

# 石油化工工艺装置蒸汽管道配管设计研究

张 光 (中国昆仑工程有限公司辽宁分公司, 辽宁 辽阳 111003)

**摘 要:** 石化工业作为国内经济事业的关键性构成部分, 在促进社会经济发展层面起到了极为重要的作用, 同时, 石化产品也是人们日常生活不可缺少的基础性能源之一, 最近几年, 伴随着经济水平的持续提升, 人们对于石化产品的需求量也逐渐提高。而就石油化工产品而言, 其生产过程离不开化工蒸汽装置的支持, 特别是蒸汽管道配管设计, 更是直接关系到石油化工工艺水平的提升, 同化工生产效率与质量有着密切的联系, 因此必须要科学地进行蒸汽管道配管设计。本文以此为出发点, 就石化工艺装置蒸汽管道配管设计展开了一系列的分析论述, 希望能够为石油化工行业技术人员提供一定的参考价值。

**关键词:** 石油化工; 工艺装置; 蒸汽管道; 配管设计

自改革开放政策实施以来, 国内社会经济体系出现了巨大的变革, 石化行业也在此环境下获得了较大的发展, 同时在科学技术的带动下, 石油化工生产工艺不断完善, 已经形成了较为成熟的化工工艺体系, 极大的支持了石油化工产品的生产, 而化工工艺设备是化工产品生产的基础, 在化工生产过程中发挥着非常重要的作用, 蒸汽管道系统作为化工工艺设备的重要组成部分, 科学合理进行配管设计, 能有效提升蒸汽管道系统的经济性、环保性, 这对提高蒸汽管道系统的应用效果和效率, 提高化工企业的经济效益而言, 有着非常重要的意义。

## 1 石油化工工艺装置及蒸汽管道概述

石化工艺设备是进行化工加工生产的重要设备, 其将石油或者天然气经过化学或者物理反应加工成各种化工产品, 被应用在社会生产与生活的方方面面, 而蒸汽管道则是石油化工工艺设备的重要组成部分, 主要具有凝结液体、运输等作用, 若是其设计存在不够合理之处, 就会直接导致化工生产作业流程无法平稳、安全、高效的进行。就目前来看, 虽然化工工艺设备体系已经逐渐趋于成熟, 但是其中所存在的问题依然不容小觑, 特别是对蒸汽管道而言, 其配管设计的合理性是化学工艺安全稳定生产的关键所在, 化工生产企业应当对此予以重视, 并采取措施对其进行优化和完善, 进而才能提升化工工艺水平, 为石油化工产品的生产提供技术支持。

## 2 石油化工工艺装置蒸汽管道配管设计

### 2.1 管廊蒸汽管道设计

管廊蒸汽管道指的是将蒸汽管道置于管廊上的一种方案, 这种方案是一方面是为了合理对空间进行利用, 另一方面则是为了避免蒸汽管道对人们的正常工作形成影响, 因此设计人员在进行管廊蒸汽管道设计的时候, 应当注意这两个方面的内容, 确保设计的科学性和合理性。对管廊而言, 普通工艺管道一般是设于一、二层, 而管廊的第四层大多是用设置火炬或是电缆板块, 管廊蒸汽管道一般情况下大多是用公共性质的项目之中, 其通常被布置在管廊三层, 结合管廊具体情况, 此种形式的蒸汽管道可实行下述方式的配管设计: 首先, 利用管廊旁侧的空间, 设置四条蒸汽管道并设置“Π”补偿装置进行补偿。“Π”补偿装置需要统一性的加以规划布置, 将管道应力计算值作为参考基础, 同时依照温度分布状况加以内外设置, 从而确保补偿装置设置合规合理, 使得管道可以最大程度上

吸取足够的热能。再者, 对多层次管廊而言, 蒸汽管道需要设置于管廊最高一层, 从而避免蒸汽管道与其他管道之间相互影响, 若是由于条件限制, 不得已设置在最下层, 便要把蒸汽管道安设于管廊的侧方区。

### 2.2 蒸汽支管设计

蒸汽管道有主要管线和旁支管线之分, 若是实际生产过程中有应用蒸汽旁支管线的需要, 那么应当从主要蒸汽管道顶端区域将其接出。蒸汽支管通常情况下根据实际应用情况需要设置切断阀门, 阀门的安装原则上应当安装于支管水平走向段, 同时要尽可能靠近主管, 以确保切断阀门切断作用的有效实现。蒸汽支管的接出还应注意以下几点: 首先, 对于消防灭火、吹扫功能性质的蒸汽主管, 绝不可从这上面进行支管接出; 其次支管接出位置应当避开蒸汽主管上的“Π”形补偿器、再沸器等位置, 而在“Π”形补偿设备以及在沸腾装置附近进行支管接出时, 应当保证其不影响到蒸汽主管道的正常位移和变形; 蒸汽主管道因受热发生膨胀而致使蒸汽支管引出点发生位移的时候, 应尽可能避免蒸汽旁支管道承受过大的应力作用。蒸汽支管应当结合实际情况对二阀组或者三阀组进行应用, 以当其发生泄漏情况的时候, 可以及时发现并处理。

### 2.3 蒸汽管道柔性设计

管道柔性是在进行蒸汽管道配管设计的时候所必须要考虑的问题, 这是因为蒸汽管道温度较高, 由于材料的热胀冷缩作用, 往往会使得管道与管道设备连接部位产生力和力矩, 引起变形, 因此在进行管道设计时, 必须充分考虑管道的柔性因素并对其进行充分的分析, 采取措施对管道进行补偿, 提高管道的柔性。通常情况下, 管道柔性管道长度、温度、直径均有着密切的联系, 温度越高、长度越短、直径越大则其热荷载能力就越大, 因此可以采用对应的方式来使得管道热荷载得到降低, 增强管道的柔性。此外, 管道柔性还与管道的空间结构布局有着密切的联系, 若是能适当增加弯头, 将管道设置为一个具备良好柔性的形状, 就能有效降低管道的热荷载, 使得管道及管道连接部位因热胀而产生的力得到有效的控制。常用的做法有设置L形弯、π型弯改变管道走向, 使用弹簧支吊架以及波纹管膨胀节等方式, 其中改变管道走向为最有效的措施, 柔性增加最为明显, 应当在管道柔性设计中优先进行考虑。

### 2.4 蒸汽管道排液设计

在石油化工生产过程当中, 蒸汽管 (下转第 23 页)

冶炼方法冶炼的本质细晶粒镇静钢, 15CrMoR 钢板的化学成分除符合 GB/T713《锅炉和压力容器用钢板》的规定外, 还应符合 GB/T35012《临氢设备用铬钼合金钢钢板》的规定。

## 4 结构设计

### 4.1 筒体结构

加氢反应器筒体结构的特征可分为两大类: 一是单层结构, 二是多层结构。单层结构中又有钢板卷焊结构和锻焊结构两种; 多层结构用于加氢反应器上的一般有绕带式、热套式等多种形式。相比之下, 单层结构中钢板卷焊式结构简单, 是最普遍采用的型式。加氢脱硫反应器即选用这种型式, 筒体上有一条纵焊缝。

### 4.2 法兰密封结构

一般, 反应器上的接管法兰多采用环形八角形金属垫片密封。由于原先设计上有不完善之处, 且螺栓载荷又较大, 曾在法兰密封槽内产生过裂纹, 为了避免或尽可能减少这种损伤的发生, 原来的法兰密封面梯形槽堆焊层都是在焊后热处理前堆焊好, 现在改进结构后将法兰密封面梯形槽堆焊层表面 TP347 改为焊后热处理后堆焊。改进后的结构保证了法兰密封面的质量。

### 4.3 催化剂支承结构

承受重载荷的催化剂支持圈的拐角处是应力集中的高应力区, 容易发生脆性损伤。支持圈(与母材相同材质)与壳体母材相焊后, 表面堆焊过渡层(E309)及表层(E347), 设备焊后整体热处理。

### 4.4 内件

加氢反应器的主要内件有入口分配器、冷氢箱、催化剂支撑件、积垢篮、出口收集器等, 其材料全部选用 S32168。采用目前国内外成熟的先进结构, 在结构上充分考虑了拆卸、安装的方便。

入口分配器的主要作用是使反应物料在下一层催化剂床层上能均匀分布, 实现与催化剂的充分接触, 改善流动状态, 使气液产生预混合并尽可能扩散到整个反应器截面上, 以便更好地发挥催化剂的作用。入口分配器应根据液体及沉积物量确定长槽孔的大小、数量和位置, 长圆孔侧隙扩散器还可起到积存进料中的一些锈垢的作用。

冷氢箱是加氢反应器内冷热反应物进行热量交换的场所, 其作用是使上床层流下来的热反应物与由冷氢管注入的冷氢进行充分的混合, 以降低反应物温度, 满足下一催化剂床层的反应要求, 保证反应顺利进行。冷氢箱结构由冷氢管、急冷混合器、再分配盘组成。

催化剂支撑件由 T 型梁、格栅、丝网构成。T 型梁采用板焊结构。跨在反应器中的 T 型梁顶部削尖, 以使其影响物料流通的截面积减到最小。

## 5 结语

加氢脱硫反应器设计时综合考虑了经济性、实用性、可靠性, 选择合适的材料及结构型式。

### 参考文献:

- [1] 邱百昌. 催化汽油加氢脱硫反应器配管设计与应用 [D]. 大连: 大连理工大学, 2020.

(上接第 21 页) 道内主要通过的是高温蒸汽, 其输送的过程中会产生热损, 也就是热量损失, 进而产生冷凝液, 对流量计量、热量供应等造成影响, 甚至还会产生水锤现象, 对管道形成破坏, 因此必须要对蒸汽管道设置排液设备, 将冷凝液排除才能确保蒸汽管道的正常运行。排液设备包括切断阀和疏水器, 其安装位置通常需要根据管道的实际布局情况来确定, 通常情况下排液设备设置在管道低点, 如上升管道的底部等位置, 此外在管道盲端和设备边界切断阀之前也需要设置排液设备。对于直接走向的蒸汽主管道, 若是蒸汽为饱和蒸汽, 则每 80m 设置一套排液设备, 若是蒸汽为过热蒸汽, 则每 160m 设置一套排液设备。

## 3 石油化工工艺装置蒸汽管道配管设计注意事项

### 3.1 弯头设计

在配管设计中, 弯头的使用虽然起到了连接作用, 并且降低了热荷载, 但是若盲目添加弯头会使得蒸汽流动阻力变大, 取得适得其反的效果, 因此就弯头设计而言, 应当对管道整体布局进行合理规划, 合理使用弯头, 减少无效连接, 使得蒸汽管道布局合理性得到有效增强。

### 3.2 连接设计

蒸汽管道连接部位是非常重要的部位, 在实际使用过程当中, 也是最容易出现问题的部位, 因此应当注意管道之间的连接设计。根据输送蒸汽类型的不同、管道材料的不同, 连接方式也有很大的区别, 若是相互连接管道材质不同, 不宜采用焊接的方式进行连接, 避免产生金属电位

差, 加快管材的腐蚀, 对此可以使用法兰进行连接, 以确保良好的应用效果。

### 3.3 阀门设计

蒸汽管道阀门设计是配管设计中的关键设计环节, 不同类型的阀门用途不同, 若是设计不合理, 容易引发一定的安全问题, 因此在设计中应当充分掌握不同阀门的特点, 根据实际使用需要, 确定阀门的类型, 并按照既定的安装程序进行安装, 确保阀门连接牢固, 能够满足管道输送控制的要求。

## 4 结束语

综上所述, 蒸汽管道作为石油化工工艺设备的重要组成部分, 其配管设计工作相对繁琐且复杂, 需要从多个方面进行考虑, 在实际的设计过程当中, 相关人员应当本着安全、稳定的设计原则, 做好管廊蒸汽管道、蒸汽支管配管设计、管道柔性设计、排液设计等几个方面, 并注意弯头设计、连接设计、阀门设计等几个设计误区, 从整体上对蒸汽管道配管设计的科学性和合理性进行把握, 以充分发挥其在石油化工生产中的作用。

### 参考文献:

- [1] 魏亚鹏, 程永帅, 程伟. 石油化工工艺装置蒸汽管道配管设计要点解析 [J]. 河南化工, 2020, 37(04): 30-31.
- [2] 钱帅丞. 论石油化工工艺装置蒸汽管道配管设计的研究 [J]. 华东纸业, 2020, 50(02): 37-40.