

团 体 标 准

T/CAPSA XXXX—XXXX

陆上油气田及其能源设施无人机安全巡检 要求 第 2 部分：抽油机巡检要求

Requirements for unmanned aerial vehicle safety inspection of
onshore oil and gas fields and their energy facilities—Part 2
Inspection requirements for pumping units

XXXX – XX – XX 发布

XXXX – XX – XX 实施

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 基本要求..... 1

5 巡检作业..... 1

 5.1 巡检方式..... 2

 5.2 巡检要求..... 2

6 故障分析..... 3

 6.1 分析要求..... 4

 6.2 分析报告..... 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。

本文件是 T/CAPSA XXXX《陆上油气田及其能源设施无人机安全巡检技术要求》的第 2 部分。T/CAPSA XXXX 拟发布以下部分：

第 1 部分：通用要求；

第 2 部分：抽油机巡检要求；

第 3 部分：架空输电线路巡检要求；

第 4 部分：光伏电站巡检要求。

请注意本文件的某些内容可能涉及专利。本文件的发布机构不承担识别专利的责任。

本文件由公共安全科学技术学会标准化工作委员会提出并归口。

本文件起草单位：中国石油集团安全环保技术研究院有限公司、中国石油天然气股份有限公司新疆油田分公司。

本文件主要起草人：XXXXX、XXXXX、XXXXX。

陆上油气田及其能源设施无人机安全巡检技术要求：第2部分 抽油机巡检要求

1 范围

本文件规定了陆上油气田抽油机无人机巡检作业的基本要求、巡检作业、隐患分析和分析报告。
本文件适用于陆上油气田抽油机无人机巡检作业。

2 规范性引用文件

下列文件中的内容通过文中的规范性引用而构成本文件必不可少的条款。其中，注日期的引用文件，仅该日期对应的版本适用于本文件；不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本文件。

GB 42590-2023 民用无人驾驶航空器系统安全要求

GB/T 38996 民用轻小型固定翼无人机飞行控制系统通用要求

GB/T 38997 轻小型多旋翼无人机飞行控制与导航系统通用要求

MH/T 1069 无人驾驶航空器系统作业飞行技术规范

SY/T 5044 游梁式抽油机

GB/T 29021 石油天然气工业游梁式抽油机

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

抽油机 Beam pumping unit

指通过连杆机构换向，曲柄重块平衡的抽油机。

3.2

减速箱 speed reducer

位于带传动和曲柄之间或半直驱电动机和曲柄之间，在降低速度和增大扭矩时传递旋转动力的机械装置。

4 基本要求

陆上油气田抽油机无人机巡检应符合T/CAPSA XXXX.1-2025的要求。

5 巡检作业

5.1 巡检方式

5.1.1 无人机巡检作业应根据不同巡检需求，分别采用固定翼大范围和多旋翼精细化巡检两种方法采集油井问题数据，具体内容包括但不限于：

a) 大范围巡检适用于偏远井巡检，利用固定翼无人机搭载具有激光测距和可见光吊舱，针对保温箱，采油树，环境污染等重点问题进行信息采集；

- b) 精细化巡检适用于常规井，密集井，应拍摄清楚抽油机全貌和其他活动部位；
- c) 定期检查、特殊检查宜采用精细化方法采集数据，可使用机巢配合无人机管理系统进行全自动化巡检。

5.1.2 抽油机巡检宜采用以下两种方式：

a) 方式一：采用两段式 8 点巡检法，无人机上升与游梁平行，按照东南西北四个方位拍摄照片，后下降与曲柄平行，按照东南西北四个方位拍摄照片，同时无人机保存巡检视频同步至无人机管理系统。巡检方式应满足图 A.1 要求。

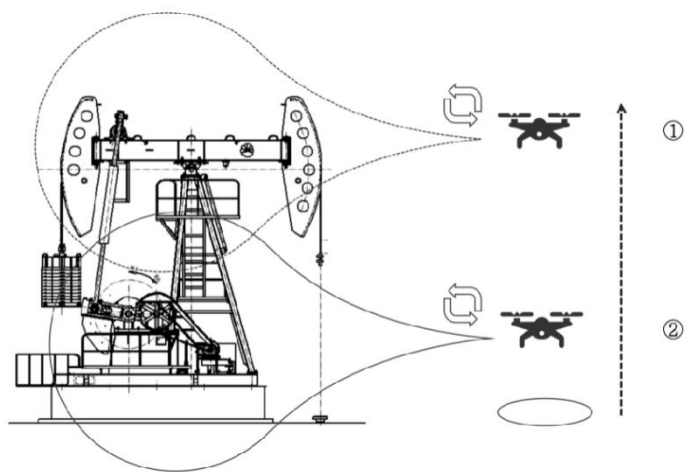
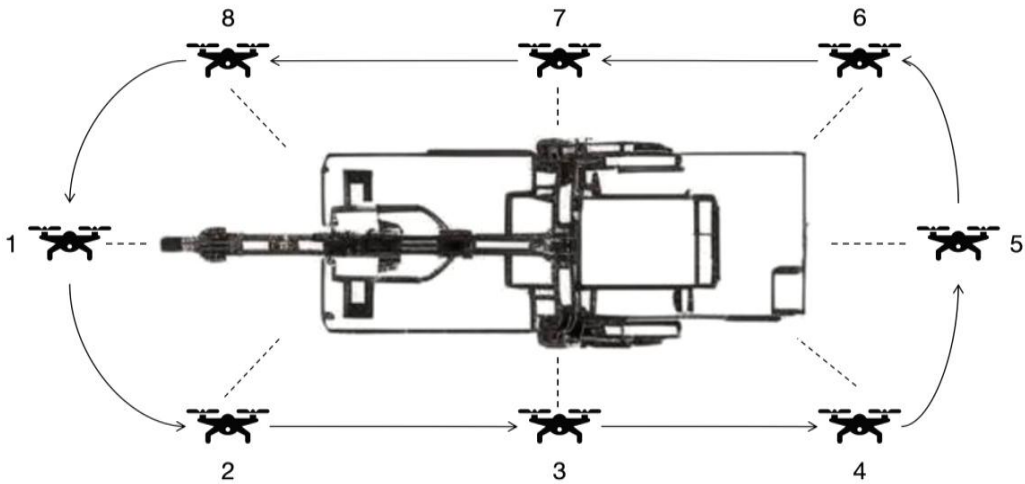


图 A.1 抽油机巡检方式一巡检方式示意图

b) 方式二：可采用面对抽油机前驴头逆时针平行绕井一周，拍摄正前方，右侧 45°，右侧，右侧后 45°，正后方，左后 45°，左侧，左侧 45° 八个方位照片，匀速飞行，拍摄照片宜规避因抽油机部件活动造成的漏拍现象，巡检方式应满足图 A.2 要求。



A.2游梁式抽油机巡检方式二巡检方式示意图

5.2 巡检要求

5.2.1 无人机抽油机巡检应包括静态部件和动态部件，应能采集但不限于以下部位：

- a) 保温箱、采油树、光杆、悬绳器、配重体、减速箱；
- b) 驴头、游梁、中央轴承座支架、横梁、连杆总成、曲柄等动力装置；
- c) 底座、配电箱；

d) 周围环境、连通管道。

5.2.2 无人机巡检作业应采用可见光、红外等吊舱进行数据采集，采集方式应符合表 A.1 规定。

表 A.1 游梁式抽油机无人机精细化巡检识别内容

巡检部位	巡检问题	巡检方式
驴头	驴头开裂	可见光
	驴头变形	可见光
	驴头脱落	可见光
游梁	游梁断裂	可见光
	游梁弯曲	可见光
配重体	配重体脱落	可见光
	配重绳索断股	可见光
	配重块连接销脱出	可见光
中央轴承座	螺栓松动	可见光
	螺栓缺失	可见光
	底座开裂	可见光
	轴承磨损/损坏	可见光
支架	螺栓松动	可见光
	螺栓缺失	可见光
横梁	轴承座脱出	可见光
	横梁弯曲	可见光
	螺栓松动	可见光
	螺栓缺失	可见光
连杆总成	连杆弯曲	可见光
	连杆销脱出	可见光
	连杆异响	可见光
	连杆焊缝断裂	可见光
曲柄	曲柄销断裂	可见光
	与减速器连接销脱出	可见光
底座	底座螺栓松动	可见光
	底座螺栓缺失	可见光
减速箱	减速箱漏油	可见光
配电箱	配电箱门未关	可见光
	配电箱损坏	可见光
悬绳器	悬绳器螺栓脱落	可见光
	悬绳器挡块脱落	可见光
	悬绳器脱落	可见光
	悬绳器绳索断股	可见光
	悬绳器绳索断裂	可见光
光杆	光杆挂油	可见光
	光杆脱落	可见光
保温箱	保温箱挂油	可见光
	保温箱失温	可见光/红外
采油树	采油树挂油	可见光
	采样口滴漏	可见光
	阀门缺失	可见光

周围环境	地面挂油	可见光
	防护栏打开	可见光

6 隐患分析

6.1 分析要求

- 6.1.1 对抽油机等地物进行隐患检测分析，安全分析应符合 SY/T5044、 GB/T 29021 的相关要求。
- 6.1.2 无人机抽油机巡检采集拍摄要求及应能反映但不限于以下隐患内容：
- a) 驴头开裂、变形、脱落，游梁断裂、弯曲等动力装置异常现象；
 - b) 配重体脱落、配重绳索断股、配重块连接销脱出等传动装置异常现象；
 - c) 中央轴承座、横梁、曲柄、底座、轴承、悬绳器、支架螺栓松动、缺失弯曲、开裂、脱出等异常现象；
 - d) 减速箱漏油、表面油污等异常现象；
 - e) 配电箱门、损坏，防护栏启闭异常等现象；
 - f) 光杆、保温箱、采油树挂油、滴漏等异常现象；
 - g) 抽油机周围环境油污及异常人员、车辆流动现象。
- 6.1.3 抽油机无人机巡检隐患分析内容应符合表1 的规定。

表 1 抽油机无人机巡检隐患分析内容

序号	部位	位置要求	隐患分析内容
1	保温箱、采油树、光杆、悬绳器、驴头、周围环境	拍摄抽油机正前方及 周边全貌	1) 保温箱挂油、保温箱破损 2) 采油树挂油、 3) 采样口滴漏、 4) 阀门缺失、 5) 地面挂油、 6) 驴头开裂、变形、脱落、 7) 悬绳器、螺栓、挡块脱落 8) 周围环境地面挂油
2	驴头、游梁、中央轴承座支架、横梁、连杆总成、曲柄、底座、配电箱、悬绳器、光杆、保温箱、采油树、周围环境	拍摄抽油机右45度及 周边全貌	1) 驴头开裂、变形、脱落、 2) 游梁断裂、弯曲、 3) 配重体脱落、配重绳索断股、配重块连接销脱出、 4) 中央轴承座、横梁、曲柄、底座、轴承、悬绳器、支架螺栓；松动、缺失弯曲、开裂、脱出、 5) 减速箱漏油、 6) 配电箱门损坏、 7) 光杆、保温箱、采油树、周围环境、挂油、滴漏、 8) 防护栏打开

3	驴头、游梁、中央轴承座支架、横梁、连杆总成、曲柄、底座、配电箱、悬绳器、光杆、保温箱、采油树、周围环境	拍摄抽油机右侧整体及周边全貌	1) 驴头开裂、变形、脱落、 2) 游梁断裂、弯曲、 3) 配重体脱落、配重绳索断股、配重块连接销脱出、 4) 中央轴承座、横梁、曲柄、底座、轴承、悬绳器、支架螺栓松动、缺失弯曲、开裂、脱出、 5) 减速箱漏油、 6) 配电箱门、损坏、 7) 光杆、保温箱、采油树、周围环境、挂油、滴漏、 8) 防护栏打开
4	驴头、游梁、中央轴承座支架、横梁、连杆总成、曲柄、底座、配电箱、悬绳器、光杆、保温箱、采油树、周围环境	拍摄抽油机右侧后45度及周边全貌	1) 驴头开裂、变形、脱落、 2) 游梁断裂、弯曲、 3) 配重体脱落、配重绳索断股、配重块连接销脱出、 4) 中央轴承座、横梁、曲柄、底座、轴承、悬绳器、支架螺栓松动、缺失弯曲、开裂、脱出、 5) 减速箱漏油、 6) 配电箱门、损坏、 7) 光杆、保温箱、采油树、周围环境、挂油、滴漏、 8) 防护栏打开
5	底座、配电箱、曲柄、配重体	拍摄抽油机正后面及周边全貌	1) 底座螺栓松动、缺失、 2) 曲柄销断裂、 3) 配重体脱落、配重绳索断股、配重块连接销脱出、 4) 配电箱门未关、损坏
6	驴头、游梁、中央轴承座支架、横梁、连杆总成、曲柄、底座、配电箱、悬绳器、光杆、保温箱、采油树、周围环境	拍摄抽油机左侧后45度及周边全貌	1) 驴头开裂、变形、脱落、 2) 游梁断裂、弯曲、 3) 配重体脱落、配重绳索断股、配重块连接销脱出、 4) 中央轴承座、横梁、曲柄、底座、轴承、悬绳器、支架螺栓松动、缺失弯曲、开裂、脱出、 5) 减速箱漏油、 6) 配电箱门、损坏、 7) 光杆、保温箱、采油树、周围环境、挂油、滴漏、 8) 防护栏打开
7	驴头、游梁、中央轴承座支架、横梁、连杆总成、曲柄、底座、配电箱、悬绳器、光杆、保温箱、采油树、周围环境	拍摄抽油机左侧整体及周边全貌	1) 驴头开裂、变形、脱落、 2) 游梁断裂、弯曲、 3) 配重体脱落、配重绳索断股、配重块连接销脱出、 4) 中央轴承座、横梁、曲柄、底座、轴承、悬绳器、支架螺栓松动、缺失弯曲、开裂、脱出、 5) 减速箱漏油、 6) 配电箱门、损坏、 7) 光杆、保温箱、采油树、周围环境、挂油、滴漏、 8) 防护栏打开

8	驴头、游梁、中央轴承座支架、横梁、连杆总成、曲柄、底座、配电箱、悬绳器、光杆、保温箱、采油树、周围环境	拍摄抽油机左45度及 周边全貌	1) 驴头开裂、变形、脱落、 2) 游梁断裂、弯曲、 3) 配重体脱落、配重绳索断股、配重块连接销脱出、 4) 中央轴承座、横梁、曲柄、底座、轴承、悬绳器、支架螺栓松动、缺失弯曲、开裂、脱出、 5) 减速箱漏油、 6) 配电箱门、损坏、 7) 光杆、保温箱、采油树、周围环境、挂油、滴漏、 8) 防护栏打开
---	---	--------------------	--

- 6.1.4 隐患分析应对抽油机部件与地物及周围环境进行空间分析，提取异常部位（抽油机整体、地面、减速箱、采油树、光杆、保温箱等部位），并计算异常位置、面积、特征等隐患点信息。
- 6.1.5 隐患点详情应包括应包括抽油机信息、图例总表、隐患点明细表、异常隐患详情等内容。
- 6.1.6 巡检数据应进行人工智能图像识别技术隐患问题标注，内容包括但不限于：
- a) 数据处理方法应包含油井部件问题的智能识别和人工干预修正；
 - b) 油井部件问题智能识别应包括问题类型，问题描述等信息；
 - c) 计算异常位置、面积等信息。

6.2 分析报告

- 6.2.1 无人机巡检结束后，作业人员应及时将采集数据进行整理，记录信息应真实、准确，生成巡检报告内容包括但不限于以下内容：
- a) 任务概况应展示巡检任务名称，任务单位，任务周期，任务执行人，任务目标点位，任务设备和飞行里程；
 - b) 隐患名称，经纬度坐标，标注照片等信息。
- 6.2.2 巡检作业完成后，作业人员应将无人机巡检信息或报告应按照相关要求规定，将巡检信息移交至运维单位。
- 6.2.3 建立无人机管理平台（系统）的作业单位应将飞行数据、采集信息进行分析汇总后自动声场巡检报告上传至管理平台（系统），并保证数据完整性，可供运维单位查看，巡检数据应进行保密处理。
- 6.2.4 运维单位应及时核实巡检结果，如有疑似但无法确定的应及时进行核查。
- 6.2.5 巡检数据应妥善处理并至少保存1年。