

地面采油设备的节能优化措施

李东红 景天豪 马军岭 翟 猛 郑伟华
河南油田采油二厂 河南 南阳 473132

摘要：石油开采领域，地面采油设备起着至关重要的作用。本研究聚焦地面采油设备节能优化措施。通过分析抽油机、注水泵、输油泵等设备的能耗现状，揭示其在功率匹配、平衡度、流量压力匹配等方面的问题。阐述了节能电机及各类采油设备的节能技术原理。提出包括设备选型优化配置、运行参数调整、技术改造应用、设备维护管理以及人员培训提高节能意识等多方面的节能优化措施。经评估，这些措施在降低能耗、提高能源利用效率、增加经济效益和环境效益方面成效显著，为采油行业可持续发展提供有力支持。

关键词：地面采油；设备节能；优化措施

引言：随着全球能源需求的增长和能源形势的日益紧张，采油行业作为能源消耗的重要领域，面临着巨大的节能压力。地面采油设备是采油生产的关键环节，其能耗水平直接影响着采油成本和企业经济效益，降低能源消耗对于减少环境污染、实现可持续发展具有重要意义。因此，深入研究地面采油设备的节能优化措施具有迫切的现实需求。本文将对地面采油设备的能耗现状进行分析，探讨节能技术原理，并提出具体的节能优化措施，以为采油行业的节能降耗提供参考。

1 地面采油设备能耗现状分析

1.1 抽油机能耗现状

抽油机能耗现状存在多方面问题。电机功率匹配不合理，常出现“大马拉小车”现象，导致能源浪费。抽油机平衡度不佳，会使电机在上下冲程中做功差异大，增加能耗。工作制度方面，若冲次、冲程设置不当，也会影响能耗。例如，过高的冲次可能使抽油机在空载时消耗过多能量。此外，抽油机部件的摩擦损耗等也不可忽视，这些因素综合导致抽油机能耗在采油设备中占比较大，增加了采油成本，降低了能源利用效率。

1.2 注水泵能耗现状

注水泵能耗现状表现为流量与压力匹配问题突出。实际运行中，常因注水量需求变化或前期设计不合理，导致注水泵流量、压力与实际需求不匹配，使得泵在非高效区运行，能耗增加。泵效方面，泵内泄漏、水力损失等因素降低了注水泵的实际效率，从而增加了能耗。运行工况方面，若连续运行而实际注水量需求有波动时，不能及时调整运行状态，也会造成能源的无端消耗，影响了整个注水系统的能源利用合理性。

1.3 输油泵能耗现状

输油泵能耗现状主要体现在管道阻力和扬程匹配

上。管道磨损、管径不合理等因素导致管道阻力增大，使输油泵需要消耗更多能量来克服阻力。扬程与实际输送距离、高度不匹配时，如扬程过高，会造成能源浪费；扬程过低则可能无法满足输送要求，导致泵频繁启动或长时间高负荷运行，增加能耗。同时，输油泵在低流量运行时，运行效率下降，能耗相对增加，影响了输油系统的整体能耗水平和运行经济性^[1]。

2 地面采油设备节能技术原理

2.1 节能电机技术

节能电机技术是地面采油设备节能的关键之一。其中，永磁同步电机具有独特的节能原理。它利用永磁体产生磁场，与定子绕组产生的旋转磁场相互作用驱动电机运转。相比传统电机，永磁同步电机无需励磁电流，从而减少了铜损和铁损，提高了功率因数，可实现更高的效率运行。在实际应用中，其能在轻载和满载等不同工况下都保持较好的节能效果。变频调速电机则是通过改变电源频率来调节电机转速。根据采油设备的实际负载需求，精确控制电机转速，使电机在满足工作要求的同时避免了不必要的高速运转带来的能量浪费。例如，在抽油机负载较轻时，降低电机转速，既能保证抽油工作正常进行，又能大幅降低能耗。这种技术可实现电机软启动，减少启动电流对电网的冲击，同时延长电机使用寿命。此外，变频调速电机还能优化电机的运行性能，提高系统的稳定性和可靠性，为地面采油设备的节能运行提供了有力保障，是现代采油工业中广泛应用的节能技术手段之一。

2.2 抽油机节能技术

抽油机节能技术丰富多样，旨在提高其能源利用效率。抽油机变频调速技术通过改变电机供电频率，灵活调节抽油机的冲次和转速，使其适应油井的供液能力变

化,避免了低效运行,减少了能量损耗。例如,在油井供液不足时,降低冲次可有效降低能耗,同时延长抽油机设备的使用寿命。抽油机智能控制技术利用传感器实时监测抽油机的运行参数和油井工况,通过智能算法分析处理数据,实现对抽油机的自动优化控制。它能根据油井的实际情况自动调整工作制度,确保抽油机在最佳状态下运行,达到节能增效的目的。抽油机优化设计技术从设备本身结构入手,对抽油机的几何形状、尺寸参数等进行优化。例如,采用更合理的游梁平衡方式或优化抽油机的传动机构,减少运动过程中的摩擦阻力和能量损失,提高抽油机的机械效率,从而降低能耗。

2.3 注水泵节能技术

注水泵节能技术涵盖多个方面。注水泵变频调速技术可根据实际注水需求灵活调整电机转速,进而改变泵的流量和压力。当注水压力需求较低时,降低转速可减少电机输入功率,避免能源浪费,能有效缓解因压力过高对管道和设备造成的损坏,延长设备使用寿命。注水泵叶轮切削技术通过对叶轮外径进行适当切削,改变泵的性能曲线,使其更好地匹配实际工况。在满足注水流量和压力要求的前提下,降低泵的轴功率,提高运行效率。该技术操作相对简单,成本较低,且节能效果显著。注水泵高效密封技术能减少泵内泄漏,提高容积效率。采用先进的密封材料和密封结构,有效防止介质泄漏,确保泵在运行过程中能量损失最小化。良好的密封还能降低维护成本和环境污染风险^[2]。

2.4 输油泵节能技术

通过调节电机的频率,能够精确控制输油泵的转速,使其根据实际输油需求灵活调整流量和压力。当输油量较低时,降低转速可显著减少能耗,同时避免泵在低效区运行,延长设备使用寿命。输油泵管道优化技术致力于降低管道阻力。采用合理的管径设计、内壁光滑的管材以及优化管道布局等措施,减少流体在管道内的摩擦损失和局部阻力。例如,定期对管道进行清洗和维护,防止内壁结垢,可有效保持管道的良好输送性能,降低输油泵的能耗。输油泵节能涂料技术也具有一定的节能效果。在泵体表面涂覆特殊的节能涂料,能够改善泵体的表面性能,减少流体与泵体表面的摩擦阻力,提高泵的运行效率。

3 地面采油设备节能优化措施

3.1 设备选型与优化配置

(1)在选型过程中,需深入调研各类设备的性能特点。例如,新型节能抽油机采用先进的结构设计和材料,能有效降低能耗。对于油井产量较低的情况,可选

择小型化、高效能的抽油机,以适应实际生产需求,避免过度配置导致的能源浪费。(2)要注重设备的能效等级。优先选用能效高的电机、泵等设备组件。高效电机能在相同输出功率下消耗更少的电能,从源头上减少能耗。在注水泵和输油泵的选型上,要根据实际工作压力和流量要求,精确选择合适的型号,确保其在高效工作区间运行。(3)优化配置方面,要综合考虑整个采油系统的布局。合理规划抽油机、注水泵、输油泵等设备的位置和连接方式,减少管道长度和阻力,降低能源在传输过程中的损耗。对于多井集中开采区域,可采用集中供液、供水系统,通过优化管网设计和设备调度,提高能源利用效率。(4)还应考虑设备的兼容性和可扩展性。随着采油工艺的发展和油井生产情况的变化,设备可能需要进行升级或改造。因此,在选型和配置时要预留一定的空间,以便后续能够方便地进行技术改进和设备更新,确保整个采油系统始终保持高效节能的运行状态,为企业实现可持续发展提供有力支撑。

3.2 运行参数优化调整

(1)运行参数优化调整是地面采油设备节能的重要手段之一。对于抽油机而言,冲次和冲程是关键参数。通过对油井生产动态的实时监测和分析,合理调整冲次,避免过快或过慢导致的能耗浪费和生产效率低下。例如,在油井供液能力下降时,及时降低冲次,可使抽油机在更合理的工作状态下运行,减少不必要的能量消耗,同时延长设备使用寿命。(2)冲程的优化也不容忽视。根据油井的地质条件和产能情况,适当调整冲程长度,以达到最佳的采油效果和能耗平衡。此外,抽油机的平衡度对能耗影响较大,应定期检测和调整平衡,使电机在上下冲程中做功均匀,降低电机负荷波动,提高能源利用效率。(3)注水泵的运行参数优化主要集中在压力和流量的控制上。根据注水系统的实际需求和管网压力分布,精确调整注水泵的出口压力,避免过高压力造成的能源浪费和设备损坏,通过优化注水泵的流量,使其与油层的吸水能力相匹配,防止注水过量或不足,提高注水效果和能源利用率^[3]。

3.3 节能技术改造与应用

节能技术改造与应用是推动地面采油设备节能的关键举措。针对抽油机,可实施变频调速技术改造。通过安装变频器,根据油井的实际工况实时调节电机转速,使抽油机在不同负载条件下都能高效运行,有效降低能耗,结合智能控制系统,实现抽油机的自动化优化运行,进一步提高节能效果。例如,根据油井供液情况自动调整冲次和冲程,避免空抽现象,减少能源浪费。对

于注水泵,采用叶轮切削技术和高效密封技术改造。叶轮切削可调整泵的性能曲线,使其更好地匹配实际运行需求,降低轴功率。高效密封技术能减少泵内泄漏,提高泵的容积效率,从而降低能耗。此外,应用变频调速技术控制注水泵的转速,根据注水压力和流量的变化进行实时调节,确保注水泵在高效区运行。在输油泵方面,进行管道优化改造和节能涂料应用。优化管道布局,减少弯头和阻力件,增大管径以降低流体流速和阻力损失,在输油泵表面涂覆节能涂料,降低泵体与流体之间的摩擦阻力,提高泵的运行效率。另外,推广输油泵变频调速技术,实现流量的精准控制,避免大流量、高扬程运行造成的能源浪费。

3.4 设备维护与管理

(1) 要建立完善的设备维护保养制度。定期对抽油机、注水泵、输油泵等设备进行全面检查和维修,包括清洁、润滑、紧固等基础工作。例如,及时清理抽油机设备上的油污和杂物,保证各部件的正常运转,减少摩擦阻力和能耗。(2) 加强设备的润滑管理,选用合适的润滑剂,并按照规定周期和方法进行加注,确保设备的传动部件处于良好的润滑状态,降低磨损和能量损耗,对设备的关键部件进行定期检测和更换,如抽油机的皮带、刹车片,注水泵和输油泵的密封件等,以防止因部件损坏导致设备性能下降和能耗增加。(3) 在设备管理方面,要引入信息化技术,建立设备管理数据库。实时记录设备的运行参数、维护记录和故障信息等,通过数据分析预测设备的潜在故障和能耗变化趋势,提前采取措施进行预防和优化。例如,利用传感器监测设备的振动、温度、压力等参数,一旦发现异常及时报警并进行处理,避免设备故障引发的能源浪费和生产中断。

(4) 加强员工的培训,提高他们的设备操作技能和维护管理水平。确保员工能够正确操作设备,避免因误操作导致设备能耗增加和损坏,鼓励员工积极参与设备的节能管理,提出改进建议和措施,共同推动地面采油设备的节能运行,降低企业的运营成本,提高经济效益和环境效益。

3.5 人员培训与节能意识提高

(1) 应开展全面系统的人员培训计划。针对不同岗

位的员工,制定个性化的培训内容,包括采油设备的工作原理、操作规范、节能技术知识以及设备维护保养要点等。例如,为抽油机操作人员提供详细的抽油机节能操作培训,使他们了解如何通过合理调整冲次、冲程和平衡度等参数来降低能耗,同时掌握正确的设备启动、停止和运行过程中的注意事项,避免因操作不当造成能源浪费和设备损坏。(2) 对于设备维护人员,着重培训节能技术改造相关知识和技能,如变频调速装置的安装、调试与维护,节能电机的故障诊断与修复等,确保他们能够熟练进行设备的节能改造和日常维护工作,保障设备的高效节能运行,通过案例分析、现场演示和实际操作等多种培训方式,提高员工的学习积极性和实际操作能力,使他们能够将所学知识应用到实际工作中。

(3) 在提高节能意识方面,要加强宣传教育。通过举办节能宣传周、张贴节能标语、开展节能知识竞赛等活动,营造浓厚的节能氛围,让员工深刻认识到节能的重要性和紧迫性。鼓励员工从自身做起,从小事做起,养成良好的节能习惯,如随手关灯、关闭设备电源等^[4]。

结束语

地面采油设备的节能优化是一项系统性且长期的工程。通过对设备能耗现状的剖析,我们深入了解了问题所在,并针对性地采取了一系列节能优化措施,涵盖设备选型、参数调整、技术改造、维护管理以及人员培训等多个方面。这些措施的实施已取得了一定的成效,有效降低了能耗,提高了能源利用效率。然而,节能工作永无止境,我们应持续关注新技术的发展和运用,不断优化和完善节能措施,为采油行业的可持续发展贡献力量。

参考文献

- [1]孙洁.地面采油设备节能技术与方法研究[J].化工设计通讯,2024,50(10):63-65.
- [2]刘冬宇.地面采油设备的节能管理与优化探讨[J].化学工程与装备,2024,49(07):104-105.
- [3]刘永保,董彦松.油田机械采油节能技术现状及展望[J].工业,2019(17):75-87
- [4]高健.大庆油田机采节能技术应用分析[J].内蒙古石油化工,2019(8):104-105.