

# 天然气管道安全管理中的人因工程分析及应对措施

冯 鑫（陕西延长石油天然气股份有限公司，陕西 延安 716000）

**摘 要：**人因工程是一门研究人与工作系统之间关系的学科，它关注如何通过改善人与工作系统之间的交互，提高系统的安全性能、效率和满意度。在天然气管道安全管理领域，人因工程的研究可以帮助我们更好地理解 and 预防由人为因素引发的事故，从而提高天然气管道安全性能。本文针对天然气管道安全管理中的人因工程问题进行深入分析，提出了一系列针对性的应对措施，旨在为天然气管道安全管理提供有益的参考。

**关键词：**天然气管道；人因工程；安全管理；应对措施；事故预防

随着天然气在全球能源结构中所占比重的逐渐提高，天然气管道在全球范围内得到了广泛的应用。天然气管道作为一种重要的能源输送方式，其安全运行对于保障国家能源安全和社会稳定具有重要意义。然而，在天然气管道的运营过程中，人为因素对其安全性能的影响越来越受到关注。尤其是在近年来发生的一些重大天然气管道事故中，人为因素往往成为事故发生的重要原因之一。因此，对天然气管道安全管理中的人因工程问题进行深入分析，制定相应的应对措施，显得尤为重要。

## 1 天然气管道安全管理中的人因工程问题分析

### 1.1 天然气管道运营过程中的人为因素

天然气管道运营过程中的人为因素是影响管道安全的重要因素之一，在整个运营过程中，从设计、建设、运行到维护，人为因素都可能对管道安全产生影响。

第一，在设计阶段，如果设计人员对管道的工程特性、地理环境和气候条件等因素考虑不充分，可能导致管道安全性能不足，从而增加事故发生的风险。同时，对于管道的安全防护设施和控制系统的的设计，如阀门、压力监测系统等，设计人员的技术水平和经验直接关系到其性能和可靠性。

第二，在建设阶段，施工人员的操作技能和质量意识至关重要。不规范的施工操作可能导致管道的焊接质量、防腐层质量等存在隐患，从而增加后期运行中的安全风险。

第三，在运行阶段，管道的操作与维护工作主要依赖于操作人员。操作人员的安全意识、技能水平和决策能力对管道的安全运行具有直接影响。如果操作人员在巡检、维修等工作中存在疏忽、操作不当等情况，可能导致管道设备的损坏和事故的发生。

第四，在维护阶段，管道的定期检测、维修和更

新等工作同样需要人力投入。维护人员的专业水平、工作态度 and 责任心对于管道安全性能的保障具有重要意义。

### 1.2 人为因素导致的天然气管道事故案例分析

在众多天然气管道事故中，人为因素往往是导致事故发生的重要原因之一。以下是几个由人为因素导致的典型天然气管道事故案例。

案例一：某地天然气管道发生泄漏事故，经过调查发现，事故原因是施工单位在进行施工时，未按照规定对管道进行保护，导致管道在施工过程中受到损伤。

案例二：某市发生一起天然气管道爆炸事故，经调查，事故原因是管道操作人员进行阀门调整操作时，误操作导致管道内的天然气泄漏，随后引发了爆炸。

案例三：某地天然气管道发生地面沉降现象，导致管道破裂泄漏，引发火灾。经分析，原因是在管道设计阶段，设计人员未充分考虑地质条件和土壤稳定性，导致管道承受了超出承载能力的压力。

这些案例充分说明，人为因素在天然气管道事故中起到了关键作用。事故的发生往往与操作人员的技能、安全意识和责任心等方面的问题密切相关。因此，在天然气管道安全管理中，关注和识别这些关键人因问题，对于提高管道安全性能具有重要意义。

### 1.3 影响天然气管道安全的关键人因问题识别

人员素质问题是天然气管道安全管理的重要环节，管道运营涉及的工作人员从设计、建设、运行到维护各个环节都需要具备较高的专业素质 and 安全意识。但在一些企业和项目中，工作人员的素质参差不齐，对安全管理的重视程度不够。其次，管理体系和制度的不健全也是影响天然气管道安全的关键因素。一个完善的安全管理体系和制度能够有效地规范人员

行为,减少事故发生的可能性。但在实际工作中,一些企业的安全管理制度仍有待完善,对于人因问题的防范和应对措施不够完善。再者,人机界面及操作环境问题同样关系到天然气管道的安全。一个良好的人机界面设计能够减少操作人员的误操作,提高工作效率。然而,目前一些管道控制系统的人机界面设计不够合理,可能导致操作失误和事故发生。此外,操作环境的舒适度、照明和通风等条件对操作人员的工作状态和安全意识也有一定影响。

## 2 天然气管道安全管理中的人因工程应对措施

### 2.1 强化人因工程在安全管理体系中的地位

为了提高天然气管道的安全性能,降低事故发生的风险,人因工程在安全管理体系中的地位需要得到足够的重视。首先,企业应将人因工程纳入安全管理体系的顶层设计中,明确人因工程在安全生产中的重要作用,确保人因工程在安全管理的各个环节都能得到充分的体现。此外,企业需要建立专门负责人因工程的管理部门或专责小组,负责人因工程在企业中的推广和实施。这个部门或专责小组应具备专业的人因工程知识,能够针对企业实际情况制定和实施人因工程方案。同时,企业还应加强人因工程的资源投入,提供充足的人力、物力和财力支持,确保人因工程在企业安全管理中发挥出应有的作用。此外,企业应将人因工程作为安全生产的重要组成部分,纳入企业的安全生产考核体系,使员工充分认识到人因工程在安全生产中的重要地位。

### 2.2 人员培训与教育

#### 2.2.1 建立完善的培训体系

为了提高天然气管道安全管理水平,降低人为因素导致的事故风险,建立完善的培训体系是非常关键的。

①企业应该制定一套针对性强、系统全面的培训计划,确保涵盖管道安全管理的各个方面,如设计、建设、运行和维护等。在培训内容的设计上,应充分考虑员工的岗位职责、工作经验和知识结构,使培训内容具有实际针对性和操作性。此外,培训计划的实施应定期进行评估和修订,以适应企业发展和技术进步的需求;②企业应该注重培训师资的建设,选拔具有丰富实践经验和专业知识的内部员工或聘请外部专家担任培训师,提高培训质量。同时,培训师应不断学习新知识,更新教学内容,以适应行业发展和技术变革的需求;③企业应该注重培训方式的创新,采用

多种形式进行培训,如理论授课、实操演练、模拟操作、现场教学等,使员工在不同培训环境中获得全面的技能提升。企业还应关注培训效果的评估和反馈,通过定期考核、实际操作表现等方式,检验员工培训成果,为进一步完善培训体系提供依据。

#### 2.2.2 提高员工安全意识和技能

企业应将安全理念融入企业文化,强调安全的重要性,使员工充分认识到安全生产的重要性和自身的责任。例如,企业可以在员工入职时进行安全教育,定期组织安全知识竞赛和安全主题活动,激发员工的安全意识。同时,企业还应该建立安全奖惩制度,对于表现突出的员工给予奖励,对于安全违规行为进行严厉处罚,使员工充分认识到安全工作的重要性。其次,企业还应鼓励员工参加行业交流活动,学习先进经验,提高技术水平。企业也可以通过定期组织实操演练和模拟操作,使员工在实际操作中熟练掌握相关技能,提高应对突发事件的能力。再者,企业应加强跨部门的沟通与协作,提升员工之间的团队合作能力。通过定期召开安全生产会议、组织专题培训等方式,加强各部门之间的信息交流和资源共享,提高整个团队在安全管理方面的协同能力。最后,企业应加强员工的职业道德教育,培养其正确的价值观和职业态度。通过举办专题讲座、座谈会等活动,引导员工树立安全优先、守法诚信的职业道德观念,使其在日常工作中始终坚持安全生产的原则。

### 2.3 设计与操作环境改进

#### 2.3.1 人机界面优化

人机界面在天然气管道安全管理中起着关键作用,优化人机界面能够有效提高操作员的工作效率,降低误操作的风险。首先,企业应根据人因工程原理对现有的人机界面进行评估,发现存在的问题和不足。在评估过程中,企业应关注操作员在操作过程中的操作习惯、生理特点以及认知特点,以便对人机界面进行针对性的优化。其次,针对评估结果进行人机界面的优化设计。优化设计应遵循易用性、直观性和一致性原则,使得操作员能在短时间内掌握操作方法,减少误操作的可能。例如,企业可以采用图形化、模块化的界面设计,使操作员能直观了解系统的工作状态和运行情况。此外,企业还应应对操作界面的按钮、提示信息等进行优化,使其更符合操作员的使用习惯。

#### 2.3.2 操作条件和环境调整

操作条件和环境对于天然气管道的安全运行具有

重要影响,优化操作条件和环境有助于提高操作员的工作效率和安全意识。首先,企业应针对现有的操作条件和环境进行全面评估,了解存在的问题和不足。在评估过程中,企业需要关注操作员的生理需求、心理需求以及工作环境对其工作效果的影响。其次,企业应根据评估结果对操作条件和环境进行调整。在调整过程中,企业应关注以下几方面:

①提供舒适的工作环境,包括合适的温度、湿度、照明等,以满足操作员在长时间工作中的生理需求;②优化操作空间布局,使其符合人体工程学原理,便于操作员进行各种操作;③营造良好的心理环境,包括降低噪音、减轻视觉疲劳等,以提高操作员的心理舒适度;④加强安全防护措施,例如设置安全警示标识、安全隔离设施等,提醒操作员注意安全。

在实际操作过程中,企业还应根据不同工作场景和任务需求,采取灵活多变的操作条件和环境调整策略。例如,在高温、高湿、低温等特殊环境下采取相应的措施,保证操作员的身体健康和工作效果。此外,特殊任务时企业要针对任务特点和风险等级,对操作条件和环境进行适当调整,以降低事故发生的风险。

## 2.4 应急预案与事故处理

### 2.4.1 建立应急预案

建立应急预案是确保天然气管道安全管理的重要环节。有效的应急预案能够帮助企业在发生事故时迅速采取措施,降低事故的损失和影响。首先,企业应进行全面的风险评估,了解天然气管道运营过程中可能面临的各种风险和事故类型。在评估过程中,企业应关注人为因素、设备故障、自然灾害等多方面的风险因素,以便制定针对性的应急预案。其次,企业应根据风险评估结果,制定详细的应急预案。应急预案应包括事故发生时的应对流程、责任分工、资源配置等内容,以确保企业在事故发生时能够迅速、有效地采取措施。此外,企业还应定期对应急预案进行审查和更新,以适应天然气管道运营过程中的变化和技术发展。

### 2.4.2 提高事故应对能力和效率

提高事故应对能力和效率是天然气管道安全管理的关键环节,它关系到企业在发生事故时能否迅速采取有效措施,将事故损失降至最低。提高事故应对能力和效率需要从五个方面:

①加强员工的应急培训。企业应定期组织员工进行应急演练,提高员工在面对突发事件时的应对能力。

在演练过程中,企业应模拟实际工作环境和场景,以便员工能够在实际操作中灵活运用所学知识和技能;

②优化应急组织结构。企业应建立灵活、高效的应急组织结构,确保在发生事故时能迅速组织应对。具体讲企业要设立应急指挥部,负责协调各部门的资源和力量,以确保应急工作顺利进行;③提高应急资源的配置和调度能力。企业应根据应急预案的要求,储备足够的应急资源,如救援设备、通信设备等。还应加强对应急资源的调度能力,确保在事故发生时能够迅速投入使用;④强化信息沟通与协作。企业应建立有效的信息沟通机制,确保在发生事故时能及时获取准确信息,并将信息迅速传递给相关部门和人员。同时,还应加强与政府部门、社会组织和其他企业的协作,共同应对天然气管道事故;⑤加强事故处置的监督与评估。企业应在事故处置过程中进行实时监督,确保各项措施得到有效执行。事故结束后,企业应对事故处置过程进行总结和评估,找出存在的问题和不足,以便改进应急预案和提高应急能力。

## 3 结束语

总之,天然气管道安全管理工作是一个持续、动态的过程,人因工程在天然气管道安全管理中具有重要意义,企业需要持续关注人因工程问题的变化和发展,及时调整和完善应对策略。同时,企业还应与政府、行业组织、研究机构等多方合作,共同推进天然气管道安全管理的发展,为社会和经济发展提供稳定、可靠的能源支持。

## 参考文献:

- [1] 郭乃连,郭永超.天然气管道运输安全运行管理中的隐患及应对策略[J].化工管理,2015(4):1.
- [2] 刘一博,罗勇.天然气管道建设中存在问题分析及应对措施[J].中国新技术新产品,2016(11):2.
- [3] 包鹏.石油天然气管道安全管理存在问题及风险应对策略分析[J].建筑工程技术与设计,2018(24):2819.
- [4] 李志民.关于天然气管道施工中的安全管理措施分析[J].水能经济,2015(11):149.
- [5] 李钊.石油天然气管道安全管理存在的问题及应对措施初探[J].中国科技期刊数据库工业A,2021(1):3.

## 作者简介:

冯鑫(1985-)男,汉族,陕西延安人,学历:本科,注册安全工程师,研究方向:危化企业安全生产标准化建设、双重预防机制建设、企业安全文化建设等。