

LNG 工厂自动化仪表设备的选择与安全技术设计研究

梁 洪

(中国石油化工股份有限公司江汉油田分公司采油气工程技术服务中心, 湖北 潜江 433100)

摘 要: 在 LNG 工厂, 自动化仪表设备是生产装置安全平稳运行的重要保障, 自动化仪表设备管理水平的高低, 与 LNG 工厂的综合管理效能有着直接的关系。本文以“LNG 工厂的自动化仪表设备的选择与安全技术设计研究”为课题, 通过对研究的目的意义, LNG 工厂的主要危险源分析, 提出了自动化仪表设备及控制系统的选择及安全设计保护对策, 为 LNG 工厂的安全平稳运行提供一定的理论支持。

关键词: LNG 工厂; 自动化仪表设备; 选择; 安全技术设计

在当今世界能源供应快速增涨的形势下, LNG 的增长速度最快, 在改变能源格局, 保护生态环境中发挥着十分重要的作用。而在 LNG 工厂, 自动化仪表设备的安全运行是最基本的条件之一, 与提高 LNG 工厂的生产运行效率有着十分密切的联系。

1 自动化仪表设备的选择与安全技术设计的目的和意义

21 世纪是能源转型的时代, 天然气作为清洁能源的重要代表, 也是在全世界范围内继煤炭、石油后的第三大能源, 其地位和作用日益突出。当前, 我国正在大力推进经济转型和可持续的高质量发展, 发展 LNG 工业成为了清洁能源战略的重要构成部分。围绕 LNG 产业的技术研发、规模化的生产和产业化的运作迅猛发展, 必须依靠完善的自动化仪表设备及控制系统作为支撑。因此, 加强本文课题的研究具有一定的理论意义和实际指导意义。

2 LNG 工厂的主要危险源分析

LNG 液化工厂的主要原料是天然气, 制冷剂为混合冷剂(甲烷、氮气、乙烯、丙烷、异戊烷); 主要产品为液化的天然气, 也会产生一些危化物品, 如天然气、液氮、二氧化碳和压缩空气等成分。LNG 工厂虽然物料的种类比较少, 主要是单纯的物理生产过程。但是, 由于天然气的火灾危险类别为甲类, 具有易燃、易爆的特点, 一般发生泄漏, 遇到了明火、电火花、雷电和高温物体等容易引发燃爆事故。

3 自动化仪表设备及控制系统的选择

3.1 现场仪表设备的选择

LNG 装置的仪表选择必须以技术先进、性能优良、质量可靠和维护方便为基本原则, 主要以国产产品或合资产品为主, 其产品必须是经过国家技术监督部门检验认可的产品, 具有制造许可证、合格产品等资质, 在同等条件下, 仪表的选择以国产仪表和合资厂家生产的仪表为优先选择对象。其中, 分散型的控制系统(DCS)应该选用国产品牌, 而安全仪表系统 SIS 可以选用进口的产品, 对于重要的仪表设备或附件可以选用进口的产品。

3.2 主要仪表设备的选择

①在就地温度检测仪表设备的选用方面, 应该选择抽芯式的双金属温度计, 要带有保护套管, 并要与设备的管道焊接; ②在远传温度检测仪表设备的选用方面, 应该选用三线制的 Pt100 铂热电阻, 要带有保护套管, 并要与设备的管道焊接。液化冷箱内应该采用双支的 Pt100 铂热电阻, 且要一用一备; ③在压力、差压检测仪表设备的选用方面, 应该选择智能型的压力及差压变送器, 电流信号传输在 4~20mA 以内, 变送器的精度在 $\pm 0.075\%$ FS 以内; ④紧急切断阀、紧急旁通阀、防喘振阀、分子筛干燥吸附塔的切换阀等阀门, 以合资产品为优选对象; ⑤对于切断阀电磁阀, 以及调节阀气源联锁用电磁阀来说, 应该选用二位三通电磁阀; ⑥对于天然气压缩机、BOG 压缩机、空气压缩机、导热油炉等成套的设备, 其仪表要与设备成套; ⑦在可燃气体检测仪表设备的选用方面, 应该选择隔爆型的可燃气体检测器; ⑧在视频监控仪器设备的选用方面, 以进口工业摄像机为优选, 且具有旋转、防爆功能。

3.3 仪表设备管控系统的选择

①采用分散型的控制系统(DCS)。主要目的是实现全装置生产的过程控制。可以对 LNG 装置的液位、流量、温度、压力参数进行监控报警, 实现远程的数据显示和传输, DCS 系统的 CPU、电源和通讯, 以及控制回路 I/O 卡件, 应该采用 1:1 的冗余结构, 以此实现对装置生产全过程的安全运行控制; ②采用安全仪表系统(SIS)。主要目的是保证紧急状况下的人员设备安全和对环境的保护。确保操作人员安全并对装置设备和环境保护, 安全仪表系统(SIS)主要包括安全停车系统(SSS)和过程停车系统(PSD)两大系统。这两个系统是分开的, 但是, 通过数据传输控制又是互相联系的, 共同构成了整体设施装置的安全仪表系统(SIS)。SIS 所有系统都是高完整性、故障安全、容错、三重冗余和一个 UPS 备份电源。ESDP 可以停止 TRAIN 所有进/出物料, 停止所有主要动设备和带明火的加热器。装置发电机不会自动停车, 一旦 ESDP 模式激活将会做大量工作和花费大量时间才能返回正常操作。火灾和气体报警系统

(FGS) 将是发现和检测过程火灾和气体探测器, 按逻辑连锁触发相关动作; ③ DCS 和 SIS 采用通讯连接, 实现 SIS 监测数据在 DCS 同步监测。

4 自动化仪表设备及控制系统的安全技术设计

4.1 DCS 系统的应用目标及主要功能

4.1.1 DCS 系统的应用目标

①提高装置的生产运行管理水平和生产效率, 降低生产运行成本, 达到节能、降耗, 提高产品质量的目的。增强生产方案的灵活性和适应性, 高效快捷进行故障分析处, 提高生产的科学化合理化的管理水平; ②增强装置的控制能力水平, 可以增强装置的顺序逻辑控制、设备故障诊断以及联锁保护, 对局部或全装置的控制进行优化, 提高对装置的控制水平和生产管理水平和效率。

4.1.2 系统的主要功能

①具有数据的采集和存储功能, 主要包括模拟 / 数字输入信号的扫描, 历史数据的存储、调整趋势和历史趋势, 以及历史数据的种类、点数和周期等等; ②控制功能。主要包括监测、调节和顺序的控制功能, 设备的联锁保、护运行监视等功能, 数据的反馈控制功能, 能够对输入输出的种类、数量、顺序步骤等数据进行高效快捷的处理; ③显示功能。显示的画面主要包括装置的总貌画面、工艺流程图画、管理控制画面、生产过程和系统报警画面、系统的状态画面、操作日志画面、历史查询画面等; ④报警功能: 通过模拟输入、数字输入实现输出信号报警, 仪表停用报警, 系统部件故障报警, 具有相邻报警时间的分辨率高, 报警的管理功能齐全的特点; ⑤屏幕拷贝和报表功能: 具有即时的报表功能, 定时报的表功能, 如, 年报、月报、日报、班报、时报。对于报警汇总的记录、操作记录的报表, 可以实现操作或参数的修改及打印, 打印机的屏幕拷贝功能; ⑥用户管理: 操作权限口令询问功能, 系统维护、工程师、操作员钥匙键功能。

4.2 DCS 系统的安全技术设计

①系统硬件 HOLLiAS MACS-K DCS, 主要由工程师站、操作员站和控制站以及通信网络构成; ②系统软件, 主要是 MACS 实时监控软件; ③系统网络, 包括信息管理网络, 主要采用以太网对工厂级信息实施传送与管理; 过程信息网, 主要是对操作站的数据、报警和日志等各节点的数据进行实时数据通信; 过程控制网, 主要是对工程师站、操作员站和与控制站等进行连接, 提供双重化的通信网络。

4.3 可燃气体检测报警数采系统 (GDS) 的安全技术设计

通过对 LNG 装置的分布构成进行分析, 弄清可燃气体泄漏源的分布, 应该在天然气的生产设备、储罐的附近和可能发生会产生的可燃气体聚集、LNG 或可燃制冷剂泄漏等范围以内, 设计可燃气体浓度的检测报警设施, 必须保证在气体浓度达到了爆炸的下限 10%~25% 的范围内, 即刻发出声光警报, 并能够将信号引入到中心控制室, 通过可燃气体数据的采集系统 (PLC) 处理集中

发出指示报警, 通知操作人员实施紧急操作处理。

4.4 火焰检测报警系统的安全技术设计

在关键设备和工艺单元设置可靠的火焰检测器, 主要包括设备厂房、冷箱区、净化区、储罐区和装车区等位置, 通过将信号引入到控制室的数采系统 PLC, 经处理集中报警。

4.5 视频监控系统 (CCTV) 的安全技术设计

对于生产过程的视频监控系统, 应该根据 LNG 工厂区内域内的生产单元分布情况, 采取全生产过程的监控设置, 主要包括设备厂房、冷箱区、净化区、储罐区和装车区等位置, 通过生产过程的实时监控, 及时掌握生产现场的运行情况。

5 自动化仪表设备及控制系统的安全技术保护措施

5.1 仪表供电系统的安全技术保护措施

对于仪表及控制系统的供电, 应该配备不间断的电源 (UPS) 供电, 其容量要达到 10kVA, 后备的时间为 30min。

UPS 电池应该采取完全密封、免维护、铅酸组合类型, UPS 的输入频率在 47~53Hz 的范围之内, 输入的电压为正常电压波动的 $\pm 15\%$, 输出的电压的波动保持在正常电压的 $\pm 1\%$ 范围之内。

当 UPS 发生故障时, 可以自动的切换至市电供电; 当系统外部的电源发生故障时, UPS 应急后备时间应为 30min, 必须保证 DCS 系统、ESD 系统和生产现各类仪表正常工作, 从而保证 LNG 装置的生产安全平稳。

5.2 仪表供风系统的安全技术保护措施

对于切断阀、调节阀的动力源应该采用净化风, 在空气压缩机或其他设备发生故障的情况下, 净化风罐应该能够为装置提供 30min 的净化风, 保证阀门能够安全的工作, 为操作人员紧急处理故障提供保证。

5.3 仪表伴热的安全技术保护措施

对含水仪表的取压取样的管线, 均要采用电伴热, 应该根据 LNG 工厂的生产特点, 以进口优质自调控式的电伴热带为优先对象, 防爆等级不应该低于 ExdHBT4, 伴热带要具备超温的保护功能, 必要的位置做好温度超限的报警联锁。

6 结束语

在我国经济持续快速推进的背影下, 为了保障经济的能源的供应, 必须改变我国的能源结构。改变过去以煤炭为主, 而石油、天然气占比较低的局面。因此, 大力推进 LNG 工厂建设对于优化我国的能源结构, 保证能源供应安全、有效保护生态环境具有十分重要的意义。但是, 在 LNG 工厂的建设与生产运行中, 必须高度重视自动化仪表设备的选择和安全技术设计, 不仅可以确保 LNG 工厂生产的安全平稳运行, 而且可以提高企业的经济效益, 推进清洁能源的使用和社会经济的发展。

参考文献:

- [1] 蒋钦锋. 浅谈 LNG 接收站安全仪表系统的安全等级 (SIL) 建立的方法 [J]. 化工管理, 2016(07):92-93.