



OEM 安全应用说明



控制系统安全部件

卫生纸制品加工机

(仅供参考)

ALLEN-BRADLEY • ROCKWELL SOFTWARE

Rockwell
Automation

亚太地区

目录

I- 文档用途与免责声明.....	3
II- 机器介绍:	4
II-1 - 机器概览.....	4
II-2 – 机器功能概要说明.....	5
II-3 – 控制系统架构.....	5
II-4 – RA 主要优势.....	6
II-5 – 机器主执行顺序:	7
III- 安全策略:	8
IV- 风险评估:	9
IV-1- 机器限制.....	9
IV-2- 危险识别.....	10
IV-3- 风险评估、评定和降低.....	10
IV-4- 风险评估内容:	10
V- SRP/CS 设计:	12
V-1- 安全功能说明.....	12
V-2- SRP/CS 的 BOM:	14
V-3- SRP/CS 图纸.....	15
VI- 检验和验证计划:	16
VI-1- 检验.....	16
VI-2- 验证.....	17

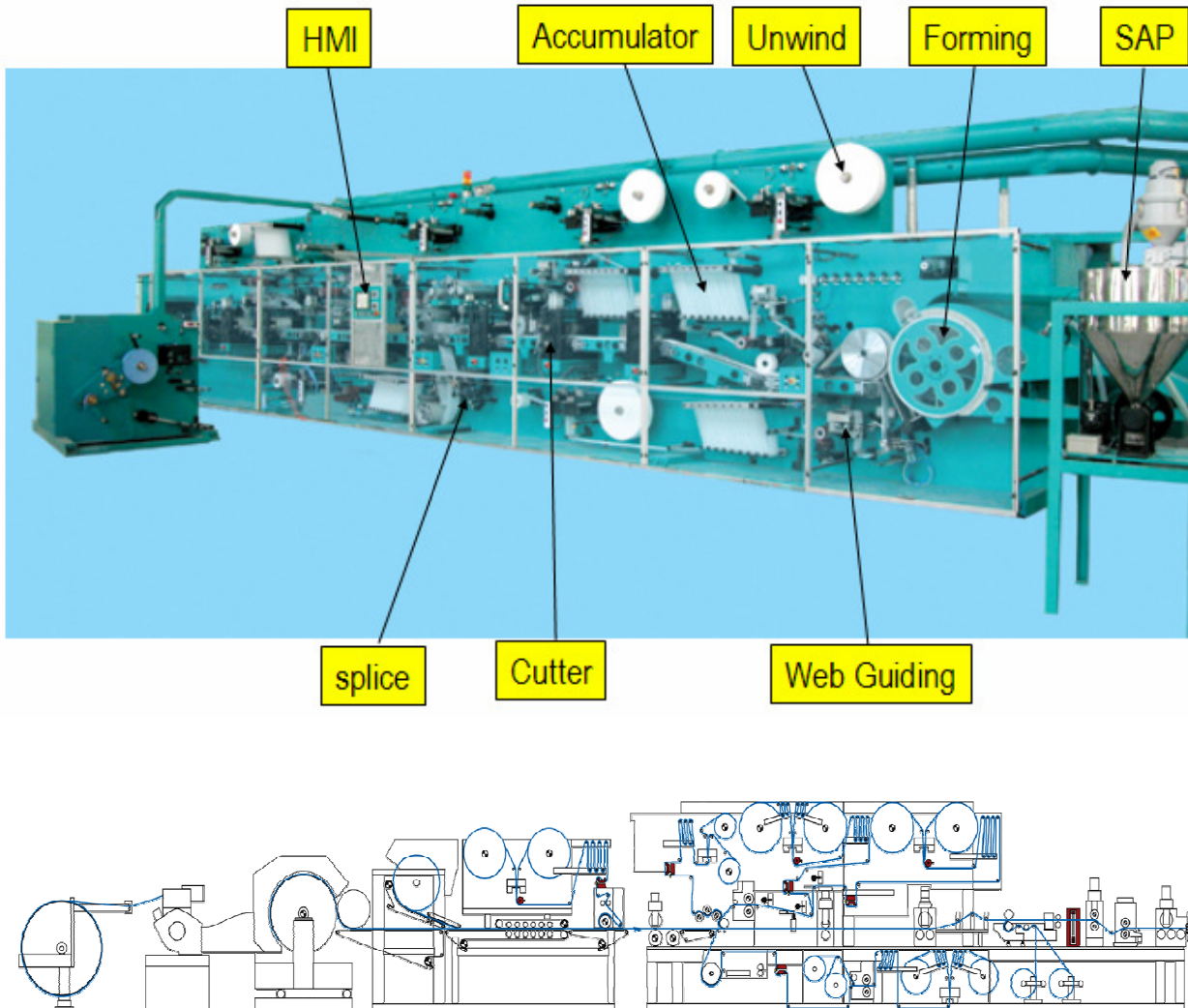
1. 文档用途与免责声明

本应用白皮书通过一个示例来说明如何能简化机器防护安全系统的分析和设计流程。其中的示例既不是面面俱到，也不代表具体的客户解决方案。本文档中提供的信息仅为了举例。

如果用户使用本文档中的示例，应自行对其中提到的设计和所有设备的应用和操作负责，而且还必须已采取了一切必要措施来确保每次应用和操作都符合所有的性能和安全规定，包括任何适用的法律、法规、规范和标准。用户应知晓，对于根据本出版物中的示例所进行的实际使用，罗克韦尔自动化不承担任何责任。

II- 机器介绍:

II-1 -机器概览



卫生纸制品机器包括纸尿裤和卫生巾制造机。这种类型的机器配有大量的轴（伺服驱动器和交流变频器）。这种机器中采用多种控制技术：同步运动控制、开卷、温度控制、可编程限位开关等。集成自动化解决方案对此类机器而言是至关重要的。

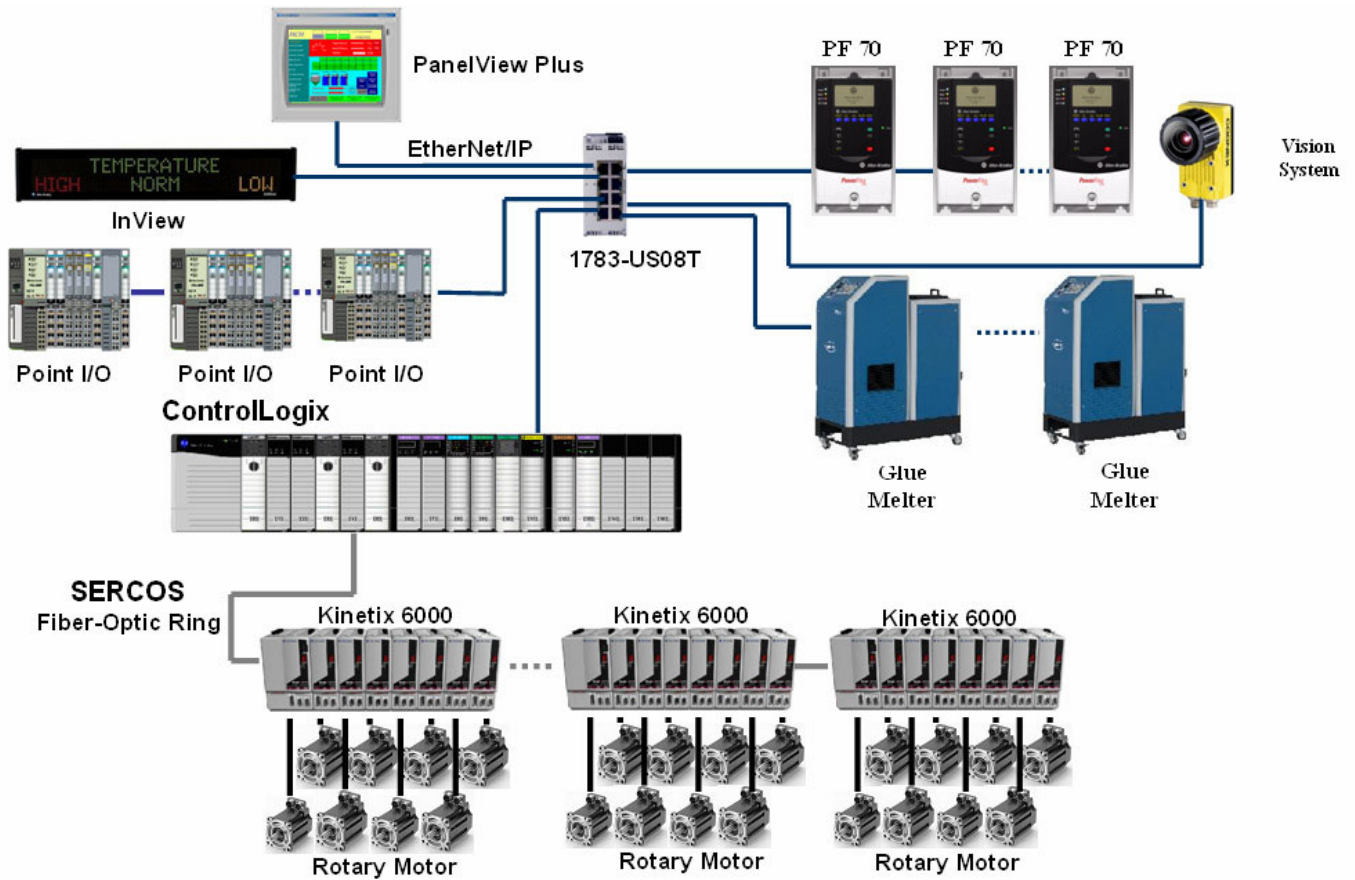
机械安全性对卫生纸制品加工机来说也非常重要，因为机器中移动部件的数量众多，可能会造成人身伤害。而且，任何的安全事故都将导致重大的生产损失。

此应用说明将以典型的卫生巾制造机为例，来分析和演示实施机械安全的方法。纸尿裤和其它类似的加工机也可采用同样的程序。

II-2 -机器功能概要说明

- 卫生巾机器类型的速度为 1000 - 1200 PPM（150 - 220 米/分钟），带有 80 个伺服轴 (Kinetix 6000) 和 1 个编码器反馈（可为包装机提供位置信号）：
 - 牵引（伺服）
 - 切割（伺服）
 - 传送（伺服）
 - 开卷（伺服）
- 所有电机必须与虚拟伺服电机同步运行。
- 根据所生产的产品，所有切割电机必须具有相位调整和向前或向后补偿功能。
- 当开卷材料用尽后，需提供新卷轴，且需在不降低纸幅速度的情况下进行自动拼接
- 胶水由可编程限位开关控制
- 通过 HMI 设置所有关键参数
 - 生产速度
 - 辊柱温度
 - 胶水注入开启和关闭
 - 原料的原始直径
 - 风扇开启和关闭
 - 虚拟电机和实际电机的传动比设置
 - 等

II-3 - 控制系统架构:



II-4 - RA 主要优势:

OEM 采用 RA 解决方案后通常可实现的优势:

1. 通过使用 MAOC 运动指令和 1756-OB16IS 模块代替外部 CAM 开关, 对胶水注入的控制不受程序周期时间的影响。
2. 使用 MAPC 指令可设计复杂的 CAM, 从而满足进行复杂运动的需要。
3. 使用 AOI 函数将机器全部功能划分为不同的部分, 例如开卷、相位调整、温度控制等。
4. 可通过以太网轻松连接 Nordson、Cognex、BST 等第三方产品。
5. PLC、运动控制和驱动器均采用统一的工具和配方配置, 缩短了开发时间 (通常缩短 50% 甚至更高)
6. 同步性更好且完美适应生产线条件, 采用同样的机械结构实现了性能的提升 (通常提升 30% 或更高)
7. 薄膜堵塞情况更少、运动更平稳, 因而效率更高 (通常会提高 3%-5%)
8. 冲击震动情况少, 可延长主要机械系统的机械使用寿命

II-5 - 机器主执行顺序:

- 上电
 - 对所有风扇和空气压缩机进行上电
 - 检查所有设备的状况（故障和通信情况）
 - 设置加热器温度
 - 根据产品需要打开伺服电机的离合器。
 - 设置原料的初始直径

- 机器做好运行准备
 - 确认是否所有原料均已就绪。
 - 确认是否所有安全门均已关闭。
 - 根据产品需要启用伺服电机。
 - 确认温度是否正常。

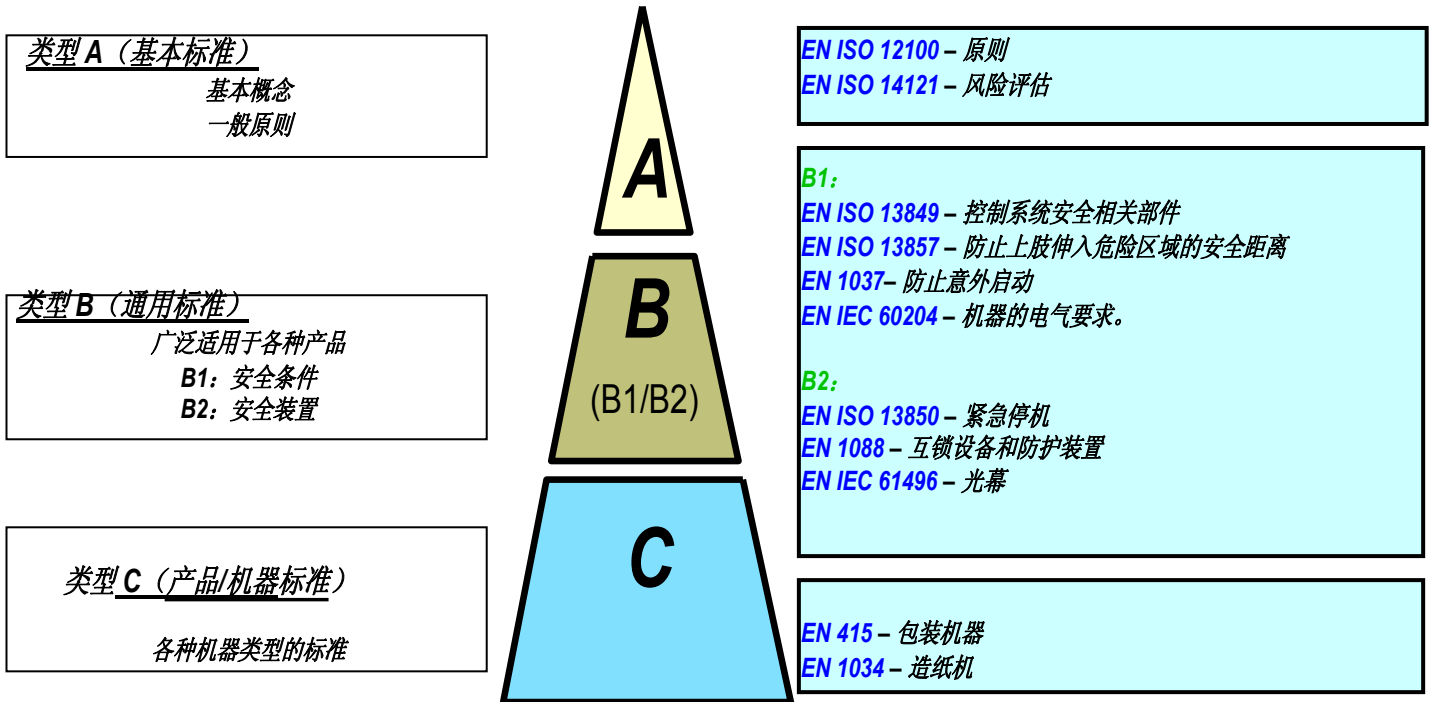
- 生产开始
 - 启动所有电机并保持相应的同步。启动时间为
2 秒
 - 检查产品是否完好。
 - 相位调整和手动向前或向后补偿
 - 根据产品设置辊柱温度。
 - 胶水注入相位调整
 - 监视门状态

- 停止生产（急停、正常停止和故障）
 - 如果机柜门打开，必须开启安全使能机构。
 - 应先停止虚拟电机，且所有切割和牵引电机都应停靠在适当的位置上。停止时间为 1 秒。

III- 安全策略:

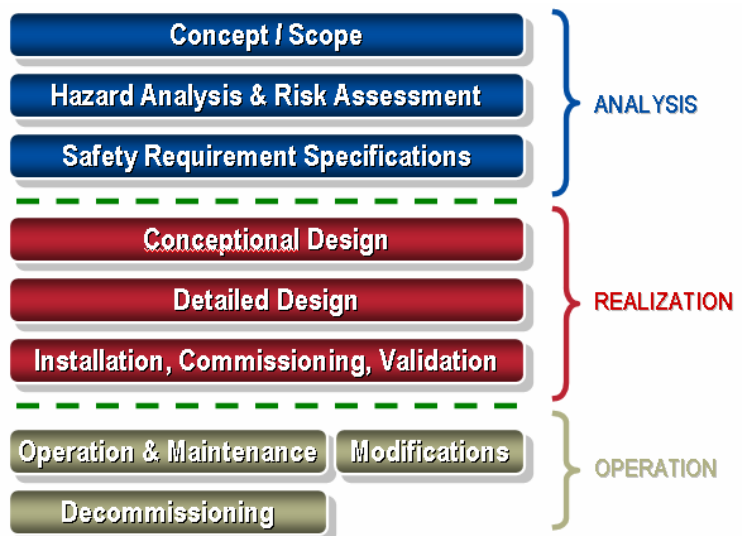
此机器应符合 EC 机械指令 98/37/EC（自 2009 年 12 月 30 日起为 2006/42/EC），以便符合 CE 要求。

适用的欧洲协调机械指令标准（所列不完全，有关详细信息请访问 www.newapproach.org）：



应遵守的基本标准是 EN ISO 12100 和 EN ISO 14121，这些标准定义了机械安全和风险评估流程的原则。如果安全系统中涉及到控制系统，则需要符合 EN ISO 13849。还需根据具体情况，遵守其它适用的 B 类标准。如果具体机器类型出现在 C 类列表中，则还需要在安全系统评价和设计时使用此相应的标准。

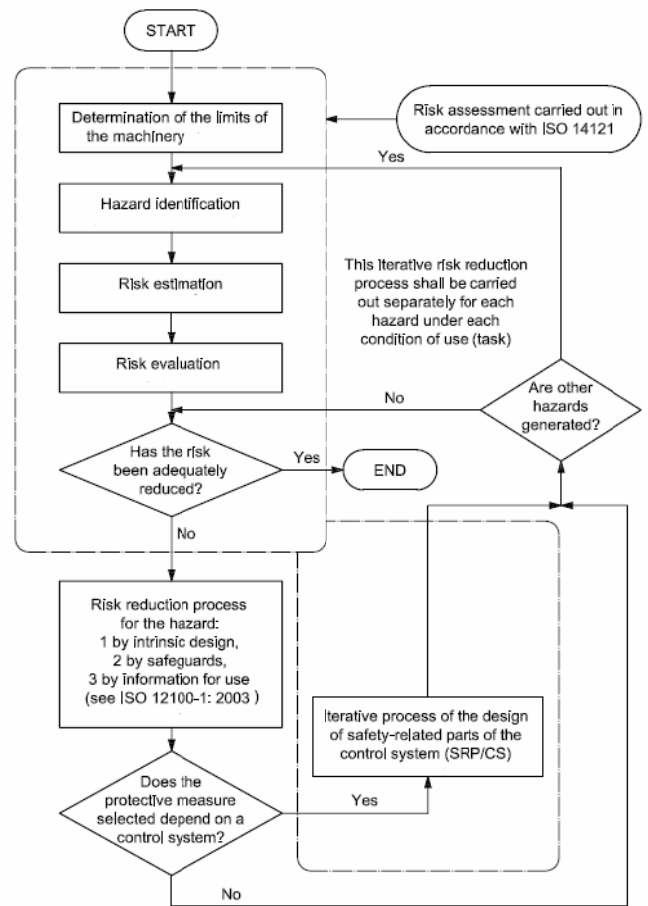
完整的安全生命周期包括以下方面，而且这应是一个连续的可重复流程。



IV- 风险评估:

风险评估应按照 EN ISO 14121-1 的基本原则进行。有多项标准都提供了具体实施的方法。在本示例中采用的是 ANSI/RIA15.06。

由奇数个成员组成的团队来执行实际的风险评估，其中包括机械和电气设计师、操作员、维护人员等。



IV-1- 风险评估 - 机器限制

第一步是定义机器的限制，包括空间限制、时间限制和使用限制。该过程包括收集和分析有关机器零件、机构和功能的信息。同时还要考虑机器的运行环境以及需要人机交互操作的所有类型任务。

ASSESSMENT SCOPE / MACHINE LIMITS			
MACHINE INFORMATION		PERSONNEL INFORMATION	
MAKE/MODEL	DIAMPER MACHINE	ANTICIPATED LEVEL OF TRAINING ABILITY Trained operator	
SERIAL/ID NUMBER	-001	SPECIAL PHYSICAL REQUIREMENTS N/A	
LOCATION		PERSONNEL AFFECTED N/A	
SCOPE OF THE MACHINE ASSESSMENT		ENVIRONMENTAL LIMITS	
INSTALLATION	N/A	TEMPERATURE Celsius	
STARTUP	YES	HUMIDITY N/A	
SETUP/ADJUSTMENT	YES	ELECTRICITY N/A	
OPERATION	YES	OPERATION Indoor	
ADJUSTMENT/TOOL CHANGE	YES	SPECIAL LIMITS	
MAINTANCE	YES	TRANSPORTATION	
UNEXPECTED MAINTANCE	NO	CAPACITY AND FOR MAINTANCE	
DISASSEMBLY	NO	INTERFACE LIMITS	
SANITATION	YES	PROTECTIVE FUNCTIONS	NO
REMOVAL/DESTRUCTION	N/A	MAXIMUM PRESSURE	10-20PSI
LIMITS OF THE MACHINE		MINIMUM PRESSURE	N/A
DESCRIPTION OF MACHINE	DIAMPER MACHINE	VACUUM	0.10-0.20PSI
INTENDED USE OF MACHINE	Used in ...	WEIGHT	N/A
	0-1200 ...	OTHER	N/A
	0-282Met ...		
MIN/MAX PRODUCTION RATE	.../hour	DESCRIBE ANY INTERCONNECTION TO OTHER	Downstream: Stacker
PRODUCTS	...		
PRODUCT/MATL. INPUT	...		
DESCRIPTION	...		
SIZE	...		
RATE	...		
DELIVERY METHOD	...		

IV-2- 危险识别

应针对机器生命周期的各个阶段以及机器在各种工作模式下的各种相关任务，识别出所有可合理预见的危险（永久存在的危险和意外出现的危险）。识别危险时不应考虑任何现有的防护措施。本示例文档仅考虑了常规操作和维护过程中的危险。

在机器中识别出的主要危险源为：

开卷机



切割器或辊柱



成型鼓



IV-3- 风险评估、降低和评定

特定危险情形下的相关风险取决于以下因素：

- 1) 危险的危害程度 (S)
- 2) 危害发生的概率，而此概率又取决于以下各项
 - a. 人员暴露于危险的频率 (F)
 - b. 危险发生的频率 (F)
 - c. 人员避开风险的概率 (P)

采用以下优先级顺序依据风险评估结果来导出风险降低措施：

- 1) 从设计上排除危险
- 2) 固定的封闭防护装置
- 3) 监视入口/互锁门
- 4) 认知性方法、培训和程序（管理性）
- 5) 个人防护器材

SRP/CS（控制系统安全部件）仅与上述风险降低措施中的第三条（监视入口/互锁门）相关。

在建议并实施风险降低措施后，应对残余风险进行评估，以确保该风险在容许范围内。

风险降低措施和残余风险评估结果均列在风险评估内容表（下页）中。

IV-4- 风险评估内容

本示例更多地关注可能导致应用 SRP/CS 的风险。完整的风险评估应考虑了机器生命周期各个阶段的所有风险。

TASK RISK ASSESSMENT												
Machine Name:		Diaper Machine						TRA Number:				
Job description:												
Assessment team:		Jack Li						Approved				
Notes:												
Date of Assessment:								Due for Re-Assessment:				
Persons at risk	Task	Potential incident and Accident Description	INITIAL RISK				Potential Safeguards	Recommendations	RESIDUAL RISK with SafeGuards			
			Hazard Severity	Exposure	Avoidance	Risk Reduction category			Hazard Severity	Avoidance	Risk Category	
Operator	Threading raw material during the machine is running.	pinched by splicer	S2	E2	A2	R1	1.Light curtain 2.Fixed cover with guarded door	Fixed cover with guarded door	S2	A1	R4	
Operator	Threading raw material during the machine is running.	pinched by Pinch roller,	S2	E2	A2	R1	1.Light curtain 2.Fixed cover with Door Guard	Fixed cover with Door Guard	S2	A1	R4	
Operator	Threading raw material during the machine is running.	pinched by accumulator,	S1	E2	A2	R2C	Fixed cover+Awarness Label	Fixed cover+Awarness Label	S1	A1	R4	
Operator	Cleaning rollers	pinched or burnt by rollers	S2	E1	A2	R2B	Heat resistant glove, Guarded door with locking, awareness	Heat resistant glove, Guarded door with locking, awareness	S1	A1	R4	
Operator	Cleaning rollers	pinched or burnt by rollers	S2	E1	A2	R2B	roller running at slow speed	Heat resistant glove, roller running at slow speed, awareness	S2	A1	R2B	
Operator	Cleaning Glue gun	Hand burned.	S1	E1	A1	R4	Heat resistant glove, fixed cover, Awareness	Heat resistant glove, fixed cover, Awareness label	S1	A1	R4	
Operator	Clear Jam & broken material	pinched by rollers	S2	E1	A2	R2B	Guarded door with locking	Guarded door with locking	S1	A1	R4	
Maintain	Change belt/Roller	pinched by rollers	S2	E1	A2	R2B	Guarded door with locking, disconnection	Guarded door with locking, disconnection	S1	A1	R4	
Maintain	Change Knife	Cut by knife	S2	E1	A2	R2B	Guarded door with locking, disconnection	Guarded door with locking, disconnection	S1	A1	R4	
Maintain	Adjust belt	pinched by rollers	S2	E1	A2	R2B	Guarded door with locking, disconnection	Guarded door with locking, disconnection	S1	A1	R4	
Maintain	Routine Inspection	pinched by rollers, cut by knife	S2	E1	A2	R2B	Guarded door with locking, disconnection	Guarded door with locking, disconnection	S1	A1	R4	
Visitor	touching the Roller	Hand pinched by roller	S2	E1	A2	R2B	Guarded door with locking	Guarded door with locking	S1	A1	R4	
Vistor	touching the Cutter	Cut by knife	S2	E1	A1	R2B	Guarded door with locking	Guarded door with locking	S1	A1	R4	

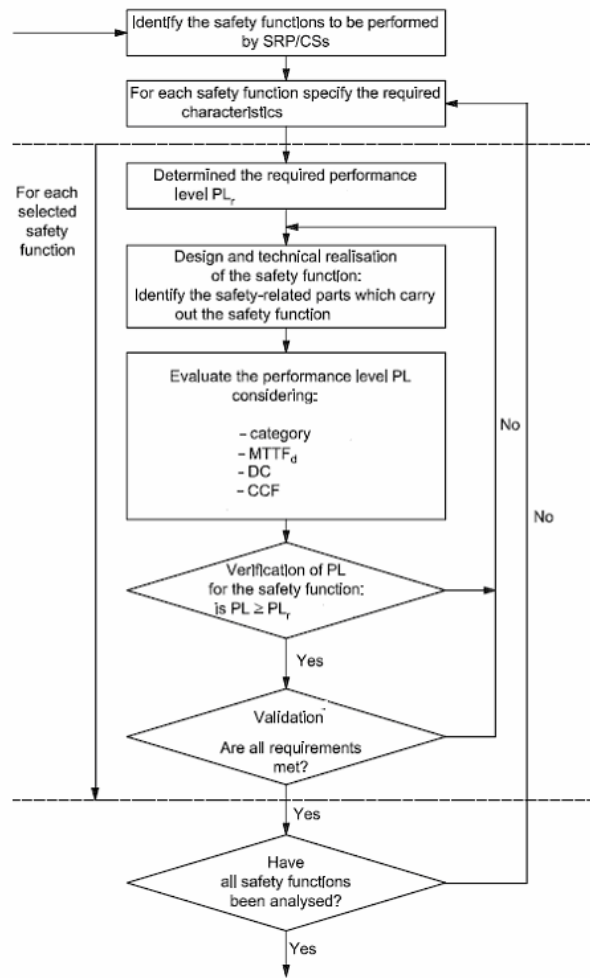
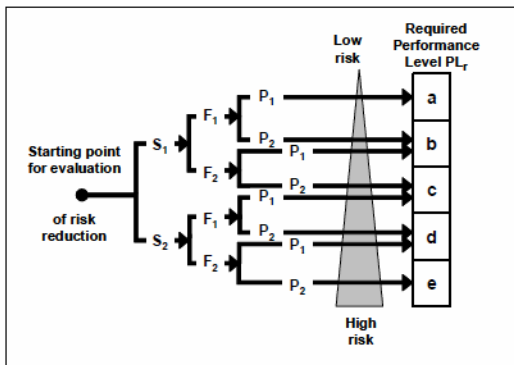
V- SRP/CS 设计

应依照 EN ISO 13849-1 标准设计 SRP/CS (控制系统安全部件)。

EN ISO 13849 于 2009 年底取代 EN 954, 届时将强制实施新的 EC 机械指令 2006/42/EC。EN954 中定义的控制类别 (CC = B、1、2、3、4) 将替换为 EN ISO 13849 中的性能等级 (PL = a、b、c、d、e)。

ISO13849 作为一项成熟的国际标准, 已被其它许多国家/地区广泛采用。

Risk graph for determining the PL_r for each safety function



V-1- SRP/CS 安全功能规范:

根据风险评估结果, SRP/CS 所需的安全功能如下: (硬性防护设计将在其它文档中介绍)

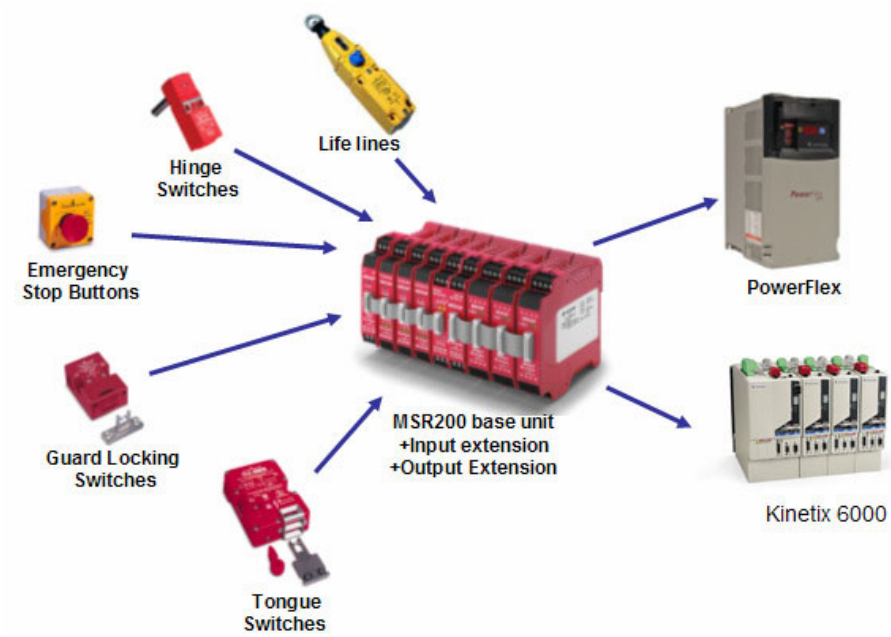
1. 除开卷站外的所有工作区: 带有锁定装置的防护门

- 此区域由带锁防护门进行保护。当门打开时, 部分电机 (位置同步电机) 将实现类别 1 停止 - 电机以预定义的减速速率停止, 然后由安全关断驱动器关闭; 其它电机 (速度同步电机) 将实现类别 0 停止 - 电机由安全关断驱动器立即关闭。在停止时间过后, 门锁打开, 允许进入工作区。
- 在防护门打开且电机停止后, 再次关闭该门并不会自动启动电机, 必须依次按下复位按钮和启动按钮才可继续生产。
- 相应的电路应符合 $PLr = d$ (控制类别 3)。采用双通道电路。电路中发生单一故障不会导致系统丧失安全功能, 而是会引起上述的电机停止。电机的伺服驱动器符合 PLd (CC3) 要求。
- 停止时间和安全距离。电机的停止时间应设置为短于 0.05 秒。通过风险评价确定接近速度为 1600 mm/s, 因此从开启防护门的位置到危险区域的位置之间的安全距离应大于 80mm。

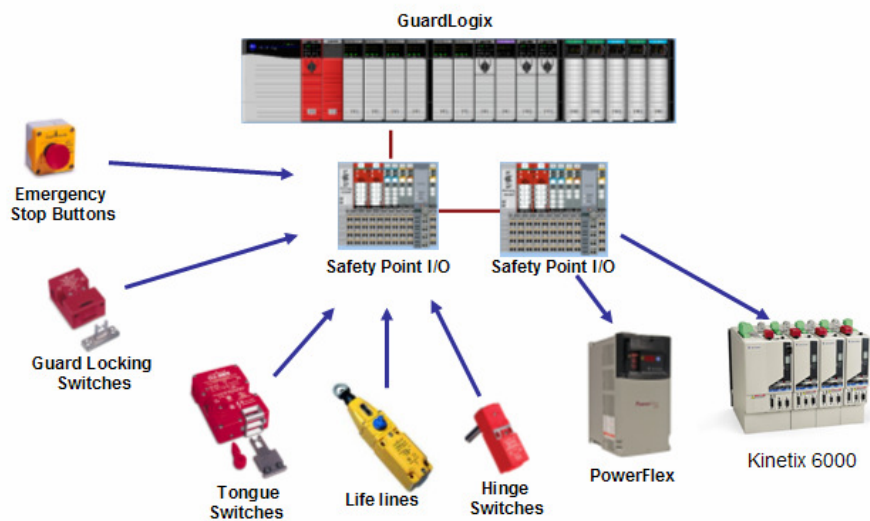
2. 清洁时对成型鼓和辊柱进行安全的速度控制（高级选项）：
 - 当操作员需要接近运行中的鼓或辊柱以进行清洁处理时，应按下请求按钮，驱动器将控制电机在低于 10 米/分钟的安全速度下运行。当电机速度低于安全速度时，门锁会打开，并允许进入
 - 如果在清洁过程中（门被锁定的情况下），无论出于何种原因而使得电机速度超过设定的安全速度（10 米/分钟），驱动器都将对所有电机实现类别 3 停止。
 - 再次关闭防护门将不会自动启动电机，必须依次按下复位按钮和启动按钮才可继续生产。
 - 相应的电路应符合 $PLr = d$ （控制类别 3）。采用双通道电路。电路中发生单一故障不会导致系统丧失安全功能，而是会引起上述的电机停止。电机的伺服驱动器符合 $PLd (CC3)$ 要求。
 - 减速/停止时间和安全距离。电机的减速时间和停止时间应设置为短于 0.05 秒。通过风险评价确定接近速度为 1600 mm/s，因此从开启防护门的位置到危险区域的位置之间的安全距离应大于 80mm。
3. 紧急停止：根据 EN ISO13850，系统应具有急停功能，并且该功能应可随时操作并优先于所有其它功能。但是，急停不可替代安全防护措施。
 - 急停功能运用在电路中，可立即促使所有电机执行相应类别的停止。
 - 在机器的各个站均安装急停按钮
 - 机器内部应安装安全拉线
 - 急停电路应达到类别 3 等级
 - 急停取消后，重启机器需要进行复位。
4. 防止意外启动：
 - 应采用钥匙式主电源关闭开关（断开）

V-2- SRP/CS 的架构：

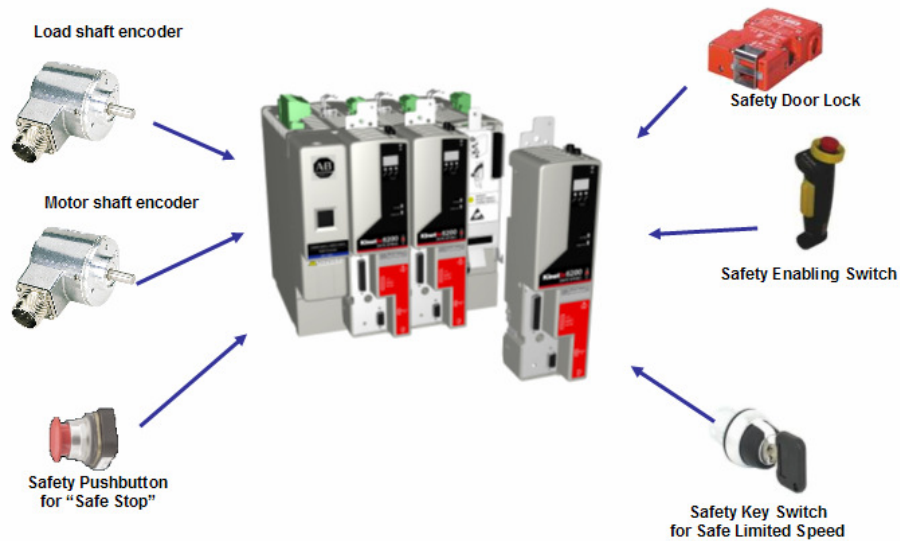
1. 选项：基本安全（MSR138.DP/MSR200 + 安全关断 KNX/PF）



2. 选项：集成安全（Guardlogix + 安全 I/O + 安全关断 K6K/PF）



3. 选项：安全速度 (Kinetix6200)

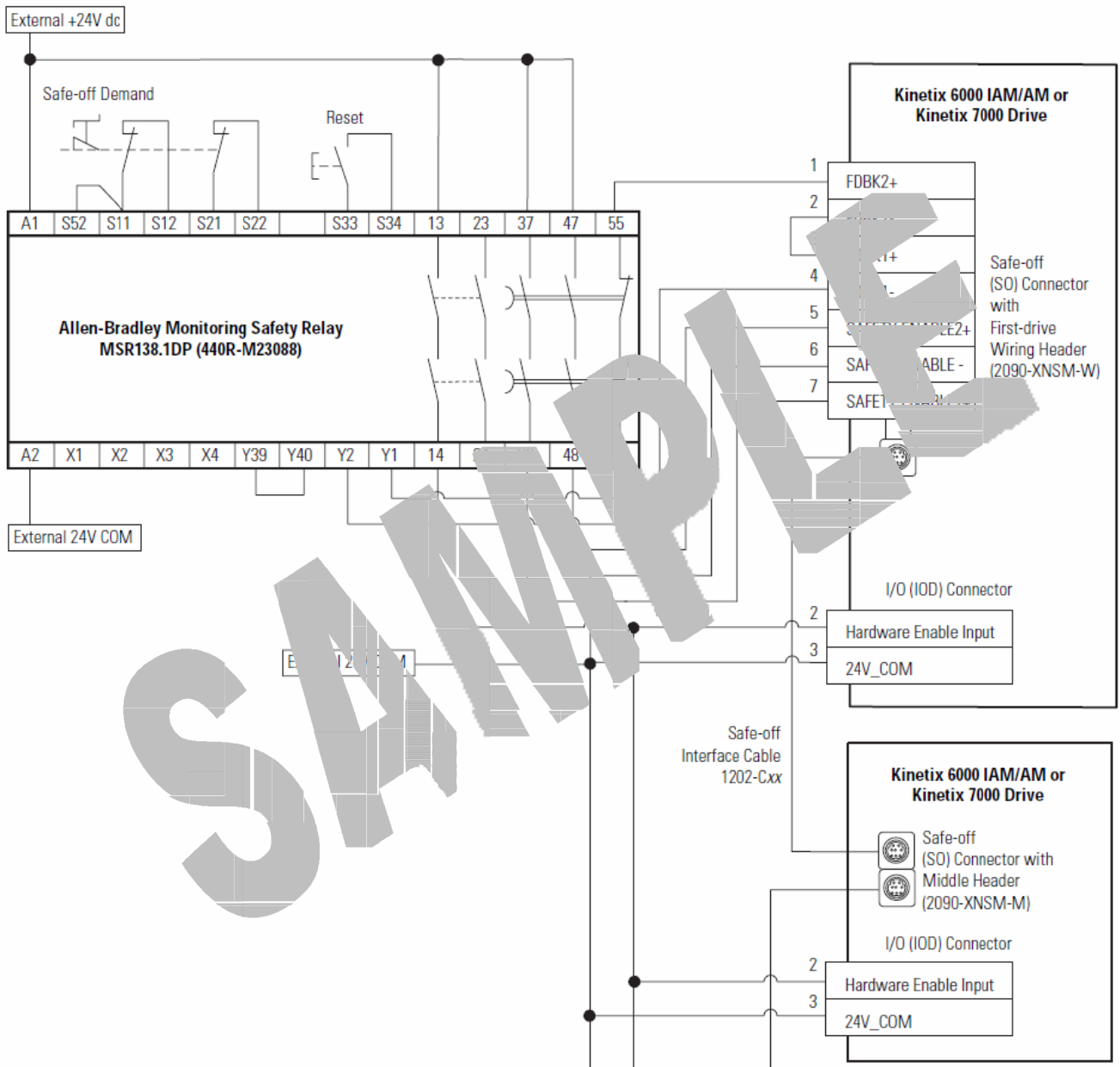


Qty	Catalog #	Description
PLC		
1	1756-ENBT	EtherNet 10-100M Bridge Module
1	1756-PA72	85-265 VAC Power Supply (5V @ 10 Amp)
1	1756-A17	1756 Chassis 17 slots
4	1756-L61	Logix5561 Processor w/With 2Mbytes Memory
4	1784-CF64	Industrial CompactFlash Card - 64MB.
5	1756-TBCH	36 Pin Screw Clamp Block With Standard Housing
2	1756-IB32	10-31 VDC Input 32 Pts (36 Pin)
1	1756-OB32	10-31 VDC Output 32 Pts (36 Pin)
2	1756-OB16IS	10-30 VDC Isolated Output Cam 16 Pts (36 Pin)
3	1756-M16SE	Servo Module, 16 Axis SERCOS
4	1756-N2	Empty Slot Filler for 1756 Chassis
HMI		
1	2711P-T15C4D1	PanelView Plus 1500, 15" TFT Display, Touch, Standard Communications (EtherNet & RS-232), DC Input, 64MB Flash/64MB RAM
Point I/O		
8	1734-AENT	1734 EtherNet/IP Adapter
101	1734-TB	Module Base W/ Removable Screw Clamp Terminal Block
48	1734-IB8	24 VDC 8 Channel Sink Input Module
29	1734-OB8	24 VDC 8 Channel Source Output Module
8	1734-EP24DC	Power Conversion Module
11	1734-IE2V	2 Points Analog Voltage Input Module
12	1734-OE2V	2 Points Analog Voltage Output Module
1	1734-IR2	2 Points RTD Input Module
Servo System		
6	2094-PRS8	8 Slot Power Rail
6	2094-BC02-M02-S	Integrator Axis Module 460V,15kw
17	2094-BM02-S	Axis Module 460V,21.3A
17	2094-BM01-S	Axis Module 460V,12.9A
8	MPL-B4560F-MJ22AA	Motor, 14.1Nm,3000rpm,Multi-turn encoder
9	MPL-B4560F-SJ22AA	Motor, 14.1Nm,3000rpm,Single-turn encoder
17	MPL-B420P-HJ22AA	Motor,4.74Nm,5000rpm,INC-encoder
Option for Servo System		
8	2094-PRF	Power Rail Slot Filler
1	2090-K6CK-D26M	Low Profile Connector Kit I/O 26 pin Male
40	2090-K6CK-D15M	Low Profile Connector Kit Motor Fdbk 15 pin Male
40	2090-MPFC-S	Straight Feedback Connector Kit
40	2090-MPPC-S	Straight Power Connector Kit
	2090-SCEP0-1	Cable, SERCOS fiber optic plastic cables,only suitable for use inside an enclosure,0.1m
	2090-SCEP1-0	Cable, SERCOS fiber optic plastic cables,only suitable for use inside an enclosure,1m
	2090-SCEP3-0	Cable, SERCOS fiber optic plastic cables,only suitable for use inside an enclosure,3m
	2090-SCVP10-0	Cable, SERCOS fiber optic plastic cables,only suitable for use outside an enclosure,10m
	2090-SCVP15-0	Cable, SERCOS fiber optic plastic cables,only suitable for use outside an enclosure,15m
8	440P-CDPB12E	Safety Switch
1	440R-M23147	MSR138.1DP,Single-Function Safety Relays with Delayed Outputs
1	440E-L13137	Cable Pull Switches
4	700s-DCP310DZ2	Safety Control Relay
10	440R-N23135	MSR127,Single-Function Safety Relays
8	800H-FRXT6A5	E_Stop

V-3- SRP/SC 图纸:

MSR138/210 + KNX + PowerFlex + 带锁定机构的互锁开关

Kinetix/PF753: 安全速度



VI- 检验和验证计划

应依照 EN ISO 13849-2 标准进行 SRP/CS 检验和验证 (V&V)。

VI-1- 检验

1. 使用 SISTEMA 软件和罗克韦尔自动化资源库检验所实现的 PL 等级（有关该软件和资源库，请访问 <http://discover.rockwellautomation.com/safety>）。

薄膜牵引器: PL = e > (PLr = d)

薄膜切割器: PL = e > (PLr = d)

(示例报告见下方)

薄膜弹射器: PL=e >(PLr=d)

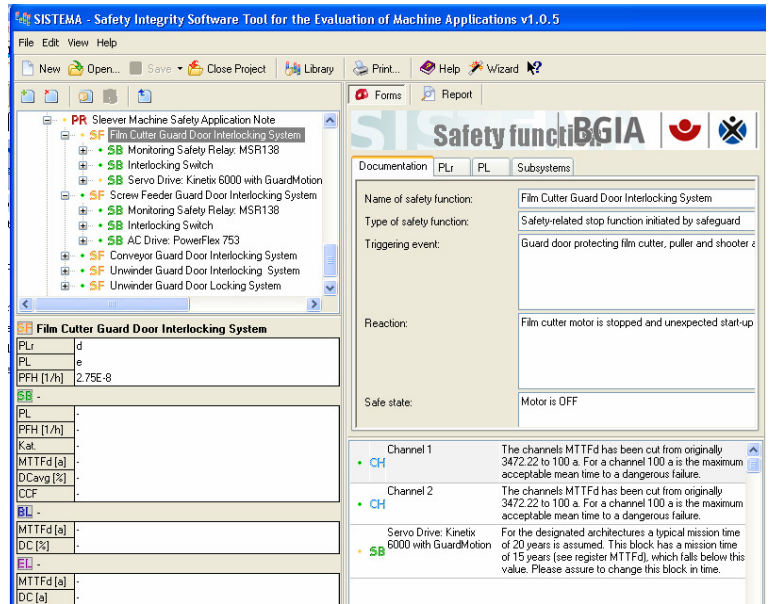
传送带: PL=c =(PLr=c)

螺旋进瓶器: PL=e >(PLr=d)

薄膜进料器: PL=d =(PLr=d)

子系统: 防护门互锁开关 PL = e

防护门锁定 PL = d



OVERVIEW	
PR Project name: Sleever Machine Safety Application Note	SISTEMA version: 1.0.5
Machine:	Standard version: ISO 13849-1:2006, ISO 13849-2:
Author: mqmeng	
Safety functions:	
SF Name Film Cutter Guard Door Interlocking System	
Type: Safety-related stop function initiated by safeguard	
PL: e	PFH [1/h]: 2.75E-8
PLr: d	
Subsystems:	
SB Name: Monitoring Safety Relay: MSR138	
PL: e+	PFH [1/h]: 2.38E-9
DCavg [%]: not relevant	MTTFd [a]: not relevant
CCF Points: not relevant	Category: 4
SB Name: Interlocking Switch	
PL: e	PFH [1/h]: 2.47E-8
DCavg [%]: 99 (High)	MTTFd [a]: 100 (High)
CCF Points: 65 (fulfilled)	Category: 3
Channels / Test channels:	
CH Name	
MTTFd [a]: 3472.22	
Blocks:	
BL Name: Interlock Switch: Trajan T15	
DC [%]: 99 (High)	MTTFd [a]: 3472.22 (-)
Elements:	
EL Name: Interlock Switch: Trojan T15	
DC [%]: 99 (High)	MTTFd [a]: 3472.22 (-)

(SISTEMA 报告的示例页)

2. 检验设计的安全功能

- a. 打开防护门 A，检查薄膜牵引器、薄膜切割器、弹射器、传送带、螺旋进瓶器是否都已相应地停止。复位并重启。
- b. 测量所有上述电机的停止时间。检验安全距离。
- c. 请求打开防护门 B，薄膜进料器应在门 B 的锁定释放前停止。强制打开门 B 应导致薄膜进料器立即停止。复位并重启。
- d. 急停应触发所有电机相应停止。复位并重启。
- e. 上电后复位并重启。

VI-2- 验证

在系统或机器调试阶段，必须在各种工作模式下对安全功能进行验证，并应涵盖所有常见的和可预见的异常情况。

1. 根据故障列表验证**所有安全功能**
 - a. 所有可能的接线端子的断路情况。
 - b. 所有邻近端子的短路，设计上不允许的情况除外。
 - c. 其它可合理预见的电路故障。
2. 验证 MTTFd 值。
3. 验证 DC 值。
4. 验证避免 CCF 和系统失效的措施。
5. 验证软件（如果适用）。

在现场完成机器安装和调试后应向机器用户提供 V&V 计划：

1. 检验安全功能，每个月一次。
2. 维护和更换间隔。
3. 只要对机器进行了修改，就应执行 V&V。