

燃气管道安装施工安全风险及防范措施分析

杨昱昊¹ 刘丹²

1 四川华油有限责任公司, 四川成都, 610000;

2 龙泉驿华油兴能天然气有限公司, 四川成都, 610000;

摘要: 燃气管道安装施工因涉及高压、易燃、易爆气体, 存在诸多安全风险, 如焊接火花、吊装设备故障、复杂环境及管道试压吹扫环节等。为有效防范这些风险, 相关单位需制定严谨的风险管控方案, 具体策略包括加强人员安全管理, 从资质准入到动态监督形成闭环; 做好设备与材料管控, 构建全生命周期管理体系; 加强施工现场环境管理, 做好施工前评估规划与动态管控; 完善应急管理体系, 遵循全流程覆盖、分级响应原则, 涵盖风险预判、预案编制、资源储备、演练培训、应急处置、事后评估等环节, 从而提升安全管控水平。

关键词: 燃气管道; 安装施工; 安全风险; 防范措施

DOI: 10.69979/3029-2727.25.06.050

引言

燃气管道安装施工是城市基础设施建设的关键环节, 然而, 由于燃气具有高压、易燃、易爆的特性, 一旦发生事故, 往往会造成严重的人员伤亡和财产损失。施工阶段的安全风险主要源自工艺制程、复杂环境以及管道试压和吹扫等多个维度。这些风险不仅威胁着施工人员的生命安全, 也影响着整个项目的进度和质量。因此, 对燃气管道安装施工安全风险进行深入研究, 并制定相应的管控策略, 具有重要的现实意义。本文将围绕燃气管道安装施工安全风险, 探讨有效的管控策略, 以期为相关单位提供参考。

1 燃气管道安装施工安全风险

燃气管道安装施工涉及高压、易燃、易爆气体, 一旦发生事故会造成严重的人员伤亡和财产损失, 而施工阶段的安全风险主要源自于工艺制程, 其中焊接和热处理风险较为常见——焊接火花可能引发火灾或爆炸, 且焊缝质量欠缺会导致管道泄漏; 施工过程中还涉及大批量管道的吊装和搬运项目, 若存在吊装设备故障或操作不当, 便会直接导致管道坠落并与周围设施发生碰撞, 造成严重的安全事故; 复杂环境风险同样存在, 由于管道系统会穿越道路、河流, 在外部环境影响下管道可能损坏或泄露, 加之部分管道系统埋于地下, 易导致防腐层破坏进而造成管道锈蚀; 最后, 管道试压和吹扫环节也存在风险, 试压压力过高会导致管道破裂, 而吹扫介质(如氮气)流速过快则会产生静电。总体来说, 燃气管道安装施工风险大致体现在上述几个维度, 相关单位需要做好对风险问题的严格把关, 制定严谨的风险管控

方案以提高安全管控水平。

2 燃气管道安装施工安全风险管控策略

2.1 人员管理

2.1.1 人员技能培训

在城镇燃气管道安全管理体系中, 人员安全管理是防范施工风险的核心防线。据行业统计, 约70%的燃气管道施工安全事故由人为因素导致, 因此提升人员安全意识与专业技能至关重要。相关单位需构建全链条安全管理体系, 通过差异化管控、数字化培训和动态资质监管, 形成“准入-培训-监督”的闭环管理模式。

在人员资质与准入管理环节, 严格执行“双审查”机制: 一方面, 对焊工、起重工、电工等特种作业人员的资格证书进行核验, 确保持证上岗率100%, 且证书有效性、岗位匹配度达标; 另一方面, 建立电子化人员档案系统, 实时更新证书复审、吊销等状态, 实现资质动态追踪。同时, 引入健康风险评估机制, 依据《职业健康管理规范》要求, 对施工人员进行岗前健康筛查, 重点排查高血压、恐高症等职业禁忌病症。此外, 所有人员须签订安全承诺书, 明确安全责任与义务。

在施工过程管理中, 创新采用“三维数字交底+分级培训”模式。基于燃气管道安装技术规程, 运用三维建模构建虚拟施工场景, 结合AR技术进行可视化技术交底, 使复杂工艺展示效率提升至一个较高的水平。针对不同岗位实施差异化培训策略: 对项目负责人进行“方案-风险”双项交底, 要求其掌握施工组织设计与风险管控要点; 对班组长开展“规程-防护”专项培训, 强化操作规程执行与现场应急处置能力; 对作业人员进

行标准化操作培训，保障关键工序合规率。通过多维度、精准化的管理措施，全面提升燃气管道施工安全管理水平。

2.1.2 演练培训

演练培训作为人员安全管理中不可或缺的一部分，在实践环节，相关单位需构建完善的演练培训模型，整个模型中包括一般性风险识别和常态化的应急预案实践，力求达成“知行合一”的演练培训效果。

在演练培训环节，相关单位可参照《中华人民共和国安全生产法》《生产安全事故应急条例》《生产安全事故应急预案管理办法》《生产经营单位生产安全事故应急预案编制导则》（GB/T29639-2020）等相关法律法规、标准规范要求和公司点多面广的特点，全面盘点业务风险和应急资源，结合区域联络机制，编制《风险评估报告》和《应急资源调查报告》，形成公司综合及专项应急预案。根据现场实际风险类型持续完善现场处置方案、应急处置卡，提高现场应急处置能力。

2.2 做好设备与材料管控

在城镇燃气管道安装施工安全风险管理中，设备和材料的安全管控是预防事故的关键屏障。构建全生命周期管理体系成为降低风险的核心手段。通过覆盖采购、运输、存储到使用、维护、报废的全流程精细化管控，结合量化标准与动态追溯机制，可系统性提升安全管理效能。

在采购阶段，可实施“双审核双验证”，筑牢源头防线。对供应商资质审查时，严格核验营业执照、特种设备生产许可证等 8 类基础文件，并建立供应商黑名单制度。技术参数审核要求材料性能误差不超过 $\pm 3\%$ ，设备承压能力需达设计压力 1.5 倍以上，同时留存出厂合格证、第三方检测报告等 5 类文件。引入区块链技术建立采购溯源系统，确保数据不可篡改。

材料入场验收执行“三检一抽”标准：首检外观质量，采用机器视觉技术检测管道裂纹，识别精度达 0.1 mm；次检设备性能，对焊机电流稳定性、压力表精度等关键指标进行功能性测试；终检文件完整性。在此基础上，按 GB/T21835 标准对管材进行抽样检测。

存储管理建立“三维度智能管控”体系：空间维度按 ASMEB31.1（动力管道规范）标准分区存放，设置 RF ID（无线射频识别）电子标识牌实现自动识别；环境维度对焊条存储湿度控制在 20%~40%，精密仪器存储温度保持 $20 \pm 2^\circ\text{C}$ ；数据维度采用 WMS 系统（仓库管理系统（英文：Warehouse Management System））实时更新

库存，每月盘点误差率控制在 0.5% 以内。针对超期 3 个月的密封胶圈等材料，强制报废处理，有效避免材料老化引发的安全风险。

2.3 加强施工现场环境管理

施工现场环境管理是燃气管道安装施工安全风险管控的重要组成部分，其目的在于保证环境安全可控，防范因环境因素引发的各类安全风险。为此，在城镇燃气管道施工前需做好施工前的环境评估与规划：相关部门应对施工区域进行全面勘察，识别其中潜在的环境风险（如地下管线、高边坡、邻近建筑等），然后基于勘察结果进行分区规划，严格参照风险等级划分作业区、材料堆放区、设备停放区，并设置物理隔离（如围挡、警示带等）；同时确保所有作业面预留宽度大于两米的紧急疏散通道并保持畅通无阻。

之后，相关单位需做好对作业面环境的动态管控与空间管理：针对不同作业环境条件灵活设定管理措施，例如在狭窄空间实施“一机一人”监护制度并设置机械回转半径警示标志；在地下障碍处采用探地雷达扫描标注后覆盖硬质防护层；针对燃气管道施工中搭建的大量临时设施，需保证临时用电箱与易燃易爆物保持 5 米以上距离，氧气瓶与乙炔瓶间距大于 10 米并设置防晒棚；针对施工中投入使用的高大设备（如吊车），需明确设定其作业半径并确保作业范围在警戒线以内；最后，针对施工中的气候与地质环境条件，施工单位应做好气象预警，如在暴雨前 30 分钟启动排水系统或对松软土质区域进行压实处理，以保障施工作业安全。

2.4 完善应急管理体系

应急管理体系应以预防为主，做到迅速响应、快速处置，以最大限度降低燃气管道施工事故的损失。相关单位应当遵循全流程覆盖、分级响应的基本原则，构建涵盖风险预判、预案编制、资源储备、演练培训、应急处置、事后评估等多个环节的体系。在此过程中，需优先做好风险预判与预案编制工作：严格参照施工阶段和环境条件划分高、中、低风险等级，同步编制专项应急预案，明确组织框架、职责分工、处置流程等，并根据施工进度和环境变化动态调整预案内容以确保其与实际情况匹配。紧接着，需做好应急资源储备与管理，建立应急物资台账（包括消防设备、抢险工具、医疗物资等）并按规格配备必要资源。后续，针对施工现场事故，相关单位需做好立即上报工作，指挥部则根据事故等级启动相应预案：一级响应针对重大事故，需做好全员疏散并请求外部支援；二级响应主要由项目部主导处置，

协调周边资源进行应对；三级响应则由班组级负责处置，确保事故在30分钟内得到有效控制。

例如，在项目启动初期，相关单位便成立了应急管理小组，首要任务便是开展风险预判与预案编制工作。小组参照施工图纸与现场勘察报告，结合高空作业、有限空间作业、动火焊接等不同施工环节的环境条件，将风险等级划分为三级：把楼顶管道吊装、密闭管沟内防腐作业确定为高风险作业，将地面管道组对焊接、材料运输划定为中风险作业，把安全技术交底、资料整理归为低风险作业。针对高风险作业，专项编制《高空坠落事故应急预案》《有限空间缺氧窒息应急预案》，明确应急指挥部、抢险救援组、医疗救护组、通讯联络组的组织框架与职责分工——例如在《高空坠落事故应急预案》中规定，通讯联络组需在事故发生后1分钟内拨打120并上报建设单位与监理单位，抢险救援组需在5分钟内携带急救设备抵达现场并设置警戒区域，医疗救护组需对伤员进行止血、固定等初步急救处理。随着施工进度推进，当发现某栋楼周边土质因持续降雨出现松软易坍塌迹象时，应急管理小组立即组织专家评估，在原有的《管沟坍塌应急预案》中补充了“雨后复工前需进行边坡稳定性检测”“采用钢板桩加固管沟侧壁”等条款，确保预案与实际风险动态匹配。

2.5 施工与验收

城镇燃气管道施工过程与验收内容紧密关联、相辅相成，施工过程从前期准备开始，需依据设计图纸和相关规范进行现场勘查，精确测量管道走向、高程，同时对施工人员进行安全技术交底，使其熟悉施工工艺和安全要求，并且对施工设备和材料进行严格检验，确保管材的规格、材质符合设计标准，焊接设备性能稳定，只有完成这些准备工作，才能保证后续施工顺利进行。

进入管道敷设阶段，严格按照施工方案进行管沟开挖，控制沟槽深度、宽度和坡度，保障沟底平整坚实，在管道下沟前再次检查管道防腐层完整性，采用电火花检漏仪进行检测，确保无漏点，下沟后进行管道连接，焊接过程严格遵循焊接工艺评定，控制焊接电流、电压、速度等参数，保证焊缝质量，同时做好焊接记录，此阶段需对管沟开挖质量、管道防腐层、焊接质量等进行同步验收，通过测量沟槽尺寸、检查防腐层电火花检测报告、进行焊缝无损检测等方式，确保施工质量符合要求。

随后进行压力试验，根据管道设计压力和材质，选

择强度试验和严密性试验，强度试验压力一般为设计压力的1.5倍，稳压时间不少于10分钟，严密性试验压力为设计压力的1.15倍，稳压时间根据管道长度而定，通常不少于24小时，在试验过程中密切监测压力变化，记录压力降数据，该环节验收需检查试验方案执行情况、压力数据记录和试验结果，确保管道在运行压力下无泄漏；最后进行竣工验收，收集整理施工过程中的所有资料，包括设计文件、施工记录、检测报告等，组织建设、设计、施工、监理等单位对工程进行全面检查，核查管道安装是否符合设计要求，附属设施是否齐全，防腐层是否完好，对管道进行通球扫线，清除管道内的杂物，确保管道畅通，验收合格后，签署竣工验收报告，城镇燃气管道方可投入使用。

3 结束语

总体来说，燃气管道安装施工安全风险管控是一项复杂而系统的工程，需要从人员、设备材料、施工现场环境以及应急管理等多个维度进行全面考虑和精心布局。通过加强人员安全管理，能够从源头上减少人为失误导致的安全事故；做好设备与材料管控，可确保施工过程中的物质基础安全可靠；加强施工现场环境管理，能有效防范环境因素引发的各类安全风险；完善应急管理体系，则能在事故发生时迅速响应、快速处置，最大限度降低损失。

参考文献

- [1] 朱振宇. 城市住宅燃气管道工程的施工安装技术 [J]. 内江科技, 2024, 45(09): 12-13.
- [2] 徐蕾. 燃气管道安装企业财务管理优化策略探讨 [J]. 会计师, 2024, (16): 56-58.
- [3] 宋庆松. 关于水平定向钻技术在燃气管道施工中的应用 [J]. 低碳世界, 2024, 14(07): 37-39. DOI: 10.16844/j.cnki.cn10-1007/tk. 2024. 07. 030.
- [4] 郑志杰. 燃气管道施工工艺及注意事项研究 [J]. 中国设备工程, 2024, (08): 138-140.

作者简介：杨昱昊（1996.5.2），性别：男，民族：汉，籍贯（河北省乐亭县），本科，助理工程师，研究方向：燃气工程，四川华油有限责任公司。

刘丹（1989-01-29），女，汉族，籍贯（四川遂宁），本科，中级工程师，城市燃气，龙泉驿华油兴能天然气有限公司。