

安全

注塑机安全不容忽视

国内塑机行业执行的有关安全标准，大多数采用欧洲标准 EN 或国际标准 ISO、IEC，出口产品一般要求通过 CE 或 SPI 标准认证。随着国内塑料机械制造水平的提升，注塑机出口增加，对注塑机的安全保护要求已经越来越重要。



文 | 许祺琦 皮尔磁中国应用工程师 孙产刚，王祝挺，徐儒侠 海天集团电气工程师

塑料成型制品产品关联度大、综合性强，在国民经济中日益显示出极为重要的作用。塑料机械工业的发展，在一定程度上反映出一个国家和地区的国民经济及技术发展水平。当前注塑机的生产要求不断提高，安全认证已被越来越多的注塑机生产厂商所重视，国外针对注塑机的主要的安全标准有欧洲 CE 标准及美国 SPI 标准。随着 EN ISO13849-1 的发布，机

械安全实现了从元器件到系统进行全面性的安全评估，从而有效解决了原有 EN954-1 标准无法实现量化判断系统安全性的问题。在此方面，中国是世界塑料机械生产大国、消费大国和出口大国，中国塑机行业也走上了国际先进的道路上。

有关机械安全控制系统的标准

EN ISO 13849-1 评估有关安全控制

系统或有关安全控制功能的方式并不仅仅是之前 EN 954-1 中被熟知的控制系统的类别，还有经过概率考量后估算得到的性能等级 (PL : a、b、c、d、e)。该标准适用于控制系统使用电气 / 电子组件和系统以外的其他介质 (包括液压、气动等)，正确应用时实现的目标是将危险降至可接受水平，或在可预见条件下执行完整安全功能并按规定实现风险减小的能力。

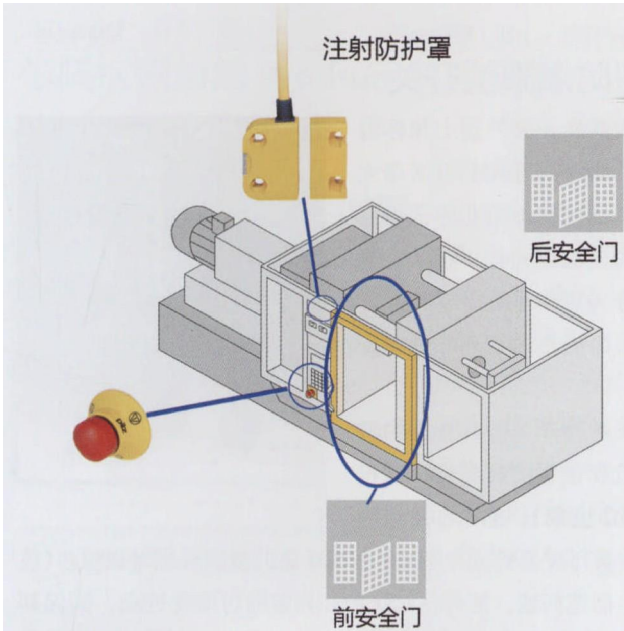
主要安全功能

注塑机的工作原理是借助螺杆 (或柱塞) 的推力，将已塑化好的熔融状态 (即粘流态) 的塑料射入闭合好的模腔内，经固化定型后取得制品的工艺过程。一般注塑机包括注射装置、合模装置、液压系统和电气控制系统部分。

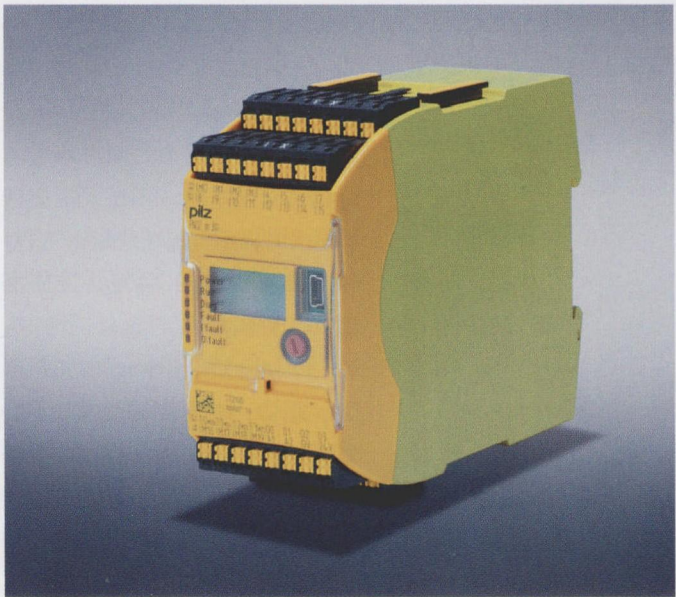
卧式注塑机使用的安全元器件包括合模区域前后门的安全开关、急停按钮和可能存在的喷嘴区域安全开关、顶盖安全开关、模式选择开关和安全地毯等。对于安全功能较少的普通卧式注塑机，安全功能往往限于前后防护门和急停按钮。而顶盖防护门、安全边缘开关、安全地毯和模式开关为可选项，一般用于



非接触式磁性安全开关



注塑机主要安全功能



PNOZmulti 可编程控制器

特殊机型或大型的注塑机械。

在安全回路设计之前必须对每个安全功能做风险评估，确定所需性能等级 (PLr)，可以用以下风险图进行确定，也可理解为每个安全功能的性能等级“额定值”。评估的结果风险从低到高风险增，为每个安全功能确定适合于当前风险减小的 PL，最终计算回路的 PL 要大于等于 PLr。安全相关功能 (SRP/CS) 由传感器系统—逻辑处理—执行元件构成。

类别是描述发生失效时安全相关功能 (SRP/CS) 运行情况的基本参数，在 EN 954-1 的类别基础上做了更精确的描述，一共分为五类：B、1、2、3、4。

而对于气动、机械元器件，平均危险失效时间很大程度上取决于开关次数，因为开关次数与元器件的机械磨损直接相关，B10d 是其参考的值，它表示生命周期检查过程中 10% 元器件发生危险失效时总的开关次数。B10d 可以通过计算得到 MTTFd 值。

诊断覆盖率 DC 是安全功能诊断效率 (故障检测) 的衡量标准，通过检查安全功能的相关元件失效或元件缺陷。可以从已检出的危险失效的失效率与总危险失效的失效率之比计算 DC，DC

分为 4 档。

单个失效不会导致冗余系统的两个通道同时失效。对于类别 2、3、4 都需要借助标准 EN ISO 134901 的附录表 F.1 对已采取或即将采取的措施进行评估，目标值为 65% 或以上即能符合。

合模区是最危险的区域，以合模区为例。合模机构区域中，模板驱动装置的运动可能对操作和维护人员造成挤压和剪切的危险，如果模具区域的防护装置被打开，人体将可以进入开模时模板后方区域，可能造成挤压的危险，抽芯和顶出机构的运动也可能造成相同的危险。这些危险被认为是不可恢复的伤害，且很难避免。

所以根据风险图可知，该区域的所需性能等级 PLr 要求达到 PLr=d 或 PLr=e (取决于开门的频繁程度)。所以，必须采可靠地安全设计对合模区安全防护装置 (前门和后门) 进行监控。

对合模区域安全相关部分，前后安全门解决方案采用了 Pilz 传感器 PSEN mag 系列非接触式磁性开关，该开关为双通道结构，2N/C，1N/O 触点类型，感应距离 10mm，最高可达到 PLe 性能等级，另外防护等级高达 IP67，且可

有 LED 灯状态显示。有小型或紧凑型设计，安装灵活。该安全门可以达到 Cat 3 或 Cat 4 结构。

针对中大型注塑机，逻辑处理部分使用 Pilz 模块化可编程控制器 PNOZmulti 系列来完成相应安全功能，所有的安全功能直接接入 PNOZmulti，共有 20 个安全输入，通过简单编程可以自由配置逻辑执行相应的安全动作，4 个安全晶体管输出最高可达到 PLe (Cat 4) 性能等级，安全输出信号给到扩展安全继电器来控制液压阀或电机主接触器的切断。

通过得到所需元器件的安全基本参数后，根据设计的电气回路，利用 Pilz 的安全计算软件 PAScal 可以方便快捷地计算相应 SRP/CS 的性能等级。

未来发展与展望

随着行业发展，安全标准将不断更新，使用的安全元器件也必须与时俱进。如前门可使用编码型非接触式安全开关，Pilz 带有 50N 保持力的 PSEN cs6.11 开关或 1000N 锁定力的安全门系统 PSEN sl1.0 都达到了 PLe 的性能等级，其三种编码方式能适应工厂不同的应用要求，将有良好的使用前景。[MM]