

# 油储设施的可靠性评估与设备管理策略

程志勇（中海油气（泰州）石化有限公司，江苏 泰州 225300）

**摘要：**随着石油储备和运输业务的不断扩大，油储设施的可靠性评估与设备管理显得尤为重要。通过科学的可靠性评估，可以有效降低设备故障率，延长设施使用寿命，确保石油储备工作的顺利进行。这种评估不仅涉及对现有设备的性能和安全性的全面检查，还包括对未来潜在风险的预测和预防措施的制定。它还要求对设备的维护和检修工作进行合理规划，以期达到最佳的运行效率和成本效益。因此，一个全面而系统的可靠性评估体系对于石油储备设施的长期稳定运行至关重要。

**关键词：**油储设施；可靠性评估；设备管理；风险评估；设备维修

## 0 引言

油储设施作为石油储存、调配和运输的关键节点，其可靠性直接影响到国家能源安全和石油行业的运行效率。然而，由于长期的运作负荷和外部环境的影响，油储设施的设备经常面临故障风险。因此，可靠性评估与设备管理成为保障油储设施安全、高效运行的核心工作。如何通过合理的评估方法和科学的管理策略，确保油储设施的可靠性，是当前行业面临的重要课题。

## 1 油储设施的可靠性评估

### 1.1 设备故障模式分析

在油储设施中，设备故障是影响系统可靠性和安全性的主要因素。设备故障不仅会导致生产中断，还可能引发环境污染或安全事故。因此，及时识别潜在的故障风险，采取有效的维护措施，是保障设施正常运行的关键。常见的故障模式包括管道泄漏、储罐腐蚀、阀门失效、泵设备故障等，这些问题往往发生在设备的特定部位。

例如，管道泄漏可能由于长期受压力或腐蚀作用而发生，储罐的腐蚀问题则可能与油品的腐蚀性、储存环境的温湿度等因素有关。通过对这些故障模式的分析，企业可以识别出设备最容易发生问题的部位，从而进行有针对性的维护和改进。故障模式分析通常依赖于设备的历史故障数据、定期的现场检查，以及现代化的监控手段，如传感器、智能监控系统等，实时跟踪设备的运行状况。这种数据驱动的维护策略能够帮助企业在故障发生之前进行预防性修复，减少停机时间，提高设备的使用寿命和安全性，保障油储设施的稳定运营<sup>[1]</sup>。

### 1.2 可靠性评估模型

为了有效定量化评估油储设施的可靠性，通常采用一系列可靠性评估方法，如 FMEA（故障模式与效

应分析）和 FTA（故障树分析）等。这些方法能够深入分析设备各个部件的潜在风险，识别出可能导致系统失效的关键因素。FMEA 通过逐项评估每个部件的潜在故障模式及其后果，分析这些故障对整体系统功能的影响，从而为预防性维护和改进提供指导。FTA 则是一种自上而下的故障分析方法，通过构建故障树模型，系统地识别和量化各类故障事件的关系，并通过逻辑分析推导出设备故障的可能原因。利用这些方法，可以对各类故障进行概率计算，量化设备在不同工作条件下的故障风险，从而为管理者提供数据支持。通过建立数学模型，结合历史数据和现场测试结果，能够预测设备在未来可能的故障率。这种科学的评估方法不仅有助于及时发现潜在风险，还能优化维护资源配置，提高油储设施的可靠性和安全性，为管理决策提供可靠依据。

### 1.3 设备健康监测

健康监测是提升油储设施可靠性的关键手段之一，它通过先进的技术手段，实时监控设备的工作状态和健康状况，有效降低设备故障的发生风险。传感器和实时监控系统是健康监测中的核心技术，它们可以安装在设备的关键部位，如管道、储罐、阀门、泵等，通过采集设备的温度、压力、振动、流量等数据，全面了解设备的运行情况。实时监控系统将这些数据实时传输至中央控制平台，进行集中管理和分析。通过对大量数据的分析，能够及时发现设备在工作中可能存在的异常，提前预警潜在的故障风险。例如，通过监测管道的压力变化，可以预测可能出现的泄漏风险；监测储罐的温度变化则可以揭示可能的腐蚀问题。数据分析不仅有助于及时发现隐患，还能够为维护和维修决策提供科学依据，避免设备故障的发生，延长设备的使用寿命<sup>[2]</sup>。

## 2 油储设施的设备管理策略

### 2.1 预防性维护与预测性维护

传统的油储设施设备管理通常依赖于定期的检查和维护，但这种管理方式存在一些局限性，容易导致过度维护或遗漏关键问题。定期检查虽然能够一定程度上确保设备的正常运行，但它的实施常常基于固定的时间周期，而忽视了设备实际运行状况的差异性。例如，某些设备可能因长时间未出现故障而没有受到充分关注，而另一些设备则可能因为频繁检查而发生过度维护，导致不必要的维修成本和资源浪费。因此，传统的管理方式在某些情况下并不能有效保证设备的可靠性和安全性。

为了克服传统管理方式的不足，结合可靠性评估，采用预防性维护和预测性维护成为更加先进和高效的管理策略。预防性维护侧重于根据设备的使用周期和工作条件，定期进行检查、更换和保养，确保设备处于最佳工作状态。虽然它可以减少突发故障，但由于维护时间是根据时间周期设定的，因此仍然可能出现过度维护或错过一些潜在故障的情况<sup>[3]</sup>。相比之下，预测性维护通过实时数据采集和分析，结合趋势预测技术，能够根据设备的实际运行情况，预测可能出现的故障。通过对设备的健康状况进行持续监测，可以识别潜在的故障风险，并提前进行维修或更换，避免设备在关键时刻发生故障，从而降低设备的故障率和停机时间。预测性维护不仅有助于优化维护计划，提升资源使用效率，还能够减少维护成本和不必要的停机时间，提高油储设施的整体可靠性和安全性。借助大数据分析、人工智能等技术，预测性维护可以在精确的时间点进行干预，极大地提升设备管理的科学性和高效性。

### 2.2 智能化管理系统

随着信息技术的迅速发展，智能化管理系统已逐渐成为提升油储设施可靠性的重要工具。传统的设备管理方式通常依赖于人工巡检和定期检查，这虽然能够保障设备的基本运行，但效率较低且容易忽视潜在风险。而智能化管理系统通过集成先进的传感器、物联网技术、实时监控系统和数据分析平台，能够在整个设备生命周期内对其进行全面、实时的监控和管理。这种系统可以实时采集设备的各类运行数据，如温度、压力、流量、振动等信息，通过数据传输至中央平台，实现集中监控和分析。

智能化管理系统不仅能够实时跟踪设备的工作状

态，还具备自动报警功能。当设备出现异常或超出预设的安全阈值时，系统会立即发出警报，提醒管理人员进行及时处理。与此同时，系统还能够自动生成维护计划，根据设备的运行数据和故障预测结果，为管理人员提供科学的维护建议，避免过度维护或遗漏关键问题。这种精准的维护策略可以大大提高设备的可靠性和运行效率。此外，智能化管理系统还支持远程诊断和控制功能，管理人员可以通过远程终端实时查看设备运行情况，并根据需要进行调整或控制操作。这种远程管理方式不仅提升了设备管理的响应速度，还有效减少了人工巡检的频率和成本，优化了资源配置，提高了油储设施的整体运营效率和安全性。通过智能化技术的应用，油储设施的管理不再依赖于传统的人工检查，而是变得更加高效、精准和灵活。

### 2.3 设备生命周期管理

设备的生命周期管理是确保油储设施设备可靠性的重要策略之一。设备生命周期管理不仅涵盖设备的采购、安装、运行、维护直至最终报废的全过程，而且通过对每个阶段的精细管理，最大程度地提升设备的使用效率和可靠性。通过有效的生命周期管理，油储设施能够对设备的运行状态进行全面监控和优化，及时发现和解决潜在问题，减少不必要的维修费用和停机时间，保证设备能够在高效、安全的状态下持续运行。

在设备的生命周期管理过程中，可靠性评估发挥着至关重要的作用。通过对设备的可靠性评估，管理人员能够在设备的不同阶段（如安装、运行、维护和报废）制定出针对性的管理策略。在设备采购阶段，可靠性评估有助于选择适合油储设施运行环境和工作负荷的设备，确保设备在安装后的高效运行。在设备运行阶段，基于实时监测和数据分析，可以识别设备的磨损情况、故障趋势等，从而提前安排必要的预防性维护或故障预测，避免突发性故障的发生。对于设备的中期运行，生命周期管理可以帮助判断设备是否达到最佳运行状态，是否需要进行大修或更新<sup>[4]</sup>。当设备进入报废阶段时，生命周期管理帮助评估设备的剩余价值，判断是否仍具备继续使用的条件，或是否需要提前更换。

在这一过程中，通过精确的管理，油储设施能够平衡维修和更换成本，确保设备资源的最佳利用，并为未来的设备采购提供数据支持。整体而言，设备生命周期管理通过科学的决策和合理的资源配置，有助

于提高设备的综合效率，延长设备的使用寿命，降低运营成本，同时保障油储设施的安全性和可靠性。

### 3 优化油储设施管理的建议

#### 3.1 加强设备管理人员培训

设备管理人员的专业素养对设备管理效果具有直接影响，尤其是在油储设施的设备维护与故障处理方面，管理人员的技术水平和应急处理能力至关重要。为了确保设备的高效运转和可靠性，定期开展设备管理和维护技能培训成为必不可少的环节。通过培训，管理人员能够掌握设备运行原理、故障诊断方法、维修技术等基础知识，并学习使用先进的监控工具和数据分析方法，提升他们的技术素养。除了基础的技术培训外，定期的应急处理能力培训也十分重要。在油储设施中，设备出现故障时往往需要迅速反应和处理，特别是在高危环境下，及时而准确的应急措施能够避免事故的扩大。通过模拟应急演练、案例分析等方式，培训帮助管理人员熟悉可能发生的紧急情况，并培养他们在压力环境下做出决策和处理问题的能力。这种培训不仅提高了管理人员的实战能力，还增强了他们的团队协作精神，确保在设备故障发生时能够迅速协调处理。

#### 3.2 推动信息化与自动化发展

推动油储设施管理的数字化转型，采用先进的信息化和自动化技术，不仅有助于提高设施的管理效率，也为设备的维护与故障预防提供了更加精准和智能化的手段。数字化转型的核心是建立一个完善的设备信息数据库，将设备的运行数据、维修记录、故障历史等信息集中管理和分析。通过数据采集和实时监控系统，所有关键设备的运行状态都能在一个平台上进行实时跟踪，确保管理人员随时掌握设施的健康状况。

结合大数据分析技术，油储设施能够从大量的历史数据中提取规律，进行设备故障的早期预警与精确诊断。通过对设备性能数据的长期积累与趋势分析，可以识别出潜在的故障风险，并在设备出现问题之前采取相应的维护措施。这种前瞻性的管理方式不仅能够有效降低设备的停机时间，减少突发性故障的发生，还能提升设备的整体可靠性和安全性<sup>[5]</sup>。此外，数字化转型还使得油储设施的管理更加智能化，通过自动化控制和远程诊断，管理人员能够在任何地方通过数字平台实时监控设备状态、调整运行参数，甚至远程进行故障处理。这种智能化管理手段极大地提高了设施的运营效率，同时也减少了人工成本和人为错误的

发生，为油储设施的高效、安全运营提供了有力保障。

#### 3.3 加强风险评估与应急管理

油储设施定期进行风险评估，并制定科学的应急预案，是保障设施安全和设备可靠性的关键措施之一。通过风险评估，管理人员可以识别出设施运行过程中可能存在的隐患，及时发现潜在的安全风险，如设备故障、管道泄漏、火灾等。风险评估不仅帮助预测和规避可能发生的事故，还能为制定有效的应急预案提供依据，确保在突发事件发生时有充分的应对策略。

应急预案应根据不同类型的突发事件制定详细的应对流程，包括应急处置措施、紧急停机操作、人员疏散路线、救援资源配置等。通过定期演练和模拟演习，员工能够熟悉应急预案，掌握紧急情况下的处置流程，提高他们在真实事故中迅速应对的能力。此外，应急处理培训是保障设施安全的重要环节，定期开展包括火灾、爆炸、化学泄漏等多种突发事件的应急培训，能够让员工在面对复杂情形时，能够保持冷静并快速作出判断，减少事故损失和人员伤害。通过强化应急响应机制，不仅能有效减少设备故障或突发事件对设施安全的影响，还能提高设施的应急处理能力，确保在事故发生时最大程度地降低对生产和人员的危害，保障油储设施的稳定运行和员工的生命安全。

### 4 总结

综上所述，油储设施的可靠性评估与设备管理是确保石油储备和运输安全、提升设施使用效率的关键。通过采用科学的可靠性评估方法和合理的设备管理策略，可以有效减少设备故障，延长设施使用寿命，保障油储设施的高效稳定运行。随着技术的进步，未来油储设施管理将更加智能化、自动化，能够更好地应对日益复杂的运营挑战，推动石油行业的可持续发展。

#### 参考文献：

- [1] 胡大刚.成品油储罐油气回收系统改造的安全管理[J].化工管理,2017(19):72-73.
- [2] 周晓峰.成品油油储罐安全分析以及安全措施[J].工程建设与设计,2016(10):21-22.
- [3] 张静,樊建春,温东,等.基于故障树的油气管道泄漏模糊可靠性评估[J].油气储运,2020,29(6):6.
- [4] 罗富绪.结构可靠性评估在管道风险管理中的应用[J].油气储运,2021,20(9):51-52.
- [5] 董绍华,韩忠晨,刘刚.管道系统完整性评估技术进展及应用对策[J].油气储运,2024(02):33.