

# 化工压力容器设计不安全因素分析

杨 雷 陈清刚

(山东新华医疗器械股份有限公司, 山东 淄博 255086)

**摘 要** 在化工生产中随处可见压力容器, 在很多领域压力容器的设备占有率非常大, 保障着化工行业生产的正常进行。压力容器设计过程中需要遵循设计要求、符合相关的设计规范, 由此才能保证压力容器使用过程中的安全性和可靠性, 提升化工企业的经济效益。本文对化工压力容器设计的不安全因素进行了分析, 并提出了相应的改善措施, 以期能为相关设计人员提供借鉴, 从而促进化工压力容器设计质量的提高。

**关键词** 化工压力容器 热处理技术 容器设计

中图分类号: TH49

文献标识码: A

文章编号: 1007-0745(2022)03-0100-03

在设计过程中对压力容器的压力和温度进行控制是最重要的内容, 需要根据相关的标准和规范合理把控化工压力容器的温度以及压力, 才能把控压力容器的质量, 让其能够在恶劣的环境中更加可靠和安全, 所以必须要加强对压力容器设计工作的研究, 不断提高设计质量, 并根据企业的生产特点, 不断明确设计中的不安全因素, 并排除相关的隐患, 优化设计方法, 才能让压力容器发挥其应有的作用, 推动化工行业的长久稳定发展。<sup>[1]</sup>

## 1 化工压力容器的分类

化工压力容器分类可以按照容器的承压强度进行分类, 所以可分为超高压型、高压型、中压型和低压型这四类, 也可以按照其中承载的物质进行分类, 可分为有毒型、无毒型和剧毒型, 对于分类和使用需求不同的压力容器, 在设计工作开展的过程中也是存在区别的, 需要使用到不同的设计原理和设计方法, 但是在设计过程中常常会产生一些问题, 尽管对设计方法进行了区分, 同样也会发生一些问题让压力容器无法正常使用, 给化工企业带来经济损失, 影响其生产效率。

## 2 压力容器设计的概述

在规则设计方法当中压力容器的抗拉强度安全系数在 2.7 左右, 而如果应用分析设计方法, 那么压力容器的标准安全系数就会有所下降。化工容器在设计之前一定要充分了解用户对压力容器的使用用途、应用环境以及用户对安全系数的要求, 这样才能保证压力容器的性能和质量符合使用要求, 为化工企业的正常生产提供保障。

随着我国科学技术水平的不断提升, 我国压力容

器的设计质量也在增加, 性能不断优化, 降低了规范安全系数让压力容器变得更加方便, 制造中使用更少的原材料, 实现了绿色设计, 为企业节约更多的成本提高经济效益。同时为了让压力容器的安全性更高, 也对压力容器的焊接方法做出调整, 对焊接过程中使用的原材料质量进行严格的把关, 这样有助于实现节能减排。压力容器在设计过程中, 必须要注意其绿色设计以及节能减排效果, 在能够满足压力容器的使用需求时, 尽量先使用尺寸比较小的零部件, 不断降低压力容器制造的难度, 这样还能够实现材料的节约, 并且更能够符合当前化工企业的发展要求, 这就需要不断对设计过程和设计方法进行改进, 确保压力容器的质量不断提高。<sup>[2]</sup>

## 3 对容器结构的合理设计

### 3.1 设备的整体结构

压力容器设计是否合理不仅直接关系到压力容器能否正常使用, 还关系到压力容器的生产成本以及其价值。工艺结构和整体结构设计是息息相关的, 要确保工艺条件的经济合理性才能更好地保证压力容器的结构是合理的, 同时能够满足用户的使用需求。化工容器的外形需要在工艺条件允许的范围内进行设计, 选择科学的长径比, 同时尽量选用标准系列直径及采用标准封头以及法兰。设计中还要充分考虑在整体结构在制造时的简便性, 内部结构的安装也一定要合理, 且在制造完成之后能够满足检验要求, 运输起来也非常方便。设计时还要选取适宜的零部件, 在满足使用要求的同时又要注重其经济效益, 比如说容器法兰, 如果可以使用平焊法兰就能满足设计的要求, 就不需要选择使用成本较高的长颈对焊法兰, 这样既能保证

容器制造的合理性,同时还降低了生产成本。<sup>[3]</sup>

### 3.2 补强接管的设计

压力容器的接管与壳体连接处是压力容器出现安全问题比较多的部位,在生产制造过程中经常会在压力容器上开孔,由于接管和壳体连接处的盈利比较复杂,所以其焊接的质量很难保证,在使用过程中容易受到破坏。补强计算过程中,尽量不要采用整体增加筒体厚度补强,而是应该根据实际情况使用其他的补强方法,确保压力容器的轻便性,同时提高其经济效益。比如说可以采用补强板结构、厚壁管结构等,不同的方式其成本也不同,一般设计中会首先考虑补强板结构,因为其一般情况下都能满足设计要求且成本比较低,再就是厚壁管结构和其他结构。

### 3.3 技术要求的经济合理性

技术要求是压力容器质量的根本保证,这也直接关系到压力容器在使用中的安全性。对压力容器提出更高的技术要求,就会让设计要求更高,成本也就变得更高,所以对于技术设计的每条要求都要进行慎重考虑,比如说检验、焊材选取、无损检测等,其中无损检测和热处理是需要重点考虑的,因为无损检测和热处理的使用会大大提高制造成本,有些压力容器在制造过程中本来是不需要进行这两项操作的,但是由于设计人员的误判,导致最终需要进行该二项操作,大大提高了压力容器生产制造的成本,这就要求设计人员在设计时谨慎考虑,综合多方面因素之后再下定论。

## 4 压力容器设计不安全因素分析

化工压力容器的使用环境是相当恶劣的,所以在设计要对其安全问题进行充分的考虑,当前很多化工企业在生产过程中只注重成本但是忽略了容器的质量,这样在生产过程中就会导致容器的应用极不稳定,容易出现安全事故,且由于材料质量不佳,在承载腐蚀性、有毒有害介质时会受到腐蚀,使用寿命非常低下,下述几点是压力容器设计中常见的不安全因素。

### 4.1 容器使用年限因素

压力容器的年限问题需要设计人员格外重视,提高容器的使用年限,能够有效避免因为超出使用年限造成的安全问题。但是企业为了降低生产成本,不注重容器的寿命,很多容器在达到使用年限后仍在继续使用,其中的组件已经出现各种各样的问题,这样会给生产过程带来极大的安全隐患。超出使用年限之后容器设备的工作效率和性能都会下

降,再加上在日常生产时,只重视对于容器的使用,就算深知容器的年限问题,也不注重日常的维修和保养。很多企业只要容器不出现安全事故,就不会进行更换,更不会进行检修,认为这样能够有效降低企业的生产成本,但是一旦出现安全事故带来的损失将是无法挽回的,不仅会造成经济损失,还会给工作人员的生命安全造成威胁。

### 4.2 材料选择不合理因素

材料的质量和选择合理性直接影响到化工容器的质量,在选择材料时应确保材料能够符合使用需求,且要保证材料应用的合理性,还要考虑其经济因素,这样不仅能保证容器的质量,还能保证化工企业生产的顺利进行。在设计过程中要充分考虑用户的使用环境、安全系数等因素,再进行材料的选择,保证容器的材料能够承受高温、高压且耐腐蚀,不要为了降低成本而压缩材料的预算,应该重视材料的质量问题。<sup>[4]</sup>

### 4.3 热处理技术问题

在材料的设计虽然非常重视对容器的外壳和结构进行热处理,但是忽略了对弯曲管道进行热处理,会导致弯曲管道的性能不佳,使用中安全性得不到保障。相关规范中规定需要对钢板冷成型或者变形量超标的钢板进行预处理,在使用过程中容器的钢板会由于受到介质的腐蚀从而发生变形,这时就需要进行热处理保证其性能和形状恢复,设计人员一般对这项工作非常重视,但是对于弯曲管道来说设计人员容易忽略,就会导致弯曲管道出现变形、性能下降等问题出现。<sup>[5]</sup>

### 4.4 压力容器制造变形问题

容器在制造时会经过多道工艺,如在进行容器的冷加工和焊接工序时,就有可能导致容器出现形变,其使用性能受到影响。焊接期间温度非常高,也会使容器的罐体出现形变。在使用过程中由于使用方法上存在问题,也有可能导致容器变形,甚至是出现裂缝。在制造期间加工工艺或者一些人为因素也可能导致容器变形,所以容器的变形问题在各个阶段都需要重视。<sup>[6]</sup>

### 4.5 压力容器焊接问题

焊接工艺也是容器设计中需要关注的一个问题,由于焊接工艺导致的容器质量问题层出不穷,像未焊透、未熔合、咬边等问题都是在焊接中需要特别重视的,也会给容器的质量造成很大的影响,

导致压力容器无法承压,在使用时存在很大的安全隐患。

## 5 压力容器设计的有效措施

### 5.1 使用年限设计

压力容器设计过程中,需要对压力的使用年限进行确定,使用年限需要综合考虑压力容器的制造材料、压力的使用环境以及压力容器中的介质等,然后确定一个明确的使用年限,确保压力容器在使用过程中的安全性,降低安全事故发生的概率。设计人员需要对压力的使用过程进行模拟,其中需要考虑到一些不确定的因素,对设计方案进行全方面的分析和优化。化工企业在使用化工压力容器时,一定要重视其使用年限,并且注重对压力的维修和保护,严格参照设计图纸上标注的可能对使用年限造成影响的因素进行整改,超出使用年限的压力容器一定要及时进行更换。

### 5.2 重视设计材料应用的合理性和质量

设计过程中一定要重视材料选择的合理性以及对材料质量的控制,在设计时一定要综合多方面因素考虑之后选择适宜的材料,并且对材料的名称、型号等进行标注。设计人员一定要结合用户的实际要求进行材料的选择,并且确保材料的质量能够符合要求,让制造过程更加的顺利,确保设计方案的实用性以及合理性。有时还会出现需要变更设计的情况,这就需要根据当前的实际需求重新进行材料的选择。当前压力容器设计过程中选用多层包扎式氨合成塔筒体材料比较多,该材料具有成本低廉、使用效果好的优势。

### 5.3 热处理技术问题

设计过程中一定要重视热处理技术的应用,合理考虑热处理技术应用的地方。如果该使用热处理技术的部分没有使用,可能会导致其安全性降低,使用性能达不到要求。但是如果在不需要的地方使用了热处理技术,就会导致制造成本的大大提高。如果压力容器的铝合金板和碳素钢板的成型器件没有接受热处理就会导致材料内部出现应力集中的问题,无法满足使用需求。对于热处理技术中容易忽略的弯曲管道,需要相关设计人员提起重视,确保不会出现压力容器不稳定的情况,让压力的安全性和可靠性得到有效的保障。<sup>[7]</sup>

### 5.4 制作形变问题的处理

由于每个过程的操作不当都有可能造成压力的形变,所以在各项技术使用、制造和应用过程中,要注意形变问题给压力容器质量造成的影响,减少压

力的容器的形变情况。

### 5.5 对焊接过程进行控制

焊接过程中的高温很容易造成压力容器出现形变,所以需要对焊接工作进行设计。焊接工艺进行时,首先要进行整体的定位组装,对所有零件的组装过程进行模拟,之后再行焊接。且在焊接过程中为了保证压力容器受力均匀,需要对函接受缩量的数值进行控制。焊接过程中非常容易导致压力的形变,反向预变形可以很好地避免这一问题。如果压力容器还是出现了变形,就需要使用热处理技术对压力的变形位置进行处理。一般温度过高就会出现焊接内应力,此时设计人员还需考虑是否需要在焊接之前进行热处理,让区域能够达到焊接温度并且减少形变。焊接是制造过程中的重要工艺,所以设计人员一定要对其进行妥善的考虑和设计,保证压力的质量,避免在焊接过程中出现形变。

## 6 结语

综上所述,压力的质量对于化工企业生产的安全性意义重大,当前化工行业中很多领域都用到了压力容器,这也对压力的设计工作提出了更高的要求。设计人员一定要严格对其中容易出现的不安全因素进行把关,不断优化设计图纸,加大对于压力容器设计的研究力度,为化工企业的生产安全性提供有力的保障。

## 参考文献:

- [1] 周建华. 化工压力容器设计不安全因素分析 [J]. 时代农机, 2020,47(02):109-110.
- [2] 张平. 化工压力容器设计及不安全因素分析 [J]. 大众标准化, 2020,02(05):70-71.
- [3] 李源槿. 化工压力容器设计不安全因素分析 [J]. 化工管理, 2020(20):157-158.
- [4] 李宝珍. 化工压力容器设计及不安全因素分析 [J]. 装备维修技术, 2021(29):29.
- [5] 卢丽霞. 化工压力容器设计及不安全因素分析 [J]. 中国机械, 2019(17):149,151.
- [6] 杭明. 化工压力容器可靠性的设计浅析 [J]. 建筑工程技术与设计, 2017(11):5423,6134.
- [7] 崔益涛. 浅析化工容器的设计和选材技术 [J]. 化工管理, 2018,493(22):137.