

浅谈硫磺回收装置中蒸汽夹套管的应用

王 颖

洛阳智达石化工程有限公司 河南 洛阳 471000

摘要：硫磺回收装置是炼厂中重要的环保项目，通过化学方法将酸性气中的 H_2S 或其它含硫物质转化成硫磺，并使尾气能够达标排放。在硫磺回收装置中，蒸汽夹套管被广泛应用于伴热，以确保液硫和酸性气的正常输送。本文将从蒸汽夹套管的结构、工作原理、设计原则及应用特点等方面，详细阐述其在硫磺回收装置中的应用。

关键词：硫磺回收装置；蒸汽夹套管；应用

引言

硫磺回收装置是炼厂回收全厂酸性气中单质硫的环保工艺过程，其社会效益和经济效益显著。在硫磺回收装置中，蒸汽夹套管的应用对于确保液硫和酸性气的正常输送至关重要。本文旨在探讨蒸汽夹套管在硫磺回收装置中的应用及其相关设计原则。

1 蒸汽夹套管的结构与工作原理

1.1 结构特点

蒸汽夹套管是一种具有双层套管结构的特殊管道，其独特之处在于其内外两层管道的设计。内管主要用于输送工艺介质，如蜡油、烃类液体等，这些介质在工艺过程中需要保持一定的温度。而套管则作为热载体，其内部通入蒸汽，通过蒸汽的循环流动来加热和保温内管及其中的介质。蒸汽夹套管根据内管与套管的连接形式，可分为内管焊缝隐蔽型（全夹套）和内管焊缝外露型（半夹套）两种。全夹套结构中，内管的焊缝被完全包裹在套管内部，这种设计能够有效地保护焊缝免受外界环境的侵蚀，提高管道的整体强度和耐久性。而半夹套结构中，内管的焊缝部分外露，这种设计便于对焊缝进行检查和维修，同时在一定程度上降低了制造成本。无论是全夹套还是半夹套，蒸汽夹套管都通过内外管道之间的空隙形成蒸汽循环通道。这个通道的设计使得蒸汽能够均匀地围绕内管流动，从而实现对内管的全面加热和保温。此外，蒸汽夹套管还配备了相应的蒸汽进出口和冷凝水排放口，以确保蒸汽的循环流动和冷凝水的及时排放。

1.2 工作原理及优势

蒸汽夹套管的工作原理是基于蒸汽的循环流动和内管中介质的热交换。当内管中的介质温度下降时，蒸汽在内外管道之间的空隙中循环流动，通过热传导和对流的方式将热量传递给内管及其中的介质。蒸汽在冷凝过程中释放出大量的潜热，这些热量被内管中的介质吸

收，从而使其温度得到维持或提升。蒸汽夹套管的优势在于其高效、灵活的加热保温能力。通过调节蒸汽的流量和温度，可以精确地控制内管中介质的温度，满足不同的工艺需求^[1]。同时，蒸汽夹套管的结构设计使其能够适应各种复杂的管道布局和工作环境，为工艺过程的顺利进行提供了有力保障。此外，蒸汽夹套管还具有易于维护、使用寿命长等特点。由于其双层套管结构和蒸汽循环加热方式，使得管道内部的介质与外界环境相对隔离，减少了腐蚀和磨损的可能性。同时，蒸汽夹套管的制造材料和工艺也经过了严格的筛选和测试，确保其能够承受高压、高温等恶劣工况的考验。^[1]

2 蒸汽夹套管在硫磺回收装置中的应用特点

2.1 酸性气管道

在硫磺回收装置中，酸性气管道承担着输送含有 H_2S 、 SO_2 等有毒有害气体的重任。这些气体在低温下极易与水蒸气结合，生成具有强腐蚀性的酸液，对管道材质构成严重威胁。若管道温度控制不当，不仅会导致管道壁厚减薄、泄漏风险增加，还可能引发严重的安全事故。针对这一特殊需求，酸性气管道的伴热方式选择显得尤为重要。根据相关行业标准及实践经验，对于输送有毒介质且需进行伴热的管道，半夹套伴热方式以其独特的优势脱颖而出。与全夹套相比，半夹套伴热在保持高效加热的同时，其焊缝外露的设计更便于日常的检查与维护，有助于及时发现并处理潜在的焊缝问题，确保管道系统的长期稳定运行。在硫磺回收装置的酸性气管道设计中，蒸汽夹套管的具体应用体现出了高度的专业性和针对性。首先，通过精确计算管道的热负荷和蒸汽的流量，确保了蒸汽夹套管能够提供足够的热量，以维持管道内介质的温度，有效防止 H_2S 等气体的冷凝。其次，蒸汽夹套管的双层套管结构，不仅增强了管道的保温性能，还通过内外管之间的蒸汽循环，实现了热量的均匀传递，避免了局部过热或过冷的现象^[2]。此外，蒸汽

夹套管还配备了完善的蒸汽进出口和冷凝水排放系统,确保了蒸汽的循环利用和冷凝水的及时排出,提高了整个系统的能效和环保性能。蒸汽夹套管在硫磺回收装置的酸性气管道中的应用,不仅解决了管道防腐、保温和防冷凝的难题,还通过其高效、可靠的伴热性能,为装置的安全、稳定运行提供了有力保障。这一技术的应用,不仅体现了石化行业对设备安全性和可靠性的高度重视,也展示了蒸汽夹套管在复杂工况下的卓越性能和广泛应用前景。

2.2 液硫管道

在硫磺回收装置的复杂工艺体系中,液硫的输送是一个至关重要的环节。硫磺作为一种具有特殊物理性质的物质,其熔点为113℃,在130-160℃的温度区间内,液硫展现出最佳的流动性,粘度达到最低值。这一独特的黏温特性对液硫管道的输送效率提出了极高的要求,任何温度的波动都可能导致液硫状态的改变,进而影响整个装置的运行稳定性。为了确保液硫在输送过程中始终保持理想的液态,避免因温度降低而引发的凝固和堵塞问题,液硫管道的设计必须融入高效且可靠的伴热系统。在众多伴热技术中,全夹套管伴热凭借其卓越的性能脱颖而出,成为液硫管道伴热的首选方案。全夹套管伴热系统通过双层套管的结构设计,实现了蒸汽在内外管道之间的循环流动。蒸汽作为热载体,通过热传导和对流的方式,将热量均匀地传递给内管及其中的液硫。这种伴热方式不仅确保了液硫在输送过程中的温度稳定,还通过精确的温控系统,实现了对液硫温度的精细调节,满足了不同工艺阶段对液硫温度的不同需求。针对液硫的黏温特性,全夹套管伴热系统进行了精细化的设计。首先,通过精确的热负荷计算,确定了蒸汽的流量和温度,确保了伴热系统能够提供足够的热量,以维持液硫的适宜温度。其次,全夹套管的结构设计充分考虑了液硫管道的实际布局和工作环境,确保了蒸汽能够均匀地围绕内管流动,避免了局部过热或过冷的现象。此外,全夹套管伴热系统还配备了先进的温控装置和传感器,能够实时监测液硫的温度变化,并根据实际需求进行自动调节,实现了伴热过程的智能化和自动化。全夹套管伴热系统在液硫管道中的应用,不仅提高了输送效率,还降低了能耗和运行成本。其双层套管结构有效地减少了热量散失,提高了伴热效率。同时,全夹套管的结构设计使得其易于维护和检修,降低了运行过程中的故障率,提高了装置的整体可靠性。

2.3 管道材质与连接

蒸汽夹套管作为硫磺回收装置中的关键组件,其内

管和套管的材质选择以及连接方式的设计,直接关系到整个系统的耐腐蚀性、稳定性和可维护性。因此,在进行蒸汽夹套管的设计时,必须对其材质和连接方式进行精细化的考量。首先,针对介质的腐蚀性,蒸汽夹套管的内管和套管材质需进行慎重选择。对于一般性的腐蚀介质,碳钢因其良好的机械性能和相对低廉的成本,常作为首选材质。然而,在面对强腐蚀性介质时,如含有高浓度 H_2S 的酸性气或高温液硫,不锈钢则因其优异的耐腐蚀性能而更受青睐。不锈钢不仅能有效抵抗介质的腐蚀,还能在高温下保持稳定的机械性能,确保蒸汽夹套管的长久稳定运行。在连接方式的设计上,全夹套管和半夹套管因其结构差异而采用不同的连接方式。全夹套管因其内管焊缝隐蔽,通常采用夹套法兰进行连接。夹套法兰不仅确保了内管与套管之间的紧密连接,还便于管道的拆卸和检修^[3]。而半夹套管则因其内管焊缝外露,更适合采用管帽或端板进行连接。这种连接方式不仅简化了安装过程,还降低了制造成本,同时便于对焊缝进行定期检查和维修。此外,在蒸汽夹套管的设计中,还需充分考虑管道的坡度和检修要求。合理的管道坡度设计能够确保冷凝水的顺利排放,避免积液对管道造成腐蚀或堵塞。同时,为了满足检修需求,蒸汽夹套管的设计应便于拆卸和更换,且应设置足够的检修空间,以便对管道进行定期的检查和维护。^[2]

3 硫磺回收装置中蒸汽夹套管的设计原则

硫磺回收装置作为石化行业中的重要组成部分,其内部管道系统的设计与布置直接关系到装置的运行效率、安全性和维护便捷性。蒸汽夹套管作为其中关键的伴热元件,其设计更是需要遵循一系列严格的原则,以确保其能够满足生产需求,同时降低运行成本和维护难度。以下是对硫磺回收装置中蒸汽夹套管设计原则的阐述。

3.1 坡度要求的精确控制

在硫磺回收装置中,蒸汽夹套管主要用于输送液硫和酸性气等介质。为了防止这些介质在管道中凝结,导致堵塞或腐蚀,蒸汽夹套管必须具有一定的坡度。特别是对于液硫管道,由于其粘度随温度变化显著,且易在低温下凝固,因此坡度的控制尤为重要。根据实践经验,液硫管道的最小坡度通常设定为30:1000,即每1000米管道长度上,应有30米的高度差。这一坡度设计不仅确保了液硫在管道中的顺畅流动,避免了因凝固而导致的堵塞问题,还有助于冷凝水的自然排放,减少了管道内部的腐蚀风险。同时,坡度的合理设置还有助于提高蒸汽夹套管的伴热效率,确保介质在输送过程中始终保持适宜的温度。在实施坡度设计时,还需考虑管道的实

际布局 and 地形条件。对于复杂或受限的布置环境，应通过详细的计算和分析，确定最优的坡度方案。此外，还应在设计过程中预留一定的调整空间，以应对实际施工过程中可能出现的偏差或变化。^[3]

3.2 检修要求的全面考虑

蒸汽夹套管作为长期运行的设备，其检修和清理是确保装置稳定运行的重要环节。因此，在设计阶段就应充分考虑检修的便捷性和可操作性。首先，管道布置应避免出现死角或“U”形弯等难以清理的部位。这些部位容易积聚杂质和凝液，导致管道堵塞或腐蚀。若因工艺需求无法避免此类布置，应在管道的低点处设置排液阀，以便定期排放积聚的凝液和杂质。其次，蒸汽夹套管的隔板、端板、蒸汽入口及凝液出口等关键部件的布置也应进行合理规划。隔板应设置在管道的适当位置，以确保伴热蒸汽能够均匀分布并充满整个夹套空间。端板则应设计得便于拆卸和更换，以便在检修时能够快速打开夹套进行清理和维护^[4]。蒸汽入口和凝液出口的位置应便于连接和操作，确保伴热蒸汽的顺利输入和凝液的顺畅排出。此外，在设计过程中还应考虑检修通道的设置。蒸汽夹套管通常布置在装置的复杂区域，因此应确保有足够的检修空间供操作人员进出和作业。同时，还应考虑检修时所需的工具和设备是否能够顺利到达检修位置，并预留必要的操作空间。

3.3 支架安装的科学规划

蒸汽夹套管的支架安装是确保其稳定运行的关键环节。支架的设计应根据管道的坡度和重量进行合理计算和分析，以确保其能够承受管道及其内部介质的全部重量，并保持稳定。对于坡度较大的管道段，应采用弹簧支吊架进行支撑。弹簧支吊架能够根据管道的实际负荷和位移进行自动调整，确保管道在运行过程中始终保持

稳定。在安装弹簧支吊架时，应严格按照设计图纸和安装说明进行操作，并在管道压力试验结束后进行调整和校验。调整过程中应记录相关数据，以便后续维护和检修时参考。对于位移较大的管道支架，其安装位置应严格按设计提供的偏位安装值确定。在安装前应进行详细的测量和定位，确保支架的安装位置准确无误。同时，还应考虑管道在运行过程中可能产生的热胀冷缩等变形因素，预留一定的调整余量。此外，在支架的安装过程中还应注意以下几点：首先，支架的材质和规格应符合设计要求，确保其具有足够的承载能力和稳定性；其次，支架的安装应牢固可靠，不得出现晃动或松动现象；最后，支架的布置应合理有序，不得影响管道的正常运行和检修操作。^[4]

结语

蒸汽夹套管在硫磺回收装置中具有重要的应用价值，通过其高效的伴热作用，确保了液硫和酸性气的正常输送。在设计蒸汽夹套管时，应充分考虑介质的特性、管道材质、连接形式、坡度要求、检修要求以及支架安装等因素，以确保蒸汽夹套管能够正常运行并满足生产需求。

参考文献

- [1]杨振楠.浅谈硫磺回收装置夹套管道的设计[J].石油与天然气化工,2021,50(05):28-32.
- [2]王翹楚.硫磺回收装置中夹套管在PDMS中建模设计探讨[J].山东化工,2021,50(12):178-180.
- [3]张艳丽.浅谈硫磺回收装置的平面布置和管道设计[J].广州化工,2019,47(10):119-120+136.
- [4]青小柯,方志华.硫磺回收装置液硫夹套管线设计要点[J].辽宁化工,2023,52(07):999-1001+1005.