

# 输油站场设备维修浅析

武万茂 张伍儿

国家管网集团西北公司中卫维抢修中心 宁夏回族自治区 中卫 755000

**【摘要】：**输油站场设备是原油输送的关键设备，其可靠运行是保障能源供应链畅通的基础。基于此，本研究聚焦输油站场设备维修，对预防性、修复性、改进性及综合性维修方式进行分类阐述，分析不同维修方式的特点与适用场景。结合输油泵等核心设备，探讨基于设备重要程度、故障特性、维修成本和技术条件选择维修方式的方法，并通过输油泵维修应用实例进行验证。研究表明科学合理的维修策略对保障输油站场设备稳定运行至关重要，未来需融合数据化管理与全生命周期理念，提升维修精度与经济性。

**【关键词】：**输油站场；设备维修；维修方式

DOI:10.12417/2705-0998.25.14.038

## 引言

输油站场作为原油输送的关键枢纽，汇聚了输油泵、工艺管道、过滤系统、阀门等各类设备，其稳定运行直接关系到原油输送的安全性与高效性。这些设备在长期运行中受介质腐蚀、机械磨损、压力波动等因素影响，不可避免会出现密封失效、部件磨损、管路堵塞等故障。若不能及时有效地维修，轻则导致输量下降、能耗增加，影响原油输送正常进行；重则引发泄漏、爆炸等安全事故，造成巨大经济损失，甚至污染土壤与水源<sup>[1]</sup>。因此，结合设备特性制定科学合理的维修策略，选择恰当的维修方式，对保障输油站场设备可靠运转、降低安全风险具有重要意义。

## 1 设备维修方式的分类

### 1.1 预防性维修

预防性维修是通过检查、检测等手段发现故障苗头，从而防止故障发生，维持设备规定运行状态的维修活动，主要有定期维修和状态维修。定期维修是当设备使用到规定时间后对其进行拆修或报废处理，例如，输油站场的工艺管道按照行业规范每两年要开展一次全面的耐压检测和防腐处理；输油泵的滚动轴承，通常设定在运行 8000 小时后进行拆检或更换。这种方式的优势是计划性强，便于提前安排维修人员、备件等资源，但缺点是可能出现设备部件状态尚好，却仍需按既定周期进行维修的情况<sup>[2]</sup>。状态维修是每隔一定时间记录设备的运行状态参数，如压力、温度、振动幅度等，再将这些参数与预设的标准值进行比较，根据比较结果决定是否进行维修。例如，过滤系统通过监测进出口的压差来判断滤芯是否需要更换；输油泵密封腔的温度一旦超过 85℃，就启动维修程序。这种方式能有效避免无意义的停机维修。

### 1.2 修复性维修

修复性维修是设备发生故障后采取相应措施使其恢复到规定状态的维修活动，主要有事后维修和状态监控维修。事后维修是当设备发生故障或者性能下降到合格水平以下时进行的非计划性维修，适合应对事先无法预计的突发故障。例如，小型闸阀的密封面出现泄漏、仪表传感器意外损坏等情况。虽然这种维修方式可能会造成短时停机，但对于维修过程简单、对生产影响范围小的设备来说，更为经济实惠。状态监控维修是针对那些不宜采用上述维修方式，但又不能放任不管的设备，通过积累以往的故障信息，分析故障原因和故障趋势，对设备的可靠性水平进行连续监控。这种维修方式不规定设备的使用时间，因此能最充分地利用设备寿命，让维修工作量降到最低。例如，对于偶发故障较多的电机轴承，通过监测振动数据的变化趋势来预判维修时机，经济性十分突出。

### 1.3 改进性维修

改进性维修是指在完成设备维修任务的同时结合设备运行中的常见问题对其进行针对性改进或改装，从而从根本上提高设备的固有可靠性、维修性和安全性。这种维修方式能有效降低同类故障复发率，延长设备稳定运行周期<sup>[3]</sup>。例如，将输油泵的手动润滑系统改为自动注油系统，通过定时定量注油减少人工操作误差导致的润滑不足；把冷却水管路的碳钢材质更换为 316 不锈钢，增强管道抗腐蚀能力，显著降低泄漏故障发生频率。此外，对输油管道的老旧阀门进行智能化改造，加装电动执行器，也能提升操作精准度和安全性。

### 1.4 综合性维修

综合性维修是将上述各种维修方式组合起来，取长补短进行的维修活动。

作者简介：武万茂，（1974），性别男，民族汉，籍贯宁夏，单位国家管网集团，学历专科，职称员级，研究方向为（输油站场设备维修浅析），单位，国家管网。

例如，输油泵采用“轴承定期更换+密封系统状态维修”的组合模式，在进行大修时同步对轴封结构进行改进。这种模式能够适应输油站场复杂的工况，平衡维修成本与设备的可用性<sup>[4]</sup>。维修方式会随着社会和生产的不断发展产生新的形式，相信随着物联网、智能诊断等技术的应用，未来会出现更精准、更高效的维修方式。

## 2 设备维修方式的选择

### 2.1 基于设备重要程度的选择

设备在输油站场生产中的作用决定了维修方式的优先级。核心设备如输油泵、主输管道等，直接影响原油输送的连续性，需以“预防性维修为主、修复性维修为辅”。例如，主输管道作为原油输送的核心通道，采用每2年一次的定期耐压检测（试验压力为工作压力的1.5倍），同时通过外壁腐蚀探针和内壁智能清管器，实时监测腐蚀深度和速率。当监测数据显示局部腐蚀速率超过0.2mm/年时，提前安排防腐修复，避免按固定周期维修可能出现的“过修”或“欠修”<sup>[5]</sup>。而非核心设备如小型阀门、辅助仪表等，可采用事后维修。像取样阀、排气阀等小型阀门，单台价值通常低于2000元，其密封面泄漏后更换密封垫片即可恢复功能，单次维修耗时不足1小时，对生产影响极小。若对这类设备采用定期拆解检查，每年仅人工成本就会增加数万元，反而得不偿失。

### 2.2 基于故障特性的选择

不同设备的故障规律差异需匹配对应的维修策略。对于故障模式固定、有明确寿命周期的部件，如输油泵轴承（磨损随运行时间线性增长），适合定期维修。某输油站数据显示，轴承运行至8000小时后振动幅值超标概率达30%，因此设定每7500小时进行预防性更换，较故障后维修减少非计划停机80%。对于故障与运行状态强相关的设备，如过滤系统（堵塞程度与进出口压差直接关联），状态维修更为高效。在过滤器进出口安装压差变送器，当压差超过0.3MPa时自动报警，触发滤芯更换，较传统每月拆检减少耗材浪费40%<sup>[6]</sup>。若设备故障具有随机性且后果轻微，如小型仪表传感器损坏，事后维修经济性更优。例如，温度传感器突然失效，可临时启用备用仪表，待停产间隙更换，单次维修成本不足500元，远低于每月校准的维护成本<sup>[7]</sup>。此外，对于重复出现的同类故障（如冷却水管路腐蚀泄漏），应结合改进性维修。例如，某站将冷却水管路的碳钢弯头更换为316不锈钢材质后，同类泄漏故障从年均12次降至2次，维修成本下降85%。

### 2.3 基于维修成本的选择

维修方式的选择需平衡成本与效益。定期维修的优势是可提前规划资源，但可能产生“过剩维修”成本（如更换状态良好的部件）；状态维修虽能减少无效维修，但需投入监测设备（如振动传感器、压差计）。例如输油泵密封系统，若采用每6个

月定期更换机械密封（每套成本1500元，年均3000元），约30%的密封件更换时仍处于良好状态；改为在密封腔安装温度传感器（初始投入800元），当温度超过85℃时触发更换，年均更换2次，总成本降至3800元，虽略高于定期更换，但减少停机时间20小时（每小时输油量损失约50吨），间接挽回损失数万元。对于低价值设备（如小型闸阀），事后维修的人工及备件成本（单次约500元）远低于预防性维修的前期投入<sup>[8]</sup>。例如，某站对DN50以下闸阀采用“故障后更换”模式，较季度检查维护每年节省成本2.3万元。

### 2.4 基于技术条件的选择

维修方式需与站场的技术能力相适配。状态维修依赖实时监测数据，需配备传感器、数据传输及分析系统，适合自动化水平较高的站场。例如，某智能化输油站搭建了设备监测平台，对输油泵、压缩机等关键设备安装振动、温度、压力传感器，数据通过5G传输至云端分析，可提前72小时预警潜在故障，状态维修覆盖率达80%。若缺乏监测条件，可优先采用定期维修保障基础安全。对于自动化水平较低的小型站场对输油泵执行每3个月一次的润滑油检测和振动人工测量，虽精度不及在线监测，但能满足基本安全需求，且设备投入仅为智能化改造的1/10。改进性维修则需结合设备改造能力，例如，将输油泵的手动润滑系统改为自动注油系统，需具备机械设计和电气控制能力。某站联合设备厂家完成改造后安排技术人员参加专项培训，确保能独立完成系统调试和故障排除，避免改造后因维护能力不足导致新故障。对于技术储备不足的站场，可先通过综合性维修（如“定期检查+简单状态监测”）过渡，逐步提升维修精度。

## 3 输油泵维修应用实例分析

### 3.1 输油泵故障类型

输油泵作为输油站场的核心动力设备，其故障类型与发生频率直接影响原油输送效率。根据某输油站近5年的设备故障统计数据（累计记录故障326起），输油泵主要故障类型及发生概率如下表1所示。

表1 输油泵主要故障类型及发生概率

| 机构名称 | 典型故障描述                  | 故障次数（起） | 占比（%） | 平均故障间隔时间（小时） |
|------|-------------------------|---------|-------|--------------|
| 泵本体  | 动、静部分碰磨，旋转部件脱落，泵严重毁坏    | 45      | 13.8  | 2800         |
| 保护装置 | 机组危险时不能正确动作，导致次生故障      | 28      | 8.6   | 3500         |
| 过滤系统 | 进油管过滤器失效，原油杂质进入泵体造成叶轮损伤 | 89      | 27.3  | 1500         |

|      |                           |    |      |      |
|------|---------------------------|----|------|------|
| 冷却系统 | 机械密封冲洗管堵塞或泄漏，冷却效果下降引发密封磨损 | 63 | 19.3 | 2100 |
| 润滑系统 | 润滑油泄漏或缺失，轴瓦润滑不足导致烧毁       | 56 | 17.2 | 2300 |
| 密封系统 | 润滑不足或振动过大造成机械密封磨损，进而损坏轴承  | 45 | 13.8 | 2600 |

### 3.2 泵类设备通常的维修方式

结合上述故障数据及设备运行特性，输油泵维修需针对不同机构的故障规律制定差异化方案：

(1) 针对过滤系统（年故障频次约 18 次），采用“在线监测+状态维修”模式：在过滤器进出口安装压差传感器，当压差超过 0.3MPa（对应杂质堵塞预警值）时触发维修指令，年均可减少非计划停机 4-6 次，较传统季度检修降低维修成本 22%。

(2) 冷却系统因泄漏类故障占比达 68%（43/63），实施“定期巡检+改进性维修”：每周检查冲洗管接口密封状态，同时将原金属接头改为耐高压橡胶接头，改造后故障间隔时间从 2100 小时延长至 3200 小时，维修频次下降 34%。

(3) 润滑系统采用“定期换油+状态监测”结合方式：按 2000 小时周期更换润滑油（对应表 1 中平均故障间隔），同时

通过油液光谱分析检测铁含量（预警值 $\geq 15\text{ppm}$ ），近 3 年提前发现轴瓦磨损隐患 12 起，避免重大故障 7 起。

(4) 泵本体与密封系统作为关键机构，执行“预防维修为主+备用件保障”策略，每 8000 小时进行解体检查，同时储备 2 套机械密封组件和 1 套叶轮备件，故障响应时间控制在 4 小时内，较无备件状态缩短 67%。

(5) 保护装置实行月度校验制度，对压力继电器、温度开关等关键元件进行动作测试，确保触发精度误差 $\leq \pm 2\%$ ，近 5 年因保护失效导致的次生故障为 0。日常维护中通过振动传感器（监测范围 10-1000Hz）和红外测温仪（精度 $\pm 1^\circ\text{C}$ ）对泵体进行实时监测，将数据上传至站场管理系统，当振动幅值超过 4.5mm/s 或轴承温度 $\geq 80^\circ\text{C}$ 时自动报警，形成“监测-预警-维修”的闭环管理。

## 4 结语

总之，输油站场设备的稳定运行是保障原油输送安全高效的核心，而科学合理的维修策略则是设备可靠运转的关键支撑。本研究通过对设备维修方式的分类解析，结合输油泵等核心设备的维修实例，阐述了预防性维修、修复性维修等方式在不同场景下的应用逻辑，既要依据设备故障规律选择适配方案，也要通过状态监测、改进性维修等手段持续优化。未来随着智能化监测技术的发展，输油站场设备维修需进一步融合数字化管理与全生命周期理念，不断提升维修精准度与经济性，为输油行业的安全稳定发展筑牢设备保障防线。

## 参考文献：

- [1] 田小平.关于输油站场设备管理问题的探讨[J].化工管理,2022(31):99-101.
- [2] 陈莹;吕文全;何月娇.浅谈输油站场设备管理的几点做法[J].化工管理,2022(06):56-58.
- [3] 刘苏毅.输油站场工艺管线的完整性管理[J].化学工程与装备,2021(06):45-48.
- [4] 李东全;韩鹏;王锐.浅谈输油站场完整性管理[J].中国管理信息化,2020(05):90-93.
- [5] 张润;魏会勇;王宏斌;徐万华.输油站工艺管线的腐蚀管理研究[J].化工设计通讯,2023(04):33-35.
- [6] 尚路野.输油站场工艺管线的腐蚀管理[J].化工管理,2023(27):110-112.
- [7] 朱中文.成品油长输管道站场设备维修管理探讨[J].中国石油和化工标准与质量,2021(20):33-35.
- [8] 黄恩涛.长输管道站场机械设备维修策略优化及实践[J].油气储运,2023(04):45-48.