中国腐蚀与防护学会标准

T/CSCP 0017-2024

输电线路杆塔及其相关设施用金属材料环境腐蚀的无人机调查方法

Unmanned aerial vehicle (UAV) investigation method for environmental corrosion of metal materials used in transmission line towers and related facilities

2024-11-01 发布　　2025-01-01 实施

中国腐蚀与防护学会 发布

前　言

本标准按照 GB/T 1.1-2020 给出的规则起草。

本标准由中国腐蚀与防护学会提出并归口。

本标准主要起草单位：国网四川省电力公司电力科学研究院

本标准参加起草的单位：北京科技大学、国网四川省电力公司、国网福建省电力有限公司电力科学研究院、中国电力科学研究院有限公司、国网电力工程研究院有限公司、国网浙江省电力有限公司电力科学研究院、国网湖南省电力有限公司电力科学研究院、国网陕西省电力公司电力科学研究院、国网天津市电力公司电力科学研究院、国网江西省电力有限公司电力科学研究院、国网（西安）环保技术中心有限公司、国网湖北省电力有限公司电力科学研究院、国网四川省电力公司凉山供电公司、国网四川省电力公司广元供电公司、国网四川省电力公司巴中供电公司、国网四川省电力公司内江供电公司、国网四川省电力公司宜宾供电公司

本标准主要起草人：王志高、陈俊杰、兰新生、李富祥、李旭旭、李训、王方强、杜翠薇、李晓刚、程学群、王昕煜、王涛、张帆、杨小佳、杨国威、王伦滔、 李众、李清、徐迪、孙雷、杨体绍、田倩倩、刘涛、王杰、曾晓亮、林德源、万芯瑗、夏晓健、张强、陈云、黄路遥、郝文魁、易盼、黄耀、胡家元、周宇通、柳森、陈军君、王军、谢亿、欧阳克俭、丁德、白晓春、伍发元、张莹、于金山、夏亚龙、毛嫚、李昆、马建刚、吴跃伟、田刚、王玉龙、骆相材、刘卫东

目 录

1 范围.....1
2 规范性引用文件.....1
3 术语和定义.....1
4 飞行规划.....1
5 无人机设备要求.....1
6 无人机飞行前的准备.....2
7 无人机数据采集.....3
8 数据处理与存储.....4
9 无人机操作的合规要求.....4

1 范围

本标准规定了使用无人机对输电线路杆塔及其相关设施用金属材料进行环境腐蚀调查的方法，包括无人机操作技术要求、数据采集、处理与存储方法、使用无人机的安全性和合规性。

本标准适用于使用小型、中型、大型等民用无人机对输电线路杆塔及其相关设施用金属材料开展环境腐蚀情况调查。

2 规范性引用文件

下列文件对于本文件的应用是必不可少的。未标注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改版）适用于本文件。

GB/T 10123 金属和合金的腐蚀 基本术语和定义

GB/T 11344 无损检测 超声测厚

GB 42590 民用无人驾驶航空器系统安全要求

CH/Z 3005 低空数字航空摄影规范

3 术语和定义

GB/T 10123 和 GB 42590 界定的下列术语和定义适用于本文件。

4 飞行规划

4.1 飞行方案制定

根据输电线路杆塔及其相关设施用金属材料腐蚀调查方案，明确使用无人机调查的区域和目标，重点关注地面作业人员无法观察到的杆塔顶部等区域。通过规划无人机的飞行路径，确保调查区域覆盖率 100％。

4.2 飞行高度和速度

设置合适的飞行高度和速度，保证图像质量和飞行安全。

4.3 飞行作业安全规定

严格按照电力安规相关要求，确保无人机飞行作业期间地面和高空区域安全，避免干扰输电线路杆塔及其相关设施正常运行。

5 无人机设备要求

根据无人机飞行调查任务的需求，进行飞行平台与载荷设备选型。无人机载荷要求及搭载设备要求规定如下：

5.1 无人机平台

a）无人机满电满载续航时间应不小于 20 分钟；
b）抗风能力应大于四级；
c）工作温度范围应在-15℃至 45℃之间；
d）无人机应具备足够的载荷能力，可满足携带的检测设备重量；
e）无人机平台应具备防撞功能。

5.2 检测设备的配置

无人机应配备高分辨率相机、低光摄像头、红外相机、腐蚀大数据传感器等设备以满足腐蚀调查所需。

a）高分辨率相机

高分辨率相机的有效像素应不低于 2000 万，摄像头具备长焦远摄功能（镜头焦距不短于 200 mm（以全画幅传感器尺寸大小为标准）。

b）低光摄像头

保证在极低光照条件下，能够捕捉到高质量的彩色图像。低光摄像头需配备大尺寸的图像传感器和高效的光学系统，以最大化光线的利用。

c）红外相机

实现无人机夜视功能。在不依赖可见光的条件下，通过检测物体发出的红外辐射来捕捉图像。满足无人机在完全黑暗的环境中进行有效的探查功能。

d）腐蚀大数据传感器

获得人员难以到达区域的输电线路杆塔及其相关设施用金属材料所处环境的腐蚀数据流。

6 无人机飞行前的准备

为保证飞行任务正常开展，对于飞行条件、空域状态与设备状态需逐一确认，以保证飞行任务可正常开展。

6.1 飞行条件评估

在执行飞行任务前至少 4 天，查询所在区域气象信息，评估飞行任务当天的天气条件、风速条件、污染情况等。如遇雨雪、雾霾、大风（风速大于 6 m/s 时）等情况时不可执行飞行调查任务。

6.2 飞行空域申请

至少提前 3 天向空域管理部门申请调查区域的飞行空域许可证，经批准后开展飞行任务。

6.3 无人机设备检查

至少提前 1 天对使用设备进行全面检查，并对执行飞行任务区域进行室内飞行任务模拟，以保证飞行任务开展当天硬件设备状态与飞行作业流程正常。

7 无人机数据采集

7.1 图像数据采集

使用无人机搭载高分辨率相机、低光摄像头、红外相机等设备采集输电线路杆塔及其相关设施用金属材料腐蚀图像时，需满足以下要求：

a）无人机稳定性

无人机在采集金属材料形貌图像过程中，无人机应保持悬停稳定性，保证获取图像的清晰度。

b）图像数据采集

每个调查点位应保证多角度的图像采集，包括垂直、45°侧拍等拍摄角度。

c）图像信息记录

图像信息中应包含相机的焦距、像素尺寸、像素分辨率以及影像获取时的地理位置、相对高度等关键信息。

d）图像质量控制

7.2 图像质量检查

依照 CH/Z 3005-2010 规定，对图像质量检查相关要求进行检查：

a）影像质量良好，影像无拖影、无畸变；

b）影像中不可有大面积的阴影、烟雾、过曝等缺陷；

c）数据信息准确，并通过图像数据读取检验。

7.3 腐蚀大数据采集

使用无人机搭载腐蚀大数据传感器进行输电线路杆塔及其相关设施用金属材料所处环境腐蚀性数据采集时，需满足以下要求：

a）无人机续航

无人机在采集腐蚀大数据过程中，无人机应保持不少于 5 分钟的空中悬停时间。如有特殊要求可以通过无人机将探头悬挂于检测区域。

b）环境腐蚀性数据采集

通过无人机搭载腐蚀大数据传感器检测环境腐蚀性因子时，环境腐蚀性数据的采集需在一天的不同的时间段连续采集，包括清晨、中午、傍晚、深夜等时段。

c）数据信息记录

环境腐蚀性数据信息中应包括湿度和温度、硫化物等环境腐蚀性信息，同时记录获取数据时的地理位置、相对高度等关键信息。

8 数据处理与存储

8.1 数据处理

a）图像数据处理

为保证单景影像中研究目标细节信息准确度，需对影像进行畸变校正，用于修正因镜头畸变引起的影像内目标形变。

b）环境腐蚀性数据处理

检查采集的环境腐蚀性数据是否有异常波动，如有异常需排除设备故障或操作错误引起的异常数据。

8.2 数据存储

数据处理完成后，以文件夹的方式管理，并列出数据清单。数据至少包含以下内容：

a）原始数据：无人机获取的原始数据；

b）处理结果：经过处理后的数据信息，数据命名方式应与原始数据对应；

c）飞行设置：飞行中的重要参数设置，如航线、飞行高度、重叠度设置等，建议以录屏或截图等方式进行记录；

d）作业照片：外场作业时现场拍摄的照片，其中包括人员、设备、场景等要素。

9 无人机操作的合规要求

9.1 无人机操作人员资质

操控小型、中型、大型民用无人机人员必须经过专业培训。

9.2 法律法规要求

无人机的使用应符合国家空域管理和民用航空规定。