

# 成品油管道储运损耗影响因素分析研究

曲 莹 (西部管道甘肃输油气分公司, 甘肃 兰州 730070)

**摘要:** 在成品油的储运过程中, 如何确保成品油在管道中储运的效率成为新的核心问题。这种效率不仅仅体现在时间上, 更体现在运输质量上。在管道自身完好无损的条件下, 由于不同因素的作用, 成品油在运输过程中也会出现一定的损耗。因此, 针对其进行深入研究, 对于提高成品油的利用率具有极其重要的现实价值。现阶段, 成品油管道储运损耗主要分为滴漏损耗、装卸损耗以及蒸发损耗三种。滴漏损耗主要是由于管道出现破损造成的, 出现的原因主要是管道检修工作不够完善, 对于隐患部位未能实现及时发现和修复, 因此, 该类损耗属于一种可以防范的损耗类型。本文提出成品油管道储运损耗影响因素分析研究, 通过本文的研究, 也希望可以为相关企业提供参考价值。

**关键词:** 成品油; 管道储运; 耗损

## 0 引言

随着社会各界居民日常生活质量的不断改善, 在社会经济的发展过程中, 使成品油等资源的使用总量随之增加, 所形成的输送管道建设规模逐渐拓展, 并且延伸出了大量的中管道类型, 能够为成品油等资源的输送提供助力支持。

现阶段在成品油储运中管道的使用过程中, 其安全性受到了社会各界的广泛关注, 为了保障成品油资源输送环节的稳定性, 应结合中长输送管道的运行情况, 对其予以全方位考虑, 提出有针对性的质量管控对策, 促进管道运行安全系数全面提升, 满足社会各界对于成品油等资源的储运需求。

## 1 成品油管道储运损耗影响因素分析

### 1.1 蒸发损耗产生机制分析

本质上, 蒸发损耗产生的原因是管道表面在交互电流的作用下产生的集肤效应引起的, 当管道中通交变电流时, 在电磁场的作用下, 电流会更加集中分布在管道的表面, 相对应地, 越靠近管道内部, 电流密度则越小。也正是这种集肤效应现象, 使得成品油在管道中出现了滞留现象, 产生所谓的蒸发损耗。当电流密度衰减到表面的  $1/e$  时, 集肤深度开始发挥对成品油的滞留作用。结合电磁学的理论知识, 利用麦克斯韦方程组推导集肤深度, 其可以表示为:

$$h = \sqrt{\frac{2}{\omega \alpha \lambda}} \quad (1)$$

其中:

$h$  表示管道的集肤深度;

$\omega$  表示通入电源的角频率;

$\alpha$  表示管道的电导率;

$\lambda$  表示管道的相对磁导率。

通过式 (1) 可以看出, 集肤效应的集肤深度主要与电流的频率有关。而电流频率的高低主要是以管道的运输量决定的, 因此可以将其转化为管道荷载量问题。

以此为基础, 本文开展了成品油管道储运损耗影响因素的分析研究。

### 1.2 参数设置

本文采用集肤效应电伴热技术对管道进行电伴热处理, 也就是伴热管和伴热电缆通交变电流, 在电磁场的作用下, 产生焦耳热, 作为对输油管道进行加热的恒定热源。

为了实现对成品油管道储运损耗数据的准确获取, 在 Workbench 15.0 平台上建立 Maxwell 2D 模块和 Fluent 模块。其中, Maxwell 2D 模块的作用主要是建立二维输油管道模型, 利用其实现对电磁生热总量的分析, 以此得到集肤效应电伴热系统对应的焦耳热功率。

在此基础上, 考虑到 Fluent 软件的操作较为复杂, 直接应用其构建管道不仅会带来巨大的时间开销, 对于操作技术的要求也较高, 因此, 本文在 Maxwell 2D 模块建立输油管道模型后再导入到 Fluent 模块中, 通过这样的方式降低分析研究的难度, 之后再集肤效应电伴热系统对应的焦耳热功率导入到 Fluent 模块, 实现对损耗的分析。

在构建模型过程中, 主要利用了电磁热流耦合原理, 模型中包含的参数包括输油管道的内外径、保温层厚度、混凝土层厚度、伴热管内外径、电缆的铜线、绝缘层和外护套尺寸等。在 Maxwell 2D 中建立二维管

道集肤效应电磁模型,如图1所示。

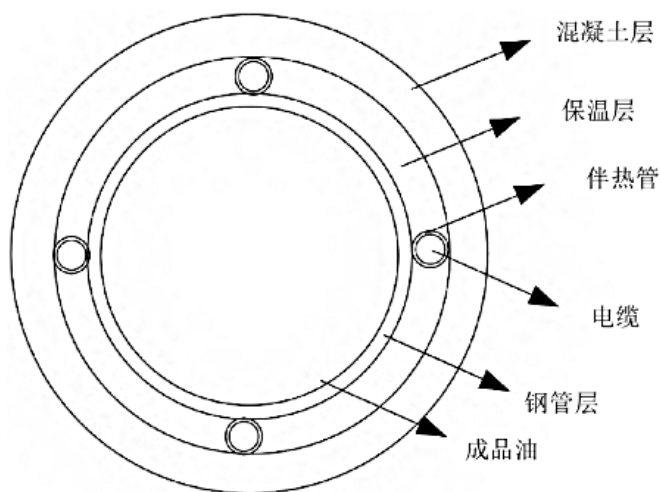


图1 二维成品油管道模型

从图1中可以看出,在构建的模型中,从内到外依次为钢管层、聚氨酯硬泡沫保温层和混凝土层,管道内部对应的电缆模型从内到外依次为铜线、交联聚乙烯绝缘层和发泡聚乙烯外护套。对模型的参数进行设置,并将其作为影响因素分析的基础。

## 2 影响因素分析方法

### 2.1 差异化集肤效应构建

在对集肤效应进行测试的过程中,电伴热技术对于电流的要求较高,如果电流太小,难以达到预期的加热效果,会降低集肤效应的强度,如果电流太大,需要高质量的供电电源和伴热电缆作为技术支撑。则本文结合了集肤效应电伴热的部分实际案例,设置了300、400、500和600A四组电流,来实现对集肤效应的对比分析。在具体的电加热过程中,电流的输出频率为工业适用范围较为广泛的低频段电流,本文选择50、100、200和400Hz四组频率作为对比分析的基准数据。

通过不断提高交变电流的频率,得到管道在50、100、200、400Hz频率交变电流下的集肤效应现象。

再将50、100、200和400Hz频率交变电流频率在管道中的衰减系数带入集肤深度的计算公式中,也就是式(1),得到在50Hz状态下,管道的集肤深度为1.02mm;在100Hz状态下,管道的集肤深度为0.75mm;在200Hz状态下,管道的集肤深度为0.50mm;在400Hz状态下,管道的集肤深度为0.35mm。通过这样的方式得到不同管道的集肤设置参数值,并将其作为影响因素分析的指标之一,对管道的储运负荷以

及成品油流速在损耗方面的影响展开分析研究。

### 2.2 影响因素分析结果

在此基础上分别在不同集肤深度条件下,在管道内输入不同程度的成品油储运负荷,计算其蒸发(滞留)损耗。

首先,在集肤深度条件下输入过盈量1.0%的成品油储运负荷。当管道的过盈量为1.0%,随着成品油在管道内流速的增加,其损耗量逐渐降低,表明管道中成品油的运输速度越快,由于集肤效应产生的损耗越低。

其中,当集肤深度以1.02mm为基准,流速为0.25m/s时的损耗与流速为1.00m/s时损耗差异最为明显,表明集肤深度值越大,速度对损耗的影响越明显。而且,通过分析4种不同集肤深度下成品油流速与损耗之间的关系发现,当集肤深度为1.02mm,运输速度为1.00m/s下的损耗达到172.6645g/km,而当集肤深度为0.35mm,运输速度为0.35m/s时的损耗仅为160.2217g/km,因此,表明集肤效应对成品油损耗的影响明显大于运输速度。

随着成品油管道运输速度的增加,其损耗表现出一定的下降趋势,同时集肤效应对于损耗带来的影响明显大于运输速度。随着管道负荷过盈量的增加,成品油的损耗呈现出逐渐增加的趋势,与过盈量1.0%的负荷状态相比,过盈量2.0%状态下成品油的损耗上升了20.00g/km左右,过盈量4.0%状态下成品油的损耗上升了55.00g/km左右,过盈量6.0%状态下成品油的损耗上升了125.00g/km左右。

这表明管道的负荷也是影响成品油损耗的重要因素之一,二者之间的关系为管道过盈量越高,管道储运损耗越大,且这种损耗的增加是以倍数的形式增长的。

## 3 提升成品油储运中管道安全性的有效对策

### 3.1 适当处理成品油资源,遏制管道腐蚀源头

在社会经济的发展过程中,各个行业对于成品油的资源总量相对较大,与成品油生产行业之间有着较大的粘性。为此,在成品油资源的输送过程中,若无法保障管道内部具备优良环境条件,则会导致成品油等资源与管道进行粘连,不仅不利于保障成品油资源的质量,还会在影响管道安全性的基础上,导致管道的使用周期逐渐缩短,为腐蚀等问题的出现提供了可能性。

为了有效解决上述基本问题,从成品油资源输送

作业的前期准备环节入手。

首先采取有效措施,促进预处理工作全面开展,对成品油资源的自身性能予以改善,助力中长输成品油输送作业的落实,采用预处理的形式,通过管道的运输介质质量,保障运输环境的安全性。

其次,对于成品油管道输送作业来说,应结合实际所涉及的基础设施予以完善,在基础设施的建设过程中,确保各方面参建部门能够相互协调,加大对中长输成品油管道运行环节的管控力度,使其安全系数得以全面提升。

最后,为了获得更加优良的预处理工作成效,还应从设计、建设、实际应用等方面入手,解决相关基本问题。

### 3.2 建立实时监测系统

对于成品油管道来说,在运行过程中应加大对该类管道的管理力度,使其能够持续处于安全、稳定的运行状态。为此,在日常的管理作业中,检测工作应同步开展,若发生成品油泄漏等现象时,能够及时对其加以处理,避免此项危害程度日益扩大。为此,需要积极引进先进的自动检测技术,有效解决成品油泄漏等问题,并明确泄漏的具体位置,从而提出有针对性的应对措施,确保成品油泄漏等问题得以顺利解决,降低成品油泄漏等风险发生概率,避免对周边居民和生态环境造成影响。

为了加大对中长输成品油管道运行问题的防范力度,需要在管道的运行管理阶段,借助先进技术的支持,对管道运输环节予以严格管控。例如:在使用声波检测技术时,若油管道出现泄漏等现象,可以借助声波振动的形式,保障报警环节的及时性,进而及时找出漏点的具体位置,为维修作业的开展提供便利性支持。

现阶段,管道输送已经成为了成品油运输和管理的主要方式之一,由于管道建设的特殊性以及成品油运输的高要求性,管道内部状态的监测一般是周期性进行的,这就导致其内部的滞留等问题无法得到及时解决,对内部的实际情况缺少客观了解。而这也是造成成品油损耗的关键原因之一。

本文提出成品油管道储运损耗影响因素分析研究,以蒸发损耗为研究对象,在分析了其形成原因的基础上,从集肤深度、运输速度和管道负荷三个角度展开了研究,并得出以下结论:

①在集肤深度和运输负荷一定的条件下,成品油

在管道内的运输速度越快,损耗越低,相对应地,成品油在管道内的运输速度越慢,损耗越高;

②在成品油在管道内的运输速度和运输负荷一定的条件下,集肤深度值越大,损耗越高,对应地,集肤深度值越小,损耗越低。且集肤深度对损耗的影响明显大于运输速度的影响强度;

③成品油在管道内的运输速度和集肤深度一定条件下,管道的运输负荷越高,损耗越高,且此时的损耗随着负荷的增加呈现出倍数增长的特征。

### 3.3 强化储运设备运维管理

首先,储运管理人员及运输人员应对储油装置的密闭性进行检查,从整体角度出发观察其是否出现破损或者密封效果不好等问题,尤其是对呼吸阀、管道等装置的应用效果进行全面检查,判断其是否出现故障问题或者损伤。其次,做好日常储运运输工作中的保养,即将投入使用的运输设备需要做好保养工作,包括对设备动力装置、传输装置、调节装置的保养,观察并判断其是否出现相应的问题,如出现问题需要及时更换新型的装置,并对其进行气密性检验,检验结果合格后方可将其投入到油品的运输之中。最后,设备的运维管理应做好相应的记录,由专门人员负责对油品储运装置的管理,对其储存环境、储存方式等进行控制,根据日常工作内容进行调节,并做好记录工作,切实保障投入运营中的油储装置和运输装置状态良好。

#### 参考文献:

- [1] 李海蓉,池恒,胡翔,等.输油管道防腐用漆酚钛聚合物涂层在模拟环境下的应用性能测试与对比分析[J].全面腐蚀控制,2021,35(12):16-21+40.
- [2] 李玉婷,焦春晖,张华欣.论提升成品油管道计量管理降低管道输送损耗[J].化工管理,2020(08):12-13.
- [3] 邱亮亮,杜明俊,甄洁,等.基于内置式集肤电伴热的输油管道传热特性数值研究[J].石油工程建设,2021,47(06):44-48.
- [4] 王洪达,刘杰,李岷衍,等.输油管道竖直90°弯管冲蚀模拟研究[J].中国科技信息,2021(23):81-84.
- [5] 颜佳,黄一,王晓娜.基于交叉验证梯度提升决策树的管道腐蚀速率预测[J].腐蚀与防护,2021,42(11):68-74.
- [6] 廉成斌,李军,唐建华,等.基于无人水下航行器的海洋输油管道外检测应用研究[J].舰船科学技术,2021,43(21):105-108.