

巴基斯坦某大型液化石油气厂 中控室消防系统的选型与估算

袁甲^{1*}, 李海涛², 王彬权², 郭伟¹, 崔兵兵¹

(1. 中国石油天然气管道局天津设计院, 天津 300457; 2. 中国石油天然气管道局, 河北 廊坊 065000)

摘要:分析了中控室消防系统设置的重要性, 提出需在中控室设置备压式 FM200 气体灭火系统并考虑 100% 备用灭火剂气量, 且灭火剂气瓶需设置在专用气瓶间内; 前期估算 FM200 灭火剂气瓶规格及数量, 后期以喷射后灭火剂体积分数满足安全使用需求来验证 FM200 灭火剂气瓶规格及数量的选型正确性。

关键词:中控室; FM200 气体灭火系统; 100% 备用量; 估算

中图分类号: TE48

文献标志码: A

文章编号: 0253-4320(2016)10-0203-02

DOI: 10.16606/j.cnki.issn.0253-4320.2016.10.050

Selection and estimation of fire-fighting systems in the central control room for a large liquefied petroleum gas plant in Pakistan

YUAN Jia^{1*}, LI Hai-tao², WANG Bin-quan², GUO Wei¹, CUI Bing-bing¹

(1. China Petroleum Pipeline Bureau TianJin Design Institute, Tianjin 300457, China;

2. CNPC China Petroleum Pipeline Bureau, Langfang 065000, China)

Abstract: The importance of firefighting system for center control room (CCR) is analyzed. FM200 gas extinguishing system in CCR and 100% backup of fire extinguishing agent are proposed. Extinguishing agent gas cylinders are also needed to be arranged in dedicated room. In the early stage of design, designer needs to estimate the parameters and numbers of FM200 gas cylinders. In order to verify the parameters and numbers of FM200 gas cylinders, designer need to check whether the volume fraction of FM200 gas agent can meet the standard of safety use after blowing out.

Key words: central control room; FM200 gas fire extinguishing system; 100% backup; estimation

“一带一路”是“丝绸之路经济带”和“21 世纪海上丝绸之路”的简称。“一带一路”政策的提出及持续推进, 为国内石油企业走出国门, 登上世界舞台提供了难得的历史机遇。

国外大型石油石化场站均设置中控室, 以便于管理人员监控, 维护整个场站的安全, 平稳运行, 作为石油石化场站大脑与核心的中控室, 其消防系统的安全性与可靠性是整个场站后续安全运行的保障。本文中以巴基斯坦某大型液化石油气厂中控室消防系统的设计为例, 系统阐述中控室消防系统的选型及估算方法, 对于国内石油企业参与国际石油石化项目中控室的消防系统设计具有一定的借鉴、参考价值。

1 中控室消防系统的选型

1.1 消防系统安装场所的确定

巴基斯坦某大型液化石油气厂中控室包含设备间、大型控制室以及工程控制间, 上述房间内电子类仪器、带电设备较为精密, 初期火灾主要类型为 A

类或 C 类火灾^[1], 若不及时扑灭初期火灾, 将对整个场站的仪表自控系统造成毁灭性的损坏, 因此从安全运行的角度考虑, 上述房间必然要设置完善的灭火系统。

1.2 消防系统灭火剂的选择

中控室仪器设备较为精密, 且均为带电类设备, 因此泡沫、水、粉末等不洁净物质不能作为灭火剂应用于中控室消防系统, 故中控室消防系统采用的灭火剂需具有无腐蚀性、低毒、不导电、灭火效率高等特点。

二氧化碳灭火系统可适用于带电类物质的火灾^[2], 但是当二氧化碳的体积分数达 1% 时, 会使人感到气闷、头昏、心悸; 达到 4% ~ 5% 时, 会使人感到气喘、头痛、眩晕; 而达到 6% 的时候, 会使人体机能严重混乱, 使人丧失知觉、神志不清、呼吸停止而死亡。中控室属于人员常驻区域, 因此从人员安全角度考虑, 中控室不应采用二氧化碳灭火系统。

为保护人员安全, 高成本的电子设备、设施及宝贵的数据资源, 并按照环境友好的原则, 控制间或者

电气设备间可装备清洁气体灭火系统^[3]。清洁气体灭火系统必须按照下述 4 个原则进行洁净灭火剂的选取:①ODP 值最小原则——即对臭氧层的耗损最小;②C 值最小原则——灭火浓度小,灭火剂用量少;③GWP 值最小原则——温室效应小;④NOAEL 值最大原则——最低毒理反应。

FM200 是一种洁净的、安全的气体灭火剂,化学名称为七氟丙烷(HFC-227ea),化学分子式为 $\text{CF}_3\text{CHFCF}_3$ 。FM200 符合上述原则要求,并且是美国消防协会(NFPA)确认的最理想卤代烷气体替代物,通过与国际知名消防企业沟通,并从灭火效果、环境影响等方面综合考虑,确认选择 FM200 气体灭火系统为中控室消防系统。

1.3 气体灭火系统类型的选择

FM200 气体灭火系统分为贮压式系列以及备压式系列^[4]。

贮压式系列是将 FM200 灭火剂和作为推动剂的氮气储存在同一个钢瓶内,并且加压到 2.5 MPa 或者 4.2 MPa 的灭火系统。由于氮气与 FM200 灭火剂同在一个钢瓶内储存并且加压,所以必然有一部分氮气会溶解到 FM200 灭火剂中。

备压式系列是将 FM200 气体以及作为推动剂的氮气分别储存于不同的钢瓶内,只有在需要灭火剂喷射时,氮气才能通过减压阀进入灭火剂存储钢瓶推动灭火剂喷射,所以在备压式系列中几乎没有氮气溶解于 FM200 灭火剂中。

由于备压式系列采用的氮气推动剂压力高达 12.4 MPa,因此备压式系列管道输送灭火剂的距离比贮压式系列更远,保护区域更大;同理,备压式系列在相同管道规格及喷射时间的工况下,可输送更多的灭火剂,灭火效果更好。综合上述考虑,确认中控室采用备压式系列 FM200 气体灭火系统。

1.4 气体灭火系统灭火剂用量的确定

中控室包含设备间、大型控制室以及工程控制间,上述房间设置在同一栋建筑物内,因此中控室火灾次数按照同一时间发生一次火灾考虑,故在选择气体灭火系统气体用量时,按照上述最大体积房间的灭火用气体量进行核算。

考虑巴基斯坦大型液化石油气场站地处偏远地区,社会依托性较差,气体灭火系统喷射完成后,72 h 内不能得到重新充装,为确保扑灭火灾后中控室能够尽快投入使用,确认中控室需设置备用气体灭火系统,且备用气体灭火系统气量与主用气体灭火系统气量需保持一致。

1.5 气体灭火系统气瓶间的设置

储气瓶要避免机械破坏、化学物质侵蚀、恶劣天气的危害以及其他可预见的不利因素的影响^[2-3],因此气体灭火系统的相关设备及设施需要放置在专门的气瓶间内,且专用气瓶间应设置机械排风设施,正常排风量不小于 4 次/h,事故排风量不小于 8 次/h^[5]。

2 中控室消防系统的估算

2.1 中控室消防系统估算原则

中控室消防系统采用 FM200 气体灭火系统,备压式系列,气体灭火系统体积分数估算值采用 8.5%^[3],且中控室各个房间内 FM200 灭火剂钢瓶的充装率保持一致。相关估算数值详见表 1。

表 1 中控室气体灭火系统估算

保护区域	设备间	大型控制室	工程控制间
估算体积分数/%	8.5	8.5	8.5
设计温度/°C	21	21	21
设计密度 ^① /($\text{kg}\cdot\text{m}^{-3}$)	0.6761	0.6761	0.6761
面积/ m^2	127.80	118.90	36.70
高度/m	4.72	4.72	4.72
体积/ m^3	603.22	561.21	173.22
所需质量/kg	407.83	379.43	117.12
喷射质量/kg	420	420	120
钢瓶容积/kg	90	90	90
钢瓶数量/个	7	7	2
喷射体积分数 ^② /%	8.73	9.32	8.69
充装率/%	67	67	67

注:①设计密度 = $(1 / (0.1269 + (0.0005 * \text{设计温度}))) * (\text{估算体积分数} / (100 - \text{估算体积分数}))$;②喷射体积分数 = $(100 * \text{喷射质量} * (0.1269 + (0.0005 * \text{设计温度}))) / (\text{体积} + (\text{喷射质量} * (0.1269 + (0.0005 * \text{设计温度}))))$ 。

2.2 中控室消防系统估算阐述

工程控制间所需 FM200 灭火剂质量为 117.12 kg,估算中按照喷射 FM200 灭火剂质量为 120 kg 考虑,采用容积为 90 kg 的 FM200 灭火剂气瓶供气,所需气瓶数量为 2 个,气瓶有效充装率为 67%,喷射后工程控制间 FM200 气体体积分数为 8.69%,满足灭火浓度要求^[3]。

假定设备间以及大型控制室 FM200 灭火剂气瓶均采用 7 个,则可推得设备间以及大型控制室实际喷射 FM200 灭火剂气体量为 420 kg,喷射后房间内 FM200 气体体积分数分别为 8.73%、9.32%,满足灭火浓度要求^[3]。

2 影响海洋管道牺牲阳极阴极保护有效性因素

影响海洋管道牺牲阳极阴极保护有效性的因素有防腐层状况(即涂层破损率)、管道安装方式(埋设与非埋设)、牺牲阳极电化学特性、阳极保护长度等。

2.1 防腐层破损率

海洋管线的阴极保护电流随着保护涂层的退化而增加,因而在管道整个寿命周期内牺牲阳极能提供足够的阴极保护电流量显得非常重要。涂层破损率是在役涂层状况的重要指标,其取决于涂层类型、使用年限、施工条件等,涂层破损率可由如下公式计算^[2]:

$$F_{cf} = f_i + (\Delta f \times t_{dl}) \quad (1)$$

式中, f_i 为管道初期的涂层破损率,即管道开始投运时的涂层破损率; f_{cf} 为管道末期的涂层破损率,即管道寿命末期的涂层破损率; Δf 为管道涂层破损率年增长系数; t_{dl} 为管道服役年限。

对于整条管道而言,管道的涂层破损率由管道的 2 种部位组成,即钢管工厂预制的防腐层处和现场接头补口防腐层处。假设一根钢管长 12 m,采用 3 层 PE 防腐层,钢管防腐层管端预留 150 mm,现场接头补口采用 PE 热收缩带。根据计算,现场接头补口防腐层面积占到了整根管道防腐层面积的 2.5%,如果现场接头补口质量差,甚至全部失效,加上 3 层 PE 防腐层的破损率,整条管道的涂层破损率会远远大于 2.5%。由于海洋环境腐蚀恶劣,海

水中的氯离子会造成钢管点蚀甚至穿孔,管道的服役寿命受到严重威胁。

2.2 牺牲阳极电化学特性

牺牲阳极应能提供足够的阴极保护电流,并且具有较高的电化学效率及电化学当量,同时还应具有稳定的电位,在使用期间不发生钝化,牺牲阳极表面的腐蚀产物易脱落,且对环境无污染。

纯铝不能作为牺牲阳极,因为其表面形成稳定的氧化膜使其电化学电位正移到很高的电位,也就是钝化。在铝阳极中加入了镉、铟、汞或锡元素以保持阳极的活性,防止其发生钝化。同时铝阳极一般应用在含有氯离子的电解质中,氯离子能穿透腐蚀产物膜,使阳极保持活性。随着氯离子含量降低,阳极的电容量降低,阳极电位变得更正,同时,铝阳极电容量随着电流密度降低而降低,如图 2 所示^[3]。

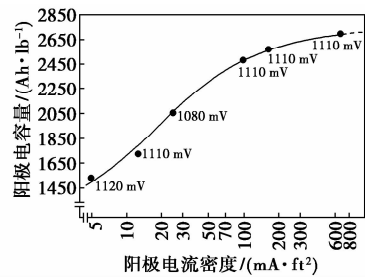


图 2 阳极电容量与阳极电流密度的关系

对于海水与海泥而言,海水的电阻率较海泥的电阻率低,在此环境中,铝阳极的发生电流密度大,因此海水中的铝阳极电容量也较大,如表 1^[2]所示。

(3) 中控室 FM200 气体灭火系统所需气量按照估算体积分数为 8.5% 考虑,气瓶的填充率按照 60% ~ 70% 考虑,以上述数值为依据选择 FM200 灭火剂气瓶容积及数量,以喷射体积分数满足安全使用需求来验证 FM200 灭火剂气瓶容积及数量的选型正确性。

参考文献

[1] NFPA 10. Standard for portable Fire Extinguishers[S].
 [2] NFPA 12. Standard on carbon dioxide extinguishing system[S].
 [3] NFPA 2001. Standard on clean agent extinguishing system[S].
 [4] 刘杰,魏晨,黄玉森. FM-200(七氟丙烷)备压式灭火系统[J]. 消防技术与产品信息,2004,(7):76-80.
 [5] GB 50193-93. 二氧化碳灭火系统设计规范(2010 年版本)[S]. 北京:中国计划出版社,2010. ■

(上接第 204 页)

通过上述估算分析可得,当采用容积为 90 kg 的 FM200 灭火剂气瓶时,主用系统采用 7 个灭火剂气瓶(备用系统也采用 7 个灭火剂气瓶),喷射后 FM200 气体体积分数分别为 8.73%、9.32%、8.69%,满足设备间、大型控制室以及工程控制间的灭火浓度需求。

3 结论

(1) 中控室房间选择 FM200 气体灭火系统,且优选备压式系列;主用系统与备用系统采用的气瓶数量需一致。

(2) 气体灭火系统需设置专用气瓶间,且气瓶间应设置机械排风设施,正常排风量不小于 4 次/h,事故排风量不小于 8 次/h。