

浅谈低温压力容器设计

陈 辉 (宝鸡忠诚制药机械有限责任公司, 陕西 宝鸡 721000)

摘 要: 随着我国社会经济的不断提高, 很多工业的发展都得到了不断的完善。压力容器是现如今许多行业工作中都会使用到的设施, 如工业装置中气体的液化等。进一步加强低温压力容器的安全性是现阶段压力容器设计当中应当注意的重要问题。本文就此展开相关的研讨。

关键词: 低温压力; 容器; 设计要点

低温技术的出现改变了传统的压力容器设计, 该技术是建立在液态空气工业基础之上发展的, 在科技的飞速进步下, 使得低温技术得到了迅速的发展, 现如今已经成为了压力容器设计当中的主要技术, 并且依靠该技术开发出了低温压力容器设备。但是低温压力容器在使用的过程中会出现一些问题, 如果不及时的解决这些问题就将会造成较大的影响, 因此应当重视低温压力容器的设计, 提高使用的安全性。

1 低温压力容器设计中的问题

由于低温压力容器所采用的是低温技术, 因此在工作的过程中其会长时间的处于一个较低的温度。而压力容器的设计材料主要都是钢材, 这种类型的材料在低温环境下, 其韧性以及塑性与常温状态相比都会大幅度的下降, 而这样所导致的直接结果就是使得钢材的脆性提高, 如果容器设计当中存在有尖端部分或者是凹陷部分, 那么这些部位很有可能在应力的作用下出现断裂, 一旦发生这种情况, 就会使得容器内的气体发生泄漏, 届时会出现较大的经济损失。^[1] 这种现象在现实生产工作当中是较为常见的问题, 一些工厂的压力容器、化工设备、运输管道等都会因为低温环境而出现多次断裂的情况。为了能够避免这样的情况再度发生, 就必须要在对压力容器进行设计的时候加强对低温容器温度的确定、材料的选择以及科学的结构设计, 同时也要优化作业当中的焊接技术, 挑选适当的焊接材料, 以此来提高焊接工作的质量。因为焊接接口处往往是出现断裂情况最多的部位, 因此加强一系列焊接工作的质量可以有效的避免这种情况的出现。

2 设计温度的确定

压力容器是否可以被看作是低温压力容器的判断条件就是设计温度, 如在设计温度低于零下 20℃ 的时候, 以碳素钢、低合金钢等为材料的容器可以被看作是低温压力容器; 在设计温度低于零下 196℃ 的时候, 以奥氏体不锈钢为主要材料的容器可以被看作是低温压力容器。由此可见温度是影响低温压力容器设计的最主要因素, 所以在对压力容器进行设计时, 要时刻注重对温度的把握, 要对能够影响压力容器温度的因素进行全面的分析以及掌握, 如压力容器的具体安装地点, 安装在室内或者是室外, 这些环境下的环境温度的不相同的, 因此在对压力容器进行设计时要将这些温度因素都考虑在内, 要根据环境的温度来对设计材料进行温度实验, 检测金属材料受温度影响的程度, 以此来挑选出最适合环境温度的材料进行设计, 有效的提高压力容器对温度的适应性, 为实现低温压力容器提供条件。

3 材料选择要点

有以上所提到的, 低温压力容器经常出现的问题就是由于容器钢铁材料脆性增大而导致局部断裂, 因此这就对容器的材料选择有了更高的要求, 普通的钢材显然已经不能够适用于低温压力容器的材料设计需求, 因此研发低温钢材已经成为了现如今低温压力容器材料设计当中的主要选择。从整体上来看, 目前我国在低温钢材的应用方面主要可以分为以下几类:

①以温度作为判断的基本条件来说, 在设计温度低于零下 20℃, 不低于零下 40℃ 的温度环境下, 所选择的低温钢材的型号为 16MnDR, 这种型号的钢材能够良好的适用该温度区间, 主要用于设置在室外环境下的空气储藏罐以及氮气储藏罐等低温压力容器;

②在设计温度低于零下 40℃, 不低于零下 196℃ 的温度环境下, 通常会选用 ni 系列的低温钢材作为低温压力容器的主要材料, 这种类型的低温钢材的耐低温能力要远远超出 16MnDR 型号的钢材, 因此通常会具有更为广泛的适用范围, 可以保存更多特殊的气体材料;

③在设计温度低于零下 196℃, 不低于 273℃ 的温度环境下, 通常会选择奥氏体不锈钢作为低温压力容器的主要设计材料, 这个范围的温度已经处于一种极端环境, 普通的低温钢材在这样的环境下也会难以承受, 因此就需要选用专用的低温钢材作为压力容器的设计材料。目前适用较为广泛的奥氏体不锈钢为 S30408 型号钢材。

针对以上所描述的设计材料挑选, 应该注意在不同的温度环境下使用相对应的低温钢材, 这样才能够充分的发挥出其作用, 降低低温压力容器出现断裂的情况, 有效的提高压力容器的工作安全性。

4 结构设计要点

除了要注意材料设计方面的因素以外, 结构设计也是非常重要的设计内容, 无论是哪一种型号的低温钢材, 只有在结构设计合理的情况才可以充分的发挥出其性能。所以在对低温压力容器的结构进行设计时, 应该注意以下要点:

①应该尽量的确保结构框架设计简单化, 降低结构对实际设计的约束力, 因为低温压力容器属于精密仪器, 因此其内部的结构设计往往较为复杂, 而这种复杂的结构设计通常会产生大量的多余附加应力, 这些附加应力如果作用在容器的尖端或者是凹陷处就会很容易造成断裂现象, 尤其是在温度变化较大的情况下, 这种情况出现的概率会大大提高。^[2] 所以为了能够有效的避免这种情况的发生, 就需要尽可能的让结构设计简单化, 减少不必要的附加应

力;

②除了要让结构设计简单化以外,还应该去尽量地避免结构形状的突变,在进行实际设计的时候,由于容器体积的限制,其内部的结构设计往往会出现结构形状突变,这也是造成容器出现尖端处以及凹陷处的主要原因,在这样的结构下,尖端处以及凹陷处所受的应力会比其他部位大,因此出现断裂的可能性也会更高,所以通过有效的避免结构形状的突变,能够在很大程度上的降低应力增加,避免局部应力较高造成断裂现象的出现;

③优化焊接技术。接管与壳体的焊接处通常就是压力容器结构强度较低的部位,由于结构强度低,在面临较大的温度变化时,这些焊接部位就会容易出现断裂情况。以往的焊接技术通常采用的是凹角或者是凸角设计,其具有非常明显的角度,这就导致其尖端处数量较多,低温钢材在尖端处的脆性是非常低的,所以出现断裂时通常也是从尖端处开始的。为了能够有效的避免这种情况的发生,就应该进一步的对焊接技术进行优化,主要是对接口处的焊接技术进行处理,要把凹形焊接口逐渐向圆滑型焊接口过度,同时在焊接口的内壁结构当中,也需要进行圆角处理,通过减少借口的尖端凸起来有效的降低焊接口处的脆性,提高刚性,从而有效的提高抗断裂能力;

④接管补强。通常情况下,低温压力容器的接管结构强度较低,对外力的抵抗能力较低,经常会由于外力的作

用而出现形变,从而影响接管内物质的运输。尤其是在低温环境下,接管的脆性会得到进一步的提高,在这种情况下,接管很容易受到外力的作用而直接出现断裂,直接导致内部物质泄漏。^[3]因此为了能够有效的解决这样的问题,就需要对接管进行补强处理,可以采用整体补强的方法来对接管进行整体加强。除此之外,还可以采用厚壁管补强来增加接管管壁的厚度,这样能够在一定程度上提高其坚固程度。

5 结束语

低温压力容器在一些工业的生产当中有着非常重要的作用,因此在科技的推动下,应该进一步的完善这种压力容器的设计,在设计时注意一些常见的问题,研究问题并制定出具有针对性的解决方案。通过确定设计温度、合理选择材料、完善结构设计等方面来进一步推动低温压力容器的发展。

参考文献:

- [1] 邹勇. 浅谈低温压力容器设计[J]. 工程技术(文摘版), 2016(7):00103-00103.
- [2] 单伯超, 苗光锋, 张同胜. 低温压力容器设计中关键问题的探究[J]. 环球市场, 2017, 000(003):127-127.
- [3] 毕志国. 浅析低温下压力容器设计需注意的问题[J]. 商品与质量, 2016, 000(025):197-197.

(上接第30页) 储备库的每个油罐组均应在四周设置环形消防道路, 道路的标高宜高于防火堤外地面的设计标高0.5m及以上, 油罐区周边的消防道路宽度不应小于11m, 油罐组之间的消防道路宽度不应小于9m, 其他道路宽度不应小于6m, 所有道路的转弯半径不应小于12m。各油罐中心与至少两条消防道路的距离均不应大于120m, 不能满足此要求时, 油罐中心与最近消防道路之间的距离不应大于80m。对于两个路口之间的消防道路, 其长度大于300m时, 该消防道路中段应设置供火灾施救时用的回车场地, 回车场不宜小于18×18m。消防道路上方净空高度不应小于5m, 纵坡不宜大于8%。整体而言, 石油储备库内道路系统的设计日趋高标准, 高要求, 在最大程度满足一个油库消防需求的同时, 还要因地制宜的起到一定的阻拦作用。

作为石油储备库防止油品泄漏的“第三道墙”, 库区应设高度不低于2.5m的不燃烧材料的实体围墙, 围墙下部0.5m高度范围内不应留有孔洞。行政管理区单独成区, 周边需单独设置用不燃烧材料建造的围墙, 同样围墙下部0.5m高度范围内不应留有孔洞。

6 小结

通过以上对石油储备库总图设计特点和内容的论述, 以及具体设计问题的分析, 并结合了笔者参与设计和配合的烟台西港 $120 \times 10^4 \text{m}^3$ 原油储备库, 不难看出石油储备库这种大型原油油库在设计的安全性和经济性也存在很明显的矛盾性。理想状态下, 一个项目既能满足设计原则及工程安全性, 又能有充足的投资保证, 并且施工生产都不受

影响, 这是最好的设计思路。但是在实际的项目设计过程中, 所有的条件都会受到种种约束, 这个时候就必须对储备库设计的几个原则做一个优先和取舍, 再结合《石油储备库设计规范》发布实施的背景和执行精神, 对一个储备库项目而言, 就必须先满足设计原则和工程的安全性, 才能考虑项目投资的经济性, 对于一些模棱两可的问题, 就总图设计而言, 也必须严格执行设计规范和地方要求, 对于总图设计的设计输入要做到完整可用, 要保持设计输入的可追溯性, 总图设计是一个项目的排头兵, 同时也是收尾部队, 设计周期长, 涉及面广, 对外部门和对内专业都紧密联系, 需要做大量的协调和沟通工作, 所以面对石油储备库这种大型油库的设计项目, 总图设计人员也要坚定设计原则, 在严格执行设计规范和原则的前提下, 灵活应对, 因地制宜, 充分论证各种方案的利与弊, 最大限度的体现项目的安全合理和经济性, 及时与各方沟通协调, 妥善处理与总图设计有关的社会和人际关系, 把高智商和高情商都淋漓尽致的展现在项目总图设计中, 这样才能更灵活的参与到每一个石油储备库的总图设计过程中, 为每一个项目呈现最美丽的蓝图。

参考文献:

- [1] GB50074-2014. 油库设计规范[S]. 中华人民共和国住房和城乡建设部, 中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局, 2014.
- [2] GB50737-2011. 石油储备库设计规范[S]. 中华人民共和国住房和城乡建设部, 中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局, 2011.