

潜油电泵管理与技术论文集

主 编 宋 衍

副主编 许彦坤 蔡兴龙

石 油 工 业 出 版 社

潜油电泵管理与技术 论文集

主 编 宋 衍

副主编 许彦坤 慕兴龙

石油工业出版社

图书在版编目(CIP)数据

潜油电泵管理与技术论文集/宋衍主编.

北京:石油工业出版社,2002.3

ISBN 7-5021-3688-6

I.潜…

II.宋…

III.深井潜油泵-文集

IV.TE933-53

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2002)第 005530 号

石油工业出版社出版

(100011 北京安定门外安华里二区一号楼)

河南省濮阳中原石油报社彩色印刷厂排版印刷

新华书店北京发行所发行

*

850×1168 毫米 32 开本 3.5 印张 84 千字 印 1—1000

2002 年 3 月北京第 1 版 2002 年 3 月河南第 1 次印刷

ISBN 7-5021-3688-6/TE·2707

定价:6.00 元

编委会名单

主 编：宋 衍

副主编：许彦坤 綦兴龙

顾 问：徐树汉 王家印 王西平 刘地渊

编 委：董国强 雷劲松 刘现江 赵庆伟

朱付锁 张 楠 秦义江 何宏刚

刘 净 刘建刚 绳海龙 刘建军

顾 军 王红艳 丁社红 陈 芳

杜 艳 张建华 孙吉凯 张永军

王孟义 陈庆云

序

在油田开发过程中，天然能量自喷和人工举升是两种主要的采油方式。前者主要用于高渗高产油田的开发初期，当其因地层压力下降或油井含水升高时，会因停喷而转用人工举升的采油方式。因此，靠天然能量自喷采油，只是一种过渡性的采油方式，人工举升则是油田开发的主要采油方式。人工举升包括有杆泵和无杆泵两种采油方式。目前我国年产量的 90% 以上是由人工举升采油方式实现的。在无杆泵采油方式中，又包括潜油电泵、射流泵和气举三种采油方式。其中潜油电泵采油方式在我国各油田得到了广泛的应用，它适用于中高渗透性油田，当油田开发进入中高含水期之后，通过高速提液，能保持油田的稳产或降低油田开采的产量递减率。潜油电泵采油装置，由井下的马达、密封室和泵体，以及通至地面的电缆组成，泵的效率会随着排量的增加而提高。

濮城油田自 1985 年引进潜油电泵采油方式以来，为该油田的持续高速开发起到了巨大的作用，也为中国石油化工集团公司中原油田分公司的原油生产和经济发展奠定了坚实的基础。然而，濮城油田经过 20 多年的开发，结垢与结盐等井况问题日益突出，地面电网日趋老化，给潜油电泵的生产带来较大的影响，也增加了濮城油田的生产成本。濮城油田的工程技术人员克服各种困难，研究、完善和配套了潜油电泵工艺技术，解决了影响潜油电泵生产的井况、电力和修理质量等问题，为该油田的稳产和经济效益的提高起到了积极的作用。在《潜油电泵管理与技术论文集》中

收集了濮城油田在潜油电泵的修理、管理、工艺配套等方面研制与使用的新工艺、新技术，具有较高的实用价值，也值得其他油田参考与借鉴。

我高兴地为该书作此短序，愿读者从该书中受益。

陈元华

2002.3.20 书序

目 录

强化运行管理机制提高电泵经济效益	(1)
濮城油田电泵井经济效益评价方法的探讨与应用	(8)
潜油电泵双级分离器的研制与应用	(16)
电泵井防、除垢综合工艺的研究与应用	(21)
濮城油田电泵井防砂综合技术的研究及应用	(29)
潜油电泵变频调速设备的研制与应用	(37)
潜油电泵过电压保护装置的研制及应用	(47)
潜油电泵测试系统的研制与应用	(53)
潜油电泵排水采气工艺技术的研究及应用	(59)
潜油电泵引接电缆头制作工艺技术	(66)
潜油电缆(电机)交、直流耐压及大电流示伤设备的 研制与应用	(71)
潜油电泵单级扬程技术在电泵拆检工艺中的应用	(76)
潜油电机定子烘烤工艺技术的研究及应用	(82)
潜油电泵出厂检验制度	(85)
潜油电泵拆检报废制度	(91)

强化运行管理机制提高电泵经济效益

徐树汉 宋 衍 蔡兴龙 许彦坤

摘 要 潜油电泵采油目前是一种比较先进的机械采油方法,特别是在高含水油井中,进行大排量排液经济效果好。电泵采油在濮城油田已得到广泛使用。现在,提高电泵井作业成功率和延长检泵周期成为一项重要的新课题,在潜油电泵井施工和生产管理中做到系统、精细、高效的科学管理是延长电泵运行周期的重要内容。

主题词 电泵系统 租赁制 电泵安装 作业监督 科学维护

一、前 言

中原油田采油二厂电泵管理站组建于1995年11月,是濮城油田实施电泵专业化管理的惟一单位,1996年1月在全国石油系统率先实行采油设备租赁经营,打破了以往陈旧的管理模式,使电泵系统由单一的生产方式向效益质量转变,将管理模式与市场接轨。1997年7月开始实施“交钥匙工程”,进一步完善了电泵专业化、系统化管理,使电泵管理系统的责、权、利得到了较好统一。濮城油田目前有电泵井172口,日产油1180t(占全厂总产量的40.5%)。由于电泵井数量多、井况杂,因此,建立系统化的电泵井管理机制,并不断完善和提高管理水平是保证电泵井长期正常运转的重要因素。中原油田采油二厂电泵管理站在新管理模式下经过5年多的发展,在电泵安装、监督及电泵日常管理上形成了一系列管理机制,使电泵井作业返工、躺井率逐年下降。电泵采油已

成为该厂稳产、增产的一项重要技术。

二、电泵租赁制

租赁是以支付(或收取)租金的形式取得(或出让)一项资产的使用权的经济业务。

为强化电泵系统管理,有效控制成本,采油二厂组建了内部三级市场,把电泵机组、电缆实行内部模拟资产化经营。电泵管理站与四个采油矿之间形成租赁关系,电泵管理站以向采油矿提供合格优质的潜油电泵并收取租金为经营手段,使租赁双方的利益相统一,有利于提高机组质量和电泵管理水平。

电泵租赁制的实施使租赁双方利益一致,并加强了电泵井管理力度。一方面,采油矿要与电泵站专业管理人员密切联系,加强电泵的日常生产管理和井下机组的维护,以保证电泵井的正常生产,减少躺井,确保原油产量的顺利完成。另一方面,由于电泵站的收益是靠电泵运转周期收取租金的,所以,为延长运转周期,电泵管理站要加强电泵的修理、配套和组装制造工作,以及电泵日常管理和井下机组的维护,严格落实电泵各项管理制度,以延长电泵检修周期、延长井下机组免修期、提高电泵机组匹配合格率和电泵排量效率为管理工作重点。

电泵管理站以服从和服务于原油生产,控制成本,减少电泵躺井率为指导思想,建立系统化管理机制,不断提高电泵系统的管理水平。

1. 实施“交钥匙工程”,建立高效的内部运行机制

在租赁制不断完善的基础上,该厂自1997年7月开始实施“交钥匙工程”,其中心内容是:与电泵有关的业务统一由电泵管理站负责。“交钥匙工程”实施后的电泵管理站具有如下三个职能:一是对日常电泵井有管理职能;二是对电泵作业施工有组织、监督、费用结算职能;三是负责提供用来租赁的合格电泵机组,主

要通过对损坏的机组电缆进行中小型修理,以及新机组零配件的组织外购来保证。使机组修复、作业施工、日常管理责任明确,生产运作专业化。电泵管理站千方百计靠前服务,强化管理,减少躺井,做到了24h全天候服务,确保了采油矿的原油生产。租赁制使双方利益一致,经济效益逐步提高。

2. 实施电泵作业监督新机制,大幅度减少返工井次

施工质量的好坏严重影响井下机组的质量,为提高施工质量,该厂于1997年8月正式启动运行电泵监督机制,并及时调整了内部结构,实现了从重点工序监督到全方位监督;实行了单井监督责任制,即每口井从上作业到完井投产全过程监督;实行24h倒班工时制,由两个人负责全部的施工监督;实行监督定时汇报制(1天6次汇报)及重点工序进行汇报的监督机制;采油矿作业监督人员有权拒绝不合格或不符合施工设计的电泵机组或电缆下井使用,这些都进一步明确了甲乙双方的责、权、利关系。同时,还加强了对作业队的管理,针对作业队的股份制改造,在专业电泵井施工作业队之间建立竞争机制,每月对作业队的作业质量进行评比,评出最佳与最差作业队。最佳队优先安排井号,最差队不给井号或取消电泵作业施工资格,造成返工的给予严厉处罚,从而促进了作业施工质量的提高。

3. 实施电泵工序质量责任制

为提高电泵运转周期,电泵管理实施了工序质量责任制,不断提高作业一次成功率。从大的方面:电泵的修理出厂、收送、起下泵施工、作业监督、投产等工序都有专人负责;从小的方面:电泵修复、起下泵施工、监督质量等工序中又包含一道道工序,各工序之间有专人负责,签字交接,不符合标准要求的不能交接,谁出现问题追究谁的责任,保证了各环节的工作质量,确保了机组的运转周期。他们还结合了自1998年2月1日开展的“电泵井躺井率”和“长寿井”两个竞赛活动,实行严考核,硬兑现。这些都得到了电

泵系统全体职工的重视和欢迎,提高了电泵各工序管理人员的积极性和责任心。电泵管理站和各采油矿分别增加了工序管理人员,双方密切联系,紧盯现场,发现问题及时处理,降低了事故的突发性,同时对“高产井”、“特殊井”制定专门的管理制度,使电泵躺井率得到了较好的控制。

潜油电泵的起下泵工序是电泵施工的关键环节,安装质量直接影响电泵机组下井后的情况。对此,电泵管理站建立了规范合理的安装工序,做到了施工生产准备→上井工艺检查→电泵施工→施工验收→资料录取→工序交接的工序,真正落实到了每口电泵作业井上。电泵安装作业实行“工序、人员、规程”三严格,凡因责任心不强、工作不细,造成重大损失的,坚决追究责任。

4. 实施电泵措施会审制度

1996年底该厂新下一批电泵井,由于没有相应的措施会审制度,措施有效率较低,造成单井经济效益较差。为解决这类问题的再次发生,1997年成立了由厂地质、工程、电泵管理站、采油矿有关人员组成的电泵措施会审小组,对新下措施井严格把关,对每口措施井进行认真探讨,集中会审,使电泵措施有效率由72%提高到90%。

5. 建立月度、旬度电泵例会制度

随着电泵井应用的不断深入,由于电泵运行条件不断恶化(高温、出砂、气体影响等因素)、电压不稳(2000年该厂大面积闪电15次)、人为破坏等(偷电缆、变压器油,摘灵壳,关闸门等),都严重影响了电泵运转周期的延长和成本的控制,为此,电泵管理站建立了月度、旬度电泵例会制度,就是与采油矿电泵管理人员对上月、上旬的电泵躺井进行分析,对目前运转不正常的电泵井进行讨论研究,两方结合拿出意见,一井一策,最大程度地维护电泵井的正常运转,减少电泵躺井率。如该厂电泵井有25口结垢比较严重,这些井平均检泵周期只有60d,而且这类井产量都比较高,不

宜实施转改措施。针对各井情况,技术人员采取了防垢或防除结合。防垢是使用强磁防垢器的强磁场抑制垢的形成;防除结合是指对结垢非常严重的电泵井采取检泵时用除垢剂对地层除垢,然后下入强磁防垢器。采取这种措施后,电泵运行周期由原来的 20~60d 延长至 180d,检泵周期延长了 2 倍。

6. 实施电泵井定期普查,加强电泵日常管理工作

为最大程度地减少因地面问题造成的停井、躺井,电泵管理站开展了每季度对全厂电泵井普查一遍的工作。检查放在控制屏、PCC、地面电缆、二次电缆及电泵井口上。同时针对季节的不同,侧重检查重点。如夏季雨水多、气温高,要做好电气线路和电子元件的检查;冬季天气冷,做好对含水低的电泵井的保温措施等的检查。尽量做到提前发现并解决问题,减少躺井的隐患。

7. 提高租赁机组的质量

由于电泵站的收入来源于租金,因此机组、电缆使用的周期越长,投入的就越少,效益越高。质量关系到电泵站职工的切身利益,确保产品质量已成为大家的共识。首先,电泵站进一步完善电泵机组、电缆修复的质量保证体系,实施电泵质量责任制。如严格执行潜油电缆过水耐压试验,修复电缆必须经过 24h 的清水浸泡,然后进行耐压试验,全部电性指标合格后方可出厂使用;机组出厂也同样进行严格的质量把关,确保了机组出厂质量。其次,加强了职工的技术培训,通过请专家讲课,到技术水平高的厂家学习等方法,较快地提高了职工的技术素质。如电泵日常管理人员以前主要负责投产、巡井、故障的初步鉴定,操作工序简单,通过长期的业务学习、培训和锻炼,要求电泵管理人员掌握该井的地质资料(层位、井段、套管组合)、井况资料(结垢、结蜡、出砂、含气)、历次作业记录、生产数据(产液、产油、含水、液面)、井下机组资料(机组型号、排量、新旧程度)、供电质量等,抓住影响电泵生产的主要矛盾,然后制定相应的措施,如定期除垢、清蜡、放气等管理措施,使

他们成为专业电泵管理人员。

三、管理机制的应用效果

电泵管理站针对以前管理机制不完善的情况,实施了电泵租赁制管理,并在其基础上实施系统化管理:电泵的日常管理、新机组配件的外购、旧机组的修理、电泵起下服务施工、作业监督等,集中由电泵管理站负责,做到了产权分开、责任明确、权力集中、利益一致。责权利的统一使采油二厂电泵管理水平得到显著提高,大大减少了电泵躺井率、工序返工率,延长了电泵检修期。电泵井数据对比见表1。

表1 电泵井数据对比表

年 份 指 标	1995 年	1996 年	1997 年	1998 年	1999 年	2000 年 (1~6 月份)
电泵躺井率, %	30	25.8	20.5	14.8	11.9	8.5
工序返工率, %	32.1	28.5	22.6	16.5	10.2	5.3
电泵平均检修期, d	210	226	252	265	272	283

重点井施工的实施效果举例如下:

新下电泵井 P83, 位于 S 二上₁⁹、S 三中³⁻⁴ 开采层位, 配合液氮注采, 设计下入排量 50m³/d 潜油泵, 产液量将达 45m³/d, 产油量 36m³/d。为保证施工质量顺利完成, 电泵管理站实施潜油电泵井重点井施工管理、安装管理、监督管理以及日常管理, 严格按全面质量管理体系执行, 顺利保证了该井的圆满完工。整套工序衔接紧凑, 检验及监督机制充分发挥了重要作用, 完井交接到位, 充分体现了系统化管理的作用。

采油二矿九队的新下电泵井 3-412, 该井前期自喷采油, 井压降低后上电泵生产, 通过实施潜油电泵井重点井施工管理, 该井作业施工时间仅用 24h, 提前一天投入生产, 直接创造效益 2 万多

元,顺利保障了采油厂原油生产的顺利进行。

四、结论与认识

(1)潜油电泵是一项高成本、高投入的采油方式,开展潜油电泵的内部租赁管理,有以下优点:

①双方利益保持一致,使责、权、利有较好的统一。

②实行专业化管理,有利于提高电泵井的管理水平,降低躺井率。

③电泵井租赁有利于促进服务质量的提高,使电泵管理系统更为有效。

(2)以电泵租赁管理为前提,不断加强电泵管理机制,要因地制宜,采取切合实际的具体做法,不断改善目前存在的管理漏洞。

(3)电泵安装、监督、日常管理是电泵井施工作业长期发展的管理内容,我们应逐渐发展适合现代科学技术和现代工业发展的新型质量管理科学体系。

(4)濮城油田开发难度不断加大,但是管理无限、科技无限,提高管理水平和依靠科技进步是保证油田稳产,取得较好经济效益的必经之路。

濮城油田电泵井经济效益评价方法的探讨与应用

王家印 刘现江 宋衍 刘建刚

摘 要 本文介绍了如何计算电泵井吨油成本,分区评价方法以及效益临界产量的计算方法,并进行了应用分析。

主题词 濮城油田 电泵井 吨油成本 临界产量 效益评价

一、前 言

电泵采油在濮城油田自 1986 年开始应用至今已发展到 169 口的规模,早已成为主要的采油方式。截至 2001 年底,油田共有电泵井 169 口,占油井数的近 1/4,日产液量 22426.4t,日产油 974.5t,占总产量的 34%。濮城油田经过 20 多年的高速开发,整体已经进入开发后期,油田综合含水已达 92%,平均单井日产油量仅为 3.6t,电泵采油综合含水已达 96%,平均单井日产油量仅为 5.8t。从整体上看,电泵采油随着含水的上升和单井产量的降低,从早期的高效益期已逐步进入了低效益期,由于自身存在的排量大、机组维护费用高、单井用电量大等客观问题,目前面临着如何根据单井效益进行结构调整和转换采油方式进行成本控制的难题。下面就如何对电泵井进行正确的效益评价以及对全油田电泵井进行结构调整和转换采油方式进行探讨。

二、电泵井经济效益评价方法

进行电泵井经济效益评价以下列原则为基础:

(1) 根据 2001 年电泵井的实际作业情况,按泵型或层系进行分类,统计不同排量的潜油泵的年检泵次数,以此计算单井和各种泵型井下管柱、机组的日维护费用。

(2) 采用实测和试验井测试数据相结合的原则,分类统计不同型号的电潜泵实际日耗电情况,以此计算出单井或不同排量的潜油泵日耗电费。

(3) 在注水开发的油藏,电泵井的稳产是以注采平衡确保地层压力的持续稳定为基础的。以此采用概算法计算电泵井液量处理费和注水费用。在计算注水费用时,针对不同的油藏按常压注水和高压注水分别对待。

(4) 根据全厂注水量和注水井年检费用,计算出全油田每立方米注水量平均消耗管柱和作业费用。对不同的油藏计算时依据油藏深度进行校正。

(5) 利用全面概算的原则,将全油田所有与电泵采油相关的费用均纳入计算范围。

根据以上原则,电泵井有对应水井时,可列出下面等式:

$$Q_o \times B = A + D \times Q_o / (1 - f_w) + (E + G) \times Q_o / (1 - f_w) \times [b / \gamma (1 - f_w) + f_w] + C \times Q_o \quad (1)$$

式中 A ——电泵机组日消耗费用,即电泵单井日维护费(机组、油管、电缆、电泵修理、作业劳务等费用)+电泵单井日耗电费,元/d;

B ——吨油成本,元/t;

C ——维护费用,包括资产折旧费、工资福利费、燃料费、测井试井费、修理费、轻烃回收费、其他开采费,濮城油田该项费用统计为 66.7 元/t(不计油维费和资源使用费),元/t;

D ——液量处理费(=1.86),元/m³;

E ——注水费,元/m³(常压注水 6.7 元/m³,高压注水 9.4

元/ m^3);

b ——原油体积系数(=1.6);

γ ——原油相对密度(=0.85);

f_w ——含水率,%;

G ——全厂每立方米注水量日耗管柱及作业费用,元/ m^3
[=1.44 元/ m^3 ,平均管柱深度按 2600m,折旧年限 6 年(20% 残值)。年均检管 0.8 次,(每次检管费用 2.5 万元,430 口水井,1530 万 m^3/a 注水量)];

Q_o ——电泵井日产油量,t/d。

当 Q_o 为电泵井实际日产油量时,上式可用于计算电泵井的实际吨油成本 B 。

根据以上原则,电泵井无对应水井时,无注水相关费用,可列出下面等式:

$$Q_o \times B = A + D \times Q_o / (1 - f_w) + C \times Q_o. \quad (2)$$

有注水井时,把现有电泵井数据代入等式(1)可进行吨油成本计算:

$$B = A/Q_o + D/(1 - f_w) + (E + G)/(1 - f_w) \times [b/\gamma \times (1 - f_w) + f_w] + C \quad (3)$$

当无注水井时,把现有电泵井数据代入等式(2)可进行吨油成本计算:

$$B = A/Q_o + D/(1 - f_w) + C \quad (4)$$

电泵井经济效益评价的思路:

将每口电泵井的生产数据代入等式(3)或等式(4)中,计算出每口井的吨油成本匡算值。依据全厂目标控制吨油成本水平,将效益情况分为四个区域:

高效区:在此区,吨油成本低于吨油成本控制目标值的 50%。属效益较好的区域,是今后的管理和新材料投入的重点对象。

微效区:在此区,吨油成本低于吨油成本控制目标,但高于吨