RGB #FFFFFF 0~10% 反射度	可以不必是真实的钟。如图 18 所示
镜子	1	宽 1 000 高 750	边框是亮光灰色 RGB #808080 60%~80% 反射度	如图 19 所示

表 3 (续)

名称	数量	尺寸/mm	表面情况	备注
装饰画	1	宽 600 高 750	边框是亮光灰色 RGB #808080 60%~80% 反射度 表面是亚光绿色 RGB #99FF99 0~10% 反射率	如图 20 所示
窗帘	1	宽 1 250~1 500 高 2 000~2 200	棕色 RGB #333300	所用材料应该是平整,不透光,要足够的重使得挂起无褶皱 窗帘中心线离墙的距离应为 100 mm。 如图 21 所示
注:所有颜色都以网络颜色 RGB 格式列出,目的是为了明确指示所指定的颜色。每个颜色的 RGB 值可以在 ±5% 范围内变化。				

7.2.3.2 门的规格

门的构造应如图 14 所示。门应有 4 个内置的嵌板。门应由平齐地安装在墙体上(使门凹进墙内 50 mm)宽 50 mm 的边框包围着。门框可以做成仅内部边缘有倒角,且倒角的最大半径为 50 mm。门的把手应该装在右手边(从测试区域的内侧方向看)。门应能打开。如果这样的话,门应从测试区域向外打开。

单位为毫米

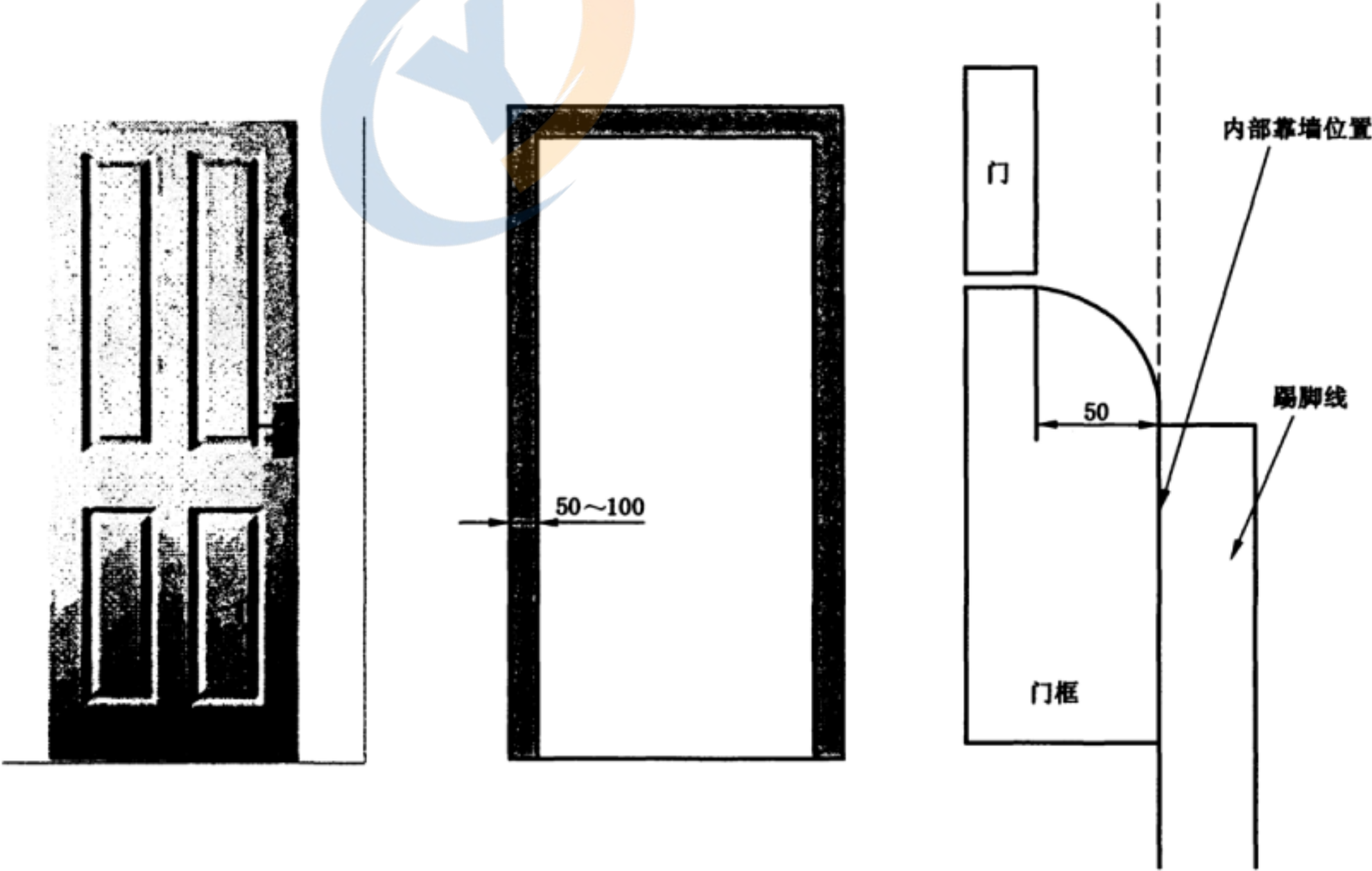


图 14 带有 4 个内置嵌板的门的示意图

7.2.3.3 窗户的规格

窗户的构造如图 15 所示。窗户应包含 3 个尺寸相同的窗玻璃。每块窗玻璃应有边框。边框的宽度为 50 mm~100 mm 并凸出墙面 50 mm~100 mm。窗玻璃可以是由玻璃材料或透明丙烯酸塑料材料制成。窗玻璃凹进窗框前表面 10 mm。将一块嵌板安装在窗户后面和窗玻璃后面,嵌板应刷成亚光蓝(RGB #99CCFF, 0~10% 反射率)。

7.2.3.4 踢脚线的规格

踢脚线的构造如图 16 所示。踢脚线可以做成仅顶部边缘有倒角,且倒角的最大半径为 10 mm。

单位为毫米

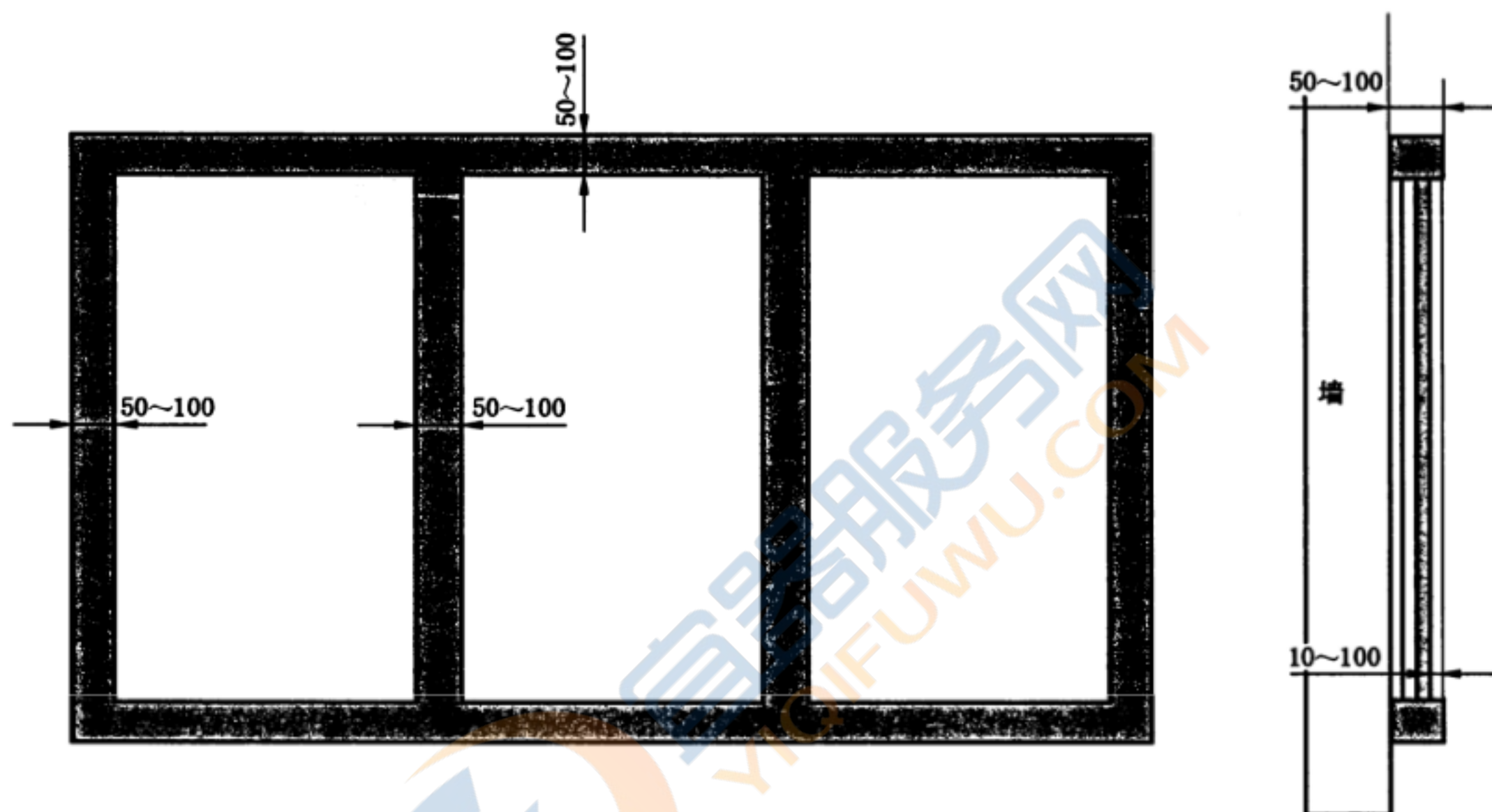


图 15 窗户的示意图

单位为毫米

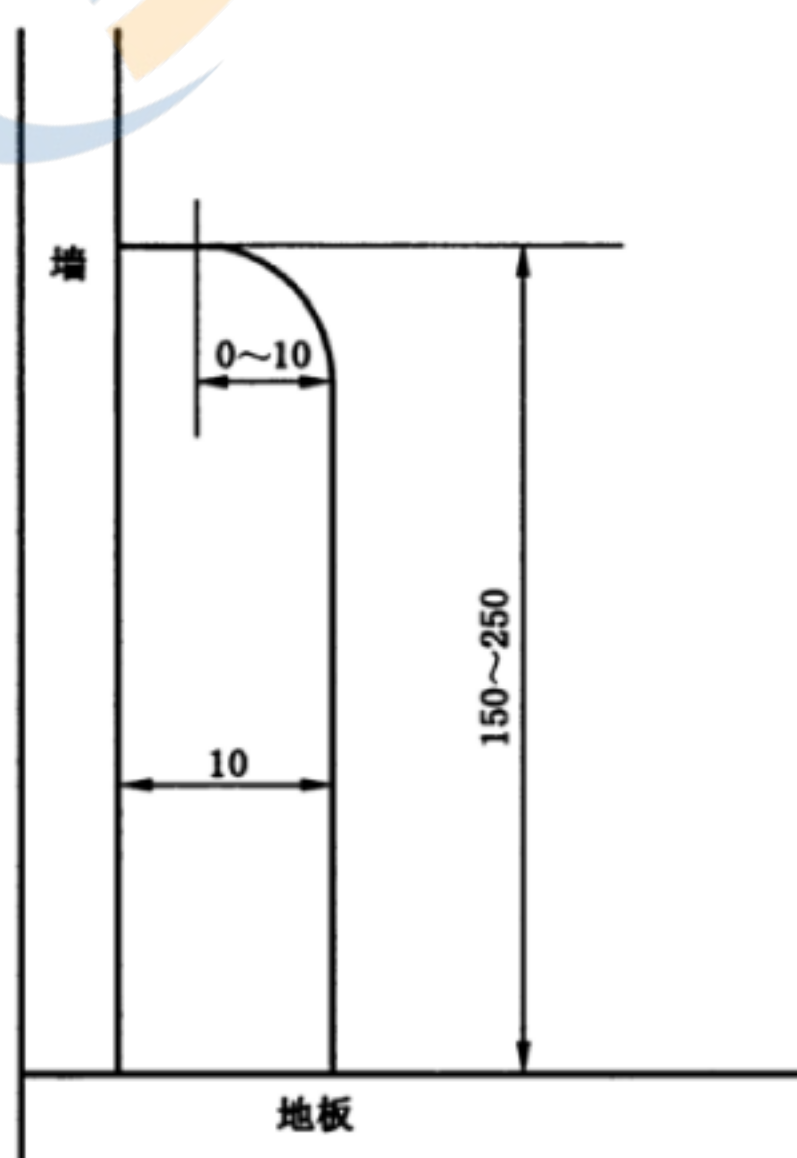


图 16 踢脚线的示意图

7.2.3.5 吊灯的规格

吊灯的构造如图 17 所示。吊灯的高度即从天花板到灯泡底部的距离应在 120 mm~250 mm 的范围内。

7.2.3.6 钟的规格

钟的构造如图 18。钟是由圆形亮光灰色(RGB # 808080,60%~80%的反射率)的外框和亚光白(RGB # FFFFFFF,0~10%的反射率)的钟面组成。内部无指针或其他显示。外框应宽 75 mm,并应凸出墙面 50 mm。钟面应凹进外框前面 25 mm。

单位为毫米

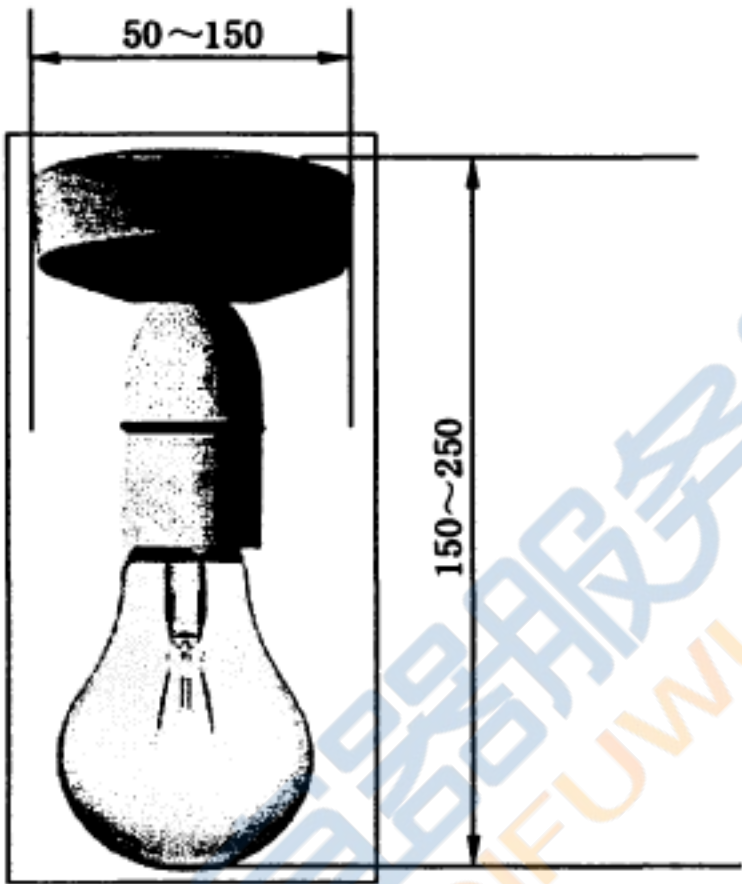


图 17 吊灯的示意图

单位为毫米

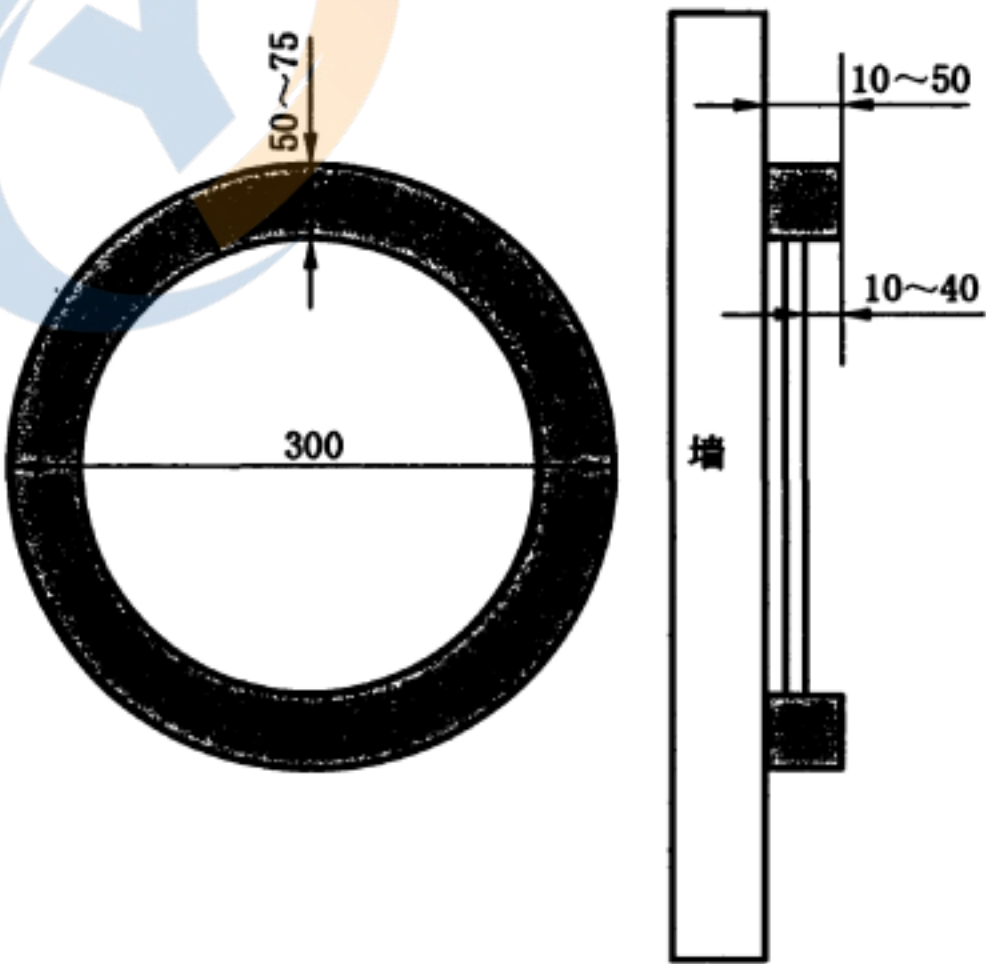


图 18 时钟的示意图

7.2.3.7 镜子的规格

镜子的构造如图 19。镜子的外框为亮光灰色(RGB # 808080,60%~80%的反射率)。外框的宽度应为 100 mm,并应凸出墙面 50 mm。镜面应凹进外框前面 25 mm。镜子应为反射率至少为 85%的平玻璃镜。

7.2.3.8 装饰画的规格

装饰画的构造如图 20。装饰画应包含一个绿色的嵌板,安装在其透明面板后面,整个装饰画应有外框包边。亮光灰色(RGB # 808080,60%~80%反射率)的外框的宽度应为 50 mm,并应凸出墙面 50 mm。透明面板可以由玻璃或透明丙烯酸塑料材料制成。透明面板应凹进外框前面 25 mm。一个喷涂成亚光绿(RGB # 99FF99,0~10%反射率)的嵌板应安装在相框的背面,透明嵌板后面。

7.2.3.9 窗帘的规格

窗帘的构造如图 21。窗帘折叠悬挂后的宽应为 1 250 mm~1 500 mm,窗帘展开后的使用宽度应为 3 400 mm。以不大于 100 mm 的间隔折叠帘布使其成波动状后自然悬挂。窗帘距离墙面的平均距离为 100 mm。站在窗帘前应看不见帘布的悬挂方式。地板和帘布底部之间的距离应在 5 mm~20 mm 之间。

单位为毫米

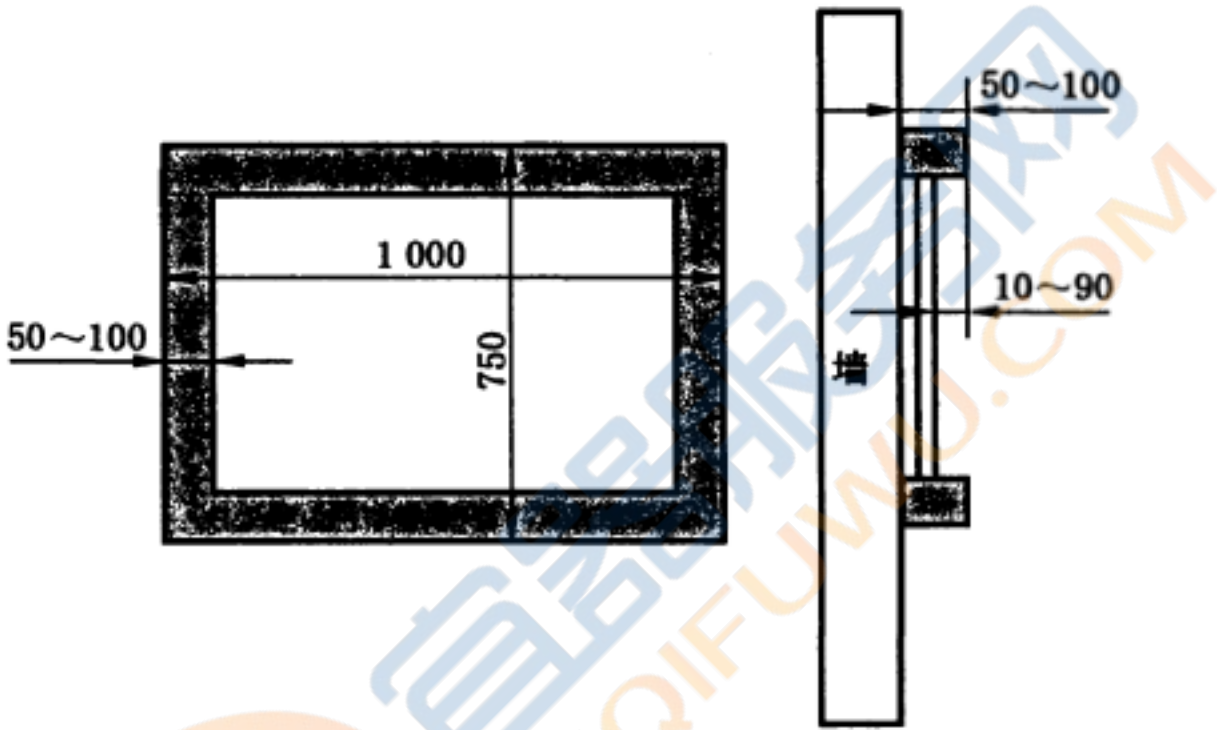


图 19 镜子的示意图

单位为毫米

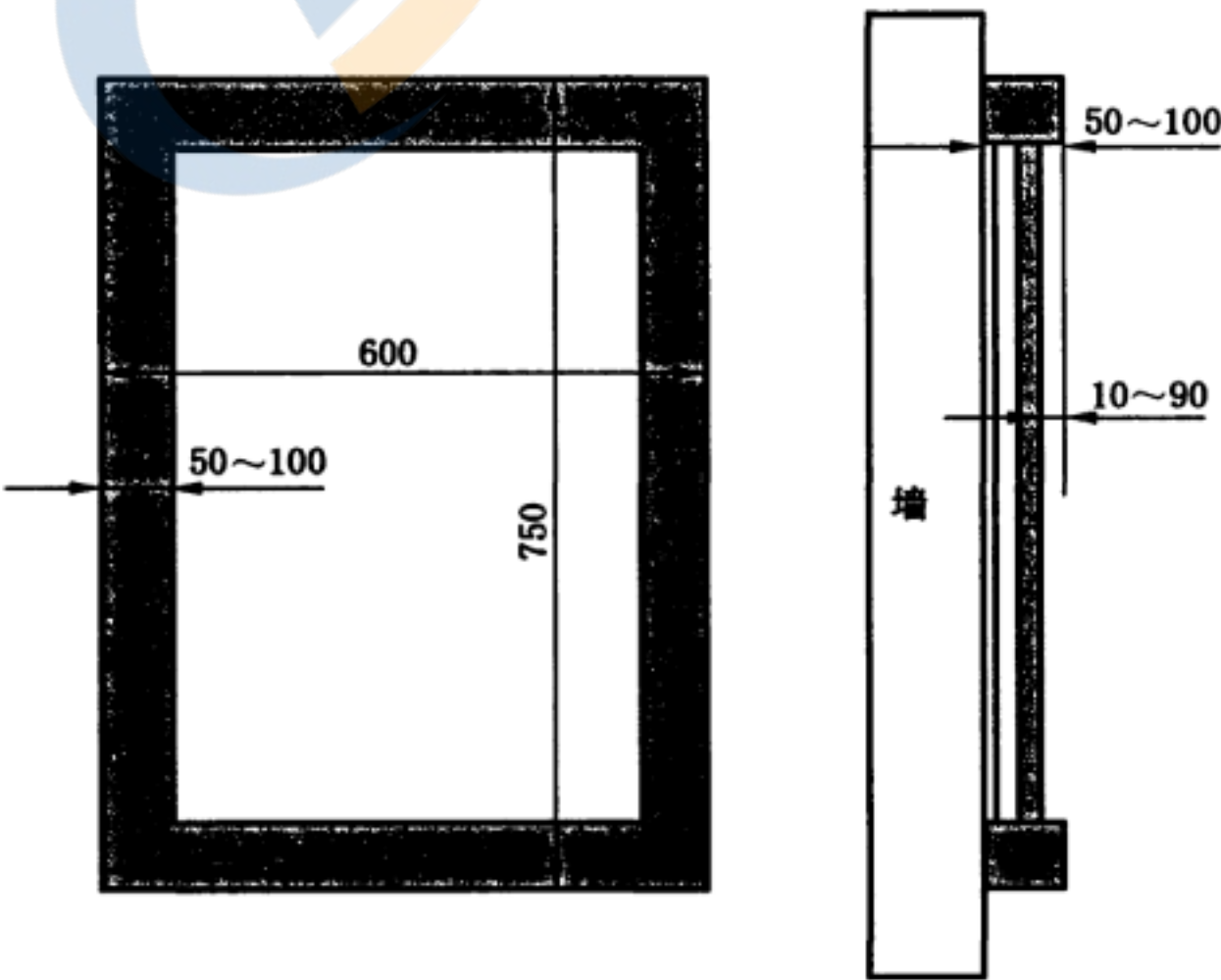


图 20 装饰画的示意图

单位为毫米

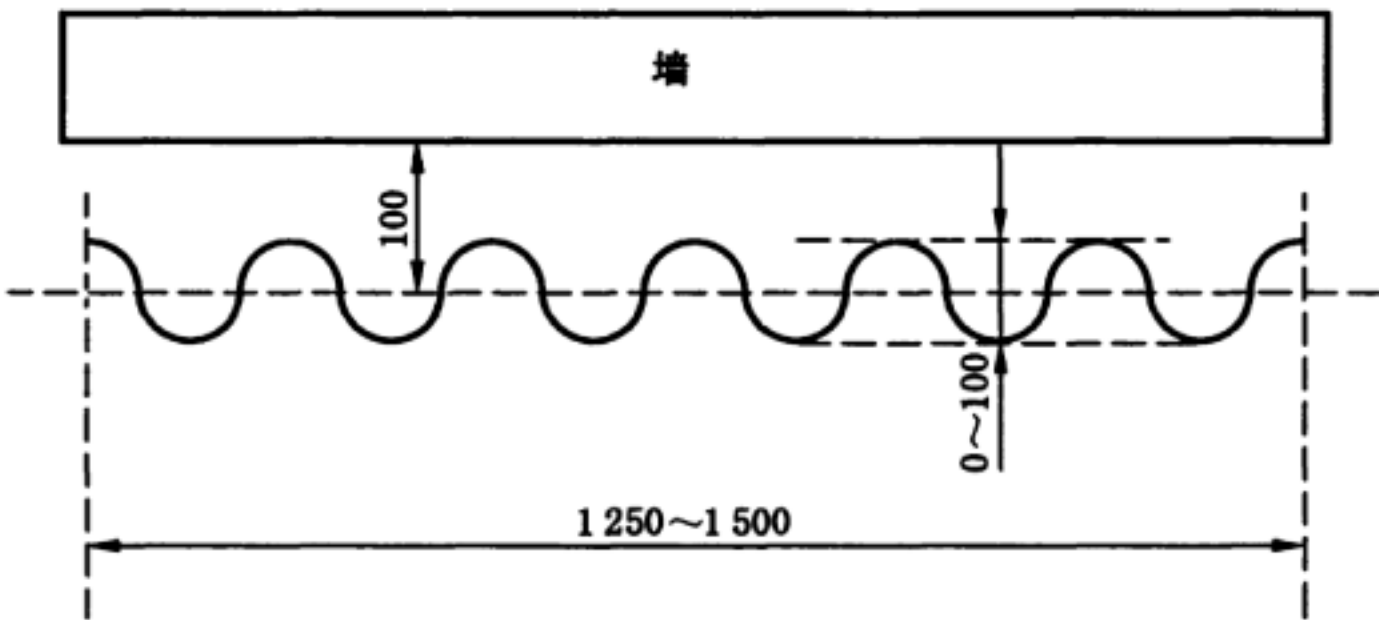


图 21 窗帘的示意图

7.2.4 一般条件

测试区域用安装在表 3 规定的吊灯处的荧光灯或白炽灯泡进行照明。用于测试的照度应保持在 40 lx~200 lx 之间,色温应在 2 000 K~6 000 K 之间(在地面上任何位置测试)。

环境温度和湿度只需要满足制造商书面规定的室内正常使用要求。当关闭测试区域内的门和所有灯并打开测试区域外的灯时,测试区域内任何位置的照度应不大于 2 lx。

允许安装当地法规要求的任何安全装置(比如,天花板上的自动喷水灭火装置头或烟雾报警器)。

7.3 测试前准备

7.3.1 测试地面的预处理

参照 5.2.2.1。

7.3.2 机器人的预处理

参照 5.2.2.2。

7.3.3 视觉追踪系统

参照 6.3.2.3。

7.4 测试方法

单次试验由 3 个起始位置各运行一次组成,起始位置和方向如图 22 所示。

每次试验前,机器人和测试台应按照 7.3 的规定进行预处理。

每次运行前,机器人的电池应完全充满电。

应按照制造商使用说明启动每次运行。

如果制造商有要求,可以在起始位置 1 和 2 处使用充电座。这种情况应在报告中说明。如果充电座用于启动测试,运行期间应保持充电座位置不变。在总的可到达面积中减去充电座所占面积。

机器人在位置 3 启动运行时不应带充电座。如果机器人不带充电座无法启动,则取消位置 3 的运行并在报告中说明。

保证机器人中心线与墙面保持平行非常重要。在程序设置中可以通过使用类似激光指挥棒的“对准装置”进行确认。

在起始位置 1 启动时,按照图 22 所示在位置 1 后安装一块背墙。安装的背墙仅仅是位置 1 运行时使用。安装后,在背墙后的空间包括背墙本身的占地都视为无法覆盖区域。

在其他起始位置运行时移除背墙。
基座上的电源线应固定在墙上,并和墙喷涂成一样的颜色。
测试应持续到清洁工作的结束。根据使用说明书设定清洁工作的结束。

注 1: 清洁工作的结束取决于以下一项或多项的情况,如:
——机器人提示的清洁行程结束的信息(使用说明书规定的声音,灯光,文字);
——在地面上停止运动超过 3 min(不是在充电座上停止,因为这样的话它可能在充电后会继续工作)。

如果机器人在运行 2 h 后,还处于测试程序中,那么建议停止测试。
如果由于任何原因需要在 2 h 后继续运行,测试员应申请继续测试。继续测试的原因应被记录。
在运行中允许机器人返回充电的位置,充电时间应包含在运行时间中。
运行过程中,覆盖面积(即清洁头的覆盖百分比)和覆盖次数会被视觉追踪系统跟踪和记录。

注 2: 为避免由于电池充电中断测试,建议测试前准备好 3 块充满电的电池备用。

测试前,所有机器人应通过功能测试。比如根据制造商使用说明进行自检,确认机器人是否能被接受进行测试。

导航测试的试验(包含 3 次运行)需要再重复两次。一个完整的测试包含 3 次试验,共 9 次运行。

如果机器人由于任何原因没有完成正常运行,机器人应在起始位置重新测试,失败的测试结果作废。然而,整个测试过程中只允许在每个位置上最多重启一次。后面失败的测试结果应包含在测试结果中。记录失败的次数。

单位为毫米

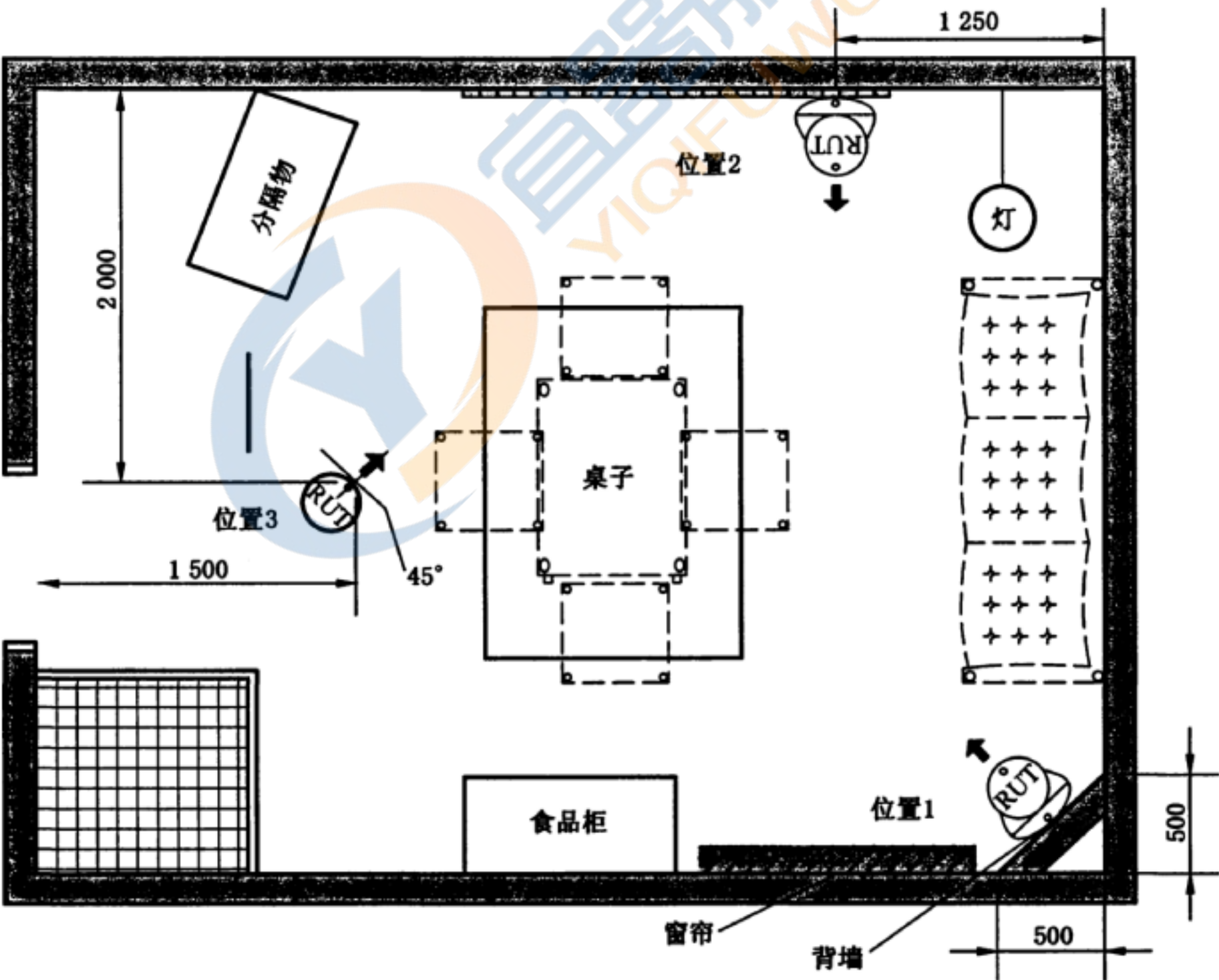


图 22 覆盖率测试的起始位置

7.5 性能测量

清洁头的覆盖率是指清洁头在一定时间内覆盖的区域,通过测试可以获得。
清洁头的覆盖率按式(15)计算:

$$C_{i,j}(t) = \frac{A_{i,j}(t)}{A} \times 100 \quad \dots\dots\dots (15)$$

式中:

i ——数字 1, 2 和 3;

j ——数字 1, 2 和 3。

$C_{i,j}(t)$ ——第 j 次试验中从第 i 个位置起始, 运行时间 t 后的覆盖率, 数值以 % 表示;

$A_{i,j}(t)$ ——第 j 次试验中从第 i 个位置起始, 运行时间 t 后的被覆盖至少一次的区域, 单位为平方米(m^2);

t ——运行时间, 单位为分(min);

A ——总的可到达面积, 单位为平方米(m^2)。指地面所有面积减去被所有腿, 加热器基板、食品柜、圆柱形障碍物、分隔物、落地灯座、背墙和背墙后的面积(只有在位置 1 运行时, 需要减去此面积)所占用的面积。沙发下方的区域视为可到达的面积。如果充电座留在测试台中, 那么充电座所占面积需要从总的可到达面积中减去。

数值 A 的计算是基于实验室测试台中实际物品的放置。如果放置的物品发生变化(比如尺寸公差的变化), 数值 A 应相应调整。

注 1: 在一定时间内, 每次覆盖对应的覆盖率可以通过 VTS 的图像处理程序自动计算。

多次覆盖率按照式(16)和式(17)计算:

$$C_{i,j_double}(t) = \frac{A_{i,j_double}(t)}{A} \times 100 \quad \dots\dots\dots (16)$$

$$C_{i,j_triple}(t) = \frac{A_{i,j_triple}(t)}{A} \times 100 \quad \dots\dots\dots (17)$$

式中:

i ——数字 1, 2 和 3;

j ——数字 1, 2 和 3;

$C_{i,j_double}(t)$ ——第 j 次试验中从第 i 个位置起始, 运行时间 t 后被清洁头覆盖至少 2 次的覆盖率, 数值以 % 表示;

$C_{i,j_triple}(t)$ ——第 j 次试验中, 从第 i 个位置起始, 运行时间 t 后被清洁头覆盖至少 3 次的覆盖率, 数值以 % 表示;

$A_{i,j_double}(t)$ ——第 j 次试验中, 从第 i 个位置起始, 运行时间 t 后被清洁头覆盖至少 2 次的面积, 单位为平方米(m^2);

$A_{i,j_triple}(t)$ ——第 j 次试验中, 从第 i 个位置起始, 运行时间 t 后被清洁头覆盖至少 3 次的面积, 单位为平方米(m^2);

注 2: 对于 3 次以上的多次覆盖率可用以上类似方式获得。

推荐 $C_i(t)$ 对应的覆盖率显示在带有第一四分位数曲线和第三四分位数曲线的图表中。单次覆盖率、两次覆盖率以及 3 次覆盖率都画出第一四分位数曲线和第三四分位数曲线。图表中时间间隔分辨力不大于 2 min, 百分比分辨力不大于 1%。

举例, 对应运行时间 t 的覆盖率 $C_{i,j}(t)$ 的第三四分位数是指在 9 个覆盖率数据中排第 7 大的数据。第三四分位数曲线由不同时间对应的第三四分位数点连成。第一四分位数是指在 9 个覆盖率数据中排第 2 大的数据, 第一四分位数曲线由不同时间对应的第一四分位数点连成。中位数是指在 9 个覆盖率数据中排第 5 的数据, 中位数曲线由不同时间对应的中位数点连成。

早于最长运行时间完成的运行, 使用上一次覆盖率的值计算剩余时间段的四分位数。

注 3: 所有的曲线可以按照图 23 所示放在一张图表或单独的几张图表中。

8 机器人平均速度

8.1 测试台

机器人平均速度测试,要在图 8 所示的覆盖率测试台中放置 5.2.1 中规定的矩形围墙。测试台应置于覆盖率测试区域如图 24 中所示的位置。

当确定硬地板的平均速率 s_{avg_hard} 时,矩形围墙直接放在覆盖率测试台的硬地板上。

当确定地毯上的平均速率 s_{avg_carpet} 时,应在由围墙包围的区域内铺一块威尔顿地毯(见 GB/T 20291.1—2014 中 C.1)。

注:在覆盖率测试台上进行本测试的原因是能够在试验中轻松利用覆盖率测试中已经建立好的视觉追踪系统来监控机器的运动。覆盖率测试是封闭的,因此可以减少测试台外可见光在测试过程中的变化,使机器的平均速度可重复评估。

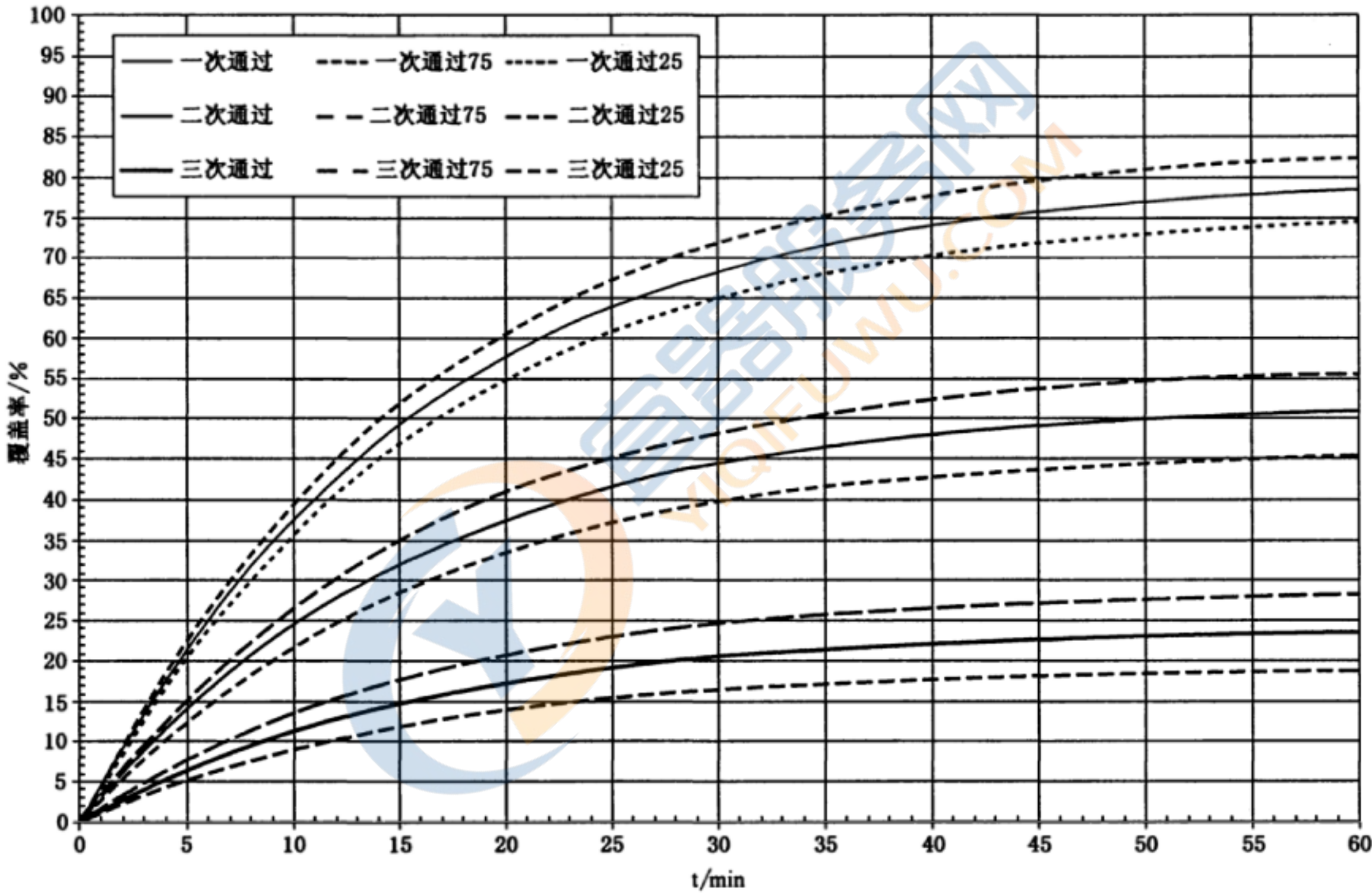


图 23 覆盖率测试结果的图例

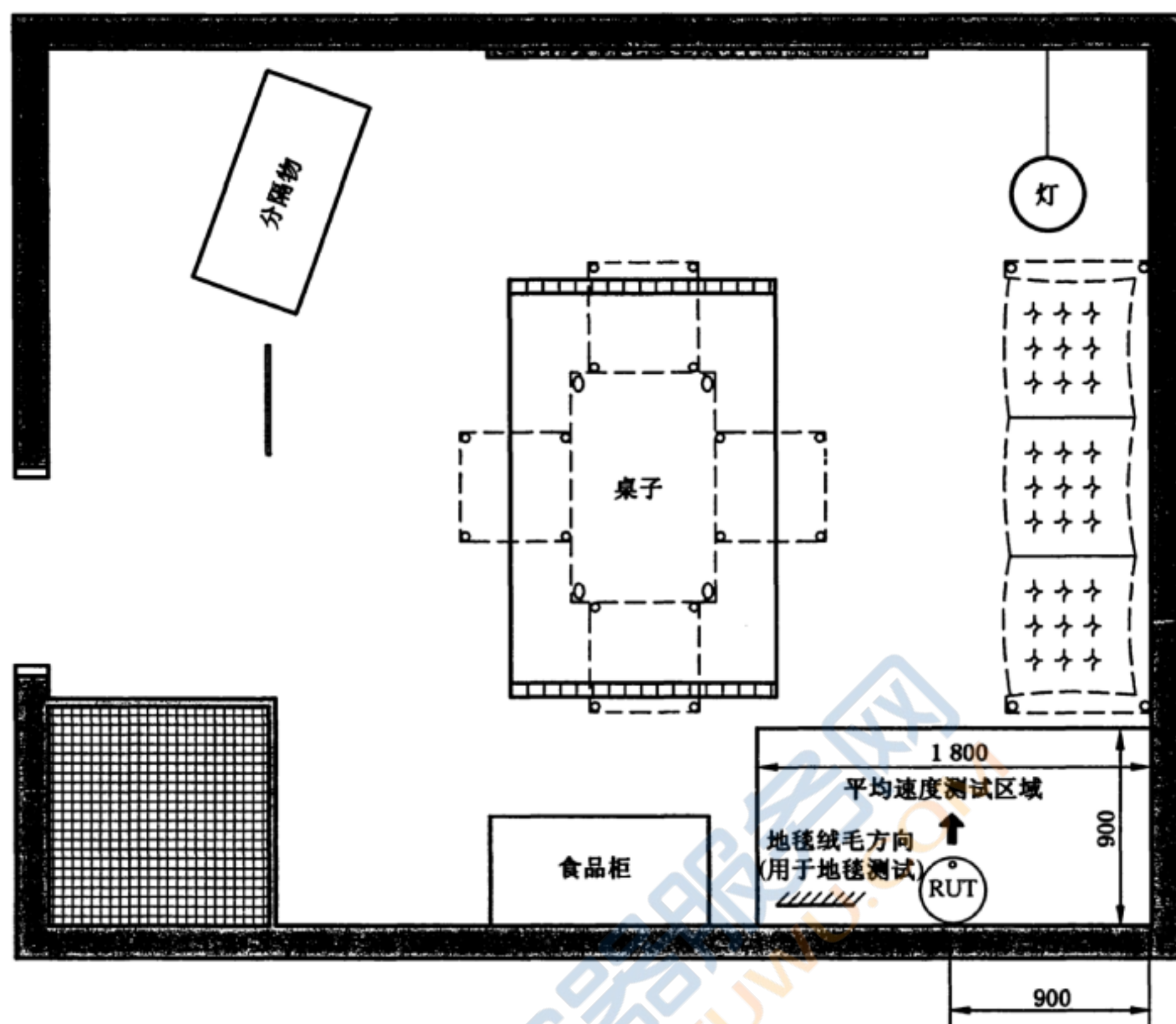


图 24 在覆盖率测试环境中平均速度测试的起始位置

8.2 测试前准备

8.2.1 测试地板的预处理

参照 5.2.2.1。

8.2.2 机器人的预处理

参照 5.2.2.2。

8.2.3 视觉追踪系统

参照 6.3.2.3。

8.3 测试方法

按照如图 24 所示把机器人放置在起始位置并启动。

测试中使用的工作模式应和第 5 章矩形框除尘测试的模式一样。

如果机器人在 15 min 内停止清洁工作,那么测试结束并记录时间。

如果机器人在 15 min 后还在工作,那么应使用制造商提供的方法停止其移动及灰尘收集功能。

整个测试过程中应使用视觉追踪系统进行监控。当完成运行时,整个测试过程中视觉追踪系统以 500 ms 的间隔提供整个过程的机械姿态。根据 8.4 计算机器人平均速度。

根据 8.2 中对每次运行的准备工作,执行所有 3 次运行。

8.4 平均速度的计算

对于两个连续的位姿 (x, y, θ) 和 (x', y', θ') ,假设在两个位置间的旋转和移动速率都是定值,那么移动速度 $\hat{v}$ 可以根据以下公式计算。

注:以下速度模型的计算基于 THRUN, S., BURGARD, W., and FOX, D, Probabilistic Robotics, MIT Press, Cambridge, MA, 2005 的第 5 章。

$$\mu = \frac{(x - x')\cos\theta + (y - y')\sin\theta}{(y - y')\cos\theta - (x - x')\sin\theta} \quad \dots\dots\dots(18)$$

$$x^* = \frac{x + x'}{2} + \mu(y - y') \quad \dots\dots\dots(19)$$

$$y^* = \frac{y + y'}{2} + \mu(x' - x) \quad \dots\dots\dots(20)$$

$$r^* = \sqrt{(x - x^*)^2 + (y - y^*)^2} \quad \dots\dots\dots(21)$$

$$\Delta\theta = \alpha \tan 2(y' - y^*, x' - x^*) - \alpha \tan 2(y - y^*, x - x^*) \quad \dots\dots\dots(22)$$

$$\hat{v} = \frac{\Delta\theta}{\Delta t} r^* \quad \dots\dots\dots(23)$$

$$\hat{\omega} = \frac{\Delta\theta}{\Delta t} \quad \dots\dots\dots(24)$$

式中:

x^*, y^* ——不同位置间描绘曲线的中心或弧度,单位为毫米(mm);

r^* ——弧度的半径,单位为毫米(mm);

Δt ——不同位置的时间变化量,单位为秒(s)。

由于我们只关注机器人在硬地面和地毯上直线运动的平均速度,所以有必要从视觉追踪系统的路径结果内提取能够表示器具处于直线运动时的连续两个位姿。可以通过移除表示机器处于静止或转动时的成对位置来完成。

当两个位置的距离 d 很小时,可以认为机器是静止的(或在某个点转动)。

$$d = \sqrt{(x - x')^2 + (y - y')^2} \quad \dots\dots\dots(25)$$

因此,满足以下一种情况时,就可以认为成对位置无效:

$$d \leq 1 \text{ cm}$$

$$\hat{\omega} \geq 10^\circ \text{s}^{-1}$$

对于其余成对的位置,代表机器人执行直线运动的次数。直线运动平均速度是能够计算的。

$$S_{\text{avg},j} = \frac{\sum_{k=1}^n \hat{v}}{n} \quad \dots\dots\dots(26)$$

式中:

n ——剔除无效成对位置后,剩余成对位置的数量;

$s_{\text{avg},j}$ ——第 i 次运行时机器人的平均速度,单位为毫米每秒(mm/s)。

然后按式(27)计算机器人平均速度 s_{avg} :

$$s_{\text{avg}} = \frac{(s_{\text{avg},1} + s_{\text{avg},2} + s_{\text{avg},3})}{3} \quad \dots\dots\dots(27)$$

平均速度 s_{avg} ,在硬地面上测试时叫做 $s_{\text{avg_hard}}$,在地毯上测试时叫做 $s_{\text{avg_carpet}}$ 。

9 使用说明

制造商的使用说明应包含使用器具及其附件(如有)的信息,以及对于保证器具性能所必需的清洁方面的信息。

附录 A
(资料性附录)
覆盖率的计算

A.1 机器人坐标系

使用视觉追踪系统时,机器人坐标系原点定位于两轮轴连线中点在地面的投影(该点是机器原地旋转的中心点)。 x 轴指向机器向前运动的方向, y 轴指向左边的轮子(正向旋转时是逆时针方向), z 轴从地面穿越机器指向上方。见图 A.1。所有追踪数据应体现这个点的当前真实所在位置。

清洁口以单直线表示,宽度等于清洁口宽度并与清洁口几何中心点重合。假设清洁口位于水平地面,则用矢量 $d_{\text{清洁口}}$ 表示从机器人原点到清洁口的相对位移。

视觉追踪系统的关键参数是位于机器人顶部的标靶中心的位置。用矢量 $d_{\text{标靶}}$ 表示从机器人原点到标靶中心点的相对位移。

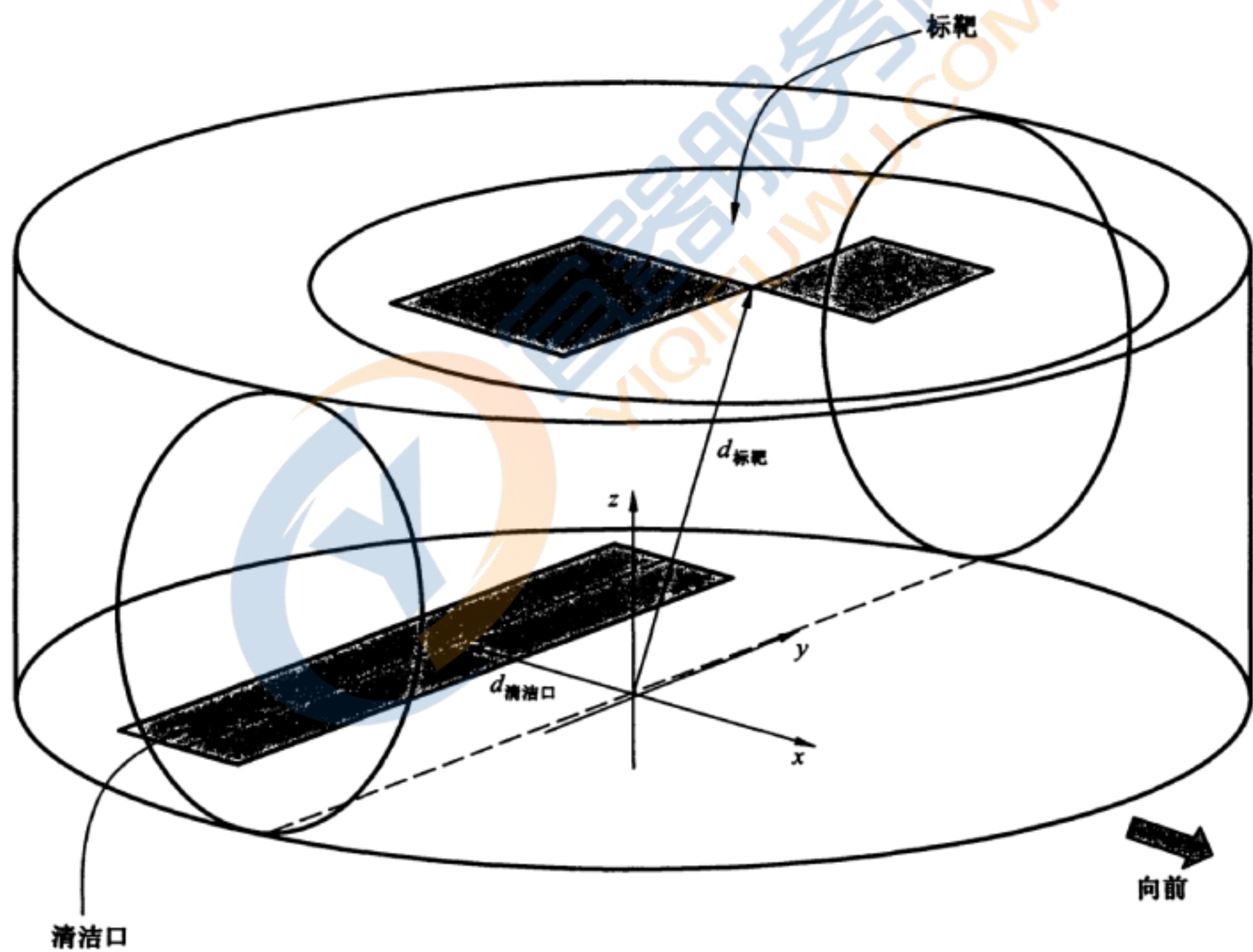


图 A.1 机器人坐标系示意图

A.2 机器人覆盖率的计算

创建一个与机器人被追踪区域原图有相同像素尺寸的覆盖图。如果覆盖图是多个相机拍摄,那么覆盖图的尺寸应足够大到一旦所有相机图片重新定位以互相正确对齐时能覆盖所有图像。

初始时覆盖图中所有像素值设定为零。当机器人移动时,清洁口每次覆盖后所在位置的像素值会相应增加。假设是 8 比特像素深度,也就意味着覆盖图的每个像素点可最大记录 255 次覆盖。

在 t 时刻,清洁口两端用 b_{lt} 和 b_{rt} 表示。

在 $t=0$ 时刻,清洁口的位置如图 A.2 所示,其两端点位置用 b_{l0} 和 b_{r0} 表示。

机器人继续移动,在 $t=1$ 时刻捕获下一帧图像,此时新的清洁口位置被定义为 b_{l1} 和 b_{r1} 。

为计算这两帧图像间形成的覆盖面积,按照图 A.2 所示,连接这两个清洁口位置创建一个四边形。增加覆盖图上落在此四边形内的所有像素点的数量来表示清洁口对这些区域进行了一次新的覆盖。

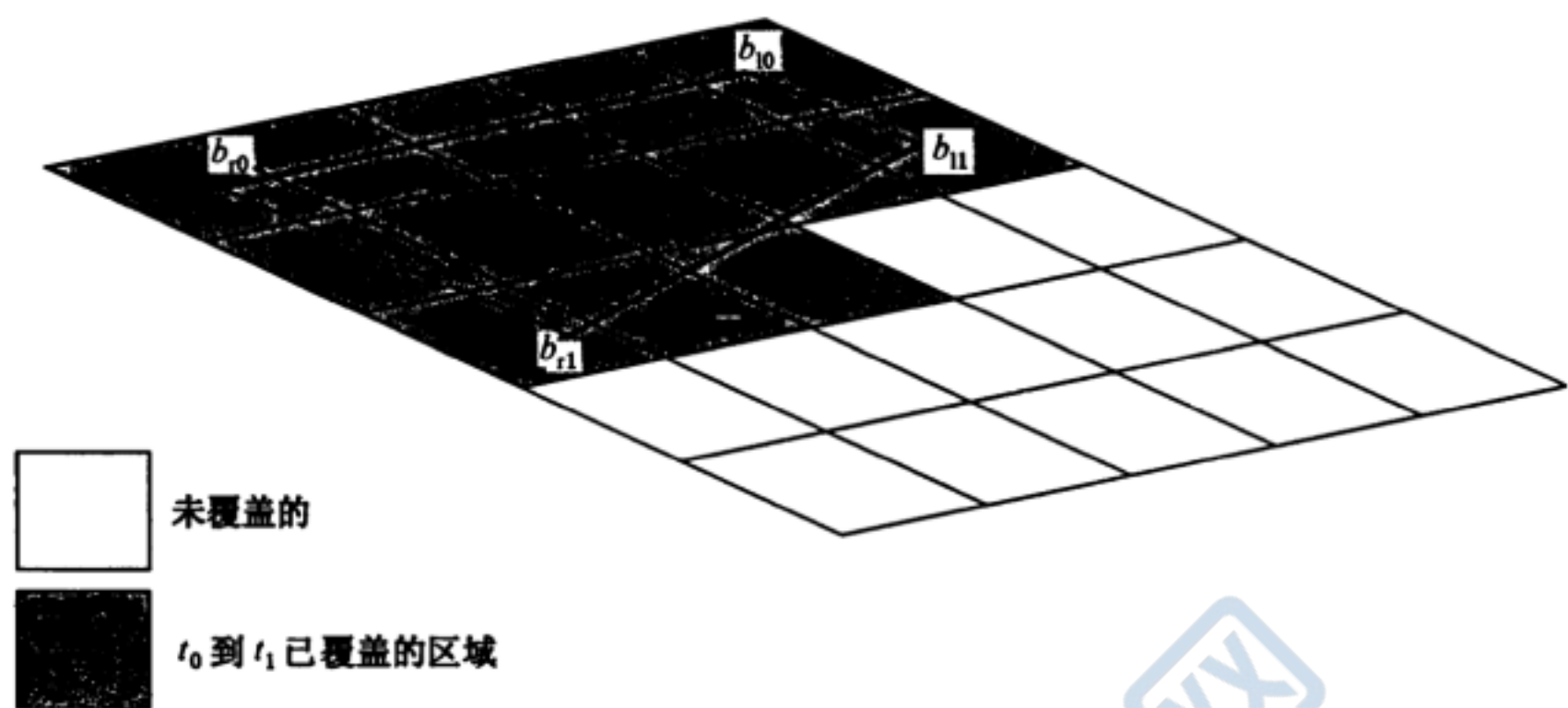


图 A.2 第一次覆盖

下一次清洁口移动到的位置按照图 A.3 所示用 b_{l2} 和 b_{r2} 表示。连接此位置与上一帧图像中的清洁口位置(b_{l1} 和 b_{r1})后形成一个新的四边形。

首先将新的四边形与上一次生成的四边形比较,从新的四边形中移除任何重叠的像素点。然后,像先前一样,去除重叠区域后的新四边形内所有新像素点将增加至覆盖图上。这就保证只有新覆盖的像素点在覆盖图上增加,而避免了清洁口在静态下持续增加像素数量。

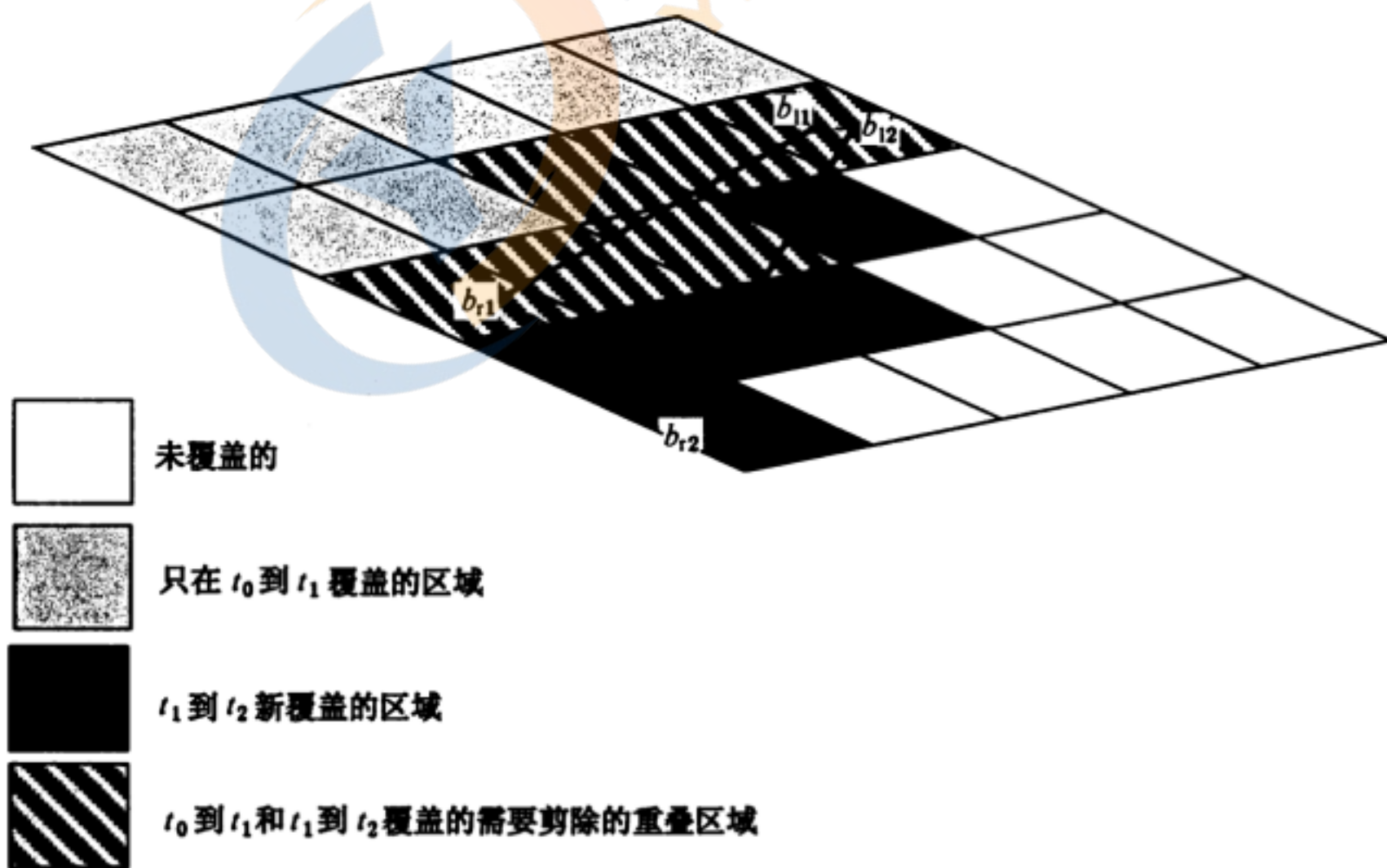


图 A.3 递增的覆盖

这个程序一直持续,这样每个新建的四边形都要移除和上一帧图像共有的像素点,并将余下的像素点进行累加。

在机器静止时,自第一帧图像建立后,所有新建的四边形都与上一帧图像相同。所以整个四边形都将被移除,没有新的路径出现,像素点数量不再增加。

附 录 B
(资料性附录)
综合清洁性能指标

当要求用一个性能指标来综合表示覆盖性能和除尘性能时,有很多种方法可以综合本标准所提及的性能测试方法。例如,可以提出一个名为综合清洁性能(P_{cc})的指标作为参考。综合清洁性能是用直线除尘性能测试的结果和覆盖率测试结果按式(B.1)进行计算的:

$$P_{cc}(t) = \sum_{k=1}^N \{C_k(t) \times P_k\} \quad \dots\dots\dots (B.1)$$

式中:

- $P_{cc}(t)$ —— t 时刻的综合清洁性能;
- $C_k(t)$ ——覆盖率测试中清洁头在 t 时刻覆盖 k 次区域的平均覆盖率(以百分数的形式表示),该值可按照 7.5 计算;
- P_k ——最终累积 k 次覆盖除尘率,数值以%表示。该值由第 6 章直线除尘测试中得到;
- N ——计算 P_{cc} 时清洁头最多覆盖的次数。

注:采用不同除尘测试方法下测量得到除尘性能值,可以得到不同的综合清洁性能值。

t 时刻的综合清洁性能 $P_{cc}(t)$,可以在带有第一四分位数曲线和第三四分位数曲线的图表中表示。时间分辨力和百分比分辨力应满足 4.9 要求或类似规定。

参 考 文 献

- [1] IEC 60335-1:2006 Safety of household and similar electrical appliances—Part 1:General-requirements
- [2] IEC 60335-2-2:2009 Household and similar electrical appliances—Safety—Part 2-2:Particular requirements for vacuum cleaners and water-suction cleaning appliances
- [3] ASTM F2607-08 Standard test method for measuring the hard surface floor-cleaning ability of household/commercial vacuum cleaners
- [4] THRUN, S. BURGARD, W., and FOX, D, Probabilistic Robotics. MIT Press, Cambridge, MA, 2005
-









中 华 人 民 共 和 国
国 家 标 准
家用干式清洁机器人 性能测试方法
GB/T 34454—2017/IEC 62929:2014

*

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.net.cn

总编室:(010)68533533 发行中心:(010)51780238

读者服务部:(010)68523946

中国标准出版社秦皇岛印刷厂印刷
各地新华书店经销

*

开本 880×1230 1/16 印张 2.75 字数 72 千字
2017 年 10 月第一版 2017 年 10 月第一次印刷

*

书号: 155066 • 1-54847 定价 39.00 元



GB/T 34454-2017