

二

航油管道完整性管理的现状分析

管道完整性管理目前已成为全球危险品管道安全技术发展的重要趋势，国际各大管道公司采用的完整性技术管理内容包括管道失效分析、数据采集与管理、风险评价技术、检测与监测技术、完整性评估技术、管道修复技术与风险减缓技术等，并形成一整套完整的完整性管理的标准。

航油管道作为特殊的油气管道，在完整性管理方面起步较晚。自 2015 年《油气输送管道完整性管理规范》出台后，航油管道企业逐渐开始认识到管道完整性管理对管道运行安全起着重要作用，加快推进航油管道完整性管理进程。在一些新建管道、在役管道上广泛应用管道的内外壁的腐蚀检测、内检测、安全风险评价、焊缝缺陷分析、地质灾害风险评价、管道修复技术，建设航油管道完整性管理平台、阴极保护自动测试和测漏系统等信息化管理系统。但是，与国内先进的管道企业相比还具有一定的差距，如管道大数据库的建立和应用、风险评价技术比较单一。航油管道输送介质的特殊性的影响，设计标准和运行管理的不同，现有的标准、规范很难全部应用于航油管道，应制订适合航油管道的完整性管理标准、规范。

三

航油管道的风险评价

(一) 航油管道的特性

航油管道与其他油气管道相比，在管道设计、施工工艺、输送介质等的管控更加严格，安全性能更加可靠。

1. 在设计方面：大部分的航油管道做内外防腐处理。输油管道外壁采用 3PE 防腐。防腐层厚度不小于 2.7 毫米，其中环氧涂层厚度大于 120 微米，胶粘层厚度大于 170 微米，保证 3PE 的耐腐蚀性和粘附性。管线内壁采用高压无气喷涂工艺，用 036-1 和 036-2 耐油防腐涂料普通级进行防腐，涂层干膜厚度不小于 200 微米，防止管道内壁的防腐层出现气孔等缺陷。管道内外壁防腐处理，大大降低航油管道中的游离水、硫化物对输油管道内壁的腐蚀。随着炼钢技术的不断提高，钢材成分中的氢和硫含量得到有效的控制，大幅度减少管道发生应力腐蚀和氢致开裂的现象。

2. 在施工方面：航煤管道与其他成品油管道在焊接工

艺和质量管控的要求不同。航油管线通常要求采用氩弧焊打底向下焊盖面的氩电联焊工艺，保证航油管道内部的洁净度。航油管道对焊接质量有明确的要求，环形焊缝需全部 100% 进行射线探伤检查，弯管与直管段焊缝以及未经试压的管道碰死口焊缝，均应采用 100% 超声波检测加 100% 射线检测。超声波检测一次合格率 100%，无损探伤一次合格率在 96% 以上，一级片率在 94% 以上，从本质上保证航油管道的安全可靠。

3. 在输送介质方面：航煤管道输送的介质是 3 号喷气燃料。依据《3 号喷气燃料》(GB6537) 的规定：3 号喷气燃料总硫含量不大于 0.2% (质量分数)，外观无水分、杂质。3 号喷气燃料与原油、汽油、柴油等其他成品油相比，对管道内壁腐蚀的危害最小。

(二) 影响航油管道的危害因素

管道完整性管理是基于管道安全风险评价基础上，对识别出来的影响管道安全的危害因素进行评价，通过检测、监测等技术手段及时发现并消除影响管道安全的隐患，保证管道的运行安全。

1. 管道危害因素的分类

管道危害因素分类主要分为 3 大类。一是与时间有关的危害。包括外腐蚀、内腐蚀、应力开裂和氢致开裂。二是稳定因素的危害。包括管体焊缝缺陷、管体缺陷、管体环焊缝缺陷、弯头缺陷。三是与时间无关的危害。包括第三方机械损坏、自然灾害、占压。

2. 航油管道危害因素

通过对航油管道近年来失效情况的统计和分析，结合航油管道的特点，导致航油管道失效的危害因素主要是内外腐蚀、第三方机械损伤和自然灾害。

(三) 航油管道风险评价方法

航油管道风险评价方法分为定性风险评价法、定量风险评价法和半定量风险评价方法。其中风险矩阵法 (LS) 中由于能够快速进行风险排序最为常用。

风险矩阵法 (简称“LS”)， $R=L \times S$ 。其中，R 是危险性 (也称风险度)，事故发生的可能性与事件后果的结合，L 是事故发生的可能性，S 是事故后果严重性。R 值越大，说明该系统危险性大、风险大。