

输油气站场完整性管理与关键技术应用

刘同燕（山东莱克工程设计有限公司，山东 东营 257000）

孙建科（国家管网集团工程技术创新有限公司，天津 300000）

摘要：随着油气管道建设的不断发展，管道腐蚀、泄漏等问题日益突出。管道完整性管理是对管道进行有效监控，确保管道安全、经济运行的一项技术管理活动。完整性管理是将完整性评价与风险评估相结合，对管道进行主动风险管控。油气站场作为油气管道的重要组成部分，其安全运行直接影响到油气输送效率和成本，站场完整性管理技术应用将对油气输送安全和环境保护起到重要作用。油气站场完整性管理是一个系统工程，需要从体系设计、风险评估、腐蚀防护、完整性评价、设备设施管理、应急响应和运行维护等方面开展工作。

关键词：输油气站场；完整性管理；关键技术；应用

随着国家社会经济的不断发展和能源需求的增长，输油气站场建设和使用越来越普遍，而站场完整性管理在整个输油气站场生命周期中具有重要的地位。站场完整性管理是指运用管理、技术、操作等手段对输油气站场内的各类设备、管道等纵向建设和横向经营全过程进行有效控制和保障的管理体系和技术方法。它对站场设施的安全运行具有重要的保障作用，是实现安全、高效、可持续地输送油气的重要保障。当前，随着气源利用的多样化，输气站场建设的规模和数量不断增加。同时，一些失责和疏漏事件也频频发生，导致严重的环境和经济损失，引起广泛关注。因此，针对输油气站场完整性管理所面临的挑战和问题，提出科学有效的站场完整性管理方法和措施，进一步提高站场的安全生产水平和工作效能。本文将重点探讨输油气站场完整性管理的特征及内涵及其关键技术应用，让读者进一步认识和掌握该方面的知识和技术，从而实现站场运行的安全高效和可持续发展的目标。

1 油气站场完整性管理的特征及内涵

油气站场完整性管理是基于风险评估的技术和方法，从设备设施、作业环境、人员等方面考虑，对油气站场可能发生的危害进行识别、分析和评价，制定针对性的管理措施，降低或消除危害因素，实现风险最小化，降低生产运营成本，提高油气站场安全运行水平。油气站场完整性管理包含从风险识别到风险评价再到风险管控的全过程。同时，完整性管理强调对管道实施全生命周期管理，贯穿于管道建设、运行和维护各阶段。完整性管理不仅包括对油气站场设备设施、作业环境、人员进行检测与评价，还包括对管道

本体、管道周边环境以及管道周围土壤等进行检测评价。完整性管理的关键技术包括基于风险的检测评价技术、风险控制技术等。

2 输油气站场完整性管理的问题

2.1 输油气站场完整性管理的资源投入不足问题

输油气站场完整性管理需要大量的资源投入，这包括人力、物力和财力等方面的支持。然而，现实情况是很多企业往往会忽视或者降低对完整性管理的重视程度，从而导致资源投入不足的问题。

造成这种情况的原因主要有以下几方面：

①对完整性管理的误解：一些企业可能认为完整性管理只是一项额外的成本，不必要的投入，而忽视了它对于企业稳定发展的重要性；②对管道完整性的误判：一些企业可能认为管道老化或磨损程度较轻，不需要做太多的投入，缺乏对安全隐患的认识和辨别能力^[1]；③经济压力大：随着市场竞争的加剧，企业面临着越来越大的经济压力，而完整性管理往往被放在次要的位置。

为了解决资源投入不足的问题，我们需要从以下方面进行思考：

①摒弃短期的盈利考虑，加强对完整性管理的投入；②采用科学的管道健康评价模型，建立一套完整性管理体系，确保投入的钱物精准而高效地运用；③合理调配资源，科学管理，提高工作效率，降低运维成本；④加强与政府的沟通，争取政策扶持和资金支持，提高完整性管理的资金投入。

综上，只有加强资源的投入，才能更好地保障输油气站场的安全完整性，实现输油气行业的可持续发展和更加稳健的经济发展。

2.2 输油气站场完整性管理的技术问题

①技术手段不可靠：目前完整性管理所采用的一些技术手段还不够成熟，缺乏标准化、信息化、智能化和可视化的特性，导致了一些细节方面的问题滋生；②数据采集和分析精度低：针对输油气站场进行完整性管理需要不间断地对设备、管道等进行检测、监测和维护，数据采集和分析的精度对于隐患的检测和处理至关重要。但是目前采用的一些监测和检测技术手段精度不够高，或者数据传输不够稳定，影响了数据分析的准确性；③技术标准尚未统一：完整性管理关乎安全生产、环保等多方面的因素，对技术标准和管理标准的要求很高。然而目前这些标准并未进行统一，各个企业所采用的标准不尽相同，导致完整性管理的执行存在差异^[2]。

2.3 输油气站场完整性管理的人员素质问题

输油气站场的完整性管理需要专业技术和管理人员具备较高的素质和技能，包括技术、管理、安全意识等方面。然而，目前输油气站场完整性管理仍存在一些人员素质问题，表现在以下几个方面：

①技术人才缺乏：输油气站场管理所需技术人员素质要求较高，要求掌握的技术较多，而目前机构和专业人才供应量较少，这导致了人才匹配困难；②管理人员水平不高：输油气站场的危险系数较高，管理人员尤其是一线监管人员的技能和素质不高，无法做到科学化安全管控；③安全意识薄弱：输油气站场涉及有毒、易燃等危险品，管道完整性问题一旦出现，就可能对环境和公众带来较大的危害，而一些从业人员对安全意识并不足够，缺乏对危险的及时认识和决策能力。

为了解决人员素质问题，我们需要从以下几个层面进行思考：

①加强教育和培训，提高从业人员技能及知识水平；②建立职业技能认证体系，规范从业人员的技能和素质，提高行业公信力；③加强安全意识教育和管理，提高从业人员对危险的认识和预判能力，增强安全意识；④吸引人才，通过高薪、优厚的待遇和福利等多种手段，从根本上保障输油气站场完整性管理人员的素质和数量；⑤采用智能化管理平台，提高从业人员的监管能力和管理水平。

3 站场完整性管理体系建设

3.1 站场完整性管理体系建设

站场完整性管理体系建设包括五个方面：一是建

立健全完整性管理组织机构，成立站场完整性管理工作领导小组。二是编制站场完整性管理手册，明确各岗位职责和工作内容。三是编制站场设备设施管理手册，明确设备设施分类、数量和具体情况。四是编制站场完整性评价手册，明确各类风险因素的风险等级及采取的风险管控措施。五是编制应急响应手册，明确各类突发事件的应急处置程序和处置措施。

为确保站场完整性管理工作顺利开展，需做好以下四个方面工作：一是根据实际情况进行站场完整性管理体系建设、二是编写站场完整性管理手册、三是编制站场设备设施管理手册、四是开展现场技术培训。



图1 输油气站场

3.2 站场设备完整性管理方针

设备完整性管理是管道管理的重要组成部分，其贯穿于油气站场全生命周期。油气站场设备完整性管理应该坚持以设备为中心和以人为中心的原则，通过建立有效的设备健康监测系统，实现对设备的全面实时监控；通过建立完善的设备定期检测、维修和保养制度，确保设备性能始终处于良好状态；通过建立完善的设备维护、维修计划和应急预案，提高设备的可靠性和可用性；通过对隐患排查和风险识别，及时发现问题，消除隐患，从而减少事故发生概率。

3.3 站场完整性管理原则

站场完整性管理以管道完整性管理理论为基础，以风险分析为核心，以腐蚀防护、设备设施管理和应急响应为重点，以可靠性和安全性评价为手段，对站场进行全生命周期的风险管控。

在站场完整性管理中，需要遵循以下原则：

①完整性管理必须贯穿于管道的整个生命周期；②完整性管理必须根据站场的特点进行设计；③完整性管理必须在管道工程设计阶段完成；④完整性管理

必须与站场设备设施的运行维护相结合；⑤完整性管理必须与站场风险管理相结合，在风险可接受的前提下，使站场风险处于可控状态，确保输油气站场安全平稳运行。

3.4 站场完整性管理目标

通过完整性管理技术应用，站场的整体风险得到降低，重要风险点得到有效管控，从而使站场实现安全、高效、环保运行。

具体目标包括：

①通过完整性管理技术的应用，减少管道失效事故，减少因腐蚀失效引起的泄漏，降低火灾爆炸事故风险；②通过完整性管理技术应用，对管道腐蚀因素进行主动预警与管理，及时进行腐蚀防护和检测与评价；③通过完整性管理技术应用，提升站场的运行效率和经济效益；④通过完整性管理技术应用，提高应急响应能力和运行维护能力。

3.5 站场完整性管理流程

站场完整性管理是一个系统工程，包括体系设计、风险评估、腐蚀防护、完整性评价、设备设施管理、应急响应和运行维护等环节。完整性管理流程主要包括：建立管理体系，开展风险评估，确定腐蚀防护措施，编制完整性评价报告，进行设备设施管理和风险控制，编写应急响应预案及演练计划等。

完整性管理过程中采用的关键技术包括：大数据平台技术、GIS（地理信息系统）技术、油气管道物理探测技术、管道内窥检测技术、超声波测厚技术、声波检测技术、无损检测技术等。随着完整性管理在油气站场中的广泛应用，将不断提高站场风险管理水平和管道安全保障能力，实现站场安全稳定运行。

4 场站完整性保障关键技术与应用

输油气站场的完整性管理在整个输油气行业中扮演着举足轻重的角色。随着技术和管理不断升级，完整性管理方式也在不断发展。本文对完整性管理的重要性、现有的管理技术手段及其应用情况进行了探讨。同时，本文还分析了当前完整性管理所遇到的困境和需要解决的问题，并提出了解决方案。

4.1 压缩机系统的关键部位监测技术与应用

压缩机是输送天然气的重要设备，其工作环境恶劣，长期处于高温、高压、高速气流中，容易发生机械故障。针对压缩机系统的故障诊断与预测技术，通过安装在压缩机上的传感器，可以实时监测到压缩机组在运行过程中的状态参数。包括振动信号、温度信

号、压力信号等，根据这些信息对压缩机进行诊断与预测。目前已建成多套压缩机在线监测系统，可实时监测压缩机组的运行状态，对故障进行预测与诊断。该技术应用在天然气压缩机组上取得了良好效果。

4.2 站场管道超声导波检测技术与应用

超声导波检测技术是利用超声在管道中传播时产生的局部反射而进行无损检测，它是一种新型的无损检测方法，具有检测速度快、检测效率高、灵敏度高等特点。该技术最早应用于石油管道，在金属管道的缺陷检测中得到广泛应用。由于管道内部缺陷类型多种多样，其对导波传播特性的影响也存在差异，导致超声导波技术在管道缺陷检测中的适用性不同。为了进一步研究超声导波技术在站场管道中的应用，并优化超声导波技术在站场管道中的检测方法和适用范围，需要进行超声导波技术在站场管道中应用研究。

通过对超声导波技术原理和特点的分析，结合输油站场的实际情况，设计了输油站场超声导波检测试验系统。该系统主要由超声导波激励与接收系统、信号处理系统、数据采集与传输系统以及缺陷识别与分类系统组成。利用该检测系统对站场内管壁裂纹和腐蚀进行了检测研究。通过试验结果可以看出，该方法可快速、准确地检测出管道内部缺陷类型和位置，为输油站场管道缺陷评估提供了有效依据，也为输油站场管道完整性管理提供了技术支撑。

5 结束语

新技术的不断引入和应用，极大地促进了完整性管理的进步和现代化。尽管完整性管理面临着一系列挑战，但是各种技术应用的深入，为完整性管理提供了契机。我们相信，在不断摸索，不断创新和尝试的过程中，完整性管理会日臻完善，并为输油气行业提供更加安全、高效和可持续的运营环境。总之，输油气站场的完整性管理是一个复杂的工程，需要从技术、管理、人员素质等多个方面来综合考虑。我们需要不断积累经验，借鉴国际先进经验，并适应当今新业态的发展趋势，为实现输油气行业高质量发展，提升我国输油气建设水平，作出积极的贡献。

参考文献：

- [1] 艾月乔, 贾立东, 王禹钦, 陈瑞波. 输油气站场区域化管理创新与实践 [J]. 石油科技论坛, 2018, 37(02): 23-27.
- [2] 尚国涛, 冯录刚. 输油气站场原始设计与现场运行匹配性研究 [J]. 当代化工研究, 2017(06): 80-81.