

中华人民共和国国家标准

GB/T 16754—2021/ISO 13850:2015

代替 GB/T 16754—2008

机械安全 急停功能 设计原则

Safety of machinery—Emergency stop function—Principles for design

(ISO 13850:2015, IDT)

2021-05-21 发布

2021-12-01 实施

国家市场监督管理总局
国家标准化管理委员会 发布

目 次

前言	.....	I
引言	.....	III
1 范围	.....	1
2 规范性引用文件	.....	1
3 术语和定义	.....	1
4 安全要求	.....	2
4.1 一般要求	.....	2
4.2 工作条件、环境影响	.....	5
4.3 急停装置	.....	5
4.4 采用线或绳作为致动机构	.....	6
4.5 防止急停装置意外致动	.....	7
4.6 便携式操作控制站	.....	7
参考文献	.....	8

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 16754—2008《机械安全　急停　设计原则》。与 GB/T 16754—2008 相比，除结构调整和编辑性修改外，主要技术变化如下：

- 增加了术语“急停设备”“急停装置的控制范围”“保护圈”“紧急状态”和“操作控制站”及其定义（见 3.2、3.6、3.7、3.8 和 3.9）；
- 明确并细化了急停功能的安全要求，并增加了急停装置控制范围的要求（见 4.1，2008 年版的 4.1）；
- 修改了急停装置的安全要求（见 4.3，2008 年版的 4.4）；
- 增加了防止急停装置意外致动的要求（见 4.5）；
- 增加了便携式操作控制站的要求（见 4.6）。

本文件使用翻译法等同采用 ISO 13850:2015《机械安全　急停功能　设计原则》。

与本文件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 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 5226.1—2019 机械电气安全　机械电气设备　第 1 部分：通用技术条件（IEC 60204-1:2016, IDT）；
- GB/T 7932—2017 气动　对系统及其元件的一般规则和安全要求（ISO 4414:2010, IDT）；
- GB/T 14048.14—2019 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　具有机械锁闩功能的电气紧急制动装置（IEC 60947-5-5:2016, IDT）；
- GB/T 16855.1—2018 机械安全　控制系统安全相关部件　第 1 部分：设计通则（ISO 13849-1:2015, IDT）；
- GB 28526—2012 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（IEC 62061:2005, IDT）。

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。

本文件由全国机械安全标准化技术委员会（SAC/TC 208）提出并归口。

本文件起草单位：皮尔磁电子（常州）有限公司、上海辰竹仪表有限公司、安徽天翔科技有限公司、福建省闽旋科技股份有限公司、厦门力迪塑胶有限公司、九思检测技术（广东）有限公司、漳州科晖专用汽车制造有限公司、焙之道食品（福建）有限公司、四川蜀兴优创安全科技有限公司、广东黎麦检测科技有限公司、南京林业大学、佛山市顺德区万怡家居用品有限公司、南京理工大学、中机生产力促进中心、施迈赛工业开关制造（上海）有限公司、浙江奥鹏工贸有限公司、苏州安高智能安全科技有限公司、南安市中机标准化研究院有限公司、爱德克电气贸易（上海）有限公司、深圳淡色显示科技有限公司、西安立贝安智能科技有限公司、泉州市标准化协会、广东成信科技有限公司、机械科学研究院有限公司、浙江鼎业机械设备有限公司、陕西硕恩大数据科技有限公司、广东长盈精密技术有限公司、滁州学院、义乌市经龙模具有限公司、广东铭凯科技有限公司、中汽认证中心有限公司、上海汉钟精机股份有限公司、东莞市标准与产业融合促进会。

本文件主要起草人：付翔、何春燕、张松、叶国华、居里锴、黄之炯、周婷、秦培均、张德军、吴向亮、吴建伟、李勤、朱斌、罗卫强、薛从福、杨昌海、黄琼芳、宋小宁、姜涛、杨毅、居荣华、王峰、曹志勇、聂永江、

何俊、权宁武、陈妙仁、王磊、董凯菠、李忠、刘治永、王培、李立言、郑华婷、沈德红、程红兵、俞江华、陈卓贤、袁骏、霍志锋、付卉青、左小飞、倪燎勇、黄建伟、叶冠林、南少微、刘琪、李太从、龚丽华、张晓飞。

本文件及其所代替文件的历次版本发布情况为：

- 1997年首次发布为GB 16754—1997；
- 2008年第一次修订，发布为GB 16754—2008，2017年转化为GB/T 16754—2008；
- 本次为第二次修订。

引　　言

机械领域安全标准体系由以下几类标准构成：

——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),涉及在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,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,本文件属于B2类标准。

本文件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文件的起草。

此外,本文件预定用于起草C类标准的标准化机构。

本文件规定的要求可由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。

机械安全 急停功能 设计原则

1 范围

本文件规定了机器急停功能的功能要求和设计原则，并适用于采用任何能量形式的急停功能。

本文件适用于除以下两类机器以外的所有机械：

——急停功能不能减小风险的机器；

——手持式机器或手动式机器。

本文件不适用于急停功能中用于反转或限制运动、排放(如辐射、液体)偏转、屏蔽、制动或断开等功能。

注：利用电气/电子技术实现的急停功能的要求见 IEC 60204-1。

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。

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)

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

ISO 4414 气动对系统及其元件的一般规则和安全要求(Pneumatic fluid power—General rules and safety requirements for systems and their components)

ISO 13849-1 机械安全 控制系统安全相关部件 第1部分：设计通则(Safety of machinery—Safety-related parts of control systems—Part 1: General principles for design)

IEC 60204-1:2005 机械安全 机械电气设备 第1部分：通用技术条件(Safety of machinery—Electrical equipment of machines—Part 1: General requirements)

IEC 60947-5-5:2005 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 具有机械锁闩功能的电气紧急制动装置(Low-voltage switchgear and controlgear—Part 5-5: Control circuit devices and switching elements—Electrical emergency stop devices with mechanical latching function)

IEC 62061 机械安全 安全相关电气、电子和可编程电子控制系统的功能安全(Safety of machinery—Functional safety of safety-related electrical, electronic and programmable electronic control systems)

3 术语和定义

GB/T 15706—2012 界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

3.1

急停 emergency stop(E-stop)

急停功能 emergency stop function

该功能预定：

——用于阻止或降低正在发生的已存在的对人员的危险、对机械或正在进行中的工作的损害；
——由单一人为动作触发。

[来源:GB/T 15706—2012,3.40]

3.2

急停设备 emergency stop equipment

执行急停功能的安全控制系统。

注：典型的急停设备分为输入、处理和输出组件。

3.3

急停装置 emergency stop device

用于人为触发急停功能的控制装置。

[来源:IEC 60947-5-5:2005,3.2]

3.4

机器执行器 machine actuator

使机器运动的驱动机构。

注：执行器示例：电机、电磁阀、气动或液压缸。

3.5

安全功能 safety function

失效后会立即造成风险增加的机器功能。

[来源:GB/T 15706—2012,3.30]

3.6

急停装置的控制范围 span of control of emergency stop device(s)

特定急停装置控制的机器的预定区域。

3.7

保护圈 protective shroud

为降低急停装置被意外触发的可能性而提供的机械措施。

3.8

紧急状态 emergency situation

需要立即终止或避免的危险状态。

注：紧急状态可能发生在机器的正常运行期间（例如由于人为干预或因外部影响）或由机器任何部件失灵或失效导致。

[来源:GB/T 15706—2012,3.38,有修改]

3.9

操作控制站 operator control station

布置在同一面板或同一外壳上的一个或多个控制致动机构的部件的组合。

注：致动机构是指设备上需要人为操动的部分，见 IEC 60204-1:2005,3.1。

[来源:IEC 60204-1:2005,3.13,有修改]

4 安全要求

4.1 一般要求

4.1.1 急停功能

4.1.1.1 急停功能的目的是避免因人为动作或意外危险事件导致的已发生或即将发生的紧急状态。

急停功能应由单一人为动作触发。

4.1.1.2 急停功能应在任何时间都可用和可操作。无论机器处于何种操作模式,该功能都应优先于其他所有功能和操作且不削弱其他保护功能(例如受困人员脱困、灭火)。

急停功能被触发时:

- 应保持急停状态,直至手动复位;
- 对于被急停功能停止的操作,任何启动指令都应是无效的。

急停功能的复位应是人为审慎操作。急停功能的复位操作应将急停装置脱扣(见 4.1.4),且不应启动机器。

注:如 GB/T 15706—2012 所述,急停功能不能作为防止意外启动的措施。

4.1.1.3 急停功能是一种补充保护措施,不应用来代替安全防护措施和其他功能/安全功能。

4.1.1.4 急停功能不应削弱其他安全功能的有效性。

注:为此,确保辅助设备(如磁力卡盘或制动装置)持续运行是有必要的。

4.1.1.5 急停功能的设计应使急停装置触发后,机器的危险运动和操作以适当的方式停止,不产生附加风险,且无需进一步人为干预。

注:“适当的方式”可能包括:

- 选择机器设计允许的最佳减速率;
- 选择停止类别(见 4.1.3);
- 预先设定的必要停机顺序。

根据机器和具体风险的不同,急停功能可能触发停止之外的其他功能(如反转或限制运动、制动),以尽可能减小产生伤害的风险。这些功能在本文件未涉及,但也属于急停功能的一部分。

4.1.1.6 急停功能的设计应使得人员在做出触发急停装置的决定时,无需考虑后果。

4.1.2 急停装置的控制范围

通常情况下,每个急停装置的控制范围都应覆盖整台机器。但在某些情况下,如停止所有关联机器后,会产生额外的危险或对生产产生不必要的影响时,不适宜采用单一控制范围。

每个控制范围可能覆盖一台机器的一个或多个区域、整台机器或者一组机器(见图 1)。

不同的控制范围可重叠。

控制范围的分配应考虑以下因素:

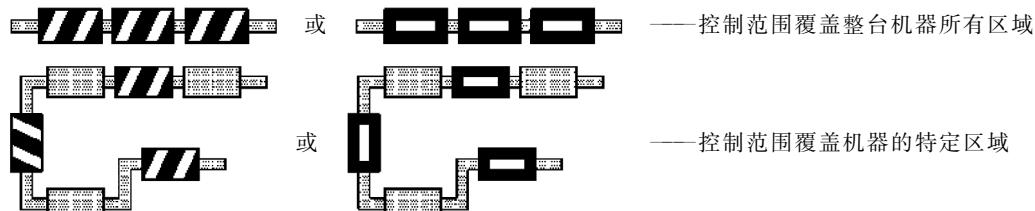
- a) 基于机器可见区域的机器物理布局;
- b) 识别危险状态的可能性(如可见性、噪声、气味);
- c) 任何与生产过程有关的安全影响因素;
- d) 可预见的危险暴露;
- e) 附近可能存在的危险。

4.1.2.1 如果满足以下要求,可能采用多个控制范围:

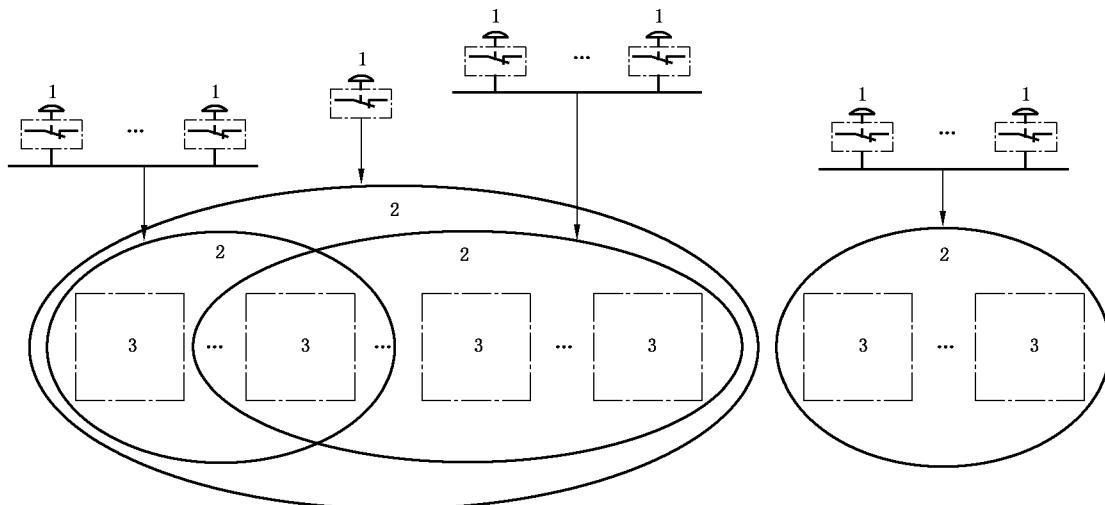
- 控制范围应被明确界定且可识别;
- 急停装置应与需要急停的危险直接关联;
- 急停装置的控制范围在其操作位置应易识别(见 4.1.1.6);

注:可以通过图示或安装位置实现易识别。宜避免需要阅读急停装置的相关文字说明或具备经验。

示例:此类图示可靠近急停装置放置,并且明确该装置的控制范围。



- 急停装置的触发不应产生额外的危险或增加风险；
 - 一个控制范围内急停装置的触发不应阻碍另一个控制范围内急停功能的触发；
 - 机器的使用信息应包含急停装置控制范围的信息。
- 只要切实可行,不同控制范围的急停装置不应相邻安装。



标引序号说明：

- 1——急停装置；
- 2——控制范围；
- 3——机器的区域或机器。

图 1 控制范围示例

4.1.3 停止类别

急停功能应符合以下两类停止类别之一(也可见 IEC 60204-1)。应通过风险评估选择对应的停止类别。

0 类停止

立即切断机器致动机构的动力实现停止。

注 1：可能需要额外的制动。

0 类停止的示例如下：

- 通过机电式开关装置切断机器电机的电源；
- 机械断开(脱开)危险元件与机器致动机构的连接；
- 中断机器液压/气动致动机构的流体动力；
- 使用符合 IEC 61800-5-2 的电力驱动系统的安全转矩关断(STO)功能切断产生转矩或力的能源。

1 类停止

通过给机器致动机构施加动力实现停止,并在机器实现停止后断开动力。

1 类停止的示例如下：

- 减速并在停止运动后通过机电式开关装置切断电机的电源；
- 采用符合 IEC 61800-5-2 的动力驱动系统的安全停止 1(SS1)功能。

注 2：要切断动力源,只要移除产生转矩或力的动力就足够。可能通过断开离合器、断开连接、切断开关或是电子手段[例如符合 IEC 61800-5-2 的动力驱动系统(PDS)],无需实施隔离。

4.1.4 急停装置的脱扣(如解锁)

急停装置触发后,其作用应持续保持到急停装置脱扣。脱扣动作应在同一急停装置上执行,且为审慎操作。脱扣动作本身不应重启机器,仅是重启机器的前提条件。

机器的使用说明书应明示,在急停装置触发后至脱扣前应对机器进行检查以查明触发急停的原因。

4.1.5 急停设备

4.1.5.1 执行急停功能的安全控制系统或子系统应符合 ISO 13849-1 和/或 IEC 62061 中的相关要求。

宜根据急停功能的目的来确定性能等级(PL)或者安全完整性等级(SIL),但至少应达到 $PL_r = c$ 或 SIL1。

注:如果满足 ISO 13849-1 和/或 IEC 62061 的要求,急停功能可能与其他安全功能共用安全相关部件。

4.1.5.2 执行急停功能的电气设备应符合 IEC 60204-1 中的相关要求。

4.1.5.3 执行急停功能的液压设备,其系统和元件的设计、制造和改进应符合 ISO 4413 中的相关要求。

4.1.5.4 执行急停功能的气动设备,其系统和元件的设计、制造和改进应符合 ISO 4414 中的相关要求。

4.2 工作条件、环境影响

用于实现急停功能的元件、装置和组件的选择、装配、连接、固定和防护应使其在预期的工作条件和环境影响下能够正确地运行,在这一过程中应考虑:

- 操作频次以及在不常使用等的情况下定期检测的需要;
- 环境限制,例如振动、冲击、温度、辐射(如太阳紫外线)、雨水、雪、冰水、粉尘、异物、潮湿、腐蚀性物质和流体。

4.3 急停装置

4.3.1 急停装置的设计应便于操作者和其他需要操作急停装置的人员识别与操作。急停装置的致动机构可以是以下类型中的一种:

- a) 易被手掌操作的按钮;
- b) 线、绳、杆;
- c) 手柄;
- d) 无保护罩的脚踏板(无法采用其他类型时)。

注:触发急停的电源切断装置,见 IEC 60204-1。

4.3.2 急停装置应位于:

- a) 每个操作控制站,除非风险评估显示没有必要;
- b) 风险评估确定的其他位置,例如:
 - 入口以及出口位置;
 - 需要对机器进行干预的位置,例如有保持—运行控制装置的工位;
 - 所有设计为人机交互的位置(如装料/卸料区)。

急停装置的位置应使操作者与其他需要操作急停装置的人员能直接触及,且可无危险地操作。

预定手动触发的急停装置,其致动机构宜安装在站立面(例如地面、平台面)以上 0.6 m~1.7 m。

脚踏板宜直接固定安装在站立面上(例如地面)。

4.3.3 电气急停装置应采用机械锁闩的直接断开原理。电气急停装置应符合 IEC 60947-5-5 的规定。

注:采用机械锁闩的直接断开原理的示例有电气触点通过与按钮直接刚性连接的方式断开的急停装置。根据 IEC 60947-5-1,(触点元件的)直接断开动作是开关操纵机构的规定运动通过非弹性元件(如:不依靠弹簧)来实现触点分离。

4.3.4 气动或液压急停装置应采用机械锁闩的直接机械作用原理(见 GB/T 15706—2012 的 6.2.5)。

注: 气动与液压系统典型的执行方式是不依靠弹簧直接关闭阀门。

4.3.5 即使急停装置的致动机构没有锁住(闭锁),对急停装置的触发操作也应发出停止命令。

4.3.6 急停装置的致动机构应为红色。如果在致动机构的后面有背景且在可行时,则背景的颜色应为黄色。

急停装置的设计与安装应使其致动不易被简单方式阻挡。

注: 当有物体落到操作表面下方或故意使其失效时,可能发生此类情况。

急停装置宜避免使用钥匙来进行脱扣(如解锁)操作。

当急停装置只能通过钥匙脱扣时,为了避免伤手,机器的使用说明应描述钥匙正确的使用方法并且提供关于钥匙仅在急停装置脱扣时才能插入致动机构的警告。

4.3.7 致动机构及其背景都不宜加贴文字或符号。需要用符号声明的地方,应使用 IEC 60417-5638 的符号,见图 2。

如果有必要标出致动机构(按钮)的解锁方向,则该标志应采用与致动机构的颜色相同或相近的颜色(也可见 IEC 60947-5-5)。

注: 解锁的标志(如箭头)可能会被误解为致动方向。

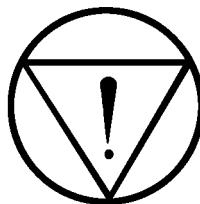


图 2 急停符号 (IEC 60417-5638)

4.3.8 如果急停装置安装在可分离操作控制站或无线操作控制站(例如可插拔便携式示教器),则机器上应至少有一个始终可用的急停装置(如在某个固定位置)。

此外,应至少采取以下措施中的一项措施来避免混淆被激活的与未被激活的急停装置:

- 通过灯光改变被激活的急停装置的颜色;
- 自动(自作用)掩蔽未被激活的急停装置;如不可行,则可以通过附在操作控制站上的掩蔽物手动掩蔽;
- 规定正确存放可分离操作控制站或无线操作控制站的方法。

在机器的使用说明书中应声明,采取了何种措施来避免混淆被激活与未被激活的急停装置,并说明该措施的正确操作方法。

4.3.9 如果急停装置是无线的或者是集成在无线操作控制站,除了满足本文件的要求外还应符合 IEC 60204-1 的相关要求。

4.3.10 防止急停装置被意外致动的措施不应产生阻碍致动或妨碍触及急停装置的风险;此类措施不应降低急停装置或其致动机构的可见性(见 4.5)。

4.4 采用线或绳作为致动机构

4.4.1 使用线或绳作为急停装置的致动机构时,其设计和布置应易于使用。为此,应考虑:

- 产生急停指令所需的位移量;
- 可能的最大位移;
- 线或绳与最接近的物体之间的最小间隙;
- 给线或绳做标记(例如:通过使用标志旗),使操作者易见;
- 触发急停装置需要对线或绳施加的力及其方向。

线或绳的颜色应为红色。

如果用标志旗增加线或绳的可见性,则标志旗的颜色应为红色和黄色(例如红黄色条纹或红黄色交替)。

注 1: 见 IEC 60947-5-5。

当需要沿着线的轴向拉动触发急停功能时,沿轴向的任一方向都应能够触发急停指令。

注 2: 可用图 2 的符号对标志旗进行标识。

4.4.2 当线或绳出现松弛、断裂或脱落时,应产生急停指令。

4.4.3 从急停装置脱扣装置的位置应能观察到整根线或绳。

4.4.4 机器的使用说明书应声明,在急停装置触发后以及脱扣前应沿着线或绳全长对机器进行检查,以查明触发急停的原因。使用说明书还应说明如何安装和调整线或绳等信息。

4.5 防止急停装置意外致动

急停装置的设计应避免意外致动。

应尽可能通过选择安装位置而不是采用其他应用性设计措施来防止意外致动。

不应影响急停装置的致动。为了防止急停装置的意外致动可能采取如下预防措施:

- 将急停装置安置于远离可预见的通行繁忙区域;
- 选择合适的急停装置类型;
- 选择大小或形状合适的急停装置;
- 将急停装置安装在控制面板的凹陷表面上。

宜避免使用急停装置保护圈,除非其他措施都无法防止急停装置被意外致动。

保护圈不应有可能造成伤害的尖角、锐边或粗糙表面。边角应去毛刺,表面应手感光滑。

对于需要用手致动的急停装置,防止意外致动的措施不应妨碍或阻止机器操作者或其他需要致动急停装置的人员从任意方向用手掌触发。

4.6 便携式操作控制站

4.6.1 便携式操作控制站的急停功能

通过便携式操作控制站控制机器时,所有急停装置都应处于激活状态(见 4.3.8)。风险评估应考虑插拔可分离操作控制站产生的影响。

4.6.2 无线操作控制站的急停复位

无线控制系统中断或部件失效后,恢复动力不应复位先前由无线急停装置触发的急停状态。

无线控制装置触发急停后,只有急停装置从锁定位置脱扣后才能够复位。

如果无法完全观察到急停装置的控制范围,除了将便携式控制站的急停致动机构脱扣之外,还应在机器上或机器周围提供一个或多个固定安装的辅助复位装置,以确定造成急停的原因已经被排除。

参 考 文 献

- [1] IEC 60417:2002 DB Graphical symbols for use on equipment (online database)
 - [2] IEC 61800-5-2 Adjustable speed electrical power drive systems—Part 5-2: Safety requirements—Functional
 - [3] IEC 60947-5-1 Low-voltage switchgear and controlgear—Part 5-1: Control circuit devices and switching elements—Electromechanical control circuit devices
-