

低温压力容器及管道设计中关键问题的几点思考

王东华（无锡化工装备股份有限公司，江苏 无锡 214131）

王金波（阿尔伯特机械科技无锡有限公司，江苏 无锡 214145）

摘 要：在时代的高速发展下，低温压力容器及管道在化工行业取得了较为广泛的应用，为各项生产作业的有序开展提供了有力支持。但是，由于该设备的运用存在较为苛刻的工作条件，若设备在运行期间出现意外情况，将会对企业带来极为严重的经济损失，甚至还会对人员安全带来不良影响，导致伤亡事件的发生。因此，对于低温压力容器及管道的使用而言，化工行业相关设计人员需要充分掌握设备存在的关键问题，并从多个角度针对问题展开深入分析，制定科学、规范的解决策略，以此充分保证整项生产作业的稳定开展。基于此，文章详细阐述了低温压力容器及管道设计存在的主要问题。

关键词：低温压力容器；管道；化工；焊接

0 引言

由于低温压力容器与管道所设计的环境温度偏低，在实际操作期间始终处在较低的温度环境下运作，所以在实际使用该设备时对于钢材的各项指标都有着较高的标准。现阶段，低温压力容器及管道在化工行业的生产、运输等多个方面都有着较为广泛的应用，这在极大地提升化工企业生产作业便利性的情况下，也由于设备运行环境的特殊性，导致该设备在运行期间极易产生脆性损坏问题，从而对化工生产作业的开展带来极大的影响；再加上低温压力容器及管道在出现此类不良现象前无明显预先征兆，极易影响整个生产作业的安全性^[1]。因此，在针对此类设备展开设计作业时，相关设计人员要适当提升各项标准，做好对问题的分析、处理。

1 低温压力容器及管道设计的关键问题分析

1.1 温度的设计

对于材料而言，在不同温度环境下所表现出的物理性能存在较大的差异，所以在针对低温压力容器及管道开展设计作业时，温度的控制有着较高的重要性。当前，在多项规章制度中明确规定了针对低温压力容器及管道开展设计作业时，设计人员在针对温度展开设计时要能够从环境、材料介质等多方面入手，以此实现对问题的准确、深入分析。比如，在针对压力容器及管道展开设计作业时，相关设计人员需要针对温度因素展开深入分析。

在针对以上因素展开深入分析的情况下，相关工作人员才能够做好对结构、材料以及焊接技术的合理选取，以此为后续生产作业的高质量开展提供有力的

支持^[2]。

1.2 低温压力容器及管道的焊接处理

在化工行业中，相关工作人员在开展低温压力容器及管道的焊接处理作业时，需要时刻注意以下内容：对于荷载较为复杂的容器结构，在完成焊接操作以后应当及时做好对应力的消除，并深入分析针对焊接区域实施单独热处理操作的发生概率；在对附件进行焊接时，相关工作人员不能运用电焊、不连续焊的操作方式，以保证焊接作业的顺利开展；对于设备耳座、支腿等相关部位应当为其设置垫板，尽可能避免将其直接和容器本体进行焊接，而且垫板选取材料时，设计人员应当选取和设备本体材料一致的材料，以此保证焊接作业的顺利进行。

1.3 未严格依据设计标准实施

在针对低温压力容器及管道开展设计作业时，相关设计人员应当严格按照压力容器及管道的相关标准进行设计，而这也是提高设计质量、设备运行效率的必要措施^[3]。但现阶段，部分设计人员在实际开展此项设计作业时，未能严格按照相关设计标准，进而导致设备在运行时极易出现异常现象，存在较为严重的设计缺陷，对设备制造和后期设备正常运行带来了极大的安全隐患。比如设备脆弱性提升以及其他相关物理性能的大幅度降低，在多种因素的影响下致使设备韧性受到沉重打击，从而导致设备在运行期间难以满足预期设计标准，无法实现正常使用。

2 低温压力容器及管道设计的优化处理

2.1 材料的规范选取

对于此类设备而言，材料的使用有着较高的重要

性,并且由于低温压力容器及管道具备一定特殊性,相关设计人员在针对材料实施选取时应当严格按照标准的要求,要能够针对设备后续运行、安全标准等多个方面展开深入分析,并针对设备材料的焊接、拉力性展开综合考虑,这样才可以充分保证整个选材流程的科学性、规范性,充分保证低温压力容器及管道在化工行业中的安全使用,为提升生产效率提供有力的支持。对此,相关工作人员需要从以下几点入手:

第一,在低温环境下使用,设计时需考虑对碳钢和低合金钢材实施正火处理,使其能够在出现温度变化的情况下有效降低自身刚性。

第二,在针对该设备的受压元件开展选取材料作业时,若是选用的碳钢和低合金材料,应使用镇静钢材,以此有效提升材料的焊接效果。

第三,在针对钢材实施选取时,应当根据具体的温度选取合适的低温用碳素钢、不锈钢材料等,以此充分保证后续相关实验检测的顺利完成,保证设备相关功能的稳定实现。

第四,在实际使用期间,相关工作人员应当根据温度选取合适的紧固件材料,以此充分保证材料在出现硬化的情况下,能够具备较为理想的强度指标,充分保证设备生产作业的顺利开展^[4]。

第五,相关设计人员应当积极开展对焊接材料选取的合理管控,合理应用低温韧性强的材料,以此有效提升后续设备焊接处理时的结实度,有效规避设备运行期间其他不良现象的发生。

第六,材料成本也需要相关设计人员做好深入分析,在满足上述各项指标的情况下,应当尽可能选取成本偏低材料,这样才能够充分保证设备在使用期间的经济性效果,运用较多的设备材料主要包含低温碳钢、不锈钢、铜合金、钛合金等。

2.2 设备结构的设计

对于低温压力容器及管道设计而言,整体结构设计有着较高的重要性。在开展此项设计作业时,设计人员应当针对容器裂纹管控、受力等多方面展开深入分析。对此,设计人员需要时刻注意以下几点:

第一,受力因素的影响。在针对容器整体结构开展设计作业时,相关工作人员要能够针对受力变化展开深入分析,主要包含外力、内压等。对于容器整体结构而言,应当具备坚固、稳定的特点,这样才能够充分保证设备的稳定运行。

第二,设备裂纹的管控。在低温环境的影响下,

设备裂纹存在较快的扩展速度,所以在整项设计工作中要时刻注意对裂纹的有效控制,最大限度规避此类不良现象的进一步扩展。在开展结构设计作业期间,相关设计人员需要针对容器内部应力、裂纹扩展特点等多种因素展开深入分析,合理应用对应的管控措施,最大限度规避此类不良现象发生,比如强化连接处、增强支撑等^[5]。

第三,连接模式的管控。在整项设计工作中,连接方式会对设备造成极大的影响。一般情况下,连接处都是设备结构中最为薄弱的部分,极易导致裂纹扩展现象的发生。因此,在开展此项设计工作时,相关工作人员有必要为其选取科学、规范、合理的连接模式,比如螺栓连接、全焊透等,并在此基础上运用合理的强化措施,这样才能够充分保证设备连接区域的稳固性,为保证设备相关功能的稳定实现提供有力的支持。

第四,支撑模式。在容器整体结构的设计作业中,支撑模式也是一大影响因素。科学、规范的支撑模式能够有效改善设备自重水平,降低设备运行期间发生应力集中风险。当前,在针对容器结构展开设计作业时,运用较多的支撑模式主要为支座支撑、悬挂支撑等,而每种支撑模式都有着自身特点,相关工作人员应当严格按照实际状况做好支撑模式的合理选取,这样才能够充分保证设备功能的稳定运行,有效提升化工生产、运输的安全性^[6]。

2.3 低温压力容器及管道的密封设计

在低温环境下,低温压力容器及管道所使用的材料极易出现较大的改变,所以在开展密封设计作业时相关工作人员要针对该变化展开深入分析,以此充分保证设备的密封效果。对此,相关设计人员应当重点关注以下内容:

第一,材料的密封设计。对于此类材料而言,在开展设计作业时应当尽可能选取能够耐受低温环境的材料,比如改性聚四氟乙烯,这在一定程度上能够有效降低后续运行阶段在低温因素的影响下材料性能出现较大的变化。

第二,紧固模式。对于紧固模式而言,相关设计人员要能够对低温环境、材料变形等多方面因素展开深入分析,为其选取科学、规范的紧固模式,比如法兰,并以此为基础做好进一步强化处理。

第三,接口的设计。在针对接口展开设计作业时,相关设计人员要能够针对容器以及管道的过渡展开深入分析,最大限度规避设备运行期间出现泄漏现象。

2.4 热防护处理

在外界温度相对较低的情况下,设备附近区域的温度将会出现大幅度降低,所以为保证设备的稳定运行,有必要为其实施热防护处理,有效规避设备结构发生异常现象^[7]。对此,以下要点则需要设计人员格外注意:

第一,绝缘材料的使用。对于此类材料的选取而言,应当重点选取耐低温效果良好的材料,比如硅酸盐纤维,以此起到隔绝外界低温的作用。

第二,热防护层的设计。通过设计科学、规范的热防护层能够有效降低低温因素对设备运行所带来的不良影响,进一步强化对设备结构、材料的保护作用。对此,在开展热防护层材料的选取作业时,应当尽可能选取耐热、耐低温效果显著的材料,比如不锈钢板,同时在实际使用期间还需要对其实施进一步加固处理。

第三,加热系统设计。对于低温压力容器及管道而言,相关设计人员还需要及时做好对加热系统的安装处理,在合理应用加热措施的情况下,能够有效提升设备内部温度,从而最大限度减少设备运行期间出现冻结、冷凝等多种不良现象。

第四,遮挡屏的规划。通过合理应用遮挡屏,能够有效降低外界温度变化对设备相关功能所造成的不良影响,最大限度规避热量传递现象的发生。

第五,空气循环系统的建设。该系统的建设主要运用空气循环措施,可以起到降低设备内外温差的效果,对于规避冷凝、结霜等问题的发生有着重要作用。

2.5 环境的优化

在开展化工生产作业时,低温压力容器及管道的运行环境在一定程度上会对自身性能带来较大的影响。比如,在存储至地下仓库的情况下,由于内部环境过于阴暗、潮湿,并且还具备较强的腐蚀性;所以,在此类环境下的低温压力容器及管道设备还需要相关设计人员做好防腐工作,以此最大限度规避外界因素所带来的负面影响。

另外,若容器需要长时间处在阳光的照射下,那么设备内部的性质将会出现较大的变化,极易出现各种不良现象,所以设计人员也需要做好对此类设备的耐高温处理,只有这样才能够充分保证设备功能的稳定实现。在未来发展过程中,低温压力容器及管道将会取得更为广泛的使用,所适用的环境也更为广阔,因此在实际使用此类设备时,设计人员应当及时做好

对外界环境影响因素的深入分析,最大限度提升设备运行期间的环境适应能力,以此有效规避在环境因素的影响下导致设备功能受到不良影响,从而对企业经济效益带来不良影响^[8]。

3 结束语

综上所述,低温压力容器及管道在化工行业中有较广泛地使用,为化工企业多项生产作业的高质量开展提供了便利支持,有效提升了化工企业的经济效益。当前,在科技的高速发展下,新材料、新技术的出现为低温压力容器及管道相关功能、结构的进一步优化提供了有力支持。对此,为充分满足时代高速发展对低温压力容器及管道的新标准要求,低温压力容器及管道设计工作的重要性越发突出,相关设计人员只有充分保证设计作业的科学性、规范性,才能够将低温压力容器及管道的作用进行充分发挥,最大限度规避设备运行期间不良现象的发生。

对此,相关设计人员有必要深入了解该设备的使用特点、运行原理等,针对现存使用问题、设计缺陷展开全面分析,采用科学、规范的设计策略,不断提升设备在运行期间的安全性、可靠性,并针对设备材料、技术展开新的探索,以此将低温压力容器及管道的作用进行充分发挥,为推动化工行业的发展提供有力的支持。

参考文献:

- [1] 李森. 低温压力容器及管道用钢的现状与发展概况分析[J]. 冶金与材料, 2022, 42(06): 175-177.
- [2] 吴俊哲, 杨申音, 安刚. 某低温压力容器及管道失效机理研究[J]. 低温工程, 2022, (01): 62-67.
- [3] 熊涛, 徐光, 袁清等. 含镍低温压力容器及管道钢的静态CCT曲线研究[J]. 热加工工艺, 2022, 51(04): 42-45. DOI:10.14158/j.cnki.1001-3814.20182205.
- [4] 于邦廷. 海上气田高压低温压力容器及管道设计及材质选择[J]. 中国海洋平台, 2021, 36(01): 21-25.
- [5] 刘亚楠. 低温压力容器及管道设计探究[J]. 盐科学与化工, 2020, 49(12): 46-48. DOI:10.16570/j.cnki.issn1673-6850.2020.12.015.
- [6] 滕雪松. 低温压力容器及管道设计要点综述及注意事项[J]. 冶金与材料, 2020, 40(04): 86-87.
- [7] 荀航. 低温压力容器及管道设计要点综述及注意事项[J]. 清洗世界, 2020, 36(03): 25-26.
- [8] 王娜. 压力容器及管道设计制造中的典型问题及对策[J]. 化工管理, 2020, (02): 128-129.