

# 加氢装置易振管道解析及设计要点

赵小曼 胡玉耀 (洛阳瑞泽石化工程有限公司, 河南 洛阳 471003)

**摘要:** 简单介绍了加氢装置及加氢裂化装置中几个管道容易发生振动的位置, 并阐述了在设计过程中容易遇到的问题及处理措施。

**关键词:** 加氢装置; 高压; 振动; 混氢点; 高压分离器减压阀; 紧急泄压系统; 新氢压缩机

加氢、加氢裂化装置由于反应系统设备及管线温度、压力均较高, 因此反应部分及压缩机部分的管道设计往往是此类装置设计的重点及难点, 根据以往的工程经验, 现场反馈有几处管道较易发生振动, 因此在管道设计过程中这些位置应格外注意, 考虑管道走向的合理性并设置防振支架。

本文主要通过相关工程案例, 介绍以下几个易发生振动的位置及这些位置的管道设计要点及注意事项。

## 1 加氢装置混氢点

某柴油加氢改造装置现场反映开工后, 缠绕管换热器底部入口反应进料线与压缩机来的氢气混合点处发生振动, 图 1 为柴油加氢装置原料油与氢气汇合点管处管道布置示意图:

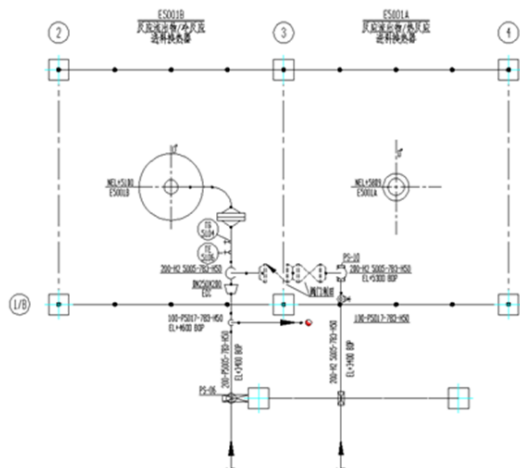


图 1 柴油加氢装置混氢点处管道布置图

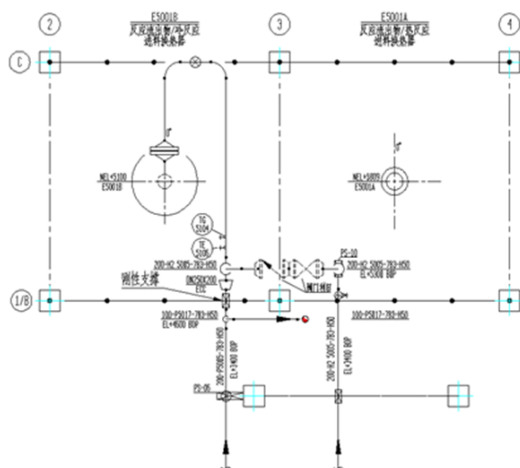


图 2 柴油加氢装置混氢点处管道布置图改善后  
反应进料线操作温度 58℃, 操作压力 8.90MPa, 氢

气管线操作温度 79℃, 操作压力 8.90MPa, 换热器管口位移量为 -11cm, 反应进料线自加氢进料泵来, 氢气自压缩机来。业主现场在构架 1/B 轴线处增设弹簧支架, 但并没有有效消除振动。要想解决管道振动问题, 首先应分析振动源, 此处振动源可能有两处, 一是来自往复压缩机, 因此首先应检查压缩机处管道是否振动较为严重, 如是应优化压缩机处管道布置及支架设置, 同时查看混氢点处管道布置方案, 是否做到尽量消除或减小压缩机处振动对其影响; 其次如压缩机处管道振动不明显, 则振动源可能为混氢点本身, 由氢气管线注入原料油管线引起介质波动明显, 从而造成管线振动。因此进一步检查此处管道布置及支架设置是否合理, 是解决振动问题的必要步骤, 另外弹簧并不能有效防振。

图 1 中注入口附近支架仅在原料油管线上有一弹簧支架, 且距注入口有一定距离, 氢气管线阀门前有一刚性支撑, 从管线防振的角度来看, 此处支架设置不够稳固。因此应考虑优化原料油管线走向, 可增加原料油管线至缠绕管换热器入口段的柔性, 见图 2, 以吸收管口 -11cm 的位移, 从而实现在 1/B 轴处增加刚性支架, 应有利于防振。

## 2 加氢、加氢裂化装置高压分离器底部减压阀处

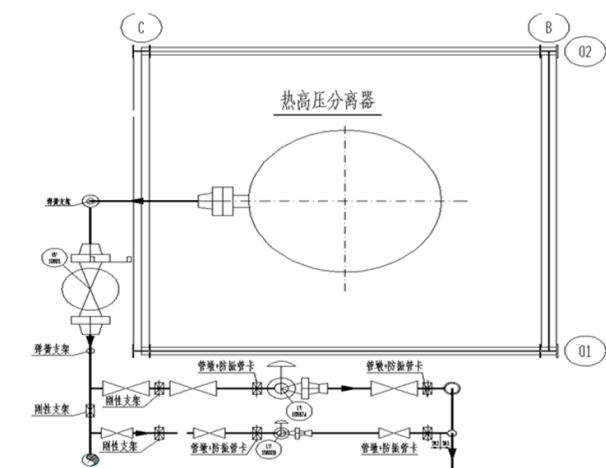


图 3 热高压分离器底部出口热高分油管道布置示意图

加氢、加氢裂化装置中高压分离器为承接反应部分及分馏部分的设备, 反应部分为高压区, 分馏部分为低压区, 因此高压分离器底部油出口管道上, 一般设置减压阀组, 以便给反应产物减压后输送至分馏部分。由于减压阀前后压差较大, 容易引起管线跳动或振动, 应合理进行管道布置及支架设置。

以某渣油加氢装置为例,热高压分离器底部出口热高分油管线,操作温度为360℃,减压阀前操作压力为16.9MPa,减压阀后操作压力为2.9MPa,减压阀前后压差高达14MPa,因此在进行管道布置及支架设置时应注意避免由于较高压力降造成的管线跳动或振动情况,此阀组尽量布置在地面,且应考虑在减压阀前后合适位置,设置管墩及防振管卡,同时由于管道温度较高,应考虑热胀问题,因此支架位置应合理选取,且管道需进行应力计算,支架模拟应反映实际情况。图3为渣油加氢装置热高压分离器底部出口热高分油减压阀处管道布置示意图。

### 3 加氢、加氢裂化装置冷高压分离器顶部紧急泄压系统

加氢、加氢裂化装置中,为确保催化剂、高压设备及操作人员的安全,通常设置2.1MPa/min和0.7MPa/min两个压力等级的紧急泄压系统。此紧急泄压系统一般设置在冷高压分离器顶部出口管线上,紧急泄压工况下,此系统前后压差较大,容易引起管线振动,且管道压力高,阀门重,应设置坚固支撑。此部分管道一般布置在较大的管构架平台上,用以操作阀门、仪表等,并设置防振支架。以某加氢裂化装置为例,紧急泄压系统泄压前操作压力为15.4MPa,泄压后操作压力为0.2MPa,前后压差达13.2MPa,为防止管道振动,阀门前后均设置防振支架,且支架下方应有坚固钢结构支撑。同时紧急泄压工况下,此处的管线温度一般接近于热高压分离器的温度,因此管道布置及支架设置应具有柔性。图4为紧急泄压系统管道布置示意图。

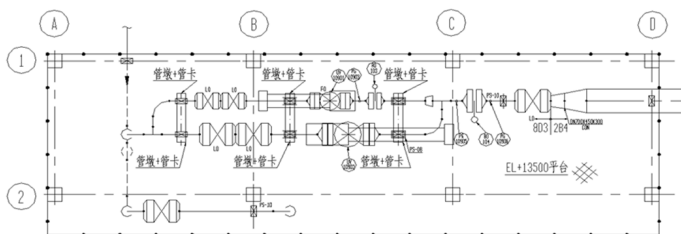


图4 紧急泄压系统管道布置示意图

### 4 加氢裂化装置新氢压缩机管道

加氢裂化装置中新氢压缩机一般是往复式,往复式压缩机布置的一般要求有以下几点:

①缓冲器、中间冷却器,气液分离器应靠近往复式压缩机以减少管道长度;②压缩机进出口管道布置应短而直,尽量减少弯头数量。但出口管道的温升产生热胀对压缩机管嘴及机壳有影响时,出口管道更应具有柔性;③多台压缩机并排布置,为了便于进行切换,需把压缩机进、出口管道上的阀门和仪表布置在便于切换操作、容易接近的地方;④根据减振系统的管道所需最小净空决定往复式压缩机的安装高度;⑤由于活塞的往复运动造成流体的脉动,使得压缩机进出口管道产生振动。因此管道的设计应注意以下几点:a.进行管道的振动解析,详细地进行支架规划,确定支架形式和支架间距;b.自压缩机管道上引出的DN≤40的分支管道及仪表管嘴应

采取加强措施;c.为防止振动和振动的传递,管道布置应尽量低,支架敷设在地面上,并且是独立基础,加大支架的刚性,增多支架数量;d.合理设置缓冲器,避开共振管长,并减少弯头数量。

随着时代的发展,炼油装置的规模越来越大,加氢裂化装置压缩机进出口管径也随之扩大,新氢压缩机往往为三级或四级压缩,出口操作压力常常高达15~20MPa,管线振动问题也越来越突出,时有现场反馈加氢裂化装置新氢压缩机出口管道振动较为严重,因此应在遵循往复式压缩机布置一般要求的基础上,进一步优化管道布置,尤其是出口管道布置,同时混凝土管墩刚度也应加强。

目前可采取的办法有以下几点:一是尽量降低管线高度,满足最小高度需要即可;二是在不妨碍管道布置及操作、检修空间的前提下,尽可能将管墩与管墩之间增设土建梁,增加管墩刚度。另外,最后一级压缩机出口管道布置方法也需要进一步优化,传统的做法是各台压缩机出口至阀门段布置在地面上并采用管墩及防振管卡,阀门后即升至管廊上层合并至压缩机出口总管进入下游设备。然而在装置规模日渐增大,出口管道日渐扩径的今天,此种做法已难以改善压缩机出口管道的振动情况,因此应将压缩机出口总管布置在地面上,并设置管墩及防振管卡,各分支出口管道汇入总管后仍需在地面铺设较长一段距离以缓解其振动情况,之后再升至管廊上部进入下游设备。

### 5 结束语

随着石油石化行业的发展,大规模加氢及加氢裂化类装置开工经验也日趋丰富,设计院在进行管道设计时应结合现场问题,对图纸设计进行升级完善,弥补设计漏洞或不足,本文通过对几处振动问题的分析及探讨,希望能对今后的加氢装置管道设计工作提供经验及教训。

#### 参考文献:

- [1] 张德江,王怀义,刘绍叶等.石油化工装置工艺管道安装设计手册[M].北京:中国石化出版社出版,2009.
- [2] 王月宾.加氢裂化装置反应管道设计浅析[J].山东化工,2016,45(11):123-125.
- [3] 张永强,薛绍须.加氢裂化装置往复式压缩机的管道设计要点[J].中国化工贸易,2018,10(07):35.
- [4] 刘利.加氢裂化装置工艺流程优化设计与探讨[J].石油炼制与化工,2008,38(10):10-13.
- [5] 蹇江海,孙丽丽.加氢裂化装置的优化设计探讨[J].炼油技术与工程,2004,34(11):48-51.
- [6] 陈红.浅谈加氢裂化装置的优化设计[J].山东工业技术,2018(07):246-246.
- [7] 张利萍.加氢裂化装置优化流程探析[J].化工管理,2018,49(24):44-45.
- [8] 叶剑云.加氢裂化装置工艺用能分析与优化[D].广州:华南理工大学,2010.