

大型输油站库冬防保温工作探索与实践

石运亮（中国石油化工股份有限公司胜利油田分公司油气集输总厂，山东 东营 257000）

摘要：结合北方地区大型输油站库冬季生产运行特点，系统梳理站内生产运行各环节薄弱点，从工艺流程优化与设备管理提升两方面入手，明确底水流程、死油管段、雨排系统、消防系统等冬季防冻凝重点的管控措施，规范燃油泵、储油罐、加热炉、电气仪表等设备的冬季运行管理，避免出现管线、阀门冻凝导致的泄漏以及机泵设备冻坏引起的生产事故，确保燃油站库冬季安全平稳运行。

关键词：输油站库；冬防保温；冻凝

中图分类号：TE8；TE973

文献标识码：B

文章编号：1674-5167(2025)015-0147-03

Exploration and Practice of Winter Prevention and Insulation Work of Large-scale Crude Oil Depots

Shi Yun liang(Oil and Gas Gathering and Transmission General Plant, Shengli Oilfield Branch, China Petroleum and Chemical Corporation, Dongying Shandong 257000, China)

Abstract: Combined with the characteristics of winter production and operation of large-scale oil transmission stations in northern China, this paper systematically sorts out the weak points of each link of production and operation in the station, starts from the two aspects of process flow optimization and equipment management improvement, clarifies the key control measures of winter anti-freezing and condensation such as bottom water flow, dead oil pipe section, rain drainage system, fire protection system, etc., standardizes the winter operation and management of oil pumps, oil storage tanks, heating equipment, electrical instruments and other equipment, and avoids leakage caused by freezing and freezing of pipelines and valves and production accidents caused by freezing of pump equipment. Ensure the safe and stable operation of the oil station depot in winter.

Keywords: chemical pipe; pitting corrosion; cracking; analysis of corrosion failure

北方地区冬季气温低，室外温度长期处于冰点以下，由于水的存在导致低温下管道介质内的液体凝结膨胀，其结晶过程产生的分子内应力远大于管道与设备的机械设计强度，极易导致管道破裂、设备冻坏，对大型输油站库而言，存在内部原油等易燃易爆介质泄漏风险，不安定因素大大增加，严重时甚至引发火灾爆炸事故。本文对大型输油站库内常规设备、常用流程进行细致梳理，以站内装置区域、工艺流程为主线，针对如何做好、做实冬季安全管理，避免出现管线冻凝破裂、设备冻坏泄漏等生产难题，提早梳理生产运行各环节中的薄弱点，制定细致、可执行的防范措施，加大重点部位、关键装置的巡回检查力度及频次。在现场生产实践中，笔者从自身生产管理经验出发，关键把握住存水点这一核心要素，通过本文进行了系统梳理和总结。

1 概述

大多数北方输油站库储油罐以2万m³及以上外浮顶罐为主，输油泵配有离心、螺杆两种类型，原油储运工艺管网也均作保温处理，生产辅助系统如自动化控制系统、供配电系统、污水系统、雨排系统、消防系统、氮气系统等同样根据各自生产实际相应配置，对最低外输油温有要求的部分输油站库还设有加热

炉、换热器等提温装置。北方大部分冬季区主要从当年11月15日至次年3月15日为止，冬季气温降至冰点以下极易伴随有大范围雨雪、寒流、冰冻等极端天气出现，若出现工艺管网、消防管线冻凝，装置冻坏、阀门冻裂等设施损坏，极易造成原油泄漏、消防系统失效等安全环保事故。同时由于冬季部分设备、装置采用电伴热及空调等辅助增温措施，用电负荷增加也存在电气火灾等安全风险，为确保安全生产应主动作为，从系统思维出发采取积极有效的防冻、防凝应对措施。此外，北方冬季具有温度变化大、气温下降快、持续时间长等特点，干燥、强风、雨雪、浓雾、冰冻等恶劣天气频繁出现，易给安全生产带来较大的影响，使得输油管线凝管风险增大，特殊作业频次增加，管线高回压对日常运行及原油输量的影响增大，生产设备长时间处于低温环境下运行，机械故障率增高，造成内部生产系统运行不畅。

2 优化工艺运行

2.1 底水流程罐间循环

原油储罐作为最常用的储油设施，对于输油站而言，虽然进站来油有严格的含水指标控制，但在实际生产运行中，即使是含水在0.5%以下的合格来油，因自身重力作用部分游离水也会因油水密度差在储油

罐内沉降分离，久而久之在罐底汇集形成水层。为确保油品质量，必须将储油罐内明水切除至规定标准，因此大部分输油站设计有底水流程，在收发油管线之下装有底水管线，通过底水泵抽汲后集中输送至工艺池或工艺罐内。底水管线大部分在罐区埋地敷设，一般只有从罐体到入地段为地上管线，而正常运行时底水管线内介质基本为水，因此该地上段为冬季易冻凝管段。虽然该地上部分均作保温处理，但遇到极端天气时，该死水段若长时间不流动也存在管线冻凝、阀门冻烂风险。因此在日常生产实践中，应密切关注区域天气预报，提前将工艺池或工艺罐排水并降至最低液位，若长时间低温天气，需及时倒通底水流程，通过底水流程的罐间循环定期消除地上管线的死水段，避免异常情况的出现。

2.2 死油管段低凝油置换

在冬季运行中，应提高雨雪、暴雪、冰冻等极端恶劣天气的预警力度，做好沿线地温变化、进出站油温波动监测，加强异常天气条件下到站、进罐、外输原油的质量监控和化验分析，特别做好高凝含蜡原油的重点监控，增加巡检强度，一定要细致且全面的进行巡检，不遗漏任何一个环节。针对工艺管网的保温情况进行提前检查，确保所有保温环节良性运转，不出现任何差错。对破损待修补部位列入冬防保温专项整改计划。针对常温顺序输送、掺混配输运行的输油管道，在掺混前根据掺混比对掺混后的油品进行粘温特性评价，明确其最低外输温度，适时调整掺混比例或提高加热炉温度；在掺混后根据运行情况，及时关注泵回压及下站到站温度，若出现泵回压急剧增大或下站到站温度急剧下降情况，应及时调整工艺参数确保安全平稳运行。

大型输油站库的配输流程相对复杂，倒罐阀组区域管线、阀门多且杂，针对不同的情况制定不同的方案。高凝油残留容易导致死油管段冻堵，所以实际操作中，要摸排死油管段的情况，针对死油管段的预防冻凝，最有效的方式就是低凝油，用低凝油品置换之前要预热管段，从管段高点向低点慢慢推进，采取循环冲洗的方法，清除高凝油残留物，同时配合注入清管剂和水力冲洗的方法，全面清理。置换结束，通过凝点检测或者内窥镜检查的方式确保置换效果达到预期目标，以上可有效解决冻凝风险，保障输油系统安全稳健运行。

2.3 雨排系统提早放空

目前输油站库的雨排系统主要包括两部分，一是生产工艺区内雨排系统，二是储罐区雨排系统。生产工艺区雨排系统主要指清管区、计量区、换热区、阀

组区、泵棚区等生产区域内的排水系统，通常为雨水落到建筑物、装置、道路等表面，然后汇流至排水沟后集中外排；储罐区的排水系统除收集地面、设备、构筑物等表面雨水外，最主要接收来自罐顶中央排水管直排雨水，由于中央排水管存在穿孔风险，因此罐区围油堰内均设有隔油池，防止中央排水管穿孔导致含油雨水外排造成环保事故。无论是生产工艺区还是储罐区的雨排系统均会集中到雨排池进行外排，雨排池一般设置三个区域即初期雨水池、雨水监控池、事故水池，雨水先进入初期雨水池收集30分钟表面无油花后再进入雨水监控池排出站外，事故水池为罐区消防系统灭火产生的污水存放池，三个雨水池间均有流程通过雨水泵进行连通，此外雨水监控池内还设有强排泵防止暴雨引起的水淹。冬季运行前，要完成雨排系统内雨排沟、雨排管线的排空放水工作，积水及时清理，此外还要完成雨排动力设备如雨水泵、强排泵的维护保养工作，泵油箱更换润滑油、电机加注润滑脂，定期盘泵并做好记录。

2.4 消防系统定期试运

在消防系统运行方面，主要从消防管网提早放空、消防储罐规范检查、消防动力设备定期试运三方面着手准备。冬季来临之前，需提前放空消防管线，一是及时排空消防稳压系统竖管杂质，铁锈、水垢、泥沙是消防稳压系统的常见杂质，这些杂质很容易造成喷头堵塞、阀门磨损、降低泡沫混合效率，所以要及时清理这些杂质，确保消防稳压系统的良性运行。二是及时排空并清理消防泡沫系统的竖管的杂质，确保排空阀全面排空后保持关闭状态，至少保证所有泡沫栓球阀开关一次并排空。

消防阀组间内提前投用暖气或电伴热，每班定期关注阀组间内温度变化，确保暖气正常投用或电伴热完好，定期投用消防上水管线对消防罐进行补水，如果发现消防水池有结冰现象，可采取机械破冰或者热力融冰，冰层厚的采取防爆型冰钻分层破冰，消防通道有积雪也要及时清理保证运行车安全行驶。同时，可以采取有效的物理保温方案防止冰冻现象出现，确保室内温度保持零度以上，可以使用泡沫玻璃保温层、电伴热带、太阳能加热盖板等方式加热。定期试运消防电动泵和柴油机泵机组，启动之前做好相关的检查工作和准备工作，确保机械系统和电气系统有效运行，发现问题及时处理。

3 强化关键设备管理

3.1 输油泵机组

输油泵机组是影响输油站输油效率与安全的核心设备。对于输油泵机组的管理，主要从伴热带投用、

排污管线保温、润滑油更换几方面提早准备。在冬季运行前，检查泵本体保温以及伴热带等提温设施是否完好，做好电伴热绝缘检查，提前对伴热设施送电试运，明确送电点位的伴热带走向，避免出现加热盲区，沿管线路由画好伴热布置图，各伴热带送电处做好现场标识，根据温度变化提前启用伴热带，备用泵泵体伴热保持常开，确保异常情况下随时备启。输油泵机组润滑油应无乳化、杂质，确保低温下润滑油流动性以及启泵前润滑系统管路循环流动畅通。同时确保检泵前过滤器、出口管线和排气管路的畅通。

3.2 原油储罐

原油储罐是影响大型原油库存管理的关键设施，冬季低温环境是原油储罐的安全运行所面临的严峻挑战，为保证储罐冬季稳定运行，在此之前，需要对原油储罐从结构设备安全、技术检测、定期检查等方面进行全面管控。首先对原油储罐设备进行细致且全面的检查，罐体是否变形，浮顶排水系统是否完好、密封带是否老化，各个阀门是否有积水、杂质是否全面清理干净等。如发现设备老化及时更换。定期对中央排水阀门放空排水，检查储油罐静电导出装置、接地系统、消防系统及其他附件是否完好，定期检尺并与远传钢带液位计或雷达液位计对比，确保读数准确、不失准。冬季低温情况下，通过加热系统使罐内原油温度控制在凝点以上，每日使用红外热成像仪检测加热效果；检查浮顶排水软管保温层是否完好，排空管内积水，避免冻结胀裂，如果遇到极端天气，适当加入防冻液。雨雪天气，也要排查积水和积雪情况，检查关键设备是否冻住，及时清理避免出现冻堵现象。

3.3 加热设备

加热炉与换热器作为输油站库加热提温的耗能大户，针对加热炉要优化运行参数，高热值燃料与低热值燃料混用时需要重新校对空燃比，定期清理燃气喷嘴和燃油雾化器，通过精细化的管理、定期维护，确保加热炉与换热器零泄露和零爆管、高效传热，长期稳定运行。整体实现提效节能“上岗”。对于换热器，应确保蒸汽循环畅通，避免长时间静止，停机时及时排空，加强换热器保温，尤其是仪表、阀门等易受低温影响部分，增大换热器巡检力度，提早做好问题整改落实，可有效减少换热器冬季运行异常频次。

3.4 电气仪表

冬季雨雪冰冻期间，凝露和冻胀等极端环境容易导致电器仪表失灵，甚至出现损坏，影响大型原油库存冬防保温工作的有序开展。加强电力设备运行排查，及时掌握供电运行情况，防止架空线路积雪结冰造成杆塔倒塌、断线，避免大风造成高空设备松动脱落。

冬季来临之际，对站内所有仪表安全联锁保护系统进行全面检查确认，要求安全仪表联锁系统投用率为100%，及时添加温度仪表测温套管内导热油，室外就地压力表、变送器引压管应保温完好，泄压阀引压管保持畅通，必要时开启电伴热。仪表设备选取耐低温设备，仪表外部做好保温防护措施，针对易冻部位采用保温箱与保护罩进行保护，防止冰冻现象出现。信号电缆采用屏蔽双绞线，避免寒冷期间导致绝缘层脆化漏电。冬季要安排专项巡查工作，确保仪表线盒的密封性，防止冷凝水浸入。

4 建立有效的冬防保温应急预案机制

除了优化工艺运行和强化关键设备管理之外，还需要建立有效的冬防保温应急预案机制，针对气象预警、设备异常、冻堵事件情形启动应急预案。制定冬防保温应急预案机制操作手册，确保所有人员熟知操作手册内容，组织所有人员进行培训，理论与实践两手抓，理论知识培训完，组织所有人员进行实际演练。成立专门的工作小组，如：指挥组、技术组、抢修组、巡检组、后勤组等，明确各个组别的工作职责和工作任务。一旦发生冰冻事故，各个小组可以及时响应，临危不乱，有序处理突发事件。针对这些突发事件，还需要从以往的抢修经验中总结经验教训，备足冬季抢险做需要的常规物质，以备不时之需，让每一个员工都熟知应急预案，真正做到未雨绸缪。

5 结语

为确保大型输油站库冬季安全平稳运行，需生产运行管理人员仔细对照上文所列工作清单及措施认真落实，有效保障输油站库冬防保温工作的标准化落实。在这个过程中，相关人员务必做好设备设施的日常检查工作，细致且全面排查所有潜在隐患风险，防止管线、设备冻凝等影响站库安全平稳运行的事故发生。相关单位要持续完善长效保护机制，推动冬防保温工作向“标准化、严格化”迈进，为输油业务高质量发展巩固安全屏障。

参考文献：

- [1] 蒲健全. 自动切水器在储运罐区的应用 [J]. 化学工程与装备 ,2010(1):3-3.
- [2] 刘斯林. 某厂雨排系统存在问题的分析与对策 [J]. 化工管理 ,2015(11):1-1.
- [3] 浅谈油田采油站冬防保温措施 [J]. 化学工程与装备 ,2019(5):26-27.
- [4] 翟凯. 长距离成品油输油设备冬防排水的重点与难点 [J]. 辽宁师专学报：自然科学版 ,2011,13(3):2.
- [5] 佚名. 冬防保温密织安全网 [J]. 中国石油企业 ,2014 (11):1.