

Application of Safety Instrument System in Natural Gas Supercharging Station

Youjun FAN Junhu WANG Yang YANG Xiao LEI

Automatic Control Information Center of No.1 Gas Production Plant of Qinghai Oilfield, Golmud, Qinghai, 816099

Abstract

In recent years, with the continuous development and progress of science and technology in China, safety instrumentation system standards have gradually been recognized, understood and accepted. Obviously, the demand for safety instrumentation system is increasing day by day. Natural gas gathering and transporting station is the most typical flammable, explosive and high-pressure operation production industry. At the same time, the process equipment is complex, and safety instrumentation system is an advanced technology. Natural gas stations provide important safety performance protection, and can take active measures to ensure the safety of operators and equipment when danger may occur.

Key Words

Safety Instrument System, Compressor, Supercharging

DOI:10.18686/gyjs.v1i2.524

安全仪表系统在天然气增压场站中的应用

樊有军 王俊虎 杨洋 雷泉

青海油田采气一厂自控信息中心, 青海格尔木, 816099

摘要

近年来, 随着我国科学技术不断的发展与进步, 安全仪表系统标准逐渐的被认识、理解和接受, 显而言之对安全仪表系统的需求日益增加, 天然气集输场站作为最典型的易燃、易爆、高压运行生产行业, 同时该工艺装置复杂, 安全仪表系统作为一种先进的技术、为天然气场站提供重要的安全性能保护, 能对生产设备及装置在有可能发生危险时采取积极措施, 以此来保证操作人员和设备的安全。

关键词

安全仪表系统; 压缩机; 增压

1.安全仪表系统概述

安全仪表系统 (Safety instrumented System), 简称 SIS, 又称为安全联锁系统 (Safety interlocking System), 由检测仪表、控制器和执行元件三部分组成。主要为天然气增压场站控制系统中报警和联锁部分, 对控制系统中检测的结果实施报警动作或调节或停机控制, 是气田增压场站自动控制中的重要组成部分。以 IEC61508 作为基础标准, 符合国际安全协会规定的仪表的安全标准规定。安全仪表系统遵照安全独立的原则, 独立于集散控制系统, 并且其安全级别高于 DCS。在正常情况下, SIS 系统不需要人为干预, 实时在线监测装置的安全性。只有当生产装置出现紧急情况时, 不需经过 DCS 系统,

而直接由 SIS 发出保护联锁信号, 对现场设备进行安全保护, 避免危险扩散而造成损失。

2.安全仪表系统在天然气增压场站的设计原则

为了保证天然气增压场站的生产安全, 对安全仪表系统的设计非常重要。一是要具有高度的可靠性和适用性, 二是要具有实时、快速、丰富的逻辑运算功能, 能使整个工艺装置在安全时间内完成一系列的连锁动作, 自动处理紧急事故等任务。硬件在性能上是模块化的, 允许将来在容量和功能上的扩展。系统应容易增加磁盘驱动器、存储器、终端和外部设备等, 且不中断其它在线网络设备的运行。安全仪表系统的硬件和软件的可靠

用率（可用性）应达到 99.99%。当系统同时须完成打印、编程、画面显示时，实时采集系统不能被中断。系统的硬件和软件的设计及配置可利用率计算公式如下：

$$\text{Availability 可利用率} = \frac{\text{MTBF}}{\text{MTBF} + \text{MTTR}} \times 100\%$$

MTBF:平均无故障时间(h); MTTR:平均维修时间(h)

3.安全仪表系统在增压场站中的应用

SIS（Safety instrumented System）安全仪表系统根据元件的可靠性、事故发生的严重程度等因素确定单一设置、双重设置或三重设置，确保装置安全生产。

SIS 系统分为三级：

第一级是站场级，当装置的事故将影响上下游装置的正常生产或关系到站场的安全时，将通过有关联锁切断阀自动动作，对站场进行安全保护。

第二级是装置级，当装置出现紧急情况将影响装置安全时，如压力超高等，联锁系统紧急切断装置进出口相关联锁阀门，对该装置进行隔离保护，当事故解除后，在人工确认后装置恢复正常生产。

第三级是设备级，当装置内某一部分设备出现异常时，联锁该部分的自控设备，使装置处于安全状态，当事故解除后，系统自动恢复到正常生产状态。

SIS 安全仪表系统在天然气场站中主要实现如下功能：当发生天然气泄漏、超压等异常情况时，可自动联锁关闭阀门，停止压缩机，实现火炬放空，记录异常发生原因及时间，并上传到控制中心。



图 1 安全仪表系统(SIS)控制逻辑图

安全仪表系统完成本站的紧急停车，同时接受调度中心下达的 ESD 命令。紧急停车（ESD）系统是保证站场安全的逻辑控制系统。安全仪表系统命令优先于任何操作方式。对压缩机而言，除站控制系统 ESD 外，还包括随压缩机组成套提供的压缩机组控制系统（UCP）的 ESD。该系统用以完成压缩机组安全的逻辑控制，它将由独立的控制单元构成，通过网络和硬线与 SCS 和 SIS 连接。

根据危险程度的不同，ESD 系统分三级：

第一级：压缩机组自身运行异常、越限，执行 ESD

单独停车；

第二级：触发所有运行的压缩机组 ESD 保护停车，关闭压缩机组进出口截断阀，自动放空机组及其管路内天然气；

第三级：由站控或中心触发站场 ESD 保护停车，关闭进出站阀，自动放空站内天然气并切断电源

安全仪表控制系统 ESD 手动按钮的设置除在控制室内设置外，还在工艺站场边界区的相关地方设置。安全仪表控制系统动作可手动（调度控制中心、站控制室中的 ESD 手动按钮、UCP 上的 ESD 手动按钮）或自

动（调度控制中心、站安全仪表系统或 UCP 的安全仪表系统信号）触发。无论 ESD 命令从何处下达及 SCS 或 UCP 处于何种操作模式，ESD 控制命令均可直接到达被控设备，并使它们按预定的顺序动作。所有安全仪表控制系统的动作将发出闭锁信号，站场 ESD 阀门在未接到人工复位的命令前不能再次启动。

安全仪表系统在天然气增压场站中应用典型案例简介：

案例一：在天然气增压站火焰探测器机柜进线端子进行模拟，其中两个检测火焰探测检测到火焰信号，此时无需人工按下火灾确认按钮，系统立即自动联锁 SIS 系统，SIS 系统执行控制逻辑控制各小站气进站紧急切断阀，压缩机出口汇管切断阀立即切断压缩机进气并控制压缩机停机；同时控制过滤器分离器出口放空阀、卧式过滤器分离器出口放空阀、压缩机出口汇管放空阀进行放空，放空火炬点火。整个测试过程中辅操台上 ESD 系统报警指示灯、站控室 ESD 报警灯、站控室 ESD 警铃能够进行进行报警提示。通过模拟证明该系统能够在现场出现火灾危险后 ESD、SIS 系统能够自动进行预定安全逻辑动作，避免产生安全事故，保障场站设备的安全运行。

案例二：当站内工作人员发现了作业区域中发生的在现场安全仪表检测范围以外的险情时，可以在场区拍下紧急停车按钮，这些按钮按工艺流程科学地分散在场区指定位置，但当现场按钮实在无法触及时，可联系中控室按下 SIS 辅操台停车按钮，SIS 系统执行控制逻辑控制各小站气进站紧急切断阀，压缩机出口汇管切断阀立即切断压缩机进气并控制压缩机停机；同时控制过滤器分离器出口放空阀、卧式过滤器分离器出口放空阀、压缩机出口汇管放空阀进行放空，放空火炬点火。整个测试过程中辅操台上 ESD 系统报警指示灯、站控室 ESD 报警灯、站控室 ESD 警铃能够进行进行报警提示，此时仍然可以起到控制险情扩大的作用。

案例三：SIS 的“自毁”功能，SIS 的安全策略均运

行于两块冗余的 CPU 中，CPU 于 SIS 如同人的大脑，当 SIS 的两块 CPU 均由于意外（电源被切断，仪控间发生险情波及到 SIS 等情形）发生故障，无法再起到安全保护功能时，由于 SIS 的逻辑触发方式为“0”触发，意为在 SIS 正常时会持续向外发出一个高电平的系统状态正常信号，当 SIS 的“大脑”发生故障，这个信号会由“1”跳变为“0”，SIS 执行控制逻辑控制各小站气进站紧急切断阀，压缩机出口汇管切断阀立即切断压缩机进气并控制压缩机停机；同时控制过滤器分离器出口放空阀、卧式过滤器分离器出口放空阀、压缩机出口汇管放空阀进行放空，放空火炬点火。整个测试过程中辅操台上 ESD 系统报警指示灯、站控室 ESD 报警灯、站控室 ESD 警铃能够进行进行报警提示。

4.结束语

随着国家安全生产管理制度日益完善、科学技术的发展，对安全生产的要求会更加规范和严格，安全仪表系统应用也越来越广泛，其使用也日益受到人们的重视。安全仪表具有实用的控制系统，不管是在选型还是改造、日常维护中都必须严格遵守相关的安全规则，保证其在使用中能够起到保护人们安全的作用，做到安全、可靠、有保证。确保系统功能的正常运转，惟有充分利用安全仪表系统，尽可能的保证天然气场站生产的连续性和安全性，更好的发挥系统的可靠性、适应性、稳定性等性能，为整个天然气场站生产平稳运行提供保障。

参考文献

- [1] 吴承刚.化工装置安全仪表系统功能安全评估体系的研究与应用.工业生产.第 43 卷第 1 期.2017 年 1 月 121-122
- [2]石油化装置安全仪表系统的设计分析.李静.中国高新科技.下半年.2017 年第 03 期
- [3]安全仪表系统在重大危险源存储设施上的设计及应用.安徽化工.第 41 卷.第 4 期.2015 年 8 月.73-75