

海上油气设施手动报警站常见故障预防分析

罗伟权 于海军 (中海石油(中国)有限公司深圳分公司番禺作业公司, 广东 深圳 518000)

摘要: 手动报警站是海上油气设施安全仪表系统(SIS)和火气系统(FGS)的重要输入仪表, 手动报警站的稳定可用是系统功能完整性的重要指标。海上油气设施由于建设年代不一, 参考标准多样, 设计了多种形式的手动报警站应用类型。本文首先介绍了目前海上设施手动报警站的结构类型和信号原理, 对近期海上油气设施手动报警站案例进行分类, 然后根据海上油气生产现场实际并结合相关领域的手动报警站设计规范要求, 提出提高手动报警站运行稳定性措施的参考意见。

关键词: 手动报警站; 安全仪表系统; 火气系统; 安全完整性等级

1 海上油气设施手动报警站的应用类型

海上油气设施的安全一直是被重点关注研究的领域。海上设施工艺设备的典型保护层包括基本工艺控制系统(BPCS)、操作人员干预、安全仪表系统(SIS)和火气系统(FGS)、爆破片和压力释放阀等。手动报警站是SIS和FGS系统中必不可少的检测元件, 由于必须由人员报警, 相较于自动探测器误判断的概率要小很多, 安全可靠性强, 全部采用1选1结构。

按钮自锁式和玻璃破碎式手动报警站是海上油气设施最常见的两种手动报警站类型。玻璃破碎式手动报警站(图1)原理是将动作触点紧压在玻璃片上, 玻璃片被击碎时, 触点释放进而触发手动报警站。按钮自锁式(图2)原理是按钮受外部力推动时, 接触压迫手动报警站内部微动开关并自锁进而触发手动报警站。



图1 玻璃破碎式手动报警站



图2 按钮自锁式手动报警站

目前海上手动报警站的信号原理主要包括为以下几

种:

①开关量信号: 最为简易的型式。手动报警站内触点有断开、连接两种状态, 控制器通过接线回路的通断判断手动报警站是处于正常状态还是触发状态;

②模拟量信号(图3): 手动报警站内触点通过并联和串联电阻的形式, 产生4至20mA的信号电流, 在不同的电流范围段代表不同的手动报警站状态, 实现控制器外电路回路检测功能。一些带回路检测功能的数字量模块基本原理和此类似;

③通过寻址模块(图4): 手动报警站自带或使用特殊模块实现通讯功能, 该类型手动报警站与带有寻址功能的控制器配合使用, 由于不再是点到点方式连接, 在大型海上油气设施采用该方案可以有效降低电缆布线成本和安装难度;

④气压信号: 布置在压缩气回路上的手动报警站, 通过释放回路气压达到联锁动作压力开关或气动阀门的功能。

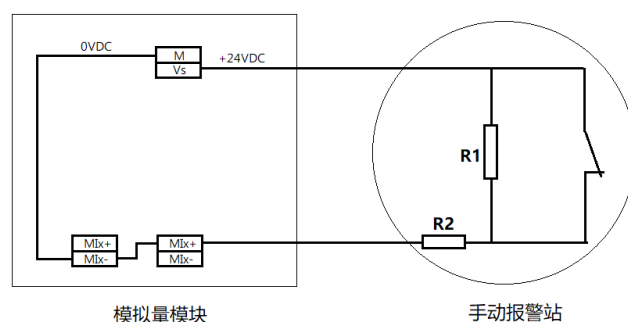


图3 模拟量信号型式

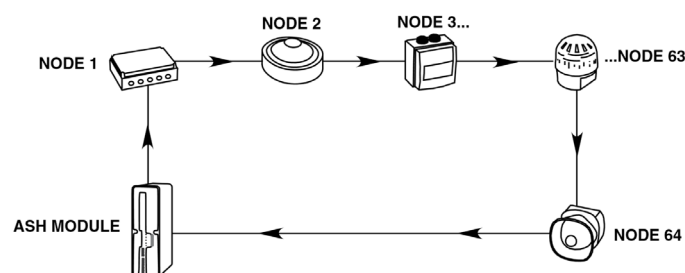


图4 回路寻址型式

2 手动报警站常见误触发类型分析

总结海上油气设施发生的手动报警站关停案例原因分析发现,手动报警站误触发分析主要集中在误碰触、设备老化、寻址回路故障、回路断路的四种类型上。

误触碰的相关案例常见为以下几个,在手报站附近存在作业,被误碰触后触发了手动报警站;物件掉落碰撞触发手动报警站;人员误操作手动报警站。

设备老化的相关常见案例为以下几个,选用的手动报警站类型不适用于振动高的环境;塑料外壳部件受环境影响老化断裂;手动报警站内部进水短路。

与手动报警站信号类型有关的常见案例为以下几个,手动报警站信号类型寻址回路故障;信号形式为常闭开关量信号,线路回路断开后误触发。

通过常见案例特征分析,将手动报警站误触发的主要原因总结为:在手动报警站缺失必要的防撞、防水保护措施;手动报警站结构类型选型不妥;手动报警站标志不清晰;寻址回路故障后控制器误诊断触发;未配置信号回路检测功能。

3 针对案例的手动报警站设计维护方案

随着海上油气设施对安全重视程度的提高,为了实际降低手动报警站误触发对油气生产产量的影响,手动报警站的运行稳定性受到了重点关注。为提升手动报警站的运行稳定性,结合上述手报站误触发原因,提出的解决方案如下:

一是加装防雨、防撞护罩。在海上油气生产设施中,受限于空间有限,设备安装都较为紧密,且由于作业人员劳保装备阻碍视线等原因,常有发生误碰设备的事件,因此必要的防撞保护非常有必要。挪威石油标准化规范中 S-001 Technical safety 10.4.1 Manual release buttons 章节,提及了手动释放按钮需加装护罩以避免意外动作的要求。美国石油协会 API RP 14C 规范 G.2.1.2 章节提出 ESD 站需配置在易于操作的位置,但是要有避免被意外触发的措施。海上极端天气常见,增加防雨罩的保护也显得很有必要。需要注意的是,防雨罩的安装必须牢靠,避免在大风天气防雨罩脱落、撞击触发手动报警站。

二是针对使用环境对手动报警站进行选型,海上环境常年高湿高盐,腐蚀性强,并常见台风等极端天气,振动强度大,对于手动报警站的稳定性要求很高。玻璃破碎式手动报警站相比较于按钮自锁式手动报警站,在结构原理上,按钮自锁式结构简单,机构部件少,稳定性要明显强于玻璃破碎式手动报警站。从案例中总结分析,设备故障类型案例里的手动报警站类型均为玻璃破碎式,其中大多数均与玻璃破碎式的结构特点有直接关系,这在实际应用中印证了按钮自锁式在稳定性上更适应于海上油气设施环境。

三是手动报警站信号采用硬接线方式并配置回路检测功能。海上油气设施常见使用寻址回路模式的手动报警站。从回路寻址模式手动报警站误触发的案例分析中发现,对于该类故障,现场维修人员基本不能明确判断

具体的故障原因,因此难以做出非常有针对性的维修处理策略,这也留下了在后续的生产运行中手动报警站再次误触发的隐患。国内适用于陆地油气田工程的行业规范《SY/T7351-2016》、适用于输油气管道工程的行业规范《SY/T6966-2013》,适用于炼化工程的国家规范《GB/T 50770-2013》均提及了手动报警站输入信号方式的相关设计要求。安全仪表系统手动报警站输入信号应采用硬接线方式连接,不应采用现场总线或其他通信方式作为安全仪表系统的输入信号。海上油气设施手动报警站设计并未明确规定硬线连接,但是安全完整性等级(SIL)一般按工程经验设定为 SIL2 或 SIL3。需要注意的是,整个安全仪表功能(SIF)回路的安全完整性等级是由回路中 SIL 等级最低的部分决定。硬接线方式的回路诊断的功能实现有两种形式,一是依靠具备回路诊断功能的卡件,二是使用模拟量通道加终端电阻实现外回路诊断。对于回路检测功能,国内油气行业规范《SY/T7351-2016》和《SY/T6966-2013》有相关要求。安全仪表系统重要输入回路应设置线路开路 and 短路故障检测,选用具有短路和断路诊断功能的卡件。

因此,从设计选型角度推荐在海上油气设施使用按钮自锁式手动报警站,信号方式采用硬线连接并配置回路检测功能,同时安装防撞、防雨罩。同时高效的维护保养策略也是降低手动报警站误触发的有效手段。例如提高手动报警站的维保频次,在手动报警站内放入适量干燥剂等防水措施、现场张贴明确标识、做好人员培训工作、针对安装于高振动环境的手动报警站设置延时动作等措施,证实海上油气设施生产中可有效提升手动报警站的稳定性。

4 结语

手动报警站在海上油气设施扮演着现场安全的保护者角色,随着安全生产的理念不断深化,越来越得到人们的重视,对手动报警站的运行稳定性的要求也越来越严格。如何根据现场实际运行情况并结合参考石化行业设计规范,提升手动报警站的安全稳定性,降低误触率,是海上仪表维护专业的重要任务。

参考文献:

- [1] GB/T 50770. 石油化工安全仪表系统设计规范[S]. 北京:中国计划出版社,2013.
- [2] 田京山. 油气田工程安全仪表系统设计规范详解与应用指南[M]. 北京:中国石化出版社,2020.
- [3] SY/T 6966. 输油气管道工程安全仪表设计规范[S]. 北京:石油工业出版社,2013.
- [4] NORSOK STANDARD, S-001 Technical safety[S]. Norway: Standards Norway, 2008.
- [5] API RECOMMENDED PRACTICE 14C: Analysis, Design, Installation, and Testing of Safety Systems for Offshore Production Facilities[S]. AMERICAN PETROLEUM INSTITUTE, 2017.