

# 安全阀状态监控系统的应用

张 凯 许明涛 (榆济管道有限责任公司, 山东 济南 250000)

**摘 要:** 全封闭式安全阀是在天然气输气工艺中被广泛使用的一种安全控保装置,能够在工艺管线设备超压时起到泄放介质压力的作用。安全阀泄放时会伴随一定的气流声。在一个大中型输气站中,同时会设置 20 余台安全阀,当某一安全阀因超压或故障误动时,泄露时的气流声常常被天然气输气站内正常的气流声所掩盖。造成输气站工作人员不能及时发现、处置安全阀泄放事件,造成设备超压不能及时作出相应的工艺调节、天然气大量泄放造成一定的经济损失。本文针对输气站场特殊作业环境,分析安全阀工作特点及天然气泄放特点,提出通过安全阀状态监控系统的应用,解决安全阀起跳后无法及时发现的问题,降低天然气大量泄放造成的经济损失。

**关键词:** 天然气; 安全阀; 监控系统; 大量泄放; 输气站; 超压

全封闭式安全阀是在天然气输气工艺中被广泛使用的一种安全控保装置,能够在工艺管线设备超压时起到泄放介质压力的作用。安全阀泄放时会伴随一定的气流声。在一个大中型输气站中,同时会设置 20 余台安全阀,当某一安全阀因超压或故障误动时,泄露时的气流声常常被天然气输气站内正常的气流声所掩盖。造成输气站工作人员不能及时发现、处置安全阀泄放事件,造成设备超压不能及时作出相应的工艺调节、天然气大量泄放造成一定的经济损失。为了解决这个问题,2019 年 4 月 10 日决定对此项目展开改造攻关。

## 1 天然气的基本性质

### 1.1 天然气基础知识

天然气是无色无味无毒无腐蚀性,易燃易爆气体。主要成分以饱和烃为主,主要是甲烷、乙烷、丙烷、丁烷、戊烷含量不多,少量非烃类气体。天然气比空气轻,易挥发,不易聚集。

### 1.2 安全阀

安全阀是启闭件受外力作用下处于常闭状态,当设备或管道内的介质压力升高超过规定值时,通过向系统外排放介质来防止管道或设备内介质压力超过规定数值的特殊阀门。安全阀属于自动阀类,主要用于锅炉、压力容器和管道上,控制压力不超过规定值,对人身安全和设备运行起重要保护作用。

## 2 现状

通过对天然气分公司 10 所大型输气场站 2019 年全年因安全阀起跳,天然气大量泄放所造成的经济损失统计如下表 1 所示。

表 1 2019 年全年各站安全阀起跳情况统计表

| 场站   | 安全阀起跳次数 | 起跳时间 (min) | 泄放量 (m <sup>3</sup> ) | 直接经济损失 (元) | 合计 (元) |
|------|---------|------------|-----------------------|------------|--------|
| 齐鲁站  | 4       | 270        | 6156                  | 17237      | 272087 |
| 临淄末站 | 2       | 150        | 3122                  | 8742       |        |
| 周村站  | 4       | 280        | 8919                  | 24973      |        |
| 安平站  | 5       | 310        | 10283                 | 28792      |        |
| 齐河站  | 6       | 440        | 21317                 | 59688      |        |
| 南乐站  | 2       | 80         | 4719                  | 13213      |        |
| 清丰站  | 3       | 180        | 6918                  | 19370      |        |
| 安阳站  | 4       | 370        | 13274                 | 37167      |        |
| 佳县站  | 3       | 220        | 7715                  | 21602      |        |
| 平遥站  | 5       | 340        | 14751                 | 41303      |        |

注:

泄放量计算公式:

$$Q_{\text{放}} = 231.5 \frac{D^2 p}{\sqrt{d}} \cdot \frac{T}{24}$$

天然气按最新市场公布价格: 3950 元/t, 即 2.8 元/m<sup>3</sup>。

从上表可以看出两点:

① 10 所场站都有安全阀起跳现象,且都存在未及时发现而造成天然气大量泄放的情况;② 由于未能及时发现并处理而造成的经济损失达到了 272087 元之多。

## 3 解决方案

为了对天然气输气站内的安全阀进行有效监控,及时发现安全阀泄放事件的发生,设计了安全阀泄放监控系统。该系统可以有效的对安全阀泄放事件进行监测、报警,使输气站员工对安全阀泄放事件进行及时控制,防止了压力管道容器的超压运行并取得了一定的经济效益。

### 3.1 系统组成

安全阀监控系统由硬件和软件两部分组成。硬件部分包括:压力变送器、连接电缆、系统主机、监控电脑。软件部分为系统监控软件。

### 3.2 原理

系统由硬件和软件两部分组成。硬件部分包括:压力变送器、连接电缆、系统主机、上位机。软件部分为系统监控软件。压力变送器从安全阀出口管线末端采集压力信号通过传输电缆传输至系统主机,系统主机将各点的模拟压力信号转换成数字信号传输至上位机(监控电脑),系统监控软件根据系统主机传来的数字信号显示压力值,根据压力值的大小进行产生声光报警。

安全阀在正常工作条件下,主阀处于关断状态,出口管线没有气流,管线内的压力为大气压力。当生产压力超过安全阀起跳压力时,安全阀的主阀打开,出口管线有大量气流

通过,这时管线的压力将远远大于之前的大气压力。当监控软件检测到压力值超过所设定的压力值时立即产生声光报警,达到监控的目的。

### 3.3 安装使用

#### 3.3.1 硬件安装

① 在安全阀出口管线末端安装压力变送器;② 将压力变送器通过传输电缆与系统主机连接;③ 用数据线将系统主机与上位机电脑连接;④ 为系统主机接入 220V 电源,打开电源开关,并观察系统主机上的 LCD 显示屏显示数据是否正确。

#### 3.3.2 软件安装

① 将软件安装包拷贝到上位机电脑(下转第 121 页)

看,进口煤系主要用于石墨电极,用量占比高达69.23%;进口油系主要用于锂电负极,用量占比在58.67%。出口方面,以油系针状焦出口为主,2019年总出口量为3.5万t,主要出口至印度、俄罗斯、日本等国家,其中俄罗斯出口量占90%。

### 3 国内首套 CLG 两步法针状焦装置的技术优势

山东亿维新材料有限责任公司是山东海科控股集团的子公司,该公司于2017年启动与美国CLG公司的联合技术研发。CLG是全球研发针状焦技术最早,技术最成熟的技术商,其技术发展路径如图1所示:

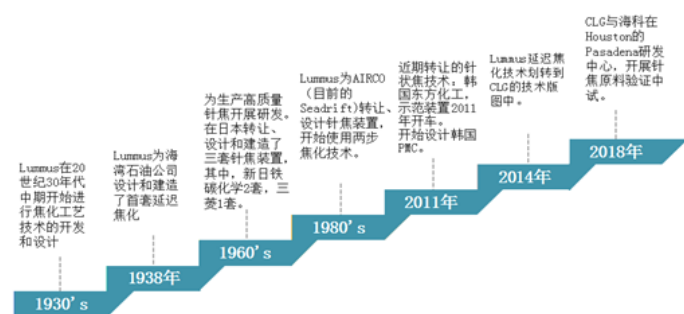


图1 针状焦技术发展史

国外多家针状焦企业技术源自CLG(如表1所示),市场已验证CLG针状焦技术先进、成熟。

CLG针状焦已发展至二代技术即两步法工艺技术,即山东亿维新材料有限责任公司采用的两步法工艺。两步法

的工艺过程即技术优势为:第一步:在特定的温度、压力条件下进行,完成原料到中间相的反应。中间相质量精准可控,利于最终产品的质量稳定性。第二步:在特定的温度、压力条件下进行,完成焦化反应,增加产品强度,产品指标满足高端产品质量要求。

表1 CLG技术国外应用列表

| 企业名称            | 产能<br>(万 t/a) | 技术来源     |
|-----------------|---------------|----------|
| 日本新日化 C-CHEM    | 12            | CLG 一代技术 |
| 日本三菱化学          | 6             | CLG 一代技术 |
| 韩国 PMC          | 6             | CLG 一代技术 |
| 美国海波 Seadrift   | 14            | CLG 二代技术 |
| 韩国东方化学 OCI 示范装置 | 0.1           | CLG 二代技术 |

综合效果:与第一代技术相比,第二代两步法技术使得各个反应阶段的反应速率可以精准化、智能化控制,有利于提高产品质量及保障品质稳定性。

### 4 总结

山东亿维新材料有限责任公司的15万t/a针状焦项目计划将于2021年下半年建成投产,届时将成为国内首套产品指标达到国际先进水平的针状焦装置,将弥补国内高端针状焦市场的空白,为推动钢铁行业的节能环保进程、推动新能源汽车产业发展提供有力支撑。

(上接第119页)上,解压缩安装包并进行安装;②打开软件选择COM口,点击开始监控运行软件;③观察软件显示是否与系统主机上的LCD显示屏的显示一致。

### 4 使用效果

系统设有多个数据通道,一台系统主机同时可以监控32台安全阀。上位机软件输出声光报警,提示起跳安全阀的具体位置,为输气站工作人员能及时发现、处置安全阀泄放事件,及时作出相应的工艺调节、减少天然气大量泄放造成的经济损失。

#### 4.1 软件测试

在不同的操作系统下进行软件运行情况测试,测试结果均为正常。连续运行72h未发现运行报误情况。同时数据读取稳定与硬件数据始终保持一致,监测误差率为0%。

#### 4.2 硬件测试

通过对10个监测点进行监测,观察硬件运行情况。硬件运行正常,连续工作72h未发现故障和设备过热情况。所读取的数据与实际相符,监测率达到了100%。

#### 4.3 效益评估

##### 4.3.1 成本

①实地考察及安装费用:2000元;②资料费用:1000元;③装置材料费:8000元;④装置制作费:2000元。  
共计:13000元。

##### 4.3.2 效益

系统投入使用后,值班人员能实时监控安全阀状态,安全阀起跳后在5-10min内可以完成流程处理工作。

表2 每次起跳10min直接经济损失统计表

| 场站   | 安全阀起跳次数 | 起跳时间<br>(min) | 泄放量<br>(m³) | 直接经济损失(元) | 合计(元) |
|------|---------|---------------|-------------|-----------|-------|
| 齐鲁站  | 4       | 40            | 912         | 2554      | 39732 |
| 临淄末站 | 2       | 20            | 416         | 1165      |       |
| 周村站  | 4       | 40            | 1274        | 3567      |       |
| 安平站  | 5       | 50            | 1658        | 4642      |       |
| 齐河站  | 6       | 60            | 2906        | 8136      |       |
| 南乐站  | 2       | 20            | 1180        | 3304      |       |
| 清丰站  | 3       | 30            | 1153        | 3328      |       |
| 安阳站  | 4       | 40            | 1435        | 4018      |       |
| 佳县站  | 3       | 30            | 1052        | 2945      |       |
| 平遥站  | 5       | 50            | 2169        | 6073      |       |

注:

泄放量计算公式:

$$Q_{放}=231.5 \frac{D^2 p}{\sqrt{d}} \cdot \frac{T}{24}$$

天然气按最新市场公布价格:3950元/t,即2.8元/m³。

效益=272087-13000-39732=219355元/a。

### 5 结论

系统投用后,值班人通过系统能够及时发现安全阀起跳情况,可以在5-10min内对起跳事件进行处理,避免因过量排放带来经济损失。同时也避免了因为过量排放带来的巨大隐患,为输气安全生产提供保障。该系统可以推广至中原局及所有安全阀安装数量较多、生产现场节流噪音较大的大中型输气场站。

#### 参考文献:

[1] 王凯全. 石油化工安全概论[M]. 北京:中国石化出版社,2005.