

基于轨迹交叉论的天然气储运安全事故预防

卢伟 (陕西延长石油天然气股份有限公司延川天然气液化站, 陕西 延安 716000)

摘要: 天然气是以甲烷为主要成分, 包含二氧化碳、硫化氢等多种成分, 在化工业中广泛使用的优质原料和燃料, 具备密度低、易燃易爆、易膨胀等特性, 具有极大的经济效益和社会效益。本文基于轨迹交叉论理论, 对天然气储运过程中特种作业常见安全事故进行分析, 探究基于天然气储运过程中特殊作业安全事故预防措施, 以期实现天然气企业特殊作业规范化管理, 实现安全管理过程与企业生产业务有机融合。

关键词: 轨迹交叉论; 天然气储运; 特殊作业; 安全事故; 预防措施

0 引言

一直以来, 特殊作业是天然气储运安全管理的重点和难点, 近些年, 天然气企业特殊作业安全事故频繁发生, 主要原因为作业环境日益复杂、人员素质较低、施工界面更加繁琐, 很容易发生机械伤害、物体打击、灼伤、火灾爆炸等安全事故, 充分暴露了企业风险识别、安全管理方面存在的不足。为强化天然气企业特殊作业安全管理, 我国不断下发相关文件和指导意见, 不断加大企业特殊作业安全监管力度及考核力度, 细化特殊作业安全管理具体要求, 保障天然气企业安全、稳定、持续生产。

1 轨迹交叉论概述

轨迹交叉论是一种典型事故致因理论, 主要对生产过程中发生的重大安全事故原因分析, 探究事故之间、事故原因之间、施工与事故原因之间的深层次逻辑关系, 筛选提炼大量关键因素, 参考大量典型事故构建事故模型, 归纳出事故机理、事故发生潜在规律, 建立系统化的分析结构, 进而预测潜在危险因素及可能发生的安全事故, 便于提前做出预防和控制, 进而提高企业生产安全性, 推动企业长远发展。

轨迹交叉论的基本思想是, 安全事故是许多关联事件次第发展的结果, 事故原因总结发现基本上都与人的不安全状态、物的不安全状态相关, 简单来说, 当人的不安全行为和物的不安全状态在相同空间发生交叉, 就会导致安全事故发生, 本质在于安全管理的缺失。

对天然气企业特殊作业安全事故发生原因进行细化分析, 可知晓事故发生的基础原因(社会因素)与标准缺失、制造缺陷、设计缺陷等相关, 为生产埋下诸多安全隐患; 间接原因(管理缺陷), 与人员知识技能水平、工作状态、规章制度、人际关系、领导水平等相关, 可能引发维护保养不当、故障、保管不良、

使用错误等情况发生, 引发各种安全事故; 直接原因与人的不安全行为、物的不安全状态相关, 人与物在各自运动轨迹发展过程中, 在特定时间和空间的动态演变过程中发生两者交叉的时间点就是事故发生时间点。

2 天然气企业特殊作业常见安全事故分析

2.1 常见安全事故分析

在天然气企业特殊作业过程中, 受设备故障、管理缺陷、人员操作不当、外部自然灾害等因素影响, 容易引发火灾、爆炸、燃烧、井喷、中毒、窒息、环境及生态破坏等安全事故。

天然气企业特殊作业过程中, 涉及大量危险性较高的物料、产品、化学药品等, 发生事故后, 造成的后果往往比较严重, 可能引发原料处理、运输及存储等方面的火灾爆炸、有毒有害气体泄漏, 造成大面积人员伤亡和生态环境危害^[1]。

综合国内天然气企业特殊作业事故案例, 泄漏事故是最为普遍的安全事故, 可能发生在资源开采、物料运输、存储及生产各个环节, 事故原因复杂, 包含设备故障、管理缺陷、人员操作失误等, 引发严重安全事故, 造成较大层面的财产损失和人员伤亡。天然气能量性质决定其在事故中可能引发较层面的辐射和火焰温度, 一旦发生泄漏事故或者火灾爆炸等安全事故, 很容易对周围环境造成污染和破坏, 造成恶劣影响。

近些年, 天然气安全应急管理逐渐受到企业重视, 但从实践层面看存在不少问题, 具体包括: 基层应急能力欠缺, 发生事故后, 应急响应缓慢、第一时间处置措施不当、安全事故信息传递不及时等, 应急响应准备工作不充分, 导致安全事故范围扩大、救援难度增加, 事故后果严重^[2]。这是因为天然气企业在员工应急能力培训不足, 作业人员尤其是特殊作业人员,

对应急工作步骤和实施程序掌握不足，发生安全事故后，人员应急出错，要么盲目应对、仓皇出逃。并且，部分企业应急救援物资存储不当，大量用于安全逃生和现场救援的应急材料长期闲置，更换及时，导致事故发生时，物资不够或者性能不足，导致安全应急管理效果较差。

2.2 完善安全事故管理体系

天然气企业应当认识到安全管理的重要性，建构完善安全事故预防体系和应急管理系统，针对特殊作业中部分原材料易燃易爆、危险系数大、存储条件要求高等特点，结合企业实际生产规模和要求，严格管理预处理、生产、要点等环节，健全安全事故预防体系，充分发挥特殊作业在企业生产发展层面的经济效益和社会效益^[3]。

企业还应当建立安全有效的应急管理计划，针对特殊作业中可能发生的安全事故有一个基本全面的认知，应用轨迹交叉论建立模型，总结事故类型及原因，制定匹配安全事故应急救援计划和应急预案。例如，紧急联络机制，及时与有关部门联系沟通，明确相关主体责任，做好事故发生点人员安全保障工作，第一时间处理安全事故，保障人员安全及财产安全。

天然气企业还应当保障应急救援物资的充足，加大应急救援物资设备投资力度，购入一些应急处理设备，定期进行维护，以便事故发生后能及时投入使用。同时，天然气企业应当熟练使用轨迹交叉论对生产过程中的风险进行分级处理，全面排查治理潜在安全风险，制定针对性防控措施，落实精细化管理。从企业特殊作业工作情况看，安全事故发生的主要原因在于管理不善、设备维护不当、人员培训缺失，极大地增加了人的不安全行为和物的不安全工作状态，加之特殊作业中很多生产流程较为危险，必须提高作业人员安全生产意识、危险防控意识和安全事故应急处理能力^[4]。

3 天然气企业特殊作业安全事故预防措施

3.1 降低人的不安全行为发生概率

人是生产作业的主体，是确保特殊作业安全顺利实施的决定性因素，为有效降低人的不安全行为发生概率，天然气企业应当从作业人员的思维入手，提高人员安全风险意识、安全责任意识，加强人员专业培训，确保其具备基本安全操作技术和能力^[5]。特殊作业不同于普通生活，作业流程较为复杂危险，对人员专业操作技能、安全素养、工作责任、综合素养有一

定要求，天然气企业必须结合特殊作业具体工种和工作特征，对生产中出现的一些具体问题开展针对性培训，根据岗位差异将风险分层，建立培训矩阵，对作业人员作业理论、技能原理、设备操作等进行综合培训，加强人员信息技术手段培训，并配套完善考试制度和评估机制，充分发挥培训实效。

天然气企业特殊作业人员众多，包含技术组、维修班、仪表工、设备组、电工、钳工等不同岗位，人员作业活动范围和内容不同，产生的安全风险和安全隐患多种多样，需要根据岗位人员作业特点，开发针对性岗位培训课程 PPT，开展风险课程培训，完善相应考核机制，制作对应考试题库，对人员进行定期考核巩固其学习成果，了解人员知识技能掌握程度，提高人员安全素质。

例如，在特殊作业安全风险管控课程考核中，考试类型包含单选题、多选题、判断题等，其中，单选题：

在受限空间中作业，作业场所中氧气含量低于（ ）时人员禁止入内？

A.18% B.19% C.20% D.23%

多选题：

监护人的职责是（ ）？

A. 监督和保护作业人员安全 B. 坚守岗位 C. 办理《作业证》 D. 制止违章作业

判断题：

固定动火区外的动火作业一般分为三个级别，即一级动火、二级动火、三级动火。同时，天然气企业应当加强特殊作业人员安全监督管理，敦促管理人员履行个人岗位职责，加大特殊作业、高风险作业等重点、痛点管控力度；确保管理人员掌握特殊作业生产流程及内容，强调班组长带头作用的发挥，将安全生产理念渗透实际生产各个环节。

企业还应当加强特殊作业人员安全应急预案演练，以合理规划、注重实效、贴近实战为基本原则，努力创建真实故事现场，组织人员按照应急演练预案完成各项流程和任务清单，给参与者适当自由发挥空间，锻炼人员快速反应能力，观察和评估人员应急反应速度、能力等，提高人员安全事故管理能力，最终减少因人的不安全行为导致的安全事故。

3.2 消除物的不安全生产状态

天然气企业特殊作业安全风险中，除人为因素外，物的因素也是十分关键的影响因素。物的变化会产生

各种各样的问题,如设备故障、缺陷、隐患等,导致严重安全事故。天然气企业该如何消除物的不安全生产状态。一方面,加强安全隐患排查治理,涵盖特殊作业全部生产活动、具体生产流程、操作标准以及违规操作可能导致的安全风险。

企业必须建立全面且有针对性的设备隐患排查标准,全范围识别特殊作业活动危险源,及时发现隐患及时处理,以期达到规范作业、消除隐患的目的^[6]。以低压站进展分离器为例,根据危险源辨识信息,将隐患排查标准划分为五部分内容,即工作任务、维修活动、检查标准、违法标准对应风险、检查结果,进一步分析工作任务,每个任务制定明确操作规则和注意事项,严格按照任务要求和标准检查设备,包括:天然气管线是否堵塞、压力控制系统是否正常、管线或容器有无渗漏情况、设定值是否符合标准等,及时发现设备问题,采取相应处理措施,将各种安全风险扼杀在萌芽阶段。另一方面,建立健全设备维护、保养和检修机制,杜绝将老旧、损耗大、未长期保障的设备投入使用。

天然气企业特殊作业中生产设备的工作强度较大,对应设备损耗也较大,还存在设备保养不当、维修工作不到位等情况,导致各类机械设备处于不安全、不稳定的状态^[7]。天然气企业应当健全设备维护保养措施,加强设备检修与维护,总结归纳以往安全事故频发中设备原因,结合多年工作经验,对易损耗、易故障的设备建立个性化保养方案,提升保养工作有效性。还要将维修和保养措施落实到人,要求人员做好维修工作日记,及时向负责人员报备,一旦发生事故,立即追责,防止互相推诿情况发生。

3.3 杜绝人的不安全行为与物的不安全生产状态交叉

基于轨迹交叉论相关内容,天然气企业特殊作业中存在很多管理漏洞,是导致人的不安全行为与物的不安全生产状态交叉的重要原因,为避免该情况发生,降低安全事故的危险程度,企业应当加强安全生产管理水平,从人和物的角度出发,建立行之有效的特殊作业许可制度,要求填写与实际相符的作业内容,加强作业许可证交底和确认环节;重视作业风险评估和施工方案编制,对潜在安全隐患和事故进行分级管控,明确管控措施、管控方案、管控要求等,针对风险较高的作业活动,及时制定专项解决方案,加强安全生产管理措施落实情况的监督力度,尽量减少安全事故发生概率^[8]。

同时,构建完善特殊作业安全管控信息系统,以维修活动为例,从维修作业活动、安装、拆除作业三方面入手,提供在线查询、导出、动态管理三类主要功能,工作人员可根据工作需求查看不同场站基本信息,并对场站下属不同模块进行细化管理,明确各类安全风险信息;维修人员还结合实际生产变化,实时更新信息库内容,如维修项目、维修活动、作业风险、工作任务、危险因素、控制措施等,为各项安全管理措施制定提供详细参考信息。

4 结束语

综上所述,在天然气企业特殊作业中,如何开展有效安全管理措施是企业管理者及相关人员关注的重点,针对安全管理中存在的薄弱环节和问题风险,企业应当充分利用轨迹交叉论,从事故致因出发,明确作业流程潜在风险因素,制定行之有效的安全风险防控措施,加大安全管控力度。管理人员应当加强人与物的管理,提高机械设备保养与维护,加强人员生产技术、生产工艺、生产流程等教育培训,应用各种信息化技术和设备建立系统化、动态化监管系统,严格监控人的不安全行为和物的不安全状态,加强安全管控力度,最大化发挥企业安全管理效能,提升企业安全生产水平。

参考文献:

- [1] 谢远丙. 高含硫天然气净化厂安全管理工作浅谈 [J]. 化工管理, 2020(15):66-67.
- [2] 张峻铭. 城市天然气管道安全管理存在的问题及其控制措施 [J]. 当代化工研究, 2020(07):38-39.
- [3] 彭健锋. 天然气管道安全管理存在问题及对策 [J]. 化工管理, 2020(29):108-109.
- [4] 谢刚刚. 石油天然气场站压力管道的焊接及质量管控 [J]. 化工管理, 2021(34):178-179.
- [5] 孙文. 石油天然气管道安全管理问题及对策研究 [J]. 中国石油和化工标准与质量, 2022,42(20):73-75.
- [6] 马士龙, 邹浪, 于严龙. 石油天然气生产安全技术和新论 [J]. 化工管理, 2022(27):96-99.
- [7] 乔磊. 石油天然气管道安全管理现存问题及改善措施探析 [J]. 中国石油和化工标准与质量, 2022,42(01):76-77.
- [8] 冯兆生. 关于石油天然气行业安全生产职责与风险管理研究 [J]. 中国石油和化工标准与质量, 2022,42(08):56-58.