

# 机器安全基础

作为合格评定过程的一部分,保护操作员、设备和周边环境是重点



# 目录

概要	2
此指导手册如何提供帮助	2
现有设备的安全性	3
机器安全基础	4
合格评定	5
安全设计的方法	7
结论及作者	10

## 概要

CE 标志展示在机器和设备上,是设备已成功通过合格评定的一种标记。在评定过程中,制造商必须证明,此装置或设备的规划和制造符合应用的标准与指令。在合格评定中,一个既关键又复杂的环节是提供机器安全的证据。

## 此指导手册如何提供帮助

机器安全是指保护操作员、设备和周围环境,防止其受伤、损坏以及对其产生不利影响。保护操作人员尤为重要。操作员不能在危险的环境中作业,哪怕是疏忽大意,比如夜间疲劳作业。此原则的唯一例外是,因故意行为而导致的受伤和损坏,如蓄意破坏安全装置(如安全开关)或拆下覆盖件。但是,如果此安全装置对操作员具有巨大的不利影响,那么将不认为此类破坏行为是故意的。因此,制造商必须有安全理念的设计,以排除此类情况。



## 现有设备的机器安全性

在制造新设备时,评定机器的安全性是强制性的。然而,对于初始评估后又经过改造的现有机器,情况大不相同。如果已进行了大改动,则应执行新的合格评定。

可能很难甚至不可能对大改动进行验证,这取决于现有备档的完整度和更新情况。需要利用决策树来确定大改动的构成。简单来说就是,如果计划中的改动增加了设备的危险性,那么机器将需要重新评估。但是要确定是否属于这种情况,至少需要重新做一个风险评估。

如果认为重新评估是必需的,制造商将需要验证基本功能的安全性,以及安全相关部件的可靠性,即确定所有这些都毫无问题。因此在改变或扩展现有设备时,因操作频率的不确定性,通常有必要更换设备门锁,暂停加工和安全开关。





# 机器安全基础

谈到机器安全,一般来说,首先要避免危险。最终目标通常是设计或构建绝对安全的产品。只有当风险无法完全避免时,才应首先采取技术措施,然后再采取保护措施。

通过利用操作手册中的图示、标记、原则和规定,制造商始终力图使处于潜在风险中的操作员远离危险区域。但是,只有在以下条件下才允许这样做,即已证明不存在能完全消除所有危害;或是基于当前最新技术,不存在最大程度降低危害。

当结构为绝对安全时,潜在的危害固然很小。例如,防止进入缠结点、安全限制力矩和集成指定断裂点等,都可以让绝对安全成为可能。技术措施包括使用监控系统(如挡光板),确保机器以可控方式切换到安全状态。保护措施,如命令人员佩戴个人防护设备(如护目镜、手套)等,是最后需要执行的保护措施。

如果不能保证或很难保证机器安全,应选择将危害完全封闭起来。可通过安装外罩,以及确保对外罩内的入口和通路进行监控来达到封闭的效果。

## 例外

当前的机器指令(2006/42/EC)在第1篇、第2段中阐述了一些无需应用机器指令的例子。其中包括根本不能避免危害的机器。如:武器系统。另外一种情况是,机器的设计有意对用户产生不利影响。这其中的一个例子就是游乐场的游乐设施。例外情况还包括那些专门为研究而建造的、仅打算在实验室内临时应用的机器。



## 合格评定

认真评估机器安全性和执行机器安全措施的过程既保护操作员,也保护制造商。这个多阶段过程的备档可达数百页,但通常只将文件的一小部分交给客户。事实上,制造商需要交给客户的文件只是 EC 符合性声明。其它所有文件作为内部备档保存在制造商处,可用作承担责任时的证据和保障。

至于机器安全评估,一个特别苛刻的要求是并非只局限于评估或正确避免相关的隐患。还必须考虑“合理的可预见使用”。这包括操作员可能采取的违反准则的动作,因这类动作能够规避安全措施,会带来一些操作方便。举例来说,外罩和防护装置的高度需要定成这样的尺寸:确保操作者无法攀爬过去,或者只能利用一些辅助工具才能攀爬过去。防护装置和外罩中的螺栓应设计为安全螺栓。而且,防护罩内的危害点必须这样设计:即使利用辅助工具(如扫帚)也接触不到。





合格评定过程需与计划过程、制造过程平行进行。需按照 ISO 12100 进行多次风险评估,需再次更新的关键阶段如下所示:

- 规定正确使用操作条件和周围条件
- 风险分析:指出潜在危害
- 危害分析:评价未采取措施时的潜在危害
- 规划措施:为所设计的最小风险定义措施
- 验证安全理念:验证安全措施的有效性

只有当此验证已确认,在正确使用和可预见使用的情况下均可达到安全运行时,才能称为合格并使用 CE 标志。

此过程需要深入了解相关的基本原则,一般来讲,制造商应具有必要的技术经验与专业知识。然而,劳保费用相当可观,不应被低估。在很多情况下,机器的安全评估(因此也是责任问题)可以外包给专业的外部服务供应商。当然,需要在这两者之间进行权衡:与之相关的成本,以及获得外部验证后的增加值。



## 安全设计的方法

在寻求安全人机操作设计时,可利用广泛的元件。这包括外壳、外罩、防护装置和安全门。对于每个元件,在进行技术实现时,都必须考虑具体的问题。

在定义安全措施时,应采用以人为中心的方法,即以人为本、关注参与者,通常这一点非常重要。首要的是,防护装置和外罩必须保护操作员,但不应对舒适度、工作实践和效率产生不利影响。除了无源安全装置,如门和围栏之外,还可使用有源元件。当开门和关门所需时间无法与工作顺序步骤相协调时,挡光板可作为替代的解决方案。

### 防护装置

如果一部分保护装置在危险区域无法安装,或是安装起来非常复杂时,那么在机器周围安装固定的分离保护措施(如防护装置)可能较为适合。带有监控入口的防护装置是一种非常全面的保护措施。根据具体风险以及至危险区域的水平距离与垂直距离的不同,防护装置的理想高度也随之变化。

ISO 13857 规定了防护装置所需的高度。防护装置应设计为这样的方式,人员无法从上面或下面毫无阻碍地爬过去,这一点也很关键。在不使用专用工具的情况下,应无法卸下单个防护装置面板。

但是需注意,虽然防护装置能够阻止通过或进入,但并不会阻止人员从外面破坏机器,这一点非常重要。比如,一个喜欢的常用工具是扫帚,这是输送机系统内和周围随处可见的物件。对于制造商来说,这意味着,在考虑可预见使用时,制造商必须确保相关的防护装置要用其它方法安全锁定。要防止这类破坏,可选择用有机玻璃覆盖间隙的方法。

不过,防护装置也会产生新的隐患。比方说,在启动机器之前,需检查被防护装置封闭的区域内是否有人,这一点至关重要。同理,操作面板必须以这样的方式布置,即无法从被防护装置封闭的区域内部启动机器。

### 安全门

门、活板和窗口为装载与卸载组件、维护保养和废弃操作等建立了临时通道。尽管门的设计有相当大的自由,但应考虑预期用途。关键的设计准则应依照以下两个条件而定,即必须通过此门执行的工作的类型,以及工作的频繁程度。

定期的装载和卸载(可能与生产顺序同步),将对门的设计有一些特殊要求。这种情况下,所设计的通路开口、方向、操作方法和门的动作应符合人体工程学,这



一点至关重要。门可以是单纯手动型、助力型或全自动型。无论如何操作,这些门都必须具有永久可靠的引导机构。适当的引导机构包括,带有 C 轨道和滑动门引导套件的安全滚轮导轨。

不定期使用的门,如维护保养通道的门可设计为转门。基于线性操作的门也可配置简单的 T 型槽滑块或滚轮元件。通常来讲,门使操作员远离危险区域,因此,门还必须能够阻止随机隐患以及其它排放物。对门的要求包括,能够降低气动元件、冲压、打击、超声所产生的空气噪音,以及最大程度地降低辐射(如激光)和焊接工具引起的光危害和热危害。为了满足这些要求,需要使用合适的面板元件。

可利用电子安全开关对门进行监控,或是用安全锁对门进行可靠地锁定和解锁。为防止破坏,机构中的传感器可相互编码。快速关门很容易

到达临界压力。例如操作门时,对手指甲的压强不得超过  $150 \text{ N/cm}^2$  和  $50 \text{ N/cm}^2$ 。设计对策可包括,在最终挤压点使用大面板,使用缓冲带、减震器或绳缆系统等能减轻应力的阻尼元件。或者,也可利用有源的安全开关条监控挤压点。

当检测窗口极少打开的情况下,比如,用于排除故障或作为年度维护保养操作的一部分时,可通过卸下旋入式面板元件建立开口。可利用方便美观的多嵌块达到这种效果。为了确保相符,需使用安全螺栓和防损垫圈。

良好的门设计还要考虑到接合处与间隙,这些可以用单边密封胶条和密封毛刷进行轻松而有效地处理,也可利用一些设计元素进行处理如考虑倒角和圆角。



### 面板元件

在选择合适的面板元件时,重要的是考虑飞行碎片和飞溅物所产生的危害。击穿强度的计算按承受可想象的最大危害计算。在冲压过程和类似切割的过程中,通过使用网和有机玻璃的双层防护,同时达到所需的击穿强度和透明度要求。

### 挡光板

此安全措施并不像面板元件那样防止排放物或飞行碎片,而是允许无阻碍地进入设置点。在使用挡光板时,重要的是考虑安全关闭危害所需的滞后时间,这些危害通常需要停止某个运动。此滞后时间必须经过测量和证实,以便以此为基础,计算挡光板必须放置在距离危险区域多远的地方。在这些计算中,假定移动速度1.6米/秒。

例如,根据仅 200 ms 滞后时间即确保停止,挡光板需要放置在距离危险区域至少 528 mm 远的地方(手部保护装置)。这也是操作员在每个装载和卸载过程需要移动的距离——以牺牲人体工程学利益为代价。然而在使用门时,制造商会设计最小的距离。



## 概要

CE 标志要求认真进行合格评定,它使欧洲经济区的机器贸易合法化。当合格评定以正确方式执行后,CE 标志向操作员和用户承诺,基于先进的技术和当前的水平,机器具有很高的操作安全性。

在制造一款安全性符合相关标准的合格机器时,乍看起来这个任务可能会面临复杂、费用高的难题,但在考虑可用的解决方案时,这个观念会很快消失。事

实上,用于安全任务的各个分离式有源产品、无源产品几乎可以用任何方式加以结合,从而生产个性化的系统。item 提供组件和元件,特别是用于围栏、门和防护装置的产品,所有产品都是用于结构中的理想之选,既满足机器指令中的安全性要求,又兼具功能性、灵活性和美观性。

## 作者

Steffen Leischnig 博士是 LSA GmbH 的系统开发人员和管理总监。

David Pampel 是 LSA GmbH 的电气设计师和文档专员。

item. Your ideas are worth it.®

**item**

item Industrietechnik GmbH  
Friedenstrasse 107-109  
42699 Solingen  
Germany

Tel.: +49 212 65 80 0  
Fax: +49 212 65 80 310

info@item24.com  
item24.com

## 关于出版者

位于德国索林根的 item Industrietechnik GmbH 开发和供应模块化装配组件系统,该系统可为工业机械和工厂设备设计的各个方面提供个性化的解决方案。装配组件系统是基于铝型材、精确调整的紧固件和多样化的功能元件而开发的。