

石油化工物料输送管道安全设计问题探讨

苏良德（兰州新区石化产业投资集团有限公司，甘肃 兰州 730300）

摘要：改革开放以来，我国各项产业迅速腾飞，化工产业作为重要支柱更是一路高歌猛进。石化原料通常以管道的方式进行输送，能够有效降低运输成本，但是其中也存在风险因素，必须要加强管道安全设计，保证输送安全。本文将围绕着石油化工物料输送管道安全设计问题展开探讨，对石油化工物料输送管道运行的危险性做出简述，对管道设计存在的安全问题进行分析，探索相应的优化方案，并结合实际案例进行管道安全设计方案分析，以期对相关设计提供一定帮助，提升石油化工物料输送的安全性，助力化工行业安全生产。

关键词：石油化工物料；输送管道；安全设计问题

0 引言

如今，我国经济发展呈现出新常态，正处于能源结构优化调整阶段，但对石油能源的需求量仍旧巨大，石化物料的输送不能掉以轻心。石化物料本身具有易燃易爆的特性，给管道输送带来了安全隐患，需要针对此进行安全设计，同时在长距离输送中，管道自身在长期运行中也会受到环境和使用因素影响而出现磨损、老化等问题，严重时甚至会管道破裂，导致石化物料泄露，造成爆炸、火灾等危害，因此，施工方应当重视石化物料输送管道安全设计，加强对风险因素的掌握，以特殊设计对其进行防范，避免事故发生。

1 石油化工物料输送管道运行不存在的的安全的风险

1.1 毒性

石油化工物料有很复杂的组成成分，烷烃以及环烷烃都涵盖其中，一旦运输过程中不慎泄漏，如果人类吸入高浓度上述物质，会刺激黏膜和皮肤，造成神经系统严重紊乱。如果水环境流入的污水中包括石油化工物料，不仅鱼虾成批死亡，水资源也会受到严重污染。

1.2 静电积聚性

石油化工物料在专用运输管道中流动，如果把物料向专业容器填装，难免会有冲击，沉淀以及喷溅问题出现，是静电积聚问题的主要来源，一旦引发静电放电，由此形成的火花会导致火灾或者爆炸事故。如果运输期间的石油化工物料掺入了水分或者空气，更容易诱发静电积聚，带来的安全风险等级更高，这一点，在运输油气资源时表现得尤其明显。

1.3 易爆易燃性

石油化工物料包括很多种，石油，天然气等物质都属于这个范畴，这些物质如果不慎外泄，非常容易

诱发火灾或者爆炸事故，这是由于这些物质自身的易燃易爆特性所致。一旦外泄持续发生，浓度达到爆炸级别，遇到合适引爆源，势必会引起爆炸。石油化工物料自身的燃烧和爆炸都有浓度上限和下限数据，以爆炸上限数据更小一点，二者的下限数据大体相当。假设石化物料混合后出现外泄，且即时浓度已经超过爆炸上限数据，但是还没有超出燃烧浓度上限的允许范围，业事故表现为从燃烧到爆炸。由此可以证明，燃烧和爆炸等事故表现不是单独存在的，二者之间通常联系紧密且极易顷刻转换，如果某种石化物料特别易燃，则其易爆特性也随之升高。

2 石化物料输送管道安全设计存在的问题

2.1 埋地管线和民房存在差异性安全距离

国家科技实力已经取得突出成就，还须清醒认识到其中的技术缺陷。截至目前，国内在埋设包括运输乙烯，丙烯以及氢气等在内的管线作业方面，仍未出台严格而统一的执行规范，施工单位和管线沿途的政府部门至今沿用的相关规范早已过时，仍然按照与民房保持 50m 的安全间距规范埋设石化物料输送管线。具体施工期间，很多施工单位未能达到这一安全间距标准，一旦工程竣工验收不达标，还须投入返工作业的巨大成本，不但作业人员工程量负担加重，工程整体进度会因此被严重拖累。同时，埋设石化物料的地下输送管线自身就会占有超过 6m 的宽度，在施工过程中常常因为如何设计民房和输送管线的具体安全间距标准而引发争议。

2.2 中间截断阀设置与否仍有争议

石化物料输送管线标准规定，不可为运输期间的石化物料同时设置放散阀和中间截断阀，其中为了保证管线运输通畅，企业多选择中间截断阀设置。但是通过观察运行效果看出，设置了中间截断阀后产生的

实际效果与预期成效有很大差距。原因在于石化物料输送要求的密闭性很高,所以如果设置了中间截断阀,放散阀就不能再行设置,一旦出现安全,退料处理就会严重受限。更为严重的问题是,目前无法在国内市场选购到质量性能完全达标的直埋全焊接式阀门。而且石化物料输送管线通常处于非常特殊的环境条件,一旦投入使用就会运行很多年,因此。如果针对管线进行选型,相关控制工作必须落实到位。研究证实,埋设石化物料输送管线最好选用直埋全焊接式阀门,但是遍寻国内难觅合适的供应商,给材料选购工作造成极大困扰。

3 石化物料输送管道安全设计问题应对措施

3.1 应对安全距离不相同的措施

①乙烯、氢气管线。行业权威技术规范并未就民房和石化物料输送管线之间的安全间距做出严格规定,规范要求管道强度要达标,确保物料输送安全即可。通常状况下,要求氢气管道保证接近 8m 的安全间距,乙烯管道如果是 200mm 的半径规格,其压力承受极限值是 6.4MPa;

②丙烯等化工物料。依据同一行业权威设计规范,设计液化或者液态石油所用的管道,须针对各自所处的级别对压力设计进行分类,二级级别中包括碳三和碳四,丙烯以及丁烯-1,如果属于长距离输送管线,距离民房的安全间距设计标准须接近 50m,上述类型物质输送管线相互之间须保持 15m 的间距。长距离输送管线的须结合具体物料确定管线壁厚,确保管线强度达到物料安全输送要求;

③碳八化工物料管线。行业权威设计规范要求,设计埋设碳八输送管线时,必须和区域民房保持接近 15m 的安全间距,如果施工过程有特殊需要,该设计数据也可视具体实况适度调控,如果管线壁厚达到设计标准,则碳八输送管线和区域民房的安全间距可以适度压缩,但是最低不能低于 8m;

④科学设置埋地管线和民房的间距。严格按照行业权威设计规范,相关人员须对民房和石化物料埋地管线之间的安全间距进行严格控制,如果管线所在区域人口密度比较稀疏,且高层建筑寥寥无几,安全间距就可以进行适度压缩,但是压缩后的安全间距必须保证管线能够维持安全输送,本着高度负责的精神,确保不会危及区域民众生命财产安全。

3.2 设置中间截断阀的应对措施

石化物料包含多个种类,但是总体都是液化烃系

列,和普通液化气差异性较大。以氢气为例,这种物质易燃易爆,虽然各类石油化工物料属于液化烃,但是,与其他液化气有所不同。就像氢气一样,氢气属于易燃易爆的气体,如果发生泄漏会有很大的爆炸风险,安全风险等级极高。如果石化物料属于短距离输送,爆发安全事故时可及时切断局部关系利害管线,把安全风险控制在最低限度。如果石化物料属于长距离输送,安全设计均采取间歇式输送模式,如果某条输送管线安全事故,其他正常运行的管道要即刻关停。目前企规避运输期间安全事故的通行做法是,把法兰式切断阀设置于地面,这种做法也有缺陷。

通常法兰式切断阀的连接方式为三段式,如果企业设置的法兰式切断阀达到 5 台数量级,潜在的静密封泄漏点数量肯定会达到 50 个,这个泄漏点数量过于巨大,给物料运输期间带来的安全风险非常惊人。由此可以断定,石化物料输送整体管线运行期间的最大安全风险点非中间阀室莫属,要达到设计要求的安全运行标准,要求技术人员认真研究埋设石化物料输送管线的本质性能。同时,安全设计期间,设计方案中还可适度增厚管线管壁厚度,焊缝严密性可通过超声波完成检测,管道试压可适度提高压力数据,确保管线运行安全。而且,针对长距离输送管线,技术人员还可以通过同级阴保起到保护作用,防止管道之间产生阴保干扰导致输送顺序被打乱,同时,管道选材要重点关注材料的防腐性能,为长距离输送管线提供安全保障。

4 石化物料输送管道安全设计案例

4.1 工程概况

以石化物料输送中的乙烯传输为例。要实现乙烯传输,必须首先把乙烯制作成液态,然后放入输送完成传输,要求管道设计必须呈现低温形式。本工程的乙烯传输冷系统设计为三元制,即乙烯物料保证 -71°C , -99°C , -132°C 以及 -165°C 的低温状态。需要注意的是,物料输送管道会因低温而受损,低温环境中管道和阀门都会变脆,要达到安全输送目标,要重点关注下列方面。

4.2 选材

如果低温系统温度到达 -101°C 以下,须严格遵守国家权威部门制定的关于无缝钢管和压力容器的选材规定。如果使用期间的奥氏体型钢材温度到达 $\geq -196^{\circ}\text{C}$,冲击试验可不再进行,如果低合金钢或者碳素钢材质的乙烯物料低温输送管道设置了排气排污

支管以及安全阀, 乙烯物料一旦排出则即刻完成汽化, 进一步加速加重管道低温, 要求支管须采用奥氏体不锈钢为管道材质, 支管连接到主管的方式为法兰式。

4.3 安全设计管道结构

①设置乙烯物料大低温输送管道要防止管道振动现象, 重点防范部位是压缩机和泵的接管, 如果振源为机械性质, 须合理消振, 管道和振源毗邻的部位还要加设弹性构件, 对振源进行有效隔断;

②乙烯物料的低温输送管道连接方式必须是法兰式, 但是公称直径 ≥ 40 的连接方式改用焊接, 公称直径低于40的焊接方式为承插焊, 如有需要连接方式可改用锥管螺纹, 同时须加密封焊;

③负责乙烯物料低温输送的出料管道须进行根部阀设置, 一旦设备容积达到 50m^3 以上, 且距离出料泵不到15m, 须采用手动遥控阀式根部阀, 且保证遥控按钮和出料泵保持 $\geq 15\text{m}$ 的安全间距;

④针对 -45°C 以下的低温阀门设计(包括止回阀), 最好把阀盖结构进行适度加长, 于高压一侧为弹性闸板闸阀开设泄压孔一个, 同时高压一侧还须为球阀开设泄压孔或者具备泄压功能的结构, 如果球阀是软密封形式, 须保证具备耐火防火结构;

⑤须针对阀门在管道布置图上标明安装方向, 且保证和工艺P&ID同向, 还要保证方向和关闭阀门时的高压一侧同向, 确保阀门关闭时提升密封效果, 不外泄物料。阀门安装方向和VENT箭头指向同向。同时, 阀门安装方向不一定与乙烯物料流向同向, 作业人员要密切注意。严防失误;

⑥加长阀杆哇哦达到设计密封效果且阀门还要正常启闭, 以水平管道为设置首选, 阀杆保证垂直朝上, 最小也要达到朝上 45° 。布置调节阀组旁路须保证和调节阀水平高度一致;

⑦须结合保冷厚度要求合理设置放空阀, 放空阀安装作业的最小尺寸, 既要保证两种阀体外伸保冷层对主管切断阀的保冷层互不妨碍, 还要保证阀门手轮运行时不受干扰。

4.4 安全设计管道支架结构

①保冷材料没有高强度, 须保证支架跨距低于非保冷管道跨距;

②弯头是低温管道最大应力产生部位, 脆裂高发, 所以支架不得在此焊接;

③所有支撑点以及管道位移量须精准测算, 由于奥氏体不锈钢有较高线性膨胀系数, 这种低温管道须

严防管托脱落。如果水平管道达到 $\geq 100\text{mm}$ 的位移量, 管托选型一加长型为宜, 也可以把管托偏置;

④要确保管道冷量稳定, 须把木质或硬质隔热材料垫块垫设于水平管道下部, 如果垂直管大支架根植于低温介质设备, 管道和设备均须垫设上述材质垫块。须保证隔热垫块在厚度上超出保冷层接近 5mm , 变径管道则没有这种要求。

4.5 合理设计低温乙烯管道保冷

乙烯物料的低温输送管道的仪表, 法兰以及阀门等构件须遮盖保冷材料。保冷层, 防潮层以及防护层共同组成保冷结构, 保冷效果主要通过保冷层实现。防潮层的作用是使保冷层免于水汽和水分侵蚀导致保冷层吸收水分或湿气甚至结冰, 拉低保冷效率。保护层的作用是保护保冷层与防潮层, 避免各种外界不利因素破坏保冷层, 使保冷层达到最长使用年限。

5 结束语

综上所述, 在能源行业, 通常以管道方式进行石化物料输送, 而物料自身毒性、物料流动产生的静电积聚性、物料的易燃易爆性等, 给输送管道增加了很大的危险性, 需要强化管道安全设计。然而当前的管道安全设计中仍旧存在的问题需要解决, 埋地管线与民房的安全距离不明确, 中间截断阀设置问题, 这些都应引起重视。施工方应当结合相关规范, 对乙烯、氢气埋地管线、丙烯化工物料、碳八化工物料、埋地管线等分类明确其安全间距设置, 合理选择管道材料, 加强对管道与管道支架结构安全设计, 采取低温乙烯管道保冷措施, 以保证管道安全为重心进行设计。

参考文献:

- [1] 雷万富. 关于石油化工管道设计的探析[J]. 科研, 2016(05):253-253.
- [2] 张雪. 石油化工厂中泵配管设计与现场泵管道安装问题[J]. 城市建设理论研究, 2014(36):23.
- [3] 巴久龙, 周勇. 石油化工装置工艺管道设计探究[J]. 城市建设理论研究, 2016(23):21-23.
- [4] 闫婷. 浅谈化工厂区管架及管道布置[J]. 中国石油和化工标准与质量, 2016(19):5.
- [5] 唐立国. 集肤效应电伴热在油气长输管线中的应用[J]. 中国石油和化工标准与质量, 2014(7):1.
- [6] 王仲博, 许炳涛. 石油化工管道焊接工艺与质量管理措施[J]. 城市建设理论研究, 2015(11):25.