

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，那么就要开展多层次管廊空间的设计。在设计多层次管廊时，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，要在多层次管廊空间内设计通风和排风装置，保证多层次管廊内的空气是流通的，防止有害气体在管廊内积聚，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；在不需要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问题 [J]. 化工管理, 2021, (24): 161-162.
- [4] 李智峰. 石油化工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。