

浅谈压力容器设计中的热处理问题

王 哲

锦西化工机械集团有限公司 辽宁 葫芦岛 125001

摘 要：压力容器内具备一定的化学反应以及物理反应条件，并且可以进行导热，可以进行分离储存，还具备一定的耐压性能，对很多的行业都有着很重要的作用。因此，保证压力容器的实际质量，需要重视压力容器设计当中存在的热处理问题，掌握热处理的要点，从而保障压力容器的安全性。金属材料的性能不仅与其化学成分、金相组织有关，还与热处理状态相关。热处理是改善金属材料或其制品性能的重要工序，依不同的目的将材料或其制件加热到规定的温度、保温、随后以不同的方法冷却，达到改变其金相组织以获得所要求的性能的过程。

关键词：压力容器；设计；热处理；问题

引言

热处理技术指的是将固体材料通过加温或是冷却的手段，最后达到一种预期金属工艺品。热处理技术的增进不仅可以提高金属材料的性能，还在一定程度上增长了金属的使用时间，是增强金属综合水平的重要技术。石油是保障我国工业、交通运输业以及军事正常运转的基础，是组成塑胶、化肥、燃料、炸药的重要组成部分，不仅如此石油还被称为“工业的血液”，是我国人民生活的基础。

1 热处理技术的研究

在热处理技术中，主要包括了正火技术、退火技术、固溶热处理技术、淬火技术以及回火技术。其中，正火技术指的是在钢材进行热处理的过程中，将其加热到临界点并进行保温，然后在空气中进行冷却的过程中，最后得到以珠光体类型为主的热处理品，同时在处理重型大型的钢材零件的最终热处理过程中，达到提高处理对象的性能的作用；

退火技术指的是在高温下的处理对象缓慢降温之后，进行500度以下的空气中进行冷却的过程，退火技术是为了消除工艺残余应力，降低其使用中的硬度，细化该处理对象的内在结构，促进其化学成分的均匀分部，提高其使用时间和使用质量^[1]；

淬火技术指的是在处理对象进行加温和保温之后，快速进行冷却的过程，主要目的是提高工件的硬度和强度，快速冷却是为了消除工件中多余的无用组织，提高组件的精密度；

回火技术是配合淬火技术，减少工件应力，并且适当降低工件硬度，稳定工件的内在结构成分，是保障工件性能的重要环节。在正火技术的应用中，主要是以获得珠光体提高工件性能为主，正火的目的是要消除焊接

时材料内部产生的热应力，消除焊接材料产生裂纹的可能性。正火一般是对中碳钢以上的材料在焊接后必须进行的热处理。焊接后的工件要去应力退火，大概需要多长时间的保温呢作为去应力退火，保温时间3~4小时。如需改善焊缝及热影响区的组织缺陷，细化组织。则需进行焊接件的完全退火处理。此外，退火技术还能用于消除切割过程中不同工艺之间产生的应力，提高工件日后使用的安全性；淬火是主要是完善工件的结构成分，淬火和没淬火对焊接性能对焊接是有影响的因为硬度和强度都不一样，在应用时也要结合实际需求来进行焊接^[2]。

2 热处理技术以及压力容器热处理的重要性

随着科学技术的发展，我国很多生产方面的问题都得到了有效的解决。石油、化工行业是我国经济发展的支撑行业，而这些行业都对压力容器有着广泛的应用。换而言之，压力容器的性能和使用质量直接影响到行业的效率与质量。在机械生产制造过程中，热处理技术是一种重要的工艺，可以有效的提高压力容器的性能和使用坚固性，直接影响到压力容器的安全运行。具体，热处理技术指的是在某种介质中对金属材料进行加热，使材料达到一定的温度，并恒温保持一段时间，进而使金属材料的快速冷却速度有所降低。热处理技术能有效的改善工件的性能，提高工件的使用质量。热处理技术主要改变了工件表面的化学成分和工件内部纤维组织，并保持工件的整体化学成分以及外形不发生改变。

热处理技术主要有三个环节，分别是加热、保温和冷却。这三个环节相互促进、相互衔接，最终使压力容器的设计更加安全和经济。针对加热环节，这是一项较为重要的工序，有着多种操作方法，在热处理基础中发挥着重要的作用^[3]。值得强调的是，热处理过程中一个至关重要的参数就是加热温度。压力容器的设计要在一

定的参数和工作条件下,综合考虑安装、制造等多个因素,全面的分析压力容器制造使用材料的性能,保证压力容器的可靠性,因此在压力容器的设计中进行热处理有着重要的意义。

压力容器的应用范围一般是石油、化工等行业,危险性较高,一旦出现意外,就会对国家和个人带来难以承受的损失。热处理技术可以有效的提高金属材料的性能,能够对金属材料和金属设备的性能进行较为显著的改善。因此,相关人员进行压力容器设计的过程中,要重视检验材料性能和设计性能,并有效的利用热处理技术,提高压力容器的安全性和稳固性,使压力容器的设计更加可靠。压力容器设计的质量与压力容器密切相关,换而言之,压力容器的热处理的质量和效果对压力容器有直接的影响作用。

3 压力容器设计中热处理技术的要点

3.1 加热工序

热处理实际指的就是将金属工件放在特定的介质当中,并进行加热,等其达到相应的温度之后,再去针对其实际的速度,采用不同的冷却工艺,对金属进行热处理加工,提升其质量。在实际的加热技术之中,进行加热是首要的一步^[4]。加热方法也存在很多种,可以使用各种液体燃料以及各种气体燃料进行加热,还可以使用电加热的方法来进行加热。如今,还有很多新型的加热技术涌现,例如可以用熔融金属,从进行加热,这些金属当中,液体钠以及钾的实际加热成效很好。在进行加热时,选择以及调控加热温度是进行热处理的重点,需要重点考虑实际的加热材料以及加热的目的,要保证其温度符合相应的要求,才能保证加热的效果。同时要注意升温速度的控制。当条件允许时,可尽量加快升温速度,尽快越过再热裂纹敏感温度区,以防止产生再热裂纹。但加热速度过快时,由于容器表面与内部温度未达到均匀一致,容易出现较大热应力,可能诱发焊件的变形与开裂,因此在标准中也对升温速度的上限加以限制。

3.2 保温工序

在加热工序完成,金属材料实际的表面温度符合相应的要求后,需要进行保温,要将其温度保持在特定的时间之内,从而降低材料内外的温度差,保障温度的一致性。在实际的保温过程之中,金属材料纤维结构会出现一种改变,从而提升材质的整体性能。在实际进行保温时,需要依据不同的材料从而进行保温。

3.3 冷却工序

在进行热处理时,实际执行的冷却工艺存在一定的差异,并且金属材料在进行冷却时,实际速度也存在很

大的差别。一般,退火冷却其实际的速度是最慢的,但可以在金属材料硬度发生下降时,加强材料的塑性^[5]。而在进行正火冷却时,速度比退火冷却稍快,其能加强低碳钢材料的力学性能,并能进一步改善其切削的加工性,从而保证晶粒的细化,消除组织缺陷。冷却速度最快的一种方法则是淬火冷却,该方法能够保障钢件的实际性能,并能加强工件的整体硬度,加强工件的耐磨性,使工件的强度也得到极大提升,能够有效保障之后的热处理工作进行顺利。

4 压力容器设计中热处理问题的分析

4.1 奥氏不锈钢制造的压力容器热处理问题探究

在一般情况的时候,奥氏不锈钢具有优良的热塑性使其易于锻造、轧制、热穿孔和挤压等热加工,另外奥氏不锈钢含有Mo、Cu等元素,具有优良的耐酸性和耐腐蚀性,因此奥氏不锈钢被广泛地应用于压力容器的加工制造。现行的不锈钢热处理技术标准,对于奥氏不锈钢是否进行热处理以及如何进行热处理并没有明确规定。奥氏不锈钢因为热塑性和韧性都比较好,加工残余的剪应力小,一般不作消除应力的热处理。通常热处理的温度为600-620℃,然后保温2小时,最后缓慢进行冷却,奥氏不锈钢的金属结构就会发生改变,也就是通常所说的敏化,这会降低奥氏体不锈钢抗晶间腐蚀的能力。因此奥氏不锈钢按照常规的热处理是行不通的,必须根据压力容器使用的具体环境来确定热处理的方案,满足生产的需求^[1]。

4.2 金属复合板式压力容器在焊接后的热处理问题探究

金属上覆以另外一种金属的板子,达到在不降低使用效果(防腐性能、机械强度等)的前提下节约资源、降低成本的效果,因此金属复合板常常用于防腐和压力容器的制造之中。

当对金属复合板式压力容器进行热处理的时候,高温会影响复合板的热力学性能,特别是不锈钢复合板,焊后进行热处理,就容易对焊头造成一定的影响,甚至碳化,会直接影响并损坏复合板的耐腐蚀性能和力学性能。因此当压力容器的材料为不锈钢复合板时,必须充分考虑到热处理对材料的影响,在一定的時候必须选取符合要求的复合材料。另一方面,我们要灵活对待焊后热处理的问题,对加热温度和保温时间的调整,通过不断的实验,摸索出理想的热处理条件^[2]。

4.3 以液态氨为介质的压力容器的热处理问题

以液态氨为介质的压力容器有着其自身的特殊性,不是所有的液态氨为介质的压力容器都需要进行热处

理,这要根据应力腐蚀的情况而定,可根据HG/T20581《钢制化工容器材料选用规定》标准来做判定。

①以液态氨为介质时,环境含水量应该小于或等于0.2%,且可能受到空气污染的场所。

②使用温度高于-5℃。凡是符合上述两条的任何一条的,都需要进行压力容器的热处理。另外值得一提的是,在固定管板式换热器中,当壳层介质为液氨的时候,由于其结构的特殊性,无法进行热处理。为了解决这一棘手的问题,我们采用分布多次热处理的方法,具体操作方法是先对换热器壳体整体进行一次部件的热处理,然后在对壳体和管板焊接完以后得两道焊缝进行局部的热处理。通过两个分部的步骤,从而完成对整个压力容器的热处理工艺^[3]。

4.4 代用材料的热处理问题

在进行具体的生产过程中,某些符合设计要求的材料,制造企业往往一时购买不到,经常会代用一些其他厚度的材料,具体有以厚代薄,或者是以薄代厚等。而对于中温成型或者是冷成型的受压元件,若符合下列任意条件之一,且对碳钢、低合金钢及其他材料,厚度大于圆筒内径的5%,对奥氏体型不锈钢,厚度大于圆筒内径的15%,就需要在其成型之后进行热处理:

4.4.1 盛装毒性程度为极度或高等危害介质的容器;

4.4.2 图样注明有应力腐蚀的容器;

4.4.3 对碳钢、低合金钢,成形前厚度大于16mm;第四,对碳钢、低合金钢,成形后减薄量大于10%;第五,对碳钢、低合金钢,材料要求作冲击试验;因此,对于用厚材料代替薄材料时,就需要充分地考虑材料代用后,是否需要成型后恢复性能热处理的问题。

4.5 焊接后的的热处理问题

4.5.1 加强热处理管理

热处理技术在进行应用的过程中不同温度以及时间的应用会带来不同的效果,因此有关人员在对其进行焊接后热处理之前,应对热处理技术的应用进行管理,并制定出完善的热处理应用流程,避免因时间以及温度控制不当造成压力容器制作的失败^[4]。

4.5.2 重视热处理装置的革新

热处理装置是进行热处理技术应用的基础。因此在进行压力容器制作的过程中,有关单位应对热处理装置进行重视,对热处理装置存在的问题进行有效的解决,

保障热处理装置具有良好的应用性能。

4.5.3 注意不同压力容器的具体要求

压力容器由于制作材料的不同,应用途径的不同等,其在进行制作的过程中具体的要求也有所不同。因此在进行热处理的过程中,有关人员应对这些要求进行把握,尤其是针对一些有特殊要求的压力容器要在进行热处理之前应进行一定的准备工作,以保障压力容器性能的稳定。

4.6 热处理过程中需要注意的问题

焊接元件的步骤要在设计压力容器时放在热处理技术之前;针对压力容器的制造过程而言,完成全部的焊接任务而且技术检验符合常规后,进行热处理技术,再进行耐压性实验;焊接后的管板式容器要进行消除应力热处理技术,但是以不锈钢为材料的设计方案不包括此范围内^[5];碳质钢材、低含量的合金钢制品的焊接程序的管箱侧面开口超过圆筒内直径的三分之一,然后在焊接后进行消除应力的热处理技术,再进行密封面的处理步骤;但是考虑不同品种的焊接点,应该根据热处理的具体要求,判断是否进行焊接后的热处理进行焊接后的热处理技术时绝不能采用燃煤炉。

结语

总之,热处置是一种十分关键的措施,对复原以及完善金属技能有非常关键的用途。在开展压力储存设备的策划生产等部分,热处置有着不能够代替的地位,拥有着非比寻常的作用,所以,身为压力存储设备策划工作者,在开展热处置时,要结合钢材机能、媒介的特别本质,根据相关规则,选择最适宜的热处置方式。

参考文献

- [1]魏威.压力容器设计中的热处理问题分析[J].中文科技期刊数据库(引文版)工程技术,2018(11):65-66.
- [2]李霞,周玉华.探讨压力容器设计中的热处理问题[J].建筑工程技术与设计,2020(05):487-488.
- [3]陈建,王艳芝.压力容器设计中的热处理问题分析[J].军民两用技术与产品,2019(02):31-32.
- [4]许守龙.论压力容器设计中的热处理问题[J].装备维修技术,2019(01):24-26+34.
- [5]姜凯.压力容器设计中的热处理问题研究[J].工程技术研究,2017(02):125+138.