

# 储罐工艺控制及安全设计中的风险评估

李文方 崔琴书 朱伟隆 (胜华新能源科技(东营)有限公司, 山东 东营 257000)

**摘要:** 在工业领域, 储罐的安全设计尤为关键, 这要求我们对可能产生的风险进行全面的评估。本文以储罐安全设计为主题, 详细分析了六大风险因素: 设备风险、操作风险、环境风险、物质风险、应急处理风险和维持风险。这些评估涵盖了储罐安全性的各个方面, 包括储罐本身的结构设计、材质选择、设备老化等设备风险, 操作人员的操作技能和规程执行等操作风险, 以及储罐所处环境、储存物质的性质等风险。同时, 也考虑了在紧急情况下的应对措施和储罐的日常维护工作。这些全方位的风险评估有助于我们更好地制定储罐安全设计方案, 以实现储罐使用过程中的安全。

**关键词:** 储罐; 工艺控制; 安全设计; 风险评估

在工业领域, 储罐是一种常见的设备, 用于储存各种液态和固态物质。由于储罐在使用过程中涉及到的安全问题十分重要, 因此对其进行合理而全面的安全设计是至关重要的。风险评估作为设计过程中的重要环节, 可以帮助我们识别和预防可能出现的风险, 包括设备风险、操作风险、环境风险、物质风险、应急处理风险和维持风险等。这些风险评估不仅有助于我们更深入地理解储罐的使用情况, 也能为我们提供更全面的设计参考, 从而保证储罐的稳定、安全运行<sup>[1]</sup>。

## 1 常用的储罐工艺控制方法

### 1.1 温度控制

对于许多化工产品或者易变质的物质, 其储存温度对其质量和安全性有很大的影响。例如, 有些物质在高温下可能会发生化学反应, 或者加速氧化变质。因此, 储罐需要配备有温度控制设备, 如加热器或冷却器。并且, 现代的储罐还配备有温度传感器和自动控制系统, 可以实时监测并调整储罐内的温度, 确保其在设定的温度范围内。

### 1.2 压力控制

储罐内的压力对于物质的储存也非常关键。过高的压力可能会导致储罐的破裂, 甚至发生爆炸事故。过低的压力可能会使储罐内的物质挥发或者进水。因此, 储罐需要配备有压力控制设备, 如压力泵或者压力阀。同时, 现代的储罐也会配备有压力传感器和自动控制系统, 可以实时监测并调整储罐内的压力。

### 1.3 液位控制

液位控制是储罐控制中很重要的一部分。不足的液位可能会导致储罐中的物质不足, 影响生产。过高的液位则可能会导致储罐溢出, 造成环境污染。因此, 储罐常常配备有液位传感器和自动控制系统, 可以实

时监测并调整储罐内的液位。

## 1.4 安全控制

在储罐的操作过程中, 安全是最重要的。为了防止发生爆炸、泄漏或者火灾等事故, 储罐需要配备有相应的安全设备, 如防爆装置、防泄漏装置、防火装置等。同时, 储罐的自动控制系统还需要有故障报警和紧急停机等功能, 以防止事故的发生。

## 1.5 监控和数据记录

现代化的储罐控制系统, 还会配备有远程监控和数据记录功能。通过远程监控, 操作人员可以在任何地方监控储罐的运行状况。通过数据记录, 可以对储罐的运行状况进行详细的分析, 为设备的维护和改进提供数据支持。同时, 数据记录也可以作为事故调查的重要依据。

## 2 常用的储罐的安全设计方法

### 2.1 结构设计

储罐的结构设计需要考虑其承受的压力、温度以及物质性质等因素。例如, 储罐的壁厚需要根据内部压力计算并设计, 确保储罐在工作状态下不会因压力过大而破裂。同时, 储罐的材质选择也十分重要, 尤其是当储存的物质具有腐蚀性时, 储罐材质的选择就显得尤为重要。此外, 储罐的形状设计也需要考虑, 如球形储罐具有良好的抗压性, 但制造成本较高, 因此需要根据实际需要进行合理的选择。

### 2.2 防爆设计

在工业生产中, 储存易燃易爆物质的储罐是必不可少的设备之一。但是, 由于这些物质本身的特殊性, 储罐的设计和使用需要特别谨慎。为了确保工作环境的安全稳定, 储罐需要进行防爆设计。

首先, 在储罐的设计过程中, 需要考虑设备的防

爆等级。不同种类的储罐防爆等级不同，因此需要针对具体情况进行设计。在设计时需要考虑储罐所处的环境、储存物质的特性以及可能产生的各种风险因素等因素，从而确定储罐的防爆等级。

其次，在储罐的使用过程中，需要设置防爆阀以防止因压力过大引发的爆炸。防爆阀是一种用于控制储罐内压力的安全设备。当压力超出设定值时，防爆阀会自动打开，释放部分压力，从而保证储罐的安全稳定。

此外，储罐的排气设备也需要设计成防爆型，以防止因火源引起的爆炸。在储存易燃易爆物质的储罐中，排气设备起到了非常重要的作用。通过排气设备可以将储罐内部的气体排出，从而降低储罐内部的压力，减少爆炸的风险。

### 2.3 防泄漏设计

防止物质泄漏是储罐设计的重要考量因素，旨在防止经济损失以及环境污染。采用双层储罐设计可以在内层储罐发生泄漏时，外层储罐起到二次防护作用。同时，设置泄漏监测和报警设备，一旦发生泄漏，能够及时发出警报，避免泄漏事故的扩大。

### 2.4 紧急处理设计

储罐是工业生产过程中的重要设备，用于储存各种液态或气态物质。储罐的设计和使用需要考虑到各种安全因素，其中紧急情况是必须要考虑的因素之一。

在储罐的设计中，必须配备紧急泄压设备、消防设备等，以便在紧急情况下能够及时应对。紧急泄压设备是指在储罐内部压力过高时，能够自动打开或手动开启的装置，将压力释放出来，以避免罐体爆裂或其他危险情况的发生。消防设备则是指在发生火灾等紧急情况时，能够及时控制和扑灭火灾的装置。

此外，储罐还需要设有快速切断电源和物料供应的装置。在紧急情况下，这些装置可以迅速切断电力和物料的供应，以避免危险的扩散和加剧。

### 2.5 操作安全设计

在储罐的设计过程中，安全操作空间是非常重要的考虑因素。这是因为在储罐的使用过程中，操作人员需要进行各种各样的操作，例如装卸物料、清洁罐体、维护设备等等。因此，储罐的设计需要保证操作人员能够在罐体内有足够的空间进行这些操作，以避免因空间狭小而引发的安全事故。

除了安全操作空间之外，设备的操作部分也需要在人体工程学范围内。这意味着设备的各个部分需要根据操作人员的身体构造和人体工程学原理来设计，以确保操作的舒适度和效率。例如，操作台的高度和

倾斜角度需要根据操作人员的身高和工作姿势进行调整，以减轻操作人员的劳动强度。

但是，储罐的使用往往需要长时间的操作，这对操作人员的身体和精神状态都提出了更高的要求。因此，除了在设计中考虑人体工程学原理外，还需要通过其他手段来确保操作人员在长时间工作后仍能保持良好的操作状态。例如，可以给操作人员提供充足的休息时间和适当的体育锻炼，以增强身体素质 and 减轻疲劳。此外，在操作过程中，还可以采用智能化的控制系统，减少操作人员的操作强度和疲劳度，提高操作效率和安全性。

### 2.6 维护安全设计

储罐设计需要考虑到后期的维护和检修工作。例如，储罐需要设置方便检查和维修的开口，并需要提供安全的检修设备和工具，以防止在维修过程中发生的安全事故。

### 2.7 环境保护设计

储罐的设计还需要考虑环保因素，尽量减少储罐运行过程中对环境的影响。如选择低噪音、低污染的设备，避免噪声和废气污染。同时，也可以考虑设备的节能设计，如合理的保温设计等，旨在降低能源消耗，减少环境污染。

## 3 如何做好储罐安全设计的风险评估

### 3.1 设备风险评估

设备风险评估在工业领域中扮演着非常重要的角色，它的主要目的是为了确储罐在正常工况下安全稳定运行。储罐作为工业生产中不可或缺的一环，其材质选择需要考虑储存物质的腐蚀性、易燃性等因素，以避免因材质不适应而导致的设备破损、泄漏等风险。

在设备风险评估中，对于设备的老化、损坏等因素也需要进行评估，以确保设备在使用过程中的安全。在工业生产中，储罐的使用寿命通常会受到多种因素的影响，如材料质量、使用环境等。因此，在进行设备风险评估时，需要对储罐的使用寿命进行评估，以确定其是否需要更换或维修。此外，在设备风险评估中，还需要考虑储罐的安全性能，如防爆性能、防火性能等。这些安全性能的评估需要结合储罐所处的使用环境、储存物质的性质等因素进行综合评估，以确保储罐在使用过程中的安全性。

### 3.2 操作风险评估

在化工储罐的运行过程中，操作人员的操作行为是至关重要的。因为不合理的操作行为可能会给储罐的安全带来很大的影响。因此，操作人员需要接受足



够的培训和指导,以确保他们能够遵循操作规程,以最大程度地减少安全风险。

在储罐的操作过程中,确保操作人员的技能和能力也是非常重要的。因为储罐的操作需要一定的技能和经验,只有专业的操作人员才能够正确地处理操作过程中出现的问题。同时,操作环境也需要考虑,例如操作人员的工作环境是否符合安全要求。

因此,对操作人员的培训和技能评估是确保储罐正常运行的关键。通过对操作人员的培训和指导,可以确保他们了解操作规程,知道如何正确地操作储罐,并且能够在紧急情况下及时采取措施。同时,对操作人员的技能评估也可以确保他们具有足够的技能和经验,能够正确地应对各种情况。

### 3.3 环境风险评估

储罐所处的环境对其安全性有重要影响。例如,储罐如果位于易发生火灾或地震的地区,那么需要进行特殊的防护设计,以防止在这些灾害发生时储罐的破损和泄漏。因此,对储罐周围环境的风险因素进行评估是十分必要的。

### 3.4 物质风险评估

储罐是工业生产中常见的储存设备,主要用于储存各种化学物质、石油等液体或气体。然而,由于储存物质的性质不同,储罐的安全性也会受到不同程度的影响。因此,对于易燃、易爆、有毒、腐蚀性强等物质,需要特别小心处理,以确保储罐的安全性。

首先,易燃、易爆、有毒、腐蚀性强的物质可能会对储罐本身造成损坏,导致泄漏或爆炸等严重事故。例如,如果储存的液体具有腐蚀性,会导致储罐内壁的腐蚀,进而导致泄漏。而如果是易燃或易爆的物质,则存在着火或爆炸的风险,一旦发生,会给人员和环境造成严重威胁。

其次,对储存物质的性质进行风险评估,可以预防可能发生的风险。风险评估是根据储存物质的特性、储存条件、储罐材料等因素,对储罐内物质的风险进行全面评估。通过风险评估,可以识别潜在的风险点,采取相应的措施进行预防和控制,从而降低事故的发生概率。

最后,储存物质的性质对储罐的安全性具有重要影响,需要引起重视。在储存过程中,需要选择合适的储罐和储存方式,同时加强监测和维护工作,确保储存物质的安全性。此外,还需要培训储存物质的工作人员,提高其安全意识和应急处置能力,以应对意外情况的发生。

### 3.5 应急处理风险评估

在设计储罐时,需要考虑可能出现的紧急情况,如火灾、地震等,因此,储罐需要配备紧急泄压设备、消防设备等,并设有快速切断电源和物料供应的装置。评估这些设备的性能和人员的应急处理能力,可以确保在发生紧急情况时,储罐能够及时进行应急处理,防止事故的扩大。

### 3.6 维护风险评估

储罐是存储液体或气体的设备,广泛应用于石油、化工、食品等行业。储罐维护工作是保障生产安全和设备寿命的重要环节,然而,该工作也存在一定的风险。

一方面,储罐维护工作需要频繁进行,否则会影响储罐的正常运行。如果维护频率不足或维护设备性能不佳,就可能导致储罐出现漏损、变形、腐蚀等问题,进而影响设备使用寿命和生产安全。

另一方面,储罐维护工作本身也存在安全风险,例如高空作业、危险品操作等。因此,进行储罐维护工作需要对风险进行评估,并采取相应的措施,确保维护工作安全可靠。

在进行储罐维护工作时,需要进行风险评估。首先需要确定储罐的使用环境、存储物质、使用寿命等基本信息,然后根据这些信息评估维护工作的风险。评估结果可以作为制定维护计划和采取相应措施的依据,从而确保储罐的正常运行和生产安全。

## 4 结语

通过设备风险、操作风险、环境风险、物质风险、应急处理风险和维护风险等多角度的评估,可以全面地了解储罐安全设计的风险,从而制定出更为合理和有效的储罐安全设计方案和防范措施。每个环节都是必不可少的,只有全面评估,才能最大限度地保障储罐在使用过程中的安全。

### 参考文献:

- [1] 王天伟.液氯卸车、气化、事故氯吸收操作和安全设计探讨[J].山东化工,2023,52(15):208-210+216. DOI:10.19319/j.cnki.issn.1008-021x.2023.15.040.
- [2] 马江涛.VOCs治理系统安全风险辨识及安全管理措施[J].中氮肥,2023(03):72-75.DOI:10.16612/j.cnki.issn1004-9932.2023.03.009.
- [3] 魏有财,李鹏,邹环宇等.大型储罐本质安全设计技术应用研究[J].全面腐蚀控制,2023,37(04):83-86. DOI:10.13726/j.cnki.11-2706/tq.2023.04.083.04.
- [4] 李倩.常低压储罐工艺安全设施的设计[J].化工设计通讯,2021,47(08):111-112+114.