

基于铆工技术的石化装置储罐浮盘变形防治策略

刘永杰 桑保军

中石化南京工程有限公司 江苏 南京 210046

摘要: 本文围绕石化装置储罐浮盘变形问题,探讨基于铆工技术的防治策略。通过剖析浮盘变形的各类原因,结合铆工技术特点,从浮盘制作、安装、维护等方面提出针对性措施,旨在有效预防和处理浮盘变形,保障石化装置储罐的安全稳定运行。

关键词: 铆工技术; 石化装置; 储罐浮盘; 变形防治

1 引言

在石化行业中,储罐作为储存各类油品及化工原料的关键设备,其安全性与稳定性至关重要。储罐浮盘能有效降低油品蒸发损耗,减少油气对大气的污染,同时提升储罐运行的安全性。然而,在实际使用过程中,储罐浮盘常出现变形现象,这不仅影响浮盘的正常功能,还可能引发诸如油品泄漏、火灾爆炸等严重安全事故。

铆接技术主要涉及金属结构件的放样、下料、成型、装配等工作内容,在保证金属结构件精度与稳定性方面具有重要作用。将铆接技术应用于储罐浮盘变形防治,能够从浮盘制造的源头把控质量,在安装过程中确保精度,在后期维护中及时修复变形,对提升浮盘质量、延长使用寿命具有重要意义。因此,深入研究基于铆接技术的石化装置储罐浮盘变形防治策略十分必要。

2 石化装置储罐浮盘变形原因分析

2.1 设计因素

结构设计缺陷: 在储罐浮盘的结构设计过程中,未充分考虑实际受力情况,导致了若干设计缺陷。例如,支撑结构布局的不合理性,使得浮盘在承受油品浮力和自身重力时,出现局部应力集中现象,进而引发变形。此外,部分浮盘的支撑腿数量不足或分布不均,这在使用过程中易导致浮盘出现局部下沉或倾斜变形。

选材不当: 浮盘材料的选择对其性能和抗变形能力具有决定性影响。若选用的材料在强度、刚度方面存在不足,或耐腐蚀性能不佳,在长期使用过程中,浮盘易因受力或腐蚀而发生变形。对于储存腐蚀性介质的储罐,若浮盘材料未进行特殊防腐处理,随着时间的推移,浮盘局部会因腐蚀而变薄,强度下降,最终导致变形。

2.2 制作工艺问题

材料切割精度不足问题: 在浮盘的制造过程中,材料切割尺寸的精确性对后续的组装过程以及整体产品的质量具有决定性影响。切割尺寸的偏差将导致各组件

间的配合精度下降,进而引起浮盘内部应力的产生。以浮盘的边缘板、隔板等组件为例,若其切割尺寸出现误差,组装后的浮盘将无法保持理想的平整度,从而在使用过程中因应力集中而发生变形。

成型加工精度误差问题: 浮盘的各个组件,如浮筒、盖板等,在成型加工过程中必须确保高精度。若加工设备的精度不足或操作工艺存在缺陷,将导致组件的形状和尺寸无法满足设计要求。以浮筒的卷制过程为例,若卷板机的精度不足,将造成浮筒圆度误差过大,这将直接影响浮盘的稳定性,并在使用过程中导致变形。

2.3 安装问题

安装顺序的不当性: 储罐浮盘的安装必须遵循特定的顺序,以确保各部件之间的连接紧密且受力均匀。若安装顺序不正确,则可能导致浮盘产生较大的内应力。例如,若先进行附件的安装而后进行支撑结构的安装,可能会导致浮盘无法正确就位,各部件的应力分布不均,从而引发变形。

连接的不牢固性: 浮盘各部件的连接质量直接关系到整体的稳定性。若焊接、螺栓紧固等操作不规范,则会导致连接不牢固。例如,焊接时焊缝存在夹渣、气孔等缺陷,或螺栓拧紧力矩不足,在浮盘受到外力作用时,连接部位易松动,进而使浮盘变形。

2.4 使用环境因素

温度波动对石化装置储罐的影响: 石化装置储罐所处的环境温度波动显著,导致浮盘材料经历热膨胀与冷缩现象。当热膨胀与冷缩受到限制时,浮盘内部将产生热应力。持续的热应力作用将导致浮盘材料出现疲劳现象,进而引发材料变形。在昼夜温差显著的地区,浮盘边缘部位由于频繁的温度变化,容易出现翘曲变形。

储罐内介质对浮盘的影响: 储罐内油品的物理特性,如密度和黏度,将影响浮盘所承受的浮力分布,从而可能导致浮盘倾斜变形。此外,油品中的杂质和腐蚀

性成分会对浮盘材料产生腐蚀作用，降低材料的强度和刚度，进而引起变形。例如，含有硫化物的油品会加速浮盘材料的腐蚀过程，导致变形。

3 铆工技术在石化装置储罐浮盘制作中的应用

3.1 精准放样与下料

精确放样：铆工依据设计图纸进行1:1实物放样，精确确定各部件实际尺寸与形状，及时发现设计图纸问题。对于浮盘复杂部位，如边缘密封处，通过放样清晰呈现空间尺寸关系，为下料和加工提供精确依据。这一过程不仅要求铆工具备高度的专业技能，还需要他们对材料的物理特性有深刻的理解，以便在放样过程中能够准确预测和处理可能出现的材料变形或应力问题。

精密下料：根据板材材质和厚度选择合适下料方法，如剪切、等离子切割或激光切割。薄钢板采用剪切下料以保证切口平整；厚钢板等离子切割时，严格控制切割参数，减少热影响区，确保下料尺寸偏差在允许范围内。此外，对于特殊材料或特殊要求的零件，可能还需要采用水刀切割等更为精细的切割技术，以满足特定的精度和表面质量要求。

3.2 规范成型加工

部件成型工艺的精确控制：在浮盘部件的成型加工过程中，铆接工人必须严格遵守工艺规程进行操作。在浮筒的卷制环节，根据浮筒的直径以及板材的厚度对卷板机的参数进行精确调整，以保证卷制出的浮筒圆度符合标准。在卷制过程中，通过多次测量和调整来确保浮筒的周长和圆度，及时发现并纠正形状偏差。

成型质量的严格检测：成型后的部件需经过一系列严格的质检流程，使用量具和检测设备对部件的尺寸和形状进行精确检测。对于不符合质量标准的部件，应立即进行修正或返工处理。例如，在检测浮盘盖板的平面度时，若发现超差情况，则利用校平设备进行精确校正。

3.3 优化装配工艺

装配顺序的合理性：依据科学的装配顺序，遵循主体优先于附件、下部优先于上部的原则。首先进行浮盘中心桁架、径向隔板等主要结构的组装工作，以确保主体结构稳定性和尺寸精度，随后依次进行浮筒、边缘板及其附件的安装。合理的装配顺序有助于在浮盘组装过程中实现应力的均匀分布，从而减少结构变形。

装配精度的控制：在装配过程中，严格控制部件间的装配间隙和位置精度，采用定位工装和夹具以确保部件的精确就位。例如，在安装浮筒与浮盘主体的连接部位时，使用定位夹具以保证浮筒的垂直度和间距，随后通过焊接或螺栓连接的方式进行固定。装配过程中需多

次进行测量和调整，以确保浮盘整体的平整度和圆度。

4 基于铆工技术的石化装置储罐浮盘安装变形防治策略

4.1 安装前准备

基础检验与预处理：在安装前对储罐基础进行全面的检验，涵盖平整度、水平度以及基础环梁尺寸的精确度。对于基础表面的不平整区域，应进行打磨或修补处理。利用水准仪对水平度进行精确测量，对于局部高度差异较大的情况，采用水泥砂浆进行找平作业，以确保基础平整度的偏差处于可接受的范围内。

浮盘组件的检验：在浮盘组件制作完成后，进行再次检验，核对组件的数量、规格及质量。检查运输和储存过程中是否存在变形或损坏情况。对于轻微变形的组件，在安装前进行校正；对于严重损坏的组件，则需进行更换。同时，检查浮筒是否存在凹陷或变形，若发现此类问题，应使用专业工具进行矫正。

4.2 规范安装操作

严格遵循既定的安装程序：按照预定的安装顺序执行，通过专业人员的指挥确保各环节的紧密协作。在安装支撑腿的过程中，应按照设计图纸所指定的位置和数量依次进行，以确保支撑腿的均匀分布和受力平衡。在安装过程中，应避免因操作不当导致的碰撞，从而保护浮盘不受损伤。

加强连接部位的质量控制：对于浮盘的各个部件连接部位，必须强化质量监督。在焊接连接过程中，应选择恰当的焊接工艺和材料，并在焊接前彻底清理焊接件，同时在焊接过程中严格控制相关参数以避免焊接缺陷的产生。对于螺栓连接，应按照规定的拧紧力矩使用扭矩扳手进行紧固。例如，在浮盘边缘板的焊接过程中，采用分段对称焊接的方法，以减少焊接变形。

4.3 安装过程监测与调整

实时监测：在安装过程中，利用水准仪、经纬仪等测量工具对浮盘的平整度、垂直度以及圆度进行实时监控。在特定的安装阶段，对关键尺寸进行测量和记录，以便及时识别变形趋势。例如，在安装径向隔板时，需测量隔板的垂直度和间距，一旦发现偏差超出规定范围，则立即进行调整。

及时调整：根据监测数据，对浮盘的安装状态进行即时调整。对于轻微的变形，采用局部校正技术，例如使用千斤顶、拉紧器等进行校正。对于较大的变形，则需分析变形原因并制定相应的调整方案，必要时对部分组件进行拆除并重新安装。例如，若浮盘出现局部下沉现象，则通过增加支撑或调整支撑腿的高度来进行校正。

5 基于铆工技术的石化装置储罐浮盘维护变形防治策略

5.1 定期检查与维护

外观检测：为确保石化装置储罐浮盘的正常运行与安全，定期对外观进行检测是必要的。检测内容应涵盖表面是否存在变形、腐蚀、裂缝等异常现象，以及边缘密封装置的完整性。建议实施月度巡检制度，特别针对浮盘边缘、支撑腿连接部位等关键区域进行重点检查。

尺寸测量：为及时发现浮盘的变形状况，建议每半年至一年对浮盘的关键尺寸进行测量，包括平整度、圆度、浮筒直径等参数。通过与初始数据的对比分析，可以及时识别尺寸偏差是否超出正常范围。若检测到尺寸偏差，应立即采取相应措施。例如，可采用激光测距仪进行平整度测量，并通过数据分析评估变形趋势。

5.2 变形修复

轻度变形矫正技术：针对浮盘出现的轻度变形，可采用铆接技术进行矫正。例如，在局部凹陷的情形下，可应用顶压技术，利用液压千斤顶对凹陷区域施加顶力后，配合加热工艺进行塑形矫正。对于轻度翘曲现象，则可运用火焰矫正技术，通过局部加热使变形部位产生热收缩效应以实现矫正。

重度变形矫正策略：面对重度变形状况，必须制定周密的矫正方案。若变形源于结构破坏，则需移除受损部件并重新制作及安装。在矫正过程中，应严格遵守铆接工艺标准，以保障矫正工作的质量。若变形由支撑结构的腐蚀引起，则需更换新的结构组件，并执行精确的安装焊接作业。

5.3 防腐处理

表层防护处理：为避免浮盘因腐蚀作用而产生形变，必须依据浮盘材质及储存介质特性，选用适宜的防腐涂层。处理前，务必对浮盘表层进行彻底的杂质清除工作，以保障涂层的附着性能。针对碳钢材质的浮盘，推荐采用环氧富锌底漆与聚氨酯面漆相结合的涂层体系，并建议每2至3年进行一次重新涂装作业。

腐蚀监控与防护策略：为有效遏制腐蚀进程，建议构建腐蚀监控系统。可采用腐蚀挂片法、电化学监测技术等手段，对腐蚀速率及程度进行监测。依据监控数据，可适时调整防腐策略，如增加涂层厚度、更换不同

种类的涂料等，以预防腐蚀引发的结构形变。

6 结论

石化装置储罐浮盘的变形问题严重威胁到储罐的安全稳定运行。通过深入分析，本研究设计不合理、制作工艺欠佳、安装不规范以及使用环境恶劣等因素是导致浮盘变形的主要原因。这些问题若未得到充分重视和解决，可能导致储罐发生泄漏、损坏甚至更严重的安全事故，对环境和人员安全造成巨大风险。

在浮盘制作阶段，基于铆工技术，通过精准放样下料、规范成型加工和优化装配工艺，可以显著提升浮盘的制作精度；在安装阶段，做好准备工作、规范操作并实时监测调整，可以有效保障安装质量；在维护阶段，定期检查、及时修复变形并加强防腐处理，可以有效预防和治理浮盘变形。这些措施的实施，不仅能够延长浮盘的使用寿命，还能确保储罐的安全稳定运行，从而为石化企业的安全生产提供坚实的基础。

在实际工作中，相关人员需熟练掌握铆工技术，严格遵循各项工艺要求与防治策略，加强对浮盘制作、安装及维护全过程的质量把控。同时，关注行业技术发展，不断探索应用新的铆工技术与工艺，更好地解决石化装置储罐浮盘变形问题，为石化行业安全生产提供有力保障。只有这样，我们才能确保石化装置的安全运行，为社会的可持续发展做出贡献。

参考文献

- [1]王伟.石化装置运行平稳性评估模型及安全管理对策[J].石油化工安全环保技术,2024,40(06):9-12+5.
- [2]甄永乾,程庆利,李亮亮,等.浮顶储罐复合材料浮盘结构参数对力学性能影响研究[J].石油石化绿色低碳,2023,8(06):30-34+40.DOI:10.20131/j.cnki.syshlsdt.2023.06.011.
- [3]王猛.石化装置储罐VOCs无组织排放治理对策[J].石油石化绿色低碳,2021,6(06):59-63.
- [4]唐剑.铆工工艺“一体化”教学的探讨与实践[J].山东工业技术,2015,(16):261.DOI:10.16640/j.cnki.37-1222/t.2015.16.077.
- [5]何伟,王锡军.大型原油储罐变形的防治[J].石化技术与应用,2002,(02):103-107.