

Optimization Layout of Gas Detector of Carbon Monoxide Production Unit

Shuai Han

Zhongsha (Tianjin) Petrochemical Co., Ltd., Tianjin, 300270, China

Abstract

Carbon monoxide production unit mainly adopts oxidation process of carbon monoxide, with natural gas and oxygen as raw material, partial oxidation reaction occurs in the reactor syngas rich in carbon monoxide, high temperature and high pressure syngas after cooling to decarbonization system, the carbon monoxide production unit tower, tank pressure vessel and pipe are flammable and flammable methane and flammable and explosive, toxic and harmful carbon monoxide toxic gases. If the fruit equipment and pipeline leakage, it is easy to form an explosive dangerous environment, fire and explosion accidents. In order to detect the leaking material in the first time, the combustible gas detector and the toxic gas detector should be installed in the production unit site. Optimize the layout according to the detection scope of the gas detector and the actual situation on the site, so as to improve the detection effect of the detector and reduce the input, operation and maintenance cost of the detector.

Keywords

combustible gas; toxic gas; gas detector

浅谈一氧化碳生产单元气体检测仪优化布局

韩帅

中沙（天津）石化有限公司，中国·天津 300270

摘 要

一氧化碳生产单元主要采用氧化工艺生产一氧化碳，以天然气和氧气为原料，在反应器中发生部分氧化反应生成富含一氧化碳的合成气，高温高压的合成气经过急冷降温送至脱碳系统，整个一氧化碳生产单元的塔、罐等压力容器内及管道内都具有易燃易爆的甲烷等可燃气体及易燃易爆、有毒有害的一氧化碳有毒气体。如果设备、管线发生泄漏，极易形成爆炸性危险环境，发生火灾爆炸事故。为了在第一时间检测到泄漏的物料，需在生产单元现场设置可燃气体检测仪和有毒气体检测仪。根据气体检测仪的检测范围及现场实际情况进行优化布局，以便提高检测仪的检测效果及降低检测仪的投入、运维成本。

关键词

可燃气体；有毒气体；气体检测仪

1 研究背景

近年来，危险化学品企业火灾爆炸事故频发。例如，辽宁盘锦浩业化工“1.15”重大爆炸着火事故、内蒙古鄂尔多斯亿鼎生态农业开发有限公司“9.7”重大高压气体泄漏事故、山东聊城鲁西化工“5.1”爆炸着火事故。这些事故都对企业的人员、当地经济、社会、环境造成严重的影响。这些火灾爆炸事故大多是由物料泄漏引起的，物料泄漏最有效的监测手段就是设置物料泄漏检测报警装置，报警装置设置合理就能第一时间检测到泄漏的物料进行预警，进而为应急处置赢得宝贵的时间。论文分析一氧化碳生产单元可燃气体、有毒气体的检测仪布局情况，从而提出优化的构思，进

而提升检测效率。

2 一氧化碳生产单元气体检测仪安装情况

2.1 生产工艺介绍

中沙（天津）石化有限公司有两条一氧化碳生产线，每条线就是一个生产单元。一氧化碳生产工艺采用 GE 公司的生产技术，利用高温高压的天然气和氧气（纯氧）发生部分氧化反应，生产富含一氧化碳的合成气（一氧化碳、氢气、甲烷、二氧化碳、氮气），高温高压的合成气经过冷却后送至脱硝系统脱除二氧化碳，然后再经过干燥后送至深冷系统（冷箱）进行深冷分离脱除氢气、甲烷、氮气，经深冷分离后纯度达到 99.9% 以上的一氧化碳再经加压送至后系统。在部分氧化反应之前会对原料天然气进行加氢脱硫处理，有可能会产生少量的硫化氢。

【作者简介】韩帅（1989-），男，中国山东人，硕士，工程师，从事石油化工相关工作。

2.2 一氧化碳生产单元安装气体检测仪的必要性

整个一氧化碳生产单元的塔、罐、管线内有天然气、氢气、甲烷、一氧化碳等易燃易爆气体，整个一氧化碳生产单元属于爆炸性危险区域。同时，一氧化碳、硫化氢还是高毒气体，如果发生泄漏，极易引发人员中毒、火灾爆炸事故。为了快速检测泄漏的可燃气体及有毒气体，避免发生人员中毒及火灾爆炸事故，装置现场需合理安装可燃气体和有毒气体检测仪。

2.3 一氧化碳生产单元气体检测仪分类及现场安装情况

一氧化碳生产单元现场设置有可燃气体检测仪和有毒气体检测仪，可燃气体检测仪用于检测泄漏的天然气、氢气、甲烷；有毒气体检测仪有一氧化碳检测仪和硫化氢检测仪，用于检测泄漏的一氧化碳和硫化氢。GB50493—2009 根据《石油化工可燃气体和有毒气体检测报警设计规范》的规

定，释放源处于露天或敞开式厂房布置的设备区域内，当检测点位于释放源的全年最小频率风向的上风侧时，可燃气体检测点与释放源的距离不宜大于 15m，有毒气体检测点与释放源的距离不宜大于 2m；当检测点位于释放源的全年最小频率风向的下风侧时，可燃气体检测点与释放源的距离不宜大于 5m，有毒气体检测点与释放源的距离不宜大于 1m^[1]。在一氧化碳生产单元的一氧化碳压缩机、循环气压缩机、氢气压缩机、氮气压缩机等气体压缩机和液体泵的动密封处、液体和气体采样口、液体排液口、经常拆卸的法兰和经常操作的阀门组处设置了气体检测仪。每个一氧化碳生产单元设置 52 个可燃气体检测仪，75 个一氧化碳检测仪、2 个硫化氢检测仪，两条一氧化碳生产线共计设置 104 个可燃气体检测仪、150 个一氧化碳检测仪、4 个硫化氢检测仪。单个一氧化碳生产单元部分气体检测仪分布如图 1 所示。

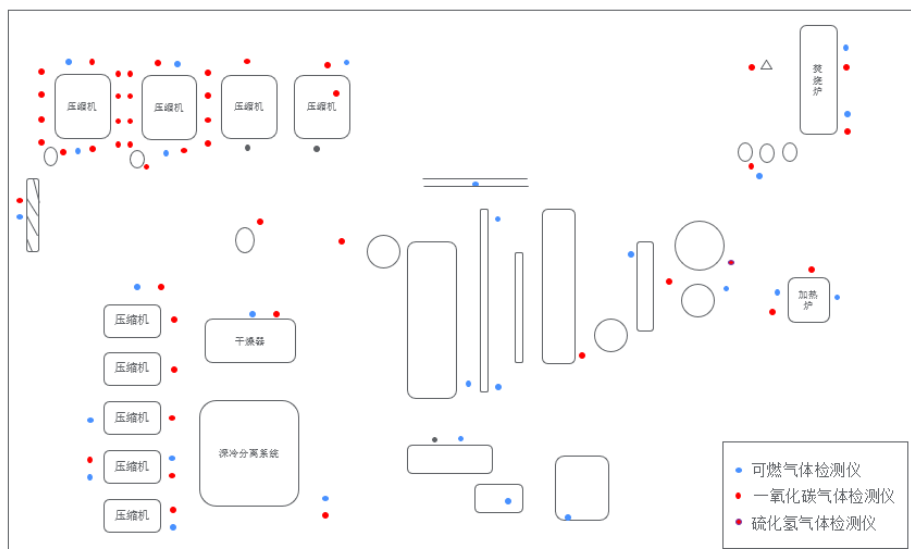


图 1 一氧化碳生产单元部分可燃气体和有毒气体检测仪分布位置

3 一氧化碳生产单元气体检测仪优化布局分析

3.1 深冷系统气体检测仪优化布局调整

2019 年 9 月 25 日由中华人民共和国住房和城乡建设部和国家市场监督管理总局联合发布的 GB/T50493—2019《石油化工可燃气体和有毒气体检测报警设计规范》于 2020 年 1 月 1 日正式实施。新标准对检测仪距释放源的位置进行了更新，取消了检测仪距释放源上风向和下风向的限定，统一设定为：释放源处于露天或敞开式厂房布置的设备区域内，可燃气体检测仪距其所覆盖范围内的任一释放源的水平距离不宜大于 10m，有毒气体检测仪距其所覆盖范围内的任一释放源的水平距离不宜大于 4m^[2]。可燃气体检测仪的覆盖范围由 15m 缩短至 10m，有毒气体检测仪的覆盖范围由 2m 扩大至 4m。标准更新后对现场的气体检测仪的覆盖距离进行识别，发现深冷系统压缩机区域的部分可燃气体和有毒气体检测仪距释放源的距离不合适，遂立即对该区域的部分可燃

气体和有毒气体检测仪的位置进行调整，将深冷系统压缩机东侧的可燃气体检测仪和一氧化碳气体检测仪移至压缩机中间位置。经过调整深冷系统压缩机处的可燃气体检测仪和有毒气体检测仪均满足规范要求。

3.2 一氧化碳产品压缩机气体检测仪优化布局分析

一氧化碳压缩机四周共计安装 22 个一氧化碳气体检测仪，每个检测仪的覆盖范围为 2m，根据新执行的国标要求，有毒气体检测仪距释放源距离不宜大于 4m，现场气体检测仪的实际检测范围严于国家标准，这在一定程度上保证了检测效果，但同时也会增加投资、运行维护的成本。若在保证检测效果的前提下将检测仪的安装位置优化至符合国家标准要求的覆盖范围，这样可以适当降低投资、运行维护的成本。为了保证检测仪的检测效果，气体发生泄漏时需至少两个检测仪检测到数值，此处考虑冗余。鉴于一氧化碳压缩机周围管线的布置情况，若贸然减少有毒气体检测仪的数量，

有可能出现一氧化碳气体泄漏不能被及时检测到的情况,为了避免出现这检测不到的情况,特利用气体泄漏模拟软件对该区域进行气体检测效果模拟验证。故本章节利用基于CFD(Computational Fluid Dynamics)计算流体动力学技术的FLACS(Flame accelerate simulator)模拟爆燃软件^[3]建立一氧化碳生产单元气体泄漏三维模型,对该生产区域进行网格划分,构建泄漏场景,模拟指定区域的气体检测仪对泄漏物料的检测效果。

3.3 一氧化碳压缩机气体检测仪优化布局验证

据一氧化碳生产单元设备位置及区域大小,同时考虑风向及风速对泄漏气体在一定距离上会形成泄漏气云的影响,利用FLACS软件对一氧化碳生产单元区域进行三维建模。

一氧化碳生产单元区域常年风向为东向,次常风向为

南向,强风向为东向,冬季主导风向NNW,夏季主导风向为ESE。基本风压550Pa,最大风速24.3m/s,定时平均风速4.1m/s。对一氧化碳生产单元的一氧化碳气体检测仪进行数字编号1至75,去掉一氧化碳产品压缩机周围编号为2、3、6、8、9、11、14、15共计8个一氧化碳检测仪。根据一氧化碳产品压缩机周围一氧化碳气体检测仪的优化后的位置及安装高度,在三维模型图中添加检测点。利用FLCAS软件输入该区域的风力气候条件、平均风速,模拟一氧化碳产品压缩机出现管线泄漏后在不同风向下的泄漏气体的检测结果,本次模拟孔泄露,泄漏源为单点泄漏。图2为FLACS软件模拟主导NNW风向下一氧化碳气体检测仪的检测曲线图,图3为FLACS软件模拟主导ESE风向下一氧化碳单元一氧化碳气体检测仪检测结果。

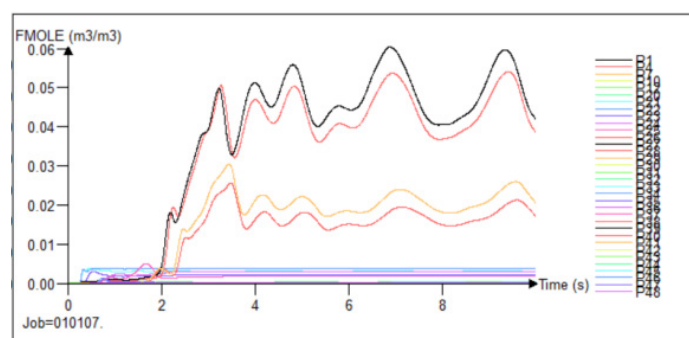


图2 NNW风向下一氧化碳单元一氧化碳气体检测仪检测结果

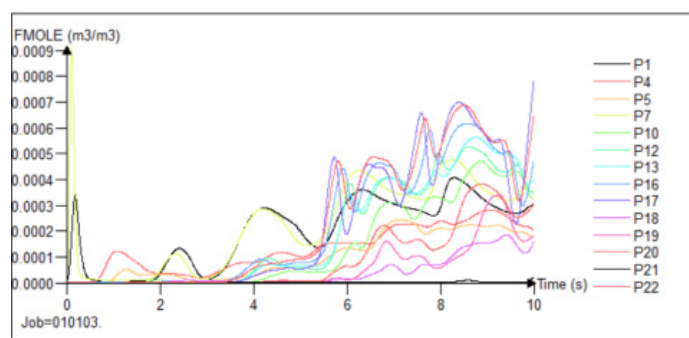


图3 ESE风向下一氧化碳单元一氧化碳气体检测仪检测结果

由图2、图3可知,当一氧化碳产品压缩机管线发生气体泄漏时,周围有多个气体检测仪能在第一时间检测到数值,且检测时间最短在1秒以内,检测效果达到预期。此次建模还可以模拟气体泄漏形成的扩散气云,模拟气体泄漏的扩散走向,为气体检测仪的优化布局提供理论依据。

4 结语

论文通过识别GB/T50493—2019的规范要求,重新优化布置了一氧化碳生产单元深冷系统的可燃气体和有毒气体检测仪,同时又对一氧化碳压缩机周围检测仪的优化进行了模拟验证,证明优化结果可行。此次模拟验证虽只是理论验证并未实施,但使用FLACS模拟软件进行气体泄漏扩散

气云模拟、检测点检测有效性模拟的方法,可以为新建企业的可燃气体和有毒气体检测仪合理布局提供理论依据,从而提高检测仪的检测效果,提高可燃气体和有毒气体泄漏的防控水平,进而保证企业的安全。同时,合理布局也能节省企业的投资、运行维护成本,降低企业负担。

参考文献

- [1] GB50493—2009 石油化工可燃气体和有毒气体检测报警设计规范[S].北京:中国标准出版社,2009.
- [2] GB/T50493—2019 石油化工可燃气体和有毒气体检测报警仪设计标准[S].北京:中国标准出版社,2019.
- [3] 王玉秀.天然气生产碳氢处理工艺可燃气体探测器优化布置研究[D].中国石油大学(华东),2017.