

化工装置中泵配管设计与现场管道安装

刘玉剑

林德亚太工程有限公司 浙江杭州 310023

摘要: 从能量的角度来看, 泵是一种转换能量的机器。它可以将驱动机的机械能转化为推进液的能量, 从而增加流体的流量和压力。泵负责化工装置中的液体、原料产品、回流或加压和产品运输。对于提高能效、降低成本、提高产品精度和避免污染, 选择正确的泵、合理布置泵和优化管线方案具有重要意义。

关键词: 泵; 化工装置; 配管设计

引言

化工装置中常见的泵一般主要有往复式和离心式两大类, 根据不同的结构型式又分为立式泵、卧式泵、轴流泵等, 泵在选型时应根据不同的操作工况及介质特性, 在考虑适用性的前提下, 兼顾经济环保等, 从而选择合理的泵型, 并在设备布置阶段, 对于泵安装高度的合理布置以及对于检修区域的合理规划, 也将有效地减少能耗及节省费用。

1 泵的分类

石化设备中使用的泵主要分为离心泵、往复泵和旋转泵三类。离心泵主要用于石化设备, 占工艺泵总数的80%~90%。离心泵的运行成本较低, 维护成本低。各种离心泵都有最低安装高度的要求, 在管道设计中必须充分考虑。往复泵有一个往复活塞, 用于更换液体并迫使液体从排气口排出。这种泵的工作次数非常少, 一旦按下, 就会在泵的排气管中产生脉动。由于管道内介质以脉冲方式存在, 在管道规划中应考虑防震措施。旋转泵用于输送重或粘性材料。旋转泵采用各种机械方法而不是离心力或逆流运输液体。

2 泵的布置

石油化工行业泵组布置主要有三个主要途径: 露天布局、半露天布局和室内布局。露天泵通常布置在管廊的一侧, 驱动端统一朝向检修通道侧, 本布置通风良好, 泵的进出管线便于出入、操作和维护, 驱动端的检修也非常方便。半露天布置适用于泵布置在管廊下方、泵管上方天花板或泵布置在车架底层的雨区。室内布局一般适用于寒冷和风沙地区, 当泵布置在室内时, 必须考虑泵介质是否超过自燃点, 对于超过自燃点的泵, 应单独设置泵室, 并应当考虑通风和供暖需求。如果工艺需要室内布置, 则应将所属泵布置在室内。泵在布置规划和管道规划阶段应进行充分研究, 其辅助管线不得影响泵

的维修和检查。因此, 除了组合式安装的泵外, 泵之间的间隙应大于0.75米, 方便泵的检修和维护, 确保旋转轴、密封螺纹接头、密封箱和接头的维护检查, 此外, 相邻泵也可以共用检修区域。当在泵区提出横向的维修悬架梁时, 应清楚标明维修悬架梁的纵向安装位置, 并安装在侧梁的上方或下方, 如需将泵举至管桥外, 应将检修支架安装在侧梁下, 使皮带轮能够在管桥外移动。检修杆不应用作支撑的起点, 维修条下不应有妨碍泵维修的管线。对于泵类动设备, 设计土建基础时建议采用预留螺栓孔而非预埋地脚螺栓, 主要原因是, 由于现场施工的先后顺序, 一般泵到达现场之后, 现场的土建基础早已经完成, 而又因为泵一般是集成式设备, 集成底板由于制造商水平的高低, 容易出现制造误差, 为了避免由于供货商、现场施工误差等而导致的到货设备无法准确就位, 而引起现场施工部门的返工, 故一般不采用预埋地脚螺栓方式。

3 化工装置中泵配管技术要点

3.1 泵入口管线布置要点

离心泵的入口管线配管, 特别需要注意防止汽蚀现象的发生, 应保证泵入口管道系统的有效汽蚀余量达到泵所需汽蚀余量的1.2~1.3倍, 设计过程中, 配管专业设计人员应与工艺专业人员沟通, 对入口管道的压降进行核算, 并确保泵的安装高度满足最低安装高度的要求, 尽量做到步步低管道布置, 入口的异径管也应顶平安装, 异径管与管口之间预留直管段, 以起到稳流作用; 此外由于泵入口管道连接法兰无应力安装的要求, 泵入口的最近一个管道支架需采用可调支架, 方便现场施工单位在泵法兰安装应进行无应力安装;

离心泵水平入口管道配管变径的布置对泵安全运转也有影响, 如工艺资料或工艺包专利商文件中有变径位置和进泵直管段的明确要求, 应严格按照要求执行; 泵入

口管道一般配置有过滤器, 需要考虑过滤的抽芯空间及抽芯方向, 并结合现场实际管道的走向, 选择合理的过滤器类型, 当选用T型正折流过滤器时, 采用顶平偏心大小头, 大小头直接安装在过滤器后, 大小头后应留与泵嘴同径的 $\geq 3DN$ 直管段; 低点排凝设在过滤器前管段上。当选用T型反折流过滤器时, 采用顶平偏心大小头, 大小头安装在过滤器后(过滤器与大小头之间留直管段加低点排凝用), 大小头后应留与泵嘴同径的 $\geq 3DN$ 直管段。当选用Y型过滤器时, 采用顶平偏心大小头, 大小头直接安装在过滤器后, 滤网抽出方位向下; 大小头后应留与泵嘴同径的 $\geq 3DN$ 直管段。

对于容易汽化的介质, 泵的入口管线不应出现气袋, 泵在运行时, 容易吸入气袋中的气体造成叶轮汽蚀, 对于此类管线, 入口管道应做到无袋型布置, 需要注意的是, 对于某种类型的泵, 例如顶进顶出时, 由于无袋型配管而导致的泵入口管道过高, 管道支撑及阀组仪表的操作维护困难, 则推荐在泵组上方设置联合平台, 将进口切断阀、过滤器等统一放置在联合平台上, 以解决上述问题;

3.2 泵出口管线布置要点

泵的出口管线对泵的性能影响相对小, 但也要引起重视, 因为在经过泵的加压之后, 泵出口管线一般温度和压力会升高, 流速增加, 此时特别要注意出口管道内介质的温升而导致的管道柔性问题, 及出口管线容易震动的问题, 而且一般泵出口管线均设置有止回阀, 在配管时也应根据不同的止回阀型式选择合适的安装位置; 对于有最小流量线的出口管线, 若选择采用最小流量阀, 由于该阀门特殊, 也应特别注意复核该阀门的尺寸及类型;

3.3 泵辅助管线及驱动端设计要点

泵的辅助管线主要有循环水冷却管线、最小流量线、暖泵线等, 在进行辅助管线配管时, 优先考虑进出口管道走向, 辅助管线根据进出口管道的操作检修要求进行规划; 循环水冷却管线若采用埋地敷设方式, 考虑到循环水埋地管线施工一般存在误差, 在泵管口之前预留可供调节的直管段;

泵的驱动方式一般有电机驱动或者透平驱动两种方式, 对于电机驱动的泵, 应提前考虑电机接线端的朝向, 进行电缆桥架位置规划的时候应考虑方便接往电机接线端; 对于透平驱动的泵, 由于介质一般为中低压蒸汽, 则需要对整个管线进行应力计算, 设置合适的管道支架, 或者根据应力计算要求设置膨胀节等, 并且经过透平做功之后的乏汽口径一般相对较大, 应特别注意提前规划好此管线的走向;

3.4 泵管道支架设计要点

泵的进出口管道第一个支架均要求可调支架, 主要原因是满足泵管口无应力安装要求, 而且随着工厂长期运行时, 而导致设备沉降时, 泵管口应力随之增大, 也可采用可调支架进行调节, 降低管口受力; 特别是往复式泵, 需要注意管道因介质脉冲而导致的震动, 对于大型的往复式泵, 推荐采用往复式压缩机的支架设置方式, 独立生根并选用抑震支架, 并且对进出口管线进行脉动分析, 避开泵的固有频率, 避免共振;

3.5 泵的振动

一般来说, 离心泵无需考虑管道振动, 但有时由于泵的制造精度而产生振动时, 多层高压泵会机械地振动。不管是什么类型的振动, 都以高频电压为特征, 管道系统不需要特殊的抗振动处理。当使用活塞泵时, 必须采取防振动措施来控制振动。在设计过程中, 进气管和出气管发生振动。根据测量, 泵体振动频率为50 Hz, 输入输出管振动强度为1.3mm/s, 振动频率均为246 HZ。泵出口管路的振动强度高于进口管路, 表明振动强度较大。暖泵管线强化管道连接的焊缝曾经破裂, 压力表法兰的介质曾经泄漏。在这种情况下, 泵出口管路止回阀后弯头处的振动最强, 其中安装压力计所需的承插焊接管桩和止回阀两端连接管路所需的承插焊接管桩是最容易引起泄漏的地方。分析并不是由于管道介质过多或两相流造成振动泵的振幅较大, 没有通过管道连接进气和出气, 进气和出气管道的振动频率相等, 且离泵越近, 振动就越强。可以判断泵体运转是振动的激发源。

4 结束语

概括地说, 泵作为化工装置中随处可见的重要设备, 泵相关的设计可以说与石化设备的安全运行直接相关, 因此, 在设计过程中应注意一些常见问题。本文主要论述泵的平面位置、进出管线布局和振动, 希望能在化工装置的管道设计中发挥积极作用。

参考文献:

[1] 崔同凯, 刘慧莉. 石油化工装置泵的配管设计[J]. 化工设计通讯, 2020, 46(8): 57, 62. DOI: 10.3969/j.issn.1003-6490.2020.08.039.

个人简介: 刘玉剑(1990.01.03), 男, 汉, 河南省信阳市罗山县莽张乡莽张村, 郑州大学, 本科, 工学学士, 过程装备与控制工程, 林德亚太工程有限公司, 工程师, 浙江杭州, 310023, 研究方向: 煤化工工程, 空分工程。