

**基于立体巡检体系的无人机装备在智能巡检作业中的综合示范应用**

**无人机巡检工作规范**

多旋翼巡检标准

**国网天津检修公司**

**二零一八年五月**

**目录**

[1 目的 4](#_Toc514415946)

[2 引用标准 4](#_Toc514415947)

[3 适用范围 4](#_Toc514415948)

[4 巡检目的 4](#_Toc514415949)

[5 巡视周期 5](#_Toc514415950)

[6 人员资质 5](#_Toc514415951)

[7 空域申报 6](#_Toc514415952)

[8 巡检飞行规则 6](#_Toc514415953)

[8.1 现场勘察 6](#_Toc514415954)

[8.2 安全检查 6](#_Toc514415955)

[8.3 飞行方式 7](#_Toc514415956)

[8.4 数据检验 7](#_Toc514415957)

[9 巡检内容 7](#_Toc514415958)

[10 安全措施 8](#_Toc514415959)

[10.1 人身安全 8](#_Toc514415960)

[10.2 设备安全 8](#_Toc514415961)

[10.3 交通安全 9](#_Toc514415962)

[10.4 气象要求 9](#_Toc514415963)

[10.5 维护保养要求 9](#_Toc514415964)

# 目的

为规范输电线路无人机巡检程序，确保安全、优质、高效的完成输电线路无人机巡检工作，特编制本无人机巡检作业规则。

现场工作必须严格执行《安规》、《两票》有关规定，深入开展反习惯性违章作业。

# 引用标准

国家电网公司《电力安全工作规程》（电力线路部分）

DL/T 741-2001《架空输电线路及设备运行规程》

DL/T 1482架空输电线路无人机巡检作业技术导则

Q／GDW 174 架空输电线路状态检修导则

CCAR-91-R2 一般运行和飞行规则

# 适用范围

本作业规则适用于规范架空输电线路的现场无人机精益化巡视检查作业。

# 巡检目的

对特殊地段、山区地段、重要交跨等重要输电线路进行精细化巡检

及时发现杆塔以及金具上部缺陷和威胁线路安全的隐患

掌握线路运行状况和沿线的环境状况

通过巡检，为线路检修和消缺提供依据

为故障抢修提供数据支撑

# 巡视周期

1. 城市（城镇）及近郊区域的巡视周期一般为1个月；
2. 远郊、平原等一般区域的巡视周期一般为2个月；
3. 高山大龄、沿海滩涂、戈壁沙漠等车辆人员难以到达区域的巡视周期一般为3个月；
4. 在大雪封山等特殊情况下，采取空中巡视、在线监测等手段后可适当延长周期，但不应超过6个月；
5. 单电源、重要电源、重要负荷、网间联络等线路的巡视周期不应超过1个月；
6. 运行情况不佳的老旧线路（区段）、缺陷频发线路（区段）的巡视周期不应超过1个月；
7. 对通道环境恶劣的区段，如易受到外力破坏区、树竹速长区、偷盗多发区、采动影响区、易建房区等在相应时段加强巡视，巡视周期一般为半个月；
8. 新建线路和切改区段在投运后3个月内，每月应进行1次全面巡视，之后执行正常巡视周期。

# 人员资质

1. 作业人员均应具有3年以上高压输电线路运行维护工作经验，熟悉航空、气象、地理等必要知识
2. 进行过DL/T 741-2001《架空输电线路及设备运行规程》以及BG/T 26859《电力安全工作规程》的培训，并通过考试。
3. 操作人员应熟悉无人机巡检作业方法和技术手段，通过相应机型的操作培训，考试合格后持证上岗。

# 空域申报

1. 在执行输电线路巡检飞行之前，应对无人机正常巡检作业制定年度计划和月度计划。
2. 巡检前，应根据巡检线路制定巡检区域所使用的空域、使用时间段等计划文件。
3. 明确巡检飞行所使用的无人机型号、作业人员、空域范围、计划作业时间等。
4. 巡检飞行前，应在当地相关部门办理空域审批手续。

# 巡检飞行规则

## 现场勘察

对所执行巡检的架空输电线路进行实地勘察，确定巡检飞行环境，明确杆塔类型，针对不同杆塔以及地理环境制定起降场地。记录杆塔周围环境，避免出现强电磁干扰源，若不可避免，则应制定应对措施。

## 安全检查

1. 上电前对机械部分相关零件外观进行检查，确认螺旋桨是否完好，表面是否存有污渍和裂纹等。
2. 对动力部分进行检查，确认电机安装是否紧固，有无松动现象。转动电机，检查电机旋转是否顺畅，无卡滞，电机轴无明显弯曲。
3. 检查多旋翼无人机机架是否紧固，有无松动迹象。
4. 检查多旋翼无人机重心位置是否正确
5. 检查线材外皮是否完好，有无脱落现象。
6. 检查电子罗盘以及飞控指向是否与机头一致。
7. 检查遥控器模型是否与作业无人机名称一致。
8. 上电后，检查电机转向是否正确，有无反转、错转现象。
9. 检查机载设备工作是否正常，图传有无信号，相机是否能够正常拍摄。

## 飞行方式

多旋翼无人机由于其具备垂直起降的能力，大多数被用来执行对输电杆塔的精益化巡检作业。飞行方式一般为杆塔下方起飞，沿杆塔进行“之”字形向上飞行，对每一条线路上的所有金具以及塔架进行精益化巡检。执行完一侧的巡检，无人机进行跨塔飞行，对另外一侧的输电线路进行同样标准的精益化巡检作业。

## 数据检验

对每一基杆塔进行巡检完成后，要对采集的图片进行检验，保证所有部位均有不少于两张的有效照片，不能出现模糊、对焦不准、采集位置不准确等问题，若照片质量不能满足巡检要求，则应对杆塔进行重新拍摄或针对某一位置进行补拍。

# 巡检内容

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **分类** | **设备** | **可见光检测** | **红外光检测** |
| **线路本体** | 导地线 | 散股、断股、损伤、断线、放电烧伤、导线接头部位过热、悬挂漂浮物、弧垂过大或过小、严重锈蚀、 有电晕现象、导线缠绕(混线)、覆冰、舞动、风偏过 大、对交叉跨越物距离不够等 | 发热点 |
| 杆塔 | 杆塔倾斜、主材弯曲、地线支架变形、塔材、螺栓丢失、严重锈蚀、脚钉缺失、爬梯变形、土埋塔脚等 | \ |
| 金具 | 线夹断裂、裂纹、磨损、销钉脱落或严重锈蚀；均压环、屏蔽环烧伤、螺栓松动；防振锤跑位、脱落、 严重锈蚀、阻尼线变形、烧伤；间隔棒松脱、变形 或离位；各种连板、连接环、调整板损伤、裂纹等 | 连接点发热 |
| 绝缘子 | 伞裙破损、严重污秽、有放电痕迹、弹簧销缺损、钢帽裂纹、断裂、钢脚严重锈蚀或蚀损等 | 击穿发热 |
| 其它 | 设备损坏情况 |  |
| **附属设施** | 防鸟、防雷等装置 | 破损、变形、松脱等 | \ |
| 各种监测装置 | 缺失、损坏等 | \ |
| 杆号、警告、防护、指示、相位等标识 | 缺失、损坏、严重锈蚀等 | \ |
| ADSS 光缆 | 损坏、断裂、驰度变化等 | \ |

# 安全措施

## 人身安全

1. 现场工作人员应佩戴安全帽并统一着装（工作服、绝缘鞋）。
2. 巡检作业开始前，对作业线路进行实地勘测，确定杆塔周围地理环境，明确杆塔周围特殊危险环境，如强酸强碱、放射性、易爆物等危险物品，并做好记录。
3. 开始工作前，工作负责人向全体检修人员交待工作任务、现场安全措施和临近带电线路（部位），并明确分工，全体工作人员复诵无误后方可开始工作。
4. 严格执行“谁安排工作，谁负责安全”的原则和现场勘察制度，把好作业现场安全关。应安排熟悉设备及作业环境的人担任工作负责人，应对工作的危险点充分进行分析并制定防范措施，传达到每个工作班组成员。
5. 作业现场设置起降区，操作人员不得侵犯起降点5米的安全范围。

## 设备安全

1. 巡检工作出工前，应详细核对和检查所使用的工器具及材料齐全完备后，方可出工。
2. 巡检工作出工前，应将无人机巡检设备牢固固定于车辆中，动力电池应放入电池箱，并且电池箱内不得出现任何锐利器物，以免发生破损起火。
3. 检修人员要按照项目与标准要求，对设备的每个部位（部件）逐项进行认真检查处理，确保不发生因人为原因造成设备故障。
4. 检修中过程中发现严重缺陷，应立即向上级领导汇报并做好记录，以便合理安排处理。

## 交通安全

1. 驾驶员每日出车前应仔细检查车辆状况，保证方向、刹车、灯光完好齐全，严禁车辆带病出车。
2. 驾驶员必须严格遵守交通规则，严禁酒后开车，疲劳出车。
3. 司机在行驶中必须严格执行道路交通管理规定，不准开英雄车，更不准强超会车。
4. 工作成员乘坐车辆时，不准与司机交谈闲聊，更不准在车内嬉笑打闹。
5. 工作成员乘坐车辆时，不准将头、手伸出车窗外，以免会车时伤人。
6. 严禁客货混装，防止工具、材料挤伤、扎伤工作成员。

## 气象要求

1. 作业宜在良好天气下进行。雾、雪、大雨、大风、冰雹等恶劣天气不利于巡检作业的情况时，不应开展无人机巡检作业，最大风力不应超过3级。
2. 起飞前，应确认现场风速符合该机型作业范围。
3. 巡检区域出于狭长地带或大档距、大落差、微气象等特殊区域时，作业人员应根据无人机的性能及气象情况判断时候开展作业。

## 维护保养要求

1. 作业后，作业人员应如实记录无人机状态和作业情况。
2. 无人机巡检系统电池应妥善保管，电池应定期进行充电、放电工作，确保电池性能良好。
3. 应严格按照无人机正常周期进行零件维修更换和大修保养，定期对无人机进行检查、清洁、润滑、紧固，确保设备状态正常。
4. 无人机如长期不用，应定期启动，检查设备状态。如有异常现象，应及时调整、维修。
5. 电池充电应设置独立、阻燃的专用充放电区域，配备必要的灭火器材，防止发生火灾。
6. 运输过程中，电池应储存于专用的防暴、阻燃运输箱中，防止由于颠簸，造成电池损伤，造成自燃等危险隐患。