

化工企业透平压缩机空冷器

冬季操作技术优化及经济性分析

王宝盆（国能新疆化工有限公司，新疆 乌鲁木齐 831408）

摘要：本研究关注化工企业透平压缩机空冷器在冬季的操作效率优化。通过分析历史操作数据和维修记录，识别了低温对性能的影响，并评估了操作策略。研究发现，通过定制化维护和优化操作参数，可提高低温环境下的可靠性和性能，提高能效，减少停机时间和运行成本，使其在特殊环境下仍能达到运行的最佳经济性。

关键词：化工企业；透平空冷器；冬季操作；性能优化；经济性

随着中国化工产业的迅速发展，离心式压缩机成为关键设备，尤其在冬季寒冷气候对透平空冷器的运行影响显著，存在效率降低和结冰风险。尽管有关压缩机运行效率的研究众多，但对于冬季透平空冷器性能优化的研究相对缺乏。本研究旨在通过分析冬季操作特点和历史数据，提出有效的透平空冷器优化操作模型，使其在冬季处于理想的运行状态，为理论和实际应用提供指导。

1 冬季条件下透平空冷器的操作原理与挑战

1.1 透平空冷器的工作原理

透平空冷器是工业过程中广泛使用的热交换设备，它的主要作用是降低工艺气体或蒸汽的温度。在生产过程中，透平空冷器通过将高温气体与外部空气接触，实现热量的有效传递。工作时，热气体在内部管道中流动，而空气则被风扇吸入或自然流入，并在管道外部流动。通过这种方式，气体释放热量给空气，降低了自身温度并在一定条件下实现凝结。

1.2 冬季条件下的主要挑战

1.2.1 冷却效率问题

在冬季，由于环境温度的显著下降，空冷器的冷却效率会受到影响。一方面，低温可导致系统内部工作介质过度冷却，另一方面，可能需要增加更多的能量来维持设备内部气体的温度，以防止凝结点以下的运行，这增加了操作成本。

1.2.2 结冰风险

冬季最大的风险之一就是空冷器管束的结冰。低温环境下，空气中的水分在透平空冷器的管壁或翅片上凝结并形成冰霜。这不仅减少了有效的热交换面积，还可能导致管道堵塞，影响设备的正常运行，甚至引发安全事故。

1.2.3 材料脆化与设备损坏

冬季低温也会导致设备中金属材料的脆化，特别

是在频繁的温度变化中，脆化更加显著。这可能导致裂纹的产生，进而引发泄漏或设备破损。

1.2.4 操作复杂性增加

在冬季操作中，由于外界温度和工艺需求的差异，原有的操作参数可能不再适用。操作人员需要对设备进行更加频繁的监控和调整，这不仅增加了操作难度，也要求操作人员具备更高的技术水平和经验。

2 优化透平空冷器冬季操作的研究案例与评估

本研究采用综合数据收集和分析方法，包括历史气候数据和透平空冷器运行数据。重点关注的操作参数和性能指标包括进气温度和压力、凝结水温度、流量及热交换效率。使用统计分析软件对数据进行多元回归和方差分析，评估不同参数对性能的影响。同时，运用计算流体动力学（CFD）模拟技术优化操作参数。此外，通过分析冬季操作中的经验教训和案例研究，提取出宝贵经验，为实用操作建议和维护策略提供依据。

2.1 实际案例分析

2.1.1 案例一：过度冷却与能耗增加

在某化工厂，透平空冷器在冬季遇到了严重的过度冷却问题。由于外部气温降至 -20°C ，系统中的气体温度远低于设计温度，造成烯烃在管道中的部分凝结。这不仅影响了分离效率，而且导致能耗显著增加，因为必须启动额外的加热设备来避免管道内的冻结。

2.1.2 案例二：结冰引发设备故障

在另一冬季事件中，未能及时检测到的冰堵在透平空冷器内形成。随着冰块的形成，冷却效率急剧下降，最终导致透平空冷器的某些管道因冰的膨胀而破裂。这一事件导致了昂贵的维修成本和为期数日的生产停滞。

2.2 影响的量化与评估

2.2.1 能耗量化

通过比较正常和冬季操作条件下的能耗数据，发

现冬季操作期间的能耗平均增加了 25%。这一数据通过监控热量损失和额外加热需求得出,反映了因外部低温条件导致的效率降低和能耗增加。

2.2.2 效率下降评估

结冰现象造成的管道阻塞和热交换面积减少,直接影响到透平空冷器的热交换效率。通过对比冬季和非冬季操作数据,发现热交换效率平均下降了约 15%。这一降低的效率在烯烃生产的量化中体现为产量的下降。

2.2.3 维护成本的增加

由于冬季操作的特殊性,设备维护的频率和难度增加,从而导致维护成本显著升高。数据显示,冬季维护成本比夏季增加了 30%,其中包括了设备检修、零件更换以及因设备故障导致的非计划停机损失。

2.2.4 安全性问题

结冰和材料脆化不仅影响操作效率,还可能带来安全风险。冬季期间由于材料脆化导致的设备泄漏事件比夏季增加了两倍,这需要通过加强巡检和采取适当的预防措施来管理。

2.2.5 操作复杂性

冬季操作的复杂性提高了对操作人员的要求,这在人员培训和操作失误的增加中体现出来。据统计,操作失误在冬季比其他季节高出 20%,反映出在极端条件下,即便是经验丰富的操作人员也面临更大的挑战。

3 透平压缩机空冷器冬季操作经验的总结

3.1 严格的温度监测与预警

冬季操作中,气候条件对透平空冷器的性能影响巨大。实践中,通过安装先进的温度监测设备,操作团队能够实时获得空冷器管束表面的温度监测,提前进行风险评估。低温警报系统能够在温度下降到可能导致设备结冰之前提供预警,使操作人员有充足时间调整流程和操作参数,提高了设备的运行安全性,也减少了突发性气候变化引发的紧急情况处理成本。

3.2 及时的系统检查与维护

冬季期间,系统的可靠性显得尤为关键。本研究通过提高巡检频率,特别是在低温周期前后,可以确保关键部件如风机轴承、密封件和管线保持良好的工作状态。加强易受低温影响的部件检查,比如空冷管束和风机叶片,可以避免低温导致的脆性断裂和操作失灵。在操作上,增加预热程序和对关键部件的隔热措施,以及确保所有加热系统工作正常,都是必不可少的维护行动,从而在不影响生产的前提下,保障设备的安全稳定运行。

3.3 应对结冰的有效措施

结冰问题是冬季操作中一个常见而棘手的问题。

通过对结冰原因和影响的深入分析,制定了一套有效的结冰应对措施。包括在关键节点安装电加热带或使用热交换器循环热防冻液,保证设备在低温环境下也能正常运行。在发现结冰迹象时,可通过调节循环流量来提升系统的内部温度,直至主系统的结冰问题被解决。这些方法的应用大幅度提高了设备在冬季的可用性和可靠性,降低了因结冰导致的停机风险。

4 透平压缩机空冷器冬季操作技术优化的相关内容

4.1 智能化调控系统

在现代烯烃分离装置的运行中,智能化调控系统的作用不容忽视。本研究通过实时数据处理和自动调节机制,使透平空冷器的运行参数(如风机频率、风扇转向等)能够即时响应外部气候的变化。例如,通过安装智能感应器和执行器,系统能够在温度下降到预设阈值时自动增加风扇速度或停风机、风机反转回暖等,以提高热交换率。智能化系统的引入还能够实现故障预警和预测性维护,减少意外停机的可能,在提高能效和设备运行可靠性的同时,也优化了维护成本和计划。

4.2 环境适应性设计

对于透平空冷器,冬季适应性设计的重要性不仅体现在材料选择上,还包括对整体结构和流体动力学的优化。使用低温冲击韧性高的材料可以显著提高设备的耐冻性能。同时,优化管道设计,如预设倾斜角度和增设热保护层,可以有效减少冷凝液滞留,从而降低结冰的概率。此外,应考虑增设旁路和排空系统,以便在极端低温下快速排除体系内的液体,避免因膨胀破坏管道或设备。

4.3 操作参数的动态优化

操作参数的动态优化是保证冬季运行效率和安全的关键环节。利用先进的模拟和优化工具,可以根据即时的气候数据和设备反馈,动态调整操作条件。这不仅包括温度、流速和压力等物理参数,还应包括化学反应条件的调整,以最大限度提高热交换效率和化学品质。通过建立一套综合的操作参数数据库,结合机器学习算法,实现了在不同气候条件下的自动参数调节,大幅提升了系统的响应速度和能源利用率。

4.4 人员培训与管理

对操作人员进行有效的培训,特别是在冬季特有的操作挑战和应急措施方面,是提高整个操作团队应对突发状况能力的必要措施。在此次研究中,定期的培训和演习帮助操作团队更熟悉设备的冬季特性和操作风险,确保在极端天气条件下可以迅速、有效做出响应。此外,优化管理流程,建立起快速决策和沟通机制,使得团队在面对复杂情况时,能够保持高效的

运作和决策速度。

5 透平压缩机空冷器设备和维护的改进措施

5.1 加强设备保温

保温是防止关键设备由于寒冷天气而下降性能或发生故障的基础措施。在冬季严寒的环境下,未经适当保温的设备容易出现结冰,导致运行效率下降,甚至设备损坏。因此,建议在透平空冷器及相关管束上施加高效的保温层。通过使用高性能的绝热材料以及定期检查保温层的完整性,有效地防止由于低温造成的能量损耗和潜在的设备风险。

5.2 引入自动化融雪系统

自动化融雪系统的引入,旨在解决透平空冷器在冬季积雪和冰层形成的问题。在本研究的案例中,通过在冷却器的关键部位安装电热带和其他加热元件,可以主动防止积雪和冰层对热交换效率的影响。这些系统可以根据温度传感器的反馈自动启动,确保即使在无人值守的情况下也能保持设备的最佳运行状态。

5.3 优化维护流程

针对冬季的特殊条件,维护流程的优化是保证设备稳定运行的关键。本研究建议制定一套详细的冬季维护计划,其中包括更频繁的检查周期和对易受低温影响部件的特别关注。此外,所有的维护工作应当考虑到低温工作环境的特殊工具和安全措施,确保维护人员的安全以及维护活动的有效性。

5.4 改进故障检测技术

在寒冷环境中,传统的故障检测方法可能不够有效。因此,采用高科技的故障诊断工具,如振动分析仪和红外热像仪,这些工具可以更早期地发现设备的微小异常,并在问题成为严重故障之前采取预防措施。对这些技术的投资,可以降低停机时间和维护成本,确保整个系统的高效和可靠运行。

6 透平压缩机空冷器冬季操作技术优化的经济性

6.1 保证稳定运行,节约了多项成本

通过温度监测与预警技术的应用,解决了透平压缩机空冷器在冬季运行中的低温挑战,可见,冬季里先进的温度监测和预警系统的应用是至关重要的。设备关键部位安装高精度温度传感器,实时监控设备的温度变化。一旦检测到温度异常,智能预警系统将立即发出警报,使操作人员能及时作出反应,调整系统参数或采取必要措施。这项技术应用确保系统在恶劣的冬季环境中稳定运行,节约了人工成本、检测成本和维修成本。

6.2 设备高效稳定运行,实现利润增长

为了有效防止透平压缩机空冷器在冬季发生结冰,可以在关键节点安装电加热带或利用热交换器循

环热防冻液。这些措施有助于维持设备内部的适宜温度,防止由于低温造成的运行阻碍。同时,定期检查这些加热设备的运行状态,有效确保空冷器在关键时刻仍然能够继续正常工作,是维持设备正常运行的关键。通过远程监控,操作人员可以实时掌握系统状况,并在需要时远程调整设置。提高了系统的响应速度和灵活性,还有助于降低能耗,提升整体运行效率,这些策略和建议的综合应用,将提高透平空冷器在冬季的操作性能,保障连续性和效率。一直保持长效和稳定的生产运行,与同期相比给化工企业带来了利润的增长。

6.3 检查和维护措施,实现了经济效益

化工企业在冬季对透平压缩机空冷器系统的全面检查和维护尤为重要,特别是对于风机轴承、密封件和管线等关键部件,增加了巡检频率,并制定严格的检查标准。非常有利于及时发现并解决潜在问题,避免因低温环境引发的设备故障,降低了维护和经常更换零部件的材料成本。通过定期检查确保系统在严寒条件下的可靠运行,减少了耗材的支出。故障前的预防措施,有效降低了频繁维修导致对生产的不利影响,避免了停产停工造成的经济损失,高效管理为企业创造了可观的财富。

6.4 技术进步,带来了市场效益

化工企业透平压缩机空冷器的操作调控进一步向智能化系统迈步。智能化调控系统结合了实时数据处理和自动调节机制,能够根据外部气候的变化自动调整系统参数,优化运行效率,实现经济效益。在技术发展背景下,透平压缩机空冷器的冬季操作的成功实例,很具有借鉴和推广价值,技术和管理的输出也为企业带来一定的经济效益,技术优化后企业整体的经济效益因此得到有效提升。

7 结论

化工企业冬季透平空冷器操作的经验及优化策略,各项措施对稳定生产至关重要。引入智能调控系统、环境适应性设计和操作参数优化,以及加强人员培训,能显著提升设备运行效率和可靠性。建议加强设备保温,引入自动融雪系统,优化维护流程,适应极端冬季气候。未来研究应验证策略普适性,并探索结合人工智能等先进技术,实现更精准高效的操作管理。

参考文献:

- [1] 金磊,等.影响烯烃分离装置反应气压缩机稳定运行的原因及应对措施[J].化工设计通讯,2019(4):2.
- [2] 李万林.大型甲醇合成装置压缩机透平空冷器冬季操作经验与总结[J].杭州化工,2020,50(4):7.