

宁夏某石化企业罐区、管廊等高危区域动火作业探索与实践

田程鹏 金倩（中国石油宁夏石化公司，宁夏 银川 750021）

摘要：本文以宁夏某石化企业的罐区、管廊等高危区域动火作业为背景；采用了文献综述、实证探索、案例分析等方法；通过对高危区域动火作业的安全管理、相关参数分析、防火性能措施、防火技术要点的深入探索；得出了高危区域不同类型动火作业的雷达图、防火性能措施的比选、以及防火技术要点的参考；因此，通过对高危区域动火作业的不断探索与实践，可以得到为安全生产提供依据、决策。

关键词：宁夏某石化企业；罐区、管廊；高危区域；安全管理；防火措施；防火技术要点

中图分类号：TE687 文献标识码：A 文章编号：1674-5167(2025)013-0131-03

Exploration and practice of hot operation in high risk areas such as tank farm and pipe gallery of a petrochemical enterprise in Ningxia

Tian Chengpeng, Jin Qian (Petrochina Ningxia Petrochemical Company, Yinchuan Ningxia 750021, China)

Abstract: The background of this paper is the hot fire operation in high risk areas such as tank farm and pipe corridor of a petrochemical enterprise in Ningxia. Using literature review, empirical exploration, case analysis and other methods; Further explore the safety management, related parameter analysis, fire performance measures, fire prevention technology key points of hot operation in high-risk areas; The radar map of different types of hot fire operations in high-risk areas, the comparison and selection of fire performance measures, and the reference of fire prevention technology points are obtained. Therefore, through continuous exploration and practice, we can get the basis and decision for safe production.

Key words: a petrochemical enterprise in Ningxia; Tank farm, pipe gallery; High-risk areas; Safety management; Fire prevention measures; Technical essentials of fire prevention

依据《爆炸危险环境电力装置设计规范》(GB50058-2014)的规定，当区域连续出现或长期出现爆炸性气体混合物的环境时，可将该区域分别划分为0区、1区，且上述区域均属于防火防爆危险区域，在该区域实施的动火作业是高危区域动火作业。针对高危区域动火作业，本文重点介绍了宁夏某石化企业的罐区、管廊等高危区域如何管理、动火作业相关参数、防火性能措施正确的比选、以及防火技术要点，强调对于高危区域动火作业安全生产管理。

1 关于高危区域强化动火作业安全管理

宁夏某石化企业安全环保处下发《固定动火日安全管理方案》，该方案严格管控现场动火作业风险，实施动火作业的计划性管理，要求正常工作日周二、周三、周四为固定动火日，周一组织讨论动火作业计划，周五进行动火作业的总结分析，以此实现检修资源、监管力量的优化配置，达到风险集中管控的目的。宁夏某石化企业维修中心践行本质安全理念，倡导避免高危区域动火作业，充分发挥维修中心预制场地独特优势，尽最大可能减少罐区、管廊等高危险区域动火作业。

2 罐区、管廊等高危区域动火作业相关参数分析

为充分认识不同类型的动火作业相关参数，宁夏

某石化企业维修中心积极探索，因地制宜结合实际，对常见三类动火作业的相关参数，开展了详细的技术分析。

2.1 电弧焊、氩弧焊

以电弧焊(电焊)为例(见图1)，其是最常见的电能焊接方式，适用一般金属材料焊接，电弧温度可达到1000℃以上；氩弧焊主要焊接铝及铝合金、高温合金等，火花飞溅较小。



图1 电弧焊(电焊)

通过表1，可以清楚得到：当电弧焊机设置电流电压强度为120A/90V时，使用单根Φ3.2mm焊条作业，在作业高度为600mm的情况下，火花飞溅最大投影距离为800mm；飞溅物最大尺寸为Φ2mm；连续火花持续32秒，输出能量为345.6kJ。进一步说明电弧焊

输出能量高，火花飞溅物尺寸相对较小、飞溅投影范围较小。

表 1 试验电弧焊相关数据

电流电压强度(日常)	火花飞溅最大投影距离(作业高度:600mm)	飞溅物最大尺寸	单根3.2mm焊条作业时长(连续火花)
120A/90V	800mm	φ2mm	32s
输出能量: $E=UI \cdot t=90V \times 120A \times 32s=345.6\text{kJ}$			

2.2 气割、气焊、煨管

以气割为例(图2)，金属气割为预热、燃烧、吹渣的连续过程，外焰温度1200℃左右，适用于纯铁、低碳钢、中碳钢和低合金钢。



图 2 气割

表 2 试验气割相关数据

乙炔、氧气压力(日常)	火花飞溅最大投影距离(作业高度:600mm)	飞溅物最大尺寸	直接滴落物尺寸	常见DN80管线气割时长(连续火花)
C ₂ H ₂ : 0.05MPa 输出量: 0.233m ³ /h O ₂ : 0.4MPa	1800mm	φ0.5mm	φ20mm	70s
输出能量 $E=0.223\text{m}^3/\text{h} \div 3600\text{s} \times 52963\text{kJ/m}^3 \times 70\text{s}=229.7\text{kJ}$				

通过上述图2、表2，可以清楚的得到：当乙炔气瓶输出压力为0.05MPa、输出量为0.233m³/h、氧气输出压力0.4MPa时，气割常见DN80管线作业，在作业高度为600mm的情况下，火花飞溅最大投影距离为1800mm；飞溅物最大尺寸为φ0.5mm；连续火花持续70s，输出能量为229.7kJ。气割输出能量较高，飞溅物为金属氧化熔渣，飞溅投影范围及飞溅量均较大，直接滴落物尺寸大，火焰垂线方向熔渣动能较高。

2.3 磨削加工



图 3 磨削加工

磨削加工(图3)是通过磨具切除工件上多余材料的加工方法，包括利用砂轮片、切割片高速旋转对金属管材、板材进行打磨、开槽或切断，磨削表面温度约为800℃。

表 3 试验打磨加工相关数据

角磨机功率	火花飞溅最大投影距离(作业高度:600mm)	飞溅物最大尺寸	常见DN80管线打磨坡口时长
850W	2800mm	φ<0.5mm	84s
输出能量: $E=wt=0.85\text{Kw} \times 84\text{s}=71.4\text{kJ}$			

通过图3、表3，可以清楚得到：当角磨机功率为850W时，打磨常见DN80管线坡口作业，在作业高度为600mm的情况下，火花飞溅最大投影距离为2800mm；飞溅物最大尺寸为φ<0.5mm；连续火花持续84s；打磨坡口输出能量为71.4kJ。打磨加工设备输出能量相对较低，飞溅物尺寸小，数量较少，飞溅范围较大。

综上，通过对常见三类动火作业相关参数比较，取其中作业温度、输出能量、飞溅物最大尺寸、飞溅距离、作业时长等统一参数，按照一定的缩放比例，制作雷达参数图，通过观察常见三类动火作业的覆盖图形面积，可以清楚的得到动火作业相关参数，排序由高到低为：气割>电弧焊>磨削加工。

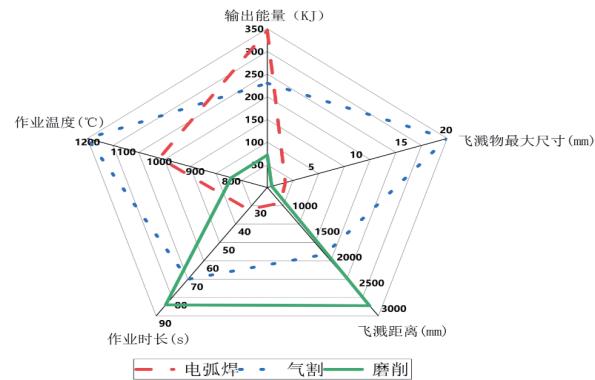


图 4 常见三类动火作业相关参数雷达图

3 罐区、管廊等高危区域动火作业防火性能措施

目前，石棉布、防火布(绿色、灰色)作为现场检修动火作业常用防护措施，宁夏某石化企业维修中心积极探索，结合现场实际情况，对石棉布、防火布(绿色、灰色)在不同环境条件下，开展其耐火性能试验、使用性能试验的参数对比，相关情况如下：



图 5 各项防火措施对比

耐火性能试验：在电弧焊作业、气割作业、磨削作业等三种不同动火作业方式，以及酸碱环境条件下石棉布、防火布（绿色、灰色）的耐火性能试验对比。

表 4 参数对比

环境条件 措施 作业方式	酸液	碱液	正常对照组
电弧焊	14s	9s	15s
气割	8s	7s	10s
磨削	—	—	—

通过上述图 5、表 4，可以清楚的得到：①电弧焊、气割火花能量较大，短时间内即可将防火布（绿色、灰色）烧穿，气割火焰与防火布接触瞬间即可烧穿；②灰色防火布硅胶层厚于绿色防火布，因此防火性能更优，但仍可被烧穿；③当火花、火焰的能量中断后，石棉布、防火布（绿色、灰色）不会持续燃烧；④酸、碱环境条件下，均对石棉布、防火布（绿色、灰色）的耐火性有一定影响；⑤石棉布阻燃性能远高于防火布（绿色、灰色）。

使用性能试验：除耐火性能外，石棉布、防火布（绿色、灰色）致密性、柔韧性的特点，同样影响其防火效果，因此，在实际运用过程中，检修人员应根据作业环境的不同，合理选用，确保其发挥相应的性能。

表 5 根据日常检维修和高危区域动火作业防范措施总结得知

材料 性能	石棉布	防火布（绿色、灰色）
致密性	较弱，不宜悬挂垂直使用	较强，水平，垂直使用皆可
柔韧性	较强，可覆盖不规则表面	较弱，适用于覆盖平整表面
耐火性	难燃	阻燃

4 罐区、管廊等高危区域动火作业防火技术要点

高危区域内必要的动火作业，应设置有效隔离、防火花坠落、消防应急等措施，周边阀门、地沟、地漏均需石棉布（防火布）封盖，相关要求如下：

4.1 高处动火作业防控火花要点

应采取有效的围挡，与周边区域隔离。动火点下方及地面设置至少双层防护，如上层石棉布，下层防火布，可采用浸湿处理；移动式防火布围挡，应随火花位置及时调整角度，并安排专人监控火花坠落情况，避免火花失控飞溅；同时配备灭火器材，必要时申请消防车特护。

4.2 罐区、管廊动火控火要点

动火点采取有效的围挡，与周边区域隔离；双层防护（要求同上）；采用石棉布覆盖相邻管线；移动式防护布围挡，应随火花位置及时调整角度，必要时，

申请消防监护救援措施。现场检修动火作业“停止点”进行检查确认，在充分借鉴石油化工工艺操作前“STOP 5 秒”四问要求的基础上，宁夏某石化企业维修中心对现场检修动火作业，设立检查“停止点”，特别针对检修作业现场动“第一把火”作业前，设立的动火作业“停止点”检查，目的是对动火作业安全措施，进行再确认、在落实，防止发生安全事故。动火作业“停止点”检查，可由技术员、安全员分片区负责实施。

4.3 动火作业“停止点”检查内容

①票证填写合规，动火分析合格并记录符合要求，双方监护人已到位；②工器具完好，用电设备接地牢固可靠，气瓶连接处严密，气瓶间距与防火间距符合要求，并有防晒和防倾倒措施；③清除动火点 5m 范围内的可燃物或使用阻燃隔离；④覆盖动火点周围 15m 范围内的漏斗、井口、地沟；⑤气体检测仪、灭火器配置到位；⑥火花接档或围挡措施到位；⑦特级动火作业，管理人员全程旁站监督，全程录像；⑧特级动火作业，消防车全程特护。

5 结束语

经过一年时间不断对高危区域动火作业探索与实践，基本能够清晰高危区域动火作业安全管理、相关参数分析、防火性能措施、防火技术要点，填补了日常工作中，对于高危区域动火作业知识掌握的空白。2024 年宁夏某石化企业为了确保企业生产经营的安全与高效，对高危企业动火作业，进行科学的管理，通过实施高危区域动火作业“四个方面”的措施，加之借鉴其他石化企业对动火作业的经典做法，及时总结出宁夏某石化企业高危区域动火作业探索与实践，为企业的安全生产贡献力量，为企业的安全稳定发展的提供保障。

参考文献：

- [1] GB30871-2022. 危险化学品企业特殊作业安全规范 [S]. 北京：国家质量监督检验检疫总局，国家标准化管理委员会 ,2022-10-1.
- [2] GB50058-2014. 爆炸危险环境电力装置设计规范 [S]. 北京：国家住房和城乡建设部，国家质量监督检验检疫总局 ,2014-10-1.
- [3] 赵峰，王林涛，等 .2024 年炼油装置大检修 HSE 管理手册 [J]. 宁化科技 ,2024(01):46.
- [4] 王林涛，赵永斌，王小辉，等 .2023 年固定动火日管理专项工作方案 [J]. 宁化科技 ,2023(01):15-17.

作者简介：

田程鹏（1987—），男，汉族，陕西乾县人，大学本科，安全工程师 / 消防工程师，研究方向：设备检修安全、消防工程。