



中华人民共和国国家标准

GB/T 44166—2024

民用大中型固定翼无人机系统自主能力 飞行试验要求

Flight test requirements for autonomous capability of civil large and medium-sized
fixed-wing unmanned aircraft system

2024-06-29发布

2025-01-01实施

国家市场监督管理总局
国家标准化管理委员会

发布

目次

前言 III

1 范围 1

2 规范性引用文件 1

3 术语和定义 1

4 一般要求 1

 4.1 试飞条件 1

 4.2 试飞对象 2

 4.3 试飞项目 2

 4.4 资料 2

 4.5 人员要求 2

 4.6 测试和改装 2

 4.7 数据处理 2

5 飞行能力 2

 5.1 航路规划 2

 5.2 飞行控制 3

6 运行风险因素识别与响应能力 5

 6.1 识别 5

 6.2 信息处理 5

 6.3 响应 6

7 人工干预能力 6

 7.1 试验目的 6

 7.2 试验方法 6

 7.3 试验结果 6

8 试飞报告 7

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。

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。

本文件由全国航空器标准化技术委员会 (SAC/TC 435) 提出并归口。

本文件起草单位：中国飞行试验研究院、中国航空综合技术研究所、中航贵州飞机有限责任公司、爱生无人机试验测试靖边有限公司、北京理工大学、西安羚控电子科技有限公司。

本文件主要起草人：张培田、吴欣龙、舒振杰、贺正彦、唐塘、王锋、胡应东、祁圣君、安然、潘计辉、钟海、席亮亮、王亚龙、李剑、代流刚、王久元、韩承林、张泽京、廖新涛、刘官永、孙友彬、王艳平。

民用大中型固定翼无人机系统自主能力 飞行试验要求

1 范围

本文件规定了民用大中型固定翼无人机系统(以下简称“无人机系统”)自主能力飞行试验的一般要求、飞行能力、运行风险因素识别与响应能力、人工干预能力和试飞报告的要求。

本文件适用于民用大中型固定翼无人机系统自主能力飞行试验,其他类型无人机系统自主能力飞行试验参照执行。

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/T 35018 民用无人驾驶航空器系统分类及分级
- GB/T 38152 无人驾驶航空器系统术语

3 术语和定义

GB/T 35018、GB/T 38152界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

3.1

自主能力 autonomous capability

无人机系统以自主模式或自动模式在设计运行范围内实施飞行、识别和响应运行风险因素的能力。
注1:自主模式指无人机系统操控员不介入飞行,决策以无人机系统判断为准。
注2:自动模式按照预先设定的程序执行,重要决策以人判断为准,需无人机系统操控员发送指令。

3.2

无人机系统操控员 unmanned aircraft system pilot
参与无人机系统飞行过程的操控人员。

3.3

运行风险因素识别与响应 operational risk identification and response
对可能降低运行安全水平的可变因素进行识别,并作出适当的响应。

4 一般要求

4.1 试飞条件

试飞的场地条件(海拔高度、跑道等)和环境条件(如大气温度、大气压力、大气湿度、风速、风向、能见度、电磁环境等)应符合无人机系统技术要求。
运行风险识别与响应能力试飞科目应先执行地面试验,在评估地面试验结果的有效性后,再开展相应的飞行试验。

4.2 试飞对象

试飞对象为无人机系统，包括无人机、控制台(站)、控制链路和任务载荷。无人机系统技术状态应符合无人机系统技术要求。

4.3 试飞项目

试飞项目应包括：

- a) 无人机系统自主飞行能力；
- b) 运行风险因素识别与响应能力；
- c) 人工干预能力。

4.4 资料

应提供下列文件：

- a) 飞行试验大纲；
- b) 无人机系统技术说明书；
- c) 无人机系统操控员手册及飞行手册；
- d) 其他与试飞相关的必要资料和计算结果。

4.5 人员要求

参试人员应满足以下要求：

- a) 无人机系统操控员具备被试无人机系统操控能力；
- b) 其他参试人员满足上岗要求。

4.6 测试和改装

测试和改装应满足以下要求：

- a) 测试和改装不改变无人机系统的气动特性，不影响无人机系统的正常工作，不危及地面人员的安全；
- b) 根据无人机系统自主能力试飞的测试需求进行试飞测试和改装设计，内容包括但不限于测试设备的种类、数量、测量范围和精度；
- c) 测试设备经检定机构检定合格，并在有效期内。

4.7 数据处理

数据处理应符合以下要求：

- a) 根据试验方法进行试飞数据有效性分析，剔除无效数据，获取可用数据；
- b) 对于使用大气数据系统的无人机系统，通过试飞修正气压高度和空速的位置误差。

5 飞行能力

5.1 航路规划

5.1.1 试验目的

检查无人机系统自动航路规划能力。
检查无人机系统自主航路规划能力。

5.1.2 试验方法

自动航路规划能力检查：无人机起飞前，将可飞空域、禁飞区、目标作业区域的位置信息及起降地点的高度、位置信息等航路规划限制信息导入航路规划系统中。无人机系统操控员发送规划指令，航路规划系统自动执行航路规划，检查无人机系统执行预先航路规划的响应。

自主航路规划能力检查：无人机飞行过程中，无人机系统实时接收航管信息、运行风险因素信息等非操控员预先输入的航路规划限制信息，航路规划系统自主执行航路规划，检查无人机系统执行实时航路规划的响应。

5.1.3 试验结果

给出无人机系统规划的航路信息。

5.2 飞行控制

5.2.1 自主驶入/驶出

5.2.1.1 试验目的

检查无人机系统自动驶入/驶出能力。

检查无人机系统自主驶入/驶出能力。

5.2.1.2 试验方法

无人机系统操控员发出驶入/驶出指令，检查无人机响应情况。

无人机系统完成航路规划后，无人机自主完成驶入/驶出，检查无人机响应情况。

5.2.1.3 试验结果

给出指令发送后到驶入/驶出结束的无人机控制模式。

绘制包括驶入/驶出指令、跑道坐标系坐标值或经纬度的时间历程曲线。

5.2.2 起飞(含反向起飞)

5.2.2.1 试验目的

检查无人机系统自动起飞(含反向起飞)能力。

检查无人机系统自主起飞(含反向起飞)能力。

5.2.2.2 试验方法

无人机系统操控员发出起飞(含反向起飞)指令，检查无人机响应情况。

无人机系统完成航路规划后，无人机自主完成起飞(含反向起飞)，检查无人机响应情况。

5.2.2.3 试验结果

给出指令发送后到起飞结束的无人机控制模式。

对于轮式起降无人机，针对给定机场环境和给定起飞重量，给出起飞滑跑距离、起飞离地速度、起飞滑跑时间和起飞滑跑能源消耗量等参数。对于通过火箭助推、机载投放及其他方式进行起飞(发射)的无人机，给出其在给定重量下的弹射(投放)末段速度。

5.2.3 航路保持

5.2.3.1 试验目的

检查无人机系统自动完成航路保持的能力。
检查无人机系统自主完成航路保持的能力。

5.2.3.2 试验方法

在不同无人机构型、重量、速度和高度等组合状态条件下，进行飞行试验。
无人机完成航路规划后起飞，无人机系统操控员发出航路保持指令，检查无人机响应情况。
无人机完成航路规划后起飞，沿规划好的航路自主飞行，检查无人机响应情况。

5.2.3.3 试验结果

给出指令发送后到航路保持结束的无人机控制模式。
给出时间历程曲线包括速度、高度、迎角、俯仰角、滚转角、航向角、侧偏距等参数；给出无人机航路保持过程中的航路保持精度、姿态角保持精度、航向角保持精度、高度保持精度、速度保持精度等数据。

5.2.3.4 机动

5.2.3.4.1 试验目的

检查无人机系统自动完成机动动作的能力。
检查无人机系统自主完成机动动作的能力。

5.2.3.4.2 试验方法

在不同无人机构型、重量、速度、高度等组合状态条件下，进行飞行试验。
无人机完成航路规划后起飞，无人机系统操控员发出机动动作指令，检查无人机响应情况。
无人机完成航路规划后起飞，按预定机动动作指令执行自主机动，检查无人机响应情况。

5.2.3.4.3 试验结果

给出指令发送后到机动动作结束的无人机控制模式。
给出盘旋过载、盘旋半径随速度变化曲线，并绘制盘旋过程的时间历程曲线，包含气压高度、校准空速或马赫数、滚转角、偏航角、纵向过载、法向过载等参数；给出水平加减速过程中，水平加减速距离、时间、能源消耗量及纵向过载等参数随速度变化的曲线和数据；给出爬升/下滑过程的时间历程曲线，包括气压高度、校准空速、真空速、爬升率、迎角、俯仰角、滚转角等参数。

5.2.4 着陆(含反向着陆)

5.2.4.1 试验目的

检查无人机系统自动着陆(含反向着陆)能力。
检查无人机系统自主着陆(含反向着陆)能力。

5.2.4.2 试验方法

无人机系统操控员发出着陆(含反向着陆)指令，检查无人机响应情况。
无人机系统自主完成着陆(含反向着陆)，检查无人机响应情况。

5.2.4.3 试验结果

给出指令发送后到无人机着陆的无人机控制模式。

对于轮式起降无人机，针对给定机场环境和给定重量，给出着陆接地速度、着陆滑跑距离和着陆滑跑时间等参数。对于伞降无人机，给出其在规定的伞降着陆机场、给定重量下的伞降着陆时间、接地速度、开伞高度、水平降落距离等参数。

6 运行风险因素识别与响应能力

6.1 识别

6.1.1 试验目的

检查无人机系统对运行风险因素的识别能力。

6.1.2 试验方法

采用地面试验构造运行风险因素，检查无人机系统响应情况。

通过飞行试验构造运行风险因素，检查无人机系统响应情况。

运行风险因素一般包括：

- a) 障碍物；
- b) 硬件故障；
- c) 软件崩溃；
- d) 不利天气；
- e) 电磁干扰；
- f) 其他。

6.1.3 试验结果

综合地面试验和飞行试验结果，给出无人机系统识别与响应运行风险因素的情况。

6.2 信息处理

6.2.1 试验目的

检查无人机系统对运行风险因素的信息处理能力。

6.2.2 试验方法

采用地面试验构造运行风险因素，检查无人机在识别到运行风险因素后，无人机系统给出的处置。

通过飞行试验构造运行风险因素，检查无人机在识别到运行风险因素后，无人机系统给出的处置。

无人机系统处置一般包括：

- a) 告警；
- b) 自主航路规划；
- c) 故障降级；
- d) 余度管理；
- e) 指令限制；
- f) 其他。

6.2.3 试验结果

给出无人机系统识别到运行风险因素后，无人机系统的处置结果以及高度、速度、迎角、俯仰角、滚转角和航向角等参数的时间历程曲线。

6.3 响应

6.3.1 试验目的

检查无人机响应运行风险因素的能力。

6.3.2 试验方法

采用地面试验构造运行风险因素，检查无人机系统给出处置后，无人机响应情况。
通过飞行试验构造运行风险因素，检查无人机系统给出处置后，无人机响应情况。
无人机响应一般包括：

- a) 自主返航功能；
- b) 自主迫降功能；
- c) 自主复飞功能；
- d) 电子围栏；
- e) 自主备降功能；
- f) 其他。

6.3.3 试验结果

给出无人机系统检测到运行风险因素后，高度、速度、迎角、俯仰角、滚转角和航向角等参数的时间历程曲线。

7 人工干预能力

7.1 试验目的

检查无人机在飞行过程中，无人机系统接受操控员干预飞行状态的能力。

7.2 试验方法

采用地面试验模拟无人机自主飞行，在无人机自主飞行的各个阶段中，无人机系统操控员通过控制指令/操纵装置干预当前飞行状态。

采用地面试验构造运行风险因素，无人机系统识别到运行风险因素后，无人机系统操控员通过控制指令/操纵装置干预当前飞行状态。

无人机系统在自主飞行的各个阶段中，无人机系统操控员通过控制指令/操纵装置干预当前飞行状态。

通过飞行试验构造运行风险因素，无人机系统识别到运行风险因素后，无人机系统操控员通过控制指令/操纵装置干预当前飞行状态。

7.3 试验结果

给出无人机系统在自主飞行/识别到运行风险因素状态下，接受人工干预的情况。

8 试飞报告

试飞报告应包含但不限于以下内容:

- a) 试飞依据及引用文件;
- b) 试飞目的;
- c) 试飞对象及技术状态;
- d) 试飞实施过程;
- e) 试飞条件;
- f) 试飞方法;
- g) 测试设备及测试参数;
- h) 数据处理;
- i) 试飞结果;
- j) 发现问题及建议。

