

# 蒸汽供热管线管损原因分析及解决方法

尹方娜

洛阳瑞泽石化工程有限公司 河南 洛阳 471000

**摘要:** 蒸汽供热管线管损是化工生产过程中常见的问题, 不仅影响能源利用效率, 还可能对生产安全构成威胁。本文旨在深入分析蒸汽供热管线管损的主要原因, 并提出相应的解决方法, 以期为提高化工企业的能源管理水平和生产安全性提供参考。

**关键词:** 蒸汽供热管线; 管损原因; 解决方法

## 引言

蒸汽供热管线是化工生产过程中不可或缺的一部分, 它负责将蒸汽从热源输送到各个用汽点。然而, 在实际运行中, 蒸汽供热管线往往会出现管损问题, 导致蒸汽压力下降、热量损失增加, 进而影响生产效率和能源利用率。因此, 对蒸汽供热管线管损原因进行深入分析, 并提出有效的解决方法, 具有重要的现实意义。

## 1 (化工) 蒸汽供热管线管损原因分析

### 1.1 蒸汽输送过程中的物理损失

#### 1.1.1 压损

蒸汽在输送过程中产生的压力损失, 即压损, 主要由以下几个具体因素导致:

**管道距离过长:** 蒸汽在长途输送过程中, 与管道内壁的摩擦阻力是持续存在的。这种摩擦不仅由于蒸汽与管道材质的直接接触, 还因为蒸汽流动时的湍流效应加剧了摩擦力度。随着输送距离的增加, 这种摩擦阻力逐渐累积, 导致蒸汽压力逐渐降低。蒸汽自身的重力作用在长距离输送中也不容忽视。特别是在地形起伏较大的地区, 蒸汽需要克服重力作用才能继续流动, 这进一步加剧了压力的损失。在上坡段, 蒸汽需要额外的压力来克服重力, 而在下坡段, 虽然重力有助于蒸汽流动, 但也可能因流速过快而导致压力波动和损失。

**管道口径偏小:** 管道口径的选择对蒸汽流速和压力损失有直接影响。当管道口径偏小时, 为了满足相同的供热需求, 蒸汽流速必须提高。流速的增加不仅加剧了蒸汽与管道内壁的摩擦, 还增加了蒸汽通过管道弯头、阀门、异径管等局部阻力件时的压力损失。此外, 流速过高还可能导致蒸汽在管道内产生湍流和涡流, 这些流动现象都会增加压力损失。湍流和涡流会使蒸汽的流动变得不稳定, 导致能量损失和压力下降。<sup>[1]</sup>

**管道疏水问题:** 蒸汽输送过程中, 如果管道内积聚了大量凝结水, 就会形成水塞。水塞的存在减小了管道

的有效流通横截面积, 使得蒸汽流速提高, 从而增大了压损。同时, 凝结水还可能对管道内壁产生腐蚀作用, 进一步加剧压损。疏水阀的缺失或不足也是导致水聚集在管道内的重要原因。疏水阀的作用是及时排出管道内的凝结水, 防止其积聚并影响蒸汽的正常输送<sup>[1]</sup>。如果疏水阀设置不当或维护不善, 就会导致凝结水无法及时排出, 进而增加压损。

#### 1.1.2 热损

蒸汽在输送过程中的热量损失, 即热损, 主要由以下具体因素造成:

**保温层脱落或老化:** 蒸汽管道的保温层是防止蒸汽与外界环境进行热交换的关键措施。然而, 随着时间的推移, 保温层可能会因为材料老化、机械损伤、化学腐蚀或施工不当等原因而脱落或损坏。保温层的脱落或老化会导致蒸汽直接与外界环境接触, 从而增加热交换的面积和速率。这种热交换不仅降低了蒸汽的温度和压力, 还导致了大量热量的损失。在寒冷地区或高温环境中, 这种热损更加显著。

**管道热桥和接口泄漏:** 管道热桥是指管道中热量传递较快的部位, 通常由于管道支撑结构、穿墙套管或保温层中的空隙等原因形成。热桥的存在破坏了保温层的连续性, 使得蒸汽在这些部位快速散热。这种散热不仅增加了热量损失, 还可能导致管道局部温度过高, 对管道材质和结构造成损害。管道接口处如果存在泄漏, 也会直接导致蒸汽流失和热量损失。泄漏可能是由于接口密封不严、材料老化、施工质量问题或机械损伤等原因造成的。泄漏的蒸汽会与外界环境进行热交换, 导致热量损失和蒸汽压力的下降。同时, 泄漏还可能对周围环境造成污染和安全隐患。

## 1.2 蒸汽计量误差与人为因素导致的管损

### 1.2.1 蒸汽流量计量误差

蒸汽流量的准确计量对于管损的计算至关重要。然

而，由于以下具体原因，蒸汽流量计量可能存在误差：

**蒸汽状态多变：**蒸汽在输送过程中，其温度、压力、干度等状态参数可能会发生变化。这些变化会影响蒸汽的密度和流速，从而影响流量的计量准确性。特别是当蒸汽状态接近饱和或过热时，其密度和流速的变化更加显著。蒸汽状态的频繁变化可能导致流量计量装置的响应滞后或不准确<sup>[2]</sup>。例如，当蒸汽从饱和状态过渡到过热状态时，其密度会突然减小，而流量计量装置可能需要一段时间才能适应这种变化并准确计量流量。<sup>[2]</sup>

**蒸汽密度补偿混乱：**由于蒸汽的密度随其温度和压力的变化而变化，因此在计量蒸汽流量时需要进行密度补偿。然而，在实际操作中，密度补偿方法可能不当或补偿参数可能不准确。密度补偿方法的选择可能受到多种因素的影响，如流量计量装置的类型、蒸汽的状态参数、管道的条件等。如果选择的补偿方法不适合特定的应用场景或条件，就会导致流量计量误差。补偿参数的准确性也直接影响流量计量的准确性。如果补偿参数（如温度、压力等）的测量不准确或存在偏差，就会导致密度补偿计算错误，进而导致流量计量误差。

**干度补偿精度低：**对于过热蒸汽或饱和蒸汽，其干度也会影响流量的计量准确性。干度是指蒸汽中水蒸气的质量分数，它决定了蒸汽的携带热量能力。干度的测量和补偿需要高精度的仪器和方法。然而，在实际应用中，由于仪器精度限制、测量方法不当或操作失误等原因，干度的补偿精度可能较低。干度补偿精度低会导致流量计量误差增加。因为干度的变化会影响蒸汽的密度和流速，从而影响流量的计量结果。如果干度补偿不准确，就会导致流量计量结果偏高或偏低，进而影响管损的计算和评估。

### 1.2.2 人为干预因素

人为干预因素也可能导致蒸汽计量误差和管损：

**调整流量计量装置：**在某些情况下，管理者可能会为了某种目的（如节能、降低成本等）而人为调整流量计量装置。这种调整可能是通过改变计量装置的设置、参数或校准方式来实现的。人为调整流量计量装置可能导致计量数据不准确或失真。因为调整后的计量装置可能无法准确反映实际的蒸汽流量情况，从而掩盖了真实的管损情况。这种掩盖可能导致管理者对蒸汽供热系统的运行状态和效率产生误判，进而影响决策和措施的制定。

**忽略蒸汽流量的准确计量：**有些管理者可能认为蒸汽流量的准确计量并不重要，或者由于疏忽大意而忽略了这一点。他们可能更关注蒸汽的供热效果、成本控制或其他方面的指标。忽略蒸汽流量的准确计量可能导致

管损被低估或忽视<sup>[3]</sup>。因为流量的准确计量是评估管损的重要基础之一。如果流量计量不准确或被忽视，就无法准确计算管损的大小和分布情况，进而无法采取有效的措施来减少管损和提高蒸汽供热系统的效率。<sup>[3]</sup>

## 2 蒸汽供热管线管损解决方法

### 2.1 优化蒸汽输送系统

#### 2.1.1 合理规划管道布局

在规划蒸汽管道布局时，需深入考虑多个因素以减少蒸汽输送距离和压损：一是最佳取汽点选择：应基于对整个蒸汽供热系统的全面分析，确定最佳的取汽点位置。这需要考虑蒸汽源头的位置、蒸汽的压力和温度要求，以及各用汽点的需求和分布。通过合理选择取汽点，可以缩短蒸汽输送距离，降低压损和能量损失。二是用汽车间位置规划：根据各车间对蒸汽的需求量和使用情况，合理规划用汽车间的位置。尽量将用汽车间靠近蒸汽源头或主要输送管道，减少分支管道的长度和数量，从而降低蒸汽在输送过程中的压力损失。三是管道路径优化：在规划管道路径时，应避开地形起伏较大或复杂区域，减少管道弯曲和变径的次数。同时，应考虑管道支撑结构的合理性和稳定性，确保管道在输送过程中不会因受力不均或振动而导致损坏或泄漏。

#### 2.1.2 选择合适的管道口径

在管道选型时，应综合考虑多个因素以选择最合适的口径：

**流量需求：**根据蒸汽的流量需求确定管道口径。过大的口径会导致蒸汽流速过低，增加散热损失；过小的口径则会使蒸汽流速过高，增加压力损失和管道磨损。

**（2）压力损失计算：**通过计算不同口径管道在特定流量下的压力损失，选择压力损失最小的口径。这需要考虑蒸汽的密度、流速、管道内壁粗糙度等因素<sup>[4]</sup>。**（3）经济性分析：**在满足流量和压力损失要求的前提下，进行经济性分析，选择性价比最高的管道口径。这需要考虑管道材料成本、安装费用、运行维护费用等因素。

#### 2.1.3 完善管道疏水系统

合理的疏水系统是确保蒸汽管道正常运行和减少压损的关键。在蒸汽输送管道的低点和易积水部位设置疏水点，确保及时排除管道内的凝结水。疏水点的设置应根据管道的长度、坡度、温度等因素进行确定。选用性能可靠、耐腐蚀、易维护的疏水阀，确保其能够准确感应管道内的凝结水并及时排出。同时，应定期对疏水阀进行检查和维护，防止其因堵塞、损坏或失灵而导致水聚集在管道内。建立疏水系统的监控系统，实时监测疏水点的运行状态和疏水效果。一旦发现疏水系统异常或

疏水效果不佳,应及时进行处理和调整。

## 2.2 加强管道保温与维护

### 2.2.1 提高保温效果

有效的保温措施可以减少蒸汽管道的热量损失和压损。选用导热系数低、密度轻、耐腐蚀、易施工的保温材料对蒸汽管道进行保温处理。同时,应考虑保温材料的耐高温性能和防火性能,确保其在高温环境下能够保持稳定。根据管道的直径、温度、环境条件等因素确定保温层的厚度和结构。保温层应紧密贴合管道表面,无空隙或裂缝,确保保温效果良好。定期检查保温层的完好性,及时修复破损或脱落部分。对于老化和损坏的保温材料,应及时进行更换或更新,确保保温层的保温性能始终保持在良好状态。<sup>[4]</sup>

### 2.2.2 加强管道维护

定期的管道维护可以延长管道的使用寿命和减少管损。制定定期检查计划,对蒸汽管道进行全面检查,包括管道表面、焊缝、支吊架、阀门等部位。检查过程中应特别注意管道是否有泄漏、腐蚀、变形等异常情况。对于检查中发现的管道问题,应及时进行处理和修复。对于泄漏部位,应尽快找到泄漏点并进行堵漏处理;对于腐蚀部位,应进行除锈和防腐处理;对于变形部位,应进行校正和加固处理<sup>[5]</sup>。除了定期检查外,还应进行预防性维护,如定期对管道进行清洗、除垢、涂漆等处理,以保持管道的清洁和光滑,减少摩擦阻力和压力损失。

## 2.3 提高蒸汽流量计量准确性

### 2.3.1 完善蒸汽流量计量系统

准确的蒸汽流量计量是评估管损和优化蒸汽供热系统的基础。选用精度高、稳定性好、适应性强、耐腐蚀的蒸汽流量计量装置。计量装置的选择应考虑蒸汽的流量范围、压力、温度、干度等因素,确保其能够准确计量蒸汽流量。定期对蒸汽流量计量装置进行校验和标定,确保其计量准确性。校验和标定过程中应使用标准流量源或已知流量的蒸汽进行比对测试,以验证计量装

置的准确性。加强对蒸汽流量计量过程的监控和管理,确保计量数据的准确性和可靠性。建立完善的计量数据记录和分析系统,对计量数据进行实时监测、分析和处理,及时发现并处理计量异常或误差。

### 2.3.2 提高管理人员素质

管理人员的专业素质和责任意识对于蒸汽供热管线的运行和维护至关重要。定期对蒸汽供热管线管理人员进行培训和教育,提高其专业素质和技能水平。培训内容应包括蒸汽供热管线的运行原理、维护要求、故障处理方法等方面。加强管理人员的责任意识培养,使其能够认真对待蒸汽供热管线的运行和维护工作。建立责任追究制度,对因疏忽大意或故意违规导致管损的管理人员进行严肃处理。鼓励管理人员之间的经验交流和学习,分享运行维护过程中的经验和教训。通过经验交流,可以提高管理人员的整体素质和水平,促进蒸汽供热管线的安全、高效运行。<sup>[5]</sup>

## 结语

蒸汽供热管线管损是一个复杂的问题,涉及多个方面的因素。通过深入分析管损原因,并采取相应的解决方法,可以有效降低蒸汽供热管线的管损率,提高能源利用效率和生产安全性。对于化工企业来说,加强蒸汽供热管线的管理和维护具有重要的现实意义和经济价值。

## 参考文献

- [1]景宇蓉.化工项目供热系统蒸汽管网和设备选型设计优化[J].化工管理,2020,(15):131-132.
- [2]戴康群.石油化工工艺装置中蒸汽管道配管的设计[J].化工管理,2023,(17):114-116.
- [3]唐智亮.煤化工项目管廊蒸汽管线自然补偿器设置研究[J].管道技术与设备,2022,(04):59-62.
- [4]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.
- [5]李潇,乔舰,刘岩,等.煤化工空分装置汽轮机高压蒸汽管线应力分析[J].盐科学与化工,2024,53(05):43-46.