



中华人民共和国国家标准

GB/T 17454.1—2017/ISO 13856-1:2013
代替 GB/T 17454.1—2008

机械安全 压敏保护装置 第1部分： 压敏垫和压敏地板的设计和试验通则

Safety of machinery—Pressure—sensitive protective devices—
Part 1: General principles for design and testing of
pressure-sensitive mats and pressure sensitive floors

(ISO 13856-1:2013, IDT)

2017-05-12 发布

2017-12-01 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	V
1 范围	1
2 规范性引用文件	1
3 术语和定义	2
4 设计和试验要求	5
4.1 一般要求	5
4.2 驱动力	5
4.3 响应时间	7
4.4 静载荷	7
4.5 动作次数	8
4.6 传感器的输出状态	8
4.7 输出信号开关装置对驱动力的响应	8
4.8 维护性进入	9
4.9 调节	9
4.10 连接	9
4.11 环境条件	9
4.12 动力源	10
4.13 电气设备	10
4.14 外壳	10
4.15 控制系统安全相关部件符合 GB/T 16855.1 的性能等级(PL)和类别	11
4.16 传感器配件	12
4.17 防绊倒	12
4.18 防滑	12
4.19 传感器上表面的附加覆盖物	12
4.20 由于阻塞或卡住而导致的失效	12
5 标识	12
5.1 一般要求	12
5.2 控制单元的标识	12
5.3 传感器的标识	13
5.4 其他部件的标识	13
6 使用信息	13
6.1 一般要求	13
6.2 使用说明书	13
7 试验	15
7.1 一般要求	15

7.2	传感器试件	15
7.3	载荷试验的试件	16
7.4	第 1 项试验——驱动力	16
7.5	第 2 项试验——响应时间	18
7.6	第 3 项试验——静载荷	20
7.7	第 4 项试验——动作次数	20
7.8	第 5 项试验——传感器输出状态	24
7.9	第 6 项试验——输出信号开关装置对驱动力的响应	25
7.10	第 7 项试验——维护性进入	25
7.11	第 8 项试验——调节	25
7.12	第 9 项试验——连接	25
7.13	第 10 项试验——环境条件	25
7.14	第 11 项试验——电源	27
7.15	第 12 项试验——电气设备	27
7.16	第 13 项试验——外壳	27
7.17	第 14 项试验——符合 GB/T 16855.1 的 PL	27
7.18	第 15 项试验——防滑	27
7.19	第 16 项试验——传感器上表面的附加覆盖物	27
7.20	第 17 项试验——阻塞或卡住引起的失效	27
附录 A (规范性附录)	带和不带复位装置的压敏垫/压敏地板的时序图	28
附录 B (资料性附录)	应用注意事项	31
附录 C (资料性附录)	设计注意事项	35
附录 D (资料性附录)	安装、调试和试验	40
参考文献		42

前 言

GB/T 17454《机械安全 压敏保护装置》分为3个部分：

- 第1部分：压敏垫和压敏地板的设计和试验通则；
- 第2部分：压敏边和压敏棒的设计和试验通则；
- 第3部分：压敏缓冲器、压敏板、压敏线及类似装置的设计和试验通则。

本部分为GB/T 17454的第1部分。

本部分按照GB/T 1.1—2009给出的规则起草。

本部分代替GB/T 17454.1—2008《机械安全 压敏保护装置 第1部分：压敏垫和压敏地板的设计和试验通则》。与GB/T 17454.1—2008相比，除编辑性修改外主要技术变化如下：

- 对控制系统增加了性能等级(PL)的要求(见4.15,2008年版的4.15)；
- 对控制系统增加了性能等级(PL)的试验(见7.17,2008年版的7.17)。

本部分使用翻译法等同采用ISO 13856-1:2013《机械安全 压敏保护装置 第1部分：压敏垫和压敏地板的设计和试验通则》(英文版)。

本部分做了下列编辑性修改：

- 修改了国际标准中的编辑性错误，国际标准4.7.3中对ISO 13849-1:2006,5.4的引用应为ISO 13849-1:2006,5.2.2,故将其修改为对应的GB/T 16855.1—2008,5.2.2；

与本部分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 2423.3—2006 电工电子产品环境试验 第2部分：试验方法 试验Cab:恒定湿热试验(IEC 60068-2-78:2001,IDT)；
- GB/T 2423.10—2008 电工电子产品环境试验 第2部分：试验方法 试验Fc:振动(正弦)(IEC 60068-2-6:1995,IDT)；
- GB/T 2423.22—2012 环境试验 第2部分：试验方法 试验N:温度变化(IEC 60068-2-14:2009,IDT)；
- GB/T 4208—2008 外壳防护等级(IP代码)(IEC 60529:2001,IDT)；
- GB/T 16855.2—2015 机械安全 控制系统安全相关部件 第2部分：确认(ISO 13849-2:2012,IDT)；
- GB/T 17626.2—2006 电磁兼容 试验和测量技术 静电放电抗扰度试验(IEC 61000-4-2:2001,IDT)；
- GB/T 17626.3—2006 电磁兼容 试验和测量技术 射频电磁场辐射抗扰度试验(IEC 61000-4-3:2002,IDT)；
- GB/T 17626.4—2008 电磁兼容 试验和测量技术 电快速瞬变脉冲群抗扰度试验(IEC 61000-4-4:2004,IDT)；
- GB/T 17626.5—2008 电磁兼容 试验和测量技术 浪涌(冲击)抗扰度试验(IEC 61000-4-5:2005,IDT)；
- GB/T 17799.2—2003 电磁兼容 通用标准 工业环境中的抗扰度试验(IEC 61000-6-2:1999,IDT)；
- GB/T 19876—2012 机械安全 与人体部位接近速度相关的安全防护装置的定位(ISO 13855:2010,IDT)。

本部分由全国机械安全标准化技术委员会(SAC/TC 208)提出并归口。

GB/T 17454.1—2017/ISO 13856-1:2013

本部分起草单位：中机生产力促进中心、国家机床质量监督检验中心、南京轻机包装机械有限公司、南京林业大学光机电仪工程研究所、西门子(中国)有限公司、福建省闽旋科技股份有限公司、欧姆龙自动化(中国)有限公司、中国标准化研究院。

本部分主要起草人：李勤、陈能玉、赵钦志、居荣华、李立言、张晓飞、张天强、褚卫中、程红兵、付卉青、刘治永、朱斌、罗广、刘霞、陈根明。

本部分所代替标准的历次版本发布情况为：

——GB/T 17454.1—1998、GB/T 17454.1—2008。

引 言

机械领域安全标准的结构如下：

- A 类标准(基础安全标准),给出适用于所有机械的基本概念、设计原则和一般特征；
 - B 类标准(通用安全标准),涉及机械的一种安全特征或使用范围较宽的一类安全装置：
 - B1 类,特定的安全特征(如安全距离、表面温度、噪声)标准；
 - B2 类,安全装置(如双手操纵装置、联锁装置、压敏装置、防护装置)标准。
 - C 类标准(机械产品安全标准),对一种特定的机器或一组机器规定出详细的安全要求的标准。
- 根据 GB/T 15706,本部分属于 B2 类标准。

本部分尤其与下列与机械安全有关的利益相关方有关：

- 机器制造商；
- 健康与安全机构。

其他受到机械安全水平影响的利益相关方有：

- 机器使用人员；
- 机器所有者；
- 服务提供人员；
- 消费者(针对预定由消费者使用的机械)。

上述利益相关方均有可能参与本部分的起草。

此外,本部分预定用于起草 C 类标准的标准化机构。

本部分规定的要求可由 C 类标准补充或修改。

对于在 C 类标准的范围内,且已按照 C 类标准设计和制造的机器,优先采用 C 类标准中的要求。

很多不同的方法都可实现机械的安全防护(见 GB/T 15076—2012,3.21)。这些方法包括通过设置物理屏障防止进入危险区的防护装置(例如:符合 GB 18831 的联锁防护装置,或符合 GB/T 8196 的固定式防护装置)、保护装置(例如:符合 GB/T 19436.1 的电敏保护设备,或符合本部分的压敏保护装置)。

C 类标准的制定者和机械/装置的设计者在考虑通过最佳途径达到要求的安全水平时,需考虑预定使用情况和风险评估的结果(见 GB/T 15076)。

所需要的解决办法可能是综合考虑这些方法中的几种,因此,在决定选择何种安全防护装置之前,建议机械/装置的供应商和使用者一起仔细检查存在的风险和限制。

压敏保护装置广泛应用于极限负荷、电气、物理和化学环境等相关的不同条件下。它们通过接口和机器控制器相连接,确保一旦压敏装置被驱动,机器就回复到安全状态。

GB/T 17454 仅限于压敏保护装置的设计。这样,机器制造商进行的风险评估和/或相关 C 类标准(如果有)表明适用时,可采用压敏保护装置。

机械安全 压敏保护装置 第1部分： 压敏垫和压敏地板的设计和试验通则

1 范围

GB/T 17454 的本部分规定了用作保护人员免受机械伤害的装置——通常由脚驱动的压敏垫和压敏地板设计和试验的一般原则和要求。本部分给出了压敏垫和压敏地板性能、标识和文件的最低安全要求。

本部分适用于设计用于感测以下人员的压敏垫和压敏地板,无论其采用何种能量形式(如电的、液压的、气动的或机械的):

- 体重大于 35 kg 的人员;
- 体重大于 20 kg 的人员(如儿童)。

本部分不适用于感测体重小于 20 kg 人员的压敏垫和压敏地板。

由于以下内容取决于具体应用,本部分未作规定:

- a) 与任何特定应用相关的压敏垫或压敏地板有效敏感区的尺寸或结构;
- b) 只在某种特定情况下适用的压敏垫或压敏地板;
- c) 控制系统安全相关部件(SRP/CS)的性能等级(PL),并非最低等级。

本部分还给出了协助使用者(即机械制造商和/或机器使用者)作出充分安排的指南。

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 5226.1—2008 机械电气安全 机械电气设备 第1部分:通用技术条件(IEC 60204-1:2005, IDT)

GB/T 7251.1—2013 低压成套开关设备和控制设备 第1部分:总则(IEC 61439-1:2011, IDT)

GB/T 15706—2012 机械安全 设计通则 风险评估与风险减小(ISO 12100:2010, IDT)

GB/T 16855.1—2008 机械安全 控制系统有关安全部件 第1部分:设计通则(ISO 13849-1:2006, IDT)

ISO 13849-2 机械安全 控制系统有关安全部件 第2部分:确认(Safety of machinery—Safety-related parts of control systems—Part 2: Validation)

ISO 13855 机械安全 与人体部位接近速度相关的安全防护装置的定位(Safety of machinery—Positioning of safeguards with respect to the approach speeds of parts of the human body)

ISO 15552 气压传动 具有可拆卸安装件的、1 000 kPa(10 bar)系列、缸径为 32 mm~320 mm 的气缸 基础尺寸、安装尺寸和附件尺寸(Pneumatic fluid power—Cylinders with detachable mountings, 1 000 kPa (10 bar) series, bores from 32 mm to 320 mm—Basic, mounting and accessories dimensions)

IEC 60068-2-6 环境试验 第 2-6 部分:试验方法 试验 Fc:振动(正弦)[Environmental testing—Part 2-6; Tests—Test Fc; Vibration (sinusoidal)]

IEC 60068-2-14 环境试验 第 2-14 部分:试验方法 试验 N:温度变化(Environmental testing—Part 2-14; Tests—Test N; Change of temperature)

IEC 60068-2-78 环境试验 第 2-78 部分:试验-试验 Cab:恒定湿热试验(Environmental testing—Part 2-78; Tests—Test Cab; Damp heat, steady state)

IEC 60529 外壳防护等级(IP 代码)[Degrees of protection provided by enclosures (IP code)]

IEC 61000-4-2 电磁兼容(EMC) 第 4-2 部分:试验和测量技术 静电放电抗扰度试验(Electromagnetic compatibility (EMC)—Part 4-2; Testing and measuring techniques—Electrostatic discharge immunity test)

IEC 61000-4-3 电磁兼容(EMC) 第 4-3 部分:试验和测量技术 射频电磁场辐射抗扰度试验(Electromagnetic compatibility (EMC)—Part 4-3; Testing and measurement techniques—Radiated, radio-frequency, electromagnetic field immunity test)

IEC 61000-4-4 电磁兼容(EMC) 第 4-4 部分:试验和测量技术 电快速瞬变脉冲群抗扰度试验(Electromagnetic compatibility (EMC)—Part 4-4; Testing and measurement techniques—Electrical fast transient/burst immunity test)

IEC 61000-4-5 电磁兼容(EMC) 第 4-5 部分:试验和测量技术 浪涌(冲击)抗扰度试验(Electromagnetic compatibility (EMC)—Part 4-5; Testing and measurement techniques—Surge immunity test)

IEC 61000-6-2 电磁兼容(EMC) 第 6-2 部分:通用标准 工业环境中的抗扰度试验(Electromagnetic compatibility (EMC)—Part 6-2; Generic standards—Immunity for industrial environments)

3 术语和定义

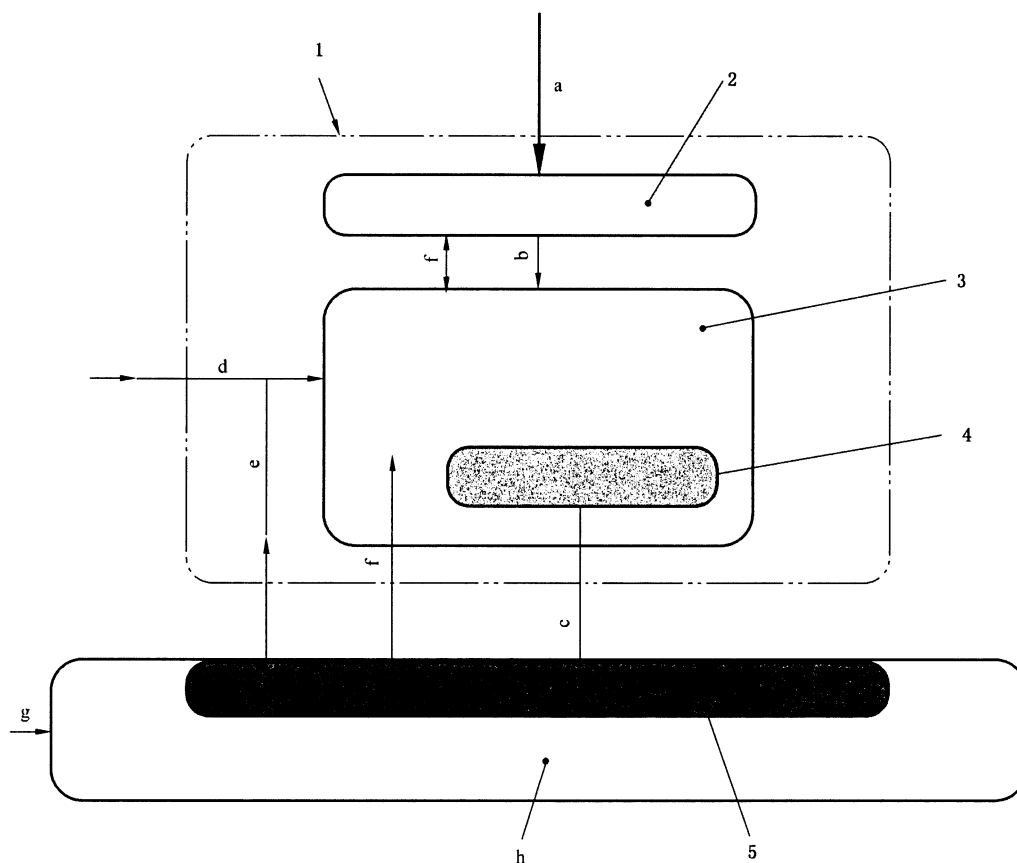
GB/T 15706 和 GB/T 16855.1 界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

3.1

压敏垫 **pressure-sensitive mat**

敏感保护设备(GB/T 15706—2012, 定义 3.28.5), 由一个或多个传感器(3.3)、一个控制单元(3.5)和一个或多个输出信号开关装置(3.6)组成, 用于感测站立在或踩踏到上面的人员, 且传感器被驱动时有效敏感区(3.4)局部变形。

注: 压敏垫示意图见图 1。



说明:

1——压敏垫或压敏地板;

2——传感器;

3——控制单元*;

4——输出信号开关装置*;

5——用于压敏垫或压敏地板输出信号处理的机器控制系统组成部分;

a——驱动力;

b——传感器输出;

c——接通(ON)状态/断开(OFF)状态信号;

d——手动复位信号**;

e——来自机器控制系统的复位信号(根据实际情况);

f——监测信号(可选);

g——去往机器控制系统的手动复位信号***;

h——机器控制系统。

* 可以布置在机器控制系统内,或者作为机器控制系统的一部分。

** 根据实际情况,可以用来替代 g。

*** 根据实际情况,可以用来替代 d。

图 1 机器用压敏垫/压敏地板的系统原理图

3.2

压敏地板 pressure-sensitive floor

压敏保护设备(GB/T 15706—2012,定义 3.28.5),由一个或多个传感器(3.3)、一个控制单元(3.5)和一个或多个输出信号开关装置(3.6)组成,用于感测站立在或踩踏到上面的人员,且传感器被驱动时有效敏感区(3.4)整体移动。

注:压敏地板示意图见图 1。

3.3

传感器 sensor

压敏垫(3.1)或压敏地板(3.2)的组成部分,包含一个有效敏感区(3.4)。

注:在敏感区施加驱动力会使从传感器传至控制单元的信号改变状态。

3.4

有效敏感区 effective sensing area

压敏垫(3.1)或压敏地板(3.2)的传感器(3.3)或传感器组合上表面能对驱动力产生响应的那部分区域。

注:关于驱动力的要求见 4.2。

3.5

控制单元 control unit

响应传感器(3.3)状态并控制输出信号开关装置(3.6)状态的装置。

注:控制单元也可以监测压敏垫或压敏地板的完整性(参见 GB/T 16855.1 的类别和性能等级),并且可以包含处理复位信号的装置。控制单元可以与机器控制系统集成在一起。

3.6

输出信号开关装置 output signal switching device

压敏垫(3.1)或压敏地板(3.2)的组成部分,当传感器(3.3)或监测功能装置被驱动时,会产生一个断开(OFF)状态作出响应。

注:输出信号开关装置可以与机器控制系统集成在一起。

3.7

驱动力 actuating force

任何在有效敏感区(3.4)产生压力并在输出信号开关装置(3.6)内产生一个断开(OFF)状态的力。

3.8

复位 reset

假如满足一定条件,允许输出信号开关装置(3.6)处于接通(ON)状态的功能。

3.9

接通(ON)状态 ON state

输出信号开关装置(3.6)输出回路接通并允许电流或流体流动的状态。

3.10

断开(OFF)状态 OFF state

输出信号开关装置(3.6)的输出回路断开并中断电流或流体流动的状态。

3.11

响应时间 response time

从力施加到有效敏感区(3.4)开始到输出信号开关装置(3.6)断开状态开始之间的时间。

注:关于响应时间的要求见 4.3。

3.12

死区 dead zone

传感器(3.3)上表面有效敏感区(3.4)以外的部分。

4 设计和试验要求

4.1 一般要求

以下要求前提是假定由使用者(例如:机器制造商或机器使用者)确定压敏垫或压敏地板的适用性、要求的性能等级(PL)以及外形尺寸和安装方向。另外,还假定此信息已提供给压敏保护装置的制造商。

压敏垫和压敏地板应能感测到站立在或踩踏到有效敏感区上的人员。

4.2 驱动力

4.2.1 单个传感器

试验方法见 7.4.1 和 7.4.2。

在工作温度范围内,当试件(见图 2)以 2 mm/s 的最高速度作用于有效敏感区时,压敏垫或压敏地板对驱动力的响应应符合表 1。

设计感测体重大于 35 kg 人员的压敏垫和压敏地板应采用试件 1、试件 2 和试件 3 进行测试;设计感测体重大于 20 kg 的人员(如儿童)的压敏垫和压敏地板还应额外采用试件 4 进行测试。

表 1 驱动力

应用	试件		驱动力
	编号	d mm	N
设计感测体重大于 35 kg 人员的 压敏垫和压敏地板	1	11	300
	2	80	300
	3	200	600
设计感测体重大于 20 kg 人员 (如儿童)的压敏垫和压敏地板	4	40	150

4.2.2 传感器组合

试验方法见 7.4.3 和 7.4.4。

有效敏感区由一个以上的传感器组成时,除了只采用试件 2 按表 1 对设计感测体重大于 35 kg 人员的压敏垫和压敏地板进行测试之外,接缝和交叉点应满足 4.2.1 的要求。

设计感测体重等于或大于 20 kg 人员(如儿童)的压敏垫和压敏地板,只采用试件 2 和试件 4 进行测试。

有效敏感区的其他部分应符合 4.2.1 的要求。

单位为毫米

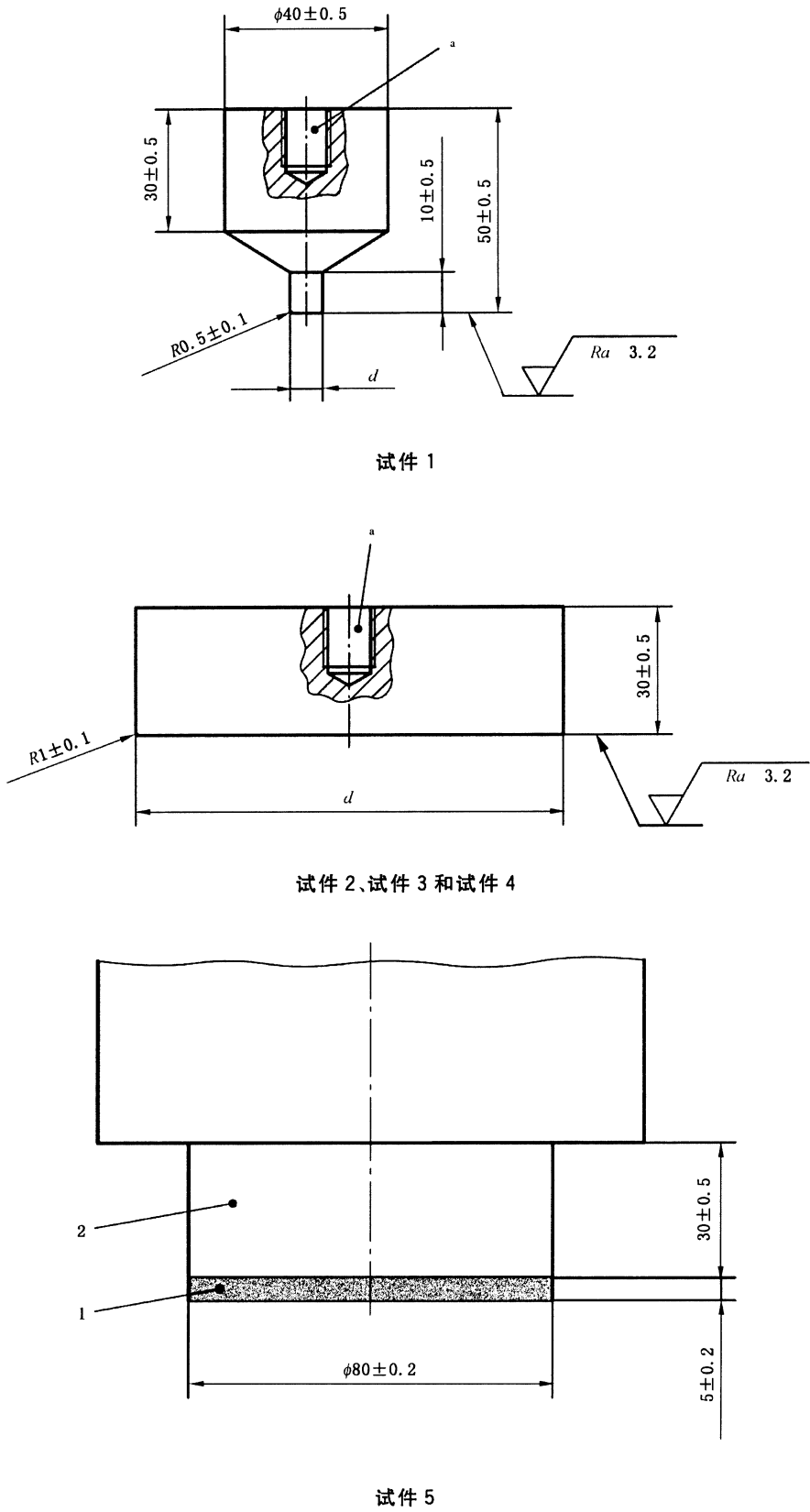
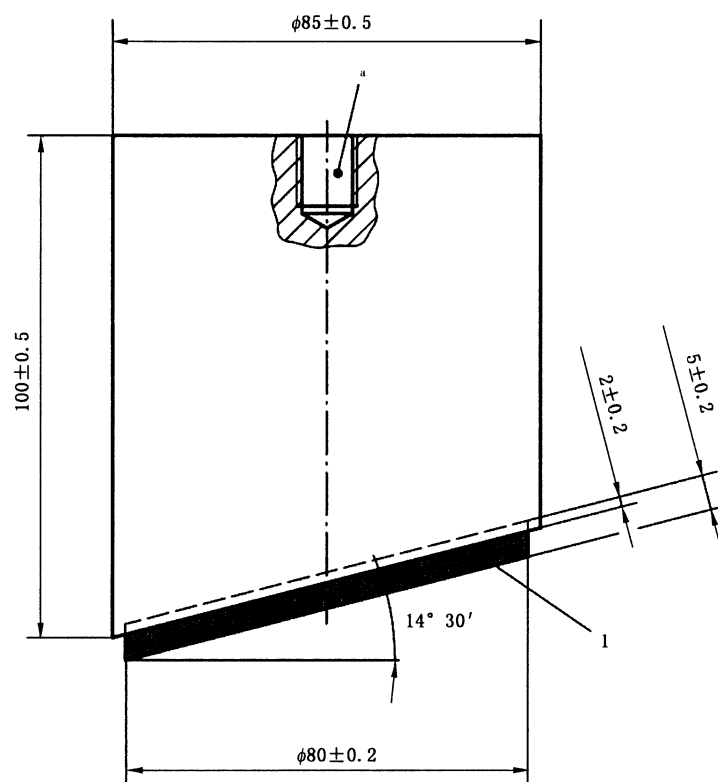


图 2 试件 1~试件 6

单位为毫米



试件 6

说明:

1 ——用胶固定的橡胶垫,邵氏硬度 A(60±5);

2 ——钢;

d ——见表 1。

* 仅用于安装。

图 2 (续)

4.3 响应时间

试验方法见 7.5。

制造商应声明响应时间,且在整个工作温度范围内不宜超过 200 ms。响应时间是 a) 和 b) 之间的时间:

a) 试件以 0.25 m/s 的速度垂直地触及到有效敏感区的时刻;

b) 输出信号开关装置断开(OFF)状态开始的时刻(见图 A.1、图 A.2 和图 A.3)。

注: 规定 200 ms 的限值是为了防止施加短步距脉冲废弃安全防护装置。

4.4 静载荷

试验方法见 7.6。

4.4.1 通过试件 2(见图 2)在有效敏感区内施加 2 000 N±50 N 的静力 8 h,卸除力后 2 min 内输出信号开关装置应改变状态。对于压敏垫,1 h 后上表面最低处的深度方向变形不应大于 2 mm;对于压敏地板,不应有任何永久变形。

4.4.2 通过试件 1(见图 2)在 4.4.1 所使用有效敏感区内另一位置施加 $750\text{ N} \pm 20\text{ N}$ 的静力 8 h,卸除力后 2 min 内输出信号开关装置应改变状态。对于压敏垫,1 h 后上表面最低处的深度方向变形不应大于 2 mm;对于压敏地板,不应有任何永久变形。

4.5 动作次数

试验方法见 7.7。

4.5.1 压敏垫或压敏地板执行其功能应达到典型的预期动作次数。

4.5.1.1 压敏垫或压敏地板在 5 个位置的预期动作次数各不应少于 100 000 次(总计 500 000 次)。如果有效敏感区由传感器组合构成,则也应满足此要求。

4.5.1.2 另外,仅对传感器而言,每增加一个位置,预期动作次数就增加一百万次。

4.5.2 除了 4.4 和 4.5.1,压敏垫和压敏地板还应满足 4.2 和 4.3 的要求。

4.6 传感器的输出状态

试验方法见 7.8。

驱动力作用于有效敏感区时,或者动力一接通有效敏感区就有驱动力时,传感器输出信号的值或状态应改变,并使输出信号开关装置切换到断开(OFF)状态。这个值或状态应保持输出信号开关装置处于断开(OFF)状态,至少到卸除驱动力为止(见图 A.1、图 A.2 和图 A.3)。

如果压敏垫或压敏地板具备复位功能,输出信号开关装置只有在卸除驱动力并施加复位信号后才能改变状态。

4.7 输出信号开关装置对驱动力的响应

4.7.1 一般要求

试验方法见 7.9。

驱动力作用于有效敏感区时,输出信号开关装置应从接通(ON)状态切换到断开(OFF)状态。同样,动力接通有效敏感区就已经有驱动力时,也应产生断开(OFF)状态。

只要驱动力作用到有效敏感区,输出信号开关装置就应一直保持断开(OFF)状态。

4.7.2 有复位功能的装置

对于有复位功能的压敏垫或压敏地板,复位信号应通过手动直接施加到安全防护装置的控制单元,或者经由机器控制系统施加(见图 1)。

复位应执行以下两个功能:

- a) 启动抑制联锁——动力接通时,输出信号开关装置在未施加复位信号之前应一直保持断开(OFF)状态。
- b) 重新启动抑制联锁。

卸除驱动力后,输出信号开关装置的输出应只有在施加复位信号以后才切换到接通(ON)状态。

如果在施加驱动力之前或施加时连续施加复位信号,则卸除驱动力后不额外施加复位信号,输出信号开关装置的输出不应转换到接通(ON)状态(见图 A.1 和图 A.2)。

复位信号应控制传感器和输出信号开关装置的输出(见图 A.1),或者只控制输出信号开关装置的输出(见图 A.2)。

4.7.3 无复位功能的装置

对于无复位功能的压敏垫和压敏地板,输出信号开关装置的输出信号应在接通动力时或卸除驱动

力后切换到接通(ON)状态(见图 A.3)。

如果使用无复位功能的装置,则宜在机器控制系统中提供复位功能(见 GB/T 16855.1—2008,5.2.2)。

4.8 维护性进入

试验方法见 7.10。

需要时,只有借助于钥匙或工具才能进入压敏垫或压敏地板的内部。除了打开用的钥匙和工具外,任何保证密闭的措施应为系留式。

4.9 调节

试验方法见 7.11。

不应提供由用户调节驱动力和响应时间的手段。如果供应商声明压敏垫或压敏地板的组件能够个别更换,则这种更换不应降低压敏垫或压敏地板的整体性能,且不需调节。

4.10 连接

试验方法见 7.12。

应通过型号、形状、标志或名称(或其组合)明确插头/插座的正确配对。

如果压敏垫或压敏地板内有可互换的不同外形的元件,则这些元件装错位置或互换不应造成危险失效。

如果用插头和插座连接传感器或子系统,则在插头和插座处将传感器或子系统从控制单元或控制单元内部去除或断开时,输出信号开关装置应切换到断开(OFF)状态。

4.11 环境条件

4.11.1 一般要求

试验方法见 7.13。

在 4.11.2~4.11.5 给出的环境条件下或在制造商声明的任意更宽范围内,压敏垫或压敏地板应按照 GB/T 17454 的本部分连续工作。

4.11.2 温度

在 5℃~40℃ 温度范围内,压敏垫或压敏地板应满足 4.2.1 和 4.3 的要求。

注:扩展环境温度范围可以是-25℃~+40℃和 5℃~70℃。

4.11.3 湿度

耐湿度要求应符合 IEC 60068-2-78,持续时间为 4 d。

4.11.4 电磁兼容性(抗扰度)

按表 4 规定以 3 级特征值试验后(见 7.13.4),压敏垫或压敏地板应继续正常工作。

4.11.5 振动

下列关于振动的要求只应适用于控制单元和输出信号开关装置,并应满足 IEC 60068-2-6:

- 频率范围 10 Hz~55 Hz;
- 位移 0.15 mm;
- 每轴 10 个循环;

——扫描速率 1 oct/min。

如果传感器固定在机器部件上,宜考虑振动的影响。也可参见附录 B。

注:由于其大小和形状各异,本部分无法提出各种传感器的具体要求。传感器通常固定在地上,这种情况下,振动往往并不重要。

4.12 动力源

4.12.1 电源

试验方法见 7.14。

压敏垫或压敏地板应满足 GB/T 5226.1—2008 中 4.3 的要求。

4.12.2 非电动力源

对于非电动力源,制造商应规定标称供给压力和保持正常运行的允差范围。

如果未设过压保护装置,压力变化超出标称工作范围不宜导致危险失效。

工作范围以下的压力变化不应导致危险失效(也可参见 GB/T 3766 和 GB/T 7932)。

注:尚未规定此类装置的试验方法。

4.13 电气设备

4.13.1 一般要求

试验方法见 7.15。

压敏垫或压敏地板的电气设备(元件)应:

- 符合现行的国家标准或国际标准;
- 适合预定使用,且
- 在规定额定范围内工作。

4.13.2 抗电击保护

应按 GB 5226.1—2008 的 6.1、6.2 和 6.3 提供抗电击保护措施。

4.13.3 过电流保护

应按 GB 5226.1—2008 的 7.2.1、7.2.3、7.2.7、7.2.8 和 7.2.9 提供过电流保护措施。

注:有时候有必要向压敏垫或压敏地板的使用者提供关于输出信号开关装置输出接点所连接电路的熔断器最大额定或者过电流保护装置设定值。

4.13.4 污染等级

电气设备应满足 GB/T 7251.1—2013 中 7.1.3 规定的污染等级 2 级的要求。

4.13.5 电气间隙和爬电距离

电气设备的设计和结构应符合 GB/T 7251.1—2013 的 8.3 和 10.4。

4.13.6 布线

电气设备的布线应符合 GB/T 7251.1—2013 的 11.10。

4.14 外壳

试验方法见 7.16。

4.14.1 传感器

传感器外壳防护等级应至少达到 IEC 60529 规定的 IP 54。

如果制造商规定传感器可以浸在水中,则传感器外壳防护等级应至少达到 IEC 60529 规定的 IP 67。

4.14.2 控制单元和输出信号开关装置外壳

控制单元外壳防护等级应至少达到 IEC 60529 规定的 IP 54。如果控制单元设计用于安装在其他控制设备的外壳内,且该外壳防护等级至少已达到 IEC 60529 规定的 IP 54,则该控制单元的防护等级应至少达到符合 IEC 60529 规定的 IP2X。

输出信号开关装置的外壳也应满足本要求。

4.15 控制系统安全相关部件符合 GB/T 16855.1 的性能等级(PL)和类别

4.15.1 具体应用场合适用的 PL 见相应的 C 类标准。如果没有适用的 C 类标准,则机器制造商或集成商(定义见 GB/T 16655—2008 定义 3.10)宜利用 GB/T 16855.1 提供的指南进行风险评估,以确定所需要的 PL。

试验方法见 7.17。

4.15.2 压敏垫和压敏地板应满足对其所规定和标记的 PL 和类别要求。PL 和类别在 GB/T 16855.1 中予以规定。

4.15.3 压敏垫和压敏地板应至少满足 GB/T 16855.1 中 $PL=c$ 的要求。

注:不影响安全功能的传感器表面机械损坏(如被金属屑划伤)不作为失效对待。

4.15.4 应根据 7.7 给出的试验方法确定直到有 10% 元件发生危险失效的平均循环数(压敏垫和压敏地板的 B_{10d} 值),但此试验仅在位置 8 进行。

应记录试验结果,记录的内容应至少包括:

- (环境的)温度;
- 工作电压和工作电流;
- 载荷类型;
- 开关频率;
- 试验位置;
- 试验载荷;
- 驱动速度;
- 动作次数;
- B_{10d} 值;
- 失效类型;
- 试验人员、实验室、日期和签名。

注:由制造商确定 B_{10d} 值。

4.15.5 如果需要压敏垫满足 3 类的要求,则要达到需要的性能等级,其架构可能偏离 GB/T 16855.1—2008 中 6.2 给出的指定架构。

在使用说明书中应列出故障排除并进行解释。对于因压敏垫或压敏地板合理可预见的误用而不允许的故障排除,则不应列出。

如果故障排除用于确定 PL,则确定 PL 时不需要计算或考虑诊断覆盖率(DC)。在上述条件下,预期可获得较高的平均危险失效时间(MTTF_d),从而达到 PL_d。

4.16 传感器配件

试验方法见 7.1.2。

应提供将传感器固定在预定位置的方法。

4.17 防绊倒

试验方法见 7.1.2。

对于配备斜坡或可作为附件提供斜坡的传感器,斜坡与水平面的坡度不应超过 20°。斜坡不应形成物理障碍或其他危险。

对于在被驱动或未被驱动状态下高度超过 4 mm 的传感器,使用说明书中应声明需要采用凹坑式安装或设置符合上述要求的斜坡。

如果有传感器组合和/或附加覆盖物,应采取措施尽量减小传感器间接缝和交叉点的绊倒危险。

注:所述外形尺寸见 GB/T 17888.2。

4.18 防滑

试验方法见 7.18。

应对传感器的上表面采取防滑措施,尽量减小预期工作条件下打滑。

注:也可参见 GB/T 17888.2。

4.19 传感器上表面的附加覆盖物

试验方法见 7.19。

第 4 章的要求也应适用于装有附加或其他覆盖物的传感器,例如:有防护板的传感器。

4.20 由于阻塞或卡住而导致的失效

试验方法 7.20。

不应存在由于固体、粉尘或金属屑堆积在传感器、传感器组合或其相关连接部件下面而导致失效的风险。

5 标识

5.1 一般要求

试验方法见 7.1.2。

压敏垫或压敏地板应按 GB/T 15706—2012 的 6.4 和 GB/T 5226.1—2008 的第 16 章进行标识。

在压敏垫或压敏地板部件的预期寿命内,其上的所有标牌和标志都应牢固、持久(参见 GB/T 18209.2)。

5.2 控制单元的标识

控制单元的标牌还应包含下列信息,或者指明哪里可以找到下列信息:

- 压敏垫或压敏地板按 GB/T 16855.1 确定的 PL 和类别;
- 压敏垫或压敏地板的响应时间;
- 有无复位功能;
- 识别方法,如序列号、型号。

5.3 传感器的标识

传感器的标牌还应包含下列信息,或者指明在哪里可以找到下列信息:

- 是否适合感测体重大于 20 kg 的人员(儿童);
- 识别方法,如序列号、型号。

5.4 其他部件的标识

根据使用信息,应能识别可以替换的压敏垫或压敏地板的元件。

6 使用信息

6.1 一般要求

提供给使用者的信息及其表述方式应符合 GB/T 15706—2012 的 6.4。

6.2 使用说明书

6.2.1 一般要求

试验方法 7.1.2。

使用说明书(如手册)应包括 6.2.2~6.2.6 列出的对于此类装置安全安装、使用和维护所必需的全部信息。

使用信息的首页应包含 5.2 和 5.3 所要求的识别方法。也可参见附录 B 和附录 D。

6.2.2 装置的特征

- a) 符合 GB/T 16855.1 的类别、PL 以及每小时平均危险失效概率。
- b) 单个传感器的形状和尺寸限制,包括有效敏感区。
- c) 能与同一个控制单元一起使用的传感器组合中的个数和尺寸的限制。
- d) 部件间的连接。
- e) 压敏垫或压敏地板的各单个元件间的连接长度和接头类型(如电缆规格、插头和插座)的限定。
- f) 装配——如何组装传感器。
- g) 传感器和控制单元的固定。
- h) 每平方米传感器的质量和控制单元的质量。
- i) 传感器附加覆盖物的详细资料(需要时)。
- j) 响应时间。
- k) 动力源要求。
- l) 控制单元符合 IEC 60529 的外壳技术规格。
- m) 输出信号开关装置的开关能力。
- n) 输出信号开关装置的结构。
- o) 感测助行器械的适用性,如手杖和助行架等。
- p) 应提供根据危险位置计算所需有效敏感区的公式,并给出该公式的典型应用示例(见 ISO 13855 和 C.3.3)。
- q) 装置预定的或被认可的应用范围和条件,包括其所符合的类别和 PL。还宜给出不恰当应用的示例。

- r) 安全功能的图解和机器控制接口线路图的示例。
- s) 所有输入/输出终端的额定值、特性和位置。
- t) 关于抗化学、物理和环境影响等性能的指南(如:抗溶剂性能、允许承载的重量、工作温度范围、允许的动力源变化等)。
- u) 关于轮式车辆是否可以在传感器表面上起动、制动或转向的指南。
- v) 该装置是否设计了符合 4.7 的复位装置;如果未设计,是否需要机械制造商或使用者提供复位装置(见 GB/T 16855.1—2008,5.2)。

6.2.3 包装、运输、搬运和贮存

- a) 包装说明和防止装置损坏的拆包方法。
- b) 防止损坏或人员伤害的运输和搬运方法。
- c) 贮存要求(例如平放、温度范围等)。

6.2.4 安装和调试

- a) 在尝试安装前宜充分阅读使用手册的说明。
- b) 关于安装传感器的表面的要求。
- c) 安装方法,包括需要的工具(指南参见附录 B)。
- d) 有效敏感区和死区的设计特征以及安装期间宜如何进行优化(需要时包括图样)。
- e) 符合 4.17 的斜坡的要求,如果需要。
- f) 为防止绊倒而降低传感器高度所需地面凹坑的细节。
- g) 完成安装后的试验时间表。试验后调试,以确认装置能够正常工作。
- h) 关于机器及其安全防护装置的整体安全性取决于它们之间接口完整性的警告。
- i) 有关按照 GB/T 16855.1 检查装置的 PL 和类别是否合适的说明。
- j) 故障排除的说明(见 GB/T 16855.1—2008 的第 11 章)。
- k) 解释如何参照可变参数平均操作时间(单位为小时/天和天/年)以及所考虑元件两个连续循环开始之间的平均时间(循环时间)计算 PL。
- l) 关于集成商应确定其具体应用的 PL。

6.2.5 操作说明

- a) 执行器和指示器的用途和操作方法,例如:启动和重新启动;
- b) 有关使用限制的信息;
- c) 故障识别的说明。

6.2.6 维护

- a) 对进行任何维护前需要全面阅读手册中维护相关内容的警告。
- b) 明确哪些任务需要特定技术知识或专门技能,因而宜由经过适当培训、熟练的人员执行。
- c) 关于检查和维护的类型与频次的说明。
- d) 清洁说明。
- e) 供接受过培训的人员执行故障查找、保养和维修的信息,如图样和图表。
- f) 更换元件后,为确认装置是否能实现设计功能所需进行试验的详细情况。
- g) 关于维修的警告:在维护过程中卸下的所有盖、夹、压边条和紧固件在维修后均应重新安装。

如果重新安装这些零件时发生差错,则可能不满足该装置的要求。

- h) 详细列出维持系统符合本部分要求的使用者可更换的元件清单。
- i) 指明哪些零件可由使用者更换,以及只能使用制造商认可的元件的警告。
- j) 制造商和合格服务机构的名称和地址。

6.2.7 培训要求

使用说明书应建议对用户人员培训的最低要求,包括安装、操作、维修/检查人员,以保证该装置的安装、使用和维修符合本部分的规定。

6.2.8 定期试验

使用说明书应包含传感器在役检查的信息。在役检查要求提供以下信息:

- a) 声明传感器需要定期通过有效敏感区内一个直径 80 mm 的平面(对应试件 2)施加 300 N 的静力进行试验;
- b) 说明试验周期取决于压敏垫或压敏地板的用途,且应由操作者根据国家法律要求作出规定;
- c) 说明最大试验周期,如每 3 个月至少试验一次。

7 试验

7.1 一般要求

7.1.1 应进行 7.4~7.20 给出的第 1 项~第 17 项型式试验,以确定压敏垫或压敏地板是否满足本部分的要求。除非另有规定,应采用随时可投入使用的压敏垫或压敏地板在 $(23 \pm 5)^\circ\text{C}$ 的条件下进行型式试验。

以下是一些能够影响压敏垫或压敏地板性能的因素:

- a) 传感器表面积大小;
- b) 有效敏感区的顶部或附加覆盖物材质;
- c) 传感器组合;
- d) 互连电缆或管线的长度。

因此,7.4~7.20 中的各项试验都应采用上述因素最不利的组合进行。

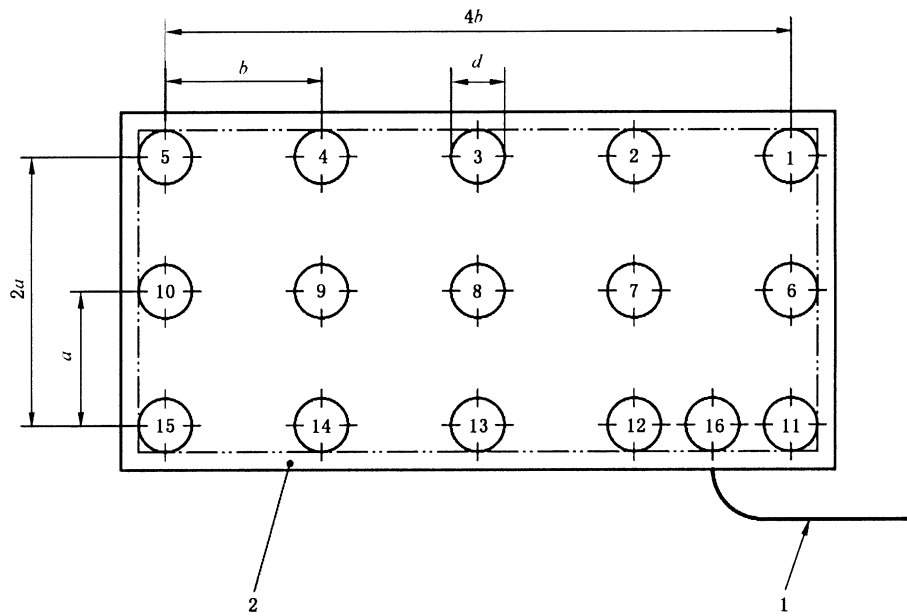
7.1.2 在未规定专门试验方法的情况下,应通过检查进行验证。

7.2 传感器试件

样品尺寸应至少为 $0.5\text{ m} \times 1.0\text{ m}$,并带传感器。

如果压敏垫或压敏地板只有一个传感器,则试验需要两个传感器。一个传感器用于检验 4.2、4.3、4.4 和 4.5.1.1 的要求(5 个位置每个位置 100 000 次动作,总计 500 000 次动作)。另一个传感器用于检验 4.5.1.2(一个位置上动作一百万次)和 4.10 的要求。

如果压敏垫或压敏地板的有效敏感区设计成由传感器组合构成,则需要把多个传感器都连接到同一个控制单元上。应采用传感器组合来检验 4.2 和 4.3 的要求。应采用为图 3 中 1~16 某个位置选择的传感器来检验 4.4 的要求。从其余传感器中选择一个检验 4.5.1.2 的要求(一个位置上动作一百万次)和 4.10 的要求。完成试验后,应检验 4.5.2 的要求。



说明：
1 ——连接电缆(示例)；
2 ——死区；
 a 、 b ——试验位置之间的距离；
 d ——各试件的直径。

图 3 单个传感器有效敏感区的试验位置

7.3 载荷试验的试件

试验应采用图 2 中所示的试件进行。除非图 2 另有规定，试件均应由铝合金制作。

7.4 第 1 项试验——驱动力

要求见 4.2。

7.4.1 室温下的单个传感器

应选用表 1 中给出的试件和驱动力，垂直施加到图 3 中所示的有效敏感区的所有位置和满足 4.2 的驱动力/响应要求的 5 个关键位置上(参见附录 C)。对应图 3、图 4 和图 5，各个位置上标出的圆的直径即为相应试件的直径。

如果压敏垫或压敏地板设计用于感测体重大于 20 kg 的人员(如儿童)，则只选用试件 4。附加试验应采用试件 2，取规定的动力源变化限值，在随机选择的一个位置上进行。

7.4.2 规定工作温度范围内的单个传感器

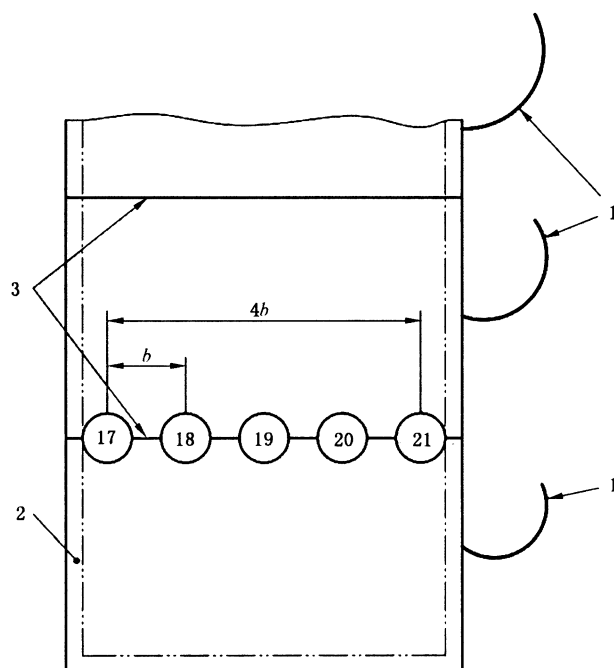
从最高温度开始，取温度范围的界限值，选用表 1 中给出的试件和驱动力，垂直地施加于图 3 所示的有效敏感区的 1、8 和 16 位置上。试验前，传感器应达到温度平衡。

如果在任何情况下，启动输出信号开关装置所需的驱动力都低于表 1 中对应试件给出的驱动力的 10% 以上，则应认为在压敏垫或压敏地板的整个面积内所得出的结果是相似的。如果驱动力不在上述范围内，但低于表 1 给出的力值，则试验应取温度范围的界限值，在图 3 所示传感器的所有位置和 7.4.1 提出的关键点进行。

7.4.3 室温下的传感器组合

在两个或多个传感器组合形成一个敏感区的情况下,应在室温下用一个传感器进行与 7.4.1 相同的试验。另外,应根据具体情况将下列试件垂直地施加在图 4 有效敏感区的接缝处位置上或图 5 接缝和交叉点位置上:

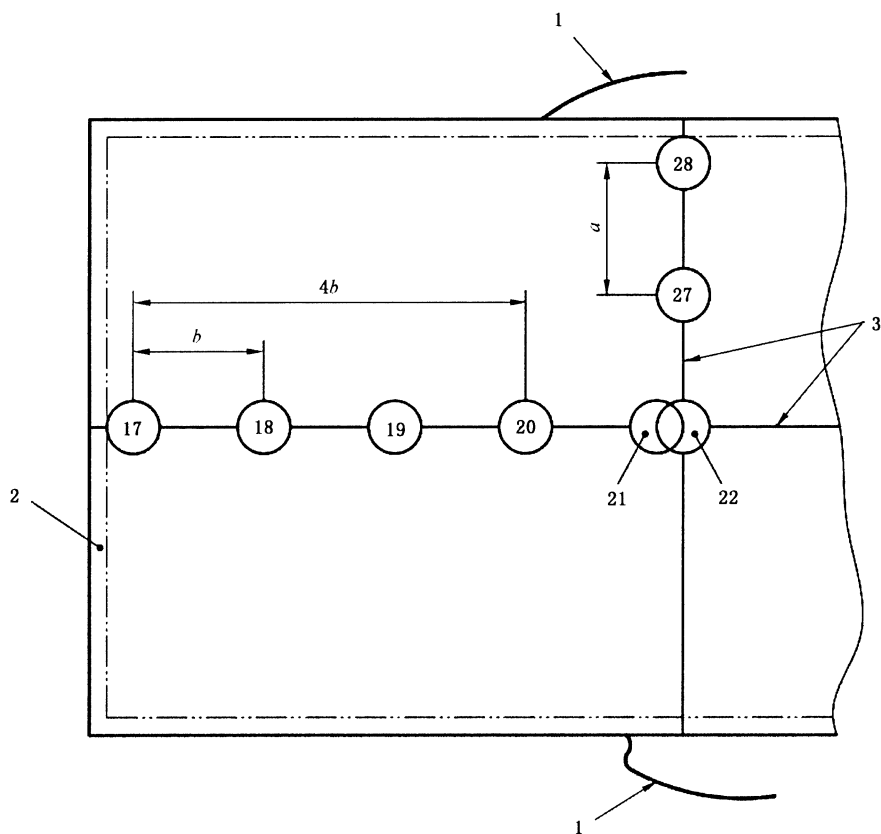
- 设计用于感测体重大于 35 kg 人员的压敏垫和压敏地板:表 1 给出的试件 2 和对应的驱动力;
- 设计用于感测体重大于 20 kg 人员(如儿童)的压敏垫和压敏地板:表 1 给出的试件 2、试件 4 及其对应的驱动力。



说明:

- 1 —— 连接电缆(示例);
- 2 —— 死区;
- 3 —— 接缝线;
- b —— 试验位置之间的距离。

图 4 传感器间接缝处的试验位置



说明：
1 —— 连接电缆(示例)；
2 —— 死区；
3 —— 接缝线；
 b —— 试验位置之间的距离。

图 5 传感器间接缝和交叉处的试验位置

7.4.4 规定工作温度范围内的传感器组合

在两个或多个传感器组合形成一个有效敏感区的情况下,应取温度范围的界限值,在一个传感器上进行与 7.4.2 同样的试验。试验前,传感器应达到温度平衡。

另外,应在界限温度下,根据具体情况将下列试件垂直地施加在图 4 有效敏感区 17、19 和 21 位置上或图 5 有效敏感区 17、19、22、27 和 28 位置上：

- 设计用于感测体重大于 35 kg 人员的压敏垫和压敏地板:表 1 给出的试件 2 和对应的驱动力；
- 设计用于感测体重大于 20 kg 人员(如儿童)的压敏垫和压敏地板:表 1 给出的试件 2、试件 4 及其对应的驱动力。

7.5 第 2 项试验——响应时间

要求见 4.3。

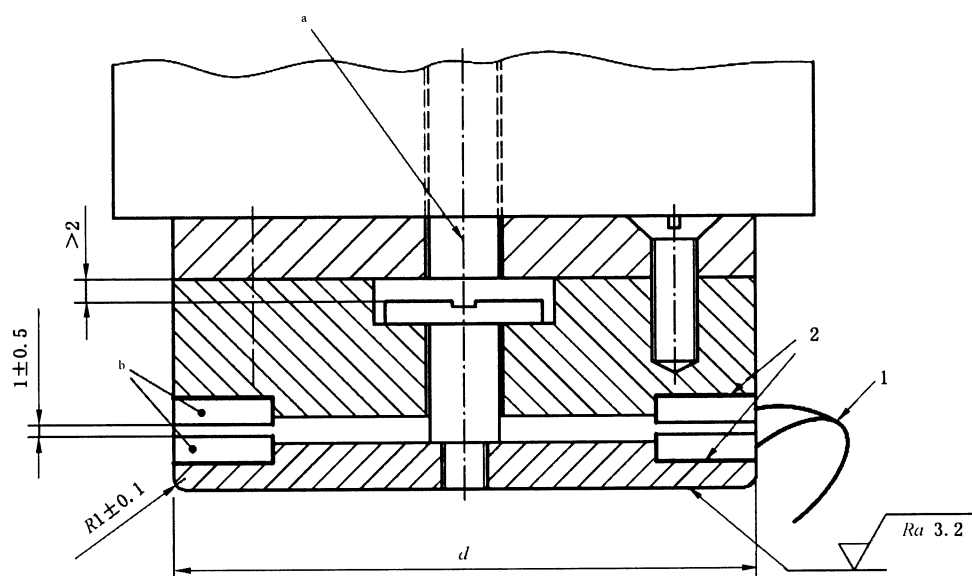
对于该项试验,应采用预期响应时间最长的传感器配置。

响应时间使用试件 7(见图 6)测定。试件 7 的质量为 $30^{+0.5}$ kg,直径等于表 1 中试件 2 的直径 d 。如果压敏垫或压敏地板设计用于感测体重大于 20 kg 的人员(如儿童),则使用试件 8(见图 6)进行试

验。试件 8 的质量为 $15^{+0.5}_{-0}$ kg, 直径等于表 1 中试件 4 的直径 d 。

将试件设计成图 6 所示的结构, 为的是使试件下面部分以不足 10 N 的力触及有效敏感区时, 会产生一个电信号。应将试件以 $0.25_{-0.03}^0$ m/s 的速度垂直地施加于有效敏感区, 并测量由试件激发电信号开始到输出信号开关装置开始转换到断开(OFF)状态经历的时间。试验应在图 3 所示的 1、4、8 和 16 位置上以及一处预期能获得最长响应时间的任意位置上进行。

单位为毫米



说明:

1 —— 连接电缆;

2 —— 绝缘;

d —— 直径。

^a 仅用于安装。

^b 导电。

图 6 试件 7 和试件 8——用于测量响应时间

如果传感器组合采用图 4 布局结构, 试验应在图 3 所示 1、4、8 和 16 位置, 由于其在组合中的位置而预期能获得最长响应时间的传感器上任意位置, 以及图 4 所示 17 和 19 位置进行。

如果传感器组合采用图 5 布局结构, 试验应在图 3 所示 1、4、8 和 16 位置, 由于其在组合中的位置而预期能获得最长响应时间的传感器上任意位置, 以及图 5 所示 17、19、22、27 和 28 位置进行。

试验应在 $(23 \pm 5)^\circ\text{C}$ 温度下在上述所有位置进行。

在规定温度范围界限值下, 试验只应在图 3 所示的 1 和 16 位置、以及图 4 所示的 17 位置、或者图 5 所示的 17、22 和 27 位置进行。

附加试验应在 $(23 \pm 5)^\circ\text{C}$ 温度下, 取规定的动力源变化范围的界限值, 在单个传感器的任意一个位置上进行。测得的最长时间应等于或小于标称响应时间。

7.6 第3项试验——静载荷

要求见 4.4。

7.6.1 应通过试件 2(见图 2)将 $(2\,000\pm 50)$ N 的静力垂直地施加在距传感器有效敏感区边缘 120 mm 内有效敏感区的任一位置上 8 h。

卸除该力后,输出信号开关装置应在 2 min 内转换到接通(ON)状态;如果系统有复位装置,则应被驱动。卸除该力 1 h 后,应测量由试件引起的有效敏感区的表面变形。由顶面的最低处测量的变形深度不应超过 2 mm。

7.6.2 应通过试件 1(见图 2)将 (750 ± 20) N 的静力垂直地施加在距有效敏感区边缘 120 mm 内有效敏感区的另一位置上 8 h。

卸除该力后,输出信号开关装置应在 2 min 内转换到接通(ON)状态;如果系统有复位装置,则应被驱动。卸除该力 1 h 后,应测量由试件引起的有效敏感区的表面变形。由顶面的最低处测量的变形深度不应超过 2 mm。

7.6.3 在测量 7.6.1 和 7.6.2 中的变形后 30 min 以内,应在已做过试验的位置检查驱动力和响应时间。应采用试件 2(见表 1)测试驱动力和响应时间。设计用于感测重量大于 20 kg 人员(如儿童)的压敏垫和压敏地板还应采用试件 4 进行试验。

7.6.4 与机器集成的压敏地板,应在安装到机器内以后或者在能够模拟预期安装的条件下进行 7.6.1~7.6.3 规定的试验。

施力位置的选择应能实现可预见的最大变形(例如,离传感器板的支撑点或支撑面最远)。

7.7 第4项试验——动作次数

要求见 4.5 和 4.15.4。也可参见 C.3.3。

7.7.1 应采用试件 6(见图 2)按照图 7 和图 8 所示对 4.5.1.1 的要求(5 个位置各 100 000 次动作)进行试验。应通过向符合 ISO 15552 的直径 50 mm、行程 125 mm 的气缸提供 (3.80 ± 0.20) bar 的工作压力来实现驱动。试件冲击有效敏感区时,阀的进气口也应存在工作压力(气缸控制)。这可通过直接或者通过一小段气压管线连接到气缸上的公称直径为 6 mm 的阀门来实现。此管线的公称直径不小于 10 mm,长度小于 200 mm。出气口应安装流量控制阀,使试件获得 $0.55^{+0.05}_0$ m/s 的冲击速度。

如果有效敏感区包含传感器组合,则试件 6 应施加在图 9 和图 10 所示 8、16、23、24 和 26 位置。其中的一个位置应与已做过 7.6.1 试验的位置相重合。对于此项试验,通过试件 6(见图 2)在有效敏感区实现的动作应在图 7~图 10 所示的两个方向上进行。每个位置每个方向都应动作 50 000 次(一个位置总计动作 100 000 次)。此项试验过程中,试件 6 在每个位置宜连续施加 20 次,直到各位置每个方向总计完成 50 000 次动作为止。

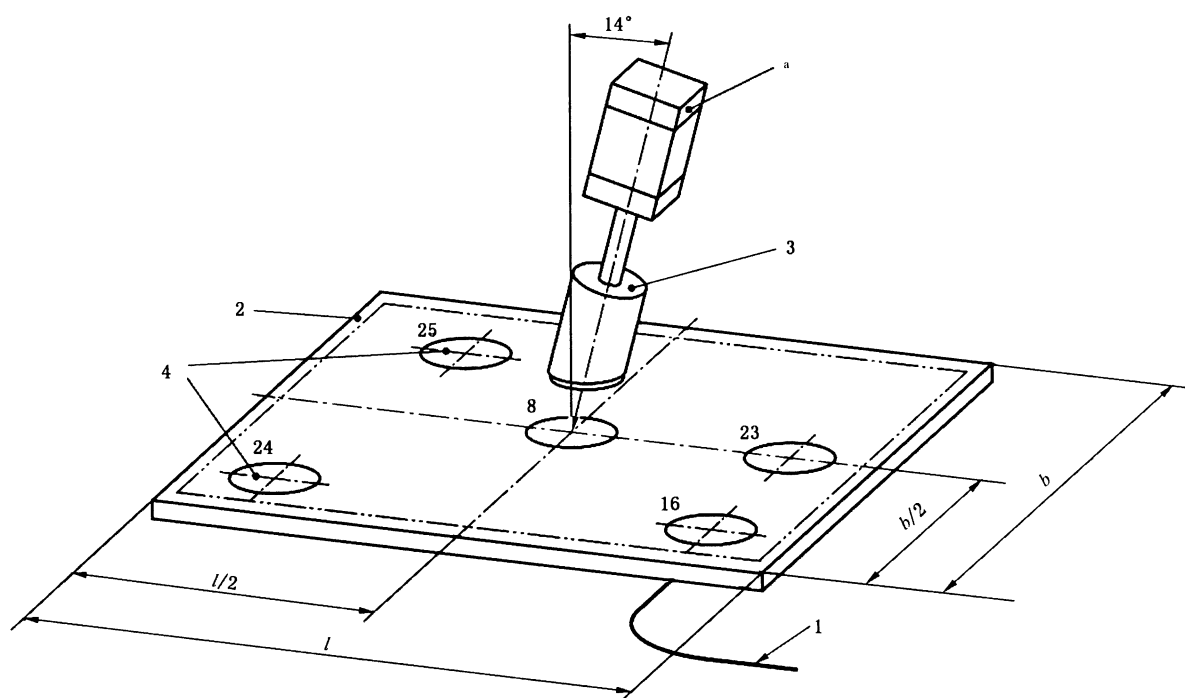
试验期间,输出信号开关装置与传感器连接,且压敏垫或压敏地板应处于工作状态。传感器应采用制造商在手册中规定的紧固件固定。

7.7.2 应在单个传感器上对 4.5.1.2 的要求(一个位置上动作一百万次)进行试验。将输出信号开关装置断开,用质量为 (75 ± 1) kg 的试件 5(见图 2)以 $0.55^{+0.05}_0$ m/s 的垂直冲击速度进行(试验)。应将试件在有效敏感区内距离有效敏感区边缘 120 mm 直线上的任一位置施加一百万次。

试验进行过程中,支承传感器的试验设备表面在垂直方向上的位移不应超过 1.0 mm。

对于此项试验,一次动作的周期应为 $4.0^{+1.0}_0$ s。每一个周期内,试件 5 接触有效敏感区的时间应为 (0.8 ± 0.2) s。

单位为毫米



说明:

1 —— 连接电缆(示例);

2 —— 死区;

3 —— 试件 6(见图 2);

4 —— 任意位置;

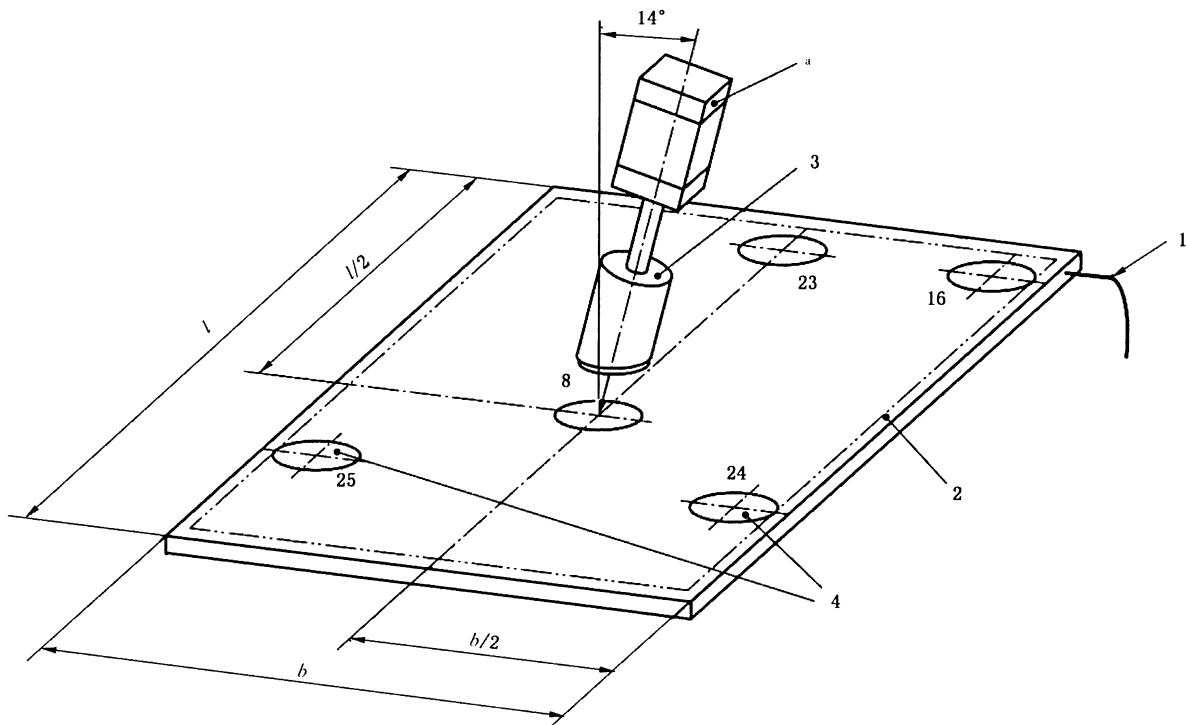
 l —— 传感器长度; b —— 传感器宽度。

* 符合 ISO 15552 的内径 50 mm、行程 125 mm 的气缸。

图 7 单个传感器“动作次数”试验用气缸和试验位置布局

(作用力的水平分力平行于传感器最长边)

单位为毫米



说明：

1 —— 连接电缆(示例)；

2 —— 死区；

3 —— 试件 6(见图 2)；

4 —— 任意位置；

l —— 传感器长度；

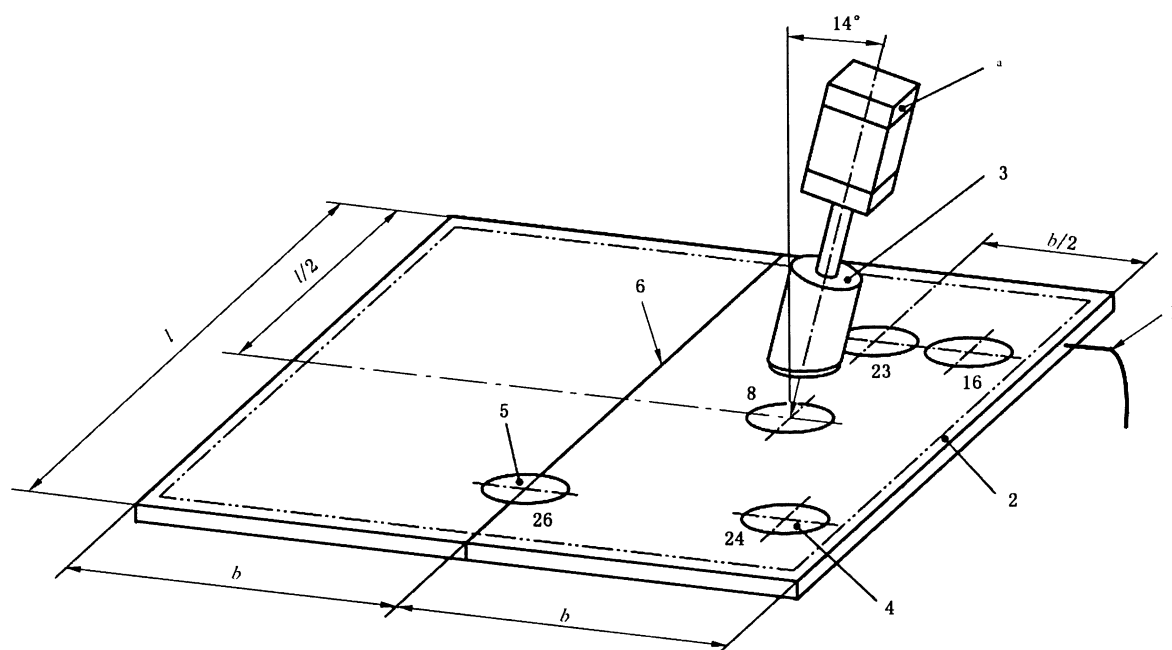
b —— 传感器宽度。

^a 符合 ISO 15552 的内径 50 mm、行程 125 mm 的气缸。

图 8 单个传感器“动作次数”试验用气缸和试验位置布局

(作用力的水平分力平行于传感器最短边)

单位为毫米



说明:

1 —— 连接电缆(示例);

2 —— 死区;

3 —— 试件 6(见图 2);

4 —— 任意位置;

5 —— 接缝线上的任意位置;

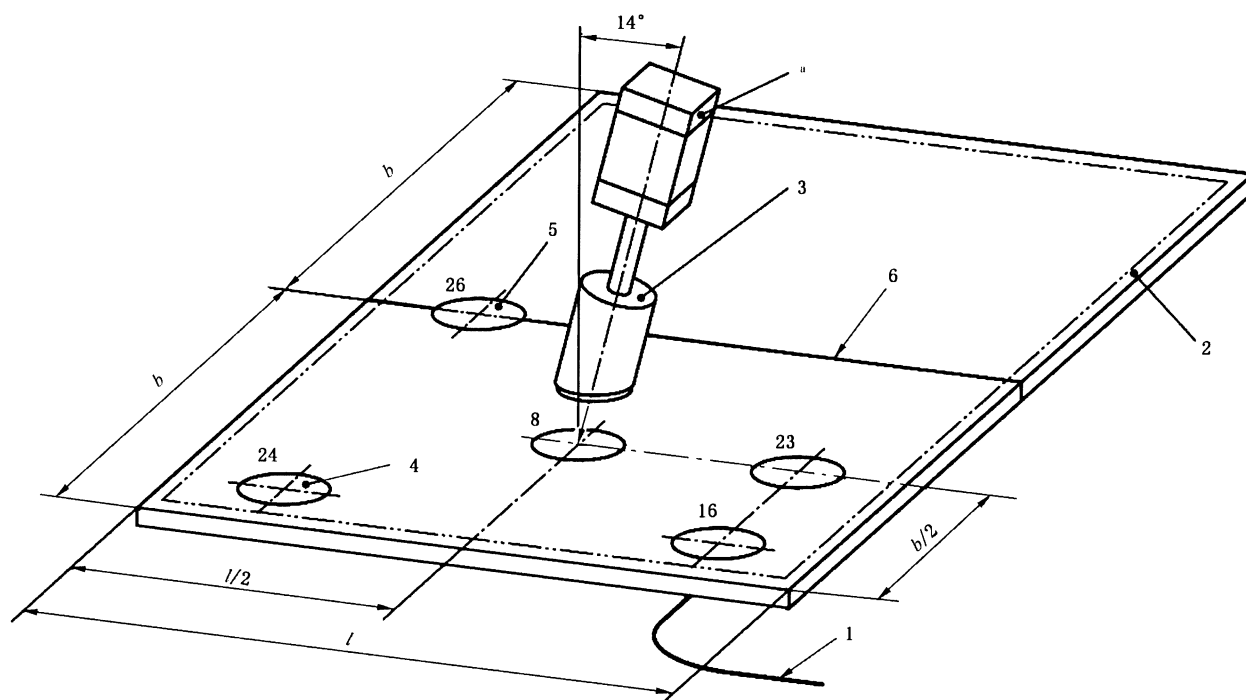
6 —— 接缝;

 l —— 传感器长度; b —— 传感器宽度。

* 符合 ISO 15552 的内径 50 mm、行程 125 mm 的气缸。

图 9 传感器组合“动作次数”试验用气缸和试验位置布局

(作用力的水平分力平行于传感器最长边)



说明:

- 1 —— 连接电缆(示例);
- 2 —— 死区;
- 3 —— 试件 6(见图 2);
- 4 —— 任意位置;
- 5 —— 接缝线上的任意位置;
- 6 —— 接缝;
- l —— 传感器长度;
- b —— 传感器宽度。

^a 符合 ISO 15552 的内径 50 mm、行程 125 mm 的气缸。

图 10 传感器组合“动作次数”试验用气缸和试验位置布局

(作用力的水平分力平行于传感器最短边)

7.7.3 完成 7.7.1 和 7.7.2 所要求的试验后,应立即检查压敏垫和压敏地板的功能。应采用试件 2(见图 2)进行 7.4 规定的驱动力/响应试验。应采用试件 7(见图 6)在进行过 7.7.1 和 7.7.2 试验的位置进行 7.5 规定的响应时间试验。完成 7.7.1 和 7.7.2 的试验后,压敏垫或压敏地板应符合 4.2 和 4.3 的要求。

如果压敏垫或压敏地板设计用于感测体重大于 20 kg 的人员(如儿童),还应在此前试验的相同位置上进行附加试验:用试件 4(见图 2 和表 1)进行驱动力试验,用试件 8(见图 6)进行响应时间试验。

7.8 第 5 项试验——传感器输出状态

要求见 4.6。

应在有效敏感区任一位置垂直施加试件 2(见图 2)和表 1 给出的对应驱动力至少 8 h。此项试验采用一个处于动力接通(ON)和一个施加力后动力就接通(ON)并处于断开(OFF)状态的传感器进行。

如果有复位装置,也应被驱动。

施加驱动力时以及动力因出现驱动力接通(ON)时,传感器的输出状态应改变。

在卸除该驱动力之前,传感器输出状态应保持不变,如图 A.1、图 A.2 和图 A.3 所示。

此项试验进行过程中,传感器的输出电平不应变化到使输出信号开关装置逆转到接通(ON)状态的电平。

7.9 第 6 项试验——输出信号开关装置对驱动力的响应

要求见 4.7。

图 A.1、图 A.2 和图 A.3 所示的独立功能间的交互作用,应采用试件 2(见图 2)和表 1 中给出的对应驱动力,在室温下垂直施加在有效敏感区的任意一个位置上进行试验。

7.10 第 7 项试验——维护性进入

要求见 4.8。

应通过检查进行验证。

7.11 第 8 项试验——调节

要求见 4.9。

应通过检查并通过更换制造商允许的组件进行验证。

7.12 第 9 项试验——连接

要求见 4.10。

压敏垫或压敏地板内,所有可互换的不同接插元件应一次互换一个,并且每个接插元件都应带电插拔。

7.13 第 10 项试验——环境条件

要求见 4.11。

7.13.1 功能试验

在 7.13.2~7.13.5 的试验开始和结束时,应采用试件 2(见图 2)和表 1 中给出的对应驱动力,在室温下以 (100 ± 5) mm/s 的速度垂直地施加在有效敏感区的任一位置上,对压敏垫和压敏地板的功能进行验证。此过程中,输出信号开关装置应从接通(ON)状态转换到断开(OFF)状态。

7.13.2 第 10.1 项试验——温度

要求见 4.11.2。

试验应根据表 2 在制造商规定的温度范围内进行。

表 2 温度变化

试验程序	备注
IEC 60068-2-14, 试验 Nb	压敏垫或压敏地板与动力源连接

加热和冷却过程中,整个温度范围内的温度变化率应为 (0.8 ± 0.3) ℃/min。按照 IEC 60068-2-14,在试验期间,应以 1 min 间隔按照 7.13.1 进行功能试验。此项试验可以使用一个有效敏感区小于 7.2 规定尺寸的传感器进行试验,但不应小于 400 mm×200 mm。

7.13.3 第 10.2 项试验——湿度

要求见 4.11.3。
关于耐湿度的要求应按表 3 进行为期 4 天的验证。

表 3 湿度

试验程序	备注
IEC 60068-2-78, 试验 Cab 温度: (40±2)℃ 相对湿度: (93±3)%	压敏垫或压敏地板与动力源连接

完成耐湿度试验后立即进行绝缘电阻试验,应符合 GB/T 7251.1—2013, 11.9 的要求。

7.13.4 第 10.3 项试验——电磁兼容性(抗扰度)

要求见 4.11.4。
安全相关要求应按照 IEC 61000-6-2 进行验证。
应根据表 4 给出的试验程序和指定的特征值,并采用 7.13.1 明确的条件,对下列状态的抗扰度进行验证:

- 压敏垫或压敏地板有能源供给;
- 压敏垫或压敏地板有能源供给,并施加了驱动力;
- 压敏垫或压敏地板有能源供给,卸除驱动力后,但在执行复位之前。

表 4 电磁兼容性(抗扰度)

试验和特征值	试验程序
浪涌装置 3 级	IEC 61000-4-5 电源、接地和输入/输出线
电快速瞬变(脉冲群), 3 级	IEC 61000-4-4 试验持续时间: 2 min 电源、接地和输入/输出线
静电放电, 3 级	IEC 61000-4-2
辐射、射频电磁场, 3 级	IEC 61000-4-3

7.13.5 第 10.4 项试验——振动

要求见 4.11.5。
控制单元和输出信号开关装置的振动要求应按表 5 进行验证。应在试验开始和结束时,以及试验过程中每隔 10 s,按照 7.13.1 进行功能试验。

表 5 振动

试验程序	备注
IEC 60068-2-6, 试验 Fc	压敏垫或压敏地板与动力源连接

7.14 第 11 项试验——电源

应按 GB 5226.1—2008 第 4 章验证 4.12.1 的要求。

7.15 第 12 项试验——电气设备

应验证电气设备能否满足 4.13 的要求。

7.16 第 13 项试验——外壳

要求见 4.14。

所有外壳应按 IEC 60529 进行试验。

7.17 第 14 项试验——符合 GB/T 16855.1 的 PL

要求见 4.15。

应按 ISO 13849-2 验证安全功能和类别。应将实现的 PL 与需要的 PL 进行对比。

7.18 第 15 项试验——防滑

注：在本部分出版时，尚无专门针对防滑试验的国家标准或国际标准。GB/T 17888.2 给出了一般性的指南。

7.19 第 16 项试验——传感器上表面的附加覆盖物

要求见 4.19。

应按照 7.1~7.18 选择各项试验最不利因素组合进行此项试验。

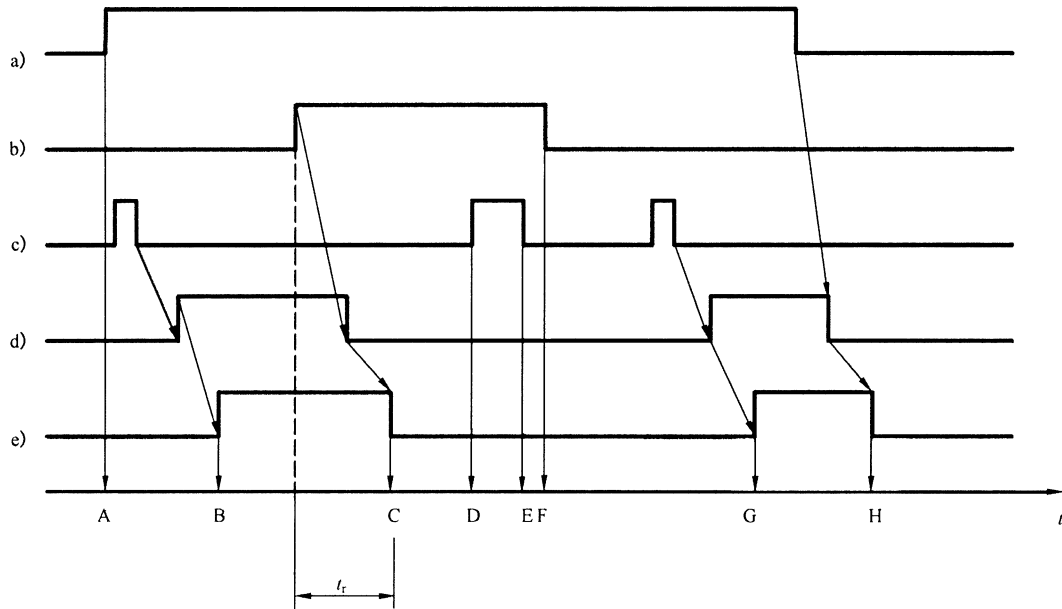
7.20 第 17 项试验——阻塞或卡住引起的失效

应通过检查验证 4.20 的要求。如仍有疑问，则需进行专门的试验。

附录 A
(规范性附录)

带和不带复位装置的压敏垫/压敏地板的时序图

图 A.1~图 A.3 给出了输出信号开关装置对驱动力的响应(见 4.7)。



说明:

a) —— 压敏垫或压敏地板的动力源;

b) —— 驱动力;

c) —— 复位信号;

d) —— 传感器的输出;

e) —— 输出信号开关装置的输出;

t —— 时间;

t_r —— 响应时间;

A —— 压敏垫或压敏地板的动力源接通(ON):由于压敏垫或地板没有被复位,输出信号开关装置的输出保持断开(OFF)状态;

B —— 实现复位:由于在传感器无驱动力作用情况下操作复位按钮使传感器的输出接通(ON),输出信号开关装置的输出转变为接通(ON)状态;

C —— 由于传感器上有驱动力作用使传感器输出断开(OFF),输出信号开关装置的输出变为断开(OFF)状态;

D —— 复位信号起始点:由于信号尚未终止且驱动力依然存在,操作复位按钮对输出信号开关装置的输出没有影响;

E —— 复位信号已经存在:只要传感器上有力存在,复位信号终止对输出信号开关装置的输出没有影响;输出信号开关装置的输出保持断开(OFF)状态;

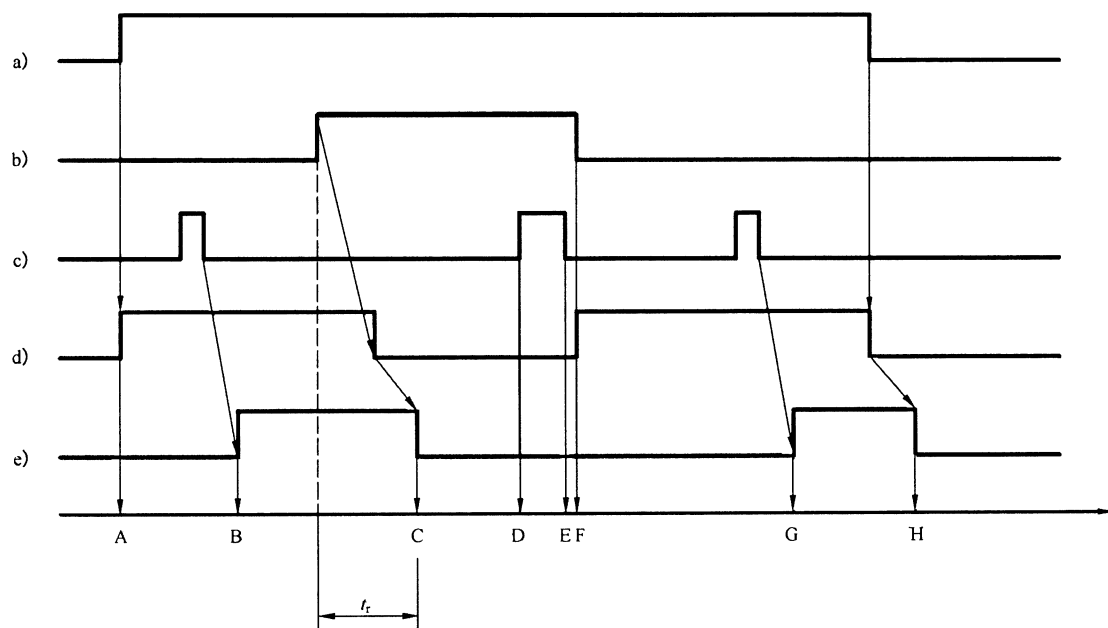
F —— 卸除传感器的驱动力:由于未施加复位信号,输出信号开关装置的输出保持断开(OFF)状态;

G —— 实现复位:由于在传感器无驱动力作用情况下操作复位按钮使传感器输出接通(ON),输出信号开关装置的输出转变为接通(ON)状态;

H —— 压敏垫或压敏地板的动力源断开(OFF):由于传感器输出被断开(OFF),输出信号开关装置的输出转变为断开(OFF)状态。

图 A.1 驱动力、复位信号、传感器输出和输出信号开关装置输出之间的关系

(传感器的输出由复位触发)



说明:

a)——压敏垫或压敏地板的动力源;

b)——驱动力;

c)——复位信号;

d)——传感器的输出;

e)——输出信号开关装置的输出;

t ——时间;

t_r ——响应时间;

A——压敏垫或压敏地板的动力源接通(ON):由于压敏垫或地板没有被复位,输出信号开关装置的输出保持断开(OFF)状态;动力源接通(ON)时传感器输出也接通(ON);

B——传感器上无驱动力作用下实现复位:由于传感器输出接通(ON)时操作复位按钮,输出信号开关装置的输出转变为接通(ON)状态;

C——传感器上有驱动力:传感器输出断开(OFF),输出信号开关装置的输出变为断开(OFF)状态;

D——复位信号起始点:由于信号尚未终止且驱动力依然存在,操作复位按钮对输出信号开关装置的输出没有影响;

E——复位信号已经存在:只要传感器上有力存在,复位信号终止对输出信号开关装置的输出没有影响;输出信号开关装置的输出保持断开(OFF)状态;

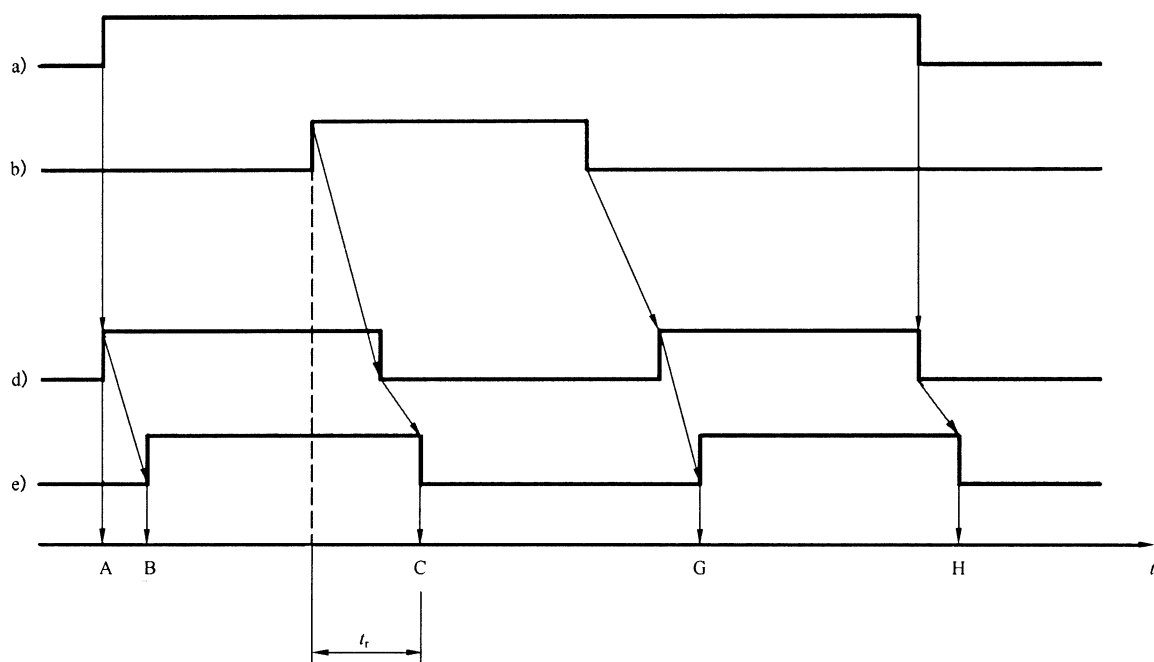
F——卸除传感器的驱动力:由于卸除力后未施加复位信号,传感器输出接通(ON),但输出信号开关装置的输出保持断开(OFF)状态;

G——传感器上无驱动力作用下实现复位:由于传感器输出接通(ON)时操作复位按钮,输出信号开关装置的输出转变为接通(ON)状态;

H——压敏垫或压敏地板的动力源断开(OFF):由于传感器输出被断开(OFF),输出信号开关装置的输出转变为断开(OFF)状态。

图 A.2 驱动力、复位信号、传感器输出和输出信号开关装置输出之间的关系

(传感器的输出和复位相互独立)



说明:

a)——压敏垫或压敏地板的动力源;

b)——驱动力;

d)——传感器的输出;

e)——输出信号开关装置的输出;

t ——时间;

t_r ——响应时间;

A——压敏垫或压敏地板的动力源接通(ON);动力源接通(ON)时传感器输出也接通(ON);

B——由于传感器上无驱动力,输出信号开关装置的输出转变为接通(ON)状态;

C——传感器上有驱动力:传感器输出断开(OFF),输出信号开关装置的输出变为断开(OFF)状态;

G——传感器输出由于传感器上的驱动力被卸除而接通(ON),输出信号开关装置的输出因而转变为接通(ON)状态;

H——压敏垫或压敏地板的动力源断开(OFF);由于传感器输出被断开(OFF),输出信号开关装置的输出转变为断开(OFF)状态。

注:复位由机器控制系统提供,见图1和4.7.2。

图 A.3 驱动力、复位信号、传感器输出和输出信号开关装置输出之间的关系

(无复位)

附 录 B

(资料性附录)

应用注意事项

B.1 一般要求

建议制造商将这些注意事项纳入使用说明书。选择压敏垫或压敏地板时宜制定计划,并纳入 B.2~B.5 的建议。

B.2 安装表面(位置)

表面质量宜符合制造商规定的要求。

示例 1:表面不规则可能会削弱压敏垫或压敏地板的传感器的功能,因此宜降低到可接受的最低水平。

宜考虑传感器的电缆接入点,以确保:

- 控制器处于合适的位置;
- 不因连接电缆而产生绊倒危险;
- 被保护区域内未产生死区。

示例 2:传感器连接电缆接入点毗邻处会有死区。

B.3 传感器尺寸

考虑传感器尺寸时,宜按 ISO 13855 的要求考虑距离危险区的最小距离。

B.4 选择准则

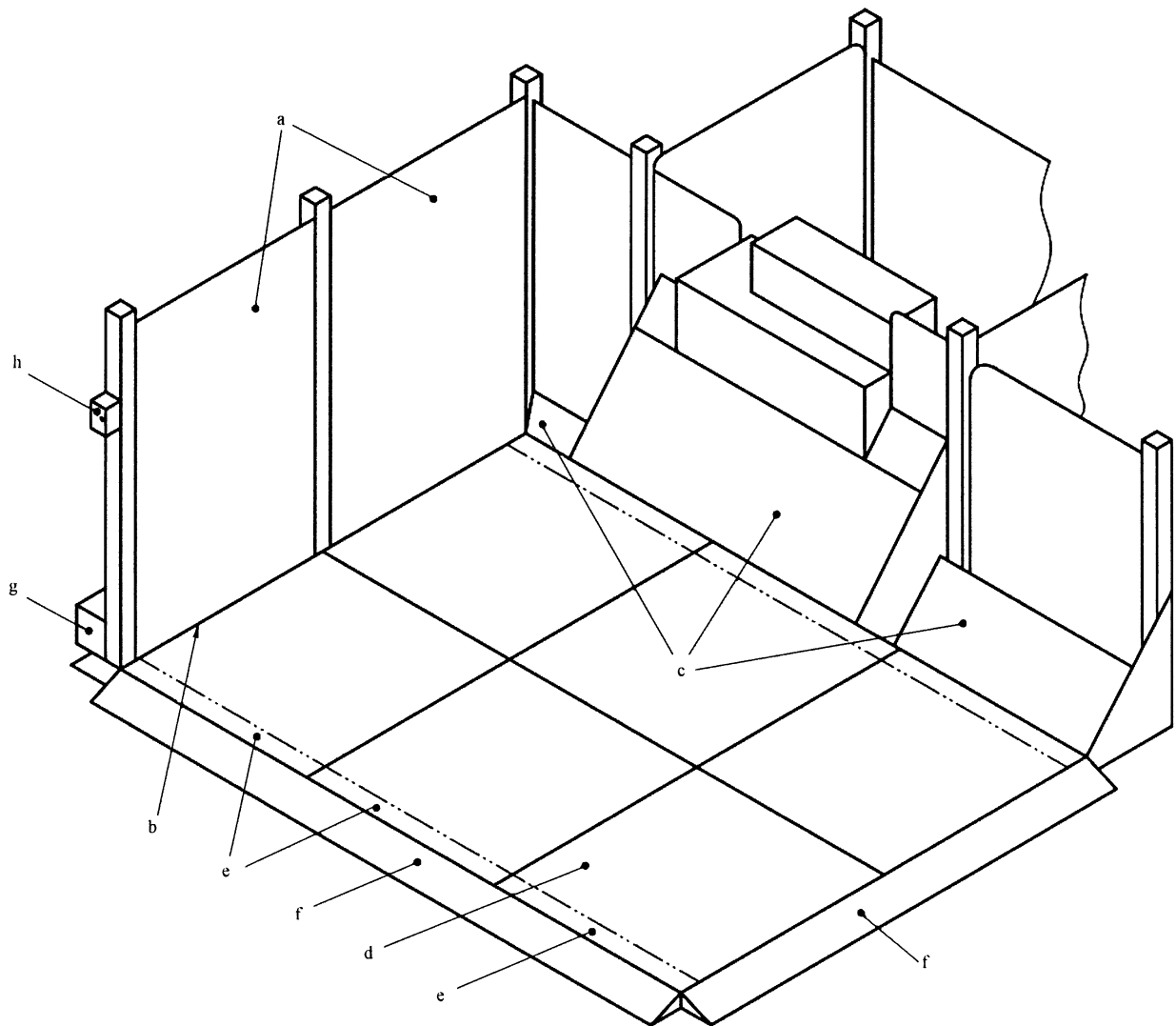
选择系统时宜考虑下列因素:

- a) 压敏垫或压敏地板是否合适,或者是否需要采取额外的措施(如防护装置);
- b) 按照 GB/T 16855.1 和/或相关 C 类标准确定压敏垫或压敏地板控制系统有关安全部件所要求的类别和 PL;
- c) 作为独立装置使用或者与别的设备组合使用;
- d) 组合传感器的能力;
- e) 避免死区;
- f) 工作循环频率和系统寿命;
- g) 输出信号开关装置的开关容量;
- h) 静载荷,如停留在传感器表面的机械部件;
- i) 轮式车辆行驶、制动和转向造成的载荷;
- j) 温度和湿度;
- k) 温度和湿度的快速变化;
- l) 化学品影响,诸如油、溶剂、切削液以及这些液体的组合;
- m) 进水的影响,如清洗和发生泄漏;
- n) 异物的影响,诸如金属屑、尘土和沙子等;

- o) 传感器的附加覆盖物；
- p) 振动、冲击等产生的应力；
- q) 强电磁干扰，如某些类型的焊接设备和无线电收发装置等产生的；
- r) 大负荷切换可能会引起的电源电压波动超出 GB 5226.1 的规定；
- s) 灵敏度水平可能会与本部分的要求有差异；
- t) 复位需求和复位按钮的位置；
- u) 需要专门文字说明、标识和标志；
- v) 传感器的固定。

B.5 设计合理与不合理的安装对比

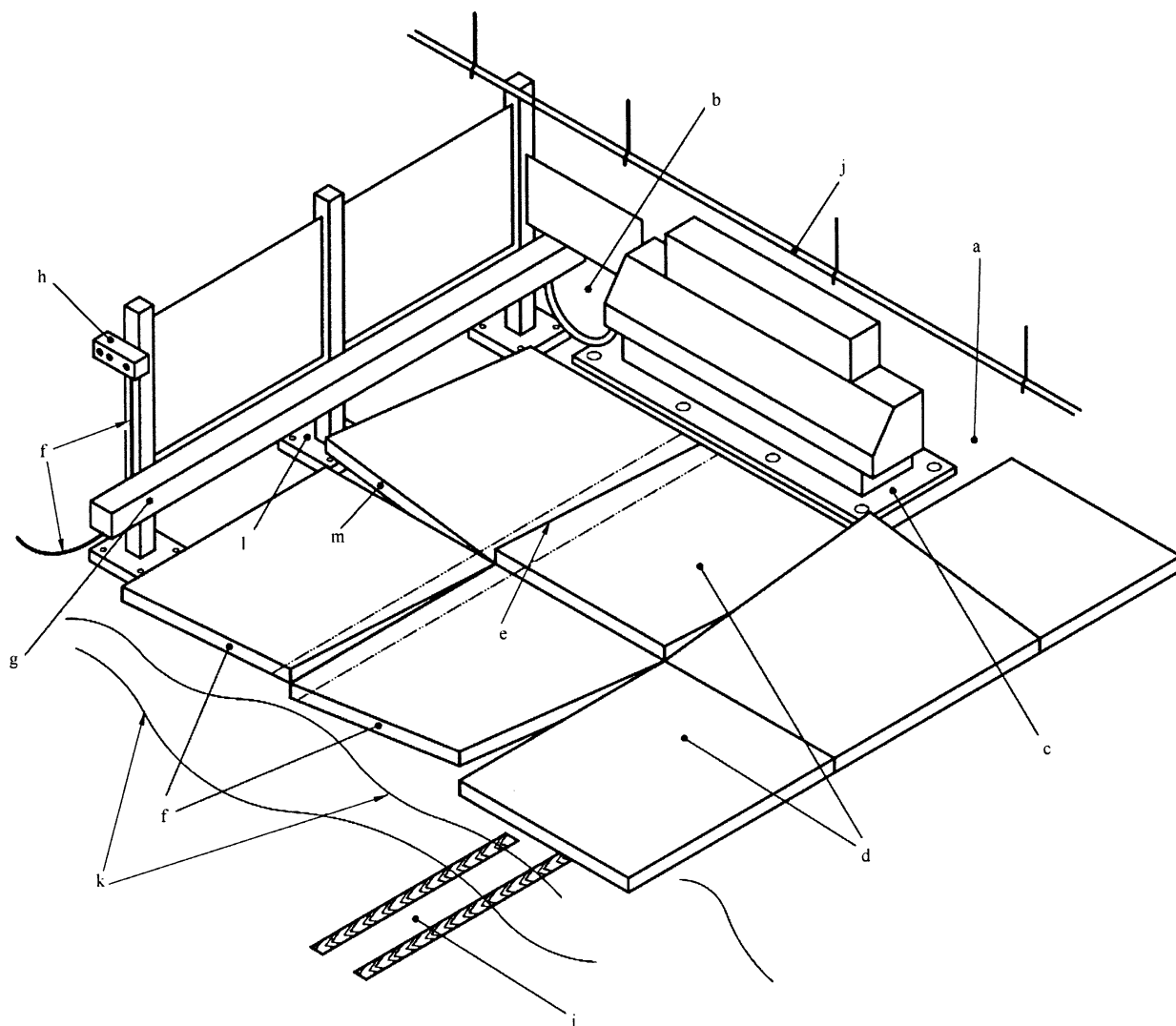
见图 B.1 和图 B.2。



说明：

- a —— 安装附加固定式防护装置，防止进入机械的危险区；
- b —— 固定式防护装置的布局和设计可以杜绝进入固定式防护装置和传感器之间的危险区，固定式防护装置只允许经过传感器进入危险区；
- c —— 倾斜的盖板防止操作者站在有效敏感区侧面和危险区中；
- d —— 正确安装的传感器；
- e —— 传感器的死区位于不削弱保护功能的位置；
- f —— 进入点设置斜坡降低传感器边缘的绊倒危险，斜坡还可保护连接电缆；
- g —— 电缆槽安装在固定式防护装置的外侧；
- h —— 复位按钮位于被充分保护的位置，在此位置危险区完全可见。

图 B.1 设计合理的安装



说明:

- a —— 危险区的固定式防护装置防护不充分;
- b —— 没有从后部对危险区进行防护,而且固定式防护装置太小,可从其上面或下面触及危险区;
- c —— 操作者能够站在危险区内的机器底板上;
- d —— 传感器固定不正确;
- e —— 传感器死区的位置安排不当,操作者就能够触及危险区;
- f —— 传感器暴露的边缘存在绊倒危险,并且没有对拖曳的电缆进行避免机械损伤的防护;
- g —— 电缆槽安装在固定式防护装置的内侧,能够被误用于提供进入危险区的通道途径;
- h —— 控制单元安装在容易遭受损坏的位置,能够遭到过往车辆的机械损伤;
- i —— 传感器不宜安装在交通道上;
- j —— 安装在传感器上方的供应管路可能被误用,可籍此荡过传感器进入到危险区;
- k —— 地面不平整将会降低传感器的功能和预期使用寿命;
- l —— 通过固定式防护装置的底板可进入危险区;
- m —— 传感器没有压紧,存在绊倒危险。

图 B.2 设计不合理的安装

附录 C

(资料性附录)

设计注意事项

C.1 一般要求

本附录给出的注意事项宜作为制造商、用户和检测机构的指南,不符合这些建议不一定意味着产品是不安全的。例如,一个具体的设计问题可能用另外的方式予以解决。

C.2 条件

C.2.1 频繁驱动

设计压敏垫和压敏地板时,宜考虑到它们被用于频繁驱动的场合的实际情况。如果用于生产机械,例如装载一个装置,一年内在同一个地方的预期操作可达三百多万次。对于压敏垫来讲,这将会改变踩脚点的灵敏度。

C.2.2 不频繁驱动

设计压敏垫和压敏地板时,宜考虑到它们也被用于只偶尔驱动的场合的实际情况。此时,(一旦驱动)宜能给出可靠的动作。

C.2.3 传感器电缆

如果使用两条进线和两条出线检测电缆是否损坏,宜将导线连接在接触元件相反的端子上,通过接触元件确保未受损坏。如果接线时互相靠近,且接触元件上有一个开路接头,就会产生安全隐患。

C.2.4 超重载荷

有些情况下,在维护或更换工具过程中,可能有重载荷(如叉车)作用于传感器上。如有这种要求,使用者宜向制造商/供应商明确表明需求。

C.3 压敏垫

C.3.1 概述

压敏垫的传感器通常是由上表面、敏感元件和基座组成的夹层结构。

C.3.2 传感器表面

传感器上表面材料应能承受预期操作负荷。另外,所施加的力不宜导致有效敏感区上方“桥”型永久变形。

传感器上表面宜采用寿命周期内防滑设计。

宜考虑实际应用中上表面可能遇到的液体影响。例如,某些液体可能导致长期剥蚀或膨胀,造成不

安全状态。

C.3.3 传感器性能

传感器的某些部分的敏感性可能比其他部分低,并且也有些部分比其他部分更容易损坏。传感器的周边、引入电缆、管道、光纤或导线的连接点附近以及感测板分离处的敏感度通常会降低。宜考虑规定的驱动力。

宜在易受损坏和较早失效的区域进行寿命试验。这些区域包括电缆入口、引入电缆和传感器之间的连接处以及传感器内部的焊点或其他连接处。

C.3.4 内部气隙

压敏垫传感器内的任何气隙都应保持最小。在使用压敏垫的地方可能会存在的大大小的颗粒物、害虫或液体侵入,均可造成传感器腐蚀或失去其敏感性。

常规检验有时候并不能发现压敏垫表面很小的孔洞。但是,其大小却足以使异物或液体进入压敏垫内部。气隙越大,可进入并形成障碍,使传感器不能被驱动的异物、液体或粉尘就越多。

C.3.5 使用电传感器的压敏垫

有些设计采用了电触板。触板间通常用气隙隔开,表面有力作用时就闭合。触板由弹簧、绝热垫或弹性泡沫分开,产生气隙。宜考虑弹簧、绝热垫、弹性泡沫和触板失效的影响,还宜考虑传感器接头。

对于其他设计结构的电传感器,其输出可随施加的力以线性方式变化。这种线性变化可以是可变电阻、电容或其他效应形式。

宜考虑工作条件下可变部件的长期稳定性以及水或其他化学物质进入的影响。

C.3.6 使用气动传感器的压敏垫

如果力作用于气动传感器的有效敏感区,将会产生一个压力改变的信号。施加作用力和信号输出之间的时间取决于作用力的位置。宜考虑最长的时间。

如果传感器上有孔洞或切口,或者传感器和开关之间的管路破裂,气动传感器(以及气动系统)就丧失了完整性。此类情况下,气动信号就无法传输至控制系统,压敏垫发生危险失效(即不能感测到站在压敏垫上的人员)。

动力源接通后,气动传感器感测不到已在传感器上的人员。

鉴于此原因,气动传感器只可用于只要求较低风险降低的场合。

C.3.7 使用光纤传感器的压敏垫

力作用于光纤传感器的有效敏感区时,通过光纤的光量会发生改变。宜考虑光发射器、探测器和纤维可能发生的长期变化。

在设计阶段,宜注意不得使光线不通过纤维直接从发射器进入探测器。

C.3.8 连接电缆

在实际使用中,可以预见到传感器可能被其连接电缆拉拽移动。因此,连接电缆和传感器之间的接头十分重要,它应能经受突然的和持续的拉拽以及连续弯曲。也可以采用一种简单方法,即使电缆断开且不损坏,并保证处于安全状态。

C.3.9 绊倒危险

相邻水平表面高度差达到 4 mm 或更大时就存在绊倒危险。宜采取措施消除传感器边缘周围的绊倒危险。适合的解决办法是齐地面安装传感器,或使用 20° 的斜坡。设计可组合的传感器宜使它们在组合条件下不产生绊倒危险。宜考虑恶劣条件下寿命的退化。

C.4 压敏地板

C.4.1 概述

压敏地板有一个刚性的、像钢板结构一样的有效敏感区。

C.4.2 传感器表面

传感器上表面材料应能承受预期操作负荷。另外,所施加的力不宜导致有效敏感区上方“桥”型永久变形。

传感器上表面宜采用寿命周期内防滑设计。

宜考虑实际应用中上表面可能遇到的液体影响。例如,某些液体可能导致长期剥蚀或膨胀,造成不安全状态。

C.4.3 传感器表面触点行程的阻塞

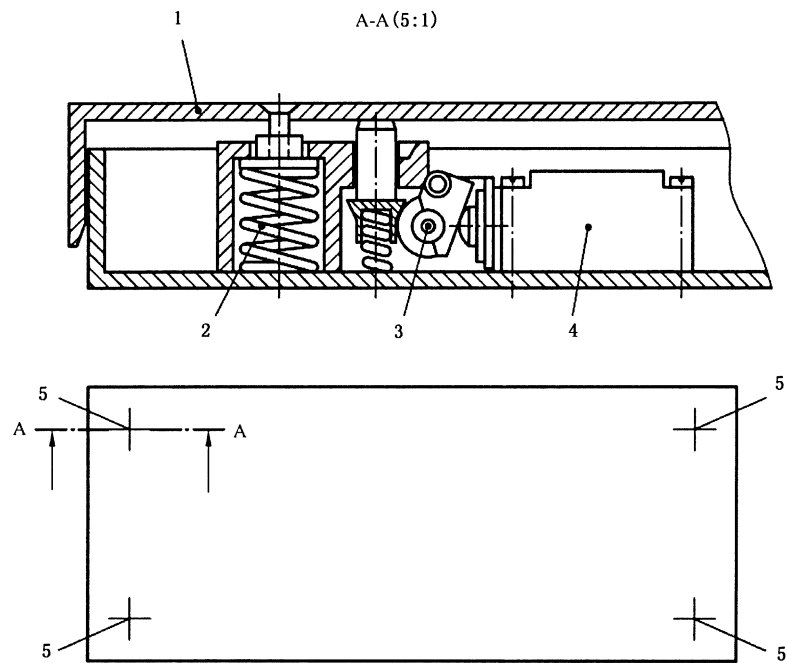
刚性传感器表面的运动可能因下列原因导致阻塞:

- 传感器表面被挤住;
- 异物堆积,如传感器表面下堆积金属屑、尘土和沙子;
- 传感器表面翘曲;
- 腐蚀或结冰导致传感器表面导销卡住。

风险评估时宜考虑刚性传感器表面运动的阻塞。通常,压敏地板只可用于只要求较低风险降低的场合。

C.4.4 位置开关的使用

C.4.4.1 如果将位置开关用于压敏地板,其选型、定位以及与控制系统的集成不宜引起危险失效(见图 C.1)。更多信息也可见 GB 18831。



说明：

- 1——移动刚性传感器表面；
- 2——脚离开刚性表面后，弹簧将传感器表面推回；
- 3——直接机械驱动式位置开关(位置传感器)；
- 4——凸轮将传感器表面的运动传递给位置开关；
- 5——位置开关(位置传感器)。

图 C.1 位置开关的使用

C.4.4.2 以下原因可造成压敏地板中使用的位置开关失效：

- 位置开关由于化学物质影响腐蚀；
- 位置开关由于不常使用卡住；
- 凸轮操作系统：凸轮过度磨损或未对准；
- 位置开关与支架松动，造成未对准。

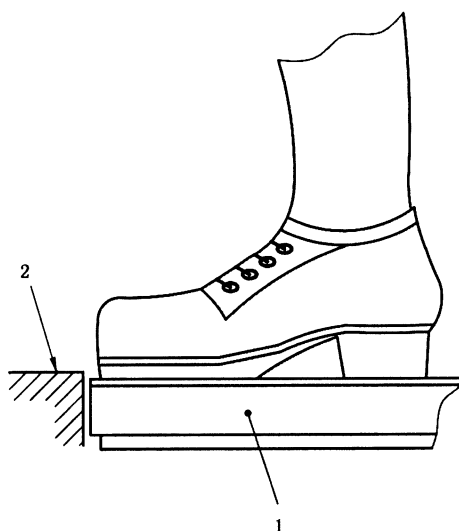
风险评估时宜考虑位置开关的失效。通常，压敏地板只可用于只要求较低风险降低的场合。

C.4.5 连接电缆

连接电缆的安装宜不产生绊倒危险或死区，且不会被损坏。

C.4.6 绊倒危险

相邻水平表面高度差达到 4 mm 或更大时就存在绊倒危险。宜采取措施消除传感器边缘周围的绊倒危险。适合的解决办法是齐地面安装传感器，或使用 20° 的斜坡。设计可组合的传感器宜使它们在组合条件下不产生绊倒危险。宜考虑恶劣条件下寿命的退化。传感器表面的移动不应大到在它和周围固定表面之间产生绊倒危险(见图 C.2)。



说明：

1——传感器表面；

2——相邻水平表面。

图 C.2 绊倒

C.4.7 传感器表面的移除

压敏地板的设计宜使得移除传感器表面时不会产生危险失效。

需要采用另一个装置检测传感器表面的移除(图 C.1 未给出图示)。

附 录 D
(资料性附录)
安装、调试和试验

D.1 概述

这些注意事项是对制造商和使用者提出的安装、调试、安装后试验和常规试验的建议。

宜将压敏垫和压敏地板的安装、维修和试验的所有信息提供给使用者。宜给出包括固定、润滑、常规试验、机械和电气部件更换的建议。也宜向使用者提供检测压敏垫或压敏地板是否在其技术规范内运行的适当试验程序或系统。

D.2 安装

D.2.1 为保证正确安装,宜提供关于具体应用的机械和电气要求以及必要的安装图。

D.2.2 制造商宜规定安装压敏垫或压敏地板所要求的技术知识和专门技能。

D.2.3 宜描述安装完成后进行的试验的测试和检验方法。

D.3 调试

D.3.1 调试包括由培训合格的人员进行的检验和试验。

D.3.2 宜记录检验和试验的结果,该记录的副本宜由使用者保存。

D.3.3 调试期间,尤其应进行以下检查:

- a) 检查安装表面和环境条件是否适合所用压敏垫或压敏地板;
- b) 检查最小距离是否符合 ISO 13855 的要求;
- c) 检验传感器是否被牢固固定,不会产生绊倒危险;
- d) 确保任何“死区”都不会提供进入危险区的途径;
- e) 检查断开压敏垫或压敏地板的动力源是否阻止机器继续运行,在动力恢复和操作复位装置前,机器宜不能被重新启动;
- f) 检查驱动力作用于有效敏感区时是否能阻止危险运动;
- g) 确保在必要的地方提供了附加的安全防护装置,以防止从压敏垫或压敏地板未能保护的任何方向进入机械的危险部分;
- h) 检查是否能防止人员出现在危险区和传感器之间,如果不能做到这一点,检查是否采用了进一步的安全措施;
- i) 检查所有的指示灯是否正确运行;
- j) 检查压敏垫或压敏地板在整个有效敏感区的敏感度;
- k) 由于机器所要求的充分安全取决于机器和其防护装置之间接口的安全完整性,确保类别和/或 PL 与根据 C 类标准或通过风险评估,并与按照 GB/T 16855.1 得出的类别和/或 PL 一致,从而保证机器控制回路和与安全防护装置的连接符合机器控制器制造商和压敏保护装置制造商之间商定的接口连接;
- l) 如果提供了噪声抑制,确保只在机器预定操作期间某一段时间进行,例如,不存在危险的循环期间(见 GB/T 16855.1,噪声抑制功能设计也可见 GB/T 29483)。

D.4 定期检查和测试

D.4.1 建议由有资质并且能胜任的人员定期进行检查、检验和试验程序。压敏垫和压敏地板制造商宜根据实际使用经验给出检验频率。

D.4.2 宜重复 D.3.3 中规定的检查。

D.4.3 定期检验过程中,检查系统未被改造,且未发生会影响系统整体安全性的变化(如刹车片磨损)。

D.4.4 检查所有控制装置外壳是否关闭并处于良好状态,且只有用钥匙或工具才能打开。检查钥匙是否取出并交给指定人员保管。

如果压敏垫或压敏地板未能通过上述任何一项试验,宜隔离该设备,报告并记录该情况。压敏垫或压敏地板只有在清除所有的故障后才能重新调试。

D.5 维护后的试验

进行维护后,宜按 D.4 的规定全面检查该系统。宜特别注意那些更换或修理过的部件的功能。

参 考 文 献

- [1] GB/T 1251.3 人类工效学 险情和信息的视听信号体系
 - [2] GB/T 3766 液压系统通用技术条件
 - [3] GB/T 4025 人机界面标志标识的基本和安全规则 指示器和操作器件的编码规则
 - [4] GB/T 5703 用于技术设计的人体测量基础项目
 - [5] GB/T 7932 气动系统通用技术条件
 - [6] GB/T 8196 机械安全 防护装置 固定式和活动式防护装置设计与制造一般要求
 - [7] GB/T 12265.3 机械安全 避免人体各部位挤压的最小间距
 - [8] GB/T 16655—2008 机械安全 集成制造系统 基本要求
 - [9] GB/T 17888.2—2008 机械安全 进入机械的固定设施 第2部分:工作平台和通道
 - [10] GB/T 18209.1 机械电气安全 指示、标志和操作 第1部分:关于视觉、听觉和触觉信号的要求
 - [11] GB/T 18209.2 机械电气安全 指示、标志和操作 第2部分:标志要求
 - [12] GB 18831 机械安全 带防护装置的联锁装置 设计和选择原则
 - [13] GB/T 19436.1 机械电气安全 电敏防护设备 第1部分:一般要求和试验
 - [14] GB/T 23821 机械安全 防止上下肢触及危险区的安全距离
 - [15] GB/T 29483 机械电气安全 检测人体存在的保护设备应用
-