

# 中华人民共和国国家标准

GB/T 32070—2022/ISO 16001:2017

代替 GB/T 32070—2015

## 土方机械 物体监测系统及其可视 辅助装置 性能要求和试验

Earth-moving machinery—Object detection systems and visibility aids—  
Performance requirements and tests

(ISO 16001:2017, IDT)

2022-10-12 发布

2022-10-12 实施



国家市场监督管理总局 发布  
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 ..... 2

4 性能要求和试验 ..... 3

    4.1 一般要求 ..... 3

    4.2 ODS 及其 VA 的位置和固定 ..... 3

    4.3 司机位置部件 ..... 4

    4.4 系统激活和初始化检查 ..... 6

    4.5 ODS 监测时间 ..... 6

    4.6 连续自检 ..... 6

    4.7 ODS 报警装置失效 ..... 7

    4.8 电磁兼容性和物理环境操作条件 ..... 7

5 标志和标识 ..... 7

6 司机手册 ..... 7

    6.1 司机手册 ..... 7

    6.2 其他信息文件 ..... 8

附录 A (资料性) ODSs 及其 VAs 选择 ..... 9

附录 B (规范性) 闭路电视(CCTV)系统的试验程序——附加性能要求和试验 ..... 14

附录 C (规范性) 雷达传感器的试验程序 ..... 20

附录 D (规范性) 超声波监测系统试验程序 ..... 24

附录 E (规范性) 超声波发射系统试验程序 ..... 31

附录 F (规范性) 电磁信号(EM)收发系统试验程序 ..... 39

附录 G (规范性) 带有环绕视图闭路电视(CCTV)系统的特殊性能要求和试验 ..... 44

附录 H (规范性) 可视物体监测系统(ODS)的具体性能要求和试验 ..... 46

附录 I (规范性) 基于形态识别的视觉系统试验程序(试验方法) ..... 50

参考文献 ..... 57

图 1 覆盖机器后方区域的监视器镜像示例 ..... 4

图 2 监视器上显示环绕视图的正常图像示例 ..... 5

图 B.1 水平视野(俯视图) ..... 18

图 B.2 垂直视野(侧视图) ..... 19

图 C.1 测量监测区域全部几何形状 ..... 21

图 C.2	水平面最大监测点 .....	22
图 C.3	垂直面最大监测点 .....	22
图 C.4	模拟大型物体的试验体 .....	23
图 D.1	监测区域形状 .....	28
图 D.2	静态试验的水平监测区域和网格 .....	29
图 D.3	静态试验的垂直监测区域 .....	30
图 E.1	监测区域测量 .....	32
图 E.2	水平及垂直模式测量 .....	33
图 E.3	监测区域(60°椭圆形传感器) .....	34
图 E.4	监测区域(30°×60°椭圆形传感器) .....	36
图 F.1	3 个展示方向的试验体 .....	39
图 F.2	试验区域和方格绘图纸格栅示例 .....	40
图 F.3	机器零部件试验支架示例 .....	41
图 F.4	可靠的零星监测区域绘图示例 .....	42
图 G.1	合并重叠图像的记录 .....	45
图 H.1	试验体从机器边界处靠近 .....	47
图 H.2	机器前侧监测区域(记录监测范围) .....	47
图 H.3	机器后侧监测区域(记录监测范围) .....	48
图 H.4	机器左侧监测区域(记录监测范围) .....	48
图 H.5	机器右侧监测区域(记录监测范围) .....	49
图 H.6	记录监测范围 .....	49
图 I.1	区域大小和形状的验证 .....	51
图 I.2	测试点 .....	52
图 I.3	移动试验体的轨迹 .....	52
图 I.4	平移试验 .....	53
图 I.5	旋转试验 .....	53
图 I.6	传感器和试验体 .....	55
图 I.7	基座部分 .....	55
图 I.8	监测时间测量 .....	56
表 A.1	ODSs 及其 VAs 的优缺点 .....	10
表 D.1	监测区域尺寸 .....	28
表 F.1	8 m 范围人员标签监测记录 .....	43

## 前 言

本文件按照 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》的规定起草。

本文件代替 GB/T 32070—2015《土方机械 危险监测系统及其可视辅助装置 性能要求和试验》。本文件与 GB/T 32070—2015 相比，除结构调整和编辑性改动外，主要技术变化如下：

- 更改了范围(见第1章,2015年版的第1章)；
- 增加和修改了术语和定义(见第3章,2015年版的第3章)；
- 更改了性能一般要求(见4.1,2015年版的4.1)；
- 更改了司机位置部件要求(见4.3,2015年版的4.3)；
- 删除了操作完整性的一般要求(见2015年版的4.6)；
- 更改了系统报警装置失效的要求(见4.7,2015年版的4.7)；
- 增加了 ODSs 及其 VAs 的电磁兼容性要求(见4.8)；
- 增加了司机手册的其他信息文件(见6.2)；
- 更改了雷达传感器的试验程序(见附录C,2015年版的附录C)；
- 更改了超声波发射系统试验程序(见附录E,2015年版的附录E)；
- 增加了规范性附录(见附录G~附录I)。

本文件等同采用 ISO 16001:2017《土方机械 物体监测系统及其可视辅助装置 性能要求和试验》。

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专利的责任。

本文件由中国机械工业联合会提出。

本文件由全国土方机械标准化技术委员会(SAC/TC 334)归口。

本文件起草单位：徐州徐工挖掘机械有限公司、山推工程机械股份有限公司、徐州市检验检测中心、天津工程机械研究院有限公司、内蒙古北方重型汽车股份有限公司。

本文件主要起草人：王渠、张雪玲、朱本龙、李广庆、裴洁、管恩禄。

本文件于2015年首次发布，本次为第一次修订。



## 引 言

本文件描述了物体监测系统(ODSs)及其可视辅助装置(VAs)的试验程序和准则,这些系统提示司机在监测区域内有物体的存在。

适当的现场管理、司机培训和采用相关视野标准(GB/T 16937 和 GB/T 25685)辅助解决了现场人员安全的问题。在某些情况下,司机无法通过直接视野或利用监视镜间接获得作业区域视野。在这种情况下,可通过使用 ODSs 及其 VAs,改善司机视野。

ODSs 及其 VAs 给司机提供了人或物体是否在机器移动路径上的信息(主要在倒车时)。

ODSs 及其 VAs 各有优缺点。系统使用者要认识 and 了解 ODSs 及其 VAs 的缺点。附录 A 总结了所选装置的优缺点。

要注意到 ODSs 及其 VAs 既有优点也有缺点。没有装置能在所有场合都表现完美。系统使用者识别并了解 ODSs 及其 VAs 的缺陷非常重要,附录 A 列举了所选装置的优缺点。

触觉信号目前正在汽车工业中使用,因此在本文件的修订过程中讨论了在 ODS 报警装置中使用触觉信号(刺激司机触摸的信号,包括振动、力和移动)替代视觉和听觉信号。虽然本文件目前不允许仅使用触觉信号的报警装置,但可以作为视觉和听觉信号的补充合并到报警装置中。在土方机械上应用触觉信号的有效性需要更多的研究来确定。

## 土方机械 物体监测系统及其可视 辅助装置 性能要求和试验

### 1 范围

本文件规定了用于土方机械上的物体监测系统(ODSs)及其可视辅助装置(VAs)性能的一般要求和用于评价与试验的描述方法,包括以下方面:

- 对监视区域中物体包括人员的监视和/或可视;
- 对试验人员和监视区域内人员(如适用)的视觉和/或听觉报警;
- 系统运行的可靠性;
- 系统的兼容性和环境说明。

本文件适用于 ISO 6165 定义的土方机械。ODS 和/或 VA 能被用于增加司机直接视野(见 ISO 5006)或使用监视镜(见 ISO 14401)时的间接视野。此外,ODS 和/或 VA 能被用于为物体监测或视野提供附加方法,例如:考虑人类工效学对直接视野效果的限制,避免头部和身体上部反复转动。

### 2 规范性引用文件

下列文件中的内容通过文中的规范性引用而构成本文件必不可少的条款。其中,注日期的引用文件,仅该日期对应的版本适用于本文件;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。

ISO 3411 土方机械 司机的身材尺寸与司机的最小活动空间(Earth-moving machinery—Physical dimensions of operators and minimum operator space envelope)

注: GB/T 8420—2011 土方机械 司机的身材尺寸与司机的最小活动空间(ISO 3411:2007, IDT)

ISO 6394 土方机械 司机位置发射声压级的测定 定置试验条件(Earth-moving machinery—Determination of emission sound pressure level at operator's position—Stationary test conditions)

注: GB/T 25613—2010 土方机械 司机位置发射声压级的测定 定置试验条件(ISO 6394:2008, IDT)

ISO 9533 土方机械 行车声响报警装置和前方喇叭 试验方法和性能准则(Earth-moving machinery—Machine-mounted audible travel alarms and forward horns—Test methods and performance criteria)

注: GB/T 21155—2015 土方机械 行车声响报警装置和前方喇叭 试验方法和性能准则(ISO 9533:2010, IDT)

ISO 13766(所有部分) 土方机械与建筑施工机械 内置电源机器的电磁兼容性(EMC)[Earth-moving and building construction machinery—Electromagnetic compatibility (EMC) of machines with internal electrical power supply]

注: GB/T 22359(所有部分) 土方机械与建筑施工机械 内置电源机器的电磁兼容性(EMC)[ISO 13766(所有部分), IDT]

ISO 15998 土方机械 应用电子器件的机器控制系统(MCS) 功能性安全的性能准则和试验[Earth-moving machinery—Machine-control systems (MCS) using electronic components—Performance criteria and tests for functional safety]

注: GB/T 34353—2017 土方机械 应用电子器件的机器控制系统(MCS) 功能性安全的性能准则和试验(ISO 15998:2008, IDT)

EN 50132-7:1996 报警系统 CCTV 安全应用的监视系统 应用指南(Alarm systems—CCTV surveillance systems for use in security applications—Application guidelines)

### 3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

#### 3.1

**物体监测系统 object detection system**

**ODS**

对在监测区域(3.3)内的物体(包括人)进行监测,并警告司机的系统。

注1:系统通常包括感应装置(3.1.1)、报警装置(3.1.2)和评估装置(3.1.3)。

注2:通过监测视觉图像进行运行的 ODS 是视觉对象监测系统。

注3:该系统也能警告地面上的人员。

##### 3.1.1

**感应装置 sensing device**

对监测区域(3.3)内试验体(3.4)进行监测的 ODS(3.1)部件。

##### 3.1.2

**报警装置 warning device**

通过视觉和/或听觉信号将信息传递给司机或监测区域(3.3)内人员的 ODS(3.1)部件。

##### 3.1.3

**评估装置 evaluation device**

分析感应装置传递的信号和信息并传递给报警装置(3.1.2)相应信号的 ODS(3.1)部件。

#### 3.2

**可视辅助装置 visual aid**

**VA**

提供无报警装置的间接视野系统。

##### 3.2.1

**监视器 monitor**

在屏幕上提供监测区域(3.3)可视图像的 VA(3.2)部件。

注:该系统通常包括一个或多个监视器(3.2.1)和摄像机(3.2.2)。

##### 3.2.2

**摄像机 camera**

传递给监视器监测区域(3.3)图像的 VA(3.2)部件。

#### 3.3

**监测区域 detection zone**

通过 ODS(3.1)监测到或 VA(3.2)显示试验体(3.4)的区域。

#### 3.4

**试验体 test body**

人体或代替人体的标准试验装置,用于测试监测区域(3.3)的几何形状。

注:试验体可能依采用的系统而变化(见附录 B~附录 D)。

#### 3.5

**自检 self-checking**

系统可持续自我检测并即时将失效信号通过听觉和/或视觉的方式通知司机的能力。

## 3.6

**监测时间 detection time**

物体监测系统对监测区域(3.3)内试验体(3.4)进行监测并输出信号所需要的时间。

## 3.7

**待机 stand-by**

物体监测及可视辅助系统中,不通过报警装置(3.1.2)或监视器(3.2.1)传递信息而启动的操作模式。

## 3.8

**现场组织 job-site organization**

管理现场机器群及人员的规则及程序。

示例:安全说明、运输模式、限制区、司机培训、机器和车辆标记、通信系统。

## 3.9

**警示范围 warning range**

在监测区域(3.3)内,机器和被监测物体之间提供的一个用于指示报警信号的范围。

## 4 性能要求和试验

## 4.1 一般要求

## 4.1.1 确定监测区域边界的试验

试验应根据适用的附录 B~附录 I 在安装于机器或代表性结构的系统上进行。

## 4.1.2 试验体要求

试验体的要求按附录 B~附录 I。

## 4.1.3 试验结果评估

## 4.1.3.1 监测

应以不间断的序列信号或与监测区域相适用的信息明确进行的监测,见附录 B~附录 I。

在单个系统不能覆盖监测区域的情况下,可以将 ODSs 及其 VAs 结合起来,以覆盖必要的监测区域。

示例:一个环绕视图系统可以与另一个物体监测系统相结合,物体监测系统的监测区域覆盖了环绕视图系统实现的图像尺寸小于要求的区域部分。

## 4.1.3.2 错误信号评估

以下情况错误信号应降到最低:

- 监测区域外部物体;
- 雾、雪、雨、风、尘等天气情况。

## 4.2 ODS 及其 VA 的位置和固定

部件在机器上的安装和固定应符合部件制造商的规定,以便:

- 部件不限制机器的任何功能或操作;
- 保护部件以避免外部破坏;
- 部件固定到机器上以防止不授权的损坏或拆卸;

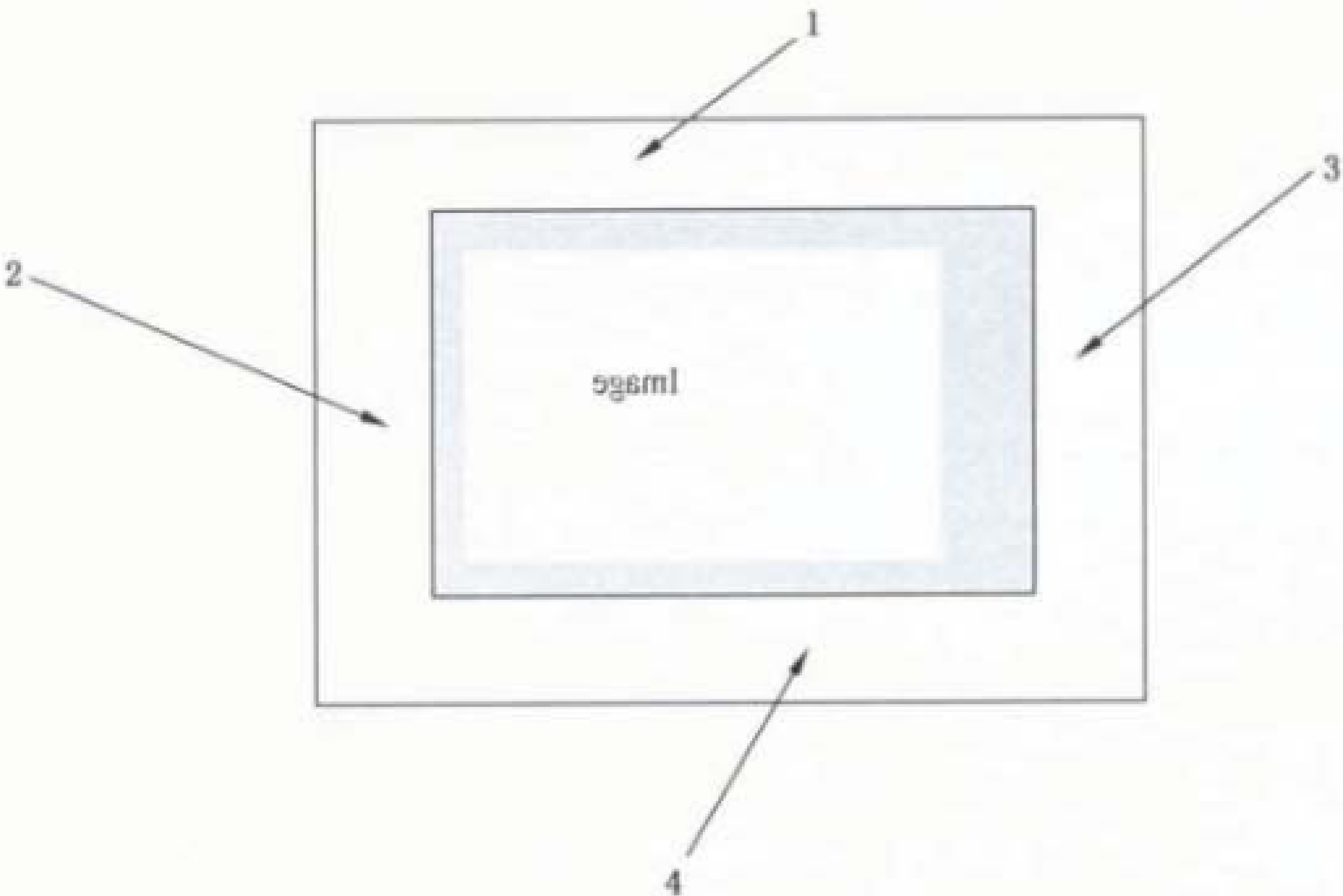


- 安装的部件应尽量避免置于动载荷、温度、冲击或振动情况下造成部件的永久损坏；
- ODSs 及其 VAs 部件的安装和固定不影响保护结构的完整性，如：滚翻保护装置(ROPS)。

4.3 司机位置部件

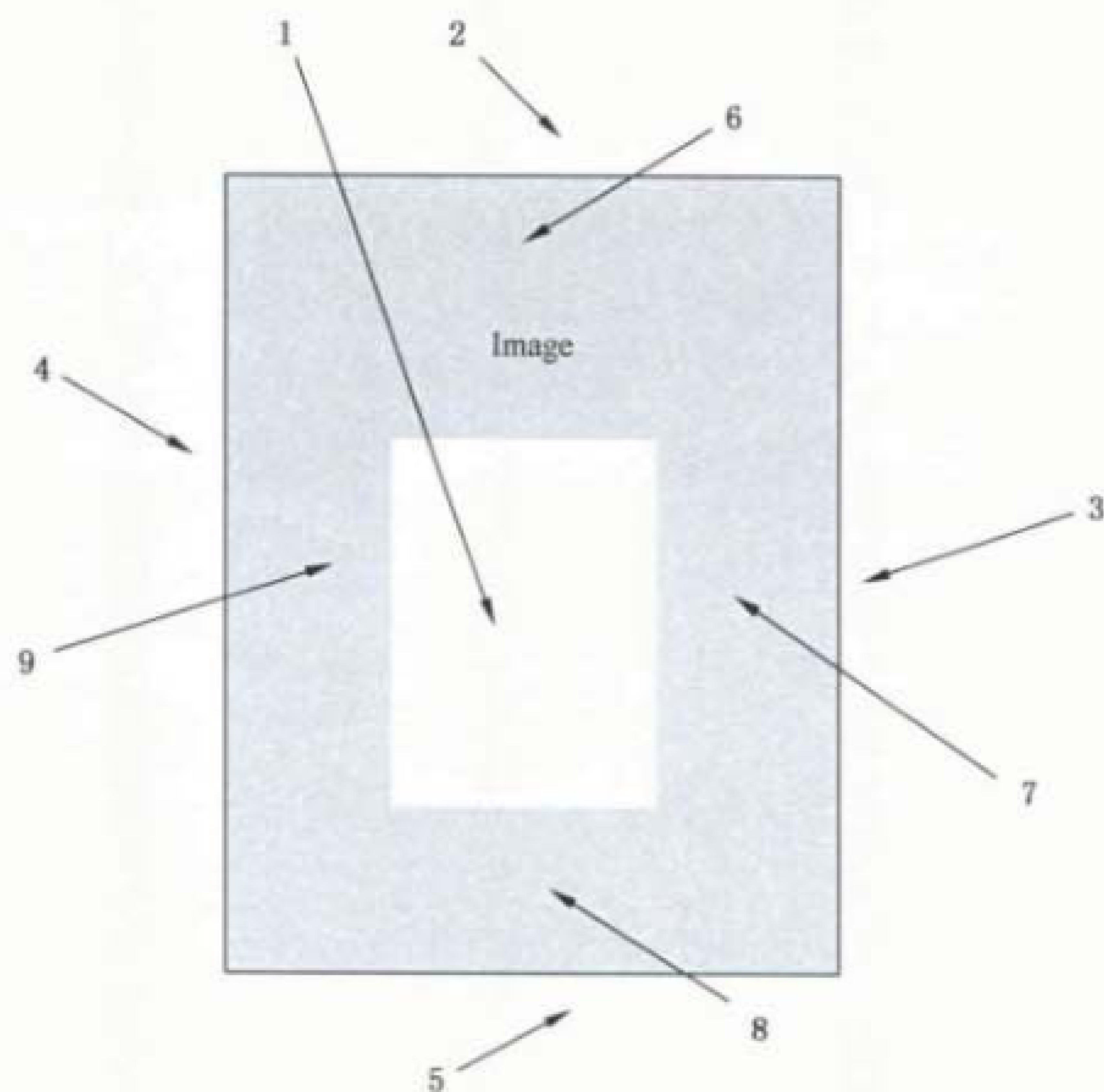
4.3.1 监视器的位置和图像

- 监视器应固定在以司机为中心前方 180°的圆弧上。
- 对于应用程序，监视器上的图像应以最直观的逻辑方式显示，如下面的示例所示。
- 后视摄像机的图像通常显示为“镜像”图像(见图 1)。
  - 前视摄像机的图像通常显示为“正常”图像。
  - 从侧面安装的摄像机向下看的图像通常显示为“正常”图像。
  - 从侧面安装的摄像机向后看的图像可以显示为“正常”或“镜像”图像。
  - 360°“环绕视图”图像通常显示为“正常”图像(见图 2)。



- 标引序号说明：
- 1——监视器上方；
  - 2——监视器左侧；
  - 3——监视器右侧；
  - 4——监视器下方。

图 1 覆盖机器后方区域的监视器镜像示例



标引序号说明：

- 1——模拟环绕视图的机器；
- 2——监视器上方；
- 3——监视器右侧；
- 4——监视器左侧；
- 5——监视器下方；
- 6——机器前面的地面；
- 7——右侧地面；
- 8——机器后方地面；
- 9——左侧地面。

图 2 监视器上显示环绕视图的正常图像示例

监视器宜位于司机眼部 1.2 m 以内的位置。如果监视器位置在司机眼部 1.2 m 以外，则应根据监视器按比例放大显示图像。试验要求按 B.8.2、G.4、G.5 的规定执行。监视器应放置在尽量避免日光直射所引起眩光的位置。

注：影响司机在监视器上监测人员能力的因素是司机室内监视器的位置、监视器与司机的距离、监视器大小和分辨率、环境的照明、摄像机镜头与镜头中物体的距离。

#### 4.3.2 ODS 报警装置

ODS 要求有听觉和视觉报警装置，该装置应为司机提供指示并可为工作人员及现场其他人员提供指示。

##### 4.3.2.1 听觉装置

在机器空载和最大限制速度时测量，司机位置报警装置的报警声压级或自动调整报警声压级到至少超出周围噪声 3 dB(A)。

所有选择的司机室内报警声应使司机室位置能够清楚听到，报警信号频率应在 500 Hz ~ 3 400 Hz 范围内。

司机室内部报警声应与司机位置的其他声音(如报警或机器噪声)区分开。

注：报警的独特性可通过改变信号的光谱特征和时间分布来实现（见 ISO 9533）。

#### 4.3.2.2 视觉装置

绿色系统指示灯应告知司机系统正在工作。该状态灯可连续或在完成功能监测后关闭。

司机室内的报警信号应设置在以司机为中心的前方 120°圆弧内，且应足够亮，以便在阳光下操作时查看。适当的遮挡可以用来减少阳光直射到可视显示装置上的影响。

报警信号应从其他仪表板报警中区分，最严重的报警应是闪烁的红灯。

#### 4.3.2.3 外部报警装置

如果安装在机器外部的声讯报警装置作为 ODS 的一部分，用于警示现场的工作人员和其他人员，则外部报警应符合 ISO 9533。

外部视觉报警装置如安装，则监测区域内人员应可见。

### 4.4 系统激活和初始化检查

#### 4.4.1 发动机启动的系统激活

在发动机接通电源或启动时，系统应自动激活和进行初始化检查，并应给出适当的功能指示。

注：对于可视性辅助，满足在监视器上显示来自摄像机的图像的要求。

ODS 发生故障时，应向司机发出报警。

#### 4.4.2 待机模式的系统激活

系统应进入待机模式直到司机选择相关机器移动模式。

如果提供待机模式，系统应在机器运动时被激活，并通过摄像机或传感器提供机器运动方向的信息。

如果安装了多个摄像机或传感器，系统应提供与移动方向或其他机器运动方向相适应的摄像机视图或传感器信号，例如：

- 通过使用多个监视器或多个指示器，每个监视器或指示器提供有关其相应的摄像机或传感器的信息；
- 通过使用单个监视器或指示器，该监视器或指示器依次提供多个摄像机或传感器的信息；
- 通过使用单个监视器或指示器，该监视器或指示器同时提供多个摄像机或传感器的信息。

### 4.5 ODS 监测时间

被监测对象进入监测区域后，ODS 监测时间不应超过 300 ms。

### 4.6 连续自检

监视器上监测区域图像可用性对于 VA 监视功能是足够的。ODS 应有持续的监测功能，至少包括：

- a) 工作指示灯（绿）；
- b) 待机指示灯（如提供待机模式）（闪烁黄灯或绿灯）（见 4.3.2.2）；
- c) 系统操作损坏时，视觉和听觉失效信号，包括 ODS 上的每一个联合监测，包括用于系统操作的所有机器信号的监测，如：
  - 断线；
  - 短路；
  - 时间管理（如适用）；

- 信号输出和信号输入；
- 系统监测。

#### 4.7 ODS 报警装置失效

ODS 报警装置不应通过单个动作使其失效。司机可通过两个或多个单独且不同的操作使其失效。报警装置启动的设计和安装应使其可靠操作,使司机不能轻易改变。任何例外应符合附录 B~附录 I。

#### 4.8 电磁兼容性和物理环境操作条件

ODSs 及其 VAs 的电磁兼容性(EMC)应符合 ISO 13766(所有部分)。

关于物理环境和操作条件,ODSs 及其 VAs 应符合 ISO 15998。

注: ISO 19014-3 可替代 ISO 15998。

### 5 标志和标识

每个主要部件(如摄像机、传感器、监视器和控制器)给出的信息应清晰且不易磨损,并应包含以下信息:

- 制造商;
- 型式/型号;
- 产品序列号;
- 认证标识(如需要)。

### 6 司机手册

#### 6.1 司机手册

应提供符合 ISO 6750 的司机手册。该手册可集成到主机合适的手册中,并应包含以下内容(如适用):

- 系统功能描述;
- 监测区域的形状和大小,以及由于操作和外部因素(如干扰、天气、其他系统的存在)所产生的差异;
- 根据需要为工作现场组织提供与使用 ODSs 及其 VAs 有关的信息;
- 天气限制;
- 根据需求的地形条件;
- 日常维护说明,包括针对可能损害系统灵敏度或识别目标能力的环境条件的必要对策;
- 启动说明;
- 控制描述;
- 有关安全操作的说明;
- 发生故障时的操作说明;
- 管理认证(如监管机构要求的 RF 一致性试验认证)(如需要);
- 产品的型式认证(如需要);
- 用户进行 ODSs 及其 VAs 定期性能检查的推荐程序(如需要)。



## 6.2 其他信息文件

对于 ODSs 及其 VAs 系统,如果单独在市场上销售,应提供以下附加说明:

- 性能和操作限制详细描述,特别是不同安装高度和角度的影响;
- 安装和装配说明,包括安装位置(如需要);
- 性能验证的说明;
- 与其他部件有关的信息(如需要);
- 管理认证(如监管机构要求的 RF 一致性试验认证)(如需要);
- 供电要求(如需要)。

## 附录 A

### (资料性)

### ODSs 及其 VAs 选择

#### A.1 概述

ODSs 及其 VAs 可补充司机直接视野和间接视野。在选择 ODS 及其 VA 时,应考虑司机的信息需求和对所提供的信息做出反应的能力。司机要关注很多指令。当选择时,还应仔细考虑当物体进入监测区域时,视觉或听觉哪种信息对司机最有用。

要注意到 ODS 及 VA 既有优点也有缺点。没有装置在所有状况下能完美地覆盖所需监测的区域。视觉信息总会存在还没被注意就消失的风险。听觉信息可引起司机的注意,但如果提供太多不必要的信息,则可能被忽略。特别重要的是,系统使用者要认识并了解 ODSs 及其 VAs 的缺点特别重要。其中一些缺点可通过结合两种或两种以上技术来弥补。一些技术的优缺点见表 A.1。

注:基础技术正在持续不断地进步。因此,一些缺点可通过未来的发展来解决。

#### A.2 ODSs 及其 VAs 功能方面的考虑

##### A.2.1 一般要求

应考虑以下机器功能及 ODSs 及其 VAs 的操作及环境方面。

##### A.2.2 司机对系统的交互及使用需求能力

这些需求是,例如:

- 对错误报警信号的容忍度;
- 信噪比;
- 视觉系统观察的时间和频率;
- 当使用多种 ODSs 及其 VAs 时,信息超载的可能性;
- 人的因素,如反应时间;
- 培训和指示;
- 司机或监测区域人员需要的报警形式。

##### A.2.3 操作环境

以下条件可直接影响操作环境,例如:

- 一个开放的,拥挤的或受限制的场地;
- 工地地形;
- 现场条件,如灰尘、水、灯光、对照物;
- 天气;
- 干扰源,如其他机器、更强的反射器或发射器。

##### A.2.4 机器功能

这些功能是,例如:

- 进入被覆盖区域的物体;
- 作业现场机器运动和分析;

- 有效的装配位置；
- 预期的运动速度；
- 转弯半径；
- 铰接效果；
- 制动距离。

A.3 ODSs 及其 VAs 的选择

系统的选择宜考虑以下因素：

- 视觉或感应监测；
- 主动或被动反应；

注：例如，附录 C、附录 D 和附录 F 中类型 1 系统是基于主动响应的；另一方面，附录 B 和附录 F 中类型 2 系统是基于被动响应的。还有一个类似附录 E 的综合系统，它是基于由主动输入触发的被动响应。

- 视觉报警和/或听觉报警；
- 反应时间；
- 监测区域；
- 作业完整性；
- 装配安全性；
- 覆盖、静音和失效要求；
- 不必要的报警；
- 维修、服务和清洁要求；
- 性能检查要求，例如，周期监测区域的确认；
- 分辨人(行人)与其他障碍物的能力；
- 在恶劣天气下工作的能力；
- 在恶劣环境下工作的能力。

表 A.1 ODSs 及其 VAs 的优缺点

技术	描述	优点	缺点	范围
菲涅尔镜头	一种薄而平的透镜，表面有同心的圆形凹槽。凹槽就像棱镜一样弯曲和聚焦光线	使司机能在正常驾驶位置看到视线以外的物体	图像在靠近底线边缘处会变形； 外部光线能导致镜头被光线“淹没”； 需要外部光源； 图像解析及距离判断会困难	水平： $>90^{\circ}$ ； 垂直：通常为 2 m； 取决于装配位置
镜子	提供间接视野的反射面	低维修率，易于使用	要求好的灯光条件。装配能影响性能，容易受到机械损坏	取决于光学特性，可能很长
可识别的外部报警	使用传感器发出声音警告信号的一种报警系统	当机器运动时启动，仅当监测到物体时报警	依靠机器路径上的行人采取规避行动； 难以确定声源的方向； 如果多于一台机器在附近运行，可能会造成互相干扰	根据分贝输出、频率、装配位置和环境特性变化

表 A.1 ODSs 及其 VAs 的优缺点 (续)

技术	描述	优点	缺点	范围
超声波	使用反射声波来监测物体的存在并测量距离	目标距离的精确指示,同时给司机发送LED和听觉信号	时间延迟限制了慢速车辆的使用,在倒车速度达到或超过10 km/h时作业受限; 性能可被不利天气影响; 需要多个感应器覆盖机器的整个后部区域; 不能区分人和其他物体; 地面上安装高度受限	水平:最大6 m
定频多普勒雷达	使用移动物体发射和反射的微波辐射,频率不同表明动作不同	低成本; 大多数物体反射良好; 忽略雷达表面的灰尘,不受风、雪、雨等的影响; 能被设计用来监测物体速度和方向	很难感应静态物体,只能从反射信号的强度推断距离,因此,在一给定的敏感度下,系统将会对远离感应器的大物体和靠近感应器的小物体做出同样的反应; 无故障安全保护,能感应车辆路径之外的物体; 不能区分人和其他物体; 只能监测运动中的物体	范围不限(但见以下的“缺点”); 设计跨度高达160°
变频多普勒雷达	除传输频率在两个或多个频率之间步进外,其余同定频多普勒雷达	能测量范围; 大多数物体反射良好; 忽略雷达表面的灰尘,不受风、雪、雨等的影响; 能被设计用来监测物体速度和方向	测量范围是所有目标的加权平均范围。因此,靠近传感器的小目标可被远处的大目标遮盖; 无故障安全保护,不能区分人和其他物体; 能感应车辆路径外的目标	范围不限(但见以下的“缺点”); 设计跨度高达160°
脉冲雷达	使用脉冲监测物体的存在并测量距离	可以识别多个目标的范围	能感应车辆路径之外的物体; 不能区分人和其他物体	范围可限; 设计跨度高达160°
调频连续波(FMCW)	除传输频率从低到高反复扫频外,其余同上	能识别多重目标,能被设计用来监测物体速度和方向	能感应车辆路径之外的物体; 不能区分人和其他物体	范围不限; 设计跨度高达160°
闭路电视(CCTV)	在司机室内使用带监视器的广角镜头摄像机的设备	耐磨、耐灰和防水,在低光照条件下工作	失真使得距离很难判断; 直射到摄像机上的光线会导致可见度问题; 监视器上的直射阳光会遮挡图像; 阴影中的物体很难区分; 摄像机镜头上的泥和灰尘能影响图像。泥和灰尘能通过内置清洗系统去除	水平:最大127° 垂直:最大115°



表 A.1 ODSs 及其 VAs 的优缺点 (续)

技术	描述	优点	缺点	范围
被动红外 (PIR)	感应物体红外辐射变化的装置	理想地监测人和背景之间的区别	对灰尘、水、振动敏感； 不能测量距离； 无法将附近的人和远处的热发动机区分开来	可被限制在此应用； 见以下“缺点”
主动红外 (IR)	一种利用物体发出的红外线来探测物体的存在并测量其距机器距离的装置	不详	不详	不详
接触	使用由旋钮开关启动的制动器	简单且相对便宜	不适用于所有机器，不能预先监测到物体或行人； 没有考虑行人安全保护； 仅适用于低速应用	由装置尺寸确定
电磁 (无线电) 信号转发器	利用电磁信号或无线电波在安装在机器上的收发器和工人佩戴的或安装在其他障碍物上电子监控器间发出近距离或碰撞信号的系统	两物体间的相互警告； 可监视各个方向	没有电子监控器就不能监视任何东西辐射功率太弱，不能穿过人体及覆盖所有监测区域； 它们是有方向的，像超声波转调器(见 E.4.1)； 能监测到监测区域外部的人员，并要求正确地选择无线频率	每个方向可调整到 20 m
雷达	使用脉冲激光和旋转镜子的可编程软件系统	监测区域能被精确配置不同功能，能被给予不同区域(例如，应用刹车、鸣笛等)	可能承受来自直接日光的干扰； 大量蒸汽或烟雾可能会屏蔽信号； 作用在同样波长上的另一个雷达可能也发出报警； 镜头需经常清洗，二极管寿命有限(大约 5 年)	实际范围最大 8 m， 扫描角 180°，光束厚度高达 50 mm
超声波传送器	使用双超声波在安装在机器上的“监测装置”和工作人员佩戴的用来发出近距离或碰撞信号的“应答机”之间进行通信的系统	能根据要求的监测范围调整； 直接给车辆司机和工作人员发送警报； 给司机发送视觉和听觉报警，并给工作人员听觉报警	没有应答器不能监测任何东西	最大监测区域为 12 m，能被设置为 1 m 间隔。监测范围基于选择的传感器。例如，传感器能提供 20°、30°、40° 和 60° 的方向
颜色识别 CCTV	分析 CCTV 图像，监测工作人员佩戴的特定颜色	两物体间的相互警告，监视器在摄像机可视区域	没有颜色标签不能监测任何东西	取决于摄像机镜头角度，监测范围 10 m~15 m

表 A.1 ODSs 及其 VAs 的优缺点 (续)

技术	描述	优点	缺点	范围
运动物体 视觉 ODS	系统通过分析来自闭路电视的移动物体的视觉图像来检测物体,然后警告操作人员(包括地面上的人,如果合适)	根据摄像机提供的图像,可以区分多个物体。 理论上,可以将速度测量和方向监测添加到系统功能中	难以监测静止物体; 当机器本身行驶时,可能无法监测到物体; 不区分移动的人和其他移动的物体; 将光线直射到摄像机上会导致能见度问题; 阴影中的物体难以区分; 雪、雨、雾、尘等可能导致难以区分物体; 摄像机上的雨滴会导致图像失真并导致难以区分物体; 如果一个人不动(走路),就很难将这个人静态物体(如岩石)区分开	根据制造商的规格
视觉系统和 形态识别	使用摄像头和视频分析算法监测障碍物并根据其外观进行分类的视觉系统	障碍物监测能够将行人与危险和物体区分开来,以避免触发不必要的警报; VA 和 ODS 功能设计集成; 易于安装; 可以精确配置监测区域	摄像机应在监视区域内具有直接可见性; 可能无法监测到具有“不自然外观”的人,即不寻常的姿势或衣服,或者系统摄像头的角度不正确,从而难以识别; 超过一定程度,镜头上的污垢会导致监测/识别性能下降	最大范围为 6 m ~ 15 m
光探测和 测距 (激光雷达)	一种光学遥感技术,可以通过用脉冲光照射物体来测量到目标的距离或其他特性。它是一种扫描激光测距仪,可生成其环境的 3D 点云。原理和操作类似于雷达,但使用激光而不是无线电波,它能够探测大气中的粒子和变化的物理条件	可在靠近机器或远离机器的地方使用。 无电子辐射。 良好的监测领域	需要相对于重尘和大雨条件进行评估	监测范围为 1.5 m(最小)~120 m(最大)垂直监测场 >20°,大部分偏低于水平。 水平监测视野 >250°

附 录 B

(规范性)

闭路电视(CCTV)系统的试验程序——附加性能要求和试验

B.1 概述和试验目的

试验目的是评估土方机械上使用的 CCTV 系统的性能,主要确定的性能为:

- a) 基于试验体(见 B.2)上可分辨的读数,以 TV 线的分辨率或等效值表示的图像整体质量(见 B.9.1);
- b) 为维持工作灯的最低推荐分辨率的光照度(见 B.9.2);
- c) 系统垂直或水平视野(见 B.6 和 B.7);
- d) 监测距离(见 4.3.1 和 B.8);
- e) 由于直接暴露在高强度灯光下(见 B.9.5)的遮影,和;
- f) 灯光级别快速改变时系统能作出充分反应的时间(见 B.9.6)。

试验测量的性能不取决于摄像机高度。性能准则规定试验在假定至少 50 lx 的平均测量光照度和 20 lx 的最低测量光照度的作业条件。

B.2 试验体

采用 EN 50132-7:1996 附录 A 描述的 Rotakin 试验体。

B.3 试验区域

内部试验:5 m×5 m 水平地面,外部试验:30 m×80 m 水平地面。

B.4 试验环境

试验环境应光线均匀,视野中无阴影区及反射。

B.5 安装和设置

B.5.1 装配

CCTV 系统应根据制造商的说明书装配。

B.5.2 定位和校准

B.5.2.1 摄像机

摄像机应垂直和水平地对准试验体。

B.5.2.2 试验体

试验体应是垂直的,并且应在视野的中心面对摄像机,且在镜头光轴的 90°处。  
除非另外说明,试验体图像应占据监视器视野整个垂直区域。

B.5.2.3 监视器

监视器的安装、定位及布置应在观察者脸部正常位置,高度适宜,避免眩光及反射。

## B.6 水平试验

### B.6.1 光照度

光照度应大于 50 lx 且小于 50 000 lx。

### B.6.2 试验过程

试验体的安置远离摄像机,以便图像覆盖监视器屏幕中心垂直高度的 25%。测量并记录摄像机与试验体的距离,将试验体沿圆弧移动到试验体图像的垂直中线位于监视器屏幕中的视觉边缘的点,标记该点。

同样,在监视器屏幕的相反位置建立并标记该点,测量记录两个标记点之间的距离并用三角法计算水平视野。

## B.7 垂直试验

### B.7.1 光照度

光照度应大于 50 lx 且小于 50 000 lx。

### B.7.2 试验过程

照相机和监视器旋转 90°,固定试验体使其远离摄像机,以便图像覆盖监视器屏幕中心垂直高度的 25%。

测量并记录摄像机到试验体的距离。

将试验体沿圆弧移动到试验体图像的垂直中线位于监视器屏幕中的视觉边缘的点,标记该点。同样,在监视器屏幕相反位置建立并标记该点。

测量记录两个标记点之间的距离并按照三角法计算水平视野。

## B.8 范围

### B.8.1 光照度

光照度应大于 50 lx 且小于 50 000 lx。

### B.8.2 试验过程

将试验体放置在沿摄像机光轴上的某点上,使试验体图像的屏幕高度为 7 mm,测量并记录摄像机与试验体的距离。

注:系统有效作业范围基于最小 7.0 mm 高的屏幕,大约是垂直屏幕高度的 10%,通常被认为是可接受的视觉监测效果。

## B.9 附加试验

### B.9.1 系统分辨率

#### B.9.1.1 光照度

光照度应大于 20 lx 且小于 200 lx。

#### B.9.1.2 试验过程

试验体远离摄像机放置,以便图像能够占据监视器屏幕中心垂直高度的 100%。



根据试验体上的从 H 到 A 的刻度读数,确定并记录 CCTV 系统分辨率。

#### B.9.1.3 试验标准

应达到超过 200 条电视线路或同等[见 B.1a)]的分辨率。

#### B.9.2 光源分辨率效果

##### B.9.2.1 试验过程

以适当的步骤,从制造商说明书中规定的最低到最高光照度重复 B.9.1.2 规定的试验,测量并记录观察到 B.9.2.2 中规定的最低分辨率的最小光照度。

##### B.9.2.2 试验标准

在规定的光照度内或将规定的光照度降低到相当于 200 条电视线路的亮度范围内,分辨率应达到超过 200 条电视线路或相当于 200 条电视线路的分辨率。

#### B.9.3 边缘失真

##### B.9.3.1 光照度

光照度应大于 50 lx 且小于 50 000 lx。

##### B.9.3.2 试验过程

试验体远离摄像机放置,以便图像占据监视器屏幕中心垂直高度的 25%。

测量并记录摄像机与试验体的距离。

沿弧线移动试验体到观察者标记位于监视器屏幕视觉边缘的点。

测量并记录试验体图像高度。

##### B.9.3.3 试验标准

在试验体高度 25%的边缘,不应观察到图像尺寸的缩小。

#### B.9.4 屏幕边缘分辨率

##### B.9.4.1 光照度

光照度应大于 50 lx 且小于 50 000 lx。

##### B.9.4.2 试验过程

在监视器屏幕垂直高度 100%处放置试验体。

移动试验体到屏幕一侧。

测量并记录分辨率。

试验体旋转 180°并在屏幕另一侧重复试验过程。

##### B.9.4.3 试验标准

应达到超过 200 条电视线路或等同(见 B.1)的分辨率,如果整个监视器屏幕都没达到该分辨率,则视野应按达到分辨率的角度规定。

**B.9.5 高强度光效应****B.9.5.1 光照度**

试验在户外直接日光下进行。

**B.9.5.2 试验过程**

把摄像机对准太阳,在监视器上制造一个遮影。

将试验体放置在摄像机前面靠近摄像机的地方,直接移动试验体远离摄像机,直到试验体图像完全被阴影覆盖。

测量并记录阴影宽度。该测量应在试验体肩端点进行。

**B.9.5.3 试验标准**

除非另有规定,阴影最大宽度不应超过可见屏幕宽度的 5%。

**B.9.6 从光照度根本变化中还原****B.9.6.1 光照度**

将试验体置于 10 000 lx 的光照度下的较高位置,以便在监视器上只有很少或没有背景物体的情况下可见。

**B.9.6.2 试验过程**

在摄像机上放置遮板并持续 5 s。

移除遮板。

测量并记录试验体轮廓清晰可辨所需的时间。

**B.9.6.3 试验标准**

除非另有规定,恢复时间不应超过 1.5 s。

**B.10 功能试验**

验证系统任何附加特性的操作,如监视器的镜像图像与普通图像和昼夜设置。

如果在主机上安装了多个摄像头,每个摄像头都要按照 B.6~B.9 进行测试,并对结果进行评估。

注:有些系统可以切换为向前或向后使用。向前使用的监视器上的图像通常设置为正常图像,而向后使用的监视器上的图像通常设置为镜像图像。如果一个双摄像头系统(一个向前使用,另一个向后使用)连接一台监视器,那么镜像图像和正常图像之间可能需要自动切换。

**B.11 记录****B.11.1 信息**

应记录以下 CCTV 系统信息:

- 监视器和摄像机技术规格;
- 型号;
- 序列号;
- 试验日期。

B.11.2 试验值

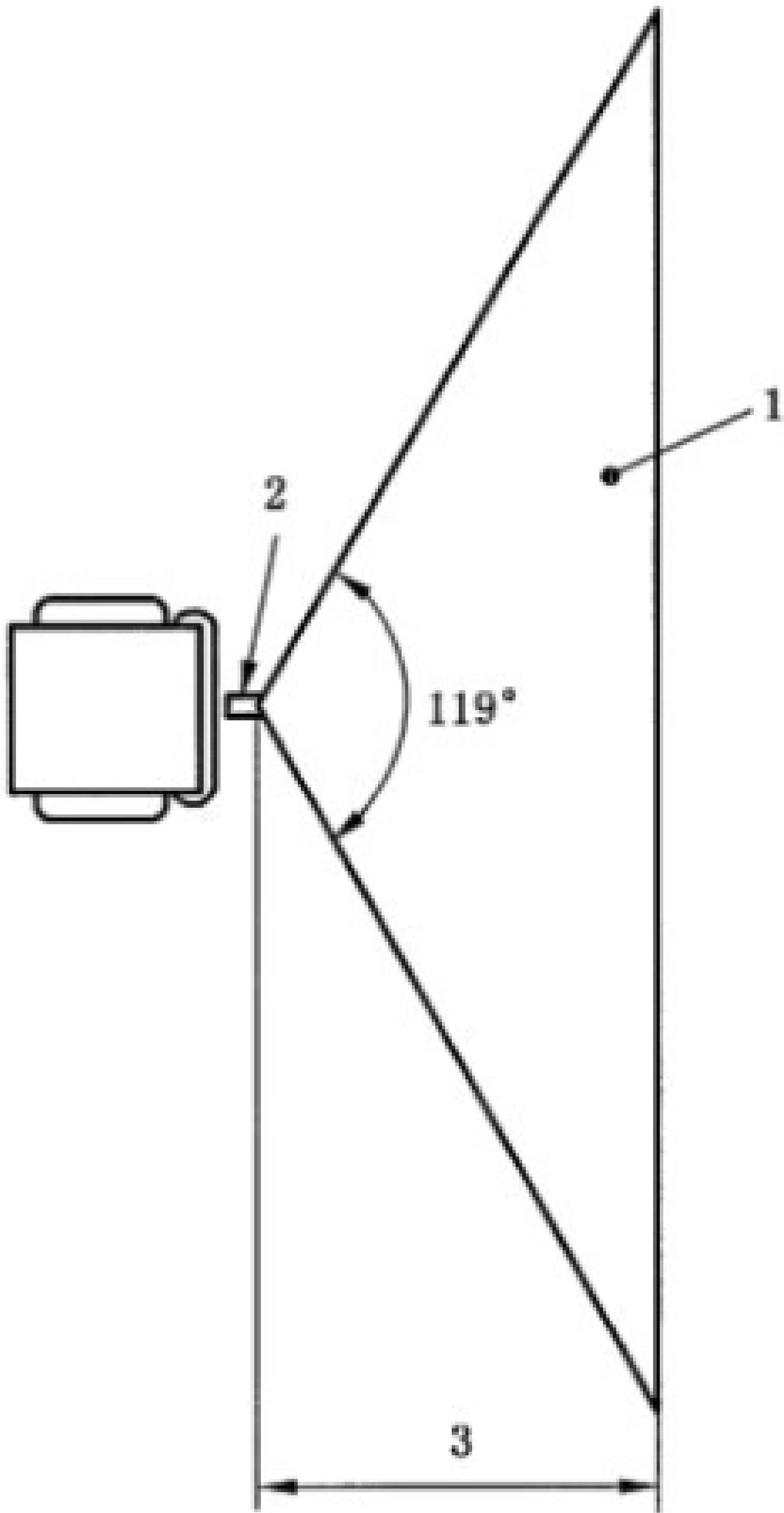
从 B.6、B.7 和 B.8 得到的试验值应记录下来,如图 B.1 和图 B.2 所示。

B.11.3 实际值

B.9 测得的实际值应与相应的试验标准一起记录。

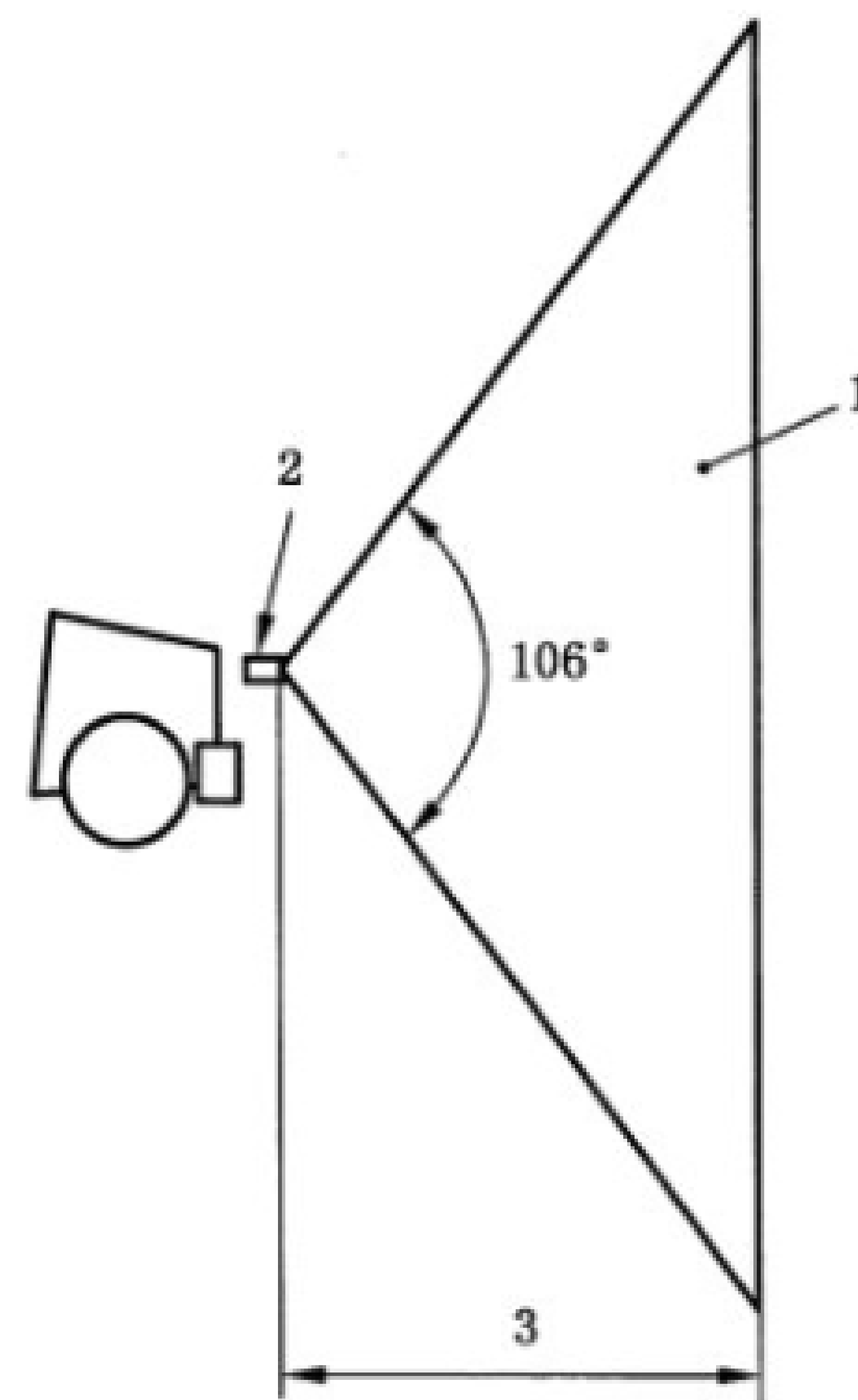
B.11.4 功能性能

应记录 B.10 的功能性能,作为每一种功能的优劣结果。



标引序号说明:  
1——记录的角度和范围;  
2——摄像机;  
3——范围,单位为米。

图 B.1 水平视野(俯视图)



标引序号说明：

- 1——记录的角度和范围；
- 2——摄像机；
- 3——范围，单位为米。

图 B.2 垂直视野(侧视图)

附录 C  
(规范性)  
雷达传感器的试验程序

C.1 概述

本附录描述了用于监测土方机械附近障碍物的雷达系统监测区域的确定方法。本附录所述的方法旨在确定可在其中可靠地监测到人员的三维区域的几何形状。

本方法不评估该区域相对于要安装雷达传感器的机器的位置。C.11 给出了在土方机械中应用该区域的实际考虑。

C.2 试验体

试验体应是预先进入探测区的人体部分。在某些情况下,在监测区域的边缘附近,人体第一个进入区域的部分是头部。因此,这个试验程序使用头部的监测单独作为监测区域边缘的测量点。

为了进行试验,应根据 ISO 3411 使用具有中等身材的真人。

注:已发现身材不一的真实人的监测结果一致性优于那些人工替代对象。因此设计的试验程序适用于真实人。

C.3 试验区域

试验区域应是平坦地形上的开放空间,有干砂、干砾石或干砂和干砾石混合地基,没有岩石、植物或直径超出 8 cm 的碎片。雷达系统正前方约 50 m 之内不能有大的物体,如建筑物或炼焦堆。雷达系统侧面 25 m 内不能有大的物体。除试验人员之外的全体人员应待在不能被雷达系统监测到的区域。

在与预期监测区域相等的面积上,以 1 m 的间距画出一个矩形网格。

C.4 试验环境

试验环境见 4.8。

C.5 雷达安装位置

雷达应按照试验程序中描述的方式安装在静态支架上,支架的任何部分不应位于雷达监测区域内。

雷达安装架应具有使雷达在垂直面上通过试验程序所要求的角度倾斜的装置及测量倾斜角度的装置。

C.6 试验区域

C.6.1 一般要求

雷达感应器在一个具有圆形或椭圆形横截面的锥形波束中发射和接收信号,通过测量监测区域水平及垂直界限,该区域的完整几何结构可以按图 C.1 所示构建。



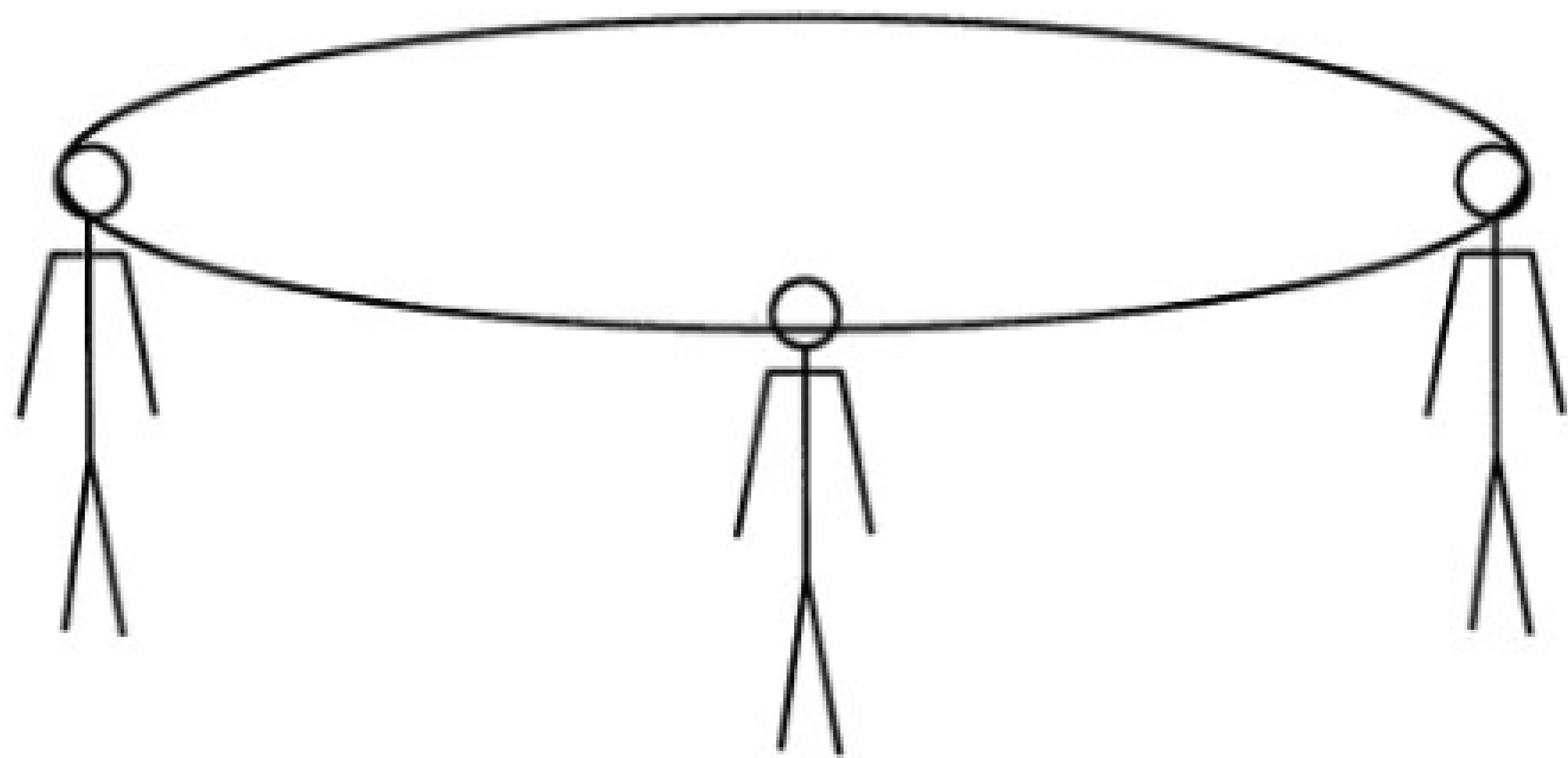


图 C.1 测量监测区域全部几何形状

C.6.2 测量水平界限

按照机器上正常的朝向定位雷达,但是雷达线束水平扩展,雷达光束中心线在试验人员头部鼻子的高度。

将警报装置放置在被测人和进行测试的人员能够听到的地方。

在预期监测区域中心线上,被测人移动至距离雷达 0.5 m 处,如果报警装置显示监测,则被测人在各个方向移动直到监测不显示。记录每边最后一个监测到的位置,记录这些点之间未被监测到的任何位置。

被测人再次距离雷达 0.5 m,并重复以上试验过程。

在离雷达 1 m 间距重复试验过程直到监测不发生。

记录监测区域的水平界限,记录该区域内未被监测到的任何区域。

C.6.3 测量垂直界限

被测人员移动至水平监测区域中心线上距离雷达 0.5 m 的位置,如果监测发生,则向上倾斜雷达直到监测不发生并记录监测发生的最大向上倾斜角度。

在离雷达 1 m 处重复此试验,每间隔 1 m 重复试验直至水平监测区域结束。

颠倒安装雷达使监测区域正常顶部位于底部,检查线束中心线直到再次与被测人员鼻子水平。

重复上述试验,记录在距离雷达的每一个距离上监测发生的角度。

C.7 适应不同类型雷达的试验程序

某些类型的雷达传感器,在监测策略中可以包括雷达和试验体之间的相对运动,如果此功能是可选的,可将其关闭。如该功能不能关闭,则被测人员可模仿所需要的移动。

记录以下任何一项:

- a) 不需要移动;
- b) 所需移动关闭;
- c) 总是需要移动。

如果总是需要移动,记录所需的移动类型、速度和/或距离。

C.8 适应可编程监测区域雷达的传感器试验

在雷达感应器可通过编程来创建各种形状和大小的监测区域的地方,应采用 C.6.2 和 C.6.3 规定的试验来确定监测区域的最大尺寸,可按制造商指定的程序进行编程。

C.9 最大监测点记录

水平面的最大监测点应以 1 m 网格的示意图表示,如图 C.2 所示。

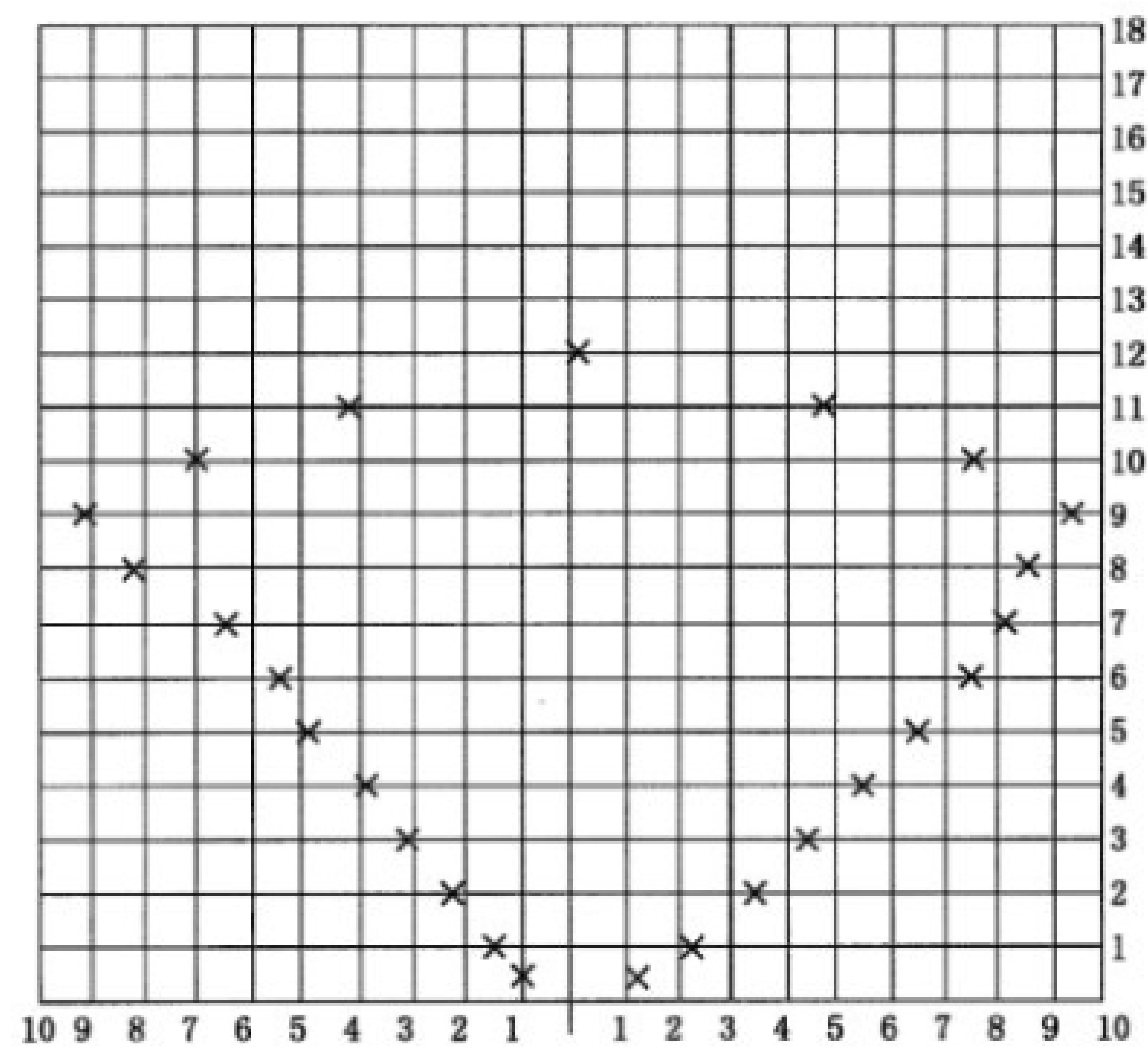


图 C.2 水平面最大监测点

垂直面的最大监测点应以间距 1 m 的弧线表示,如图 C.3 所示。

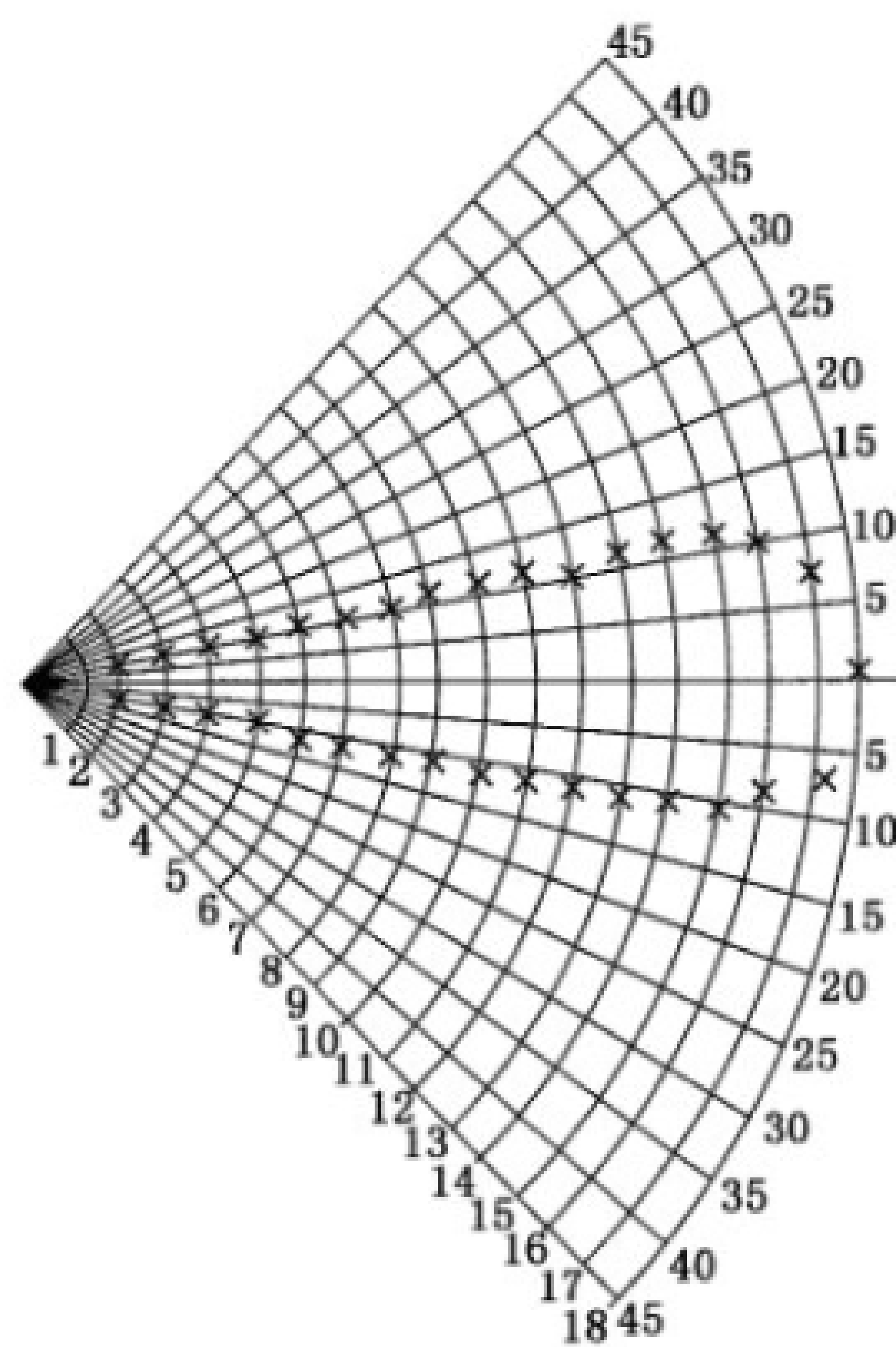


图 C.3 垂直面最大监测点

C.10 附加试验

C.10.1 监测区域外的大型物体警报

大型结构,如其他机器,可在比人更广角度和更大距离监测,并可产生不必要的报警。应采用三面金属反射器作为试验体重复 C.6.2 的试验,如图 C.4 所示。保持试验体在雷达线束水平轴线高度,凹面朝向雷达。用与人相同的方式记录监测区域。

注: 由于已经证明很难与任何设计为模拟大型结构的测试对象获得一致的结果,因此需要将此测试视为仅指示大型结构的监测区域。

单位为毫米

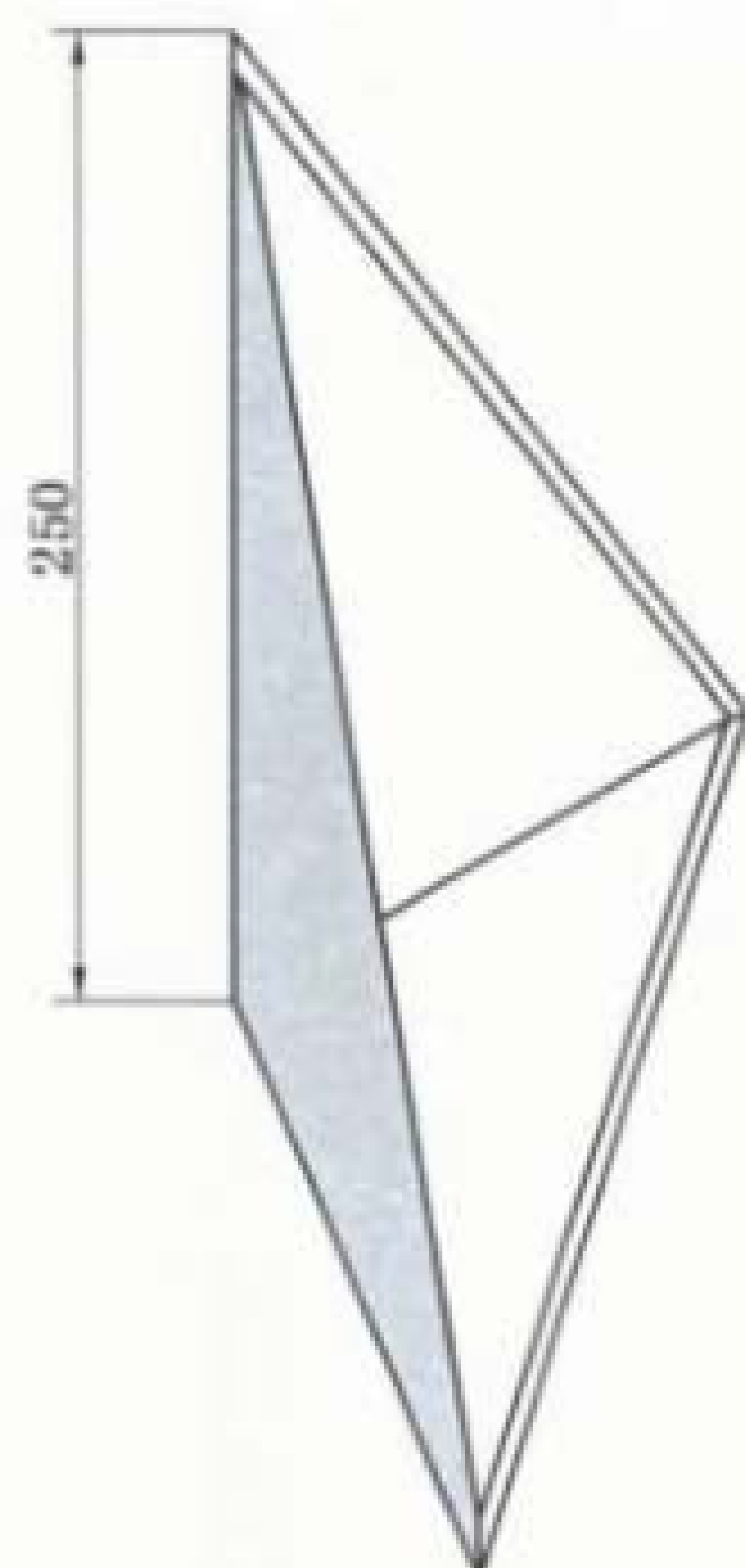


图 C.4 模拟大型物体的试验体

C.10.2 被背景中的大物体抑制的监测

雷达范围测量的某些方法可能导致背景中的大型物体控制测试范围并遮盖接近雷达的小物体的存在。制造商应说明是否使用这种方法并解释用于减少该影响的附加策略。

因为该测试可能不会考虑任何其他策略来最小化这种影响，这种影响的标准试验可给出误导性的结果。在采用这些方法的地方，制造商应描述使用图 C.4 中试验体的试验来证明该影响已经被减少的程度。

C.11 机器上安装雷达的实际考虑

对于机器上的安装雷达及以下内容，制造商应包括在安装手册的实际考虑中。制造商应在说明手册中包括在机器上安装雷达的实际考虑，涉及以下方面。

如果一个人身体有足够大的部分进入监测区域，C.6 和 C.10 中的试验描述了监测发生的三维区域。试验是在一个人身上进行的，但是其他物体，包括地面，也可能被监测到。因此，监测区域的位置应是拦截一个人，但要避免拦截地面，因为这可能会导致必要的报警。

应考虑仅在水平中心线上应用的垂直限值测量，在水平界限处锥区域深度趋向为零，见图 C.2 所示。

理想的情况，雷达应安装在低于 1.5 m 高度，如果这个安装高度是不切实际的，则靠近雷达的监测区域可高于一个人被监测到的高度。如果雷达线束向下倾斜来提高靠近雷达的监测能力，则可能发生来自地面的不必要的报警。

应在预定的典型工作环境的地面上检查雷达线束的正确角度，因为典型试验场地中光滑、干燥的地面对雷达传感器的反射要比潮湿、有车辙的泥浆少。有些地面，特别是沙地，即使雷达向其倾斜也不会引起不必要的报警。

为了避免不必要的报警，雷达应当安装以使机器的任何部位都不会进入到监测区域。然而，某些雷达可以具备忽略与雷达无相对运动物体的监测策略。制造商应指出这种监测策略适用于何处。

附录 D  
(规范性)  
超声波监测系统试验程序

D.1 概述和试验目的

本附录所述试验旨在测量用于土方机械上的超声波监测系统性能。

需要确定的性能方面如下：

- 系统的总体性能标准；
- 性能标准和监测区域限值界限；
- 部件位置和固定的标准；
- 操作系统可靠性；
- 系统失效；
- 监测时间；
- 物理环境条件(振动、冲击、温度、湿度)。

图 D.1～图 D.3 所示尺寸仅用于说明的目的，并基于要求的 6.0 m 范围示例。要求的规定范围取决于机器应用。

本附录描述了用于倒车速度可达到 10 km/h 的土方机械的超声波监测系统的要求和试验。

注 1：轮式装载机、自卸车等的典型工作模式是倒车时最高可达 10 km/h 的工作速度。

注 2：低速土方机械超声波监测系统的性能要求和试验(倒车速度可达 3.0 km/h)根据 ISO/TR 9953 确定。

D.2 试验体

监测区域的几何形状应采用以下测试对象进行试验。

D.2.1 水平测试的试验体 H

水平测试的试验体 H 应由灰色、硬塑料或金属结构的直径为 75 mm、长 1 700 mm 的管子组成。

D.2.2 垂直测试的试验体 V

垂直试验的试验体 V 应由灰色、硬塑料或金属结构的直径为 75 mm、长 300 mm 的管子组成。

D.3 试验区域

D.3.1 监测区域形状

水平和垂直监测区域由图 D.1 和表 D.1 所示尺寸决定。

D.3.2 测试表面

测试表面应是至少 5.0 m 宽、8.0 m 长的水平坚实地面。

D.4 试验环境

4.8 给出的条件适用以下方面：

- 风速 $\leq 5.4$  m/s。



D.5 安装和设置

D.5.1 机器上传感器的位置和固定

机器上传感器的定位和布置应覆盖 D.3.1 规定的监测区域。

使用的传感器数量取决于机器宽度及传感器线束形状。

注：经验证明，目前的超声波传感器传送范围可达 6.0 m，以下布置是适当的：第一个传感器位置，从机器外表面算起左边和右边都不大于 500 mm。与机器宽度相关的对称布置的传感器的适当数量如下：

机器宽度 mm	传感器数量
≤2 500	4
≤3 000	5
≤3 500	6

装置应永久固定在机器上。

D.5.2 评估装置的位置和固定

评估装置应固定在司机室内部或机器上的适当位置，以防止环境和高振动或冲击载荷（见 4.8 中装置要求的物理环境性能标准）。

D.5.3 报警（声光）装置的位置和固定

装置应固定在司机室并应符合 4.3.2 的要求。

D.5.4 系统的启动

系统应提供待机模式。提供在倒车模式下独立启动的报警装置。

系统应符合 4.4 的要求。

D.5.5 监测时间

监测时间应与 4.5 的规定一致并符合以下要求：试验体（如 D.2 所述）以 1 m/s 的速度从监测区域外移动到 3.0 栅格位置，即时间监测的触发点。监测时间应为至少 50 次测试时间的算术平均值。

D.5.6 运行可靠性

D.5.6.1 系统监测

系统监测应控制整个系统的功能，并由少于或等于 10 ms 的短声音信号确认。启动系统后系统监测应自动执行。系统应符合 4.5 的要求。

D.5.6.2 故障报警

发生故障时，应给司机提供报警。

D.5.6.3 运行完整性

系统符合 4.6 的要求。



## D.5.7 试验

### D.5.7.1 系统调整

在启动试验程序前,系统应按以下内容调整。

#### D.5.7.1.1 报警范围调整

如果系统有两个或三个预警范围,这些范围应调整到符合系统制造商指示的评估单位。

示例:最大范围 6.0 m 的 A 系统调整到 2.0 m(紧急报警)、4.0 m(报警)和 6.0 m(预警)的范围。

#### D.5.7.1.2 传感器调整

##### D.5.7.1.2.1 监测区域高度调整

使用垂直试验体 V,将其放置在传感器中心线上,最大可达距离小于 100 mm 处(如调整,见 D.5.7.1.1),并从地面移动试验体 V 到试验体 V 被监测到的位置(视觉与听觉信号)。注意地面以上的高度(试验体 V 中心线),调整传感器使该高度为 800 mm(或 700 mm)。

##### D.5.7.1.2.2 水平调整

使用水平试验体 H,并将其放置在最大可达距离一半(如调整,见 D.5.7.1.1)、D.3.1 定义的监测区域以外的左右 100 mm 处。

左右调整两个外部传感器,使试验体 H 被监测到。

其余传感器应垂直于机器纵轴进行调整。

#### D.5.7.1.3 监测报警范围的验证

如果系统中有两个或三个预警范围,通过将试验体 H 放置在调整范围(见 D.5.7.1.1 和图 D.2)前后 100 mm 处,验证范围的正确调整。

例如,对于一个 2 m 的警戒范围:

——在距离传感器 1.9 m:紧急报警;

——在距离传感器 2.1 m:预警。

### D.5.7.2 监测区域静态测试

测试应在装有该系统的机器上进行。

另外,如果测试在没有机器的情况下进行,则传感器应安装在距 D.3.2 规定的测试表面上方 1.2 m 处,并按照 D.5.1 的规定放置。

#### D.5.7.2.1 水平测试

静态放置试验体 H,使其纵向轴在监测区域内,并垂直于地面站立,使其纵轴处于图 D.2 所示的各测量点的网格位置。

#### D.5.7.2.2 垂直测试

静态和水平地将试验体 V 放置在监测区域内,使其三维中心坐落在图 D.3 所示的每个测量点的特定网格位置。

### D.5.7.3 试验结果评估

应在所有的网格位置静态监测试验体 H 和 V。监测应以与测量距离相适应的不间断的信号序列

明确地进行。如果试验体在某个位置未被监测到,则通过试验体的宽度(直径)将位置向左右(试验体 H)或上下(试验体 V)移动。

试验体应在两个位置都得到完美的监测。

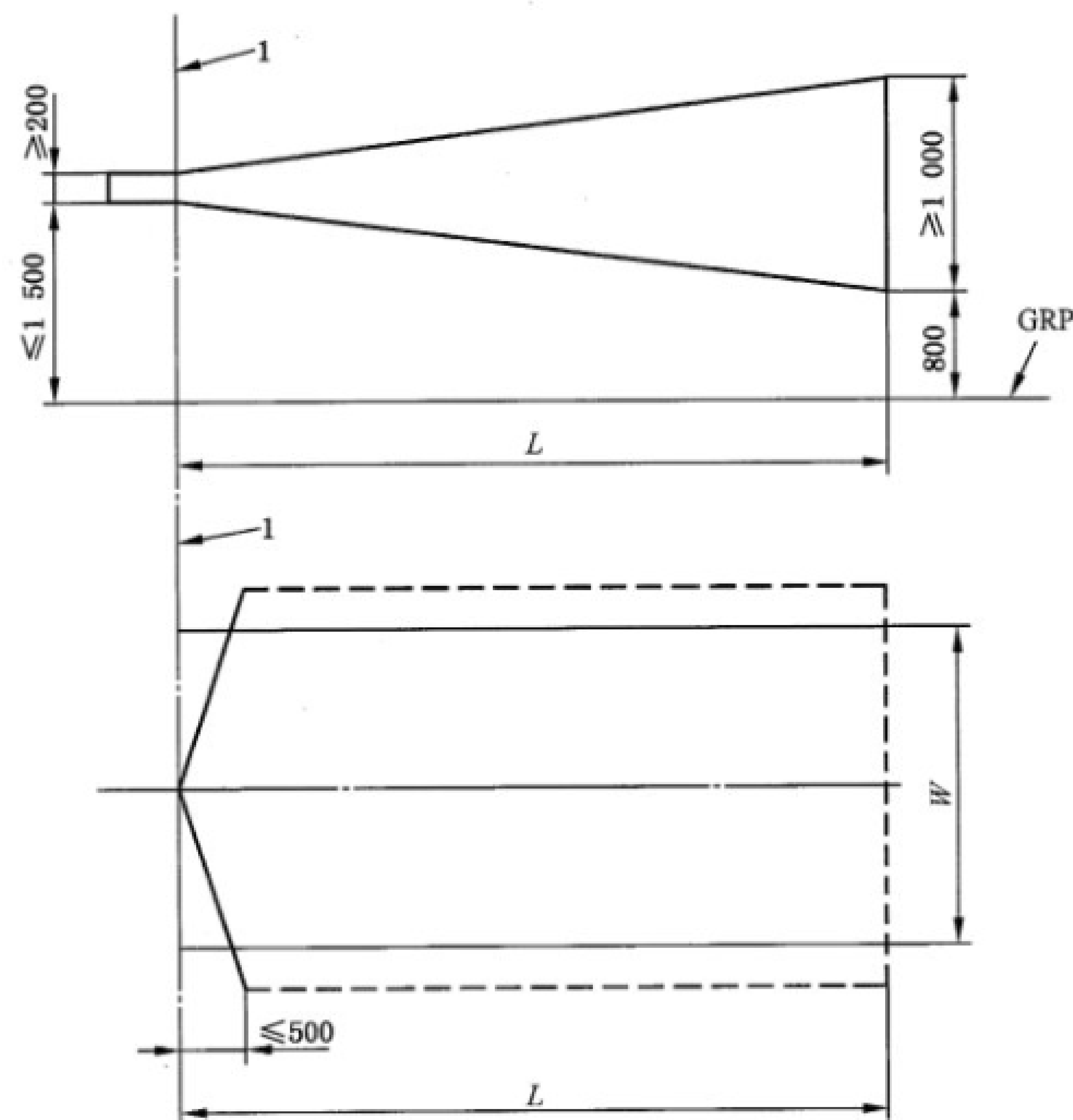
## D.6 试验报告

试验报告应包括下面信息:

- a) 系统识别
  - 1) 制造商;
  - 2) 型号;
  - 3) 识别:
    - i) 评价装置(零件号和序列号);
    - ii) 报警装置(零件号和序列号);
    - iii) 中心(零件号和序列号)。
- b) 试验条件
  - 1) 试验场地;
  - 2) 试验环境:
    - i) 风速(m/s);
    - ii) 温度(℃);
    - iii) 相对湿度(%);
  - 3) 安装和设置:
    - i) 监测区:
      - I) 宽度,单位为毫米(mm);
      - II) 长度,单位为毫米(mm);
    - ii) 传感器固定:
      - I) 机器;
      - II) 试棒;
  - 4) 传感器布置:
    - i) 距外部边界的距离,单位为毫米(mm);
    - ii) 传感器间的距离,单位为毫米(mm);
    - iii) 报警范围的调整;
    - iv) 紧急报警,单位为毫米(mm);
    - v) 预报警,单位为毫米(mm);
    - vi) 报警,单位为毫米(mm);
  - 5) 系统性能:
    - i) 系统启动/检查(见 D.5.6.1);
    - ii) 动作时间(见 D.5.4);
    - iii) 监测时间(见 D.5.5);
    - iv) 故障控制(见 D.5.6.2);
    - v) 操作完整性(见 D.5.6.3);
    - vi) 物理环境(见 D.4)。
- c) 试验结果
  - 1) 水平试验(见 D.5.7.2.1);
  - 2) 垂直试验(见 D.5.7.2.2);

3) 报警范围(见 D.5.7.1.3)。

单位为毫米



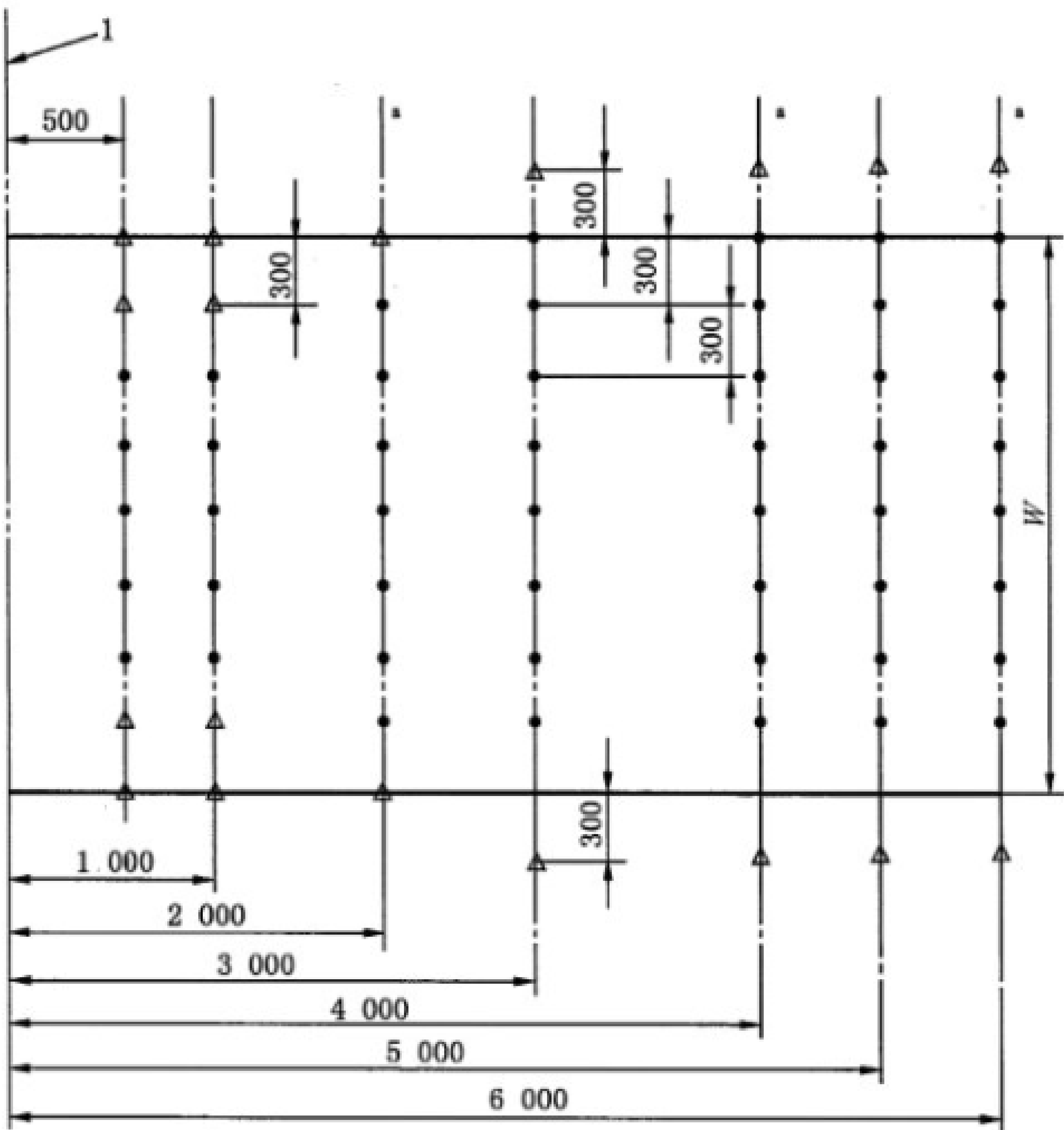
标引序号和符号说明：  
1 ——参考线(前感应器)；  
 $L$  ——基本长度；  
 $W$  ——基本宽度，与要求的监测区域宽度有关；  
GRP ——基准地平面。

图 D.1 监测区域形状

表 D.1 监测区域尺寸

最高倒挡速度	$L$ m	$W$ m
*	$\geq 6.0$	见制造商的规定
* 通常倒车行驶速度：一个工作循环中为 0 km/h~10 km/h。		

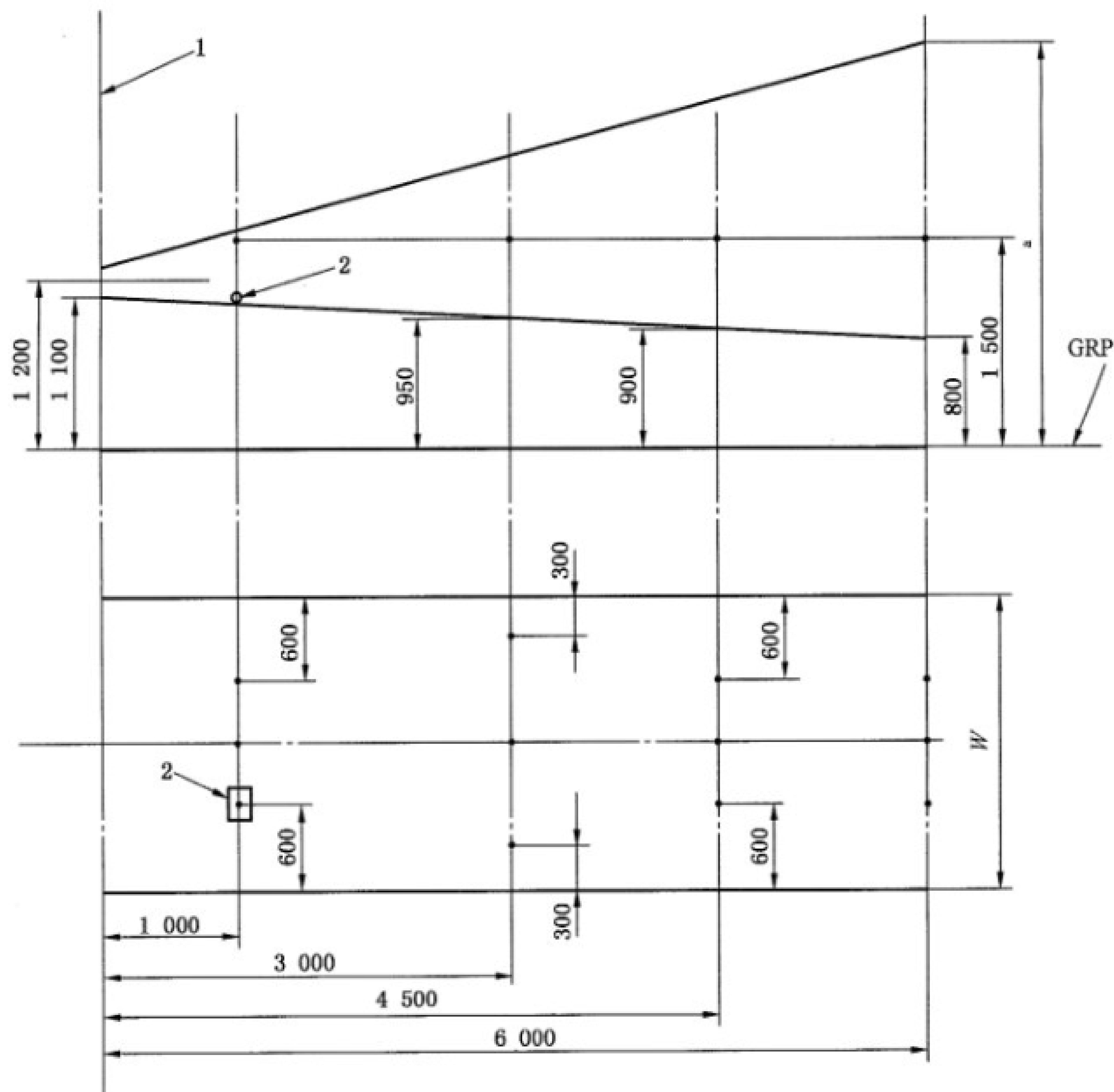
单位为毫米



- 标引序号和符号说明：
- 1 ——参考线(前感应器)；
  - a ——测试体 H 的测量点；
  - △ ——可选的测量点；
  - W ——宽度。
- \* 见 D.5.7.1.3。

图 D.2 静态试验的水平监测区域和网格

单位为毫米



标引序号和符号说明：

- 1 ——参考线(前感应器)；
- 2 ——试验体；
- ——测量点；
- GRP ——基准地平面；
- W ——宽度。
- \* 最大值。

注：如果系统与报警范围一起使用，则在每个报警范围之前或之后或两者之间进行 100 mm 的测量。

图 D.3 静态试验的垂直监测区域



附 录 E  
(规范性)  
超声波发射系统试验程序

### E.1 概述和试验目的

本附录提供了验证避免机器和工人之间意外接触所需的监测区域的试验方法,并确认进入监测区域的工人被准确无误地监测到。

### E.2 试验体

试验体应为代表第 50 百分位人体的假人佩戴的响应器(见图 E.1),响应器应安装在头盔、背心或施工人员通常穿着的其他装备上。

### E.3 试验条件

#### E.3.1 试验区

试验区应是不小于 20 m×20 m 的平坦地面。

#### E.3.2 试验环境

应符合以下要求:

- a) 温度符合 4.8;
- b) 相对湿度符合 4.8;
- c) 风速不大于 10 m/s。

#### E.3.3 传感器安装

##### E.3.3.1 高度和角度

水平固定的响应器位置和垂直偏移的响应器位置见图 E.1。

##### E.3.3.1.1 水平固定位置

传感器和响应器应安装在距地面 1.5 m 高位置,传感器在该位置应可旋转,应测量可监测的顺时针和逆时针旋转角度。

##### E.3.3.1.2 垂直偏移位置

传感器应安装在地面上方 2.5 m 处,响应器应放在地面上方 1.0 m 处,相应于传感器向下大约 20°。应测量可监测的顺时针及逆时针旋转角度。

##### E.3.3.1.3 传感器和响应器之间的距离

传感器和响应器之间的距离  $R$  应设置为 0.5 m、1.0 m、2.5 m、5 m、7.5 m 和 10 m。

##### E.3.3.1.4 水平和垂直模式测量

水平模式测量传感器布置见图 E.2a)。

垂直模式测量传感器布置见图 E.2b)。

E.3.4 检查监测

无论传感器是否在测量范围内监测响应器,都应验证整合在系统中的视觉和/或听觉信号。

E.3.5 标准

获得的监测范围应表示成:

- 椭圆形感应器见图 E.3(如 60°);
- 椭圆形感应器见图 E.4(如 30°×60°)。

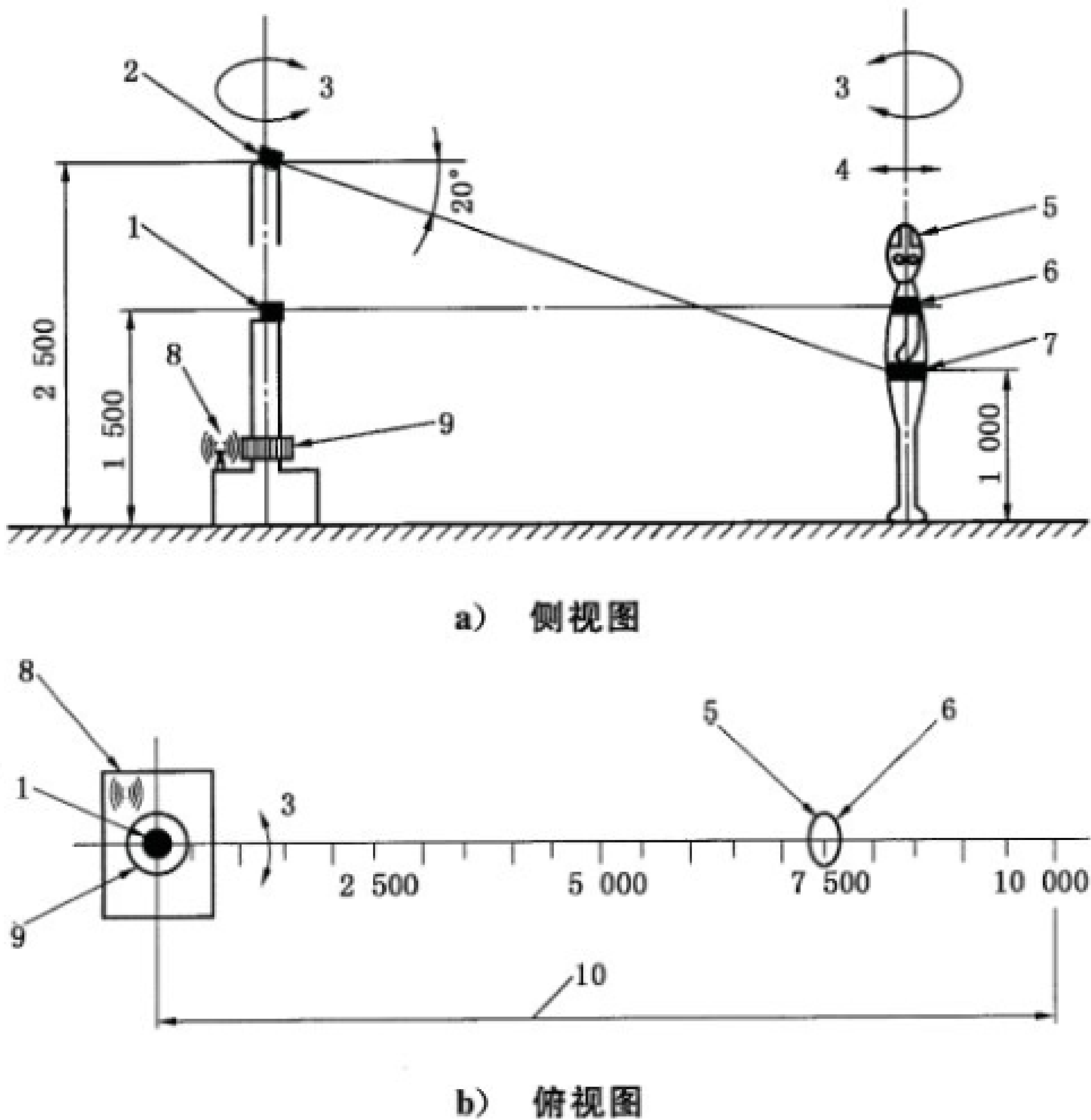
E.3.5.1 监测区域距离

在水平设置位置,传感器上设置的最大距离和响应器实际响应的最大距离的差值应不超过±10%。

E.3.5.2 监测区域宽度

在水平设置位置,传感器上设置的标称宽度和响应器第一次响应的宽度差值应在 20%及以下和-10%及以上。  
在垂直偏移位置,传感器上设置的标称宽度与响应器第一次响应的宽度之间的差异应不超过±20%。

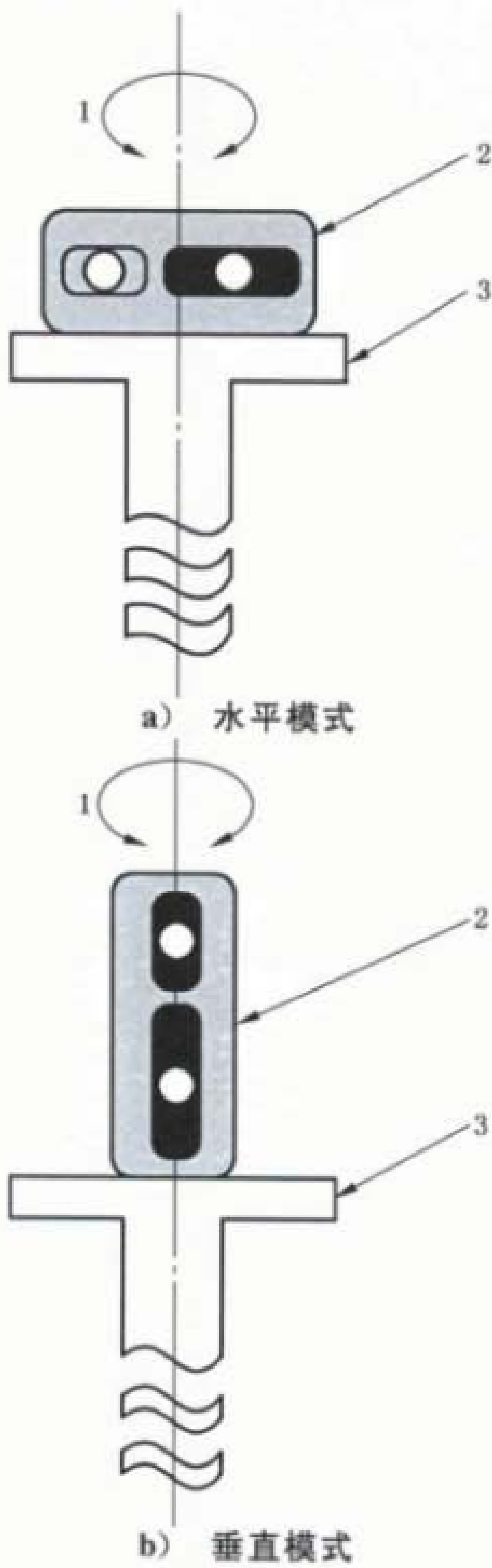
单位为毫米



标引序号说明:

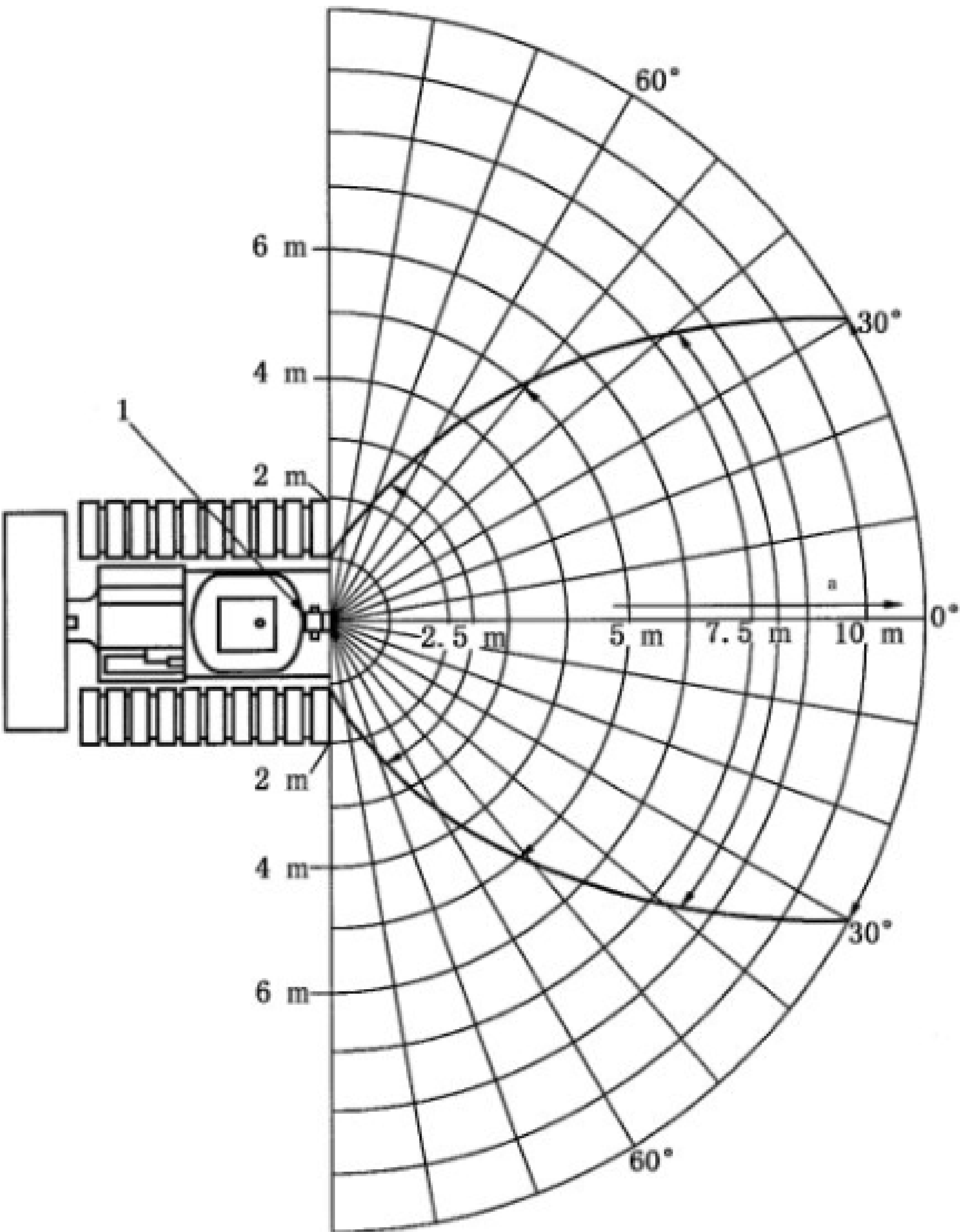
- 1 —— 第一传感器;
- 2 —— 第二传感器;
- 3 —— 旋转方向;
- 4 —— 移动方向;
- 5 —— 虚拟模型;
- 6 —— 第一响应器;
- 7 —— 第二响应器;
- 8 —— 报警指示装置;
- 9 —— 旋转底座;
- 10 —— 监测区域。

图 E.1 监测区域测量



标引序号说明：  
1——旋转方向；  
2——传感器；  
3——旋转底座。

图 E.2 水平及垂直模式测量

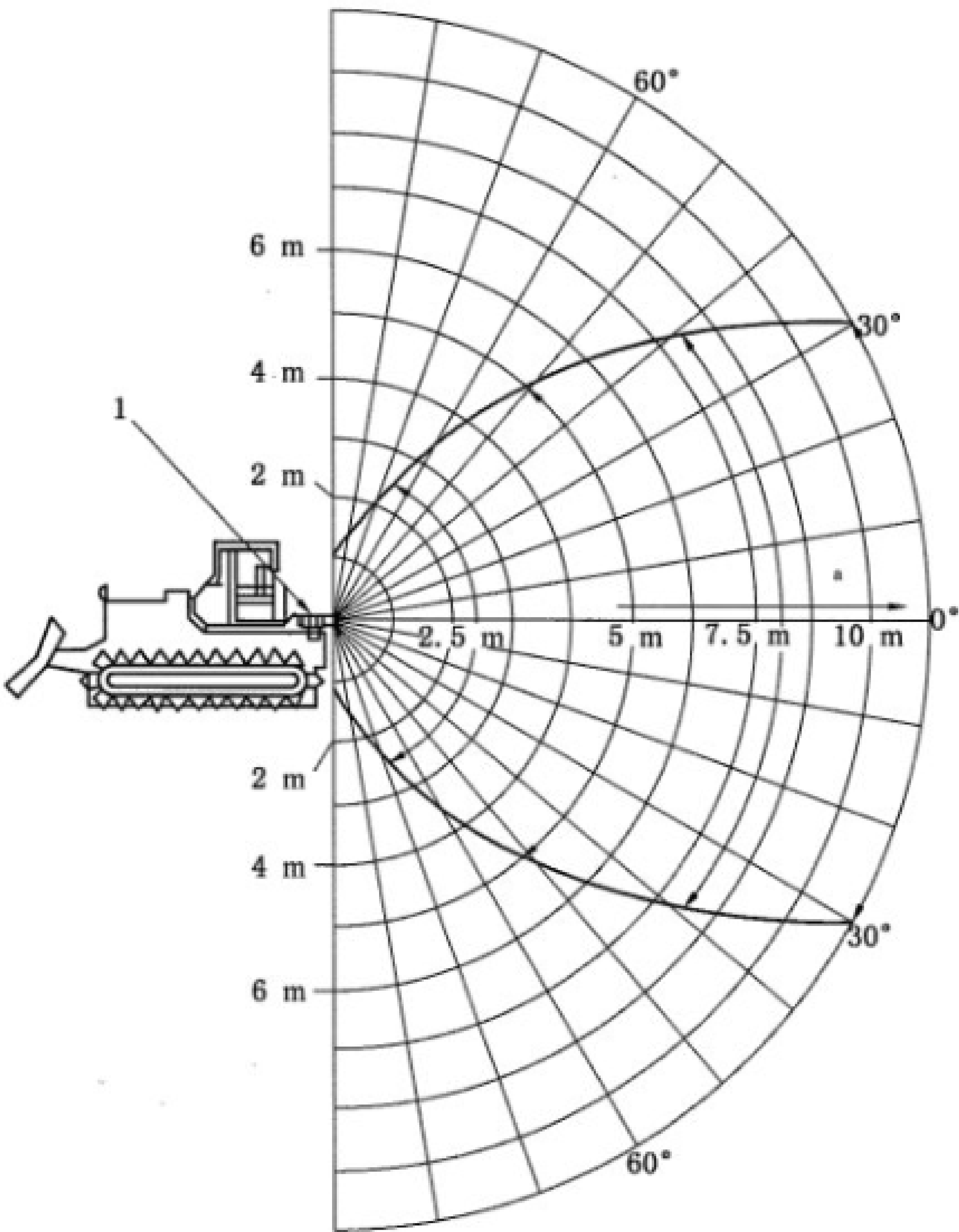


监测范围与角度

范围/m	0.5	1.0	2.5	5.0	7.5	10.0
角度/(°)	180	180	130	100	75	60

a) 水平模式

图 E.3 监测区域(60°椭圆形传感器)



监测范围与角度

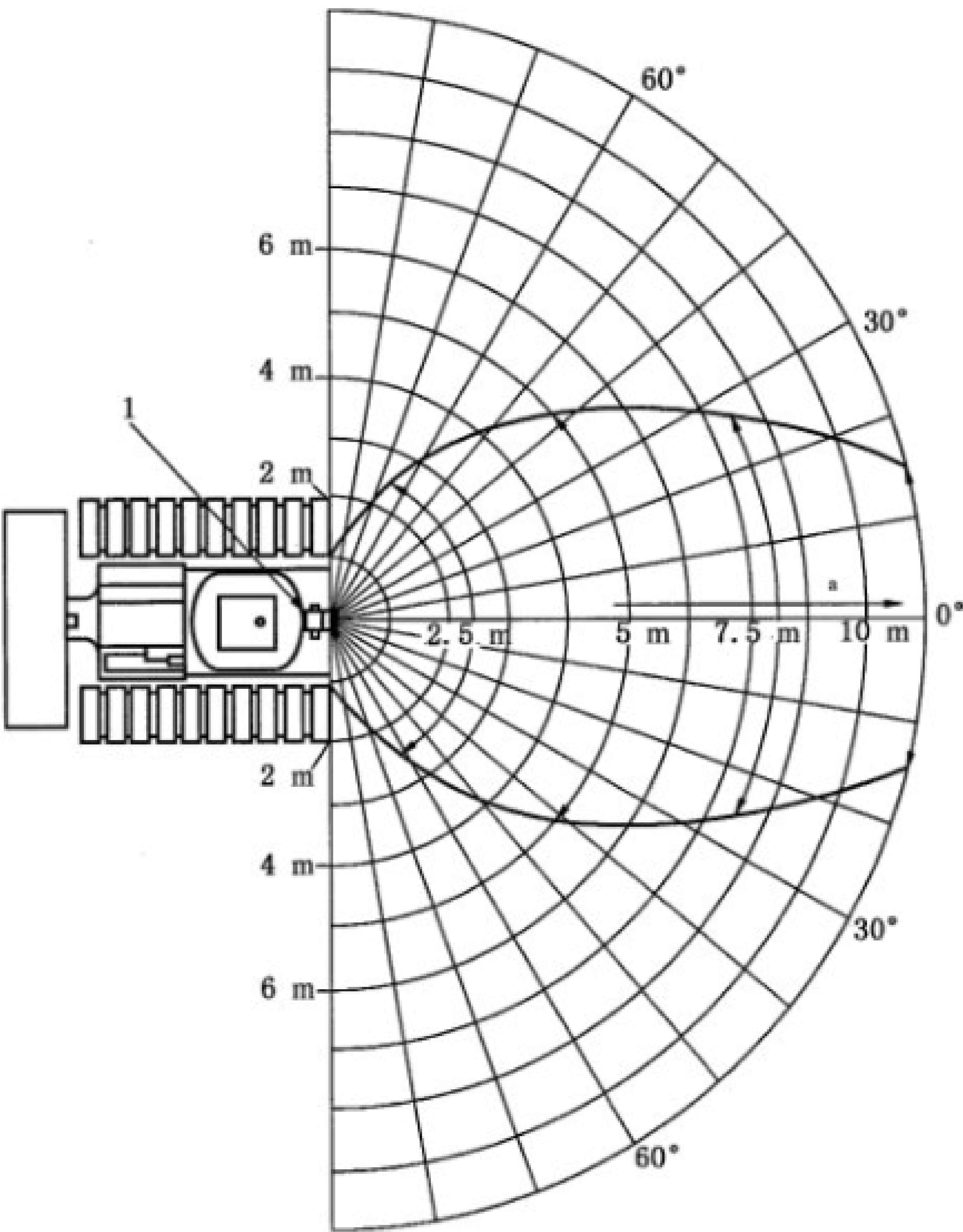
范围/m	0.5	1.0	2.5	5.0	7.5	10.0
角度/(°)	180	180	130	100	75	60

b) 垂直模式

标引序号说明：  
1——传感器。  
\* 监测范围。

图 E.3 监测区域(60°椭圆形传感器) (续)



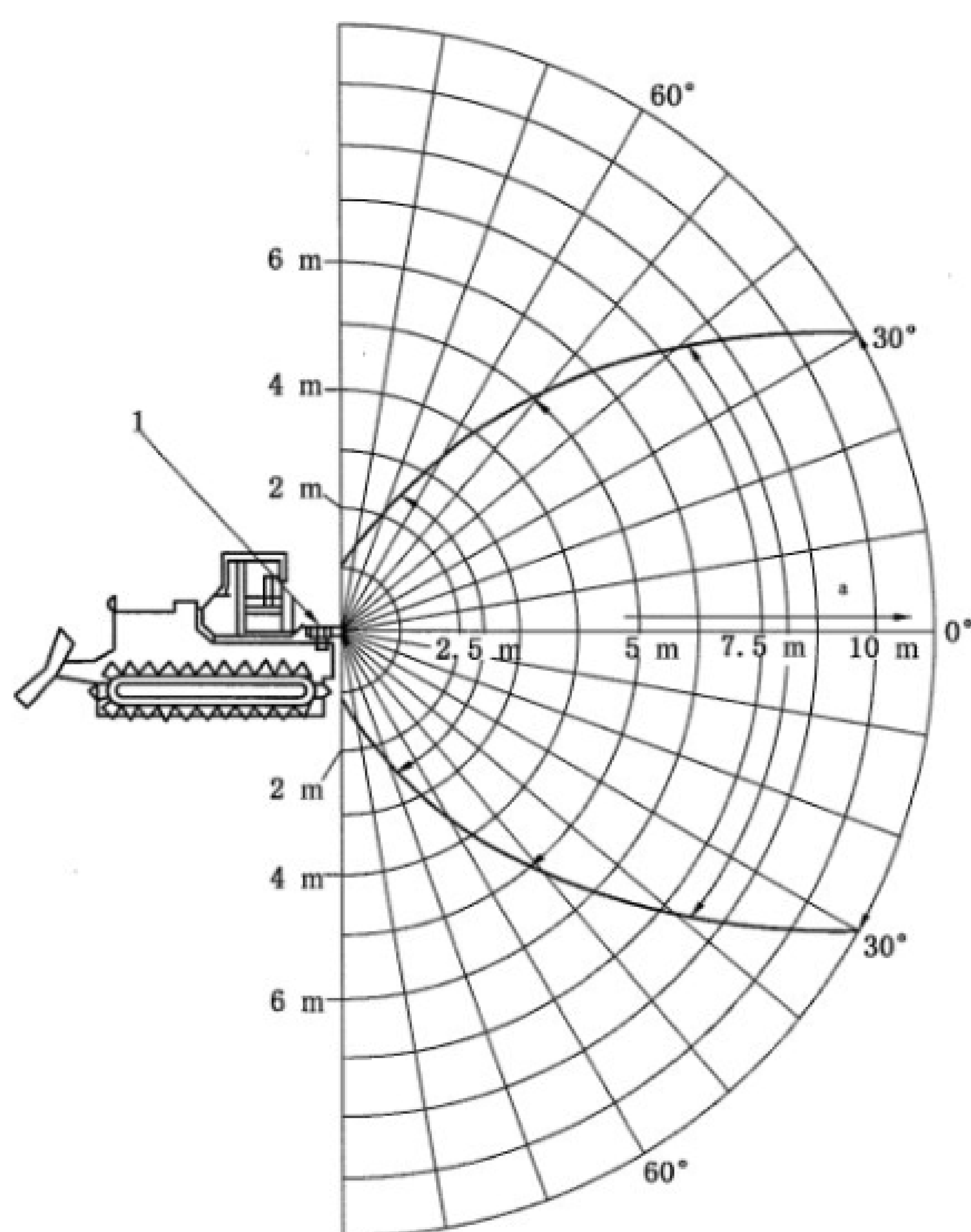


监测范围与角度

范围/m	0.5	1.0	2.5	5.0	7.5	10.0
角度/(°)	180	180	120	80	50	30

a) 水平模式

图 E.4 监测区域(30°×60°椭圆形传感器)



监测范围与角度

范围/m	0.5	1.0	2.5	5.0	7.5	10.0
角度/(°)	180	180	130	100	75	60

b) 垂直模式

标引序号说明:

1——传感器;

<sup>a</sup> 监测范围。

图 E.4 监测区域(30° × 60°椭圆形传感器)(续)

#### E.4 附加试验

##### E.4.1 响应器的方向性

因安装在头盔或马甲上的响应器数量和位置受限,感应能力因试验体的姿势不同而不同。为了看到差异,应检查方向灵敏度。

##### E.4.1.1 试验方法

对于水平设置的位置,响应器应设置在距离传感器 5 m 的位置。

从 0°~360°旋转响应器并检查是否存在无响应的角度区域。

##### E.4.1.2 标准

不应有无响应的角度区域。

##### E.4.2 声响报警

为确保报警足够响,使司机和工人能听到,应进行报警声响试验。

#### E.4.2.1 司机室内报警试验方法和限值

应测量司机耳边声压级,应根据 ISO 6394 固定麦克风位置。低怠速发动机噪声的报警声压级应不低于高怠速时发动机的声压级。

#### E.4.2.2 响应器报警

应尽力给工人提供足够的声压,例如,为使工人听到报警,报警装置应安装在靠近耳朵的位置。

#### E.4.3 环境持久性

除非另有规定,环境持久性应符合主要标准要求。

### E.5 试验报告

试验报告应包括以下信息:

- a) 制造商/型号;
- b) 试验体;
- c) 试验条件:
  - 1) 试验区;
  - 2) 试验环境:
    - i) 温度;
    - ii) 相对湿度;
    - iii) 风速。

### E.6 试验结果

#### E.6.1 监测区域形状

监测区域形状应以试验区域表格或图的形式记录,提供三维信息(见图 E.3 和图 E.4)。

#### E.6.2 附加试验

##### E.6.2.1 响应器方向

验证并记录试验体无响应的位置。

##### E.6.2.2 声响报警

在发动机低怠速运转并发出报警声时,记录司机耳边的声压级;为了比较起见,在发动机高怠速运转时,无报警声的情况下记录声压级。

##### E.6.2.3 环境持久性

参考 4.8,记录以下观测项目的无故障时间:

- 温度试验;
- 湿度试验;
- 冲击试验。

附录 F  
(规范性)  
电磁信号(EM)收发系统试验程序

F.1 概述和试验目的

本附录提供了一个确定电磁信号收发系统监测区域的试验方法,用于监测土方机械附近配备标签的工作人员和其他障碍。该程序确定了一个可以监测到标签的两维几何区域。当收发器安装在机械上时,此过程不用考虑可在监测区出现干扰或其他影响收发器的变化。当在实际机械上安装这些系统时,应考虑方面见 F.10。

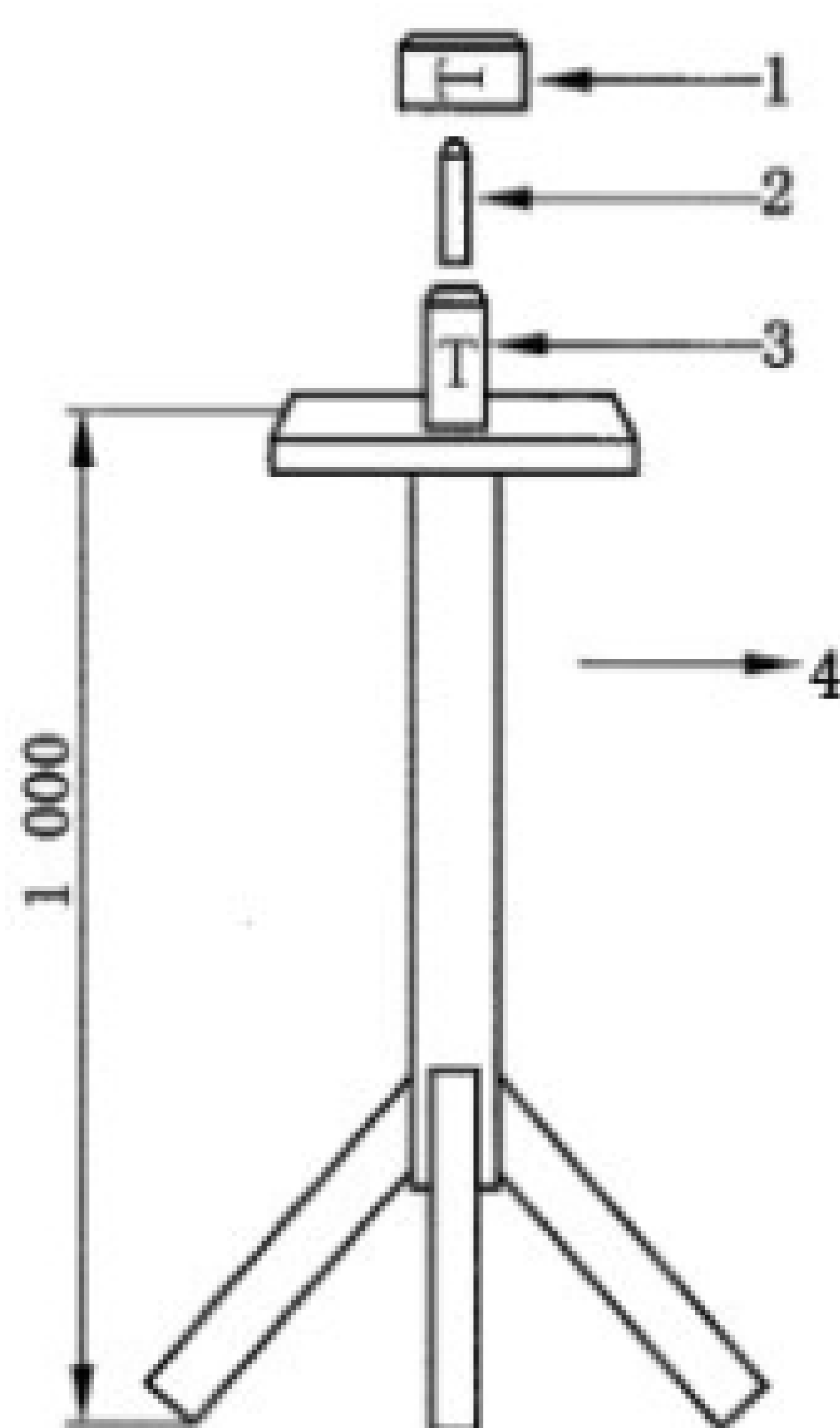
因为这项技术有许多变化,这将有助于在主要类型中进行区分。

- 类型 1:安装在机器上的发射器和天线辐射电磁场。标签监测到该磁场,并将信号传回机器上的单独用于通信的天线或用于产生监测信号的天线。如果标签在一个特定的监测范围,则机器上发出报警,以提醒司机。有些系统也在标签处产生报警。
- 类型 2:标签在安装它的工人或物体周围辐射电磁场。如果标签是在一定范围内的,安装在机器上的接收器和天线监测到标签的信号,并给司机发出报警。如果在标签处产生警报,可选的和单独的信号可以被传输回标签。

F.2 试验体

试验体应是由木材制成的支架(或不会干扰电磁信号的其他物质),允许在距离地面 1 m 的高度上以至少 3 个不同的方向安装标签,支架的任何部分都不超过 1 m,见图 F.1。

单位为毫米



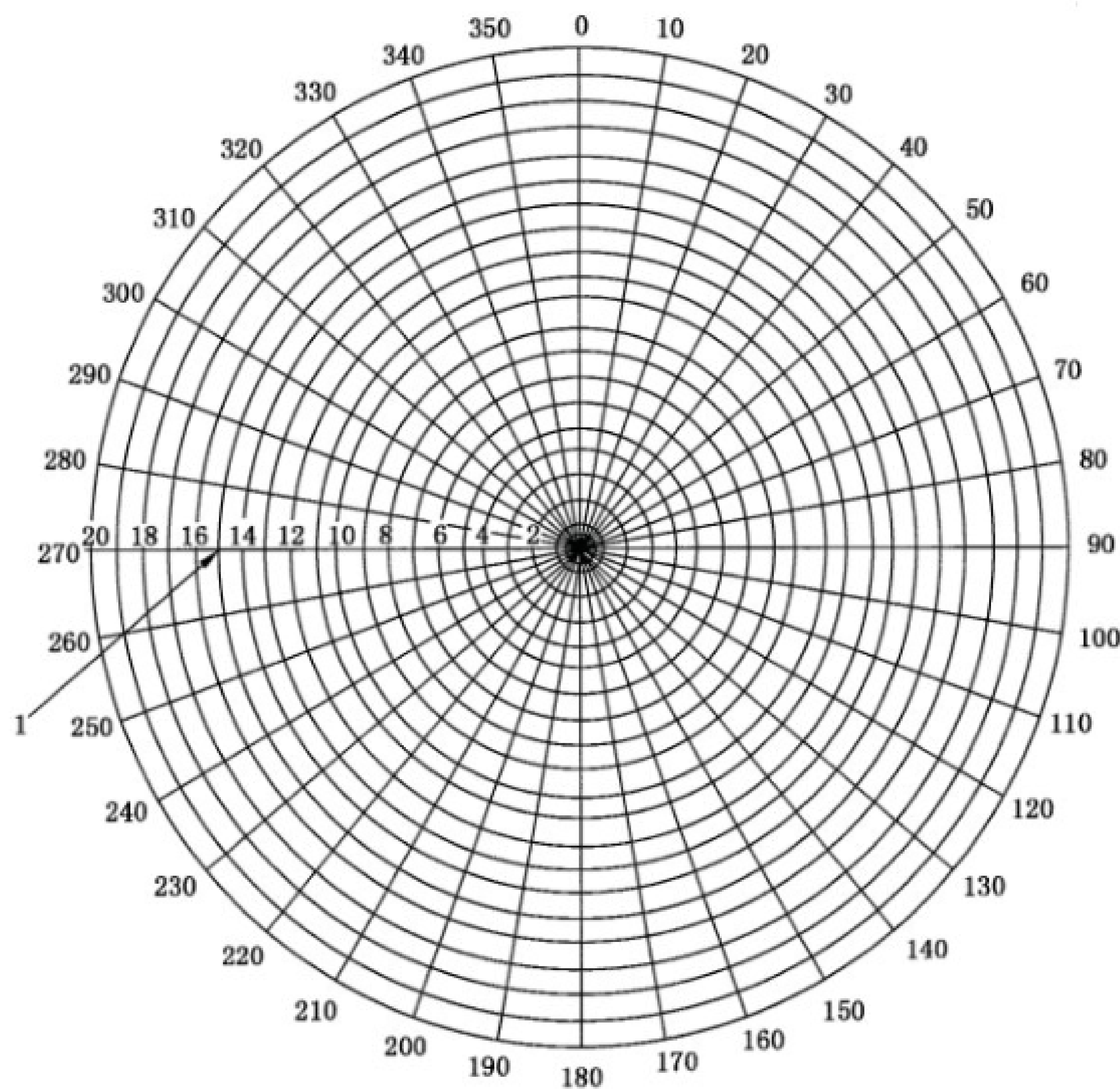
- 标引序号说明:
- 1——展示方位 3:侧卧;
  - 2——展示方位 2:旋转 90°;
  - 3——展示方位 1:正常;
  - 4——安装在机器上的天线方向。

图 F.1 3 个展示方向的试验体

F.3 试验区域

试验区域应位于户外开阔区域,在距离中心 60 m 的半径范围内,没有可能造成电磁信号干扰的障碍物、建筑物、车辆或其他物体。用每 10 m 标记一条径向线和每米标记一个同心圆标出一个极坐标网格。网格的总半径宜如预期该系统的监测范围一样大,见图 F.2。

单位为度



标引序号说明：  
1——到试验体的距离(单位为米)。

图 F.2 试验区域和方格绘图纸格栅示例

F.4 试验环境

试验环境应按 4.8 的规定。

F.5 机械部件的安装

F.5.1 类型 1 系统

传输系统监测区域信号的部件,即通常安装在土方机械上的那些部件,应放置在试验区的中心。发射天线应安装在木架(或独立的另一种物质,不会干扰电磁信号),高度为 2 m,其方向与它通常在机器上的方向相同;发射天线应保持平稳。如果使用单独的天线与标签通信,该天线应安装在 1 m 的高度,位于发射天线正下方。系统的报警部分应位于在试验过程中容易看到和听到的位置,见图 F.3。

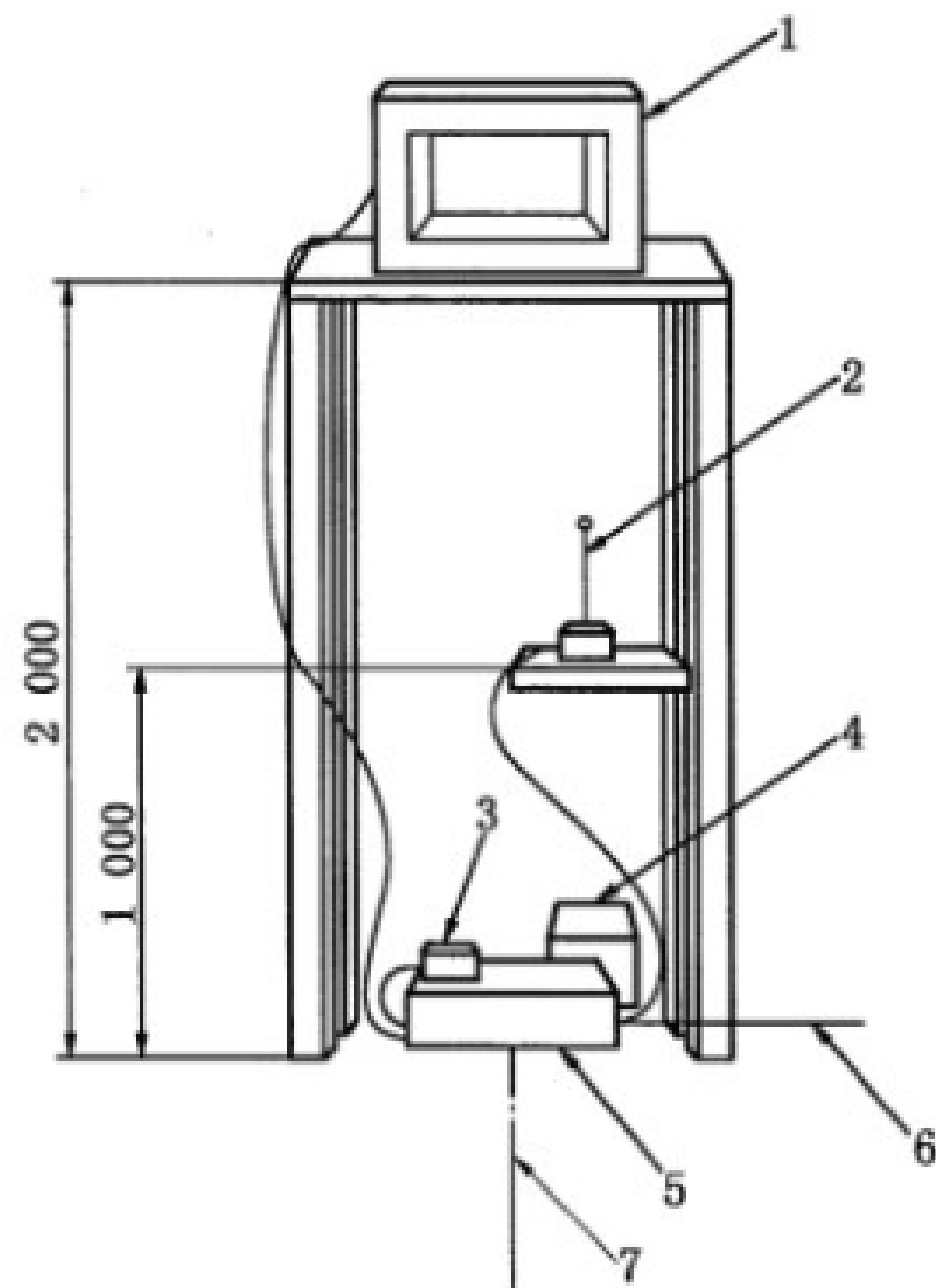
F.5.2 类型 2 系统

从标签接收监测信号的部件,即通常安装在土方机械上的那些部件,应放置在试验区的中心。接收天线应安装在一个 2 m 高的支架上,其方向与它通常在机器上的方向相同,应保持平稳。如果使用单



独的天线与标签通信,该天线应安装在 1 m 的高度,位于发射天线正下方。系统的报警部分应位于在试验过程中容易看到和听到的位置。

单位为毫米



标引序号说明:

- |                    |             |
|--------------------|-------------|
| 1——安装在机器上的发送器或接收器; | 5——电子控制设备;  |
| 2——可选的标签通信天线;      | 6——270°径向线; |
| 3——报警显示;           | 7——0°径向线。   |
| 4——电源;             |             |

图 F.3 机器零部件试验支架示例

F.6 贴标签

工人通常佩戴的或安装在其他障碍物上的标签或部件,应按预期的工作位置放置在试验体平台上。例如,佩戴在皮带上的标签应垂直放置在支架上,类似于其在面向机器部件的人员的皮带上的方位,见图 F.1 中 1 的方位。安全帽内的标签应留在安全帽内,并将安全帽放置在试验体平台上,方位与人直立时面对机械部件的方位类似。

除上述标签朝向外,另外两个方向应以标签处于模拟的正交位置试验,第一种是人相对于第一次试验旋转 90°,第二种是人对着机器趴卧或平躺,见图 F.1。

F.7 试验过程

F.7.1 系统设置

如果系统范围内是可调的,即标签监测的范围,可根据设备的大小或速度调节,则应进行 F.7.2 描述的两套试验,一个范围设置为最小,另一个将范围设置在制造商推荐的最大值。

F.7.2 测试信号区域监测区域

根据 F.3,在试验区域中心的机器部件,试验体和标签放在 0°半径线 1 m 半径处。记录监测是否发生。旋转标签到 F.6 描述的第二和第三的位置,记录每种情况下的监测。监测记录时,进行试验的人员应靠边,以确保他们不会造成干扰。

沿 0°径向线将试验体从中心移到下一个圆,并重复上述步骤。继续沿径向线移动,直到标签的任

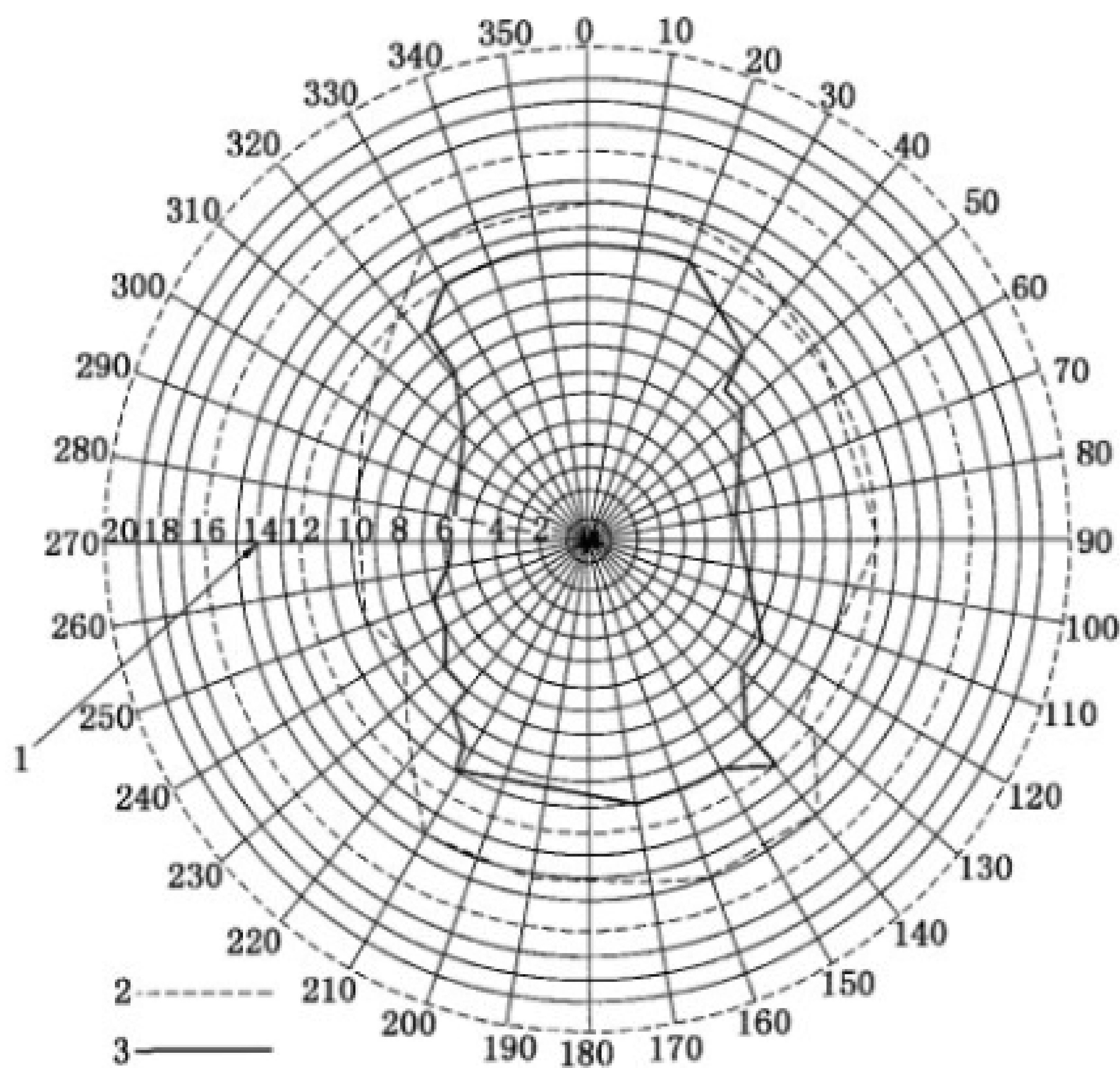
何方向监测都不会发生。

移动到下一个径向线并重复试验。试验体和标签应如 F.6 描述的那样面对(试验体需要旋转以补偿绕圆周的运动)机器部件。继续移动直到所有的径向线和距中心的距离的监测被记录。

F.8 监视区域记录

应在图 F.4 所示的极区方格图上记录 F.7.2 规定的每个测试点,以表示监测区域的尺寸和形状。注意应可靠地监测那些 3 个标签方向全被系统立即监测到的点。宜零星地监测那些只有一个或两个标签方向被监测到的点。此外,如果任何标签方向导致在这一点上不一致的监测结果,应认为标签监测是零星的。监测区域的轮廓应表明可靠监测区域的整体形状,并标识零星区域。

单位为度



- 标引序号说明:
- 1——到试验体的距离(单位为米);
  - 2——零星的监测区域;
  - 3——可靠的监测区域。

图 F.4 可靠的零星监测区域绘图示例

F.9 附加于人体上的验证试验

人为屏蔽标签可能会造成干扰和漏检。需进行额外的试验,以验证需要由工作人员佩戴的标签在所有方向上都能被监测到。标签应戴在一个中等身材的人员(身高在 1.65 m~1.75 m)身上,处于制造商的推荐的典型方向和位置。试验人员应直立面对安装在 F.5 描述的机器部件上。该人需站在 180°径向线和 8 m 圈的交汇点。标签监测应记录这一方向为“是”或“否”。试验人员应以 45°增量旋转自己的身体,在每个方向记录监测。结果应按表 F.1 记录。

表 F.1 8 m 范围人员标签监测记录

人员方位 (°)	标签监测(是/否)
0	
45	
90	
135	
180	
225	
270	
315	

F.10 机器安装 EM 无线收发系统的实际考虑

当如上所述记录时,这些系统的监测区域可不同于监测区域安装在机器系统后的结果。机器上金属结构的干扰,可以阻止部分的信号,导致监测区在一个或多个方向被截断。安装高度和位置也会影响到监测区域的形状。一些制造商使用这种电磁信号的质量,限制监测一个机械领域。例如,安装在自卸车后轴上的天线可能只能监测到卡车后部的标签,而安装在前保险杠上的天线则相反。制造商应在说明书或操作手册中明确这些限制,以便了解为了充分保护周围的机器需要多个天线。当安装在一个典型的机器部件上时,推荐制造商包括系统监测区域的示例图。

计算机模拟也可作为确定系统性能的一种手段。应进行 F.11 规定的调试试验,以确认计算机模拟所产生的结果的有效性。

F.11 机器类型试车试验

因为机器上的金属结构可能阻断部分信号(见 F.10),应在每种机器类型上进行基于 F.7 描述的试车试验,以确定在机器上安装的系统监测的局限性。结果应按 F.8 记录,且与原部件试验结果进行比较。当信号有明显的截断时,应采用风险评估,以确定是否需要多个天线对截断区域提供额外的保护。

附 录 G  
(规范性)

带有环绕视图闭路电视(CCTV)系统的特殊性能要求和试验

G.1 概述和试验目的

本附录为闭路电视(CCTV)系统的环绕视图提供了特殊性能要求和试验,该系统将多个摄像机采集的图像合并为单个监视器上的单个图像。本附录通过修改附录 B,使物体能够在监视器上适当的显示,并由司机通过环绕视图对其进行识别。

除 G.4 中的修改外,附录 B 中的试验适用。

G.2 试验体

试验体包含一个直径为 400 mm、高度为 1 600 mm 的封闭式圆柱体。顶部和底部应涂上油漆或标记,以便将它们作为假头和假脚区分开。

注:指定的尺寸是基于 EN 50132-7:1996 附录 A 中规定的 Rotakin 试验体的尺寸。

G.3 安装和设置

G.3.1 摄像机

摄像机应按设计安装在主机上。

G.3.2 试验体

试验体应垂直放置在试验评估区域。

G.4 试验要求

试验的目的是测量并记录试验体的位置,在该位置,试验体在监视器中显示的图像高度为 7 mm。应对每个合并重叠图像进行此试验。

注:如果单个试验体在显示器上表现为多张图像,使用等于或大于 7 mm 高度的图像进行试验记录。

G.5 试验过程

为合并多个摄像机采集的重叠图像,在地面上绘制一个网格,该网格包含具有指定尺寸像元的监测区域,如图 G.1 所示。网格单元大小应由制造商指定,以符合风险评估的要求。最小像元尺寸为 1 m。

- $x$  轴(整机横向)是指通过主机后端并垂直于  $y$  轴的线。
- $y$  轴(整机纵向)是指通过整机中心并平行于整机纵向的线。
- 主机中心点基于主机制造商的描述。将试验体放置在网格的每个点上。测量并确认监视器中试验体图像的尺寸是否等于或大于 7 mm。

重复该步骤,测量并记录试验体的位置,直到试验体图像尺寸小于 7 mm。如果试验体的某些部分未显示,则需要同时显示头端图像和腿端图像,并且这些端部的总图像高度至少为 7 mm,以便能够正确识别。

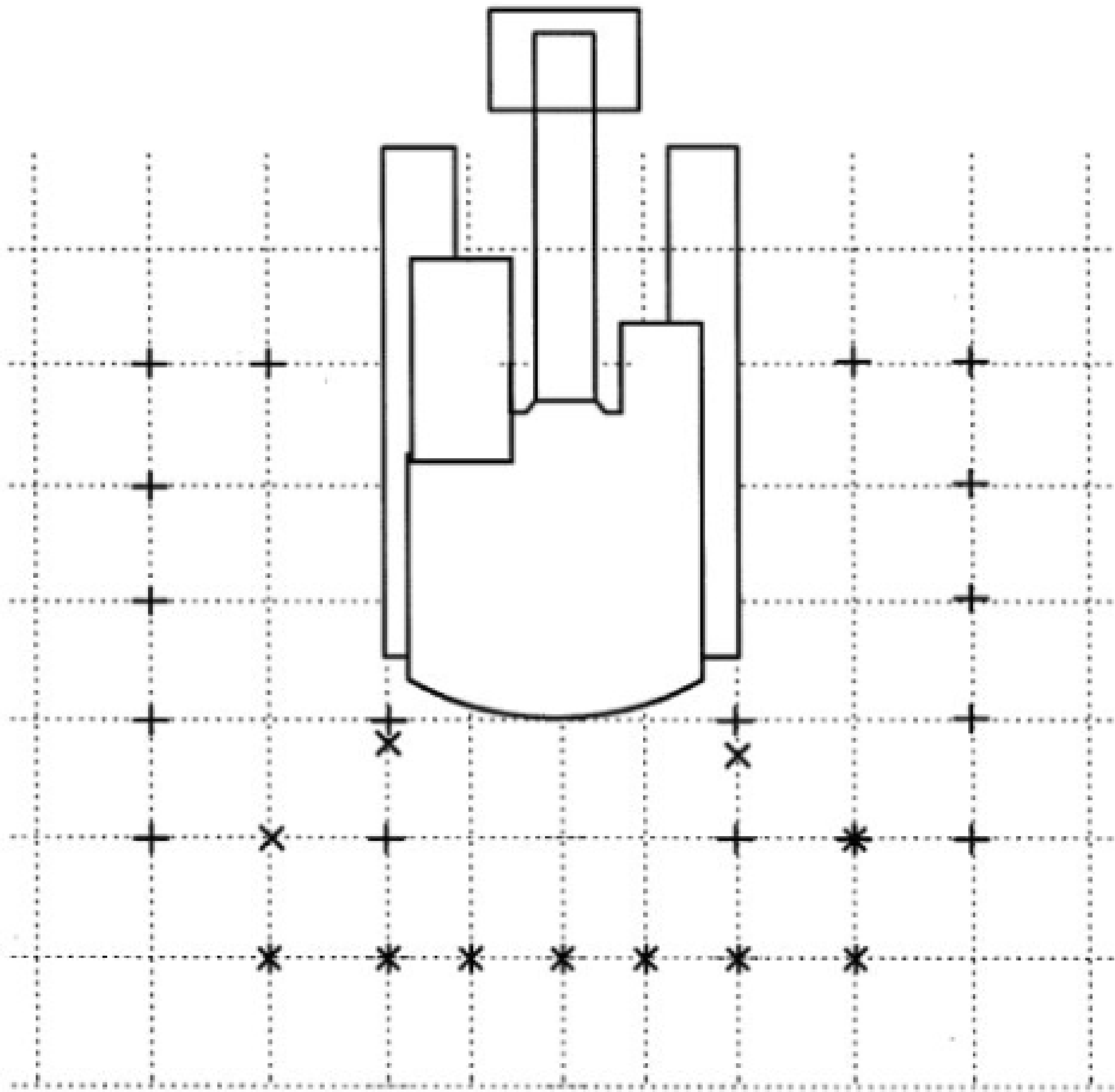


图 G.1 合并重叠图像的记录

## 附录 H

### (规范性)

#### 可视物体监测系统(ODS)的特殊性能要求和试验

##### H.1 概述和试验目的

本附录适用于基于摄像机图像的对土方机械周围移动的人进行监测的物体监测系统。它规定了可视物体监测系统特定的性能要求和试验(测试)(修改附录 B 中规定的要求),以便可以恰当地监测到机器周围的人员,避免监测失效。

##### H.2 试验体

见 G.2。

##### H.3 安装和设置

###### H.3.1 摄像机

见 G.3.1。

###### H.3.2 试验体

试验体应垂直放置在试验评估区域。

##### H.4 试验区域

试验区域应为平坦的开阔地,且试验区域内不应有妨碍视觉 ODS 的可见性障碍物,除试验人员外,所有人员都应在视觉 ODS 无法监测到他们的区域。从机器的边界到制造商指定的距离,在试验区域中以 1 m 的间隔标记出十字形线。

##### H.5 试验环境

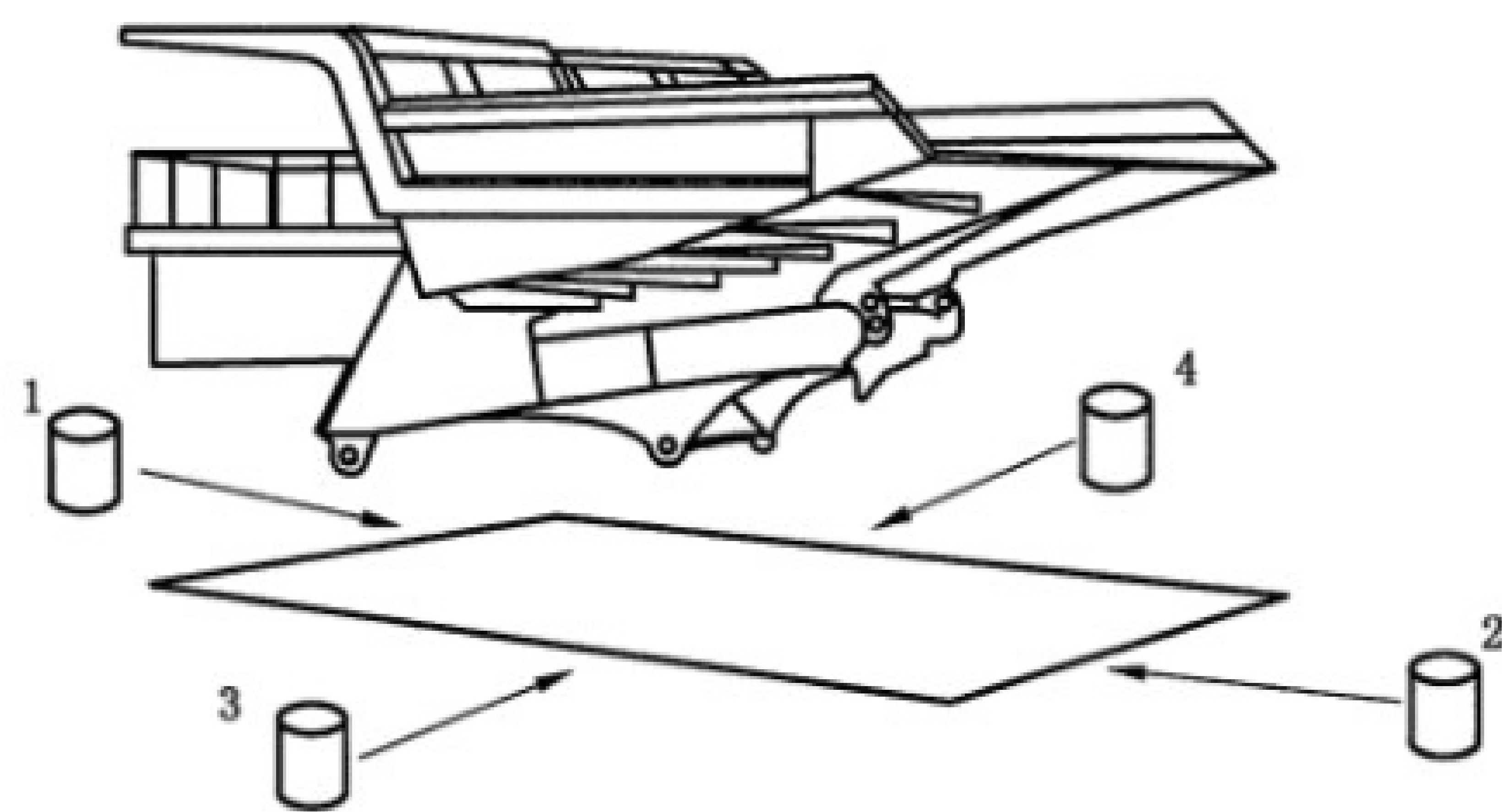
试验环境应符合 4.8 和以下补充规定:

- 光照度应大于 50 lx 且小于 50 000 lx;
- 摄像机不应受到阳光直射;
- 避免降雪、降雨、雾或灰尘,否则会导致试验体难以识别;
- 避免摄像机镜头上出现雨滴、泥土或灰尘,否则会导致图像失真。

##### H.6 试验程序

针对 4 个试验条件中的每一个条件,试验体均应靠近机器的每个边界(按照以下顺序:前、后、左和右),见图 H.1。





- 标引序号说明：
- 1——试验体从机器的正面靠近；
  - 2——试验体从机器的后侧靠近；
  - 3——试验体从机器的左侧靠近；
  - 4——试验体从机器的右侧靠近。

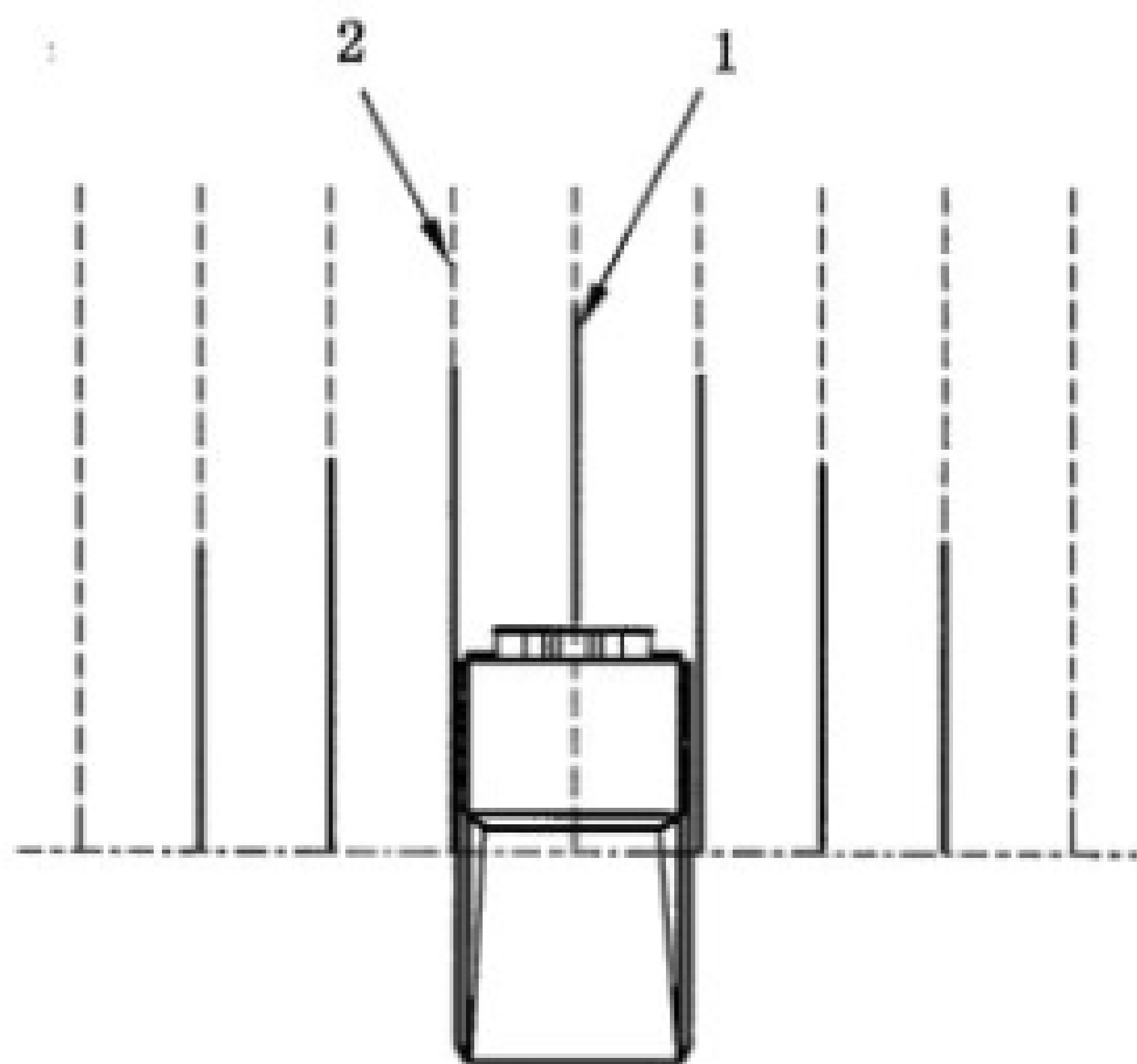
图 H.1 试验体从机器边界处靠近

H.6.1 靠近或在机器前面放置试验体

试验体应放置在距离较远的地方,不能被可视 ODS 监测识别。让试验体以 4 km/h 的速度靠近机器前方边界(0 m)。记录试验体的监测范围。如果该接近线在机器的左侧/右侧边界之外,将试验体移至机器的前、后边界的中心线并记录监测范围,见图 H.2。

向侧面移动 1 m,然后重复以上步骤[到机器前边界(0 m)的接近速度为 4 km/h],并记录监测范围。

然后重复侧移 1 m,并重复接近运动,直到满足监测评估标准(见 H.7)。



- 标引序号说明：
- 1——可适当监测到试验体的监测范围(粗线)；
  - 2——无法监测到试验体的非监测范围(虚线)。

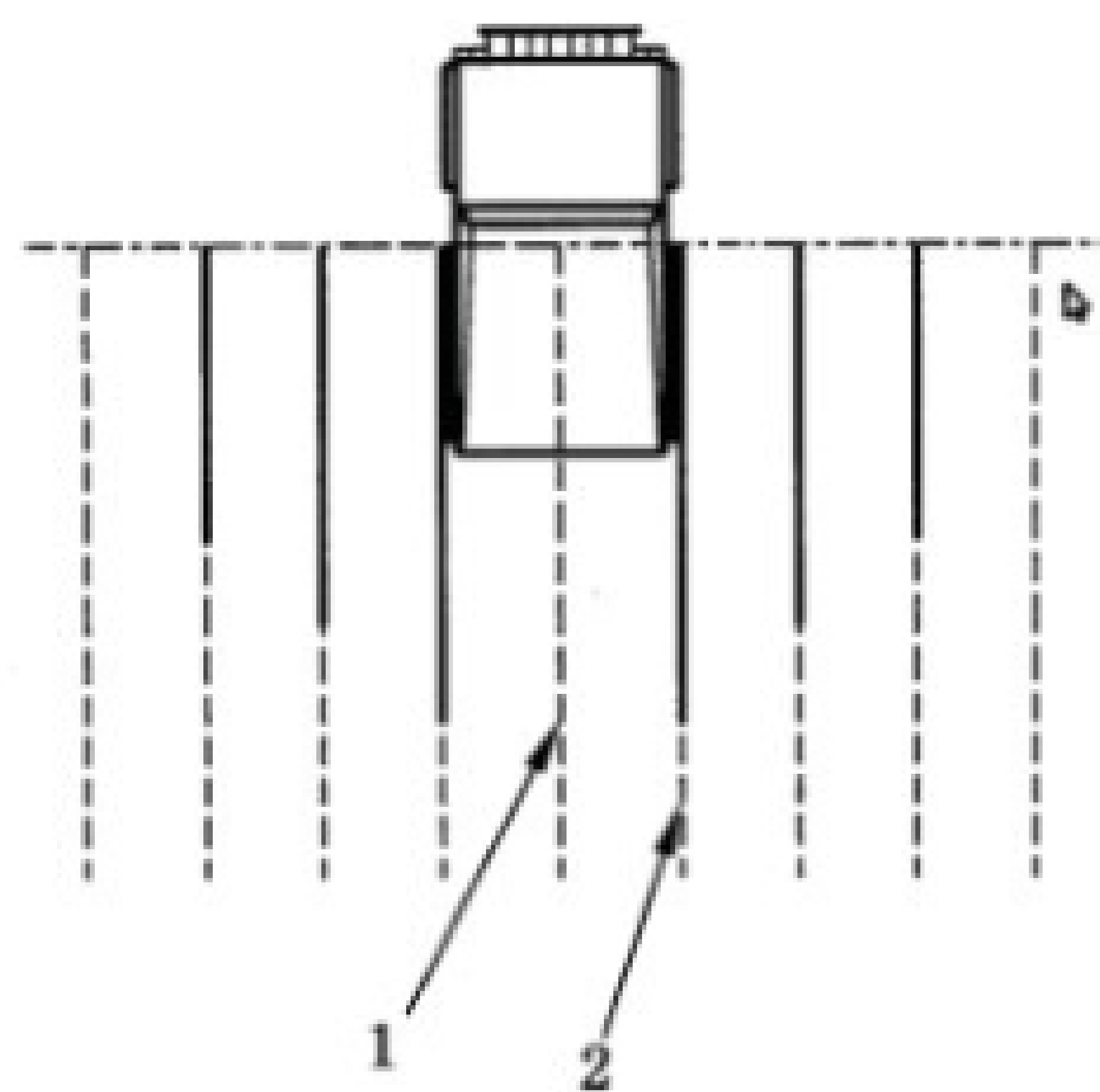
图 H.2 机器前侧监测区域(记录监测范围)

H.6.2 试验体从机器后侧靠近

试验体应放置在可视 ODS 无法识别的地方。让试验体以 4 km/h 的速度靠近机器后方边界(0 m)。记录试验体的监测范围。如果该接近线在机器的左/右边界之外,请将试验体移至机器的前、后边界的中心线并记录监测范围,见图 H.3。

向侧面移动 1 m,然后重复上述动作[至机器后边界(0 m)的接近速度 4 km/h],并记录监测范围。图 H.3 显示了正在记录的示例。

然后重复侧移 1 m,并重复接近运动,直到满足监测评估标准(见 H.7)。



标引序号说明:

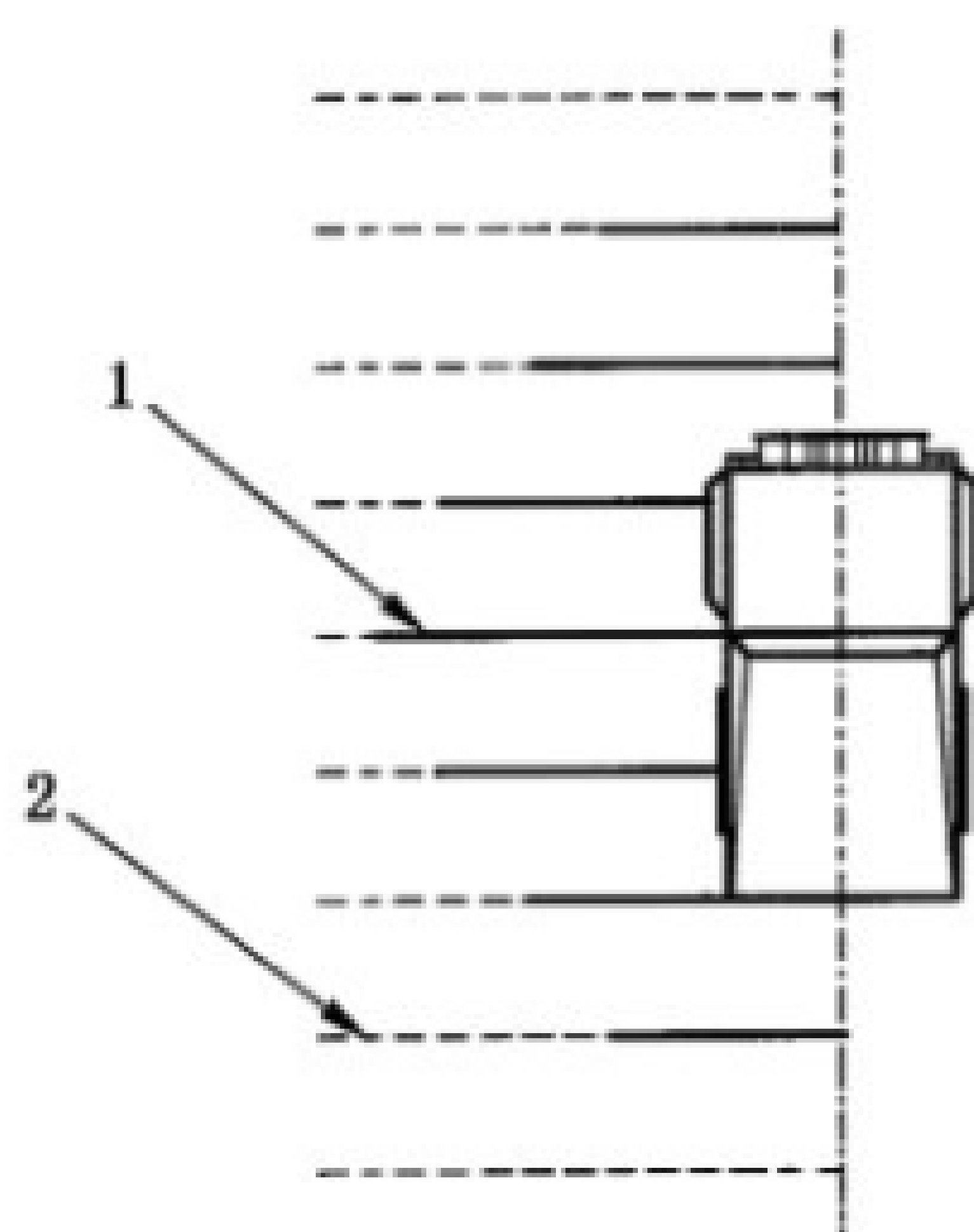
- 1——可适当监测到试验体的监测范围(粗线);
- 2——无法监测到试验体的非监测范围(虚线)。

图 H.3 机器后侧监测区域(记录监测范围)

H.6.3 试验体从机器的左侧靠近

试验体应放置在可视 ODS 无法识别的地方。让试验体以 4 km/h 的速度接近机器左侧边界 (0 m)。记录试验体的监测范围。如果该接近线在机器前/后边界之外,请将试验体移至机器左、右边界的中心线并记录监测范围,见图 H.4。

向前或向后移动 1 m,然后重复上述动作[到机器左侧边界(0 m)的接近速度 4 km/h]并记录监测范围。然后重复向前或向后移动 1 m,并重复接近运动,直到满足监测评估标准(见 H.7)。



标引序号说明:

- 1——可适当监测到试验体的监测范围(粗线);
- 2——无法监测到试验体的非监测范围(虚线)。

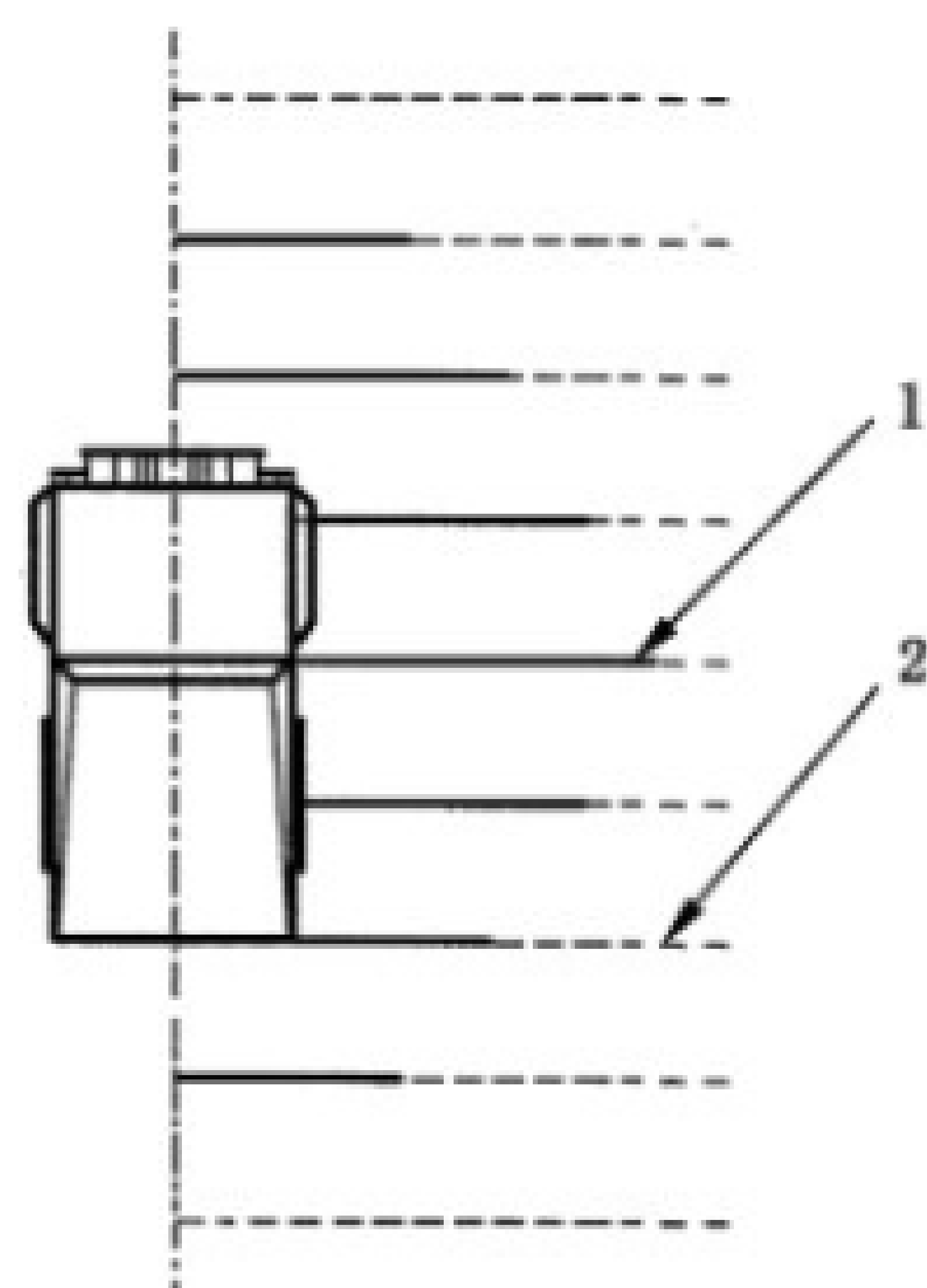
图 H.4 机器左侧监测区域(记录监测范围)

H.6.4 试验体从机器的右侧靠近

试验体应放置在可视 ODS 无法识别的地方。让试验体以 4 km/h 的速度接近机器右侧边界 (0 m)。记录试验体的监测范围。如果该接近线在机器前/后边界之外,请将试验体移至机器左、右边界的中心线并记录监测范围,见图 H.5。

向前或向后移动 1 m,然后重复上述动作[以 4 km/h 的速度接近机器右侧边界(0 m)],并记录监测范围。

然后重复向前或向后移动 1 m,并重复接近运动,直到满足监测评估标准(见 H.7)。

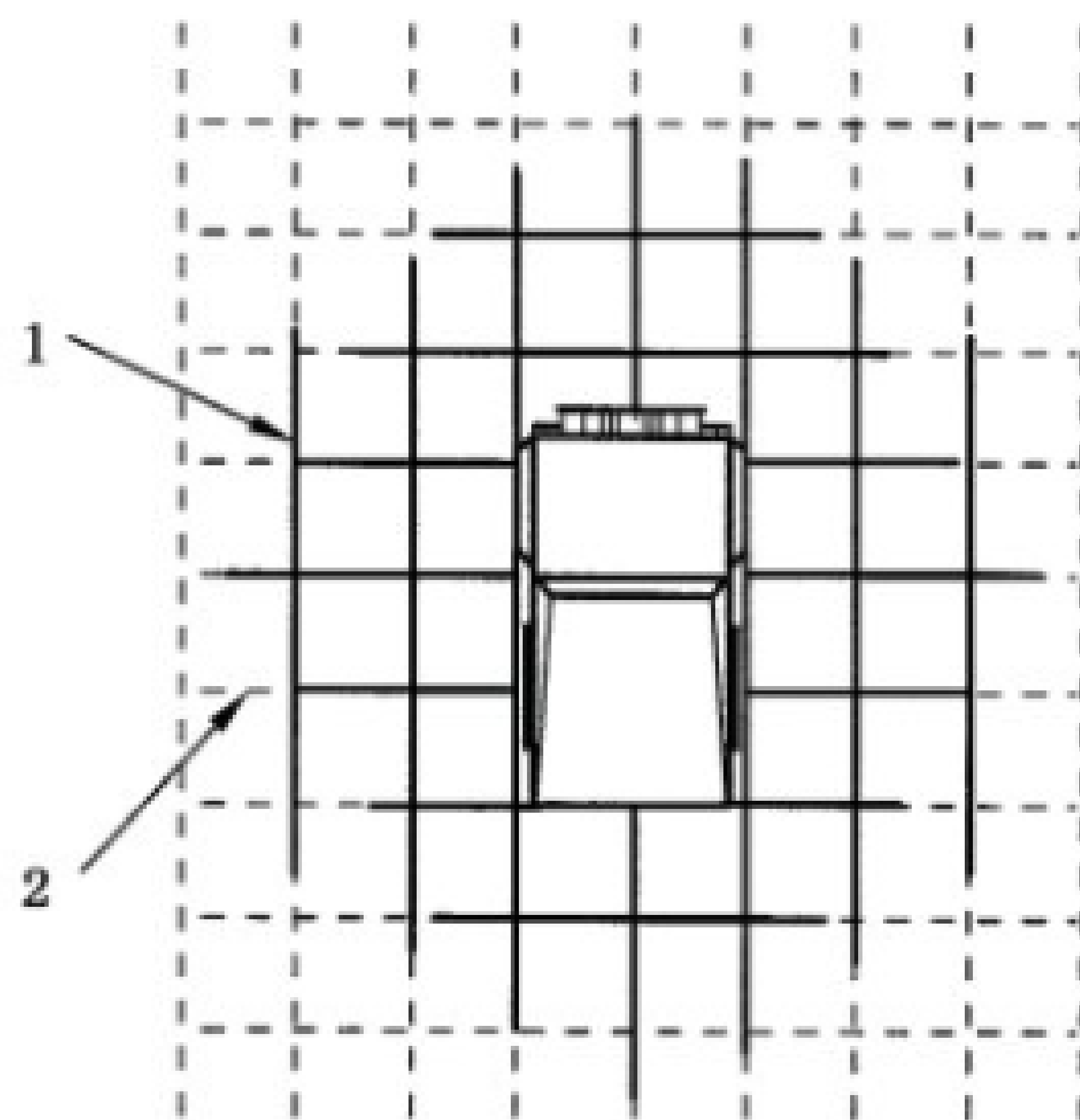


标引序号说明：  
1——可适当监测到试验体的监测范围(粗线)；  
2——无法监测到试验体的非监测范围(虚线)。

图 H.5 机器右侧监测区域(记录监测范围)

H.6.5 记录

H.6.1~H.6.4 所测得的试验结果应加以记录和合成,以清楚地显示试验体的监测区域(即适当监测到试验体的区域)和未监测到试验体的区域。图 H.6 显示了正在记录的示例。



标引序号说明：  
1——可适当监测到试验体的监测范围(粗线)；  
2——无法监测到试验体的非监测范围(虚线)。

图 H.6 记录监测范围

H.7 试验评估标准

监测评估标准应符合主机制造商的规定。

H.8 机器上安装摄像机的实际考虑

应在机器上安装摄像机,使从机器边界到制造商指定距离的试验区域中,以 1 m 为间隔的带线矩形网格可作为摄像机采集的组合图像。

## 附录 I

### (规范性)

#### 基于形态识别的视觉系统试验程序(试验方法)

##### I.1 试验目的

本附录所述试验的目的是:

- a) 评估障碍物监测性能;
- b) 评估人员监测和识别(区分人员/其他对象)的性能和可靠性;
- c) 测量监测区域的界限;
- d) 测量监测时间;
- e) 检查操作系统的可靠性。

如果该系统不能识别人,则 I.8 不适用。如果它只能监测人,则 I.7 不适用。

##### I.2 试验体

###### I.2.1 一般要求

应使用两种类型的试验体,一个模拟物体,一个模拟人。

###### I.2.2 模拟物体的试验体 1

模拟物体的试验体为圆柱体,试验体高度  $h=80\text{ cm}$ ,直径  $D=40\text{ cm}$ 。

试验体表面应为均匀的白色且光滑。

###### I.2.3 模拟人的试验体 2

应使用一个 1.7 m 高的人体模型。人体模型应穿蓝色工作服和黄色或橙色高可视性夹克,要戴安全帽。

对于某些试验,身高在 1.5 m~1.9 m 的人可以作为试验体。此人应穿蓝色工作服和高能见度夹克,且应戴安全帽。

##### I.3 建立监测系统

按照系统制造商的说明将系统安装在试验车上,相应地调整系统设置。为了便于试验,系统应安装在三脚架上,三脚架安装在车上。

对于第一种类型的试验,车辆应保持静止,以方便性能测量和保证试验操作人员的安全。

##### I.4 试验条件

试验应在下列条件下进行,但具体试验说明中另有规定的除外:

- a) 平坦的地面;
- b) 清晰的试验区域(或根据系统能力扩展试验区域);
- c) 光照度介于 50 lx 和 80 000 lx 之间;
- d) 无雨、无尘、无雾和无烟。

##### I.5 可视化性能

见附录 B。



I.6 监测区域验证

I.6.1 物体监测

使用该系统的物体监测模式,试验车处于静止状态。  
在地面上绘制由制造商指定的(如果预先设置)或在设置阶段配置的监测区域。  
将物体试验体 1 从外部移动到监测区域(如图 I.1 所示),直到警报被触发。一旦警报被触发并稳定,立即在地面上标记位置。试验体的移动速度应由机器的行走速度或回转速度来决定。  
在理论监测区域每隔 1 m 重复操作一次。

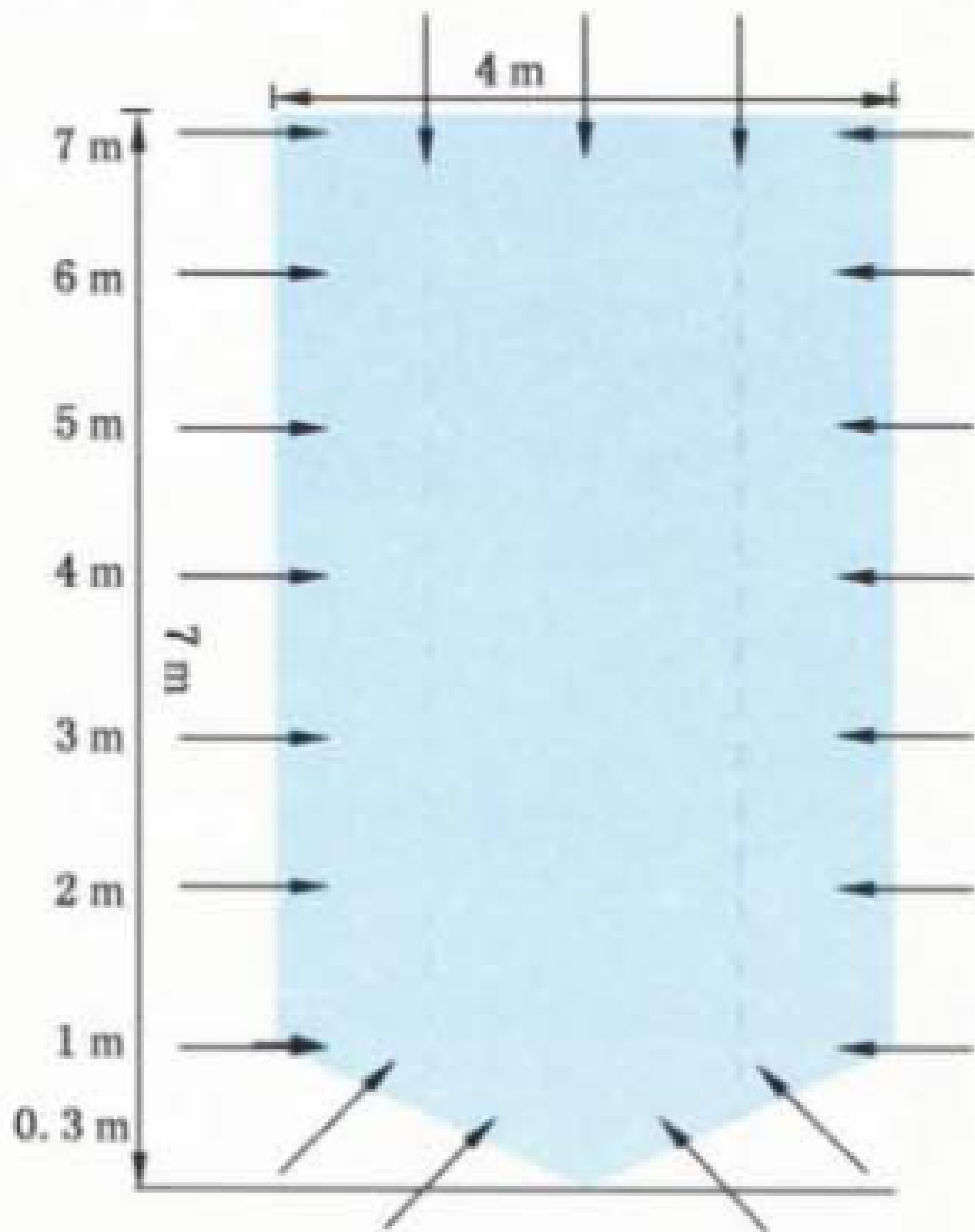


图 I.1 区域大小和形状的验证

I.7 物体监测性能

I.7.1 一般要求

在地面上画一个覆盖监测区域的网格,单元网格大小为 1 m,如图 I.2 所示。

I.7.2 静态监测

本试验中,车辆和试验体 1 是静止的。  
将试验体 1 放置在网格的每个点上,检查警报是否触发并持续。  
注:重要的是,一旦试验体被放置在指定的点,试验人员需要立即离开监测区域。否则,试验人员的存在将影响试验的结果。



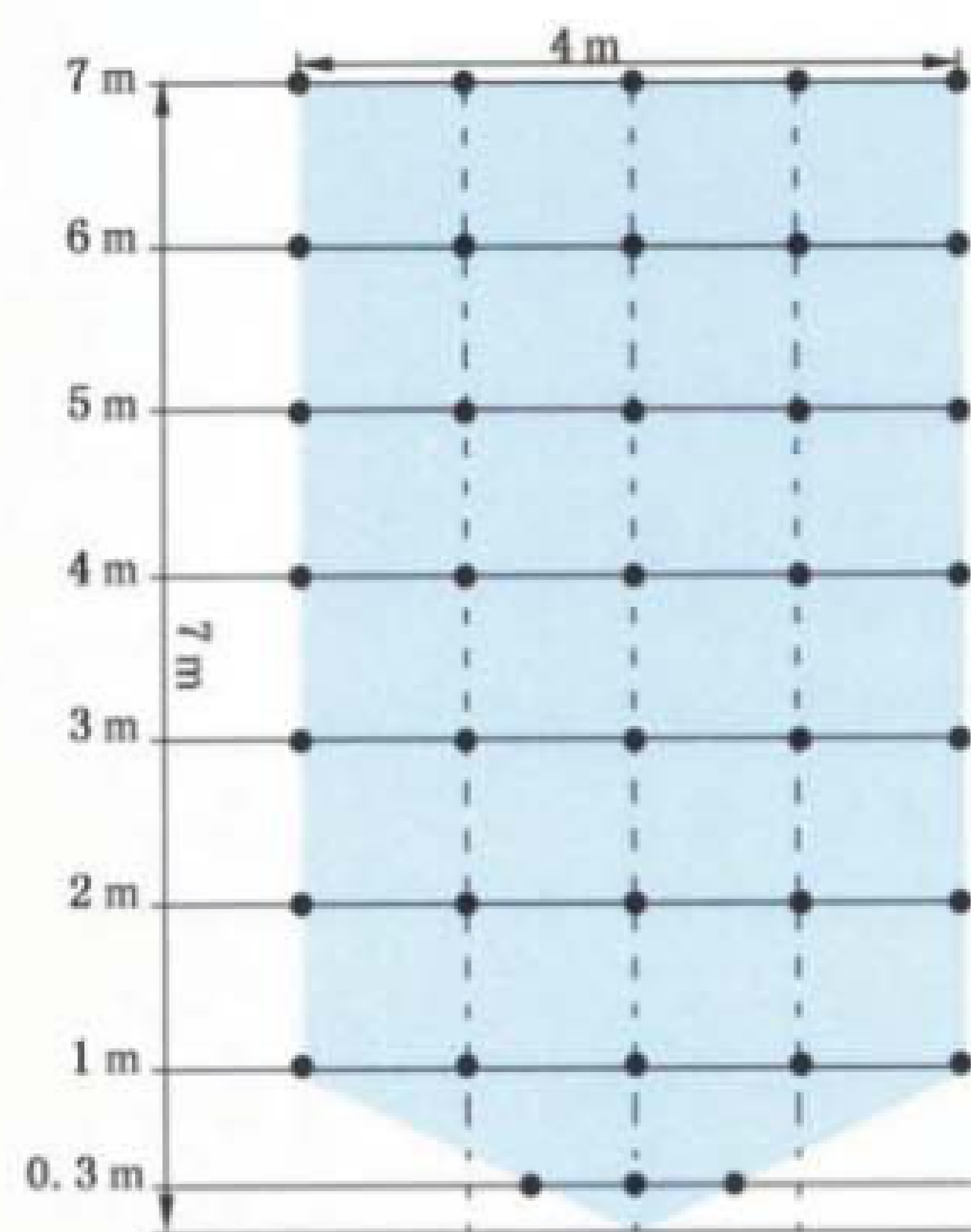


图 I.2 测试点

I.7.3 移动试验体

将试验体 1 放在一个小车上,并按照图 I.3 中所示的轨迹移动它,其速度与监测区域中计划使用的速度相匹配。

只要试验体在监测区域,就应检查报警是否被触发。

检查当试验体离开该区域时,或在一小段时间后,或司机根据制造商所规定的实施方式,故意释放报警后,报警是否停止。

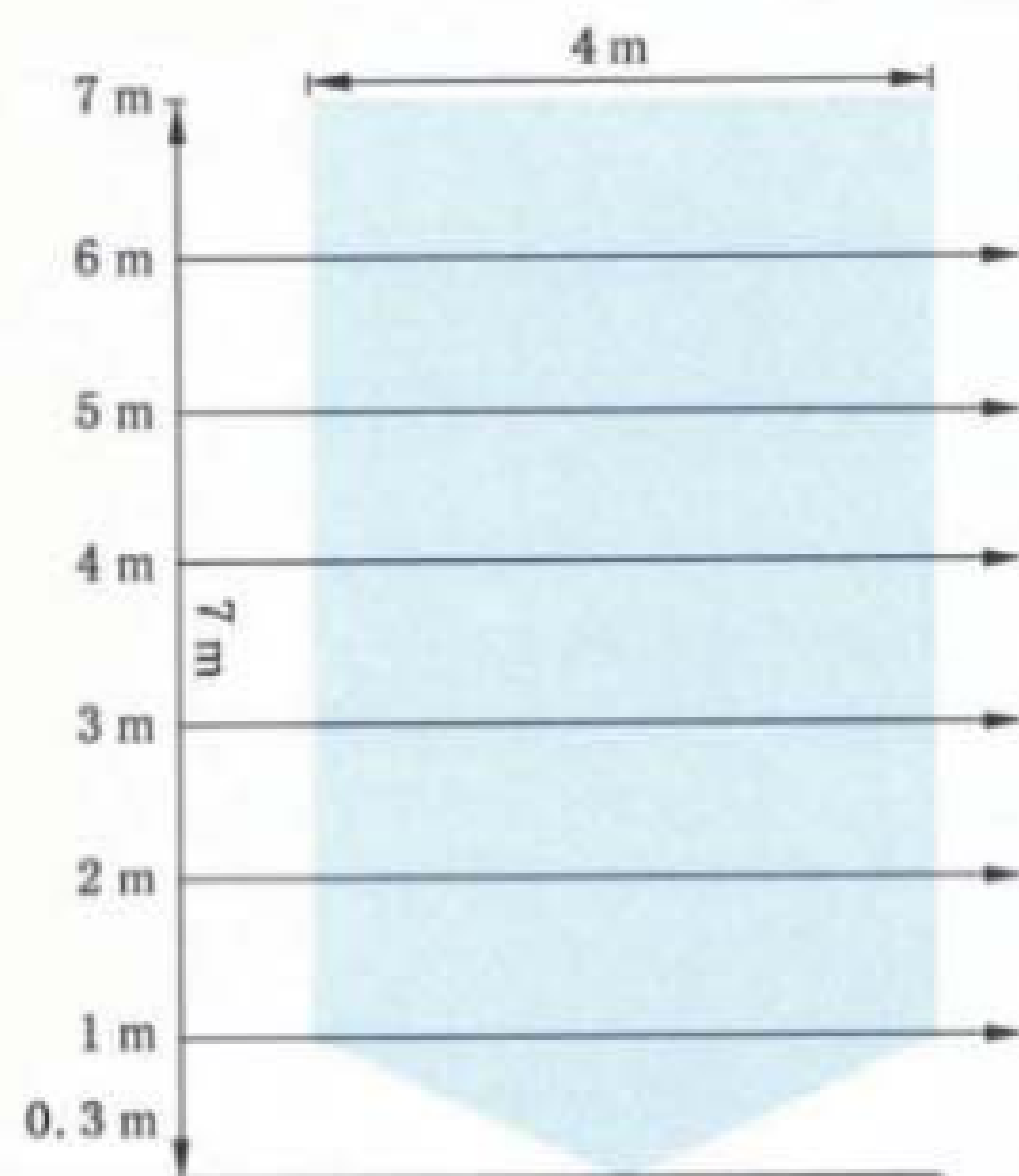


图 I.3 移动试验体的轨迹

I.7.4 移动车辆

I.7.4.1 平移

将试验体放置在监测区域之外,距离监测区域后限 5 m,并位于摄像机的轴线上,如图 I.4 所示。

按照预期的用法,以适当的速度沿直线向试验体移动试验车辆。

当试验体在监测区域时,检查警报是否触发,是否稳定。



图 I.4 平移试验

I.7.4.2 旋转

将试验体置于监测区域外,距右侧界限 2 m,监测区域总长度一半的地方,如图 I.5 所示。  
旋转监测系统,使其旋转速度达到计划使用的适当速度。  
当试验体在监测区域时,检查警报是否触发,是否稳定。

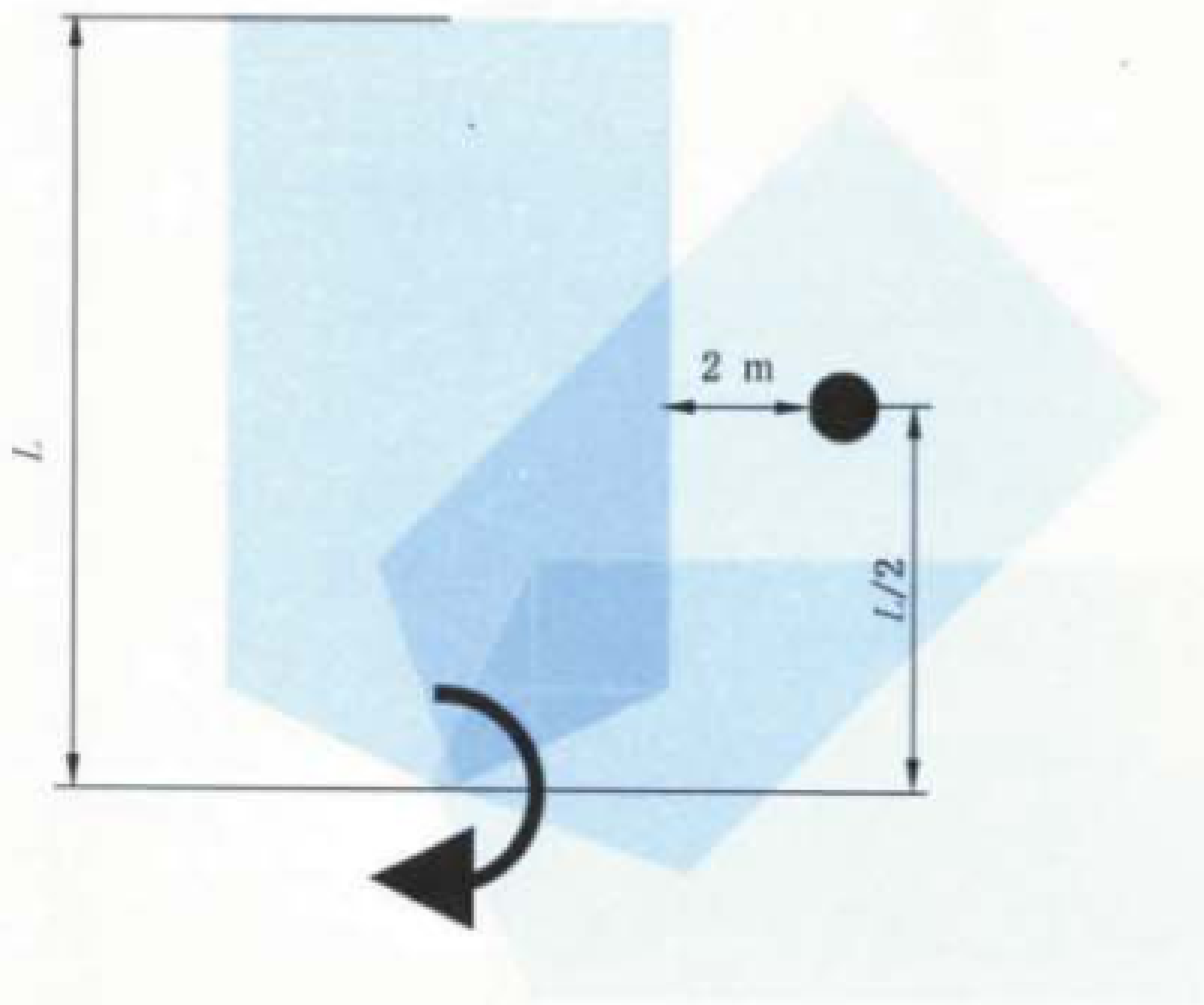


图 I.5 旋转试验

I.8 人员监测和识别性能

I.8.1 一般要求

这些试验是通过设置用于区分人员的系统进行的(针对人员的特定报警和/或仅当人员在监测区域中才发出报警)。  
监测区域应无任何其他物体。

## I.8.2 静态监测

### I.8.2.1 一般要求

车辆是静态。

### I.8.2.2 监测

试验程序与 I.7.2 相同,使用试验体 2 或试验人员。试验人员或人体模型应面对摄像机。

### I.8.2.3 非人障碍物禁止报警

将试验体 1 放置在摄像机轴线的监测区域,检查有无人员监测报警。

注:一旦试验人员放置了试验体,确保试验人员处于监测区域之外。

试验还应使用以下类型的对象:汽车、柱子、桅杆、面对摄像机的路牌、大型工业气瓶。

记录触发警报的对象(如果有的话)。相应的限制应在司机手册中规定。

## I.8.3 移动的人

### I.8.3.1 一般要求

车辆应静止。

### I.8.3.2 行走的人

试验人员应在 I.7.3 规定的监测区域内行走。

只要试验人员在人员监测区域,就应检查人员监测警报是否被触发,是否稳定。

检查试验人员离开人员监测区域时,或经过一小段时间后(记录这段时间的时长),或司机根据制造商所采用的实现方式,故意释放报警后,警报是否停止。

### I.8.3.3 携带物体的人

用携带直尺、袋子、大型工具或手推车的试验体(人)重复 I.8.2.2 的试验。

如有不合格试验,应予以记录,并在司机手册中规定相应的限制。

### I.8.3.4 做工作手势的人

试验人员处于监测区域的中心,做在工作中或引导操纵车辆时通用的手势。检查人员监测警报是否触发,是否稳定。

如有不合格试验,应予以记录,并在司机手册中规定相应的限制。

## I.8.4 移动车辆

用与 I.7.4 相同的方法测试试验体 2。

当试验体 2 在人员监测区域内,检查人员监测警报是否被触发,是否稳定。

## I.9 监测可靠性

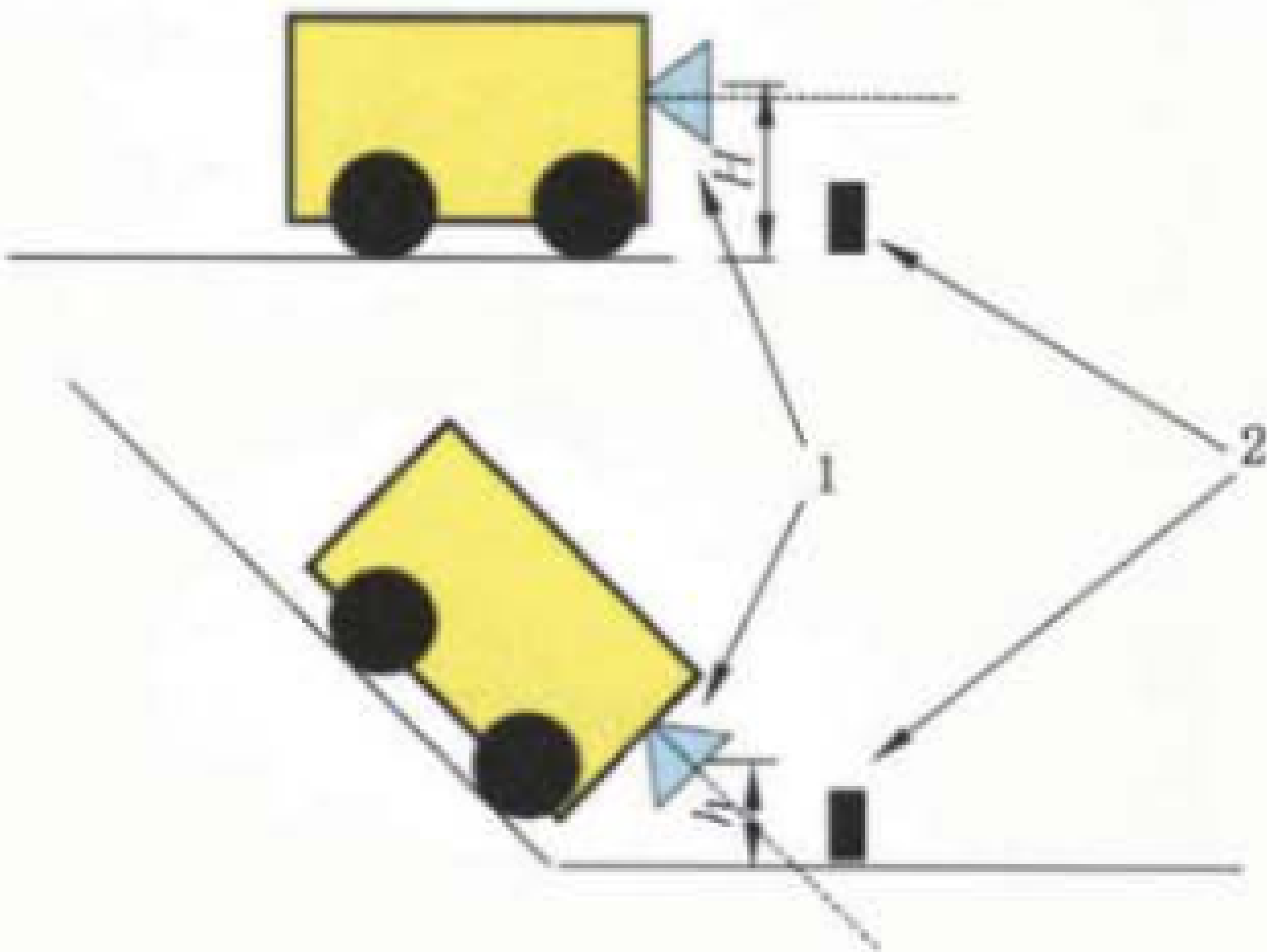
### I.9.1 一般要求

本试验应在人员监测区域和/或人员监测模式下进行。

I.9.2 地面形式

I.9.2.1 陡峭的斜坡

在不修改系统设置的情况下,修改传感器的高度和角度,模拟车辆在坡道上的情况,如图 I.6 所示。



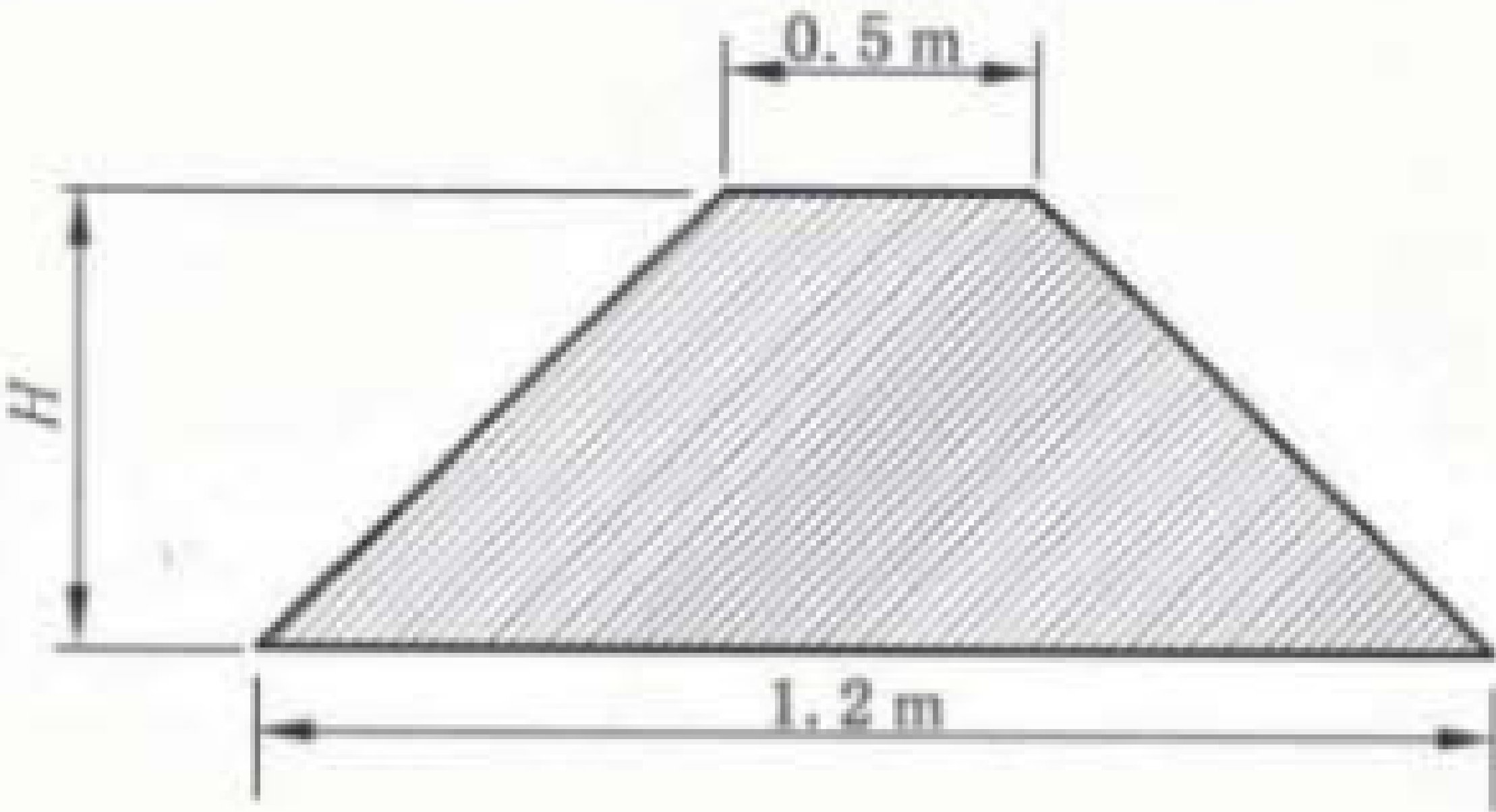
标引序号说明:  
1 —— 传感器;  
2 —— 试验体 1。

图 I.6 传感器和试验体

试验体应放置在距摄像机 3 m 的水平距离处。  
只要在监测区域,检查试验体 1 是否被监测到,报警是否稳定。  
注:取决于传感器的初始高度,由于几何因素影响,监测区域可能会自然减小。在这种情况下,需将试验体放置在最终的监测区域中。  
核查一旦试验体从监测区域移出后就解除报警。  
将斜坡角度更改为预计的使用角度(如爬坡能力的最大值),并记录试验体能够被监测到的最大角度。

I.9.2.2 不平整地面

沿摄像机轴线,距离摄像机 3 m 处,将试验体 2 放在基座上,检查人员监测报警是否触发,是否稳定。  
在图 I.7 所示基座高度下进行测试, $H$ : 0.3 m, 0.5 m, 1 m。



注:  $H$  = 基座高度。

图 I.7 基座部分

如果试验失败,应在司机手册中规定相应的限制。

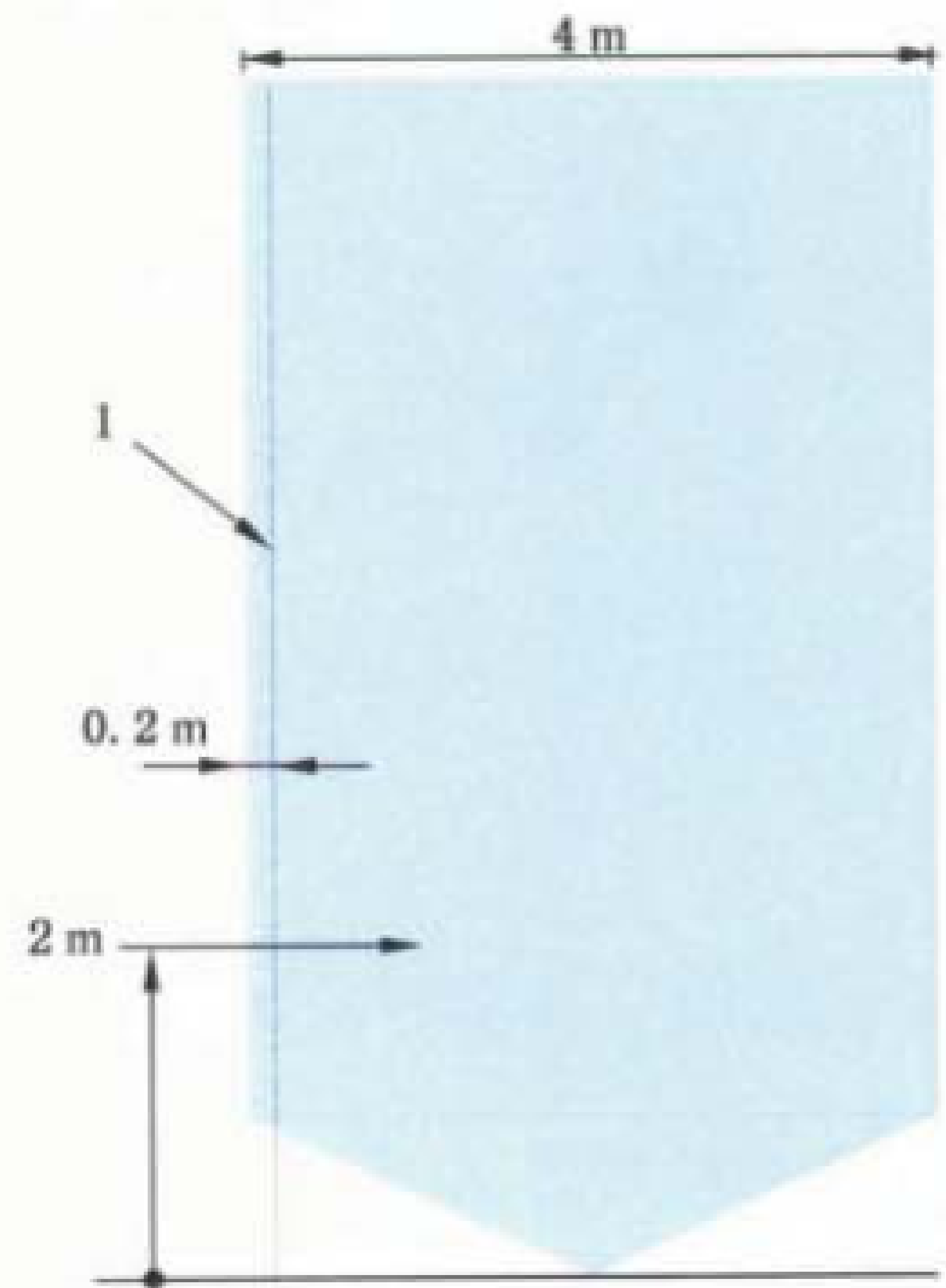
I.10 监测时间

响应时间测量如图 I.8 所示,方法如下。  
a) 激光束沿实际监测区域的边界与传感器的视线平行放置,内部留有 20 cm 的空白。



- b) 从距离摄像机 2 m 的范围开始,试验体垂直于摄像机轴线以 3 km/h 的速度从监测区域外部移动到监测区域内部。
- c) 响应时间介于:
  - 1) 当整个物体处于监测区域时:当试验体不再切割其路径,激光束再次上升;
  - 2) 和警报被触发的那一刻。

使用试验体 1(物体监测模式)和试验体 2(人员监测/识别模式)进行 50 次试验。  
50 个响应时间测量值的算术平均值应小于 4.5 规定的监测时间。



标引序号说明:  
1 —— 激光束。

图 I.8 监测时间测量

I.11 运行可靠性

如果在某些情况下,设备无法进行监测,同时又无法向司机提供故障报警,则应在用户手册中说明相应的限制。



### 参 考 文 献

- [1] GB/T 8498—2017 土方机械 基本类型 识别、术语和定义(ISO 6165:2012, IDT)
  - [2] GB/T 16937—2020 土方机械 司机视野 试验方法和性能准则(ISO 5006:2017, IDT)
  - [3] GB/T 21939—2008 土方机械 低速机器报警装置 超声波及其他系统(ISO/TR 9953:1996, IDT)
  - [4] GB/T 25685.1—2010 土方机械 监视镜和后视镜的视野 第1部分:试验方法(ISO 14401-1:2009, IDT)
  - [5] GB/T 25685.2—2010 土方机械 监视镜和后视镜的视野 第2部分:性能准则(ISO 14401-2:2009, IDT)
  - [6] NIOSH RI 9652 地面矿用自卸车使用的碰撞报警系统的试验结果(Test Results of Collision Warning Systems for Surface Mining Dump Trucks)
  - [7] NIOSH RI 9654 非公路矿用自卸车的碰撞报警系统的试验结果:第二阶段(Test Results of Collision Warning Systems on Off-Highway Dump Trucks: Phase II)
  - [8] NIOSH RI 9657 重型设备基于雷达的碰撞预警系统的推荐试验(Recommendations for Testing Radar-Based Collision Warning Systems on Heavy Equipment)
-