

ICS: 01.040.49

CCS: V00/09

团体标准

T/AOPA 0017—2021

无人机安全操作能力评估系统技术规范

Technical Specification for UAV Safety Operation
Capability Evaluation System

2021-12-31 发布

2021-12-31 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
无人机安全操作能力评估系统技术规范.....	1
1 范围.....	1
2 规范性引用文件.....	1
3 术语和定义.....	1
4 系统设计原则.....	1
5 系统设计标准.....	2
附 录 A.....	5
附 录 B.....	6
参考文献.....	10

中国团体标准

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。

本标准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。

本文件起草单位：中国航空器拥有者及驾驶员协会、中国地理信息产业协会、大疆创新科技有限公司、北京优云智翔航空科技有限公司、北方天途航空技术发展（北京）有限公司、北京享飞就飞航空俱乐部有限公司。

本文件主要起草人：柯玉宝、段志勇、王夏崢、郝琦、陈海霞、孟雅妮、梁文广、张力、孙芳芳、郭知疑、汤海、王增宁、孙杰、杨江江、陈骏、陈晓琳、朱林锐、杨铎、王汉清、杨苒、杜立新、戴长靖、狄文、何宁。

引 言

随着中国经济社会的发展和科学的进步，中国无人机保有量近年来持续攀升，无人机数量的增加给社会带来了一系列问题。

无人机驾驶员的驾驶水平和人员素质，将对整个社会和人民群众的日常生活产生显著影响，所以，系统化、科学化无人机驾驶员的安全操作能力评估，其社会意义十分重大，更是一个学员成为合格驾驶员的重要关口，应通过科学技术保证考试评估的纪律性、严格性、公平性、公开性。

一套数字化，系统化的安全操作能力评估系统，逐渐成为无人机驾驶员考试必备的关键系统和基础设施。

本标准是无人机驾驶员安全操作能力评估的基本依据，是所有自愿接受行业自律的投资和运营人共同遵守的行为规范。

无人机安全操作能力评估系统技术规范

1 范围

本标准规定了无人机安全操作能力评估系统的一般要求、功能、组成、指标、检测方法等进行了规定。

本标准适用于无人机安全操作能力评估系统设计、开发，也可用于指导系统的应用、测试。

2 规范性引用文件

下列文件对于本标准的应用是必不可少的。凡是注明日期的引用文件，仅注明日期的版本适用于本标准；凡是不注明日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本标准。

民用航空器驾驶员合格审定规则

一般运行和飞行规则

民用无人机驾驶员管理规定

民用无人机驾驶员合格审定规则

3 术语和定义

3.1

无人机（UAV）

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（RPA: Remotely Piloted Aircraft）。

3.2

无人机系统（UAS: Unmanned Aircraft System）

也称远程驾驶航空器系统（RPAS: Remotely Piloted Aircraft Systems），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

无人机安全操作能力评估系统（UAV safe operation capability assessment system）

是指通过定位系统实现对考试项目的自动化评判，代替原来人工评判，并记录考试过程的无人机飞行轨迹资料，提供考试过程回放等相关功能。无人机安全操作能力评估考试减少了人为因素对考试过程的干扰，提高了考试的公开性、公平性、公正性。

4 系统设计原则

4.1 数据不可篡改原则

考试无人机在考试过程中所实时采集的数据，包括飞行姿态数据和地理信息数据等，均应由机载设备或飞机自身数据链路实时发送至 UOM 系统，数据传输及存储上采用了数据加密机制、在数据的访问控制上增加权限限制，保护数据的隐私性，所有用户角色应只能查看与显示数据。

4.2 先进性原则

系统的设计应该具有技术先进性，所采用的理念、技术应当是业内领先的，并能代表未来的发展方向；所采用的应用平台应当是被证明其先进性和有效的；紧跟网络化、集成化、智能化的浪潮。

4.3 标准化原则

系统在互联互通、相互集成的时候，标准化显得越来越重要，以统一的监控平台互通协议为基础的联网方式是未来的发展方向和趋势。目前国家、行业都在制定相关的标准，因此平台系统在编码、传输、控制、存储等方面都优先考虑兼容标准。

4.4 安全性和稳定性原则

具备多级安全认证机制，支持完善的权限管理功能，支持平台对客户端软件、前端设备、平台设备的安全接入与认证。系统具有高稳定性和可靠性，能够长期稳定运行，保证任何时候运行稳定，应用功能可靠。

4.5 开放性原则

系统具备开发性和兼容性，可以兼容接入国内主流 RTK 基站差分数据或公共网络 RKT 服务，系统提供标准开发接口，可以供第三方系统进行无缝集成接入。

5 系统设计标准

5.1 功能设计标准

5.1.1 系统组成

无人机安全操作能力评估系统需提供一整套从信息录入，监考，考试评估，成绩归档到设备调试等一系列功能的完整系统，满足考官、考点、考生的需求，系统由以下部分组成：后台监管系统，监考客户端，定位数据采集与传输单元，综合保障终端（气象数据采集与传输单元，身份数据采集与考评监控单元）四大部分组成。

后台监管系统经鉴定后接入民航 UOM 系统，提供考试所需的各种信息管理，需至少包含考点、机构、考试计划、考生、考试标准等基本的信息维护，以及提供必要的考试远程监控。

监考客户端提供提供考点工作人员现场踏勘，设备调试，设备监控等功能。

定位数据采集与传输单元是提供无人机定位数据及其发送数据的硬件设备，它可以是无人机系统或者外挂的独立模块。

综合保障终端提供气象数据，人证识别功能以及考试监控等功能。

5.1.2 数据传输

和考试状态下的实时飞行监控，为保证考试过程和考试结果的公正性，不同考场、不同考生，在考试的判定过程和判定结果中，需遵循统一的运行规范和执行标准，基于以上原则，无人机考试系统的采集数据存储与考试数据判定，均应借助云端部署的考试系统服务器，统一实现对考试过程和考试结果的调度与运行。

云端部署的考试服务器可以将考试实时数据通过国内商业化的公共服务网络传递给任意一台接入考试服务器的指定网络终端设备。一次搭建，随处运行。系统各端的关系图：

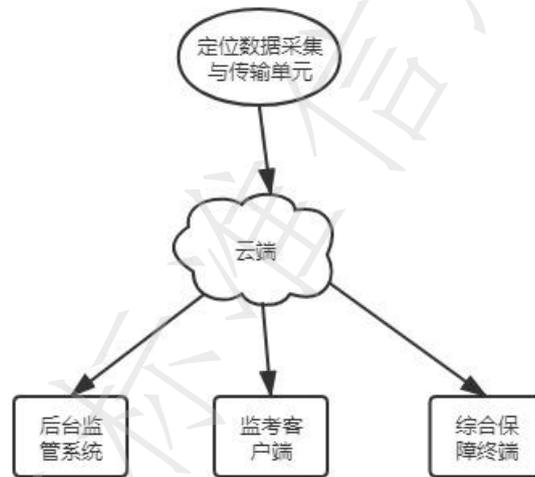


图1 系统各端的关系图

5.1.3 评估标准动态更新

由于考试无人机在考试现场受当地风力影响较大，为保证考试过程与考试结果的公平性，考试系统需具有现场气象环境采集的功能，对风力大小变化做出实时响应的调整能力，结合考试现场不同等级的实时风力，调整为难度不同的考试执行标准，实时动态评判并给出考试结果。考试标准可在管理后端进行配置，风力变化与考试等级变化的关系如下：

根据风速分为三个等级，0-4米/秒为一级标准，4-8米/秒为二级标准，8-12米/秒为三级标准，一级标准按照现有考试标准设置，随着风力标准的提升，相关的标准难度依次降低15%左右。标准的变化根据场地安放的气象数据采集与传输单元所提供的风速值自动完成，详见附表。

5.1.4 流程自动化

系统需满足以下流程的自动化：

- 考生入场自动化，考生经过人脸或身份证识别通过后即可进入考试。
- 考试场地、考试无人机和考生三者均采用自适应识别设计，由系统自主完成识别、绑定与解绑操作，建立三者的关联性逻辑，支持全国范围内多考点、多考场同时进行能力评

估考试。

——考试科目的操作步骤提示采用自动化设计，在考试飞行过程期间，有相应的流程语音播报，比如自旋科目开始提示、八字科目开始提示、考试失败进入下一次考试等。

5.1.5 数据保存

考试飞行轨迹数据和考试结果，可根据姓名、身份证号码、考试科目、考试时间等信息的快速查询，所有考试数据可以无限期保存。

5.1.6 可以支持操作旋翼（多旋翼，直升机等）或固定翼（滑跑固定翼，垂起起降固定翼等）三类机型的能力评估。

5.2 性能技术设计标准

——针对考试内容所涉及的精度识别能力需满足民航无人机驾驶员人员考试要求，系统具有感知与评判包括无人机的姿态、位置、加速度等各类技术数据能力。

——采用低延时数据通信技术与通信数据的安全冗余设计。

——支持 5G\4G 及以下移动蜂窝数据网络，支持中国移动、中国联通、中国电信三网制式。

——同时支持 GPS/GLONASS/BeiDou 全球定位系统。

5.3 可靠性技术设计标准

——系统设计与运行的应满足可靠性使用条件包括温度、防水、防尘、湿度、防盐雾、防火、防跌落、防震动等多项技术要求。

——系统上线运行前应满足严格的稳定试运行标准。

——支持在线固件更新与版本维护。

5.4 易用性技术设计标准

——适配市面上符合考试标准的考试用机，能够在两分钟内完成考试用机的安装与调试工作。

——当采用外挂式设备时，应采用电缆连接器防反插设计，有效管控人为操作可能产生的各项安全使用隐患。

附录 A

(资料性)

视距内和超视距驾驶员考试标准随风力变化图表

等级	风速 (米/秒)	水平偏差 (米)	航向偏差 (°)	高度偏差 (米)	飞行速度 (米/秒)	适用驾照等级
一级	0-4	2	30	1	0.3-3	视距内和超视距
二级	4-8	2.4	35	1.4	0.2-4	视距内和超视距
三级	8-12	2.8	40	1.8	0.1-5	视距内和超视距

附录 B
(规范性)
无人机飞行能力评估系统测试规范

B.1 范围

本规范规定了无人机飞行能力评估系统的组成、测试内容及要求。本规范适用于无人机飞行能力评估系统设计、开发及测试。

B.2 术语和定义

下列术语和定义适用于本规范。

B.2.1 航向精度

是指组合航向测量数据与实际航向的均方根误差，排除随机误差，而且补偿了周围静态磁场的影响，并且磁倾角不得大于 75° 的情况下的数值。

B.2.2 速度精度

通过设备 GPS 和其他测量器件经过数据解算后获取的设备与相对垂直地面的地速与实际地速的均方根误差值。

B.2.3 水平位置精度

以实际设备位置为中心 RMS 数据为半径画圆通过卫星定位或其他辅助定位手段计算出设备定位经纬度数据打点，有 67% 的点都可以落在圆内。

B.2.4 高度测量精度

经过 GPS 或其他辅助测量手段测量到设备的海拔高度数据，与设备实际的海拔高度数据的均方根误差值。

B.2.5 加速度测量范围

指加速度测量设备在单个轴向上的两个方向所能测量出有效的加速度最大值。

B.2.6 实时评估数据向后台回传速率

指评估设备向后台传输评估数据的最小频率值。

B.2.7 数据回传延迟

指评估设备向评估后台传输数据，发出时间至服务器收到并响应处理后的时间差值。

B.2.8 系统启动时间

指系统上电时间至系统启动成功开始第一次联网的时间差值。

B.2.9 系统联网时间

指系统开始第一次联网时间至设备登录成功可以进行正常使用的时间差值。

B.3 功能设计测试要求

B.3.1 飞行考试流程

无人机飞行能力评估系统应实现自主化无人电子飞行考试流程，包括但不限于以下功能：

B.3.1.1 考试时间段内，自动识别身份证并判断是否具备飞行实践考试资格；

B.3.1.2 每个考场应自动识别接入考试系统的考试飞机和考生；

B.3.1.3 支持多个考场同时无人考试。

B.3.2 RTK 基站差分数据接入能力

无人机飞行能力评估系统应支持考试无人机接入专用RTK基站差分数据或者公共网络RKT服务，当设备无差分定位服务时不可用于考试。

B.3.3 评估标准配置

无人机飞行能力评估系统可通过后台配置自定义的评估标准，包括但不限于飞行器水平位置偏差、垂直位置偏差、航线角度偏差、悬停漂移范围、飞行速度范围等。

B.3.4 评估标准调整

无人机飞行能力评估系统可通过考试场地气象采集设备反馈的风速，实时调整当时的正在执行的评估标准。

B.3.5 数据存储及查看

无人机飞行能力评估系统应支持考试用机所采集数据通过云端部署的后台管理系统实时查看，支持多台考试无人机实时查看数据快速切换，支持异地远程监考。考试数据可永久保存并支持数据回放。

B.3.6 数据上传

无人机飞行能力评估系统应支持云端后台管理系统远程读取考试无人机上数据采集单元里的轨迹数据。

B.4 性能技术设计测试要求

性能技术设计测试项目及要求见表 B.1。

表 B.1 性能技术设计测试项目及要求

项目	定义值
航向精度	精度误差小于 0.5 度
速度精度	精度误差小于 0.03 米/秒
水平位置精度	小于 5CM RMS
高度测量精度	小于 5CM
实时评估数据向后台回传速率	不小于 3Hz
数据回传延迟	不大于 200ms
系统启动时间	小于 30 秒
系统联网时间	小于 20 秒
供电电压	DC 9-60V
整机功耗	不高于 10W
全球定位系统支持	GPS/GLONASS/BeiDou 同时支持
通讯链路	支持 5G/4G 及以下移动蜂窝数据网络,支持中国移动、中国联通、中国电信三网制式

B.5 可靠性技术设计测试要求

可靠性技术设计测试项目及要求见表 2。

表 B.2 可靠性技术设计测试项目及要求

项目	定义值	备注
工作温度	环境 -10 至 50 摄氏度	
存储温度	环境-20 至 80 摄氏度	
防水防尘等级	IP33	
工作湿度	10-90%	

设备防盐雾防护等级	依照国家标准:GB/T2423.17-93 中型盐雾试验标准(NSS)测试后设备无明显功能异常	
设备静电防护等级	接触式 4KV 非接触 8KV	
防火等级	依照 GB/T5169.16 标准	阻燃板材
跌落防护等级	有包装情况: 10 米跌落无影响	
包装运输震动防护等级	5-500Hz 无影响	加速度 5G
系统无故障运行标准	系统平均无故障小时数不低于 2000 (待定) 小时, 评估数据准确数据无异常。	
支持软件在线更新	支持配套硬件的软件在线更新固件和版本升级。(包含系统本身和相关的配件设备等)	

B.6 易用性设计测试要求

B.6.1 接口防反插

系统及配件设备对外接口应从结构上有防反插设计, 且有准确标识。

B.6.2 RTK 天线及设备固定

在考试无人机上加载外接设备时, 不应破坏原有考试无人机机身结构即可牢固固定, 安装位置可灵活调整。

B.6.3 设备拆装

考试用无人机可在 2 分钟内完对考试系统的设备安装与调试。

参考文献

- [1] 《民用航空器驾驶员合格审定规则》
- [2] 《一般运行和飞行规则》
- [3] 《民用无人机驾驶员管理规定》
- [4] 《民用无人机驾驶员合格审定规则》