

化工仓储设备维护与故障诊断技术研究

高 东（兖矿煤化工工程有限公司，山东 邹城 273501）

摘 要：本文将着重探讨化工仓储设备的主要类型以及设备维护的重要作用，总结了几种常见的故障诊断技术，并强调了它在化工仓储设备维护与故障诊断中的应用价值，希望能够降低设备故障的发生率，从而提升设备运行的稳定性、可靠性及安全性，促进化工行业的可持续发展，得以满足整个社会的能源需求。

关键词：化工仓储；设备维护；故障诊断技术；研究

0 引言

在不断进步和不断发展的化工领域，只有正确认识到化工仓储设备维护的作用，寻找化工仓储设备维护的关键点，及时采用安全有效的故障诊断技术，包括目视检查、无损检测和分析方法，实现化学品的高效存储，整体优化运营效率，延长设备的使用寿命，才有利于化学工业在日益激烈的行业竞争中脱颖而出，更快达成蓬勃发展、高质量发展以及可持续发展等目标。

1 化工仓储设备的主要类型

1.1 储罐和容器

储罐和容器是化学品仓储系统的基本组成部分。它们具有各种形状、尺寸和材料，以适应不同的化学品和操作要求。这些存储容器的选择须满足以下要求：①材料选择：储罐和容器可由不锈钢、碳钢、玻璃纤维或塑料等材料制成，具体取决于化学品的相容性和腐蚀性。例如，对于腐蚀性化学品来说，不锈钢是首选。②设计规范和标准：储罐的设计和建造必须遵守行业标准和规范，以确保安全性和可靠性。通常遵循常压储罐的 API650 规范以及压力容器的 ASME 锅炉和压力容器规范等规范。③容量和配置：储罐有各种尺寸和形状，包括圆柱形、卧式和立式设计。选择取决于空间可用性和化学品的性质等因素。④通风和泄压：正确的通风和泄压系统可以有效防止超压并保护储罐的完整性。

1.2 管道系统

管道系统是化学工业基础设施的重要组成部分，能够安全高效地处理原材料。管道系统的合理布控须满足以下要求：①材料选择：就像储罐一样，管道必须由与其携带的化学品兼容的材料制成。常见材料包括碳钢、不锈钢、PVC 和 HDPE。②耐腐蚀性：管道系统可能暴露于腐蚀性物质。耐腐蚀涂层或衬里用于保护管道免受化学侵蚀。③管道尺寸和布局：正确的

管道尺寸和布局直接影响化学品的储存及运输。尺寸不正确可能导致压力下降或流速过高。④泄漏检测系统：安装传感器或警报器等泄漏检测系统可以帮助及时识别和缓解泄漏，从而降低事故风险。

1.3 阀门和配件

阀门和配件是化学品仓储系统中不可或缺的组件。它们负责控制系统内化学品的流量、压力和方向。这些组件的选择和应用须满足以下要求：①材料兼容性：阀门和配件必须由能够承受化学品特性并防止腐蚀或降解的材料制成^[1]。②阀门类型：根据应用和流量控制要求使用各种阀门类型，例如球阀、闸阀和止回阀。③维护和测试：定期维护和测试阀门配件有助于它们的正常运行，也将在一定程度上降低化学品的泄漏风险。④安全功能：一些阀门可能具有紧急关闭功能等安全功能，以防止化学品泄漏时发生事故。

2 化工仓储设备维护的重要作用

2.1 确保化学工业的安全

确保化学工业的安全是一项多方面的工作，化工仓储设备的维护可以通过以下方式推动这项工作的持续进行：其一，预防灾难性故障：定期维护例程包括检查、测试和评估，以识别储罐、管道系统、阀门和安全装置中的潜在问题。通过在问题升级之前检测和解决问题，维护有助于防止可能导致化学品泄漏、火灾或爆炸的灾难性设备故障。其二，泄漏检测和预防：正确维护的设备不太可能出现泄漏或破裂，这是一个重大的安全问题。维护有助于确保储罐和管道保持防水，并确保阀门和配件保持完整性，从而降低化学品泄漏的风险。其三，遵守安全标准：维护实践符合化学行业的安全标准和法规。遵循这些标准并进行日常维护检查可确保设备符合要求，从而减少发生安全违规和法律后果的可能性。其四，应急响应准备：维护还包括确保泄压阀、灭火系统和紧急关闭系统等安全装置正常运行。一旦发生紧急情况，维护良好的安全

装置可以迅速做出反应，最大限度地减少事故的潜在影响。其五，培训和意识：维护活动可以作为对人员进行安全协议和最佳实践教育的机会。经过适当培训的员工更有可能识别并有效应对潜在危险。

2.2 预防事故和危险

预防事故和危险是化工仓储设备维护的一项基本任务，其关键作用主要体现在以下几个方面：其一，识别设备弱点：通过定期检查和测试，维护团队可以识别设备弱点或恶化迹象。这种早期检测可以及时修复或更换，降低因设备故障引起事故的风险。其二，腐蚀控制：腐蚀是化学品储存设备中的一个常见问题，特别是在处理腐蚀性物质时。维护包括应用保护涂层、执行腐蚀评估和实施腐蚀控制策略等措施，以防止设备退化。其三，减轻磨损：随着时间的推移，所有设备都会出现磨损。维护实践，包括润滑、拧紧配件和更换磨损部件，有助于减轻磨损的影响并延长设备寿命。其四，安全装置功能：定期维护可确保安全装置（例如泄压阀和紧急关闭系统）正常运行。这确保了他们能够在危险情况下进行有效干预^[2]。其五，环境保护：化学品意外泄漏可能会造成严重的环境后果。通过维护预防事故可以减少泄漏或排放的可能性，从而有助于环境保护。

2.3 延长设备的使用寿命

化工仓储设备是一项重大投资。延长设备的使用寿命则是一种经济高效的方法。设备维护的关键目标包括：其一，防止过早更换：定期维护检查和维修可以在小问题升级之前解决它们，从而减少过早更换储罐、管道、阀门和安全装置的需要。这节省了资本支出并减少了停机时间。其二，优化资产利用率：维护良好的设备运行高效可靠。这种资产利用率的优化意味着设备可以长期使用，而不会影响性能或安全性。其三，增强设备的弹性：腐蚀控制、清洁和定期检查等维护措施增强了化学品存储设备的弹性，使其能够承受恶劣的环境条件和更长的化学品暴露时间。其四，节省成本：与频繁更换相比，通过维护实践延长设备使用寿命是一种具有成本效益的策略。它还降低了与维护、维修和停机相关的总体运营成本。

2.4 优化运营效率

化工仓储设备维护能够全方位优化运营效率，使化工行业始终保持竞争力，适应不断变化的全球格局。以下是化工仓储设备维护在运营效率的优化方面产生的积极影响：其一，最大限度地减少停机时间：计划

外的设备故障可能会导致代价高昂的停机时间。计划内的维护活动（例如例行检查和预防性维护）有助于在问题扰乱运营之前识别并解决问题。其二，减少能源消耗：维护良好的设备运行效率更高，从而减少能源消耗。例如，适当润滑的机械具有较低的摩擦，从而节省能源。其三，资源分配：维护有助于有效地分配资源。它允许设施根据设备的状况和重要性确定设备维修或更换的优先顺序，确保资源用在最需要的地方。其四，改进的资产管理：维护实践通常涉及资产管理策略，例如跟踪设备性能数据和实施预测性维护技术。这些方法有助于优化资产配置并提高整体效率。

3 化工仓储设备的故障诊断技术

3.1 目视检查技术

目视检查是评估化工仓储设备状况的第一步。它依靠肉眼来识别可见的缺陷、不规则之处或潜在的问题^[3]。作为主动维护计划和例行操作检查的一部分，有多种检查方式可用于应对不同的诊断要求，它们分别为：

①外部检查：检查储罐、管道系统、阀门和配件的外部是否有损坏、腐蚀或泄漏的迹象。检查是否有任何异常变色、生锈或变形。

②内部检查：在可行且安全的情况下，使用检修口或舱口检查储罐或容器的内部。检查是否存在腐蚀、沉积物堆积或可能影响所存储化学品完整性的异物。

③密封件和垫圈：检查密封件和垫圈是否磨损、变形或泄漏迹象。损坏的密封件可能导致泄漏和溢出。

④阀门操作：验证阀门操作是否顺畅，没有卡滞或粘连。检查阀杆或连接处是否有任何明显的泄漏。

⑤配件和连接器：检查配件和连接器是否有螺栓松动、紧固件缺失或可能损害密封完整性的不规则现象。

⑥安全装置：确保泄压阀、紧急关闭系统和泄漏检测传感器等安全装置完好无损，没有损坏或阻塞。

3.2 无损检测技术

无损检测（NDT）技术是评估化工仓储设备完整性和安全性而不会对设备本身造成任何损害的一种重要方法。这些技术可以准确识别可能损害存储系统功能和安全性的隐藏缺陷、弱点或违规行为。以下是几种常见的无损检测（NDT）技术：

①超声波测试（UT）：超声波测试涉及使用高频声波来检测材料的内部缺陷或缺陷。UT对于评估罐壁厚度和检测裂缝、空隙或腐蚀特别有用。它提供材

料厚度的精确测量，并可以帮助以非侵入性方式确定腐蚀或降解的程度。

②射线照相测试（RT）：射线照相测试使用X射线或伽马射线来创建设备组件内部结构的图像。该方法对于检测储罐、管道和焊缝中的内部缺陷（例如裂纹、空隙或夹杂物）非常有价值。RT提供可以揭示隐藏缺陷的详细图像，帮助评估设备的状况。

③磁粉检测（MT）：磁粉检测用于识别铁磁材料的表面和近表面缺陷。它涉及应用磁场和使用磁性颗粒（通常是铁屑或磁性墨水）来检测裂纹、焊接缺陷或疲劳裂纹等不连续性。MT通常用于评估储罐和管道系统焊缝的完整性。

④液体渗透检测（PT）：液体渗透检测是一种用于检测无孔材料表面缺陷和裂纹的方法。将渗透液体施加到表面，并在特定的停留时间后，去除多余的液体。然后使用显影剂从任何表面缺陷中吸出渗透剂，使它们可见以供检查。PT适用于评估阀门、配件和其他部件的表面完整性^[4]。

⑤涡流检测（ET）：涡流检测利用电磁感应来检测导电材料的表面和近表面缺陷。它可有效检测金属中的裂纹、腐蚀或材料退化，并可用于检查热交换器管或管道等部件的壁厚变化。

⑥热成像测试（IRT）：红外热成像测试涉及测量设备部件表面的温度变化。红外热像仪捕捉热图像，揭示可能表明缺陷或弱点的温度异常。IRT对于检测储罐和容器中的绝缘退化、热点或泄漏等问题非常有价值。

⑦声发射测试（AE）：声发射测试监测材料在受到应力或压力时释放的声信号或声波。它通常用于连续监测储罐和压力容器，以检测裂纹扩展或其他损坏机制的发生。

3.3 分析方法

分析方法是化学工业中用于评估和监测化工仓储设备状况的一项先进技术，涉及使用各种仪器和技术来分析设备性能、检测故障并预测潜在问题。这些方法包括：①振动分析：振动分析涉及测量和分析泵、电机和搅拌器等旋转设备产生的振动。振动模式的变化可能表明存在机械问题，例如不对中、不平衡或轴承磨损。连续振动监测可以及早发现故障，防止设备故障并减少停机时间。②分析化学技术：各种分析化学方法，如气相色谱法（GC）、液相色谱法（LC）和质谱法（MS），用于分析储存物质的化学成分。

这些方法能够无形中加强质量控制，确保储存的化学品种符合规定的标准，并且不会腐蚀或降解储存设备。

③电磁检测：电磁检测方法，如涡流检测（ET）和漏磁（MFL），用于评估储罐底部和地下管道的状况。这些技术可以识别难以到达区域的材料腐蚀或变薄情况，而无需直接访问。④远程监控和传感器技术：配备各种传感器（压力、温度、湿度、腐蚀等）的远程监控系统不断从存储设备收集实时数据。先进的数据分析和机器学习算法处理这些信息以预测设备健康状况，从而实现预测性维护策略^[5]。⑤非侵入式检测技术：创新的非侵入式检测技术，例如激光诱导击穿光谱（LIBS），可以对存储设备表面进行快速化学成分分析。这些方法可以帮助评估材料完整性并识别潜在的腐蚀或缺陷^[6]。

4 结束语

综上所述，化工仓储设备的维护与管理，不仅仅是一种责任，更是一项必须完成的艰巨任务。在具体实践过程当中，必须实施多样化的故障诊断技术，包括目视检查、无损检测和分析方法，尽显它们的技术优势，延长设备的使用寿命，最大限度地减少事故和停机时间，在充满活力的生产环境中更好地维护行业声誉以及公众信任，从而创造出最大化的经济效益、社会效益和生态效益。

参考文献：

- [1] 罗洋洋, 张喜玲. 状态监测与故障诊断技术在化工设备维护中的应用 [J]. 山西化工, 2023, 43(11): 129-130+133.
- [2] 杨万辉, 龚文文. 石油化工设备运维管理的相关措施 [J]. 精细与专用化学品, 2023, 31(12): 78-79.
- [3] 韩东钊, 刘之新. 探究化工设备的维护与检修 [J]. 中国石油和化工标准与质量, 2023, 43(19): 35-37.
- [4] 张富星. 石油化工设备管理及优化举措研究 [J]. 中国石油和化工标准与质量, 2023, 43(17): 83-85.
- [5] 李建科. 基于化工设备管理的化工机械维修保养技术探索 [J]. 世界有色金属, 2023, (14): 32-34.
- [6] 王昌海, 王绍凯, 黄东生. 石油化工仓储设备维护与故障诊断技术研究 [J]. 中国化工贸易, 2023, 15(13): 145-147.

作者简介：

高东（1982-），男，汉，山东济宁人，工程师，研究方向：化工设备维保技术、大型机组诊断技术、气化炉黑灰水处理技术。