



中华人民共和国国家标准

GB/T 17454.3—2017/ISO 13856-3:2013
代替 GB/T 17454.3—2008

机械安全 压敏保护装置 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

Safety of machinery—Pressure-sensitive protective devices—
Part 3: General principles for design and testing of pressure-sensitive bumpers,
plates, wires and similar devices

(ISO 13856-3:2013, 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	I
引言	II
1 范围	1
2 规范性引用文件	1
3 术语和定义	3
4 设计和试验要求	7
4.1 概述	7
4.2 基本要求	7
4.3 压敏缓冲器的特殊要求	13
4.4 压敏板的特殊要求	14
4.5 压敏线(绊网)的特殊要求	14
5 标识	15
5.1 一般要求	15
5.2 标牌	15
5.3 控制单元的标识	15
5.4 传感器的标识	15
6 选型信息和使用信息	15
6.1 一般要求	15
6.2 用于压敏保护装置正确选型的基本数据	15
6.3 使用信息	16
7 要求的验证	18
7.1 适用于本部分的所有压敏保护装置的要求的验证	18
7.2 验证仅针对压敏缓冲器的要求	27
7.3 验证仅针对压敏板的要求	28
7.4 验证仅针对压敏线的要求	28
7.5 其他试验	28
附录 A (规范性附录) 带和不带复位功能的压敏缓冲器、压敏板、压敏线和类似装置的时序图	29
附录 B (资料性附录) 关于装置特征的说明性注释和建议	33
附录 C (资料性附录) 设计指南	35
附录 D (资料性附录) 应用指南	43
附录 E (资料性附录) 调试和检查	46
参考文献	48

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 3 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 17454.3—2008《机械安全 压敏保护装置 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》。与 GB/T 17454.3—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 4.2.15, 2008 年版的 4.2.15)；
- 对控制系统增加了性能等级(PL)的试验(见 7.1.16, 2008 年版的 7.1.16)。

本部分使用翻译法等同采用 ISO 13856-3:2013《机械安全 压敏保护装置 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》(英文版)。

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 2423.5—1995 电工电子产品环境试验 第 2 部分：试验方法 试验 Ea 和导则：冲击(idt IEC 68-2-27:1987)；
- 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 3766—2015 液压传动 系统及其元件的通用规则和安全要求(ISO 4413:2010, MOD)；
- GB/T 4208—2008 外壳防护等级(IP 代码)(IEC 60529:2001, 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 7932—2003 气动系统通用技术条件(ISO 4414:1998, IDT)；
- GB/T 14048.5—2008 低压开关设备和控制设备 第 5-1 部分：控制电路电器和开关元件 机电式控制电路电器(IEC 60947-5-1:2003, MOD)；
- 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 17454.3—2017/ISO 13856-3:2013

- 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 17626.6—2008 电磁兼容 试验和测量技术 射频场感应的传导骚扰抗扰度(IEC 61000-4-6: 2006, 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)。

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。

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

本部分主要起草人:史传明、张晓飞、赵钦志、宁燕、居荣华、张天强、褚卫中、朱斌、罗广、程红兵、付卉青、陶辉、刘治永、刘霞、孙雪峰。

本部分所代替标准的历次版本发布情况为:

- GB/T 17454.3—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/T 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。如果压敏装置被驱动,它们通过接口和机器控制器相连接,以确保机器回复到安全状态。

本部分仅限用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(如有)表明适用时,就可采用压敏保护装置。

本部分未规定与任何特定应用相关的压敏装置有效敏感区的尺寸和结构。但是,要求任何安全防护装置制造商提供足够信息,以便使用者(即机械制造商和/或使用者)对充分安排作出规定。

本部分规定的压敏保护装置驱动力是以本部分发布时可获得的信息为基础的。需要一直对此类驱动力进行复核,由此就可以考虑进一步研究得出的在不造成重大伤害情况下能够施加在人体上的力。虽然这些力能够提供压敏装置设计和试验的实用方法,但并不是在所有应用中都能防止伤害。规定某一特定装置或应用的驱动力时,宜考虑诸多因素,包括接触面积、接触速度、使用的材质以及受影响的人体部位。

机械安全 压敏保护装置

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

1 范围

GB/T 17454 的本部分给出了 GB/T 17454.1 或 GB/T 17454.2 没有规定的带或不带外部复位装置的压敏保护装置的一般规则和要求。这些压敏保护装置中的大多数是针对特定应用定制生产的,不能以“标准现货供应”的形式提供。

本部分也给出了以下压敏保护装置的具体要求:

- a) 压敏缓冲器;
- b) 压敏板;
- c) 压敏线(触发线)。

本部分针对的是压敏装置的安全性和可靠性设计问题,而非具体应用中的适用性。

注1: 安全性和可靠性之间的关系见 GB/T 16855.1—2008 的 4.2。

注2: 机械制造商和/或使用有责任根据风险评估安装适合的保护装置。

本部分不适用于:

- 规定与任何具体应用相关的压敏保护装置尺寸;
- 用于正常运行的符合 GB 5226.1 的停止装置,包括紧急停机。

注3: 具体应用的特殊要求预定由相关的 C 类标准规定(见 GB/T 15706 及引言)。

如果压敏保护装置用于老年人、残疾人或儿童容易接近的地方,还需提出附加要求。

注4: 尽管已经给出了装置的抗电磁干扰要求,但并不能够覆盖电磁兼容(EMC)的所有要求。

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 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 14048.14—2006 低压开关设备和控制设备 第5-5部分:控制电路电器和开关元件 具有机械锁闭功能的电气紧急制动装置(IEC 60947-5-5:1997, 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)

GB/T 16935.1—2008 低压系统内设备的绝缘配合 第1部分:原理、要求和试验(IEC 60664-1:2007, 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)

ISO 4413 液压传动 系统及其元件的通用规则和安全要求(Pneumatic fluid power—General rules and safety requirements for systems and their components)

ISO 4414 气动系统 系统及其元件的通用规则和安全要求(Pneumatic fluid power—General rules and safety requirements for systems and their components)

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]

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 60068-2-27 环境试验 第2-27部分:试验方法 试验Ea和导则:冲击(Environmental testing—Part 2-27: Tests—Test Ea and guidance: Shock)

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 60947-5-1 低压开关设备和控制设备 第5-1部分:控制电路电器和开关元件 机电式控制电路电器(Low-voltage switchgear and controlgear—Part 5-1: Control circuit devices and switching elements—Electromechanical control circuit devices)

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 measurement 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 61000-4-6 电磁兼容(EMC) 第4-6部分:试验和测量技术 射频场感应的传导骚扰抗扰度[Electromagnetic compatibility (EMC)—Part 4-6: Testing and measurement techniques—Immunity to conducted disturbances, induced by radio-frequency fields]

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[Electromagnetic compatibility (EMC)—Part 6-2: Generic standards—Immunity for industrial environments]

IEC 61439-1:2009 低压成套开关设备和控制设备 第1部分:总则(Low-voltage switchgear and controlgear assemblies—Part 1: General rules)

3 术语和定义

GB/T 15706 界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

3.1

压敏保护装置 pressure-sensitive protective device

预定用于感测人体或人体部位接触的“机械驱动脱扣”类敏感保护装置,也可以用作阻挡装置。

注 1: 压敏保护装置的组成包括传感器,当压力作用于其部分外表面时会产生信号;以及控制单元,响应传感器的信号并输出信号到机器控制系统。

注 2: 压敏保护装置既能用作断开装置,也能用作 GB/T 15706—2012 中定义 3.28.5 注释中所述存在感应装置。存在感应装置另见 4.2.6.2。

注 3: 敏感保护设备和阻挡装置的定义分别见 GB/T 15706—2012 中定义 3.28.5 和 3.29。

3.1.1

压敏缓冲器 pressure-sensitive bumper

带有传感器(3.3)的压敏保护装置(3.1),其特征是截面贯穿规则或不规则的压敏区;横截面的宽度通常大于 80 mm;以及有效敏感区(3.10)局部变形或整体移动。

3.1.2

压敏板 pressure-sensitive plate

带有传感器(3.3)的压敏保护装置(3.1),其特征是有效敏感区(3.10)通常是平的,但并不要求必须是平的;有效敏感区的宽度通常大于 80 mm;以及有效敏感区整体移动。

注: 参见图 C.5。

3.1.3

压敏线 pressure-sensitive wire

带有传感器(3.3)的压敏保护装置(3.1),其特征是线、绳或电缆保持拉紧,且感测到张紧力变化时发出输出信号。

3.2

存在感应装置 pressure-sensing device; PSD

敏感保护设备,产生能够感测人体部分或整个人体存在的感应场、感应区或感应面。

注 1: 压敏保护装置既能用作断开装置,也能用作 GB/T 15706—2012 中定义 3.28.5 注释中所述存在感应装置。

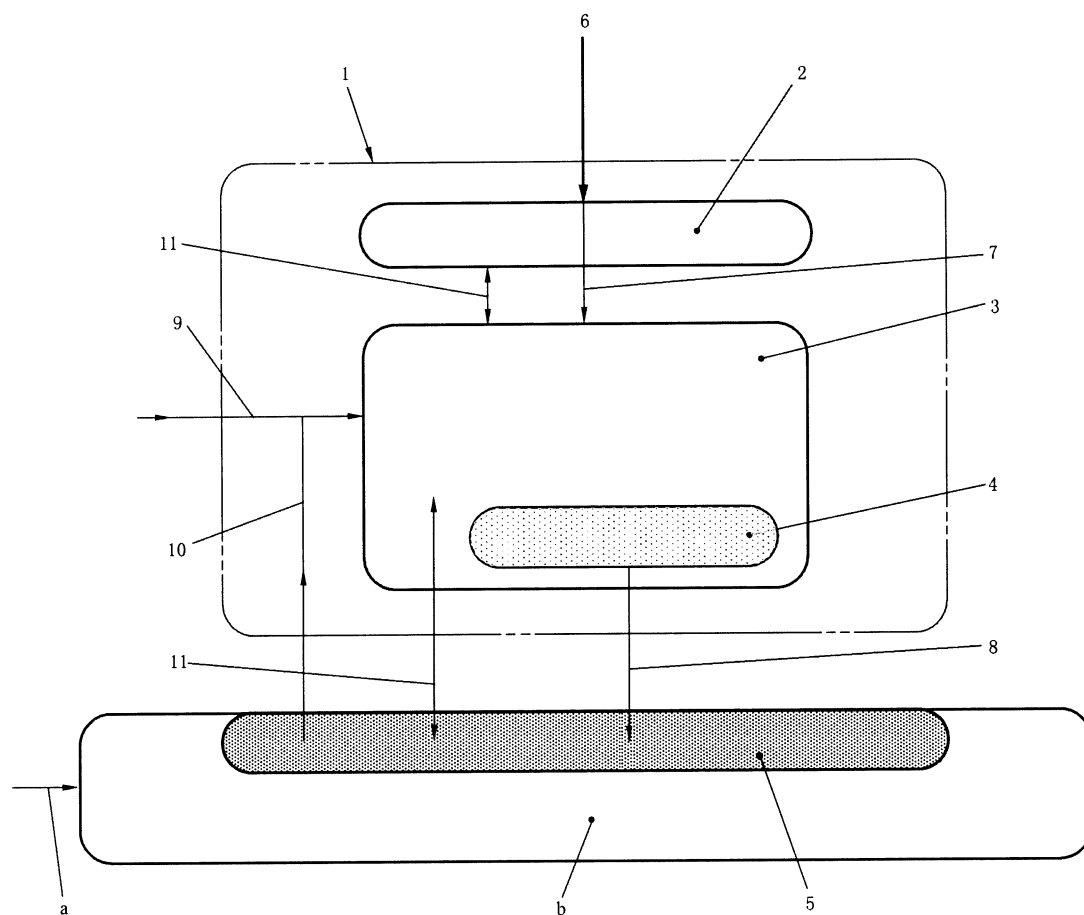
注 2: 也可见 4.2.6.2。

3.3

传感器 sensor

压敏保护装置(3.1)的组成部分,对施加在其表面足够的压力产生响应信号。

注: 此定义与控制单元(3.4)的定义一起涵盖了压敏保护装置的功能部件。这些功能可集成在单个装置中或者包含在任何数量的单独装置中。见图 1。



说明：

- 1 —— 压敏保护装置；
 - 2 —— 传感器；
 - 3 —— 控制单元*；
 - 4 —— 输出信号开关装置；
 - 5 —— 用于压敏保护装置输出信号处理的机器控制系统组成部分；
 - 6 —— 驱动力；
 - 7 —— 传感器输出；
 - 8 —— 接通(ON)状态/断开(OFF)状态信号；
 - 9 —— 手动复位信号**；
 - 10 —— 来自机器控制系统的复位信号(根据具体情况)；
 - 11 —— 监测信号(可选)；
 - a —— 去机器控制系统的手动复位信号***；
 - b —— 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,例如逻辑单元。
- ** 根据具体情况,可以用来替代 a。
- *** 根据具体情况,可以用来替代 9。

图 1 机器用压敏保护装置的系统原理图

3.4

控制单元 control unit

压敏保护装置(3.1)的组成部分,响应传感器(3.3)状态并产生输出信号给机器控制系统。

注:此定义与传感器(3.3)的定义一起涵盖了压敏保护装置的功能部件。这些功能可集成在单个装置中或者包含在任何数量的单独装置中。见图 1。

3.5

输出信号开关装置 output signal switching device

压敏保护装置(3.1)控制单元(3.4)的部件,与机器控制系统相连并传送输出信号。

3.6

接通(ON)状态 ON state

输出信号开关装置(3.5)输出回路接通并允许电流或流体流动的状态。

3.7

断开(OFF)状态 OFF state

输出信号开关装置(3.5)的输出回路断开并中断电流或流体流动的状态。

3.8

驱动力 actuating force

任何作用于传感器(3.3)并能使输出信号开关装置(3.5)变为断开(OFF)状态(3.7)的力。

3.9

接近速度 approach speed

人体部位与传感器(3.3)表面接触时的相对速度。

3.10

有效敏感区 effective sensing surface

制造商规定的传感器(3.3)或传感器组合的一部分,施加驱动力(3.8)会在输出信号开关装置(3.5)内产生断开(OFF)状态(3.7)。

3.11

有效敏感方向 effective sensing direction(s)

驱动力(3.8)的方向,传感器(3.3)在此方向上被驱动。

3.12

死区 dead zone

传感器(3.3)表面有效敏感区(3.10)以外的部分。

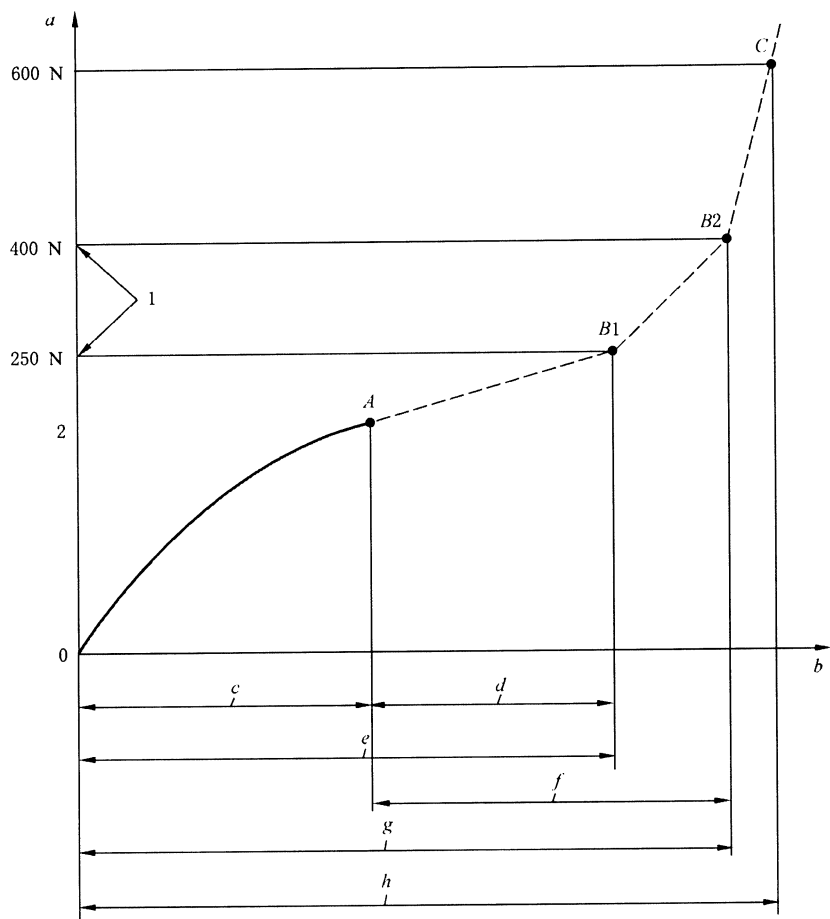
3.13

驱动行程 actuating travel

规定条件下,指定物体沿所施加驱动力(3.8)方向行进的距离。此距离从物体接触有效敏感区(3.10)的点开始测量,到输出信号开关装置(3.5)变为断开(OFF)状态(3.7)时的点结束。

注 1: 见图 2。

注 2: 驱动行程区别于预行程。预行程是与压敏边或压敏棒有关的术语(见 GB/T 17454.2),表示的是垂直于参考轴方向上的行程;驱动行程是沿作用力方向上的行程。



- 说明：
- A —— 最大操作速度时的驱动点和驱动力；
 - B —— 操作速度 ≤ 10 mm/s 时，作用力 250 N(B1)或 400 N(B2)对应的力-行程点；
 - C —— 操作速度 ≤ 10 mm/s 时，作用力 600 N 对应的力-行程点；
 - 1 —— 参考力；
 - 2 —— 最小驱动力；
 - a —— 力，单位为牛顿(N)；
 - b —— 行程，单位为毫米(mm)；
 - c —— 驱动行程；
 - d —— 250 N 时的超行程；
 - e —— 250 N 时的工作行程；
 - f —— 400 N 时的超行程；
 - g —— 400 N 时的工作行程；
 - h —— 总行程。

图 2 力-行程关系图示例

3.14

工作行程 working travel

规定条件下，指定物体沿所施加驱动力(3.8)方向行进的距离。此距离从物体接触有效敏感区(3.10)的点开始测量，到物体的受力达到规定值的点结束。

注：见图 2 和附录 B。

3.15

超行程 overtravel

在相同条件下,用同一物体测得的工作行程(3.14)和驱动行程(3.13)的差值。

注:见图 2。

3.16

力-行程的关系 force-travel relationship

作用力与工作中的压敏保护装置(3.1)行进的距离之间的关系。

注:见图 2。

3.17

复位 reset

在满足一定条件时,允许输出信号开关装置(3.5)接通(ON)状态(3.6)的功能。

3.18

安装方向 mounting orientations

传感器(3.3)在空间内的定向。

3.19

总行程 total travel

在驱动力(3.8)方向上测量的,从与有效敏感区接触位置开始,至其不再有明显变形位置终止,压敏保护装置(3.1)的有效敏感区(3.10)的位移或变形。

4 设计和试验要求

4.1 概述

本部分所包含的压敏保护装置大多数是为具体应用而制造的。需要时,装置制造商和机器制造商应根据风险评估就实际应用的具体要求达成一致,并规定应用的基本力-行程数据。

压敏保护装置的尺寸和定位应使传感器能通过接触来感测人员或人体部位处于危险状态或接近危险区域。

通常,压敏保护装置有如下两类应用:

- a) 用于停止远离传感器的机器危险部件。在此应用中,传感器与机器运动部件之间的距离应能在人体任何部位到达危险区之前使得机器停止。此距离应根据 GB/T 19876 给出的原理计算得出。示例参见 C.4.2。
- b) 传感器安装在机器危险部件上或邻近机器危险部件,以便机器在传感器驱动后且伤害发生前停止或返回到安全位置。示例参见 C.3.10。

以下基本要求适用于本部分包含的所有压敏保护装置。以下还给出了压敏缓冲器、压敏板和压敏线的附加具体要求。4.3~4.5 中的具体要求优先于 4.2 中给出的基本要求。

4.2 基本要求

4.2.1 驱动力

试验方法见 7.1.1 和 7.1.5。

按以下条件施加驱动力时,引起输出信号开关装置变为断开(OFF)状态必需的最小驱动力不应超过表 2 中规定的值:

- 沿参考方向施加;
- 作用于整个有效敏感区;

- 以相关的接近速度施加；
- 传感器在安装方向时施加；
- 用相应的试件施加；或
- 在温度范围内施加。

上述条件是压敏保护装置制造商规定的，或者是由压敏保护装置制造商与机器制造商协商同意的。对于传感器的具体应用和设计，最小驱动力可低于表 2 规定的值。引起压敏线控制单元变为断开(OFF)状态所必需的最小驱动力见 4.5.3。

注 1：正确的风险评估能够揭示具体应用需要考虑的人体部位，从而选用相应的试件。

注 2：本章中规定的力主要用于评价压敏保护装置的性能。不宜认为这些力在所有应用中都是安全的(指南参见引言和附录 C)。

注 3：某些应用，例如，用于保护脖子，可能需要灵敏度更高的装置，即驱动力低于表 2 中的值。

4.2.2 驱动行程

试验方法见 7.1.1 和 7.1.6。

驱动行程不应大于压敏保护装置制造商规定的值。对于专为具体应用制造的装置，驱动行程应适合于具体的应用(有关专用装置力-行程关系的建议参见附录 B)。

4.2.3 超行程

试验方法见 7.1.1 和 7.1.7。

超行程不应小于压敏保护装置制造商规定的值。对于专为具体应用制造的装置，超行程应适合于具体的应用(有关专用装置的力-行程关系建议参见附录 B)。

4.2.4 接近速度

试验方法见 7.1.1、7.1.5、7.1.6 和 7.1.7。

当传感器以压敏保护装置制造商规定的可预见的接近速度被驱动时，传感器应能使输出信号开关装置变为断开(OFF)状态。对于专为具体应用而制造的装置，接近速度应适合于具体的应用。

4.2.5 动作次数

试验方法见 7.1.1 和 7.1.8。

经过装置制造商规定的动作次数后，压敏保护装置应在正常状态继续工作且传感器应无明显的损坏痕迹。对于专为具体应用制造的装置，动作次数应适合于该应用。

4.2.6 输出信号开关装置对驱动力的响应

4.2.6.1 施加驱动力时，传感器输出保持在改变后状态的系统

试验方法见 7.1.1 和 7.1.9。

当驱动力已作用于传感器敏感区时，传感器输出应改变状态，从而使输出信号开关装置从接通(ON)状态变为断开(OFF)状态。传感器输出状态的改变是施加驱动力的直接作用，并且只要有驱动力作用，传感器新的输出状态就应一直保持。

只有在以下情况下，输出信号开关装置才回复到接通(ON)状态：

- 对于带复位装置的系统，卸除驱动力且施加复位信号(见图 A.1 和图 A.2)，或
- 对于不带复位装置的系统，卸除驱动力(见图 A.3)。

4.2.6.2 驱动力保持时,传感器输出不保持改变后状态的系统

试验方法见 7.1.1 和 7.1.9。

驱动力已作用于传感器的敏感区时,传感器应发出信号,从而使输出信号开关装置从接通(ON)状态变为断开(OFF)状态。只有施加复位信号或采取附加保护措施(如:危险运动的自动反向)保证无危险时,输出信号开关装置才应回复接通(ON)状态。此类附加保护措施应在使用信息中声明,见 6.3.1a)。

某些装置需要附加保护措施:见图 A.4、C.3.6 和 C.3.7。

不能作为经验证的元件的某些装置,如空气脉冲传感器,应符合 GB/T 16855.1—2008 cat.2 的要求。

4.2.6.3 复位功能

试验方法见 7.1.1 和 7.1.10。

压敏保护装置的复位功能应满足 GB/T 16855.1—2008 中 6.2.2 的一般要求以及本部分附录 A 的功能性要求。

为了复位压敏保护装置的启动联锁或重新启动联锁,复位信号应:

- 直接施加在压敏保护装置的控制单元上,或者
- 通过机器控制系统施加。

如果提供了手动复位,手动复位应按照图 A.1、图 A.2 以及 GB/T 16855.1—2008 的 5.2 实现其功能。

4.2.7 环境条件

4.2.7.1 正常工作的要求

试验方法见 7.1.1 和 7.1.11。

在制造商规定的环境条件下,压敏保护装置应按照 4.2.7 给出的要求连续正常工作。在这些条件下,只要满足以下条件,压敏保护装置就能实现正常工作:

- 无驱动力作用时,输出信号开关装置保持在接通(ON)状态;
- 有驱动力作用时,接通(ON)状态变为断开(OFF)状态。

4.2.7.2 温度

试验方法见 7.1.1 和 7.1.11.3。

系统至少应在 5℃~40℃ 的温度范围内继续正常工作。如果制造商规定压敏保护装置适用于更大的温度范围,则压敏保护装置应在规定的整个温度范围内继续正常工作。

4.2.7.3 湿度

试验方法见 7.1.1 和 7.1.11.4。

所有设备都应满足制造商规定的湿度要求。

仅电气设备而言,在温度为 40℃,相对湿度为 93% 的条件下贮存 4 天后,系统应继续正常工作且保持电气绝缘的完整性。

4.2.7.4 电磁兼容性

试验方法见 7.1.1 和 7.1.11.5。

如果压敏保护装置会受到电磁发射的影响,在 IEC 61000-6-2 和表 5 中给出的条件下,压敏保护装

置应继续正常工作。制造商可以按照压敏保护装置继续正常工作要求的更高保护水平设计,并相应作出声明。如果保持压敏装置在特定应用中的安全工作要求更高的保护水平,则应提供相应的保护水平。

4.2.7.5 振动

试验方法见 7.1.1 和 7.1.11.6。

按照 IEC 60068-2-6,在以下振动条件下,压敏保护装置应继续正常工作且不被驱动:

——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。

经过此振动试验后,压敏保护装置应继续正常工作。

4.2.8 动力源变化

4.2.8.1 一般要求

试验方法见 7.1.1 和 7.1.12。

按照 4.2.7.1 的规定,压敏保护装置受到 4.2.8.2 和 4.2.8.3 所规定动力源变化的影响时,应继续正常工作。

4.2.8.2 电源变化

试验方法见 7.1.1 和 7.1.12.2。

压敏保护装置应满足 GB 5226.1—2008 中 4.3 的电源变化要求。

4.2.8.3 非电动力源变化

试验方法见 7.1.1 和 7.1.12.3。

按照 4.2.7.1 的规定,在受到制造商规定的非电动力源变化时,液压系统按 ISO 4413 的相关要求,气动系统按 ISO 4414 的相关要求,压敏保护装置应能继续正常工作。

如果动力源没有配备过压保护装置,超出规定范围的过压变化不应导致危险失效。

超出规定范围的动力源变化不应导致危险失效。

4.2.9 电气设备

4.2.9.1 一般要求

试验方法见 7.1.1 和 7.1.13.1。

压敏保护装置的电气设备(元件)应:

——符合现行的国家标准或国际标准;

——适合预定使用,且

——在规定额定值内工作。

4.2.9.2 抗电击保护

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

4.2.9.3 过电流保护

应按照 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。

4.2.9.4 机电装置

机电控制单元和输出信号开关装置应满足 IEC 60947-5-1 的相关要求。

4.2.9.5 污染等级

电气设备应满足 IEC 61439-1:2009 中 7.1.3 规定的污染等级 2 级的要求。

4.2.9.6 电气间隙、爬电距离

电气设备的设计和结构应符合 IEC 61439-1:2009 中 8.3 和 10.4 的规定。

4.2.9.7 布线

电气设备布线应按照 IEC 61439-1:2009 中 11.10 的规定。

4.2.10 液压设备

试验方法见 7.1.1 和 7.1.13.2。

液压设备应满足 ISO 4413 和 ISO 13849-2 的相关要求。

4.2.11 气动设备

试验方法见 7.1.1 和 7.1.13.3。

气动设备应满足 ISO 4414 和 ISO 13849-2 的相关要求。

4.2.12 机械设备

试验方法见 7.1.1 和 7.1.13.4。

机械设备应满足 GB/T 15706—2012 的 6.3.3 和 ISO 13849-2 关于压敏保护装置的要求。

4.2.13 外壳

试验方法见 7.1.1 和 7.1.14。

4.2.13.1 传感器

传感器应适用于特殊环境,例如潮湿或粉尘的环境。应按照 IEC 60529 的防护等级指定传感器。包含电气元件的传感器部件的外壳应至少满足 IP 54 的要求。如果制造商规定传感器可以浸入水中,则传感器的外壳应至少满足 IP 67 的要求。

4.2.13.2 控制单元和输出信号开关装置

控制单元和任何外部输出信号开关装置的外壳应至少满足 IP 54 的要求。如果控制单元和输出信号开关装置设计用于安装在另一控制设备的外壳中,该外壳应满足与此应用相关的保护标准的要求。此类情况下,控制单元和输出信号开关装置应至少满足 IP 2X 的要求。

4.2.14 进入

试验方法见 7.1.1 和 7.1.15。

需要时,应只有借助于钥匙或工具才能进入压敏保护装置的内部。

4.2.15 SRP/CS 符合 GB/T 16855.1 的性能等级(PL)和类别

4.2.15.1 本部分的压敏保护装置应满足对其所规定和标记的 PL 和类别的要求。PL 和类别的规定见

GB/T 16855.1。

试验方法见 7.1.1 和 7.1.16。

4.2.15.2 本部分的压敏保护装置应至少满足 GB/T 16855.1 规定的 PL c 的要求以及本部分的要求。

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。

4.2.15.3 应通过试验确定传感器的 B_{10d} 值。应采用试验计划的形式记录试验结果。记录内容宜至少包括:

- 传感器类型;
- 测量点;
- 温度(环境);
- 工作电压和工作电流;
- 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: B_{10d} 值由制造商确定。

4.2.15.4 如果压敏保护装置符合 3 类 SRP/CS,其结构可能偏离 GB/T 16855.1—2008 的 6.2 中的指定架构。

应在使用说明书中列出故障排除并进行解释。不应作出由于压敏保护装置合理可预见的误用而不容许的故障排除。

如果将故障排除用于确定 PL,则确定 PL 时就不需要计算或包含诊断覆盖率。在上述条件下,可获得较高的平均危险失效时间(MTTF_d)预期,从而达到 PLd。

4.2.16 调节

试验方法见 7.1.1 和 7.1.17。

压敏保护装置不应设置手动调节手段。如果调试或维修期间不得不进行调节,制造商应提供说明书,使所做的调节满足本部分的要求。还应作出安排,检查此类调节是否正确进行。可调元件应只能通过钥匙、安全密码或工具才能进入。

4.2.17 传感器的固定和机械强度

试验方法见 7.1.1 和 7.1.18。

应提供把传感器所有部件牢靠固定在指定安装方向上的方法。固定后的传感器应有足够的机械强度,以经受在制造商规定方向上的最大力。

4.2.18 连接

试验方法见 7.1.1 和 7.1.19。

如果压敏保护装置内部不同结构的元件可通过插头和插座连接方式互换,这些元件装错位置或互换不应造成危险失效。

如果传感器通过插头或插座连接,在插头或插座处将传感器从控制单元去除或断开应使得输出信号开关装置转变到断开(OFF)状态。

4.2.19 抑制和阻塞

试验方法见 7.1.1 和 7.1.20。

压敏保护装置的传感器结构应确保不能通过简单方法有意抑制或阻塞其运行。

4.2.20 锐边、尖角、粗糙表面及陷入

试验方法见 7.1.1 和 7.1.21。

压敏保护装置暴露在外面的部件不应存在人员接触时可造成伤害的尖角、锐边及粗糙表面等(见 GB/T 15706—2012 的 6.2.2.1)。

4.2.21 碰撞

试验方法见 7.1.1 和 7.1.22。

在实际应用预期的碰撞条件下,压敏保护装置应继续正常工作。

注:碰撞的影响很大程度上将取决于其大小、方向及压敏保护装置传感器的设计。只有压敏板规定了更精确的要求(见 4.4.1)。

4.3 压敏缓冲器的特殊要求

4.3.1 力-行程关系

试验方法见 7.1.1 和 7.2.1。

力-行程关系应至少与制造商所规定的一致。制造商应按照图 2 示例给出力-行程关系数据,并说明确定这些数据的条件。

4.3.2 传感器的附加覆盖物

试验方法见 7.1.1 和 7.2.2。

如果使用了附加覆盖物,则覆盖后的传感器应满足本部分中的要求。

4.3.3 变形后的恢复

试验方法见 7.1.1 和 7.2.3。

传感器有效敏感区按工作行程移动或变形 24 h 后,有效敏感区的恢复应与表 1 一致。

表 1 变形后的恢复

恢复时间	高度变化 10 mm/s、250 N 时的工作行程百分比
30 s	≤ 20
5 min	≤ 10
30 min	≤ 5

如果制造商声明压敏缓冲器适用于超过 24 h 的持续变形,则传感器在所述时长的变形后的恢复应符合表 1。或者,传感器应有足够的超行程,以补偿规定时间内的变形量。

传感器有效敏感区按工作行程变形或移动 24 h 后,压敏缓冲器在 30 s 内应具备正常功能。

4.3.4 表面为半刚性或刚性的压敏缓冲器的感测

试验方法见 7.1.1 和 7.2.4。

对于采用开放结构的压敏缓冲器,如图 C.3 和图 C.4 所示,不应发生站在缓冲器结构内而不被探测到的情况。

4.4 压敏板的特殊要求

4.4.1 碰撞

试验方法见 7.1.1 和 7.3.1。

在以下条件下,压敏板应继续工作,不被驱动。以下要求应只适用于敏感板位于参考方向及其相反方向上的传感器,并应符合 IEC 60068-2-27:

- 峰值加速度:100 m/s²;
- 脉冲持续时间:16 ms;
- 脉冲形状:半正弦;
- 每个方向的脉冲数:1 000;
- 频率:约 1 Hz。

完成碰撞试验后,压敏板应继续正常工作。

如果制造商规定压敏板适合更大的碰撞范围,则在规定的范围内都应满足此要求。

4.4.2 变形、抑制和阻塞

试验方法见 7.1.1 和 7.1.20。

敏感板的变形、运动受阻(挤住、阻塞)以及其他可预见失效不应导致安全功能丧失。

4.5 压敏线(绊网)的特殊要求

4.5.1 电气开关

试验方法见 7.1.1。

压敏线所用的电气开关应满足 GB/T 14048.14 中的要求。另外,还应满足 4.5.2~4.5.5 的要求。

4.5.2 压敏线断裂或脱离

试验方法见 7.1.1 和 7.4.1。

压敏线的设计应使压敏线在出现松弛、断裂或脱离时产生断开(OFF)状态(参见图 C.6)。

4.5.3 驱动力

试验方法见 7.1.1 和 7.4.2。

如果通过试件 5(见 7.1.5.1,表 2)沿有效敏感方向 90°角施加于压敏线有效敏感区的任意一点,则施加在压敏线上使控制单元产生断开(OFF)状态所必需的力应小于 100 N。压敏线的有效敏感区应由制造商规定,并考虑压敏线的使用方法。

4.5.4 传感器的抗拉强度

试验方法见 7.1.1 和 7.4.3。

传感器(包括所有连接)宜经受住 1 000 N 的拉力而不失效。

4.5.5 压敏线的驱动挠度

试验方法见 7.1.1 和 7.4.4。

在所有说明过的驱动方向上,产生断开(OFF)状态所需的压敏线位移应小于 150 mm(参见

图 C.6)。对于特殊应用,如果风险评估表明可接受,位移可大于 150 mm。

5 标识

5.1 一般要求

单独投放市场的压敏保护装置应按照 GB/T 15706—2012 的 6.4.4 进行标识,电气设备应至少标出额定电压和电流。另见 GB 5226.1—2008 的第 16 章。

5.2 标牌

在加贴标志的压敏保护装置的部件预期寿命内,所有的标牌和标志宜持久、清晰。

5.3 控制单元的标识

控制单元的标牌还宜包含以下信息,或者指明哪里可以找到下列信息:

- 系统整体根据 GB/T 16855.1 确定的 PL、类别和 B_{10d} 值;
- 系统整体的响应时间;
- 有无复位功能;
- 部件编号。

5.4 传感器的标识

传感器的标牌还应包含部件编号,或者指明哪里可以找到部件编号。

6 选型信息和使用信息

6.1 一般要求

附录 D 和附录 E 中给出了使用信息需要纳入的关于应用、调试和定期检查的信息和指南。

需要提供给使用者的信息及其表述方法应与 GB/T 15706—2012 的 6.4 一致,并标明产品名称,如压敏保护装置。

6.2 用于压敏保护装置正确选型的基本数据

为了辅助压敏保护装置的正确选型,制造商应提供下列清单列出的相关信息:

- a) 压敏保护装置是否只适用于断开功能,或者也适用于断开和存在感知功能的组合;
- b) 与控制单元连接的传感器的结构、数量和长度的限制;
- c) 传感器和控制单元之间连接的长度和规格的限制;
- d) 安装方向,在此方向上传感器可用;
- e) 传感器和控制单元的固定方式;
- f) 安装后的传感器能经受的力以及力施加的方向;
- g) 规定有效敏感区的尺寸;
- h) 传感器的最大尺寸;
- i) 传感器每米长度的重量和控制单元的重量;
- j) 传感器附加覆盖物详细资料(如果适用);
- k) 按照图 2 以表格或图表的形式给出驱动行程和超行程的力-行程关系;
- l) 超行程后规定的力;

- m) 规定的动作次数;
- n) 传感器的耐化学性表;
- o) 工作温度范围;
- p) 动力源要求;
- q) 符合 IEC 60529 的控制单元外壳规范;
- r) 符合 IEC 60529 的传感器外壳规范;
- s) 符合 GB/T 16855.1 的类别和 PL;
- t) 符合附录 D 的选型程序;
- u) 单个元件之间的临界连接长度;
- v) 随时间的变形特性;
- w) 符合 IEC 60947-5-1 的输出信号开关装置的开关容量;
- x) 应用指南;
- y) 输出信号开关装置的触点结构;
- z) 是否适宜感测手指;
- aa) 最小操作速度(如果适用),例如对于气动系统;
- bb) 故障排除说明(见 GB/T 16855.1—2008 的第 11 章);
- cc) 解释如何参照可变参数平均操作时间(单位: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 的;
- dd) 声明使用者应确定他所涉及应用需要的 PL。

6.3 使用信息

6.3.1 应用和调试信息

验证见 7.1.4。

制造商应给出以下的相关信息。

- a) 与压敏保护装置有关的信息:
 - 1) 装置的详细描述;
 - 2) 与控制单元连接的传感器的结构、数量和长度的限制;
 - 3) 传感器和控制单元之间连接的长度和规格的限制;
 - 4) 确定压敏保护装置超行程的程序,应包括示例(参见附录 B);
 - 5) 装置预定的或被认可的应用范围和条件,包括符合 GB/T 16855.1 的类别、PL 和 B_{10d} 值;
 - 6) 电路图,提供安全功能示意图以及机器控制接口示例;
 - 7) 达到特定应用所要求的安全等级需要的附加保护措施,按 4.2.6.2;
 - 8) 所有输入/输出终端的额定值、特征和位置(例如,保险丝最大额定值,或者过电流保护装置的设定值);
 - 9) 自动检测系统的类型和频率(适用时);
 - 10) 关于耐化学、物理和环境性能的指南(例如:耐溶剂、允许载荷、工作温度范围、允许动力源变化);
 - 11) 关于在其他安装方向上使用装置的指南;
 - 12) 说明装置是否设计有符合图 A.1、图 A.2、图 A.3 或图 A.4 的外部复位功能。
- b) 关于压敏保护装置包装、运输、搬运和贮存的信息,包括:
 - 1) 尺寸;
 - 2) 质量;

- 3) 包装说明和防止装置损坏的拆包方法;
- 4) 防止损坏或人员伤害的运输和搬运方法;
- 5) 贮存要求,例如:平放、直放或卷放、温度范围等。
- c) 关于压敏保护装置安装和调试的信息,包括:
 - 1) 在尝试任何安装前宜充分阅读使用信息的警告;
 - 2) 可能需要复位功能的警告;
 - 3) 关于用来安装传感器的表面的要求;
 - 4) 安装方法,包括需要的工具;
 - 5) 可影响安全功能的有效敏感区设计特点以及如何通过安装尽量减小对死区影响的信息(需要时包括图样);
 - 6) 完成安装后的试验时间表,目的是确认装置已正确完成安装、与机器控制系统正确连接并能够正常工作;
 - 7) 对机器及其安全防护装置的整体安全性取决于质量、可靠性以及它们之间接口是否正确安装的警告;
 - 8) 指明装置的标称类别和 PL 宜与风险评估确定的一致;
 - 9) 由安装人员填写的已安装哪些控制单元和传感器的记录清单。

6.3.2 关于压敏保护装置操作和维修的相关信息

验证见 7.1.4。

制造商应给出以下相关的信息。机器供应商或制造商应向机器使用者提供此相关信息。

- a) 关于压敏保护装置使用的信息,包括:
 - 1) 控制单元和指示器的用途和操作方法;
 - 2) 关于使用限制的信息;
 - 3) 故障识别和介入/激活后重新启动的说明;
 - 4) 故障排除说明;
 - 5) 解释如何参照可变参数、平均操作时间、平均任务时间和循环时间计算 PL 的。
 - 6) 声明使用者应确定他所涉及应用需要的 PL。
- b) 维修信息,包括:
 - 1) 在尝试任何维修前宜阅读维修说明的警告;
 - 2) 试验、检查和维修的性质和频次;
 - 3) 关于允许的设置、调节和清理的说明;
 - 4) 需要特定的技术知识和/或特殊技能,因此宜由经过适当培训的、熟练的人员专门执行的任务;
 - 5) 供接受过培训的人员执行故障查找任务的信息,如图样和电路图。
 - 6) 更换零部件后,为确认装置能够实现设计功能所需试验的详细情况。
 - 7) 关于维修的警告:在维护过程中卸下的所有部件(盖、夹、压边条和紧固件等)在维修后均需重新安装。如果重新安装这些零件时发生差错,会削弱装置的性能。
 - 8) 使用者可替换部件的清单;
 - 9) 警告:只有经制造商认可的部件可以由使用者更换,而且,使用未经认可的备件或进行未经认可的改造会削弱装置的性能;
 - 10) 制造商和合格服务机构的名称和地址;
 - 11) 说明最大试验周期(如每 3 个月至少试验一次)。
- c) 培训

对设备安装人员最低培训要求的建议,以保证压敏保护装置的安装符合本部分的规定。

d) 定期功能试验

使用说明书应包含传感器如何进行功能试验的信息(即用手使传感器表面变形的同时观察信号变化)。为此,要求提供以下信息:

- 1) 说明传感器需要采用直径 80 mm 的试件在任意试验位置进行定期试验;
- 2) 说明试验周期取决于压敏保护装置的用途,且应由操作者根据国家法律要求作出规定;

注:关于使用手册的制作以及使用信息的起草和审核的进一步建议在 GB/T 15706—2012 的 6.4.5.2 和 6.4.5.3 中给出。

7 要求的验证

7.1 适用于本部分的所有压敏保护装置的要求的验证

7.1.1 一般要求

本部分中的所有试验都应视为各类压敏保护装置的型式试验。

应通过检查和/或分析来验证是否满足本部分的要求。如果通过检查和分析不能完成验证,或者试验是更可行的选择或本部分要求进行试验,应进行试验。在所有情况下,制造商都应提供是如何满足要求的信息。

在许多应用中,压敏保护装置是作为机器的部件设计和制造的,这些必需的试验可以在装置安装在机器上后进行。在这种情况下,试件、接近速度、接近方向和在传感器上的位置应模拟安全条件最差的情况下预定探测的人体部位接近。

7.1.2 验证过程中的条件

应在制造商规定的最不利条件下,按照本部分的最低要求,或者如果制造商规定了更为严格的要求,则按制造商要求,或者如果本部分未作规定,则按制造商规范,在随时可投入使用的压敏保护装置上进行试验。除非另有规定,否则这些试验应在 20 °C 时进行。允许下列误差:

- 温度:±5 °C;
- 试验速度:±10%。

对于特定的试验,如果压敏保护装置的性能在规定温度范围内明显不受温度影响,则可以只在环境温度下进行试验。

应记录其他相关的周围环境条件,例如:大气压力和湿度。

7.1.3 试样

7.1.3.1 传感器

为了完成本章规定的试验,需要一个或多个随时可投入使用的传感器。

如果压敏保护装置的设计包括由传感器组合组成的有效敏感区,则应提供与同一个控制单元连接的传感器。如果相关,应采用规定的组合中最大传感器数量来验证相关要求。

如果传感器尺寸影响其输出特性,应采用制造商规定的有效敏感尺寸最小的传感器。

7.1.3.2 带有输出信号开关装置的控制单元

应提供一个与生产单元对应的带有一个输出信号开关装置的控制单元,而且,必要时还应提供一个专为故障条件下试验准备的带有一个输出信号开关装置的控制单元。

7.1.4 第1项试验——压敏保护装置正确选型、安装、调试、操作和维修用安全相关数据

应验证制造商的数据表是否包含了所有的安全相关数据。

见 6.3.1 和 6.3.2。

7.1.5 第2项试验——驱动力和接近速度

7.1.5.1 一般要求

要求见 4.2.1 和 4.2.4。

至少应按最大和最小接近速度沿相应的试验方向通过相应的试件施加驱动力。每次施加试件时，应验证驱动力小于或等于表 2 给出的相关数值时，输出信号开关装置是否变为断开(OFF)状态。

确定最大接近速度时，应采用制造商规定的或者针对特定应用确定的传感器最大速度和人体或人体部位接近速度(见 GB/T 19876)的组合。

表 2 试件、驱动力和试验方向

单位为毫米

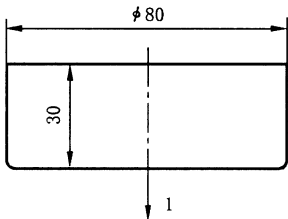
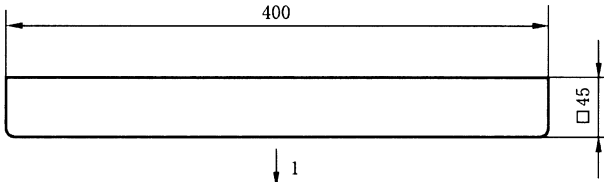
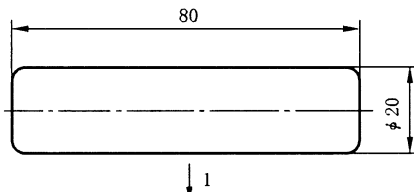
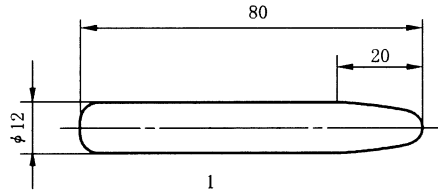
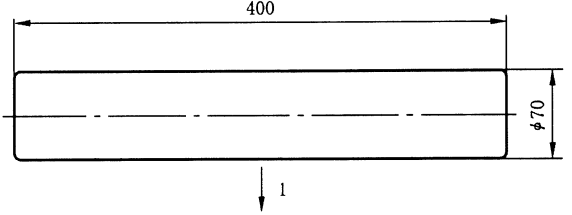
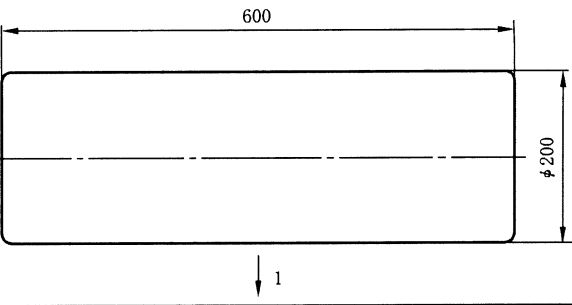
试件 1 驱动力:150 N 试件模拟的人体部位:头或手	
试件 2 驱动力:400 N 人体部位:肩膀	
试件 3 驱动力:50 N 人体部位:手指(指关节)	
试件 4 驱动力:50 N 人体部位:手指(指尖) 尺寸参见 GB/T 16842—2008, 探棒 11	

表 2 (续)

单位为毫米

试件 5 驱动力: 250 N 人体部位: 臂或腿	
试件 6 驱动力: 400 N 人体部位: 整个人体	
1——试验方向。	

7.1.5.2 传感器上的试验位置

至少应在传感器有效敏感区内预期需要最大驱动力才能在输出信号开关装置内产生断开状态的 5 个不同试验位置进行试验。这些试验位置可根据所在位置、几何形状、工艺和经验确定。如果压敏保护装置是由传感器组合构成,则应考虑传感器之间的交叉点。

7.1.5.3 试验时传感器的安装方向

试验应在以下情况下进行:

- a) 传感器采用规定的安装方向中最不利的方向;
- b) 传感器已稳定至试验温度。

7.1.5.4 待用试件

试验宜采用与待探测人体部位相关的试件来进行,这些人体部位:

- a) 由压敏保护装置制造商规定,或
- b) 由具体应用的风险评估给出。

如果有一个或更多个试件明显给出了最不利的结果,则需要专门针对这些试件进行试验。

试件图示见图 3、图 4 和表 2。

7.1.6 第 3 项试验——驱动行程

要求见 4.2.2 和 4.2.4。

应采用试件 1 或与应用中人体部位相关的试件来进行试验(见表 2)。试件应以最大和最小接近速度(见 7.1.5.1)施加在传感器上该应用中预期经常接触的位置。驱动行程应在制造商规定的距离内。对于为特殊应用制造的压敏保护装置,驱动行程应适合此特殊应用。

7.1.7 第 4 项试验——超行程

要求见 4.2.3 和 4.2.4。

应采用试件 1 或与应用中人体部位相关的试件来进行试验(见表 2)。试件应以 ≤ 10 mm/s 的接近速度施加在传感器上该应用中预期经常接触的位置。超行程应在压敏保护装置制造商规定的力和距离内。对于为特殊应用制造的装置,超行程应适合此特殊应用。

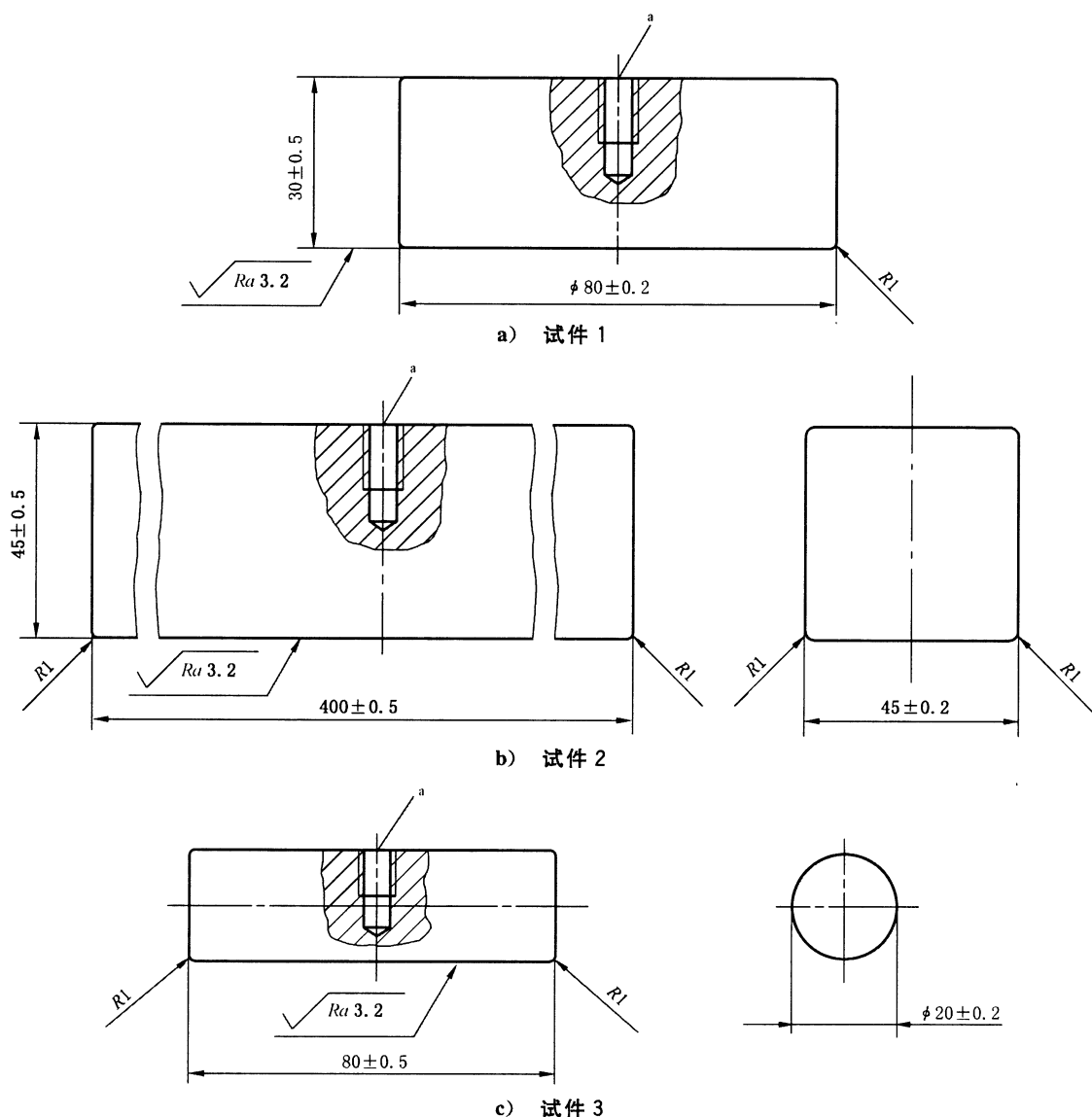
7.1.8 第 5 项试验——动作次数

要求见 4.2.5。

应采用试件 1 以适合该应用的接近速度按规定的动作次数进行试验。试验完成后,试验用传感器应没有明显的损坏痕迹,并且仍然满足驱动力、预行程和超行程要求。

要求的驱动次数应与制造商规定的一致或适合该应用,取其中较大值。试件 1(或与待探测的人体部位相关的试件)应施加于传感器有效敏感区内预期驱动力作用最频繁的位置。压敏保护装置的每次驱动应使输出信号开关装置产生断开(OFF)状态。试验参数(包括速度)应为最能模拟终生应用条件的参数。

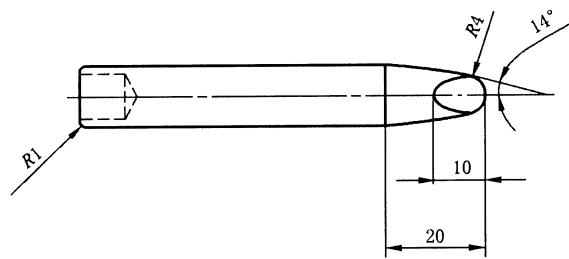
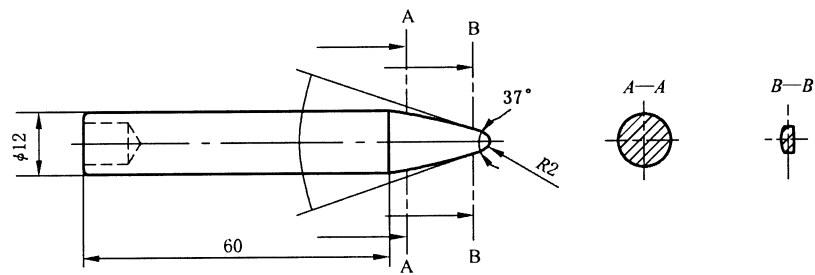
单位为毫米
半径公差: ± 0.2



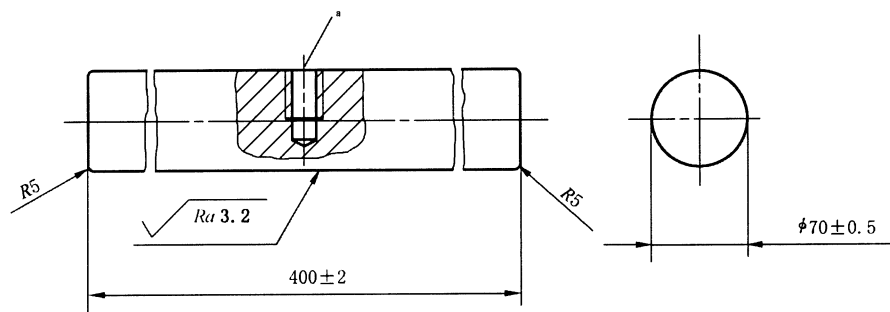
^a 仅是建议的安装方向。

图 3 试件 1~试件 3

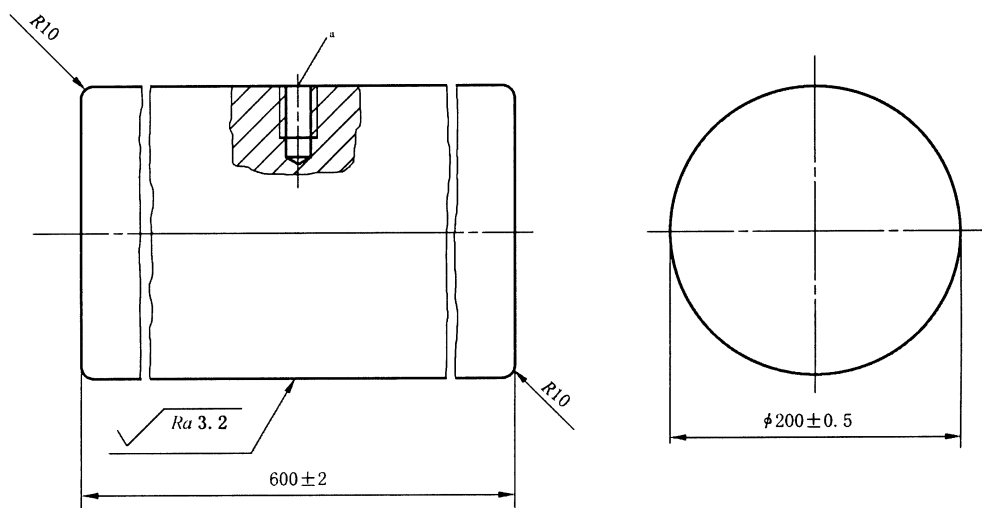
单位为毫米
半径公差: ± 0.2



a) 试件 4



b) 试件 5



c) 试件 6

* 仅是建议的安装方向。

图 4 试件 4~试件 6

7.1.9 第 6 项试验——传感器及输出信号开关装置的输出状态

要求见 4.2.6.1 和 4.2.6.2。

应通过试件 1 沿参考方向将驱动力施加在有效敏感区任一位置 10 min。驱动力施加时,传感器输出信号的值以及输出信号开关装置应按照图 A.1、图 A.2、图 A.3 和图 A.4 转变并保持为断开(OFF)状态。卸除该力时,传感器输出信号的值和输出信号开关装置状态的变化应符合图 A.1、图 A.2、图 A.3 和图 A.4。

对于符合 4.2.6.1 的系统,应按 A.1、图 A.2 和图 A.3 检查传感器状态的改变。

对于符合 4.2.6.2 的系统,应对附加保护措施进行试验和/或评价。

对于气动脉冲传感器等不作为经验证的元件看待的装置,应验证是否符合 GB/T 16855.1—2008 中 2 类的要求。

7.1.10 第 7 项试验——输出信号装置对驱动力、复位及动力源状态的响应

要求见 4.2.6.3。

应采用试件 1 沿参考方向在有效敏感区任一位置施加驱动力来测试附录 A 给出的单独功能之间的交互作用。

7.1.11 第 8 项试验——环境条件

7.1.11.1 概述

要求见 4.2.7。

涉及环境条件的要求应通过分析来验证。不能通过分析来验证时,应通过 7.1.11.2~7.1.11.6 的试验来验证。

7.1.11.2 功能试验

7.1.11.3~7.1.11.6 给出的各项试验结束时,应使用试件 1 验证压敏保护装置的正常功能。试件应按以下方法施加:

- 垂直于有效敏感区;
- 以表 2 给出的相应驱动力;
- 以最大操作速度;
- 作用于有效敏感区任一位置。

如果输出信号开关装置产生断开(OFF)状态,则满足此要求。

7.1.11.3 第 8.1 项试验——工作温度范围

要求见 4.2.7.2。

规定的工作温度范围要求应通过表 3 给出的试验程序来验证。

表 3 工作温度范围

试验程序	试验条件
IEC 60068-2-14, 试验 Nb	压敏保护装置与动力源连接

在整个加热和冷却的温度范围内,温度的变化率应为(0.8±0.3)K/min。

在该试验过程中,应采用试件 1 以 1 min 的时间间隔施加表 2 给出的相应驱动力来验证压敏保护

装置的功能。试件应以 (10 ± 1) mm/s 的速度垂直作用于有效敏感区任一位置。试件施加后应使输出信号开关装置产生断开(OFF)状态。

7.1.11.4 第 8.2 项试验——湿度

要求见 4.2.7.3。

湿度要求应通过表 4 中给出的试验程序来验证。

表 4 湿度

试验程序	试验条件
IEC 60068-2-78, 试验 Cab 温度: $(40\pm 2)^{\circ}\text{C}$ 相对湿度: $(93\pm 3)\%$	压敏保护装置不与动力源连接。此试验结束后, 应按照 GB/T 16935.1—2008, 表 F.1 和表 F.5 的要求在电路和控制单元/输出信号开关装置的外露导电部件或者可及表面之间进行高电压试验

7.1.11.5 第 8.3 项试验——电磁兼容性

要求见 4.2.7.4。

安全相关要求应只根据 IEC 61000-6-2 进行验证。以下状态的抗扰度应根据试验程序采用表 5 给出的特征值以及 7.1.11.2 明确的条件验证:

- 压敏保护装置有能源供给;
- 压敏保护装置有能源供给, 并施加了驱动力;
- 压敏保护装置有能源供给, 卸除驱动力后, 但在执行复位之前。

表 5 电磁兼容性

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
射频场感应的传导干扰, 3 级	IEC 61000-4-6

7.1.11.6 第 8.4 项试验——振动

要求见 4.2.7.5。

这些要求应按表 6 进行验证。试验过程中, 应验证输出信号开关装置是否保持接通状态。振动试验完成后, 应验证压敏保护装置的正常功能。

表 6 振动

试验程序	试验条件
IEC 60068-2-6	压敏保护装置与动力源连接。 传感器可通过检查和/或分析来试验。 控制单元和输出信号开关装置应在三个相互垂直的轴向试验

7.1.12 第 9 项试验——动力源变化

7.1.12.1 概述

要求见 4.2.8。
应对压敏保护装置进行 7.1.12.2 和 7.1.12.3 给出的分析、检查和/或试验。

7.1.12.2 第 9.1 试验——电源变化

要求见 4.2.8.2。
应根据 GB 5226.1—2008 中 4.3 给出的要求验证压敏保护装置的正常功能。应采用试件 1 沿参考方向、按表 2 给出的相应驱动力、以最大操作速度作用于有效敏感区内任一位置来检验压敏保护装置的功能。如果输出信号开关装置产生断开(OFF)状态,则各项要求均满足。

7.1.12.3 第 9.2 试验——非电动力源变化

要求见 4.2.8.3。
应在制造商规定的动力源变化的极限值验证压敏保护装置的功能。可能发生的规定范围以外的动力源变化不应导致压敏保护装置产生危险失效。

7.1.13 第 10 项试验——电气、液压、气动及机械设备

7.1.13.1 第 10.1 项试验——电气设备

要求见 4.2.9。
应通过检查、分析及必要时进行试验来验证是否满足 4.2.9.1~4.2.9.7 的要求。

7.1.13.2 第 10.2 项试验——液压设备

要求见 4.2.10。
应通过检查、分析及必要时进行试验来验证是否满足 ISO 4413 和 ISO 13849-2 的要求。

7.1.13.3 第 10.3 项试验——气动设备

要求见 4.2.11。
应通过检查、分析及必要时进行试验来验证是否满足 ISO 4414 和 ISO 13849-2 的要求。

7.1.13.4 第 10.4 项试验——机械设备

要求见 4.2.12。
应通过检查、分析及必要时进行试验来验证是否满足 GB/T 15706—2012 的 6.3.3 和 ISO 13849-2 的要求。

7.1.14 第 11 项试验——外壳

要求见 4.2.13。

应通过检查、分析及必要时进行试验来验证是否满足 4.2.13.1 和 4.2.13.2 的要求。

7.1.15 第 12 项试验——进入

要求见 4.2.14。

应通过检查来验证 4.2.14 的要求。

7.1.16 第 13 项试验——符合 GB/T 16855.1 的 PL

7.1.16.1 概述

要求见 4.2.15。

应按 ISO 13749-2 验证预知的安全功能、PL 和类别。

7.1.16.2 传感器的 B_{10d} 值

本试验应满足以下框架条件：

- a) 试验样本的长度：至少 500 mm；
- b) 试件：图 5 的试件 1；
- c) 试验速度：可根据应用选择；
- d) 工作行程：直到传感器改变状态；
- e) 测量点：从 C1~C5 的一个点，或者多个从 C1~C5 任意选择的点；
- f) 最小动作次数：10 000（每个自由选择点的试验位置）。

7.1.17 第 14 项试验——调节

应通过检查及必要时进行试验来验证 4.2.16 的要求。

7.1.18 第 15 项试验——传感器的固定和机械强度

应通过检查及必要时进行试验来验证 4.2.17 的要求。

7.1.19 第 16 项试验——连接

应通过检查来验证 4.2.18 的要求。

7.1.20 第 17 项试验——抑制和阻塞

应通过检查和简单的功能试验（例如：通过插入电线、销子、胶带、楔子或磁铁）来验证 4.2.19 和 4.4.2 的要求。

7.1.21 第 18 项试验——尖角、锐边、粗糙表面及陷入

应通过检查来验证 4.2.20 的要求。

7.1.22 第 19 项试验——碰撞

应通过检查、分析以及必要时按照 7.3.1 进行试验来验证 4.2.21 的要求。

7.2 验证仅针对压敏缓冲器的要求

7.2.1 第 20 项试验——力-行程关系

应通过检查、分析以及必要时进行试验来验证 4.3.1 的要求。

有必要进行试验时,应将试件 1(见图 3 和表 2)以最大接近速度施加于传感器(见图 5),直到图 2 中的 A 点,根据图 2 确认力-行程关系。如果图 3 或图 4 的其他试件更适合特定应用,则应采用该试件。在达到驱动力前,应从试件接触到有效敏感区的点连续测量传感器的反作用力及试件移动的距离。将试件 1 以 ≤ 10 mm/s 的速度作用于传感器,根据图 2 确认 B1 点、B2 点和 C 点。力-行程关系就可以通过用直线连接点 A、B1、B2 和 C 来表示。应在 20 °C 时,在有效敏感区的典型位置(例如:在其中心)进行本试验。

7.2.2 第 21 项试验——传感器的附加覆盖物

如果制造商规定了附加覆盖物,应验证是否满足 4.3.2 的要求。

7.2.3 第 22 项试验——变形后的恢复

应通过检查、分析以及必要时进行试验来验证 4.3.3 的要求。

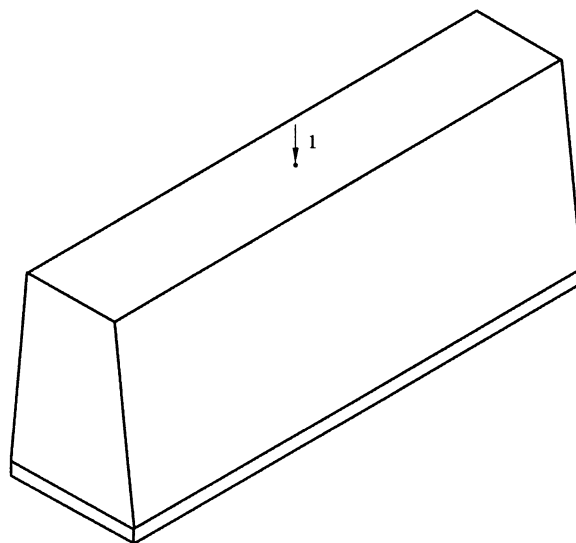
通过试件 1(见图 5)作用 24 h,工作行程引起传感器有效敏感区变形或移动后,有效敏感区的恢复应与表 1 一致。本例中的工作行程取自第 4 项试验,试验速度为 10 mm/s,力为 250 N。

通过试件 1 作用 24 h,工作行程引起传感器有效敏感区变形或移动后,压敏缓冲器应能在 30 s 内具备正常功能。

7.2.4 第 23 项试验——具有半刚性或刚性表面的缓冲器上的探测

要求见 4.3.4。

应通过检查来验证不会发生站立在缓冲器结构内部而不被探测到的情况(参见图 C.3 和图 C.4)。如果没有直径大于 50 mm 的开口,则满足该要求。



说明:

1——试验方向。

图 5 压敏缓冲器表面的试验位置和试验方向

7.3 验证仅针对压敏板的要求

7.3.1 第 24 项试验——碰撞

应通过检查、分析以及必要时进行试验来验证 4.4.1 的要求。
应按照表 7 验证试验过程中输出信号开关装置是否保持在接通(ON)状态。

表 7 碰撞

试验程序	备 注
IEC 60068-2-27	压敏板与动力源连接。 只应在相关参考方向及其相反方向上对传感器进行试验

碰撞试验完成后,应验证压敏板的正常功能,并检查压敏板是否有机机械损伤、部件松动等。

7.3.2 变形后的恢复

要求见 7.2.3。

7.4 验证仅针对压敏线的要求

7.4.1 第 25 项试验——压敏线的断裂或脱离

要求见 4.5.2。
压敏线上正常的张力卸除后,应产生断开(OFF)状态。

7.4.2 第 26 项试验——驱动力

要求见 4.5.3。
应将试件 5 沿指定方向以等于或小于 10 mm/s 的试验速度施加在有效敏感区最不利的位置进行本试验。

7.4.3 第 27 项试验——传感器的抗拉强度(包括所有接头)

要求见 4.5.4。
试验应在传感器试样上进行,以确保 1 000 N 的张力作用至少 1 min 后传感器不会断开。

7.4.4 第 28 项试验——压敏线的驱动挠度

要求见 4.5.5。
应采用制造商规定的压敏线长度最大的传感器试样进行试验。

7.5 其他试验

7.5.1 第 29 项试验——标识

应通过检查来验证第 5 章的要求。

7.5.2 第 30 项试验——选型信息和使用信息

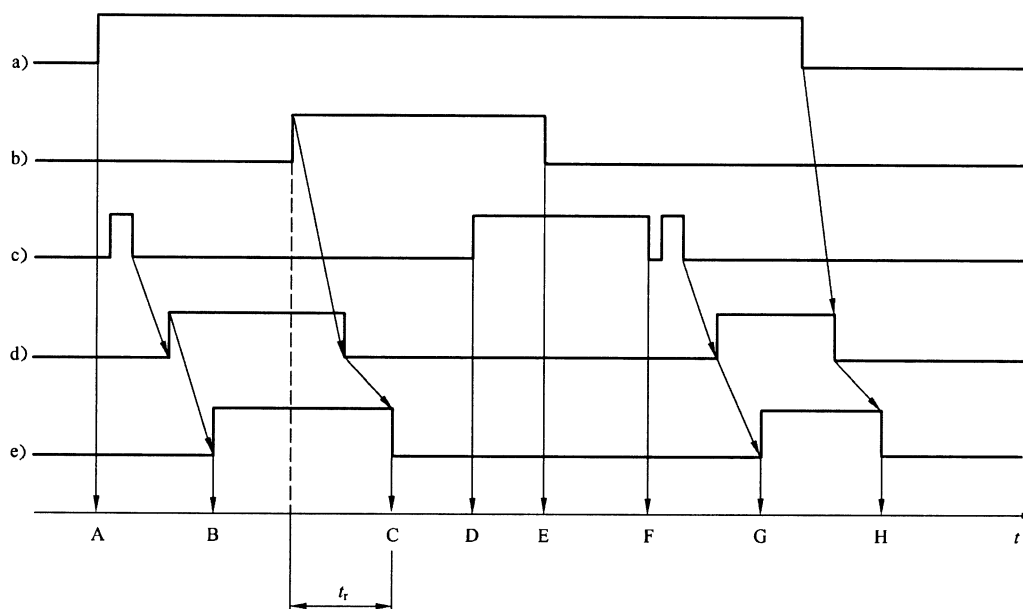
应通过检查来验证第 6 章的要求。

附录 A

(规范性附录)

带和不带复位功能的压敏缓冲器、压敏板、压敏线和类似装置的时序图

图 A.1~图 A.4 给出了驱动力、复位信号、传感器输出及输出信号开关装置(见 4.2.6)之间的关系。



说明:

a) —— 压敏保护装置的动力源;

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 —— 压敏保护装置的动力源接通(ON);由于压敏保护装置没有被复位,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 —— 复位信号出现:只要传感器上有力存在,操作复位按钮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;

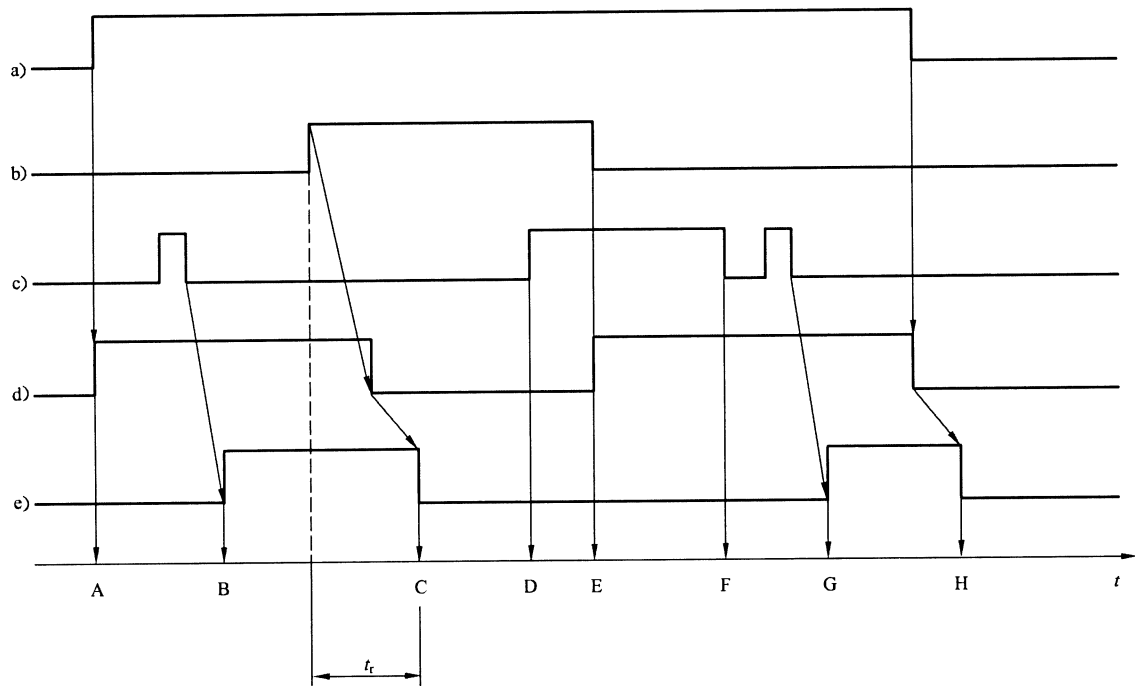
E —— 卸除传感器的驱动力:即使复位信号依然存在,输出信号开关装置的输出保持断开(OFF)状态;

F —— 去除复位信号:即使卸除传感器上的力,释放复位按钮对输出信号开关装置的输出没有影响;

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 —— 压敏保护装置的动力源断开(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 传感器输出由复位功能触发



说明:

a)——压敏保护装置的动力源;

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——压敏保护装置的动力源接通(ON):由于压敏保护装置没有被复位,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情况下实现复位信号: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——复位信号出现:只要传感器上有力存在,操作复位按钮对输出信号开关装置的输出就没有影响;输出信号开关装置的输出保持断开(OFF)状态;

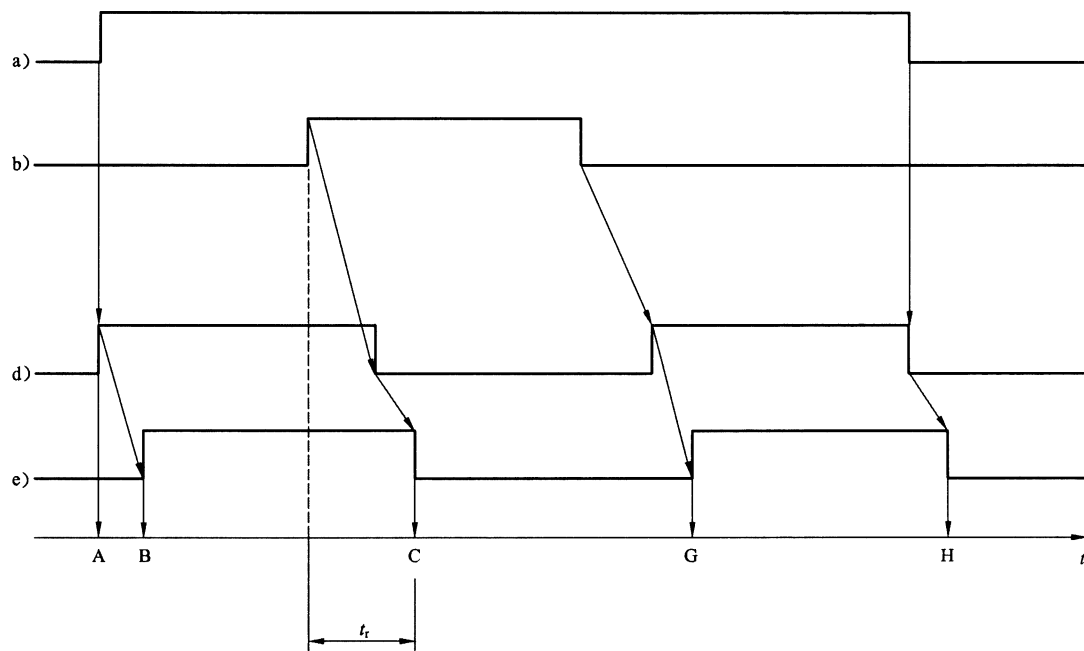
E——卸除传感器的驱动力:传感器输出接通,即使复位信号还存在,但输出信号开关装置的输出保持断开(OFF)状态;

F——去除复位信号:松开复位按钮对保持接通(ON)的传感器的输出没有影响;输出信号开关装置的输出保持断开(OFF)状态;

G——传感器上无驱动力作用情况下实现复位信号: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——压敏保护装置的动力源断开(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 传感器输出和复位功能相互独立



说明:

a)——压敏保护装置的动力源;

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——压敏保护装置的动力源接通(ON):动力源接通(ON)时传感器输出也接通(ON);

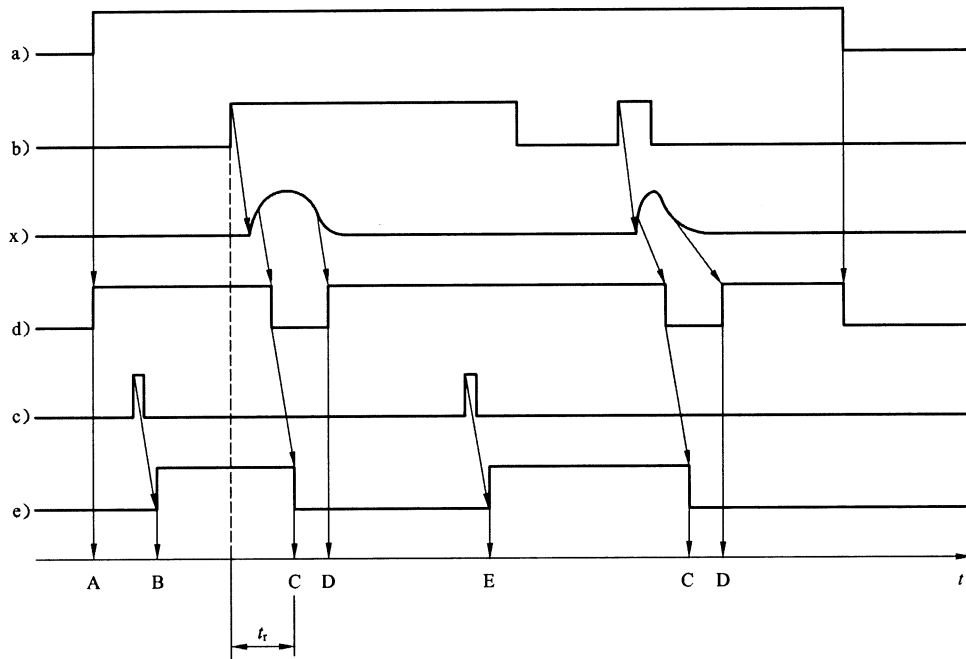
B——由于传感器上无驱动力,输出信号开关装置的输出转变为接通(ON)状态;

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——由于驱动力从传感器卸除使传感器接通(ON),所以输出信号开关装置的输出也变为接通(ON)状态;

H——压敏保护装置的动力源断开(OFF):由于传感器输出断开(OFF),输出信号开关装置的输出转变为断开(OFF)状态。

图 A.3 不带复位功能的传感器输出



说明:

a)——压敏保护装置的电源;

b)——驱动力;

c)——复位信号;

d)——传感器的电输出;

e)——输出信号开关装置的输出;

x)——传感器内的压力脉冲;

t ——时间;

t_r ——响应时间;

A ——压敏保护装置的动力源接通(ON);

B ——复位信号出现: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),使输出信号开关装置的输出变为断开(OFF)状态;

D ——由于传感器内的压力衰减,传感器输出转变为接通(ON)状态;

E ——复位信号出现:虽然驱动力仍然存在,但输出信号开关装置的输出还是转变为接通(ON)状态,这可造成危险状况。

“D”发生的点取决于很多因素,例如:所施加力的大小及气体从系统泄漏的受控泄漏率。

如 4.2.6.2 所述,可以认为气动脉冲系统不满足 GB/T 16855.1—2008 中 1 类的要求。气动脉冲系统的附加信息见 C.3.6。

为确保没有危险性重启发生,机器的控制系统有自己的安全系统是必要的。例如,对于带动力的门,它可以以机器自动反向或手动复位的形式实现。这类控制的正确功能应在相关的 C 类标准中阐述。

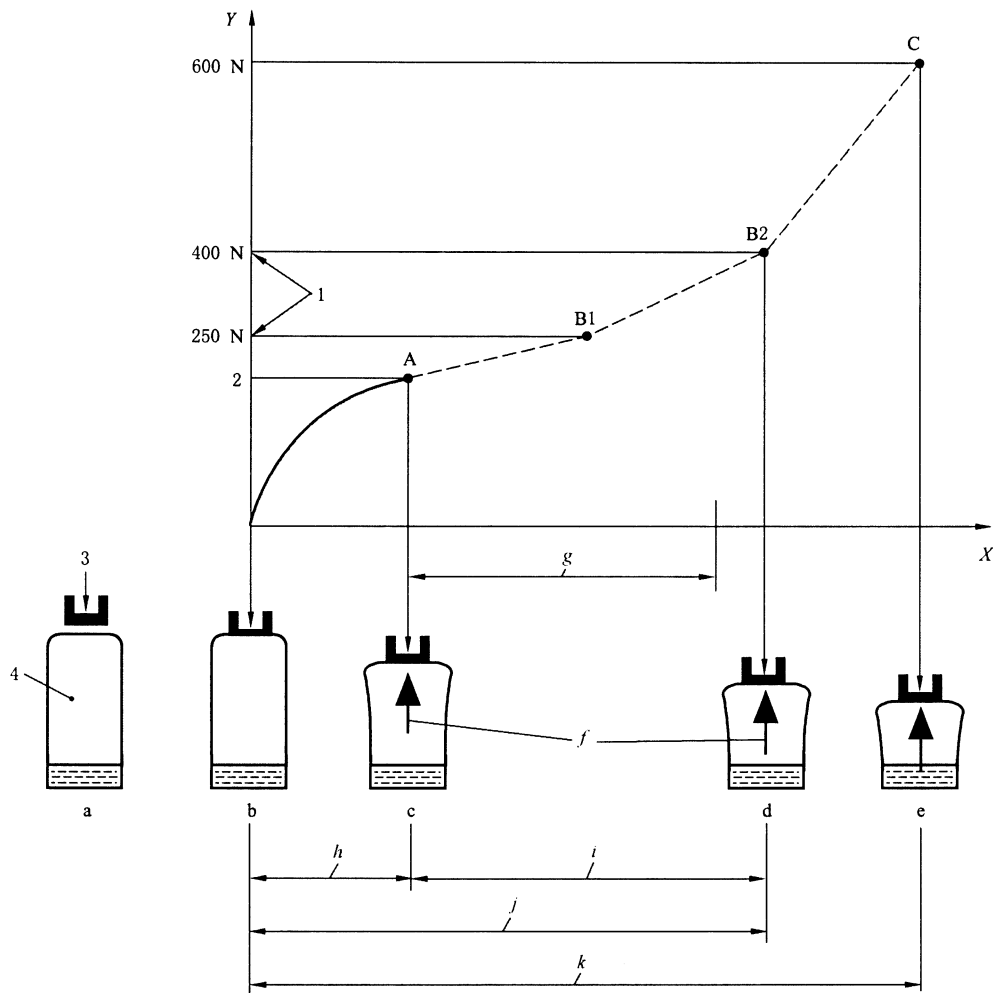
如图所示,这样的系统没有检查传感器动作对压力脉冲响应的方法。对于门来说,为了满足 GB/T 16855.1—2008 中 2 类的要求,这应是门的控制系统的功能。

图 A.4 传感器的输出:驱动力仍然作用时传感器输出不能保持断开(OFF)状态的系统
(如气动脉冲系统)

附录 B
(资料性附录)

关于装置特征的说明性注释和建议

图 B.1 仅给出了操作原理。对于某些压敏保护装置,例如:压敏板,根据其设计,曲线形状可能不一样。



说明:

- X —— 行程,单位为毫米(mm);
- Y —— 力,单位为牛顿(N);
- 1 —— 参考力;
- 2 —— 最小驱动力;
- 3 —— 危险速度;
- 4 —— 传感器;
- a —— 接触前的传感器;
- b —— 接触点;
- c —— 驱动点;

- d —— B2 点的变形;
- e —— C 点的变形;
- f —— 反作用力;
- g —— 已确定的机器停止行程;
- h —— 驱动行程;
- i —— 超行程;
- j —— 工作行程;
- k —— 总行程。

上述力与表 2 中试件 1 相关,仅作参考。

图 B.1 压敏保护装置的力-行程关系

a) 驱动行程

力从接触障碍物的点开始增加。在给定的点,传感器发送信号至控制单元,进入断开(OFF)状态。然后,信号被送到机器的控制系统,停止危险的运动。这两点之间的距离称作驱动行程。此距离会随着接近速度和环境条件改变。

b) 超行程和总行程

超行程是期间速度减小且施加力增大的距离。针对具体应用,供应商规定的以及使用者选择的最大允许力宜小于 C 类标准或风险评估给出的参考力,且宜发生在超行程范围内。见图 B.2。

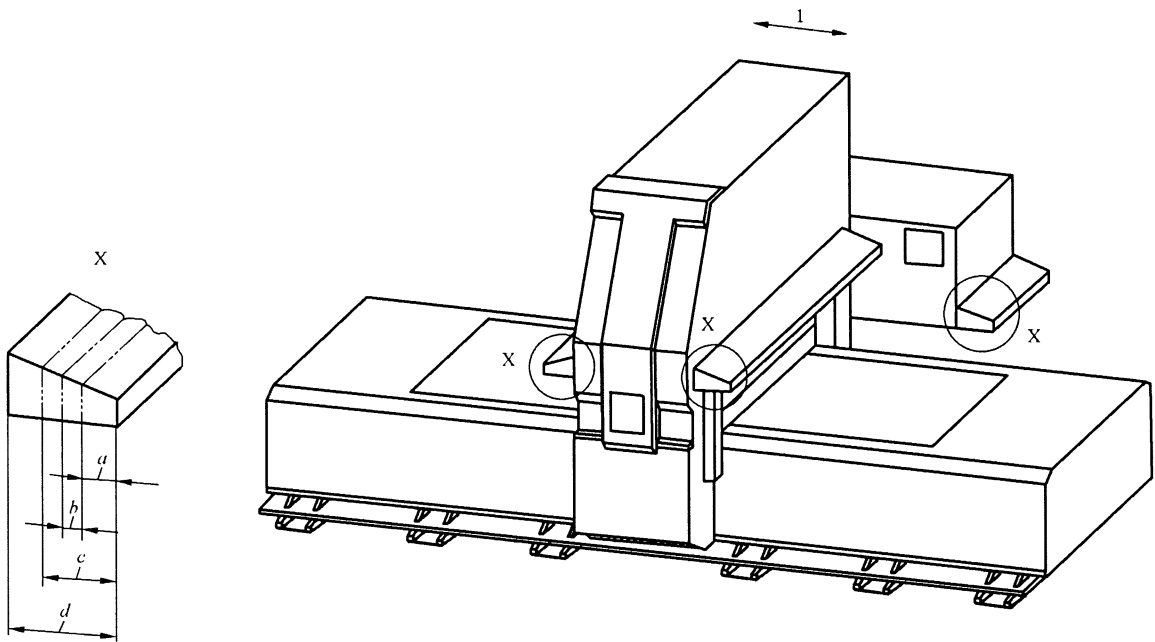
很多因素能导致超过最大允许力。如果传感器不能更进一步变形,任何一种因素都会由于作用于人体相关部位的力过大而导致伤害。

示例:制动器退化(老化),响应时间延长,机械磨损,危险速度增大。

由于设计原因,压敏板的超行程要么非常小(即:有意限制其行程),要么无限大(即:压敏板设计成完全移到旁边)。

在所有的应用中,作用于人体的力宜保持在最小。影响最大允许力的因素包括力作用的时间、传感器的尺寸、传感器的材料以及受保护的人体部位等。宜特别注意用于保护小孩或老人的应用。

运动的传动元件和工具用固定式联锁防护装置保护。压敏缓冲器用于保护可能进入外壳运动路径的人员。



说明:

1 ——行程方向;

a ——驱动行程;

b ——超行程;

c ——总行程;

d ——压敏缓冲器的总高度。

图 B.2 安装在木工机械上的压敏缓冲器示例

附 录 C
(资料性附录)
设计指南

C.1 应用注意事项

本附录给出了压敏保护装置的设计指南。但是,忽视这些设计指南并不一定意味着最终制造的压敏保护装置不安全。

C.2 概述

C.2.1 操作频次

压敏保护装置常用于那些很长时间不被驱动的场所。但是一旦驱动,它们应安全工作。

反之,某些压敏保护装置用在频繁驱动的场所。长时间后,有时候会导致灵敏度改变。

C.2.2 元件

宜充分保护压敏保护装置的元件不受可预见的损害,例如,采用防护罩。

C.2.3 液体的影响

在元件可能与液体接触的地方,例如:油、化学制品或水,传感器宜由不会腐蚀、退化或膨胀的合适材料制成,因而造成灵敏度丧失。

C.2.4 外部材料

传感器的外部材料应能承受工作负荷和环境条件。

C.2.5 传感器的灵敏度

传感器压敏表面有些区域的灵敏度可能低于其他区域,有些区域也可能较其他区域更容易损坏。在靠近进线电缆、管道、光纤或导线连接点以及接触元件分开的点,灵敏度会降低。

C.2.6 位置探测开关的使用

在使用位置探测开关的场合,例如:作为压敏板或压敏缓冲器的传感器的一部分,宜考虑以下的设计特点:

- 传感器的位移或移动;
- 由于过载引起的传感器顶表面永久变形;
- 由于频繁使用引起的位置探测开关粘滞;
- 凸轮操作系统中凸轮过度磨损或未对准;
- 支架上的位置探测开关松动而引起未对准。

位置探测开关与刚性传感器一起使用时,它们的可靠性宜与它们失效的后果一起考虑。推荐使用按照 IEC 60947-5-1 制造的位置探测开关。

C.2.7 陷入点

在设计具有刚性传感器的压敏保护装置时,宜考虑避免陷阱点。如有可能,传感器偏移/移动时闭合的缝隙宜在设计阶段予以消除。如果缝隙在传感器移动或偏移/变形时会缩小,那么应使缝隙保持足够大,以避免陷入危险。

C.2.8 传感器驱动的结果

压敏保护传感器驱动后,机械的控制系统可能设计用来:

- 停止机器,或
- 反转机器运动的方向。

如果压敏传感器的驱动已经使机器停止,则不能自动复位。只有手动操作复位装置后,机器才可能重新启动。复位功能可能由压敏保护装置的控制系统或机械的控制系统提供。

根据实际应用和风险评估的结果,也许可以自动复位。

C.2.9 压敏保护装置用作组合式脱扣和存在感应装置

压敏保护装置用作组合式脱扣和存在感应装置时,宜执行其脱扣功能。只要危险区内有人,就不应允许复位。

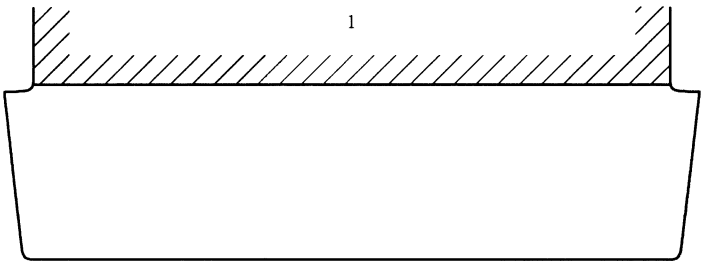
C.3 压敏缓冲器

C.3.1 概述

压敏缓冲器通常有泡沫表面或刚性表面两种形态。它们可安装在机器的前缘,或包在四边。泡沫缓冲器的示例见图 C.1 和图 C.2。

按照图 C.1 设计的缓冲器一般用于直线运动的场合。见图 B.2。

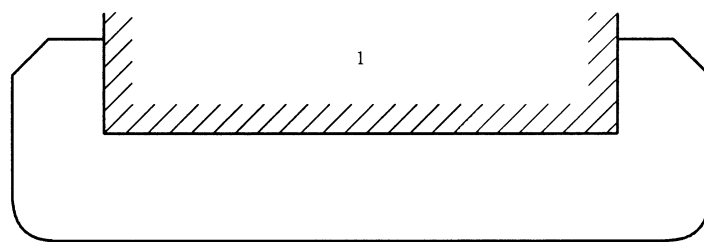
按照图 C.2 设计的缓冲器一般用于多方向运动的场合。车辆转过拐角处就是这种情况。



说明:

1——安装表面。

图 C.1 泡沫缓冲器



说明:

1——安装表面。

图 C.2 泡沫缓冲器

C.3.2 物理影响

压敏保护装置使用所在区域可能存在的物质(小的或大的颗粒)、虫子或流体进入弹性泡沫制成的传感器会造成其退化或失去灵敏性。

定期的检查可能无法查出弹性泡沫表面上非常小的孔。但是,其大小可能足以允许流体渗入压敏缓冲器的内部。压敏缓冲器越大,能进入缝隙并形成阻碍的流体或污垢就越多,进而使传感器不能被驱动。与之相反,保证流体能够通过适当的多孔区域从压敏缓冲器流走就是可取的做法。

C.3.3 配备电传感器的压敏缓冲器

某些设计采用了电接触元件。这些接触元件通常通过气隙隔开。当压力作用于其表面时,气隙关闭。气隙可能由弹簧、绝缘垫或弹性泡沫来保持。宜考虑这些组件的失效影响,例如:部件脱落和部件在压敏传感器内移动不应引起失效,进而削弱灵敏度或妨碍运行。

还应考虑与传感器的电气连接方式。它们应具有高度的完整性。导线的连接应使与任何单个传感器的开路都能被检测到。

C.3.4 配备光纤传感器的压敏缓冲器

这类压敏缓冲器通常依靠通过光纤的光减少来工作。宜考虑在光发射器、感测器以及光纤中发生的长期变化。把机械力转换为光学变化的方式宜稳定。不宜存在感测器不通过光纤从发射器感测到光的可能性,例如,光纤损坏后。

C.3.5 配备位置检测开关的压敏缓冲器

这类压敏缓冲器的工作通常依靠将驱动力传递至位置检测开关,使其中断电路。设计宜保证机械失效、未对准或其他可预见的情况不会导致安全水平降低。如果用光束或接近开关代替位置检测开关,适用条件相同。

C.3.6 配备气动脉冲传感器的压敏缓冲器

气动脉冲传感器或其连接元件上有裂纹/小孔,例如:裂缝或洞,可导致安全功能致瞬间丧失。在这种情况下,控制系统应能检测到这些裂纹/小孔,并在裂纹/小孔存在时使输出信号开关装置保持断开

(OFF)状态。这可通过配备能够定期检查系统完整性的系统实现。在经授权人员手动复位前,输出信号开关装置应一直保持断开(OFF)状态。

对于某些气动脉冲传感器,传感器表面的变形会引起沿着管子传递到气压开关的压力增加。如果系统不能保持恒定的气压,可能会发生以下故障:

- 可能检测不到外表面上的切口或永久变形类损伤;
- 无法检测到连接管被切断、断开或纽结在一起;
- 传感器在低接近速度下产生变形时,气压开关不能工作;
- 传感器与气压开关之间使用长连接管时,反应时间会延长;
- 为补偿周围环境的变化,大部分气压开关都能进行空气泄放。如果该空气泄放被阻塞,压敏缓冲器可能无法工作;
- 空气泄放的设定取决于传感器的横截面、长度、材质以及使用时的温度范围,见 4.2.16。
- 如果空气泄放过大会降低压敏缓冲器的灵敏度;
- 如果传感器因为受压而导致内部大部分空气排出,传感器释放时会形成局部真空,严重降低传感器的灵敏度或阻止其立即重新驱动。

C.3.7 配备动态传感器的压敏缓冲器

有几种技术利用了动态感测,例如,气动脉冲或光脉冲监测。其效果就是定期检查系统状态,使任何失效都导致输出信号开关装置进入断开(OFF)状态。在经授权人员手动复位以前,输出信号开关装置宜保持断开(OFF)状态。

此系统也能用来将灵敏度设定在预定水平,并随机器每个周期重置,且在机器周期内能按照预定的方式变化。

C.3.8 高冲击力

某些情况下,在工作过程中可能有高冲击力(例如:来自于手动操作式叉车的叉臂)作用于传感器。如果可预见到此情况,要求采取额外的措施。

C.3.9 配备半刚性或刚性表面的压敏缓冲器

压敏缓冲器的半刚性或刚性表面的运动存在被抑制或阻塞的风险。这可能由以下任何一种原因造成:

- 阻塞或挤住引起的失效;
- 长时间积累的灰尘;
- 刚性有效表面的永久变形;
- 导向装置咬死。

C.3.10 安装在机械运动和固定部件上的压敏缓冲器

C.3.10.1 安装在机械运动部件上的压敏缓冲器

以下说明适用于压敏缓冲器安装在机械运动部件上的所有应用,例如:动力操作门的前缘(见图 C.3),或自动导向车。

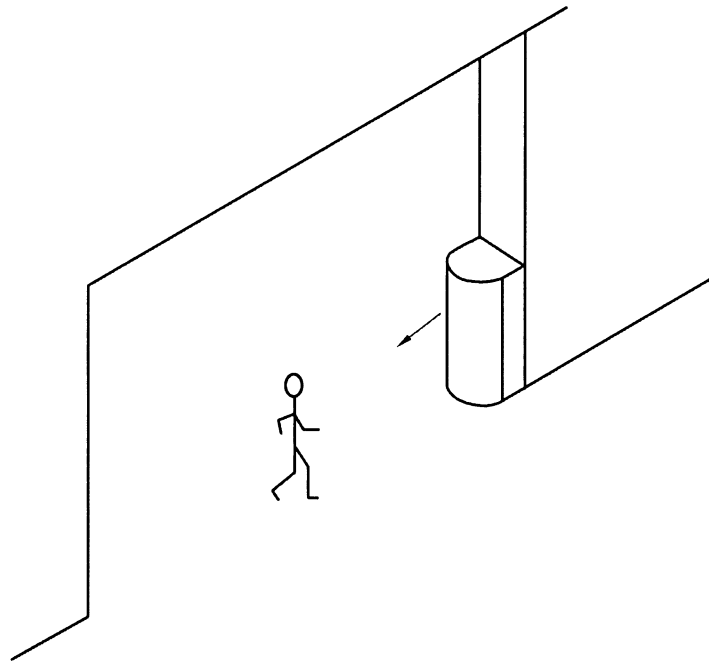


图 C.3 安装在动力操作门上的压敏缓冲器

当压敏缓冲器安装运动的机械上时,在机器风险评估和压敏缓冲器的选型、设计和应用过程中有若干个重要因素需要考虑。

由于压敏缓冲器只有在人员已经接触到它后才能探测到人员(或其他障碍物),需要做到:

- 缓冲器的可靠性适合机械的风险评估;
- 作用于人体的压力(力)不会危害健康(也就是压敏缓冲器的总行程是可接受的);
- 在所有可预见的情形下,机械的停止性能是可接受的。

在评估机械的停止性能时,宜考虑最坏的情况。至少宜考虑以下因素:

- 制动器磨损或由于其他原因引起的制动性能降低;
- 地面条件(地面终饰、导轨等);
- 地面环境条件(水、冰、油或其他打滑材料);
- 能源供应的损失或波动。

C.3.10.2 接近速度

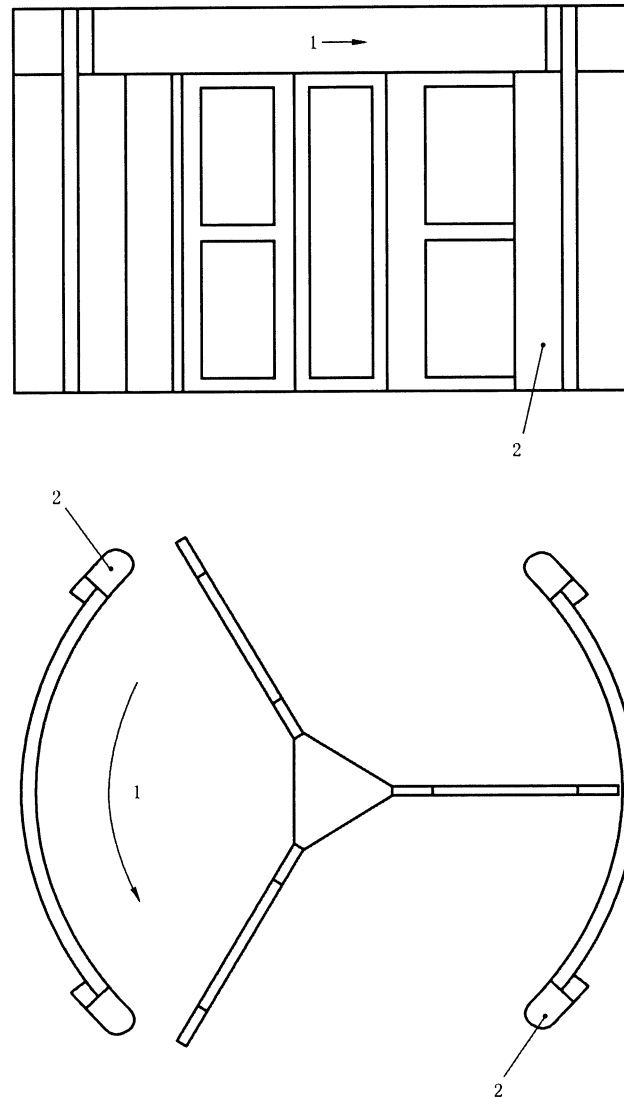
允许的接近速度取决于机器的风险评估,宜包括:

- 人员和机器接近的合速度;
- 碰撞时耗散的能量;
- 挤压风险,以及
- 机器所承载载荷的稳定性。

某些情况下,需要在旁边设置第二个(非接触式)安全防护装置,在接触前把接近速度减小到可接受的水平。

C.3.11 固定式压敏缓冲器

固定式缓冲器(见图 C.4)驱动时,在因与机器运动部件接触造成伤害前,机器应到达安全状态。如果是这种情况,C.3.10 中给出的指南也适用于固定式压敏缓冲器。



说明：

1——旋转；

2——前竖挺上的缓冲器。

图 C.4 动力操作旋转门竖挺上的压敏缓冲器

C.4 压敏板

C.4.1 概述

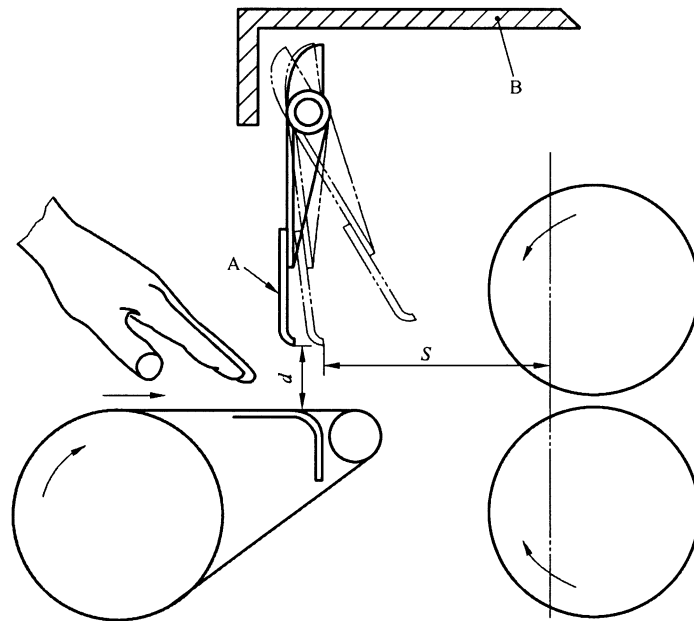
压敏板用在危险区入口时,存在传感器运动部件被抑制或阻塞的风险。这可能由以下任何一种原因引起的:

- 阻塞或挤住引起的失效;
- 长时间积累的灰尘;
- 传感器运动部件翘曲/弯曲;
- 导向装置咬死。

应调整传感器,使其以正确的压敏板移动量运行,在输出信号开关装置内实现断开(OFF)状态。

C.4.2 最小间距

见图 C.5。



说明：

A —— 压敏板；

B —— 固定式防护装置；

S —— 检测区(点、线或平面)至危险区的最小距离,单位为毫米^a；

d —— 压敏保护装置的传感器检测能力,单位为毫米^b。

^a 见式(C.1)。

^b 见 GB/T 19876—2012 的 6.2.3.1。

图 C.5 压敏板

压敏板的距离和尺寸根据 GB/T 19876 给出的原则确定。

基本公式为：

$$S = K \times T + C \quad \dots\dots\dots (C.1)$$

式中：

S —— 探测区(点、线或面)至危险区的最小距离,单位为毫米(mm)；

K —— 从人体或人体部位接近速度数据得出的参数(典型速度为 2 000 mm/s——见下面的注)；

T —— 全系统停机性能(压敏板的感应功能被触发至危险机器功能终止之间时间),单位为秒(s)；

C —— 侵入距离[安全防护装置驱动前,人体部位(通常指手)能够越过安全防护装置向危险区运动的距离,即:被压敏板的移动检测到之前,手能够向危险区推出的距离],单位为毫米(mm)。

注:详细计算时,GB/T 19876 明确了本公式的以下参数:

最小距离 $S \leq 500$ mm,同时 $S \geq 100$ mm 时, $K = 2\,000$ mm/s；

最小距离 $S > 500$ mm,同时 $S \geq 500$ mm 时, $K = 1\,600$ mm/s。

探测到位置改变时,如果铰接板与固定部件之间的开口小于 40 mm,那么压敏保护装置能够探测手臂。侵入距离 C 取决于探测点处的实际开口(传感器检测能力 d),单位为毫米。 $C = 8(d - 14)$ mm,但不能小于零。

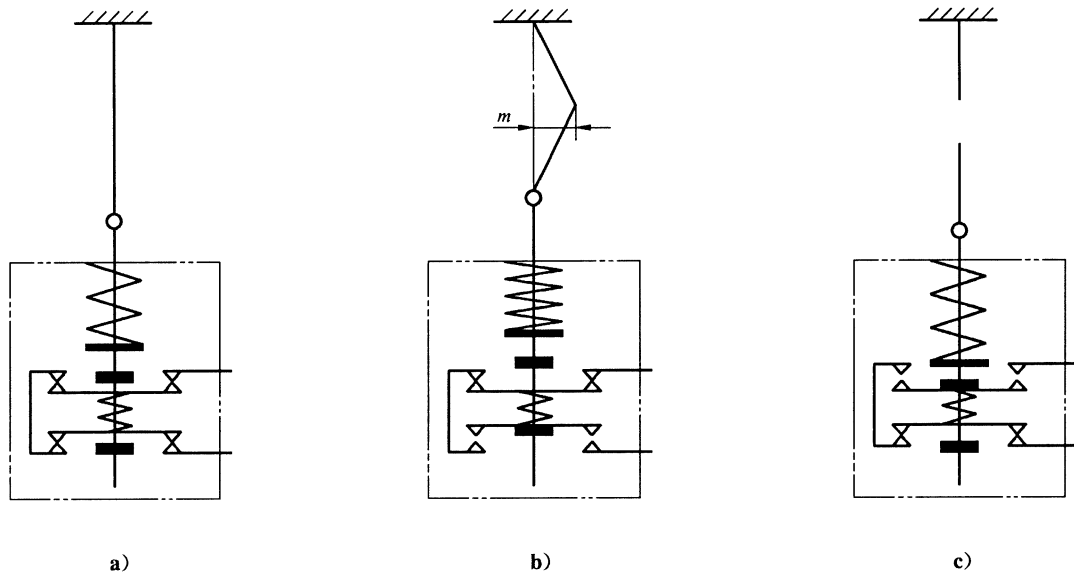
驱动点处的开口(d)为 40 mm~120 mm 时,可将上肢伸入至肩膀位置。这种情况下, $C = 850$ mm。

不管压敏板处于何位置,宜能从板底下缩回手。

C.5 压敏线

当压敏线或压敏绳用作压敏保护装置时,它们只能提供局部的保护,因为不能把它们用作防止进入危险区的唯一手段。另外,压敏线或压敏绳的设计和安装宜满足急停的相关要求(见 GB/T 16754—2008 的第 4 章以及 GB/T 14048.14—2006 的 6.4)。

压敏线的工作原理示例见图 C.6。



说明:

m ——压敏线的致动偏移。

图 C.6 压敏线示例

图 C.6a)中,联锁装置的两个触点都闭合,机器可以工作。

图 C.6b)中,压敏线已经偏移了必需的值 m 。其中的一对触点已被直接断开,且已产生停止信号。这种情况下,触点也已经闭锁在断开位置。

图 C.6 c)中,压敏线已断裂。弹簧已强迫另一对触点断开,且已产生停止信号。

注:压敏线的线性偏移通常通过物理方法进行限制,这样开关就不会因压敏线的过度驱动偏移损坏。

附 录 D

(资料性附录)

应用 指南

D.1 应用注意事项

本附录给出了本部分所涵盖的压敏保护装置的一般引用指南。

D.2 一般选型准则

一般选型准则宜包括以下内容。

注：以下给出的清单并不完整，特定应用可适用特殊条件，如选型准则的组合。

- a) 根据 GB/T 16855.1 和风险评估确定的相关类别、PL 和 B_{10d} 值。
- b) 接近速度：指危险表面运动或人员接近的速度。通常是一个表面运动而另一个固定。宜把最大可能的速度当作接近速度。如果人员和危险表面都在运动，或两个运动表面形成了陷入危险，则需要估计它们的接近合速度。
- c) 危险部件的停止行程：指输出信号开关装置向机器控制系统发出停止信号后，危险表面行走的距离。此距离取决于危险速度、机器控制系统的响应时间以及机器制动系统的效率。该行程可通过计算和/或测量得出。宜采用合适的安全系数来解决制动老化、测量误差等问题。
- d) 作为单个保护装置使用或与其他安全防护装置一起使用。
- e) 组合传感器的能力。
- f) 避免死区。
- g) 工作循环的频率以及系统寿命。
- h) 输出信号开关装置的开关容量。
- i) 指定范围以外的温度和湿度。
- j) 辐射热。
- k) 温度和湿度的快速变化。
- l) 化学物质的影响，例如：油、溶剂、切削液以及它们的组合。
- m) 外来物的影响，如：金属屑、灰尘和沙土。
- n) 传感器的附加覆盖物。
- o) 由于振动、冲击等引起的应力。
- p) 电磁兼容性(EMC)。
- q) 规范以外的电源电压变化(见 GB 5226)。
- r) 与本部分要求不同的灵敏度水平。
- s) 需要复位功能以及复位按钮的位置。
- t) 符号和标识所需的专用措辞。
- u) 传感器的固定。
- v) 性能随时间的变化。
- w) 间接的影响，如：地板表面的影响。
- x) 传感器变形后的恢复时间：在某些应用中，传感器连续驱动之间的时间小于传感器的恢复时间。在这种情况下，宜选择能够在有效时间内恢复正常操作的传感器。

y) 与机器控制系统的接口。

D.3 传感器的应用

D.3.1 概述

通常,传感器有以下两类应用:

——应用 1

用来停止远离传感器的机械。在这种情况下,传感器的安装应使得机器能在身体任何部位到达危险区之前停止。见 GB/T 19876。

——应用 2

安装在机器危险部件上或靠近危险部件,因此在传感器驱动后,发生伤害之前,机器将会停止或回复到安全位置。

D.3.2 应用 1

图 C.5 给出了典型应用。按照 GB/T 16855.1 决定了 PL 和类别后,接下来的程序如下:

- a) 按照 GB/T 19876 确定危险与压敏保护装置之间的接近速度。
- b) 确定压敏保护装置和机器控制系统的响应时间。
- c) 确定机器的停止行程。
- d) 需要时,确定正常操作需要的开口以及压敏保护装置驱动前允许的距离。
- e) 计算压敏保护装置和机器危险部件之间的距离。
- f) 应用中所需最小分离距离由 e) 中给出的距离乘以至少为 1.2 的安全系数得出。
- g) 存在其他情况时,例如:制动系统老化,宜采用更高的安全系数。

D.3.3 应用 2

按照 GB/T 16855.1 决定了 PL 和类别后,接下来的程序如下:

- a) 确定所需的作速度和最大危险速度

如果没有给出最大危险速度,宜通过测量或计算得出。行程中最大速度的发生点将取决于驱动机构。

压敏保护装置的最大工作速度宜大于最大危险速度。

- b) 确定所需的最小超行程

确定危险部件的停止行程。如果没有给出,宜通过测量和/或计算得出。停止行程乘以至少 1.2 的安全系数即得出该应用所需的最小超行程。存在其他情况时,例如:制动系统老化,宜采用更高的安全系数。见图 B.1。

测量停止行程一个简单的方法是在靠近发生最大危险速度的位置临时安装一个位置探测器。该位置探测器的常闭触点宜连接机器控制停止电路与输出信号开关装置的连接点。机器宜在预期最坏的条件下运行几次,并宜测量超过位置探测器驱动点的距离。测得的最大距离宜作为停止行程。

- c) 确定最大允许力

最大允许力宜在 C 类标准中给出或根据风险评估给出。风险评估宜考虑预期会与装置接触的人体部位以及受保护的人员类型,例如:小孩或老年人。还宜考虑接触速度、传感器形状、传感器材料、危险机械的停止性能以及压敏保护装置所施加的最大压力。最大允许力宜尽可能低。

- d) 装置选型

利用制造商提供的力—行程关系的数据或曲线,选取具备所需最大工作速度,并且至少能在到达最大允许力之前实现所需的最小超行程距离的压敏保护装置。

如果不能找到具有足够超行程的压敏保护装置,那么必须提高机器的停止性能。

D.4 传感器的安装

安装表面宜适合待使用的传感器。如果安装表面没有足够的刚度,或表面很不规则,将降低压敏保护装置的灵敏度和可靠性。如果传感器有规律地或反复与表面接触,则宜避免锐边或表面不规则,因为它们会造成损坏。传感器与控制单元之间的连接电缆、管线等宜按照如下要求进行设计、定位和安装:

- a) 能经受设计条件;
- b) 受到保护以避免机械损伤,以及
- c) 至少在每个末端牢固固定,以防止接头上有应力。

传感器可以安装在机器的固定或运动部件上,例如:动力操作门。图 C.4 为传感器安装在机器固定部件上,即门的竖挺上。这尤其适用于具有很多扇门的旋转门。

图 C.3 给出了仅安装用于检测人员传感器,但也适用于覆盖整个门高度的传感器。那么,传感器既能保护门,也能保护诸如车辆之类的障碍物。

人体部位宜不能进入传感器与安装传感器的表面之间,例如:装有“裙式”传感器的移动机器,或能陷住人手的感应板(见图 C.5)。如可能发生此情况,宜提供附加防护装置。

D.5 传感器定位

传感器宜具有足够的有效感应表面,且宜保证其安装方向为可预见驱动方向对应的最有效的安装方向。

D.6 传感器传出的力

传感器常常安装在会产生碰撞、陷入或挤压危险的运动表面上,例如:电动操作门。机械制造商/使用者必须保证运动部件的制动或反向不会使受压传感器的反作用力超过具体应用规定的最大允许力。

人员在自由空间内与运动的传感器接触产生的最大力通常低于人员陷入运动的传感器与固定障碍物之间产生的力。

在采用压敏保护装置保护人员免受伤害时,宜考虑以下几个方面:

- 传感器的尺寸;
- 危险机器的停止行程;
- 传感器材料的可压缩性(或其他属性);
- 处于自由空间的人员的灵活性和尺寸;
- 人员陷入传感器与固定物体之间时产生的最大力。

注:作用于人体不同部位的最大允许力见表 2。但是,人体不同部位的最大允许力(压力)有很大的不同。在同一人体部位,伤害也会随着移动方向,障碍物(或传感器)的外形和材料等而变化。因此,风险评估或 C 类标准可给出较低值。

附录 E
(资料性附录)
调试和检查

E.1 概述

使用信息宜包括以下关于调试和检查的注意事项,以及推荐的安装后调试和试验的指南,以保证整个系统安全运行。需要提供的关于压敏保护装置的选型和使用信息文件见第 6 章。

E.2 系统信息

系统宜按照安全防护装置制造商提供的信息进行安装、调试、试验和维护。

E.3 调试

进行调试的人员宜保证已进行了以下的检查:

- a) 压敏保护装置是否适合环境条件。
- b) 压敏保护装置是否牢固固定。
- c) 所有输入/输出的额定值和特征,例如:保险丝额定值。
- d) 断开压敏保护装置的动力源是否阻止机器进一步的危险运行。在恢复安全功能之前,机器危险部件宜不能恢复活动。
- e) 驱动力作用于有效敏感区时,机器危险部件宜不可能进入运动状态。
- f) 确保已安装传感器,从所有可预见的驱动方向提供保护,且无增加伤害风险的死区。
- g) 在操作循环的危险阶段,压敏保护装置的驱动宜使危险运动部件停止,或根据具体情况,进入另一种安全状态。在恢复安全功能之前,机器危险部件宜不能再次进入运动状态。
- h) 检查是否按要求提供复位装置,且在系统复位之前,压敏装置驱动后危险功能无法重新启动。
- i) 机器安全的一个重要特点是机器与其安全防护装置之间的接口。按相关标准规定,确保机器的所有部件,包括安全防护装置、控制电路以及与安全防护装置的连接,都符合风险评估的结果以及符合 GB/T 16855.1 的类别和 PL。
- j) 按照 GB/T 16855.1—2008,5.2 的要求试验噪声抑制装置(如果安装)。
- k) 检查所有指示灯是否正常运行。
- l) 按照制造商的说明书在整个有效敏感区内检查压敏保护装置的灵敏度。
- m) 确保在必要的位置设置了附加安全防护装置来防止从未受压敏装置保护的任意方向接近机器的危险部件。
- n) 检查压敏保护装置的安装是否产生了陷入点。

注:另外,还可能需要根据相关 C 类标准的要求进行其他检查。

E.4 定期检查和试验

包括 E.3 给出的信息。另外,还宜规定以下内容:

- a) 测试机器控制元件,确保它们正常工作,且不需要维修和/或替换。

- b) 检查机器,确保没有其他的机械或结构方面的因素阻碍机器被压敏保护装置停止时停机或进入另一种安全状态。
- c) 检查机器控制以及与压敏保护装置的连接,确保没有进行对系统产生不利影响的修改,且合适的修改已被妥善记录。
- d) 检查传感器表面的状况及其接头,确保没有阻碍系统按设计工作的损坏。
- e) 电源打开,机器停机时对压敏保护装置的有效性进行测试。如果相关,改变驱动点以确保一段时间内整个有效敏感区都能测试到。
- f) 如果提供了复位功能,应通过试验确认系统复位之前,机器不能工作。
- g) 检查所有控制单元外壳是否关闭且处于良好状态,并且只有通过钥匙或工具才能打开。检查钥匙是否拔下并交给指定人员保管。

E.5 维修后的检查和试验

维修后,宜根据 E.3 给出的相关指南进行与维修等级相适应的安全功能试验。

参 考 文 献

- [1] 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
 - [2] GB/T 16754—2008 机械安全 急停 设计原则
 - [3] GB/T 16842—2008 外壳对人和设备的防护 检验用试具
 - [4] GB/T 17454.1 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
 - [5] GB/T 17454.2 机械安全 压敏保护装置 第2部分:压敏边和压敏棒的设计和试验通则
 - [6] GB 18831 机械安全 带防护装置的联锁装置 设计和选择原则
 - [7] GB/T 19436(所有部分) 机械电气安全 电敏保护设备
 - [8] GB/T 20438(所有部分) 电气/电子/可编程电子安全相关系统的功能安全
 - [9] GB 28526 机械电气安全 安全相关电气、电子和可编程电子控制系统的功能安全
-