

# 输油管道安全生产运行控制措施研究

李卓衡（中国航油集团石油股份有限公司，北京 100012）

**摘要：**油气管道是我国油气资源运输的“大动脉”，管道安全运行与否十分重要。文章对输油管道现行管理现状进行了思考，从管理结构、管理模式、风险管理等方面分析了输油管道运行安全管理存在的问题，立足实际问题，提出了针对性的优化管理策略。旨在消除管理盲区与薄弱点，全面推动管道安全有效平稳运行。

**关键词：**输油管道；安全风险；评价；防控

## 0 引言

伴随着我国经济发展进程日益加快，我国对于石油的需求量与日俱增，石油管道属于石油运输过程中必不可缺的设施，其安全性直接影响着石油运输的进展。但输油管道在实际运行时往往受到诸多因素的影响，由此诱发安全风险。所以，对输油管道安全生产运行控制加大研究力度，已成为确保石油管道安全运行的关键举措。

## 1 输油管道安全风险评价与防控的重要性

输油管道安全风险评价与防控的重要性不言而喻，主要体现在如下几个方面：

第一，有效保障人民生命财产安全。石油管道如果爆发泄漏、爆炸等安全事故，一方面会对人民群众的生命财产安全造成极大的威胁，另一方面还会对周围环境造成不可挽回的破坏，使得社会遭受不可预测的经济损失。所以，对输油管道实施安全风险评价与防控可以在很大程度上预防和避免爆发安全事故，确保人民群众的生命财产安全不侵害。

第二，有效维护国家能源安全。输油管道作为国家能源输送中不可或缺的设施，其安全性也直接影响着国家能源安全。对输油管道实施安全风险评价与防控，可以第一时间发现并妥善解决潜在的安全风险，以此保证输油管道的正常运行，确保国家能源足够安全。

第三，有效保护生态环境。输油管道如果发生泄漏，便会直接影响附近地区的生态环境，对这些地区的土壤、水体等都会造成不同程度的污染。所以，对输油管道实施安全风险评价与防控，可以有效避免由于石油管道泄漏等事故引发的环境污染与生态污染，有效保护生态环境。

第四，确保能源稳定供应。能源运输离不开输油管道，因此输油管道的安全运行会直接决定能源供应稳定与否。对输油管道实施安全风险评价与防控，可

以确保能源稳定供应，防止由于输油管道发生事故而致使能源供应出现异常，导致社会经济发展受到负面影响。

第五，增强应急响应能力。对输油管道实施安全风险评价与防控可以有效增强应急响应能力，第一时间发掘并妥善处理潜在的安全风险，将安全事故扼杀在摇篮里。

## 2 输油管道安全风险评价方法

### 2.1 风险识别

风险识别是实施输油管道安全风险评价的重要基础，此环节旨在筛查有可能引发事故的因素。该环节可通过多种方式推进，如资料分析、现场勘查还有专家访谈的。资料分析主要是对石油管道的设计图纸、施工记录、运行数据等实施全面而深入的剖析，从而找出潜在的安全隐患。现场勘查指的是对输油管道的实际运行工况实施严格勘察，勘察内容主要有管道经过的地形、地质条件还有周围环境等等，从而筛查出有可能引发管道安全事故的因素。专家访谈指的是邀请相关领域的权威专家对输油管道的实际运行工况和存在的安全风险加以评估。凭借以上措施能够全方位鉴别输油管道在设计、施工以及实际运行等诸多方面的潜在安全风险。

### 2.2 风险评估

风险评估指的是对风险识别环节鉴别出的安全风险实施定量分析或定性分析，以此判断其风险严重水平及风险发生的概率。该环节往往需借助定量分析法和定性分析法相结合的方式实现。定量分析通常涵盖了故障树分析（FTA）与事件树分析（ETA）。故障树分析指的是借助创建故障树，剖析管道系统故障可能出现的原因和相关路径，由此核算风险发生的概率并预判可能引发的后果。事件树分析指的是立足于特定事件，剖析其可能的演变过程和引发的后果，对风险严重水平加以评估。定性分析通常借助安全检查表

(SCL) 与危险和可操作性研究 (HAZOP) 等方法实现。安全检查表指的是对输油管道的每一个环节进行严格检查, 筛选出潜在的安全风险, 并实施针对性的整改。危险和可操作性研究指的是对输油管道的整个操作流程进行全面剖析, 鉴别有可能存在的操作风险, 并对故障模式进行识别和调整。

### 2.3 风险控制

风险控制指的是基于风险评估, 参照风险的严重程度还有发生的概率针对性的设计风险控制方案。方案中主要涵盖的内容有风险避免、风险减轻、风险转移以及风险接受的。在这之中, 风险避免指的是借助改变设计方案、施工还有运行模式来有效控制风险。风险减轻指的是记住一定的措施有效削弱风险或减小风险发生的概率。风险转移指的是借助保险、合同等措施, 把风险转移到其他地方。风险接受指的是当某些风险不能削弱或避免的情况下, 必须提前制定科学可行的应急方案, 以有效应对事故发生。凭借以上风险控制措施能够有效削弱输油管道的安全风险, 为其安全运行保驾护航。

## 3 输油管道安全风险防控的相关策略

### 3.1 强化管道设计和管理

#### 3.1.1 全面考虑地形、地质和气候因素

设计人员在设计石油管道的过程中应当全面考虑地形、地质还有气候等一系列因素, 并实施全方位的剖析和评估。地形与地质条件会在很大程度上影响管道的铺设方式、埋深程度还有支撑结构, 气候因素会显著影响管道的寿命与防护方法。所以, 设计人员在设计的过程中必须确立与管道运行环境相吻合的管道材料与施工工艺, 由此才能保证输油管道可以在不同的自然环境中安全、稳定运行。除此之外, 设计人员还必须充分考量气候的未来变化趋势, 以及有可能对管道安全产生影响的一系列人类活动。

#### 3.1.2 创建完善的管道运行管理制度

为保证输油管道安全、稳定运行, 必须创建完善且科学的管道运行管理制度, 该制度应当包含管道运行操作规程、管道维护保养制度等。管道运行操作规程必须清晰的规定管道的详细操作流程、安全检查的流程还有事故处理流程及要点, 由此保证运行人员可以遵循标准化的流程完成各项操作。管道维护保养制度必须保证对管道还有相关附属设施实施严格而全面的检查与维护, 以确保能够第一时间发现并妥善处理安全隐患。

### 3.2 优化管道防腐措施

#### 3.2.1 运用阴极保护技术

阴极保护指的是借助施加外部电流令管道表面成为阴极而确保管道不受腐蚀的有效保护措施。该技术能够减轻或避免管道受到腐蚀, 确保管道的使用寿命得到有效延长。阴极保护技术常用的有两种, 一种是牺牲阳极法, 另一种是强制电流法。牺牲阳极法指的是在管道表面安装比钢铁耐腐蚀性更差的金属, 例如锌、铝等, 将这类金属作为腐蚀的阳极, 由此对管道形成有效的保护作用。强制电流法指的是在管道周围安装一定的电极, 借助外部电源给管道输送电流, 令管道变为阴极, 从而起到有效的保护作用。以上两种方法均少不了监测人员的定期监测与维护, 由此才能保证防腐效果。

#### 3.2.2 防腐涂层的筛选与施工

防腐涂层是另一类使用频率较高的管道防腐措施, 防腐涂层能够在管道表层构成一层有效的保护膜, 从而防止氧气、水以及其他腐蚀性物质与管道接触, 由此避免管道被腐蚀。筛选适宜的防腐涂层及施工工艺对是由管道尤为关键。在选择防腐涂层材料时必须要确保附着力、耐腐蚀性以及耐候性均足够优良。在实际施工过程中必须保证涂层的均匀性, 同时要满足施工规范。除此之外, 监测人员必须定期对涂层实施严格的检查, 若有缺漏应当及时加以修复, 从而保证输油管道受到良好的防腐保护。

### 3.3 加强管道监控和检测

#### 3.3.1 实时监控系统的部署

为确保能够第一时间发现石油管道运行过程中的问题, 必须不断加强管道运行监控与检测。为了确保输油管道运行状态能够受到实时监控, 必须在管道的核心部位安装各种先进的监控设备, 例如助摄像头、压力计还有流量计等, 重点监控管道的流量、温度和压力等相关核心参数。摄像头的主要功能是监测管道周围的环境, 第一时间发现管道外部损害情况和异常活动。流量计的主要功能是监测管道内部的油流量, 从而保证输油量与相关要求完全吻合。压力计的主要功能是实时监测管道内的压力情况, 据此可以准确判断管道有无可能发生泄漏的安全隐患。借助有线网络或无线网络可以将以上监控设备与中央监控系统相连, 如此便能高效实现数据的实时传输与剖析。

#### 3.3.2 大力推行智能监测技术的应用

智能监测技术在管道监控及检测方面的广泛应

用,促使我国能源运输领域实现了重大的技术突破。基于物联网(IoT)、大数据分析以及人工智能(AI)的智能监测技术,一方面能够有效提高输油管道监控与检测的整体效率,另一方面还能有效提升管道检测的精准性。拼接在输油管道上安装各种先进的传感器,智能监测技术变革实现管道运行数据的实时收集与传输。这些检测数据通常会直接反映管道内部的压力、温度还有管道的弯曲程度以及外部环境等,这无疑为管道安全、稳定运行提供了极大的数据支持。借助大数据分析技术对收集到的数据信息进行深入全面的剖析,能够得到精准的检测结果。人工智能(AI)算法的应用将令数据处理过程越发智能化,拼接该技术可以在庞大的数据信息中筛选出风险因素,同时一旦发现风险因素便会第一时间进行报警。在实践方面,智能监测技术已帮我国数字完成安全隐患的筛查和预警,对我国能源输送的顺利进行起到了极大的保障作用。除此之外,智能监测技术还可以参照管道运行的详细数据对管道的运行参数予以合理的优化,从而有效提升管道运输的整体效率。如此一来,不但能够有效节省能源,还可以缩减运行成本,大幅度提高我国能源运输的经济效益。

### 3.3.3 定期进行人工巡检

输油管道必须定期接受人工巡检,巡检人员必须要掌握扎实的专业知识和高超的检查技术,如此才能确保人工巡检质量,及时发掘管道运行中的安全隐患,并对发现的安全隐患予以妥善处理,保证管道能够可靠、安全的运行。通过以上措施能够有效降低输油管道安全事故出现的概率。

### 3.4 创建健全的应急预案

应急预案指的是针对有可能出现的安全事故提前设计好应对方案。应急预案通常涵盖事故预警、响应级别、应急组织的结构、应急资源的分配还有详细的应急措施等。在确立应急预案的过程中,必须全面考量事故发生的概率以及有可能引发的后果,同时要考虑需要用到的资源和应急处理所需的时间。应急预案必须要具备极高的可操作性、灵活性以及适应性,从而确保在实际应急情况下可以高效执行。应急预案的确立必须要与法律法规的相关规定完全吻合,以保障应急预案的合规性与合法性。除此之外,相关负责人必须定期对应急预案加以评估和调整,从而保证能够有效的应对处于演变状态中的安全风险。借助以上

措施,能够有效保障当安全事故出现的情况下可以第一时间加以妥善应对,尽可能的削弱事故危害性。

#### 3.4.2 定期组织应急演练

应急演练的组织旨在检验和增强应急预案的实效性。通过组织应急演练,能够找出应急预案中的漏洞,增强应急响应人员的安全意识同时提升应急响应人员的应急能力,还可以增强各应急部门、机构还有人员之间的高效沟通与协作。应急演练必须要定期组织,同时要参照具体需求加以调整。应急演练能够对各类事故场景进行有效模拟,例如泄漏、爆炸等,从而保证应急响应人员能够在事故真正发生时快速响应、冷静应对。在组织应急演练的过程中必须要保证演练的真实性和全面性,要最大限度的还原事故场景。演练过程中必须要确保相关人员的安全,防止出现意外事故。演练结束后必须要对演练结果加以客观而准确的评估和反思,找出应急方案的不足并进行针对性的改进。

### 4 结论

本文提出了风险识别、风险评估还有风险控制等输油管道的安全风险评价方法。通过对设计、施工、运行还有维护等各个环节的风险因素予以精准鉴别和评价,提出了一系列科学可行的输油管道安全风险防控策略。笔者希望借此引起相关部门和人员对输油管道安全风险的高度重视,并通过有效的防控措施不断强化输油管道的安全管理,共同为输油管道的安全运行保驾护航,为我国能源工业与经济发展提供强有力的保障。

#### 参考文献:

- [1] 吉叶.基于GIS的输油管道运营安全风险管理研究 [D].中国矿业大学,2022.
- [2] 王腾.输油管道泄漏燃爆对邻近桥墩安全风险响应研究 [J].西部交通科技,2021(10):66-69.
- [3] 骆驰,雷俊峰,石继训.公路隧道下穿高压输油管道的安全风险控制研究 [J].现代隧道技术,2019,56(1):200-204.
- [4] 苏杰,傅晓军.海底输油管道安全管理探索 [J].石化技术,2021,28(5):192-193.
- [5] 蔡文超,唐岩,石斌.输油管道安全生产运行控制措施分析 [J].全面腐蚀控制,2021,35(11):88-90.

#### 作者简介:

李卓衡(1989-),男,民族:汉,籍贯:辽宁省葫芦岛市,学历:硕士研究生,职称:工程师,研究方向:油气储运。