

天然气站场火灾报警系统的应用及故障处理

胡世杰¹ 任霖钦² 纪刚³ 肖航⁴ 黄程⁴

1. 国家管网集团西气东输分公司, 上海 200000
2. 国家管网集团西南管道有限责任公司, 四川 成都 610000
3. 江西省天然气管道有限公司, 江西 南昌 330000
4. 国家管网集团华中分公司, 湖北 武汉 430000

[摘要] 文章以天然气站场火灾报警系统的具体应用的实例, 讲述了火灾控制系统与 PLC 系统控制的逻辑关系、并对消防系统及 ESD 系统的相关连锁功能进行了简要分析。着重对火灾报警系统相关设备的内部故障及外部故障处理方式进行阐述说明、针对可燃气体检测系统功能, 对 IR2100 型可燃气体探测器的使用原理及日常维护检修、对 FL4000 型火焰探测器常见故障处理进行分析总结, 为相关设备的应用研究及故障处理提供参考。

[关键词] 火灾报警; 可燃气体检测; 故障分析

DOI: 10.33142/ect.v2i10.13691

中图分类号: U266

文献标识码: A

Application and Fault Handling of Fire Alarm System in Natural Gas Station

HU Shijie¹, REN Linqin², JI Gang³, XIAO Hang⁴, HUANG Cheng⁴

1. PipeChina Group West to East Gas Transmission Branch, Shanghai, 200000, China
2. PipeChina Group Southwest Pipeline Co., Ltd., Chengdu, Sichuan, 610000, China
3. Jiangxi Provincial Natural Gas Pipeline Co., Ltd., Nanchang, Jiangxi, 330000, China
4. Central China Branch of National Pipeline Network Group, Wuhan, Hubei, 430000, China

Abstract: This article uses the specific application of natural gas station fire alarm system as an example to illustrate the logical relationship between fire control system and PLC system control, and briefly analyzes the related interlocking functions of fire protection system and ESD system. Emphasis is placed on elaborating on the internal and external fault handling methods of fire alarm system related equipment. Regarding the functionality of the combustible gas detection system, the usage principle and daily maintenance of the IR2100 combustible gas detector are analyzed and summarized, as well as the common fault handling of the FL4000 flame detector, which provides reference for the application research and fault handling of related equipment.

Keywords: fire alarm; combustible gas detection; fault analysis

天然气站场由于站场设备自身密闭性不强、管道腐蚀等均可能造成站场天然气泄漏。天然气发生大量泄漏, 会造成泄漏点周围环境污染, 更会带来人员伤亡、火灾、爆炸的危险。因此根据《石油天然气工程设计防火规范》和《火灾自动报警系统设计规范》的内容要求, 天然气站场设置火灾报警系统及可燃气体检测系统, 做好站场火灾报警系统及可燃气体检测系统的日常维护、检修、测试工作, 对天然气管网设备的运行及人员安全保障显得尤为重要。

1 天然气站场火灾报警系统介绍

天然气站在综合楼用房和工艺装置区设置火灾检测报警系统, 对综合楼控制室、办公室、变电所设备间的站场的火灾情况进行监视报警; 同时在天然气管道区域设置可燃气体探测器, 检测气体泄漏情况并进行报警或连锁站场二级 ESD 的启动信号, 保障人身及生产过程的安全可靠。

以某长输天然气管线站场为例, 站场配置

JB-QB-GST500 型火灾报警控制器与 TA102C 系列可燃气体探测器联合使用。火灾报警控制器各区域设备串联在不同的回路内, 一般 00 回路为楼层显示器, 01 回路为生活区可编址设备, 02 回路为管道生产区可编址设备; 感温、感烟、讯响器、火焰探测器、手报等设备在完成现场编码及设备注册后, 火灾报警控制器处于自动允许状态, 即可实现现场设备的火灾及故障信息的接收和报警监测。火灾报警系统接收到来自火灾报警控制器的确认火灾信号后, SIS 系统自动切断该防火分区的非消防电源, 并发送信号给通信专业 PA/GA 系统进行火灾广播报警。另外, 压缩机厂房内设置消火栓, 其手报按钮的触发在被确认火灾后可连锁 SCADA 监控画面, 可远程启动消防水泵, 救灾人员可立即使用消防水带等进行火灾救援。

天然气站场的可燃气体检测由独立的检测系统完成, 某天然气站采用 TA102C-xC30 气体检测控制单元卡件进行数据采集及报警, 该智能型可燃性气体检测控制卡

可直接插入 xH30/xH31 系列主机箱内和现场可燃气体探测器配合,现场设备以 IR2100 型探测器为主,组成完整的可燃气体检测系统。具有 4-20mA 模拟输出信号的 IR2100 可组成各种要求的检测报警系统,在输气站逻辑设置中其可燃气体浓度高报信号被 PLC 系统采集用于 SCADA 系统报警^[1],可燃气体浓度高高报信号被站场 ESD 系统采集,用于可燃气体探测器高高报多取二逻辑触发站场二级 ESD。TA102C 上各卡件具备浓度显示、报警级复位功能,并且独有的故障代码机代码指示,可供现场故障判断及故障检修参考。

在大型压缩机房除安装可燃气体探测器、火焰探测器、消防栓等常规火灾报警设备外,当厂房内可燃气体浓度达到 20%LEL 时,该报警信号连锁自动启动压缩机房上的轴流风机,此外,在压缩机上方还装有对射式红外可燃气体探测器,检测厂房上方空间可燃气体泄漏情况,可燃气体浓度高报警信号及设备故障信号被火灾控制盘采集检测,必要时其浓度和故障信号可直接进入 PLC 系统进行监控,在 SCADA 监视界面中实现实时报警。^[2]

2 火灾报警系统常见故障类型及相关处理

2.1 控制器内部故障及处理

针对天然气站场常用的海湾 JB-QB-GST500 火灾控制盘,现场常用设备主要包括光电感烟、感温、手动报警按钮、火焰探测器、缆式感温等探测设备及 8300、8301 模块。其中,8300 和 8301 模块可接收消防联动设备的常开、常闭信号,并将信号反馈给火灾报警控制器。光电感烟利用火灾烟雾对光产生吸收和散射作用来探测火灾的一种装置,安装探测器的房间高度大于 12m 时,一般不用感烟探测器;房间高度大于 8m 时,一般不用感温探测器。火焰探测器主要包括红外光探测器、紫外光探测器和可见光探测器,火焰探测器一般不受高度的限制。感温电缆则是在周围环境温度升高到一定温度时,感温电缆自身间的绝缘介质熔化使感温电缆的两根互相绞绕在一起的钢丝在温升点处呈短路状态,因此改变了原来感温电缆回路的工作状态,从而达到监测报警的目的。

当火灾控制盘内部部件发生故障时,如主备电故障、电池故障,环路故障产生时,如出现主电故障,若主电掉电,采用备电供电,处于充满状态的备电可维持控制器工作 8 小时以上,直至备电自动保护。在备电自动保护后,为提示用户消防报警系统已关闭,控制器会提示 1 小时的故障声。因此在使用过备电供电后,需要尽快对包括主电模块、蓄电池、进线滤波等原件的故障进行处理,恢复主电供电并给电池充电 48 小时,以防蓄电池损坏。

当电池故障时,需要对火灾控制盘内蓄电池组进行检查,一般随着使用年限较久,蓄电池会出现老化现象导致电压不足,设备出现报警,维护时需保证电池容量,充放

电电压及尺寸规格满足现场要求,且在设备完全断电状态下进行操作。

如显示面板出现环路故障,由于设备环路经过 SLP32D 浪涌保护器,因此需检测防浪涌功能是否完好。环路设备串联环路的方式为双线同时进出端子排,当防浪涌正常时,需检查报警的环路内的施工情况和接线断点,此时处理环路内断点或替换损坏线缆即可解决环路故障。

此外,火灾控制盘还具备总线设备查询功能,控制盘启动停止设备功能,检修状态投用状态切换功能。其中,历史事件记录功能,每条记录信息包括记录信息发生的时间、六位编码、类型及内容提要,可为火灾及报警事故处理提供最明确的信息。

2.2 现场火灾设备故障及处理

2.2.1 火灾控制盘及其附属设备故障处理

JB-QB-GST500 控制器现场设备发生外部故障时,控制器板面会显示故障位号和如“100021 机柜间 感烟故障”“200035 发球区 火焰探测器故障”等。故障发生时,“消音”键终止故障报警声,去现场查看设备运行情况。若为误报警,记录下误报警设备号及报警时间,确认现场情况,有无较大的灰尘、水蒸气、温度剧烈变化、气流、较大物体移动等。

当现场真实发生设备故障,首先需在火灾控制面板对该设备进行屏蔽,然后对故障设备进行拆卸处理,进而对拆卸设备进行编码器读码,对完成检维修的设备或新设备进行编码并重新安装,最后取消屏蔽,即完成现场设备处理。

2.2.2 FL4000 火焰探测器维护及故障处理

输气站场工艺区分布的 FL4000 是一种有识别功能的红外线火焰探测器,它利用红外传感器可感应不同波长的红外线,保证了仪表抗误报警能力。FL4000 在正确安装完毕后,一般情况下较少出现故障或需要修理,常规操作只需要对灵敏度检查、定期功能测试和蓝宝石窗口进行清洁。若出现故障,可参照如下表 1 FL4000 故障分析及处理方法加以解决。

表 1 火焰探测器 FL4000 故障分析及处理方法

故障现象	故障原因分析	现场解决措施
模拟量输出电流 0mA, 探测器窗口绿色 LED 不亮	探测器未正常供电	检查 24V 直流供电, 确保供电正常
模拟量输出电流 0mA, 并且窗口绿色 LED 快闪, 24V 电源正常	FLASH 校验和 不正常	断电后, 重新供电
模拟量输出电流 0mA, 并且窗口绿色 LED 快闪, 24V 电源正常, 已完成断电重启	FLASH 校验和 仍不正常	联系厂家, 取得技术支持
模拟量输出电流 2mA, 窗口绿色 LED 缓慢闪烁	COPM 故障, 光路不洁	清洗窗口和反射镜

2.2.3 IR2100 型可燃气体探测器维护及故障处理

站场工艺区使用的 IR2100 系列可燃气体探测器,采用红外检测原理对环境中的可燃性气体浓度进行检测。IR2100 系列仪表探测器采用红外检测原理对环境中的可燃性气体浓度进行检测。仪表由光源、滤光片、分光镜、视镜、检测器、控制电路等组成。当无可燃性气体存在时,参比检测输出平衡。一旦环境中含有可燃性气体时,检测光线被吸收,检测、参比光线强度不一致,桥路平衡破坏。输出一个与可燃性气体浓度成正比的信号。此信号经放大并送至模数转换器,然后再送到微处理器进行运算、显示。并将实时通过数模转换输出 4~20mADC 信号。

在输气站场中,早期安装的 IR2100 与近年安装 IR2100-II 相比,IR2100 型探测器缺少就地声光报警器,根据石油天然气工程可燃气体和有毒气体检测报警系统安全规范(SY/T 6503—2022) 4.8 内容规定探测器应自带报警器或独立设置全场/区域报警器,报警器应有声、光报警功能。某输气站场投产后,IR2100 可燃气体探测器均不具备就地声光报警功能,更换带有声光报警功能的探测器费用高,更换人力成本和检测成本高,技术人员可对其进行自行整改施工安装。

IR2100 探测器的 XP-IV 型仪表接线盒内仪表与控制室的接线见下图中的 TB2 接线端子的 P1-P8 端子,本仪表及所配探测器电源由控制室供给。探测器输出的 0~22mADC 或 4~20mADC 输出信号经仪表中 TB2 端子,探测器对应仪表继电器报警信号由 TB3 接线端子输出,具体接线信号如下表 2 所示。

表 2 TB2、TB3 接线端子的 P1-P8 端子接线信号

TB2 端子	描述	TB3 端子	描述
1	4-20mA 模拟信号输出	1	A-2 报警常开
2	RS485 通讯 (-)	2	A-C 报警公用
3	RS485 通讯 (+)	3	A-1 报警常闭
4	确认复位开关	4	B-2 报警常开
5	24VDC 电源输出 (-)	5	B-C 报警公用
6	24VDC 电源输出 (+)	6	B-1 报警常闭
7	24VDC 电源输入 (-)	7	24VDC 电源输出 (-)
8	24VDC 电源输入 (+)	8	24VDC 电源输出 (+)

现场施工改造时,利用现有接线盒预留穿线孔洞作为声光报警器的安装接头位置,现场接线盒内增加 24V 防爆型声光报警器及跳线,其中声光报警器黑线接线盒内黑色线即电源的负极(TB2-5 端子),声光报警器红线接低浓度报警继电器的预警公共端(TB3-5 端子),跳线接电源的正极(TB2-6 端子)和报警继电器预警的常开端子(TB3-4 端子)。改造完成后可实现,当可燃气体浓度高

报时,声光报警器接电导通,发出声光报警;当现场可燃气体浓度恢复正常时,继电器停止报警输出,声光报警器也停止工作。

输气站场运行期间,IR2100 可燃气体探测器发生报警时需注意,卡件报警时,需去现场核对探头侧是否真实地发生报警;如卡件报警为 BB 现场是否为 F2,卡件报警 F4 现场报警是 F4;进而判断是卡件侧或现场侧引起的报警。

当探测器面板出现 F1-F5 的报警时原因为光路不洁、有异物阻挡或光强过强过弱等光通道故障情况,需对视镜和光路进行清洁,对探测器重新清零标定;F6 为欠压报警,此时需检查探测器的供电电压是否为 20VDC;当出现 F7 和 F8 时,需要重新标定和重新清零操作;F9 为 4-20mA 回路故障,此时需检查回路电阻是否小于 300 欧姆;出现其余报警状态均需拆卸探测器返厂维修。检修维护中,仪表的清零和标定尤为重要,IR2100 系列至少在通电一小时后进行标定,并且每季度需要对可燃气体探头标定进行校对,以确保系统的性能。

探测器清零标定时,需通入 99.9%氮气或确保现场空气是干净清洁;将磁棒或磁块置于显示窗旁 GM 商标处逐步进行相关操作,清零结束,探测器会返回正常监测。若 IR2100 输出电流 4mA,而 XP-IV 显示 1 或 2 内数值,顺时针调节微调电位器,使显示为 00。

IR2100/XP-IV 探测器清零标定具体步骤如下所示:

- (1) 通入 99.9%氮气或确保现场空气是干净清洁;
- (2) 将磁棒或磁块置于显示窗旁 GM 商标处,显示 100,显示 CHE、数码管左侧 DS1 黄色灯闪亮,显示 Set、黄色灯常亮,显示 CAL 闪、黄色灯闪亮,移走磁棒;
- (3) 显示——黄色灯闪亮,供磁,一直到显示 AC、黄色灯闪亮,移走磁棒;
- (4) 显示 CAL 闪、黄色灯闪亮,2 分钟左右后,显示 AC 稳定、黄色灯急促闪亮,显示 AC、黄色灯常亮,显示 00;
- (5) 清零结束,返回正常监测。

IR2100/XP-IV 可燃气体探测器标定中需注意事项为:仪表清零和标定期间,标定用气体必须用规定气体,气体浓度为(50±2)%LEL;探测器进入标定程序后,若 10 分钟内未通入标定气体,则标定指示器将以 5 次/秒的速率快速闪烁,这时仪表进入故障状态(FAULT)。一旦发生标定指示器快速闪烁的故障状态时,必须切断电源,对探测器重启后,才能再次进行清零或标定操作。

3 结论

火灾自动报警系统和可燃气体监测系统在事由天然气站场的消防系统中至关重要,现场设备维护的高效与运

行的准确是天然气站场运行的基本要求。因此,人员对设备操作和故障处理的及时性和准确性显得尤为重要。在应用中火灾探测报警系统和消防联动控制系统的运用又在技术层面为现场安全提供了有力保障。

[参考文献]

[1]潘永东.天然气压缩机房可燃气体探测器设置[J].石

油化工安全环保技术,2021,37(4):37-39.

[2]康明.石油天然气工程火灾在自动报警系统设计中的探讨[J].工艺技术,2018(22):152-154.

作者简介:胡世杰(1987.1—),男,油气储运工程专业,研究生,工程师,国家管网集团西气东输合肥输气分公司从事天然气管道生产自动化工作。