

# 加油站建设项目的施工安全风险管控研究

林序锋（中国石化销售股份有限公司广东汕头石油分公司，广东 汕头 515000）

**摘要：**加油站建设项目因涉及易燃易爆危险化学品的储存与加注，施工过程中潜藏火灾爆炸、有毒气体泄漏、结构坍塌等多重高危风险，加之作业空间受限、多工种交叉施工、设备安装工艺复杂等特点，使得其安全风险管控成为工程管理的核心难题。本文分析加油站建设项目施工特点，在此基础上，阐述加油站建设项目的施工安全风险的类型及管控策略，以期为相关从业者提供借鉴参考。

**关键词：**加油站；建设项目施工；安全风险管控

**中图分类号：**TE8

**文献标识码：**A

**文章编号：**1674-5167（2025）015-0040-03

## Research on construction safety risk control of gas station construction project

Lin Xufeng(Sinopec Sales Co., LTD. Guangdong Shantou petroleum branch, Shantou Guangdong 515000, China)

**Abstract:** The construction project of gas station involves the storage and filling of inflammable and explosive dangerous chemicals, and multiple high-risk risks such as fire and explosion, toxic gas leakage and structural collapse are hidden in the construction process. In addition, the characteristics of limited working space, multi-type cross-construction and complex equipment installation process make its safety risk control become the core problem of project management. This paper analyzes the construction characteristics of gas station construction projects, and on this basis, expounds the types and control strategies of construction safety risks of gas station construction projects, in order to provide reference for relevant practitioners.

**Key words:** gas station; Construction project construction; Security risk control

加强加油站建设项目的施工安全风险管控，消除人、物、事的不安全因素，避免管理缺陷，将安全隐患消灭在萌芽状态，对于保障施工安全、提高工程质量具有至关重要的意义。

### 1 加油站建设项目施工特点

#### 1.1 工程内容复杂性与专业性强

加油站建设项目工程涵盖储油罐区、输油管线、加油岛、防雷防静电设施及消防系统等多个功能模块，各模块需严格遵循《汽车加油加气站设计与施工规范》（GB 50156）的技术标准。例如，储罐安装涉及深基坑开挖、防渗防腐处理，需同时满足抗压强度、密封性及环保要求；输油管线的敷设则需考虑管材耐腐蚀性、坡度控制及阴极保护技术，以防止油气泄漏与土壤污染。此外，加油站施工需集成机械、电气、化工、土建等多学科技术，如防爆电气设备的选型与安装需符合爆炸性环境标准（GB3836）。这种技术集成性要求施工团队具备跨领域的专业知识与协同能力，任何环节的工艺偏差均可能引发连锁风险，如储罐、管线焊接缺陷可能导致油气渗漏，进而诱发火灾爆炸事故。

#### 1.2 高危作业密集且风险叠加效应显著

加油站施工过程中高危作业环节高度集中，风险类型呈现多维度叠加特征。一是动火作业频繁，包括储罐焊接、管线切割及设备安装等，作业时产生的火花与高温易引燃油气混合物，尤其在油气回收系统调试阶段，管道内残留的挥发性有机物（VOCs）浓度高，

轻微操作失误即可能触发燃爆。二是受限空间作业风险突出，如地下储罐人孔检修等，作业空间狭窄、通风不良，易造成有毒气体（如苯系物、硫化氢）积聚及缺氧窒息<sup>[1]</sup>。三是高空作业与重型机械协同风险，加油站罩棚钢结构吊装常需使用起重机，在有限场地内易因机械碰撞或负载失衡引发倾覆事故。

### 2 加油站建设项目施工安全风险

#### 2.1 物理风险

物理风险主要指施工过程中因物理因素导致的潜在危险，这些风险通常与施工设备、材料和操作过程直接相关。①设备故障与操作失误。在加油站建设中，各类重型机械和专用设备的使用不可避免。若设备维护不当或操作人员技能不足，可能导致设备故障或操作失误，进而引发安全事故。如物料吊运、工具使用等过程中，物料、工具等可能从高处掉落，砸伤下方施工人员，造成物体打击事故；②电气安全风险。加油站建设项目中涉及大量的电气安装工作，包括照明、动力系统和监控系统的布线等。若电气安装不规范，或未采取适当的防护措施，如接地保护措施不完善、电线绝缘层破损等，施工人员在操作电气设备或接触电气线路时，容易发生触电事故；③爆炸与火灾风险。加油站储存的汽油、柴油等油品具有易燃易爆特性。若施工期间未采取严格的防火防爆措施，如动火作业管理不当，如焊接、切割等操作产生的明火，可能点燃泄漏的油品或挥发的油气，从而引发火灾爆炸事故，造成重大人员伤亡和财产损失。

此外,电气设备选型不当、电气线路敷设不符合要求,产生的电火花也可能成为点火源;④中毒窒息风险。在油罐安装、清洗以及管沟等有限空间作业时,如果通风不良,油品挥发的有害气体如苯、硫化氢等积聚,施工人员进入后可能发生中毒窒息事故。同时,有限空间内可能存在缺氧环境,也会对施工人员生命安全造成威胁;⑤高处坠落风险。加油站建设项目中涉及到油罐安装、站房建设等高处作业。若高处作业人员未正确佩戴安全带、安全网等防护设备,或者登高设备存在缺陷,如脚手架搭建不稳固、吊篮故障等,都容易导致高处坠落事故发生。

## 2.2 管理风险

管理风险主要指因管理不善导致的安全风险,这些风险通常与施工组织、人员管理和制度执行相关。若施工组织计划不合理,可能导致施工资源分配不均、施工进度延误等问题。而施工人员未接受足够的安全培训,或培训内容与实际操作脱节,可能导致施工人员对安全操作规程不熟悉、对潜在危险认识不足,从而增加施工安全风险。值得注意的是,加油站建设项目应建立完善的的安全管理制度,包括安全生产责任制、安全检查制度、应急管理制度等。若这些制度未得到有效执行,或执行过程中存在漏洞和疏忽,可能导致安全风险未能及时发现和消除,进而引发安全事故。

## 2.3 环境风险

环境风险指外部自然或人为条件对施工安全产生的威胁,具有不可控性、持续性与连锁性特征。①地质与气象条件制约显著,软土地基区域储罐安装易因降水引发不均匀沉降,导致管线变形破裂;台风或暴雨天气可能造成罩棚钢结构风载超限、临时用电系统漏电等次生灾害<sup>[2]</sup>;②周边环境干扰复杂,城市加油站多毗邻居民区或交通干道,施工噪声、扬尘可能引发居民投诉而被迫停工,同时社会车辆误入作业区或地下管网信息不明,易导致机械破坏与第三方伤害;③环保合规风险升级,加油站施工涉及土壤开挖与危废(含油污泥、废溶剂)处置,若未按《危险废物贮存污染控制标准》(GB 18597)实施防渗与分类贮存,可能面临环保处罚甚至项目中止。

## 3 加油站建设项目施工安全风险管控措施

### 3.1 加强项目风险的评估与分析

加油站建设项目施工风险识别需构建“全要素-全周期-全场景”的三维框架,系统解构危险源分布与耦合关系。基于危险与可操作性分析(HAZOP)方法,对储罐区开挖、输油管线焊接、罩棚钢结构吊装等关键作业节点进行结构化风险辨识,识别机械伤害、油气泄漏、坍塌、高处坠落等12类核心风险源。运

用作业安全分析(JSA)技术,逐层拆解施工工序中的能量意外释放路径:如土方开挖阶段需同步识别边坡失稳、地下管线破损等显性与潜在风险;动火作业环节需预判静电积聚、油气浓度超标、焊接火花引燃等连锁反应。风险识别的动态性特征要求建立“四新”技术(新工艺/新材料/新设备/新技术)专项评估机制,对双层罐装配式施工、智能焊接机器人应用等创新工艺开展预判性危险源筛查。

加油站建设项目风险分析需采用定量计算与定性诊断相结合的混合方法,构建多尺度风险评估体系。定量层面,运用作业条件危险性评价法(LEC)建立风险矩阵,通过事故可能性(L)、暴露频率(E)、后果严重度(C)三因子乘积计算风险等级值(D),对储罐区防渗工程渗漏风险(D=240)、加油机安装电气火灾风险(D=180)等高风险作业实施红牌管控。定性层面,借助故障树分析(FTA)技术追溯风险根源,如钢结构倒塌事故可借助“吊具强度不足”“风速超标未预警”“信号工误判”等基本事件进行逻辑门关联分析,计算顶事件发生概率与最小割集。引入建筑信息模型(BIM)技术开展空间碰撞检测与施工模拟,预判深基坑支护体系与地下管网的冲突风险。最终用脆弱性指数模型( $VI = \text{暴露度} \times \text{敏感度} / \text{适应能力}$ )诊断施工系统的抗风险能力,为分级管控提供科学依据。

### 3.2 加强安全计划的制定与实施

加油站施工安全计划的制定需遵循“预防优先、动态优化”原则,基于PDCA循环(计划-执行-检查-处理)与3D-BIM(三维建筑信息模型)技术构建协同管控框架。项目部可以运用BIM技术建立施工安全数字孪生模型,将土方开挖深度、储罐防渗层参数、消防管网布设等关键数据可视化,自动校核施工方案与安全标准的符合性。计划内容需涵盖“人-机-料-法-环”全要素控制:人员准入实施“三证+VR安全实训”认证机制(特种作业证、健康证、安全考核证);机械设备配置智能监控终端,实时传输吊装倾角、焊接温度等数据至云端预警平台;材料管理采用区块链技术实现危化品溯源追踪,确保阻燃电缆、防爆电气等关键物资质量可验证。

安全计划的落地执行需依托物联网(IoT)、边缘计算与智能穿戴设备构建“监测-预警-干预-追溯-优化”五维管控网络。在监测维度,布设全域感知系统:深基坑安装光纤光栅应变传感器实时监测支护结构位移,储罐区部署可燃气体探测阵列联动声光报警,高空作业面运用UWB定位芯片追踪人员活动轨迹。

### 3.3 加强作业人员的教育与培训

加油站建设项目要健全安全生产责任制,明确项



目负责人、施工管理人员、各工种作业人员等在施工过程中的安全职责,重点加强入场作业人员的安全培训。安全培训需构建“分层次、分岗位、分风险”的三维教育体系,以认知行为理论(CBT)为指导,开拓“法规意识强化—风险场景模拟—应急处置实操”的渐进式培训路径,全面提升从业人员安全素养。针对管理层,重点开展HSE管理体系、双重预防机制建设等课程,强化风险决策能力,杜绝违章指挥;特种作业人员(如焊工、吊装工)在确保其持证上岗的同时,可以实施“理论+VR实景考核”认证机制,用虚拟现实技术模拟储罐焊接火花引燃、油管泄漏等高风险场景,训练精准操作与应急响应;新入场人员则采用智能安全体验馆的沉浸式教学,利用AR技术可视化展示基坑坍塌力学原理、防爆设备失效后果等抽象概念<sup>[3]</sup>。此外,实施“安全行为积分制”,将违规操作、隐患上报等行为纳入区块链信用档案,联动奖惩机制激发主动安全意识,最终形成“教—学—练—考—评”闭环,确保安全教育从形式合规转向实效赋能。

### 3.4 加强重点作业的防控和审批

加油站建设项目要结合施工风险分析,强化重点作业关键环节的防控,如在防控触电风险方面,临时用电设备按照规范搭设,电工人员必须持证上岗,严格按照电气操作规程作业,定期对电气线路和设备进行检查维护;在防控火灾爆炸风险方面,选用防爆电气设备,确保电气系统的安全性,重点严格把控动火作业,在动火前要进行可燃气体检测,确保动火环境安全;在防控中毒窒息风险方面,重点要严管有限空间作业,作业前进行充分开展通风换气,落实有限空间内气体检测,配备必要的呼吸防护设备,作业条件允许方可进入;在防控高处坠落风险方面,重点要检查作业人员登高设备的规范性和可靠性。

加油站建设项目还要严格落实《危险化学品企业特殊作业安全规范》(GB 30871-2022)的规定,从严做好施工过程特殊作业审批管理,凡涉及临时用电、动火、动土、高处、吊装、受限空间等特殊作业,必须按规定进行票证审批、资格审核、现场管理、作业报告等,分管安全负责人要组织对现场作业安全条件的审核确认。在开展特殊作业前,要根据工艺技术、生产操作、设施设备和物料介质的特点,全面开展危险有害因素识别和风险分析,根据风险分析结果,严格落实“置换检测、有效隔离、消项作业、现场监护、清场恢复”等管控措施,严格按规程作业。

### 3.5 加强应急预案的制定与演练

加油站施工应制定完善的应急预案,包括火灾爆炸事故应急预案、中毒窒息事故应急预案、高处坠落

事故应急预案等。应急预案的制定需遵循“情景—任务—能力”(STC)方法论,建立“风险分级—响应分级—资源分级”的立体化应急体系。基于事故后果模拟(CAS)技术,对油气泄漏、火灾爆炸、建构筑物坍塌等典型事故场景进行数字化建模,量化热辐射范围、冲击波强度、有毒气体扩散路径等关键参数,划定三级应急响应阈值(如可燃气体浓度达爆炸下限10%启动蓝色预警,30%触发红色响应)。预案内容需集成智能化监测系统,借助数字孪生平台实时映射施工现场状态,运用机器学习算法预判事故演化趋势,自动生成“人员疏散路线优化”“应急资源调配方案”等动态决策建议。施工过程中定期组织应急演练,通过演练检验应急预案的可行性,提高施工人员的应急反应能力和协同配合能力。配备必要的应急救援设备和物资,如灭火器、消防水带、呼吸器、急救药品等,并定期进行检查和维护,确保其处于良好状态。

### 4 案例分析

以某新建加油站建设项目为例,该项目在施工过程中高度重视安全风险管控。在项目开工前,进行了全面的风险识别与评估,共识别出安全风险30余项,并根据风险等级制定了相应的管控措施。施工过程中,严格执行安全管理制度,加强对动火、高处、有限空间作业等关键环节的管理。同时,定期对施工人员进行安全教育和应急演练。在整个施工期间,项目未发生任何安全事故,顺利竣工交付使用。通过该案例可以看出,有效的施工安全风险管控措施能够保障加油站建设项目的施工安全,提高项目建设的质量和效率。

### 5 结束语

加油站建设项目施工安全风险管控是一项系统性、动态性的复杂工程,其本质在于进行科学预判与精准干预,实现高危作业环境下风险能量的有序释放与有效隔离。而风险管控效能的提升需依托“技术赋能+管理创新+文化塑造”的三维协同机制,可为加油站建设构筑起坚实可靠的安全屏障。

### 参考文献:

- [1] 周学江.石油销售系统环保风险的管控[J].石油库与加油站,2024,33(3):30-33.
- [2] 金敏.加油站建设项目施工安全风险的防控[J].石油库与加油站,2023,32(3):31-34.
- [3] 关博.某加油站遗留地块土壤地下水调查与分析[J].建筑科技,2024,8(6):88-90.

### 作者简介:

林序锋(1981—),男,汉族,广东汕头人,本科,中级经济师,部门经理,研究方向:安全管理。