

输气管道地区等级升级风险管理技术研究

王志鸿（四川广虹霖工程咨询有限公司，四川 成都 610041）

摘 要：输气管道地区等级升级是保障管道安全运行的重要措施，本文针对输气管道地区等级升级风险管理技术展开研究，探讨了相关法规标准、推荐做法、评价程序以及完整性管理计划，旨在为输气管道地区等级升级工作提供理论参考和技术支撑。

关键词：输气管道；地区等级升级；风险管理；完整性管理；风险评价；风险控制

0 引言

随着经济发展和能源需求的增长，输气管道建设和运营规模不断扩大，其重要性与日俱增。输气管道作为重要的能源运输通道，安全运行至关重要，但同时面临着诸多挑战。例如，管道设施老化、腐蚀、泄漏等问题，以及自然灾害、人为破坏等外部因素，都可能导致管道事故，造成人员伤亡、财产损失和环境污染，严重影响社会经济发展。因此，保障输气管道安全运行，成为刻不容缓的议题。为了有效应对输气管道安全风险，保障管道安全运行，输气管道地区等级升级应运而生。

输气管道地区等级升级是指将管道所在区域划分为不同的等级，并根据不同等级的要求制定相应的安全管理措施，以降低管道发生事故的风险。这种分级管理模式可以根据不同区域的环境特征、人口密度、经济价值等因素，制定差异化的安全管理措施，将有限的资源投入到风险较高的区域，从而提高安全管理效率，降低事故发生概率。近年来，我国输气管道建设和运营规模快速增长，对输气管道安全管理提出了更高的要求。输气管道地区等级升级作为一种科学有效的安全管理措施，越来越受到重视，并逐步在实践中推广应用。

1 管道地区等级升级法规标准

输气管道地区等级升级是保障管道安全运行的重要措施，其涉及的法律法规和标准规范为安全管理提供了依据。国家层面，相关的法律法规主要包括《国家安全生产法》、《管道安全管理条例》、《输气管道安全管理规定》等。这些法律法规明确了管道安全管理责任主体、安全管理制度、安全技术要求以及违反安全管理规定的处罚等内容，为输气管道地区的等级升级提供了法律保障。

在行业标准方面，《输气管道设计规范》GB50251-2015 是指导输气管道地区等级升级的重要

技术标准，对输气管道的安全设计、施工、运行、维护等方面进行了详细的规定，包括管道设施的安全防护、安全检查、安全管理制度等内容。该标准详细规定了油气管道安全评价的原则、方法、内容和评价结果的应用，为输气管道地区等级升级提供科学评估方法和技术依据。

除了国家和行业标准之外，各地政府也发布了针对输气管道安全管理的规范性文件，即地方标准。地方标准往往结合当地实际情况，对国家和行业标准进行细化和补充，例如针对管道经过的特殊地形、地质环境、人口密度等因素制定相应的安全管理要求。地方标准的实施可以进一步提升输气管道地区的等级升级管理水平，确保管道安全运营。

2 管道地区等级升级推荐做法

输气管道地区等级升级推荐做法应遵循科学评估、分级管理、风险控制和定期审查的原则。

首先，科学评估是制定等级升级方案的基础。应根据管道运行环境、周围环境、人口密度、经济价值等因素进行综合评估，确定管道安全风险等级。例如，在人口密集、经济发达的区域，管道发生事故的潜在危害较大，应升级为高风险等级，并采取更严格的安全管理措施。

其次，分级管理是有效控制风险的关键。将管道地区划分为不同等级，并根据不同等级的要求制定相应的安全管理措施，例如对高风险等级的管道区域，应加强巡线、泄漏检测、安全培训等管理工作，并建立完善的应急预案。分级管理可以针对性地加强安全管理工作，提高安全管理效率。

再次，风险控制是保障管道安全的核心。针对不同等级的风险，应制定相应的风险控制措施，例如防腐蚀、巡线、泄漏检测、安全培训、应急预案等。防腐蚀可以延长管道使用寿命，降低腐蚀泄漏风险；巡线可以及时发现管道缺陷，防止事故发生；泄漏检测

可以及时发现泄漏事故，降低事故影响；安全培训可以提高工作人员的安全意识，减少人为事故；应急预案可以有效应对突发事件，将损失降到最低。

最后，定期审查是保证升级措施有效性的关键。应定期对升级措施进行审查，确保其符合实际情况，并及时调整升级措施，例如根据管道运行状况、环境变化等因素，调整管道风险等级、安全管理措施等，确保等级升级措施的有效性。定期审查可以不断优化升级方案，提升输气管道安全管理水平。

3 管道地区等级升级评价程序

管道地区等级升级评价程序是制定科学合理的升级方案、保障管道安全的重要步骤，它包含现状调查、风险识别、风险分析、措施制定和方案评估等环节。

3.1 现状调查

现状调查是全面了解管道现状，为后续的风险识别和分析提供基础资料。具体而言，现状调查应收集管道相关资料，例如管道设计图纸、施工记录、运行记录、维护记录、周边环境信息、人口密度、经济价值等。通过对这些资料的分析，可以了解管道的设计参数、施工质量、运行状态、维护状况以及周边环境对管道的潜在影响，为后续风险评估提供数据支撑。例如，设计参数包括管道材质、管径、壁厚、压力等级、设计寿命等，这些参数可以反映管道的耐腐蚀性、承压能力、抗震能力等，为评估管道安全风险提供参考；施工记录包括管道铺设过程中的质量控制记录、焊接记录、防腐记录等，这些记录可以反映管道施工质量，为评估管道安全风险提供依据；运行记录包括管道运行过程中的压力、流量、温度等数据，以及巡线记录、泄漏检测记录等，这些记录可以反映管道运行状态，为评估管道安全风险提供数据支撑；维护记录包括管道维护过程中的检修记录、保养记录、缺陷处理记录等，这些记录可以反映管道维护状况，为评估管道安全风险提供参考；周边环境信息包括管道经过的地区地形、地质、气候、人口密度、经济发展水平等，这些信息可以反映周边环境对管道的潜在影响，为评估管道安全风险提供背景资料。

3.2 风险识别

识别管道地区等级升级可能带来的潜在风险。风险识别应涵盖管道运营过程中的各种风险因素，例如腐蚀、泄漏、人为破坏、自然灾害等。风险识别的具体方法可以采用专家调查法、文献分析法、历史数据分析法等。专家调查法是指邀请管道安全领域的专家，

通过问卷调查、访谈等方式，识别出管道可能存在的风险因素；文献分析法是指查阅相关文献，例如管道安全事故案例、安全评估报告、安全管理规范等，识别出管道可能存在的风险因素；历史数据分析法是指分析管道运行过程中的历史数据，例如泄漏事故记录、腐蚀事故记录等，识别出管道可能存在的风险因素。

3.3 风险分析

对潜在风险进行评估，确定风险等级，并根据风险等级制定相应的风险控制措施。风险分析应考虑风险发生的概率、后果的严重程度以及风险控制措施的有效性等因素。具体而言，风险分析可以采用风险矩阵法、故障树分析法、事件树分析法等。风险矩阵法是指将风险发生的概率和后果的严重程度分别划分为几个等级，并根据不同等级的组合确定风险等级，例如高风险、中风险、低风险等；故障树分析法是指将风险事件分解成一系列的子事件，并分析每个子事件发生的概率，最终计算出风险事件发生的概率；事件树分析法是指从某个事件开始，分析可能发生的各种后果，并评估每种后果发生的概率，最终评估风险事件的整体风险水平。

3.4 措施制定

针对不同风险等级制定相应的风险控制措施。风险控制措施应针对风险源，采取有效的防范措施，例如防腐蚀、巡线、泄漏检测、安全培训、应急预案等。防腐蚀可以延长管道使用寿命，降低腐蚀泄漏风险。防腐蚀措施包括管道材料选择、表面处理、涂层防腐、阴极保护等。巡线可以及时发现管道缺陷，防止事故发生。巡线应定期进行，并根据管道运行状况、周边环境变化等因素调整巡线频率和路线。泄漏检测可以及时发现泄漏事故，降低事故影响。泄漏检测方法包括管道泄漏检测仪、气体检测仪、泄漏报警系统等。安全培训可以提高工作人员的安全意识，减少人为事故。安全培训应覆盖管道设计、施工、运行、维护等各个环节，内容包括安全操作规程、安全事故案例分析、应急处置等。应急预案可以有效应对突发事件，将损失降到最低。应急预案应涵盖各种突发事件，例如管道泄漏、火灾、爆炸等，内容包括应急组织、应急响应、人员疏散、现场处置等。

4 管道地区等级升级完整性管理计划

4.1 管道风险评价及管控工作的内容

管道地区等级升级完整性管理计划是保障管道安全运行的长期策略，而管道风险评价及管控工作则是

该计划的核心内容。其主要内容包括管道风险识别、风险分析、风险排序和风险控制。管道风险识别是指识别管道运行过程中可能发生的各种风险因素,例如腐蚀、泄漏、人为破坏、自然灾害等。风险识别应全面细致,涵盖管道各个环节,包括设计、施工、运行、维护、管理等。风险识别的具体方法可以采用专家调查法、文献分析法、历史数据分析法等,通过这些方法,可以识别出管道可能存在的各种风险因素,并初步评估风险发生的可能性和严重程度。风险分析应考虑风险发生的概率、后果的严重程度以及风险控制措施的有效性等因素。具体而言,风险分析可以采用风险矩阵法、故障树分析法、事件树分析法等,通过这些方法,可以量化风险的大小,并确定风险等级,例如高风险、中风险、低风险等。

根据风险等级,可以制定相应的风险控制措施,例如对高风险等级的风险,应采取更严格的控制措施,以降低风险发生的概率和后果的严重程度。风险排序是根据风险等级对风险进行排序,优先处理高风险因素。例如,对发生概率高、后果严重的风险,应优先采取控制措施,以最大程度地降低风险带来的损失。风险控制措施应针对风险源,采取有效的防范措施,例如防腐蚀、巡线、泄漏检测、安全培训、应急预案等。防腐蚀可以延长管道使用寿命,降低腐蚀泄漏风险;巡线可以及时发现管道缺陷,防止事故发生;泄漏检测可以及时发现泄漏事故,降低事故影响;安全培训可以提高工作人员的安全意识,减少人为事故;应急预案可以有效应对突发事件,将损失降到最低。

4.2 风险控制措施

常见的风险控制措施包括防腐蚀、巡线、泄漏检测、安全培训、应急预案等。防腐蚀是针对管道腐蚀风险采取的措施,可以有效延长管道使用寿命,降低腐蚀泄漏风险。防腐蚀措施包括管道材料选择、表面处理、涂层防腐、阴极保护等。管道材料选择应根据管道运行环境,选择耐腐蚀性能强的材料,例如耐腐蚀钢、复合材料等。表面处理是去除管道表面氧化物、污垢等,为涂层防腐提供良好的附着基础。涂层防腐是指在管道表面涂覆防腐涂层,形成保护层,阻止腐蚀介质与管道金属接触。阴极保护是指通过外加电流,使管道成为阴极,防止管道腐蚀。

巡线是针对管道运行状态和周边环境变化采取的措施,可以及时发现管道缺陷,防止事故发生。巡线应定期进行,并根据管道运行状况、周边环境变化等

因素调整巡线频率和路线。巡线人员应接受专业培训,掌握巡线技能,能够识别管道缺陷,并及时采取处理措施。泄漏检测是针对管道泄漏风险采取的措施,可以及时发现泄漏事故,降低事故影响。泄漏检测方法包括管道泄漏检测仪、气体检测仪、泄漏报警系统等。泄漏检测系统应定期维护保养,确保其正常运行。

安全培训是针对人员操作风险采取的措施,可以提高工作人员的安全意识,减少人为事故。安全培训应覆盖管道设计、施工、运行、维护等各个环节,内容包括安全操作规程、安全事故案例分析、应急处置等。安全培训应定期进行,并根据实际情况更新培训内容。应急预案是针对突发事件采取的措施,可以有效应对突发事件,将损失降到最低。应急预案应涵盖各种突发事件,例如管道泄漏、火灾、爆炸等,内容包括应急组织、应急响应、人员疏散、现场处置等。应急预案应定期演练,确保其有效性。

5 结论

输气管道地区等级升级是保障管道安全运行的重要措施,需要建立科学合理的升级方案和完善的完整性管理体系。本文对输气管道地区等级升级风险管理技术进行了研究,探讨了相关法规标准、推荐做法、评价程序以及完整性管理计划,并提出了针对性的风险控制措施。研究表明,加强风险管理,制定科学合理的升级方案,并建立完善的完整性管理体系,可以有效降低输气管道发生事故的风险,保障管道安全运行。

参考文献:

- [1] 王彬,王海鹏,徐涛.地区等级升级后输气管道风险评价方法研究[J].化工安全与环境,2023,36(11):19-22.
- [2] 关连旭,蔡亮,马伟平.输气管道地区等级升级风险管理技术研究[J].石油工业技术监督,2023,39(06):39-43.
- [3] 陈瑞波,化艺颖,魏伟,等.基于可靠性的输气管道地区升级风险评价方法[J].石油和化工设备,2023,26(05):143-145.
- [4] 李枢一,全佳,刘颜,等.高后果区输气管道失效事故防范[J].中国石油和化工标准与质量,2022,42(19):65-67.
- [5] 杨建中.天然气管道地区等级升级后的风险评价方法研究[J].石油化工安全环保技术,2022,38(01):15-19+5-6.