

合理选择火炬放空系统防回火措施

王艳玲¹ 王 非¹ 张凤波²

1. 中国石油集团工程设计有限责任公司西南分公司, 四川 成都 610041

2. 中国石油塔里木油田公司, 新疆 库尔勒 84100

摘 要:火炬放空系统是保证工厂各装置开、停工和正常生产的公用工程之一,防止系统回火设施的正确选择和设计,是保证系统安全的重要措施。隔离、阻火设施选择和设计不当,会造成人员伤亡和装置相关设备的严重损坏。火炬放空系统防回火措施的选择关系到安全、设计和生产成本。对于EPC工程,既要满足业主低成本运行的要求,也要顾及承包单位的利益。设计上需要精益求精,合理选择放空系统的阻火措施。在安全的前提下,落实国家节能减排的要求,并兼顾各方需求。介绍了可供选择的阻火设施,给出工程中防回火措施选择的实际案例,为火炬及放空系统的防回火措施的合理选择提供参考。

关键词:防回火;分子封;动密封;吹扫气;造价控制

DOI:10.3969/j.issn.1006-5539.2013.03.010

0 前言

火炬放空系统选择合理的防回火措施非常重要。净化厂检修或事故状态下,放空系统内的烃类气体和空气混合,其浓度在爆炸范围内,遇明火时,火炬放空系统就会发生燃烧爆炸。

1 火炬放空系统防止回火措施

火炬放空系统防止回火措施包括在放空管路上设置密封罐,在放空管路上设置阻火器,采用连续的吹扫气来防止逆燃三种。

1.1 密封罐

密封罐是防止回火和爆炸的可靠措施之一^[1]。使用液体密封的理由很多,部分理由如下:

a) 逆燃保护。液封用于提供可靠的保护,防止火焰扩散进入装置管线。对极易燃气体,如乙炔、氧乙烯和氢气,正确的设计和维持液封可提供极好的逆燃保护。如果火炬气本身含有氧,推荐把增加的液封尽可能地靠近火源。为了密封,逆燃保护必须采用特殊设计。

b) 维持正压头。液封用于提供保护的措施是维持火炬总管的压头总是正压。保证火炬总管的任何泄露结果只能是火炬总管中的气体进入大气,而非空气进入火炬总管。空气漏入火炬总管可能导致潜在危险,即放空气和空气混合,在火炬塔或火炬总管内引起爆炸。

c) 导引火炬气流。液封也用于引导火炬气在两个或多个火炬系统之间流动。例如,气体的正常流动可进入一个封闭的火炬,然而,当达到该封闭火炬处理量时,液封应设计成火炬气的背压将超过液封的液体深度产生的背压。因此,气体将流入另一个处理这些附加流量的火炬系统。

为了安全起见,预调试和正常生产时用不含氧气的介质吹扫火炬筒体。预吹扫置换了火炬系统中存在的任何气体,连续吹扫保证了低流量条件操作期间空气不能经过火炬头进入火炬系统。如果液封安装靠近火炬塔基座,可取消连续吹扫的要求。设计火炬系统时,要保证即使内部空间发生爆炸,火炬系统也不受

收稿日期:2012-10-30

基金项目:中国石油集团工程设计有限责任公司重点工程资助(JCZ-2011-22)

作者简介:王艳玲(1980-),女,新疆乌鲁木齐人,工程师,国家注册安全工程师,学士,从事天然气处理与加工设计工作。

到损坏。但是对于LNG工厂,放空气温度可能很低,放空时会使水封罐结冰,故通常不采用此种密封方式。

1.2 阻火器

阻火器最恶劣的工况是在火炬放空系统中形成障碍物,只有当可燃气体是无腐蚀的干燥气体且没有可凝固的液体时才推荐采用。在火炬系统内这种条件很少遇到,阻火器还有另一个缺点,当火炬系统排出热物质后若突然冷却,此时,空气就可能通过阻火器被抽进火炬系统。

1.3 分子封及动密封

用连续的吹扫气来防止逆燃。研究表明^[2]:如果保持无氧天然气的正流量并保证离火炬头7.6 m处的氧气浓度不超过6%,那么含有烃—空气混合物的系统就是安全的。需要的吹扫气流量一旦确定,就可以确定限流孔板的尺寸,在供气压力恒定的条件下,天然气供应量是恒定的。在火炬气低负荷运行期间,空气进入火炬系统内,放空气混合可能产生爆炸。有两种常见的机械密封,通常位于或低于火炬头,它用于减少防止空气渗入火炬系统所需要的连续吹扫气量。

1.3.1 浮力型密封

浮力型密封利用吹扫气和渗入空气的分子质量差来形成重力密封,防止空气进入火炬系统。密封器中布置的环形挡板迫使空气在进入火炬系统前要经过2个180°的转弯(一个向上,一个向下)。如果吹扫气比空气轻,吹扫气将蓄积在密封器顶部,防止空气进入火炬系统中;如果吹扫气比空气重,吹扫气将蓄积到密封器底部,防止空气渗入到火炬系统中。这种密封型式通常把经过火炬头所要求的吹扫气速度减到0.3 mm/s。对某些吹扫气的组分,这个速度将限制氧含量低于该装置的氧含量,且小于0.1%,此时需要更高的吹扫气速度以防止火炬头内部发生气体逆燃。

1.3.2 速度型密封

速度型密封在下述前提下工作:渗入的空气进入,穿过火炬头紧靠在火炬筒体的侧,速度密封是一个锥形头障碍物,带有一个或多个折流板。折流板迫使空气离开火炬筒体内壁,遇到集中吹扫气流并被冲出火炬头。这种密封通常把经过火炬头的吹扫气速度减到0.6~1.2 mm/s,保证了氧气浓度低于密封要求的4%~8%。需要更高的吹扫气速度来防止火炬头内部发生气体逆燃。

2 防回火措施的选择

采用密封罐是防回火爆炸的可靠措施。但在操作

压力较高的天然气处理厂和工艺方案本身有低温气体(如JT阀脱水)放空时,则会产生低温工况;大多数LNG工厂气体操作温度处于低温区,放空气温度也处于低温区间,水封罐就会结冰,故一般不推荐采用水封罐。

对于阻火器,虽然相关规范上称其偶尔被用来防止回火,但是在实际使用中尤其是长输管道中经常采用;内部集输系统中也会用到。在新疆地区的塔中I号气田开发试验区 10×10^8 m³/a试采地面工程中,设计时业主要求油气处理厂火炬放空系统阻火设施采用阻火器加爆破片的旁路设计。中国石油集团工程设计有限责任公司西南分公司(简称CPE-SW)设计在满足规范要求的前提下,坚持最大程度地让业主满意的原则,多次进行专家讨论,认为在满足以下条件时可以按业主要求设计:

a) 合理设计阻火器压力降、选择防腐功能较好、制造水平过硬的厂家生产的阻火器和爆破片(爆破片的选择和安装,应符合《压力容器安全监察规程》的规定^[3]);

b) 生产运行单位安全管理到位,操作人员定期检查和更换阻火器丝网和爆破片,确保放空发生时,阻火器不成为放空管道的障碍物;

c) 在放空总管的起始段设计氮气吹扫,在阻火器后面设计燃料气及氮气吹扫,保护放空总管和火炬筒体,最大程度地保证火炬放空系统的安全。

最终火炬及放空系统阻火设计采用阻火器加爆破片的旁路设计。

为减少密封气量,可采用浮力型密封或速度型密封形式。究竟采用何种密封形式,要根据火炬形式和全厂的密封气来源综合考虑。一般的高架火炬可分为高压音速火炬和常规高压火炬,高压音速火炬一般采用动密封;常规高压火炬可采用分子封或动密封。由于浮力型密封相对速度型密封结构复杂一些,相同尺寸的火炬,分子封的外形尺寸大于动密封,导致相邻火炬的间距变大,可能使带分子封的火炬相对应的塔架及基础造价高于带动密封的火炬。虽然一次性投资带分子封的火炬及塔架高于投资带动密封的火炬及塔架,但一般情况下动密封火炬密封气用量是带分子封火炬密封气用量的2倍,不同的厂家可能存在差别。根据厂家资料,由于密封气量的差别,会使分子封的后期运行费用低于动密封。如果能够充分利用天然气处理过程中的废气作为密封气,在不产生安全隐患的前提下,推荐采用动密封方式。动密封前期投资低,后期操作运行成本不受影响。但如果使用废气作为密封气,

会产生新的安全隐患,推荐使用节能的浮力型密封。比如CPE-SW公司目前正在进行的湖北 $500 \times 10^4 \text{ m}^3/\text{d}$ LNG工厂国产化示范工程EPC项目,最终采用密封气量较小的带分子封的火炬来满足我国节能减排需要。优化设计方案是设计阶段造价控制的措施之一^[4]。

如果放空天然气中含有水和硫化氢,SY/T0599-2006《天然气地面设施抗硫化物应力开裂金属材料要求》规定:在露点和露点以下,当气体中的硫化氢分压大于或等于 0.0003 MPa(a) ,称为酸性天然气^[5]。酸性天然气可引起敏感材料的硫化物应力开裂。为了防止酸性放空天然气对放空管道的腐蚀,在放空总管上注入连续的净化气来进行吹扫,同时增加伴热系统使放空管道的操作温度在放空气露点之上。

3 结论

应合理选择火炬放空系统的阻火设施。通过火炬放空系统阻火设施的设计和研究,对于天然气处理厂和LNG工厂火炬放空系统的设计提出如下建议:

- a) 分析全厂气源,选择安全、经济合理的密封气;
- b) 设置阻火器时,在旁路设置爆破片;
- c) 选择分子封和阻火器时,操作人员要加强此类

设备的检修维护。

参考文献:

- [1] API 521-2007, Guide for Pressure-Relieving and Depressurizing Systems [S].
- [2] SY/T 10043-2002, 泄压和减压系统指南[S].
SY/T 10043-2002, Guide for Pressure-Relieving and Depressurizing Systems [S].
- [3] GB 50183-2004, 石油天然气工程设计防火规范[S].
GB 50183-2004, Code for Fire Protection Design of Petroleum and Natural Gas Engineering[S].
- [4] 向 华, 韩 莉. 龙岗气田试采地面工程设计阶段造价控制的探讨[J]. 天然气与石油, 2008, 26(6): 48-51.
Xiang Hua, Han Li. Discussion about Cost Control of Longgang Field Production Test Engineering [J]. Natural Gas and Oil, 2008, 26(6): 48-51.
- [5] 王 澎. H_2S 对天然气处理设备的腐蚀及相应对策[J]. 天然气与石油, 2010, 28(2): 34-36.
Wang Pen. H_2S Corrosion of Natural Gas Processing Equipment and the Corresponding Countermeasures [J]. Natural Gas and Oil, 2010, 28(2): 34-36.

天然气液化技术打破垄断

2013年3月1日,中国石油集团工程设计有限责任公司西南分公司申请的LNG相关技术专利,成功获得国家知识产权局授权。这标志着该公司在天然气深冷及液化领域的研发和知识产权保护工作取得阶段性成果。

在这些技术中,多级单组分制冷天然气液化系统技术已成功应用到该公司承担的EPC项目——湖北 $500 \times 10^4 \text{ m}^3/\text{d}$ LNG工厂国产化示范工程中。

本次获得授权的多级单组分制冷天然气液化系统专利技术,具有适用于大型液化天然气装置建设、能耗低、投资少和建设周期短等优点。这项技术由于采用丙烯、乙烯和甲烷三级制冷系统,降低了制冷压缩机的单机功率,不仅有利于设备国产化,而且可减轻压缩机启动时对电网的冲击。

多级单组分制冷天然气液化系统专利技术,为中国石油集团工程设计有限责任公司西南分公司赢得中国石油集团公司特大型重点工程——湖北 $500 \times 10^4 \text{ m}^3/\text{d}$ LNG工厂国产化示范工程发挥了重要作用。该工程是LNG技术国产化、大型化的开创性工程。专利技术在湖北LNG项目的运用,打破了国外专利技术对LNG领域核心技术的垄断,实现了天然气液化技术自主化和装备国产化,对提升中国石油整体竞争优势具有重要意义。

(蓝 天 供稿)