

团体标准

T/CESA XXXX—202X

石化行业智能制造 抽油机井生产调参系统 通用要求

Intelligent manufacturing in petrochemical industry - general requirements of
adjustment system for pumping units' production parameters

征求意见稿

在提交反馈意见时，请将您知道的相关专利连同支持性文件一并附上。

已授权的专利证明材料为专利证书复印件或扉页，已公开但尚未授权的专利申请证明材料为专利公开通知书复印件或扉页，未公开的专利申请的证明材料为专利申请号和申请日期。

202X-XX- XX 发布

202X-XX- XX 实施

中国电子工业标准化技术协会 发布



版权保护文件

版权所有归属于该标准的发布机构，除非有其他规定，否则未经许可，此发行物及其章节不得以其他形式或任何手段进行复制、再版或使用，包括电子版，影印件，或发布在互联网及内部网络等。使用许可可于发布机构获取。

目次

前言..... II

1 范围..... 1

2 规范性引用文件..... 1

3 术语和定义..... 1

4 基本构成..... 1

5 模型要求..... 1

 5.1 模型应用流程..... 1

 5.2 动液面计算模型..... 2

 5.3 抽油机井间开预测模型..... 2

 5.4 抽油机井抽汲参数优化模型..... 3

 5.5 数据管理..... 3

 5.6 优化方案管理..... 3

 5.7 效果评价..... 4

6 系统性能..... 4

附录 A（资料性） 抽油机井生产调参系统架构设计实例..... 5

附录 B（资料性） 抽油机井生产调参系统应用场景..... 6

前 言

本文件按照GB/T 1.1—2020《标准化工作导则 第1部分：标准化文件的结构和起草规则》的规定起草。

本文件由中国石油化工集团有限公司提出。

本文件由电子标协归口。

本文件起草单位：。

本文件主要起草人：。

石化行业智能制造 抽油机井生产调参系统通用要求

1 范围

本标准规定了抽油机井生产调参系统的基本构成要求、模型要求、工况要求以及系统功能。
本标准适用于石化企业抽油机井生产智能调参系统的设计、开发、建设。

2 规范性引用文件

本文件没有规范性引用文件。

3 术语和定义

本文件没有需要界定的术语和定义。

4 基本构成

系统建设应基于机理模型与人工智能模型两类模型开展。其中，机理模型包括动态液面计算模型，人工智能模型包括抽油机井间开预测模型和抽汲参数优化模型。动态液面计算机理模型为抽油机井间开预测模型和抽油参数优化模型的输入参数和人工智能模型推理应用的触发条件。抽油机井生产智能调参系统业务架构设计实例见附录A。

5 模型要求

5.1 模型应用流程

应用流程用于描述和规范抽油机井生产参数智能调整系统的工作流程，如图1所示。

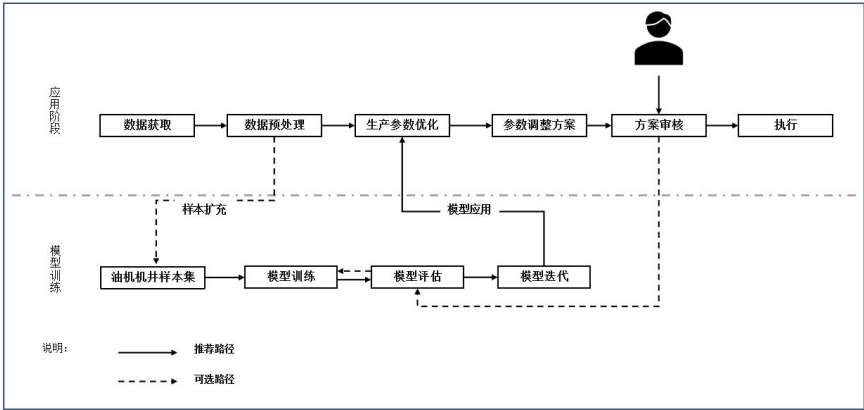


图 1 抽油机井生产调参系统系统应用流程图

模型应用工作流程包括以下几步：

- a) 抽取抽油机井的生产实时数据、功图实时数据、生产日数据、抽油机设备数据、杆柱组合等数据，对数据进行预处理（包括异常值、缺失值等），利用皮尔逊相关系数、斯皮尔曼相关系数、判定系数等相关性分析方法确定抽油井工作制度的影响因素，结合主成分分析（PCA）方法明确影响抽油机井工作制度因素的主次关系，形成抽油机井生产参数优化样本库；
- b) 通过波动方程将地面示功图转化为泵功图，进而确定阀开、闭点的位置得到上下载荷值，由井筒多相流方法计算沉没压力和抽油泵的出口压力，根据井下泵的载荷及压力构成分析计算动液面；
- c) 基于抽油机井生产参数优化样本库，通过机器学习算法、循环神经网络等算法建立抽油机井间开预测模型和抽油机井抽汲参数优化模型；
- d) 根据抽油机井动液面实时计算结果和产液量，触发抽油机井间开预测模型和抽油机井抽汲参数优化模型调用时机，从而生产参数优化方案；
- e) 经管理人员审核通过后，通过数据采集与监视控制系统发送生产参数调整指令至抽油机井机柜，调整抽油机冲次和间开周期。

5.2 动液面计算模型

动液面计算模型应具备以下要求：

- a) 针对不同井型建立杆-管-液的空间振动力学模型，综合抽油杆、接箍、扶正器与液体之间的粘滞阻尼力以及油管内过流断面的变化所引起的局部水头损失，按井深分段计算阻尼系数，采用傅立叶级数法、有限差分法和有限元法相耦合的分周期迭代，求解杆-管-液多要素振动波动方程，实现井口地面功图精准转为井下泵功图；
- b) 根据泵功图确定阀开、闭点的位置得到上下载荷值，由井筒多相流方法计算沉没压力和抽油泵的出口压力，根据井下泵的载荷及压力构成分析计算动液面。

5.3 抽油机井间开预测模型

5.3.1 样本库构建

样本库构建应满足以下要求。

- a) 数据预处理：进行缺失值处理、异常值处理、数据集成、数据标准化、数据离散化，开展数据整理、清洗、校对、加工等数据预处理研究，形成油井间开数据体。
- b) 数据样本：以一定数量的抽油机井为数据来源对象，通过对间开抽油机的动态数据进行相关性分析，确定影响变量（即地层系数、井液粘度、泵效、冲程、冲次、泵径、泵深、吨液百米耗电量等），从历史数据中选取不同间开周期运行参数，形成间开模型样本库，样本数量应不低于 5 万条。

5.3.2 模型构建

模型构建应满足以下要求：

- a) 将样本库按照一定比例划分为训练集和测试集；
- b) 根据收集数据体，利用机器学习和深度学习算法模型进行间抽制度优化决策模型编写；
- c) 针对间抽过程中泵充满度的波动程度，建立油井供排协调状态方法，并结合历史间抽制度应用情况，利用飞桨框架实现间开制度动态优化模型编写。

5.4 抽油机井抽汲参数优化模型

5.4.1 样本库构建

样本库构建应满足以下要求。

- a) 数据处理：对采集的功图、电参等数据开展数据整理、清洗、校对、加工等数据预处理研究，应用大数据技术探寻现有的单井动、静态数据、实时采集功图、电参数据与单位产量耗电量&机采井系统效率之间的潜在的映射关系，提取、滚动修正油井动液面的相关参数，确定关键影响因素。
- b) 样本构建：以采油厂抽油机井为数据来源对象，抽取关键影响因素字段（油压、套压、产液量、气液比、动液面、冲次、冲程、原油粘度、沉没度等），并以单位产量耗电量&机采井系统效为标签值，建立抽汲参数优化模型样本库。模型构建需有大量的数据量，样本数量应不低于5w 条。

5.4.2 模型构建

模型构建应满足以下要求：

- a) 基于建立的数据样本集和确定的主控因素集，以单位产量耗电量&机采井系统效率为标签值；
- b) 按照 9：1 的比例将数据集划分为训练集和测试集输入至 BP（Back Propagation Network）神经网络模型中进行建模分析；
- c) 利用网格搜索法和适应性矩估计（Adam）优化算法进行模型调优，建立抽汲参数优化模型；
- d) 利用飞桨框架进行模型算法编程，完成模型训练；
- a) 进行模型迭代升级及模型部署调试。

5.5 数据管理

5.5.1 基础信息维护

基本信息维护应至少包括抽油机型号、额定功率、额定冲程、储层信息等内容。其中储层信息维护应至少包括油藏中深、流体密度、气液比等内容。

5.5.2 生产数据抽取

实时或定时抽取单井生产数据，主要包括主日产液量、含水率、泵径、泵深、油压、套压、冲程、冲次、位移、载荷、功率、地面原油密度、地面原油粘度、抽油杆长、抽油杆径、油管內径等。

5.5.3 动液面计算

应基于示功图数据开展实时计算动液面。

5.6 优化方案管理

5.6.1 优化任务管理

通过配置单井沉没度、产液量、充满系数等指标，触发抽油机井调用抽油机井间开预测模型和抽油机井抽汲参数优化模型的时机，从而生成优化方案。

5.6.2 抽汲参数方案生成

抽汲参数方案生成应包括以下子功能。

- a) 数据预处理：调用优化模型时对抽取的数据进行缺失值、异常处理、数据标准化等处理；
- b) 调用模型生产方案：将预处理之后的数据输入到抽油机井抽汲参数优化模型，输出优化参数，形成优化方案。

5.6.3 间开制度方案生成

间开制度方案生成应包括以下子功能。

- a) 数据预处理：调用优化模型时对抽取的数据进行缺失值、异常处理、数据标准化等处理。
- b) 调用模型生产方案：将预处理之后的数据输入到抽油机井间开优化模型，输出优化参数，形成优化方案。

5.6.4 方案审核与发布

对抽油机井生产参数优化方案进行查询，将优化方案推送至油井管理人员审核处置和推送执行人员执行。

5.6.5 方案实施

针对已发布的优化方案，将现场调参结果进行反馈。

5.7 效果评价

主要包括抽汲参数优化效果评价、间开制度优化效果评价。抽取产液量、泵效、系统效率、泵充满度、开井时率、日用电量、吨液百米耗电等指标，对优化前后效果进行对比评价。

6 系统性能

6.1 访问方式

支持浏览器/服务器（B/S）访问方式。

6.2 响应时间

系统登录响应时间<2秒；单独用户普通命令平均响应时间<5秒；查询界面响应时间<5秒；修改界面响应时间<5秒；非复杂报表响应时间<8秒。

6.3 在线量和并发量

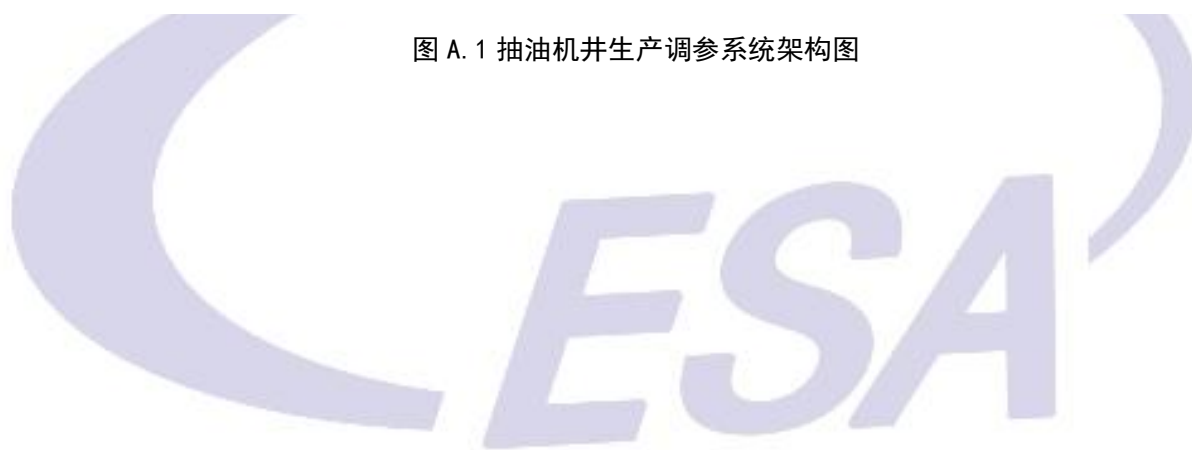
系统满足同时 100 的在线量；支持 20 到 30 并发访问量。

附 录 A
(资料性)
抽油机井生产调参系统架构设计实例

系统架构用于抽油机井生产调参系统整体架构，主要包括设备层、数据层、服务层、应用层，架构示意图如A. 1所示。



图 A. 1 抽油机井生产调参系统架构图



附 录 B
(资料性)

抽油机井生产调参系统应用场景

根据抽油机井沉没度、充满系数指标，确定抽油机井生产参数优化时机，调用抽油机井间开预测模型及抽汲参数优化模型，确定优化方案，指导现场参数调整。实现从选井、生成调参方案、执行到效果评价的闭环管理；通过调整抽油机冲次，达到供采平衡，降低电能浪费，减少机械磨损，延长抽油机寿命。抽油机井生产调参系统应用场景图如图B. 1所示。

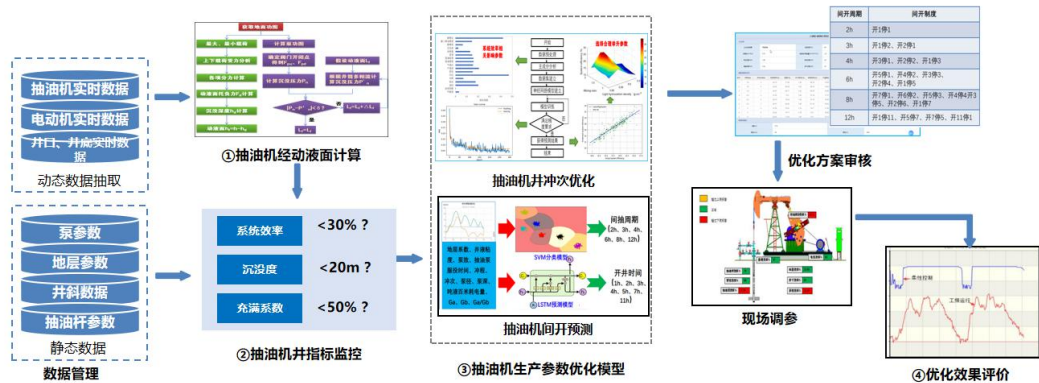


图 B. 1 抽油机井生产调参系统应用场景

参 考 文 献

- [1] GB/T 42755-2023 人工智能 面向机器学习的数据标注规程
 - [2] GB/T 43782-2024 人工智能 机器学习系统技术要求估方法
-

