

化工设备压力容器与压力管道规范设计及发展

杨 斌 (山东沾化阳光化学有限公司, 山东 滨州 256800)

摘要: 压力容器与压力管道是化工企业生产过程中的关键部分, 如果压力容器与压力管道结构设计出现问题, 将会对整个化工装置产生严重的影响, 甚至可能引发安全事故。基于此, 本文通过分析化工设备压力容器与压力管道的基本原理以及化工设备压力容器与压力管道的设计要点, 提出了优化化工设备压力容器与压力管道设计的策略。

关键词: 化工设备; 压力容器; 压力管道; 规范设计

0 引言

压力容器是一种密封容器, 主要用于储存流体介质。压力管道是用于输送气体或液体, 承受内压或外压, 完成物料输送功能的管道系统。为了保证化工企业的正常生产, 需要在操作压力容器与压力管道时采取特定的维护和管理措施。为了提升压力容器与压力管道在实际应用中的价值, 在产品设计的初期阶段应全面考虑多种因素进行标准化设计, 并不断优化设计流程, 以确保压力容器与压力管道能够达到更高的质量标准。

1 压力容器与压力管道设计概述

在设计压力容器与压力管道的过程中, 由于设计方案有所不同, 使压力容器与压力管道安全性指标也会存在差异, 运用规则设计方法的压力容器抗拉强度安全系数在 2.7 左右浮动, 如果使用分析设计方法, 安全系数将在一定程度上出现下降。为了减少压力容器和压力管道的资源占用并推动化工压力容器设计的环保化, 化工行业正不断进行压力容器和压力管道材料的创新。在组装压力容器与压力管道时, 必须对焊接方法做出适当的调整, 并对所用的组装材料进行严格的质量审查。在化工生产的设计阶段, 追求压力容器与管道结构的合理性与简约性至关重要, 要在确保符合质量和压力性能要求的前提下, 对各部件进行精心优化, 同时着眼于整体架构的布局, 力求每一分材料都能发挥最大效用, 以此支撑化工企业高效顺畅的生产流程。

2 化工设备中压力容器与压力管道设计的基本原理

设计化工设备特别是其中的压力容器与管道, 是一个涉及众多细节且需全面思考的程序, 技术团队必须立足于最大化主应力理论, 坚守弹性失效的根本原则, 深入探究材料在特定应力状态下从初始弹性到塑性变形乃至最终破坏的全过程。在此框架内, 采用传

统的设计方案, 专注于评估单一极限负荷的作用, 而在静力加载场景下, 则忽略循环载荷效应的干扰。整个应力评估流程均依据标准化许可应力标准展开, 可适当选择较高的安全裕度, 以充分应应力点分析带来的挑战。

在新的环境因素影响下, 压力容器的各项参数将会因外界条件的变化而改变。随着互联网技术的介入, 传统设计方法中常见的弹性时效性原则显然无法与当前发展要求相匹配。因此在设计压力容器时, 须根据具体的实际需求来制定高效的策略, 以增强容器的安全性, 融合新设计理念, 运用解析式设计对容器的结构强度进行研究, 确定容器材料的屈服界限和最低的安全系数, 并在压力容器的结构设计中应用了这些数据。在进行具体分析的过程中全方位地考虑各种不同的载荷条件组合, 打破传统应力计算的局限性, 对应力数值的准确性进行显著提升。保障压力容器稳定和安全的同时开展一系列相应的科研活动。合理并充分地采用多重原则, 在此基础上增加爆炸破坏以及弹性破坏、弹塑性破坏等多项原则, 以此保证化工设备的安全运行。

3 化工设备压力容器与压力管道规范设计控制要点

3.1 材料的选择与设计

我国的相关机构为化工设备中的压力容器与压力管道设计提供了更加清晰的指导和标准, 确保了整体压力容器与压力管道设计的高质量。在进行设备设计时应该充分分析各种材料的特点并合理选用不同类型的材料以及加工工艺, 对于大型压力容器与压力管道来说, 其制造工艺较为复杂, 因此必须严格按照相应的规程要求进行制作工作。在规范设计过程中, 应遵循国家规定和标准, 综合考虑设备特性如温度、压力、介质特性、焊接和加工性能以及经济性等因素, 灵活挑选最适宜的材料, 以保障压力容器和管道的质量与

功能。由于不同材料在性能和抗腐蚀性上存在差异，材料选择可能会影响容器的整体质量。因此，工作人员需深入探究各种材料的特性，评估其在实际应用中的价值，并与其他材料性能进行对比，确保设计满足国家相关规范和标准。

3.2 压力容器与压力管道结构的规范设计

3.2.1 注重分析钢材压力与温度

在压力容器与压力管道焊接过程中需要考虑不同材料以及介质的属性，并综合分析生产成本以及对接头的强度等多种因素，在此基础上开展设计与制造活动。如果压强太大将达不到设计标准，压力过低在实际使用中也难以确保其安全性，对于压力容器与压力管道，选择适当的材料和结构以满足压力需求是至关重要的。过高的压力可能会使压力容器与压力管道的尺寸变得过大，一定程度上影响到运输与生产成本，进而损害到企业经济效益。

3.2.2 设计密闭组织结构

在实际操作过程中，对需要进行部分顶盖拆卸的压力容器可以选择快速拆卸的密封结构，避免使用大型的主螺栓进行连接。在制作压力容器的过程中，真空或氩气通常被用作压力防护气体，在设计压力容器与管道时，精确规划人孔和手孔的位置不仅关乎材料的有效利用，能极大提升清洁与维护作业的效率。恰当的人孔与手孔设置可以显著缩减清洁周期，同时控制制造与后期维护的总费用，体现了设计的经济性与实用性结合。

3.3 规范压力容器的热处理技术

在高压容器生产环节中，尽管高昂的成本有时会导致部分化工企业轻视热处理技术的应用，但这一工序对于保障容器的整体安全性和使用寿命却起着至关重要的作用。尤其在制造废热回收锅炉时，在管程和壳程焊接前期忽略了全面的热处理步骤极有可能埋下隐患，严重影响压力容器的长期运行稳定性，导致其质量不符合标准。考虑到实际的需求，我们应加强压力容器的热处理方法，确保其更为安全。

3.4 合理控制压力容器的变形因素

在设计和制作压力容器与压力管道的过程中，焊接技术的执行阶段是最容易发生变形的部分。为了确保压力容器与压力管道不会变形并保障其安全特性，需要对焊接技术进行严格监控和管理。首先，要对压力容器的各个部分进行模拟组装，接着进行详细的操作，确保每个部分的安装都达到了高精度。另外，由

于各种外部因素的作用，压力容器内部可能会有某种程度的残留应力场，因此对压力容器进行严格的检查是至关重要的。对于可能由内部应力导致的压力容器的变形，建议使用热处理方法进行焊接。如果压力容器的内部应力与其外部温度存在显著差异，可以首先进行预热处理，然后再进行热处理焊接，这种方法有助于防止由于温度差异引起的压力容器的变形。

4 压力容器与压力管道规范设计中的关键技术

4.1 储气罐的设计

在化工设备的压力容器压力管道中，储气罐被视为关键的组件之一。在设计储气罐时不应只专注于其抗压特性，更应深入研究其抗压能力和所需材料，高度关注储气罐的长度和直径之间的相互关系，控制储气罐的直径参数，基于国家相关标准适当进行比例的控制与调整。此外，为了保证储气罐的强度和安全性，操作人员需要根据各种不同的工作环境来做出合适的选择。在设计用于常温存储的储气罐时，技术团队必须全面考虑到实际使用需求以及温度参数，观测环境对于温度的潜在影响，以此实现微调参数细节并对设计进行优化。

4.2 开孔补强的设计

在设计压力容器时，为了达到有效的补强目标，技术团队可通过选用补强圈或整体补强方案来实施，具体取决于开孔尺寸大小。适配的内外径补强圈以及针对性地增厚措施能确保补强金属紧贴于容器开孔周边，强化连接区域的安全性。采取整体补强开孔技术，辅以精细化的参数运算，既可增大壳体厚度，也能借助全穿透焊接技术将厚壁接管或整体式补强件牢固接合至壳体上。

4.3 管道法兰压力等级设计

在设计压力容器与管道系统时，精准把握管道法兰的压力评级变得尤为关键。设计者不仅要深谙温度基准值的内涵，还需洞察耐压试验压力带来的影响，特别是在不同温度情境下管道法兰承载力的变化。面对多样化的温度条件，专业人员须细察并评定法兰在各异温域内的极限工作压力，确保其能在各种环境下稳定运作。技术人员还需关注管板与筒体焊接部位的稳固性，以保障其工作的安全与稳定性，对管道法兰的压力承受能力和强度进行深入的研究，并为此做好充分的前期准备。另一方面，在确保压力容器与管道系统的安全性方面，水压试验扮演着不可或缺的角色。通过这项测试，工程师能够直观地检验管道法兰的承

受能力,进而确立严谨的水压标准。试验时,特别强调的是,应严格控制设备内部的水压不超过法兰在常态温度下最大工作压力的1.5倍,以此作为衡量安全界限的重要指标。

4.4 分汽缸的设计

在化工装置核心压力容器与输送管线的构造上,分汽缸的位置及其进出汽口间距成为焦点所在。在设计中需倾注心力,细心观察汽口间的相互关系,透过精密操控各部件间距离,保障分汽缸功效始终如一,巩固整个系统的运行效率与安全性,展现设计智慧于细节之处。另外,选择管道法兰的材料也是至关重要的,以确保它拥有出色的压力承受能力和抗腐蚀特性。对于压力管道的设计主要考虑管道的材质与壁厚,基于工作压力、温度、介质腐蚀性,选用合适管材,计算壁厚,同时注意压力管道的保温隔热性,对高温或低温介质,采取保温措施,减少能耗,保护管道免受外界影响,最后要加强防振降噪控制,通过增设弹性支架、波纹补偿器,减轻震动,降低噪声污染。在具体的设计流程中,技术人员必须遵照国家规定和特定工艺参数来精确设定汽口和进汽口之间的适当间距,还需严格监控环焊缝与分汽缸开口之间的距离参数,避免在焊缝区域进行开孔操作,以免造成局部应力的不良影响。这样的精心设计旨在提升分汽缸的工作效率,并确保其稳定运行,从而全面满足工艺要求和安全标准。

4.5 气密性试验的设计

在化工领域,压力容器及管道系统的气密性能被视作关键属性,任何微小的泄露都可能扰乱正常作业流程,甚至危及产业安全。遵循《新容规释义》中的指导原则,技术团队应开展针对性的气密性实验,深入探索密封技术的边界。实验过程中,务必确认所有安全附件装配无误,同时监督超压释放装置的工作压力始终保持在规定的“最高允许工作压力”范围以内。结合理论与实际,进行压力与结构强度的综合计算,选定适宜材料、规格与架构,推动设计趋向规范化,从而构筑坚实的安全防线。

5 化工设备压力容器与压力管道设计的未来发展前景

5.1 设计技术持续更新换代

随着全球经济与科技浪潮的推进,设计化工装置中的压力容器与管道体系迎来了前所未有的创新机遇。现代学者借助大数据、云计算等前沿分析手段,成功推演出了管壳式换热器管板的先进计算模型。经

大量实证研究证实,此类新型数学表达式能准确反映管板的实际承载特征,且其理论体系完备而深刻。相较于过往的传统算法,当前国内专家提炼的计算法则更加简明高效,具备广泛适用性。这不仅能强化压力容器与管道的安全科学性,还能有效缩减壁厚与口径,实现整体造价削减,进而保障产品质量,加速化工装备制造领域的技术更新迭代。

5.2 运用材料选择多元化

随着环境变得日益复杂,制造压力容器与压力管道时必须不断更新其技术和使用的材料。现在,我国在压力容器与压力管道的制造技术上也提出了更新的标准,这涉及原材料的选择和优化,旨在提高整体的制造质量。例如纳米材料被视为当前生产压力容器与压力管道中最受欢迎和最先进的微观材料之一,具有很好的韧性、耐高温能力、高质量和轻便性。这一新型材料的应用不仅显著优化了压力容器的制造工艺,而且还有助于提高产品的整体质量和使用性能,在生产压力容器与压力管道时发挥了不可或缺的关键角色。如运用集成物联网技术,实时采集管道运行数据,智能诊断隐患,甚至在微观层面实现自我修复,极大提升运维效率与安全性,通过推行标准化模块组件,简化安装与替换过程,缩短项目周期,降低成本。

6 结束语

当前,我国在压力容器及管道制造领域正经历一场标准升级的革命。面向化工装备的标准化构建,技术团队当从材料甄选与构架优化双轨并进,致力于增进操作效能及品质达标。唯有深度审视每一设计节点:储气罐的耐用性、开孔补强策略、管法兰的精准对接、分汽缸配置以及严密性测试,方能全面提升整体机能,引领设计趋向规范,开启行业新篇章。

参考文献:

- [1] 范文巧,代永涛.材料代用在化工设备及压力管道设计中的应用[J].化工设计通讯,2020,46(03):123-124.
- [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(05):70-71.
- [3] 李彬楠.试论化工设备压力容器规范设计及发展[J].当代化工研究,2023(17):147-149.
- [4] 梁富维,金鑫,唐好斌,等.试论化工设备压力容器规范设计及发展[J].中国石油和化工标准与质量,2021,41(12):5-6.
- [5] 曾雨清.试论化工设备压力容器规范设计及发展[J].装备制造技术,2020(06):248-250.