

厂际管道安全设计探讨

汪继录 刘晓明 王晓丹 (中国化学赛鼎宁波工程有限公司, 浙江 宁波 315040)

摘要: 本文介绍了厂际管道与长输管道、园区公共管道的区别, 列举了厂际管道设计过程中应注意的安全事项。为石油化工企业厂际管道的安全设计提供参考, 防止事故的发生。

关键词: 厂际管道; 石油化工企业; 园区公共管廊; 防火间距; 在线检漏

1 引言

2018年出版的《石油化工企业设计防火标准》(GB 50160-2008)对厂际管道有了明确解释: 石油化工企业、油库、油气码头等相互之间输送可燃气体、液化烃和可燃液体物料的管道(石油化工园区除外)。其特征是管道敷设在石油化工企业、油库、油气码头等围墙或用地边界之间且通过公共区域、长度小于或等于30km。厂际管道有了明确的定义后, 填补了介于长输管道和园区公共管廊之间的空白, 随后出版的《石油化工厂际管道工程技术标准》(GB/T 51359-2019)对厂际管道设计提出了详细的要求, 使得厂际管道有了专用的规范依据。

2. 厂际管道与长输管道和化工园区管廊管道的区别

2.1 厂际管道与长输管道的区别

厂际管道输送的物料种类更多, 不局限于油品和天然气, 石油化工企业之间的原料产品都可以通过厂际管道输送。考虑了长距离输油输气管道的切断阀间距相协调, 一般情况下长输管道长度在50km以上, 且有中间泵站或加压站等特征, 但是厂际管道途径居住区、村庄等公共区域, 受破坏的可能性较大, 破坏产生的危险性相对较大, 故厂际管道长度限定在30km以内, 且沿途不设置永久性阀门。

2.2 厂际管道与园区公共管道的区别

厂际管道的定义中指出石油化工园区管道除外, 此石油化工园区指的是封闭的园区, 社会无关人员及车辆不得进入, 这样就减少了受破坏的可能性。园区公共管廊有专门的管廊公司管理, 处理事故的应急措施也更加专业, 可以很大程度的减少破坏产生的危险性。故园区公共管廊上的管道距离相邻工厂及周围道路的间距要求小于厂际管道。

3 厂际管道安全防护措施

厂际管道的安全有三种主体思想: ①提高管道自身的安全性, 主要原则是严格控制管道及管件自身的强度, 主要控制点有管道管件的壁厚选择、管道材料的选择、管道的防腐、管道的施工验收及后期的维护; ②控制防火间距, 选择合理线路, 合理的线路既可以减少厂际管道发生事故时对附近居民、工厂、交通线路的影响, 又可以降低公共环境中可能出现的明火、散发火花、撞击、坍塌等对厂际管道的影响, 同时结合我国用地紧张、

人员密集的国情, 考虑工程实施的可行性及土地资源的合理利用情况, 制定合理的防火间距; ③提高自动化程度, 对管道的温度、压力、振动等参数进行全方位检测, 将事故消灭在萌芽状态; 同时可以设置紧急切断等自动化手段将事故产生的影响降到最低。

3.1 提高管道自身强度

3.1.1 管道管件的壁厚选择

《石油化工企业设计防火标准》GB50160-2008(2018年版)中指出: 当厂际管道经过居民区、村庄、公共福利设施、相邻工厂、铁路线、公路、架空电力、通信线路等设施时, 管道的设计壁厚不应小于计算厚度的1.2倍。同时要求, 可燃液体厂际管道的壁厚计算, 应按照国家现行标准《输油管道工程设计规范》GB 50253的有关规定执行, 可燃气体管道的壁厚计算, 按照现行国家标准《输气管道工程设计规范》GB 50251的有关规定执行。但以上两种规范主要是针对油品、液化石油气、天然气等毒性和腐蚀性不高的物料, 而厂际管道输送的物料会是毒性很高和腐蚀性很高的物料, 故建议在计算壁厚时除应参照以上两本规范外, 还应适当的增加2mm的腐蚀余量。

3.1.2 管道的防腐

目前, 用于架空管道防腐的体系一般为: 富锌底漆; 封闭用中间漆; 耐候面漆。底漆一般采用环氧富锌或无机硅酸锌; 中间漆多采用环氧云铁; 耐候面漆有多种选择, 国内曾先后开发了高氯磺化聚乙烯涂料、氯化橡胶、聚氨酯防腐涂料和氟碳涂料。它们都在不同时期的工程建设中得到应用。

为抑制管道外壁金属腐蚀, 延长管道的使用寿命, 阴极保护是行之有效的防腐蚀方法。阴极保护有两种方法: 强制电流法和牺牲阳极法。

强制电流法具有输出功率大, 阴极保护站保护能力强, 保护范围大, 保护电位可调, 受环境条件影响小等优点; 其不足之处是需要可靠的外电源, 还有可能对系统附近的其他金属构筑物产生不良干扰。

牺牲阳极法是将被保护金属(阴极)与比之具有更负电位的合金(阳极)相连接, 利用两者间的电位差, 通过消耗此阳极合金, 达到对被保护金属的保护。牺牲阳极法具有不需要外界电源、运行维护简单、对附近非保护金属构筑物无干扰等优点; 其不足之处是输出功率

较小、运行电位不易调、受环境因素影响较大。

3.2 控制防火间距, 选择合理线路

线路选择时充分参考了以往工程的建设经验, 根据沿线的地形、地质、水文、地震等自然条件和交通、电力等社会依托条件, 并充分考虑了沿线城市发展规划和自然保护区、水源地、文物区和矿产分布等制约条件, 通过综合分析和技术经济比较来确定线路走向。线路选线主要遵循以下原则: ①线路总体走向力求顺直, 从大方案上控制总体长度; ②小型穿越工程位置应符合线路总体走向, 局部走向应根据穿越位置点进行调整; ③线路必须避开重要的军事设施、易燃易爆仓库、国家重点文物保护单位; ④线路应避开城市水源区、城镇规划区、国家级自然保护区等区域。当受条件限制管道需要在上述区域通过时, 必须征得主管部门同意, 并采取相应安全保护措施; ⑤选线中始终将管道安全放在首位, 管线尽量避开地质灾害严重地段, 如滑坡、崩塌、泥石流、沉陷等不良工程地质区; ⑥尽量避开矿产资源区、地震高烈度区和大型活动断裂带。避开有爆炸、火灾危险性的场所及强腐蚀性地段; ⑦管道路由必须和沿线城市规划相结合, 与现有交通、电力、通信设施和工矿企业保持一定距离, 为管道运营创造和谐环境; ⑧尽量减少对自然环境的破坏, 防止水土流失, 注重自然环境和生态条件的恢复, 保护沿线人文景观, 使工程建设与自然环境相协调; ⑨线路尽量避免长距离横坡敷设。只能横坡敷设时, 应选择纵坡较缓、削山开挖后岩层稳定的地带通过。

合理的线路还应充分考虑厂际管道与周围设施的防火间距, 对比下表会发现厂际管道比园区公共管廊上的管道到周围设施的防火间距更大, 主要是由于石油化工园区公共管廊在园区内部, 不会穿过人员密集的公共区域, 且石油化工园区为封闭式管理, 园区公共管廊在园区的统筹监管范围内, 更便于防护与施救。

3.3 提高自动化程度, 加强监管与防护

3.3.1 管道在线检漏系统

泄露是石油化工管道运行中最常见的故障, 在管道运行中, 由于腐蚀穿孔及其他外力破坏原因引起泄露。泄露事故发生时给企业带来了巨大的经济损失, 更为严重的泄露会污染环境, 危害沿途居民群众的身体健康。管道在线检漏系统可以及时发现管道泄露点, 防止事故进一步扩大。

目前厂际管道中最常见的液体管道在线检漏措施为负压波输差定位法, 负压波输差定位方法是指当管道某处突然发生泄露时, 在泄露处将产生瞬态压力突降, 这种负压波动将会以一定的速度自泄露点向两端传播, 上、下游压力传感器将捕捉到特定的瞬态压力降波形, 然后由软件进行泄露判断。精确地计算压力波在管道介质中的传播速度和上、下游压力传感器接收压力波的时

间差, 实现准确的定位。

经过国内相关专业测漏公司试验与运行, 系统整体运行平稳, 能够实时监测流量、压力、温度及密度等数据, 实现了泄露监测报警, 对保障正常、安全生产发挥了重要作用。泄露监测系统能够监测到的泄露量小于总输量的 0.5%; 泄露监测定位和报警均在泄露发生后的 3min 内完成。

基于负压波输差定位分析方法的管道泄露监测系统, 既大幅减少了系统的误报, 又提高了监测的灵敏度。并且通过无线通信和光缆宽带构成的通信系统稳定可靠。但管道为管墩/架铺设, 沿线有很多上翻和向上补偿的膨胀弯, 且经常停输, 造成此些区域顶部有气体存在, 会导致负压波衰减严重, 影响测量结果。故设计过程中要注意避免气体聚集, 提高测量的准确性。

3.3.2 防超压设施

厂际管道相对于普通石油化工管道的一大特点就是管道距离长、沿途工况复杂, 厂际管道在厂区边界处设置紧急切断阀, 一旦事故发生时可以迅速将厂区内与外界断开, 防止事故进一步扩大。当管道长距离输送时, 突然关闭沿途中任何一个阀门都有可能引起管线水击, 水击产生的水锤力会远远超出管道正常运行时的压力, 故在厂际管道设计时必须经过专业的软件进行模拟, 以确定沿途阀门的关闭时间, 使得阀门可以实现紧急关闭的功能, 又可以将水锤力控制在可以承受的范围内。

水锤力过大时, 需提高管道的设计压力, 但是一味的提高设计压力会影响管道及管件的壁厚, 严重时提高整个管系的压力等级, 由此将大大增加沿途管线的投资成本。这时可在紧急切断阀处设置水击泄压阀, 水击泄压阀可以在管道瞬时超压时打开阀瓣, 将管道中的压力释放到管道下游或者缓冲罐中, 防止管线超压, 当水击消除后阀瓣会自动还原。

4 结束语

近年来石油化工品槽车装卸与运输事故频发, 采用厂际管道输送可以避免槽车装卸、公路运输等各个危险环节, 可以替代部分槽车运输。但厂际管道同样会穿过很多公共区域, 一旦泄露会引起大范围事故, 厂际管道设计初级就要把安全作为设计首要准则, 消除隐患, 实现本质安全。

参考文献:

- [1] GB 50160-2018. 石油化工企业设计防火标准 (2018 年版) [S]. 北京: 中国计划出版社, 2018.
- [2] GB/T 51359-2019. 石油化工厂际管道工程技术标准 [S]. 北京: 中国计划出版社, 2019.
- [3] GB 50253-2014. 输油管道工程设计规范 [S]. 北京: 中国计划出版社, 2014.
- [4] GB 50251-2015. 输气管道工程设计规范 [S]. 北京: 中国计划出版社, 2015.