

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 技术要求 第 3 部分：架空输电线路巡检要 求

Requirements for unmanned aerial vehicle safety inspection of
onshore oil and gas fields and their energy facilities—Part 3
Overhead transmission line patrol inspection requirements

XXXX—XX—XX 发布

XXXX—XX—XX 实施

目 次

前言 II

1 范围 错误!未定义书签。

2 规范性引用文件 错误!未定义书签。

3 术语和定义 错误!未定义书签。

4 基本要求 2

5 巡检作业 2

 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 3

 6.2 分析报告 4

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 3 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3部分 架空输电线路巡检要求

1 范围

本文件规定了陆上油气田架空输电线路的无人机巡检作业的基本要求、巡检作业和隐患分析。
本文件适用于陆上油气田架空输电线路无人机巡检架空输电线路巡检作业。

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 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
- GB/T 28813 ±800kV 直流架空线路运行规程
- GB/T 50545 110kV~750kV 架空线路设计规范
- GB/T 50665 1000kV 架空线路设计规范
- GB/T 50790 ±800kV 直流架空线路设计规范
- DL/T 1346 直升机激光扫描线路作业技术规程
- DL/T 1482 架空线路无人机巡检作业技术导则
- DL/T 307 1000kV 交流架空线路运行规程
- DL/T 741 架空线路运行规程
- Q/GDW 547 ±660kV 直流架空线路运行规程
- Q/GDW 11092 直流架空线路运行规程
- Q/GDW 11399 架空线路无人机巡检作业安全工作规程
- Q/GDW 1906 输变电一次设备缺陷分类标准
- DL/T 2236 架空电力线路无人机巡检系统配置导则

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

通道巡检 channel patrol

无人机使用可见光相机对线路及走廊通道进行快速概要检查，检查对象包括导地线异物、杆塔异物、通道内植被、违章建筑、违章施工、通道环境等。

3.2

飞行航线 air lane

指人工规划或者自动生成的无人机飞行路径。

3.3

航点 waypoint

指无人机在电力设备飞行轨迹的关键轨迹点，分为动作航点和辅助航点，动作航点执行拍照、录像

等指令，辅助航点是为保证飞行安全而设立的过渡点。

3.4

缺陷分类 Defects classification

按照缺陷对电网运行的影响程度，划分为危急、严重和一般缺陷三类。

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 架空输电线路无人机巡检应采用可见光、红外等成像设备对设备外观情况、异常现象进行检查，检查内容包括如下：

- a) 定期对架空输电线路杆塔及通道进行激光点云扫描；
- b) 定期对架空输电线路杆塔及通道进行精细化巡检（可视化、红外热成像）；
- c) 极端（暴雨前后、大雪、冰冻、大风等特殊情况）气象灾害后对架空输电线路杆塔及通道进行巡检；
- d) 临时使用固定翼无人机进行快速的长距离大面积巡检；
- e) 发生故障后对电力线通道进行快速排查。

5.1.2 临时使用固定翼无人机进行快速的长距离大面积巡检应包括但不限于以下内容：

- a) 杆塔明显变形；
- b) 杆塔倾斜及悬挂异物；
- c) 通道导地线掉串掉线等；
- d) 架空线路周围水淹、地陷坍塌等自然灾害程度。

5.2 巡检要求

5.2.1 架空输电线路杆塔及通道进行激光点云扫描巡检作业内容应符合DL/T 1482相关规定。

5.2.2 架空输电线路杆塔及通道进行精细化巡检部位和内容应符合附录B.1要求。

5.2.3 架空输电线路无人机巡检宜通过搭载红外成像设备进行数据采集及故障排查应符合DL/T 664相关规定，巡检内容包括如下：

- a) 输电线路绝缘子串、导地线、金具、避雷器、电缆终端等各类线路部件发热情况；
- b) 单位长度像素数要求为清晰拍摄和准确测温，对于 220kv 的绝缘子串，整串应至少填满画面的 2/3 区域，使单位长度像素数不低于 2 个/cm；
- c) 拍摄时应确保对象完整、对焦准确，保证图像清晰、不出现模糊现象；
- d) 输电线路目标设备应位于图像中间位置，且处于清晰对焦状态；
- e) 对目标采集无人机红外热像应逆光进行，避免顺光条件下阳光反射干扰；
- f) 杆塔设备类型应清晰可辨认；
- g) 升温发热部位细节可准确识别；
- h) 图像温度数据应准确无误；
- i) 图像包含异常发热相别时，也应同时包含正常温升相别；
- j) 红外图像数据应可检索飞行时间日期、飞行参数、云台参数等。

5.2.4 极端（暴雨前后、大雪、冰冻、大风等特殊情况）气象灾害后巡检进行大面积巡检，宜使用固定翼无人机进行长距离大面积巡检。

6 隐患分析

6.1 分析内容

6.1.1 架空输电线路无人机巡检隐患分析内容应符合表1规定。

表1 架空输电线路无人机巡检隐患分析内容要求

序号	部位			要求	隐患分析内容
1	基面及塔腿			拍摄基面及塔腿全貌	1) 回填土下沉或缺土、水淹、冻胀、堆积杂物; 2) 基础破损酥松、裂纹、露筋、下沉、上拔、保护帽破损; 3) 接地引下线断裂、松脱、严重锈蚀外露、雷电烧痕; 4) 防洪、排水、基础保护设施坍塌、淤堵、破损等。
2	塔头			从线路大、小号侧分别拍摄塔头全貌	塔材及地线支架明显变形和受损、塔材缺失、严重锈蚀导地线掉串掉线、悬挂异物等。
3	塔身			拍摄基面及塔身全貌	塔材明显变形、受损和缺失; 严重锈蚀悬挂异物等。
4	全塔			拍摄杆塔全貌	主材明显变形、杆塔倾斜悬挂异物、导地线掉串掉线等。
5	每串绝缘子串	绝缘子串导线段	耐张串	近似垂直导线方向整体或分段拍摄, 应包括所有线夹、金具螺栓, 且每串不少两片绝缘子	1) 导线从线夹抽出; 2) 线夹断裂裂纹、磨损; 3) 螺栓及螺帽松动、缺失; 4) 连接板、连接环调整板损伤、裂纹; 5) 销钉脱落或严重锈蚀; 6) 均压环、屏蔽环脱落、断裂、烧伤; 7) 绝缘子弹簧销缺损, 钢帽裂纹、断裂, 钢脚严重锈蚀或破损等。
6	每串绝缘子串	绝缘子串导线端	悬垂串	近似垂直导线方向整体或分段拍摄, 应包括所有线夹、金具、螺栓, 且每串不少两片绝缘子	1) 导线滑移; 2) 线夹断裂、裂纹磨损; 3) 螺栓及螺帽松动、缺失; 4) 连接板、连接环、调整板损伤、裂纹销钉脱落或严重锈蚀; 5) 均压环、屏蔽环脱落、断裂、烧伤; 6) 绝缘子弹簧销缺损, 钢帽裂纹、断裂钢脚严重锈蚀或破损等。

7	每串绝缘子串	绝缘子串挂点	耐张串	近似垂直导线 方向整体或分段拍摄，应包括所有线夹、金具、螺栓，且每串不少两片绝缘子	1) 螺栓及螺帽松动、缺失； 2) 连接板、连接环调整板损伤、裂纹； 3) 销钉脱落或严重锈蚀； 4) 挂点塔材变形； 5) 绝缘子弹簧销缺损，钢帽 裂纹、断裂，钢脚严重锈蚀或破损等。
			悬垂串	近似垂直导线方向整体或分段拍摄，应包括所有线夹、金具、螺栓， 且每串不少两片绝缘子	1) 螺栓及螺帽松动、缺失； 2) 连接板、连接环调整板损伤、裂纹； 3) 销钉脱落或严重锈 蚀； 4) 挂点塔材变形； 5) 绝缘子弹簧销缺损，钢帽裂纹、断裂，钢脚严重锈蚀或破损等。
8	每串绝缘子串	绝缘子整串	耐张串	近似垂直导线方向整体拍摄应包括整个绝缘子串	1) 伞裙破损、严重污秽、有放电痕迹； 2) 弹簧销缺损 钢帽裂纹、断裂； 3) 钢脚严重锈蚀或破损； 4) 绝缘子串顺线路方向倾斜角过大； 5) 绝缘子自爆等。
			悬垂串	近似垂直导线方向整体拍摄应包括整个绝缘子串	1) 伞裙破损、重污秽、有放电痕迹； 2) 弹簧销缺损；钢帽裂纹、断裂； 3) 钢脚严重锈蚀或破损； 4) 绝缘子串顺线路方向倾斜角过大； 5) 绝缘子自爆等。
9	每串地线或光纤金具串	耐张串		近似垂直地线方向整体或分段拍摄，应包括整个金具串及连接的地线、塔材；	1) 地线从线夹抽出； 2) 线夹断裂裂纹、磨损； 3) 螺栓及螺帽松动、缺失； 4) 连接板、连接环调整板损伤、裂纹； 5) 销钉脱落或严重锈蚀、连接点塔材变形等。
		直线串		近似垂直地线方向整体或分段拍摄，应包括整个金具串及连接的地 线、塔材；	1) 地线滑移； 2) 线夹断裂、裂纹磨损； 3) 螺栓及螺帽松动、缺失； 4) 连接板、连接环、调整板损伤、裂纹销钉脱落或严重锈蚀、连接点塔材变形等。
10	每根引流线			近似垂直线路方向整体拍摄，应包括引流线两端线夹及之间的所有 导线	引流线松股、散股、断股、表层受损、断线、放电烧伤分裂导线扭绞，间隔棒松脱、变形或离位等

11	每个附属设施	近似垂直线路方向整体或分段拍摄，附属设施包括各种防雷、防鸟、在线监测装置；每个附属设施全貌	1) 防雷设置破损、变形、引线松脱，螺栓松脱，销钉脱落或严重锈蚀，放电间隙变化、烧伤、计数器动作情况等； 2) 防鸟装置缺失、破损、变形、螺栓松脱销钉脱落或严重锈蚀等； 3) 在线监测装置外观损坏、引线松脱，螺栓松脱、销钉脱落或严重锈蚀等
12	大小号侧通道	本基杆塔下相导线侧面分别拍摄，大、小号侧顺线路方向分别至下一基杆塔的通道整体情况	1) 通道内建构筑物、鱼塘、水库、农田、树竹生长、施工作业情况； 2) 周边及跨越的电力及通信线路、道路、铁路、索道、管道情况； 3) 质情况等

6.1.2 交叉跨越分析应对导、地线与走廊内地物进行空间分析，提取导/地线正下方的交叉跨越物（建/构筑物、公路、铁路、河流、湖泊、其他电力线等），并计算交叉跨越物位置、导线和交叉跨越物的垂直距离、净空距离、该交叉跨越对应导线位置对地距离等信息。

6.1.3 对输电线路与通道内树木、建筑和交跨电力等地物进行安全距离检测分析，输电线路安全分析应符合GB/T 50545、GB/T 50790、GB/T 50665、DL/T 741、DL/T 307、Q/GDW 547、Q/GDW 11092的相关要求。

6.1.4 通道隐患分析根据激光扫描时的激光点云和相应工况参数，结合导线所允许最高温度、最大风速、最大覆冰及通道运行环境等条件，计算出导线最大弧垂和最大风偏状态，按照安全距离要求进行通道隐患检测分析。

- 6.1.5 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架空输电线路部件及通道隐患问题的智能识别和人工干预修正；
 - b) 架空输电线路部件及通道件问题智能识别应包括问题类型，问题描述等信息；
 - c) 识别隐患异常位置，标号及温度等信息。
- 6.1.6 隐患点详情应包括隐患点在输电线路位置，目标坐标，隐患点类型，隐患内容，根据需要还应包括：与电力线的水平、垂直实测距离，净空实测距离，导线对地面距离以及隐患点所在档距的平面、断面信息等内容。

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) 任务概况应包括巡检任务名称，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) 巡检结果包括隐患部位、名称及故障信息，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。