

开孔补强设计在压力容器接管设计中的应用探讨

王东华（无锡化工装备股份有限公司，江苏 无锡 214131）

摘 要：化工企业在开展生产作业时，压力容器的使用有着较高的重要性，科学、合理的压力容器设计，能够进一步强化设备相关功能，充分保证化工企业各项生产作业的安全、稳定开展，从而推动化工企业实现进一步发展。在此情况下，国内相关领域也逐渐增强了对此类设备的研究工作，开孔补强设计也就此得到了广泛应用，在压力容器接管设计期间，通过合理应用开孔补强设计能够进一步巩固设备功能，保障化工生产的稳定开展。基于此，文章针对开孔补强设计在压力容器设计中的应用展开了详细探讨。

关键词：开孔补强设计；压力容器设计；厚壁接管

0 引言

在实际运用压力容器时，设备壳体一般会运用开孔的方式，以此为后续设备运行、接管等多项操作流程提供有力的支持；同时，在应用开孔处理的情况下，还能够为设备功能维护、调试提供一定的便利，最大限度降低设备维护操作难度。但是，在针对压力容器实施开孔处理作业时，必然会对自身强度带来较大的影响，并且在开孔区域还会产生许多不良因素，极易导致设备整体结构发生变化，从而对设备功能带来负面影响，增加安全隐患。因此，有必要针对开孔补强设计在压力容器设计中的应用展开进一步探讨，针对多方面影响因素展开深入分析，从而最大限度降低开孔后的风险发生概率，为有效提升设备运行稳定性奠定坚实的基础。

1 开孔补强基本结构

1.1 概念

在针对壳体实施开孔处理以后，因开孔接管处几何不连续，容器强度收到削弱，接管与主壳相贯处应力集中，内压产生较大的局部应力，再加上接管上会有各种附加载荷产生的应力、温差应力、以及容器材质和制造缺陷等因素的综合作用，往往成为容器破坏的原发部位，需要对开孔接管处进行开孔补强^[1]。由于自身承载面积的进一步减少，导致开孔区域的应力指标进一步增加，使得整体强度大幅度降低，为充分保证设备应力能够始终处在标准范围内，有必要实施开孔补强处理。在压力容器开孔区域内，边缘应力有着一定的局部性，能够起到较为显著的局部补强效果，相关工作人员一般会运用厚壁管、整锻件等设施展开补强处理。若想充分保证压力容器自身强度能够达到标准指标，就有必要做好对开孔外部区域所降低的强度展开补强处理，以此充分满足开孔区域的压力

标准，确保设备能够始终保持稳定状态运行^[2]。在开展压力容器的开孔补强处理时，相关工作人员要能够针对容器开孔区域、相关要求等多种因素展开深入分析，再依据各项标准科学、规范地开展补强处理，从而为生产作业的安全开展奠定坚实基础。

1.2 选取开孔补强

在针对压力容器实施开孔补强处理作业时，相关工作人员有着许多不同的选择，但在数量、位置等多个方面的选取都需要严格依据设备实际状况展开合理选取，以此充分保证设备相关功能的稳定实现。在应用补强圈进行补强处理时，相关工作人员应当高度重视补强处理期间所使用的补强板自身厚度指标。因此，设计人员要按照实际状况做好对补强圈的规范选取，依据压力容器自身规格、开孔等多项标准为其选取对应的补强圈，从而充分保证补强处理的顺利开展。通常情况下，补强圈应当将厚度控制在低于开孔壳体壁厚 1.5 倍以内^[3]。

这主要是厚度过高的情况下，会导致设备出现形变现象，致使局部应力大幅度提升，从而增加发生缺陷的不良现象。对于补强圈金属而言，应当始终处在焊接开孔的指标范围内，在针对低合金高强度钢容器设备实施开孔补强作业时，应当合理应用补强圈能够起到较为显著的处理效果。

在实施开孔补强作业时，整个操作流程一般会涉及多个方面，如果想要充分保证开孔补强的应用效果，就需要相关工作人员针对该技术的应用条件展开深入分析；此外，在实施焊接处理时还要尽可能选取高温、耐火类材料，以此最大限度降低材料对设备使用带来的负面影响。

2 厚壁接管补强技术的应用

在针对压力容器展开设计作业时，厚壁接管补强

技术的使用在开孔补强技术中也有着重要作用,在一定程度上会对设备后续使用带来较大的影响。但是,在实际使用此项技术时,相关工作人员要能够高度重视对厚壁接管材料的选取,这主要是在进行材料选取时存在较多的影响因素,极易导致设备功能受到不良影响。比如,相同压力容器在运行期间,设备的环境、壳体材料等多方面都存在一定的联系,若想进一步强化补强设计效果,就有必要针对压力容器的结构材料以及补强设施实施合理应用。

在此阶段,若补强材料自身应力低于壳体材料,要想有效改善应力不足的异常现象,相关工作人员就应当合理增加补强面积,并应用科学、规范的改善措施^[4]。在实践期间,在针对容器实施开孔操作时,可以发现边缘局部应力将会出现不断上升的异常现象,依据此类应力的分布情况,相关工作人员在对其展开补强处理期间,需要及时远离开孔边缘区域,以此充分保证化工生产的稳定开展。

在实施补强处理时,若想将补强材料的作用进行充分发挥,应当针对操作区域的位置进行合理调整,尽可能选取高应力部位,其处于开孔区域。在针对补强面积展开计算分析时,相关工作人员需要及时做好对补强范围面积的去除,以此充分保证计算结果的准确性、科学性。

在运用厚壁接管补强技术期间,若壳体接管材料材质低于补强板,那么压力容器在后续使用期间的性能发挥将会受到较大的影响,并且这在一定程度上还会对压力容器的相关功能带来较大的影响。对于此类不良现象的发生,主要原因还是在接管材料内存在过高的强度指标,以此大幅度提升了焊接操作难度,最终使得补强效果大幅度降低,难以达到理想效果。

在针对接管材料进行选取时,相关工作人员需要以壳体材料作为主要参照方向。在此阶段,若壳体材料存在较高的强度,为有效提升补强水平,相关工作人员就应当适当增加接管壁厚,并做好对流通面积的合理管控,以此为整个焊接处理操作提供一定的便利支持,最终达到提供补强效果的作用。在针对厚壁接管实施补强处理时,锻件加工、无缝接管的应用能够有效降低操作过程中出现误差的概率,并且若相关设备的设计压力相对较小,补强操作期间对壁厚的指标偏低,还能够将无缝钢管进行充分应用。

此外,在开展设计作业时,内伸长度的变化会对整体强度带来较大的影响,若具备 15mm 左右的内伸

距离,将会在接头区域出现规律的应力变化,实际应力指标将逐渐降低至 230MPa,同时在内伸管内部还会出现明显的位移现象。对此,相较于补强圈补强技术而言,内伸管补强技术的应用会使得应力指标出现显著的变化,并有着较强的补强效果,对于保障设备稳定运行有着重要作用。

3 整体锻件补强设计的应用

在针对压力容器展开设计作业时,整体锻件补强技术的应用也有着重要作用。在压力容器设计过程中,相关工作人员通过合理应用补强设计技术,可以在将金属性能进行充分应用的情况下,最大限度降低开孔强度,使得壳体内部应力能够保持在平衡水平,而这也促使整体锻件的基础结构出现下滑的异常现象。对于此类现象的发生,整体锻件补强技术则显得尤为重要。

在实际操作期间,相关工作人员需要注意在应用阶段要首先做好对壳体、锻件部位的磨合处理,整个磨合操作流程存在一定的复杂性,若想最大限度提升磨合处理效果,并有效减少设备自身的局部应力水平,相关工作人员要能够深刻认识到在具体应用锻件补强期间,整体焊接难度也会进一步提升^[5]。对此,该设计模式一般会被运用在特殊环境下的压力容器设施,以此充分满足化工生产需求,保证生产作业的安全、稳定开展。

在针对接管以及封头焊接部位进行选取时,补强应力最低部位应当处在接管厚壁整体锻件内部,以临近于锻件部位为封头主要区域,聚集较多的应力,在该区域沿着封头壁厚部位,整体应力强度与补强模式无明显差异。因此,在实际应用厚壁接管技术的情况下,在接管顶端区域存在低强度的应力指标,而在其余部位均存在较高的应力强度,在此阶段能够合理运用内伸管途径。

4 不同补强结构的特点比较及注意事项

4.1 特点比较

厚壁管补强、整体锻件补强、补强圈补强在压力容器设计中都有着较为广泛的应用,每种补强模式都有着自身特点,相关工作人员在开展设计作业时,应当针对特点展开深入分析,以此将补强技术进行规范使用,有效提升设备运行效率。对于开孔补强设计而言,由于在操作过程中需要针对压力容器设计实施开孔处理,不仅会降低容器整体结构的强度,还会对壳体结构以及连接区域带来损坏,进而导致设备产生安

全问题^[6]。在此情况下,社会各界逐渐提升了对此类设备以及开孔补强问题的研究力度,并针对不同容器的开孔补强处理提出了高的标准。

开孔补强处理能够帮助压力容器的运行提供一定金属补偿,从而有效降低由于开孔处理对自身功能所带来的削弱影响。对于补强材料而言,相关工作人员需要将其直接运用于开孔区域,但依然需要工作人员做好对补强结构的外形处理,从而有效改善应力过于集中的不良现象。

因此,在实际开展此项补强操作作业时,整体锻件补强能够取得更为显著的效果,其次则是厚壁管补强。在设备条件一致的情况下,整体锻件补强技术的使用能够最大限度降低压力容器在运行期间的应力指标,对于该技术的使用需要尽可能做好对壳体结构的应力分散处理,以避免应力过于集中,致使压力容器相关功能受到不良影响。

厚壁管补强技术拥有较为显著的补强功能,在内压承受阶段难以产生全新的应力,并且在过渡区域也不会产生应力集中的不良现象,整体操作流程较为简单,成本支出相对较低,在化工行业有着较为广泛的使用^[7]。但是,该技术对焊接处理质量有着极高的标准,特别是在开孔区域。

通常情况下,在针对压力容器实施开孔处理时,若设计条件较为恶劣,相关工作人员应当合理选取整体补强技术,以此充分保证设备功能的实现。当然,每种补强设计方法的使用还需要相关工作人员依据压力容器的使用需求、工作环境等多方面进行合理的调整,这样才能够确保设计的规范性、科学性。

4.2 注意事项

4.2.1 严格依据各项标准实施操作

在进行接管的选取作业时,相关工作人员要做好对厚度的管控,充分保证接管厚度能够处在预期标准范围内。这主要是该指标会对整体焊接质量带来较大的影响,若接管厚度偏低则难以达到理想的保护效果。此外,对于接管接触面积、压力容器开孔面积而言,要能够尽可能保持一致,以此最大限度避免受力能力出现较大的变化。

4.2.2 设计导热类容器要综合分析容器的长度

在开展开孔补强设计作业时,个别技术人员极易疏忽对导热容器长度的分析。在针对该设备开展开孔补强设计作业时,除了要能够充分满足设备操作标准,还要时刻注意对超出预期范围内的补强操作处理控制

^[8]。整项设计工作的开展切勿随意调整自身厚度,这主要是由于在厚度出现大幅度增加的情况下将会导致设备散热受到不良影响,进而导致容器内部压力进一步增加。

5 结束语

综上所述,在开展压力容器的补强设计作业时,开孔补强设计有着较高的重要性,提高设计环节的科学性、规范性,能够充分保证设备在接受开孔补强处理后,自身功能、整体强度始终处在稳定状态,有效规避其他不良因素所带来的负面影响。对于此项设计而言,补强圈、厚壁接管补强、整体锻件补强都有着较为广泛的应用,而在压力容器设计中也有着各自的优势之处,相关设计人员应当严格按照设备生产的相关需求,科学、规范地选取补强技术设计模式,以此充分保证设备功能的稳定发挥,为化工行业的安全生产提供有力支持。

参考文献:

- [1] 杨洋,樊俊.压力容器筒体开孔区域补强设计[J].化工装备技术,2023,44(04):30-33.
- [2] 董林峰,宋立法.开孔补强设计在压力容器规则设计中的应用[J].设备监理,2023,(02):41-43+54.
- [3] 刘梅.开孔补强技术在压力容器设计中的应用[J].特种设备安全技术,2022,(05):11-13.
- [4] 朱辉.压力容器开孔补强计算方法介绍及补强计算若干注意事项[J].化工装备技术,2022,43(05):41-45.
- [5] 谢亚武.浅析压力容器规则设计中的开孔补强设计[J].石化技术,2022,29(09):194-196.
- [6] 罗海荣.浅析压力容器的开孔补强结构设计与计算[J].中国化工装备,2022,24(03):25-28.
- [7] 张皓斌.压力容器设计中开孔补强设计探析[J].工程建设与设计,2021,(13):106-108.
- [8] 赵博.压力容器设计中开孔补强设计的应用分析[J].石化技术,2021,28(01):165-166.
- [9] 董林峰,宋立法.开孔补强设计在压力容器规则设计中的应用[J].设备监理,2023(2):41-43,54.
- [10] 姜凯.开孔补强设计在压力容器设计中的应用[J].工程技术研究,2017(1):38,42.
- [11] 杨巧莲,江鹏.开孔补强设计在压力容器设计中的应用[J].科学与财富,2017(24):239-239.
- [12] 张粟森.开孔补强设计在压力容器设计中的应用探析[J].房地产导刊,2019(33):254.