

储气库地面工程设计中节能技术运用

毛立军（中国石油工程建设有限公司西南分公司，四川 成都 610041）

摘要：在当今能源紧缺、环境保护日益重要的时代背景下，节能技术的研发与应用显得愈发关键。储气库作为天然气等能源的重要储存设施，其地面工程设计中的节能技术运用，不仅关乎能源的高效利用，更是推动绿色、可持续发展战略的重要环节。储气库地面工程设计中的节能技术，涵盖了建筑设计、设备选型、智能化控制等多个方面。因此，本文将探讨储气库地面工程设计中的节能技术，以期能够提升我国能源利用效率，减少能源消耗，降低环境污染。

关键词：储气库；地面工程；节能技术

0 引言

在全球能源结构转变和对清洁能源需求增加的形势下，天然气作为一种清洁、高效的能源形式，其在全球能源消费中的比重逐年上升。储气库作为保障天然气供应稳定、调节市场供需平衡的重要基础设施，其建设和运营过程中的能源消耗问题也日益受到关注。

在此背景下，如何在储气库地面工程设计中融入先进的节能技术，成为行业内外共同关注的焦点。节能技术在储气库地面工程设计中的运用，体现了对环境保护的深刻认识，传统的储气库运营过程中，能源消耗和排放对环境造成一定压力，而通过节能技术的引入，可以有效减少温室气体排放，降低对环境的影响，实现经济效益和环境效益的双赢。

1 储气库地面工程分析

从其功能与作用角度来看，储气库地面工程负责接收来自不同气源的天然气，气源包括长输管道、LNG接收站或其他天然气生产设施。接收过程需要确保天然气的安全、稳定和质量符合标准；接收的天然气中可能含有水分、硫化氢、二氧化碳等杂质，杂质会对储存设施和输送管道造成腐蚀和堵塞，所以储气库地面工程需要对天然气进行净化处理，以去除杂质，保证天然气的纯净度和品质；储气库地面工程的核心功能是储存天然气，根据不同的储存方式（如地下储气库、LNG储罐等），地面工程需要配置相应的储存设施和管理系统，确保天然气的安全、高效储存；当需要向下游用户供应天然气时，储气库地面工程负责将储存的天然气通过输送管道安全、稳定地输送到用户端，需要地面工程具备完善的输送系统和调度管理能力^[1]。

从其特点来看，当前储气库地面工程的自动化水

平不断提高，通过引入先进的自动化控制系统和智能传感器技术，可以实现对工艺流程的实时监控和自动调节，提高运行效率和安全性；由于天然气具有易燃易爆的特性，储气库地面工程对安全性的要求极高，在设计和运行过程中，需要严格遵守相关安全规范和标准，确保设施的稳定性和可靠性。

储气库地面工程需要根据市场需求和供应情况进行灵活的调度管理，通过引入先进的调度管理系统和信息技术手段，可以实现对天然气储存和输送的精确控制，提高供需平衡能力；在储气库地面工程的设计和运行过程中，需要充分考虑环保和节能要求，通过采用先进的节能技术和环保设备，可以降低能源消耗和减少环境污染。

2 储气库地面工程设计中节能的重要性

2.1 节能降耗，提高经济效益

在储气库地面工程设计中，节能是重要环节，从经济角度来看，节能可以减少能源消耗，进而降低运营成本，储气库作为天然气储存和输送的重要设施，其日常运营中能源消耗巨大，通过节能设计，可以有效减少电力、水资源等能源的消耗，从而降低运营成本，提高企业的经济效益。节能设计还能帮助企业更好地应对能源价格波动带来的风险，在全球能源日益紧缺的背景下，能源价格不断攀升已成为不可忽视的趋势，通过节能设计，企业可以减少对外部能源的依赖，降低能源采购成本，从而在激烈的市场竞争中占据有利地位^[2]。

2.2 减少环境污染，实现绿色发展

节能不仅关乎经济效益，更关乎环境保护，储气库地面工程作为能源消耗大户，其运营过程中产生的废气、废水等污染物对环境造成很大压力，通过节能设计，可以减少能源消耗，进而降低污染物的排放，

为改善环境质量作出贡献。

同时，绿色发展已成为全球共识，各行各业都在积极探索低碳、环保的发展模式，储气库地面工程设计中的节能举措，正是顺应时代潮流的重要体现，通过采用先进的节能技术和设备，储气库可以实现绿色运营，为推动整个天然气行业的绿色发展树立典范。

2.3 增强系统稳定性，提高运营安全

节能设计在储气库地面工程中的应用，能够提升系统稳定性。在传统的工程设计中，通常更注重功能性和效率，而忽视了能源消耗和稳定性之间的关系，但是能源消耗过高不仅会增加运营成本，还会对系统的稳定性构成威胁。通过节能设计，可以优化系统的能源利用方式，降低能源消耗的同时，提高系统的稳定性和可靠性，比如采用高效的能源回收技术，可以减少能源浪费，提高系统的整体效率；通过合理的设备布局和管道设计，可以优化气体流动路径，减少压力损失和能量消耗，从而提高系统的运行稳定性。不仅有助于降低能源消耗，还能在一定程度上提高储气库的安全性能。

2.4 推动技术创新，引领行业发展

储气库地面工程设计中的节能要求，还能推动相关技术的创新和发展。为了满足节能需求，设计者和工程师们需要不断探索新的节能技术和方法，创新能够提升储气库地面工程的节能性能，为整个天然气行业的技术进步提供动力。

例如，为了满足储气库地面工程的节能要求，需要研发出更高效的压缩机、更先进的能源回收系统以及更智能的控制系统等，技术创新不仅能提升储气库的运营效率，还能为整个行业的技术升级和转型提供有力支持，同时能够促进相关产业链的发展，为经济增长注入新的活力。

3 节能技术在储气库地面工程设计中的运用

3.1 通过智能控制系统优化运行流程

智能控制系统是一种基于计算机技术、自动控制技术和人工智能技术相结合的先进控制系统，通过实时采集、分析和处理储气库地面工程中的各种数据，实现对设备运行状态的精确监控和智能调控，从而达到节能优化的目的。

在储气库地面工程中，智能控制系统主要应用于压缩机、泵、阀门等关键设备的控制，以及整个工艺流程的协调与优化，系统通过传感器实时采集设备的运行状态、温度、压力等参数，然后通过内置的优化

算法对数据进行分析处理，最后输出控制指令，调整设备的运行参数，以达到节能的效果。

在实际应用中，数据采集层安装在储气库地面工程各关键部位的传感器，实时采集温度、压力、流量等数据，为后续的智能控制提供基础信息；数据传输层将采集到的数据通过有线或无线方式传输到中央控制系统，确保数据的实时性和准确性；数据分析层中，中央控制系统内置的高效算法对接收到的数据进行处理和分析，判断当前设备的运行状态和能效情况；控制输出层根据数据分析结果，智能控制系统输出相应的控制指令，调整设备的运行参数，以达到节能优化的目的。

在该系统中，利用历史数据和实时数据，通过预测模型预测未来一段时间内的设备运行状态，从而提前进行参数调整，减少能耗；根据设备的实时运行状态和外部环境变化，智能控制系统能够自适应地调整控制策略，确保设备始终在最佳能效状态下运行，并通过对设备运行数据的实时监测和分析，智能控制系统能够及时发现潜在故障并发出预警，减少因设备故障导致的能耗增加^[3]。

3.2 变频调速技术在注气压缩机中的应用

在储气库地面工程中，注气压缩机是其主要设备，负责将天然气压缩后注入储气库，以备后续使用，但是传统的注气压缩机在运行过程中存在着能耗高、效率低等问题，从而会增加运营成本，对环境造成压力。

变频调速技术是一种通过改变电源频率来调节电机转速的方法，在注气压缩机中引入变频器，可以根据实际需要调整电机的转速，从而改变压缩机的排气量，当储气库需要注入的天然气量减少时，通过降低电机转速来减小压缩机的排气量，进而降低能耗，反之当需要增加注入量时，则可以提高电机转速来增加排气量。

在应用过程中，需要根据注气压缩机的功率和实际需求，选购性能稳定、可靠性高的变频器，之后将变频器安装在注气压缩机的电机控制系统中，并进行必要的调试和参数设置，确保变频器与电机匹配良好；根据储气库的实际运行情况和注入需求，制定合理的控制策略，使变频器能够根据实际需求自动调整电机转速。

通过引入变频调速技术，注气压缩机可以根据实际需求灵活调整排气量，避免不必要的能耗浪费，储

气库需要注入的天然气量较小时,电机转速降低,压缩机的排气量随之减小,从而降低能耗,而当需要增加注入量时,电机转速提高,压缩机的排气量相应增加,以满足实际需求,灵活的调整方式不仅降低了能耗,还提高了注气压缩机的运行效率。

3.3 板式空冷技术在空冷器中的应用

在储气库地面工程中,空冷器通过对天然气进行冷却处理,确保其温度、压力等参数满足存储和运输的要求,然而传统空冷器在运行过程中存在着能耗高、效率低等问题,亟待进行节能优化。针对储气库地面工程中的空冷器,可以采用基于板式空冷技术的节能技术,板式空冷器采用全焊接板束作为传热单元结构,以LT波纹板片为传热元件,具有传热效率高、体积小、重量轻等优点,能够显著降低能耗和提高冷却效率。

板式空冷器的节能技术主要依赖于其高效的传热性能。由于片的波纹设计,流体在板片间的流动被增强,从而在很低的雷诺数下就能形成湍流,能够提高传热效率,且波纹板片的静搅拌作用也减少了结垢的可能性,进一步保证了传热效果^[4]。

在实施过程中,需要根据储气库的实际情况和工艺要求,选择合适的板式空冷器型号和数量,布局充分考虑空冷器的通风和散热条件,确保其能够高效运行;通过调整空冷器的进出口温度、流量等参数,实现最佳的操作状态,需要根据实际工艺条件和外部环境因素进行动态调整,同时引入智能化控制系统,实时监测空冷器的运行状态和能耗情况,通过数据分析对空冷器进行精准控制,实现能耗的最低化。通过实施上述节能方案设计,预计能够显著降低空冷器的能耗,且板式空冷器的重量轻、占地面积小,还能进一步降低基础设施投资和运营成本。

3.4 超音速分离技术在脱水脱烃处理中的应用

超音速分离技术是近年来兴起的一种高效分离技术,利用天然气在超音速喷管中加速到超音速状态,通过气流的激波和膨胀波产生强烈的温度和压力变化,从而实现天然气中水蒸气和重烃的快速凝结和分离,该技术简化了传统天然气处理的工艺流程,提高了系统的可靠性,同时降低了投资和运行费用,减少了环境污染。

在天然气处理过程中,脱水为重要环节,传统的低温分离法脱水虽然有效,但需要注入抑制剂防止天然气水合物形成,且系统设备较多,工艺流程复杂,而超音速分离技术则能够简化这一过程。当天然气通

过超音速喷管时,由于气流速度的增加和温度的降低,水蒸气会迅速凝结成水滴,并通过专门的分离装置从气流中分离出来,该方法无需注入抑制剂,且分离效率高,有效降低了脱水过程的能耗和环境污染。

除了脱水处理外,超音速分离技术在脱烃处理中也展现出了显著的优势,天然气中的重烃在超音速流动过程中,由于温度和压力的变化,会迅速冷凝成液态烃,从而实现与天然气的分离,该过程不仅高效快速,而且无需使用复杂的化学试剂或额外的能源消耗。分离出的液态烃还可以作为有价值的副产品进行回收和利用,进一步提高了资源的利用效率。超音速分离技术在节能环保方面具有显著优势,能够简化工艺流程,减少设备数量和占地面积,从而降低建设成本,且由于无需注入抑制剂和使用外部制冷设备,运行费用得到了大幅降低,同时处理过程中无污染物排放,对环境友好。

当天然气温度、压力和处理规模适宜时,可将超音速分离技术单独应用于储气库地面工程的脱水脱烃处理,或与传统脱水脱烃技术(如分子筛或J-T阀等脱水脱烃工艺)相结合,从而降低运行费用,实现节能目标。

4 结束语

综上所述,在储气库地面工程设计中,节能技术的应用具有重要意义,能够有效降低能耗,所以需要采用科学的节能技术方案,将其应用在工程的各个环节,从而能够有效提升储气库地面工程整体节能性^[5]。

参考文献:

- [1] 汪伟,许捷,李雪源,等.往复式天然气压缩机节能降耗技术探讨[J].中国设备工程,2022(z1):65-67.
- [2] 周军,肖瑶,孙建华,等.储气库地面工艺系统能效评价方法研究[J].石油与天然气化工,2022,51(2):110-115.
- [3] 孙建华,周军,彭井宏,等.文23储气库增压系统性能模拟及优化研究[J].西南石油大学学报(自然科学版),2022,44(2):123-134.
- [4] 周军,肖瑶,孙建华,等.储气库地面脱水系统能耗优化方法比选[J].天然气化工(C1化学与化工),2022,47(2):129-136.
- [5] 袁权.“双碳”背景下天然气地下储气库的建设思考[J].中国石油和化工标准与质量,2023,43(14):86-88.