

地面采油设备节能措施及效益探讨

郑炜博（胜利油田技术检测中心，山东 东营 257000）

摘要：由于中国油田利用发展的不断深入，中国油田能源费用在油田利用的成本中逐渐上升，严重制约着中国油田利用经济效益的提升。因此，怎样解决机采系统能耗增长与控制之间日益突出的矛盾也就具有重要的意义。本章主要从地面机械采油系统入手，着重阐述并总结了地面采油装置中的节能新方法，尤其是根据抽油机的机械构造以及机械设备的特性来进行的节电新方法。

关键词：地面设备；节能措施；提升效率

1 引言

为贯彻国家节能减排工作要求，作为能源开采企业的石油石化企业，更肩负着不可推卸的责任与义务。在能源供应紧缺、环境污染日益恶劣的今天，我国石油石化公司既是产量大户，还是消耗大户，同时也履行了环保的义务，可以说高效的节能减排是对社会最大的奉献。因此，加大节能减排力度，提高能源效率问题已势在必行。开发应用机采装置等节能减排产品不仅具有巨大的经济效益，而且有着巨大的社会效益^[1]。机采油技术体系一般由原动机、抽油机、抽油杆、液压泵、井下管柱和井口装置等六部分所构成，它又可分成地面装备和井下工具两个部分，但因为井下工具受到工作环境、工作方法等各种因素的影响，在提升及节约能源方面空间受限，所以在这里将探讨针对机采系统中的地面装备及工艺，以及怎样利用新科技、新工艺、更先进的管理方式等实现减少油井能源，从而实现节约降碳、降本增效。

2 机械采油节能技术现状

2.1 常规电机节能再制造技术

目前油田中学的在用抽油机井内，共用非节能电机两万三千二百八十六台，占总电器容量的百分之六十一零，容量过大，全部转换难的问题。但作为对探索用传统电器进行节约转化的最有效方法，公司根据企业实践，进行了多种电动机的节约转化试验，都看到了很大成效，也累积了一定成功经验。目前把传统电动机转化为节能电机，主要有如下几个方法：一是把传统电动机转化为永磁电动机；二是将传统电动机转化为双功率电机；三是将传统电动机转化为双速双功率电机。但因为将常规电动机转化为永磁体材料电机费用比较高昂，而且经济效益也不好，所以，后二类电动机的技术改造方法都是“十一五”时期节能降耗的关键技改举措。

2.2 螺杆泵井节能配套技术

螺杆泵采油技术作为一项新型的人工举升手段，投入小、装置构造简易、作业简单、节约效益突出以及适应性好的优点，可显著减少采油技术投入，增加采油技术利润，具有抽油泵柱塞泵、潜油电泵、水力活塞泵等机采技术难以相比的优势而受到国内油田关注，对于油田中学高含水期掘底提效的意义更加突出。目前，地面驱动杆型螺杆泵采油装置工艺已经形成了配套，作为继游梁式抽油机和潜油电泵之后的主要人工举升方法，在地面聚驱领域和三元里复合驱领域都显示了优越的适应性，并作为三次采油的主要机采方法，目前使用于地面聚驱、三元驱领域的螺杆泵井数达二千六百五十七个，占到全国螺杆泵总井数的百分之四十六点五。

2.3 油管锚定技术

抽油泵抽油时，在上、下冲程中，由于制动油管的延长和减小，引起了抽油泵的冲程损失，动液体表面愈深，则燃油管的弹性变化愈大，冲程损失也就愈大，泵效愈降低。此外，负荷的频率交变也加剧了燃油管的疲劳损伤。因此研发并推出了油管锚定方法，能够调节油管柱的伸缩，以防止在泵柱和套管安装之间出现相对位移，进而改善了泵效，并提高产液率，从而改善了抽油机井系统的效能。并且还可以改变液压泵工作时的受力状态，从而降低杆管损坏，达到了良好的使用效益。

2.4 地面直驱螺杆泵举升工艺

针对传统螺杆泵式地推进装置驱动效能低下、防反转机械稳定性较差的情况，正在研制采用低速大转矩有效永磁同步电机、实现无级调参的新型地直驱螺杆泵地直驱系统。与传统传动方法比较，螺杆泵的直驱设备具备节水效果显著、装置运行稳定可靠性强、现场运行更为简便快捷、安全稳定性能增强的明显优势。

从螺杆泵的消耗状况来看,普通螺杆泵比一般吸油机节水百分之二十~百分之二十三;而直驱螺杆泵则比普通螺杆泵节水百分之十六~百分之十七。从节约的角度出发,采用直驱螺杆泵将成为抽油机转螺杆泵的最好选项。目前这项工艺已初步形成标准配套,并开始推广应用。

3 机械采油系统节能新措施

机器采油系统耗电量也很大,整个系统装机容量只是整个油田装机容量的三分之一,而耗电量又是整个油田总耗电量的一零点五,设备抽油机的负载比也低于,再者是机器采油系统经的功率因数也很低,因此发电机组的功率消耗也很大。机器采油设备电耗量大、效益差,但究其原因仍与企业管理模式、技术水平和技术装备等密切相关,一方面由于供电能力超出现实需求,造成了马拉小车的状况,另一方面机器采油技术长期以来一直是重钻轻采,也束缚着机器采油技术的进一步发展。针对以上存在的问题,从俩个大的方面对机采系统节能新措施进行介绍。

3.1 抽油机的节能技术

据统计,二零一零年中国石油共有抽油机采石井近十万口,占全国油田总井数的百分之九十以上,其能量约为全国油田总能量的三分之一以下,已成为世界最大的耗能装置。所以,从抽油机入手研究节能新技术,对于减少整个机采过程能源消耗具有积极的促进意义。目前主要从以下几个方面进行研究:

①改变抽油机的设计。这些技术主要是利用对抽油机四杆结构的调整设置和改善抽油机平衡形式,来改善了抽油机曲臂轴净转矩曲线的形式和尺寸,降低负转矩,从而使转矩波形平稳,进而降低了抽油机的循环负荷系数,从而提高了发电机的效率,实现了节电的目的;②选用节能控制电机。通过这种方式从研究电动机的机械特点出发,抽油机的电动机一般可以在以下3个主要方面进行节能控制:其一,通过人为改善电动马达的机械特点,一般是改善供电频率,以达到电流与负载特性之间的柔性协调;其二,在设计上改善电动马达的机械特性,如研制或发展新的电器,以便提高电器和抽油机之间的配合,从而实现改善电器的工作效能和功率因数的目的,如利用超高转差率电器(转差率百分之八~百分之十三)和超高转差率电动机替代常规转差率电器(转差率低于百分之五);其三,进一步改善电器负荷量和功率因数。还有采用同步电机、变频器等,但因造价高,难以广泛运用;

另外,采用节能配电箱来实现节电也是一种方法^[2];③安装节能管理设备。如DSC系列抽油机的程控器、间抽定时器等控制设备;④选用环保元器件。如窄V型带传动和同步带传动等;⑤可以调节抽油机的平衡状态。因为抽油机的工作载荷在左右冲程的步骤中总是发生变化的,再加上井底的作业环境条件极不安定,所以可以在一定时期内平衡块一直处于最高位置,但是经过了很长期的操作,均衡块的情况也会有变化。为了克服这种问题,可在游梁尾部加一条新的平衡块,以便在工作中才能进一步调节抽油机的平衡状态。还可改善抽油机平衡的方法,如用气动平衡或天平均衡等;⑥改进“三抽”系统设备。有选用的吸油杆导向装置、空心吸油杆、减振式悬绳装置等配件,均能大大提高三抽控制系统的效率,以实现节能的目的;⑦使用高效节能水泵,以增加泵效,即减少了百米吨耗,从而达到节电;⑧应用变频器技术的智能管理系统可发挥变频器调速的优点,直接运用于对现行游梁式抽油机的提升改造上,并可针对井下供液状况,自主调节抽水井的运行,使游梁式抽油机真正的现代化固定特点为能依据油井的状况自行调整的可变动力特性,增加油泵充满系数和排量系数,实现节约、增产、无级调压的目标。变频控制运用于抽油机中,可实现抽油机-抽油杆-液压泵实现主动配合,使有柱抽油装置与油井供液装置实现主动配合^[3]。

近年来,抽油机等节能产品的研发已成为国家科技攻关的重要方向。上述技术均已达到了明显的节能作用,有的在原抽油机的基本上进行了改装,简单易行,且改装费低廉,不过仍然面临着各种困难,如有些方案确实实现了节能的目的,不过由于改装代价比较大,不利于更大范围的普及。所以针对抽油机节能的方法还需要探索和研究。

3.2 重点节能技术攻关措施

3.2.1 同井注采工艺技术

该工艺主要是通过进行井下油水分离工艺研发与推广,对已有的井升力技术加以改良并与井下油水界面张力分离技术相结合,使生产液体实现了油水界面张力分离,含水较多的生产水直接回注到已注入地层中,含水较少的生产水举上升地层,从而实现了同井注采。该技术的实现,一方面可减少无效生产水,减少石井产出水量,显著减少了地层水处理压力,即使在特高含水情况下石井也能经济地高效利用,从而延长了油田生产研制时间,改善了油田生产采收量。另

一方面,也可替代传统大水井,有效减少了地面注水量,显著提升了灌水效果,大大降低地面石油集输体系的施工规模,从而大幅度降低了基础设施消耗与水处理成本。同样也能够提高灌水层系和注井中点,为优化注采过程创造有利条件。该工艺技术的开发成熟和产业化应用对整个油化领域将带来深远影响。

3.2.2 数字化举升配套工艺技术

另一方面,全机采井的分类、产品设计以及各项工作参数优化等常规管理也将由单井逐步延伸至开发区块的全机采井;而且,建设机采井的具体方案与措施将与油田生产发展方案密切关联,采用智能动态过程检测、数据分析与管理等前沿数字化技术手段,对机采井的升力系统实施综合性、全生命周期的动态控制,以便于最高程度适应一个区域、甚至一个油田的发展生产需求,实现机采井的低碳少污染生产方式,构建绿色生态油田。

3.2.3 风力发电举升配套技术

位于中国东北平原,拥有大量的风力资源。通过利用风能发电给机采井带来动力将是一个十分有意义的事情,这项技术如能大规模普及将促进机采井节能减排事业的突破性发展。目前,在中国采油设备六厂内已经进行了先导性实验。该工艺尤其适用于小排量油井、中抽油井、特别适合于边远地区生产井的开发等。在中国国内大部分油田也有着不错的使用前景。

3.2.4 金属定子螺杆泵举升技术

本工艺选用金属材料成为定子,温度控制超过了普通橡胶定子螺杆泵的最高温度范围,因此适合于稠油高温采升的技术使用。国外的PCM企业也对英国阿尔伯塔油砂矿展开了现场测试,在巴西的稠油企业中也展开了对金属螺杆泵的测试。

3.2.5 潜油隔膜泵举升技术

该升力工艺通过潜油电机驱动的井下版台隔膜泵制造,优点为无杆柱故障、对介质的适应性较强,目前已在中国部分油田实现大规模应用。

3.3 其他节能措施

①正确使用节能产品。前文已经谈到由于机械采油设备出现所配电力容量超过实际需求的情况,导致发电机组的负荷效率降低从而工作效率也不提高。要从根本上改善这种情况,首当其冲的是正确选择电机,按照油田的实际情况采用节能型发电机组;②提高效率因数。由于采油技术设备所在的地层状况较为复杂,而抽油机又是变动式负载,若要达到设备的正常运行

条件,无功补偿值不可小,大大降低了设备功率因数,将产生巨大的无功功率网损失。所以为了降低设备的无功补偿损失,将无功功率就地补偿也不失为一种可行的处理方式;③间歇抽油。间歇采油系列的节能技术,可以有效地克服吸油机长时间处在比较轻载位置和空抽的现象,从而增加了高效抽出周期,缩短了无效运行长度,在增加采油技术产量的情况下,也节省了大量能源,同时还可以充分发挥螺杆泵举升的技术优点,进一步增加了螺杆泵采油技术经济性。间歇抽油的方法比较适用于油井供液不足,抽油泵的充满系数也相对较低的低产油井;④改变抽油机的平衡状态。因为抽油机的工作载荷在上下冲程的过程中是变化的,再加上井底的实际工作条件也很不平衡,虽然可以保证一定周期的平衡块都处于最高位置,但是如果经过比较长期的工作,平衡块的情况就会改变。所以为了克服这种情况,可以在下游梁末端增加一条新的平衡块,这样在运行过程中才能进一步改变抽油机的平衡状态;⑤合理搭配抽油杆。抽油杆柱的质量也会直接影响着抽油机的系统能耗,如果抽油杆术的质量每降低约1kN,则抽油机的系统效能就可能提高约百分之零点二五~百分之零点三零,因而应该尽力降低抽油杆组合的比重,在提高抽油机能力的情况下节省电力^[4];⑥推广并使用了“抽油机井控制系统优化设计应用软件”和“能耗最低机采控制系统工程设计应用软件”。

4 结束语

近年来,公司加强了技术投入力量和节能技术运用能力,并加强了技术经营,成功研制开发了多项有机采井节水工艺和节能举升工艺技术,并实现了一系列科技进展的重大突破。今后,将进一步深入贯彻落实国家有关节能减排措施,采取自主研究、科技引导的方式大力推广先进节能举升技术,提高节约减排效益,打造低碳环保型的油田,为油田可持续发展作出更大的努力。

参考文献:

- [1] 杨宏伟.地面采油设备节能措施讨论[J].中国机械,2014(15).
- [2] 张董磊,闫静.抽油机采油节能潜力分析及节能方案设计[J].石油石化节能,2022(7).
- [3] 武雯.机械采油节能技术现状及展望[J].科学技术创新,2018(3).
- [4] 李慧.采油节能措施及应用管理[J].化工管理,2017(24).