

高压大流量天然气计量站安全控制技术的研究

薛永鑫 乔雨

国家管网西气东输分公司武汉计量研究中心

DOI:10.12238/eep.v5i6.1688

[摘要] 本文主要介绍了国家石油天然气大流量计量站武汉分站(以下简称“武汉分站”)的安全控制系统的工作原理、操作流程和设计特点,通过该系统在武汉分站的应用表明该系统结构合理、性能可靠,可以对计量站的安全运行切实起到安全控制作用,适合推广使用。

[关键词] 安全控制系统; ESD系统; 火气系统; 涡轮超速保护

中图分类号: TL503.6 **文献标识码:** A

Research on Safety Control Technology of High Pressure and Mass Flow Natural Gas Metering Station

Yongxin Xue Yu Qiao

Wuhan Metrology Research Center, West-East Gas Transmission Branch of PipeChina

[Abstract] This paper mainly introduces the working principle, operation process and design features of the safety control system of the Wuhan Branch of National Petroleum and Natural Gas Mass Flow Metering Station (hereinafter referred to as "Wuhan Branch"). The application of this system in Wuhan Branch shows that the system has reasonable structure and reliable performance, which can effectively control the safe operation of metering stations and is suitable for popularization and use.

[Key words] safety control system; ESD system; fire and gas system; turbine overspeed protection

前言

国家石油天然气大流量计量站武汉分站依托川气东送主干线气源,从武汉分输站内管线取气。排气采用直排方案,检定完用气根据检定压力等级分别排入到川气东送主干线和下游用户支线。来气经过滤器采用调压阀组和稳压阀组将来气压力调节到检定压力并控制其稳定,然后进入检定站的检定系统。检定后天然气通过流量调节系统,高压检定用气通过进出站阀组回到川气东送主干线,中低压检定用气调压后输送至下游的低压管网。

天然气属于易燃易爆气体,川气东送主干线压力常年介于(7~9)MPa之间,属于高压气体。武汉分站主要工艺流程包括站内工艺流程切换、高压天然气的过滤、加热、压力调节和流量调节,辅助工艺流程包括天然气余气回收、放空管线氮气吹扫和排污等,每个环节存在危害因素和作业风险。武汉分站针对作业流程复杂、危险源较多的特点,研究开发了一套适应于高压天然气计量检定工艺的安全控制系统。

1 武汉分站安全控制系统原理及操作流程

1.1 ESD逻辑控制系统

1.1.1 ESD逻辑控制系统功能分析。为保证武汉分站设备及人员安全,通过研究在中央控制室设置独立的安全控制系统(即ESD系统)对站场设备和员工人身安全进行保护,ESD紧急关断系统主要用于当站场可燃气体浓度高高报警、火灾报警以及

站场控制室及现场设置的紧急按钮动作时,对站场的进出站等相关阀门进行紧急关断。ESD系统安全等级采用SIL2级;实现ESD系统与生产动态联动,ESD系统连锁信号来自火气系统、手动按钮及站场压力检测模块和武汉输气站系统,连锁动作包括进出站紧急切断阀门、放空阀门、轴流风机等仪表设备,并将连锁信号送至川气东送输气站站控系统。

所有提供的设备都以经过考核验证的硬件和软件为基础,避免使用正在开发中的硬件和软件。系统硬件按模块化设计和配置,并能实现在线进行更换和调整。所有的风扇都带有叶片开关,所有的机柜都带有温度开关,指出风扇故障或机柜超温,并能发出系统诊断警报。

设备和整个系统的设计、生产制造使总的可用率(AVAILABILITY)达到99.99%,即每年整个系统的累计故障修复时间不超过8小时。而且系统的设计、组装和后备应使在任何可预见的情况下都不发生整套系统的崩溃。

1.1.2 ESD逻辑控制系统架构方案。ESD系统依照安全相关应用设计成为三重化(TMR)PLC,电源及所有与控制有关的部分(例如I/O卡件、通信总线等)按至少按二重化冗余配置。所有的子系统,包括控制站、SOE站、通讯系统、电源系统等,其负荷都不超过其硬件、软件能力的60%。系统设计成为在250ms内扫描全部输入、表决全部逻辑并把结果输出。系统在不需协处理器的情况下达到此要求。

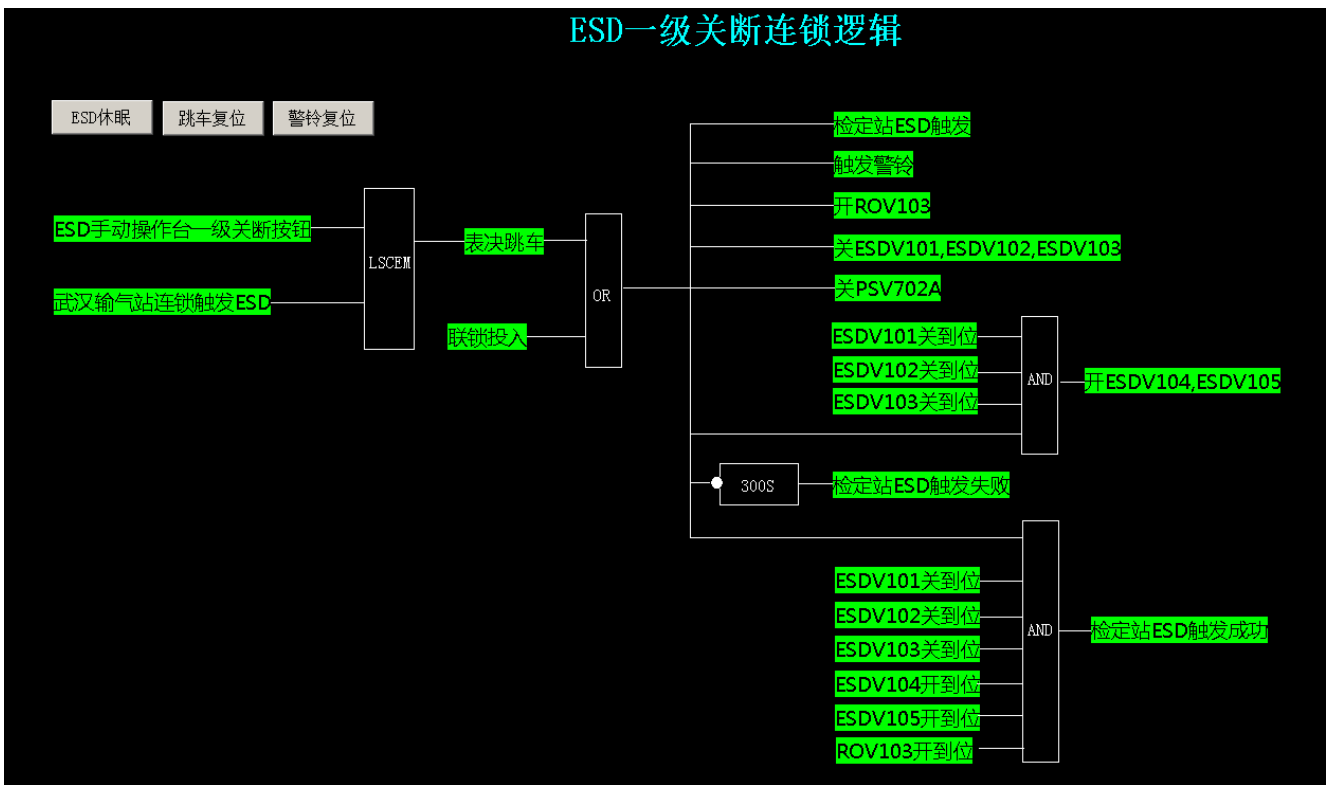


图1 武汉分站一级关断连锁逻辑图

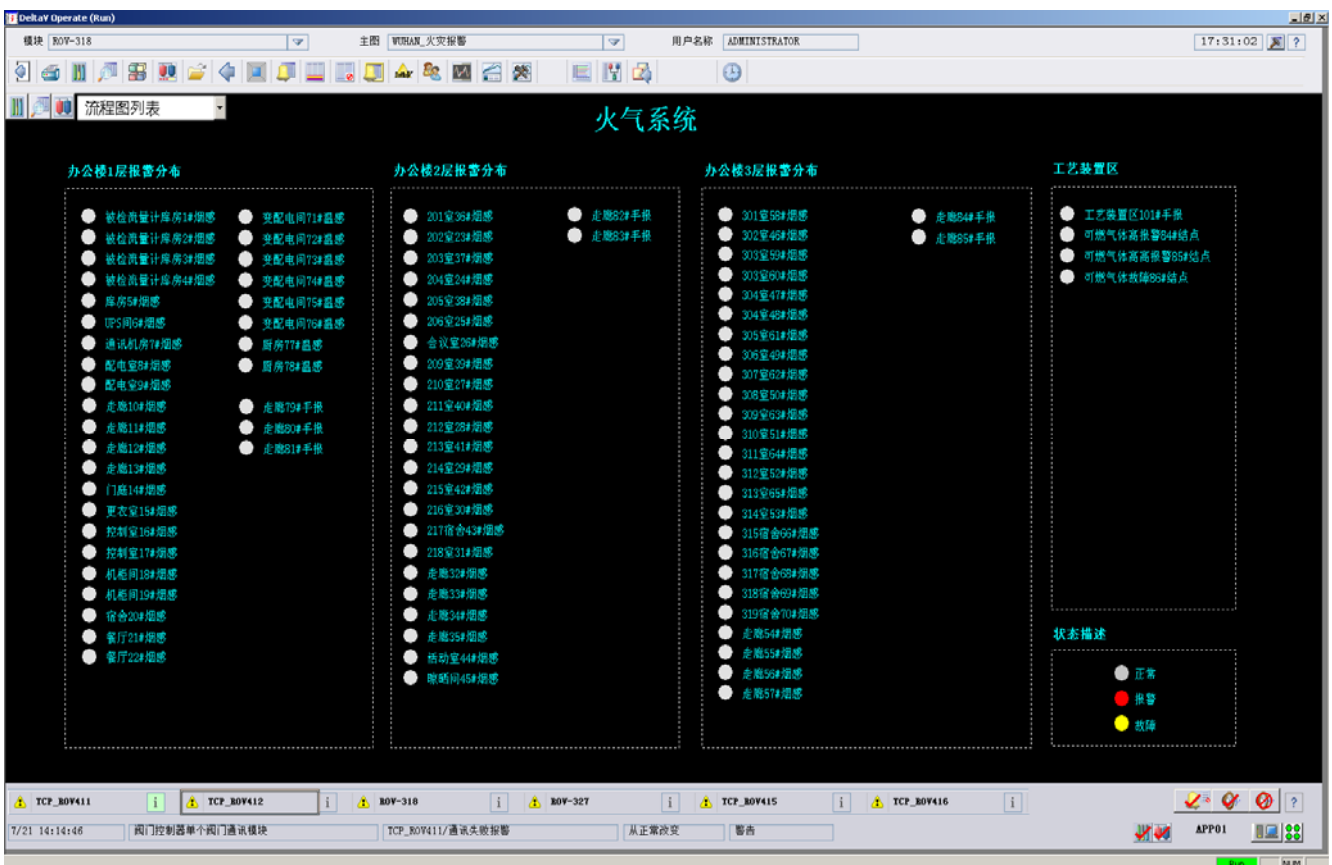


图2 武汉分站火气系统报警分布图

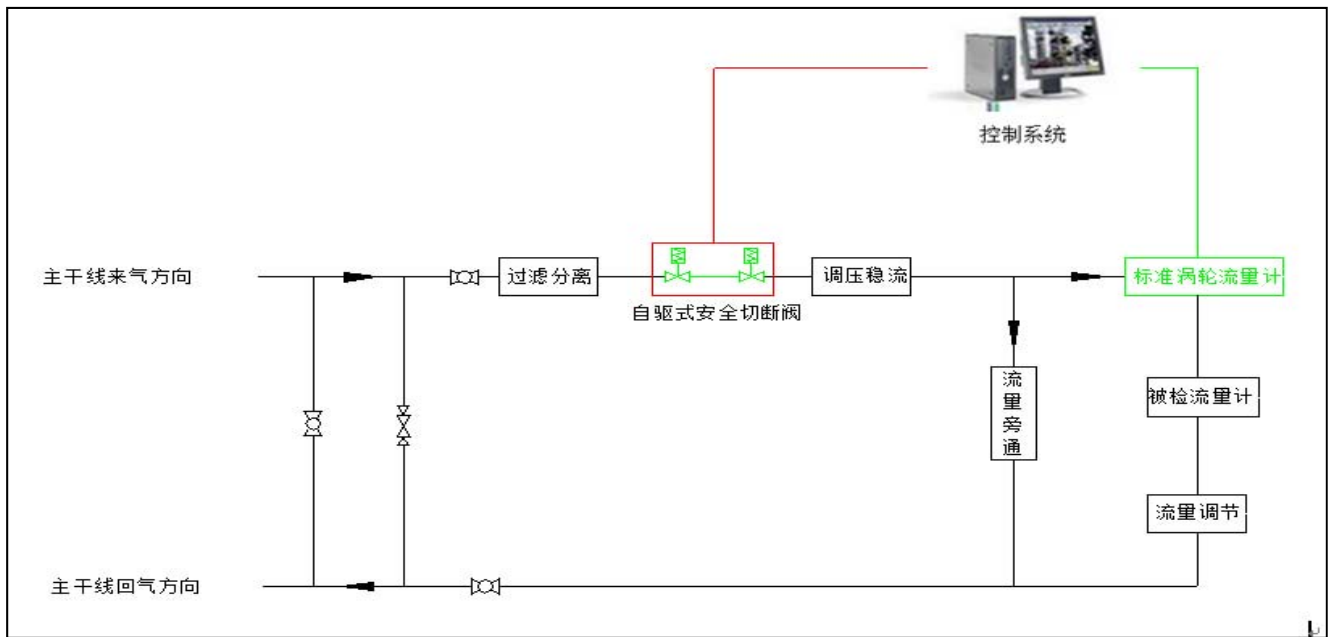


图3 涡轮流量计超速保护系统的原理图

武汉分站进出站紧急关断阀所使用的执行机构为SHAFER气液联动执行机构,此气液联动执行机构具有就地控制,远程开关控制,ESD紧急关断控制及ESD关阀后的手动复位等功能,它的特点在于不需要任何外界能源,直接利用管线内天然气的压力或自带高压氮气瓶,来作为实现阀门动作的动力源,极大地提高了场站的安全性^[1]。

1.1.3 ESD逻辑控制系统逻辑方案

武汉分站实现ESD系统与生产动态联动,ESD系统连锁信号来自火气系统、手动按钮及站场压力检测模块和武汉分输站系统,连锁动作包括进出站紧急切断阀门、放空阀门、轴流风机等仪表设备,并将连锁信号送至川气东送武汉分输站系统。武汉输气站与武汉分站SIS系统采用硬连接方式。武汉输气站发出关断信号时,武汉分站应进行连锁关断;武汉分站发出连锁关断时,武汉输气站显示连锁报警并需人工确认。图1为武汉分站一级关断连锁逻辑图。

2 火气系统以及轴流风机系统

2.1 火气系统

武汉分站火气系统由感温探头、感烟探头、手动报警按钮、可燃气体探头和火灾报警显示盘(包括火灾报警显示盘、可燃气体报警显示盘)、报警控制计算机等组成,图2为武汉分站火气系统报警分布图。

武汉分站采用川气东送管道高压天然气为气源,属于高压易燃易爆气体。因此,需要对天然气浓度进行迅速有效的探测,武汉分站在站场内的每个工艺流程区域均设有可燃气体探测器,检测天然气泄漏情况,信号远传至操作室进行声光报警。现场采用红外可燃气体探测器,具有反应灵敏,气体针对性强,使用寿命长,环境适应性强的特点^[2]。

武汉分站在主要设备和管线等可能引起天然气泄漏的检定厂房安装了18台可燃气体探测器,能够全方位地探测检定厂房内空气中甲烷浓度。红外可燃气体探测器的低报极限为5%,高报极限为15%。

在综合楼的中央控制室、变配电室、办公室等重要场所设置智能型感温、感烟探头及手动报警按钮,在站场工艺区装置设置防爆手动报警按钮。当探测器探测到火灾信号时,控制室内的火气报警显示器将产生报警的探测器及相关信息显示出来,同时发出报警信号,并触发声光报警器产生声报警,提醒值班人员采取紧急措施。火气报警控制盘应能够输出接点报警信号,用于整个站控系统的连锁保护;火气报警控制盘应能够通过RS485接口,Modbus通讯协议将信号远传至站控的DCS系统。

2.2 轴流风机系统

武汉分站检定厂房设置轴流风机进行强制通风,采取机械排风、自然进风通风方式,通风换气次数取12次/h,并与可燃气体检测系统连锁进行事故通风。当场站可燃气体浓度超过设置值后检定厂房轴流风机系统自动启动,将厂房内泄漏的天然气及时排放到大气中,避免天然气聚集,事故的发生^[3]。

2.3 涡轮超速保护系统

武汉分站采用高压实流直排式检定工艺,特别是对高压、大口径流量计进行实流检定和测试,工况检定流量上限为9600m³/h,因此在流程导通复位、管路切换或是流量调节过程中,存在管道流量超出流量计流量上限的风险,在超速状态期间,涡轮机通常经历可能导致突变故障的强大机械应力和热应力。为了避免在管路切换时出现流量超限损坏标准涡轮流量计,特设置了涡轮超速保护功能,系统实时监视每条管路的瞬时流量,当其中某一个标准涡轮管路的流量超出一定限值时,系统会报警

并做出相应的措施。图3为涡轮流量计超速保护系统的原理图。

工作级标准涡轮流量计的流量信号通过安全栅可以同时转换成电压脉冲和4-20mA电流信号,将电压脉冲信号接入检定系统供计量检定使用,4-20mA信号接入控制系统供涡轮的超速保护使用。当其中某一个标准涡轮管路的流量超出设定的上限值的80%(可设定)时,系统会产生高报警,并且在上位机显示;当其中某一个标准涡轮管路的流量超出设定的上限值的100%(可设定)时,系统会产生高高报警,自动关闭检定回路出站调节阀(出站调节阀设定为手动,同时给定0%阀位),给定旁通回路100%的开度(旁通管路上的调节阀设定为手动,同时给定100%阀位),同时周期性检测流量值,如果达到80%(可设定)报警点以内,检定回路调节阀停止关闭,旁通回路停止开阀,保持当前状态,工作等待继续检定;当其中某一个标准涡轮管路的流量超出设定的上限值的120%(可设定)时,自驱式安全切断阀自动关闭,进站旁通全开,以保证标准涡轮流量计的安全。图4为涡轮超速保护系统设定的流量报警级别设置图。

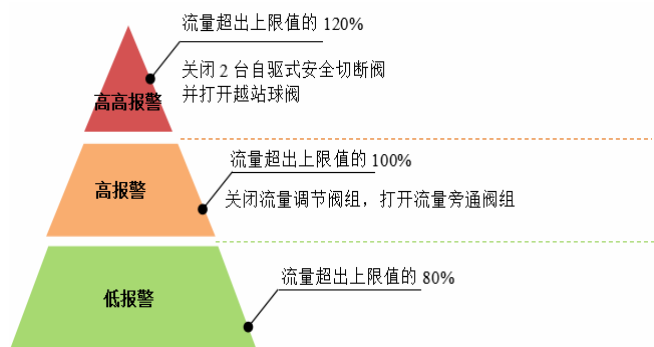


图4 涡轮超速保护系统设定的流量报警级别

2.4 视频监控系统

武汉分站一共设置了17台一体化防爆摄像头对工艺区、综合楼进行全方位监控。监视、防止外来人员意外闯入场站,并监

视站场设备运行情况,及时发现险情并给予报警及确认。监控功能主要包括:摄像及传输单个或多个图像显示及存储;图像切换,对摄像机云台、镜头动作的控制及夜间监视等。

通过视频线路将采集的现场图像远传到站控室视频监控计算机,在站控室内可以选择显示一个或多个监控画面,并通过对摄像头进行控制达到更好的监控效果。对于重点的监控对象和区域,视频监控系统还提供预置位监视^[4]。

3 结语

科学合理的场站安全设计和规划是保障场站顺利平稳运行的关键,武汉分站在建设之初通过对整体布局的全面认识和长久考虑,避免了后续发展过程中不断改造,保证了最初的安全规划未受影响,站场安全条件未遭到破坏,站场风险较大程度上被降低。武汉分站投产至今,站场安全控制系统从工艺流程切换管道压力超限时的联锁保护和检定、校准作业时管道气源超速和天然气泄漏的监测,保障了原级标准装置、工作级标准装置各项建标测试的顺利完成,为检定、校准工作的开展提供了坚实的安全保障。

[参考文献]

- [1]宗媛,纪永波,吴梁红,等.某输气管道首站ESD放空系统模拟计算和分析[J].石油规划设计,2016(01)50-53.
- [2]徐婧源,罗敏,毛彦恒,等.川渝地区输气站场ESD系统执行元件应用优化探讨[J].石油与天然气化工,2015(02)123-128.
- [3]廖珈博,曹志柱,郭渠江.川气东送管道站场ESD系统误触发原因及对策[J].油气储运,2014(06)680-684.
- [4]吴云才,何银达,易飞,等.井口安全控制系统自控部分现状分析及优化[J].天然气与石油,2015(01)93-97+13.

作者简介:

薛永鑫(1992--),男,汉族,陕西榆林人,本科,工程师,研究方向:天然气计量及安全环保管理。