

化工工艺装置蒸汽管道配管设计方案分析

刘 进 (安徽华东化工医药工程有限责任公司, 安徽 合肥 230081)

摘 要: 在化工工艺装置中, 蒸汽管道主要能为化工装置提供热能和动力, 通过蒸汽管道把热能输送到反应器或者换热器等设备中, 保证化学反应可以在合理的温度下开展。文章主要总结了化工工艺装置蒸汽管道配管设计的作用, 并提出了合理布置蒸汽凝液管道、多层管廊空间设计、蒸汽管道支管的设计、加强蒸汽管道排液设计、压力蒸汽管道的设计等设计要点, 进而降低管道泄露, 实现安全生产。

关键词: 化工工艺装置; 蒸汽管道; 配管设计

0 引言

在化工生产中, 热能的供应会直接影响生产的效率和产品的质量, 如果对整齐管道配管进行优化设计, 可以提升管道输送的水平, 保证在管道输送中减少热损失的情况, 进而提高热能利用效率, 大大降低能耗。通过对蒸汽管道配管进行合理的设计, 也可以降低蒸汽泄露的现象, 防止管道超压, 保证化工生产安全的进行。

1 化工工艺装置蒸汽管道配管设计的作用及处理

1.1 蒸汽管道配管设计的作用

对于化工工艺装置内的蒸汽管道来说, 其能实现热能传输的作用, 通过管道传输, 把热能输送到反应器、换热器等设备当中, 进而对生产原料和中间产物进行加热, 保证化学反应更高效。在蒸发和蒸馏的生产过程中, 蒸汽会为其提供必要的热能, 使得液体物料得到蒸发, 从而达到了提纯的目的。对蒸汽管道配管进行设计, 就能把蒸汽通过管道进行合理的输送, 使得化工生产流程更高效, 降低管道输送中存在的热损失, 提高热能利用效率^[1]。对于蒸汽来说, 其可以作为动力源, 驱动汽轮机、蒸汽泵等设备, 为这些设备提供机械能。通过蒸汽管道配管的设计, 可以实现管道输送蒸汽的过程更加合理、科学, 使得蒸汽有效驱动相应的化工生产设备, 保证化工生产更加连续、稳定。此外, 开展合理的管道设计方案, 能够减少管道输送中蒸汽泄漏的风险, 防止出现因泄漏而导致的设备损坏现象, 保证化工生产过程更加安全。而且, 对蒸汽管道进行合理的布局设计, 也可以减少管道自身的阻力, 进而提高了蒸汽的输送效率, 达到降低能耗, 提高生产效率的水平。

1.2 蒸汽管道的处理

对蒸汽管道进行设计之前, 需要先对其进行处理, 了解化工工艺装置对蒸汽的需求, 人员也要计算出各

个用汽设备的蒸汽需求, 进而保证管道输送蒸汽的总供应量满足化工工艺生产的要求。然后, 就要根据蒸汽的实际温度和压力来选择出合适的管道材料, 一般是选择碳钢、合金钢等管道材料, 其具有一定的耐腐蚀性以及抗压性。接下来, 就要对管道路径进行规划, 尽量减少蒸汽管道的长度和弯头的数量, 减少管道内出现阻力和热损失的现象。在规划管道路径的时候, 也要为管道设计出合理的固定装置, 使得管道在运行中更加的稳定、安全。此外, 为了保证后续蒸汽管道运行更加安全, 那么就要在管道的关键位置安装安全阀, 防止管道出现超压的现象, 同时也要安装泄压装置, 一旦管道出现超压, 那么此装置就要迅速的泄压, 保证管道输送的安全^[2]。最后, 在对蒸汽管道进行预先处理的时候, 也要对管道的预制件进行制作, 并对管道进行一定的焊接和检测, 进而保证蒸汽管道的质量得到提升。在蒸汽管道运行的时候, 处理人员需要对管道的实际安装情况进行检查, 保证管道所有的连接位置更是密封的, 使得管道可以正常的工作, 提升蒸汽输送的效率。

2 化工工艺装置蒸汽管道配管设计要点

2.1 合理布置蒸汽凝液管道

在对化工工艺装置中的蒸汽管道配管进行设计的时候, 那么就要合理的布置蒸汽凝液管道, 此管道主要是收集和排放蒸汽管道中的一部分冷凝水, 这样就能防止冷凝水在管道内积聚, 进而出现水锤现象, 同时合理布置蒸汽凝液管道, 也能让冷凝水热量回收更高效, 提升管道的运行水平。在对蒸汽凝液管道进行设计的时候,

首先, 要对管道的相关参数进行设计。对于管道坡度来说, 其坡度设计为 1%~3%, 坡度应朝向冷凝水收集或者是排放的位置, 这样的坡度设计不仅可以避免冷凝水在管道中积聚, 还可以保证冷凝水顺利的

排出。对于管道直径来说,要合理控制管道直径,直径不能过小,会增加冷凝水流动的阻力,直径也不能过大,会加快冷凝水流动的速度,需要根据化工工艺装置蒸汽管道的实际运用情况来调整管道的直径。

其次,要对蒸汽凝液管道进行合理的布局,在布置管道的时候,尽量减少管道的弯头和分支,这样就可以减少出现管道阻力和冷凝水积聚的风险。而且要使用短直的管道,这类型管道可以减少冷凝水在管道中的停留时间。对于冷凝水排放点的布置来说,需要把其布置在蒸汽管道的低点或者是设备的低点位置,这样就能让冷凝水及时的排出。

再次,需要设置冷凝水收集系统,收集系统中包括收集罐以及冷凝水泵等设备,其中冷凝水收集罐的合理设置,能够更高效的收集和暂时存储冷凝水;冷凝水泵的合理设置,可以将收集的冷凝水输送到回收系统或处理系统,保证管道输送冷凝水的效果更好^[3]。

最后,要选择耐腐蚀性的蒸汽凝液管道材料,材料一般是选择碳钢或者是不锈钢等材质的,保证在管道输送中不会出现腐蚀。同时,也要对冷凝水管道进行保温方面的处理,可以有效减少冷凝水的热量损失,提高回收效率。设计人员需要在冷凝水的排放点设置一定数量的疏水阀,这样就可以保证冷凝水及时排出,防止出现蒸汽泄漏的风险。也要在冷凝水收集罐和冷凝水泵中设置安全阀,这一设备的设计可以保证管道输送一直在合理的压力范围内,防止超压。

此外,为了保证管道的运行更加安全,那么就要对管道外部进行保温或者防护处理,通过在管道外部涂抹防腐涂层、安装防护罩等措施,可以防止外部因素对管道的腐蚀,减少管道内热量损失。通过蒸汽凝液管道的合理设计,可以充分提高整个蒸汽管道输送的安全性,提升管道输送效率。

2.2 多层管廊空间设计

在化工工艺装置中,为了保证管道传输更加安全,那么就要开展多层管廊空间的设计。在设计多层管廊时,不仅需要考虑管道的布置,还需要对管廊中的管道进行标识,保证管道分类更清晰。在设计之前,要先根据管道内存在的蒸汽、冷凝水等介质类型进行分类,合理安排不同类型的管道。设计人员需要将不同类型的管道进行分层布置,避免出现不同类型介质之间相互干扰等现象。例如,蒸汽管道要布置在管廊的上层,冷凝水管道则要布置在管廊的下层。而在管廊的同一层布置时,管道要尽量采用水平布置的方法,

减少弯头和分支现象,降低阻力。在不同管廊层管道布置时,管道尽量垂直布置,这样就能减少水平方向的交叉和干扰现象。

在安装管道的时候,管廊管道之间的间距要满足后续维护和检修的要求,间距要大于100mm。在管廊管道安装完成后,就要合理设置管道支撑点,进而保证管道的输送更加稳定、安全。同时,也要在关键位置设置管道固定点,这样就可以防止管道因热胀冷缩而产生位移等现象。对于管廊空间中的长距离管道来说,需要在管道内设置膨胀补偿器,进而保证管道更适应外界因素的温度变化,避免出现膨胀或收缩等现象。最后,人员在设计管廊管道时,也要根据管道自身的介质类型,对管道进行颜色标识,并在管道上标明管道的名称、流向、介质性质等信息,这样就便于人员对管道的精准识别和管理。此外,要在多层管廊空间内设计通风和排风装置,保证多层管廊内的空气是流通的,防止有害气体在管廊泥积聚,及时排出有害气体和热量,使得管廊内管道输送更安全,管道输送效率也得到提升。

2.3 蒸汽管道支管的设计

对于化工工艺装置中的蒸汽管道来说,管道支管的设计是比较重要的,管道支管可以有效保证蒸汽运输的安全,让化工生产更加高效。对于管道支管的直径来说,要进行合理的设计,保证蒸汽在管道传输内的流速控制在20-40m/s的范围内。同时在对支管的坡度进行设计时,其坡度要控制在1%左右,这样就能保证冷凝水顺利排出,防止水击现象^[4]。在支管设计的时候,需要在支管上设置截止阀、止回阀、疏水阀等阀门,这些阀门能够控制蒸汽的流动,防止蒸汽倒流,并排出冷凝水,这样就能保证蒸汽管道运输更加安全,提升化工工艺装置的运行效率。对于支管的防护来说,主要采用岩棉、玻璃棉、硅酸铝等一些保温材料,使得支管在运行的时候能够减少热量损失,并提高了能源利用效率。在对支管进行连接设计的时候,要针对不同的位置采用不同的连接方法,在需要拆卸和维护的位置上使用法兰连接;在不需频繁拆卸的位置上使用焊接连接方法,保证支管连接更加密封;在小直径管道上则要使用螺纹连接的方法。在支管设计完成后,就要对管道进行流体力学的模拟,通过模拟,可以保证管道内的流速、压力和温度都在合理的范围内,并保证管道在热胀冷缩的过程中不会出现过大的应力,让蒸汽管道支管可以安全、高效的运

行,提高整个化工工艺装置的可靠性。

2.4 加强蒸汽管道排液设计

在化工工艺装置的蒸汽管道中,由于管道在传输的时候,管道内部会产生一定的冷凝水,如果不及时排出,那么就会对管道产生腐蚀等问题,所以就要加强对蒸汽管道的排液设计。由于蒸汽在管道输送过程中会因温度下降而生成冷凝水,冷凝水在高速蒸汽流中被推动,不断的撞击管道壁或者是阀门,进而产生了水击现象,这样的现象就会导致管道损坏,降低蒸汽的热效率,影响化工工艺过程。所以在设计蒸汽管道排液的时候,需要先在管道的低点、垂直上升段的底部、水平管道的变径处、阀门和设备的下游等位置来合理的设置排液点。同时,要根据蒸汽管道的具体长度以及坡度,每隔 20m-30m 的距离就要设置一个排液点,保证排液效果得到提升。在设置完排液点后,就要选择疏水阀,如果是高温高压的蒸汽系统,那么就要选择热动力型的疏水阀,能够快速响应,排水量大;如果是需要连续排水的管道,那么就要选择浮球型的疏水阀,排水效果较好;如果是高压高温的蒸汽系统,则要选择倒置桶型疏水阀,进而保证冷凝水排出更加稳定,提升蒸汽管道排液的效率。在排水阀、排液点安装完成后,就要在管道的低点以及排液点的附近来设置相应的支撑点,使得管道输送能够更加稳定、安全^[5]。同时,设计人员需要对排液点和疏水阀的工作状态进行定期的检查,使其能够正常运行,防止疏水阀出现堵塞的情况,提升排水的效果。

2.5 压力蒸汽管道的设计

对于压力蒸汽管道进行设计的时候,其设计不仅需要提升管道自身的传输效果,还要保证化工工艺装置的使用更加安全、可靠。在对压力蒸汽管道进行设计的时候,设计人员需要遵循相关的国际和国家标准,保证管道参数符合规范。同时,人员需要根据化工工艺装置的要求,来确定压力蒸汽管道的设计压力以及设计温度,其中设计压力要考虑实际的安全裕度,设计压力是操作压力的 1.25 倍。然后,就要根据设计的压力以及温度,来选择碳钢、合金钢、不锈钢等管道的材料,保证管道运输的时候,不会受到腐蚀,抗压能力也比较大,减少管道损坏的现象,提升压力蒸汽管理运行效率。此外,也要对压力蒸汽管道的壁厚进行设计,主要是根据设计压力以及温度的相关应力,来计算出压力蒸汽管道的实际壁厚,壁厚计算公式如下:

$$t = \frac{PD}{2(S + P \cdot Y)}$$

在上式中,t是壁厚,P是设计的压力,D是管道外径,S是材料的应力,Y是壁厚系数。管道壁厚的设计,可以保证压力蒸汽管道输送更安全,避免管道在输送中出现损坏。在设计完管道参数之后,就要合理的设置管道支撑点,让管道更加稳定。可靠,也要在管道的关键位置设置一些固定点,固定点可以防止管道因热胀冷缩而产生位移,保证管道更加稳固,减少安全风险。在对压力蒸汽管道进行连接的时候,需要采用法兰或者是焊接方式进行连接,进而保证连接更高效,进而减少管道自身的应力。并对管道的关键位置安装一定的安全阀或者是压力表,能够准确的监测到管道压力,进而防止出现超压事故。最后,在管道设计完成后,就要对管道进行一定的清理工作,这样就可以有效去除管道内部的杂质,保证管道自身是干净、整洁的。在进行管道清理工作的时候,需要采用蒸汽或压缩空气等方法,对管道内部进行吹扫,使得管道内部更加清洁,保证在后续的管道输送中更加高效。

3 结论

综上所述,对化工工艺装置蒸汽管道配管设计进行优化,不仅可以提升管道输送的效率,还能保证化工生产更安全,提升化工生产水平。在进行管道设计的时候,主要是从蒸汽凝液管道、管廊管道、支管、管道排液、压力蒸汽管道等方面入手,保证管道设计更全面,进而实现合理的蒸汽输送,达到节能降耗的效果。

参考文献:

- [1] 张超,刘思琦,高迪.化工工艺装置蒸汽管道配管设计要点[J].中国石油和化工标准与质量,2024,44(14):100-102.
- [2] 李礼.石油化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.
- [3] 冯杰荣.石油化工装置蒸汽管道配管设计要求及注意事项[J].化工管理,2021,(24):161-162.
- [4] 李智峰.石油化工艺装置蒸汽管道配管设计探讨[J].中国科技投资,2021,(11):134+136.
- [5] 白洁,庄江鸿,高冬梅.石油化工艺装置蒸汽管道配管设计分析[J].化工管理,2020,(21):124-125.

作者简介:

刘进(1985-),男,汉族,安徽肥东人,研究生,工程师,研究方向:化工工艺。