

油气储运的安全管理与设施安全维护研究

李明耀（山东顺鑫港务有限公司，山东 东营 257237）

摘要：油气化学品储运单位因生产经营需要，经常进行油气化学品管道管理作业。油气化学品管道管理作业是指使用任何方式使输送油气化学品管道的组成部分形体分离，包括拆除管道上的设备（阀门、过滤器等），拆开管道法兰，通过打磨、切割、钻孔等方式改变管道完整性的作业活动，属于非常规的作业活动，存在较高的安全风险。目前《危险化学品企业特殊作业安全规范》（GB 30871-2022）规定的特殊作业未包括此项作业，国家和行业也尚未有公开发布的关于油气化学品储运管道管理作业应如何管理的相关法规和标准。各油气化学品储运单位在储运管道管理作业安全管理方面的做法不一，尚有很多企业未充分认识到油气化学品管道管理作业存在的安全风险，未制订管道管理作业的安全风险管控制度，油气化学品储运管道管理作业事故时有发生。

关键词：油气储运；安全管理

1 储运管道打开事故案例

近年来发生过多起储运管道管理作业安全事故。

2020年11月2日11时45分许，位于广西壮族自治区北海市铁山港（临海）工业区的中石化北海液化天然气有限责任公司在实施二期工程项目贫富液同时装车工程施工时发生着火事故。事故造成7人死亡，2人重伤，直接经济损失共2029.30万元。调查报告称，事故直接原因是在实施二期工程项目过程中，隔离阀门开启，低压外输汇管中的液化天然气（LNG）从切割开的管口中喷出，LNG雾化气团与空气的混合气体遇可能的点火能量产生燃烧；事故间接原因包括阀门隔离方式不当，仪表工程师未按规定执行仪表联锁审批程序和操作程序，未在管道打开前落实管道隔离措施等。

2021年3月15日11时50分许，茂名石化化工分部顺丁橡胶装置前工段碱洗塔突然着火，事故原因是石化公司当班外操工在未将碱洗塔远传液位计气相引压点阀门完全关闭的情况下，便冒险拆开与阀门相连的仪表法兰进行清理堵塞物作业，导致塔内物料发生大量泄漏，喷出的物料迅速扩散形成爆炸性气体，遇凝聚单元南侧变电所北面外墙悬挂的正在运行的非防爆空调外机后发生闪燃，进而引发附近污水池、碱洗塔西侧泵房附近爆炸燃烧，事故造成1人死亡，5人受伤。这是一起由于作业人员未对装置管线中存在的危险物料和能量进行有效识别和隔离管控，违章冒险作业引发的管道管理作业事故。

油气化学品储运管道管理作业究竟有哪些安全风险？应采取哪些安全风险管控措施？笔者根据在油气

化学品储运领域从事安全管理工作20多年的经验，进行了分析，提出了相应安全风险管控措施建议，供广大油气化学品储运领域安全工作者参考。

2 油气化学品储运管道管理作业存在的安全风险

油气化学品储运管道管理作业存在如下多方面安全风险。

①管道打开前未将该管道打开部位与储运系统进行可靠隔离，造成储运系统的危险介质和压力窜到被打开的管道部位，导致危险介质的泄漏；易燃可燃介质泄漏后遇静电或其他点火源还可能发生火灾、爆炸等意外事故，同时由于管道未进行可靠隔离，可能造成事故进一步蔓延扩大，造成十分严重的事故后果。这种情况最为常见，近年来发生的管道管理作业事故主要是这种情况；

②管道管理作业时，错误地打开了充有危险介质的其他管道，造成危险介质的泄漏、火灾、爆炸事故。油气化学品储运企业往往存在数量繁多的储运管道并排铺设，且储运管道长度较长，管道在转向、跨越之后相对位置可能发生变化，此时如果未仔细确认，有可能将旁边充有油气化学品介质的储运管道错误打开，导致油气化学品介质的泄漏、火灾、爆炸等事故；

③储运管道内易燃易爆危险介质未清理干净，打开后泄漏到外部，遇点火源（如意外产生的静电火花、非防爆电气火花、碰撞火花、摩擦火花等）产生火灾、爆炸事故；

④储运管道被打开后（尚未可靠封闭前），本应一直处于有效隔离状态的工艺隔离阀门（盲板）被意外开启，导致储运系统的危险介质窜到打开的管道部

位,导致危险介质的泄漏、火灾、爆炸等事故;

⑤储运管道内残存易燃可燃介质,在管理作业过程中遇点火源(如意外产生的静电火花、非防爆电气火花、碰撞火花、摩擦火花等),造成火灾、爆炸事故;

⑥储运管道内残存危险介质,管道被打开后危险介质泄漏到外部环境,造成环境污染事故;

⑦作业人员在储运管道未泄压的情况下打开管道,造成管道内危险介质喷出伤人、物体打击伤人;

⑧进行残留有腐蚀性介质的储运管道管理作业时,作业人员未佩戴好相应的防护用品,造成作业人员被灼伤;

⑨进行残留有毒性介质的储运管道管理作业时,作业人员未规范佩戴相应的防护用品,造成作业人员中毒;

⑩进行残留有高温或低温介质的储运管道管理作业时,打开前未将管道系统温度处理至常温状态,作业人员未佩戴好相应的防护用品,造成作业人员被烫伤或冻伤。

3 油气化学品储运管道管理作业的安全风险管控措施

根据油气化学品储运管道管理作业存在的安全风险情况,笔者结合20多年油气化学品储运安全管理的工作经验,从管道打开前、管理作业期间、管理作业完毕后3个方面提出安全风险管控措施。

3.1 管道管理作业前的安全风险管控措施

①油气化学品储运企业需实施管道管理作业的,应制定内部严格审批程序,在进行作业前,应办理《管道打开安全作业票》,未经许可严禁管道管理作业。管道管理作业如涉及到其他特殊作业的,还应办理相应的特殊作业票,并按《危险化学品企业特殊作业安全规范》(GB 30871-2022)的要求采取相应安全措施。《管道打开安全作业票》不得替代相关其他特殊作业票;

②管道管理作业前,油气化学品储运企业应组织生产运营部门、安全部门、设备管理部门和实施管道管理作业的单位共同对可能存在的危害因素进行辨识,开展作业安全风险分析,制定相应的安全风险管控措施和应急处置方案;

③管道管理作业前,油气化学品储运企业应对实施管道管理作业的作业人员进行安全技术交底,所有作业人员应接受管道管理作业培训,告知存在的风险、安全风险管控措施及应急处置措施。作业人员应正确

佩戴满足《个体防护装备配备规范第1部分:总则》(GB39800.1-2020)、《个体防护装备配备规范第2部分:石油、化工、天然气》(GB39800.2-2020)要求的个体防护装备;

④油气化学品储运管道中的危险化学品应在打开前采用排尽、冲洗、置换、吹扫等方法清理合格。清理合格应符合以下要求:a.管道温度介于-10~60℃之间;b.管道内已处于常压状态;c.管道内危险化学品已排尽,无液态危险化学品残留(冲洗置换后含有少量危险化学品的废水除外);

⑤油气化学品储运企业处理管道内的危险化学品时,不得将管道内的危险化学品直接排向地面或排水系统,不得采用打开管道法兰的方式从打开的法兰处排放管道内的危险化学品(冲洗后含有少量危险化学品的废水除外);

⑥管道管理作业前,油气化学品储运企业要制定工艺隔离方案,工艺隔离方案应经生产运营部门负责人审核并签字确认,工艺隔离措施应符合《化工企业能量隔离实施指南》(T/CCSAS 013-2022)的相关要求,确保将需要打开的管道部位与储运系统进行可靠的工艺隔离。输送管道涉及上下游企业的,作业前应告知上下游相关单位,并取得上下游相关单位的许可;

⑦实施工艺隔离作业时,需将隔离阀门、盲板逐一上锁及挂签。油气化学品储运企业要向作业人员告知工艺隔离点,并由油气化学品储运企业生产运营部门负责人检查确认,确保工艺隔离有效、到位并正确上锁挂签,工艺隔离设施上锁后,锁具钥匙由生产运营部负责人保管;

⑧油气化学品储运企业进行工艺隔离时,可根据实际采取单阀隔离、双阀隔离、单阀加盲板隔离、双阀加盲板隔离等方法。工艺隔离方法的选择取决于管道管理作业方式、被隔离危险化学品的危险特性、管道压力、管道系统的结构和现场实际情况等。工艺隔离应满足以下要求:a.工艺隔离措施首先应考虑双阀加盲板隔离、单阀加盲板隔离的方式,其次考虑双阀隔离方式,最后才考虑单阀隔离的方式;b.以动火方式打开管道的,应将打开部位与储运系统彻底断开或以盲板隔离方式彻底隔离,不应以水封或仅关闭阀门代替盲板作为隔断措施,且须严格执行GB 30871关于动火作业管理的相关规定;c.拆除连接储罐管道最靠近储罐一道阀门,或打开连接储罐管道最靠近储罐一道法兰的管道管理作业,如储罐内储存的物料为甲、乙类火灾危险性的危险化学品,则打开管道前须将储

罐清洗置换,使储罐内的可燃气体浓度低于爆炸下限;如储罐内储存物料不属于甲、乙类火灾危险性的危险化学品,则应将储罐内危险化学品液位降低至储罐该管道口下沿 10cm 以下;d. 采取关闭双阀或关闭单阀的隔离方式,应通过打开被隔离系统内管道低点导淋阀等方式检查阀门关闭隔离效果,如发现不能有效隔离时应研究采取进一步降低相关管道压力等措施,防止危险化学品窜入管道打开部位;e. 采取关闭双阀或关闭单阀的隔离方式时,与该阀连通的所有管道均应处于停止输送状态,且管道内压力不得大于 0.05MPa;f. 工艺隔离完成后,由生产运营部门检查确认是否已按工艺隔离方案完成工艺隔离后泄放拟打开管道的压力;

⑨失电、失气状态下自动开启的阀门不得作为隔离阀门使用。以电、气、液为动力驱动的阀门作为隔离阀门时,关闭阀门后必须将阀门置于“停止”档位,挂“阀门锁定,禁止操作”牌,并解除阀门的联锁,断开该阀门的电源、气源、液压动力源,以防止阀门被误操作开启。

3.2 管道管理作业期间的安全风险管控措施

①港口危险化学品储运企业应在《管道打开安全作业票》上明确管道打开的具体位置,由生产运营部门负责人现场确认打开部位无误,并在打开部位做好明显标识;

②管道管理作业现场应设置警戒区域和安全标志,禁止无关人员进入;

③距管道管理作业地点 30m 内不应有动火或其他施工作业;

④易燃易爆危险化学品管道管理作业应保持作业现场通风良好,严禁使用易产生静电的工器具和材料,严禁使用非防爆工器具。使用的工具应符合作业环境的防火防爆要求;

⑤强腐蚀性危险化学品管道管理作业,作业人员应采取防止酸碱化学灼伤的措施;

⑥有毒危险化学品管道管理作业,作业人员应按 GB 39800.1、GB 39800.2 的要求选用防护用具;

⑦腐蚀性、毒性介质的管道管理作业应在距作业点 15m 内配备人员应急用冲洗设施;

⑧管道管理作业期间出现雷暴天气或其他影响管道管理作业安全的情况时应暂停管道管理作业;

⑨管道管理作业现场,应按《管道打开安全作业票》要求配备沙袋、吸油毡、接油盘或接油器具、防静电胶垫、铝板、气体检测仪、灭火器、消防水带等

应急器材;

⑩管道管理作业应控制管道开口由小至大逐步打开,以便有效控制意外状况,作业人员应避免站在打开时管道内危险化学品可能喷出的位置;

⑪禁止在打开法兰时同时拆除所有螺栓,防止意外残存在管道内的危险化学品大量泄漏。螺栓全部拆除前,应先松动法兰观察管道内有无残存危险化学品,发现管道内残存危险化学品未清理合格时应重新上紧法兰,重新清理管道内的危险化学品。当法兰上的螺栓已严重腐蚀时,在打开前应先将严重腐蚀螺栓换掉;

⑫球阀或柱塞阀在拆除前,转至“开”的位置,在排空后应开关几次,确保阀内残压及残液已完全排空。

3.3 管道管理作业完毕后的安全风险管控措施

①管道管理作业完毕后,应由油气化学品储运企业生产运营部门、设备管理部门、安全管理部门负责人和作业负责人到现场共同确认管道打开部位已完全封闭,解除管道工艺隔离措施不会导致危险化学品泄漏,在《管道打开安全作业票》上签字确认后方可解除工艺隔离措施;

②管道管理作业完毕后,应清理作业现场,由监护人、作业负责人、现场操作岗位班长共同检查验收合格后,签字关闭《管道打开安全作业票》。

4 结束语

油气化学品储运管道管理作业存在较多安全风险,甚至可能引发十分严重的事故后果,作为油气化学品储运安全工作者,我们必须对此高度重视,采取针对性的有效管控措施。只要我们加强管理,认真细致落实油气化学品储运管道管理作业前、管理作业期间和管理作业完毕后的安全风险管控措施,就可以避免油气化学品管道管理作业安全事故的发生。

参考文献:

- [1] 程淑娟.天然气管道小孔泄露扩散规律研究[D].成都:西南石油大学,2014.
- [2] 王江超,张盼.石油天然气管道储运的安全管理策略探究[J].当代化工研究,2021(18):43-44.
- [3] 霍登财.石油天然气长输管道安全监管研究[D].西安:西安科技大学,2017.
- [4] 刘凌倩.城镇燃气管道工程影响因素与安全管理研究[J].消防界(电子版),2021,7(17):110+114.
- [5] 王德强.石油天然气管道安全管理存在问题及措施[J].中国石油和化工标准与质量,2021,41(13):80-81.