石油化工管道的工艺设计研究

范益堃 (湖北省缘达化工工程有限公司, 湖北 武汉 430074)

摘要:新时期, 石油化工产业发展脚步加快, 化工生产装置逐渐趋于大型化, 对管道工艺设计提出更高的要求。管道主要负责存储与运输各类产品、原料, 但由于石油化工材料与产品普遍具有腐蚀性、易爆性、易燃性的性能, 这就需要管道具有良好的抗腐蚀性、耐高温性等性能。文章从石油化工管道设计原则入手, 深入分析了石油化工管道的工艺设计要点, 并简单论述了管道设计的重要性与设计特征, 希望对相关工作有所帮助, 保障石油化工产业安全稳定运行。

关键词: 石油化工; 工艺设计; 管道

0 引言

长久以来, 石油都是一项关键能源, 影响着社会进步与经济发展, 近年来伴随着各行各业的迅猛发展, 对石油的需求量更是不断提升, 促使石油化工产业运行质量受到社会广泛关注。其中管道属于石油化工正常生产阶段的重要设备, 管道工艺设计的合理性与落实效果, 与企业生产效益关系密切, 为此需加强对管道工艺设计的重视程度。

1 石油化工管道设计原则

1.1 一般原则

管道工艺设计一般原则为: 管道成组排列, 并能考虑到管道最大支撑能力, 针对性布置石油化工管道; 对于人员通行区域的管道, 要求底部净高超过 2.2m, 小型车辆净高超过 3m, 大型车辆净高超过 4.5m; 若管道需穿过墙面、屋顶或楼板等, 设计阶段需增加套管, 对管道与套管之间空隙采取密封处理。一般情况下, 套管直径需大于管道隔热层, 但不会对管道热位移造成影响。同时不得在管道焊缝位置增设套管, 套管与焊缝的距离超过 150mm。

1.2 取样布置原则

液体与气体管道取样布置遵守易于操作的原则, 最大程度上缩短取样阀与管道之间的距离。液体管道布置取样口时, 水平管道位置上取样口最佳布置位置为管道的侧部或顶部; 垂直管道布置取样口最佳位置为侧部, 在压力作用下管道内介质可实现由下而上流动, 将取样口设置于管道侧面, 极大提升了取样的便利性。对于一些危险性极高的介质, 选择密闭循环式取样方法, 以此保障整个操作的安全性^[1]。

1.3 液压排放管道布置原则

石油化工企业存在诸多液压排放管道, 已成为管道工艺设计的重难点。管道设计阶段需遵守液压排放

管道布置原则, 了解不同状态下对管道布置的综合要求, 促使设计方案有序落实。对于向大气直接排放不可燃气体的管道, 管道排气口位置高度应超过操作台 2.2m; 对于受到作业条件限制, 无法利用专用装置排出的可燃气体, 当采用放空管道排出时要求管口高度应超过操作平台 20m, 高出相邻建筑物楼顶 3.5m; 对于停工状态的放空管, 即可遵守就近原则排放气体, 也需高出操作平台至少 2.2m。同时, 石油化工管道工艺设计期间, 需在保障管道设计质量的基础上, 合理化控制设计成本, 并能考虑安装阶段外部因素带来的影响, 避免出现资源浪费严重的情况。

2 石油化工管道设计的重要性

石油化工企业正常经营与生产期间, 管道工艺设计的合理性与完整性, 与企业产品生产质量与效率关系密切, 关系到产业效益。与其他类型企业不同的是, 石油化工企业产品原料呈现易燃性、易爆性的特征, 一旦安全隐患的形成与发生, 将带来无法估量的经济损失与人员伤亡, 产生不良的社会影响。鉴于此, 有关人员应加强对石油化工管道设计的重要程度, 对设计方案与工艺流程实行全面化监督, 最大程度上降低管道安全事故发生概率^[2]。

首先, 多层面排除管道设计的漏洞, 避免出现管道泄露事件, 发生重大爆炸事故; 其次, 重点强化管道的综合性能。相对来说, 石油化工产业的生产环境较为复杂, 对管道耐腐蚀性、抗压性等多种性能要求较高。若工艺设计期间忽略管道的耐腐蚀性、抗压性、耐高温性能, 将不符合生产要求。最后, 日常生产期间常常同时采用多种颜料, 将多个管道存储于同一场所, 此时若管道设计不合理, 布局缺少科学性, 一旦操作不当也将出现重大生产事故。由此可见石油化工管道工艺设计的重要性, 要求管理者应做到全方位监

督,严格管控每个工艺设计流程。

3 石油化工管道工艺设计特征

3.1 专业化和综合化

石油化工生产工艺复杂,管道工艺设计也具有极强的综合化与专业化特征,对设计人员综合能力要求高。具体来说:管道设计涵盖机械设备、给排水、电气、仪表等多个专业的知识点,需要不同技术团队相互配合、资源共享,多方面研究管道设计方案的可行性^[3]。若设计队伍人员技术水平低,专业知识点储备不充足,极易出现诸多设计问题,延长管道设计时间。同时,管道设计还会运用一部分电气与建筑技术,要求设计人员主动向有关领域人员寻求帮助,从专业角度出发分析管道设计方案。

3.2 设计复杂化

石油化工生产具有极高的危险性,产品生产流程与要求具有明显的特殊性,对运输物料、管道数量和性能参数等要求较高,造成管道工艺设计较为复杂化。若设计阶段未遵守规范要求,不遵守产品生产流程,将可能发生石油泄露等安全事故。为正确规避各类安全隐患,有关人员应做好管道设计前期调研工作,利用现有资料调查并整理有关影响因素,制定管道设计规划方案,促使设计工作任务量大幅提升。就目前状况而言,石油化工行业竞争激烈,多数企业通过减少管道设计时间,达到强化市场竞争力的目的,但造成设计流程混乱化,降低生产的安全性。

4 石油化工管道的工艺设计的要点

4.1 注重塔器的管道合理设计

塔器管道设计过程中,有关人员应深度分析塔器性质的特殊性,焊接作业时不需增设安装平台,省略仪表、阀门、接头等结构管道的安装环节,但需重视连接管道的设计和日常维修,为石油化工安全生产创建良好条件。实际操作过程中,可利用法兰、阀门、管道等结构连接塔喷嘴,并在喷嘴下方位置搭建安装平台,方便技术人员展开日常维修。从塔孔视角出发,塔喷嘴主要分布于塔的底部、侧面等位置。在塔器管道设计中,维修孔起到检查、维修塔架的作用,应将其设计于面向维修平台的一侧,并保障维修平台高度可以灵活调整。

仪表开口设计内容包含液面调节器与液面计,将其布置于方便检查的区域,并且不会受到流入液体的干扰。具体设计阶段液面调节器需设置于操作方便的位置,但应考虑液相进料的影响,而对于液位计的位置,则与重沸器返回口、受液槽相关。此外,塔器人

孔需设置于操作区,每间隔3-8层塔板增设一个人孔,并将人孔中心高与平台面之间的距离控制在600-1200mm之间。

4.2 管道安全设计与管架设计

石油化工管道工艺设计过程中,管道布置的合理性与科学性是十分重要的一环,不仅便于职工日常工作,还有利于技术人员顺利展开管道维修与保养,保障生产效益,使其处于安全运行状态。为此管道安全设计时,应从多个方面入手进行管道的合理化布置:其一,安全阀管道位置。着重考虑安全阀与总管连接期间所形成的角度,最佳角度为45度;其二,管廊布置。关注管廊的附加余量,正常情况下设计余量应控制在10-20%之间,但通过查阅有关资料,以及分析多个实践工程案例可知,设计余量多在20-30%之间;其三,泵入口管道的设计。针对泵入口管道设计时,管道筒体的设计长度为关键点,需结合石油化工生产需求,合理化减小筒体长度。当发生变径现象,可选择偏心大小头,避免管道内气体处于积聚状态,降低各类生产安全问题的形成概率^[4]。

进入管架设计阶段,应遵守设计原则与要求,明确管道中管架所发挥的作用。管道正常使用期间,管架出现质量问题,管道将断裂或损坏,无法保障管道正常运行。选择弹簧支架作为管架材料,可结合实际生产需求不断调整管架的高度,提升管道运行的稳定性。但弹簧支架制作成本高,由于其具有非刚性,材料市场单价高,间接减少企业的生产效益。同时,弹簧支架经过长时间运用,弹簧的弹性也会逐渐降低,改变管道的位置。鉴于此,管架设计需考虑到强度性能、承重性能等,再利用既有资料进行动力、静力计算等,选择最恰当的配件与原材料。

4.3 保障各个细则节点设计的合理性

若想延长管道的使用时间,符合石油化工企业的生产需求,进行管道工艺设计时需着重考虑管道长度、弯角参数与壁厚,确保各个细则节点的合理性。

4.3.1 管道程度层面

设计期间需分析材料与产品的运输距离、管道作业环境等,按照标准有序完成余量设计工作,确定余量的大小,以此从根本上保障管道长度满足生产系统运行标准。

4.3.2 管道弯角参数层面

由于管道运输各类生产材料与产品期间,存在诸多弯角节点,形成不同大小的涡流,对支吊架的运行寿命造成影响,管道发生明显震动。若长时间未能得

到合理解决,管道形成不规则的裂纹,或是发生大规模脱落情况。为避免此类状况的发生,需根据化工管道实际生产需求与要求,反复计算和验证后确定管道弯角的参数,推进管道稳定化运行。

4.3.3 管道壁厚参数层面

立足于管线管道的实际情况与具体要求,清楚明确管道壁厚参数设计的重要性,对管道最大承载能力的影响,再参考工艺设计资料,落实设计标准,仔细计算管道最大承压值。计算过程中,以各类介质输出端为参考,将管道壁厚参数的理论值与计算所得承压数值相对比,设计完整的模拟实验,反复核对后确定最佳壁厚参数。

4.4 考虑环境因素与设计阶段关注点

管道工艺设计不仅需考虑材料质量、安全性,还应考虑到环境因素带来的影响,展开全方位的管控与规划,总结环境影响因子,对管道工艺设计方案进一步优化,避免影响石油化工产品生产质量。如,由于集中防控低温因素,出现冲击力与压力不平衡现象,这就要求管道具有良好的耐低温性,可适应复杂化的生产环境。实践阶段,应明确生产工艺要点,了解生产温度的变化规律,再进入市场调查选择最适合的管道材料。如,对于低温区域的管道,则优先选择耐低温材料,更好地适应低温生产环境,再利用现代化设备,监测低温环境对管道的影响。选择材料时,应依据管道等级划分标准与分界位置,了解螺栓功能、金属垫片的处理效果,经系统化考虑后确定最佳材料。

对于石油化工管道工艺设计来说,应重点关注高低压系统间的连接,明确等级界限划分指标,再选择不同的设计方案与材料。若材质不同、压力等级相同,主要关注管道的垫片与法兰,优先选择低压材质;若材质相同,压力等级差别明显,关注法兰、阀门、螺栓等零部件,优先选用高压材质;若材质与压力等级都具有明显的差别,则选择a类材质的法兰与垫片,阀门与螺栓构件选择b类材质。材料采购也属于管道工艺设计的重点工作,按照各项材料的采购方案,并在采购量的基础上增加20-30%,防止出现材料不充足的现象,之后制定材料监督指标,仔细校验材料的生产许可证、性能检验报告等,促进管道工艺设计质量不断提升。

4.5 加强石油化工管道测试与检验力度

为有效提升石油化工管道的设计质量,需在完成管道设计后进行系统化测试与检验,根据检验测试结果,判断管道是否满足生产需求,针对不足之处及时

进行整改,避免石油化工生产阶段存在安全隐患。管道测试与检验项目包含外观检验、硬度测试与无损检测,之后由专业技术人员分析检验测试报告。其中外观检验属于一项基础性工作,检验内容繁琐且复杂,包含管道表面的完整性、焊接位置是否存在划痕或裂痕,以及管道支撑件、组件的检验等。实际检验过程中,要求工作人员遵守有关规范与标准,逐一检验每个细节之处,一旦发现问题立刻采取补救方法^[5]。硬度测试期间,技术人员应测量热影响区的硬度值,参考有关设计规范要求,判断测量值是否满足规定,为管道安装工作奠定基础。如,检测碳钢硬度期间,要求硬度值小于母材的120%。

无损检测期间,分成管道内部与外表面检测,只有内外检测都符合质量标准,才能将管道运用于生产阶段。具体操作过程中,管道外表面检测应在无损检验与耐压检验开始前完成。管道焊缝质量检验期间,需遵守样板设计要求,保障焊缝表面不存在夹渣、气孔、裂纹等情况。若存在一些设计缺陷,则需立刻与设计人员展开沟通,对设计方案展开优化。同样无损检验也应遵守设计规范的要求,为提高管道工艺设计的合理性奠定基础。

5 总结

总而言之,在时代快速发展背景下,石油化工产业受到社会各界广泛关注,管道作为石油化工生产重要部件,需做好管道工艺设计。实践操作过程中,相关人员应遵守石油化工管道设计原则,认识到此项工作的重要性,依据生产要求与工艺设计标准规范,有序完成管道安全设计与管架设计等内容,遵守注意事项,考虑环境因素与设计阶段关注点,做好管道无损检测、硬度测试与外观检验,保障各个细则节点设计的合理性,促使管道工艺设计符合石油化工产业生产需求。

参考文献:

- [1] 李礼. 石油化工工艺装置蒸汽管道配管设计要点分析[J]. 化工管理, 2022(15):105-107.
- [2] 方海龙. 石油化工工艺装置蒸汽管道配管设计[J]. 大众标准化, 2022(13):53-55.
- [3] 柯钧文. 石油化工装置工艺管道设计的合理性探讨[J]. 中国科技期刊数据库 工业 A, 2022(5):0052-0054.
- [4] 夏志. 石油化工装置工艺管道的设计[J]. 现代盐化工, 2022, 49(2):62-64.
- [5] 李应民. 石油化工装置工艺管道设计要点研究[J]. 石油石化物资采购, 2022(19):61-63.