

石油化工仓储区工艺分析

周圣家（东营港有限责任公司，山东 东营 257000）

摘要：为解决石油化工仓储区设计运行环节存在的安全等级要求较高、工艺设计难度较大问题，规避由工艺设施选型不当造成的仓储区运行效能下降困境，保证石油化工仓储容量和仓储安全性的提升，文章进行了深入系统探究。从储罐设计、装卸设施设计、仓储区管道设计、安全系统设计等角度入手归纳工艺设计举措和建议，希望能为石油化工仓储区工艺的优化提供助力。

关键词：石油化工；仓储区；工艺

0 引言

仓储区是石油化工企业正常运行的重要基础设施之一，能够为石油产品的妥善存储提供保障，降低仓储环节潜在的风险隐患。近年来我国经济社会高速发展，各行业领域对石油化工产品的需求量明显上升，仓储区面临扩建、改建的新挑战，如何优化石油化工仓储区设计工艺，如何在扩容的同时保证仓储区的安全、高效运行，成为诸多建设者、管理者关注的焦点，有必要进行深入探究。

1 储罐设计工艺

1.1 储罐选型

储罐是存储原油及其他石油产品的容器，仓储区设计时需要重点考虑储罐选型问题，要结合液化化工品的理化性质、存储需求，采取不同的存储措施，遵循“专罐存储”的基本原则保证安全性。常见储罐包括内浮顶罐、固定顶罐等，前者多用于甲B、乙A类液体存储，若待存储液态产品蒸汽压力大于6kPa，也要优先使用内浮顶罐。甲B类液体存储时，推荐使用低温常压储罐、压力储罐，此类液态一般沸点低于45℃，应用低温常压储罐和压力储罐能够较好地满足安全需求，当存储批量较小时，也可以优先使用卧罐^[1]。

石油化工产品存储要求较为严苛，在保证安全性的基础上，还要严防物料污染问题，以及物料化学反应问题，对于易挥发、易受污染产品，还可以设置专门的氮封系统进行防护，若产品本身温度要求较高，还需要在配置储罐的同时，采取必要的伴热保温措施。考虑到石油化工企业生产的液态产品种类较多、用途不一，未来还存在工艺改进、产品升级的趋势，因此通常不推荐选择过大的单罐罐容，常规情况下几百至几千立方米即可。罐体安装前需要优化设置底部基础，一般维持1~3%的坡度即可，方便物料输送。

1.2 氮封系统设计

为防止储罐内物料被污染，降低石油化工产品暴露后产生化学反应、生化反应的风险，保证石油化工产品质量的提升，仓储区设计过程中通常需要配备氮封系统，在储罐内充填氮气以起到防护作用。实际操作时要重点控制氮封压力，结合储罐耐压程度调整压力，一般压力控制在0.5~2kPa是较为适宜的，防护要求较高时，要尽可能选择高纯度氮气。氮封系统投产运行后，还需要考虑充填氮气的参数控制问题，可以选择流量监控氮封系统、压力监控氮封系统，也可以选择氧浓度监控系统，以确保充氮总量的适宜性。其中压力监控氮封系统形式较为多样、灵活性优势较为明显，石油化工仓储区可以根据需求选择氮封阀、氮封配水封等，现阶段石油化工装备技术不断进步，部分氮封系统还支持分程调节功能，设计者可根据实际需求选用。

从石油化工仓储区实际设计情况看，配备调节阀的压力监控氮封系统适用范围是相对较广的，其结构简单、便捷有效，使用时工作人员通过压力检测仪表观察罐内压力，若压力低于设定值则打开调节阀，让氮气进入罐体内部达成补充目标；达到设定值后立即关闭阀门，使罐内压力维持在设计水准上；罐内压力过高时，则需要打开单呼阀进行排气，保证存储安全性。注意使用该种氮封系统结构时，要控制好氮气供气管接口、单呼阀接口之间的距离，防止接口过近浪费资源，且供气管保持200mm以上的插入深度^[2]，确保氮封效果的优化。

1.3 储罐监测仪表设计

石油化工仓储区安全监督工作的开展有赖于各种结构精密、精度可靠的检测监测仪表，储罐设计时务必要给予充分关注，结合实际需求选择综合性能优良的仪表系统。常见仪表类型如下：

1.3.1 液位计

各储罐均需要设置液位计，对于规模较大、储罐较多的仓储区，还可以设置两套液位计装置，分别负责就地指示和远程集中指示，给仓储区现场巡检和远程监控提供依据。若储罐内存储液体为可燃物，还应当设置高低液位报警功能，同时配备高液位联锁切断安全装置，当储罐液位超出设定限值并发出警告时，系统可自动发布指令切断进料阀，防止料液外溢带来安全隐患。要特别关注高液位报警器的安装高度，因为从报警开始到阀门切断需要一定的响应、反馈时间，安装高度过高可能会导致响应不及时，通常情况下从报警开始计时，留出 10~20min 的响应时间，确保内泵不会抽空即可，以此确定安装高度，有助于提高系统安全性。

1.3.2 温度计

一般安装在储罐侧壁，采用就地指示温度计装置，若储罐本身采取了保温加热措施，还需要配备专门的报警系统，防止物料加热超温引发意外。

1.3.3 压力计

多见于配备氮封系统的储罐之中，可以预防氮气补充过量、系统承压超限等情况，同时设置就地压力计和压力控制系统，能够记录和提醒超高温、超低温等异常问题。

2 装卸设施设计工艺

2.1 码头装卸设施

设计码头装卸系统时，通常采用密闭管道输送方式，结合实际情况优化管道连接结构。对于大型、单一石油化工产品，推荐采用装卸臂装卸方式，中小型装卸业务较多，或者物料品种较多的码头，则推荐软管连接方式。传统模式下软管连接管理难度较大，很多软管直接敷设于码头面上，人工临时铺装的劳动强度较大，挪移过程中软管材料还会发生磨损，容易带来泄漏风险。因此优化设计过程中，更推荐钢结构软管吊架设置方式，可配备三层单独吊架，顶层放置一台起重机用于软管吊升，第二层设置控制阀门、连接法兰、吹扫口等，底层设置清管球发射装置，如此一来软管敷设安装更加便捷，悬吊方式也能较好地避免磨损，有助于保证安全性，同时延长管道使用寿命。

2.2 汽车装卸设施

汽车装卸方式适用于地形较为平坦的石油化工仓储区域，通常采用泵送装车方式，装车栈桥以穿廊式风格布局，配备有装车蓬，各栈台均设置了流量计、装车软管，可以对石油化工产品体积进行精准计量。

从装车区到储罐区，还应当配备扫线功能，一旦码头区域、装车区域出现事故问题，可以及时扫回管道介质，降低事故损失。考虑到很多液化化工品具有易挥发特性，运输过程中可能会带来危险，因此汽车装卸设施设计时，还需要着重减少蒸发损耗，推荐采用密闭装车方式，设置气体回流水封放空设施，实际运行时，蒸汽可以通过气体回流罐进入水封罐，并在放空管支持下完成放空处理。部分化工品比如甲醇、丙酮等性质特殊，其蒸汽可溶于水，放空管设计时则可以采用水处理方式，部分化工品比如苯类的蒸汽无法被水吸水，则要更换其他介质，以确保装卸过程安全性。

2.3 灌桶设施

除码头装卸、汽车装卸方式外，部分石油化工仓储区还配备有灌桶设施，配合输送泵完成石油化工品的装卸工作，设计时必须控制好灌桶质量，选择半自动防爆液体罐，用快慢双速自动定量灌装方式，提高石油化工品的灌装效率。其中配备的称重装置、喷枪装置均要经过国家检定，将误差控制在允许范围之内，配备齐全接油杯、集气罩、输送辊道等设施，同时借助 BIM 技术等，对灌桶区域进行合理分割，空桶堆放场、重桶库房之间要保持一定距离，避免交叉运桶带来失误。

甲 B 类、乙类液体闪点较低，存储装卸过程中可能面临较高的安全风险，因此其灌桶泵、灌桶栓之间，最好配置防火墙，防止火灾的大规模蔓延。若两类液体灌桶间、重桶库房合建，还需要另外设置隔离防火墙，墙体不留门窗和孔洞，起到隔绝火焰、防火分区的作用，灌桶区域内部也要配合抽风机通风抽气，降低区域气体浓度，防止发生爆炸问题。

3 仓储区管道设计

3.1 输送泵设计

石油化工企业输送的液体介质性质较为特殊，很多液体还具有挥发性、可燃性，因此输送泵设计时要选择较高级别装置，以满足石油化工品装船、装车需求。选泵时首先要考虑泵体的密封性和吸入性能，选择动力充足、密封性良好的动力输送泵，出厂时泵体设备应附带证书，做好验收、检验与调试工作，若输送的介质本身易燃、易爆或者有毒，则要适当提高密封性要求，使用轴封可靠的泵体，或者直接选用无泄漏泵体，比如气动隔膜泵、磁力驱动泵等。若输送的液体介质具有腐蚀性风险，则要重点把控泵体过流部件，通过检测客观评估其耐腐蚀性能，淘汰耐腐蚀性较差的部件。若输送的液态石油化工品内含固体颗粒，

则要考虑到输送泵开启后,液体在管道内高速流通可能造成的磨损问题,重点检查泵体过流部分耐磨性,定期清洁轴封做好保养工作,确保输送泵使用寿命的延长。

3.2 配管设计

为避免物料相混影响品质,石油化工仓储区设计时,通常需要遵循“专罐存储、专管输送”的基本原则,进出物料管、装车管、灌桶管均要经过科学设计,结合介质本身的腐蚀特性、流动特性优化设计,若管道本身距离较长,或者库区内空间较为狭窄,不具备分开设置条件,也可适当调整配管方案,但不同介质必须区分开来。装卸船工艺管道便是较为典型的长距离管道之一,通常码头泊位与储罐之间,可以达到数百甚至数千米距离,再加上引桥区域本身空间有限,留出的工艺管道安装位置不够充裕,若采用一线一管方式可能会增大管线敷设工作量,同时增加管道子项目成本,因此可以尝试更换设计方案,采用同类别物料同管道输送方式。比如苯、甲苯、二甲苯同属于苯类物料,甲醇、乙醇同属于醇类物料,可以采用同一根管道运送,以此节省管道敷设空间,保证仓储区的良好高效运转。管道系统正式投运后,要配合通球清管工艺使用,卸船时提前连接进料线、码头软管,以及进料线、储罐,卸料后及时利用清管球推送清理管道内的物料,确保石油化工物料完全卸除。

3.3 收发球装置设计

石油化工仓储区经常设置有长距离输送管道,经过长时间投产运行后,管道内部积存的污垢数量增多,可能会导致输送阻力增大,流体损失严重等问题,因此需要在管道内部配置收发球装置,利用前后气体压差,推动管道内部球体来回移动,达到清除管道内部污垢、保持管道畅通的目的。设计环节要优化选择发球筒、压力表等装置,优化协调发球动力线、进料线、排污线之间的关系,其中排污线最好布局在发球筒底部,方便携带杂质的污水自然排出,动力线最好设置在发球筒上方,且管口设置在快开盲板、清管球尾部中间,发球、收球口之间最好保持平直,若实现难度较大也要尽可能减少转弯,弯头部分使用 $R \geq 1.5DN$ 的无缝弯头,配合格栅三通确保管道可靠性,降低清管球串线风险。此外还要重点控制发球筒公称直径,通常比物料管道公称直径大出1~2级即可。清管时要科学选择清洗介质,一般使用氮气较为恰当,推进压力控制在0.6~0.8MPa即可,全程远程检测控制,确保安全性。

4 安全系统设计

液态化工品多具有易燃易爆、腐蚀性强的特征,仓储区设计时应当加强关注,按照国家及行业标准规范做好平面布局和装置配备,同时设置专门的消防安全系统,防雷防静电接地系统等,最大限度消除安全隐患,保证仓储效能的提升。其中储罐部分需要配备安全附件,甲B类液体和乙类液体闪点在28~60℃之间,潜在的安全风险较高,使用固定顶罐存储时,最好配备阻火器、呼吸阀等,防止起火和火势蔓延。管道部分则要配备泄压阀,防止两端关闭,或者外界影响引发管道内部升压的情况,避免管道承压超过设计标准引发泄漏、爆炸等风险。石油化工液态产品在装卸过程中比较容易发生意外,因此装卸船管道系统中,还需要配备紧急切断阀,用于降低局部管道爆裂发生的大规模化工品外漏风险,遏止风险的蔓延和扩散。该种切断阀通常设置在岸边,由专人负责管控,一旦发生意外可以迅速响应和关闭。考虑到物料装卸过程中还需要输送泵的支持,泵体出现故障可能会引发物料倒流等危险,因此还需要在出口部位设置止回阀、回流阀等,最大限度消除安全管理盲区。此外,仓储区储罐在长期使用过程中,基础很可能出现沉降问题,若进出口连接部分采用刚性管道将会增大物料渗漏风险,实践中可以尝试使用金属软管,保证防腐性能的同时避免泄漏。在储罐区、装车区、控制室等位置,还需要配备可燃气体检测装置、有毒气体检测装置,以及火灾自动监控报警装置、淋浴洗眼器等,确保风险识别能力、响应能力和应急处置能力的提升。

5 结束语

综上所述,仓储区在石油化工生产领域有着举足轻重的地位,设计不当很容易带来泄漏、爆炸等安全隐患,给石油化工企业造成严重经济损失,实践中务必要加强重视。要科学选择储罐规格型号,根据石油化工品的理化性质选择适宜的储罐类型,搭配可靠度较高的氮封系统、监测系统消除安全漏洞。同时不断优化石油化工品装卸设施、管道设施、安全系统设施,为石油化工企业的平稳、安全运行奠定坚实基础。

参考文献:

- [1] 刘宇. 石油化工储罐区管道工艺与配管工艺[J]. 中国石油和化工标准与质量, 2022, 42(15): 143-144.
- [2] 陆杰, 孙小兵, 魏玉伟等. 三维建模在大型石油化工储罐变形检测中的应用分析[J]. 石化技术, 2022, 29(03): 85-86.