

游梁式抽油机节能控制技术分析

董亮亮

(山东省东营市捷科采油设备有限公司, 山东 东营 257000)

【摘要】游梁式抽油机在石油开采过程中占据了重要的地位。然而, 其配电系统的功率较低, 导致大量的电能损耗。这种损耗主要源于抽油机电机运行效率不高以及负载率的问题。目前, 为了减少能源消耗, 我们通常采用对单台抽油机进行无功补偿的节能方法。本文将深入探讨游梁式抽油机的节能控制技术。我们将致力于实现游梁式抽油机的有效节能, 以尽量避免能源的浪费, 并推动可持续发展的目标。

【关键词】游梁式抽油机; 节能控制; 技术分析

近年来, 关于游梁式抽油机节能控制技术研究逐渐丰富。已有研究主要集中在电机控制、平衡调节、参数优化等方面。然而, 这些研究大多只关注于某一方面的具体问题, 缺乏对游梁式抽油机节能控制整体问题的系统分析和研究。在电机控制方面, 研究者们提出了许多控制策略, 如模糊控制、神经网络控制、矢量控制等, 以实现电机的更精确控制, 降低能耗。例如, 基于模糊控制的电机控制系统可以通过对电机转速、电流等参数的实时监测, 实现对电机的精细调节, 降低能耗。而在参数优化方面, 研究者们通过对抽油机的各个参数进行优化, 以实现降低能耗的目的。例如, 通过优化抽油机的冲程、冲次等参数, 可以找到最佳的运行参数组合, 从而降低能耗。同时, 针对不同工况、不同型号游梁式抽油机的节能控制技术也需要进一步深入研究。此外, 目前的节能控制技术还需要考虑实际应用中的可行性和可靠性。例如, 一些先进的控制策略可能需要复杂的算法和硬件支持, 这在现场应用中可能难以实现。因此, 未来的研究应该综合考虑实际应用需求和控制效果, 以开发出更具实用性的节能控制技术。因此, 本研究旨在通过对游梁式抽油机节能控制技术的文献进行梳理和分析, 归纳总结出当前游梁式抽油机节能控制存在的问题和不足, 提出相应的优化策略和建议, 为提高游梁式抽油机的节能效果提供参考和借鉴。

一、游梁式抽油机的特点及结构

游梁式抽油机, 又名梁式抽油机, 游梁式曲轴式抽油机, 是一种由游梁组成, 采用连杆式换向和曲轴重块进行平衡的抽油机。本抽油机的主要优点是: 1. 该机具有设计合理、运行稳定、噪声小、使用方便、维护方便等特点。2. 移动梁宜为箱形或工字形,

具有较高的强度、较高的刚性和较高的承载力; 3. 该减速器采用“人”或“双圆弧”齿形, 切削精度高, 载荷大, 可提高其工作寿命; 4. 头部可以采用上翻、上翻或侧面翻三种形式; 5. 制动系统为外侧环绕型, 带安全机构, 操作灵活, 制动快速, 安全可靠; 6. 底座可采用锚栓固定或拉杆固定这两种方法。

常用的游梁式抽油机结构主要包括: 1. 游梁平衡: 在该运动臂的后部安装有配重板, 这种平衡方法简便, 适合于 3t 以内的轻型泵车使用。2. 曲柄平衡: 这种方法在石油生产中经常采用。它的名字就是安装在曲轴上的配重, 适合于重负荷的抽油泵。该方法减小了由于游梁的不均衡所造成的摆动, 调整起来更加方便, 但是, 曲柄负载大, 离心力大。3. 复合平衡: 采用了一种既有游杆又有曲柄的平衡装置。特性: 调节范围较窄时, 游杆可以调节; 调节范围较大时, 可调节摇臂。4. 气压均衡: 通过燃气的可压缩特性, 实现储能与释能之间的均衡, 适用于 10t 及以下重载泵送。该方法减小了泵的动态载荷和振动, 但对设备的精度和制造工艺的要求较高。

二、游梁式抽油机工作原理和设计思路

(一) 工作原理

虽然游梁式抽油机有多种类型, 不过, 它们的工作方式和构造大多类似。该系统由动力装置、减速装置、机械部件及曲轴机构等部件构成。它的工作机理是: 电机把功率传送到减速箱内的输入轴上, 然后经过减速箱的齿轮驱动, 使曲轴以较慢的速度移动。所述的曲轴可以驱动所述游梁的后端进行升降, 驴头部设置有所述的头部, 悬绳器可以将所述的抽油杆从所述驴头部悬浮下来, 电动机环形运动转换为所述抽油杆的线性往复运动, 从而达到所述的采油目的。

（二）设计思路

目前，国内的泵类产品仍以游梁为主。该类型的泵以其坚固耐用，结构简单，维护方便，成本低廉，工作稳定等优点而被普遍采用。但是，现有的游梁式抽油机在使用过程中，负载的配载不尽合理。很多电机都是在轻负载下工作，造成了大量的电力消耗，并影响了整机的运转效率。为此，必须对其进行优化设计，以达到更好的节能效果。在抽油泵的工作中，我们要注意的是负荷速率的改变，以掌握其真实的工作状况。通过增加电机在启动时的输出功率和对电容的补偿，可以使泵电机的无功输出得到较好的效果，进而使整个游梁泵的能量得到充分利用。

三、节能控制装置

（一）软启动、调压节能型控制装置

它是一种适合于负载特征相对较大，而负载特征相对较弱的抽油机。其工作原理是通过调整节能装置和软启动装置，实现对电动机的降压和节能。其中，泵的装载率一般为 20% ~ 30%，最高可达 50%，这时就会产生载荷偏小的现象。当电机始终在轻载时，电机的工作效率和工作因数都比较低，但若调整电机的定子电压，使得它与电机的负荷率一致，就可以减小电机中的电流，进而可以大大地降低电机中的无功，还可以减小多余的能量消耗，提高电机的运转效率，达到节约能源的目的。

（二）变频节能调速装置

该设备在实践中可以对泵的位移进行有效的控制和调整，以适应井下的渗透性能，并可对游梁抽油马达的速度进行调节。变频节能调速器的最大优点就是能够对抽油机进行灵活的调节。然而，若对其进行频率转换工作，就不能对其进行最优的调节，不能使其达到供电的状况，也不能最大限度地解决脉冲电流问题。

（三）超高转差率多速节能电动机拖动装置

该设备的使用，最大程度上解决了游梁式抽油机存在的拖挂设备装机能力偏大的难题。针对其特殊的工作工况，牵引设备在最大允许挂重、最大冲次、最大行程等方面都要满足，同时还应具备足够的阻流扭矩，从而有效地解决了电机启动时的静止不均衡问题。这种装置的特点，能够在实际应用中，有效地减小抽油机的悬吊点最大负荷，减缓抽油的抬升速度，引起抽油杆的弹性形变，极大地增加了泵的充注系数，抽油时的吸液量和抽汲油量，从而实现了抽油

机功耗的有效控制。将此装置应用于游梁式抽油机，可以得到一种柔性的力学性能，能够有效地克服其悬浮载荷不平衡的问题，同时也能降低启动过程中对驱动系统及结构件造成的冲击，从而大幅度地延长了其工作寿命，节约了设备维修的费用。

四、游梁式抽油机节能控制技术

（一）电动机节能

在游梁式抽油机中，电机的最重要的节能措施就是增加负载速率。其主要途径是：第一，采用人工手段对电机进行力学特性的改造。通过与电机的匹配来达到与其相匹配的灵活匹配，对电机的供电频率进行了最优的配置，以此来提升整个系统的工作效率，让电机达到高效的节能效果。第二，在电机的结构上，通过调整电机的结构参数，实现抽油机和电机的协同工作，从而达到最优的工作状态。第三，在电机运转时，通过增加电机的功率因子及负载速率，实现了电机的最优节能性。当前常用的电动机有：电磁调速电动机，变频调速电动机，滑差调速电动机等。因此，在使用超转速差电机时，需对其进行进一步的改进，使其最大限度地达到节能的目的。通过有关的研究与实际应用，证明了将可变结构的抽运装置与具有极高转速的电机有机地结合起来，可以达到更好的节能目的。在选择电机控制策略时，应综合考虑成本投入、电机效率和设备运行状态等多种因素。

1. 具有极高转速的电机。国内早在 20 世纪 80 年代就已经开展了此类电机的研究工作。该电机的最大特征是它的柔性。该电机在遭遇交变载荷的情况下，可以降低电机的速度。在曲轴转动惯量的影响下，电机、减速装置将逐步达到平稳状态。通过对抽油机井、抽油机井的合理配置，可大幅度地增加油井产量，节约能源。

2. 一种电磁式滑动电机。20 世纪 90 年代，我国胜利石油公司成功研发了这种新型电动机。这个电动机其实就是在一般的电动机的上方加了一个磁性的离合器。在此基础上，研究了一种新型的永磁同步电动机——永磁同步电动机，它是一种新型的永磁同步电动机。该电动机能有效地与整机配合工作。但是，由于能量的利用效率不高，所以只有降低抽油泵和抽油杆发生故障的概率，才能实现延长设备的寿命。这一制度在实际操作中成本较高。

3. 稀土永磁同步电动机。20 世纪 90 年代，大庆石油大学就开始进行这种新型电机的研制与

试验,取得了很好的成效。该电机的具体实施中,涉及启动鼠笼、磁钢及稀土材质等几个方面。与常规感应电机比较,这种电机在使用中转子损失较小。因此,与一般电机比较,这种电机的使用效能也比较高,工作时的力学特征比较强烈,因此,抽油泵和抽油杆之间的协调不能得到很好的发挥。当同等功率时,使用稀土永磁体的费用要比常规电机高得多。

4. 变频调速电动机。这种电机主要是将变频器添加到常规的电机中,可以极大地减少电机的容量,增加电机的负载率,因为变频器的功率因子接近1,并且可以变化上行程和下行程的速度比,从而实现了泵油系统间的协作。该电机的使用可达到节约能源的效果。其不足之处在于无法产生能量的有效回馈,仅能够依赖于电阻放电,而且在应用中,一次投入量相当大,这给现场的管理带来了很大的难度,增加了电机的额外损失。并且能够通过电气控制来实现对电机的供电装置的高效调控,其主要手段是通过调相和整定开断来实现电机与电压的比率的稳定。通过调节换相电源的电压,可以使电机的速度发生变化,从而改善了各系统间的协作效率,达到了高效的节能效果。

5. 双功率电动机。该电机相对于常规电机有了变化。比如,原来的电机是37 kW,而如今的定子线圈变成了15kW和22kW。利用该电流探测回路可以实现绕组的高效开关,在工程实践中,两个线圈分开投入,可以降低系统的整体电流。在电机的使用年限内,当载率低于60%时,采用22 kW的绕组,低于40%时,采用15 kW的绕组。在负载速率很大的情况下,可以采用两种线圈,从而达到了节能的目的。

(二) 抽油机节能

当前,国内正在逐步完善和提高游梁式抽油机的开发与使用,智能化、自动化、节能性等都是其主要的方向。例如,通过自动化控制,抽油机可以根据油井的实际情况自动调整运行参数,提高采油效率。此外,针对不同类型和需求的油井,研究人员还对前置式抽油机、液压缸式抽油机、低矮型出油机等进行了优化研究例如,前置式抽油机:针对一些特殊类型的油井,前置式抽油机被开发出来。这种类型的抽油机将泵单元置于井口附近,可以减少管道压力损失,提高采油效率。研究人员正在研究如何进一步提高前置式抽油机的稳定性和效率。同时,还对电机节能部分进行了研究,例如电机节能控制柜,齿形胶带,

超高转速电机等。这些研究旨在提高电机的效率,降低能耗,提高油田的生产效率。此外,我们还在探索新的油田生产方式,例如利用太阳能和风能等可再生能源进行生产。在游梁式抽油机的开发与使用方面,我们正在尝试采用更先进的材料和技术,例如高强度钢材和新型防腐技术,以提高抽油机的性能和寿命。此外,我们还在研究如何通过智能化技术实现对抽油机的远程监控和管理,提高生产效率和管理水平。当前,国内的抽油机类型比较多,有前置式、常规式、链条式、偏置式等,可以适应不同的工作条件和不同的作业要求。为了进一步提升泵的利用率,国内正对其减速箱及传动带进行了较深的研究。

(三) 抽油杆节能

在国内,对抽油杆进行了各种新的研制与使用,抽油杆的研制可以大大提高抽油机的工作效率。采用新工艺、新材料,开发出多种类型的抽油杆,提高了抽油杆的经济适用范围,提高了抽油杆的使用可靠性。与此同时,连续管、连续杆也相继问世。国内外也相继推出了带钢长行程抽油泵,其特点是采用带钢抽油泵,把抽油杆卷绕在地上的抽杆柱上。其一端与构造比较特别的抽油泵活塞相连。这种方式可以极大地提高行程,还可以提高生产效率,提高系统的效率。

除此以外,辊式接箍法是一种可减小抽油杆损耗的有效手段,其主要手段是对常规的抽油杆进行合理改造,使其适用于各种方向。当抽油杆柱时,该滚轮会与油管发生接触,将原有的滑动摩擦转化为滚动摩擦,可以大大减少损耗。

五、结语

总的来说,游梁式抽油机是油田开发中最常用的一种采油方式。要有效地解决上述问题,就要从多个角度出发,分析抽油机在使用和使用中出现的问题,认识到缺陷,并制定相应的对策。比如,在游梁式抽油机中使用这些设备,可以达到降低能耗的目的。要按照钢的原始组成,对轧件的温度和轧制工艺进行适当的控制,使其达到更好的效果。

参考文献:

- [1] 刘爽. 游梁抽油机节能电机选择方法 [J]. 化学工程与装备. 2022(06):93-95.
- [2] 王义龙. 游梁式抽油机电机系统节能技术综述 [J]. 电机与控制应用. 2021(07):78-80.
- [3] 余传谋. 浅析高效智能游梁式抽油机的研制与应用 [J]. 中国设备工程. 2021(06):76-78.