



## OEM 安全应用说明



控制系统安全部件

# VFFS 机器

(仅供参考)

# 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.....	5
II-5 – 机器主执行顺序.....	6
III- 安全策略: .....	7
IV- 风险评估: .....	8
IV-1- 机器限制.....	8
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: .....	9
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



图1：连续型立式成型-充填-封口机

下图是“连续型”VFFS 的工作原理图。从中可观察到重要的机械部件及运动情况。

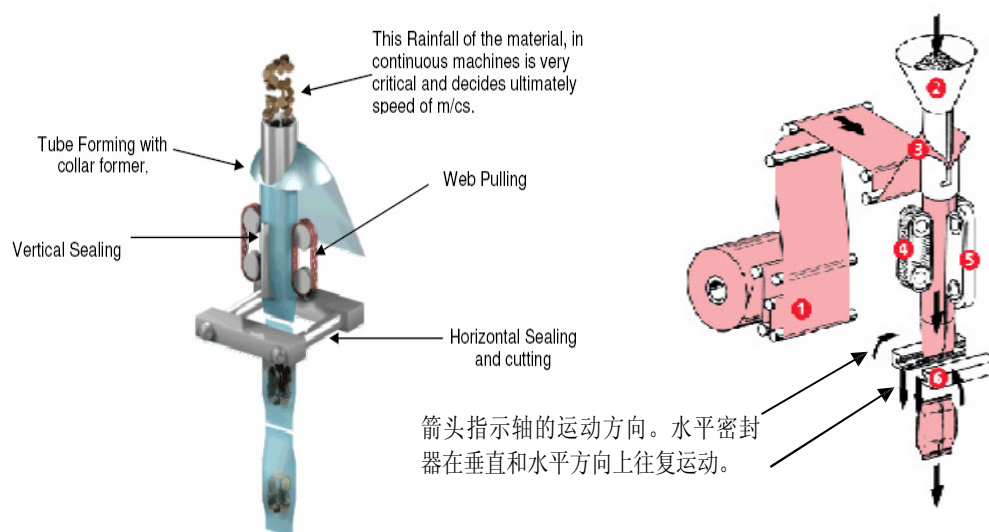
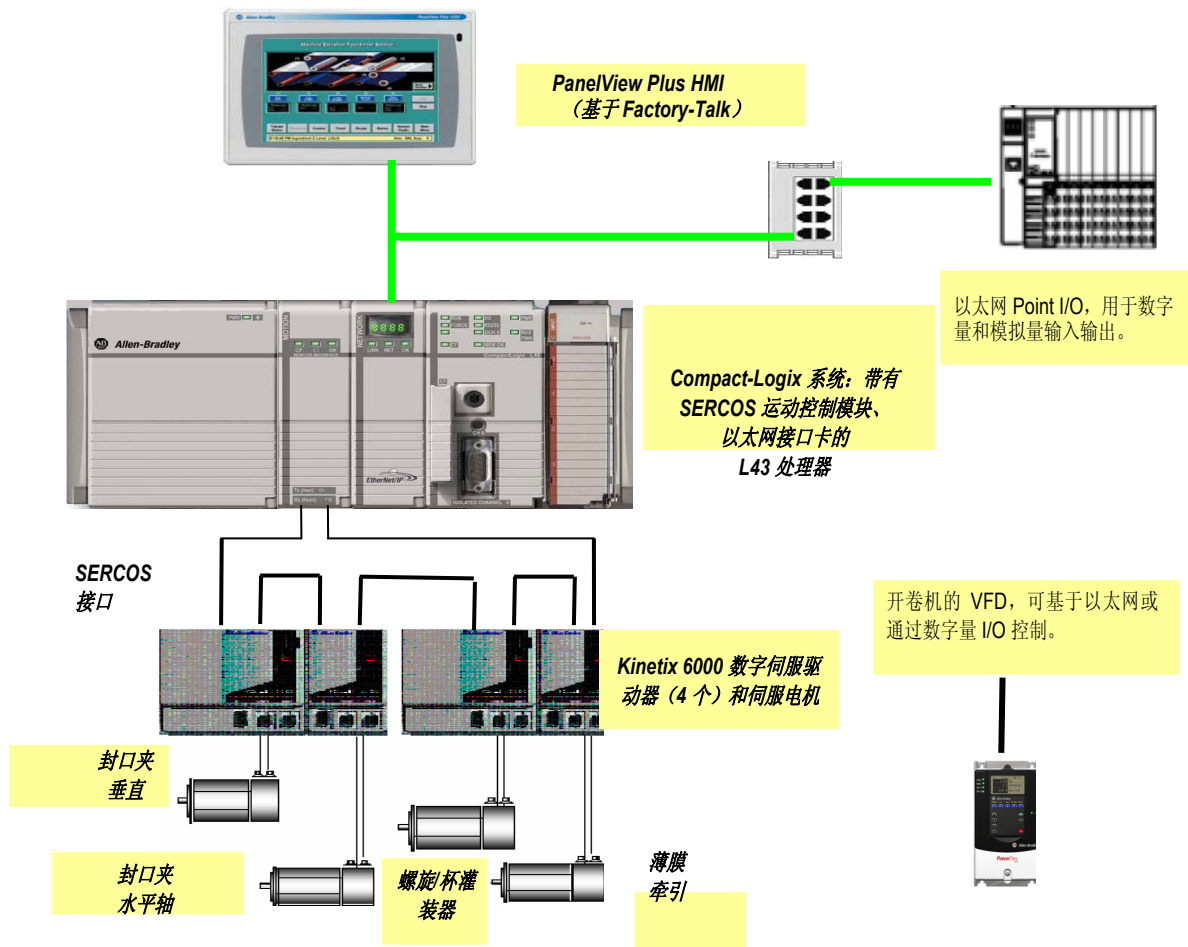


图2：立式成型-充填-封口机原理图

## II-2 - 机器功能概要说明

- 生产速度：120 - 180 BPM
- 薄膜长度：70 - 200 mm
- 待包装产品：点心。
- 该机器具有 3 个伺服轴（取决于机械及其它要求）
  - 薄膜牵引器（伺服）
  - 密封及切割器（可具有 2 个伺服，分别用于垂直和水平运动。）
  - 进料系统（伺服）
  - 开卷机 (VFD)
- 薄膜牵引和密封
  - 薄膜牵引器、密封器和进料器需要同步。
  - 所有轴运动均采用专门设计的电子 CAM 曲线。
- 传感器：
  - 1 个标记套准传感器，分别用于标签印刷标志检测和瓶具检测
  - 1 个传感器，用于检查产品数量
  - 除薄膜外，其它所有轴均需要传感器来寻找起始或启动位置。

## 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:

- 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。

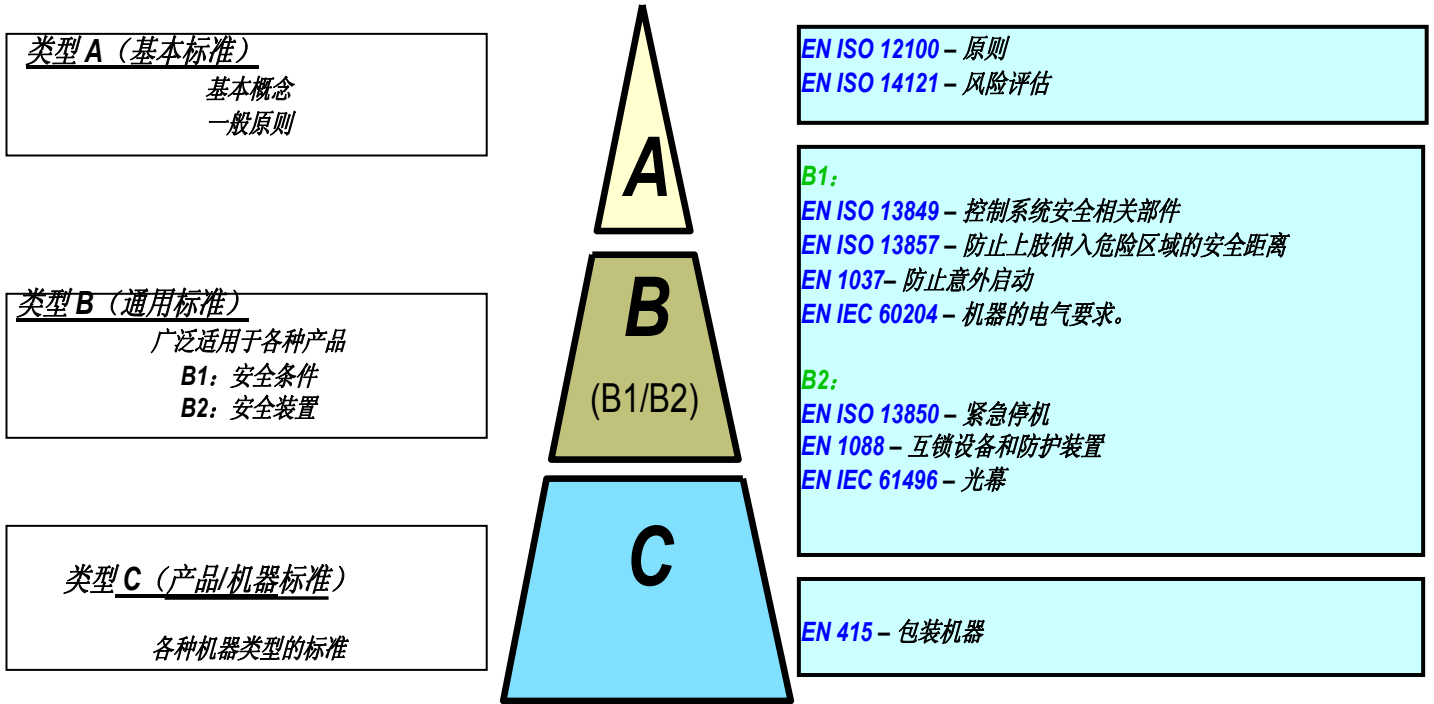
## II-5 - 机器主执行顺序:

- 上电
  - 检查所有设备的状况
    - 启动安全系统诊断
  - 启动温度控制
  - 启用伺服驱动器和 VFD
  - 复位薄膜牵引器、密封器和进料轴
  - 停靠所有的轴
- 机器做好运行准备
  - 检查温度是否在限制范围内
- 生产开始
  - 薄膜和密封器开始移动。
  - 进料器适时启动并在适当时刻分配物料。
  - 允许在一定范围内更改生产速度
- 位置 CAM（生产中）
  - CAM 曲线计算（切割器和薄膜牵引器）
  - 在适当时刻激活填充器和密封器 CAM，从而在每个袋子上几乎相同的位置进行密封。
  - 此后将激活进料器 CAM，以便在恰当的时刻将要填充的物料注入袋内，不仅不会产生空袋，而且所有袋子都装有正确的物料量。
  - 此过程将继续下去，直到操作员介入或发生任何报警。
- 进料的启动/停止（生产过程中）
  - 可在机器处于运行状态时启用或禁用进料，但在启用后应确保物料在正确的位置并达到正确量。
  - 进料的一项主要要求是，袋密封区域内不应有物料，因为这会降低机器效率并增加损耗。
- 停止生产
  - 机器应能在生产循环中的任意时刻停止或关闭。

### III- 安全策略:

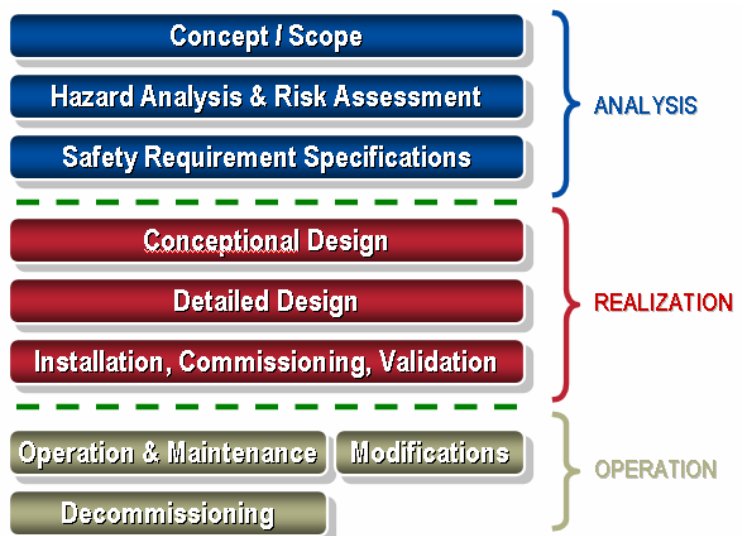
此机器应符合 EC 机械指令 98/37/EC（自 2009 年 12 月 30 日起为 2006/42/EC），以便符合 CE 要求。

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](http://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。

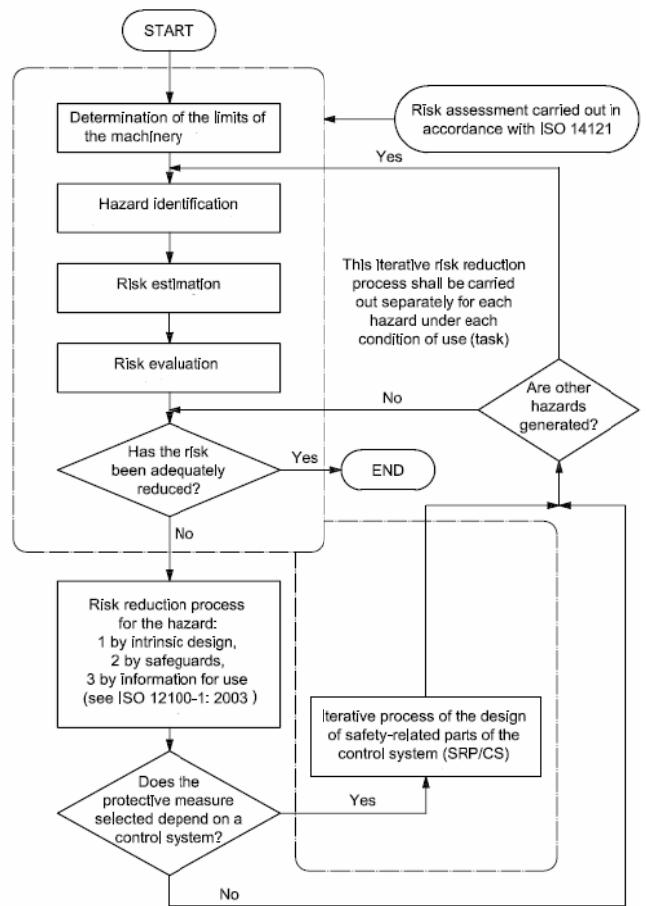
完整的安全生命周期包括以下方面，而且这应是一个连续的可重复流程。



## 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	
<b>Machine Information</b>	
Make/Model	CVFS 180
Serial No	SN12345
Location	Taiwan
<b>Scope Of the Machine Assessment</b>	
Installation	N/A
Start Up	YES
Setup/Adjustment	YES
Operation	YES
Adjustment / Tool Change	YES
Maintenance	YES
Unexpected Maintenance	NO
Disassembly	NO
Sanitation	YES
Removal/Destruction	
<b>Limits Of the Machine</b>	
Description Of the Machine	Continuous Form Filler
Intended Use Of Machine	Use In Food Industry
Min/Max Production Rate	50~180
	Film Speed: 10 to 60 m/sec
	Rotation Speed for Spindles can be 1000 Deg/sec
Products	Film and Liquid
Product Material	Packed Product up to 2 Kg
Description	Food Product
Size	
Rate	
Delivery Method	Infeed Conveyor/Cup Filler/Bagger/Outfeed
<b>Personnel Information</b>	
Anticipated Level Of Training	Operator Skills Needed For Operation
Special Physical Requirements	
Personnel Required	
<b>Environment</b>	
Electrical	N/A
Other	Food Condition
Space Limits	N/A
Area Of Movement	5m Diameter Circular Area
Space Required For Maintenance	N/A
<b>Interface Limits</b>	
Electrical	N/A
Hydraulic	N/A
Steam	N/A
Vacuum	N/A
Water	N/A
Other	N/A
Describe Any Interconnection To	Upstream : Infeed Conveyor
Other	DownStream : Outfeed Conveyor

## 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：

- 垂直密封器
- 薄膜牵引器（辊柱）
- 水平密封器和切割器（切刀和密封组件）
- 产品进料器

## 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。

Machine Name	Continuous Vertical Form Fill And Seal Machine											
TASK RISK ASSESSMENT												
Persons at risk	Task	Potential Incident and Accident Description	INITIAL RISK (Prior To SafeGuards)				Potential Safeguards	Recommendations	RESIDUAL RISK with SafeGuards			
			Hazard Severity	Exposure	Avoidance	Risk Reduction category			Hazard Severity	Avoidance	Risk Rating	
Operator	Initial Feeding of the wrapper, in to the Machine up to the Vertical Sealing Roller	Hazard is Sealing Roller is Hot & Moving	S2	E1	A2	R2B	guard door with interlock switch, locking device, light curtain	Monitored, Transperent & locked Guard --> no movement during exposure----> Put gloves while feeding filming in Hot Zone	S1	A1	R4	
Operator	Removing Film Jam At Film Pulling Location.	Hot and Moving parts is Hazard.	S2	E2	A2	R1	guard door with interlock switch, locking device, light curtain	Monitored, Transperent & locked Guard --> no movement during exposure----> Put gloves while feeding filming in Hot Zone	S1	A1	R4	
Operator	Putting New Film Roll	The Heavy Roll Can fall on feet.	S1	E2	A2	R2C	Personal Protection Equipment (PPE)	Awareness means needs to be used, Operator should use proper tools for mounting the roll, as well as proper shoes and gloves need to be used, while performing this activity.	S1	A1	R4	
Operator	Cleaning Knife/die roller/Sealer	Hot and Moving parts is Hazard.	S2	E2	A2	R1	guard door with interlock switch, locking device, light curtain	Monitored, Transperent & locked Guard --> no movement during exposure----> Put gloves while cleaning in Hot Zone	S1	A1	R4	
Operator	Checking Product in Hopper	In case of Auger feeder, there can be moving belt, which can be hazard.	S2	E1	A2	R2B	Enclosure	Fix Cover on the Motion trasmitting belts.	S1	A1	R4	
Maintenance	Change of Parts, like knife, Sealers.	Hot and Moving parts is Hazard.	S2	E1	A2	R2B	guard door with interlock switch, locking device, light curtain	Monitored, Transperent & locked Guard and Emergency Switch with Key --> no movement during exposure----> Put gloves while cleaning in Hot Zone	S1	A1	R4	
Operator	Need to climb at the top of the machine, for checking the product status	Can fall during climbing or when on top	S2	E2	A1	R2A	No	Operator Awareness means, as well as proper facility (like Staircase) shall be provided for climbing.	S1	A1	R4	
Operator/ Passer By	The outward Rotary motion of Horizontal Sealer can cause the Hazard to Operator or passer by	Hazard from Rotary Movement Sealer / Hot	S2	E2	A1	R2A	Guarding: Interlocked Gates	Monitored, Transperent & locked Guard --> no movement during exposure	S1	A1	R4	

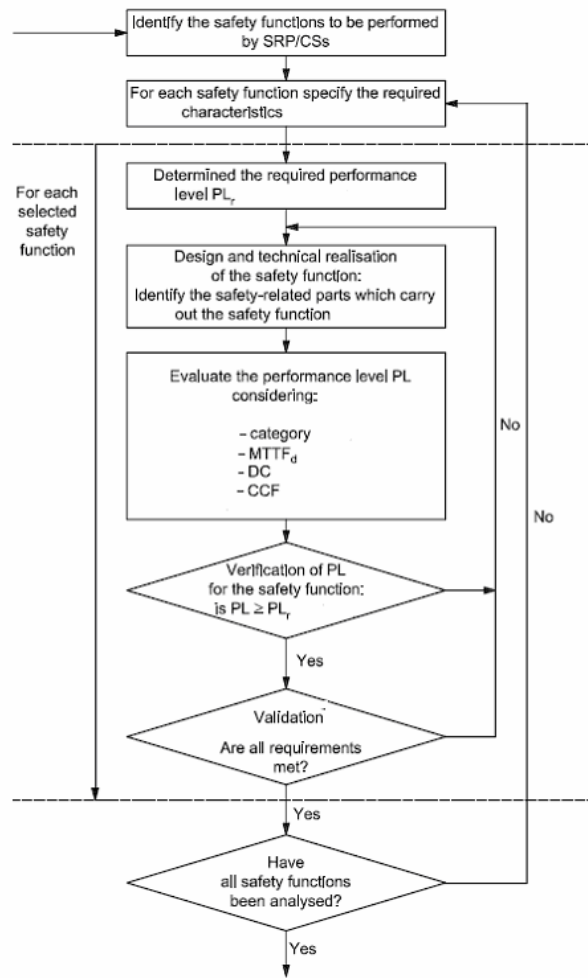
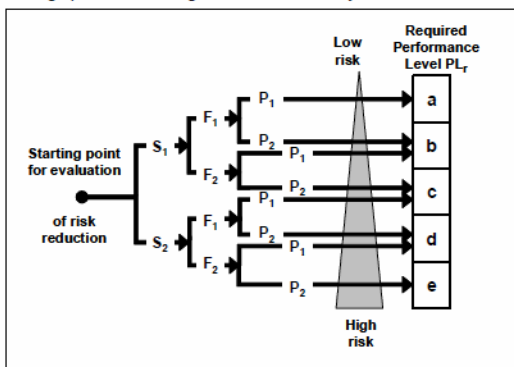
## V- SRP/CS 设计

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<sub>r</sub> 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. 薄膜牵引和垂直密封: 防护门互锁

- 此区域使用带互锁开关的防护门进行防护。当门 A 打开时, 所有电机 (薄膜牵引器、薄膜切割器和进料器) 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, 所以无需安装防护门锁定装置。
- 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 PL<sub>r</sub> = 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 PL<sub>d</sub> (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. 水平密封器：防护门互锁

- 此区域由同样该带互锁开关的防护门进行防护。当门打开时，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。由于所有电机的停止时间都远小于 1s，所以无需安装防护门锁定装置。
- 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 VFD 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 1 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 160mm。

## 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。
- 急停取消后，重启机器需要进行复位。

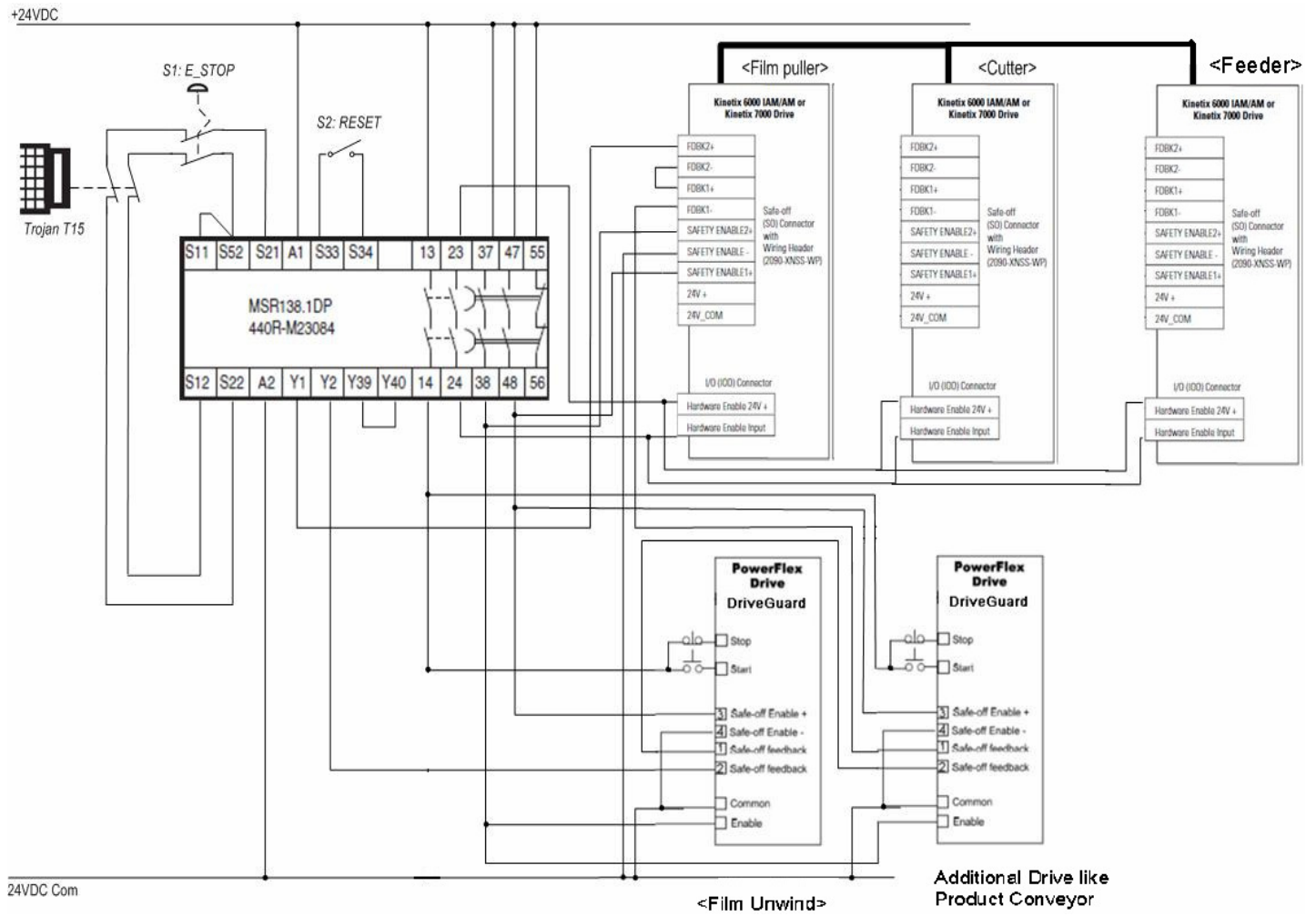
## 4. 防止意外启动：

- 应采用钥匙式主电源关闭开关

## V-2- SRP/CS 的 BOM:

Qty	Catalog #	Description
		<b>VFD. PowerFlex</b>
2	20A-DG01	PF70 DriveGuard Safe_Off Interface
		<b>Motion System Module</b>
1	2090-XNSM-WV	DRIVE TO DRIVE FIRST HEADERS
1	2090-XNSM-M	MIDDLE DRIVE HEADERS
1	2090-XNSM-T	DRIVE TO DRIVE TERMINATING HEADERS
2	1202-C02	0.2 METER DPI/SCANPORT CABLE
1	2094-BC**-M**-S	Integrated Axis Module(Change to Guard Motion)
2	2094-BM**-S	Axis Module(Change to Guard Motion)
		<b>E-Stop Button</b>
2	800FP-MT44	800F Non-Illuminated Mushroom Operators, Twist to Release, 40mm, Round Plastic (Type 4/4X/13, IP66), Red, , Standard Pack (Qty. 1)
2	800F-ALP	Plastic
8	800F-X01	22.5mm No Latch, Screw Contact Block, 1 N.C.
2	800F-15YS-E112	800F Legend Plate, 60mm Round, 22.5mm Mounting Hole(EMERGENCY STOP)
		<b>Safety Relay</b>
2	440R-M23088	Minotaur, MSR138.1DP, 24V AC/DC, 2 NO, 2 NO + 1 NC Delayed 0.5-10s, 45mm Case
2	440R-A23209	Bag of 4, 4-Pin Screw Terminals

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

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)

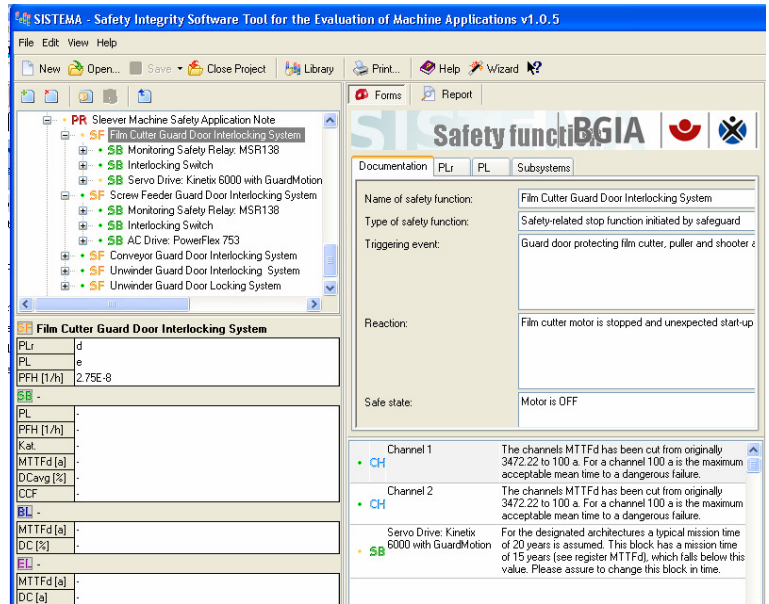
传送带: PL=c =(PLr=c)

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	
<b>PR</b> 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:	
<b>SF</b> 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:	
<b>SB</b> Name: Monitoring Safety Relay: MSR138	
PL: e+	PFH [1/h]: 2.38E-9
DCavag [%]: not relevant	MTTFd [a]: not relevant
CCF Points: not relevant	Category: 4
<b>SB</b> Name: Interlocking Switch	
PL: e	PFH [1/h]: 2.47E-8
DCavag [%]: 99 (High)	MTTFd [a]: 100 (High)
CCF Points: 65 (fulfilled)	Category: 3
Channels / Test channels:	
<b>CH</b> Name	
MTTFd [a]: 3472.22	
Blocks:	
<b>BL</b> Name: Interlock Switch: Trajan T15	
DC [%]: 99 (High)	MTTFd [a]: 3472.22 (-)
Elements:	
<b>EL</b> 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。