Universe Scientific Publishing
Modern Chemical Industry, 现代化工(10)2021,3
ISSN:2661-3670(Print); 2661-3689(Online)

海上油气田火炬放空热辐射治理研究

李云鹏　张　潮　李贵旺
中海石油（中国）有限公司天津分公司　天津　300450

摘　要：海上油气田火炬放空系统是平台的生产安全泄压系统，将生产流程调控过程中的剩余气体或应急关停时流程紧急泄放气体集中处理燃烧，保障平台的安全生产。火炬燃烧将会产生一定的热辐射和噪音，本文主要研究海上油气田火炬产生热辐射对现场作业环境及作业人员产生的影响，以及在火炬热辐射治理方面的良好作业实践，对提高海上油气田对于火炬热辐射危害认识、海上热辐射强度计算、现场作业环境安全管理等方面具有一定的参考意义。

关键词：热辐射；热辐射强度；温度；火炬；放空量

一、热辐射研究背景

1.1 安全热辐射标准

表 1.1-1　推荐安全热辐射值（API 521 标准）

许可热辐射阀值（kW/m^2）	情况
9.46	在非常紧急的情况下，必须进入热辐射强度大于6.31kW/m^2的环境下工作。工作人员必须穿着防护服*，可配备防护罩。 警告：工作人员只穿防护服只能工作数秒。
6.31	在紧急情况下，在此热辐射环境中工作30秒左右。工作人员须穿着防护服*
4.73	在紧急情况下，在此热辐射环境中工作两到三分钟。工作人员须穿着防护服*
1.58	穿着防护服*可持续工作

备注：防护服需防止皮肤直接暴露于辐射中，包括帽子，手套，长袖，长裤，鞋等。

美国石油协会制定出了相应的安全生产所需的不同情况下安全热辐射值表详见表1.1-1推荐安全热辐射值（API 521标准）。相关热值都是包含了太阳热辐射的值，实际受到的火焰热辐射安全值比上述值偏小，这在不同的情景下需要区别对待。根据API 521相关描述，太阳热辐射大小约为0.79-1.04kW/m^2（我国《石油化工企业燃料气系统和可燃性气体排放系统设计规范》中规定我国太阳热辐射均值为0.93kW/m^2），对于火焰热辐射强度超过6.31kW/s时，太阳热辐射影响可以忽略，当火焰热辐射为1.58kW/s时，太阳热辐射的影响是显著的，其辐射量大小对结果影响很明显，需要予以考虑。

二、火炬热辐射强度计算方法

2.1 火炬热辐射强度计算模型的选择

射流火焰热辐射计算模型包括单点源模型、多点源模型、固体模型等，对于海上油气田作业现场来讲采取单点原模型较为实用，该模型计算公式较为简单，相关数据容易获取的特点，本文就以此计算方式为例进行展示研究，另外单纯推算在某放空量下的热辐射强度只作为在该放空量下的热辐射强度，对于海上油气田安全管理来讲推导某一时刻放空量对应的热辐射强度意义不大，但是根据本文案例公式可以轻松推导出在安全热辐射量下的最大火炬放空量简称为安全放空量，安全空量可为现场安全管理提供了数据基础，现场可以以此数据进行设定预报警相关管理规定。

2.2 火炬热辐射强度计算方法

根据单点源热辐射强度计算公式[1]：

$$I=\frac{\eta X_g Q H_c}{4\pi x_i^2}$$

式中：I——单个辐射点源对目标点处的热辐射强度，kW/m^2；

η——燃烧效率因子，喷射火焰常取0.35；

X_g——大气穿透因子，喷射火焰常取0.2；

Q——射流气体流速，kg/s；

H_c——气体燃烧热，kJ/kg；

x_i——单个辐射点源到目标点的距离，m。

1.已知，某平台天然气密度为 ρ =0.7048kg/m^3（该值可通过平台取综合气样取样化验获得），Q= ρ ·Qv，其中Qv=45.1284 x$10^4 m^3/d$为天然气体积放空速度，可求出射流气体流速Q值；

2.可利用平台3维模型如图2.1-1所示，可利用3维

作者简介：李云鹏，1987年10月，男，中海石油（中国）有限公司天津分公司，工程师，本科，海上油气开发；张潮，1987年12月，男，中海石油（中国）有限公司天津分公司，工程师，本科，海上油气开发；李贵旺，1987年10月，男，中海石油（中国）有限公司天津分公司，副高级工程师，本科，海上油气开发。

模型中的测距功能，可估算火炬中心距离目标点的距离，例如：平台火炬长度平台火炬焰长15m，火炬基点据辐射点距离约为L_1为53.18m，可估算公示中x_i单个辐射点源到目标点的距离约为59m（图中L_2）。

3.气体燃烧热值可通过实验室化验得知本文以55643kJ/kg。

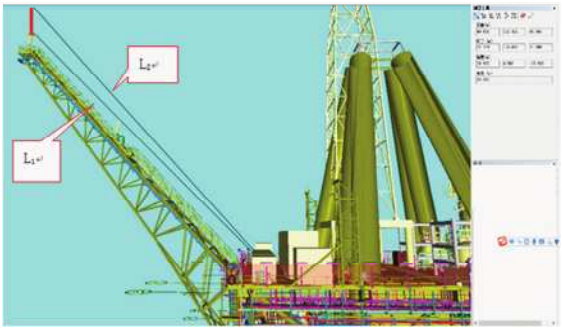

图2.2-1　某平台3维模型

综上所述，根据平台现有数据可计算得出热辐射I=0.327，根据我国《石油化工企业燃料气系统和可燃性气体排放系统设计规范》中规定我国太阳热辐射均值为0.93kW/m^2，计算无风工况下总热辐射值为1.257kW/m^2，根据目前海况按照平均风速10m/s，需乘以修订系数1.309，最终计算实际工况下的热辐射值为1.645kW/m^2超出安全热辐射（1.58kW/m^2），存在一定的安全隐患，同理根据本公式计算方程，可推导出在安全热辐射强度下的火炬放空量，安全放空量可以按照本文中的1.58kW/m^2进行推导得出，由于反推公示较为简单本文不再进行演示，该例题中推导出该平台火炬放空量为Qv=42.2445x$10^4$$m^3$/d。

三、火炬热辐射对生产设备的影响及治理策略

3.1 对平台设备影响

以图2.2-1某平台3维模型为例，该平台火炬安装在上甲板西侧，修井机设备设施距离火炬最近[2]，受热辐射烘烤情况严重。现场对一楼配电间、二楼操作间、二层台等场所进行测温，最高表面温度达到73.7℃（检测时环境温度18℃）对现场设备及作业人员都存在一定的高温辐射情况。

3.2 火炬热辐射治理总体策略

火炬这辐射治理总体分为两个方向，一方面是通过流程调整，如新增用户、天然气回注项目、LNG回收项目等研究降低至火炬放空量，将火炬放空量降至安全放空量。另一方面可以通过搭建防辐射屏障，在火炬热辐射区域增加防辐射挡板的方式降低火炬产生的辐射热直接对设备和人员的危害[3]，在挡板于设备中间过道加装防爆轴流风机进行强制通风散热，对现场作业环境进行一步散热降温。

四、现场安全管理提升

4.1 制定热辐射区域设备设施的温度检测制度

为了加强对高辐射区各设备设施及作业环境的检测力度，平台制定高辐射区温度检测巡检制度，明确关键定位的耐温等级影响范围，发现异常情况及时采取防护措施，确保高辐射区域设备设施的安全稳定运行，于此同时在高辐射区域张贴安全提示。

4.2 异常工况下对高辐射区操作人员撤离预警制度

为避免在生产流程异常工况下火炬放空突然升高产生超标热辐射强度对现场操作人员造成热辐射伤害制定撤离预警机制，当生产流程出现异常工况导致火炬放空超过安全放空量时，中控人员进行全平台广播当前放空量超过安全放空值，请在高辐射区域作业人员进行临时撤离，到安全区域进行避让，待故障解除后恢复现场正常作业，当现场操作人员不能撤离高辐射区时，作业人员需穿戴好防护服进入高辐射区域作业，并严格控制作业时间。

4.3 完善高辐射区作业安全风险分析与防护管理

涉及到在平台高辐射区域的各项施工作业，将高辐射伤害风险因素纳入到安全作业风险分析（JSA）的风险因素中，并做好对设备、工机具的安全防护措施，作业人员需严格按照平台热辐射防护管理规定执行，在异常工况下做好人员撤离前对工机具的断电，断气检查确认工作，切实履行安全有序撤离避让。

五、总结

本文从海上油气田安全生产角度出发，进一步提升一线员工对火炬热辐射危害的认识，根据海上实际情况，通过简单的热辐射强度计算公式可推算出平台安全火炬放空量，增加火炬放空预警机制，针对对平台火炬热辐射治理提出了可操作性强，效果显著的治理策略，进一步提升了现场安全管理水平，对于海上油气田的安全生产具有一定的参考意义。

参考文献：

[1]李玉.气体喷射火灾下热辐射研究[J].中国安全科学学报，2011，21（2）：68-71.

[2]刘祖德，杨平，赵云胜.天然气处理厂放空火炬影响分析与模拟计算[J].中国安全科学学报，2008，18（7）：23-28.

[3]庄磊.航空煤油池火热辐射特性及热传递研究[D].合肥：中国科学技术大学博士学位论文，2008.