

活塞式和螺杆式压缩机在天然气现场应用分析

韩宋伟

国家管网集团西北公司山西输油气分公司 山西 晋城 048000

摘要: 活塞式和螺杆式压缩机在天然气现场应用中各有优势。活塞式压缩机适应性强,适用于多种工况,但效率相对较低;螺杆式压缩机则以其高效、稳定的特点,在大型天然气项目中表现卓越。两者在技术性能、经济效益、安全可靠等方面均有不同考量。本文通过分析两种压缩机的特点和应用案例,旨在为天然气行业提供选择合适的压缩机类型的参考,以满足不同场景下的应用需求。

关键词: 活塞式压缩机;螺杆式压缩机;天然气现场应用

引言: 随着天然气工业的不断发展,压缩机作为天然气处理、输送和增压的关键设备,其应用变得日益重要。活塞式压缩机和螺杆式压缩机作为两种常见的压缩机类型,在天然气现场有着广泛的应用。本文旨在对比分析这两种压缩机在天然气现场的应用性能,包括技术性能、应用场景、经济性以及安全性与可靠性等方面。通过对两者优缺点的深入探讨,旨在为天然气行业选择合适的压缩机类型提供参考依据。

1 活塞式压缩机在天然气现场的应用

1.1 活塞式压缩机的工作原理

活塞式压缩机的工作原理主要是通过活塞在气缸内的往复运动来实现气体的压缩。当活塞从一端向另一端移动时,气缸内的容积逐渐减小,气体分子间的距离被压缩,从而实现气体的压缩。在此过程中,压缩机需要消耗一定的功,将机械能转化为气体的内能。同时,活塞式压缩机也通过其独特的制冷循环来实现气体的冷却,保证压缩过程的高效稳定进行。

1.2 活塞式压缩机的特点

(1) 适用压力范围广: 活塞式压缩机可以根据不同的压力需求,通过调整气缸容积和活塞行程等参数,实现宽范围的压力输出。这使得活塞式压缩机在天然气现场能够应对不同压力和流量的需求。(2) 压缩效率高: 由于活塞式压缩机的压缩过程是通过活塞的直接作用来实现的,因此其压缩效率较高。同时,通过合理的气路设计和优化,可以进一步降低压缩过程中的能量损失,提高压缩机的整体性能。(3) 适用性强: 活塞式压缩机结构简单、易于制造和维护,且能够适应各种复杂的工作环境和气体介质。这使得活塞式压缩机在天然气行业

中得到了广泛应用,尤其是在石油天然气开采、输送和增压等领域^[1]。

1.3 活塞式压缩机在天然气现场的实际应用案例

(1) 家用空调与汽车空调系统: 虽然家用空调和汽车空调系统的压缩机通常采用旋转式压缩机或涡旋式压缩机,但在某些特殊情况下,如需要高压或低温制冷的场合,活塞式压缩机也能够发挥重要作用。例如,在某些实验室或工业环境中,需要用到高压或低温气体时,活塞式压缩机就可以作为可靠的冷源。(2) 石油天然气行业的输送、增压与注气: 在石油天然气行业中,活塞式压缩机被广泛应用于气体的输送、增压和注气等环节。例如,在天然气管道输送过程中,需要通过活塞式压缩机对天然气进行增压,以保证其能够在长距离输送中保持足够的压力和流量。此外,在石油开采过程中,也需要使用活塞式压缩机对油井进行注气作业,以提高油井的采收率和经济效益。(3) 实验室天然气加气站的应用: 在实验室或科研机构中,需要用到大量的天然气作为研究或实验的原料。此时,活塞式压缩机可以作为实验室天然气加气站的核心设备之一,为实验室提供稳定、可靠的高压天然气供应。通过精确控制活塞式压缩机的输出压力和流量,可以确保实验室的天然气供应满足实验需求。

1.4 活塞式压缩机在天然气现场的优势与不足

(1) 优势: 首先,活塞式压缩机具有较强的适应性,能够应对各种复杂的工作环境和气体介质;其次,其压缩效率高且结构简单易于维护;最后,活塞式压缩机还可以根据实际需求进行定制化设计,以满足不同场合的需求。(2) 不足: 首先,由于活塞式压缩机是通过往复运动来实现压缩的,因此其转速和功率往往受到一定限制;其次,在压缩过程中可能会产生一定的振动和噪声;最后,在某些特定场合下(如需要高精度控制和调

作者简介: 韩宋伟, 1984.01.05, 男, 汉族, 山西黎城, 国家管网西北公司山西输油气分公司沁水作业区, 主要研究方向: 天然气长输气管道运行管理。

节的场合), 活塞式压缩机的性能可能无法满足要求。

2 螺杆式压缩机在天然气现场的应用

2.1 螺杆式压缩机的工作原理

螺杆式压缩机的工作原理是基于一对相互啮合的旋转螺杆, 即阴阳转子。当这两个转子按照设定的方向旋转时, 它们会在转子之间形成一个不断变化的压缩腔室。随着转子的转动, 这个腔室的容积会逐渐减小, 从而压缩腔室内的气体。具体来说, 螺杆式压缩机的工作过程可以分为吸气、压缩和排气三个阶段。在吸气阶段, 气体通过进气口被吸入压缩腔室中; 在压缩阶段, 随着转子的转动, 腔室容积不断减小, 气体分子间的距离被压缩, 气体压力逐渐升高; 在排气阶段, 当腔室容积达到最小值时, 气体被排出压缩机, 完成整个压缩过程。

2.2 螺杆式压缩机的特点

(1) 转速高、质量轻。螺杆式压缩机通常采用高速电机驱动, 转速较高, 可以实现较高的气体流量和较低的压缩比。同时, 由于其结构紧凑、设计合理, 使得螺杆式压缩机的整体质量较轻, 便于安装和移动。(2) 动力平衡性能好。由于螺杆式压缩机的阴阳转子在啮合过程中具有较好的动力平衡性能, 因此其在运行过程中产生的振动和噪声相对较小。这不仅可以提高设备的运行稳定性, 还可以减少对周围环境和设备的影响。(3) 结构简单紧凑, 维修简单。螺杆式压缩机的结构相对简单, 主要由阴阳转子、机壳、轴承、密封件等部件组成。这种设计使得螺杆式压缩机的制造和维修成本较低, 同时也有利于设备的维护和保养。

2.3 螺杆式压缩机在天然气现场的实际应用案例

(1) 油田原油生产中的石油伴生气增压。在油田原油生产过程中, 石油伴生气通常需要进行增压处理才能满足后续工艺的需求。螺杆式压缩机因其高效、稳定的压缩性能而被广泛应用于石油伴生气的增压过程中。通过调整螺杆式压缩机的转速和功率等参数, 可以实现石油伴生气的稳定增压和输送。(2) 供气干线末端大型天然气设备的增压与稳定供气。在天然气供气干线末端, 由于气压降低、气量波动等因素, 可能需要使用螺杆式压缩机对天然气进行增压和稳定供气。螺杆式压缩机通过精确控制输出压力和流量等参数, 可以确保天然气供应的稳定性和可靠性。同时, 其高转速、高效率的特点也使得螺杆式压缩机在大型天然气设备增压方面具有较高的优势。(3) 负压及特种场合下的气体压缩与增压输送。在一些特殊的工业场合下, 如负压环境或需要处理特殊气体的场合, 螺杆式压缩机也能够发挥其独特优势。通过调整螺杆式压缩机的设计和材料选择等参数,

可以使其适应不同的工作环境和气体介质要求。同时, 其高效、稳定的压缩性能也可以确保在这些特殊场合下实现气体的压缩和增压输送。

2.4 螺杆式压缩机在天然气现场的优势与不足

(1) 优势: 1) 转速高、效率稳定: 螺杆式压缩机通过高速电机驱动实现高速旋转, 使得气体能够在较短时间内完成压缩过程并达到较高的压力值。同时, 由于其动力平衡性能好和结构紧凑等特点, 使得螺杆式压缩机在运行过程中具有较高的效率和稳定性。2) 适应性强: 螺杆式压缩机可以适应不同的工作环境和气体介质要求, 且具有较好的调节性能和可控性。这使得螺杆式压缩机在天然气现场的应用中具有较高的灵活性和可靠性^[2]。(2) 不足: 1) 存在噪声: 尽管螺杆式压缩机在振动和噪音方面有所改进, 但由于其工作原理的限制, 在高速旋转过程中仍然会产生一定的噪声。在某些对噪音有严格要求的场合, 可能需要采取额外的降噪措施。2) 辅助设备庞大: 螺杆式压缩机通常需要配备较大的电机、冷却器和分离器等辅助设备, 以确保压缩机的正常运行。这使得整个压缩系统的占地面积和重量相对较大, 增加了安装和运输的难度和成本。

3 活塞式与螺杆式压缩机在天然气现场的对比分析

3.1 技术性能对比

(1) 压力范围。活塞式压缩机和螺杆式压缩机在压力范围上存在一定差异。活塞式压缩机由于其结构和工作原理的特点, 通常能够在较宽的压力范围内工作, 适用于多种不同压力要求的场合。而螺杆式压缩机则更适用于中等至高压力范围的压缩需求, 能够满足大多数天然气工业的应用要求。(2) 压缩效率。压缩效率是衡量压缩机性能的重要指标。在同等条件下, 螺杆式压缩机通常具有较高的压缩效率, 能够更有效地将机械能转化为气体的内能。而活塞式压缩机的压缩效率则相对较低, 但其适应性强, 可以在较宽的压力范围内保持较为稳定的压缩效率。(3) 气体流量。气体流量是反映压缩机处理能力的重要指标。在相同压力下, 螺杆式压缩机通常具有较大的气体流量, 能够满足大型天然气设施对气体流量的高需求。而活塞式压缩机在气体流量方面相对较小, 更适用于中小型天然气设施或特定需求的应用场合^[3]。

3.2 应用场景对比

(1) 家用与工业用途的区别。活塞式压缩机由于其结构简单、价格低廉、易于维护等特点, 广泛应用于家用空调、冰箱等制冷设备中。在天然气行业中, 活塞式压缩机通常用于小型天然气设施或特定的气体压缩需求

中。而螺杆式压缩机则更多地应用于大型天然气开采、输送和储存等工业领域，能够满足高压、大流量的气体压缩需求。（2）不同压力需求下的选择。在天然气行业中，不同的应用场合对压缩机的压力要求不同。对于低压天然气设施，如城市燃气供应站等，可以选择活塞式压缩机或小型螺杆式压缩机；而对于高压天然气设施，如天然气输送管道、天然气增压站等，则需要选择大型螺杆式压缩机或更高性能的压缩机类型。

3.3 经济性对比

（1）设备成本。在设备成本方面，螺杆式压缩机的价格通常高于活塞式压缩机。这是因为螺杆式压缩机具有更高的技术要求和更复杂的结构，制造成本相对较高。然而，在考虑设备成本时，还需要综合考虑压缩机的使用寿命、维护成本以及运行效率等因素。（2）维护成本。在维护成本方面，螺杆式压缩机和活塞式压缩机各有特点。螺杆式压缩机的结构相对复杂，需要较高的维护技能和专业知 识，因此其维护成本通常较高。而活塞式压缩机结构简单、易于维护，但由于其对气体清洁度要求较高，可能需要更多的气体净化和干燥处理设备，从而增加了整体维护成本。（3）能耗成本。在能耗成本方面，螺杆式压缩机通常具有更高的压缩效率和更低的能耗。由于其转速高、效率高，可以在较短的时间内完成压缩过程，从而降低了能耗成本。而活塞式压缩机虽然效率较低，但其适应性强、可以在较宽的压力范围内保持稳定的压缩效率，因此在某些特定场合下也具有较低的能耗成本。

3.4 安全性与可靠性对比

（1）设备故障率。在设备故障率方面，虽然两种压缩机各有特点，但总体来说，螺杆式压缩机由于采用了更先进的设计和制造工艺，具有相对较低的故障率。同时，螺杆式压缩机的运行稳定性和耐用性也相对较高，能够保证长期、稳定的气体供应。相比之下，活塞式压缩机虽然也能够 在大多数情况下保持稳定运行，但在某些特定的运行环境或使用条件下，如气体中含有杂质、

高湿环境等，其故障率可能会略有增加。（2）运行稳定性。螺杆式压缩机在运行稳定性方面表现出色。由于其阴阳转子间的啮合运动较为平稳，且具有较高的转速和压缩效率，使得螺杆式压缩机能够在高负荷、连续运行的状态下保持稳定工作。这对于需要持续稳定供气的天然气设施尤为重要。相比之下，活塞式压缩机的运行稳定性稍逊一筹，尤其是在处理高湿度、高含尘量的气体时，可能会出现一定的波动或不稳定现象。（3）安全性。在安全性方面，两种压缩机都采取了严格的安全措施和保护装置，以确保设备的安全运行。然而，由于螺杆式压缩机在设计和制造过程中更加注重安全性能的提升，因此其安全性能相对较高。例如，螺杆式压缩机通常配备了过热保护、过载保护、压力保护等多种安全保护装置，能够及时发现并处理异常情况，降低安全风险。相比之下，活塞式压缩机在安全性方面虽然也能够满足基本要求，但可能需要额外的安全设备和措施来提高整体安全性。

结束语

综上所述，活塞式压缩机和螺杆式压缩机在天然气现场的应用各具特色。它们在不同场景下展现出各自的优势，如活塞式压缩机的广泛适用性和螺杆式压缩机的高效率与高稳定性。未来，随着天然气行业的持续发展，压缩机技术的不断创新将进一步提高这两种设备的性能，以满足更为复杂和多样化的应用需求。天然气行业在选择压缩机时，需综合考虑实际工况、成本效益、技术成熟度等因素，以实现最佳的应用效果。

参考文献

- [1]魏瑞昕,李国琛.天然气站用活塞式和螺杆式压缩机选择对比分析[J].石油石化设备,2020,(12):93-94.
- [2]闫鑫,冯毅.活塞式和螺杆式压缩机在液化天然气储运中的应用对比研究[J].天然气工业,2020,(6):52-53.
- [3]周建宇,李文.活塞式和螺杆式空气压缩机在天然气加气站应用中的比较分析[J].煤气与热力,2021,(4):65-66.