

印度尼西亚气体处理厂紧急关断系统设计

王思强 田京山

(中石化胜利油田胜利工程设计咨询有限责任公司)

王思强等.印度尼西亚气体处理厂紧急关断系统设计.天然气工业,2008,28(9):114-116.

摘要 在对生产装置进行安全保护的设计过程中,需要对整个系统进行细致的因果分析,充分考虑可能引起故障的事件,合理采取关断及停车的措施,在保证装置运行安全可靠的基础上尽量减少紧急关断影响的范围,避免装置频繁的停车及开车操作。印度尼西亚气体处理厂设有一套仪表综合控制系统,由PCS、ESD和FGS系统三部分组成。其中PCS系统负责全厂的工艺流程监控,ESD系统完成安全保护和紧急停车,FGS可进行火气监测、报警及控制。全厂共设有1个一级关断,4个二级关断,32个三级关断,64个四级关断。从装置的运行状况来看,各级关断设置合理,保证了装置生产运行的安全可靠,紧急关断(ESD)系统的设计与配置体现了大型国际油气集输及气体加工处理工程对装置运行安全保护的要求与水平。

关键词 气体处理厂 设备 安全 控制系统 设计 紧急关断 印度尼西亚

一、引言

ESD(Emergency Shutdown指紧急关断停车)系统是生产运行装置应对意外事件,在紧急情况下停车以保证装置安全的设施。在大中型油气处理厂中通常都设有ESD系统。

印度尼西亚气体处理厂设计规模为 $420 \times 10^4 \text{ m}^3/\text{d}$,建于PABELOKAN岛,是由中石化胜利油田胜利工程设计咨询有限责任公司承担的国际总包工程。气体处理厂的建设目的是接收并处理来自海上气田的高含碳天然气,将处理后的合格气通过海底管线输送至陆上气体计量站销售给当地电厂。站内主要工艺单元包括:露点控制装置、MDEA脱碳装置、天然气压缩机增压系统、三甘醇脱水装置、气体计量外输汇管以及热媒单元、脱离子水单元、仪表风系统等。海上气田来气 CO_2 含量达22%,进站压力2.8 MPa,温度为 26°C 。合同要求净化处理后的外输气 CO_2 含量低于5%,气体含水低于 $10 \text{ lb}/\text{MMSCF}$ (相当于 $16 \text{ g}/10^3 \text{ m}^3$)。

该厂设计与施工标准要求高,工艺流程复杂,业主对工程的系统安全非常重视,安全系统设计与施工完全遵循国际标准,ESD系统的设计与配置体现

了大型国际油气集输及气体加工处理工程对装置运行安全保护的要求与水平,笔者重点对该厂ESD系统的设计与配置进行介绍。

二、ESD系统设计与配置

1. 设计原则

ESD系统对装置实现安全保护的原理实际上是通过仪表系统跟踪可能引发装置和设备故障的事件,检测这些事件偏离正常运行参数的程度,判断事件引发故障的可能性,在事件可能引发装置或设备故障之前通过关断、泄放或停车操作来保证装置和设备的安全。

在对生产装置进行安全保护的设计过程中需要对整个系统进行细致的因果分析,充分考虑可能引起故障的事件,合理采取关断及停车的措施。对事故引发事件考虑得不充分,会降低对装置安全保护的可靠性;而过多地设置连锁关断及停车连锁,不仅会提高工程造价,同时也会给装置的操作管理带来不便。在保证装置运行安全可靠的基础上,应慎重考虑一级关断和二级关断的设置,尽量减少紧急关断影响的范围,避免装置频繁的停车及开车操作。

作者简介:王思强,1965年生,高级工程师,学士;1986年毕业于华东化工学院;长期从事油气集输及储运工程设计工作,参加过多个大型国外油田地面工程项目设计及施工工作,获部级优秀工程设计一等奖1项,部级优秀工程设计二等奖1项。地址:(257026)山东省东营市济南路49号胜利油田胜利工程设计咨询有限责任公司工艺配管所。电话:(0546)8793472,13082616021,13911777921。E-mail:seriwsq@gmail.com

2. 系统配置

为满足工艺控制和生产安全的要求,该厂设有一套仪表综合控制系统(Integrated Control System,简称ICS),由PCS、ESD和FGS系统三部分组成。其中PCS(Process Control System)系统负责全厂的工艺流程监控,ESD系统完成安全保护和紧急停车,FGS可进行火气监测、报警及控制。ICS系统为SIEMENS的PCS 7,下设2套SIEMENS S7-417FH控制器,一套为PCS控制器,另一套为SIS(Safety Instrumented System)控制器。ESD系统和FGS系统共用一套SIS控制器,但ESD和FGS部分模板和机柜都相互独立。2套控制器的CPU、CPU机架、电源、通讯都是冗余配置,其中SIS控制器还有TUV 6认证。

3. 关断级别

根据业主基础设计文件的要求,该厂ESD系统安全级别为SIL 3。

紧急关断系统通常根据故障的性质分成几个不同的关断级别,高级别的关断信号自动引发低级别的关断。该ESD系统中设有四级关断:

ESD-0:全厂停车同时系统泄压及断电(UPS延时10 min)。ESD-0关断只能由操作员触发。

ESD-1:全厂停车同时系统泄压,除UPS供电外,其他电源全部隔离。ESD-1关断由火灾、气体泄漏自动检测信号或手动触发。

PSD:工艺装置停车,不泄压,不停电。

USD:设备单元停车。

全厂共设有1个一级关断,4个二级关断,32个三级关断,64个四级关断。目前该厂已经建成投产,从装置的运行状况来看,气体处理厂的各级关断设置合理,保证了装置生产运行的安全可靠。

4. 关断原则

“1”正常和“0”关断是ESD系统设计的基本原则。正常情况下一个切断控制回路供电、模板输出、继电器、电磁阀都应该是加电状态(同时气源和气动回路都应该是正常状态)。加电在ESD逻辑中表示为“1”,对ESD逻辑复位就是从“0”置为“1”的过程。当ESD逻辑判断回路中任何部件出现问题需要关断时,整个回路失电,被控设备返回安全状态,如SDV阀关断、BDV阀打开。失电在ESD逻辑中被定义为“0”。

如容器内工作介质的压力高高信号通常连锁设备进口切断阀,这样容器内介质的压力检测系统和切断阀就构成一个切断回路。在压力不大于压力高

高设定值且ESD系统已复位的情况下,切断阀应该一直带电,保持开的状态。如果压力高高报警,切断阀则应立即切断。另外,如果控制回路的供电、模板、气源、继电器、电磁阀、电缆等任何一个环节出现故障,也将导致整个回路掉电,切断阀关闭。

5. 关断和复位

通常,装置紧急关断(如SDV阀的关闭、泵紧急停车等)仅由关断逻辑控制;系统恢复,如SDV阀的打开需要通过现场复位完成。也就是说关断操作仅由控制器逻辑判断完成,阀门关闭是因为有故障发生;复位则需要人工确认。这样可以保证在ESD系统运行状况完好,工厂处于安全状态时才能恢复正常生产。

如果确实需手动操作只有两个途径:一是在工程师站上进入程序后强制逻辑仿真,二是通过Override和Bypass断开停车逻辑。但这时ESD系统处于维护状态,工程师应尽快处理问题,争取在最短时间内返回安全状态。

根据紧急关断的设置位置及作用,其复位要求也不同。该厂紧急关断阀的复位逻辑如下:所有旋转设备必须就地复位;所有隔断ESD阀和BDV必须就地复位;设备单元关断的液位低低可以在容器内液位正常后自动复位。

6. HAZOP分析

HAZOP(Hazard and Operability Studies)即危险和可操作性研究,是为了更好地在设计阶段消除不合理的设计或漏项,从整体流程上考虑,系统、详细地对工艺过程和操作进行检查,以确定过程的偏差是否导致不希望的后果。在国际油气田地面工程建设项目中都非常重视安全系统的设计及配备,在项目的设计阶段通过HAZOP分析,可以确定整个装置的安全设施是否能够满足装置安全生产的需要。紧急关断系统不仅能够为装置运行安全提供保证,同时能够便于装置的生产管理,避免跑气、冒罐等事故的发生。

7. 关断逻辑相关图纸

该厂ESD系统设计的因果图(Cause&Effect Drawing)和关断层次图由设计单位完成,ESD逻辑图则由厂家提供。ESD关断层次图较因果图更易理解,既便于厂家理解设计意图,也方便操作员的生产管理。ESD逻辑图由厂家提供可以使ESD编程更好地结合最终的逻辑程序,实用性更强,也为以后可能的程序更改提供了便利。

8. 仪表设置

本工程 ESD 系统安全级别为 SIL 3, 根据 ISA 84.01 的规范要求, 参与过程控制和 ESD 的仪表要独立设置, 进不同的系统。以本工程脱碳装置的进口过滤分离器为例, 分离器底部液位控制设有两个安装高度和量程一样的液位变送器 LIT-206 和 LIT-208。其中 LIT-206 进 PCS 系统控制出口调节阀 LV-206, 用于控制过滤分离器的液位; LIT-208 则进 ESD 系统, 如果液位高高或低低报警, 便触发关断, 关闭液体出口切断阀 SDV-207, 保证装置生产运行的安全。

三、ESD 系统功能

ESD 系统同 PCS 系统比较功能相对单一, 其核心是通过简洁的逻辑完成关断或切断的判断, 可靠性是最主要的。其主要功能有:

- (1) IO 功能, 即现场输入信号采集和控制信号的输出。
- (2) 控制功能, 如切断阀操作、泵急停控制。
- (3) 逻辑处理, 根据 ESD Cause & Effect 完成逻辑判断和表决。
- (4) 报警功能。
- (5) SOE 功能, 记录关断输入发生的先后顺序, 最先发生的显示在最前面, 突出首个报警的记录, 可精确到毫秒。
- (6) 与 PCS 控制器通讯, 将关断信息传给 PCS, 由 PCS 完成阀位诊断等功能。

四、Override 和 Bypass

装置在开车期间或维护过程中, 有一些停车条件需要被禁止 (Inhibit)。禁止的手段有 2 种, 一种叫 Override, 另一种叫 Bypass, 其目的是先暂时令指定的停车条件不参与逻辑, 待工艺条件具备或维护结束后, 再恢复正常。

例如, 在启泵前泵出口压力一般低于设定值, 必

须先禁止压力低低停泵, 泵才能启动, 这时候就需要用 Override 或 Bypass 先将该参数禁止, 待泵启动正常和操作压力也正常后, 再解除禁止。另外。如果参与停车逻辑控制的仪表需要维修, 操作员也必须先禁止该点才能进行下一步工作, 否则会引起不必要的停车。

Override 和 Bypass 的区别在于 Bypass 带定时器, Override 不带定时器。Bypass 一般用于装置开车启动时, 有时也叫 Startup Bypass, 启动 Bypass 后, 定时器也同时启动, 定时时间结束会自动解除被禁止的 Bypass 点, 也就是说在定时结束后, 如果被禁止的点还没达到正常值, 就会引发关断。

而 Override 没有时间限制, 需要操作员手动解除, 由此多在维护时应用, 所以也叫 Maintenance Override。

五、结束语

目前, 在国内油气田地面建设工程项目中, 一些大中型项目的建设也很好考虑了包括 ESD 系统在内的安全设施的配备, 但还有很多工程项目的建设和对装置的安全设施配备的自动保护程度不高, 其中的原因多种多样。有的是因为站厂设计的级别较低, 不能够把所有设施建全建齐; 也有的是因为建设单位考虑项目成本, 不希望工程投资太高, 因而降低了仪表控制系统的要求。

事实上, 在油气集输及储运工程的建设过程中合理配备仪表控制系统, 不仅可以方便装置的生产管理, 提高装置运行的安全性能, 同时可以促进企业管理水平及行业设计水平的提高。这就要求在项目的规划过程中充分考虑站场布局合理, 规模设计得当, 合理配备仪表控制系统, 使站厂的管理充分体现出现代化的水平。

(修改回稿日期 2008-07-28 编辑 赵勤)