



OEM 安全应用说明



DRAFT

控制系统安全部件

流水线包装机 (HFFS)

(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.....	7
II-5 – 机器主执行顺序:	9
III- 安全策略:	10
IV- 风险评估:	11
IV-1- 机器限制.....	11
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:	12
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

I. 文档用途与免责声明

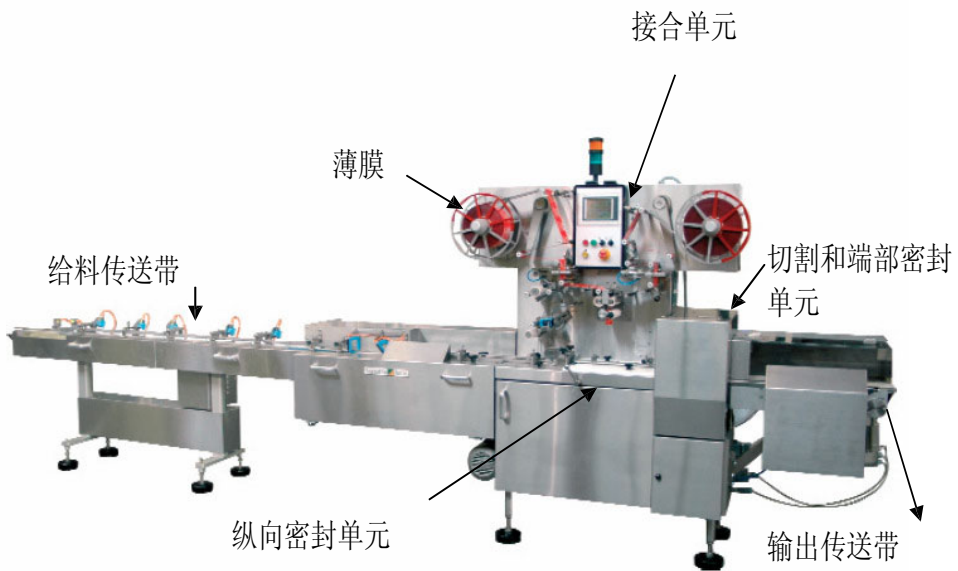
本应用说明通过一个示例来说明如何能简化机器防护安全系统的分析和设计流程。其中的示例既不是面面俱到，也不代表具体的客户解决方案。本文档中提供的信息仅为了举例。

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

智能传送带不属于此评估范围



II-2 -机器功能概要说明

基本机器分三个区域：给料区域、主输送带、包装区域（卷料 + 切割机）

供给包装材料：

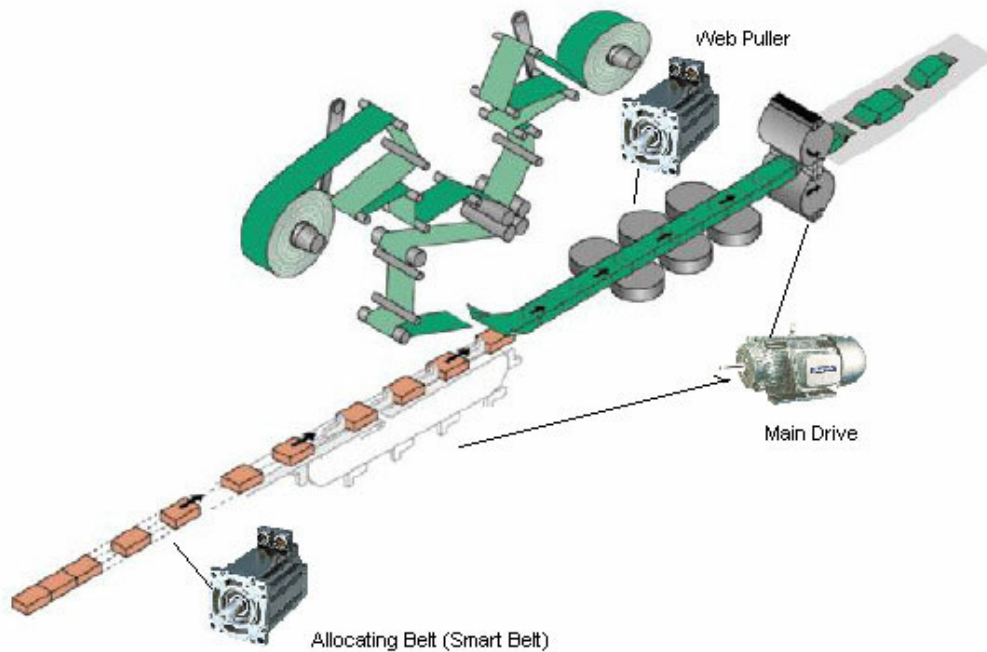
包装材料卷持续开卷拖出织带，织带通过包装材料更换装置供给到包装材料成型装置。当料卷要用尽时，包装材料更换装置将该包装材料织带的末端与新卷的织带接合上，然后用切刀切割原料卷的末端。包装材料织带在包装材料成型设备中成型为开口的管状。

供给产品：

首条堆料带接收上游系统的各个产品并对其进行分选。产品在堆料带上聚集，以弥补产品供应波动情况。分料带从堆料带接收产品，并将其逐个传送给同步装置。在同步装置中，产品首先在输入带上传送。给料链托架接收产品并将其导到包装材料管中的正确位置上。定位不当的产品将从输入带中清除走。

包装产品：

给料链按运行周期将定位准确的产品导到预成型的包装材料管中。然后包装材料织带的两个侧边叠合到一起并在纵向密封设备中完成密封。纵向已密封的管载着已分选的产品向前传送，并由横向密封装置中的滚动密封辊进行横向密封和切割。



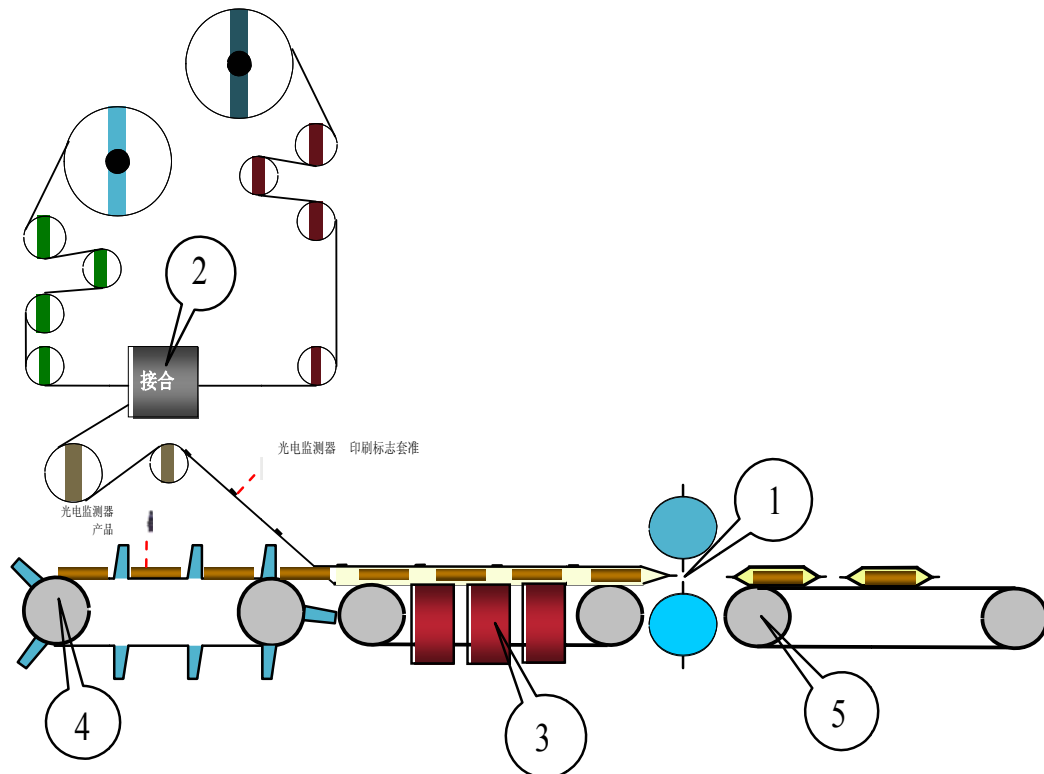
- 生产速度：500 PPM
- 薄膜长度：80 - 180 mm
 - 原材料：产品（饼干）尺寸
 - 长：20 – 150 mm
 - 宽：12 – 35mm
 - 高：4 – 20mm

- 通过 HMI 设置的所有关键参数

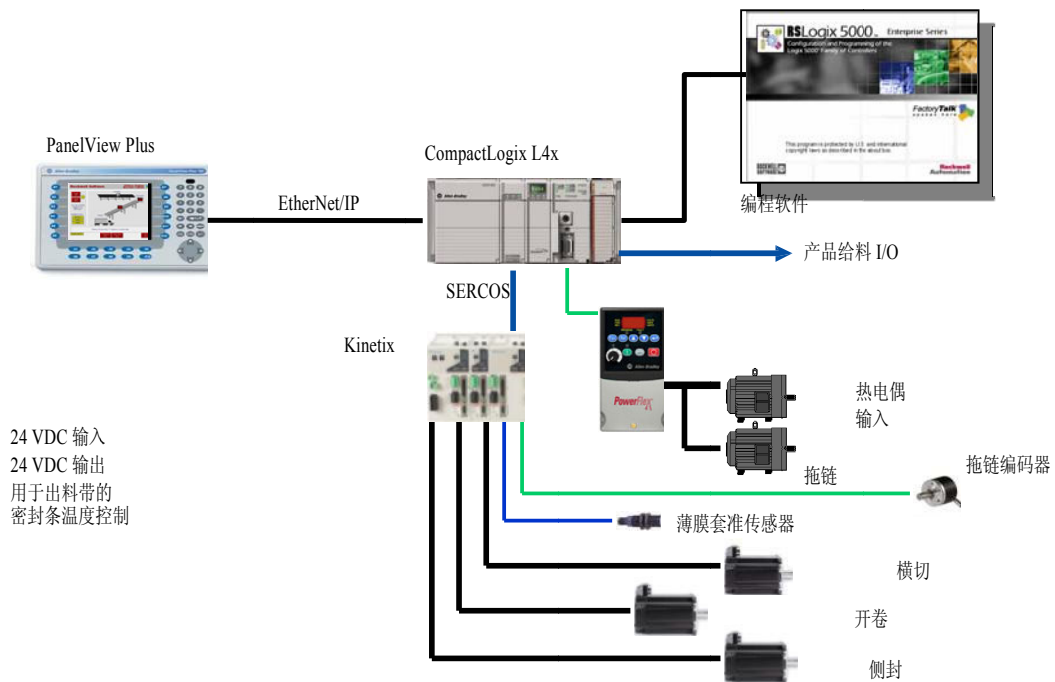
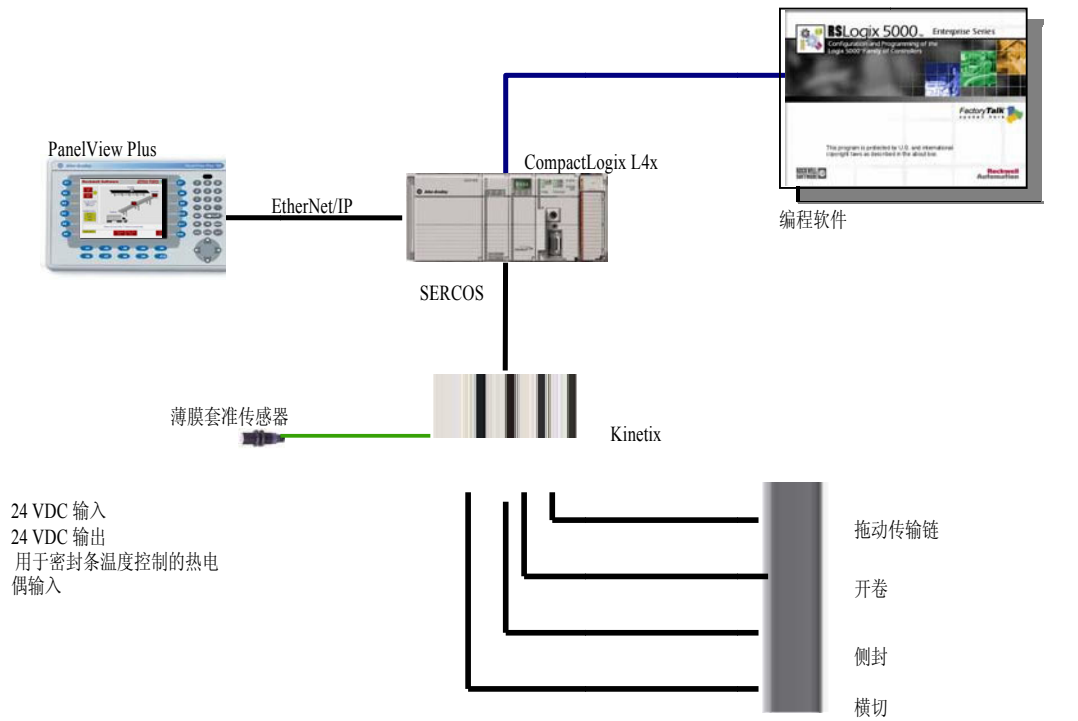
- 生产速度
- 薄膜长度
- 接合缓冲
- 瓶盖直径

- 薄膜接合

- 自动接合
- 手动装载薄膜卷
- 新薄膜的末端需粘贴双面胶带



11-3 - 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:

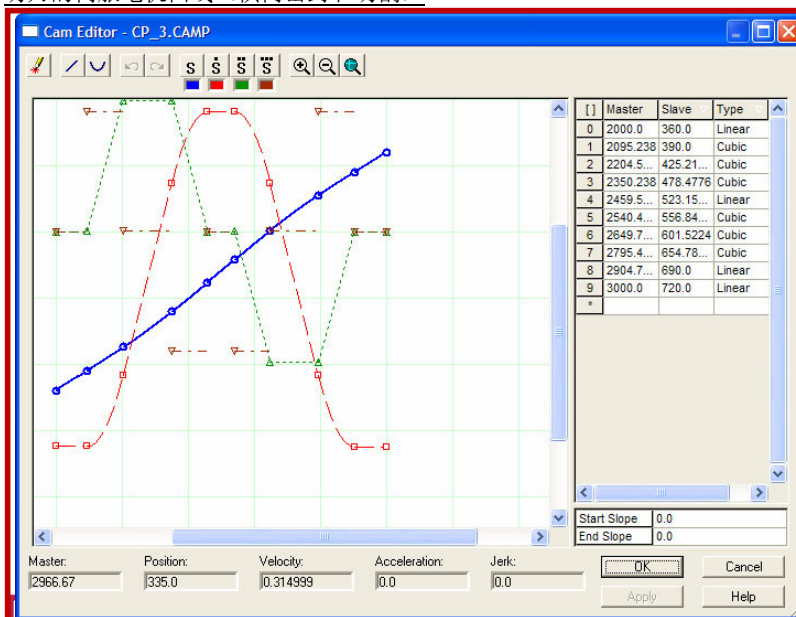
- PLC、运动控制和驱动器均采用统一的工具和配方配置，缩短了开发时间（通常缩短 50% 甚至更高）
- 同步性更好且完美适应生产线条件，采用同样的机械结构实现了性能的提升（通常提升 30% 或更高）
- 薄膜堵塞情况更少、运动更平稳，因而效率更高（通常会提高 3%-5%）
- 冲击震动情况少，可延长主要机械系统的机械使用寿命
- 对于使用 L2x、L3x、L4x 处理器系统、速度各异的机器产品组合，无论何时何地均可根据需要重复利用相同的软件。

II-5 - 机器主执行顺序:

- 上电
 - 检查所有设备的状况（故障和通信情况）
 - 启动伺服驱动器和 VFD
 - 虚拟主轴、包装机和智能传送带复位到机器零点
- 机器做好运行准备
 - 通过 HMI 设置传送带的运行速度（米每分）
 - 通过 HMI 设置包装长度
- 生产开始
 - 堆料带上检测到产品
 - 通过传感器计算机器速度
 - 包装材料驱动器和密封单元运行。
- 停止生产（急停、正常停止和故障）

在生产过程中，各 VFD 可动态更改生产速度，生产速度的加减速均通过 S 曲线方式进行控制，从而可避免拒绝情况并降低电机的急停率。

切刀的伺服电机曲线（横向密封和切割）

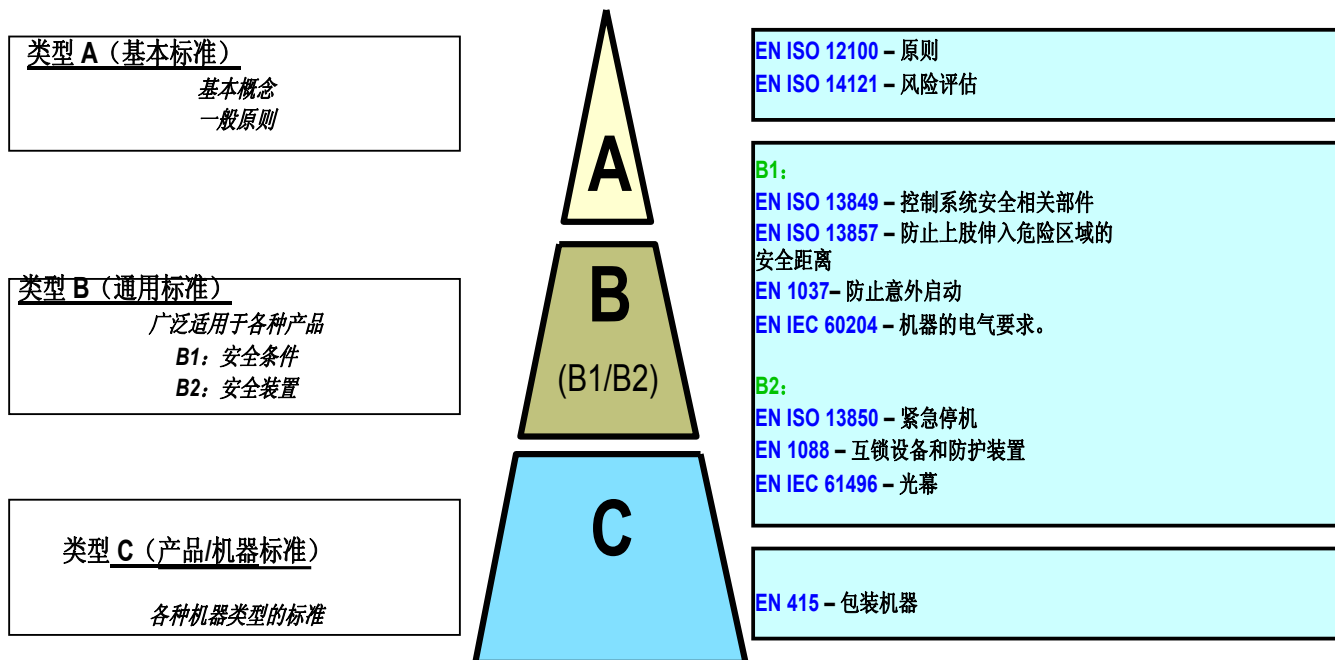


横向切割运动的图形化 CAM 曲线编辑器
可针对不同产品自动计算相应的值

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)：

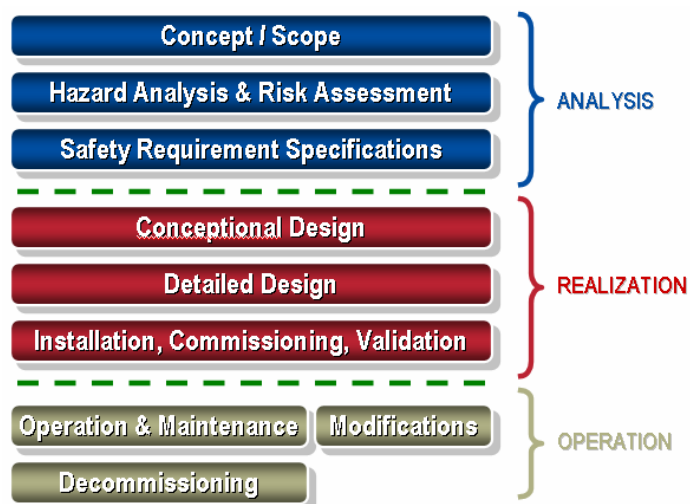


应遵守的基本标准是 EN ISO 12100 和 EN ISO 14121，这些标准定义了机械安全和风险评估流程的原则。

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。

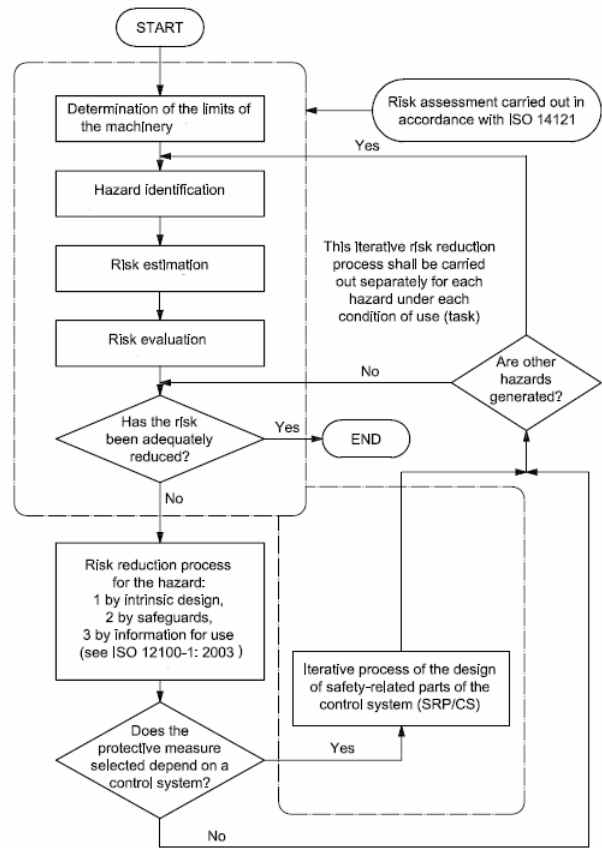
完整的安全生命周期包括以下方面，而且这应是一个连续的可重复流程。



IV- 风险评估:

风险评估应按照 EN ISO 14121-1 的基本原则进行。 在本示例中采用 ANSI/RIA15.06 作为具体实施方法。

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

ASSESSMENT SCOPE / MACHINE LIMITS	
MACHINE INFORMATION	
MAKE / MODEL	FPC-3
SERIAL NO.	
OEM LOCATION	INDIA
SCOPE OF MACHINE	
INSTALLATION	N/A
STARTUP	YES
SETUP / ADJUSTMENT	YES
OPERATION	YES
ADJUSTMENT / TOOL CHANGE	YES
MAINTENANCE	YES
UNEXPECTED MAINTENANCE	NO
DIS-ASSEMBLY	YES
SANITATION	YES
REMOVAL / DESTRUCTION	N/A
LIMIT OF THE MACHINE	
DESCRIPTION OF MACHINE	HFFS
INTENDED USE OF MACHINE	FOOD INDUSTRY
	50-500 CHOCOLATES / MIN FILM SPEED: 60000 MM / MIN
MIN./MAX PRODUCTION SPEED	
PRODUCTS	PACKED CHOCOLATES
PRODUCT / MATL INPUT	CHOCOLATES & FILM FOR WRAPPING
DESCRIPTION	
SIZE	100X40X20 (LxWxd)
RATE	400-500 PER MIN.
DELIVERY METHOD	AUTOMATIC FROM DISTRIBUTION
PERSONNEL INFORMATION	
ANTICIPATED LEVEL OF TRAINING AND ABILITY	No Particular Skills needed for Operation
SPECIAL PHYSICAL REQUIREMENT	TRAINING NEEDED FROM OEM
PERSONNEL AFFECTED	N/A
	OPERATOR
ENVIRONMENTAL LIMITS	
TEMPERATURE	50 DEG CELSIUS
HUMIDITY	
ELEVATION	N/A
OTHER	Floor Conditions: Wet & Slippery
SPACE LIMITS	N/A
RANGE OF MOVEMENT	10 MTR DIAMETER AREA
SPACE REQUIREMENT FOR MAINTENANCE	N/A
DESCRIBE ANY INTERCONNECTION WITH OTHER MACHINE	UPSTREAM- CONVYOR DOWNSTREAM-

IV-2- 危险识别

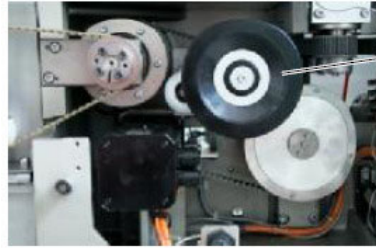
应针对机器生命周期的各个阶段以及机器在各种工作模式下的各种相关任务，识别出所有可合理预见的危险（永久存在的危险和意外出现的危险）。识别危险时不应考虑任何现有的防护措施。本示例文档仅考虑了常规操作和维护过程中的危险。

在机器中识别出的主要危险源为：

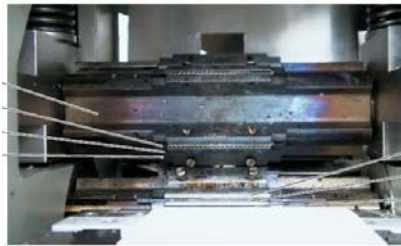
- 旋转切刀
- 密封辊
- 主驱动器
- 接合单元 - 切割器



密封辊



主驱动器



旋转切刀



接合单元 - 切割器

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。

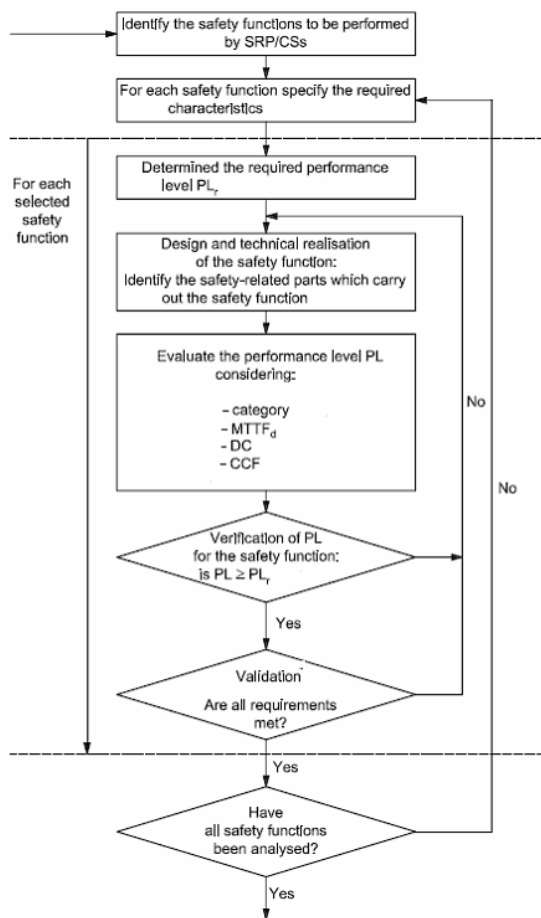
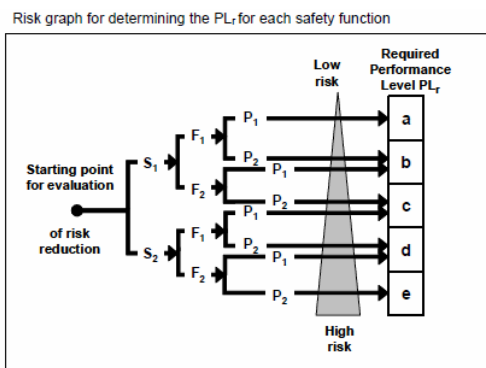
TASK RISK ASSESSMENT												
Persons at risk	Task	Potential Incident and Accident Description	INITIAL RISK				Potential Safe guards	Recommendations	RESIDUAL RISK with			
			Hazard Severity	Exposure	Avoidance	Risk Reduction category			Hazard Severity	Exposure Likelihood (frequency)	Avoidance	Risk Rating
Operator	Feeding the wrapper At first Start of the Machine till Sealing Roller	Hazard is Sealing Roller is Hot & Moving	S1	E2	A2	R2C	Guarding: Interlocked Gates	Monitored, Transparent & locked Guard --> no movement during exposure--> Put gloves while feeding filming in Hot Zone	S1	E2	A1	R3A
Operator	Putting 20 Kg Film Roll	Finger can go in between 2 Splicing Roller	S1	E2	A2	R2C	no	Operator should select Mode to change roll, and Safety ckt ensured that output is not be on for splicing	S1	E2	A1	R3A
Operator	Regular cleaning machine/die roller	moving parts is Hazard' Hot	S1	E1	A2	R3B	no	Awareness menas. Put Caution Sticker for Hot	S1	E1	A2	R3B
Operator	Knife Cleaning in Product stick on Knife cleaning/Roller Conveyors	moving parts is Hazard' Hot	S2	E1	A2	R2B	Guarding: Interlocked Gates	Monitored Transparent & locked Guard, Brush for cleaning, Hand Glose--> no movement during exposure	S1	E1	A1	R4
Operator	Change over of Chain, Knife, Forming Box	moving parts is Hazard	S1	E1	A1	R4	Redesign	Put Scraper to automatic clean belts	S1	E1	A1	R4
Operator	Handling wrong Product orientation/ Foreign Part	Change over of Chain, Knife, Forming Box	S1	E1	A2	R3B	no	Use Key Emergency Switch	S1	E1	A1	R4
Operator	Open Slipping	Putting hand in running machine- is Hazard	S2	E2	A1	R2A	Guarding: Interlocked Gates	Put Transparent Guard	S1	E1	A1	R4
Operator/ Passer By	Moving in servo	Electrical Hazard- Slipping	S2	E2	A1	R2A	Guarding: Interlocked Gates	Put Cover with Reed Switch	S1	E1	A1	R4
Operator/ Passer By	Conveyor mechanical moving parts	Hazard from Moving chain / Sprocket near HMI/Conveyor	S2	E2	A1	R2A	Guarding: Interlocked Gates	Monitored, Transparent & locked Guard --> no movement during exposure	S1	E1	A1	R4
Operator/ Passer By	Moving Infeed Chain & Sprocket Drive	Hazard from Moving chain near HMI/Conveyor	S2	E2	A1	R2A	Guarding: Interlocked Gates	Monitored, Transparent & locked Guard --> no movement during exposure	S1	E1	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。



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. 横向密封和切割: 防护门互锁

- 此区域使用带互锁开关的防护门 A 进行防护。当门 A 打开时, 所有电机 (主感应式电机、包装伺服电机) 将实现类别 1 停止 - 电机将以预定的减速速率停止, 然后由安全关断驱动器关闭。由于所有电机的停止时间都远小于 1s, 所以无需门开锁机构也可实现安全性。
- 在防护门 A 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 PL_r = 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, 而是会引起电机停止。电机的伺服驱动器符合 PL = d (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 1 秒。通过风险评估确定接近速度为 1600mm/sec, 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. 给料链：防护门互锁

- 此区域使用带互锁开关的防护门 **B** 进行防护。当门 **B** 打开时，电机（主感应式电机、包装伺服电机）将实现类别 1 停止 - 电机将以预定的减速速率停止，然后由安全关断驱动器关闭。由于所有电机的停止时间都小于 **1s**，所以无需门开锁机构也可实现安全性。
- 在防护门 **B** 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 **VFD** 符合 **PL = d (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 **0.1** 秒。通过风险评估确定接近速度为 **1600 mm/秒**，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 **160mm**。

3. 机械传动装置和皮带轮：防护门互锁

- 机械传动装置和皮带轮区域使用上述类似地带互锁开关的防护门 **C** 进行防护。当门 **B** 打开时，电机（主感应式电机、包装伺服电机）将实现类别 1 停止 - 电机将以预定的减速速率停止，然后由安全关断驱动器关闭。由于所有电机的停止时间都小于 **1s**，所以无需门开锁机构也可实现安全性。
- 在防护门 **B** 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 **VFD** 符合 **PL = d (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 **0.1** 秒。通过风险评估确定接近速度为 **1600 mm/秒**，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 **160mm**。
-

4. 机械传动装置和皮带轮：防护门互锁

- 机械传动装置和皮带轮区域使用上述类似地带互锁开关的防护门 **C** 进行防护。当门 **A** 打开，将会关闭电机并实现类别 0 停止。
- 在防护门 **A** 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，而是会导致电机立即停止。电机的 **VFD** 符合 **PLd (CC3)** 要求。
- 停止时间和安全距离。螺旋进瓶器采用额外的硬性防护，所以这里无需考虑安全距离。

5. 堆料传送带：防护门互锁

- 堆料传送带区域由防护门 D 保护，当防护门 D 打开时，传送带应立即停止。应正确地调整 VDF 的停止时间。并且采用类别 1 停止。
- 在防护门 D 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 $PLr = c$ （控制类别 2）。
- 停止时间和安全距离。传送带采用额外的硬性防护，所以这里无需考虑安全距离。

6. 薄膜进料器（开卷机）：防护门互锁与锁定装置

- 薄膜进料器由带有互锁开关和锁定装置的防护门 B 保护。当需要更换薄膜卷时，操作员应按下“门 B 打开”请求按钮。系统将使电机实现类别 0 停止，在延迟一定时间后锁定装置释放。延迟时间可根据测得的电机停止时间进行调整。
- 如果强制打开防护门 B，互锁开关将触发电机立即停止。
- 在防护门 B 打开且电机停止后，再次关闭门 B 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锁定门 B 并启动电机。此处的复位/启动按钮不同于前文所述的机器生产时使用的复位/启动按钮。
- 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，而是会导致电机立即停止。电机的 VFD 符合 PLd (CC3) 要求。
- 应在 PLC 程序中实施额外的“请求进入”，从而使电机能够在 PLC 的控制下以适当的方式停止，并停靠在指定的位置上，然后防护门才开启。

7. 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。
- 急停取消后，重启机器需要进行复位。

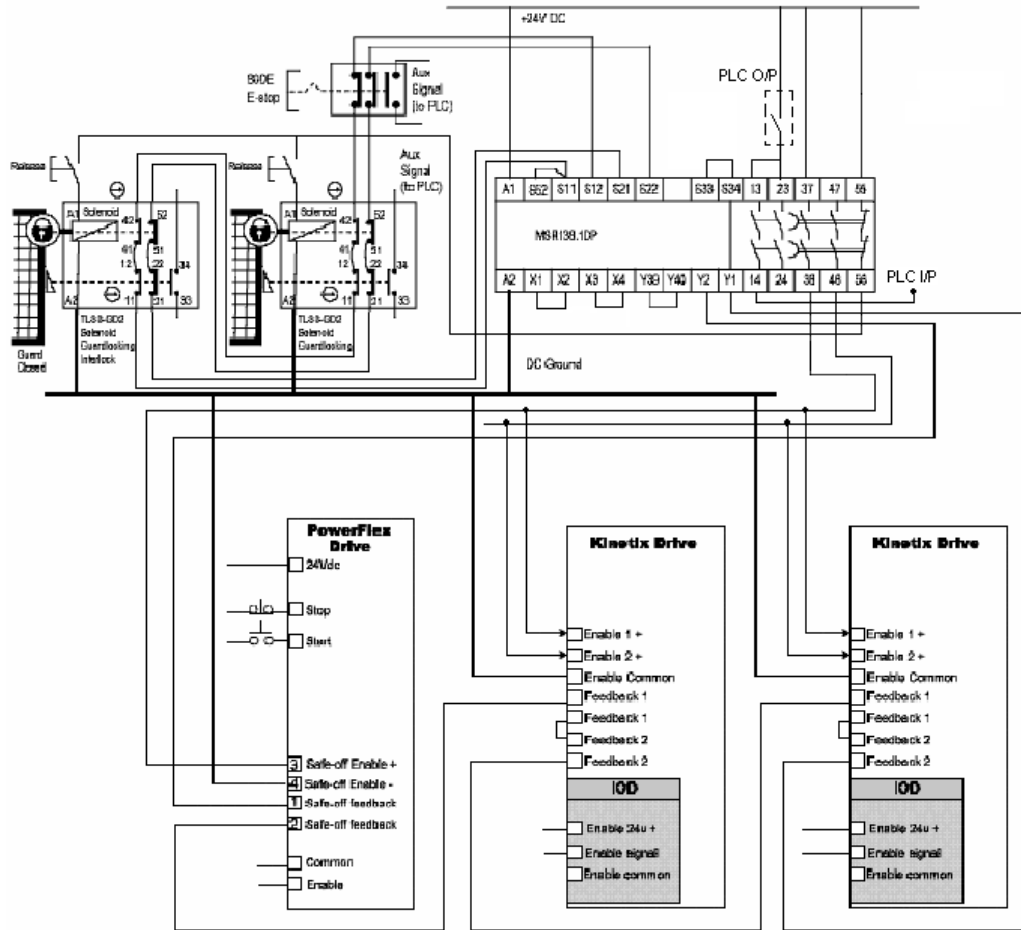
8. 防止意外启动：

- 应采用钥匙式主电源关闭开关
- 在以下情况下，需要先复位，而后才可开始机器运动：
 - 上电后
 - 所述的任何安全功能触发后
 - 急停触发后

V-2- SRP/CS 的 BOM:

数量	模型	产品目录	说明
1	PF40 P	22B-D-010-N104	VFD, 3 相 2HP, 内置安全关断功能
1	MSR138.1DP	440R-M23088	安全监视继电器
2	Kinetix 6000	2094-AC05-M01-S	带安全关断功能的伺服驱动器 Kinetix
1		2090-XNSM-W	安全关断驱动器集线器 - 首个驱动器
0		2090-XNSM-M	安全关断驱动器集线器 - 用于中间的驱动器
1		2090-XNSM-T	安全关断驱动器集线器 - 最后一个驱动器
1		1202-C03	D2D 安全电缆, 350mm, 双倍宽度 K6K
3	T15-GD2	440K-T11280	带 2 个 NC 和 1 个辅助触点的防护门开关
3	TLS-2 GD2 QD	440G-T27255	防护门锁定开关 - 2 个 NC 和 1 个通道
2		800FP-MT44	紧急开关 (旋转释放)
3		800FP-MK44	紧急开关 (钥匙释放)

V-3- SRP/SC 图纸:



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

- 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)

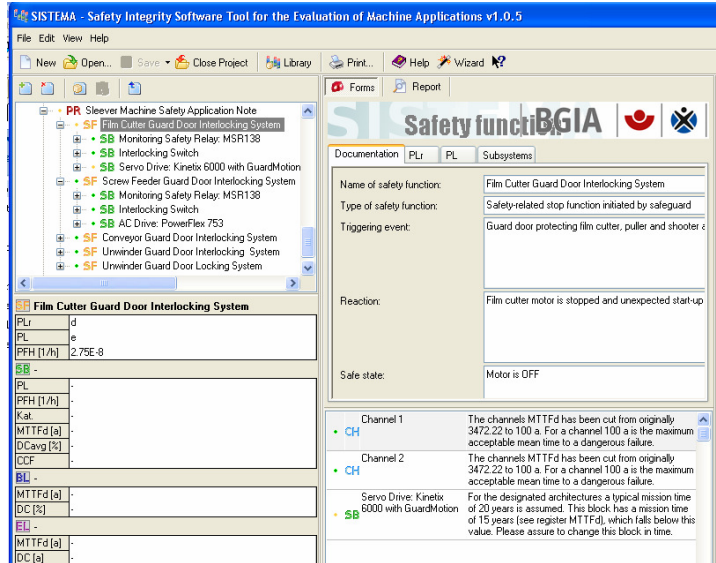
传送带: PL = c = (PLr = c)

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	
Machine:	SISTEMA version: 1.0.5
Author: mqmeng	Standard version: ISO 13849-1:2006, ISO 13849-2:
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，技术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。