



Application of Safety Instrument System in Olefin Plant

Tian Liangliang, Li Wanbang

Qinghai Mining Group Co., Ltd. Golmud, China

Email address:

921733802@qq.com (Tian Liangliang)

To cite this article:

Tian Liangliang, Li Wanbang. Application of Safety Instrument System in Olefin Plant. *Asia-Pacific Journal of Engineering and Applied Sciences*. Vol. 1, No. 1, 2019, pp. 8-10.

Received: November 12, 2018; Accepted: December 28, 2018; Published: February 20, 2019

Abstract: For maximizing the logic control function in olefin plant, the maximum to avoid unnecessary risks, the research discusses the major dangerous goods in olefin plant as well as the position of safety instrument system in the plant protection, discusses the importance of the selection, application and safety instrument system of typical triple redundant Yu Jiegou. This paper discusses the integrity and design principle of safety instrument system, and makes sure that the safety instrument system plays a better role in the operation of the device in the later stage. Safety instrument system is an important guarantee to ensure the safe operation of chemical equipment. Aiming at the key of project construction, it is proposed to solve the availability and reliability of safety instrument system on the premise that the safety instrument system itself meets the safety requirements, so as to make the safety instrument system play a greater advantage in the operation of the device.

Keywords: Safety Instrument System, Triple, Redundancy/Fault-Tolerant, Safety Rating, Olefin Project

安全仪表系统在烯烃装置中的应用研究

田亮亮, 李万邦

青海省矿业集团股份有限公司, 格尔木, 中国

邮箱

921733802@qq.com (田亮亮)

摘要: 为实现逻辑控制在烯烃装置中作用最大化, 最大限度避免因不必要的因素带来的风险, 研究讨论了烯烃装置中的重大危险品以及安全仪表系统在工厂保护层中的位置, 讨论了选型的重要性, 以及安全仪表系统应用的典型三重冗余结构。讨论了安全仪表系统的完整性以及设计原则, 在设计和采购阶段把好关, 让安全仪表系统在后期装置运行中发挥更好地作用。安全仪表系统是确保化工装置安全运行的重要保证, 针对项目建设的关键, 提出在安全仪表系统本身满足安全要求的前提下, 解决好安全仪表系统的可用性和可靠性, 让安全仪表系统在装置运行中发挥更大的优势。

关键字: 安全仪表系统, 三重化, 冗余/容错, 安全等级, 烯烃项目

1. 引言

安全仪表系统, 简称为SIS, 由于石化行业的特殊性, 必须要利用现代信息技术来监视和控制生产过程, 而SIS作为生产过程自动化中的一种安全系统, 当装置自动化生产系统出现异常时, SIS会降低事故发生的可能性。

2. 烯烃装置重大危险源及SIS的必要性

生产装置的原辅材料及中间产品为煤、水煤气(含氢气、一氧化碳、硫化氢、甲烷等)、氧气、甲醇、氢气、丙烯、丁烯-1、三乙基铝等, 产品为聚丙烯、乙烯等, 副

产品为MTBE、C4、C5等。等大都具有易燃、易爆和腐蚀性。氧气有助燃作用。甲醇、三乙基铝等属有毒物料。生产装置大部分在高温、高压下操作，因而存在产生燃爆事故的可能，会危及生产运行和人身安全；又由于生产过程中设备及管道连接多且复杂，从而可能导致工艺物料的泄漏点多，排放或泄漏的有毒、有害物质，故存在发生中毒事故的可能，亦危害人身健康。

安全仪表系统应为冗余、故障安全的高稳定系统。系统置于控制室内完成以下功能：顺控、报警、联锁、停车等。安全仪表系统独立于其他系统，单独设置。

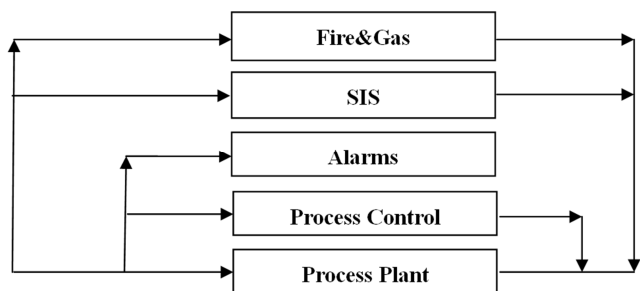


图1 工厂保护层结构图。

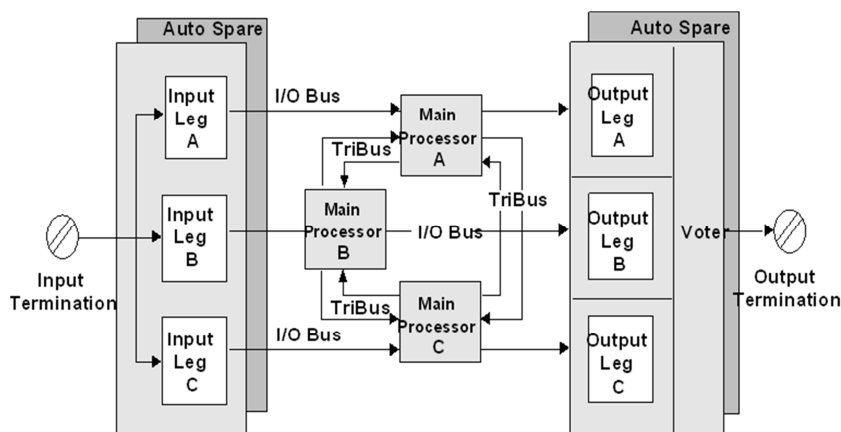


图2 三重化系统结构。

4. 安全完整性等级及设计原则

4.1. SIL安全完整性简述

安全完整性包括硬件安全完整性和系统安全完整性。根据IEC 61508/61511规定，SIL保护层分析（LOPA）半定量的分析方法来确定每一个安全仪表功能（SIF）的安全完整性等级（SIL）。等级的确定受初始时间频率，初始事件频率修正因子，事故发展场景，以及有效的独立保护层（IPL）等因素影响。安全完整性等级可分为SIL 1、SIL2、SIL3、SIL4[2]。生产装置的危险性由下列公式进行确定：

$$Risk=Probability*Consequences [3]$$

其中：Risk表示装置可能的危险；Probability为危险发生的概率；Consequences表示危险的后果。

3. 安全仪表系统的选型及三重化简述

安全仪表系统的选择应当符合国际电工委员会(IEC) 2000年发布的IEC51508《电气/电子/可编程电子安全相关系统的功能安全》标准，并经TUV认证。选择经过TUV认证且符合IEC 61508标准的系统，用户将不需要依靠长期的实际经验或进行测试就能获得所选系统在安全可靠、有效性、可维护和管理性上的严格保障。

三重化作为一种典型的系统结构，作为安全仪表系统选型的一项重要指标。三重化设计为安全仪表系统典型的安全性结构；主处理器为三重化，每一个I/O模块都有三条独立的分电路，双重电源供给，双重通讯模块。

在线维护时无需系统停车即可在线更换I/O模块；无需系统停车即可在线更换主处理器；卡件故障时可自动切换到热备卡件；无需系统停车即可在线更改系统组态、在线软件下载。

主要由主系统机柜、工程师站/SOE站、操作站、辅助操作台、报警器、通讯外设。

当发生事故时程序停止运行，三个控制器同时故障不工作，两路电源同时失电。若系统完全停电，各控制阀输出回零。现场电磁阀都不能动作。

SIL验证包括审查关断回路设计，并通过硬件故障率，冗余度；共因时效百分比；检验测试周期，检验测试覆盖率等使用需求失效概率计算软件，可以确定验证回路的PFD。

在低要求操作模式时，安全仪表功能的安全完整性等级应采用平均失效概率衡量。

表1 安全仪表功能的安全完整性等级。

安全完整性等级 (SIL)	低要求操作模式的平均失效概率 (PFD _{avg})
4	≥10 ⁻⁵ 且<10 ⁻⁴
3	≥10 ⁻⁵ 且<10 ⁻⁴
2	≥10 ⁻⁵ 且<10 ⁻⁴
1	≥10 ⁻⁵ 且<10 ⁻⁴

安全完整性等级评估方法应根据工艺过程复杂程度、国家现行标准、风险特性和降低风险的方法、人员经验等确定。主要方法应包括保护层分析法、校正的风险图法、经验法及其他方法。

安全完整性等级评估宜采用审查会方式。审查的主要文件包括工艺管道与仪表流程图、工艺说明书、装置及设备布置图、危险区域划分图、安全连锁因果表及其他有关文件。

4.2. 安全仪表系统的设计原则

将工艺生产过程发生危险故障时将其自动或手动带回到预先设计的安全状态, 以确保工艺装置的安全, 避免重大人身伤害及设备损坏事故。故在安全仪表系统回路设计过程中, 需遵循下列几点原则。

安全性原则[4], 一个是安全仪表系统本身的工作可靠性; 另一个是安全仪表系统对工艺过程认知和连锁保护的可靠性, 还应有对工艺过程测量, 判断和连锁执行的高可靠性。

可用性原则: 是指安全仪表系统在一个给定的时间点能够正确执行功能的概率, 不能一味追求系统的可靠性, 系统的可用性也需要考虑。正确的判断过程事故, 可以减少装置的非正常停车, 减少因为非正常原因开停车造成的经济损失。

独立性原则[5]: 独立于基本过程控制系统, 独立完成安全保护功能。检测元件, 控制单元和执行机构应单独设置。

5. 安全仪表系统在烯烃项目中的应用实例

5.1. 烯烃装置的简介

煤制烯烃包括煤气化、合成气净化、甲醇合成及甲醇制烯烃四项核心技术。主要分为煤制甲醇、甲醇制烯烃这两个过程。而其中煤制甲醇的过程占了煤气化、合成气净化、甲醇合成这三项核心技术。

煤制烯烃首先要把煤制成甲醇, 煤制甲醇技术也就是煤制烯烃技术上的核心。而煤制甲醇的过程主要有4个步骤: 首先将煤气化制成合成气; 接着将合成气变换; 然后将转换后的合成气净化; 最后将净化合成气制成粗甲醇并精馏, 最终产出合格的甲醇[6]。

5.2. 安全仪表系统的实施案例简述

- 1) 青海盐湖金属镁一体化烯烃项目安全仪表系统采用了浙大中控Trusted™系统, ICS Triplex技术和工艺应用, 基于三重化处理器的系统, 内部所有重要的电路均采用三重化容错的设计。
- 2) 全厂设置一个中央控制室(CCR), 现场共设置11个现场机柜室, 其中和SIS系统相关的包括7个装置, 7个机柜室(FRR), 7个工艺单元。FRR内各个工艺单元的SIS系统(系统柜、辅助柜等)相对独立配置, 功能必须独立。
- 3) 每个现场机柜室(FRR)与中央控制室(CCR)敷设冗余(一天一地)的通信网络的媒体, 采用冗余的单模铠装光缆。
- 4) SIS系统共设3层网络, 仪表控制层(L1), 操作监视层(L2), 集中管理层(L3)。L3层交换机应带路由功能。

- 5) 操作监视层(L2): 每个装置区域独立操作监视和组态。
- 6) 操作监视层功能: 设置SIS操作监视站和通过操作监视层级连到L3。
- 7) 集中管理层(L3)功能: 工程师集中组态和维护, 本层设置工程师站、OPC历史/报警/事件服务器、专用SOE站、防病毒服务和硬件防护墙。
- 8) CCR内工程师站(兼操作监视站)和操作站显示器应按双屏配置。
- 9) 远程I/O系统必须分别设置远程I/O机架(或远程控制器), 放在中央控制室的机柜室, 通过冗余铠装单模光缆与现场机柜室连接, 中央控制室内辅助操作台上的开关和按钮接到相应的远程DI/DO卡上。

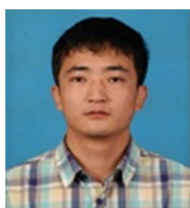
6. 结语

本文通过对安全仪表系统作用、特点及其安全等级确定的简述, 体现了SIS系统在现代工业过程自动化中应用的必要性。目前大部分企业尚未建立体系化设备预测性维护与故障检测管理规范与制度, 缺乏相关的故障和事故历史数据的收集及分析报告, 大多数没有设备健康的量化管理系统, 设备预测性管理不完善。安全仪表系统的设计、采购、制造、组态、安装、调试、开车及维护需要站在工厂生命周期高度来考虑, 使得烯烃装置能够“安、稳、长、满、优、节、减、环”地生产, 使烯烃装置经济效益及社会效益最大化, 实现可持续发展。

参考文献

- [1] 安全仪表系统在化工装置上的应用. 自动化及仪表。
- [2] IEC61508. Functional safety of electrical/electronic/programmable-safety-related systems [S]. 2010.
- [3] 龚义文. 安全仪表系统在化工装置中的应用. 自动化仪表。
- [4] 李荣强. 安全仪表系统完整性等级评估技术研究[D]. 北京: 中国石油大学, 2011.
- [5] IEC61511. Functional safety-Safety instrumented systems for the process industry sector[S]. 2003.
- [6] 现代煤化工技术手册(第二版). 贺永德. 化学工业出版社。

作者简介



田亮亮(1990.9—), 男, 青海省海东市人, 毕业于北京化工大学计算机系, 本科。主要从事过程自动化, 现职称: 助理工程师。