

# 浅谈石油化工中压力容器设计及制造问题

孙伟丽（北京燕山玉龙石化工程股份有限公司，北京 102500）

**摘要：**石油化工在国家能源产业中处于核心和关键地位，对我国社会经济发展有着重要的助推作用。而压力容器是一种特种设备，因其特殊性，广泛应用于石油化石行业中，在生产过程中是必不可少的设备。而压力容器的安全及稳定运行尤为重要，由于压力容器运行及使用环境复杂，且容易受到外界环境因素的影响，进而影响其使用性能，所以研究其设计及制造问题势在必行。于此，本文以压力容器设计及制造为基点，浅谈设计压力容器过程中的技术问题。

**关键词：**石油化工：压力容器：设计及制造问题

从压力容器的实际应用来看，可带来较好的经济效益和社会效益，因此在石油化石领域得到广泛的应用，而且其应用比值在石油化石领域中越来越重。但由于在实际应用压力容器时，会面临各种各样恶劣的自然环境，一旦设计及制造过程中出现纰漏，可能会埋下不利隐患，从而不仅降低其使用效率，而且在某些情况下可能会形成严重的安全生产事故，因此务必要重视石油化石领域中压力容器的设计及制造过程中可能出现的问题。

## 1 压力容器设计及制造重要性

压力容器的设计及制造是一个系统而复杂的工程问题，若不对其进行合理而规范的设计及制造，不仅可能会降低其设备的使用效果，甚至有可能发生很严重的安全生产事故。因此，压力容器的设计及制造有极其重要的意义：第一，在提升压力容器设备稳定性的同时，提升了设备性能的输出，让设备拥有更长的使用寿命；第二，根据压力容器设备的应用对象进行设计及制造，在拓展其设备应用范围的同时，让设备保持性能先进性；第三，在保障压力容器设备输出数据的准确性的同时，进而提升了设备的输出质量。

## 2 压力容器设计及制造过程中的技术问题

### 2.1 设计及制造方式选择

就目前而言，压力容器有两个设计方向，一个是分析设计方向，一个是常规设计方向。对于分析设计方向而言，在进行压力容器设计及制造时，主要依据三个准则、一个原理的方式，即明确如何设计及制造其中相关元件尺寸的方式，即偏劳失效准则、弹塑性失效准则及塑形失效准则，采用最大剪应力原理<sup>[1]</sup>。在国内压力容器设计主要的标准为《钢制压力容器 - 分析设计准则》(JB4732)，国外压力容器设计主要的标准为《压力容器构造 - 另一标准》(JISB8250, 日本)、《非接触火焰压力容器》(PrEN13445-3, 欧盟)等；对于常规设计方向而言，是在其理论上将第一强度理论作为起始点，遵循弹性失效准则，参考其最大主应力在壳体的应用情况，且以明确其在材料使用范围的方式，明确如何设计其中相关元件尺寸。在国内该设计模式主要标准为《压力容器》(GB150)，国外该设计模式主要标准为《压力容器构造》(JISB8243, 日本)、《压力容器》(ASME VIII-1, 美国)等。

### 2.2 压力容器设计及制造各类问题

#### 2.2.1 开孔补强

由于各种各样因素的影响，在设计和制造压力容器时，会有开孔处理的需要。但是由于开孔处理会破坏压力容器

的整体性和完整性，进而会削弱组成材料的强度和韧性，同时还会形成局部峰值应力、弯曲应力及薄膜应力，这些应力会集中在开孔处理区域，影响设备运行的稳定性、安全性和可靠性。

#### 2.2.2 焊接设计

在压力容器工艺的整个流程中，焊接是必不可少的一个环节，由于焊接质量会影响该设备最终的质量输出，因此焊接设计是压力容器的一个非常重要的影响因素。在设计焊接流程时有以下问题需要注意：第一，焊接过程中可能会形成的缺陷，如夹渣、气孔及裂纹等；第二，要保障压力容器的截面在焊接过程中能够均匀的受力，降低集中应力的形成；第三，要控制焊接过程很多不稳定因素，如急速冷却、迅速升温及局部加热融化等，来降低焊接变形或剩余应力的产生。

#### 2.2.3 腐蚀设计

目前而言，金属材料是构成压力容器的主要材料，而金属材料的腐蚀性会影响压力容器的使用效率及寿命。成型的压力容器会受到外界各类因素的影响，发生一些化学反应，进而促使材料变质或损坏等，即容器腐蚀。从腐蚀的结果可以看出，其主要包含以下几类：即电化学腐蚀、应力腐蚀、化学和物理性质腐蚀等。而造成这些因素出现的原因主要有：溶液酸碱度、流速、压力及温度等。

## 3 压力容器设计及制造过程中问题的优化方式

### 3.1 设计方式选择的应对措施

对比分析设计和常规设计模式可以看出，对于分析设计而言，在其确定相关参数时，一般利用数值计算的方式，将第三或第四理论作为依据来进行相关的计算。相较常规设计，分析设计的方式可降低两到三成的材料成本，同时降低运输及制造等方面的成本输出。然而，对比常规设计各类要求，分析设计拥有更高的标准和要求，如选择材料、检验等；对于常规设计而言，其同分析设计相较，整个设计及制造过程执行容易，且简单不复杂，属于传统保守层次的设计。由于常规设计的参数依据源自最大应力，因此设计工作人员在进行设计的过程中，可以不考虑其中产生的峰值应力、边缘应力、局部应力及热应力等。当然这也使得常规设计方式拥有了较高的安全性，但从其经济性可以看出，所需要的材料成本较高。由此，相关设计人员在进行压力容器设计时，除了要充分考虑实际过程生产的需要，了解其实际使用外部环境和所能承受成本支出，还需要充分参考相关规范标准，科学合理的进行相关设计方式选择，在提升压力容器质量和性能的同时（下转第 26 页）

途和使用频率，依据过往的历史数据，对压力容器的使用时间和寿命期限进行科学合理的计算，并在压力容器表面使用鲜明的色彩进行标注，起到明显的提示作用；此外，压力容器设计中还需要结合具体用途，对压力容器的设计尺寸、适合的材料、内部结构等进行详尽的规划、测量和计算，只有做好充分的准备才能够保障压力容器设计的合理性。

### 3.2 优化压力容器的材料选择

材料选择是压力容器设计环节的关键问题，直接关系着压力容器性能的发挥和使用的效果。在选择材料时需要结合具体的使用用途，兼顾经济性与实用性，切忌为了追求利润而采用低价劣质材料，给后期的使用埋下巨大的安全隐患；此外，设计环节还需要明确对材料规格和品质的要求，加强对材料质量的把控，对材料采购渠道、资质、质检证明等文件进行严格检查，以保障材料品质；最后，压力容器所使用的材料还需要进行耐受力的测试，选择耐受力较强的优质材料。

### 3.3 优化压力容器的耐腐蚀性

压力容器使用中的腐蚀问题会增加压力容器使用的风险，同时也会降低压力容器的使用寿命。为了有效保障压力容器的耐腐蚀性，可以从以下方面加以优化。首先，在压力容器设计中应当选择耐腐蚀性强的优质材料，结合压力容器内部装载的物质的特性，针对性的选择材料；其次，在压力容器设计和制造环节应当严格把控流程，提高设计水平，保障制造工艺的规范化，避免压力容器设计方案中

存在不合理之处，增加后期使用中的问题；再次，在压力容器的设计当中，应该尽可能避免出现死角，如果设计方案不合理，容易在压力容器的内部出现物质沉淀和堆积，加剧这一部分的腐蚀情况，因此在设计环节需要注重通过科学的设计及时排出压力容器底部的残留物质，减少对压力容器内部的腐蚀。

### 3.4 优化压力容器的封闭性能

在压力容器设计环节，需要对后期使用中的封闭性进行合理的规划，尽可能减少组件或零部件之间的缝隙；在使用之前还需要进行压力测试，在封闭性测试合格后才能正式投入使用，如果测试环节发现压力容器存在封闭性问题，则需要及时进行检修，再次测试合格后才能进入使用阶段，同时还需要根据封闭性测试结果对后续的压力容器设计进行优化。

## 4 结论

压力容器设计的合理性直接关系着压力容器使用中的性能、安全和使用寿命，为了保障压力容器的质量和安全，需要在设计环节严格把关，进一步优化设计方案，选择优质材料，提升压力容器的耐腐蚀性，保障压力容器良好封闭性，以满足实际的实用需求，发挥压力容器在工业生产中的作用。

### 参考文献：

- [1] 丁旺. 压力容器设计及制造常见问题浅析 [J]. 广东化工, 2017(13):327-328.

防止焊接咬边的方法主要有：一是选择与焊接材料相适应的焊接方法，合理调整焊接的电流大小和角度；二是工人在进行焊接时，需要随时观察焊接处的各种变化，确保可以及时察觉焊接咬边并及时的给予有效的处理<sup>[2]</sup>。

### 3.4 腐蚀设计问题的应对措施

为使压力容器的使用期限延长，一般所采取的解决措施：选用合适的材料；应用延缓腐蚀的制剂；提升压力容器的焊接质量；应用防腐蚀的涂料；衬里形式的防护；在容器壁表面喷丸强化；加强管理和维护。

综上所述，石油化工行业属于高风险行业，压力容器作为行业中关键的设备，其科学合理的设计，能保障设备持续稳定运行，进而带来预期的经济和社会效果。因此，相关设计人员需对其予以高度重视，要结合每项设备具体应用环境和工艺条件，选择合理的设计技术方法。本文就设计压力容器过程中的若干技术问题及其相关技术展开分析，期望可以给相关设计人员提供参考。

### 参考文献：

- [1] 李小芳, 沈波, 朱凯. 中、美、欧盟、海关联盟四大国对压力容器认证要求的对比分析 [J]. 化学工程与装备, 2020
- [2] 谢铁军, 寿比南, 王晓雷等. TSG R0004-2009《固定式压力容器安全技术监察规程》释义 [M]. 北京: 新华出版社, 2009.

### 作者简介：

孙伟丽（1985-），女，汉族，职称：中级工程师，河北沧州人，大学本科学历，过程装备与控制工程专业。