



中华人民共和国国家标准

GB/T 37157—2018/ISO/TR 24119:2015

机械安全 串联的无电势触点联锁装置 故障掩蔽的评价

**Safety of machinery—Evaluation of fault masking serial connection of
interlocking devices with potential free contacts**

(ISO/TR 24119:2015, Safety of machinery—Evaluation of fault masking
serial connection of interlocking devices associated with guards with
potential free contacts, IDT)

2018-12-28 发布

2019-07-01 实施

国家市场监督管理总局 发布
中国国家标准化管理委员会

目 次

前言 III

1 范围 1

2 规范性引用文件 1

3 术语和定义 1

4 故障掩蔽 4

 4.1 概述 4

 4.2 直接故障掩蔽 5

 4.3 故障的意外复位 5

 4.4 电缆故障的意外复位 6

5 串联联锁装置诊断覆盖率(DC)的评价方法 7

6 串联装置对 DC 的限制 7

 6.1 概述 7

 6.2 可达到的最大 DC 的简易确定方法 8

 6.3 可达到的最大 DC 的常规确定方法 8

 6.3.1 故障掩蔽概率的估计 8

 6.3.2 可达到的最大 DC 的确定 9

 6.4 无电势触点联锁装置与其他不同功能无电势触点装置的串联 10

7 避免故障掩蔽 11

附录 A (资料性附录) 6.2 和 6.3 所述评价方法应用示例 12

参考文献 17

前 言

本标准按照 GB/T 1.1—2009 给出的规则起草。

本标准使用翻译法等同采用 ISO/TR 24119:2015《机械安全 与防护装置联用的带无电势触点的串联联锁装置故障掩蔽的评价》。

与本标准中规范性引用的国际文件有一致性对应关系的我国文件如下：

——GB/T 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—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)。

本标准做了下列编辑性修改：

——将标准名称改为《机械安全 串联的无电势触点联锁装置故障掩蔽的评价》；

——将 $MTTF_d$ 改为 $MTTF_D$ ；

——将 B_{10d} 改为 B_{10D} 。

本标准由江苏省质量技术监督局提出。

本标准由全国机械安全标准化技术委员会(SAC/TC 208)归口。

本标准起草单位：南京轻机包装机械有限公司、成都航天凯特机电科技有限公司、安徽锐视光电技术有限公司、厦门晓讯新能源科技有限公司、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、福建省闽旋科技股份有限公司、华测检测认证集团股份有限公司、软控股份有限公司、南京林业大学/机电产品包装生物质材料国家与地方联合工程研究中心、西安旭迈智能家电科技有限公司、南京理工大学、中机生产力促进中心、南安市质量计量检测所、金久科技有限公司、广东科杰机械自动化有限公司、东莞市机械工业管理协会、厦门坤锦电子科技有限公司、立宏安全设备工程(上海)有限公司、中山市科检检测技术有限公司。

本标准主要起草人：陈能玉、李勤、朱斌、张荣春、钱广华、李立言、赵阳阳、舒宗昊、黄艳玲、于明进、居荣华、刘治永、居里镨、程红兵、毛晓尧、杜健、李同、梁小华、黄树福、侯红英、黄东升、邹碧桃、刘英、付卉青、赵呈晟、李忠、陈卓贤、黄庆、赵飞麒、王建军、宋小宁、张晓飞。

机械安全 串联的无电势触点联锁装置 故障掩蔽的评价

1 范围

本标准给出并解释了故障掩蔽在与一个执行诊断的逻辑单元(K)连接的多个串联无电势触点联锁装置(B1~Bn)的原理(见图1~图7)。本标准还进一步给出了如何估计故障掩蔽的概率以及所涉及联锁装置最大DC值的指南。本标准只适用于两个通道均为物理串联的联锁装置。

本标准有以下两个用途:

- 给使用者提供估计最大DC值的指南;
- 作为SRP/CS设计指南。

注1: 带集成自监测功能的联锁装置不属于本标准的范围。

注2: 逻辑单元采用的诊断方法也提出了限制。

注3: 本标准并不局限用于机械致动式位置传感器。

2 规范性引用文件

下列文件对于本文件的应用是必不可少的。凡是注日期的引用文件,仅注日期的版本适用于本文件。凡是不注日期的引用文件,其最新版本(包括所有的修改单)适用于本文件。

GB/T 18831—2017 机械安全 与防护装置相关的联锁装置 设计和选择原则(ISO 14119:2013,IDT)

ISO 12100 机械安全 设计通则 风险评估与风险减小(Safety of machinery—General principles for design—Risk assessment and risk reduction)

ISO 13849-1:2006 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)

3 术语和定义

ISO 13849-1、GB/T 18831 和 ISO 12100 界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

3.1

故障掩蔽 **fault masking**

故障的意外复位或者通过SRP/CS中无故障部件的工作使SRP/CS中的故障不被检测到。

3.2

串联装置 **series connected devices**

与一个执行诊断的逻辑单元(K)连接的多个串联的无电势触点(干接点)装置(B1~Bn)。

3.3

相同极性冗余通道的信号评价 **signal evaluation of redundant channels with same polarity**

用于安全功能的逻辑单元对供电电压相同的冗余信号进行评价的方法。

3.4

相反极性冗余通道的信号评价 **signal evaluation of redundant channels with inverse polarity**

用于安全功能的逻辑单元对第二通道为接地极性的冗余信号进行评价的方法。

注：见 GB 5226.1—2008,9.4.3.1 方法 a)。

3.5

动态信号冗余通道的信号评价 **signal evaluation of redundant channels with dynamic signals**
用于安全功能的逻辑单元对冗余动态信号进行评价的方法。

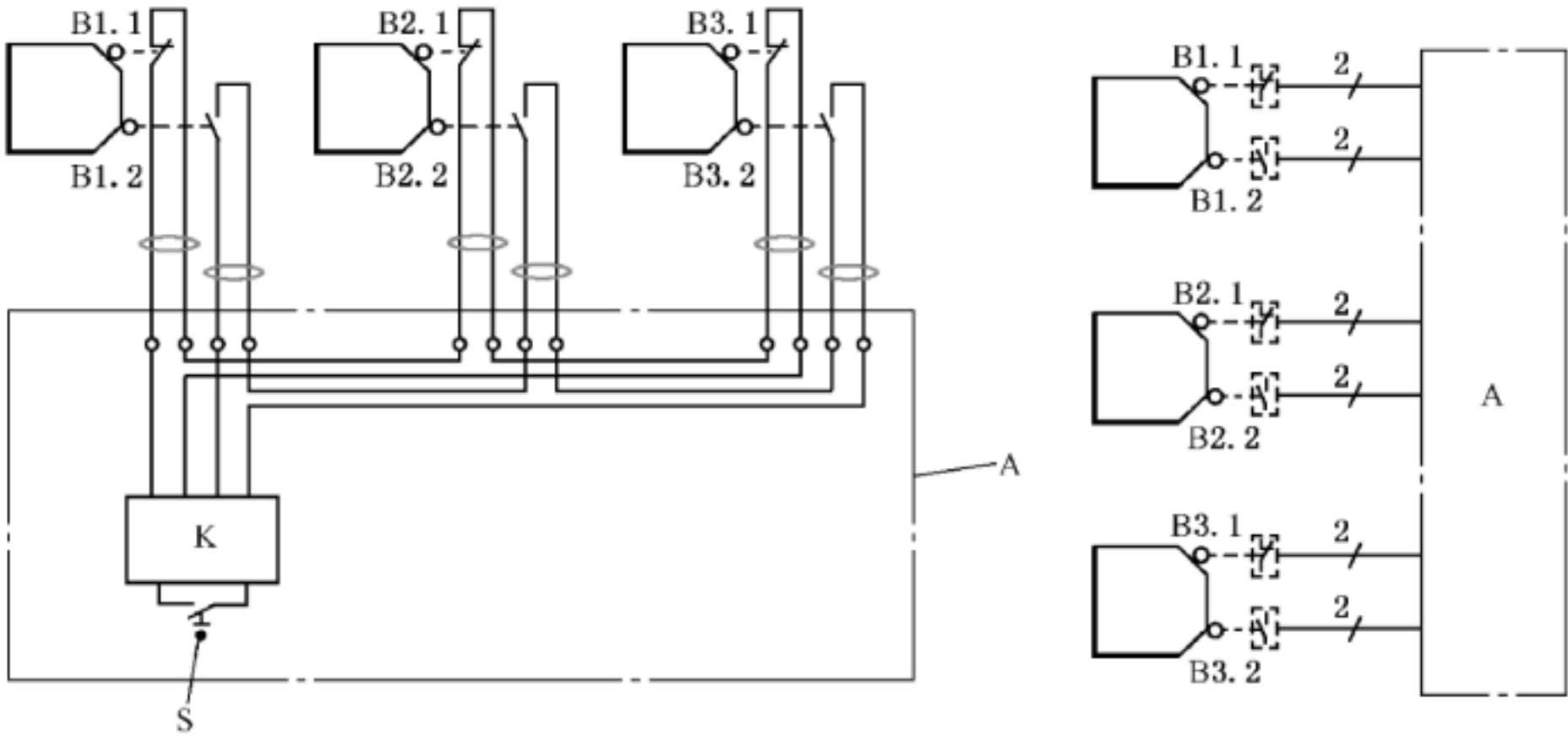
注：动态信号可由测试脉冲、频率调制等产生。

3.6

星形布线 **star cabling**

各联锁装置由一根电缆接至电气柜的布线方式。

注：图 1 为星形布线。



说明：

- A —— 电气柜；
- B1.1、B1.2 —— 带无电势触点的联锁装置；
- B2.1、B2.2 —— 带无电势触点的联锁装置；
- B3.1、B3.2 —— 带无电势触点的联锁装置；
- K —— 逻辑单元；
- S —— 带手动复位功能的复位装置。

图 1 星形布线

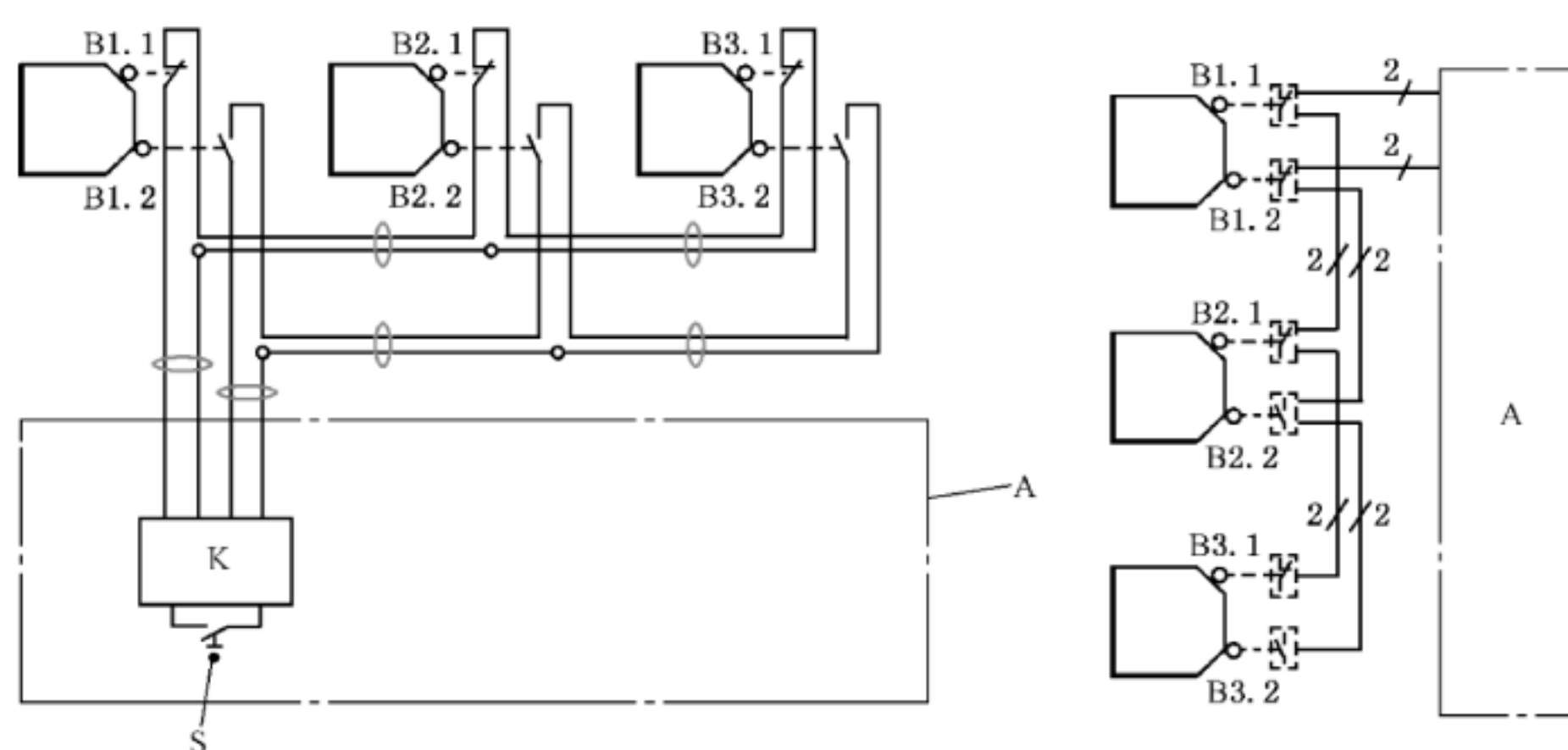
3.7

分支布线 **branch cabling**

主干布线 **trunk cabling**

由一根电缆从电气柜接至第一个联锁装置，再由此联锁装置接至下一个联锁装置，依此类推，直到最后一个联锁装置，而且最终信号以同样的方式接回电气柜的布线方式。

注：图 2 为分支(主干)布线。



说明:

A ——电气柜;

B1.1、B1.2——无电势触点联锁装置；

B2.1、B2.2——无电势触点联锁装置；

B3.1、B3.2——无电势触点联锁装置；

K ——逻辑单元;

S ——手动复位功能复位装置。

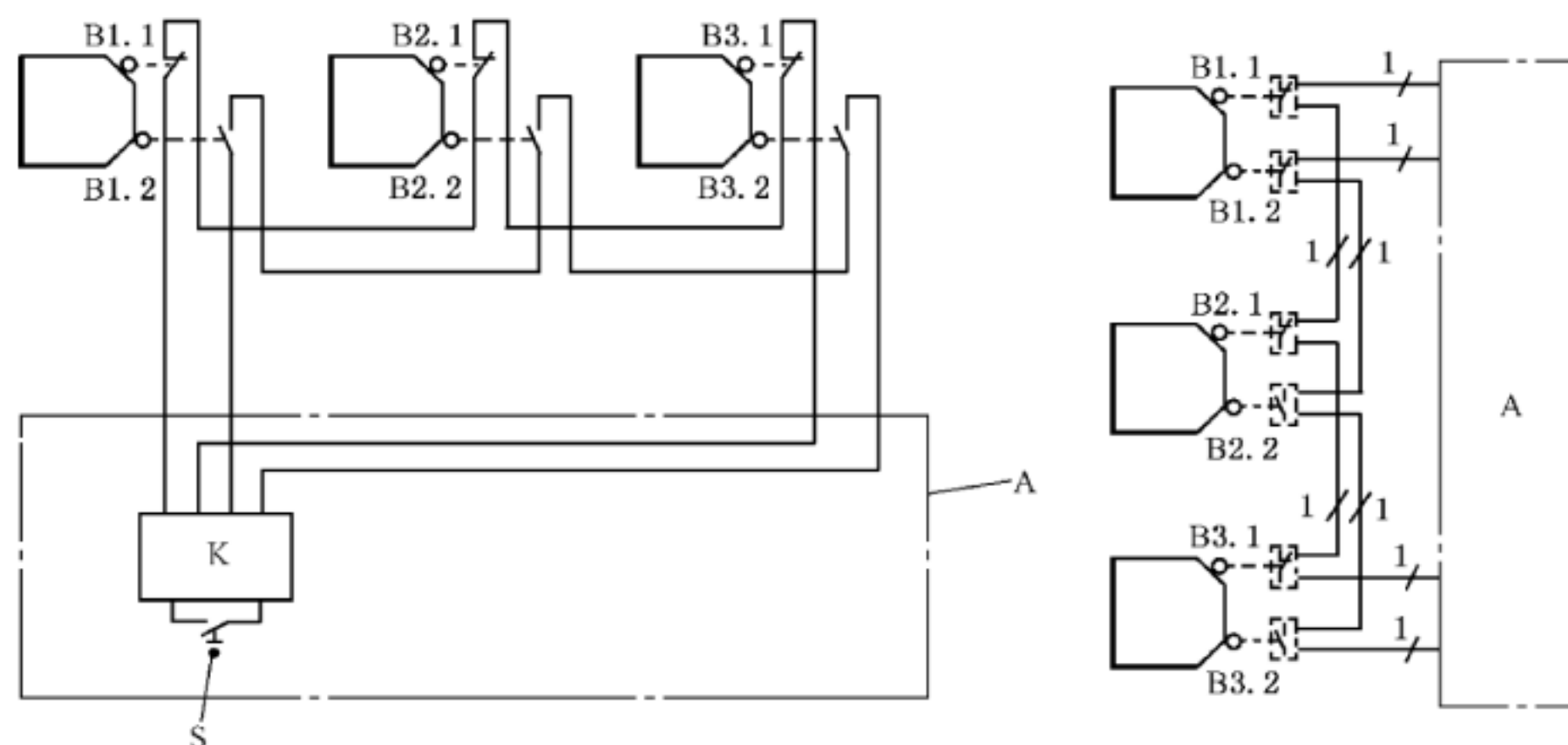
图 2 分支(主干)布线

3.8

环形布线 loop cabling

由一根电缆从电气柜接至第一个联锁装置,再由此联锁装置接至下一个联锁装置,依此类推,直到最后一个联锁装置,而信号通过另外一根电缆接回电气柜的布线方式。

注：图 3 为环形布线。



说明：

A ——电气柜;

B1.1、B1.2——无电势触点联锁装置；

B2.1、B2.2——无电势触点联锁装置；

B3.1、B3.2——无电势触点联锁装置；

K ——逻辑单元;

S ——手动复位功能复位装置。

图 3 环形布线

3.9

单体布置 single arrangement

将一个联锁电路冗余通道中单个联锁装置的两个不同触点用于单个防护装置联锁。

注：图 4 为单体布置。

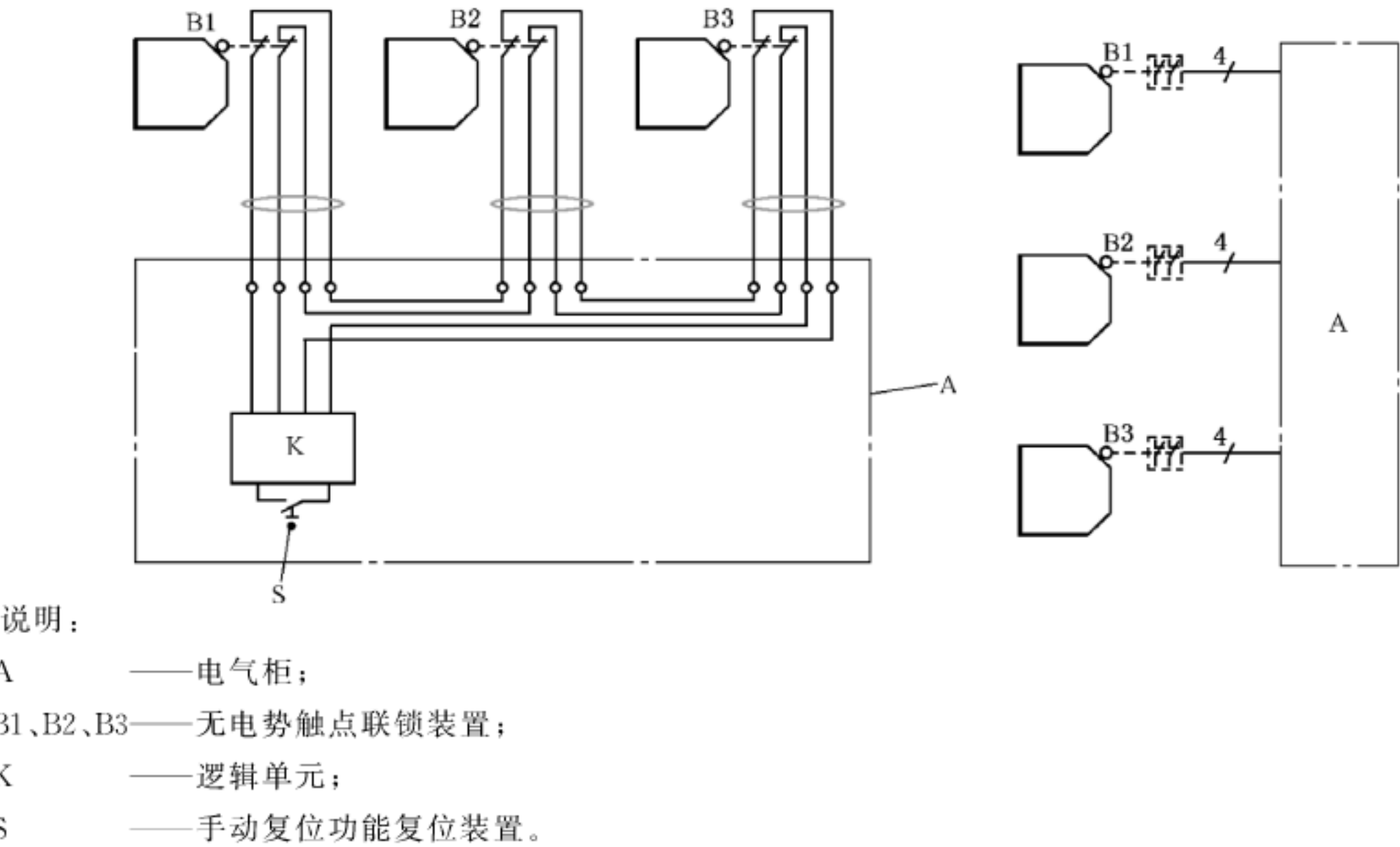


图 4 单体布置

3.10

冗余布置 redundant arrangement

将一个联锁电路冗余通道中两个(冗余)联锁装置的单一触点用于单个防护装置联锁。

注：图 1～图 3 为冗余布置。

3.11

电缆保护 protected cabling

电缆采用管道、铠装等形式或敷设在符合 GB 5226.1 的电气外壳内,实现永久连接(固定)和保护,防止受到外部损坏。

4 故障掩蔽

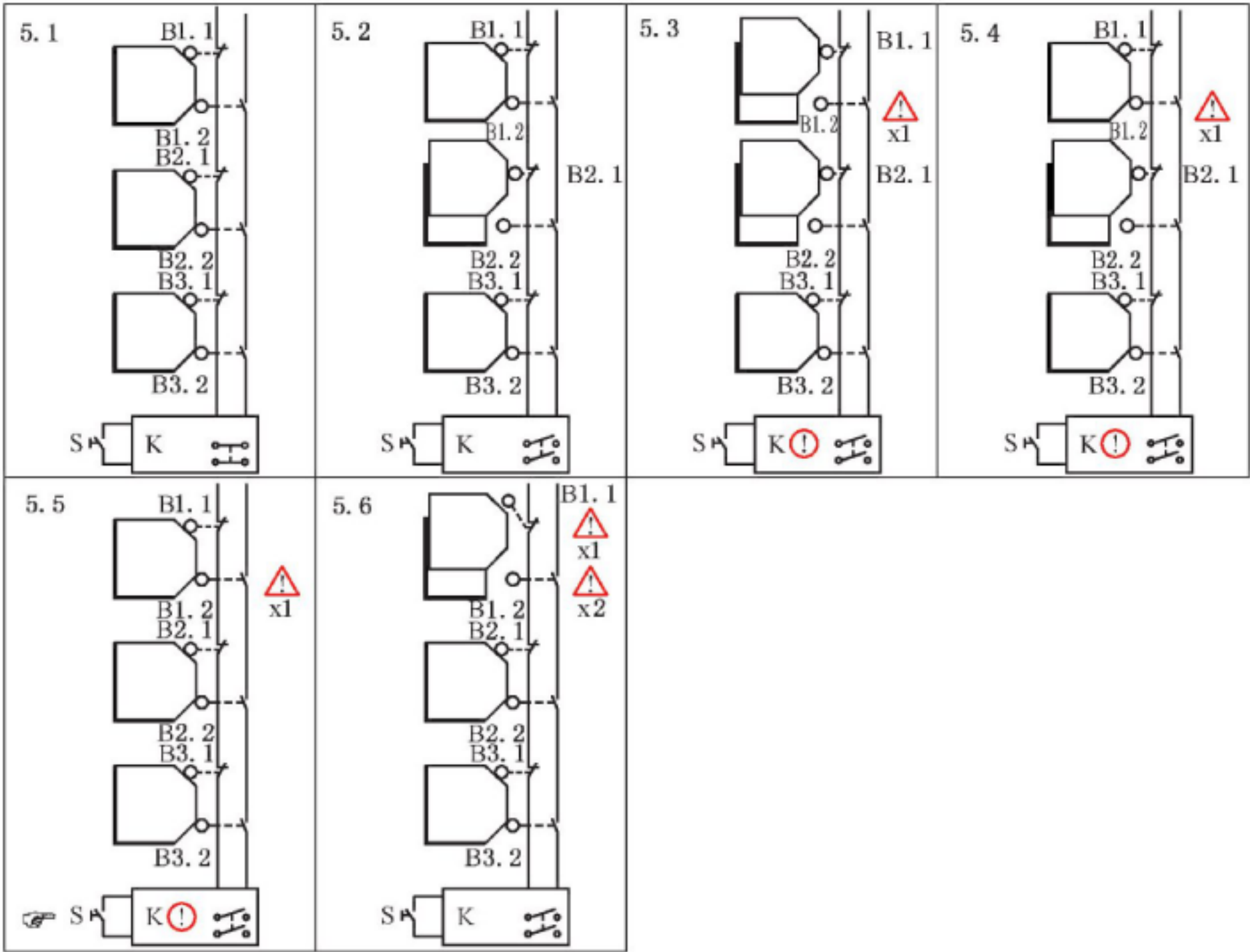
4.1 概述

无电势触点串联连接是一种常用的安全相关回路设计方法,例如将多个联锁装置与一个执行全部安全功能诊断的安全逻辑控制器连接。尽管单一故障在大多数情况下不会造成安全功能丧失并能被检测到,然而在实际应用中经常存在故障被掩蔽的风险。例如,当一个以上的活动式防护装置被同时或依次打开时,由于触点采用串联连接,逻辑单元检测到的接线或触点故障可能被串联装置中另一个正常运行(非故障状态)的触点掩蔽,从而造成机器在 SRP/CS 存在单一故障时仍然能够运行。其结果将造成故障累积,导致系统不安全。

图 5～图 7 给出了带串联联锁装置的活动式防护装置造成故障掩蔽的示例。

4.2 直接故障掩蔽

图 5 给出了两个活动式防护装置按特定顺序致动造成故障掩蔽的示例。



说明：

B1、B2、B3——无电势触点联锁装置；

K——逻辑单元；

S——手动复位功能复位装置；

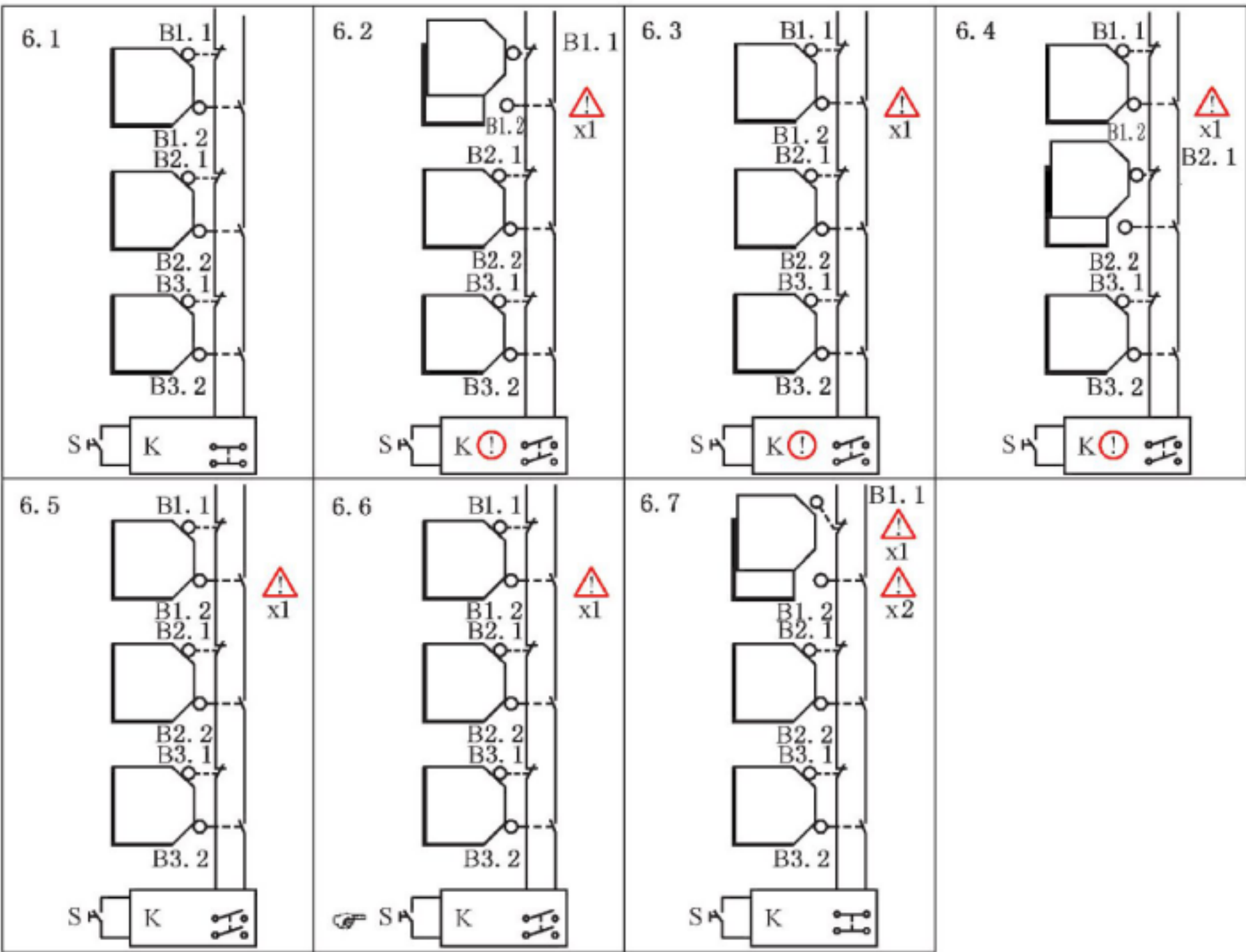
x1——初始故障，触点未能断开；

x2——第二故障，开关杆断裂。

图 5 直接故障掩蔽

4.3 故障的意外复位

图 6 给出了一个联锁装置的故障先被检测到，但是随后又被另一个联锁装置的操作意外复位的示例。



说明：

B1、B2、B3——无电势触点联锁装置；

K——逻辑单元；

S——手动复位功能复位装置；

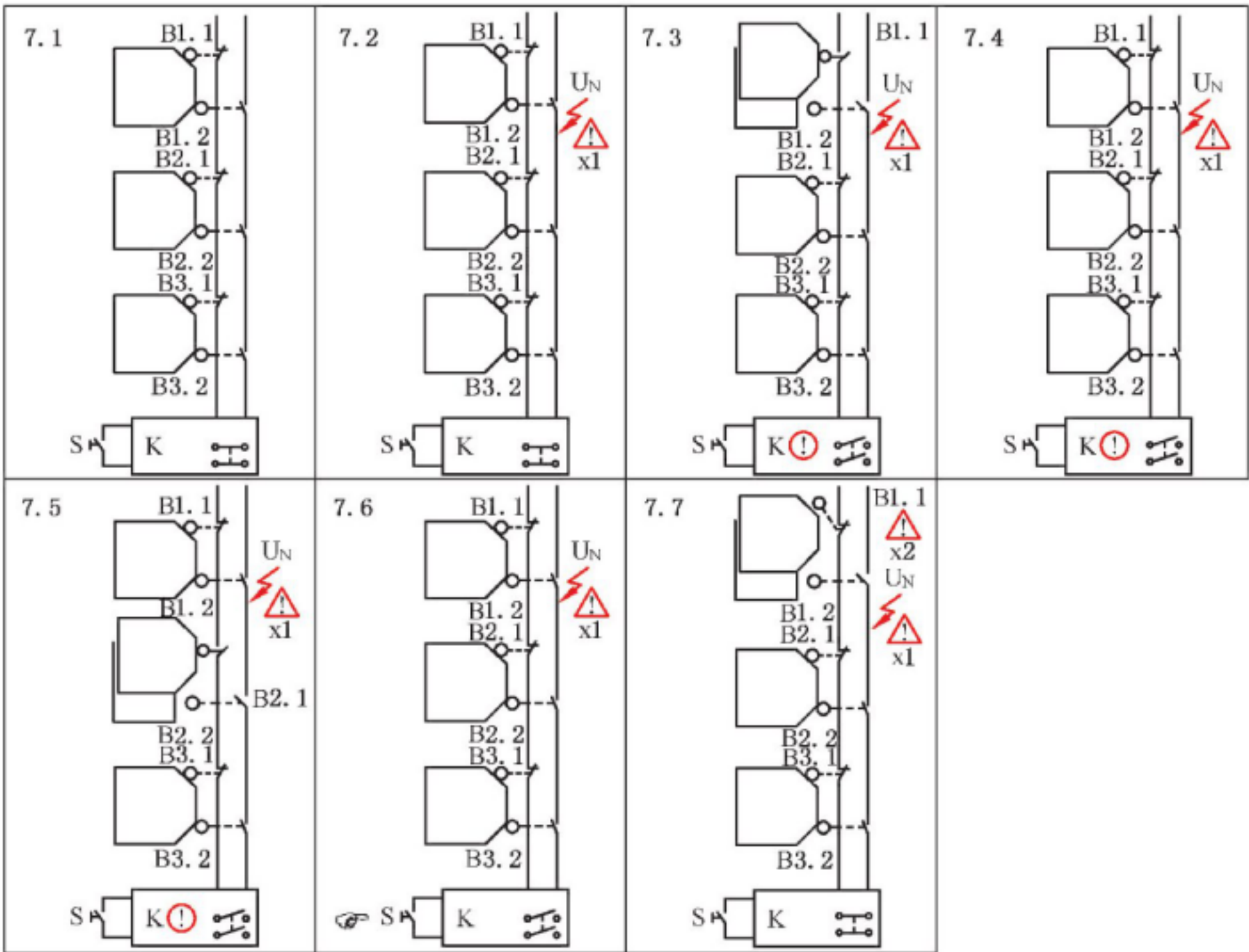
x1——初始故障，触点未能断开；

x2——第二故障，开关杆断裂。

图 6 故障的意外复位

4.4 电缆故障的意外复位

图 7 给出了一个线路故障先被检测到,但是随后又被另一个联锁装置的操作意外复位的示例。



说明：
B1、B2、B3——无电势触点联锁装置；
K——逻辑单元；
S——手动复位功能复位装置；
x1——初始故障，触点未能断开；
x2——第二故障，开关杆断裂。

图 7 电缆故障的意外复位

5 串联联锁装置诊断覆盖率(DC)的评价方法

- 第一步：确定构成安全功能的每一个位置开关的 DC(见 ISO 13849-1:2006 中附录 E)。
- 第二步：必要时，通过改进设计或改变诊断方法提高抗故障掩蔽的能力(见第 6 章、第 7 章和 GB/T 16855.2—2015 中附录 D)，例如：
- 采用其他诊断方法提高 DC(见 ISO 13849-1:2006 中附录 E)；
 - 改进布线方式，以降低故障率或实现故障排除；
 - 选用其他类型的联锁装置，以实现故障排除。
- 第三步：采用第 6 章给出的其中一种方法，将位置开关的 DC 限制在可达到的最大 DC。
- 第四步：如有需要，按照第 7 章提高 DC。

6 串联装置对 DC 的限制

6.1 概述

根据 GB/T 18831—2017 中 8.6，针对触点的串联连接(无附加诊断)，宜考虑可能发生的故障掩蔽。发生故障掩蔽可造成故障累积，因此，宜采用 6.2 或 6.3 给出的方法估计可达到的最大 DC。最大可实现 PL 限制为 PL=d，最大 DC 限制为“中”。

注：由于存在随机失效和系统性失效，无法完全掌握故障发生的概率。因此，诊断功能的降低会造成危险失效的概率增加。在高风险情况下，这是不准许的，因此，需要限制 DC 和 PL。

6.2 可达到的最大 DC 的简易确定方法

表 1 给出了可达到的最大 DC 的简易确定方法，并考虑了掩蔽概率。如果利用本表得出的可达到的最大 DC 不能满足要求，则采用 6.3 给出的常规方法。

表 1 可达到的最大 DC(简易方法)

频繁使用的活动式防护装置的数量 ^{a,b}	附加活动式防护装置的数量 ^c	可达到的最大 DC ^d
0	2~4	中
	5~30	低
	>30	无
1	1	中
	2~4	低
	≥5	无
>1	≥0	无
^a 如果频率高于每小时一次。 ^b 如果能够打开不同防护装置的操作人员数量超过一个，则频繁使用的移动式装置数量就增加一个。 ^c 如果满足以下条件之一，则附加活动式防护装置数量可减去 1： a) 任意防护装置之间的最小距离大于 5 m； b) 所有附加活动式防护装置都不能直接触及。 ^d 任何情况下，如果可预见会发生故障掩蔽（如作为正常操作或保养工作的一部分，会同时打开多个活动式防护装置），则 DC 限制为“无”。		

6.3 可达到的最大 DC 的常规确定方法

6.3.1 故障掩蔽概率的估计

故障掩蔽的概率取决于若干需要考虑的参数，包括：

- 串联装置的数量；
- 每个活动式防护装置的动作频率；
- 活动式防护装置之间的距离；
- 活动式防护装置的可及性；
- 操作人员数量。

以下表 2 给出了故障掩蔽概率等级(FM)，可利用此表估算故障掩蔽概率。

表 2 故障掩蔽概率

频繁使用的活动式防护装置的数量 ^{a,b}	附加活动式防护装置的数量 ^c	故障屏蔽概率等级(FM) ^d
0	2~4	1
	5~30	2
	>30	3

表 2 (续)

频繁使用的活动式防护装置的数量 ^{a,b}	附加活动式防护装置的数量 ^c	故障屏蔽概率等级(FM) ^d
1	1	1
	2~4	2
	≥5	3
>1	≥0	3
^a 如果频率高于每小时一次。 ^b 如果能够打开不同防护装置的操作人员数量超过一个,那么频繁使用的移动式装置数量就增加一个。 ^c 如果满足以下条件之一,则附加活动式防护装置数量就可以减少一个。 a) 任意防护装置之间的最小距离大于 5 m; b) 所有附加活动式防护装置都不能直接接触。 ^d 无论什么情况下,如果能够预见到会发生故障掩蔽(如作为正常操作或保养工作的一部分,会同时打开多个活动式防护装置),则故障掩蔽概率等级(FM)为 3。		

6.3.2 可达到的最大 DC 的确定

可达到的最大 DC 取决于故障掩蔽概率等级(FM)、与开关设备一起使用的布线类型,以及整个系统检测故障的诊断能力。表 3~表 5 给出了根据这些参数得出的可达到的最大 DC。任何情况下,如果可预见会发生故障掩蔽(如作为正常操作或保养工作的一部分,会同时打开多个活动式防护装置),则 DC 就限制为“无”。

表 3~表 5 未考虑不同开关类型,因为不同开关类型可根据 ISO 13849-1 通过其 MTTF_D值和 DC 进行评价,并将 DC 限制在表 3~表 5 给出的范围。

表 3 未保护的无正极(+U)电压线多芯电缆可达到的最大 DC

未保护的无正极(+U)电压线多芯电缆					
位置开关 步置	布线方式	冗余通道信号评价	可达到的最大 DC		
			FM=3	FM=2	FM=1
单体布置	分支/星形	极性相同(+U/+U)	无	低	中
		极性相反(+U/接地)	无	低	中
		动态信号	无	低	中
	环形	极性相同(+U/+U)	无	低	中
		极性相反(+U/接地)	无	低	中
		动态信号	中	中	中
冗余布置	分支/星形	极性相同(+U/+U)	无	低	中
		极性相反(+U/接地)	无	低	中
		动态信号	无	低	中
	环形	极性相同(+U/+U)	中	中	中
		极性相反(+U/接地)	无	低	中
		动态信号	中	中	中

表 4 未保护的有正极(+U)电压线多芯电缆可达到的最大 DC

未保护的无正极(+U)电压线多芯电缆					
位置开关 步置	布线方式	冗余通道信号评价	可达到的最大 DC		
			FM=3	FM=2	FM=1
单体布置	分支/星形	极性相同(+U/+U)	无	低	中
		极性相反(+U/接地)	无	低	中
		动态信号	低	中	中
	环形	极性相同(+U/+U)	无	低	中
		极性相反(+U/接地)	无	低	中
		动态信号	中	中	中
冗余布置	分支/星形	极性相同(+U/+U)	无	低	中
		极性相反(+U/接地)	无	低	中
		动态信号	低	中	中
	环形	极性相同(+U/+U)	无	低	中
		极性相反(+U/接地)	无	低	中
		动态信号	中	中	中

表 5 带保护的有/无正极(+U)电压线多芯电缆可达到的最大 DC

带保护的有/无正极(+U)电压线多芯电缆					
位置开关 步置	布线方式	冗余通道信号评价	可达到的最大 DC		
			FM=3	FM=2	FM=1
单体布置	分支/星形	极性相同(+U/+U)	中	中	中
		极性相反(+U/接地)	无	低	中
		动态信号	中	中	中
	环形	极性相同(+U/+U)	中	中	中
		极性相反(+U/接地)	无	低	中
		动态信号	中	中	中
冗余布置	分支/星形	极性相同(+U/+U)	中	中	中
		极性相反(+U/接地)	无	低	中
		动态信号	中	中	中
	环形	极性相同(+U/+U)	中	中	中
		极性相反(+U/接地)	无	低	中
		动态信号	中	中	中

6.4 无电势触点联锁装置与其他不同功能无电势触点装置的串联

即使其他触点为非安全相关触点,也会发生故障掩蔽,如安全相关回路内含有非安全相关限位开关

的串联装置的操作。

此类情况下,不能采用本标准给出的方法估计故障掩蔽概率。因此,宜考虑 DC 为“无”。

7 避免故障掩蔽

可采用但不限于以下方法避免无电势触点联锁装置的故障掩蔽:

- 利用与监测装置单独连接的辅助触点并结合适当的诊断程序;
- 避免将联锁装置串联,且各联锁装置使用单独的安全输入;
- 使用带内部诊断和输出受监测的联锁装置。

附录 A
(资料性附录)

6.2 和 6.3 所述评价方法应用示例

A.1 应用于集成制造系统

图 A.1 为配备环绕式防护装置的集成制造系统。此防护装置包含多个联锁的活动式防护装置(A 门、B 门、C 门、D 门、F 门)以及采用有源光电保护装置(E)进行安全保护的物料进出区域。

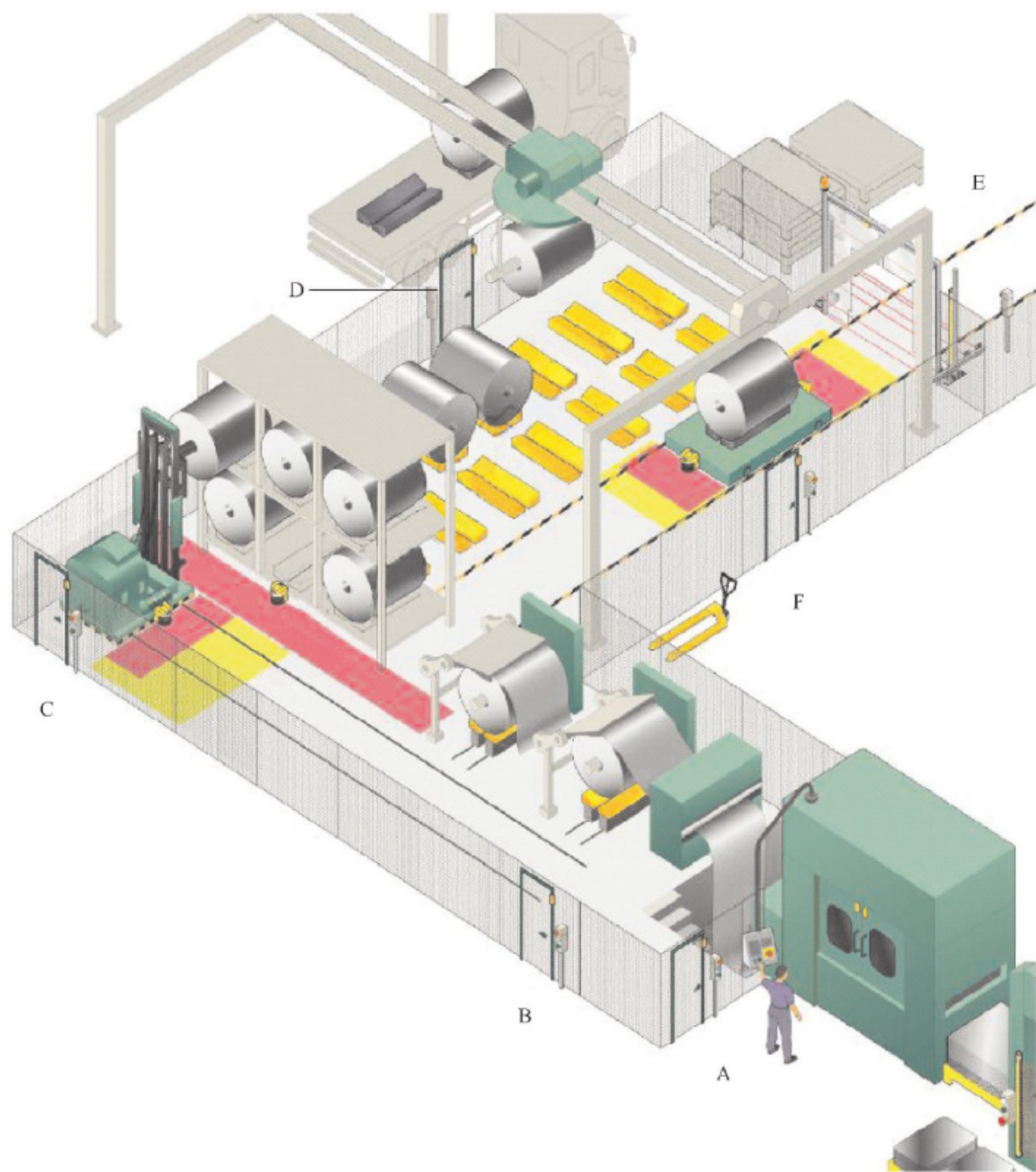


图 A.1 包含多个联锁的活动式防护装置的集成制造系统

A.2 应用示例 1

假定以下条件成立(见图 A.1):
——联锁装置有两个无电势触点(1 个传感器有 2 个 NC 触点);

- 活动式防护装置打开,触点断开;
- 串联的触点连接到同一个逻辑单元,由其两个通道都进行评价;
- 联锁装置采用环形接线与主电柜连接;
- 接线未采取保护措施防止外部损坏;
- 由于功能性原因(如在尾部进行新料卷的装载),“A”处联锁的活动式防护装置需定期打开(每天 10 次);
- 其他活动式防护装置(B、C、D、F)只需偶尔打开(每年 10 次);
- 系统操作只需要一名操作人员,无其他人员与集成制造系统直接交互。

如果应用 6.3 所述方法确定可达到的最大 DC,那么:

根据表 2,确定过程如下:

- 频繁使用的活动式防护装置数量为 1,根据表 2 中的脚注 b,数量没有增加;
- 附加(或其他非频繁使用的活动式防护装置)数量为 4,根据表 2 中的脚注 c,数量没有减少,因为可认为 B 易触及。

最终得出的故障屏蔽概率等级为 2。

根据表 3,确定过程如下:

- 如果利用极性相同或相反的静态信号进行信号评价,可达到的最大 DC 为“低”,因此,可实现联锁功能的 PL 取决于所包含的位置传感器的 $MTTF_D$ 值(由 B_{10D} 值得出),根据 ISO 13849-1, PL 上限为 d;
- 如果利用动态信号进行信号评价,可达到的最大 DC 为“中”,因此,可实现联锁功能的 PL 取决于所包含位置传感器的 $MTTF_D$ 值(由 B_{10D} 值得出),根据 ISO 13849-1,这甚至有可能达到 $PL=e$,但 PL 上限为 d(见 6.1)。

如果应用 6.2 所述方法确定可达到的最大 DC,那么:

根据表 1,确定过程如下:

- 频繁使用的活动式防护装置数量为 1,根据表 1 中的脚注 b,数量没有增加;
- 附加(或其他非频繁使用的活动式防护装置)数量为 4,根据表 1 中的脚注 c,数量没有减少,因为可认为 B 易触及。

最终得出的可达到的最大 DC 限制为“低”,与联锁装置的布线方式和信号评价方法无关。

如果可预见操作人员会比进入时更多地利用其他活动式防护装置离开安全防护区域,根据表 1 中的脚注 d,DC 为“无”,如果采用 6.3 的方法,频繁使用的活动式防护装置数量明显 >1 。

A.3 应用示例 2

假定以下条件成立(见图 A.2):

- 联锁装置有两个无电势触点(1 个传感器有 2 个 NC 触点);
- 活动式防护装置打开,触点断开;
- 串联的触点连接到同一个逻辑单元,由其两个通道都进行评价;
- 联锁装置采用环形接线与主电柜连接;
- 接线未采取保护措施防止外部损坏;
- 由于功能性原因(如在尾部进行新料卷的装载),“A”处联锁的活动式防护装置需定期打开(10 次/天);
- 其他活动式防护装置(C、D、F)只需偶尔打开(10 次/年);
- 系统操作需要一名以上操作人员。

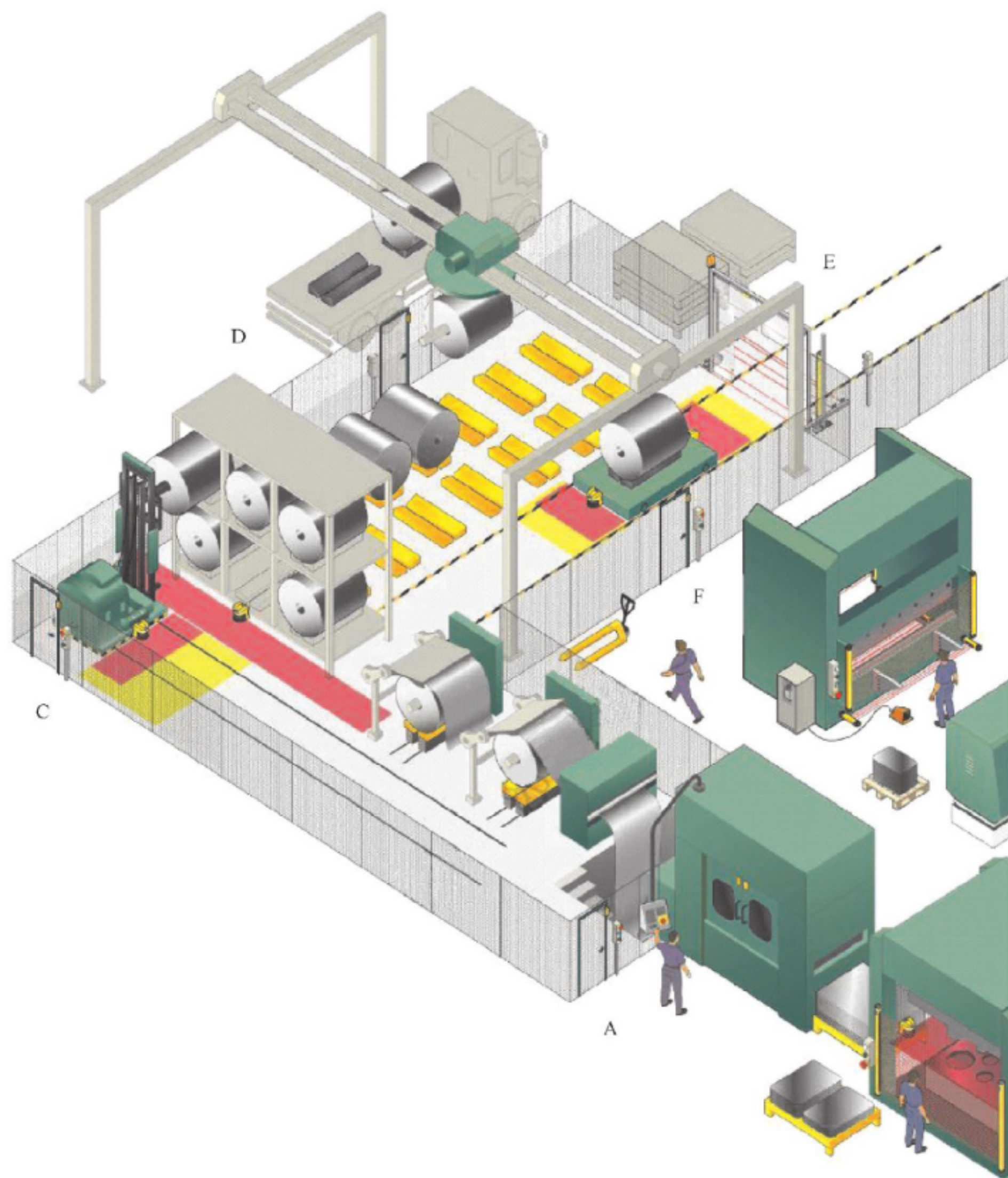


图 A.2 需要若干个操作人员的集成制造系统

如果采用 6.3 所述方法确定可达到的最大 DC,则:

根据表 2,确定过程如下:

- 频繁使用的活动式防护装置数量为 1,但根据表 2 中的脚注 b,可以认为此数量为 2(其他操作人员能够轻易够到活动式防护装置 F);
- 附加(或其他非频繁使用的活动式防护装置)数量为 4,但根据表 2 中的脚注 c,可以认为此数量为 3(因为可以认为 C 和 D 不能轻易够到)。由于频繁使用的活动式防护装置数量>1,并没有相关性。

最终得出的故障掩蔽概率等级为 3。

根据表 3,确定过程如下:

- 如果利用极性相同或相反的静态信号进行信号评价,可达到的最大 DC 为“无”,因此,可实现联锁功能的 PL 取决于所包含位置传感器的 MTTF_D值(由 B_{10D}值得出)。但根据 ISO 13849-1, PL 上限为 c;
- 如果利用动态信号进行信号评价,可达到的最大 DC 为“中”,因此,可实现联锁功能的 PL 取决

于所包含位置传感器的 $MTTF_D$ 值(由 B_{10D} 值得出)。根据 ISO 13849-1,这甚至有可能达到 $PL=e$,但 PL 上限为 d (见 6.1)。

如果采用 6.2 所述方法确定可达到的最大 DC ,则:

根据表 1,确定过程如下:

- 频繁使用的活动式防护装置数量为 2,根据表 1 中的脚注 b,数量增加;
- 附加(或其他非频繁使用的防护装置)数量为 3,根据表 1 中的脚注 c,数量减少,但没有相关性。

最终得出可达到的最大 DC 限制为“低”,与联锁装置的布线方式和信号评价方法无关,且 PL 上限为 c 。

A.4 应用示例 3

图 A.3 为配备环绕式防护装置的工业机器人系统,符合 GB 11291.2。此防护装置包含两个联锁活动式防护装置(门 B 和 D)、一个物料进出区域(C)以及一个装料站(A),两者均采用有源光电保护装置(AOPD)进行安全防护。

假定以下条件成立(见图 A.3):

- 联锁装置有两个无电势触点(1 个传感器有 2 个 NC 触点);
- 活动式防护装置打开,触点断开;
- 串联的触点连接到同一个逻辑单元,由其对两个通道都进行评价;
- 联锁装置采用环形接线与主电柜连接;
- 接线未采取保护措施防止外部损坏;
- “B”和“D”处的联锁活动式防护装置只需偶尔打开(10 次/年);
- 未考虑“A”和“C”处的安全防护装置;
- 系统操作需要一名以上操作人员。

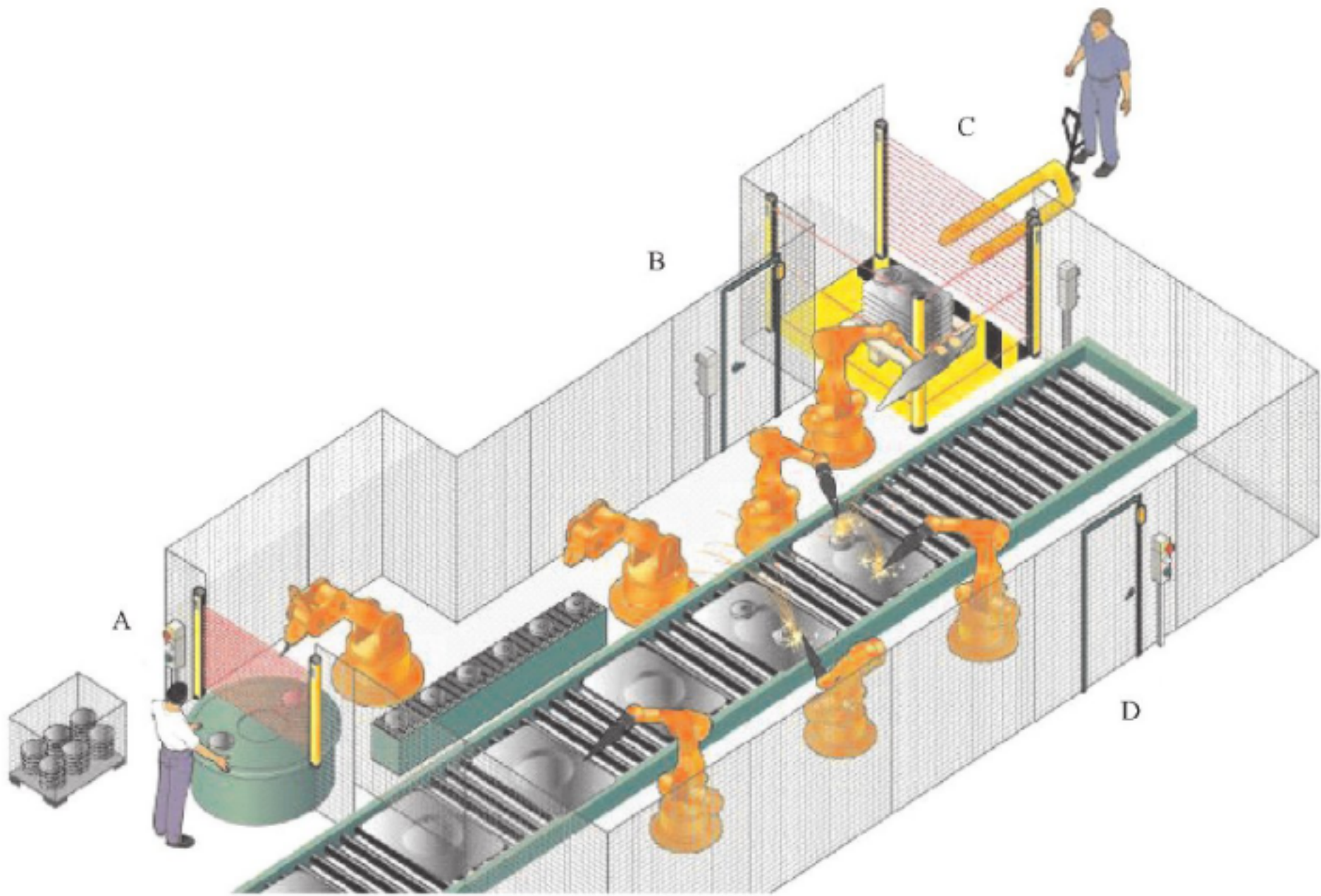


图 A.3 需要多个操作人员的工业机器人系统

如果应用 6.3 所述方法确定可达到的最大 DC ,则:

根据表 2,确定过程如下:

- 频繁使用的活动式防护装置数量为 0,但根据表 2 脚注 b,可以认为此数量为 1(其他操作人员都能轻易够到两个活动式防护装置);
- 附加(或其他非频繁使用的活动式防护装置)数量为 1。

最终得出的故障掩蔽概率等级为 1。

根据表 3,确定过程如下:

- 无论采用哪一种信号评价方法,可达到的最大 DC 为“中”,因此,可实现联锁功能的 PL 取决于所包含位置传感器的 $MTTF_D$ 值(由 B_{10D} 值得出)。根据 ISO 13849-1,这甚至有可能达到 $PL=e$,但上限为 d(见 6.1)。
- 不满足类别 4 的要求。

如果应用 6.2 所述方法确定可达到的最大 DC,则:

根据表 1,确定过程如下:

- 频繁使用的活动式防护装置数量为 1,根据表 1 脚注 b,数量增加;
- 附加(或其他非频繁使用的防护装置)数量为 1。

最终得出的可达到最大 DC 限制为“中”,与联锁装置的布线方式和信号评价方法无关。可实现联锁功能的 PL 取决于所包含位置传感器的 $MTTF_D$ 值(由 B_{10D} 值得出)。根据 ISO 13849-1,这甚至有可能达到 $PL=e$,但上限为 d(见 6.1)。不满足类别 4 的要求。

参 考 文 献

- [1] 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
 - [2] GB 11291.2 机器人与机器人装备 工业机器人的安全要求 第2部分:机器人系统与集成
 - [3] 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
-

中 华 人 民 共 和 国
国 家 标 准
机械安全 串联的无电势触点联锁装置
故障掩蔽的评价

GB/T 37157—2018/ISO/TR 24119:2015

*

中国标准出版社出版发行
北京市朝阳区和平里西街甲2号(100029)
北京市西城区三里河北街16号(100045)

网址: www.spc.org.cn

服务热线: 400-168-0010

2018年12月第一版

*

书号: 155066 · 1-61714

版权专有 侵权必究



GB/T 37157-2018