

# 化工设计中安全装置的设计与选用

潘浩 赵治雨 王慧丽 巩向辉

空气产品(山东)工程设计有限公司 山东 淄博 255022

**摘要:** 随着化工工艺的日益复杂,安全装置在化工设计中的角色愈发关键。本文首先阐述了化工安全装置的重要性及其分类,然后详细探讨了不同类型安全装置的设计理念和选用标准。在设计中,我们强调安全性、可靠性与环境友好性的平衡;在选用时,则注重性能、成本和适应性的考量。本文旨在为化工设计师提供一套全面而实用的安全装置设计与选用指南,确保化工生产的高效与安全。

**关键词:** 化工设计;安全装置设计;选用

引言:化工产业作为现代工业的重要组成部分,其生产过程中涉及大量危险物质和高温高压等恶劣条件,因此安全问题尤为重要。在化工设计中,安全装置的设计与选用是确保生产安全的关键环节。本文将深入探讨化工安全装置的重要性、分类、设计原则及选用标准。通过分析不同安全装置的工作原理和性能评估方法,旨在为化工设计师提供一套实用的安全装置设计与选用指南,从而提高化工生产的安全水平,保障人民生命财产安全。

## 1 化工安全装置的基本原理与分类

### 1.1 安全装置的定义与功能

化工安全装置是指在化工生产过程中,为了预防、减轻或消除可能产生的危险,保障人员安全、设备完整和工艺稳定而设计、安装的各种设备和系统,这些安全装置通过监测、控制、预警、隔离等手段,确保化工生产在各种复杂和不可预见的情况下都能够安全地进行。

### 1.2 安全装置的分类:预防型、控制型、应急型

(1) 预防型安全装置。预防型安全装置主要致力于在事故发生前,通过监测和预警,及时发现并消除潜在的安全隐患。例如,温度、压力、液位等关键参数的监控系统,一旦检测到异常值,会立即发出警报,提醒操作人员采取措施,防止危险的发生。(2) 控制型安全装置。控制型安全装置则主要通过对化工生产过程中的某些关键参数进行调整和控制,以防止危险的发生。如自动调节阀,可以根据预设的参数,自动调整物料流量或压力,确保其在安全范围内。此外,还有防爆装置、火灾自动灭火系统等,都是在事故发生时,通过自动控制来减轻或消除其影响。(3) 应急型安全装置。应急型安全装置是在事故发生后,为了减轻事故的影响,保障人员安全而设计的装置。如紧急停车系统,在事故发生时,可以迅速切断设备的电源或气源,停止设备的运

行,防止事故进一步扩大。此外,还有紧急排放系统、应急照明等,都是在事故发生后,为人员疏散和救援提供便利<sup>[1]</sup>。

### 1.3 安全装置的工作原理与性能评估

(1) 工作原理。不同的安全装置,其工作原理也有所不同。以温度传感器为例,它通过热电偶或热电阻等传感器,将温度信号转换为电信号,然后通过变送器将电信号传送给控制系统,控制系统再根据预设的温度范围,发出相应的控制指令,如开启冷却水阀,以降低温度。(2) 性能评估。对于安全装置的性能评估,主要从以下几个方面进行:灵敏度。即装置能否准确、及时地检测到异常情况;可靠性。装置能否在各种环境和使用条件下都能稳定工作;响应速度。从异常情况发生到装置启动,所需的时间;适应性。装置能否适应不同的化工工艺和环境。此外,还要对装置的安装、维护和使用情况进行定期检查和评估,确保其始终处于良好的工作状态。

## 2 化工设计中安全装置的设计原则

### 2.1 安全性与可靠性原则

安全性是安全装置设计的首要原则。设计时必须确保装置能够在危险情况下迅速、准确地响应,并采取必要的措施来防止或减轻事故的影响。同时,可靠性也是至关重要的,装置必须能够在各种环境和使用条件下都保持稳定的性能,避免误报或漏报,以免给生产过程带来不必要的干扰和危险。

### 2.2 经济性与合理性原则

在设计安全装置时,还需要考虑到经济性和合理性。这意味着装置的设计应考虑到成本效益,既不过于复杂,也不过于简单,同时,装置的安装和维护也应方便可行,以确保其在实际使用中能够长期、稳定地发挥作用。此外,还需要根据化工生产的实际情况,选择最

适合的安全装置类型和配置,避免盲目追求高性能或过于奢侈的设计。

### 2.3 环境友好与可持续性原则

在设计安全装置时,还应考虑到其对环境的影响。装置应尽量选择环保材料和技术,减少对环境的污染和破坏,同时,还需要考虑到装置的能耗和排放,通过合理的设计和优化,降低其对环境的负面影响。此外,还需要考虑到装置的可持续性,即装置应能够在长时间内保持稳定的性能,避免频繁更换或维修,从而减少对环境的负担。

### 2.4 设计过程中的风险评估与预防措施

在进行安全装置设计时,必须进行全面的风险评估。这包括对化工生产过程中可能出现的各种危险进行分析和预测,以及对装置在不同环境和使用条件下可能出现的故障和问题进行评估。通过风险评估,可以及时发现并消除潜在的安全隐患,确保装置在实际使用中能够有效地发挥作用,同时,还需要采取必要的预防措施,如加强设备的维护和保养、定期进行安全检查和测试等,以确保装置始终处于良好的工作状态。

## 3 化工设计中安全装置的设计与选用

### 3.1 防爆装置的设计与选用

防爆装置在化工设计中扮演着至关重要的角色,它是防止潜在爆炸事故的第一道防线。防爆装置的设计与选用需要综合考虑多个因素,确保装置能够有效地预防爆炸、减轻爆炸的危害,以及保护人员和设备的安全。设计考虑:(1)防爆等级。选择防爆等级时,首先要对工作环境中可能出现的爆炸性物质的性质进行详细了解,这包括物质的爆炸极限、引燃温度、化学稳定性等,根据这些信息,选择合适的防爆等级,如Exd(隔爆型)、Exe(增安型)、Exi(本质安全型)等。(2)防爆形式。防爆形式的选择同样基于工艺条件和物质性质,例如,对于可能产生火花或高温的设备,应选择隔爆型装置,它能在爆炸发生时阻止火焰传播,对于低功率的电子设备,本质安全型可能更为适用,因为它能确保设备在正常工作或故障状态下都不会产生足够的能量引发爆炸。(3)安装与维护。防爆装置的安装位置和维护要求也是设计中的重要环节,应确保装置安装在爆炸风险较低的区域,并易于维护和检查,此外,设计还应考虑到防爆装置与其他安全系统(如火灾报警系统、紧急停车系统)的联动<sup>[2]</sup>。选用原则:(1)符合标准与规范。在选用防爆装置时,应确保其符合国家和国际的相关标准和规范,如IEC60079系列标准,这些标准规定了防爆装置的设计、制造、测试和认证要求,是确保装置

性能和安全性的基础。(2)认证与测试。选择经过权威机构认证和测试的防爆装置,这些认证和测试可以证明装置的性能和安全性符合相关标准和规范,降低使用中的风险。(3)适应性与可靠性。选用的防爆装置应具有良好的适应性,能够适应不同的工艺条件和环境要求,同时,装置的可靠性也是关键,它应能在长期运行过程中保持稳定的性能和安全性。

### 3.2 温度与压力控制装置的设计与选用

在化工生产中,温度和压力是最关键的工艺参数之一,对于确保生产过程的稳定性和安全性具有至关重要的作用,因此,设计和选用合适的温度与压力控制装置成为了化工设计中的核心任务。设计考虑:(1)工艺要求分析。需要深入了解具体的工艺过程和要求,这包括反应的温度范围、压力范围、反应速率等,通过对工艺要求的细致分析,可以确定温度与压力控制装置的基本规格和参数。(2)设备特性评估。在设计过程中,还需对所使用的设备进行特性评估,例如,考虑设备的耐高温和高压能力,以及其在极端条件下的稳定性和可靠性,这有助于选择适合的控制装置类型和配置。(3)自动化与响应速度。为了提高温度与压力控制的准确性和效率,应考虑控制装置的自动化程度,此外,装置的响应速度也是一个关键因素,它决定了在异常情况下装置能够迅速作出反应的能力。(4)安全标准遵循。在设计过程中,必须严格遵守国家和国际相关的安全标准,这包括设备的防护等级、防爆等级等,以确保装置在运行过程中不会对人员和环境造成危害。选用原则:(1)匹配工艺过程。在选用温度与压力控制装置时,首先要确保其与工艺过程相匹配,这包括装置的测量范围、精度以及控制方式等,以确保装置能够准确地反映和控制工艺参数。(2)性能与精度评估。在选择装置时,应对其性能和精度进行全面评估,考虑装置的稳定性、可靠性以及长期运行的准确性,以确保装置能够满足工艺要求<sup>[3]</sup>。

### 3.3 泄漏检测与处理装置的设计与选用

化工生产中,泄漏检测与处理装置的设计 and 选用是确保生产安全和环境保护的关键环节,由于化工物料往往具有有毒、有害或易燃易爆的特性,一旦发生泄漏,后果往往十分严重。因此,高效、可靠的泄漏检测与处理装置是化工装置安全运行的重要保障。设计考虑:(1)高灵敏度与快速响应。泄漏检测装置需要具备高灵敏度和快速响应能力,能够在泄漏事件发生时第一时间发现,以便及时采取措施,防止事故扩大,这要求检测装置具有精确的传感器和快速的信号处理系统。(2)适应多种物质与场景。由于化工生产中涉及的物料种类繁

多，泄漏检测装置需要能够适应多种物质和场景的检测需求，设计时需考虑不同物质的特性和泄漏特点，选择适当的检测方法和传感器。（3）自动化与联动性。泄漏处理装置应具备自动化特点，能够自动启动并采取相应的处理措施，以减少人工干预和操作失误的风险，同时，处理装置还应与其他安全装置（如紧急停车系统、火灾报警系统等）实现联动，以确保在发生泄漏时能够迅速切断危险源，防止事故扩大。（4）安全环保要求：泄漏处理装置在处理泄漏物质时，应遵循安全环保的要求，避免二次污染和次生事故的发生，处理方法应选择吸附、吸收、中和等环境友好型技术，减少对环境的影响。选用原则：（1）技术成熟与可靠性。选用泄漏检测与处理装置时，应优先考虑技术成熟、可靠性高的产品，通过选择具有良好市场声誉和广泛应用经验的产品，可以降低使用过程中出现故障或性能不稳定的风险。（2）适应性与灵活性。选用的装置应能够适应不同工艺条件和物料特性的需求，具有一定的适应性和灵活性，这有助于在化工生产过程中应对各种可能出现的泄漏情况。

#### 3.4 应急停止与报警系统的设计与选用

化工装置在运行过程中，随时可能遇到各种紧急情况，如设备故障、物料泄漏、火灾等，为了应对这些突发状况，确保人员和设备的安全，应急停止与报警系统的设计与选用显得尤为重要。设计考虑：（1）快速性与准确性。应急停止与报警系统必须在危险情况发生时，能迅速并准确地作出响应，这意味着系统应具备快速切断危险源的能力，并且能够及时发出报警信号，通知相关人员采取紧急措施。（2）易于操作性。应急停止按钮应设置在明显且易于操作的位置，方便人员在紧急情况下迅速按下，同时，报警系统应具有清晰的音响和视觉指示功能，确保人员能够在第一时间察觉到异常情况。（3）自动与手动结合。为了确保系统的可靠性，应急

停止与报警系统应同时具备自动启动和手动启动两种方式，在自动模式下，系统能够根据预设的条件自动触发报警和切断危险源；而在手动模式下，人员可以根据实际情况手动操作，以适应不同的紧急情况。（4）冗余性与独立性。为了确保系统的可靠性，应设计冗余的电路和组件，以确保在部分组件失效时，系统仍能正常工作，此外，报警系统应具有独立性，不受其他系统的影响，确保在紧急情况下能够独立发出报警信号。选用原则：（1）可靠性优先，在选择应急停止与报警系统时，应优先考虑系统的可靠性，选择经过严格测试和认证的产品，确保系统在实际应用中能够稳定可靠地运行。（2）技术成熟与先进。选择技术成熟且先进的产品，能够确保系统具有较高的性能和较长的使用寿命，同时，先进的技术也能够为系统的升级和维护提供便利。

#### 结束语

综上所述，化工设计中安全装置的设计与选用对于确保化工生产过程的安全至关重要。通过对安全装置的基本原理、分类、设计原则及选用标准的详细探讨，我们旨在为化工设计师提供全面的指导和建议。同时，我们也认识到安全装置的设计与选用是一个动态的过程，需要不断地进行技术更新和改进。因此，我们呼吁化工行业的设计人员、研究人员和管理者共同努力，持续推动安全装置技术的发展，为化工生产创造更加安全、稳定、高效的工作环境。

#### 参考文献

- [1]潘金鑫,王永菲.化工安全装置的设计与选型[J].化工设备与管道,2019(07):20-22.
- [2]丁惠芳,杨世友..化工设计中安全装置的选型与优化[J].化工安全与环保,2020,32(4),89-92.
- [3]陈志梅,李志刚.基于风险评估的化工安全装置设计策略[J].化工设计,2021,31(3),56-60.