

油罐检验内容及方法关键技术研究

黄 彬 (田东东油石化有限责任公司, 广西 百色 531500)

摘要: 随着油罐储存设施的广泛应用和使用年限的增加, 油罐的安全性、稳定性与可靠性成为保障能源储存与运输安全的重要因素。油罐的定期检验与维护是确保其长期安全运行的基础。本文主要研究了油罐检验中的关键技术。首先, 介绍了油罐检验的主要内容与方法, 包括视觉检查、超声波检测、射线检测、电磁检测等多种手段。其次, 分析了每种检测方法的优缺点及适用场景, 探讨了多种检测方法的综合运用, 以提高检验结果的准确性和可靠性。最后, 针对目前油罐检验技术中存在的技术难题, 提出了改进意见, 旨在为油罐的安全检测与维护提供理论支持与实践指导。

关键词: 油罐检验; 检测方法; 超声波检测; 射线检测; 电磁检测; 腐蚀监测; 结构安全

0 引言

油罐作为石油、化工等行业的重要设备, 承担着原油、成品油等危险化学品的储存任务。由于其储存介质的特殊性, 油罐一旦发生泄漏或事故, 将可能对人员安全、环境造成巨大危害。因此, 油罐的检验工作显得尤为重要。本文将从油罐检验的内容、方法及关键技术三个方面进行深入探讨, 以期油罐的安全运行提供有力保障。

1 油罐检验内容

1.1 基础检查

基础检查是油罐检验的首要环节, 主要包括以下几个方面:

①基础水平度和罐底标高测量。使用水准仪或激光扫平仪在罐底靠近中心的稳定点上架设, 然后用标高尺逐一直立于各测量点、罐底中心点和下计量基准点上, 由水准仪读出标尺的读数, 记录各测量点的标高。水平度的调整可以通过拉线法找出储罐中心, 并结合量油管和罐壁人孔位置定出浮顶立柱的顶端, 再利用水准仪确定水准平面, 从而调整梁上表面的水平度。

罐底标高测量可以采用多种方法, 如几何测量法和容量比较法。几何测量法适用于规则形状的罐底, 按照实际几何形状测量; 而容量比较法则适用于各种形状的罐底, 通过注入液体介质并测量液面高度来获得罐底标高数据。在具体操作中, 可以在金属罐的浮顶以上的圈板中确定基础圈板, 围绕该基础圈板的圆周均匀间隔地设置多个测量点, 利用水准仪确定水准平面, 在每个测量点沿垂直于水准平面的方向将罐底边部标高尺插入浮顶的边缘与金属罐内壁之间的间隙直至该罐底边部标高。此外也可以利用罐底标高尺测量浮顶立柱的顶端和水准平面之间的距离, 从而获得

每个浮顶立柱所在位置处的罐底标高测量值。

②基础沉降情况检查。在油罐充水试验过程中, 需要对基础的沉降进行观测, 并记录每个观测点基础的沉降量。沉降观测应在充水前、充水到油罐壁高度的1/2时、3/4时、充满水时以及排水后进行。

在实际操作中, 也可以利用全站仪监测储罐外表面和环壁相对坐标法, 检测储罐沉降及变形情况, 并应用最小二乘法进行椭圆形变形分析。

③油污、水污检查。油罐内部和外部表面的油污可以通过多种方法进行检测, 如反射率法、接触角法、循环伏安法、擦拭法、水滴法等。而水质监测通常涉及多种化学和物理分析方法, 例如重量法、非色散红外法、紫外分光光度法等, 用于测定污水中的矿物油和其他污染物

④防水裙等密封情况检查。防水裙由裙体、水封条、上紧固带和下紧固带组成, 这些部件需要定期检查以确保其完好无损。此外检查罐底与基础之间的防水裙等密封装置是否完好, 防止雨水渗入油罐基础。

1.2 罐体防腐层检查

罐体防腐层是防止油罐腐蚀的重要屏障, 其检查内容主要包括:

①防腐油漆破损、锈斑检查。防腐漆层脱落面积不应超过10处, 每处面积不大于2500mm², 总腐蚀面积不得大于油罐外表面积的2%; 钢板腐蚀麻点深度不得超过原钢板的30%。防腐层固化后, 应及时检验防腐层外观、厚度、漏点和粘结力, 并做好记录。防腐层表面应平整连续、光滑, 不得有发黏、脱皮、气泡、斑痕等缺陷存在。

②针孔检漏和测厚。电火花检测法是最常用的针孔检漏方法之一。通过在防腐层表面施加高压脉冲电

流,如果防腐层存在针孔或薄弱点,电流将通过这些缺陷形成气隙击穿而产生电火花^[1]。无电火花则表示防腐层完好。

超声波测厚仪是油罐壁厚检测中常用的一种非破坏性检测工具,其工作原理是通过发射高频超声波脉冲并接收从被测物体反射回来的回波信号,通过计算回波的时间差来确定材料的厚度。这种方法具有高精度、快速响应和无需破坏油罐结构的优点,因此特别适用于对油罐壁厚进行定期检查。超声波测厚仪不仅能够精确测量油罐壁的实际厚度,还能有效识别壁面上的腐蚀或磨损情况,确保油罐的使用安全。

在对油罐进行测量时,超声波测厚仪可用于检测各类油罐的不同部位。对于埋地油罐,通常选择液位波动较大的部位、气液分界面、油管的进出口位置以及其他易发生腐蚀的部位进行测量,这些区域容易受到长期液体接触或外部环境因素的影响,从而加速壁厚的变化。在测量过程中,还需要根据具体的油罐结构进行图形记录,确保每个部位的壁厚数据都有详细的档案,以便进行后续的比对和分析。

对于常压储罐,通常重点检测的是距离底板1m以内的壁板区域。这个范围内的壁板常常受到油品腐蚀、沉积物堆积及温度变化的影响,因此需要更加频繁和精确的测量,以提前发现潜在的安全隐患。通过超声波测厚仪的检测,可以及时发现油罐壁厚的变化趋势,为油罐的维修和维护提供可靠依据,有效延长油罐的使用寿命,并确保储存设施的安全运行。

③损坏情况记录。通过无损探伤技术检测罐体表面及内部不可见的内在缺陷,如裂纹、腐蚀和变形等潜在问题,以确保储罐的完整性和安全性。

对防腐层损坏情况进行详细记录,为后续的维修和改造提供依据。

2 油罐检验方法

2.1 人工检测

人工检测是传统的油罐检验方法之一,主要依赖于检测人员的经验和专业知识。其步骤包括:

①外观检查。通过人工目视检查油罐表面是否有划痕、凹陷、锈蚀等缺陷^[2]。这种方法依赖于检测人员的经验和视觉敏锐度,容易受到主观因素的影响,导致检测结果不一致,这是最传统的外观检测方法。

②内部检查。在外观检查无异常的情况下,检测人员需进入油罐内部,检查罐内是否有杂质、沉淀物、积水等问题。同时,还需对罐内壁进行涂层检查,查

看是否有脱落、龟裂等现象。

③附件检查。在维修前,专业储罐检测队伍会对油罐进行综合检测,包括油罐基础、油罐罐底沉降、罐体的腐蚀、罐体的几何形状和尺寸、油罐附件、油罐焊缝、防腐层、保温层、阴极保护、防雷防静电设施等。

油罐一般设置温度、液位显示仪表及报警装置,以保证生产管理和安全。必要的附件包括梯子、栏杆、人孔、透光孔、量油孔、进出油短管、机械呼吸阀、放水及排污管、消防冷却喷淋系统、消防泡沫系统等。此外,大容积地面油罐还装有避雷装置。

安全附件的检查主要包括温度计、液位计、紧急切断阀以及安全联锁、报警信号等是否齐全、完好、灵敏、可靠^[3]。在检查过程中发现的异常情况或缺陷问题应分别视情况妥善处理。

对于汽车罐车等特定类型的储罐,其安全附件如呼吸阀和紧急泄放装置必须符合设计标准,并且需要定期检验和更换,以确保其安全性。

2.2 仪器检测

仪器检测是一种更为先进、精准的油罐检验方法,主要利用专业仪器和设备进行检测。其关键技术包括:

①超声波检测。超声波检测设备通常包括超声波探头、信号接收器、数据处理系统和显示屏等部分。探头负责发射和接收超声波信号,而数据处理系统则负责分析信号并生成检测报告。利用超声波在介质中的传播和反射特性,对油罐的壁厚、腐蚀情况进行检测。该方法具有无损、快速、准确等优点。

②射线检测。使用X射线管或放射性同位素产生的 γ 射线穿透工件,然后在胶片上形成影像,以识别内部缺陷,这是最常见的一种方法^[4]。通过射线穿过物质时发生的散射和吸收现象,对油罐内部的缺陷进行检测。该方法适用于检测较厚的罐壁和难以直接观察的部位。

③磁粉检测。磁粉检测(MT)是一种常用于油罐检验的无损检测技术,具有操作简便、成本较低、能有效发现表面和近表面缺陷等优点。其基本原理是利用金属材料在磁场中的磁化特性,结合磁粉颗粒的吸附作用,对油罐表面进行裂纹检测。当油罐的金属表面存在裂纹或其他表面缺陷时,施加外部磁场,裂纹处的磁力线发生变化,磁粉颗粒便会沿磁力线聚集,形成明显的痕迹,从而有效地显示出裂纹的位置和形态。磁粉检测特别适用于检查油罐表面及其近表面的裂纹、孔洞、剥离等缺陷。这些缺陷若未及时发现,

可能会导致油罐的泄漏或其他安全隐患，尤其是在油罐的焊接接头、入口处、接缝部位以及可能受到机械冲击和腐蚀的地方。磁粉检测可以迅速、准确地定位这些问题，为油罐的后续维护和修理提供重要参考。在进行磁粉检测时，需要对油罐表面进行清洁，以去除油污、锈蚀或其他杂质，确保磁粉能够均匀附着在金属表面。接下来，操作人员施加适当的磁场并喷洒或撒布磁粉，通过观察磁粉的积聚情况，判断是否存在裂纹或其他表面缺陷。

④气体检测。通过分析油罐内部的气体成分，判断是否存在泄漏等问题。该方法适用于检测油罐的密封性和完整性。

⑤压力测试。通过加压的方式对压力油罐进行压力测试，观察压力表的变化情况，判断油罐是否存在泄漏等问题。该方法适用于检测油罐的承压能力和密封性^[5]。

3 关键技术分析

3.1 超声波检测技术

超声波检测技术是油罐检验中最为常用的无损检测方法之一。其关键技术在于超声波探头的选择和信号的处理。通过选择合适的超声波探头和优化信号处理算法，可以实现对油罐壁厚、腐蚀情况的精准检测。此外，超声波检测技术还具有操作简便、检测速度快、结果准确等优点。

3.2 射线检测技术

射线检测技术是一种高效的油罐内部缺陷检测方法。其关键技术在于射线源的选择、射线的穿透能力和探测器的灵敏度。通过优化射线源的选择和提高探测器的灵敏度，可以实现对油罐内部缺陷的高精度检测。然而，射线检测技术也存在一定的局限性，如对人体有害、设备昂贵等。

3.3 磁粉检测技术

磁粉检测技术是一种表面裂纹检测方法，具有检测灵敏度高、结果直观等优点。其关键技术在于磁场的构建和磁粉的选择。通过构建合适的磁场和选择合适的磁粉，可以实现对油罐表面裂纹的高效检测。然而，磁粉检测技术也存在一定的局限性，如只能检测表面或近表面的裂纹、对检测环境有一定要求等^[6]。

4 实践经验总结与展望

4.1 实践经验总结

通过对油罐检验工作的实践总结，我们发现以下几点经验值得借鉴。首先定期对油罐进行全面检验是

确保其安全运行的重要保障，企业应制定详细的检验计划，并严格按照计划执行；其次综合运用多种检测方法，不同的检测方法具有各自的优缺点和适用范围，在实际检验中，应综合运用多种检测方法，以实现油罐的全面、精准检测；最后加强人员培训，检测人员的专业素质和技能水平直接影响到检验结果的准确性和可靠性，因此企业应加强对检测人员的培训和管理，提高其专业素质和技能水平。

4.2 展望

科技的不断进步和油罐检验技术的不断发展，未来油罐检验将呈现出以下趋势，随着人工智能、大数据等技术的不断发展，油罐检验将逐渐实现智能化。通过引入智能检测设备和系统，可以实现对油罐的实时监测和预警，提高检验效率和准确性。此外，环保要求的不断提高促使油罐检验技术向绿色化方向发展，未来油罐检验将更加注重环保和节能降耗技术的应用和推广。同时，随着对油罐安全性能要求的不断提高以及检测技术的不断进步，油罐检验将更加注重精细化检测和管理，通过引入更先进的检测技术和方法以及完善的管理制度体系可以实现对油罐的全面、精准检测和有效管理。

5 结论

油罐检验是确保油罐安全运行的重要环节。本文通过对油罐检验内容、方法及关键技术进行深入探讨和分析提出了有效的检验策略和技术手段。未来随着科技的不断进步和油罐检验技术的不断发展油罐检验将更加智能化、绿色化和精细化，为石油、化工等行业的安全生产和环境保护提供有力保障。

参考文献：

- [1] 姜子建,周荣义,石云霄,等.基于贝叶斯网络的危化品爆炸事故隐患关联与溯源分析[J].中国安全科学学报,2024,34(06):173-180.
- [2]None.科技动态信息报道[J].测控技术,2023,42(04):1.
- [3] 魏鑫,赵军友,闫成新,等.大型油罐智能喷砂除锈系统设计及动力学分析[J].科学技术与工程,2023,23(21):9137-9143.
- [4] 王明娣,陈国栋,赵栋,等.激光表面清洗机器人系统关键技术及应用[J].中国科技成果,2023,24(08):76-76.
- [5] 程杰.基于旋量理论的登高平台消防车运动学建模及其轨迹规划[D].长沙:中南大学,2023.
- [6] 刘涛.石油天然气管道焊接质量及技术的研究[J].工程建设(维泽科技),2023,06(09):114-116.