

ICS: 03.180

CCS: V00/09

团体标准

T/AOPA 0039—2022

电力专业无人机操控员培训与考核导则

Guide for training and assessment of unmanned aircraft
operators in electric-power industry

2022-10-18 发布

2022-10-18 实施

中国航空器拥有者及驾驶员协会 发布

目 次

前 言	II
引 言	III
1 范围	1
2 规范性引用文件	1
3 术语和定义	1
4 一般规定	2
5 专业技能	2
6 应急处置	4
7 考核评定	5
8 合格证管理	6

前 言

本导则按照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。

本导则由中国航空器拥有者及驾驶员协会（Aircraft Owners and Pilots Association of China，以下简称中国AOPA）提出、制定、发布、解释并组织实施。

本导则起草单位：国网电力空间技术有限公司、国网浙江省电力有限公司衢州供电公司、国网江苏省电力有限公司徐州供电分公司、国网西藏电力有限公司、国网安徽省电力有限公司无人机巡检作业管理中心、国网冀北电力有限公司、国网四川省电力公司超高压分公司、国网山西省电力公司长治供电公司、国网福建省电力有限公司电力科学研究院、国网重庆市电力公司超高压分公司、云南电网有限责任公司输电分公司、内蒙古电力（集团）有限责任公司航检分公司。

本导则主要起草人：程海涛、朱晓康、杜伟、姜淦之、张祥、武超、阴酉龙、刘敏、邹彪、于佰龙、宋宁宁、陈伯建、武剑、张伟豪、孙斌、毛鹏飞、刘晔、刘嵩、叶剑锋、朱松涛、王宁、穆增汉、毕文瑾、刘俊男。

引 言

近年来，无人机广泛应用于电力行业运行巡视工作，大大提高了工作效率，保障了人员安全，具有重要的社会意义与经济价值。庞大的电力专业无人机操控员之中，人员结构差异大，对无人机知识与电力知识掌握水平参差不齐，为提升电力专业无人机操控员包括航空、电力、测绘、通信等多专业的技能水平，从准入层面对无人机操控员实施电力专业应用进行规范化约束，实现无人机操控员的多元化与标准化管理，中国航空器拥有者及驾驶员协会于2022年建立电力专业无人机操控员培训与考核导则，并按照公文管理程序审批、发布。

电力专业无人机操控员培训与考核导则

1 范围

本导则描述了电力专业无人机操控员从业应具备的基本条件、专业技能、应急处置、考核评定及合格证管理等内容。

本导则适用于应用各型无人机对架空输电线路、配电线路、变电（换流）设备、新能源电力设备等开展运行巡视的作业人员的培训考核与评定工作。

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。

DL/T-741 《架空输电线路运行规程》

T/AOPA 0008 《民用无人驾驶航空器系统驾驶员训练机构合格审定规则》

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

无人机 unmanned aircraft; UA

是由控制站管理（包括远程操纵或自主飞行）的航空器，也称远程驾驶航空器。

3.2

无人机系统 unmanned aircraft System

是指由无人机、相关的控制站、所需的指令与控制数据链路以及批准的型号设计规定的任何其他部件组成的系统。

3.3

多旋翼无人机 multi-rotor UA

是指一种重于空气的无人机，由三个（含）以上旋翼与空气进行相对运动的反作用而获得升力的无人机。

3.4

垂直起降固定翼无人机 VTOL fixed-wing UA

是指一种重于空气的无人机，垂直起降时由与直升机、多旋翼类似起降方式或直接推力等方式实现，水平飞行由固定翼飞行方式实现，且垂直起降与水平飞行方式可在空中自由转换。

3.5

无人机精细化巡视 UA fine patrol

应用无人机搭载照相机或光电吊舱，对电力设备本体、辅助设施及通道进行全方位、精细化巡查并记录可见光缺陷相关信息。

3.6

无人机激光扫描 UA laser scanning

应用无人机搭载三维激光扫描系统沿规划路径进行航飞，获取电力设备本体及通道高精度、高密度的激光点云数据。

3.7

无人机红外检测 UA infrared detection

应用无人机搭载红外相机或红外光电吊舱，对电力设备包括金具、绝缘子、线夹等部件进行温度检测并记录红外发热缺陷相关信息。

3.8

申请人 applicant

是指申请电力专业无人机操控员合格证的自然人。

4 一般规定

本章规定了申请电力专业无人机操控员合格证的人员的基本条件要求。

4.1 身份要求

4.1.1 申请人应为中华人民共和国公民，遵守中国法律，保守国家秘密，包括但不限于电力设备、测绘地理信息等涉密资料。

4.1.2 申请人应提供本人身份证或护照等其他合法身份证件。

4.1.3 申请人年龄应不少于 18 周岁。

4.2 学历要求

申请人最低学历为中专毕业，电力院校毕业的申请人可适当放宽条件限制。

4.3 身体要求

4.3.1 申请人应具备良好的身体素质，能够适应电力专业作业环境。

4.3.2 申请人应具备良好的心理素质，心态良好，戒骄戒躁，能够冷静对待与处理电力设备巡视作业过程中遇到的各种困难与突发事件。

4.4 其他要求

4.4.1 申请人应热爱祖国，热爱事业，热爱电力行业与无人机行业。

4.4.2 申请人应取得民用无人机驾驶员合格证，方能考取电力专业无人机操控员合格证。

5 专业技能

本章规定了电力专业无人机操控员应具备的专业技能。

电力专业无人机操控员应熟悉电力、测绘、通信等专业基础知识，具备无人机精细化巡视、激光扫描巡视、红外检测等基本巡检作业与数据分析的能力。

5.1 专业知识

5.1.1 电力知识

申请人应具备如下电力知识：

a) 了解架空输电线路、配电线路、变电换流设备、新能源电力设备的结构组成、工作原理、运行维护等基本知识。

- b) 熟悉杆塔本体、导线、地线、绝缘子、金具、通道、变电站、换流站等电力设备的概念。
- c) 熟练掌握电力设备无人机巡检内容、巡检科目与技术方案。
- d) 熟练掌握无人机电力巡检作业的危险点、危险源与安全管理规定。

5.1.2 测绘知识

申请人应具备如下测绘知识：

- a) 熟悉测绘基础知识，了解时间系统、坐标系统、坐标转换等基本概念。
- b) 熟悉摄影测量、激光扫描、导航定位等作业类型的基本内容与基本流程。
- c) 熟悉 GPS 全球定位系统、北斗定位系统、惯性导航系统的原理与功能。

5.1.3 通信知识

申请人应具备如下通信知识：

- a) 熟悉通信基础知识，了解无人机通信的基本原理与数据链路的管理监控方式。
- b) 熟悉无人机机载链路设备、地面链路设备的传输性能和抗干扰能力。
- c) 熟练掌握无人机图像信号、数字信号的传输方式、波段、频率等内容。

5.2 巡视作业

5.2.1 精细化巡视

从事电力设备精细化巡视作业，应符合下述要求：

- a) 熟练掌握输电线路、配电线路、变电换流) 设备、新能源电力设备精细化巡检的内容与要求，能够根据任务类型、任务设备、作业环境制定合适的作业方案。
- b) 熟练掌握相机的安装、检查、调试和操作流程。
- c) 熟练掌握相机拍摄方向、距离、角度、拍摄范围及相机参数的调整与优化。
- d) 熟练掌握无人机对杆塔本体、绝缘子、金具、附属设施等部位的拍摄流程与要求细则。
- e) 熟练掌握精细化巡视缺陷类别与等级判定规则，能够正确识别缺陷并对缺陷进行规范化命名、描述与分类定级。
- f) 熟练掌握精细化巡视缺陷的汇总、检查、整理与上报工作。
- g) 熟悉精细化巡视报告编制规范，能够按照规范要求正确编制精细化巡视总结报告。

5.2.2 激光扫描

从事电力设备激光扫描作业，应符合下述要求：

- a) 熟悉输电线路、配电线路、变电换流) 设备、新能源电力设备激光扫描巡视的内容与要求，能够根据任务类型、任务设备、作业环境制定合适的作业方案。
- b) 了解三维激光扫描仪、惯性导航系统的工作原理。
- c) 熟悉激光扫描设备的安装、检查、调试、检校等流程。
- d) 熟悉激光扫描巡视的范围与重点，能够根据实际环境调整激光扫描设备相关参数，满足作业方案的技术要求。
- e) 熟悉激光点云数据解算、处理流程，能够完成激光点云数据的导入、浏览、数据检查等基本操作。
- f) 熟悉激光扫描巡视隐患分类与等级判定规则，能够根据数据分析结果正确判定隐患类型与等级。
- g) 熟悉激光点云数据与隐患数据的汇总、检查、整理与上报工作。
- h) 熟悉激光扫描巡视报告编制规范，能够按照规范要求正确编制激光扫描巡视总结报告。

5.2.3 红外检测

从事电力设备红外检测作业，应符合下述要求：

- a) 熟悉输电线路、配电线路、变电换流)设备、新能源电力设备红外检测的内容与要求，能够根据任务类型、任务设备、作业环境制定合适的作业方案。
- b) 了解红外吊舱、双光吊舱的工作原理。
- c) 熟悉红外吊舱、双光吊舱的安装、检查、调试和操作流程。
- d) 熟悉红外吊舱、双光吊舱的性能参数，能够根据实际环境调整吊舱焦距、角速度等相关参数，满足作业方案的技术要求。
- e) 熟悉红外检测隐患分类与等级判定规则，能够正确识别缺陷并对缺陷进行规范化命名、描述与分类定级。
- f) 熟悉红外照片、视频数据的剪辑、整理与上报工作。
- g) 熟悉红外检测报告编制规范，能够按照规范要求正确编制红外检测总结报告。

6 应急处置

本章规定了电力专业无人机操控员应具备的无人机应急处置能力。

电力专业无人机操控员应熟练掌握应急操作手册内容与要求，熟练掌握应急操作程序，建立应急操作清单，在面对紧急情况或突发事件时，第一时间采取正确处置措施，规避风险及次生灾害。

6.1 危急情况

需要处置的危急情况包括但不限于以下类型：

- a) 动力系统故障，
- b) 飞控系统故障，
- c) 电气系统故障，
- d) 地面站操作系统故障，
- e) 无人机操纵系统故障，
- f) 下行通信链路故障，
- g) 起落架故障。

6.2 紧急情况

需要处置的紧急情况包括但不限于以下类型：

- a) 导航系统故障，
- b) 上行通信链路故障，
- c) 控制站显示系统故障，
- d) 任务设备故障。

6.3 应急程序

6.3.1 电力专业无人机操控员在面对 6.1 与 6.2 所述的突发事件时，应能够冷静处置，熟练掌握应急程序，需要执行的应急程序包括但不限于以下类型：

- a) 一键返航操作，
- b) 动力装置重启操作，
- c) 备份系统切换操作，

d) 应急迫降操作。

6.3.2 电力专业无人机操控员在遇到坠机情况时，应能够根据应急操作手册要求，第一时间启动应急响应，需要执行的应急程序包括但不限于以下类型：

- a) 人身伤害应急处理，
- b) 坠机设备回收与处置，
- c) 次生灾害应急处理，
- d) 汇报与报案，
- e) 舆情控制。

7 考核评定

本章规定了电力专业无人机操控员合格证的考核方式与评价标准，评定合格的申请人可以向中国航空器拥有者及驾驶员协会申请电力专业无人机操控员合格证。

7.1 考核内容与方式

7.1.1 电力专业无人机操控员合格证考核包括以下科目：

a) 理论考试

理论考试包括但不限于本导则规定的电力专业无人机操控员应具备的电力、测绘、通信等专业基础知识，也包括无人机专业知识及空域申报相关内容。

b) 技能考核

技能考核包括利用无人机进行电力专业精细化巡视、激光扫描巡视、红外检测等科目的模拟操纵以及数据分析等相关内容。

7.1.2 电力专业无人机操控员考核方式包括理论考试与技能考核两类，申请人应按本导则规定，提前至少 14 个日历日提出考核申请，并于指定的时间和地点进行各项考试，地点一般为电力专业无人机操控员培训单位提供的考核场地。

7.1.3 理论考试以计算机答题的方式进行，技能考核以无人机实际操作的方式进行，由中国航空器拥有者及驾驶员协会认定的具有考官资质的考核人员现场评定。

7.1.4 两项考核科目为递进关系，须顺次进行。

7.2 考核成绩判定

7.2.1 电力专业无人机操控员考核科目满分均为 100 分，理论考核以计算机答题成绩判定，及格分为 90 分；专业技能考核由考核人员评定，及格分为 80 分。

7.2.2 专业技能考核主要判定标准如下：

- a) 按照专业技能考核要求，安全正确的完成指定考核动作与程序。
- b) 具备良好的判断能力。
- c) 具备良好的心态与应急处置能力。

7.2.3 两项考核成绩须全部达到及格分数线，方可评定为考核通过。

7.2.4 考核科目第一项未通过，即终止考试，不能继续进行下一科目考核。

7.3 补考要求

7.3.1 补考科目为未通过科目及后续考核科目。

7.3.2 参加补考的申请人补考日期应与上一次考核日期间隔至少 28 个日历日，并应提前 14 个日历日提出补考申请。

7.4 电力专业无人机操控员培训单位资质要求

7.4.1 申请获取电力专业无人机操控员培训资质的单位应具备以下条件：

- a) 取得国家工商行政管理部门或有关机构注册登记的法人资格。
- b) 取得通用航空企业经营许可证，经营范围包含无人机驾驶员执照培训。
- c) 申请单位和组织机构法人无失信情况。
- d) 申请单位至少 10 名所属员工已取得中国航空器拥有者及驾驶员协会颁发的民用无人机驾驶员合格证，且合格证在有效期内。
- e) 具有 10 架（套）及以上无人机（包括多旋翼无人机、固定翼无人机、无人直升机），可搭载相机、光电吊舱、三维激光扫描仪等作业设备。
- f) 具备 1 个及以上开展电力专业无人机技能培训的训练场地，场地宜为具备自有空域资源的通用航空机场。

7.4.2 电力专业无人机操控员培训单位资质原则上每 2 年开展一次集中申请。

8 合格证管理

8.1 合格证申请

按照本导则规定，完成两项考核科目且成绩合格的申请人可依规向中国航空器拥有者及驾驶员协会无人机管理办公室申请电力专业无人机操控员合格证。

8.2 合格证有效期

8.2.1 电力专业无人机操控员合格证有效期为两年。

8.2.2 合格证持有人应在合格证有效期满前三个月向中国航空器拥有者及驾驶员协会无人机管理办公室提出合格证续期申请。

8.2.3 电力专业无人机操控员合格证续期后，申请人的民用无人机驾驶员合格证有效期应同步顺延。

8.2.4 未在有效期内提出续期申请的持有人在有效期满后不得从事电力专业无人机作业。

8.3 合格证变更与补发

8.3.1 在根据本导则颁发的电力专业无人机操控员合格证上显示的个人信息应与本人身份一致，信息变更应向中国航空器拥有者及驾驶员协会无人机管理办公室提出书面申请，写明变更原因与变更内容，审核通过后方可完成变更。

8.3.2 在根据本导则颁发的电力专业无人机操控员合格证发生损坏或者遗失时，合格证持有人应及时向中国航空器拥有者及驾驶员协会无人机管理办公室提出补发申请，在合格证补发之前，不得从事电力专业无人机作业。