

机械自动化设备设计安全要素探析

许佳培

(江苏力德尔智能科技有限公司, 江苏 南通 226001)

摘要 随着工业 4.0 时代的到来, 机械自动化设备在制造领域的应用愈发广泛, 在提高生产效率和降低人力成本的同时, 也出现了新的问题。不确定因素如设备故障、人为失误、环境因素变动等都会引发安全事故, 不仅会影响生产进度, 还会危及员工的人身安全。因此, 对机械自动化设备进行风险管理具有十分重要的意义。本文概述了机械自动化设备的安全风险, 探究了其设计要素, 思考了挑战与对策, 分析了具体案例, 并展望了其未来发展趋势, 旨在为相关从业人员提供参考。

关键词 机械自动化设备; 设计安全; 风险管理

中图分类号: TH122

文献标志码: A

DOI: 10.3969/j.issn.2097-3365.2025.01.007

0 引言

提高安全性是机械自动化设备的主要发展趋势, 其中包括设备自身的机械设计安全, 如安全保护装置、安全极限等。这些安全性设计既能保证操作人员的人身安全, 又能保证生产过程的稳定可靠。另外, 安全性设计还能提高设备的可维护性和寿命。机械自动化设备的发展方向和对工业生产的影响是深远的, 设计安全作为保障设备安全的一个重要方面, 将使设备的安全性、有效性和可靠性不断提高, 今后的机械自动化设备将会更注重安全性, 更好地服务于工业生产。

1 机械自动化设备安全风险

机械自动化设备的安全风险是指机械自动化设备在使用过程中可能产生的危害, 这些隐患可能来自设备设计缺陷、操作不当及环境因素等。例如, 设备设计上的缺陷会造成设备失效甚至损坏, 而操作不当则会造成设备误操作, 甚至造成意外事故。这些风险可能会对人员的人身安全、生产效率和设备寿命等造成严重的影响。例如, 设备故障或操作错误可能会导致工作人员的伤害, 设备的停工期和失效会降低生产率, 设备的使用和维修可能会缩短设备的寿命。

因此, 在机械自动化设备的设计与使用过程中, 必须充分考虑并采取相应的安全措施, 如安装安全保护装置、制定操作规程、定期维护等, 将安全风险降到最低。

同时, 要加强对员工的培训与管理, 提升员工的安全意识与技术水平, 以保证设备的安全运行及人员的人身安全, 为设备的高效运行打下坚实的基础^[1]。

2 机械自动化设备设计安全风险要素

2.1 安全性优先

机械自动化设备设计安全风险的第一要素是安全性优先。安全性优先强调了在设备设计的每个阶段, 安全都是最重要的。从方案设计开始, 到生产、安装、调试和后期维护, 都要不断地对设备进行风险评估和控制, 以保证设备在各种条件下的人身安全。为了达到这个目的, 设计人员需要采取多种安全保护措施, 例如冗余设计、故障安全机制、紧急停机系统等, 以应对可能发生的故障和误操作。同时, 采用严格的测试和验证过程, 保证方案的安全性和可行性, 并定期进行安全评估与更新, 以应对新的安全风险和技术进步。安全性优先不只是机械自动化设备最基本的要求, 也是对用户生命安全的一种庄严承诺, 通过全面、系统的风险管理方法, 将有助于保障设备运行安全, 提高生产效率。

2.2 预防性设计

机械自动化设备设计安全风险要素之一为预防性设计。该元素强调在设计阶段就要充分考虑设备运行过程中可能出现的各种风险, 并采取相应的防范措施, 从而保证设备的安全可靠运行。在设备预防性设计中, 首先要对设备运行过程中可能出现的机械故障、电气故障、人为错误等风险因素进行全面的风险评价。根据风险评估结果, 采取增加冗余性设计、提高设备保护水平、设置安全保护器等措施。另外, 预防性设计也要考虑到可维修性, 以保证设备在长时间的运行中仍能保持良好的工作状态。通过对设备进行预防性设

计,可将安全事故降到最低,从而提高设备运行的安全性与稳定性。同时,还能减少设备、资源的浪费,符合可持续发展理念^[2]。

2.3 人体工程学

人体工程学也是机械自动化设备安全风险要素的一个重要组成部分。设计时要充分考虑到人的因素,保证设备的使用方便、舒适,减少人为因素造成的错误和人员的疲劳。首先,设备布置要符合人的自然形态与运动习惯,如合理设置控制按钮、显示器、手柄等,以减少操作过程中的伸缩变形。其次,工作空间及操作界面应尽量简洁、简洁,避免过多的信息与干扰,提高作业效率与准确度。另外,环境因素,如噪声、振动及温度等,也要符合人体工程学的要求,以免给操作人员带来不适和伤害。在设备维护与故障处理方面,应提供充足的空间及工具,以便于操作人员进行例行检查及维修。同时,为提高作业的安全性,还应设置安全警告、故障提示等功能,保证操作人员的人身安全。

3 机械自动化设备设计安全的挑战与对策

3.1 挑战

在当今快速发展的工业化进程中,机械自动化设备已成为提升生产效率、降低人力成本的关键力量。然而,随着设备复杂度的增加,设计安全问题也日益凸显,成为制约其广泛应用的重要因素。尤其是机械自动化设备设计安全存在多方面的挑战性,需要在设计阶段将安全融入设计的各个环节。首先,设备运行于复杂多变的环境中,面临操作错误、设备失效、外部冲击等多种不可预知风险,对设计人员具有较高的预测能力与应变能力。特别是不同组件之间的协同工作、数据交互以及故障诊断都变得更加复杂,一旦某个环节出现问题,就可能引发整个系统的故障,甚至造成安全事故。其次,随着科技的发展,人工智能、物联网等新技术的应用,在提高设备智能化、自动化程度的同时,也导致了数据泄露、网络攻击等新的安全隐患,给设计安全带来了新的挑战。此外,随着服役时间的延长,设备的性能也会逐渐退化,这就要求设计人员既要考虑目前的安全要求,又要对未来的发展趋势进行预测,以保证设备在将来的安全性和可靠性^[3]。

3.2 对策

3.2.1 强化风险识别与评估能力

强化风险识别与评估能力,是机械自动化设备设计安全的首要步骤,这就要求设计者既要有机械、自动化方面的知识,又要有风险管理思想和方法。通过一套系统完整的风险辨识流程,全面地梳理了设备

运行过程中可能出现的各类隐患,包括设备失效、操作失误、环境因素等。通过故障树分析(FTA)、事件树分析(ETA)或危险与可操作性分析等科学评价手段和方法,定量或定性地评价风险,确定风险发生的概率和危害程度。在此过程中,要充分考虑设备运行的复杂程度、环境的不确定性和人为等因素,保证评估结果的全面性与准确性。根据风险评价结果,提出有针对性的风险控制措施,包括设计上的改进、增加多余的系统、建立早期预警系统及更多的人员训练等,目的是把风险降低到可以接受的程度。同时,建立风险监控机制,定期回顾风险控制措施的效果,根据风险信息和技术发展情况适时调整。强化风险识别与评估能力,也需要不断地学习与更新。设计人员要密切关注行业发展动态,及时了解最新的设计安全标准、规范要求以及风险管理技术,提高自己的专业素养和风险管理水平。通过不断地改进,能够保证机械自动化设备在设计阶段就具有较高的安全性,降低安全事故的发生率,保证人员的人身安全和设备的稳定运行^[4]。

3.2.2 融合最新安全技术

随着科学技术的不断发展,出现了一系列新的安全技术与解决方案,为机械自动化设备的安全性设计开辟了新的途径。首先,物联网技术为设备互联提供了可能,通过实时监测设备状态,预测故障风险,提前采取防范措施,可以有效地减少安全事故的发生。此外,大数据分析技术还能从海量设备数据中挖掘出安全隐患,为安全管理提供科学的决策依据。其次,引入人工智能、机器学习等技术,使设备具备自主学习、自优化的能力,实现更高层次的安全保护。例如,通过对模型的训练,及时识别异常操作并预测设备故障,有效提高设备的自主安全能力。最后,可穿戴设备与智能安全设备的应用,还将为操作者提供更个性化的安全保障,该装置能实时监控操作者的身体状况、工作状态等,一旦发现异常,可以及时报警,并采取相应的措施。在机械自动化设备安全性设计中融入最新的安全技术,是提高其安全性的关键,通过不断引进、应用新技术,对安全风险进行有效的防范与控制,既保证了机械设备的稳定运行,又保障了作业人员的人身安全。

3.2.3 考虑长期性能与可靠性

确保机械自动化设备的长期性能和可靠性,是机械自动化设备设计安全的重点,需要全面考虑设备的使用寿命、工作环境、维修要求以及可能出现的故障模式。设计人员需要详细分析设备的使用场景,包括工作负载、环境条件(温湿度、振动等)和外界扰动等,选用合适的材料及加工工艺,使其在长期服役过

程中不致因外界因素引起的快速老化或破坏。模块化设计能有效提高设备的可维护性与可靠性,该系统将设备划分成若干独立的模块,各模块负责某一功能,当某一模块发生故障时,可在不影响系统正常运行的前提下快速更换或检修。同时,模块化的设计也方便了预防性维修,降低发生故障的概率。建立完备的故障预测与诊断体系,该装置采用传感器与数据分析算法相结合的方式,实现对设备运行状态的实时监控,并在故障发生之前给出预警。这样既能防止设备因突发故障而停机,又能指导维修人员提前做好必要的维护工作,达到延长设备寿命的目的。因此,机械自动化设备设计安全,应以长期性能和可靠性为优先考虑,从而有效保证设备在复杂多变的环境下仍能稳定、高效地工作。

4 机械自动化设备设计安全的具体案例分析

在机械自动化设备设计安全的具体案例中,某汽车制造厂实施的基于风险管理的安全性设计十分成功。该厂在风险评估的基础上,对焊接、冲压等高危环节进行风险评估,制定安全防护措施,如设置安全门、设置紧急停车按钮等。采取这些措施后,安全事故发生率大大降低,生产效率得到提高。相比之下,一家食品加工企业自动化装置的安全性设计则是一个失败的例子。在引进自动化设备时,由于没有考虑到工人的操作习惯和安全培训,致使操作人员不熟练,误操作事故时有发生。这一事件提醒我们,在引进自动化设备时,一定要注意对员工进行安全培训,遵守操作规程。机械自动化设备设计安全在不同行业中的具体应用也各有特点,例如,在汽车制造业中,安全带预紧器和气囊等被动安全设备与自动化生产线紧密结合,大大提高了车辆的安全性能;在食品加工工业中,采用自动清洗和消毒设备,可以有效地降低食品污染风险;在制药工业中,采用自动化生产设备和在线监控系统,可以保证制药产品的纯度和一致性。这些应用实例说明了机械自动化设备的安全性设计,需要结合行业特点进行风险控制^[5]。

5 机械自动化设备设计安全的未来发展趋势

随着科学技术的快速发展,以及工业 4.0 时代的到来,机械自动化设备的安全性设计将更多地关注于以风险管理为基础的创新策略^[6]。一方面,人工智能、大数据和云计算等先进技术的融合与应用,赋予了设备更强的自诊断、预警和修复能力,有效降低了运营风险。比如,利用人工智能算法对设备运行数据进行分析,对故障进行预测^[7],从而达到精确维修的目的;

在云计算平台上实现对设备的远程监测和故障的快速响应。另一方面,随着安全标准和规范的日益完善,未来机械自动化设备的设计也将更多地考虑到全寿命周期的安全问题。在产品的设计阶段就要把风险管理的思想融入产品的设计中,采用仿真模拟、虚拟试验的方法,评估和优化产品的潜在风险。同时,注重人机交互的安全性,通过智能化和人性化的设计来降低人为的误操作,提高作业人员的安全防护水平。可持续发展与环境保护意识的提高,也会促使机械自动化设备向更环保、更节能的方向发展。未来设备将更加注重能源效率管理,通过优化控制策略降低能源消耗,同时利用可回收材料降低对环境的影响,达到经济效益和社会效益的平衡^[8]。因此,机械自动化设备设计安全将更加注重技术创新、全生命周期管理以及可持续发展,为工业生产的智能化、安全化、绿色化奠定坚实的基础。

6 结束语

对机械自动化设备进行风险管理和设计安全,是保证工业生产安全的关键。通过风险管理,可以预见和处理可能存在的安全隐患,而遵循设计安全要素,可以最大限度地减少风险。面对日新月异的挑战,必须不断地创新与完善设计策略,以满足新的科技发展与工作环境的需求。同时,通过结合具体的案例进行分析,从中学习如何将安全性设计应用于实践中。展望未来,随着科技进步及相关法规的完善,机械自动化设备的安全性设计将愈趋智能化与高效化,以全面提升工业生产的安全性与稳定性,助力机械自动化领域的可持续发展。

参考文献:

- [1] 张云香.机械自动化设备的可靠性设计与安全技术研究[J].今日制造与升级,2023(01):55-57.
- [2] 张菩信.机械设计与自动化设备的安全控制策略解析[J].科技资讯,2022,20(17):78-80.
- [3] 汪勇成,张良,张峰.信息电子背景下机械设计自动化安全控制分析[J].中国设备工程,2021(19):126-127.
- [4] 李广成.机械设计自动化设备安全控制技术探讨[J].信息记录材料,2021,22(04):103-104.
- [5] 雷小云.机械设计自动化设备安全控制措施初探[J].内燃机与配件,2020(19):190-191.
- [6] 孙晓金,刘洪波.机械自动化设备设计的安全控制[J].南方农机,2020,51(04):132.
- [7] 同[1].
- [8] 鞠小冬.互联网背景下机械设计自动化设备安全控制探讨[J].中国设备工程,2022(11):240-242.