

RFID 标签抽油杆信息化管理的设计与实现

徐贵春, 唐海军

(中国石化江苏油田分公司石油工程技术研究院, 江苏 扬州 225009)

摘要:抽油杆是抽油机传递动力的主要工具,在工作过程中受腐蚀、磨损及交变载荷的作用,使用年限长、疲劳程度高、质量差的抽油杆极易发生断脱,这样既增加了油井维护工作成本又影响了油井产量。为解决抽油杆因无法有效分类管理造成混用的情况,研究设计了基于无线射频技术的RFID标签抽油杆,同时开发了抽油杆信息管理系统。通过这套系统,实现抽油杆从入库、发放、入井、回收、检测、分类,直至报废的“全生命周期”的管理,对抽油杆管理的信息化、智能化具有重要意义。

关键词:抽油杆;RFID;电子标签;管理系统;信息化

中图分类号:TE933 **文献标志码:**A

Design and implementation of information management for RFID tag sucker rod

XU Guichun, TANG Haijun

(Petroleum Engineering Technology Research Institute of Jiangsu Oilfield Company, SINOPEC, Yangzhou 225009, China)

Abstract: The sucker rod is the main power transmission tool for the pumping unit. During the working process, it is harmed by corrosion, abrasion, and alternating loads. Sucker rods with long service life, high fatigue degree, and poor quality are particularly easy to break off, increasing maintenance costs while also affecting oil production. An RFID tag rod based on radio frequency technology is studied and developed, as well as a sucker rod information management system, to solve the mixed-use of sucker rods caused by inadequate categorization management. This system allows for the “full life cycle” management of sucker rods, from storage to distribution to well entrance, recovery, detection, categorization, and scrapping, which is critical for the informatization and intelligence of sucker rod management.

Key words: rod; RFID; electronic tag; management system; informatization

抽油杆是油田有杆抽油设备的重要部件,它将抽油机的动力传递给井下的抽油泵。在生产过程中,抽油杆承受地层水腐蚀、管杆间偏磨及交变载荷的作用,极易发生腐蚀和疲劳断裂。而油田在抽油杆的管理和使用上存在入井时混用、回收时混装、修复后混放的问题,造成不同生产年月、不同使用时长、不同厂家的抽油杆无法区分。油井一旦混入使用年限长、疲劳程度高、质量差的抽油杆,其断脱的几率就会大幅提高,从而造成油井作业工作量及成本的增加。

为实现对抽油杆追溯跟踪和科学管理^[1-5],一些油田采用槽码、附着物或图像识别技术对抽油杆进行标记和识别^[6-7]。但抽油杆所处工况环境伴有腐蚀、结垢、磨损及原油附着,抽油杆上的标志均存在识别率不高的问题,无法推广应用。近几年兴起的RFID(Radio Frequency Identification, 射频识别)

技术使识别困难的情况彻底改观^[8-10],其做法是在抽油杆上固定写有抽油杆关联信息的RFID标签,并在抽油杆使用的各个环节对其状态信息进行跟踪和评价,实现对抽油杆的“全生命周期”管理。

1 RFID 标签抽油杆研制

采用RFID标签对抽油杆进行管理时,当标签进入阅读器读写范围内,RFID标签接收阅读器发出的射频信号,并凭借感应电流所获得的能量发送出标签存储芯片中RFID编码信息,阅读器读取信息。

收稿日期:2021-09-26。

第一作者简介:徐贵春(1980—),副研究员,现从事采油工艺技术研究。E-mail: xugc.jsyt@sinopec.com。

基金项目:中国石化江苏油田分公司科研项目“管杆分级分类技术研究与应用”(JS19029)。

由于抽油杆属井下工具,标签需能承受高温、高压、强磁、振动和机械冲击,能够抵抗地层产液的腐蚀,标签的固定方式不影响其识别距离。

1.1 RFID 标签选择

分别各选取 3 种不同尺寸的 PCB (Printed Circuit Board, 印制线路板) 封装和陶瓷封装的 RFID 标签, 参数如表 1 所示。同时, 对这 6 种裸标签的识别距离进行了测试, 结果如表 2 所示。

表 1 RFID 标签参数表

参数	PCB 标签			陶瓷标签		
标签尺寸	64 mm×4 mm× 3 mm	30 mm×5 mm× 2 mm	15 mm×9 mm× 2 mm	13 mm×9 mm× 3 mm	10 mm×5 mm× 3 mm	5 mm×5 mm× 3 mm
芯片	M4QT			H3		
空口协议	ISO/IEC18000-6C					
EPC	128 bits			512 bits		
适用频段	865~868 MHz	902~928 MHz		920~925 MHz		
芯片寿命	不低于 10 万次写入			不低于 5 万次写入		

表 2 RFID 标签识别距离测试结果

参数	PCB 标签			陶瓷标签			cm
标签尺寸	64 mm×4 mm ×3mm	30 mm×5 mm ×2mm	15 mm×9 mm ×2mm	13 mm×9 mm ×3mm	10 mm×5 mm ×3mm	5 mm×5 mm ×3mm	
最远识别距离/cm	300	120	150	34	30	16	
稳定识别距离/cm	200	75	100	9.5	4.5	3.5	

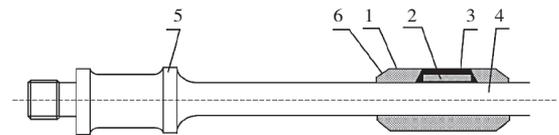
从测试结果看, 陶瓷封装标签识别距离明显小于 PCB 封装标签, 且识别距离随标签尺寸的增加而增大, 考虑识别距离过大会导致一次性识别多个标签而发生混乱, 另外, 标签尺寸过大固定于抽油杆上会影响油井的正常生产。综合多方因素, 确定选用 PCB 封装、尺寸为 30 mm×5 mm×2 mm 的 RFID 标签。

1.2 RFID 标签固定方式设计

标签固定方式设计的原则是标签不受抽油杆金属屏蔽、固定方式不影响抽油杆的正常运行。通过对多种初步设计方案的对比、优选, 采用抽油杆侧面固塑装配标签的方式实现 RFID 标签的固定 (见图 1)。在抽油杆扳手方颈下部利用耐磨尼龙通过注塑的方式形成固塑环, 将电子标签装配在固塑环的安装槽内, 再在槽内填充密封胶进行封装。此种标签固定方式的显著优点是不影响抽油杆强度、标签能得到有效保护, 对封装后的标签进行测试, 稳定识别距离仍为 75 cm 左右。

1.3 标签固定后性能测试

为验证固定后的标签在油井复杂环境下的耐受性, 分别从高温、高压、强磁、冲击四方面对封装后的标签进行测试。



1. 固塑环; 2. RFID 标签; 3. 标签安装槽; 4. 抽油杆本体;
5. 抽油杆扳手方颈; 6. 过渡倒角

图 1 RFID 标签固定方式

(1) 高温测试: 将多个固定有 RFID 标签的试验抽油杆短节置于加温箱内, 最高测试温度 150℃, 48 h 后标签均可正常识别;

(2) 高压测试: 将多个试验抽油杆短节置于高压测试装置内, 最高打压 35 MPa, 稳压 48 h 后, 进行标签识别均能通过;

(3) 强磁测试: 将多个试验抽油杆短节置于抽油杆修复流水线, 以 20.6 m/min 速度通过强磁探伤设备, 磁感应强度 1.5~2 T, 经测试所有标签在饱和磁场环境下在 50 cm 均可识别;

(4) 冲击测试: 将多个测试抽油杆短节从 10 m 高处垂直落下, 测试 5 次, 标签均能正常识别。

根据上述设计生产的 RFID 标签抽油杆, 在油田 ZH11-10、AN34 等 4 口井进行了入井应用, 评价其在井下复杂条件下的稳定性。其中, AN34 井作

业起出的 RFID 标签抽油杆标签识别率达到了 100%,另外 3 口井的标签抽油杆尚未起出。

2 抽油杆信息管理系统设计

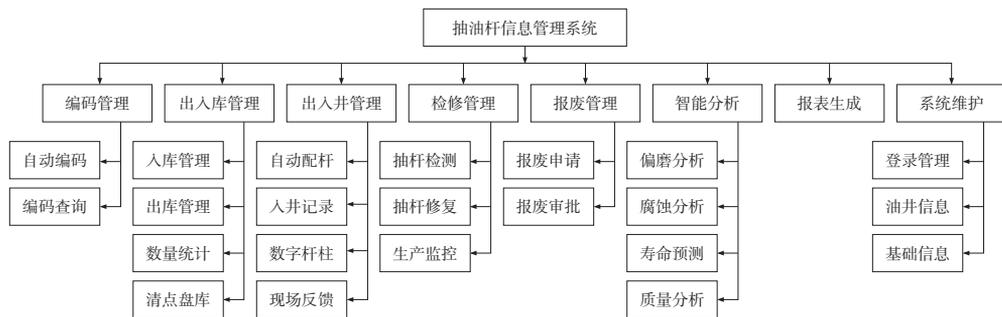
抽油杆信息管理系统是利用 RFID 标签给每根抽油杆配备一个独一无二的身份证,对抽油杆信息进行存储、更新和管理,对抽油杆工作状态进行监控,实现了抽油杆全生命周期过程的智能化识别、跟踪、评价、查询和管理,为油田抽油杆信息化管理提供了有效手段。

2.1 抽油杆信息管理系统的组成

抽油杆信息管理系统以服务器为核心,利用 RFID 抽油杆管理软件向信息读写器提供数据的查询与修改,实现数据的双向传输。

2.1.1 RFID 抽油杆管理软件

RFID 抽油杆管理软件是运行于 Windows 平台的一个可执行软件,对数据库信息进行写入、读取、更改等操作,以及对抽油杆状态进行智能分析和评价。软件有编码管理、出入库管理等 8 个模块,架构设计及功能如图 2 所示:



软件从抽油杆的自动编码开始,对抽油杆的入库、仓储、发料、下井、检测、修复、报废等各环节的信息进行收集、存储和管理,对抽油杆的工作状态进行监控、分析和预警,实现了抽油杆全生命周期的智能化识别、跟踪、评价、查询与管理。

2.1.2 信息读写器

赋予每根抽油杆唯一的 RFID 编码(由阿拉伯数字和大写字母组合形成的 24 位标签代码),并将其与抽油杆信息关联,信息读写器完成抽油杆动态信息的采集。信息读写器分固定式和便携式,固定式读写器在抽油杆仓储库配合管理软件使用。便携式读写器在作业现场使用,写入的信息存储于读写器的移动存储设备内,再通过管理软件完成数据库信息更新。

2.1.3 服务器

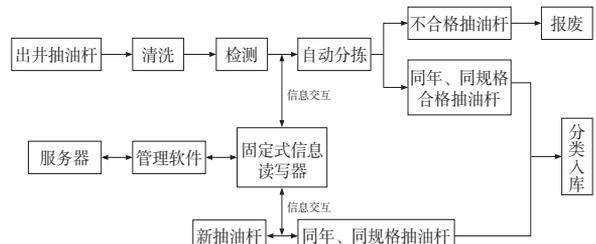
数据库服务器是整个系统的核心部分,承担着抽油杆信息数据的存放,将有关抽油杆的所有信息都保存到 ORACLE 数据库中,RFID 抽油杆管理软件、信息读写器只作为信息管理查询和数据编辑的操作终端,与数据库进行数据的交互。

2.2 抽油杆信息化管理的实现

2.2.1 抽油杆入库信息化管理

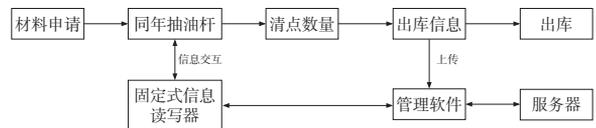
需入库的新、旧标签抽油杆,通过固定式信息

读写器写入或读取年份、规格、使用状态等信息,通过自动分拣对合格抽油杆进行分级分类入库放置,并将信息上传至抽油杆信息管理系统,入库逻辑流程如图 3 所示:



2.2.2 抽油杆出库信息化管理

根据材料申请出库相应存储区域的标签抽油杆,利用固定式信息读写器确认抽油杆信息并清点无误后进行出库,并将信息上传至抽油杆信息管理系统,出库逻辑流程如图 4 所示:



2.2.3 抽油杆出入井信息化管理

抽油杆出入井时,利用便携式信息读写器读取抽油杆信息,并自动记录其出入井的名称、时间、次

序等信息,并将信息暂存于移动存储设备中,待作业完毕后将信息上传至抽油杆信息管理系统,出入井逻辑流程如图5所示:

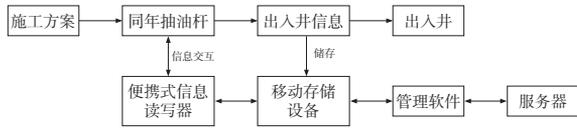


图5 抽油杆出入井信息化管理流程

2.2.4 智能分析

偏磨分析:通过检测时采集的抽油杆磨损信息,结合现场采集的抽油杆入井信息,分析确定油井的偏磨井段,为防偏磨设计提供数据支持。

腐蚀分析:对抽油杆在不同油藏、区块的使用状态跟踪、监测,分析腐蚀规律、特点,指导采取防腐技术措施。

寿命预测:管理系统根据采集的抽油杆服役井及其生产参数(生产天数、冲次等)计算抽油杆冲次数,预测剩余寿命。

质量分析:根据抽油杆信息资源,可对不同生产厂家的同一规格型号的抽油杆使用寿命对比分析,为产品质量、供应商评价提供数据支撑。

3 结论与认识

(1)筛选的尺寸为30 mm×5 mm×2 mm的RFID电子芯片具有耐高温、耐高压、抗磁、抗冲击及识别距离远的优点,可作为抽油杆的身份标签;

(2)设计的抽油杆标签侧面固塑的装配方式,既不影响标签的识别距离、强度性能,还能对标签起保护作用;

(3)开发的抽油杆信息管理系统满足了抽油杆出入库、出入井、检测修复、分级分类等诸环节信息化管理。

参考文献:

- [1] 管金涛,马江军,杨强,等.油管、抽油杆分级分年限管理[J].中国石油和化工标准与质量,2014,34(10):209.
- [2] 赵向东.河口油区管杆分级管理系统的研究与实施[D].成都:电子科技大学,2013.
- [3] 刘新伟,李文亭.实施管杆分类管理确保下井管杆质量[J].石油工业技术监督,2010,26(3):34-37.
- [4] 祁会娇,李正宇,高睿,等.试析废旧油管杆、抽油泵的修复与再利用[J].化工管理,2019(15):140-141.
- [5] 白玉,李洪平.基于图像处理技术的油管识别系统的设计与实现[J].地理空间信息,2015,13(3):117-119,137,11.
- [6] 施永生.油田井下管、杆管理与应用方法:CN201710144797.6[P].2017-07-14.
- [7] 江少波,王跃刚,牛爱梦,等.应用于油气水生产环境中管杆体的标识装置:CN201810849385.7[P].2018-10-12.
- [8] 舒华文,李宁,夏立群,等.带RFID标签的抽油杆装置:CN201620245943.5[P].2016-08-03.
- [9] 檀朝东.基于无线射频技术的井下管杆柱信息管理系统与管杆柱:CN201020690915.7[P].2011-12-07.
- [10] 张慧岳,曾佳,刘云波.基于RFID自动识别技术在航空工业中的应用研究[J].航空科学技术,2019,30(3):41-48.

(编辑 韩 枫)